



Funderingsadvies

Project : Florence Nightingalestraat 3 te Haarlem

Opdrachtgever : Gemeente Haarlem

Kenmerk : 250858-F1/AJJ

24 oktober 2025

Opdrachtgever

Gemeente Haarlem
Postbus 3333
2001 DH Haarlem

Datum : : 24 oktober 2025
Project: : Florence Nightingalestraat 3 te Haarlem
Kenmerk : 250858-FI/AJJ

Naam	Functie	Paraaf
A.J. (Arjen) Jonker	Adviseur Geotechniek (Auteur)	AJJ
A.O. (Andres) Aparicio Saez	Adviseur Geotechniek (Controle)	AAO

Telefoon : 072-5064817
E-mail : a.jonker@tjadenadvies.nl

INHOUDSOPGAVE

bladzijde

1	INLEIDING	1
1.1	Het voorliggend rapport	1
1.2	Projectlocatie en omschrijving van het bouwplan	1
1.3	Geotechnische categorie	2
2	GRONDONDERZOEK EN BODEMOPBOUW	3
2.1	Grondonderzoek	3
2.2	Bodemopbouw	3
3	FUNDERINGSWIJZE	4
3.1	Aanlegniveau's en grondverbetering	4
3.2	Rekenmethodiek	4
3.3	Rekenfactoren	4
3.4	Uitgangspunten	4
3.5	Fundering op stelconplaten	5
4	ZETTINGEN	6
4.1	Inleiding	6
4.2	Toelichting op zettingen	6
4.3	Tijd-zettingsverloop	6
4.4	Bepaling grondparameters	6
4.5	Uitgangspunten	7
4.6	Resultaten	7
5	UITVOERINGSWIJZE	8
Bijlage A	Algemene richtlijnen voor de uitvoering van een grondverbetering	A
Bijlage B	Grondonderzoek	B

1 INLEIDING

1.1 Het voorliggend rapport

Ten behoeve van nieuwbouw aan de Nightingalestraat 3 te Haarlem heeft de opdrachtgever ons bureau verzocht grondonderzoek uit te voeren en een funderingsadvies uit te werken. De resultaten worden in het voorliggende rapport gepresenteerd.

In het funderingsadvies worden de volgende onderdelen beschouwd;

- een korte projectomschrijving;
- beschrijving grondonderzoek en globale bodemopbouw;
- funderingswijze en tabel rekenwaarde draagkracht;
- uitvoeringswijze.

1.2 Projectlocatie en omschrijving van het bouwplan

De globale RD - coördinaten van de projectlocatie bedragen X = 105.540 m en Y = 495.220 m. De projectlocatie is aangegeven op de situatietekening in de bijlagen.

Het project betreft tijdelijke woningbouw. Als uitgangspunt is uitgegaan van een fundering op stelconplaten.



figuur 1: Schematische tekening (bron: Gemeente Haarlem)

Voor gegevens omtrent de constructie verwijzen wij u naar de berekeningen en tekeningen van de constructeur.

N.B. Bovenstaande omschrijving vormt de basis voor dit advies. Geadviseerd wordt om de uitgangspunten te verifiëren, alvorens de adviesresultaten in het ontwerp toe te passen. Tjaden Adviesbureau staat niet in voor juistheid van door derde verstrekte informatie en gegevens.

1.3 Geotechnische categorie

Het bouwplan is conform NEN 9997-1 § 2.1 ingedeeld in geotechnische categorie GC-2. Conform NEN 9997-1 § 3.2.3 dienen de sonderingen binnen de omtrek van het bouwplan, met een onderlinge afstand van niet meer dan 15 m à 25 m, gemaakt te zijn.

2 GRONDONDERZOEK EN BODEMOPBOUW

2.1 Grondonderzoek

Door ons bureau is grondonderzoek uitgevoerd dat heeft bestaan uit 5 sonderingen tot een maximale diepte van ca. NAP -25 m. Het maaiveldniveau ter plaatse van de onderzoekslocaties is aangetroffen op ca. NAP +0,5 m. Een situatietekening met daarop de onderzoekslocaties en de sondeergrafieken zijn opgenomen in de bijlagen.

N.B. De inmeet- en waterpasresultaten zijn bedoeld om de bodemopbouw qua diepte met elkaar en met het NAP te vergelijken. De hoogtemetingen zijn niet geschikt en niet bedoeld om als basis voor het bouwplan of anderszins gebruikt te worden.

De sonderingen zijn met een elektrische kleefmantelconus uitgevoerd en voldoen aan NEN-EN-ISO 22476-1, klasse 3. Met een hellingmeter is de afwijking van de verticaal gemeten. Bij de sonderingen is tevens de plaatselijke wrijving gemeten. De plaatselijke wrijving en het wrijvingsgetal worden op de betreffende sondeergrafieken weergegeven. Het wrijvingsgetal is het quotiënt van de plaatselijke wrijving en de conusweerstand. Voor de bodem beneden de grondwaterstand geeft het wrijvingsgetal een indicatie van de grondsoorten.

tabel 1: Indicatie van de grondsoorten op basis van de conusweerstand en het wrijvingsgetal

grondsoort	conusweerstand (MPa)		wrijvingsgetal (%)			
grind en grof zand	>	10	0,2	-	0,6	
fijn zand	>	5	0,6	-	1,4	
zand, silthoudend	>	4	0,8	-	1,4	
zand, kleihoudend	>	2	1,0	-	2,0	
klei	0	-	5	2,0	-	7,0
veen	0	-	5	5,0	-	12,0

2.2 Bodemopbouw

Aan de hand van de sonderingen wordt de bodemopbouw als volgt geïnterpreteerd, uitgaande van ondergenoemde partiële factoren, conform NEN 9997-1 tabel A.4a.

tabel 2: Geïnterpreteerd bodemprofiel

Grondlaag	Diepte bovenzijde laag [m t.o.v. NAP]	$\gamma / \gamma_{\text{sat}}$ [kN/m ³]	c' [-]	φ' [°]
ZAND top laag	ca. +0,5	18 / 20	0	30,0
ZAND vast gepakt	ca. -0,5	19 / 21	0	32,5
VEEN	ca. -3,0	12 / 12	5	15,0
ZAND matig vast tot vast gepakt	ca. -4,0	18 / 20	0	30,0

Toelichting bij de tabel:

γ en γ_{sat} = volumiek gewicht; γ_{sat} = verzadigd;

c' = effectieve cohesie;

φ' = effectieve hoek van inwendige wrijving;

3 FUNDERINGSWIJZE

3.1 Aanlegniveau en grondverbetering

Gezien de aangetroffen grondslag behoort een fundering op staal tot de mogelijkheden. Er is uitgegaan van een fundering op stelconplaten voor de tijdelijke huisvesting. Voor het aanlegniveau van de stelconplaten is uitgegaan van ca. NAP +0,2 m.

Onder het aanlegniveau is direct een draagkrachtige zandlaag aanwezig. Het ontgravingsniveau dient met een lichte trilplaat in meerdere gangen te worden afgetrild en verdicht.

3.2 Rekenmethodiek

Aan de hand van de evenwichtstheorie van Prandtl (zie NEN 9997-1 § 6.5.2), welke uitgaat van het tot ontwikkeling komen van logaritmisch spiraalvormige glijvlakken kan de rekenwaarde van de draagkracht van een funderingselement worden berekend. De draagkracht hangt sterk af van de breedte en de lengte/breedte verhouding van het funderingselement.

3.3 Rekenfactoren

De rekenwaarde-grondeigenschappen worden bepaald met behulp van de volgende partiële materiaalfactoren;

- Eigen gewicht van de grond $\gamma_Y = 1,1$
- Tangens van de effectieve hoek van inwendige wrijving $\gamma_{\varphi'} = 1,15$
- Effectieve cohesie $\gamma_{c'} = 1,6$

De toegepaste constructie dient te voldoen aan de volgende voorwaarden;

- uiterste grenstoestand (UGT): bij deze toetsing dient de rekenwaarde van de belasting (q_d of V_d) kleiner te zijn dan de rekenwaarde van de draagkracht ($\sigma'_{\max;d} * b'$ of R_d);
- bruikbaarheidstoestand (BGT): getoetst wordt of de berekende zakkings van de bovenzijde van de fundering toelaatbaar zijn.

3.4 Uitgangspunten

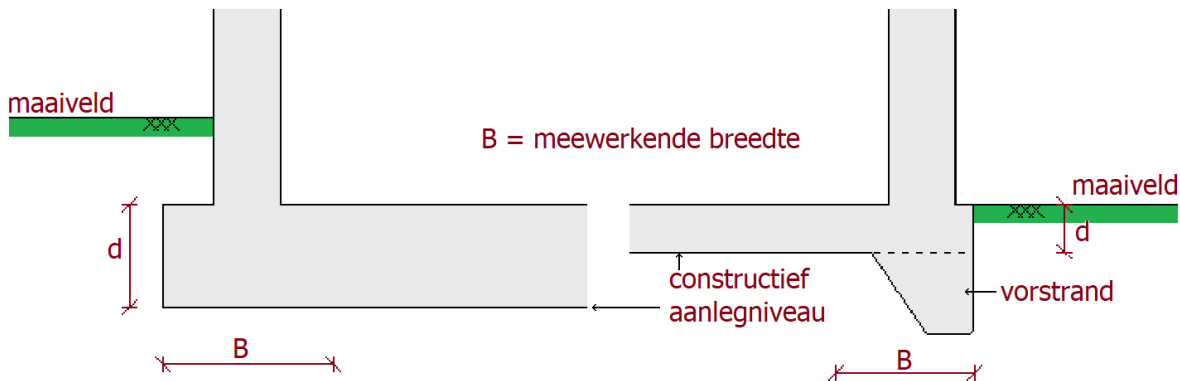
Voor het uitwerken van het funderingsadvies zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd;

- het ontwerp voorziet in een fundering door middel van stelconplaten;
- het aanlegniveau van de stelconplaten bedraagt ca. NAP +0,2 m;
- de dikte van de stelconplaten bedraagt 0,2 m;
- in de berekening is uitgegaan met een grondwaterstand van ca. NAP -1,0 m;
- er is uitgegaan van een rekenwaarde van de belasting van ca. 50 kN/m²;
- er is uitgegaan van een horizontaal maaiveld, alsmede van verticaal en centrisch aangrijpende belastingen.

De funderingsafmetingen dienen zodanig te worden gekozen, dat de rekenwaarde voor de funderingsbelasting (q_d of V_d) kleiner of gelijk is aan de rekenwaarde voor de draagkracht ($\sigma'_{\max;d} * b'$ of R_d).

3.5 Fundering op stelconplaten

De fundering zal bestaan uit op staal gefundeerde stelconplaten. Uitgegaan is van verticaal en centrisch aangrijpende belastingen.



figuur 2: Meetende dekking (d) naast de vloer zonder vorstrand (links) en met vorstrand (rechts)

In onderstaande tabel zijn de rekenwaarden gegeven als functie van de platafmeting en de maatgevende minimale dekking (d) naast de fundering.

tabel 3: Rekenwaarde draagkracht poeren

aanlegniveau NAP +0,2 m

Poerafmeting L x B [m]	Rekenwaarde draagkracht		
	[R _d in kN]		
	dekking = 0,0 m	dekking = 0,1 m	dekking = 0,2 m
2,0 x 2,0	130	160	195

De toegepaste constructie voldoet aan de uiterste grenstoestand (UGT).

Met behulp van de geprognostiseerde zettingen en de bijbehorende belastingen zijn waarden voor de beddingsconstante (k) te bepalen. Deze kunnen worden gebruikt voor het uitvoeren van elastische berekeningen en het dimensioneren van de fundering. Voor de beddingsconstante kan worden aangehouden:

$$k = 3.000 \text{ à } 5.000 \text{ kN/m}^3$$

4 ZETTINGEN

4.1 Inleiding

Als gevolg van het aanbrengen van de tijdelijke belasting (huisvesting) worden zettingen opgewekt. In dit hoofdstuk zijn de verwachte globale zettingen bepaald, alsmede het tijd-zettingsverloop.

De verwachte zettingen zijn berekend met het programma D-Settlement, methode NEN Koppejan / Terzaghi.

4.2 Toelichting op zettingen

Het aanbrengen van een bovenbelasting zorgt voor een toename van de korrelspanning in de aanwezige grondlagen, met een tijdsafhankelijk zettingsproces tot gevolg. In eerste instantie is sprake van het uitdrijven van water (consolidatie gedurende de hydrodynamische periode), vervolgens treedt kruip op (secundaire zakking).

4.3 Tijd-zettingsverloop

Door toename van de korrelspanning ontstaat een wateroverspanning in de aanwezige samendrukbare (slappe) lagen. Door het potentiaalverschil ontstaat een grondwaterstroming, waardoor de wateroverspanning geleidelijk afneemt en de korrelspanning juist toeneemt wat zettingen tot gevolg heeft.

De tijdsduur van dit proces is de hydrodynamische periode. De lengte van de hydrodynamische periode bepaald de grootte van de restzettingen na ingebruikname. In geval van een dik pakket slappe lagen zal de hydrodynamische periode lang zijn, waardoor primaire zettingen over een lange periode op zullen treden. De hydrodynamische periode kan worden verkort door toepassing van verticale drainage, waardoor wateroverspanningen sneller kunnen afstromen.

Bij de analyse is rekening gehouden met het onder water zakken van de grondlagen, waardoor het effectief gewicht van de ophoging vermindert. De berekeningen geven het verloop van de zetting in de tijd en de eindzettingen (opgetreden zetting in een periode van ca. 30 jaar). De onnauwkeurigheid van de berekende zettingen bedraagt circa + en - 30%.

4.4 Bepaling grondparameters

De stijfheidseigenschappen van de bodem zijn opgenomen in onderstaande tabel en zijn bepaald aan de hand van een interpretatie van het grondonderzoek, tabel 2.b van de NEN9997-1 en op basis van ervaring met vergelijkbare projecten.

tabel 4: Karakteristieke waarden stijfheidsparameters.

Grondlaag		Diepte bovenzijde laag [m t.o.v. NAP]	$\gamma / \gamma_{\text{sat}}$ [kN/m ³]	c_v [m ² /s]	C_p [-]	$C_{p'}$ [-]	C_s [-]	$C_{s'}$ [-]
ZAND	toplaag	ca. +0,5	19 / 21	drained	2.000	500	∞	∞
VEEN		ca. -3,0	12 / 12	7×10^{-07}	40	10	160	40
ZAND	Matig tot vast gepakt	ca. -4,0	18 / 20	drained	2.000	500	∞	∞

Toelichting bij tabel 4:

γ_{sat} = volumiek gewicht; s_{sat} = verzadigd

C_p = primaire samendrukkingscoëfficiënt voor de grensspanning [-]

C_p' = primaire samendrukkingscoëfficiënt na de grensspanning [-]

C_s = secundaire samendrukkingscoëfficiënt voor de grensspanning [-]

C_s' = secundaire samendrukkingscoëfficiënt na de grensspanning [-]

c_v = verticale consolidatie coëfficiënt [m^2/s]

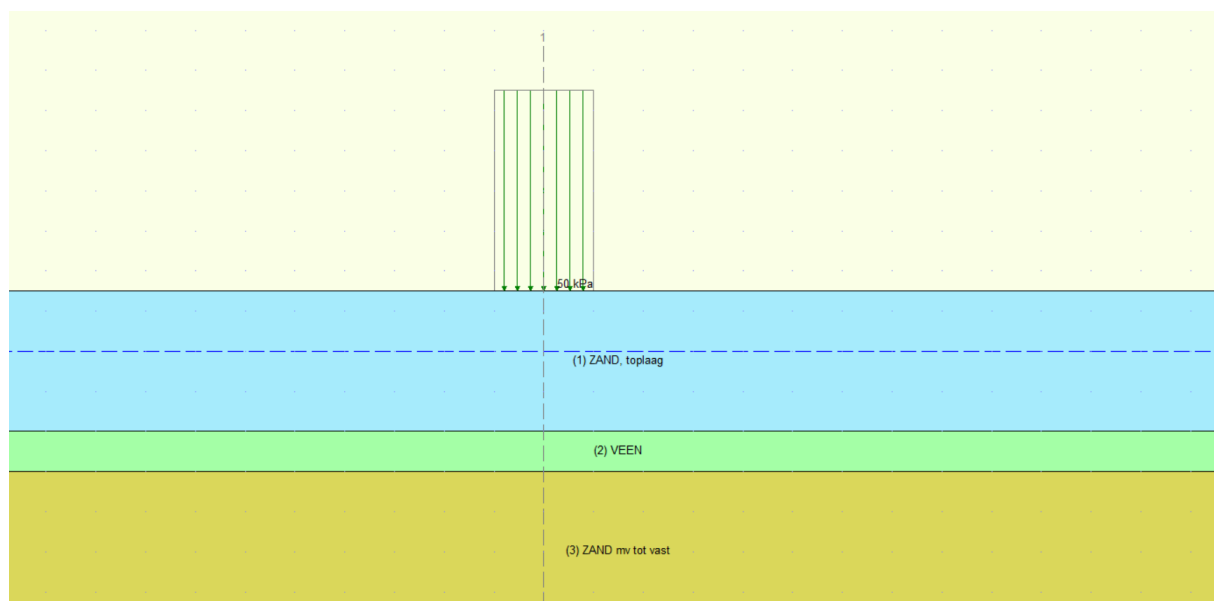
4.5 Uitgangspunten

Voor het uitvoeren van de zettingsanalyse zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- het maaiveld is gelegen op ca. NAP +0,4 m;
- de zettingen zijn berekend na 3 jaar (ca. 1.000 dagen);
- voor de freatische grondwaterstand is uitgegaan van NAP -1,0 m;
- een bovenbelasting van 50 kN/m^2 ;
- in de berekeningen is voor alle grondlagen uitgegaan dat de grensspanning (POP) 10 kN/m^2 boven de heersende korrelspanning ligt.

4.6 Resultaten

De zetting na 1.000 dagen (ca. 3 jaar) is bepaald voor een bovenbelasting van 50 kN/m^2 .



figuur 3: Geometrie invoer DSettlement.

Na 1000 dagen is, als gevolg van een bovenbelasting van ca. 50 kPa , een zetting opgetreden van ca. $0,035 \text{ m}$. De eindzetting (na 30 jaar) bedraagt $0,038 \text{ m}$.

5 UITVOERINGSWIJZE

Eventueel op het aanlegniveau van de fundering aanwezige klei- en veenlagen dienen door dieper te ontgraven te worden verwijderd. Het ontgravingsniveau dient met een lichte trilplaat in meerdere gangen te worden afgetrild en verdicht. Hierna dient een grondverbetering aangebracht te worden.

Een grondverbetering kan worden omschreven als het verwijderen van de humeus houdende en/of losgepakte zandlagen, en het vervangen hiervan door schoon en goed verdicht zand. Het aanvullen van een grondverbetering dient te geschieden in dunne lagen, welke met behulp van bijvoorbeeld een trilslede verdicht worden. De gewenste laagdikte hangt af van de toe te passen trilapparatuur.

Een goede indruk van de omvang van de gewenste grondverbetering kan worden verkregen met behulp van handsonderingen. De ontgraving dient te reiken tot het niveau waarop een conusweerstand groter dan ca. 4 MPa (MN/m²) wordt gevonden, of, indien het materiaal verdichtbaar is, enkele decimeters boven dit niveau. Nadat is ontgraven tot het gewenste niveau, dient dit met een trilslede in meerdere gangen te worden afgetrild, waarna de grondverbetering kan worden opgebouwd tot het aanlegniveau van de funderingsconstructie. De laagdikte hangt af van de toe te passen trilapparatuur.

Vermoedelijk kan een deel van de eventueel grond weer gebruikt worden om de grondverbetering mee op te bouwen. Het materiaal dient hiertoe aan de volgende eisen te voldoen:

- minder dan 10% deeltjes kleiner dan 63 µm;
- minder dan 4% gloeiverlies (organische deeltjes).

De kwaliteit van de grondverbetering kan achteraf eenvoudig worden gecontroleerd met behulp van handsonderingen.

Voor de uitvoering van een grondverbetering zal de grondwaterstand zich tenminste 0,50 m onder het te verdichten oppervlak moeten bevinden.

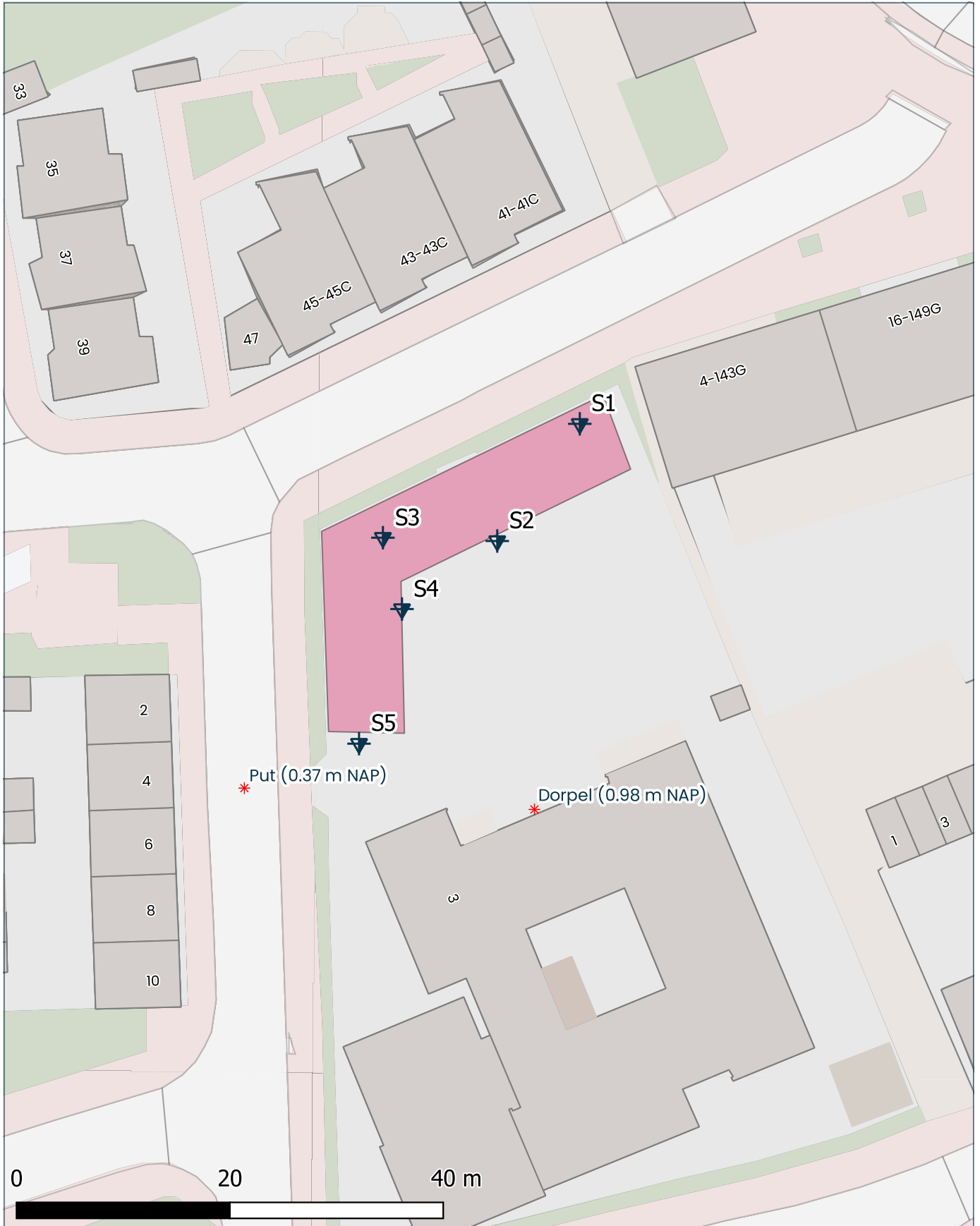
Voor een meer uitgebreide en gedetailleerde beschrijving van het voorafgaande verwijzen wij naar de ingesloten bijlage A "Algemene richtlijnen bij de uitvoering van een grondverbetering".

Bijlage A *Algemene richtlijnen voor de uitvoering van een grondverbetering*

Met betrekking tot het uitvoeren van de grondverbetering kan het navolgende worden opgemerkt:

- Het toe te passen materiaal is schoon zand, dat niet meer dan 10% slib (deeltjes kleiner dan 0,060 mm) mag bevatten. Dit zand moet laagsgewijs mechanisch worden verdicht. De laagdikte mag niet te groot zijn, afhankelijk van de wijze van verdichten:
 - trilsleden met een slagkracht van 5 à 10 kN, laagdikte ca. 0,3 m.
 - trilsleden en trilwalsen met een slagkracht van 10 à 20 kN, laagdikte tot 0,7 m.
 - bulldozers, loaders, scrapers, bandenwalsen, laagdikte tot 0,2 m.
- Verdichting in 3 à 4 elkaar overlappende gangen, bij een voortgang van 3 à 4 km/uur. Te beginnen op de bodem van de ontgraving, indien deze uit zand bestaat en mogelijk door het ontgraven is geroerd of reeds van nature los gepakt was. Bij grondverbetering van kleine afmetingen wordt het gebruik van mechanische stampers aanbevolen.
- De grondwaterstand mag niet hoger zijn dan 0,5 m onder het te verdichten oppervlak. Bij toepassing van de zwaardere trilapparatuur kan het nodig zijn dat de grondwaterstand nog dieper moet liggen. Zo nodig zal een bronbemaling moeten worden geïnstalleerd.
- Tenzij anders vermeld in het advies, zal de aanlegbreedte van de grondverbetering zo groot moeten zijn, dat de funderingsdruk binnen de grondverbetering onder een hoek van 45° kan spreiden.
- Het verdient de voorkeur door middel van proberen in situ de gunstigste vochtigheidstoestand van het zand vast te stellen. Meestal is een vochtpercentage van 7-12 gewichtsprocenten het gunstigst. (Optimum van de proctorproef geeft in de regel een nuttige aanwijzing).
- Bij voorkeur zal een grondverbetering tot een iets hoger peil (ca. 0,1 m) moeten worden uitgevoerd dan het aanlegniveau van de fundering, waarna de overhoogte voorzichtig weer wordt verwijderd. Bij gebruik van zware trilapparatuur kan het nodig zijn om de bovenste 0,1 m met een lichte trilslede na te verdichten.
- De kwaliteit van de grondverbetering dient gelijkmatig te zijn. Dit kan worden gecontroleerd aan de hand van (hand)sonderingen.
- Indien men de grondverbetering dient uit te voeren tot het niveau waar een conusweerstand ca. 4 MN/m² (10 cm² conus) wordt aangetroffen zal het zand op een diepte van 0,3 m een conusweerstand van ten minste ca. 6,1 MN/m² met het handsondeerapparaat (conusoppervlak van 1,0 cm²) moeten opleveren (Conform C.R.O.W. publ. 22) en tot deze diepte gelijkmatig moeten toenemen. Men heeft dan een verdichting bereikt van ca. 96% van de maximale proctor dichtheid hetgeen overeenkomt met een hoek van inwendige wrijving van ca. 32,5°. Indien ontgraven wordt tot conusweerstand van ca. 6 MN/m² (10 cm² conus) dient het handsondeerapparaat ten minste een conusweerstand van ca. 9,2 MN/m² op een diepte van ca. 0,3 m te registreren (Conform C.R.O.W. publ. 22). Men heeft dan een verdichting bereikt van ca. 97,5% van de maximale proctor dichtheid hetgeen overeenkomt met een hoek van inwendige wrijving van ca. 35°.


Bijlage B *Grondonderzoek*



 Sonderingen
  Meetpunten

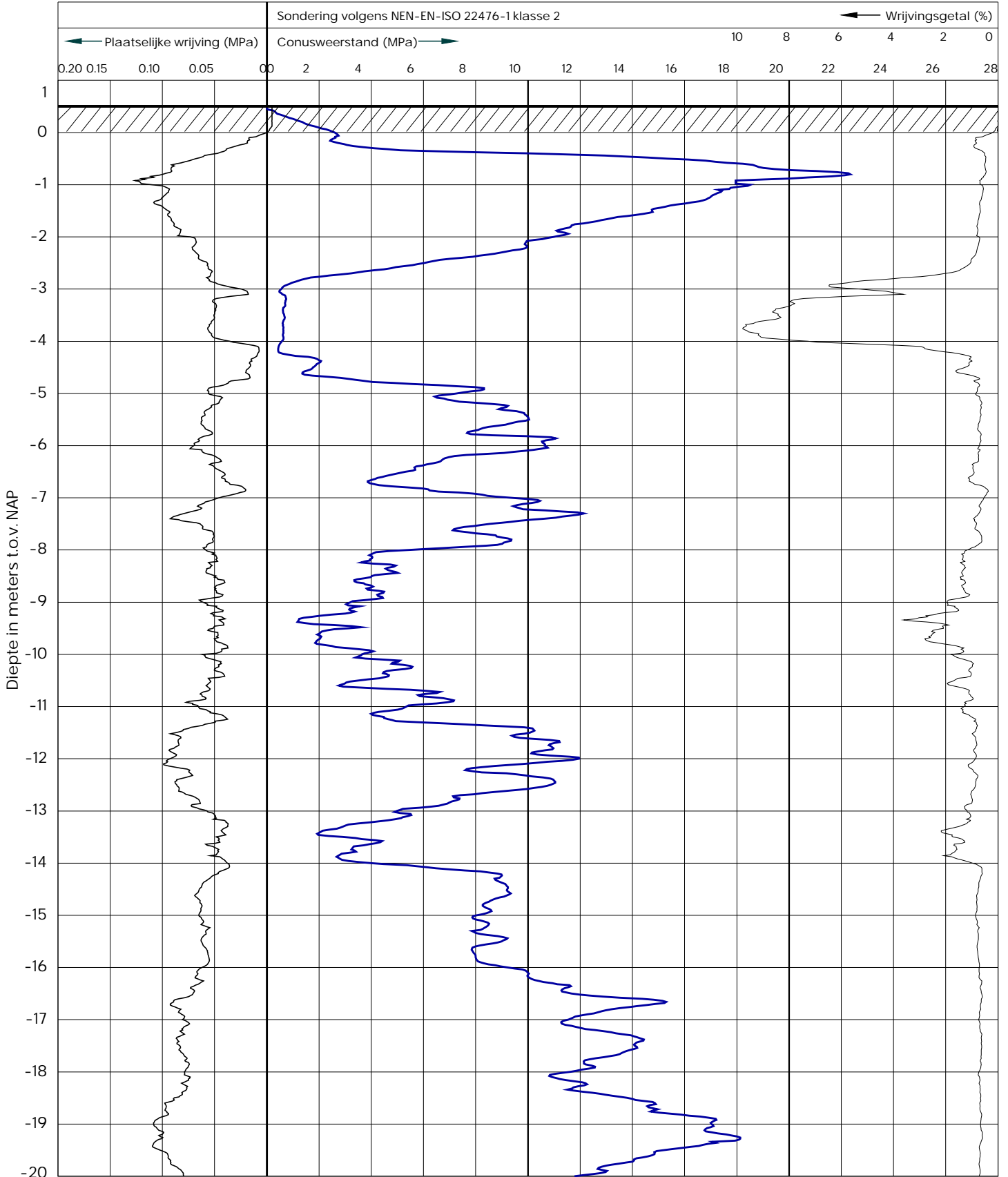
Tekening overgenomen van derden
 De genoemde inmeet- en waterpasresultaten zijn alleen van toepassing op het bodemonderzoek
 en kunnen niet dienen als basis voor de realisatie van het bouwproject en/of andere doeleinden



 Tjaden <small>ADVIESBUREAU VOOR GRONDMECHANICA</small>	Situatie	Formaat : A4	Schaal : 1:500
	F Nightingalestraat 3	Get. : DF	Projectnr: 250858
	Haarlem	Gew. : 01	Datum : 23/10/2025

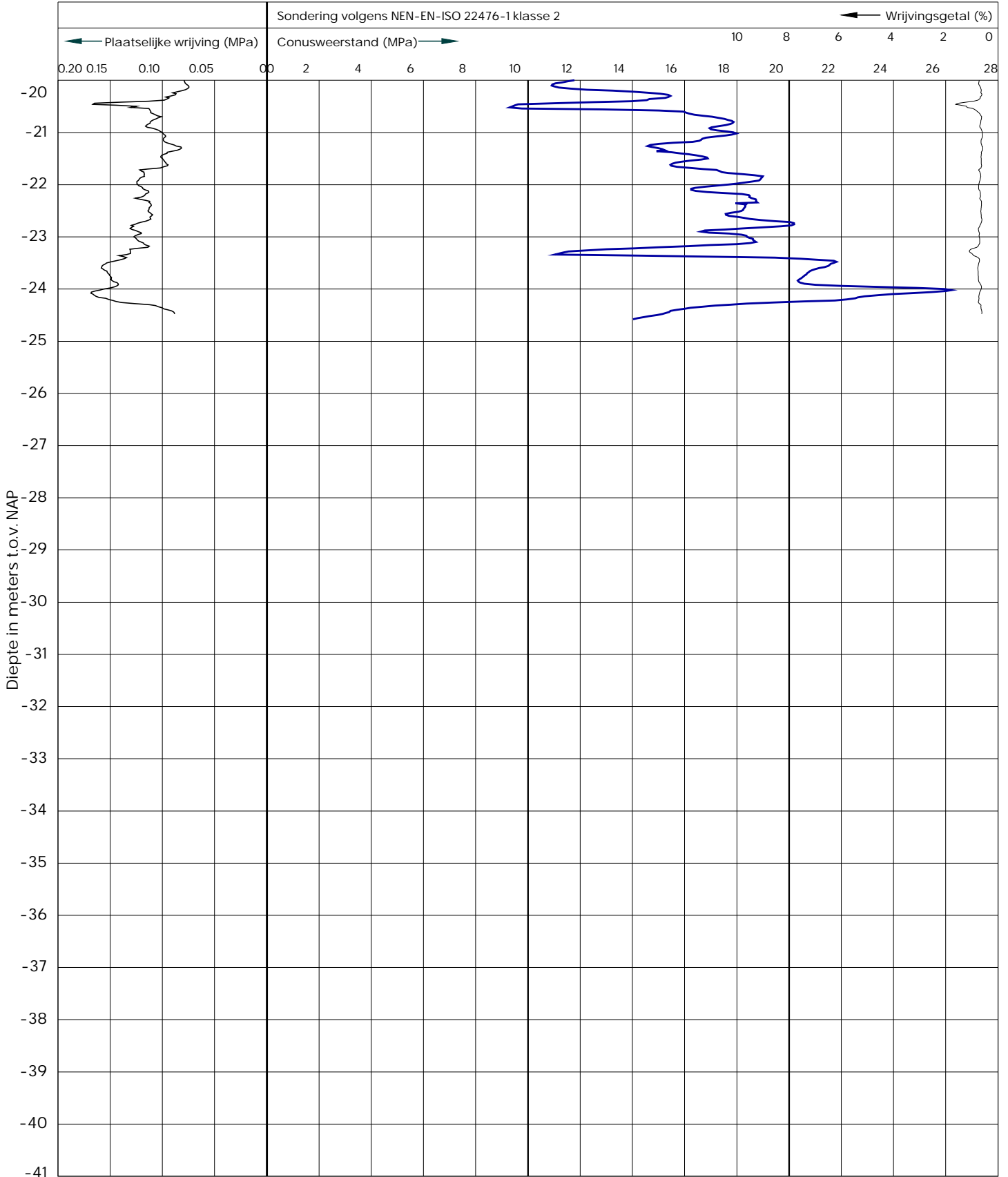
Locatie : Florence Nightingalestraat 3
 Plaats : Haarlem
 Werknummer : 250858
 Datum : 22-10-2025
 Opmerking :

Sonderingnr. : 1
 Conustype : I-CFY-15
 RD-coördinaten : X: 105544.55 Y: 485221.44
 Maaiveld : 0.52 m. t.o.v. NAP



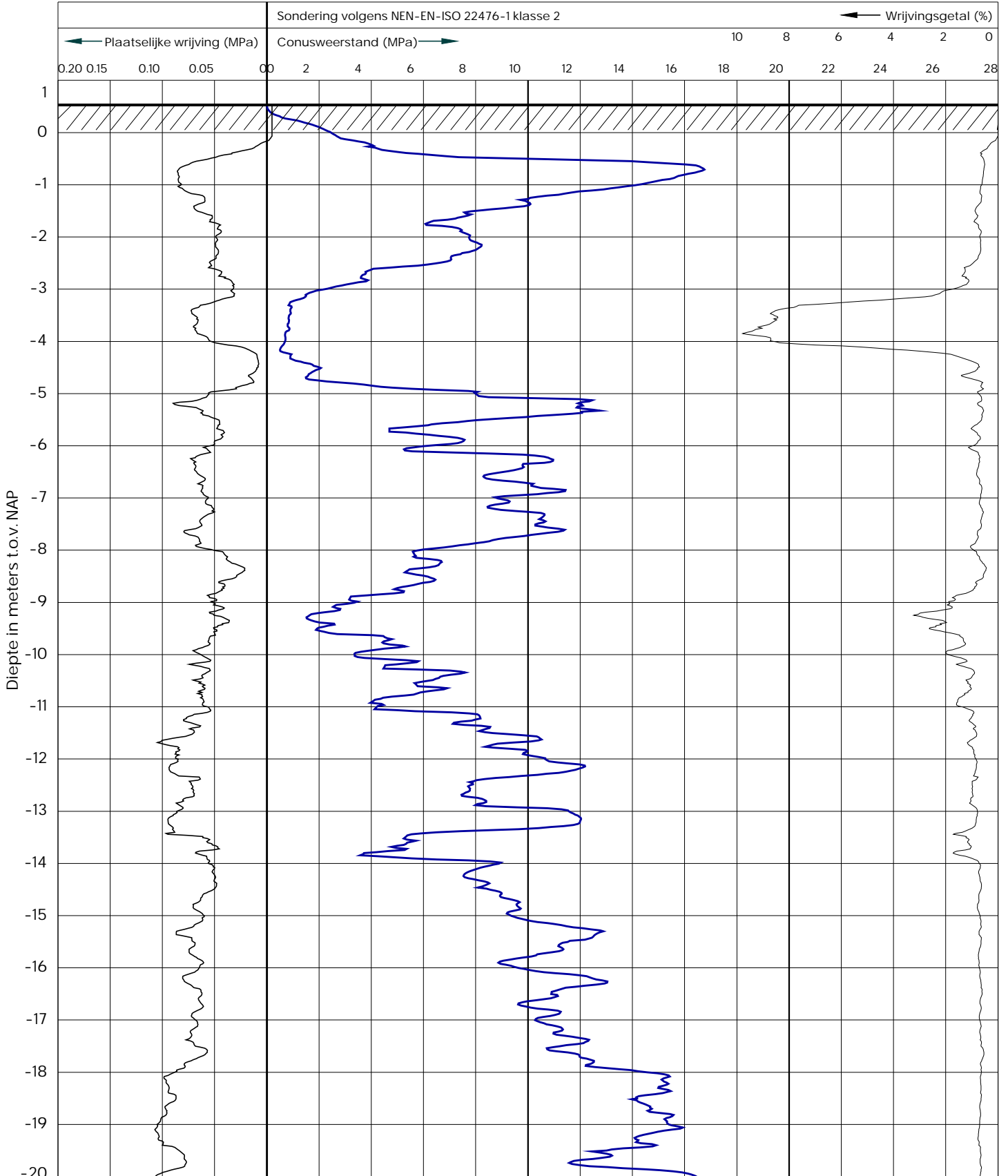
Locatie : Florence Nightingalestraat 3
 Plaats : Haarlem
 Werknummer : 250858
 Datum : 22-10-2025
 Opmerking :

Sonderingnr. : 1
 Conustype : I-CFY-15
 RD-coördinaten : X: 105544.55 Y: 485221.44
 Maaiveld : 0.52 m. t.o.v. NAP



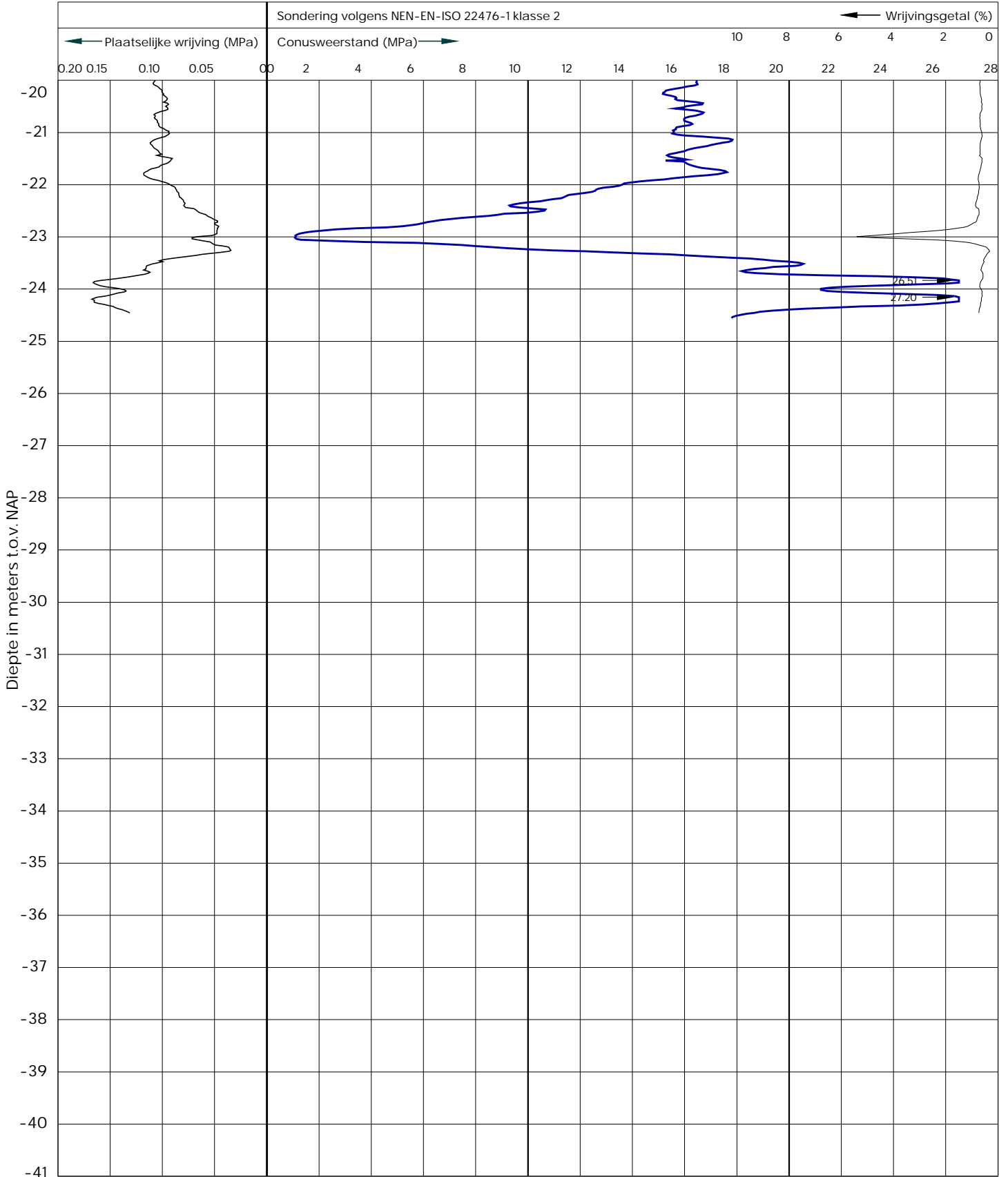
Locatie : Florence Nightingalestraat 3
 Plaats : Haarlem
 Werknummer : 250858
 Datum : 22-10-2025
 Opmerking :

Sonderingnr. : 2
 Conustype : I-CFY-15
 RD-coördinaten : X: 105536.81 Y: 485210.45
 Maaiveld : 0.55 m. t.o.v. NAP



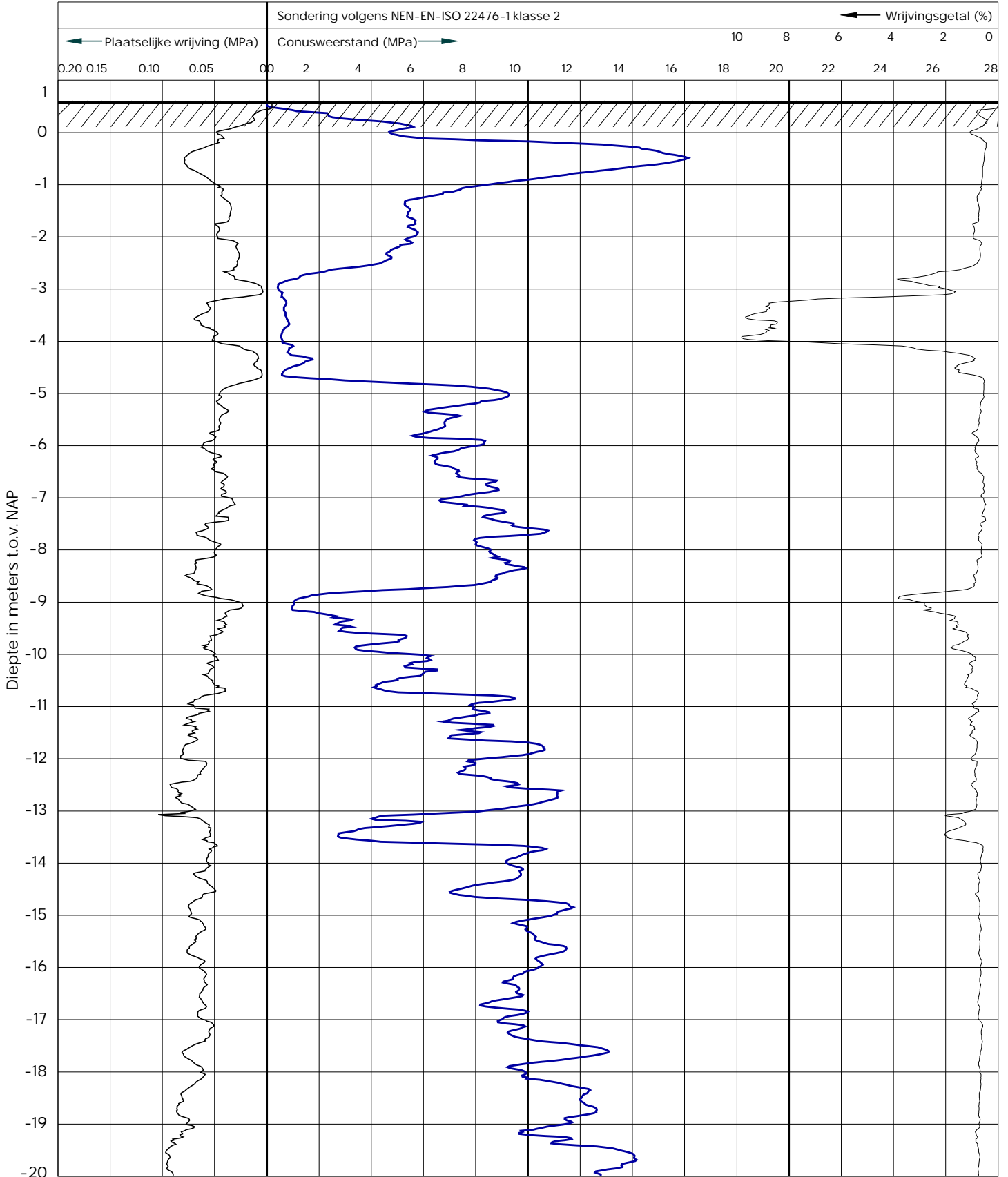
Locatie : Florence Nightingalestraat 3
 Plaats : Haarlem
 Werknummer : 250858
 Datum : 22-10-2025
 Opmerking :

Sonderingnr. : 2
 Conustype : I-CFY-15
 RD-coördinaten : X: 105536.81 Y: 485210.45
 Maaiveld : 0.55 m. t.o.v. NAP



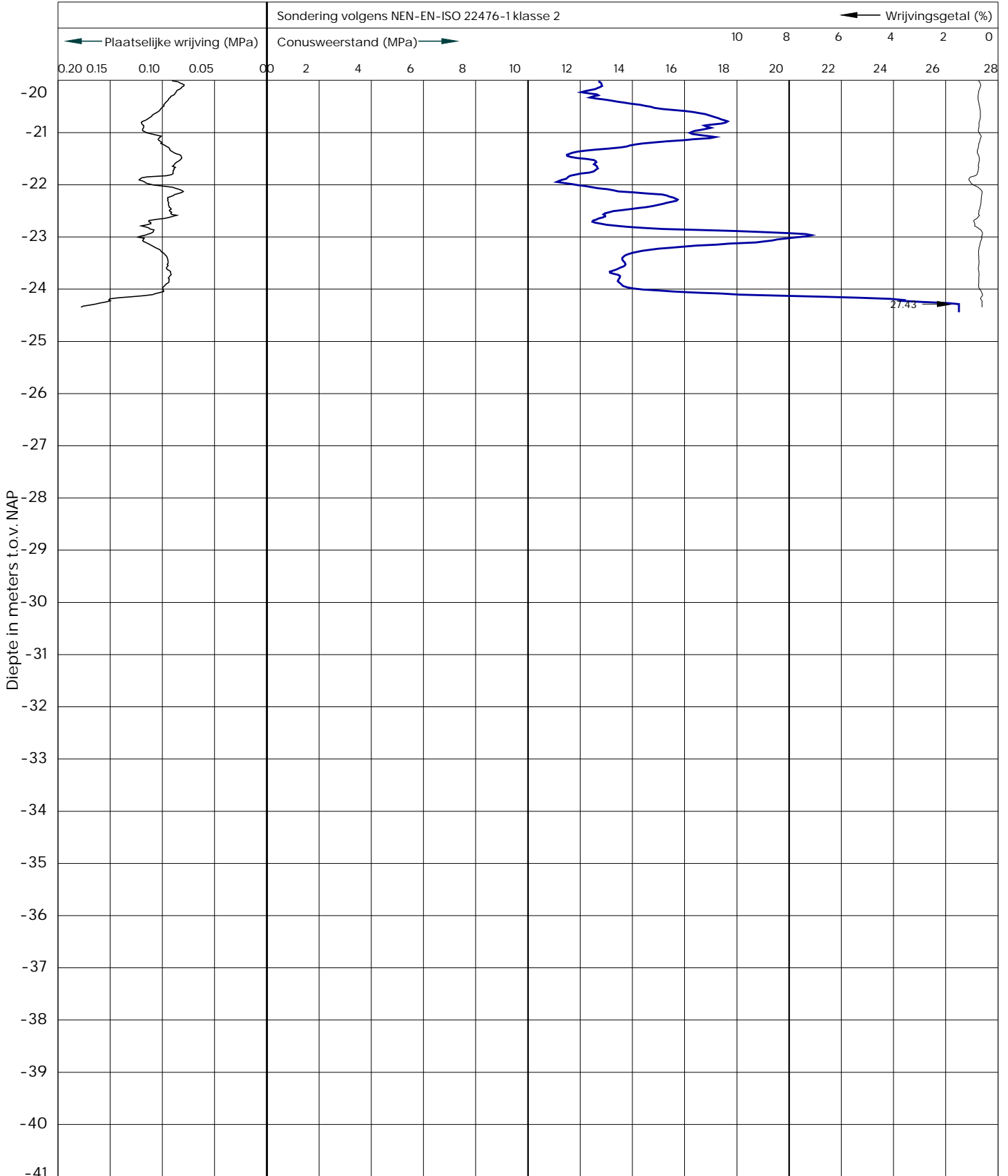
Locatie : Florence Nightingalestraat 3
 Plaats : Haarlem
 Werknummer : 250858
 Datum : 22-10-2025
 Opmerking :

Sonderingnr. : 3
 Conustype : I-CFY-15
 RD-coördinaten : X: 105526.09 Y: 485210.76
 Maaiveld : 0.61 m. t.o.v. NAP



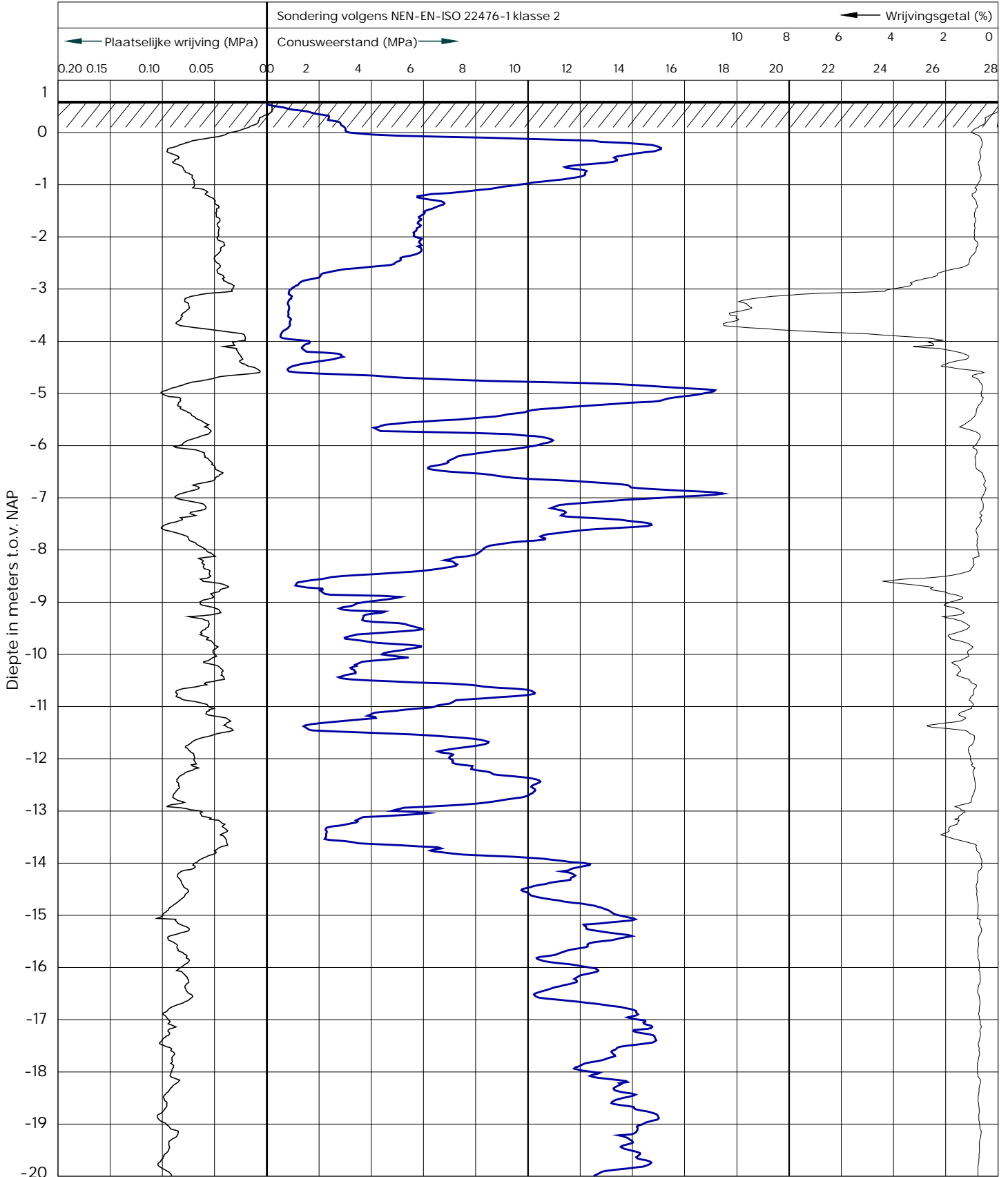
Locatie : Florence Nightingalestraat 3
 Plaats : Haarlem
 Werknummer : 250858
 Datum : 22-10-2025
 Opmerking :

Sonderingnr. : 3
 Conustype : I-CFY-15
 RD-coördinaten : X: 105526.09 Y: 485210.76
 Maaiveld : 0.61 m. t.o.v. NAP



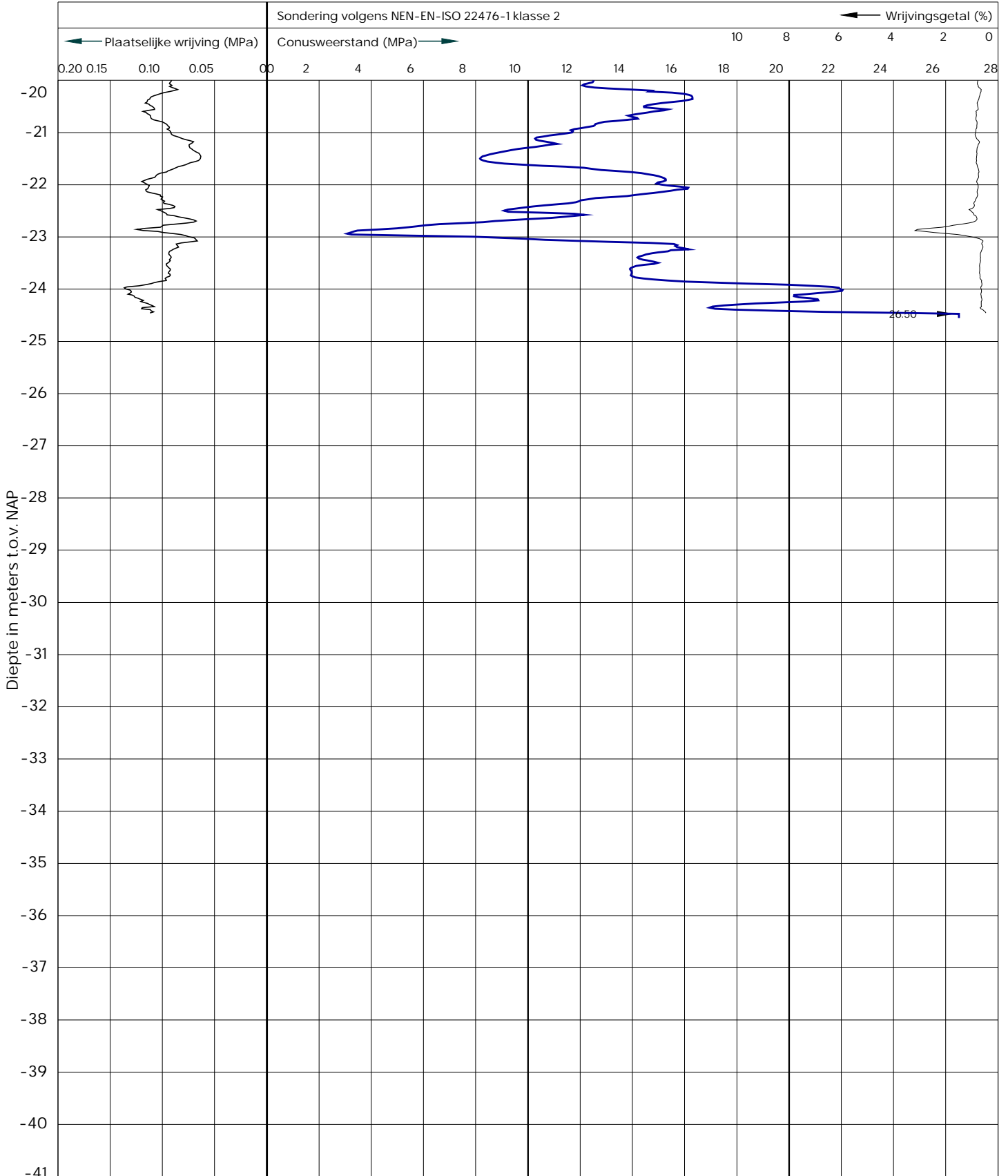
Locatie : Florence Nightingalestraat 3
 Plaats : Haarlem
 Werknummer : 250858
 Datum : 22-10-2025
 Opmerking :

Sonderingnr. : 4
 Conustype : I-CFY-15
 RD-coördinaten : X: 105527.88 Y: 485204.07
 Maaiveld : 0.6 m. t.o.v. NAP



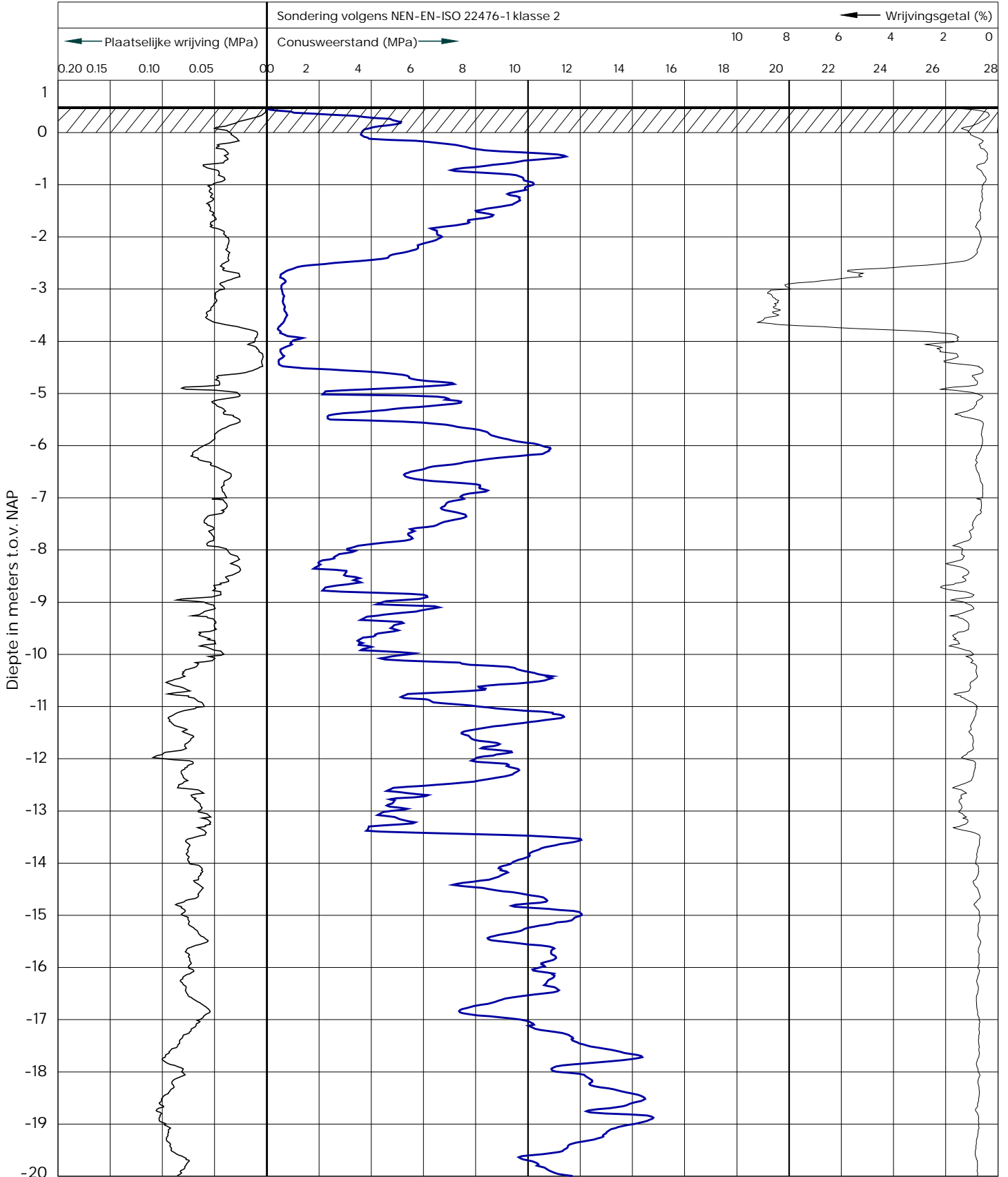
Locatie : Florence Nightingalestraat 3
 Plaats : Haarlem
 Werknummer : 250858
 Datum : 22-10-2025
 Opmerking :

Sonderingnr. : 4
 Conustype : I-CFY-15
 RD-coördinaten : X: 105527.88 Y: 485204.07
 Maaiveld : 0.6 m. t.o.v. NAP



Locatie : Florence Nightingalestraat 3
 Plaats : Haarlem
 Werknummer : 250858
 Datum : 22-10-2025
 Opmerking :

Sonderingnr. : 5
 Conustype : I-CFY-15
 RD-coördinaten : X: 105523.85 Y: 485191.44
 Maaiveld : 0.5 m. t.o.v. NAP



Locatie : Florence Nightingalestraat 3
 Plaats : Haarlem
 Werknummer : 250858
 Datum : 22-10-2025
 Opmerking :

Sonderingnr. : 5
 Conustype : I-CFY-15
 RD-coördinaten : X: 105523.85 Y: 485191.44
 Maaiveld : 0.5 m. t.o.v. NAP

