

Pyrietstraat 1 1812 SC Alkmaar
Postbus 60 1850 AB Heiloo
Telefoon 072 5064817
Website tjadenadvies.nl
E-mail info@tjadenadvies.nl

Funderingsadvies betreffende:

**Nieuwbouw Kanaaldijk 85
te Watergang**

ons kenmerk S 19.288-F1/AJJ
datum 19 juni 2019

Opdrachtgever MPO
Stadionweg 7
1077 RV Amsterdam

Constructeur Raadgevende Ingenieurs Van Rossum BV
Ptolemaeuslaan 52
3528 BP Utrecht

Naam	Functie	Paraaf
Arjen Jonker	Geotechnisch Adviseur (auteur)	AJJ
Andres Aparicio Saez	Geotechnisch Adviseur (controle)	AAO

INHOUDSOPGAVE

bladzijde

1	INLEIDING	2
1.1	Het voorliggend rapport	2
1.2	Beknopte omschrijving van het bouwplan	2
1.3	Geotechnische categorie	3
2	GRONDONDERZOEK EN BODEMOPBOUW	4
2.1	Grondonderzoek	4
2.2	Bodemopbouw	4
3	FUNDERINGSWIJZE	6
3.1	Keuze van het funderingstype	6
3.2	Draagkracht van een vrijstaande op druk belaste paal	6
3.3	Paalbelasting door negatieve kleef	7
4	UITVOERINGSWIJZE	8

BIJLAGEN

1	voorbeeldberekening rekenwaarde draagkracht
2	algemene richtlijnen uitvoering stalen buispalen
3	grondonderzoek

1 INLEIDING

1.1 Het voorliggend rapport

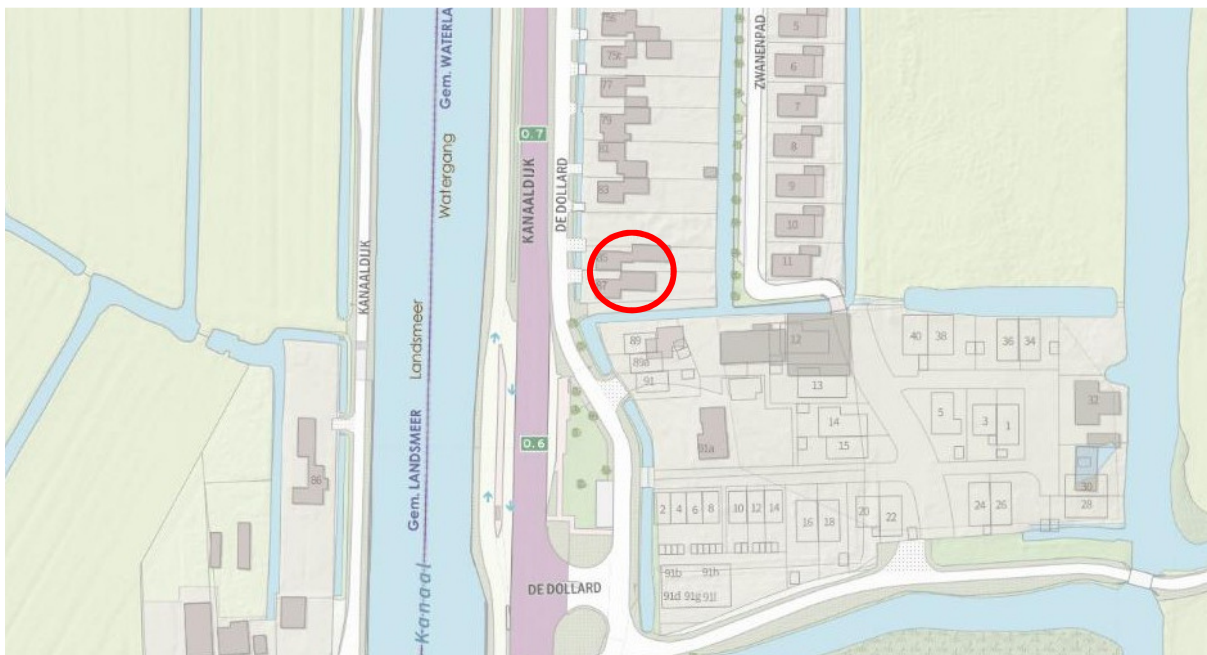
Ten behoeve van nieuwbouw aan de Kanaaldijk 85 te Watergang heeft de opdrachtgever ons bureau verzocht grondonderzoek uit te voeren en een funderingsadvies uit te werken. De resultaten worden in het voorliggende rapport gepresenteerd.

In het funderingsadvies worden de volgende onderdelen beschouwd;

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

1.2 Beknopte omschrijving van het bouwplan

De globale RD - coördinaten bedragen X = 125.360 m en Y = 493.350 m. In onderstaande figuur 1 is de ligging van de projectlocatie aangegeven.



figuur 1: Locatieoverzicht met contouren projectlocatie (bron: PDOK)

Het project betreft de bouw van appartementen (niet onderkelderd) aan de Kanaaldijk 85.

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

Het grondonderzoek heeft bestaan uit 4 sonderingen (nrs. S 19.288 - S1, S3 t/m S5). Hiermee is de bodemopbouw tot maximaal ca. NAP -29,0 m verkend.

Vanwege de aanwezigheid van de huidige bebouwing wordt het grondonderzoek in 2 fasen uitgevoerd. Na sloop van de huidige bebouwing zullen nog 2 sonderingen worden uitgevoerd.

De sondeerpunten zijn op de situatietekening in bijlage 1 aangegeven. Bij de sondeerpunten lag het maaiveld tussen ca. NAP -1,18 m en NAP -1,35 m.

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).

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:

tabel 2: Geïnterpreteerd bodemprofiel

diepte [in m t.o.v. NAP]			Bodembeschrijving	
-1,18	à	-1,35	maaiveldhoogte van de sondeerpunten	
ca. -1,25	tot	ca. -2,0	ZAND	toplaag
ca. -2,0	tot	ca. -6,0	VEEN	en humeuze KLEI, zeer slap
ca. -6,0	tot	-12,0 à -13,0	KLEI	sterk zandig
ca. -12,0	tot	ca. -28,0	ZAND	afwisselend matig vast tot zeer vast gepakt
ca. -29,0			einddiepte van het grondonderzoek	

datum : 19 juni 2019
ons kenmerk : S 19.288-F1/AJJ

De grondwaterstand in het sondeergat S1 is op 18 juni 2019 aangetroffen op NAP -1,68 m. Onder invloed van seizoens-afhankelijke factoren zijn fluctuaties mogelijk. De aangehouden grondwaterstand kan niet voor ontwerpdoeleinden worden gehanteerd.

3 FUNDERINGSWIJZE

3.1 Keuze van het funderingstype

Om aan zowel de eisen van de relatieve rotatie als de maximaal toelaatbare paalkopzakking te voldoen (NEN 9997-1 § 7.6.1.1) komt, gezien de bodemopbouw, een fundering op palen in aanmerking.

Voor het funderingsadvies is uitgegaan van inwendig geheide stalen buispalen (een trillingsarm paalsysteem) met een rekenwaarde van de paalbelasting vanuit de constructie van ca. $F_{c;d} = 600$ kN tot 1.000 kN. Er is gekozen voor paalpuntniveaus tussen NAP -20,0 m à NAP -22,0 m.

Bij het inbrengen van de palen zullen door het heiwerk trillingen worden opgewekt. De invloed van deze trillingen op de belendingen is afhankelijk van de staat en funderingswijze van deze bebouwing.

3.2 Draagkracht van een vrijstaande op druk belaste paal

De paaldraagkracht is op de volgende uitgangspunten gebaseerd:

- de draagkracht van een vrijstaande, verticaal geplaatste en axiaal op druk belaste paal wordt bepaald volgens de norm NEN 9997-1 "Geotechnisch ontwerp van constructies";
- momenten, horizontale en trekbelastingen zijn niet beschouwd;
- de volgende paalfactoren worden aangehouden;

Paaltype	α_p	α_s	β	s
gladde stalen buispalen	0,7	0,010	1,0	1,0
- het bouwplan betreft een niet-stijf bouwwerk; in verband daarmee wordt de correlatiefactor bepaald op $\xi_3 = 1,39$ (NEN 9997-1 tabel A.10a).
- de partiële weerstandsfactor voor de op druk belaste palen bedraagt $\gamma_R = 1,20$ (NEN 9997-1 A.3.3.2);
- aangezien terreinzakkingen groter dan 20 mm verwacht worden is conform art. NEN 9997-1 § 7.3.2.2 in de berekeningen negatieve kleeftbelasting verdisconteerd;
- in de berekeningen is er vanuit gegaan dat er geen significante ontgravingen plaatsvinden;
- de netto draagkracht van de paal dient hoger te zijn dan de centrisch aangrijpende maximale paalbelasting vanuit de constructie: $F_{c;d} + F_{nk;d} < R_{c;d}$. Hiermee is tevens voldaan aan uiterste grenstoestand. De vervormingsgrenstoestanden zijn, gezien de zeer geringe zakking van de palen onder invloed van de belasting, niet maatgevend.

Aan de hand van de sonderingen is het geadviseerde paalpuntniveau bepaald. De bij dit niveau behorende rekenwaarde van de paaldraagkracht is bepaald aan de hand van de bovengenoemde uitgangspunten en is in onderstaande tabel opgenomen. Bijlage 1 geeft een voorbeeld van een uitgewerkte berekening.

In onderstaande tabel zijn de grondmechanische waarden voor de paaldraagkracht opgenomen. De constructeur dient te controleren of de bijbehorende paalschachtspanningen toelaatbaar zijn.

tabel 3: Paalpuntniveaus en rekenwaarde van de paal draagkracht: Stalen buispalen.

Sondering nummer	Paalpuntniveau in m t.o.v. NAP	Ø 273 mm	Ø 324 mm	Ø 356 mm
		$R_{c,net,d}$ in kN		
S1	-20,0	640	840	985
	-20,5	740	920	1050
	-21,0	775	985	1125
	-21,5	780	970	1100
	-22,0 nd	755	860	960
S3	-20,0	520	575	615
	-20,5	435	560	640
	-21,0	440	555	635
	-21,5	580	750	865
	-22,0	700	880	990
S4	-20,0	445	570	655
	-20,5	435	560	645
	-21,0	505	660	760
	-21,5	565	735	850
	-22,0	625	810	940
S5	-20,0	385	490	565
	-20,5	405	520	595
	-21,0	470	615	715
	-21,5	590	765	885
	-22,0	715	920	1050

Toelichting bij tabel 3:

$R_{c,net,d}$ = rekenwaarde netto geotechnische draagkracht, inclusief de negatieve kleef belasting
 (= $R_{c,d} - F_{nk,d}$);
 nd = niet dieper heien.

3.3 Paalbelasting door negatieve kleef

Als gevolg van herconsolidatie kunnen verticale deformaties in het slappe pakket ontstaan van meer dan ca. 20 mm in de referentieperiode van 50 jaar. Hierdoor dient rekening te worden gehouden met het optreden van negatieve schachtwrijving langs de palen. De negatieve kleef is berekend middels de in NEN 9997-1 § 7.3.2.2 opgenomen methode.

Bij de berekening van de negatieve kleef is verder uitgegaan van:

- zakkende grond tot een diepte van ca. NAP -8,0 m,
- een freatische grondwaterstand van ca. NAP -2,0 m,
- een partiële belastingfactor voor de negatieve kleef van $\gamma_{f,nk} = 1,4$.

De berekende rekenwaarde van de negatieve kleef ($F_{nk,d}$) bedraagt ca. 80 kN per m' paalomtrek.

4 UITVOERINGSWIJZE

Het heiwerk van de stalen buispalen dient uitgevoerd te worden door een in dit paaltype gespecialiseerd bedrijf. De werkzaamheden dienen conform KIWA beoordelingsrichtlijn BRL 1710 1996-07-01 "Het aanbrengen van stalen buissegmentpalen" uitgevoerd te worden. Toezicht dient plaats te vinden op basis van CUR Aanbeveling 114 "Toezicht op de realisatie van paalfunderingen".

Het verdient aanbeveling om het heiwerk te laten begeleiden door een ervaren heiopzichter.

Bovendien zijn de volgende punten van belang tijdens de uitvoering:

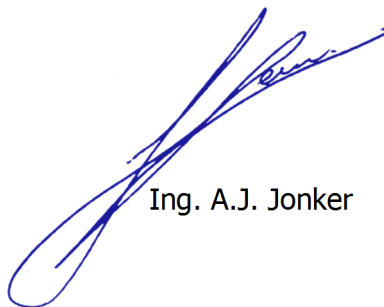
- Het beton mag slechts in een droge, schone en dichte buis gestort worden.
- Bij dit geheide paaltype dient minimaal de laatste 1,0 m tot 2,0 m gekalenderd worden.

Bij het inbrengen van de palen zullen door het heiwerk trillingen worden opgewekt. De invloed van deze trillingen op de nabijgelegen woningen is afhankelijk van de staat en funderingswijze van deze bebouwing.

In bijlage 2 zijn algemene aanwijzingen voor het aanbrengen van geheide stalen buispalen gegeven.

In het vertrouwen u hiermede van dienst te zijn geweest, verblijven wij,

hoogachtend,
Tjaden Adviesbureau voor Grondmechanica B.V.



Ing. A.J. Jonker

Bijlage 1 Voorbeeld van een berekening van de draagkracht van een alleenstaande op druk belaste paal volgens NEN 9997-1 § 7.6.2.3

Uitgangspunten

- | | | |
|-------------------------|---------------------------|--------|
| - gehanteerde sondering | S 19.288 – S1 | |
| - paaltype | stalen buispalen Ø 273 mm | |
| - puntniveau | -20,0 | m- NAP |

Maximale draagkracht punt

De gemiddelde conusweerstand bedraagt:

- | | | | |
|---|-----------------|------|-----|
| - traject I | $Q_{c;I;gem}$ | 21,2 | MPa |
| - traject II | $Q_{c;II;gem}$ | 20,5 | MPa |
| - traject III | $Q_{c;III;gem}$ | 5,9 | MPa |
| - paalklassefactor (NEN 9997-1, tabel 7.c) | α_p | 0,7 | |
| - daarmee bedraagt de maximum puntweerstand | $Q_{b;max}$ | 9,4 | MPa |

Voor dit type paal mag van de volgende factoren uitgegaan worden:

- | | | |
|---|------------|-----------------------|
| - paalvoetvormfactor (NEN 9997-1, figuur 7.i) | β | 1,0 |
| - paalpuntvormfactor | s | 1,0 |
| - oppervlakte van de paalpunt | A_{punt} | 0,0585 m ² |

De maximum punt draagkracht bedraagt $R_{b;cal;max}$ 548 kN

Maximale schachtwrijving

- | | | | |
|--|-----------------|-------|----------------|
| De schachtwrijving wordt berekend over het traject | vanaf | -12,0 | m- NAP |
| - gemiddelde conusweerstand over dit traject | $Q_{c;z;a}$ | 9,2 | MPa |
| - paalschachtfactor (NEN 9997-1, tabel 7.c) | α_s | 0,01 | |
| - omtrek van de paalschacht | O_s | 0,858 | m ¹ |
| de maximum schachtwrijvingskracht bedraagt | $R_{s;cal;max}$ | 633 | kN |

Bepaling van de paal draagkracht (netto rekenwaarde)

- | | | | |
|---|-----------------|------|----|
| - maximum draagkracht | $R_{c;cal;max}$ | 1181 | kN |
| - representatieve waarde draagkracht ($\xi_3=1,39$) | $R_{c;cal;k}$ | 850 | kN |
| - paal draagkracht (bruto rekenwaarde) | $\gamma_R=1,20$ | 708 | kN |
| - negatieve kleef (rekenwaarde) | $F_{nk;d}$ | 69 | kN |
| - paal draagkracht (netto rekenwaarde) | $R_{c;net;d}$ | 639 | kN |

Bijlage 2: Uitvoering heiwerk stalen buispalen

Algemeen

Het heiwerk van de stalen buispalen dient uitgevoerd te worden door een in dit paaltype gespecialiseerd bedrijf. De werkzaamheden dienen conform KIWA beoordelingsrichtlijn BRL 1710 1996-07-01 "Het aanbrengen van stalen buissegmentpalen" uitgevoerd te worden. Toezicht dient plaats te vinden op basis van CUR Aanbeveling 114 "Toezicht op de realisatie van paalfunderingen". Voor algemene richtlijnen betreffende het heien van palen wordt verwezen naar NEN-EN 12699 – Uitvoering van bijzonder geotechnisch werk – Verdringingspalen.

Controle van de uitgangspunten

Bij de aanvang van het heiwerk dient de relatie tussen de maaiveldhoogte of bouwputbodemp, het bouwpeil, de hoogtereferentie (bijv. NAP), zoals in het funderingsadvies gebruikt, en de gewenste inheidiepte gecontroleerd te worden. Tevens dienen de lengte, de diameter schacht en wanddikte van de buis overeen te komen en aan de bestekseisen te voldoen.

Keuze van het heiblok

Het toe te passen heiblok wordt gekozen op basis van de bodemopbouw en de ervaringen van de heier. Er dient gestreefd te worden naar een eindkalender van 15 à 25 slagen per 0,25 m paalzakking. Meestal is hierbij een goede interpretatie van de heiresultaten mogelijk.

Stalen buispalen worden doorgaans op diepte gebrachte door middel van een heiblok in de buis (inwendig heien). De diameter van het heiblok dient niet te groot te zijn aangezien er dan hei-energie verloren gaat. Ten opzichte van prefab betonpalen is er sprake van een licht heiblok. Dit kan resulteren in een relatief hoge kalenderwaarde.

Heivolgorde en uitvoering

De eerste paal van een werk wordt zo dicht mogelijk bij een sondering geheid. Van deze paal en elke volgende, naast een sondering te heien paal wordt een heikalender opgenomen – ten minste vanaf het begin van de draagkrachtige laag. Van de overige palen wordt de kalender over tenminste de laatste 2 à 3 meter opgenomen. Alle heikalenders worden in het heirapport vastgelegd.

Wanneer het palenplan verschillende inheinniveaus kent, wordt van "laag naar hoog" gewerkt. Hiermee wordt een zo betrouwbaar mogelijk inheinniveau bereikt. Bovendien wordt het "meeheien" van de palen tegen gegaan. Bij paalgroepen wordt van "binnen naar buiten" geheid. Deze werkvolgorde kan het extra omstellen van de heimachine nodig maken.

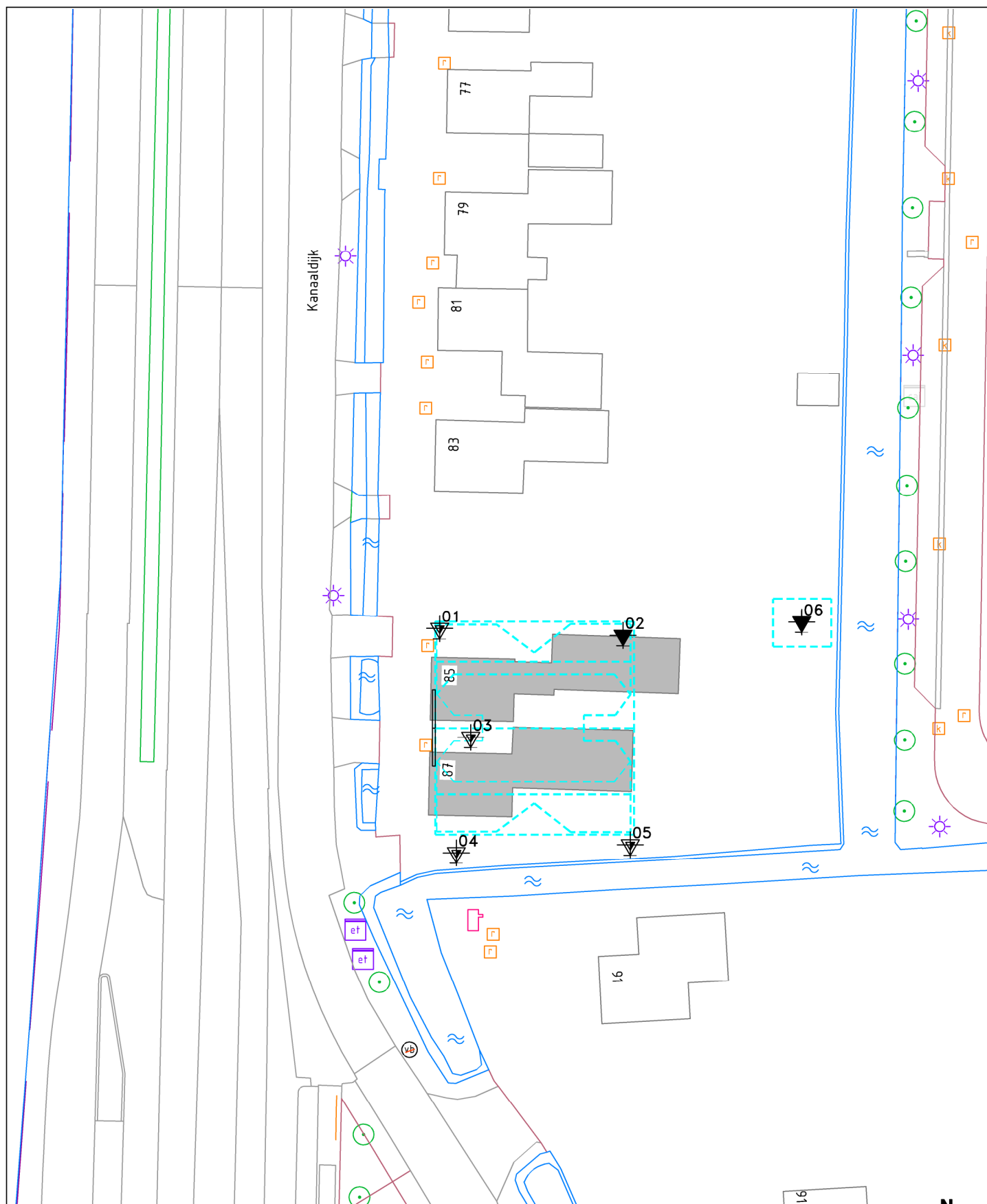
Interpretatie van de heikalender

De heikalender of het slagdiagram (aantal slagen per 0,25 m paalkopzakking) van een nabij een sondering geheide paal vormt een maatstaf voor het heigedrag van de nog te heien palen. Met de heikalender is het mogelijk om, bij eventuele verschillen in heiweerstand of inheidiepte van de palen, de heigegevens met elkaar te vergelijken. Bij twijfel adviseren wij om direct contact met de funderingsadviseur op te nemen.

In verband met de natuurlijke variatie in de vastheid van de zandlagen en ter vereenvoudiging van het heiwerk, zijn de geadviseerde paalpuntniveaus geschematiseerd. Als gevolg daarvan kunnen de kalenderwaarden plaatselijk hoger zijn dan elders in het werk.

Een relatief lage eindkalender hoeft niet altijd aanleiding te zijn om de paal dieper te heien. De lagere heiweerstand kan ook door wateroverspanning veroorzaakt worden. Dit laatste kan eenvoudig gecontroleerd worden door de betreffende paal na te heien. Hiervoor wordt de paal na 12 uur over tenminste drie tochten van elk 0,05 m geheid en de heikalender opgenomen. Blijft één en ander onzeker, dan kunnen controle-sonderingen nodig zijn.

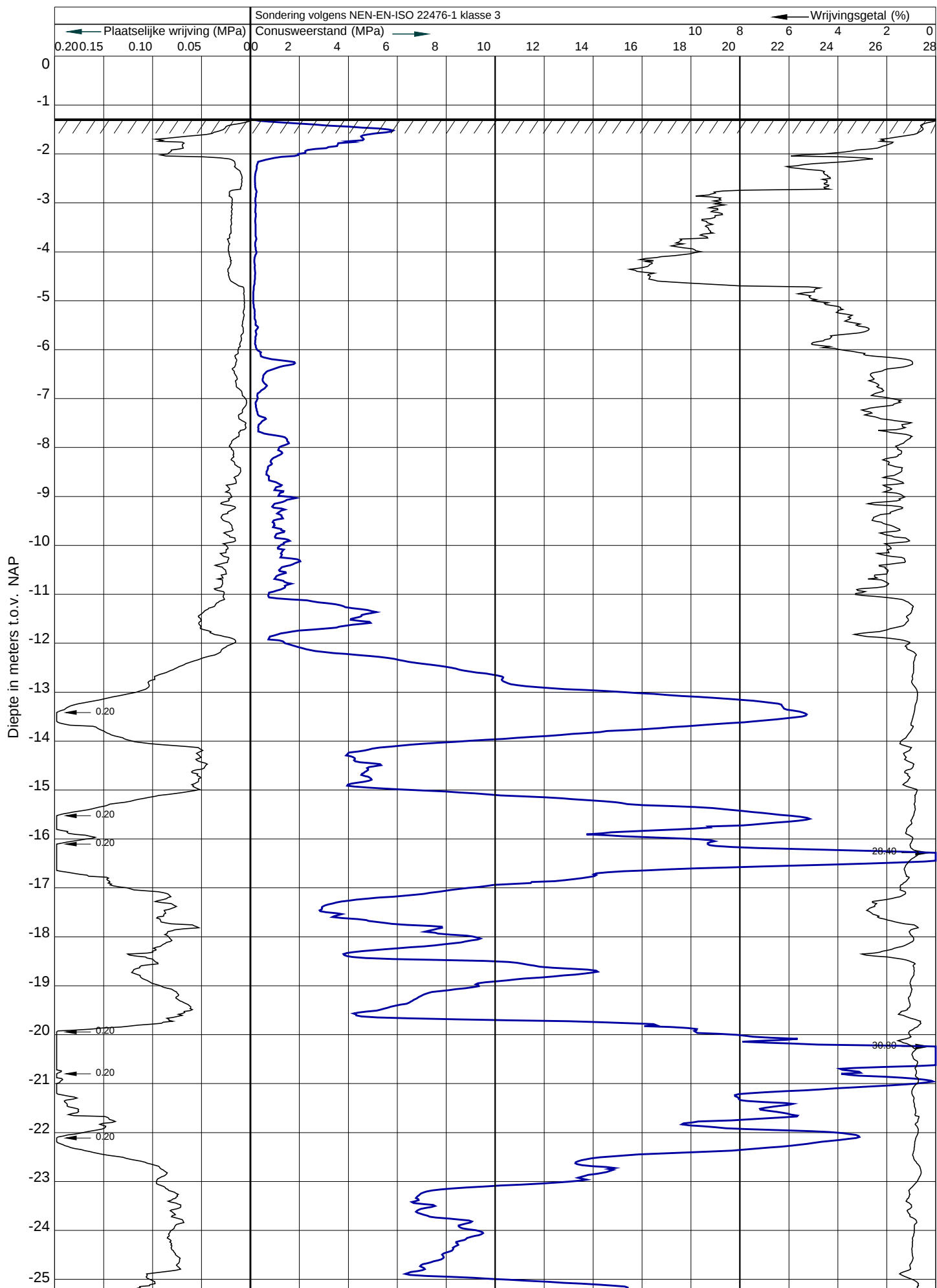
Afwijkende kalenderwaarden kunnen ook veroorzaakt worden door sterk wisselende weersomstandigheden, een slechte conditie van het heiblok of de valhoogte van het blok.



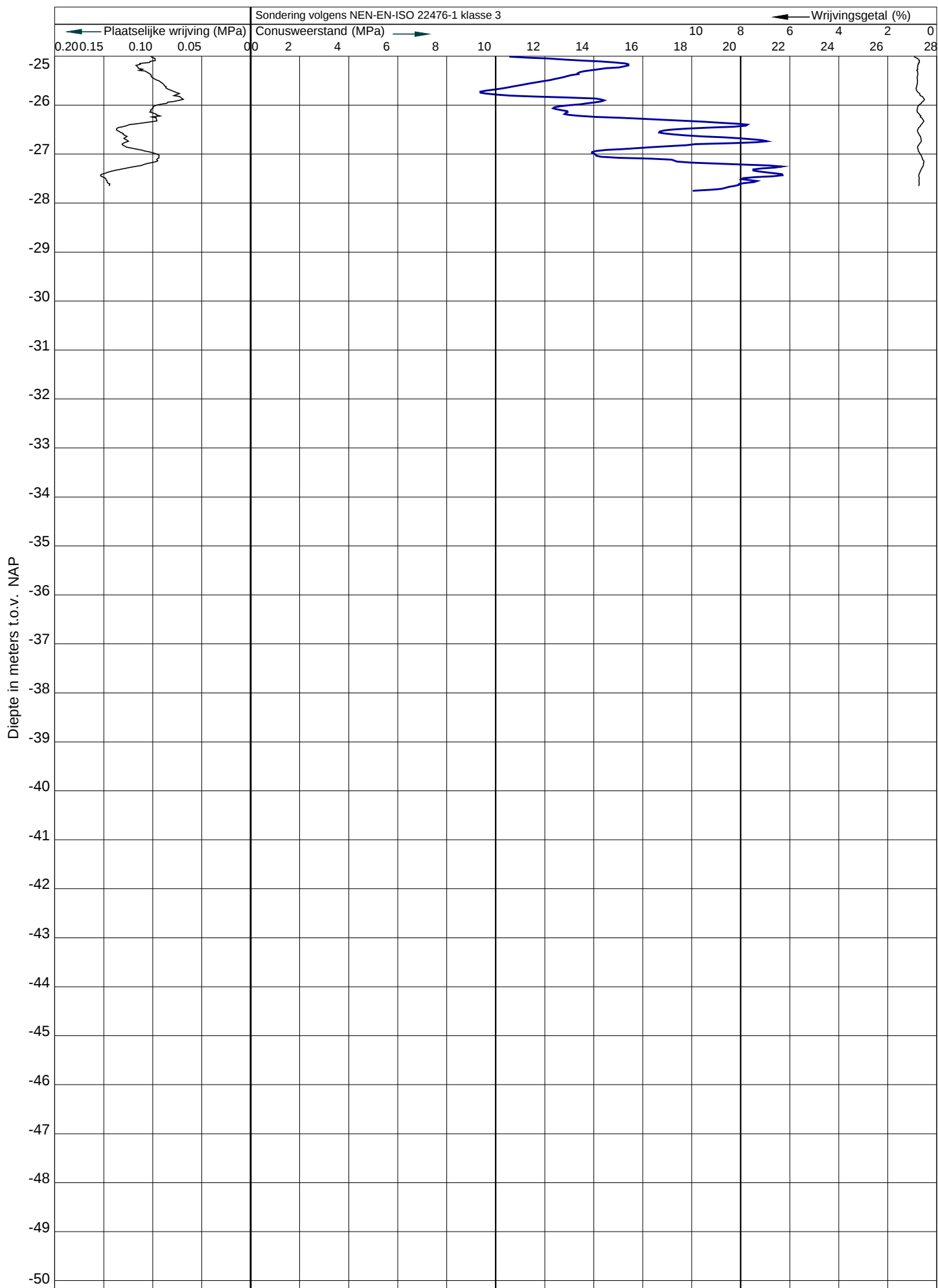
Sondering met Kleefmeting
 Boring
 Peilbuis
 Sondering nog uitvoeren

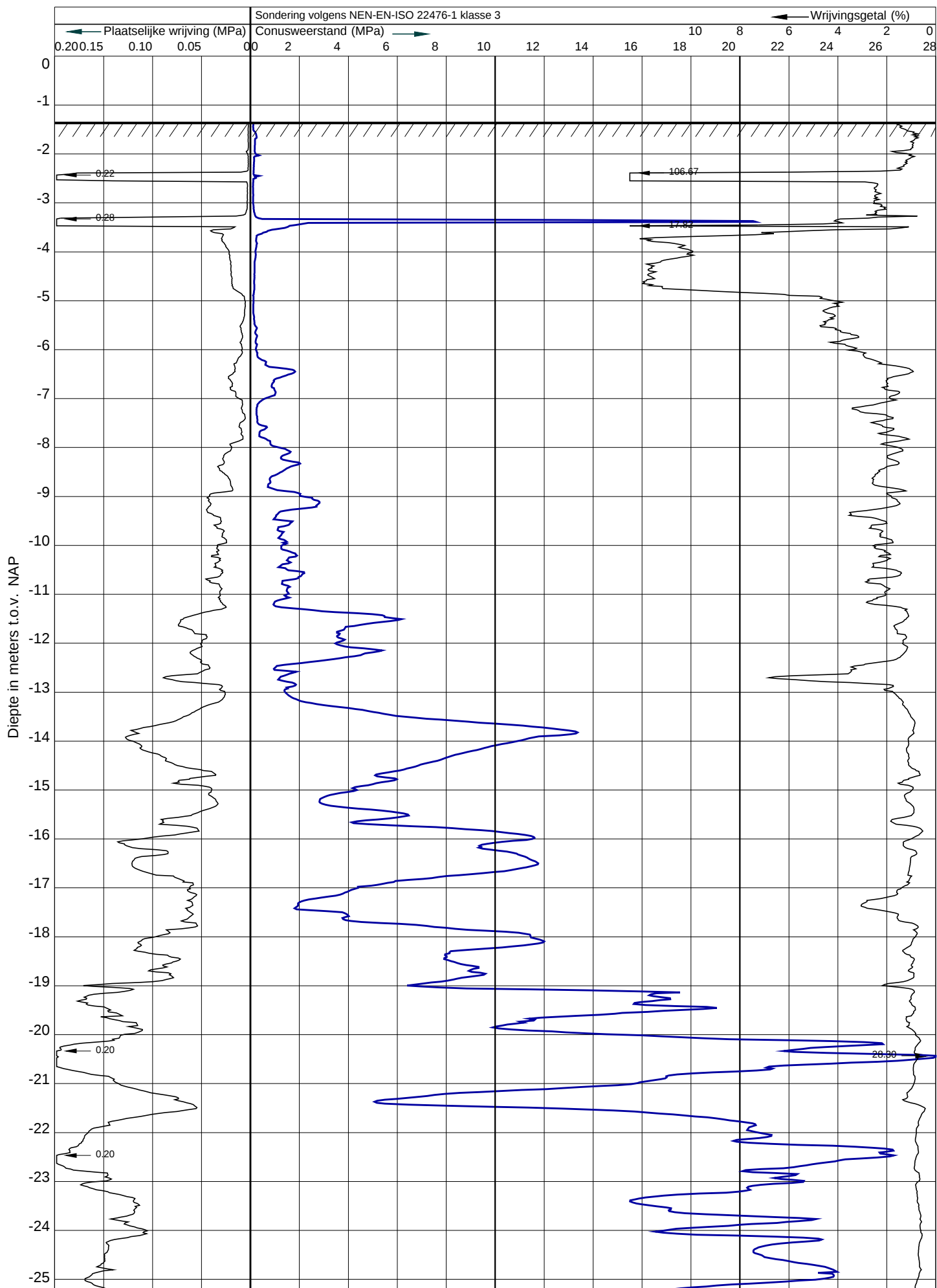
Tekening overgenomen van derden

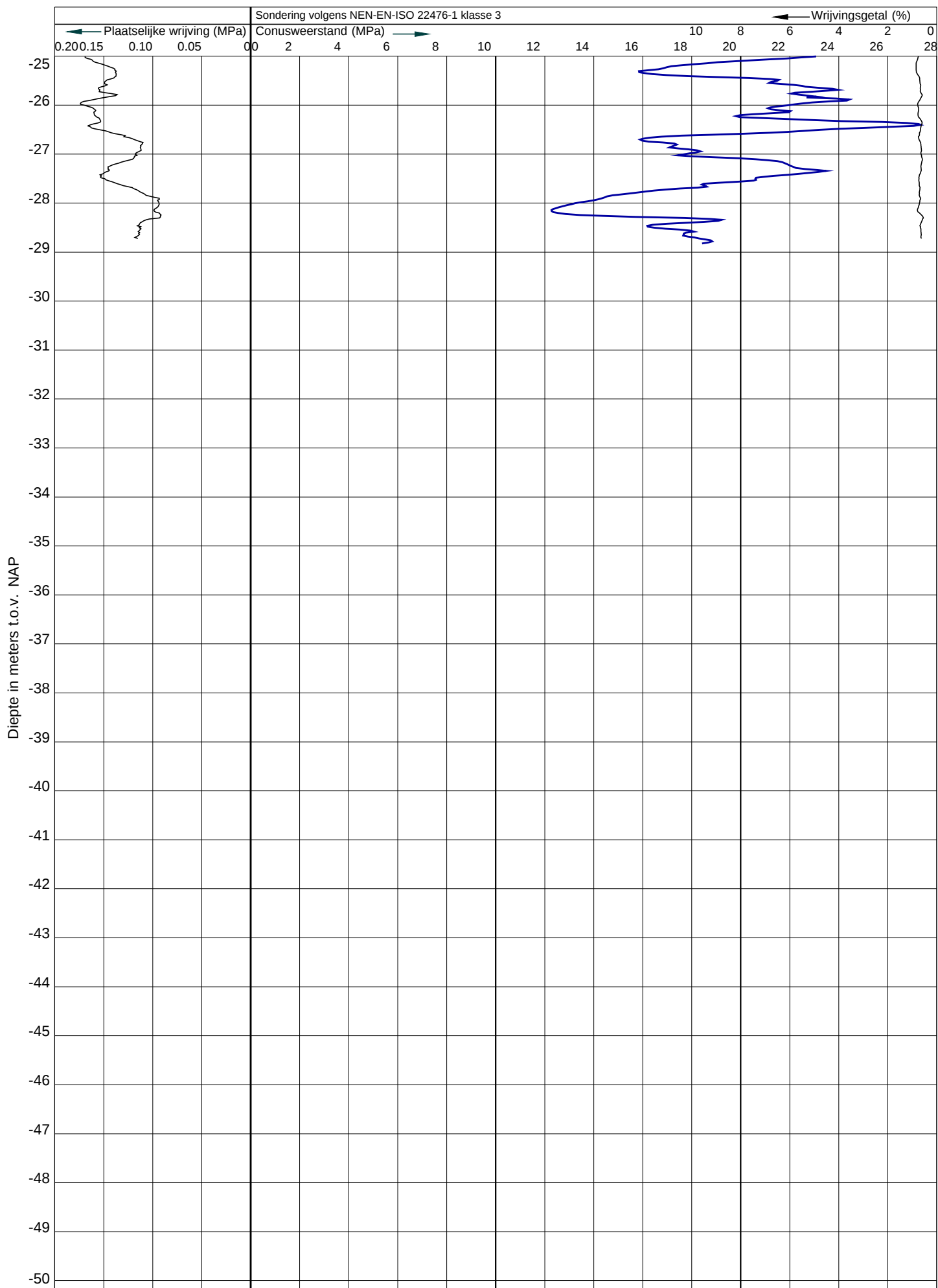
De genoemde inmeet- en waterpasresultaten zijn alleen van toepassing op het bodemonderzoek en kunnen niet dienen als basis voor de realisatie van het bouwproject en/of andere doeleinden.

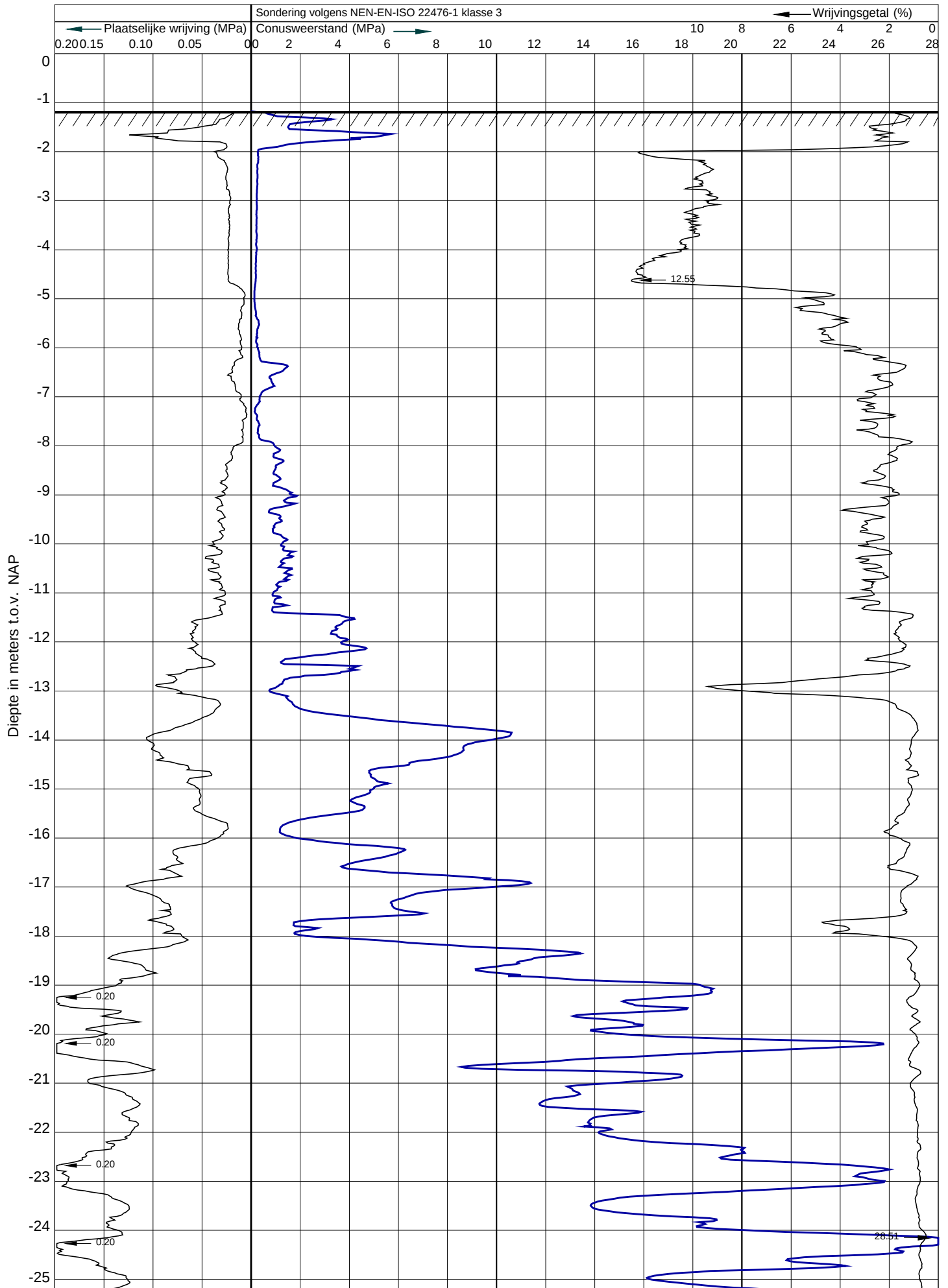


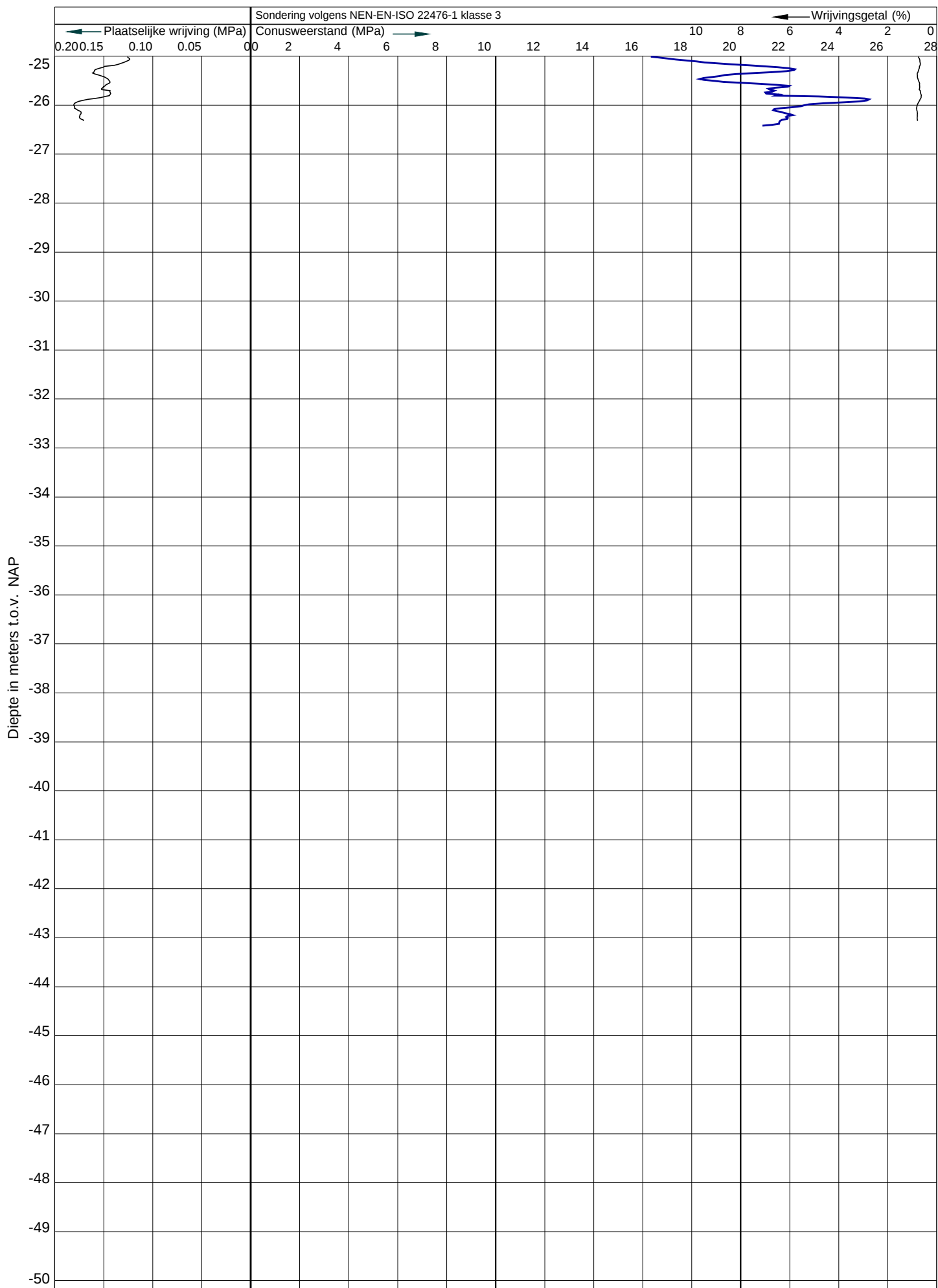
Werknummer : S19288
 Sonderingnr. : 1
 Datum : 18-6-2019
 Maaiveld : -1.28 m. t.o.v. NAP
 RD-coördinaten : X:125360 Y:493364

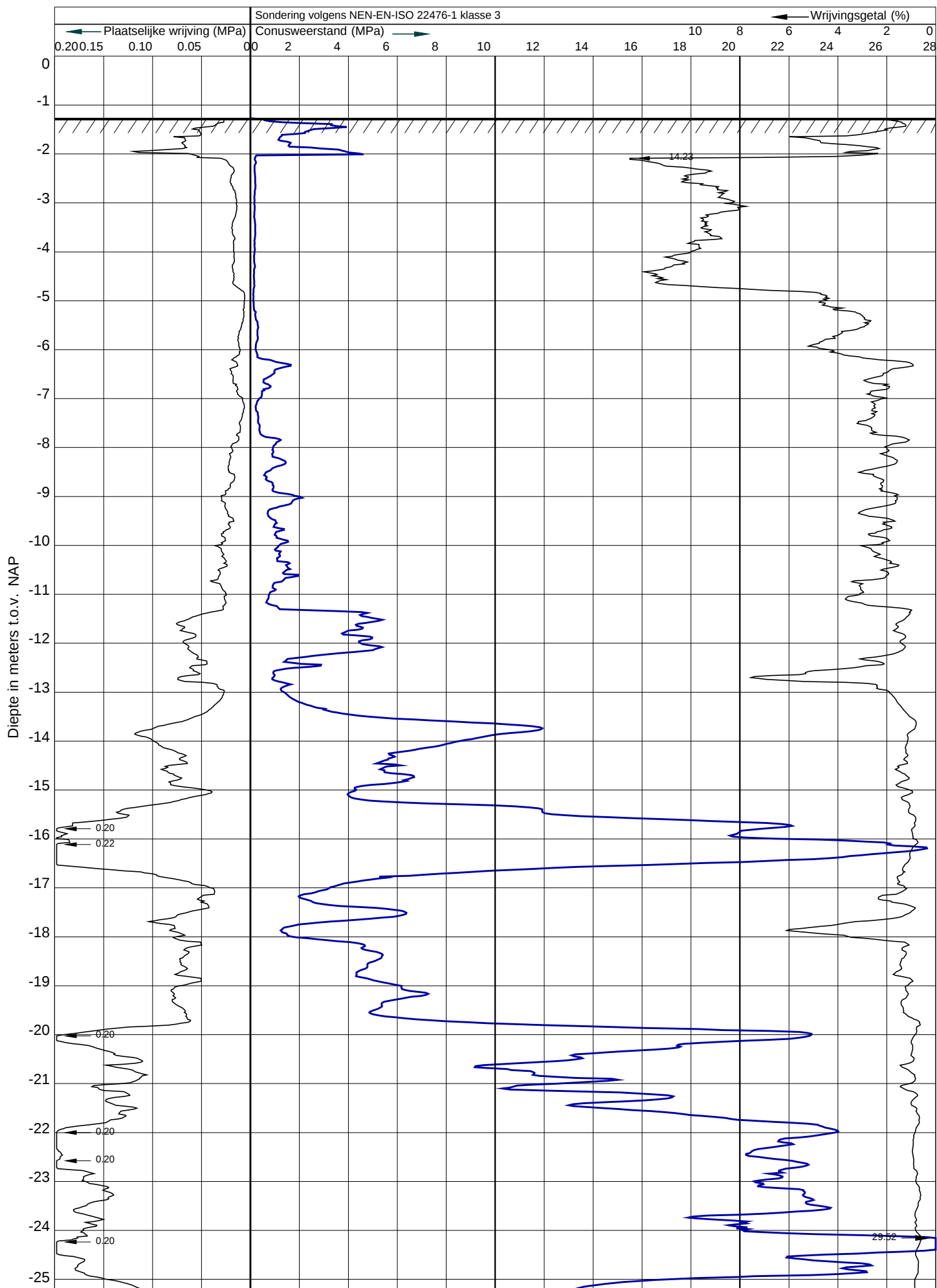
 Plaats : Watergang
 Locatie : Kanaaldijk 85-87
 Conustype : I-CFY-15
 Opdrachtgever : Van Rossum BV Utrecht
 Opmerking : Grondwaterstand is 0.40m.-mv (NAP-1.68m.)












Werknummer : S19288
 Sonderingnr. : 5
 Datum : 18-6-2019
 Maaiveld : -1.27 m. t.o.v. NAP
 RD-coördinaten : X:125378 Y:493343

 Plaats : Watergang
 Locatie : Kanaaldijk 85-87
 Conustype : I-CFY-15
 Opdrachtgever : Van Rossum BV Utrecht
 Opmerking :
