



GEOTECHNIEK EN MILIEU

FUNDERINGSADVIES

Realisatie kassencomplex en werkruimte
Harvardlaan 10 te Utrecht

Van Dijk Geotechniek en Milieu
Strijkviertel 30, 3454 PM De Meern

T: 030 - 666 17 46
E: info@vandijktech.nl
W: vandijktech.nl



Strijkviertel 30
3454 PM De Meern
030 - 666 1746
info@vandijktech.nl

GEOTECHNIEK EN MILIEU

IBAN: NL26 RABO 0156884186
BIC: RABO NL 2U
KvK Utrecht: 30128364
BTW nr: NL 803.844.451.B01

Datum: 23-02-2026

Opdrachtnummer: 121301

FUNDERINGSADVIES

Realisatie kassencomplex en werkruimte
Harvardlaan 10 te Utrecht

Opdrachtgever: Universiteit Utrecht
Heidelberglaan 8
3584 CS Utrecht

Architect: DLVge
t.a.v. dhr. D. Marck
Horti House, Violierenweg 3
2665 MV Bleiswijk

Constructeur: BuildConsult
t.a.v. dhr. D. van Ommeren
Bredeweg 30
2752 AA Moerkapelle

Projectleider/adviseur: mevr. C. As-Balduino MSc





INHOUDSOPGAVE

1.	INLEIDING	4
2.	UITGANGSPUNTEN	4
2.1	Algemeen.....	4
2.2	Bodemopbouw	5
2.3	Grondwaterstanden	5
2.4	Ontwerp uitgangspunten.....	6
3.	FUNDERINGSADVIES	6
3.1	Inleiding.....	6
3.2	Berekeningsresultaten	6
3.3	Berekeningsmethode	7
3.4	Puntdraagvermogen.....	7
3.5	Positieve schachtwrijving.....	7
3.6	Negatieve schachtwrijving.....	8
3.7	Paalklasse- en partiële factoren	9
4.	RICHTLIJNEN UITVOERING GEHEIDE PREFAB BETONPALEN	9
5.	SLOTOPMERKINGEN	11

BIJLAGEN

1. resultaten geotechnisch onderzoek
2. grondwater meetreeksen uit het TNO DINOloket en de BRO
3. berekeningsresultaten prefab betonpalen
4. trillingsprognose

REVISIEBEHEER

Revisie	Rapportage opgesteld door	Paraaf	Controle rapportage	Paraaf
Definitief ver.1 d.d. 18-12-2025	mevr. C. As-Balduino, MSc		dhr. ing. N.J.M. van Kilsdonk	
Definitief ver.2 d.d. 23-02-2026	mevr. C. As-Balduino, MSc		dhr. ing. N.J.M. van Kilsdonk	

1. INLEIDING

In opdracht van DLVge (d.d. 24-11-2025), namens Universiteit Utrecht, is door van Dijk geotechniek en milieu een funderingsadvies opgesteld voor de realisatie van een nieuw botanisch kassencomplex met werkruimte op het perceel aan de Harvardlaan 10 te Utrecht.

In deze versie van het funderingsadvies is de funderingswijze voor de werkruimte aangepast van een fundering op staal naar een paalfundering.

Voor het funderingsadvies zijn de resultaten van het geotechnisch onderzoek (opdrachtnr. 121301) gebruikt waarvan de gegevens ook separaat zijn verstrekt.

2. UITGANGSPUNTEN

2.1 Algemeen

Projectbeschrijving

De projectlocatie bevindt zich in de Botanische Tuinen van het Utrecht Science Park, bij de Uithof (gemeente Utrecht). De werkzaamheden bestaan uit het slopen van de huidige kassen, het ophogen van het terrein en het realiseren van twee constructies: aan de noordzijde een werkruimte, inclusief een opslagruimte, en aan de zuidzijde een nieuw kassencomplex. Het bouwvlak wordt omsloten door sloten en in de directe nabijheid bevinden zich andere kassen. De projectlocatie en de huidige situatie zijn weergegeven in Figuur 1.



Figuur 1: de projectlocatie (oranje omkaderd) en de omgeving (bron: Google Earth).

Uitgevoerd onderzoek

In januari 2025 zijn in totaal 17 sonderingen uitgevoerd (S1 t/m S17). Tevens is één handboring gerealiseerd (B1). De resultaten van dit onderzoek, met de bijbehorende waterpasstaat en situatietekening zijn als bijlage 1 toegevoegd.

Datum: 23-02-2026	Funderingsadvies	Opdracht nr. 121301
Versie 02 (definitief)	Realisatie kassencomplex en werkruimte, Harvardlaan 10 te Utrecht	Pagina 4

Ontvangen informatie en referenties

Voor het funderingsadvies zijn de volgende gegevens en documenten beschikbaar gesteld.

- tekeningen van het terrein in de bestaande en in de nieuwe situatie van DLVge, tekeningnummers 15.10 en 15.20;
- tekening van het profiel (detail) van DLVge, tekeningnummer 15.25;
- tekening van de funderingen van DLVge, tekeningnummer 25.20;
- e-mail met uitgangspunten van DLVge (d.d. 26-11-2025, 15-12-2025 en 23-01-2026);
- e-mail met uitgangspunten van BuildConsult (d.d. 10-12-2025).

Het funderingsadvies is opgesteld op basis van de volgende normen en richtlijnen:

- NEN 9997-1:2025+C1:2025 (EuroCode 7).

2.2 Bodemopbouw

Ten tijde van het geotechnische onderzoek is ter plaatse van de onderzoekspunten het terrein ingemeten tussen NAP+1,31 m (sondering S10) en NAP+1,54 m (sondering S2).

Aan de hand van verkregen resultaten uit het geotechnisch onderzoek is de grondopbouw globaal als volgt geschematiseerd:

- Vanaf het maaiveld tot NAP+0,50 m à NAP+/-0,0 m is een geroerde zandlaag aangetroffen. Bij ongeveer de helft van de sonderingen bestaat deze laag uit organisch materiaal.
- Vanaf NAP+0,50 m à NAP+/-0,0 m tot de verkende diepte strekt zich een los tot (zeer) vastgepakt zandpakket uit. De variatie binnen dit zandpakket is groot; enkele siltige dan wel kleiige, losse zandlaagjes komen op wisselende dieptes voor. Deze laagjes worden aangeduid door een teruggang in de conusweerstand.

2.3 Grondwaterstanden

Op de projectlocatie is een handboring gerealiseerd, waarin de grondwaterstand is ingemeten. De meetresultaten staan in bijlage 1 weergegeven.

Freatisch

De grondwaterstand kan onder meer door hoogteligging, variatie in opbouw van het boven pakket, seizoensinvloeden, periode van (zware) regenval en afstromingsmogelijkheden fluctueren. De freatische grondwaterstand is gemeten in de handboring (B1) op NAP+0,67 m. Op basis van de beschikbare peilbuisgegevens van het TNO DINOLOket kan de grondwaterstand variëren tussen NAP+0,3 m en NAP+1,3 m. De grafieken van de meetreeksen zijn in bijlage 2 toegevoegd.

Voor de berekeningen van de fundering op palen is uitgegaan van een lage freatische grondwaterstand van NAP+0,3 m.

Stijghoogte

Omdat op de projectlocatie niet overal een waterafsluitende afdeklaag aanwezig is, komt de stijghoogte in het watervoerende zandpakket overeen met de freatische grondwaterstand.

Datum: 23-02-2026	Funderingsadvies	Opdracht nr. 121301
Versie 02 (definitief)	Realisatie kassencomplex en werkruimte, Harvardlaan 10 te Utrecht	Pagina 5

2.4 Ontwerp uitgangspunten

De volgende uitgangspunten zijn in overleg met de constructeur en architect gehanteerd:

- bouwpeil = NAP+1,90 m;
- ophoging van ca. 0,5 m+mv tot peil;
- werkruimte:
 - o afmetingen van 84 m (lengte) x 24 m (breedte);
 - o dikte van de vloer: 200 mm (beton) + 150 mm (isolatie);
 - o aanlegniveau vloer op NAP+1,55 m;
- kassencomplex:
 - o afmetingen van 84 m (lengte) x 64 m (breedte);
 - o rekenwaarden van de paalbelastingen variëren van ca. $F_d = 50$ kN tot 150 kN (druk);
 - o de betonnen vloer wordt op het grondvlak aangelegd binnen de kassen, los van de hoofdconstructie en is geen onderdeel van het funderingsadvies. Hierop komt een belasting van 7 kN/m².
- de uitgangspunten en berekeningsresultaten dienen door een constructeur te worden getoetst en verwerkt. De constructieve uitwerking van de funderingspalen is geen onderdeel van het funderingsadvies;
- als uitgangspunt is aangehouden dat op de projectlocatie geen bodemverontreiniging aanwezig is;
- alle maatvoering, waaronder het paalpuntniveau (P.P.N.) en referentieniveau (R.N.) zijn gepresenteerd t.o.v. NAP.

3. FUNDERINGSADVIES

3.1 Inleiding

Voor de bouw van de werkruimte en van het kassencomplex wordt een fundering op palen geadviseerd. In overleg met de architect, de constructeur en de opdrachtgever is op basis van de bodemopbouw en de afstand tot de aanwezige belendingen gekozen voor het toepassen van prefab betonpalen. De risico's voor de belendingen door heitruïllingen zijn beoordeeld in een trillingsprognose, die ook separaat is verstrekt.

3.2 Berekeningsresultaten

In bijlage 3 zijn de berekeningsresultaten gepresenteerd. De inhoud van de bijlage staat verder gespecificeerd in navolgende tabel 1. De rapportage van de trillingsprognose is toegevoegd in bijlage 4.

Tabel 1: inhoud bijlage

Bijlage 3	P.P.N [m]	Sonderingen [nr.]
drukpalen werkruimte en kassencomplex	NAP-1,5 tot NAP-2,0	S1 t/m S17

Voor de berekening zijn de volgende uitgangspunten aangehouden:

- De positieve schachtwrijving is berekend vanaf NAP+/-0,0 m, en is afhankelijk van de aanwezigheid van samendrukbare lagen.
- De negatieve schachtwrijving varieert tussen de 0 kN en 14 kN en is berekend in de bruikbaarheidsgrenstoestand over het traject van maaiveld tot NAP+0,6 m à NAP-0,2 m met een partiële factor $\gamma_{f,nk} = 1,0$.
- De correlatiefactoren zijn bepaald op basis van het aantal sonderingen en de variatie in het draagvermogen: $\xi_3 = 1,39$ en $\xi_4 = 1,39$. De paal draagvermogens in de bijlage zijn berekend met ξ_3 per sondering en per paalpuntniveau.

3.3 Berekeningsmethode

De rekenwaarde van het paal draagvermogen wordt bepaald met de navolgende formules:

$$R_{c;d} = \frac{R_{c;cal;max}}{\xi_3 \times \gamma_t}$$

$$R_{c;cal;max} = R_{b;cal;max} + R_{s;cal;max}$$

$$R_{c;net;d} = R_{c;d} - F_{nk;d}$$

$R_{c;d}$	is de rekenwaarde van de maximale draagkracht van een enkele paal;
$R_{c;cal;max}$	is de draagkracht van een enkele paal;
ξ_3	is de correlatiefactor gebaseerd op het aantal sonderingen;
γ_t	is de gecombineerde weerstandsfactor;
$R_{b;cal;max}$	is de karakteristieke waarde van de punt draagkracht voor een enkele paal;
$R_{s;cal;max}$	is de karakteristieke waarde van de schacht weerstand voor een enkele paal;
$F_{nk;d}$	is de rekenwaarde van de maximaal optredende negatieve schachtwrijving voor een alleenstaande paal;
$R_{c;net;d}$	is de rekenwaarde van de maximaal netto draagkracht.

Toetsing aan uiterste grenstoestand moet voldoen aan:

$$F_d \leq R_{c;net;d}$$

Dit kan door de constructeur worden gecontroleerd zodra F_d bekend is.

3.4 Punt draagvermogen

De maximale draagkracht van de paalpunt ($R_{b;cal;max}$) wordt bepaald met de 4D/8D methode van Koppejan, waarbij gebruik wordt gemaakt van de maximale punt weerstand die kan worden ontwikkeld, afhankelijk van de gemeten conus weerstand, de grootte van de paalpunt en de paalklassefactor α_p .

$$R_{b;cal;max} = A_b \times \left(1/2 \times \alpha_p \times \beta \times s \times \left(\frac{q_{c,I;gem} + q_{c,II;gem}}{2} + q_{c,III;gem} \right) \right)$$

$R_{b;cal;max}$	is de karakteristieke waarde van de punt draagkracht voor een enkele paal;
A_b	is de oppervlakte van de paalpunt, in m ² ;
α_p	is de paalklassefactor voor de berekening van de draagkracht van de paalpunt;
β	is de factor, die de invloed van de paalvoet vorm in rekening brengt;
s	is de factor, die de invloed van de vorm van de dwarsdoorsnede van de paalvoet in rekening brengt;
$q_{c;gem}$	is de gemiddelde waarde van de conus weerstanden, in MPa over de trajecten I, II en III.

3.5 Positieve schachtwrijving

Een paal ondervindt positieve schachtwrijving ($R_{s;cal;max}$), indien de schacht relatief meer zakt dan de grond. Het is de bedoeling dat de paalpunt zo min mogelijk zakt, dit betekent dat de grondlagen waarover de positieve schachtwrijving wordt berekend niet tot nauwelijks mogen deformeren. Over het algemeen wordt de positieve schachtwrijving berekend over zandlagen waaronder zich geen samendrukbare lagen

bevinden. Echter bij geconsolideerde klei- of siltlagen met hoge vastheid ($q_c > 2\text{MPa}$) zullen deze worden meegenomen in de berekening van de positieve schachtwrijving.

$$R_{s;cal;max} = O_{s;\Delta L;gem} \times \int_{\Delta L} q_{s;max} \times dz$$

$R_{s;cal;max}$ is de karakteristieke waarde van de schachtweerstand voor een enkele paal;
 $O_{s;\Delta L;gem}$ is de gemiddelde omtrek van het gedeelte van de paalschacht in de laag, waarin de paalvoet is geplaatst, in m;
 $q_{s;max}$ is de maximum paalschachtwrijving in kN/m²;
 z is de dikte van laag z , in m.

3.6 Negatieve schachtwrijving

Negatieve schachtwrijving ($F_{nk;d}$) is een belasting op de paal die ontstaat wanneer het samendrukbare pakket meer zakt dan de paalschacht. Zakking van de slappe lagen kan ontstaan door ophogingen van het maaiveld, aanleg van wegen, verlaging van de waterspanning, verlaging van het freatische water en het heien van palen.

Is de zakking van het maaiveld groter dan 0,11 m, dan dient de volledige negatieve schachtwrijving als belasting op de paal in rekening te worden gebracht. Bij maaiveldzakkingen kleiner dan 0,11 m mag interactie tussen paal en grond in rekening worden gebracht. Indien het maaiveld minder zakt dan 0,02 m mag de negatieve schachtwrijving buiten beschouwing worden gelaten.

De negatieve schachtwrijving hoeft niet in rekening te worden gebracht bij toetsing op de uiterste grenstoestand, type A, omdat hier de belasting op de draagkracht wordt getoetst. Bij deze toetsing zal de zakking van de paal altijd groter zijn dan de zakking het slappe lagenpakket, waardoor negatieve schachtwrijving niet zal optreden. De negatieve schachtwrijving dient wel in rekening te worden gebracht bij zowel toetsing van de uiterste grenstoestand, type B als de bruikbaarheidsgrenstoestand.

De volgende partiële factoren zijn van toepassing voor het bepalen van de rekenwaarde van de negatieve schachtwrijving:

Uiterste grenstoestand, type B: $\gamma_{f;nk} = 1,4$ [-]

Bruikbaarheidsgrenstoestand: $\gamma_{f;nk} = 1,0$ [-]

Wanneer in de bruikbaarheidsgrenstoestand niet het volledige slappe lagenpakket in rekening wordt gebracht bedraagt ook hier de partiële factor $\gamma_{f;nk} = 1,4$.

De negatieve schachtwrijving is als volgt berekend voor een alleenstaande paal:

$$F_{nk;k} = O_{s;gem} \times \sum_{j=1}^{j=n} d_j \times K_{0;j;k} \times \tan(\delta_{j;k}) \times \frac{\sigma'_{v;j-1;k} + \sigma'_{v;j;k}}{2}$$

$$F_{nk;d} = F_{nk;k} \times \gamma_{f;nk}$$

$F_{nk;d}$ is de reken waarde van de belasting ten gevolge van negatieve schachtwrijving, in kN;
 $F_{nk;k}$ is de karakteristieke waarde van de belasting ten gevolge van negatieve schachtwrijving, in kN;
 $O_{s;gem}$ is de gemiddelde omtrek van de paal, in m;
 d_j is de dikte van laag j , in m;

$K_{0;j;k}$	is de karakteristieke waarde van de neutrale gronddrukfactor in laag j bij een horizontaal grondoppervlak en $OCR = 1$;
$\delta_{j;k}$	is de karakteristieke waarde van de wrijvingshoek tussen paalschacht en grond in laag j ;
$\sigma'_{v;j;k}$	is de karakteristieke waarde van de verticale effectieve spanning onder in laag j ;
$\gamma_{f;nk}$	is de partiële factor.

3.7 Paalklasse- en partiële factoren

De paalklassefactoren en partiële factoren bepalen in hoofdlijnen de veiligheid waarmee het paal draagvermogen wordt berekend. Hieronder staan de factoren voor prefab betonpalen vermeld.

Paalklassefactoren

α_p	= 0,70	[-] (punt)
α_s	= 0,01	[-] (schacht)
S	= 1,0	[-] (paalvoetvorm)
β	= 1,0	[-] (vorm van de doorsnede)

Partiële factoren

γ_b	= 1,2	[-] (punt)
γ_s	= 1,2	[-] (schacht)
γ_t	= 1,2	[-] (combinatie)

Correlatiefactoren:

De correlatiefactor is afhankelijk van het aantal sonderingen dat is uitgevoerd voor het bouwwerk. Hoe meer sonderingen zijn uitgevoerd hoe meer gegevens over de ondergrond bekend zijn.

De factor ξ_3 is van toepassing op de gemiddelde draagkracht van een enkele paal ($R_{c,cal,max}$) op basis van alle relevante sonderingen. De factor ξ_4 is van toepassing op de laagst berekende draagkracht van een enkele paal ($R_{c,cal,max}$) op basis van alle relevante sonderingen. De laagste uitkomst van beide berekeningen is maatgevend voor het draagvermogen van de paal. In tabel 2 staan de factoren voor een slappe bovenbouw met het aantal corresponderende sonderingen weergegeven.

Tabel 2: correlatiefactoren

ξ / N	1	2	3	4	5	7	10
ξ_3	1,39	1,32	1,30	1,28	1,28	1,27	1,25
ξ_4	1,39	1,32	1,30	1,03	1,03	1,03	1,00

4. RICHTLIJNEN UITVOERING GEHEIDE PREFAB BETONPALEN

Geheide palen, geprefabriceerd; met constante dwarsafmeting.

Voor de uitvoering wordt verwezen naar KIWA beoordelingsrichtlijn BRL-2357 1992-06-01, (“Algemeen gedeelte”) en de Nederlandse norm NEN-EN 12699:2015 (“Uitvoering van bijzonder geotechnisch werk-Verdringingspalen”). Toezicht dient plaats te vinden op basis van CUR Aanbeveling 114 (“Toezicht op de realisatie van paalfunderingen”).

Geadviseerd wordt om voor het heiwerk een hydraulisch valblok toe te passen. De instelling van het heiblok dient tijdens het heiwerk te worden bepaald aan de hand van de verkregen stuitcijfers en op de verwachting dat een eindkalender van 10 à 30 slagen per 0,25 m zakking wordt verkregen.

Datum: 23-02-2026	Funderingsadvies	Opdracht nr. 121301
Versie 02 (definitief)	Realisatie kassencomplex en werkruimte, Harvardlaan 10 te Utrecht	Pagina 9

Alvorens het heiwerk wordt gestart dient gecontroleerd te worden of de paal zichtbare gebreken bevat en of deze recht staat. De geleiding van het heiblok dient zodanig te zijn dat de paalkop centrisch wordt belast.

Voor de aangegeven basisniveaus is licht heiwerk te verwachten. E.e.a. afhankelijk van de dikte en pakkingsgraad van de te passeren zandlagen. Wordt dieper in het zand en/of een grotere paaldoorsnede gebruikt dan zal de zwaarte van het heiwerk gaan toenemen.

De benodigde slagenergie voor het heien van prefab palen met schachtafmeting ■ 180 x 180 mm wordt geschat op 5 kNm op een hoog niveau (NAP-1,50 m), oplopend tot 10 kNm voor palen met schachtafmeting ■ 220 x 220 mm op het diepe niveau (NAP-2,0 m). Overigens is deze slagenergie gebaseerd op het gewicht van de paal.

Geadviseerd wordt het heiwerk aan te vangen nabij een sondering met het diepste inheinniveau en vervolgens van laag naar hoog te heien. De aldaar verkregen stuitcijfers dienen als leidraad bij het heiwerk tot de volgende sondering. Bij het toepassen van een palengroep, onder bijvoorbeeld een poer moet van binnen naar buiten worden geheid, om zo min mogelijk last te hebben van het verdichtingseffect. Bij grote verschillen in de paalpuntspanning (zie kolom 3 van de tabellen in de bijlage) zijn tevens verschillen in de eindkalender te verwachten bij een gelijkblijvende slagenergie.

Afwijkende kalenderwaarden worden over het algemeen veroorzaakt door een afwijkende bodemopbouw. De kalenderwaarde kan ook worden beïnvloed door de volgende factoren:

- de valhoogte van het heiblok is niet constant;
- de paal staat scheef;
- er treedt wateroverspanning op onder de paalpunt tijdens het heien.

Wanneer de kalenderwaarde te laag is kan er sprake zijn van een te lage draagkracht. Bij twijfel is het verstandig contact op te nemen met de constructeur en de geotechnisch adviseur. Na overleg kunnen de volgende maatregelen worden genomen:

- na-heien van de palen, waarbij over een traject van 0,25 m het aantal slagen per 0,05 m paalzakking wordt geregistreerd. Zo kan worden onderzocht in hoeverre wateroverspanning de oorzaak is;
- het uitvoeren van controlesonderingen;
- het plaatsen van een extra paal.

Ter plaatse van een overgang van vaste zandlagen naar slappe afzettingen, zoals klei en veen dient met een gereduceerd vermogen te worden geheid, zodat de kans op paalbreuk door trekspanningen tot een minimum wordt beperkt. Optioneel kunnen hulptechnieken worden toegepast voor het inbrengen van de palen, zoals: voorboren, spuiten of hakken.

Van elke paal dient ten minste over de laatste 2,0 à 2,5 m het aantal slagen per 25 cm te worden vastgelegd. Geadviseerd wordt gedurende het kalenderen het aantal slagen per minuut te beperken tot ca. 60 slagen.

Voor dit project is ook een trillingsprognose opgesteld waarin de verwachte trillingen zijn getoetst aan de “SBR-richtlijn A: Schade aan bouwwerken, 2017”. De rapportage is toegevoegd in bijlage 4.

Datum: 23-02-2026	Funderingsadvies	Opdracht nr. 121301
Versie 02 (definitief)	Realisatie kassencomplex en werkruimte, Harvardlaan 10 te Utrecht	Pagina 10

Het is van belang dat er deskundig toezicht wordt gehouden tijdens het uitvoeren van het heiwerk en het installeren van de palen. Om duidelijke informatie aan de constructeur, geotechnisch adviseur en bouw en woningtoezicht te kunnen leveren, dient de rapportage van de heibegeleiding de volgende informatie te bevatten:

- type heihamer;
 - valhoogte;
 - paalafmetingen;
 - paalnummer;
 - paalpositie;
 - afhei-hoogte;
 - paalpuntniveau;
- het aantal slagen per 25 cm.

5. SLOTOPMERKINGEN

De werkzaamheden omvatten twee afzonderlijke constructies: de werkruimte en het kassencomplex. Voor beide constructies is in overleg met de architect, de constructeur en de opdrachtgever gekozen voor een fundering op palen. Gezien de bodemopbouw en de afstand tot belendingen worden prefab betonpalen geadviseerd. De risico's voor de belendingen door heitrillingen zijn beoordeeld in een trillingsprognose.

De uitgangspunten en berekeningsresultaten dienen door een constructeur te worden getoetst en verwerkt. De constructieve uitwerking van de funderingspalen is geen onderdeel van het funderingsadvies.

Datum: 23-02-2026	Funderingsadvies	Opdracht nr. 121301
Versie 02 (definitief)	Realisatie kassencomplex en werkruimte, Harvardlaan 10 te Utrecht	Pagina 11

BIJLAGE 1



Strijkviertel 30
3454 PM De Meern
030 - 666 1746
info@vandijktech.nl

GEOTECHNIEK EN MILIEU

IBAN: NL26 RABO 0156884186
BIC: RABO NL 2U
KvK Utrecht: 30128364
BTW nr: NL 803.844.451.B01

Datum : 18 december 2025

Opdrachtnummer : **121301 versie 2**

Project : Sonderingen voor nieuw aan te leggen vloer
Harvardlaan 10

Plaats : **UTRECHT**

Opdrachtgever : Universiteit Utrecht
t.a.v. mevr. M. Sanders
Heidelberglaan 8
3584 CS Utrecht

Inhoud

Fotoreportage : 1
Situatie : 1
Sonderingen : 17
Boringen : 1
Inmeting : 1
Elektrisch sonderen : 1
Verklaring der tekens : 1

FOTOREPORTAGE

Foto 1:



Foto 2:



Foto 3:



Foto 4:



Foto 5:



Foto 6:



Legenda



Adviesbureau voor geotechniek en milieu Tel. : 030 - 666 17 46
 Strijkviertel 30, Fax : 030 - 666 48 54
 3454 PM DE MEERN E-mail : info@vandijktech.nl

Project: Sonderingen voor nieuw aan te leggen vloer
 Harvardlaan 10

Plaats: Utrecht
 Opdrachtnr.: 121301
 Datum: 04-02-2025
 Volgnummer: 1/3

FOTOREPORTAGE

Foto 7:



Foto 8:



Foto 9:



Foto 10:



Legenda



GEOTECHNIEK EN MILIEU

Adviesbureau voor geotechniek en milieu Tel. : 030 - 666 17 46
 Strijkviertel 30, Fax : 030 - 666 48 54
 3454 PM DE MEERN E-mail : info@vandijktech.nl

Project: Sonderingen voor nieuw aan te leggen vloer
 Harvardlaan 10

Plaats: Utrecht
 Opdrachtnr.: 121301
 Datum: 04-02-2025
 Volnummer: 2/3

FOTOREPORTAGE VASTE PUNTEN

Vloerpeil:



Vastpunt:



Legenda

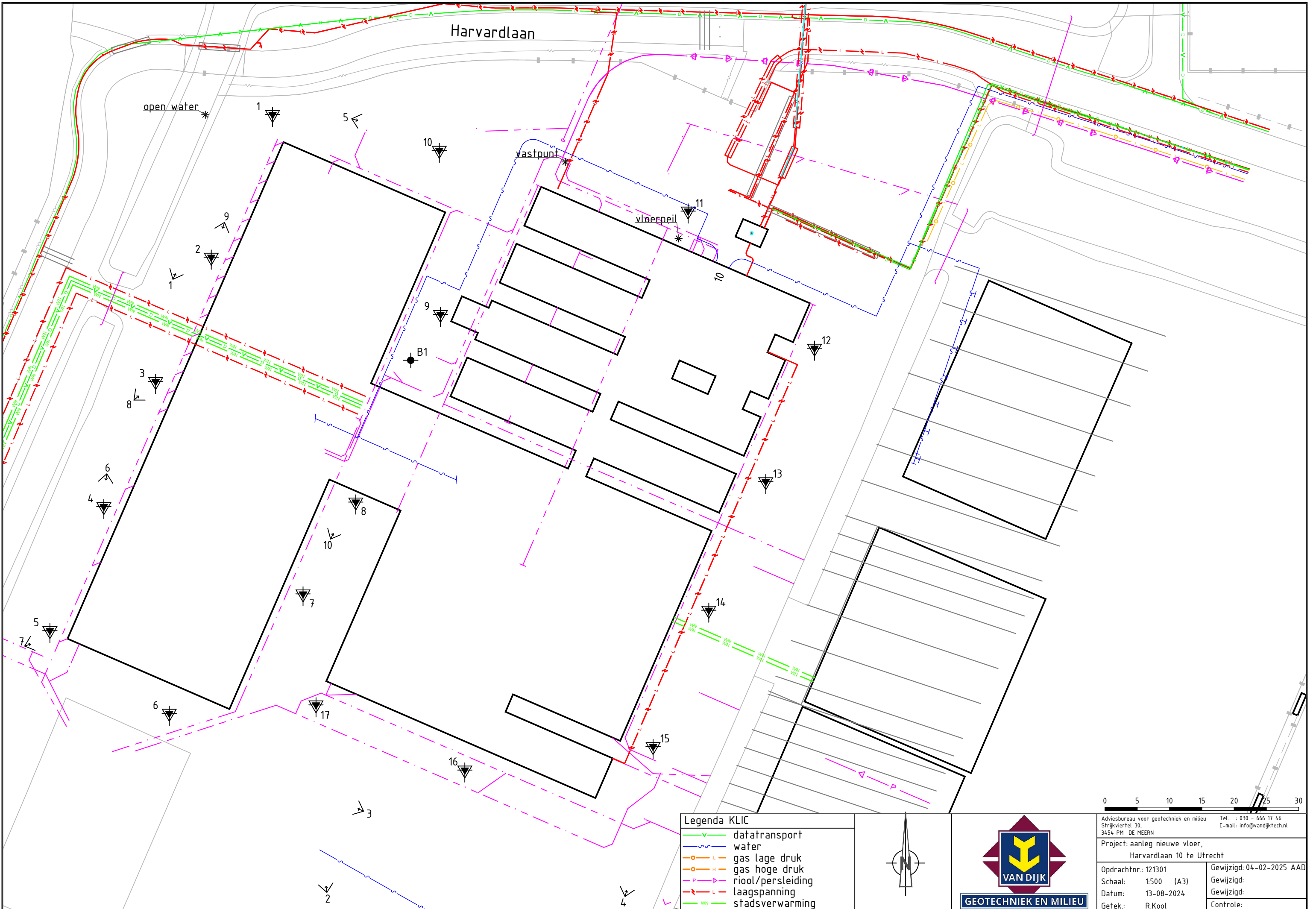


GEOTECHNIEK EN MILIEU

Adviesbureau voor geotechniek en milieu Tel. : 030 - 666 17 46
Strijkviertel 30, Fax : 030 - 666 48 54
3454 PM DE MEERN E-mail : info@vandijktech.nl

Project: Sonderingen voor nieuw aan te leggen vloer
 Harvardlaan 10

Plaats: Utrecht
Opdrachtnr.: 121301
Datum: 04-02-2025
Volnummer: 3/3



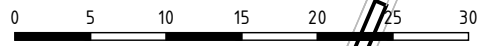
Harvardlaan

open water *

vastpunt *

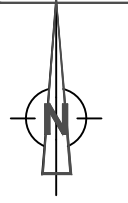
vloerpeil *

B1

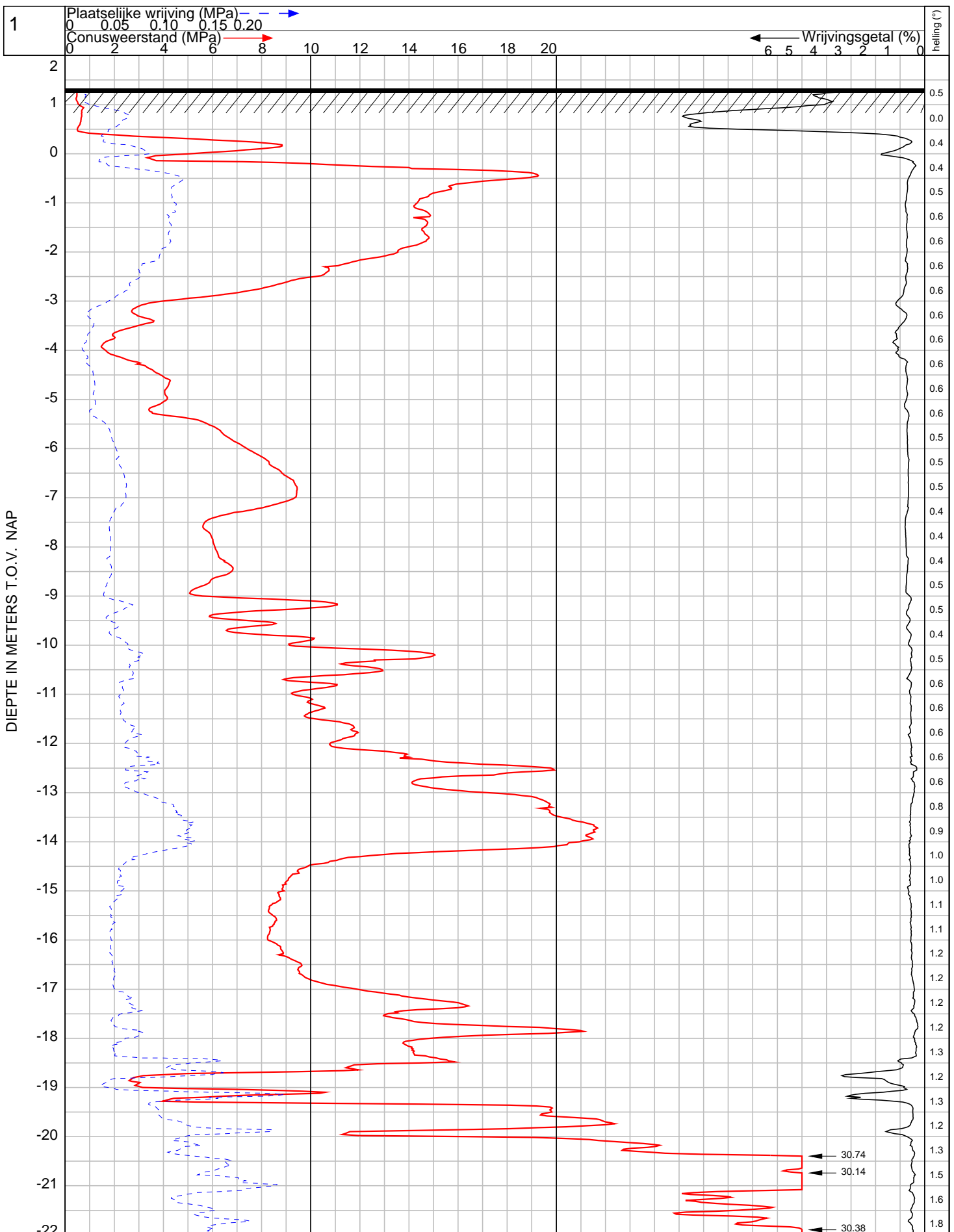


Legenda KLIC

- v— datatransport water
- v— water
- o— gas lage druk
- h— gas hoge druk
- p— riool/persleiding
- l— laagspanning
- wn— stadsverwarming

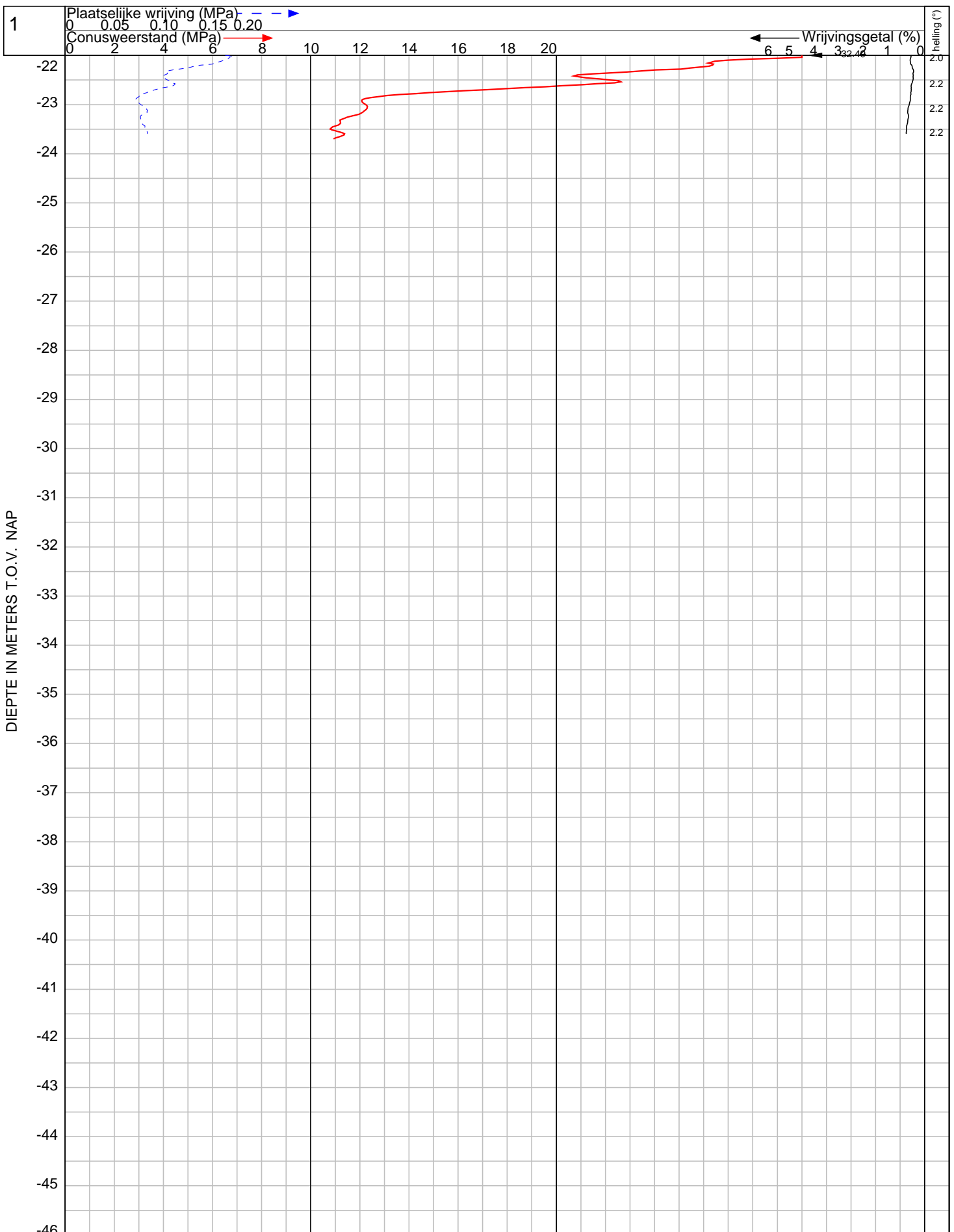


Adviesbureau voor geotechniek en milieu Strijkviertel 30, 3454 PM DE MEERN Tel. : 030 - 666 17 46 E-mail: info@vandijktechn.nl	
Project: aanleg nieuwe vloer, Harvardlaan 10 te Utrecht	
Opdrachtnr.: 121301 Schaal: 1:500 (A3) Datum: 13-08-2024 Getek.: R.Kool	Gewijzigd: 04-02-2025 AAD Gewijzigd: Gewijzigd: Controle:



Maaiveld : 1.32 m t.o.v. NAP Conus: I-CFY-15200523
 Omschrijving : Sonderingen voor nieuw aan te leggen vloer
 Plaats : Utrecht
 Uitgevoerd : 15-1-2025

121301
 Nr: **1**



Maaiveld : 1.32 m t.o.v. NAP Conus: I-CFXY-15200523

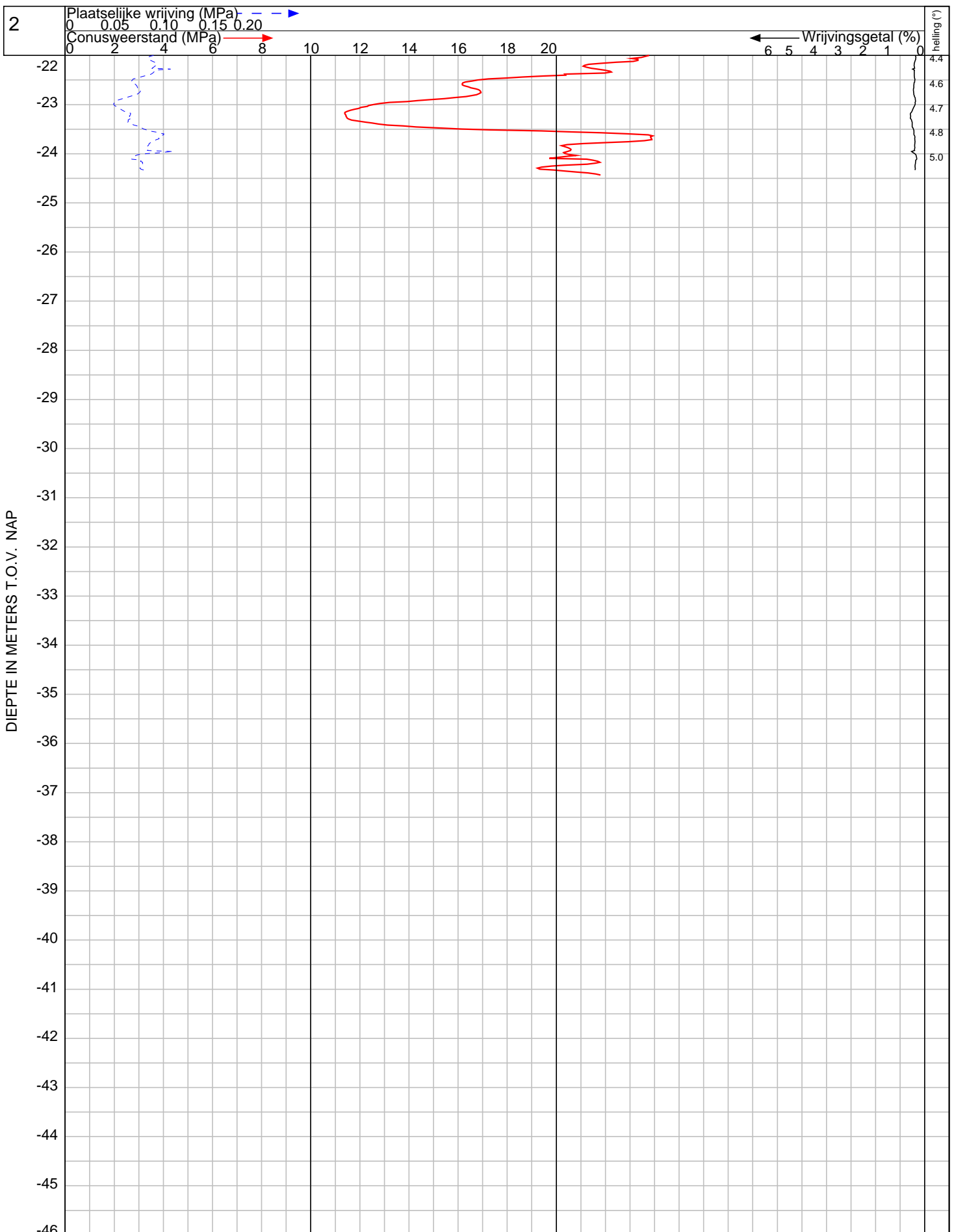
Omschrijving : Sonderingen voor nieuw aan te leggen vloer

Plaats : Utrecht

Uitgevoerd : 15-1-2025

121301

Nr: **1**



DIEPTE IN METERS T.O.V. NAP



Maaiveld : 1.54 m t.o.v. NAP Conus: I-CFXY-15220523

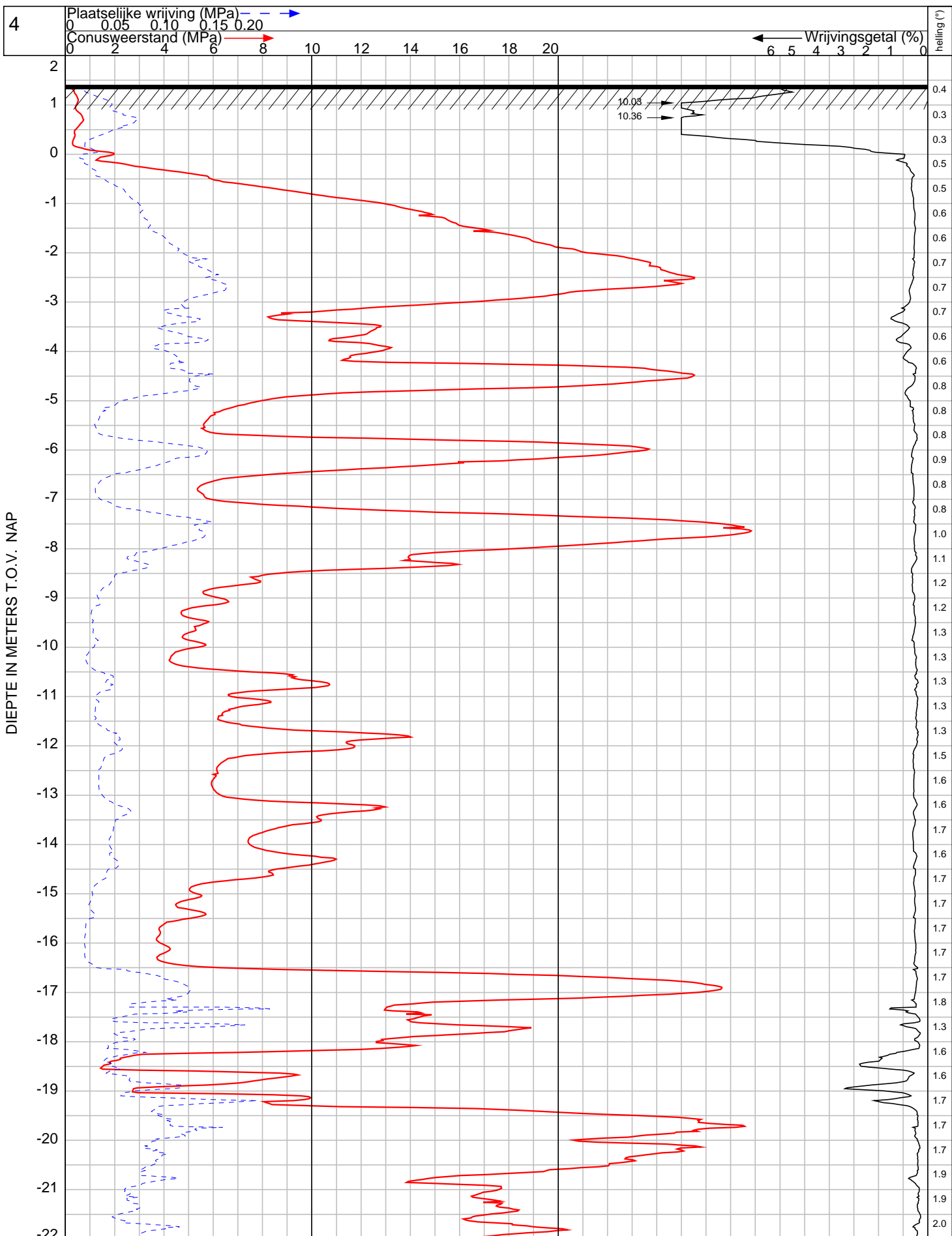
Omschrijving : Sonderingen voor nieuw aan te leggen vloer

Plaats : Utrecht

Uitgevoerd : 27-1-2025

121301

Nr: **2**

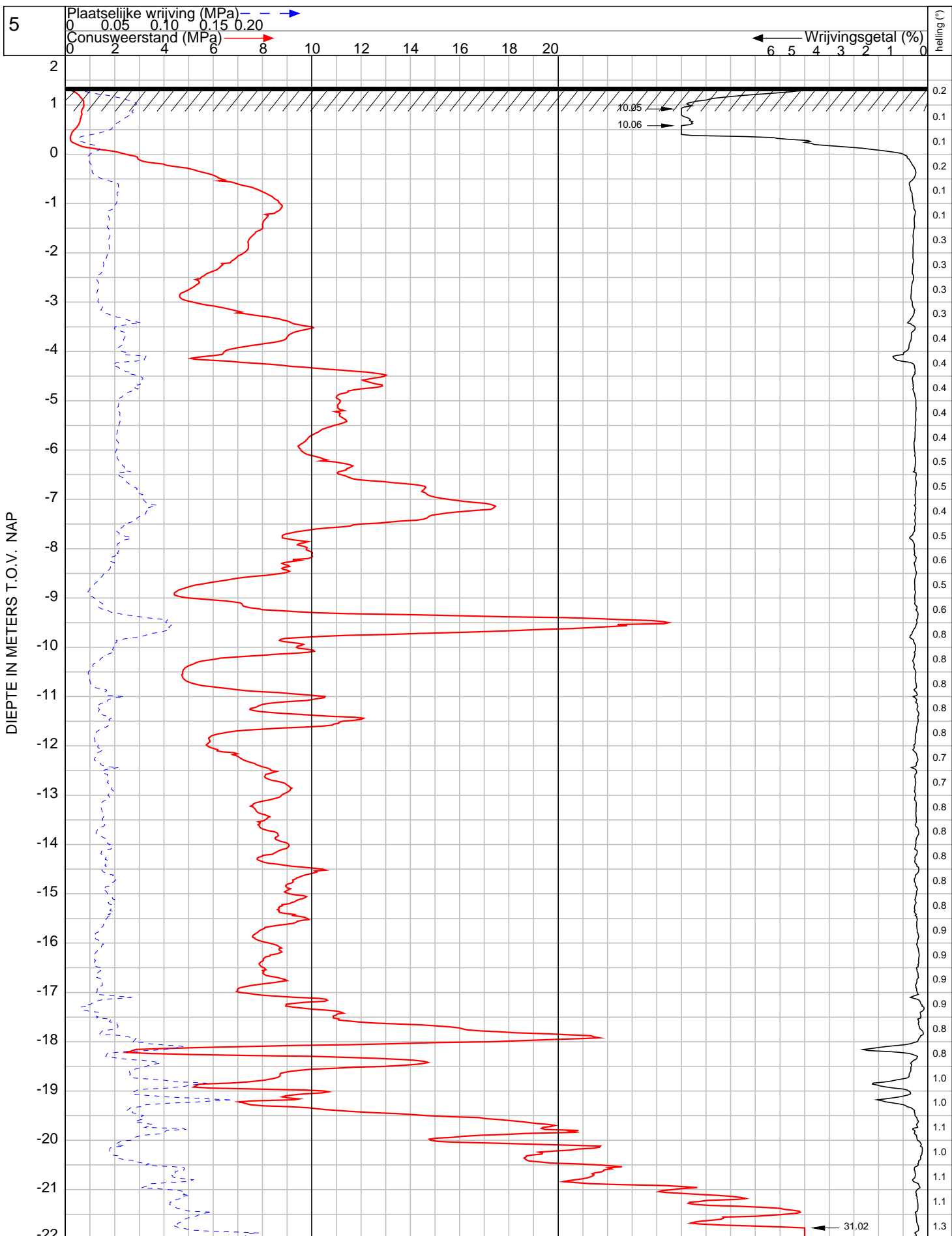


DIEPTE IN METERS T.O.V. NAP



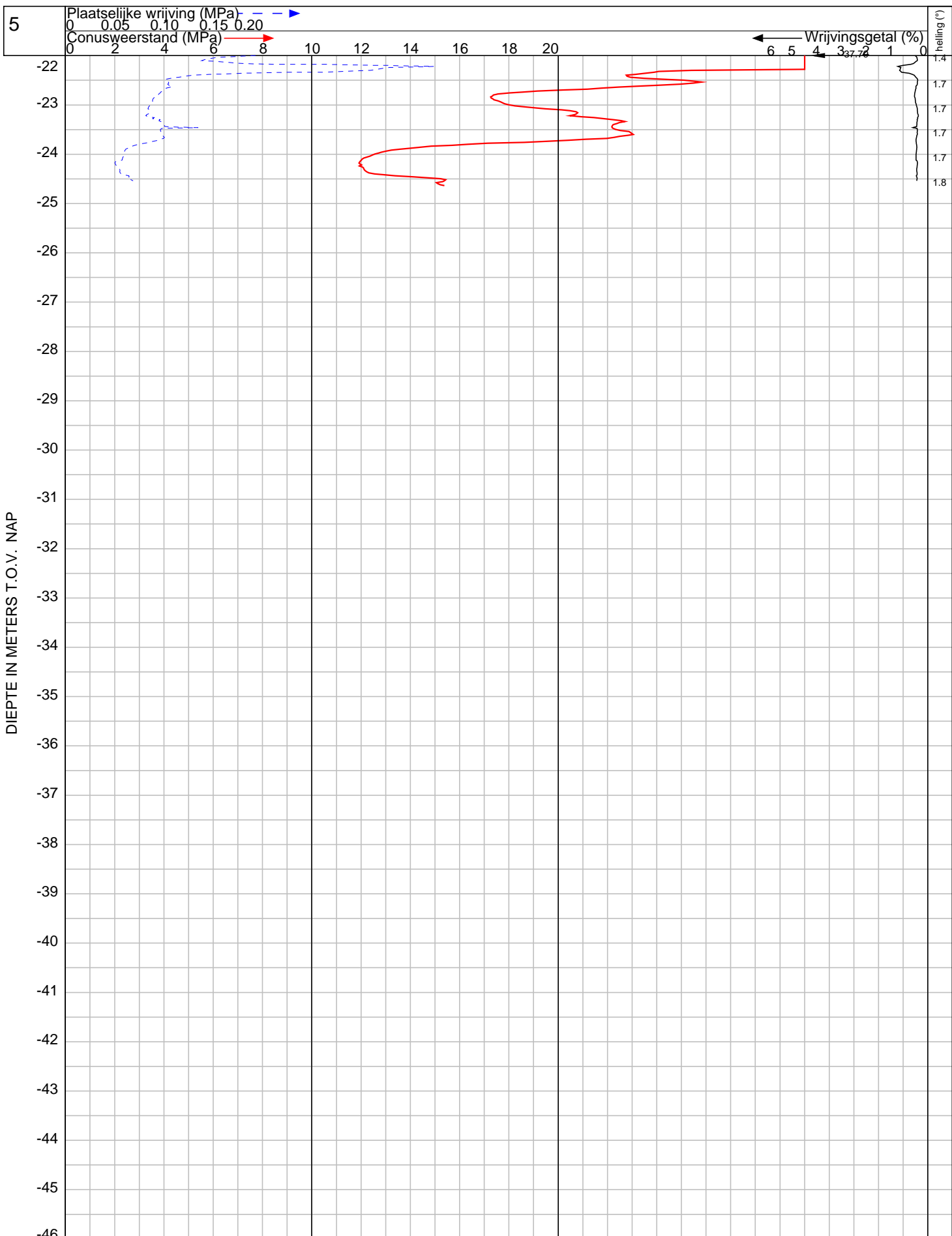
Maaiveld : 1.40 m t.o.v. NAP	Conus: I-CFXY-15220523
Omschrijving : Sonderingen voor nieuw aan te leggen vloer	
Plaats : Utrecht	
Uitgevoerd : 24-1-2025	

121301
Nr: 4



Maaiveld : 1.36 m t.o.v. NAP
 Conus: I-CFXY-15220523
 Omschrijving : Sonderingen voor nieuw aan te leggen vloer
 Plaats : Utrecht
 Uitgevoerd : 24-1-2025

121301
 Nr: **5**



Maaiveld : 1.36 m t.o.v. NAP Conus: I-CFXY-15220523

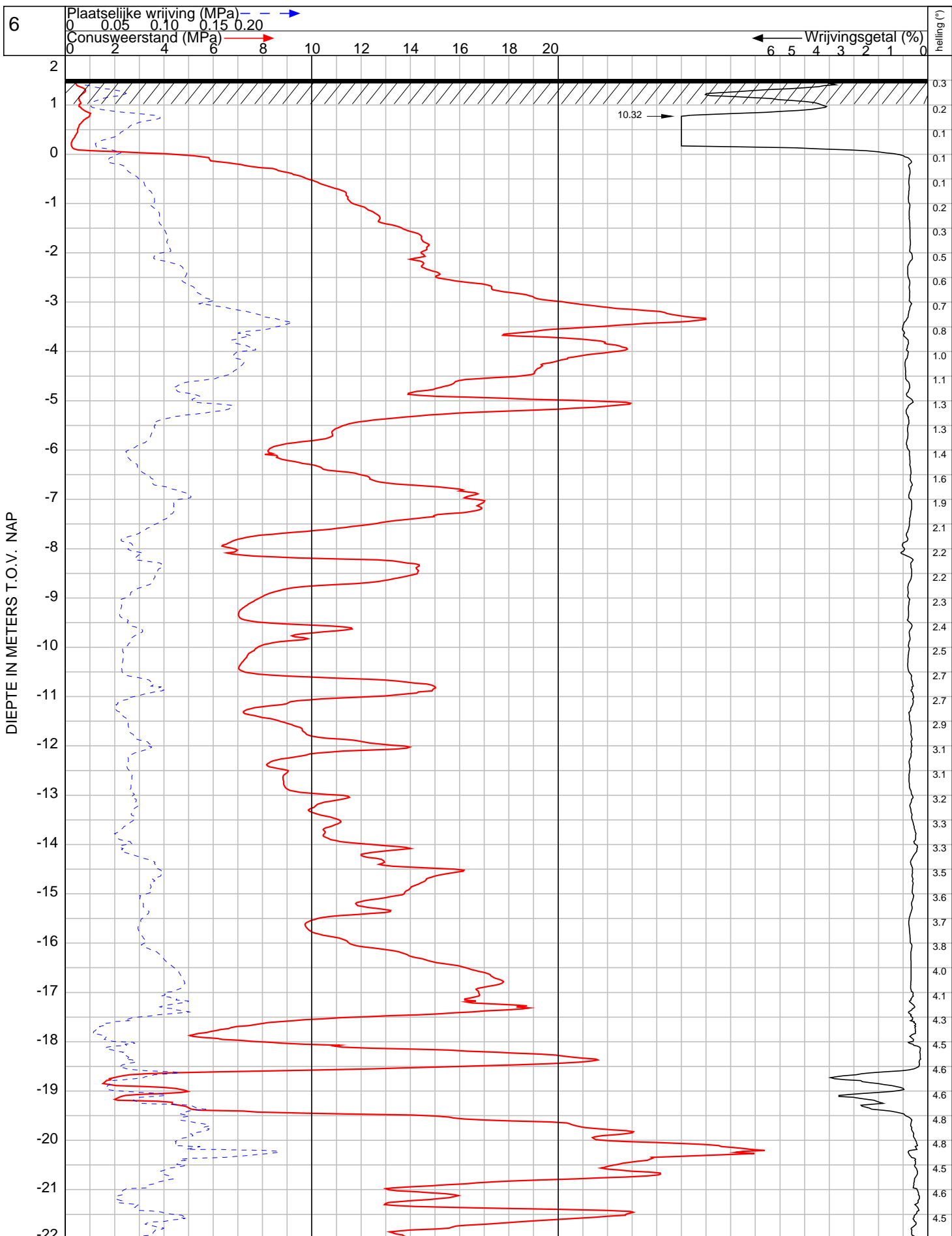
Omschrijving : Sonderingen voor nieuw aan te leggen vloer


Plaats : Utrecht

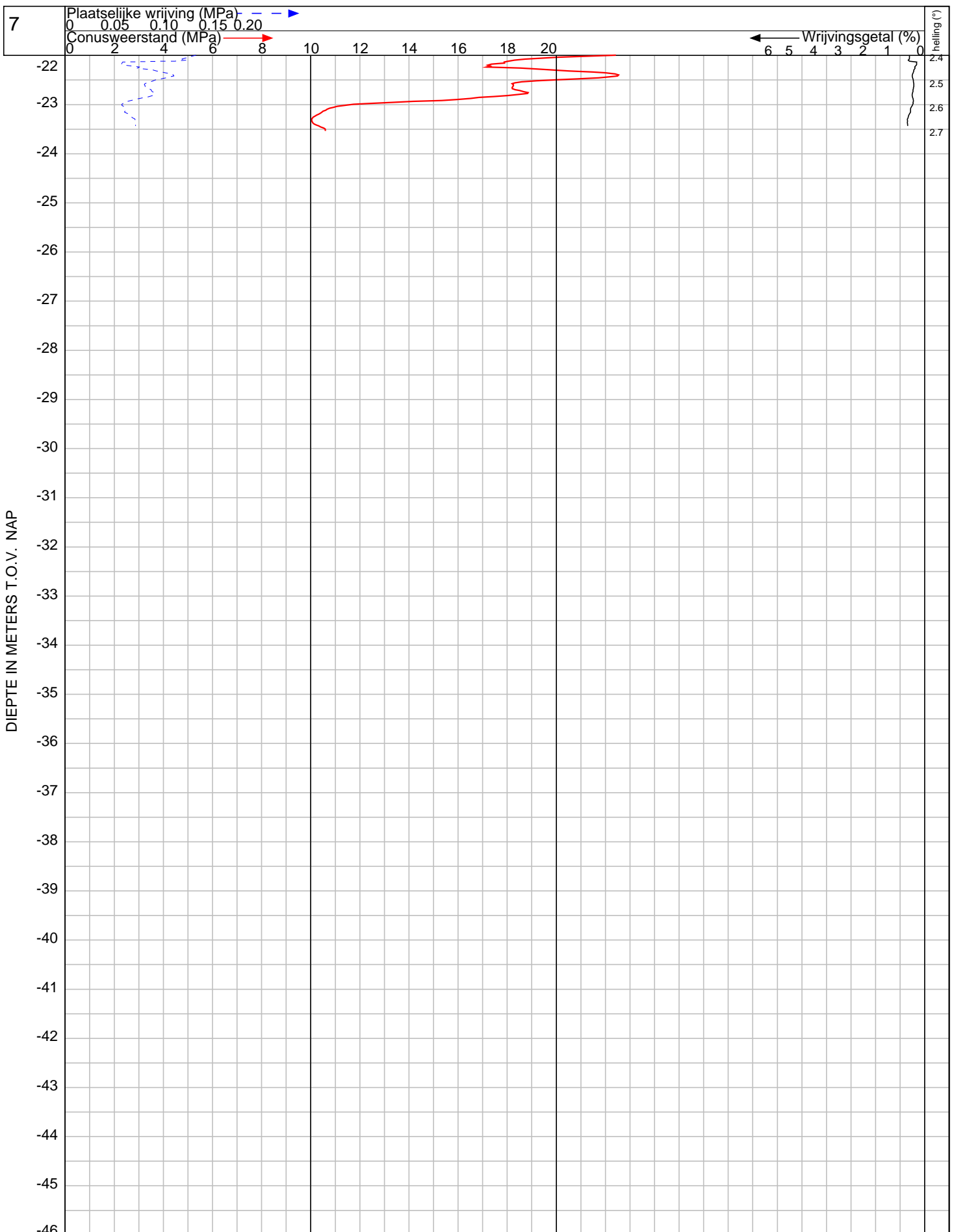
Uitgevoerd : 24-1-2025

121301

Nr: 5



	Maaiveld : 1.51 m t.o.v. NAP	Conus: I-CFY-15200523	121301
	Omschrijving : Sonderingen voor nieuw aan te leggen vloer Plaats : Utrecht Uitgevoerd : 15-1-2025		Nr: 6



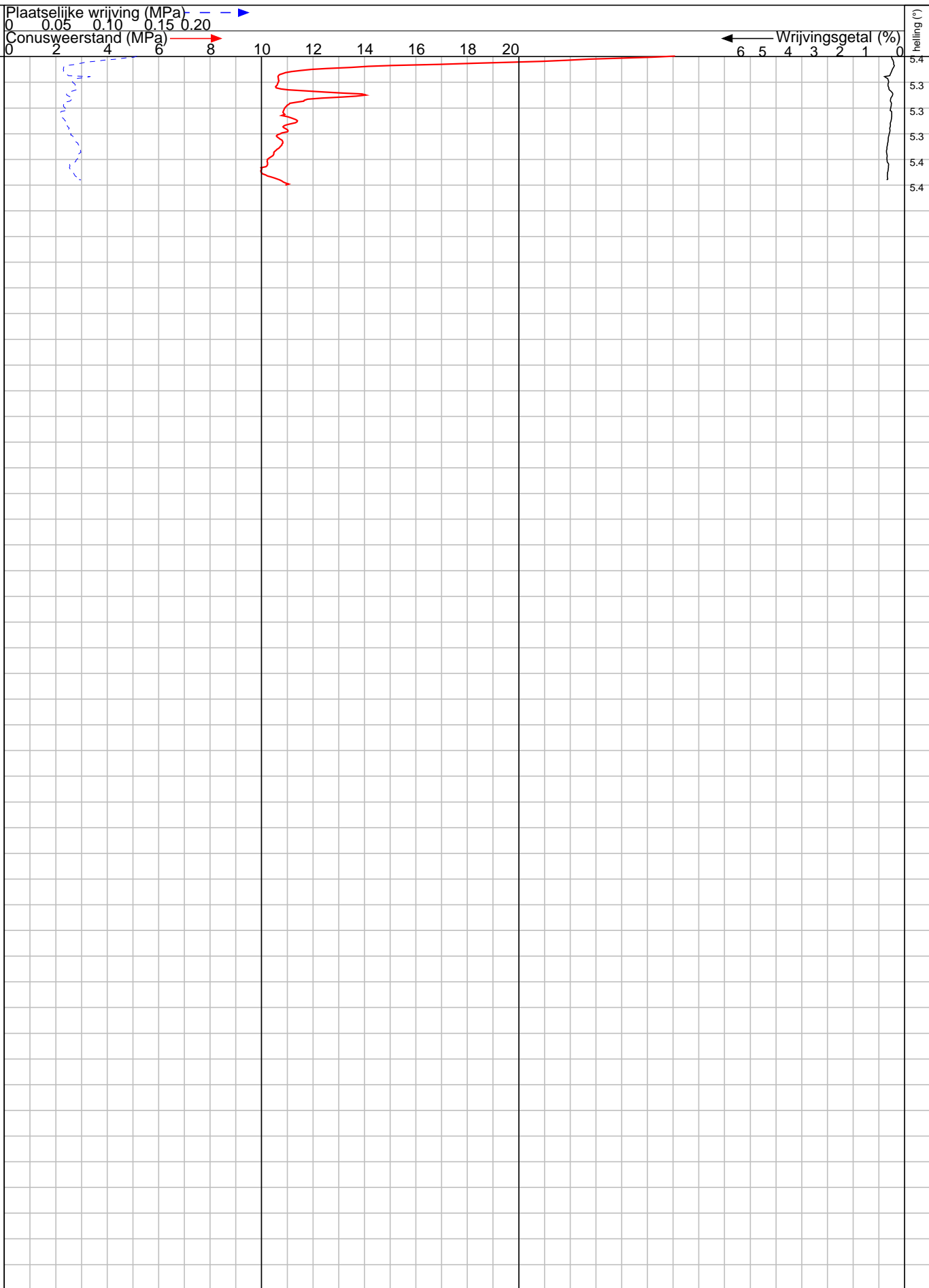
DIEPTE IN METERS T.O.V. NAP




Maaiveld : 1.46 m t.o.v. NAP	Conus: I-CFXY-15200523
Omschrijving : Sonderingen voor nieuw aan te leggen vloer	
Plaats : Utrecht	
Uitgevoerd : 15-1-2025	

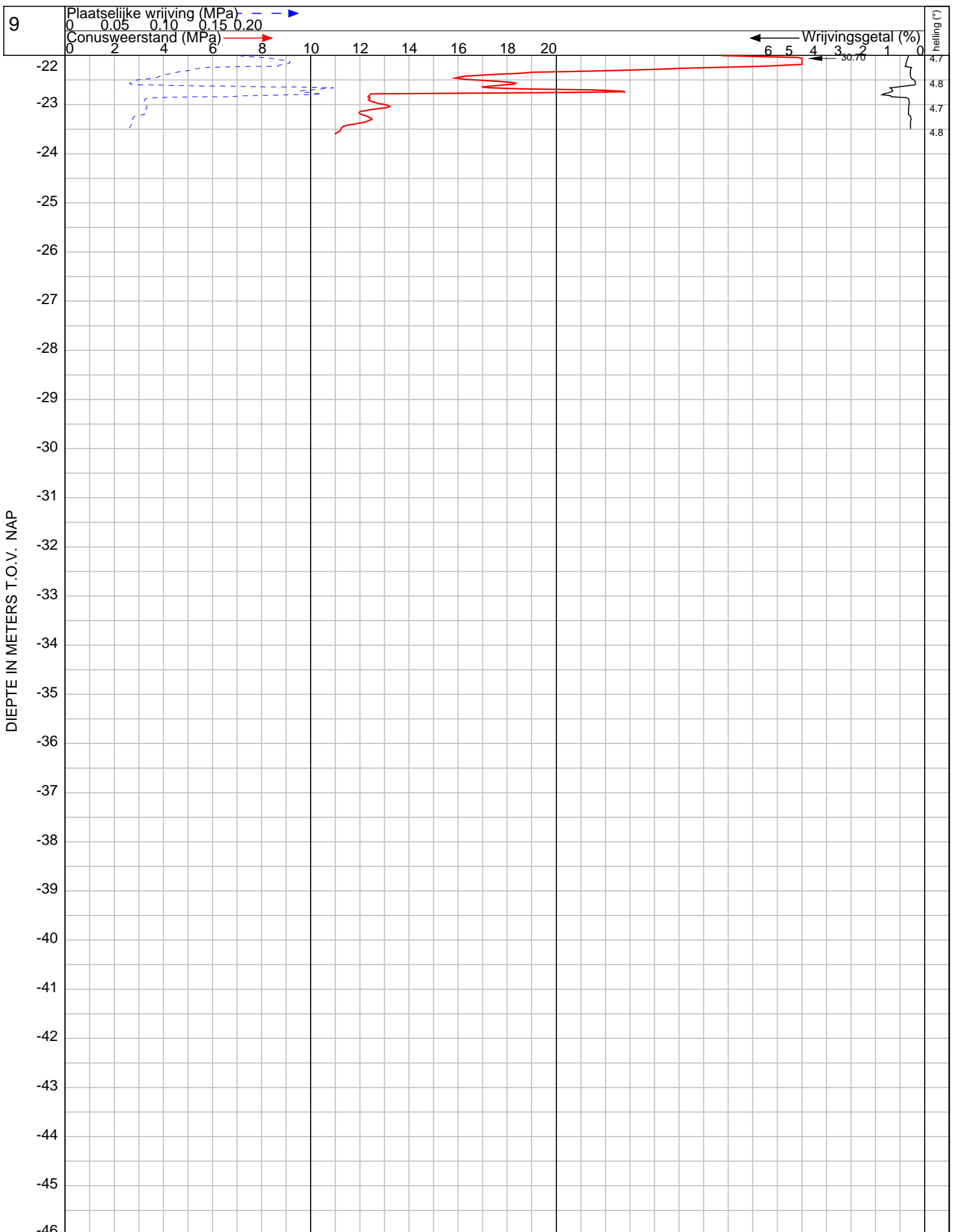
121301
Nr: 7

8



DIEPTE IN METERS T.O.V. NAP

	Maaiveld : 1.45 m t.o.v. NAP	Conus: I-CFXY-15220523	121301
	Omschrijving : Sonderingen voor nieuw aan te leggen vloer Plaats : Utrecht Uitgevoerd : 27-1-2025		Nr: 8

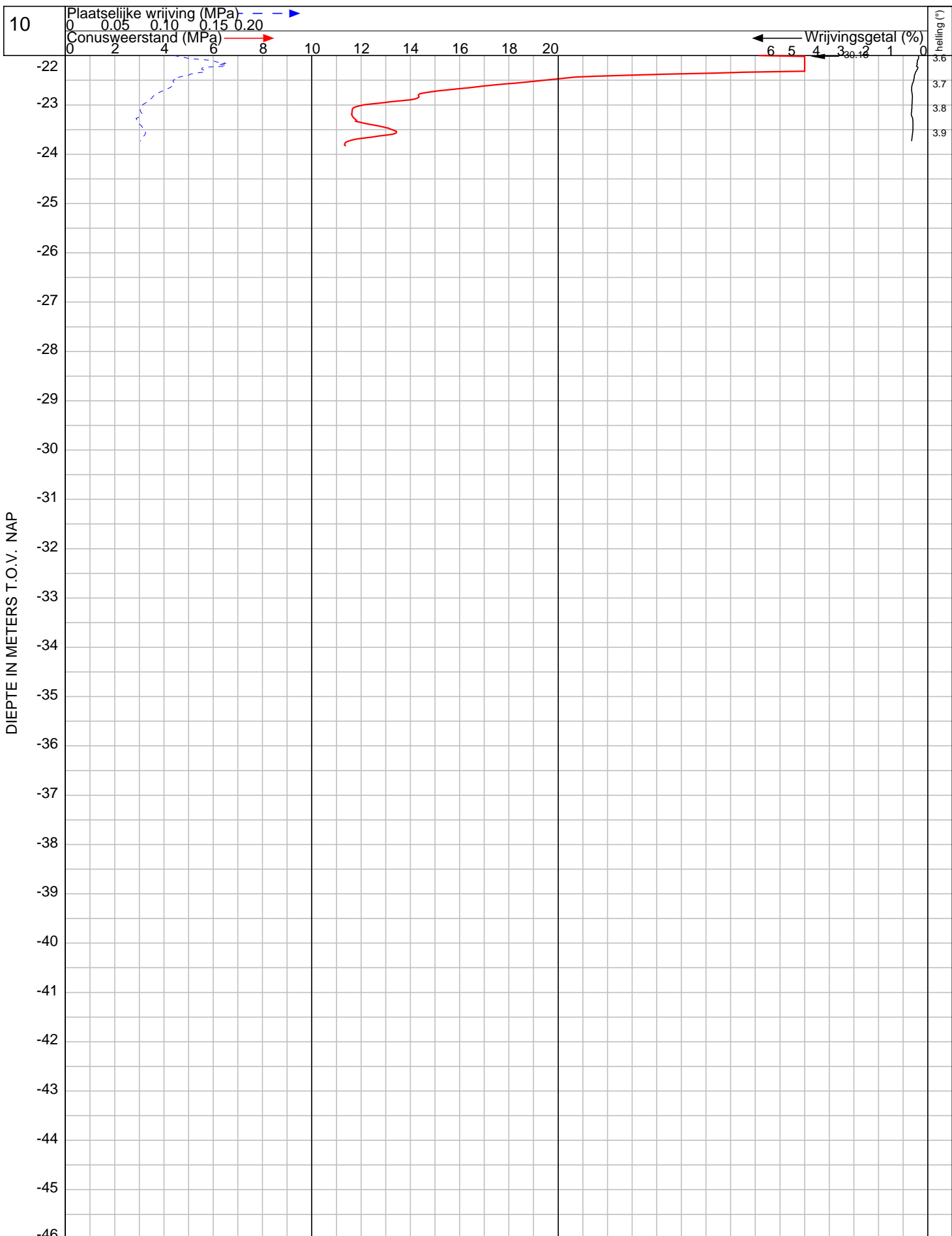


DIEPTE IN METERS T.O.V. NAP



Maaiveld : 1.37 m t.o.v. NAP	Conus: I-CFXY-15200523
Omschrijving : Sonderingen voor nieuw aan te leggen vloer	
Plaats : Utrecht	
Uitgevoerd : 15-1-2025	

121301
Nr: 9



Maaiveld : 1.31 m t.o.v. NAP Conus: I-CFXY-15200523

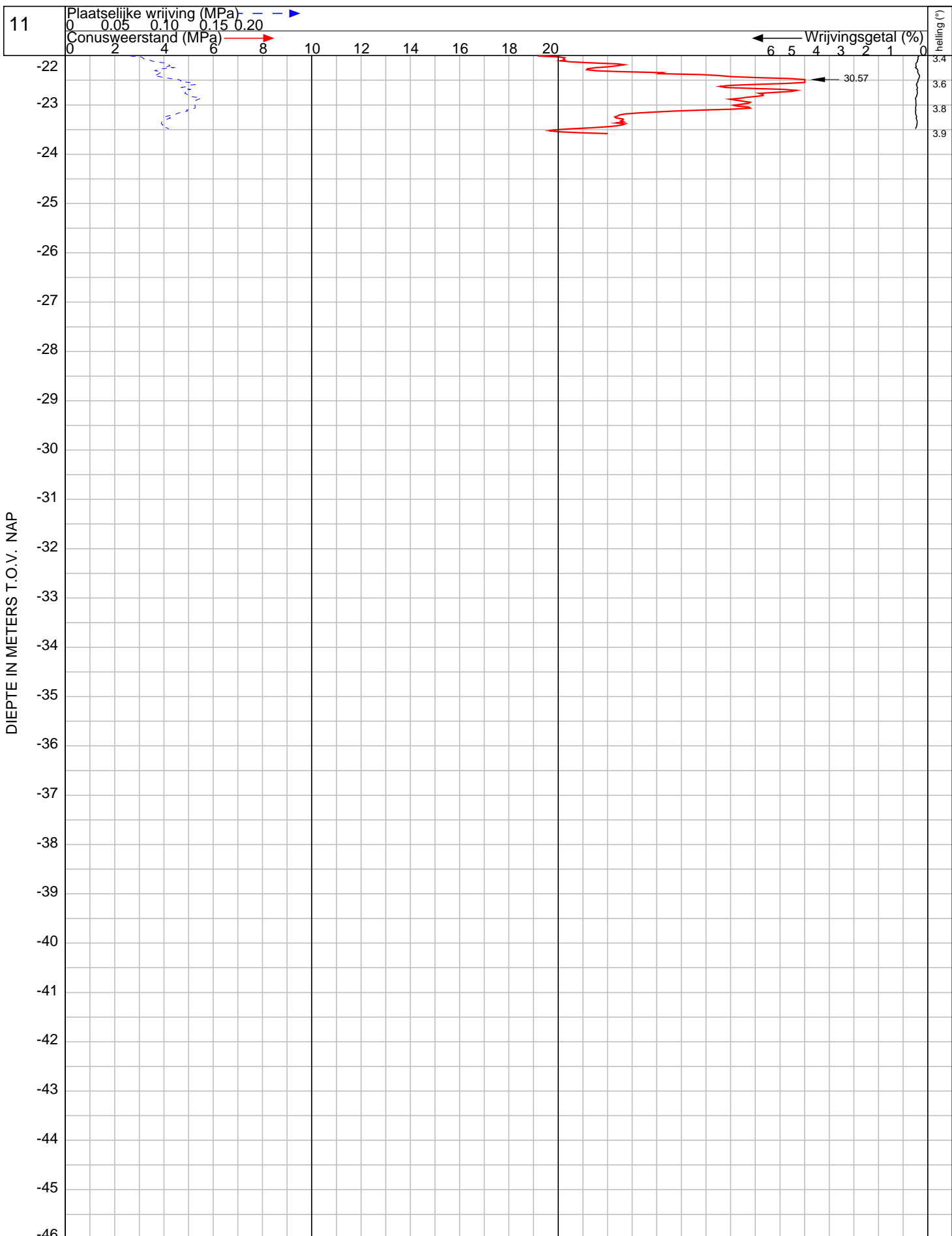
Omschrijving : Sonderingen voor nieuw aan te leggen vloer

Plaats : Utrecht

Uitgevoerd : 16-1-2025

121301

Nr: **10**



Maaiveld : 1.40 m t.o.v. NAP Conus: I-CFXY-15200523

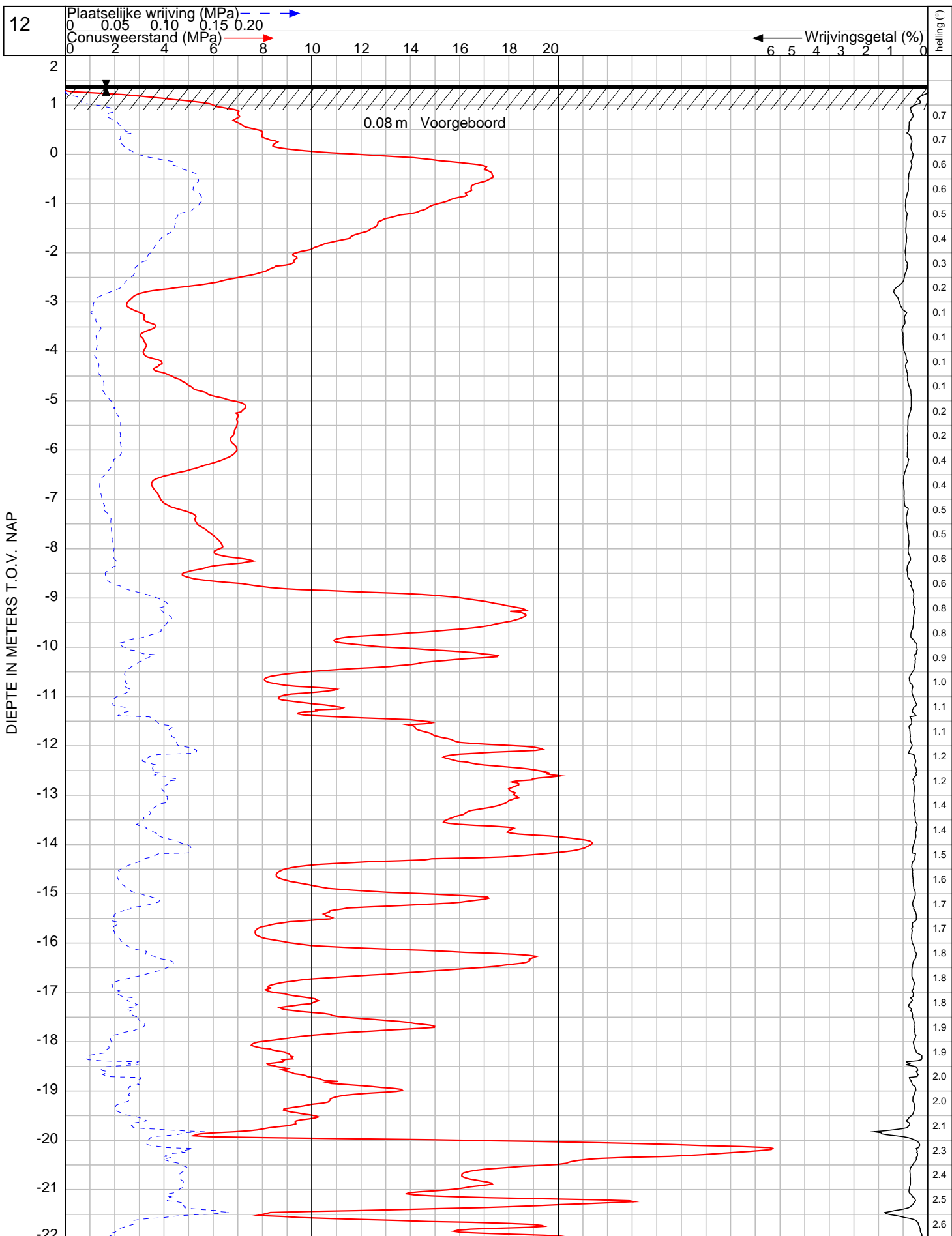
121301

Omschrijving : Sonderingen voor nieuw aan te leggen vloer

Plaats : Utrecht

Uitgevoerd : 16-1-2025

Nr: 11

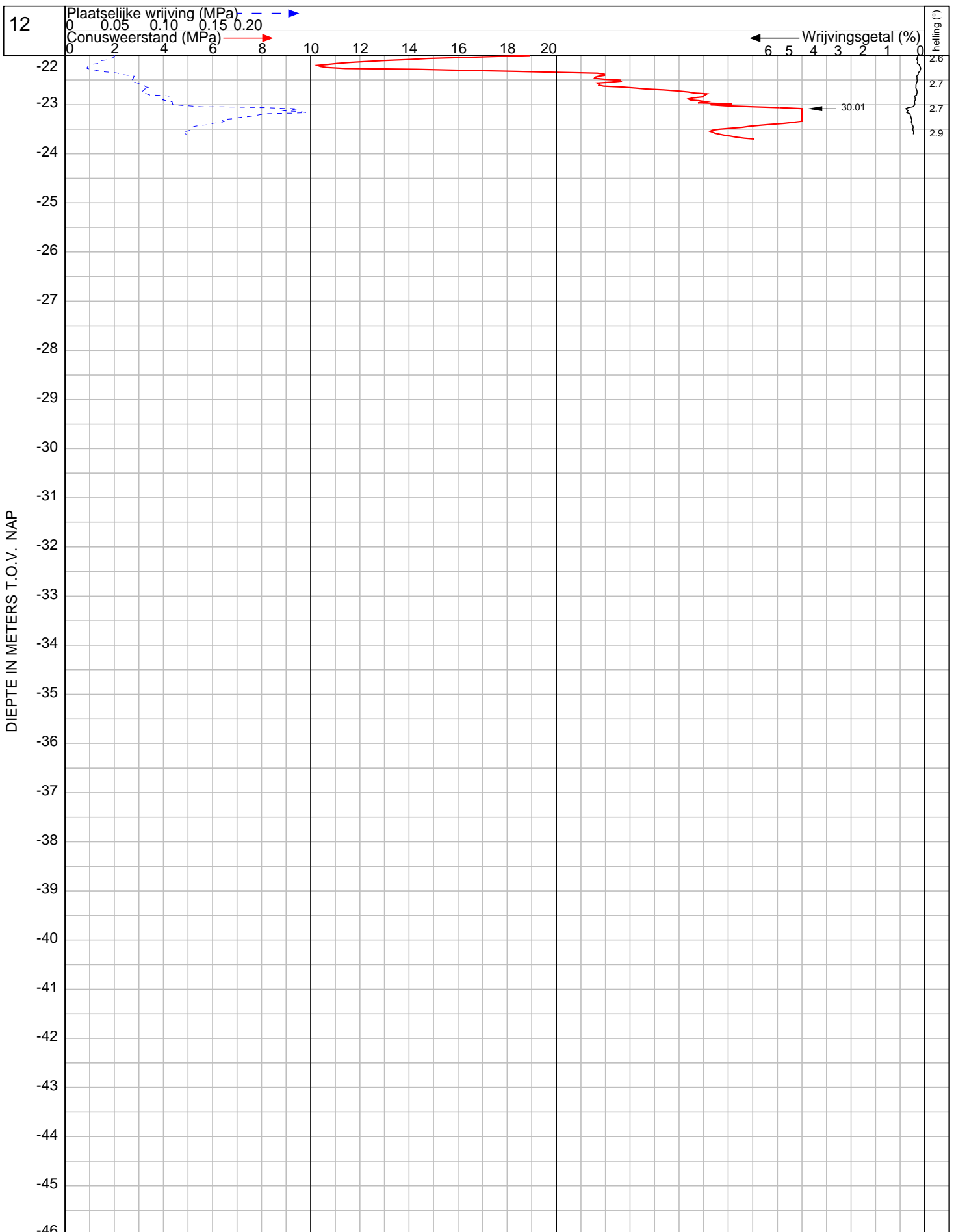


DIEPTE IN METERS T.O.V. NAP



Maaiveld : 1.39 m t.o.v. NAP	Conus: I-CFY-15200523
Omschrijving : Sonderingen voor nieuw aan te leggen vloer	
Plaats : Utrecht	
Uitgevoerd : 16-1-2025	

121301
Nr: 12

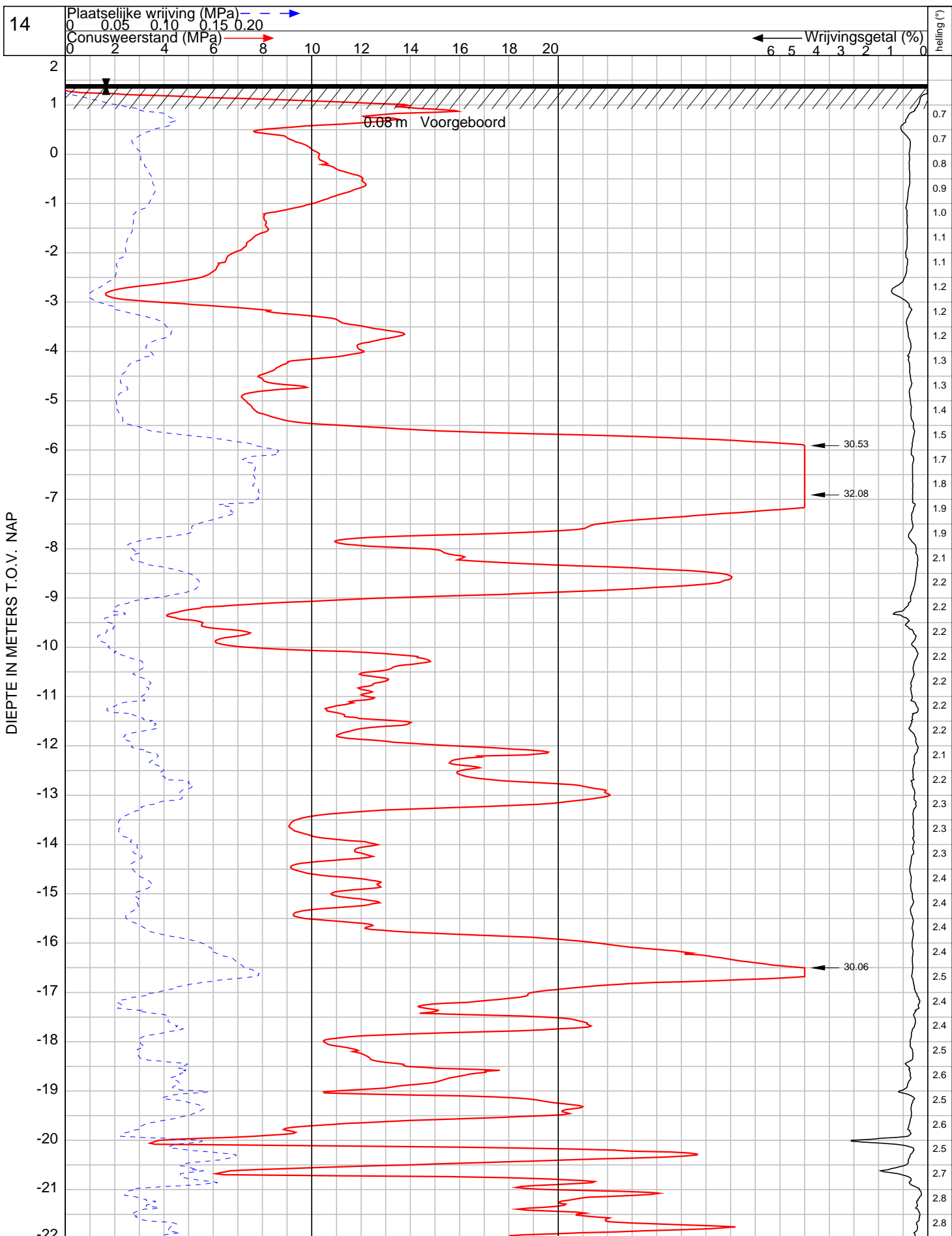


DIEPTE IN METERS T.O.V. NAP



Maaiveld : 1.39 m t.o.v. NAP	Conus: I-CFXY-15200523
Omschrijving : Sonderingen voor nieuw aan te leggen vloer	
Plaats : Utrecht	
Uitgevoerd : 16-1-2025	

121301
Nr: 12



Maaiveld : 1.41 m t.o.v. NAP Conus: I-CFXY-15200523

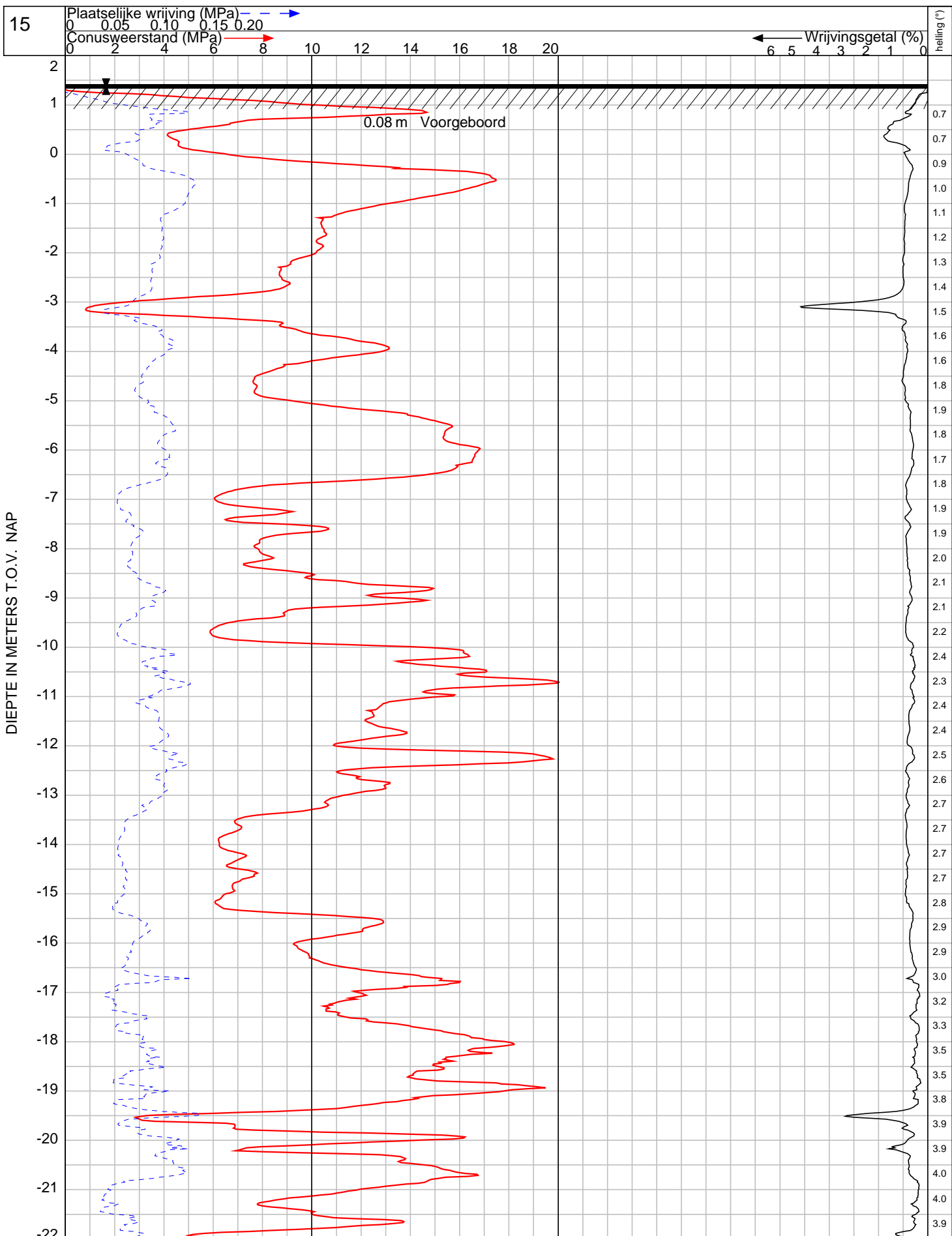
Omschrijving : Sonderingen voor nieuw aan te leggen vloer

Plaats : Utrecht

Uitgevoerd : 16-1-2025

121301

Nr: **14**

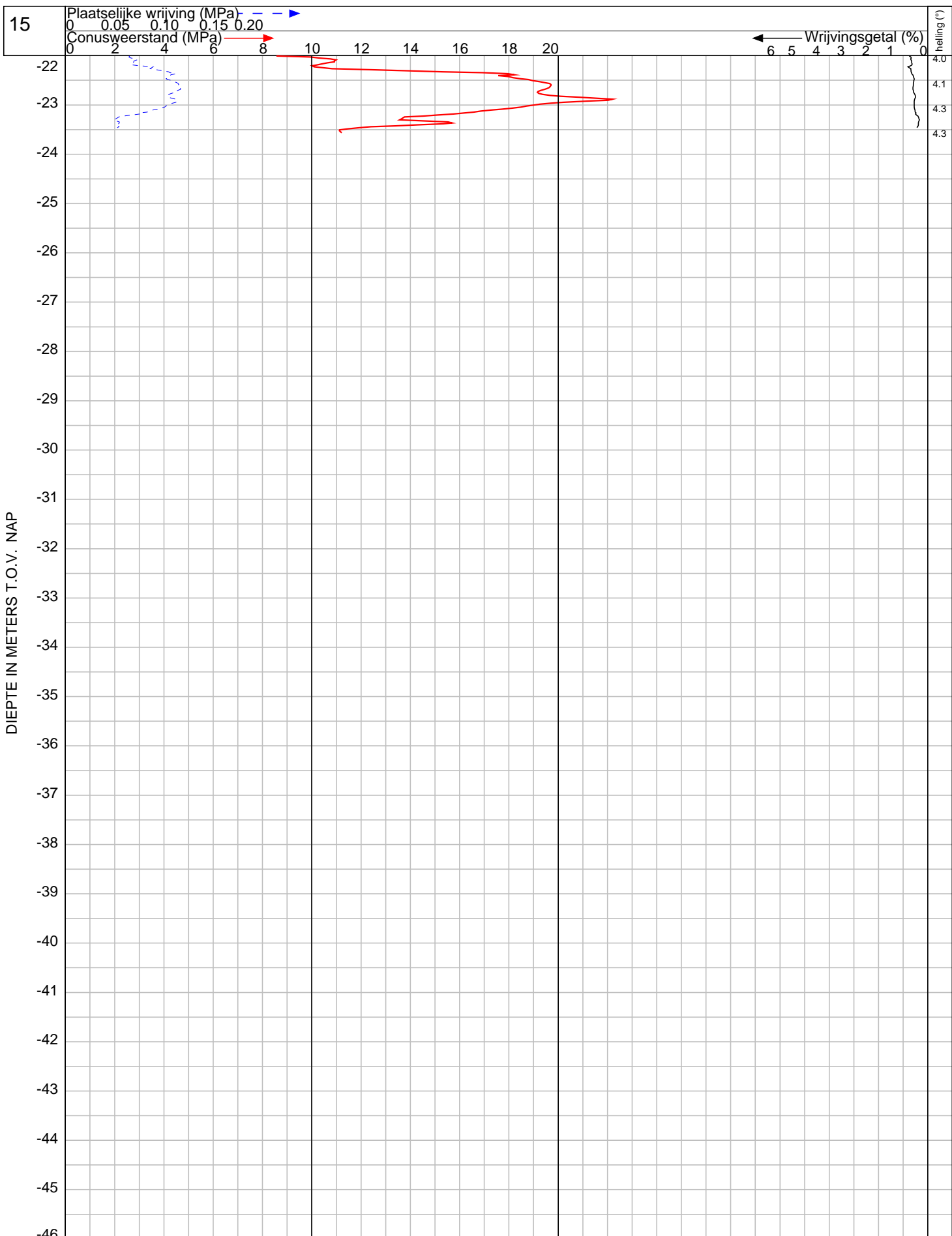


DIEPTE IN METERS T.O.V. NAP



Maaiveld : 1.41 m t.o.v. NAP	Conus: I-CFXY-15200523
Omschrijving : Sonderingen voor nieuw aan te leggen vloer	
Plaats : Utrecht	
Uitgevoerd : 15-1-2025	

121301
Nr: 15



Maaiveld : 1.41 m t.o.v. NAP Conus: I-CFXY-15200523

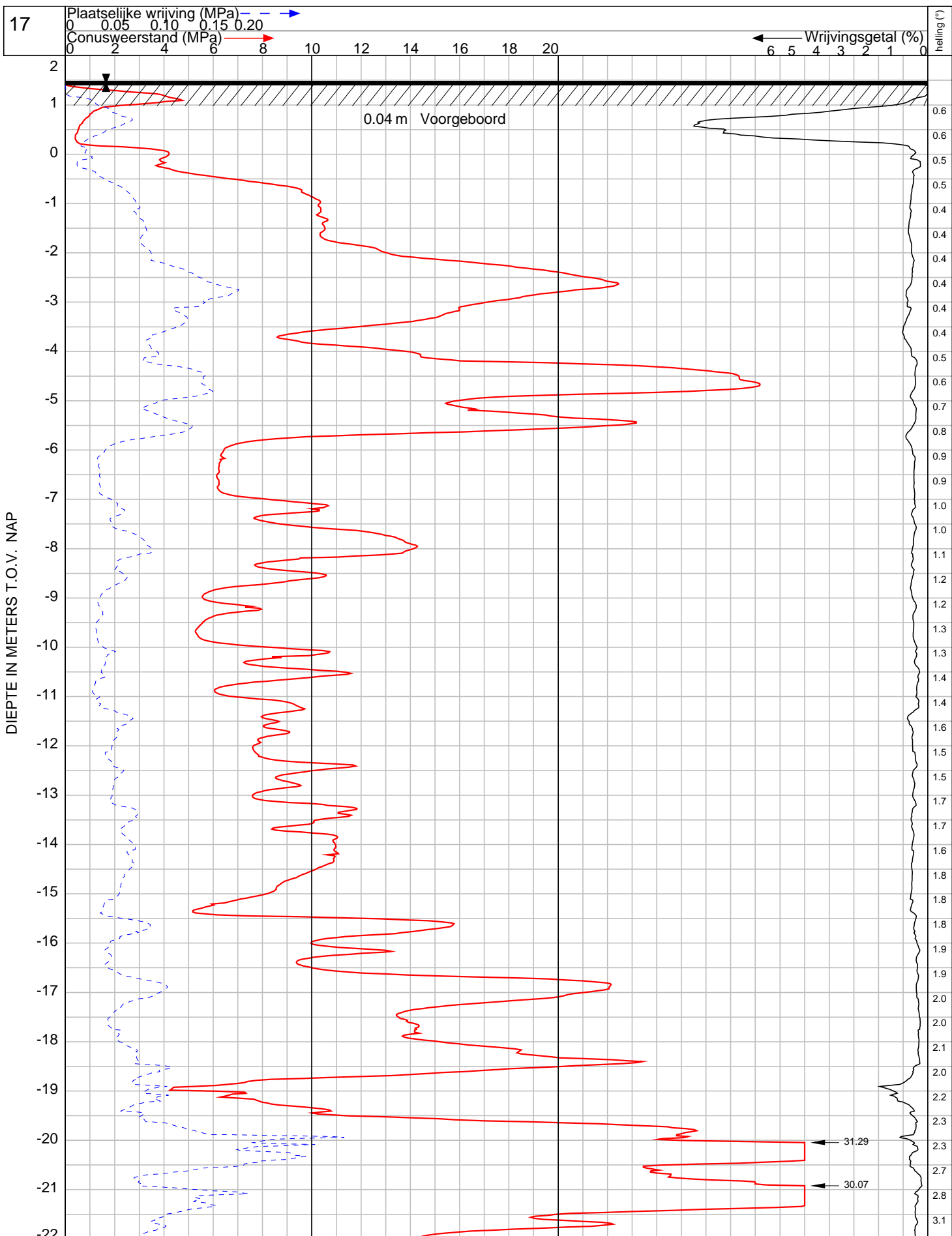
Omschrijving : Sonderingen voor nieuw aan te leggen vloer


Plaats : Utrecht

Uitgevoerd : 15-1-2025

121301

Nr: **15**



	Maaiveld : 1.47 m t.o.v. NAP	Conus: I-CFXY-15200523	121301
	Omschrijving : Sonderingen voor nieuw aan te leggen vloer Plaats : Utrecht Uitgevoerd : 15-1-2025		Nr: 17

INMETING

OPDRACHTNR.: 121301		PLAATS: Utrecht	
meetpunt nr	hoogte maaiveld in m t.o.v. NAP	RD X-coördinaten in m	RD Y-coördinaten in m
1	1.32	140191.89	455822.59
2	1.54	140182.40	455800.51
3	1.33	140173.78	455781.26
4	1.40	140165.78	455761.89
5	1.36	140157.41	455742.71
6	1.51	140175.89	455729.91
7	1.46	140196.53	455748.27
8	1.45	140203.16	455762.66
9	1.37	140217.89	455791.65
10	1.31	140217.71	455817.05
11	1.40	140256.24	455807.65
12	1.39	140275.82	455786.37
13	1.42	140268.26	455765.76
14	1.41	140259.44	455745.87
15	1.41	140250.82	455724.76
16	1.38	140221.66	455721.13
17	1.47	140198.62	455731.21
B1	1.38	140213.28	455784.55
vastpunt	1.50	140237.23	455815.25
vloerpeil	1.41	140254.76	455803.42
openwater	0.45	140181.47	455822.56

De gemeten hoogten en coördinaten zijn niet geschikt voor andere doeleinden dan deze rapportage

Meetmethode: Coördinaten en hoogten gemeten met 06-GPS
Gemeten door: Van Dijk geotechniek en milieu
Datum meting: 13 januari 2025
Datum verwerking: 4 februari 2025

ELEKTRISCH SONDEREN

Algemeen

De sonderingen worden bij van Dijk Geotechniek en Milieu uitgevoerd conform NEN – EN-ISO 22476-1:2012/CI.

De sondeerresultaten geven een goed en betrouwbaar beeld van de gelaagdheid van de ondergrond.

De sondeerconus met een basisoppervlak van 1500 mm² en een tophoek van 60° wordt met een constante snelheid van 20 mm/s in de grond gedrukt. Indien ook de plaatselijke wrijving gemeten moet worden, zal een conus met een mantel van ca 15000 mm² worden toegepast. De meetsignalen worden met een kabel, dan wel via een lichtgeleider (draadloos), naar een meeteenheid, verbonden aan een computer, gestuurd. De gedigitaliseerde meetsignalen worden opgeslagen.

De bestanden worden op kantoor definitief verwerkt. De gemeten parameters worden tegen de diepte uitgezet.

Klassenindeling

In de norm NEN-EN-ISO 22476-1:2012/CI is de nauwkeurigheid van sonderen in 4 toepassingsklassen verdeeld. Zoals uit onderstaande tabel volgt is de indeling gebaseerd op de nauwkeurigheid van meting van de parameters en de diepte.

toepassingsklasse	meetgrootheid	toelaatbare meetonzekerheid	meetinterval
1	Conusweerstand Plaatselijke wrijving Helling Sondeerdiepte	35kPa of 5% 5 kPa of 10% 2° 0,1 m of 1%	20 mm
2	Conusweerstand Plaatselijke wrijving Helling Sondeerdiepte	100 kPa of 5% 5 kPa of 15% 2° 0,1 m of 1%	20 mm
3	Conusweerstand Plaatselijke wrijving Helling Sondeerdiepte	200 kPa of 5% 25 kPa of 15% 5° 0,2 m of 2%	50 mm
4	Conusweerstand Plaatselijke wrijving Sondeerlengte	500kPa of 5% 50 kPa of 20% 0,2 m of 2%	50 mm
Opmerking: De toelaatbare meetonzekerheid is de grotere waarde van de absolute meetonzekerheid en de relatieve meetonzekerheid (van de meetwaarde).			

Standaard zal van Dijk Geotechniek en Milieu sonderen in toepassingsklasse 2 met een meetinterval van 20 mm.

Wrijvingsgetal

Wordt tijdens het sonderen simultaan conusweerstand en plaatselijke wrijving gemeten, dan kan het wrijvingsgetal worden berekend.

Dit is het quotiënt uitgedrukt in procenten van de plaatselijke wrijving en conusweerstand op een bepaalde diepte ($R_f = f_s/q_c * 100\%$).

Dit wrijvingsgetal geeft meer inzicht omtrent de bodemopbouw onder de grondwaterstand.

In grote lijnen kunnen de volgende hoofdgrondsoorten worden herkend:

grondsoort	R _f in %	grondsoort	R _f in %
grof zand	0,2 – 0,6	klei	3,0 – 5,0
zand	0,6 – 1,2	potklei	5,0 – 7,0
silt/leem	1,2 – 4,0	veen	5,0 - >10

Boven de grondwaterstand en in geroerde gronden kunnen aanzienlijke afwijkingen voorkomen. Overigens geven wrijvingsgetallen een indicatie van de samenstelling van de ondergrond. Boringen al dan niet met ongeroerde monsters, aangevuld met laboratorium proeven, geven uiteraard meer inzicht.

verklaring der tekens

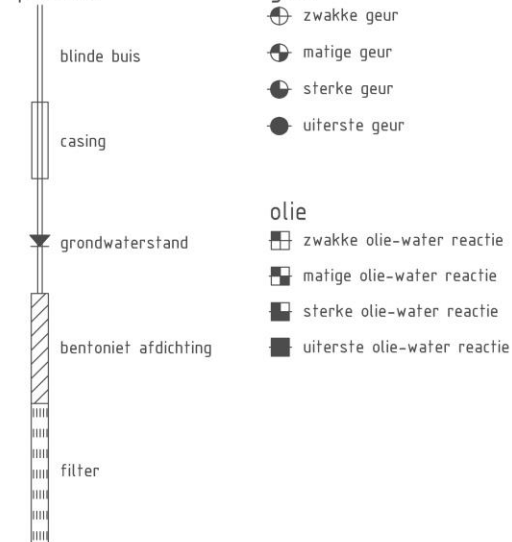


GEOTECHNIEK EN MILIEU

BOORSTAAT

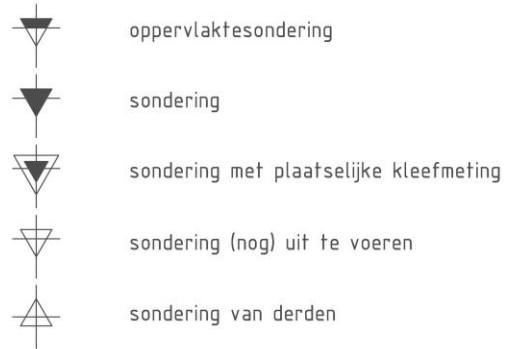


peilbuis

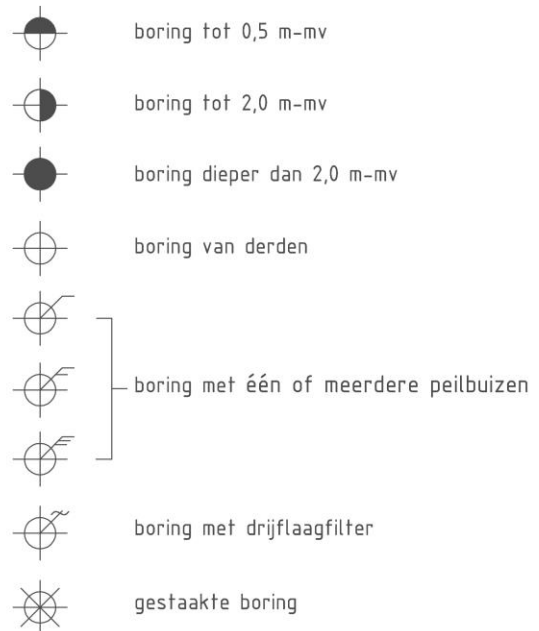


SITUATIETEKENING

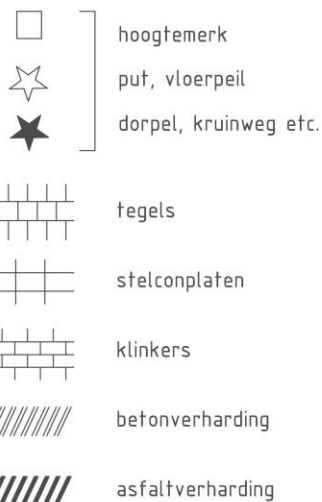
sonderingen



boringen - peilbuizen

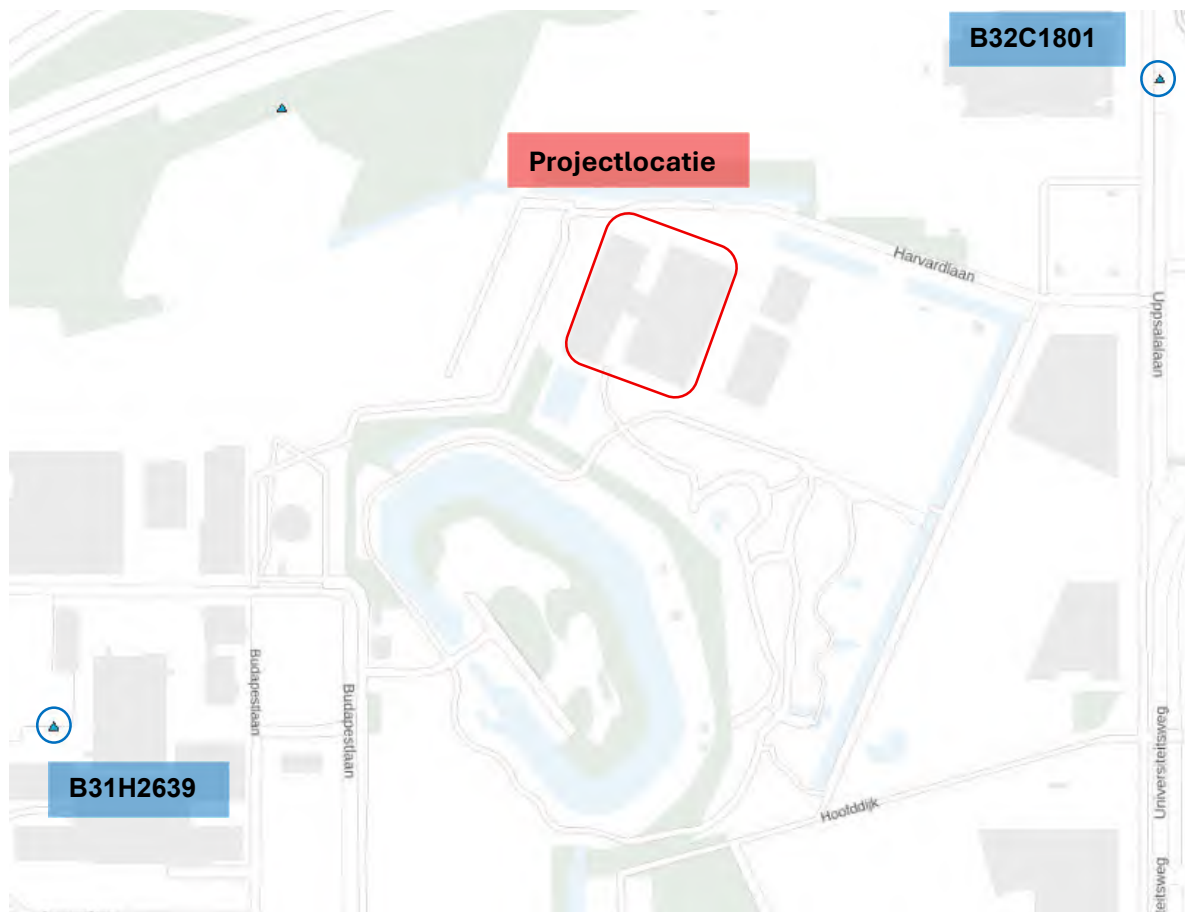


diversen



BIJLAGE 2

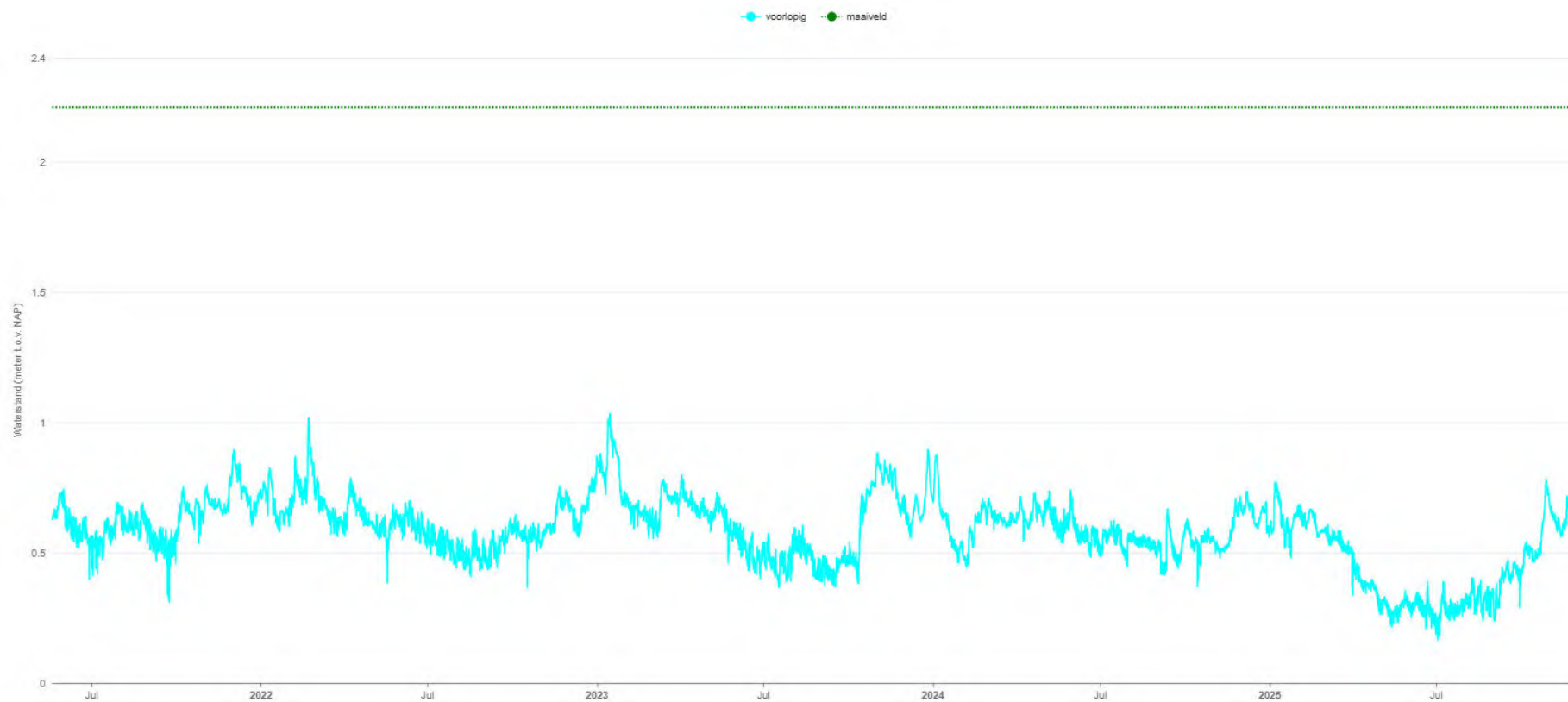
Locatie peilbuizen en nieuwe kassencomplex



Grondwater meetreeks van peilbuis B32C1801 (peilfilter tussen NAP-3,11 m en NAP-4,11 m)



Grondwater meetreeks van peilbuis B31H2639 (peilfilter tussen NAP-2,46 m en NAP-3,46 m)



BIJLAGE 3

Rapport voor D-Foundations 25.1

Ontwerp en Verificatie volgens Eurocode 7 van Strook- en Paalfunderingen
Ontwikkeld door Deltares



Bedrijfsnaam: Van Dijk Geotechniek en Milieu b.v.

Datum van rapport: 20-1-2026

Tijd van rapport: 12:37:36

Rapport met versie: 25.1.2.3223

Datum van berekening: 20-1-2026

Tijd van berekening: 12:10:20

Berekend met versie: 25.1.2.3223

Bestandsnaam: 121301 Utrecht prefab betonpalen werkruimte en kassen

Projectbeschrijving: Realisatie kassencomplex Botanische Tuinen

Harvardlaan 10 te Utrecht

D-Foundations 121301 Utrecht prefab betonpalen werkruimte en kassen

1 Inhoudsopgave

1 Inhoudsopgave	2
2 Druk palen (EC7-NL): Resultaten van de Optie Voorontwerp-Indicatie Draagkracht	3
2.1 Rekenparameters	3
2.1.1 Factoren Paal	3
2.1.2 Paaltype : Prefab 180	3
2.1.3 Paaltype : Prefab 220	3
2.2 Overzicht Draagkracht bij Paaltype : Prefab 180	4
2.3 Overzicht Draagkracht bij Paaltype : Prefab 220	5
2.4 Samenvatting Rekenwaarde Draagkracht in kN	6

2 Druk palen (EC7-NL): Resultaten van de Optie Voorontwerp-Indicatie Draagkracht

2.1 Rekenparameters

2.1.1 Factoren Paal

gamma;b (NEN 9997-1+C1:2025, tabel A.6, A.7 of A.8, Grenstoestand EQU/STR/GEO) :	1,20
gamma;b (NEN 9997-1+C1:2025, tabel A.6, A.7 of A.8, de Bruikbaarheidsgrenstoestand) :	1,00
gamma;s (NEN 9997-1+C1:2025, tabel A.6, A.7 of A.8, Grenstoestand EQU/STR/GEO) :	1,20
gamma;s (NEN 9997-1+C1:2025, tabel A.6, A.7 of A.8, de Bruikbaarheidsgrenstoestand) :	1,00
ksi3 (naar eigen opgave) :	1,39
ksi4 (naar eigen opgave) :	1,39

2.1.2 Paaltype : Prefab 180

Paaltype :	B1-Prefab betonpaal
Installatie methode :	Heien
Materiaaltype paal :	Beton
Gladheidsbehandeling voor paal :	Geen gladheidsbehandeling
Paalvorm :	Rechthoekige paal
beta (Paalvoetvormfactor; figuur 7.i, NEN 9997-1+C1:2025 art. 7.6.2.3(h) :	1,00
s (NEN 9997-1+C1:2025 art. 7.6.2.3(i) : factor voor invloed vorm dwarsdoorsnede paalvoet) :	1,00
Paalafmetingen :	
Kleinste zijde paalpunt [m] :	0,180
Grootste zijde paalpunt [m] :	0,180

Naam Sondering	Alpha_s Zand/ Grind	Alpha_s Klei/Silt/ Veen	Alpha_p
1	0,0100	--	0,7000
2	0,0100	--	0,7000
3	0,0100	--	0,7000
4	0,0100	--	0,7000
5	0,0100	--	0,7000
6	0,0100	--	0,7000
7	0,0100	--	0,7000
8	0,0100	--	0,7000
9	0,0100	--	0,7000
10	0,0100	--	0,7000
11	0,0100	--	0,7000
12	0,0100	--	0,7000
13	0,0100	--	0,7000
14	0,0100	--	0,7000
15	0,0100	--	0,7000
16	0,0100	--	0,7000
17	0,0100	--	0,7000

2.1.3 Paaltype : Prefab 220

Paaltype :	B1-Prefab betonpaal
------------	---------------------

Installatie methode :	Heien
Materiaaltype paal :	Beton
Gladheidsbehandeling voor paal :	Geen gladheidsbehandeling
Paalvorm :	Rechthoekige paal
beta (Paalvoetvormfactor; figuur 7.i, NEN 9997-1+C1:2025 art. 7.6.2.3(h) :	1,00
s (NEN 9997-1+C1:2025 art. 7.6.2.3(i) : factor voor invloed vorm dwarsdoorsnede paalvoet) :	1,00
Paalafmetingen :	
Kleinste zijde paalpunt [m] :	0,220
Grootste zijde paalpunt [m] :	0,220

Naam Sondering	Alpha_s Zand/Grind	Alpha_s Klei/Silt/Veen	Alpha_p
1	0,0100	--	0,7000
2	0,0100	--	0,7000
3	0,0100	--	0,7000
4	0,0100	--	0,7000
5	0,0100	--	0,7000
6	0,0100	--	0,7000
7	0,0100	--	0,7000
8	0,0100	--	0,7000
9	0,0100	--	0,7000
10	0,0100	--	0,7000
11	0,0100	--	0,7000
12	0,0100	--	0,7000
13	0,0100	--	0,7000
14	0,0100	--	0,7000
15	0,0100	--	0,7000
16	0,0100	--	0,7000
17	0,0100	--	0,7000

2.2 Overzicht Draagkracht bij Paaltype : Prefab 180

Naam Sondering	PPN [m R.N.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;k [kN]	Fnk;d [kN]	Rc;net;d [kN]
1	-1.50	243	138	381	228	5	5	223
1	-1.75	228	164	392	235	5	5	230
1	-2.00	182	189	371	222	5	5	217
2	-1.50	165	111	276	165	7	7	158
2	-1.75	149	128	277	166	7	7	159
2	-2.00	80	143	223	134	7	7	127
3	-1.50	226	102	328	197	6	6	191
3	-1.75	237	122	359	215	6	6	209
3	-2.00	246	142	388	233	6	6	227
4	-1.50	294	97	391	234	8	8	226
4	-1.75	347	124	471	282	8	8	274
4	-2.00	405	151	556	333	8	8	325
5	-1.50	137	74	211	126	7	7	119
5	-1.75	126	88	214	128	7	7	121
5	-2.00	114	101	215	129	7	7	122
6	-1.50	270	112	382	229	9	9	220
6	-1.75	291	137	428	257	9	9	248
6	-2.00	301	162	463	278	9	9	269
7	-1.50	190	117	307	184	6	6	178
7	-1.75	150	136	286	171	6	6	165
7	-2.00	93	154	247	148	6	6	142
8	-1.50	117	111	228	137	4	4	133
8	-1.75	61	126	187	112	4	4	108
8	-2.00	52	140	192	115	4	4	111
9	-1.50	191	107	298	179	0	0	179
9	-1.75	176	125	301	180	0	0	180

Naam Sondering	PPN [m R.N.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;k [kN]	Fnk;d [kN]	Rc;net;d [kN]
9	-2.00	149	142	291	174	0	0	174
10	-1.50	243	107	350	210	0	0	210
10	-1.75	242	131	373	224	0	0	224
10	-2.00	218	155	373	224	0	0	224
11	-1.50	148	156	304	182	0	0	182
11	-1.75	111	173	284	170	0	0	170
11	-2.00	71	189	260	156	0	0	156
12	-1.50	201	153	354	212	0	0	212
12	-1.75	160	175	335	201	0	0	201
12	-2.00	94	193	287	172	0	0	172
13	-1.50	203	124	327	196	6	6	190
13	-1.75	156	143	299	179	6	6	173
13	-2.00	83	162	245	147	6	6	141
14	-1.50	145	111	256	153	0	0	153
14	-1.75	118	125	243	146	0	0	146
14	-2.00	58	138	196	118	0	0	118
15	-1.50	201	121	322	193	0	0	193
15	-1.75	202	140	342	205	0	0	205
15	-2.00	179	159	338	203	0	0	203
16	-1.50	152	136	288	173	5	5	168
16	-1.75	130	153	283	170	5	5	165
16	-2.00	67	168	235	141	5	5	136
17	-1.50	205	87	292	175	8	8	167
17	-1.75	231	106	337	202	8	8	194
17	-2.00	272	128	400	240	8	8	232

* Rc;net;d = Rc;d - Fnk;d

2.3 Overzicht Draagkracht bij Paaltype : Prefab 220

Naam Sondering	PPN [m R.N.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;k [kN]	Fnk;d [kN]	Rc;net;d [kN]
1	-1.50	331	169	500	300	6	6	294
1	-1.75	286	200	486	291	6	6	285
1	-2.00	185	231	416	249	6	6	243
2	-1.50	224	136	360	216	8	8	208
2	-1.75	147	156	303	182	8	8	174
2	-2.00	104	175	279	167	8	8	159
3	-1.50	315	125	440	264	7	7	257
3	-1.75	340	149	489	293	7	7	286
3	-2.00	362	174	536	321	7	7	314
4	-1.50	415	118	533	320	10	10	310
4	-1.75	491	151	642	385	10	10	375
4	-2.00	520	184	704	422	10	10	412
5	-1.50	175	90	265	159	9	9	150
5	-1.75	171	107	278	167	9	9	158
5	-2.00	164	124	288	173	9	9	164
6	-1.50	376	136	512	307	11	11	296
6	-1.75	407	167	574	344	11	11	333
6	-2.00	434	198	632	379	11	11	368
7	-1.50	234	143	377	226	7	7	219
7	-1.75	149	166	315	189	7	7	182
7	-2.00	136	188	324	194	7	7	187
8	-1.50	104	136	240	144	5	5	139
8	-1.75	86	154	240	144	5	5	139
8	-2.00	78	172	250	150	5	5	145
9	-1.50	260	131	391	234	0	0	234
9	-1.75	238	153	391	234	0	0	234
9	-2.00	140	174	314	188	0	0	188
10	-1.50	330	131	461	276	0	0	276
10	-1.75	310	160	470	282	0	0	282
10	-2.00	245	189	434	260	0	0	260
11	-1.50	176	190	366	219	0	0	219
11	-1.75	118	212	330	198	0	0	198

Naam Sondering	PPN [m R.N.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nk;k [kN]	Fnk;d [kN]	Rc;net;d [kN]
11	-2.00	84	231	315	189	0	0	189
12	-1.50	264	187	451	270	0	0	270
12	-1.75	171	214	385	231	0	0	231
12	-2.00	120	236	356	213	0	0	213
13	-1.50	246	151	397	238	7	7	231
13	-1.75	148	175	323	194	7	7	187
13	-2.00	104	198	302	181	7	7	174
14	-1.50	199	136	335	201	0	0	201
14	-1.75	103	153	256	153	0	0	153
14	-2.00	81	169	250	150	0	0	150
15	-1.50	286	148	434	260	0	0	260
15	-1.75	289	171	460	276	0	0	276
15	-2.00	134	194	328	197	0	0	197
16	-1.50	208	166	374	224	6	6	218
16	-1.75	129	187	316	189	6	6	183
16	-2.00	80	205	285	171	6	6	165
17	-1.50	284	106	390	234	9	9	225
17	-1.75	329	129	458	275	9	9	266
17	-2.00	394	156	550	330	9	9	321

* Rc;net;d = Rc;d - Fnk;d

2.4 Samenvatting Rekenwaarde Draagkracht in kN

Naam Sondering	Maaiveld [m R.N.]	PPN [m R.N.]	Prefab 180 Rc;net;d [kN]	Prefab 220 Rc;net;d [kN]
1	1,32	-1,50	223,00	294,00
1	1,32	-1,75	230,00	285,00
1	1,32	-2,00	217,00	243,00
2	1,54	-1,50	158,00	208,00
2	1,54	-1,75	159,00	174,00
2	1,54	-2,00	127,00	159,00
3	1,33	-1,50	191,00	257,00
3	1,33	-1,75	209,00	286,00
3	1,33	-2,00	227,00	314,00
4	1,40	-1,50	226,00	310,00
4	1,40	-1,75	274,00	375,00
4	1,40	-2,00	325,00	412,00
5	1,36	-1,50	119,00	150,00
5	1,36	-1,75	121,00	158,00
5	1,36	-2,00	122,00	164,00
6	1,51	-1,50	220,00	296,00
6	1,51	-1,75	248,00	333,00
6	1,51	-2,00	269,00	368,00
7	1,46	-1,50	178,00	219,00
7	1,46	-1,75	165,00	182,00
7	1,46	-2,00	142,00	187,00
8	1,45	-1,50	133,00	139,00
8	1,45	-1,75	108,00	139,00
8	1,45	-2,00	111,00	145,00
9	1,37	-1,50	179,00	234,00
9	1,37	-1,75	180,00	234,00
9	1,37	-2,00	174,00	188,00
10	1,31	-1,50	210,00	276,00
10	1,31	-1,75	224,00	282,00
10	1,31	-2,00	224,00	260,00
11	1,40	-1,50	182,00	219,00
11	1,40	-1,75	170,00	198,00
11	1,40	-2,00	156,00	189,00
12	1,39	-1,50	212,00	270,00
12	1,39	-1,75	201,00	231,00
12	1,39	-2,00	172,00	213,00
13	1,42	-1,50	190,00	231,00

Naam Sondering	Maaiveld [m R.N.]	PPN [m R.N.]	Prefab 180 Rc;net;d [kN]	Prefab 220 Rc;net;d [kN]
13	1,42	-1,75	173,00	187,00
13	1,42	-2,00	141,00	174,00
14	1,41	-1,50	153,00	201,00
14	1,41	-1,75	146,00	153,00
14	1,41	-2,00	118,00	150,00
15	1,41	-1,50	193,00	260,00
15	1,41	-1,75	205,00	276,00
15	1,41	-2,00	203,00	197,00
16	1,38	-1,50	168,00	218,00
16	1,38	-1,75	165,00	183,00
16	1,38	-2,00	136,00	165,00
17	1,47	-1,50	167,00	225,00
17	1,47	-1,75	194,00	266,00
17	1,47	-2,00	232,00	321,00

Einde Rapport

BIJLAGE 4


Trillingsprognose

Heien prefab betonpalen

Project

Kassencomplex Botanische Tuinen Harvardlaan 10 te Utrecht

Opdrachtgever: Van Dijk Geotechniek en Milieu
Strijkviertel 30
3454 PM De Meern

Document:	R26AA0035.001_revA trillingsprognose Utrecht	
Revisie:	A	
Status:	Definitief	
Datum:	09-02-2026	
Opgesteld door:	P.A.M. Baarendse	
Gecontroleerd door:	ing. J.P. van den Berg	JvB

Documentbeheer:

Revisie	Status	Datum	Omschrijving	Opgesteld door
0	Definitief	27-01-2026	Oorspronkelijke versie	P.A.M. Baarendse
A	Definitief	09-02-2026	Belending Fort Hoofddijk toegevoegd	P.A.M. Baarendse

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	4
2	DOCUMENTEN EN REFERENTIES	5
3	TE BESCHOUWEN HEIWERK	6
4	PROJECTLOCATIE EN BELENDINGEN	7
5	BEOORDELING TRILLINGEN	9
5.1	SBR-RICHTLIJN A.....	9
5.2	GRENSWAARDEN SBR-RICHTLIJN A	11
5.3	TRILLINGSSCHADE	12
6	TRILLINGSPROGNOSE HEIEN PALEN.....	13
6.1	ALGEMEEN	13
6.2	UITGANGSPUNTEN.....	13
6.3	BODEMOPBOUW	14
6.4	RELATIE BODEMOPBOUW - TRILLINGEN	14
6.5	PROGNOSE TRILLINGEN PREFAB PALEN VK220 MM.....	15
6.6	OPMERKINGEN	16
7	SAMENVATTING EN CONCLUSIES	17
8	MONITORING (ALGEMEEN).....	18
8.1	TRILLINGSMETINGEN	18
8.2	BOUWKUNDIGE VOOROPNAMEN.....	18
8.3	UITVOERING MONITORING	18
	BIJLAGEN.....	19
BIJLAGE A	Prognosegrafiek prefab palen vk220 mm	20
BIJLAGE B	Sonderingen	21

1 Inleiding

IFCO Funderingsexpertise (IFCO) heeft opdracht ontvangen van Van Dijk Geotechniek en Milieu (Van Dijk) om voor het project “Kassencomplex Botanische Tuinen” aan de Harvardlaan 10 te Utrecht een prognose te geven van de trillingen die worden veroorzaakt door het heien van prefab betonpalen.

Voor de realisatie van een werkruimte en het vervangen van een kassencomplex is men voornemens om prefab betonpalen toe te passen. Het heien van palen veroorzaakt trillingen die van invloed kunnen zijn op de bebouwde omgeving. Door het opstellen van een trillingsprognose wordt op basis van de beschikbare gegevens een zo goed mogelijke inschatting gegeven van de te verwachten maximum trillingen en de invloed ervan op de omgeving.

De trillingsprognose wordt opgesteld aan de hand van de IFCO prognosegrafieken. Deze komen voort uit een database met daarin de resultaten van vele trillingsmetingen die door IFCO en zusterbedrijf 4RISK zijn uitgevoerd bij diverse hei- en trilwerkzaamheden. Op basis van deze grafieken en de voor dit project van toepassing zijnde gegevens zoals type heiwerk en bodemopbouw wordt middels een door IFCO opgesteld prognosemodel een zo goed mogelijke inschatting gemaakt van de te verwachte maximum trillingen.

De trillingen in de prognose worden getoetst aan SBR-richtlijn A: Schade aan bouwwerken: 2017”, zijnde de richtlijn in Nederland waarin grenswaarden voor trillingen worden genoemd. Volgens SBR-richtlijn A is de kans op schade aanvaardbaar klein (< 1 %) wanneer aan de grenswaarden wordt voldaan.

In de prognose wordt het volgende behandeld:

- Aangeven vanaf welke afstand tussen heiwerk en belendingen de trillingen voldoen aan SBR-richtlijn A, uitgaande van de grenswaarden voor een indicatieve en een uitgebreide trillingsmeting.
- Aangeven welke maximum trillingen worden verwacht ter plaatse van belendingen op verschillende afstanden uit het heiwerk, waarbij wordt aangegeven of deze voldoen aan SBR-richtlijn A.

2 Documenten en referenties

In tabel 2-1 worden de referentiedocumenten en beschikbaar gestelde informatie vermeld die ten grondslag liggen aan dit rapport.

Tabel 2-1: Referentiedocumenten

Ref.	Document	Datum
[1]	vw 121301 versie 2.pdf	18-12-2025
[2]	15.10 Terein bestaande situatie UU 251110.pdf	10-11-2025
[3]	15.20 Terrein nieuwe situatie 251124.pdf	24-11-2025
[4]	25.20 Funderingstekening bouwkundig BoKa UU 251117 DiMa20.pdf	17-11-2025
[5]	E-mail van Van Dijk met informatie over het project en het te beschouwen heiwerk	22-01-2026

In tabel 2-2 worden de gehanteerde normen en richtlijnen vermeld.

Tabel 2-2: Normen en richtlijnen

Ref.	Document	Datum
[A]	SBR-Trillingsrichtlijn A: Schade aan bouwwerken	2017

3 Te beschouwen heiwerk

In de prognose wordt het volgende heiwerk beschouwd:

- Heien prefab betonpalen vk220 mm met paalpuntniveau op NAP -1,50 m.

Het maaiveld ligt op gemiddeld NAP +1,40 m.

Voor dit project is nog geen definitief palenplan beschikbaar.

In figuur 3.1 is ter indicatie de terreinindeling van de nieuwe situatie weergegeven.

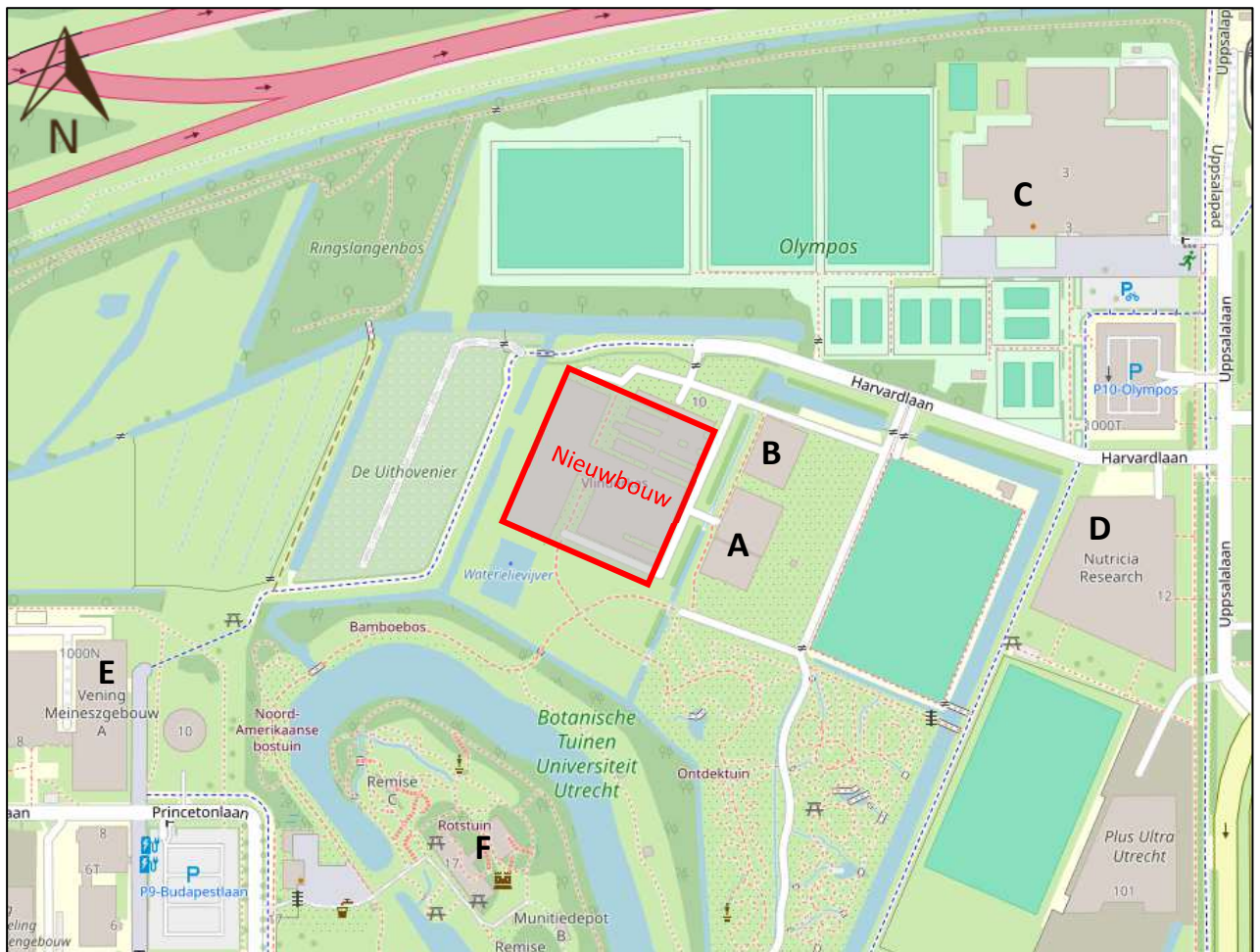


Figuur 3.1: Terreinindeling nieuwe situatie [3]

De contouren van de nieuwbouw zijn ongeveer hetzelfde als de contouren van de bestaande kassen. In hoeverre overall palen worden toegepast is bij IFCO niet bekend.

4 Projectlocatie en belendingen

Het project bevindt zich aan de Harvardlaan 10 in Utrecht op het terrein van de Botanische Tuinen van de Universiteit Utrecht. In figuur 4.1 is rood omkaderd globaal de locatie van de nieuwbouw aangegeven en met zwarte letters de omliggende belendingen.



Figuur 4.1: Projectlocatie en belendingen

In tabel 4-1 wordt een opsomming gegeven van de belendingen rondom de nieuwbouw.

Tabel 4-1: Belendingen nabij projectlocatie

Belending	Locatie	Type	Bouwjaar	Afstand
A	Harvardlaan 10	Kassencomplex	1984	± 24 m
B	Harvardlaan 10	Kassencomplex	2021	± 24 m
C	Uppsalalaan 3	Sportcentrum	1995	± 175 m
D	Uppsalalaan 12	Kantoor- en bedrijfspand	2013	± 195 m
E	Princetonlaan 1000N	Kantoor- en bedrijfspand	2018	± 200 m
F	Budapestlaan 17	Fort Hoofddijk	1879	± 150 m

Kennis over de belendingen is ontleend aan informatie van het internet (o.a. Google Earth en Streetview).

Belendingen A en B

- Dit betreffen kassen welke naar verwachting zijn opgebouwd uit staal en glas op een betonnen fundering.
- De kassen bestaan uit ongeveer 1 bovengrondse bouwlaag.
- De kassen zijn naar verwachting gefundeerd op staal of op (korte) palen.

Belending C

- Dit betreft een sportcomplex welke is opgebouwd uit verschillende materialen.
- Het gebouw verkeert op het eerste gezicht in een goede bouwkundige staat.
- Het gebouw bestaat uit ongeveer 1 à 2 bovengrondse bouwlagen.
- De funderingswijze van het gebouw is bij IFCO niet bekend.

Belendingen D en E

- Dit betreffen gebouwen welke zijn opgebouwd uit verschillende materialen.
- De gebouwen verkeren op het eerste gezicht in een goede bouwkundige staat.
- De gebouwen bestaan uit meer dan 4 bovengrondse bouwlagen.
- De funderingswijze van de gebouwen is bij IFCO niet bekend.

Belending F

- Dit betreft een gebouw welke onder andere is opgebouwd uit metselwerk.
- Het gebouw heeft meerdere bouwlagen.
- Het gebouw is een rijksmonument.

IFCO heeft geen informatie beschikbaar over de aanwezigheid van mogelijk trillingsgevoelige apparatuur in de betreffende gebouwen.

In figuur 4.2 is ter illustratie een luchtopname van de projectlocatie en de belendingen weergegeven.



Figuur 4.2: Luchtopname projectlocatie en belendingen [Bron: Google Earth]

5 Beoordeling trillingen

5.1 SBR-richtlijn A

De trillingen worden beoordeeld conform “SBR Trillingsrichtlijn A: Schade aan bouwwerken: 2017”, nader te noemen “SBR-richtlijn A”.

Volgens SBR-richtlijn A is de kans op trillingsschade < 1 % in het geval de trillingen kleiner zijn dan de uit de richtlijn af te leiden grenswaarden.

SBR-richtlijn A onderscheidt de volgende categorieën bouwwerken:

Categorie	Omschrijving
1	<ul style="list-style-type: none"> - Onderdelen draagconstructie uit gewapend beton of hout - Onderdelen bouwwerk, geen draagconstructie, uit gewapend beton of hout - Draagconstructie bouwwerk, geen gebouw, uit metselwerk
2	<ul style="list-style-type: none"> - Onderdelen draagconstructie van een gebouw van metselwerk - Onderdelen gebouw, geen draagconstructie, uit niet-gewapend beton, metselwerk of brosse steenachtige materialen

Hierbij wordt per categorie onderscheid gemaakt in de staat van een bouwwerk:

Staat	Omschrijving
Normaal	- Bouwwerk of onderdeel met niet-gevoelige bouwkundige staat
Gevoelig	<ul style="list-style-type: none"> - Bouwwerk of onderdeel waarvan sterkte is verminderd - Bouwwerk of onderdeel met extra initiële spanningen

Tevens wordt gekeken naar de monumentale status van een bouwwerk:

Status	Omschrijving
Normaal	- Bouwwerk zonder monumentale status
Gevoelig	- Rijksmonument, Provinciaal monument, Gemeentelijk monument

Gebouwen/constructies uit beton worden geplaatst in categorie 1.

Gebouwen met metselwerk worden geplaatst in categorie 2.

Gebouwen/constructies uit staal vallen buiten het toepassingsgebied van SBR-richtlijn A, omdat deze in het algemeen minder kwetsbaar zijn voor schade als gevolg van trillingen dan bouwwerken gemaakt van andere materialen. Voor de zekerheid kan hiervoor categorie 1 worden aangehouden.

In de prognose wordt uitgegaan van belendingen in categorie 1 en 2 met de staat [normaal].

Belending F is een monument en krijgt daarom de status [gevoelig].

Ter informatie

De belendingen A en B (kassen) worden geplaatst in categorie 1, uitgaande van een draagconstructie uit beton en staal. Voor glaswerk is geen categorie beschikbaar. Het is bij IFCO ook niet bekend in hoeverre glas bestand is tegen trillingen.

SBR-richtlijn A onderscheidt de volgende type metingen:

Type	Omschrijving
Indicatief	Hierbij wordt gemeten in 1 meetpunt in een stijf deel van de draagconstructie op begane grondniveau, ter plaatse van de kortste afstand tot de trillingsbron. De meting wordt in drie richtingen (x, y en z) uitgevoerd.
Beperkt	Hierbij wordt gemeten in 2 meetpunten. Het eerste meetpunt komt overeen met dat van de indicatieve meting. Het tweede meetpunt wordt gekozen op de bovenste verdieping in een stijf deel recht boven het eerste meetpunt. Ter plaatse van het eerste meetpunt wordt gemeten in drie richtingen (x, y en z), ter plaatse van het tweede meetpunt in minimaal twee richtingen (x en y).
Uitgebreid	Hierbij wordt gemeten in stijve punten van de draagconstructie die horizontale of verticale hart-op-hart afstanden van maximaal 10 m uit elkaar liggen. Op de begane grond wordt in drie richtingen (x, y en z) gemeten, op de bovenverdiepingen in twee richtingen (x en y). Bovendien dient te worden gemeten in één richting in het midden van enkele overspanningen van kolommen, vloeren en wanden die tot de draagconstructie behoren. Eventueel mag, indien goed gemotiveerd, met minder meetpunten worden volstaan, mits minimaal 4 à 6 meetpunten worden toegepast.

Wanneer op meer meetpunten wordt gemeten, mogen ter plaatse van de meetpunten hogere trillingen worden toegelaten, omdat bij toepassing van meer meetpunten de kans kleiner wordt dat elders in het gebouw hogere trillingen optreden. Op grond van deze filosofie mogen bij uitvoering van een uitgebreide meting de hoogste trillingen worden toegelaten en bij uitvoering van een indicatieve meting de laagste. Bij uitvoering van een uitgebreide meting zijn overeenkomstig SBR-richtlijn A circa 60 % hogere trillingen toelaatbaar. Bij het uitvoeren van een beperkte meting zijn slechts 14 % hogere trillingen toelaatbaar, waardoor uitvoering van een beperkte meting in de praktijk vaak weinig toegevoegde waarde heeft.

In de prognose wordt uitgegaan van de grenswaarden voor een **indicatieve** en **uitgebreide** meting.

SBR-richtlijn A onderscheidt de volgende type trillingsbronnen:

Type	Omschrijving
Kortdurend	Trillingen door stootvormige excitatie, die zo weinig voorkomen dat geen vermoeiing optreedt. Voorbeelden: <ul style="list-style-type: none"> . explosies: . botsingen . omvallende constructie
Herhaald kortdurend	Trillingen door stootvormige excitatie die herhaaldelijk voorkomt. Voorbeelden: <ul style="list-style-type: none"> . heiwerk . sloophamers, pneumatische beitels . weg- en railverkeer
Continu	Trillingen waarbij resonanties en/of vermoeiingseffecten een rol spelen. Voorbeelden: <ul style="list-style-type: none"> . machines met roterende onderdelen . verdichtingswerk met trilwals of trilplaat . inbrengen damwanden of palen met een trilblok

5.2 Grenswaarden SBR-richtlijn A

SBR-richtlijn A geeft grenswaarden voor trillingen vanwege constructieve eisen aan een gebouw en grenswaarden voor trillingen vanwege funderingstechnische eisen (i.v.m. mogelijke verdichting van zand onder een fundering). IFCO heeft de toelaatbare waarden uit SBR-richtlijn A voor beide eisen met elkaar vergeleken. Hieruit volgt dat bij het heien van palen de waarden vanwege constructieve eisen vrijwel altijd maatgevend zijn.

Trillingen veroorzaakt door het heien van palen zijn herhaald kortdurende trillingen. Meer dan 25 jaar meetervaring heeft geleerd dat deze trillingen veelal een frequentie hebben van circa 10 Hz.

In tabel 5-1 worden de grenswaarden uit SBR-richtlijn A vermeld, uitgaande van herhaald kortdurende trillingen en een indicatieve trillingsmeting.

Tabel 5-1: Grenswaarden SBR-richtlijn A, herhaald kortdurende trillingen, begane grond, indicatieve meting

Bouwwerk	Staat	1-10 Hz	15 Hz	20 Hz	25 Hz	30 Hz	35 Hz	40 Hz
categorie 1	normaal	8,33	9,38	10,42	11,46	12,50	13,54	14,58
	gevoelig	4,90	5,51	6,13	6,74	7,35	7,97	8,58
categorie 2	normaal	2,08	2,60	3,13	3,65	4,17	4,69	5,21
	gevoelig	1,23	1,53	1,84	2,14	2,45	2,76	3,06

=> Uitgaande van 10 Hz geldt voor categorie 1 [normaal] een grenswaarde van 8,33 mm/s.

Voor categorie 2 [normaal] is dat 2,08 mm/s.

Voor categorie 2 [gevoelig] is dat 1,23 mm/s.

In tabel 5-2 worden de grenswaarden uit SBR-richtlijn A vermeld, uitgaande van herhaald kortdurende trillingen en een uitgebreide trillingsmeting.

Tabel 5-2: Grenswaarden SBR-richtlijn A, herhaald kortdurende trillingen, begane grond, uitgebreide meting

Bouwwerk	Staat	1-10 Hz	15 Hz	20 Hz	25 Hz	30 Hz	35 Hz	40 Hz
categorie 1	normaal	13,33	15,00	16,67	18,33	20,00	21,67	23,33
	gevoelig	7,84	8,82	9,80	10,78	11,76	12,75	13,73
categorie 2	normaal	3,33	4,17	5,00	5,83	6,67	7,50	8,33
	gevoelig	1,96	2,45	2,94	3,43	3,92	4,41	4,90

=> Uitgaande van 10 Hz geldt voor categorie 1 [normaal] een grenswaarde van 13,33 mm/s.

Voor categorie 2 [normaal] is dat 3,33 mm/s.

Voor categorie 2 [gevoelig] is dat 1,96 mm/s.

5.3 Trillingsschade

Wanneer trillingsschade door heiwerkzaamheden ontstaat, is dit in het algemeen zogenaamde cosmetische schade. Hieronder wordt verstaan haarscheurtjes in pleister-, tegel- en metselwerk, alsmede naadvorming langs kozijnen en plafonds, etc. De kans op constructieve trillingsschade is in het algemeen zeer gering. Risico op constructieve schade is veelal aanwezig wanneer verzakking optreedt, bijvoorbeeld door verdichting van zand onder de fundering of wanneer relatief hoge trillingen optreden.

Wanneer de trillingen voldoen aan SBR-richtlijn A, is de kans op het ontstaan van cosmetische trillingsschade acceptabel klein. Het ontstaan van constructieve trillingsschade is dan (nagenoeg) uitgesloten.

Wanneer bij het uitvoeren van een indicatieve meting de trillingen voldoen aan SBR-richtlijn A, bestaat in het algemeen het minste risico op trillingsschade. In het geval bij een indicatieve meting de trillingen niet voldoen aan de richtlijn, verdient het overweging om een uitgebreide meting uit te voeren, waardoor overeenkomstig SBR-richtlijn A 60 % hogere trillingen toegelaten mogen worden. Conform de SBR-richtlijn blijft in dat geval de kans op trillingsschade < 1 %.

De grenswaarden in de richtlijn zijn oorspronkelijk tot stand gekomen op basis van ervaringen in de praktijk. De grenswaarden zijn zo gekozen dat bij trillingswaarden beneden de grenswaarden, het optreden van schade als gevolg van trillingen onwaarschijnlijk is. Dit wil niet zeggen dat bij overschrijding van de grenswaarden er zeker wel schade optreedt. De kans op schade zal met toenemende trillingswaarden hoger worden. In tabel 5-3 (bron: SBR-richtlijn A) is de kans op schade aan een bouwwerk gerelateerd aan de verhouding tussen de trillingswaarde en de grenswaarde (V_d/V_r). Deze kansen moeten als orde van grootte inschatting worden gezien voor gebruik in bijvoorbeeld risico inschattingen. Ze zijn zeker niet bedoeld als exacte waarde voor individuele bouwwerken. De tabel mag niet worden uitgebreid voor overschrijdingsfactoren groter dan 3.

Tabel 5-3: Ordegrootte kans op schade conform SBR-richtlijn A

Factor op grenswaarde	Ordegrootte kans op schade
1 x grenswaarde ($V_d/V_r = 1$)	ongeveer 1 %
1,2	ongeveer 3 %
1,5	ongeveer 5 %
2	ongeveer 10 %
3	ongeveer 30 %

Bovenstaande is van toepassing voor gebouwen/constructies uit metselwerk. De kans op trillingsschade aan gebouwen en constructies uit beton en staal is in het algemeen erg klein. De kans op schade aan glas (bijvoorbeeld bij kassen) is niet bekend.

SBR-richtlijn A is gericht op het voorkomen van mogelijke schade aan een bouwwerk of onderdelen daarvan. De richtlijn is niet bedoeld voor het beoordelen van optredende schades. Dit is het werk van schade-expertisebureaus, waarbij met name gebruik wordt gemaakt van kennis en ervaring.

Monumentale panden

Belending F (Fort Hoofddijk) is een rijksmonument en krijgt daarom de staat [gevoelig]. Dit betekent echter niet automatisch dat de kans op schade groter is dan bij een gebouw met de status [normaal]. Het betreft slechts een extra veiligheid in verband met het monumentale karakter. Wanneer een monumentaal pand een redelijke tot goede bouwkundige staat verkeert, kan deze puur constructie technisch gezien worden geplaatst in categorie 2 [normaal].

6 Trillingsprognose heien palen

6.1 Algemeen

IFCO is sinds 1988 jaarlijks betrokken bij vele tientallen trillingsmetingen op diverse locaties verspreid over Nederland. De resultaten van de trillingsmetingen zijn gerangschikt naar het type hei- en trilwerk en de afstand tussen het meetpunt en de trillingsbron, waarna uit deze gegevens een relatie tussen de afstand van de trillingsbron tot het meetpunt en de snelheidsamplitude van de trilling is afgeleid. Dit is gedaan voor het heien van funderingspalen (systeem prefab beton, vibro en stalen buispalen), alsmede voor het intrillen van damplanken en buispalen.

6.2 Uitgangspunten

De trillingsprognose geldt voor gemetselde/betonnen gebouwen van 2 à 4 bouwlagen of constructies met een vergelijkbare massa. Wanneer een gebouw hoger is, is de gemiddelde belasting op de ondergrond per eenheid van oppervlakte groter. Dat betekent dat bij levering van dezelfde hoeveelheid energie de trillingen in het gebouw lager zijn dan uit de prognose volgt. Wanneer een gebouw lager is, is de gemiddelde belasting op de ondergrond per eenheid van oppervlakte kleiner. Dat betekent dat bij levering van dezelfde hoeveelheid energie de trillingen in het gebouw groter zijn dan uit de prognose volgt.

De te verwachten trillingen gelden voor een stijf onderdeel van een gebouw of constructie ter hoogte van het begane grondniveau.

Bij het heien van palen door een topzandlaag worden de trillingen in een belending, en dan met name in een op staal of korte palen gefundeerde belending, ongeveer 50 tot 100 % hoger dan uit de standaard prognose volgt. Dit is bij diverse door IFCO uitgevoerde trillingsmetingen naar voren gekomen.

Gelet op de bodemopbouw zal het voor de trillingen in dit geval niet noemenswaardig veel uitmaken of de belendingen zijn gefundeerd op palen of op staal.

Uitgangspunt is dat de palen worden geheid met een hydraulisch heiblok met voldoende massa en dat de palen bij het heien zakken. Wanneer dit niet het geval is, kunnen de trillingen hoger worden.

In de trillingsprognose is geen rekening gehouden met de aanwezigheid van obstakels in de bodem. Wanneer op een obstakel wordt gestuit nemen de trillingen in het algemeen sterk toe.

De trillingsprognose waarover wordt gerapporteerd is een zogenaamde "best guess", wat betekent dat een zo goed mogelijke inschatting van de trillingen wordt gegeven op basis van de IFCO-prognosegrafiek.

6.3 Bodemopbouw

Kennis over de bodemopbouw is ontleend aan de sonderingen 1 t/m 17 uit document [1].

In BIJLAGE B zijn de sonderingen opgenomen.

In tabel 6-1 wordt op basis van deze sonderingen een globale omschrijving gegeven van de bodemopbouw.

Tabel 6-1: Bodemopbouw

Laag nr.	Diepte [m tov NAP]		Beschrijving bodem
	bovenkant	onderkant	
1	+1,4	-3,0	Maaiveldhoogte. Zand, ¹⁾ conusweerstand $q_c \approx 14$ à 23 MPa.
2	-3,0	-5,0	Zand, $q_c \approx 6$ à 22 MPa.
3	-5,0	-8,0	Zand, $q_c \approx 7$ à 30 MPa.

1) Lokaal is over een diepte van ongeveer 1 m een toplaag met veen aanwezig.

Het paalpuntniveau van de palen bedraagt NAP -1,5 m (laag 1).

De grondwaterstand wordt aangenomen op ongeveer NAP +0,5 m.

6.4 Relatie bodemopbouw - trillingen

De hoogte van de trillingen hangt met name af van de vastheid van de bodem. Bij het heien in vastere grond ontstaan namelijk hogere trillingen dan bij het heien in minder vaste grond. Bij het bepalen van de maximum trillingen in de prognose wordt gerekend met de maatgevende conusweerstand. Dit is de maximale conusweerstand over een hoogte van ongeveer 1,0 m.

In tabel 6-2 wordt per bodemlaag de maatgevende maximum conusweerstand vermeld.

Tabel 6-2: Maatgevende maximum q_c op verschillende diepten

Laag nr.	bk laag [m tov NAP]	ok laag [m tov NAP]	Grondsoort	Maatgevende maximum q_c [MPa]
1	+1,4	-3,0	Zand	Maximaal 16
2	-3,0	-5,0	Zand	Maximaal 20
3	-5,0	-8,0	Zand	Maximaal 24

De palen worden in dit geval geheid tot in laag 1.

Wanneer de bodem waarin de palen worden geheid vanaf het maaiveld hoofdzakelijk uit zand bestaat, is de ervaring dat de trillingen hoger uitvallen dan uit de standaard prognose volgt. In de prognose wordt voor het heien van de palen in laag 1 in dit geval een extra schalingsfactor van 1,8 op de prognosegrafiek toegepast. Zie ook uitgangspunt in paragraaf 6.2 (heien palen door topzandlaag).

6.5 Prognose trillingen prefab palen vk220 mm

In tabel 6-3 worden de maximum trillingen vermeld die op basis van de IFCO prognosegrafiek worden verwacht bij het heien van prefab palen vk220 mm tot NAP -1,50 m. In de tabel wordt onderscheid gemaakt in trillingen bij belendingen met 2 à 4 bouwlagen en belendingen met 1 bouwlaag.

In BIJLAGE A is de betreffende prognosegrafiek toegevoegd.

Tabel 6-3: Prognose maximum trillingen bij heien prefab palen vk220 mm

Laag nr. →	1 ¹⁾		Voldoet aan SBR-A			
q _c →	16 MPa		Cat. 1 [normaal]		Cat. 2 [normaal]	
Afstand uit paal [m] ↓	Verwachte maximum trillingen [mm/s] ↓		indicatief	uitgebreid	indicatief	uitgebreid
	2 à 4 bouwlagen	1 bouwlaag				
5,0	8,3	13,3	ja/nee	ja	nee	nee
10,0	5,0	8,3	ja	ja	nee	nee
18,0	3,3	5,3	ja	ja	nee	ja/nee
35,0	2,1	3,3	ja	ja	ja/nee	ja
65,0	1,3	2,1	ja	ja	ja	ja

1) Voor het heien van de palen in een topzandlaag wordt een extra factor van 1,8 op de trillingen toegepast.

Belendingen in categorie 1 [normaal]

- Uitgaande van de grenswaarden bij een indicatieve meting voldoen de te verwachten maximum trillingen aan belendingen vrijwel altijd aan SBR-richtlijn A, op een afstand > **5 à 10 m** uit het heiwerk.
- Uitgaande van de grenswaarden bij een uitgebreide meting voldoen de te verwachten maximum trillingen aan belendingen vrijwel altijd aan SBR-richtlijn A, op een afstand > **3 à 5 m** uit het heiwerk.

Belendingen in categorie 2 [normaal]

- Uitgaande van de grenswaarden bij een indicatieve meting voldoen de te verwachten maximum trillingen aan belendingen vrijwel altijd aan SBR-richtlijn A, op een afstand > **35 à 65 m** uit het heiwerk.
- Uitgaande van de grenswaarden bij een uitgebreide meting voldoen de te verwachten maximum trillingen aan belendingen vrijwel altijd aan SBR-richtlijn A, op een afstand > **18 à 35 m** uit het heiwerk.

In tabel 6-4 wordt aangegeven welke trillingen worden verwacht aan belendingen op de kortste afstand tot het heiwerk en of deze voldoen aan de grenswaarden uit SBR-richtlijn A.

Tabel 6-4: Te verwachten trillingen aan belendingen bij heien prefab palen vk220 mm

Belending	Locatie	Kortste afstand	Verwachte maximum trillingen	Voldoet aan SBR-richtlijn A			
				Cat. 1 [normaal]		Cat. 2 [normaal]	
				indicatief	uitgebreid	indicatief	uitgebreid
A	Harvardlaan 10	± 24 m	4,3 mm/s ¹⁾	ja	ja	nee	nee
B	Harvardlaan 10	± 24 m	4,3 mm/s ¹⁾	ja	ja	nee	nee
C	Uppsalalaan 3	± 175 m	< 0,6 mm/s	ja	ja	ja	ja
D	Uppsalalaan 12	± 195 m	< 0,6 mm/s	ja	ja	ja	ja
E	Princetonlaan 1000N	± 200 m	< 0,6 mm/s	ja	ja	ja	ja
F	Budapestlaan 17	± 150 m	< 0,7 mm/s	ja	ja	ja ²⁾	ja ²⁾

1) Uitgaande van 1 bouwlaag.

2) Hier wordt ook voldaan aan categorie 2 [gevoelig].

Wanneer alleen sprake is van beton/staal, kunnen de belendingen A t/m E worden geplaatst in categorie 1. Wanneer sprake is van onder andere metselwerk, is categorie 2 van toepassing.

6.6 Opmerkingen

Bodemopbouw - trillingen

In de prognose is de meest maatgevende maximum conusweerstand uit de beschikbaar gestelde sonderingen aangehouden voor het bepalen van de maximum trillingen. Afhankelijk van de maatgevende conusweerstand ter plaatse van de te heien palen dient rekening te worden gehouden met enige variatie in de grootte van de maximum trillingen en derhalve ook de afstand waarbij wordt voldaan aan SBR-richtlijn A.

Inheidiepte palen

Wanneer de palen dieper dan circa NAP -1,5 à -2,5 m worden geheid moet rekening worden gehouden met iets hogere trillingen in verband met hogere conusweerstand. De verwachting is dat in dat geval nog steeds wordt voldaan aan de grenswaarden uit SBR-richtlijn A, uitgaande van categorie 1 en/of categorie 2.

Belendingen met 1 bouwlaag

De trillingen in de prognose gelden voor een gebouw met 2 à 4 bouwlagen. Bij een gebouw met 1 bouwlaag moet rekening worden gehouden met trillingen die mogelijk 40 à 80 % hoger zijn dan uit de prognose volgt. Voor een gebouw met 1 bouwlaag bedraagt de afstand waarbij wordt voldaan aan SBR-richtlijn A ongeveer het dubbele van de afstand als voor een gebouw met 2 à 4 bouwlagen.

Categorie belending

In welke categorie een belending wordt geplaatst hangt af van de constructiewijze en materialen. Wanneer een gebouw onder andere is opgebouwd uit metselwerk of andere brosse steenachtige materialen, dient deze te worden geplaatst in categorie 2. Gebouwen uit beton (en staal) worden geplaatst in categorie 1.

Voor categorie 1 zijn relatief hoge trillingen toelaatbaar. Bij het toelaten van hogere trillingen moet er daarom rekening mee worden gehouden dat de trillingen aanleiding kunnen zijn tot hinder/overlast voor personen en objecten in het gebouw.

Staat/status belendingen

Gebouwen in een slechte bouwkundige staat en monumenten krijgen de staat/status [gevoelig].

Voor een gebouw in categorie 2 [gevoelig] zal de afstand waarbij wordt voldaan aan SBR-richtlijn A ongeveer het dubbele bedragen van de afstand voor een gebouw in categorie 2 [normaal].

Trillingsgevoelige apparatuur

De trillingen in de prognose hebben betrekking op de draagconstructie van een gebouw. Wanneer in een gebouw trillingsgevoelige apparatuur aanwezig is, kunnen de trillingen die volgen uit de prognose ter indicatie worden aangehouden. Hoe hoog de trillingen hier daadwerkelijk zijn is niet middels een prognose te bepalen, maar slechts door het uitvoeren van trillingsmetingen. Grenswaarden voor trillingen dienen in dat geval door de beheerder/eigenaar van de apparatuur beschikbaar te worden gesteld.

Grenswaarden trillingen - type meting

De grenswaarden uit SBR-richtlijn A die horen bij een uitgebreide meting zijn de standaard grenswaarden. Wanneer hieraan wordt voldaan is de kans op trillingsschade < 1 %. Uitgangspunt bij een uitgebreide meting is dat op meerdere plekken aan een belending wordt gemeten. Om praktische redenen worden in de praktijk vaak indicatieve metingen uitgevoerd, waarbij wordt gemeten met 1 trillingsmeter per belending. Vanwege het geringe aantal meetpunten zijn bij een indicatieve meting strengere grenswaarden van toepassing.

Diameter palen

In de prognose is uitgegaan van het heien van prefab palen vk220.

Bij het heien van prefab palen vk250 zullen de trillingen ongeveer 5 à 10 % hoger zijn dan bij palen vk220.

7 Samenvatting en conclusies

Samenvatting

In tabel 7-1 wordt op basis van de trillingsprognose vermeld op welke afstand uit het heiwerk de te verwachten maximum trillingen voldoen aan de grenswaarden uit SBR-richtlijn A.

Tabel 7-1: Afstand waarbij trillingen voldoen aan SBR-richtlijn A

Heien prefab palen vk220 tot NAP -1,50 m	Indicatieve meting	Uitgebreide meting
Belending in categorie 1 [normaal]; 2 à 4 bouwlagen	≥ 5 m	≥ 3 m
Belending in categorie 1 [normaal]; 1 bouwlaag	≥ 10 m	≥ 5 m
Belending in categorie 2 [normaal]; 2 à 4 bouwlagen	≥ 35 m	≥ 18 m
Belending in categorie 2 [normaal]; 1 bouwlaag	≥ 65 m	≥ 35 m
Belending in categorie 2 [gevoelig]; 2 à 4 bouwlagen	≥ 70 m	≥ 37 m

- Categorie 1 [normaal]: Gebouwen/constructies uit beton (en staal) in een goede bouwkundige staat.
- Categorie 2 [normaal]: Gebouwen met metselwerk in een goede bouwkundige staat.
- Categorie 2 [gevoelig]: Gebouwen met metselwerk in een slechte bouwkundige staat en monumenten.

Volgens SBR-richtlijn A is de kans op trillingsschade acceptabel klein (< 1 %) in het geval de trillingen lager zijn dan de uit de richtlijn af te leiden grenswaarden. Dit geldt zowel voor een indicatieve als een uitgebreide meting. Bij overschrijding van de grenswaarden zal echter vrijwel nooit direct schade optreden, de kans op schade neemt dan wel procentueel toe. Overschrijding van de grenswaarden betekent dus niet automatisch dat er niet geheid kan worden. Afhankelijk van de mate van overschrijding dienen in dat geval mogelijk beheersmaatregelen getroffen te worden (monitoring, aanpassen heiwerk, etc.).

Conclusies

Belendingen A en B (kassencomplexen)

Uit de trillingsprognose volgt dat de te verwachten maximum trillingen voldoen aan de grenswaarden uit SBR-richtlijn A, uitgaande van een bouwwerk in categorie 1. Op basis daarvan wordt de kans op trillingsschade aan betonnen en stalen constructiedelen acceptabel klein geacht (< 1 %).

Wanneer metselwerk of andere brosse steenachtige materialen aanwezig zijn, moet rekening worden gehouden met overschrijding van de grenswaarden, uitgaande van een bouwwerk in categorie 2 en derhalve een iets verhoogde kans op trillingsschade (circa 5 %).

In hoeverre de trillingen schade kunnen opleveren aan het glaswerk van de kassen is niet door IFCO aan te geven.

Belendingen C t/m F (gebouwen)

Uit de trillingsprognose volgt dat de te verwachten maximum trillingen ruimschoots voldoen aan de grenswaarden uit SBR-richtlijn A, uitgaande van een bouwwerk in categorie 1 en 2. Op basis daarvan wordt de kans op trillingsschade acceptabel klein geacht (< 1 %).

De trillingen in de prognose moeten worden gezien als een zo goed mogelijke inschatting op basis van de beschikbare gegevens en de IFCO prognosegrafieken. Welke trillingen in de praktijk optreden zal mede afhangen van de daadwerkelijke afstand van de belendingen tot het heiwerk, de bouw, massa en funderingswijze van de belendingen en de maatgevende maximum conusweerstand ter plaatse van de te heien palen. IFCO draagt geen verantwoordelijkheid in de keuze voor het wel of niet heien van de palen.

8 Monitoring (algemeen)

8.1 Trillingsmetingen

Het verdient aanbeveling om tijdens het heien van de palen trillingsmetingen te laten uitvoeren op grond van de volgende overwegingen:

1. Via trillingsmetingen kan worden gecontroleerd of de verwachte trillingen overeenkomen met de praktijk. Aan de hand van de resultaten van trillingsmetingen kan de kans op het ontstaan van trillingsschade aan de belendingen beter worden ingeschat.
2. Er kan worden nagegaan vanaf welk moment eventueel trillingsreducerende maatregelen genomen dienen te worden om de trillingen te laten voldoen aan SBR-richtlijn A.
3. Bij eventuele schadeclaims zijn feitelijke gegevens beschikbaar aan de hand waarvan het realiteitsgehalte van schadeclaims kan worden beoordeeld.

In het algemeen worden meestal indicatieve trillingsmetingen uitgevoerd. Wanneer bij een indicatieve meting de trillingen niet voldoen aan SBR-richtlijn A, kan worden overwogen om een uitgebreide meting uit te voeren. Hierbij is de kans dat de trillingen voldoen groter dan bij uitvoering van een indicatieve meting. Bij een indicatieve meting wordt gemeten met minimaal 1 trillingsmeter per pand. Bij een uitgebreide meting wordt gemeten met minimaal 4 trillingsmeters per pand.

8.2 Bouwkundige vooropnamen

Het verdient aanbeveling om voor het heien van de palen de belendingen in de omgeving van het heiwerk bouwkundig op te laten nemen.

Bouwkundige opnames voorkomen onterechte schadeclaims en maken een objectieve beoordeling van claims mogelijk. De bouwkundige staat van de belendingen wordt vastgelegd met behulp van foto's en omschrijvingen. De vooropname dient in dit geval als referentiepunt, ook wel nulmeting genoemd. Indien nodig wordt een heropname uitgevoerd.

Als invloedsgebied voor de vooropnamen wordt veelal uitgegaan van minimaal de afstanden die volgen uit de prognose behorende bij een indicatieve meting.

8.3 Uitvoering monitoring

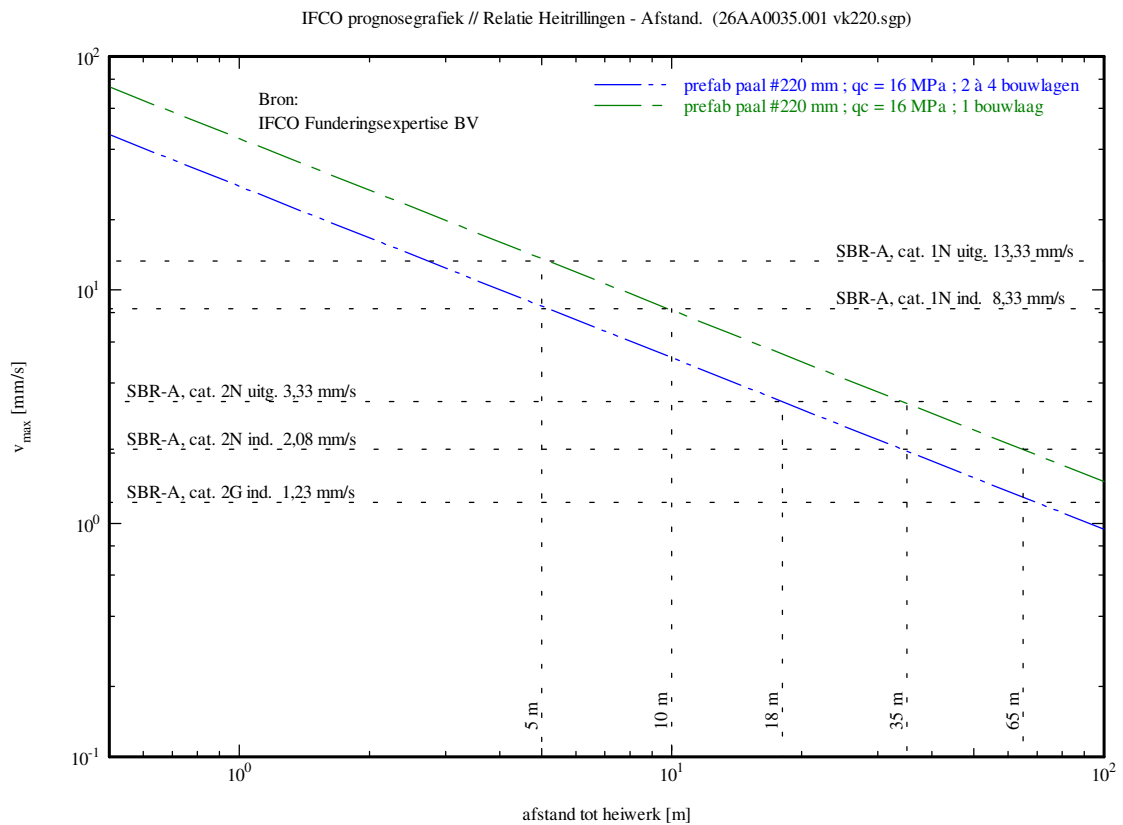
Indien gewenst kan **4RISK** bovengenoemde monitoring uitvoeren. Dit is een zusteronderneming van IFCO en gespecialiseerd in diverse monitoring bij bouwprojecten. Daarbij is 4RISK gecertificeerd voor het uitvoeren van trillingsmetingen en bouwkundige vooropnamen conform de BRL5023 en de BRL5024.

De nationale beoordelingsrichtlijnen BRL5023 en BRL5024 zijn tot stand gekomen om te waarborgen dat de trillingsmetingen en bouwkundige vooropnamen op de juiste manier worden uitgevoerd en dat de resultaten bruikbaar zijn in bijvoorbeeld een discussie betreffende schade als gevolg van bouwwerkzaamheden.

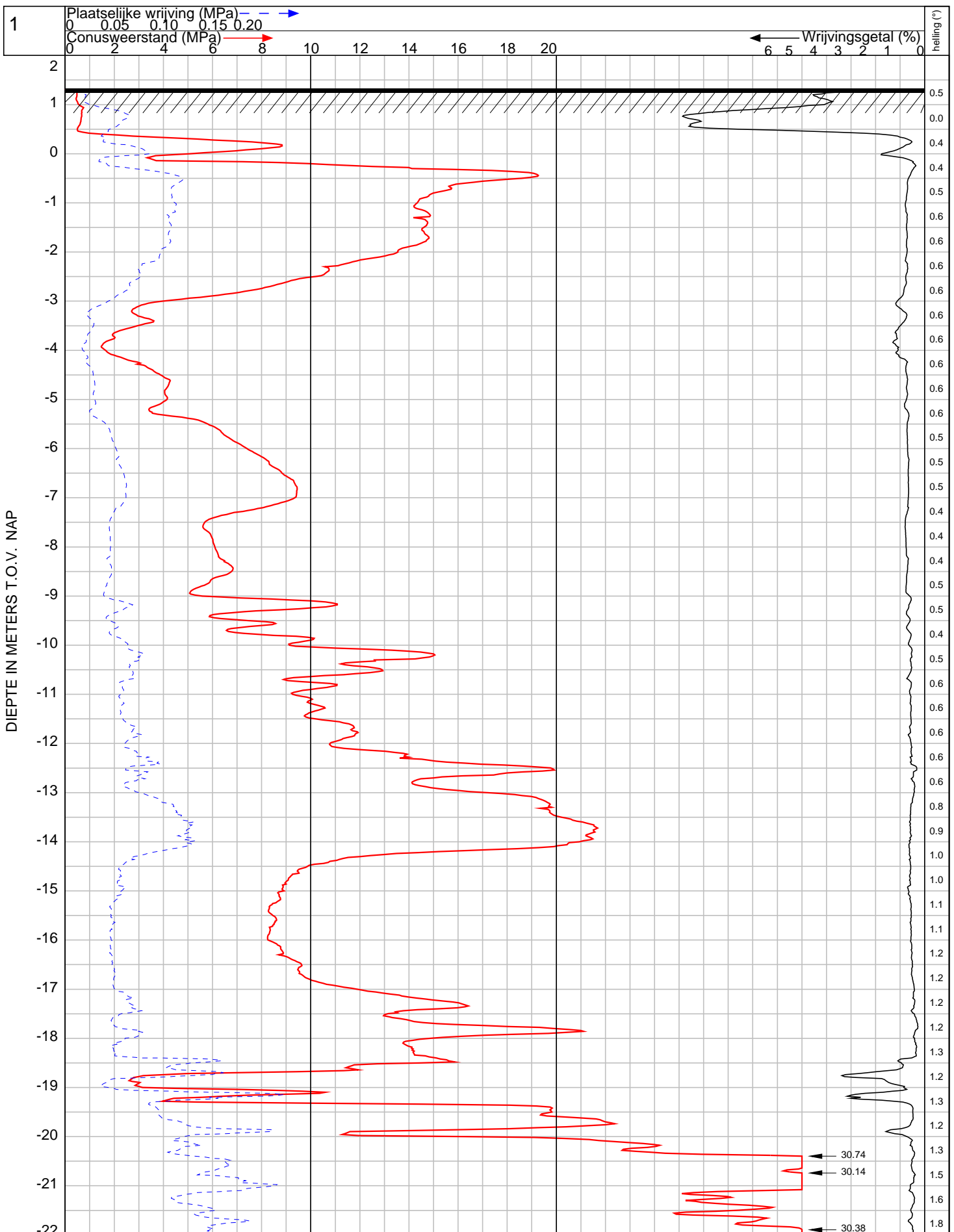
BIJLAGEN

- A. Prognosegrafiek prefab palen vk220 mm
- B. Sonderingen

BIJLAGE A Prognosegrafiek prefab palen vk220 mm



BIJLAGE B Sonderingen

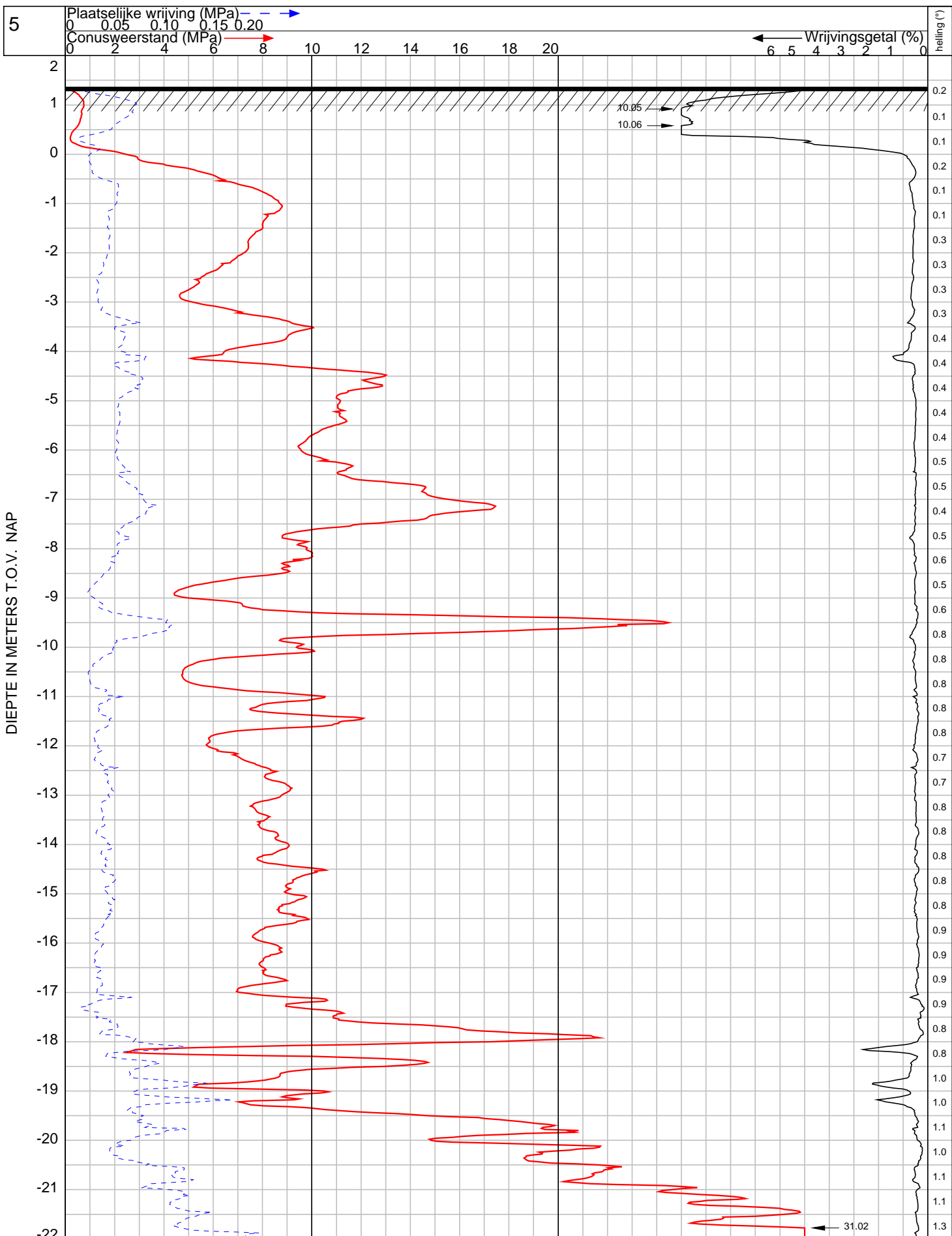


DIEPTE IN METERS T.O.V. NAP



Maaiveld : 1.32 m t.o.v. NAP	Conus: I-CFY-15200523
Omschrijving : Sonderingen voor nieuw aan te leggen vloer	
Plaats : Utrecht	
Uitgevoerd : 15-1-2025	

121301
Nr: 1

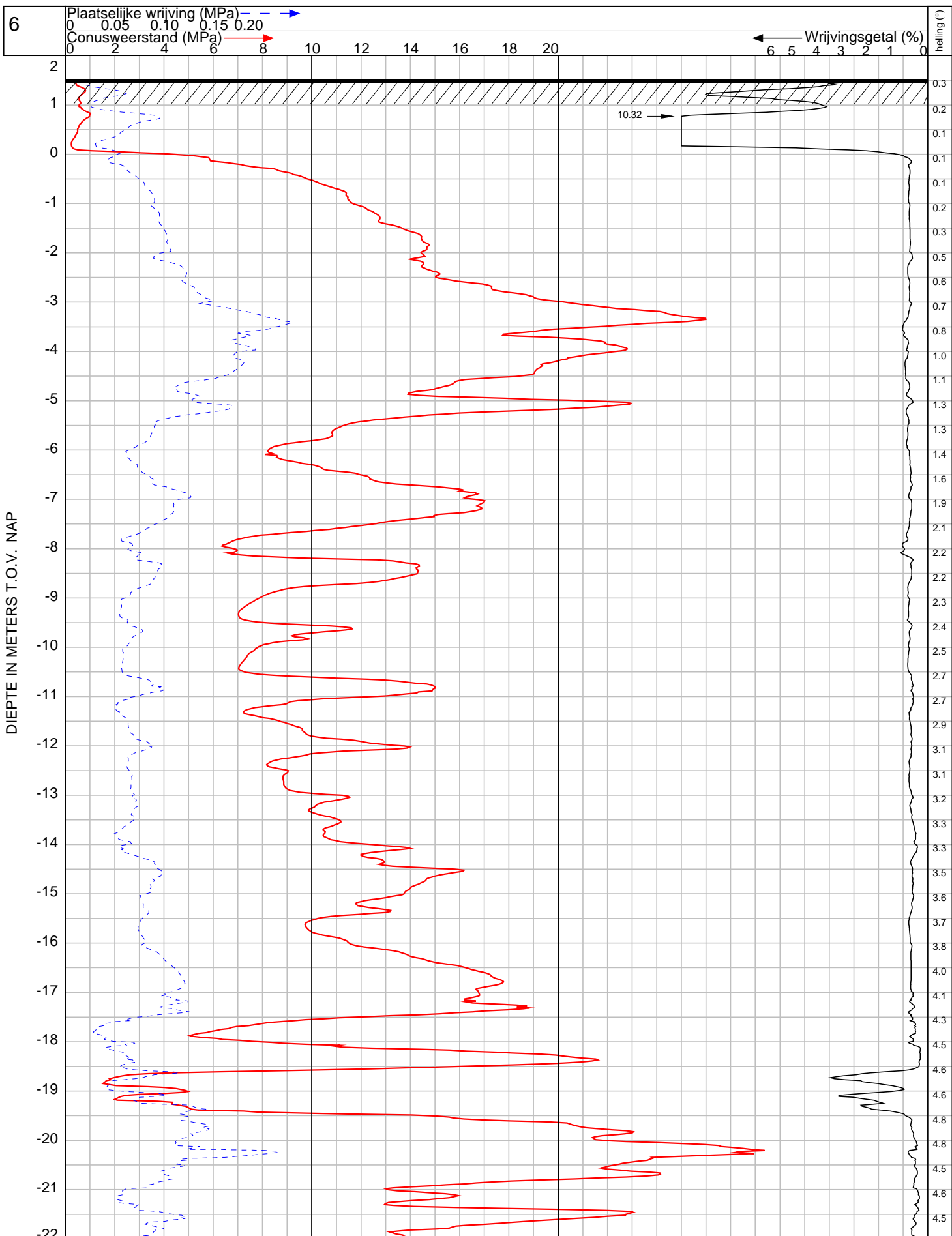



DIEPTE IN METERS T.O.V. NAP



Maaiveld : 1.36 m t.o.v. NAP	Conus: I-CFXY-15220523
Omschrijving : Sonderingen voor nieuw aan te leggen vloer	
Plaats : Utrecht	
Uitgevoerd : 24-1-2025	

121301
Nr: 5



	Maaiveld : 1.51 m t.o.v. NAP	Conus: I-CFY-15200523	121301
	Omschrijving : Sonderingen voor nieuw aan te leggen vloer Plaats : Utrecht Uitgevoerd : 15-1-2025		Nr: 6

8

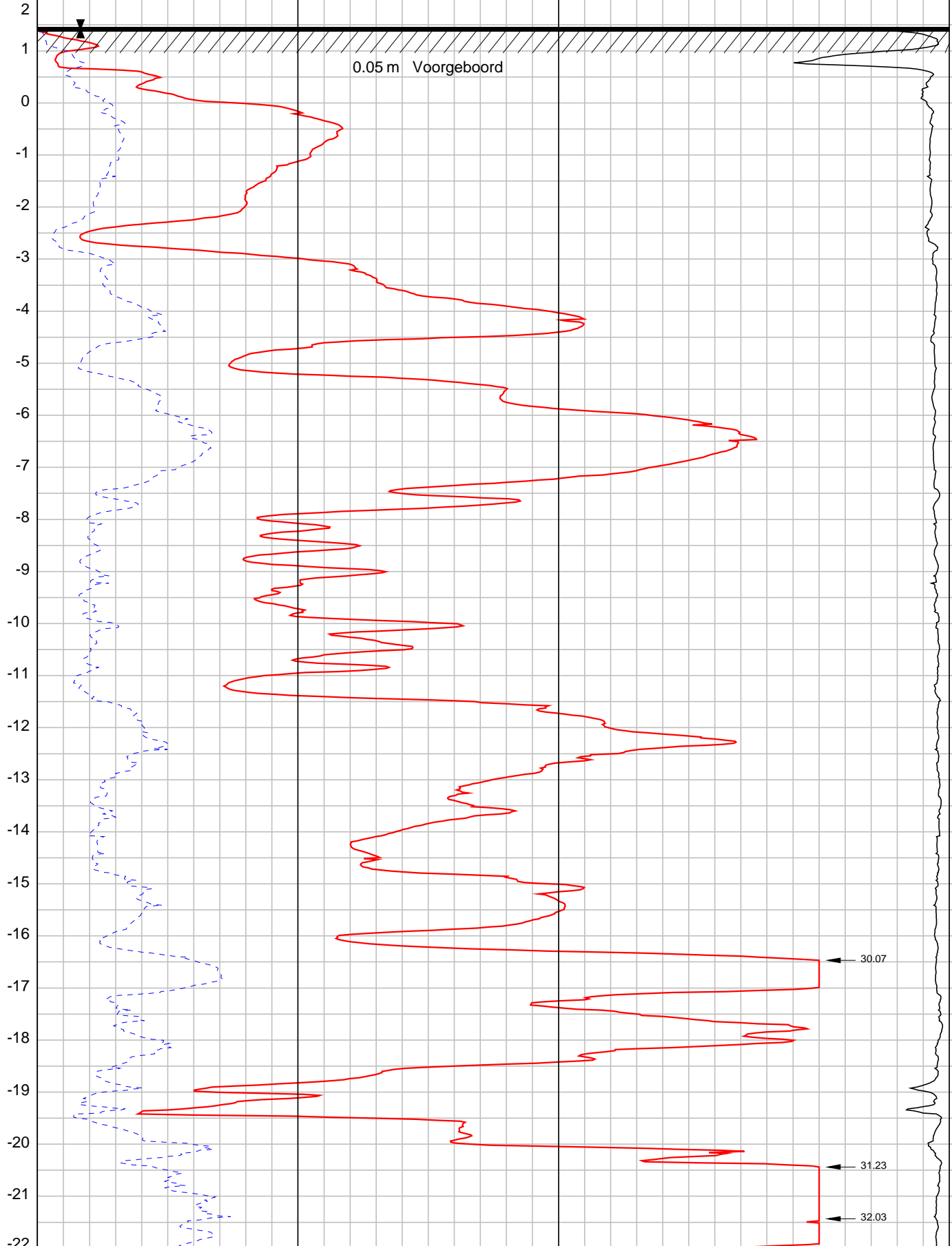
Plaatselijke wrijving (MPa) - - - - ->


Conusweerstand (MPa) - - - - ->

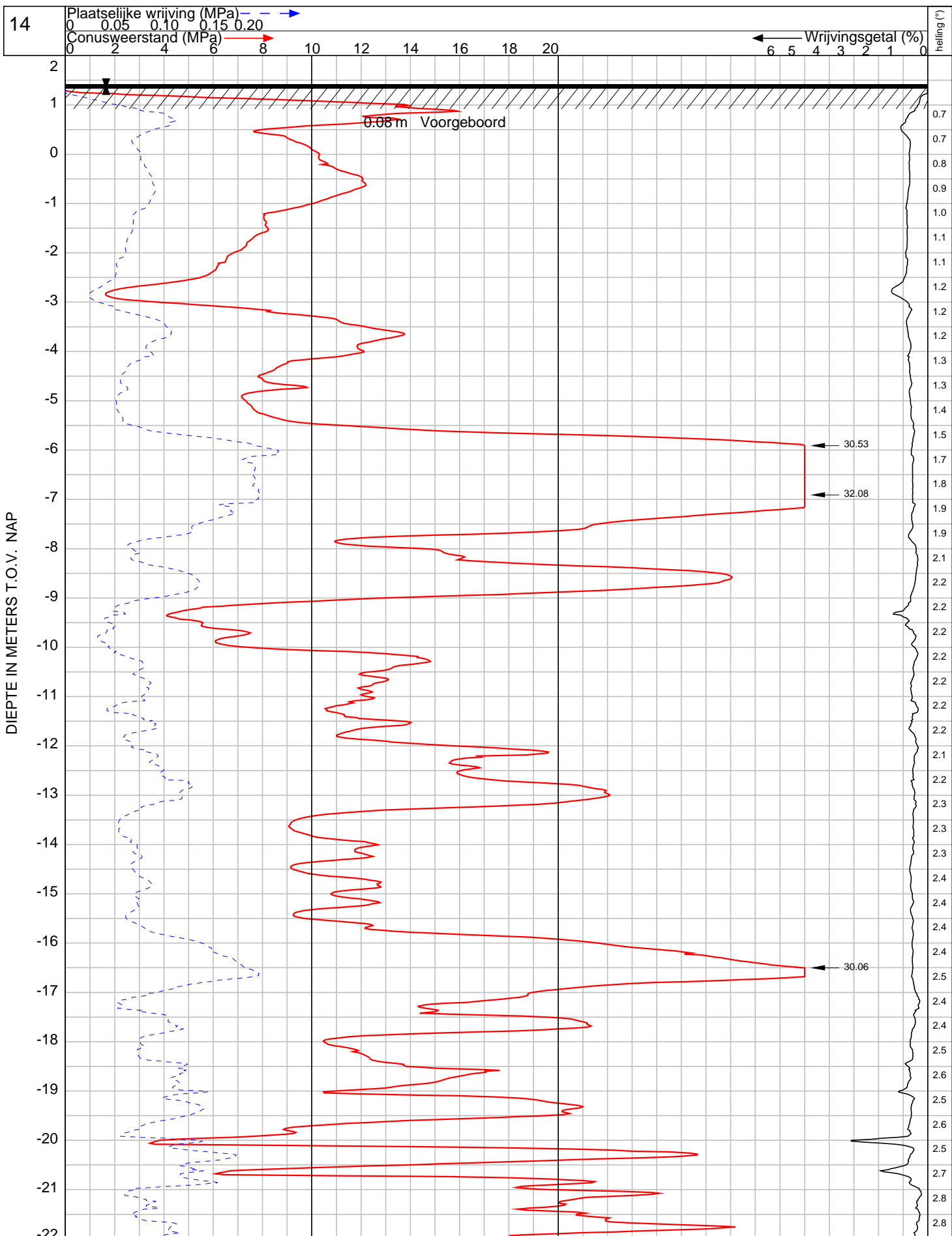
Wrijvingsgetal (%) ←

helling (°)

DIEPTE IN METERS T.O.V. NAP



	Maaiveld : 1.45 m t.o.v. NAP	Conus: I-CFXY-15220523	121301
	Omschrijving : Sonderingen voor nieuw aan te leggen vloer Plaats : Utrecht Uitgevoerd : 27-1-2025		Nr: 8



DIEPTE IN METERS T.O.V. NAP



Maaiveld : 1.41 m t.o.v. NAP Conus: I-CFXY-15200523

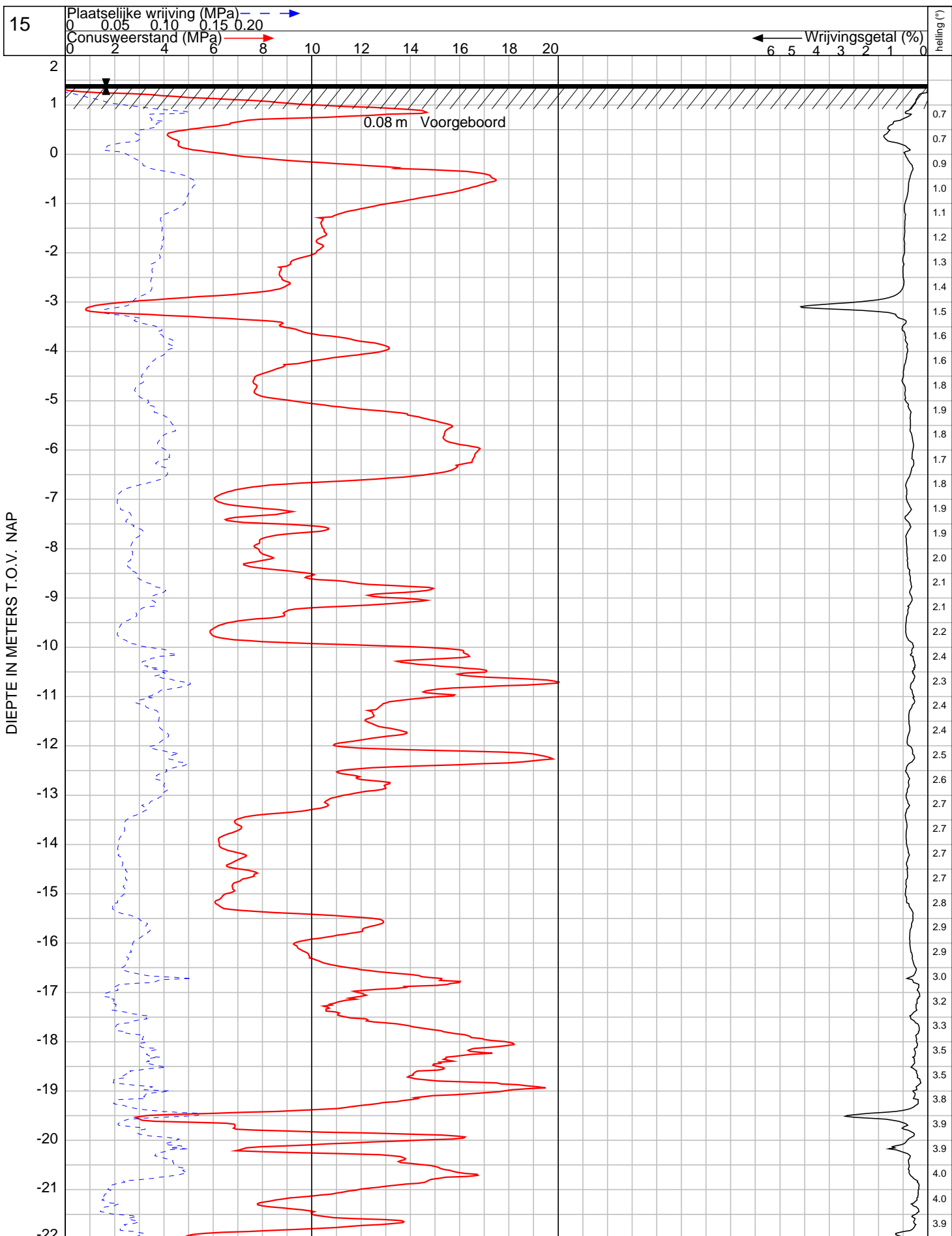
Omschrijving : Sonderingen voor nieuw aan te leggen vloer

Plaats : Utrecht

Uitgevoerd : 16-1-2025

121301

Nr: **14**

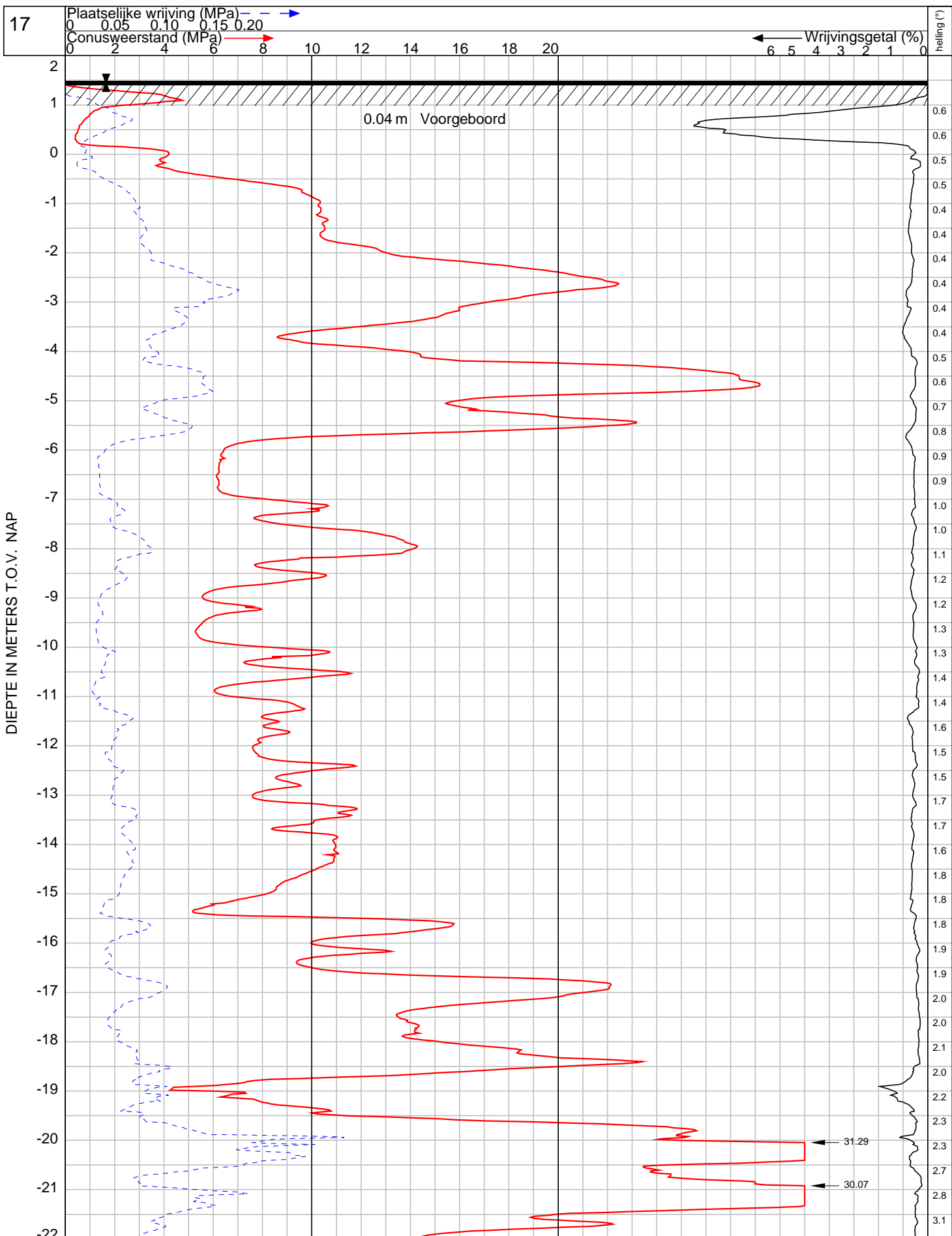



DIEPTE IN METERS T.O.V. NAP

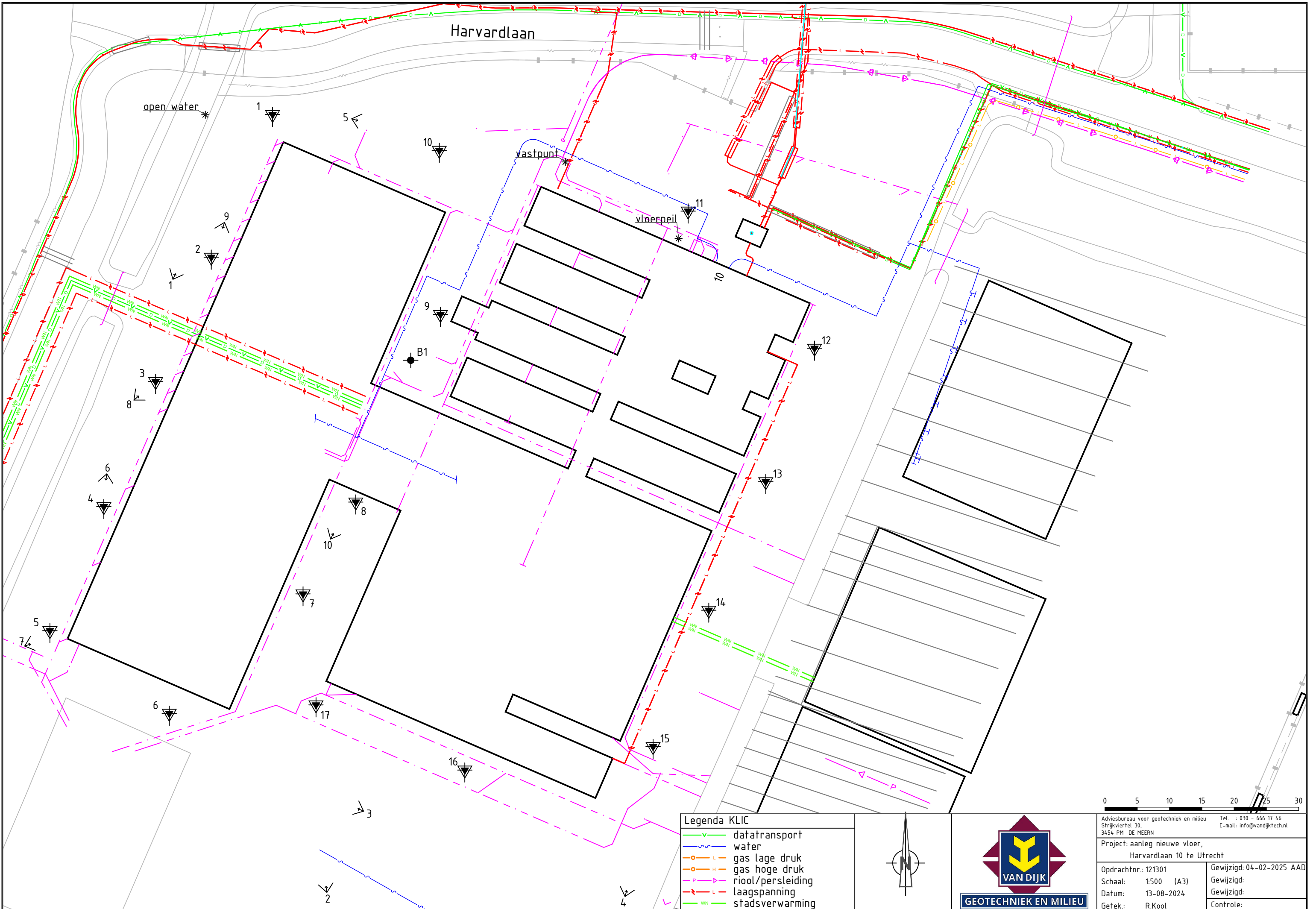


Maaiveld : 1.41 m t.o.v. NAP	Conus: I-CFXY-15200523
Omschrijving : Sonderingen voor nieuw aan te leggen vloer	
Plaats : Utrecht	
Uitgevoerd : 15-1-2025	

121301
Nr: 15



	Maaiveld : 1.47 m t.o.v. NAP	Conus: I-CFXY-15200523	121301
	Omschrijving : Sonderingen voor nieuw aan te leggen vloer Plaats : Utrecht Uitgevoerd : 15-1-2025		Nr: 17



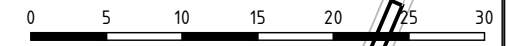
Harvardlaan

open water *

vastpunt *

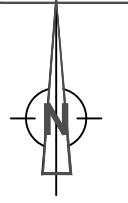
vloerpeil *

B1



Legenda KLIC

- v— datatransport water
- v— water
- o— gas lage druk
- h— gas hoge druk
- p— riool/persleiding
- l— laagspanning
- wn— stadsverwarming



Adviesbureau voor geotechniek en milieu Strijkviertel 30, 3454 PM DE MEERN		Tel. : 030 - 666 17 46 E-mail: info@vandijktechn.nl
Project: aanleg nieuwe vloer, Harvardlaan 10 te Utrecht		
Opdrachtnr.: 121301	Gewijzigd: 04-02-2025 AAD	
Schaal: 1:500 (A3)	Gewijzigd:	
Datum: 13-08-2024	Gewijzigd:	
Getek.: R.Kool	Controle:	