

Betreft : Geotechnische analyse voor project flexwoningen
sportpark Poelenburg
te
ZAANSTAD

Opdrachtgever : Gemeente Zaanstad
T.a.v. Dhr. B. van Eijk
Postbus 2000
1500 GA ZAANDAM
NL

Behandeld door : M.S. Feiz (088-5130224)

Kenmerk : R2301961-01

Datum : 19 september 2023

Inhoudsopgave

| | Pagina |
|--|--------|
| 1. INLEIDING EN PROJECTBESCHRIJVING | 4 |
| 2. GEOTECHNISCHE GEGEVENS..... | 6 |
| 2.1 Beschikbaar grondonderzoek | 6 |
| 2.2 Geotechnisch profiel..... | 6 |
| 3. ZETTINGSANALYSE | 9 |
| 3.1 Inleiding | 9 |
| 3.2 Uitgangspunten zettingsberekeningen..... | 9 |
| 3.3 Toegangsweg | 10 |
| 3.3.1 Netto ophoging..... | 10 |
| 3.3.2 Bruto ophoging | 13 |
| 3.3.3 Voorbelasten met zand in combinatie met verticale drainage | 13 |
| 3.3.4 Toepassen van licht ophoogmateriaal..... | 15 |
| 3.4 Parkeerveld..... | 16 |
| 3.4.1 Netto ophoging inclusief cunet | 16 |
| 3.4.2 Bruto ophoging | 17 |
| 3.4.3 Voorbelasten met zand in combinatie met verticale drainage | 18 |
| 3.4.4 Toepassen van licht ophoogmateriaal..... | 19 |
| 3.5 Terrein rondom de bebouwing..... | 21 |
| 3.5.1 Netto ophoging inclusief cunet | 21 |
| 3.5.2 Bruto ophoging | 22 |
| 3.5.3 Voorbelasten met zand | 23 |
| 3.5.4 Toepassen van licht ophoogmateriaal..... | 25 |
| 3.6 Riool rondom bebouwing | 26 |
| 3.6.1 Netto ophoging inclusief dieper cunet t.b.v. de riool..... | 26 |
| 3.6.2 Bruto ophoging | 28 |
| 3.6.3 Voorbelasten met zand | 28 |
| 3.6.4 Toepassen van licht ophoogmateriaal..... | 29 |
| 4. VERHARDINGSADVIES..... | 31 |
| 4.1 Uitgangspunten | 31 |
| 4.2 De verhardingsconstructie..... | 31 |
| 5. SAMENVATTING..... | 33 |

- Bijlage A Relevant grondonderzoek
Bijlage B Voorlopige ontwerptekening
Bijlage C Algemene uitvoeringsrichtlijnen - wegen

1. INLEIDING EN PROJECTBESCHRIJVING

In opdracht van Gemeente Zaanstad is door Mos Grondmechanica B.V. op basis van door derden uitgevoerd grondonderzoek een advies uitgebracht ten behoeve van het bouwrijp maken van het terrein sportpark Poelenburg te Zaanstad ten behoeve van de realisatie van flexwoningen. In deze analyse wordt onderscheid gemaakt in de volgende 3 onderdelen:

1. Toegangsweg (kruising met bestaande watergang);
2. Parkeerterrein;
3. Terrein rondom bebouwing, inclusief de riool.

Figuur 1-1 geeft een visualisatie van het project weer.

Onderliggend rapport bevat een zettingsanalyse van bovengenoemde onderdelen. Daarvoor worden de zettingen berekend en gecontroleerd of er aan de gestelde zettingseisen wordt voldaan.



Figuur 1-1: Projectimpressie

Het project betreft de realisatie van circa 175 modulaire flexwoningen (op palen gefundeerd) welke in principe voor een periode van 15 jaar blijven staan. De geotechnische analyse betreft het bouw- en woonrijp maken van het terrein en de aanleg van riolering. In figuur 1-1, in het vlak linksboven (locatie nummer 3) worden de modulaire flexwoningen inclusief de vuilwater riolen, paden en een verharde weg voor hulpdiensten en verhuizingen geplaatst. Het vlak rechtsonder (locatie nummer 2) betreft het parkeerveld voor circa 80 auto's, met een aansluiting (weg) vanaf de verhoogd gelegen Noorder IJ- en Zeedijk naar het parkeerveld (locatie nummer 1).

Ten behoeve van dit project is het volgende relevante documenten beschikbaar gesteld:

- Tekeningnummer 230017-VO-001, NS voorlopig ontwerp flexwoningen Zaanstad, concept, d.d. 07-07-2023, Vanpraat civil engineering.
- Sondeerrapport, projectnummer 15640, locatie Poelenburg 466 te Zaandam, d.d. 18 juli 2023, Bodem Belang B.V. ;
- Sondeerrapport, projectnummer 15533, locatie Poelenburg 466 te Zaandam, d.d. 18 juli 2023, Bodem Belang B.V. ;
- Document WIORZ, richtlijnen voor de inrichting van de openbare ruimte in Zaanstad, d.d. versie november 2019, www.zaanstad.nl.

Uit deze documenten en aanvullende informatie van de opdrachtgever zijn de volgende projectgegevens afgeleid:

- Op basis van het ontwerp tekening bedraagt het toekomstige vloerpeil van de flexwoningen NAP -0,76 m. Voor de zettingsberekening is het toekomstige peil voor het terrein rondom bebouwing op NAP -0,85 m aangehouden.
- Op basis van de ontwerp tekening bedraagt het toekomstige maaiveld van het parkeerveld NAP -0,86 m.
- Als aanname (door de opdrachtgever) is de B.O.B. voor de riool 1,5 tot 2,5 m onder maaiveld aangehouden.
- De voorkeur is om zo snel mogelijk te gaan bouwen. In de berekeningen is uitgegaan van een korte voorbelastingsperiode van maximaal 3 maanden.
- Er wordt een restzettingseis van 0,15 m gedurende 15 jaar gehanteerd (volgens de eisen uit de WIORZ).

Het project is op basis van bovenstaande projectgegevens ingedeeld in geotechnische categorie 2.

2. GEOTECHNISCHE GEGEVENS

2.1 Beschikbaar grondonderzoek

Voor de zettingsanalyse is gebruikt gemaakt van het grondonderzoek dat is verricht door Bodem Belang B.V.. Dit onderzoek is uitgevoerd op 18 juli 2023 en bestond uit 13 sonderingen op de locatie van de flexwoningen (projectnummer 15640) en 16 sonderingen op de locatie van het parkeerveld (projectnummer 15533), hiervan zijn de sonderingen 3 t/m 6 en 11 t/m 14 relevant voor het parkeerveld.



Figuur 2-1: Situatie grondonderzoek

Naast de conusweerstand (q_c) is de plaatselijke wrijving (f_s) gemeten. Uit de plaatselijke wrijving en de conusweerstand is het wrijvingsgetal (R_f) berekend. Dit getal geeft nader inzicht in de aanwezige grondsoorten. De relevante sondeergrafieken en een situatietekening voor beide locaties zijn opgenomen onder bijlage A.

Mos Grondmechanica staat niet in voor de juistheid en volledigheid van gegevens van derden.

2.2 Geotechnisch profiel

Het maaiveldniveau op de sondeerlocaties voor het parkeerveld varieert van NAP -0,87 m tot NAP -1,07 m. Het maaiveldniveau op de sondeerlocaties voor de flexwoningen varieert van NAP -0,75 m tot NAP -1,08 m.

Aan de hand van het beschikbaar grondonderzoek is een maatgevende bodemopbouw vastgesteld voor de te beschouwen locaties:

- Toegangsweg → op basis van sondering 13
- Parkeerveld → op basis van sondering 6
- Terrein rondom bebouwing → op basis van sondering 18

Deze sonderingen zijn voor de zettingsberekening maatgevend omdat de aangetroffen samendrukbare lagen (klei en veen) in deze sondering het dikste zijn. Voor de locaties van de sonderingen wordt verwezen naar figuur 2-1 en bijlage A.

Aan de hand van het beschikbaar grondonderzoek is het volgende geotechnische profiel opgesteld, zie de tabellen 2-1 t/m 2-3. In deze tabellen zijn tevens de karakteristieke waarden voor de grondeigenschappen (volumieke gewichten, samendrukkingsparameters en consolidatiecoëfficiënten) weergegeven. Deze parameters zijn bepaald aan de hand van de resultaten van het verstrekte grondonderzoek, met behulp van tabel 2.b van NEN9997-1:2017 en onze ervaring.

Tabel 2-1: Geschematiseerd grondprofiel en karakteristieke grondparameters sondering 13

| Laag nr. | B.k. laag in m t.o.v. NAP | Grondsoort | $\gamma / \gamma_{\text{sat}}$ [kN/m ³] | $C_p^{(1)}$ | $C_s^{(1)}$ | C_v [m ² /s] |
|--|---------------------------|---------------------------|---|-------------|-------------|---------------------------|
| Karakteristieke sondering 13 - toegangsweg | | | | | | |
| 8 | -1,06 | Klei, uitgedroogd | 16/16 | 15 | 160 | 1×10^{-7} |
| 7 | -1,50 | Klei, organisch matig | 15/15 | 10 | 40 | 5×10^{-8} |
| 6 | -2,50 | Veen | 10,5/ 10,5 | 7,5 | 30 | 2×10^{-7} |
| 5 | -5,00 | Klei, zwak zandig vast | 20/20 | 30 | 400 | 1×10^{-7} |
| 4 | -6,50 | Zand, los gepakt | 17/ 19 | 200 | ∞ | gedraineerd |
| 3 | -13,00 | Veen, matig voorbelast | 12/12 | 10 | 40 | 5×10^{-7} |
| 2 | -13,50 | Zand, sterk siltig kleiig | 18/ 20 | 200 | ∞ | gedraineerd |
| 1 | -17,80 tot -25,00 | Zand, matig gepakt | 18/ 20 | 600 | ∞ | gedraineerd |

1) voor spanningen beneden de grensspanning zijn 4x zo hoge waarden genomen

Tabel 2-2: Geschematiseerd grondprofiel en karakteristieke grondparameters sondering 6

| Laag nr. | B.k. laag in m t.o.v. NAP | Grondsoort | $\gamma / \gamma_{\text{sat}}$ [kN/m ³] | $C_p^{(1)}$ | $C_s^{(1)}$ | C_v [m ² /s] |
|---|---------------------------|--------------------------|---|-------------|-------------|---------------------------|
| Karakteristieke sondering 6 - parkeerveld | | | | | | |
| 8 | -1,20 | Klei, uitgedroogd | 16/16 | 15 | 160 | 1×10^{-7} |
| 7 | -1,70 | Veen | 10,5/ 10,5 | 7,5 | 30 | 2×10^{-7} |
| 6 | -4,20 | Klei, organisch slap | 13/ 13 | 10 | 40 | 5×10^{-8} |
| 5 | -5,00 | Klei, zwak zandig slap | 15/ 15 | 10 | 110 | 5×10^{-8} |
| 4 | -8,50 | Zand, los gepakt | 17/ 19 | 200 | ∞ | gedraineerd |
| 3 | -12,50 | Veen, matig voorbelast | 12/12 | 10 | 40 | 5×10^{-7} |
| 2 | -13,50 | Zand sterk siltig kleiig | 18/ 20 | 200 | ∞ | gedraineerd |
| 1 | -16,00 tot -25,00 | Zand, matig gepakt | 18/ 20 | 600 | ∞ | gedraineerd |

1) voor spanningen beneden de grensspanning zijn 4x zo hoge waarden genomen

Tabel 2-3: Geschematiseerd grondprofiel en karakteristieke grondparameters sondering 18

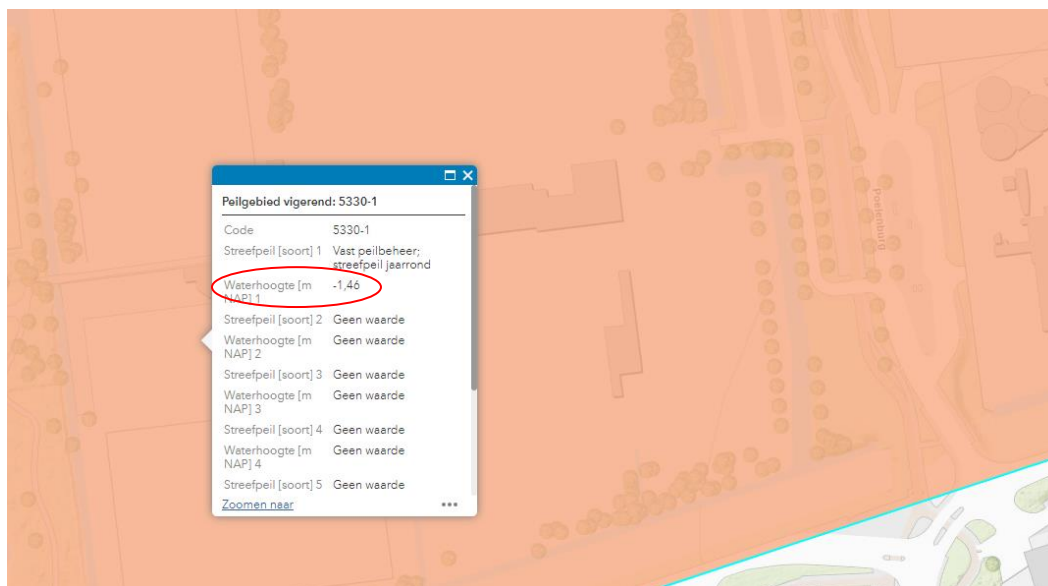
| Laag nr. | B.k. laag in m t.o.v. NAP | Grondsoort | $\gamma / \gamma_{\text{sat}}$ [kN/m ³] | $C_p^{(1)}$ | $C_s^{(1)}$ | c_v [m ² /s] |
|--|------------------------------|--------------------------|--|-------------|-------------|------------------------------|
| Karakteristieke sondering 18 - terrein rondom de bebouwing | | | | | | |
| 10 | -1,05 | Klei, uitgedroogd | 16/16 | 15 | 160 | 1×10^{-7} |
| 9 | -1,50 | Klei, organisch slap | 13/ 13 | 10 | 40 | 5×10^{-8} |
| 8 | -2,00 | Veen | 10,5/ 10,5 | 7,5 | 30 | 2×10^{-7} |
| 7 | -4,70 | Klei, organisch slap | 13/ 13 | 10 | 40 | 5×10^{-8} |
| 6 | -6,20 | Zand, los gepakt | 17/ 19 | 200 | ∞ | gedraineerd |
| 5 | -7,20 | Klei, zwak zandig slap | 15/ 15 | 10 | 110 | 5×10^{-8} |
| 4 | -8,20 | Zand, los gepakt | 17/ 19 | 200 | ∞ | gedraineerd |
| 3 | -12,50 | Veen, matig voorbelast | 12/12 | 10 | 40 | 5×10^{-7} |
| 2 | -13,50 | Zand sterk siltig kleiig | 18/ 20 | 200 | ∞ | gedraineerd |
| 1 | -19,00 tot -25,00 | Zand, matig gepakt | 18/ 20 | 600 | ∞ | gedraineerd |

1) voor spanningen beneden de grensspanning zijn 4x zo hoge waarden genomen

Hierin is:

- $\gamma/\gamma_{\text{sat}}$: Volumiek gewicht van veldvochtige grond / volumiek gewicht van verzadigde grond;
 C_p : Primaire samendrukkingscoëfficiënt boven de grensspanning;
 C_s : Secundaire samendrukkingscoëfficiënt boven de grensspanning;
 c_v : Consolidatiecoëfficiënt.

Het uitgevoerde grondonderzoek geeft geen informatie over de grondwaterstand. Vanuit de legger wateren 2023 van Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier is een open waterpeil, van NAP -1,46 m afgeleid, zie figuur 2-2. In de berekeningen is de grondwaterstand tussen NAP -1,55 m en NAP -1,70 m aangehouden (circa 0,5 m onder maaiveld).



Figuur 2-2: Legger wateren 2023 van Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier

3. ZETTINGSANALYSE

3.1 Inleiding

Zetting is het proces waar grond door invloed van een belasting (ophoging en verhardingsconstructie) wordt samengedrukt. Als gevolg van een belasting op samendrukbare lagen zal wateroverspanning optreden in deze lagen. Deze wateroverspanning leidt tot afstroming van water, waardoor de wateroverspanning geleidelijk afneemt en de korrelspanning toeneemt welke leidt tot zetting.

Door de terreinophoging ontstaat er een belastingverhoging op de ondergrond. Ten gevolge van deze belastingverhoging zal in de ondergrond een zettingsproces worden ingezet. De grootte en het verloop in de tijd van de zettingen is bepaald middels een zettingsanalyse. De zettingsberekeningen zijn uitgevoerd met het programma DSettlement (versie 21.2). In DSettlement worden de directe zetting, consolidatie en kruipzetting berekend langs verticalen in een tweedimensionale geometrie (rekening houdend met spanningsspreiding).

De zettingsprognose betreft een “best estimate” (zo realistisch mogelijke voorspelling). De onzekerheidsmarge op de berekende zettingen bedraagt naar schatting 30% (+/-).

De berekeningen zijn uitgevoerd met (karakteristieke) grondparameters, zie de tabellen 2-1 t/m 2-3, die zijn bepaald conform de geotechnische norm NEN 9997-1:2017 “Geotechnisch ontwerp van constructies”.

Nomenclatuur

Eindzetting: Zetting op het theoretisch einde van het zettingsproces ;

Netto ophoging: Ophoging die initieel reikt tot de gewenste (plan)hoogte;

Bruto ophoging: Ophoging die na het optreden van de eindzakking reikt tot de gewenste (plan) hoogte (= netto ophoging + zettingscompensatie, de zettingscompensatie is gelijk gehouden aan de zetting na de voorbelastingsperiode).

Overhoogte: Tijdelijke extra hoogte boven de bruto ophoging (t.b.v. zettingversnelling).

3.2 Uitgangspunten zettingsberekeningen

In de berekeningen zijn, in aanvulling op de in hoofdstuk 1 genoemde uitgangspunten, de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- In de berekeningen is uitgegaan van een terreinophoging naar gemiddeld NAP -0,80 m voor het parkeerveld en naar gemiddelde NAP -0,85 m voor het terrein rondom de bebouwing;
- Voor het ophoogzand is uitgegaan van een veldvochtig volumegewicht van 18 kN/m^3 en een verzadigd (nat) volumegewicht van 20 kN/m^3 ;

- De berekende zettingen zijn exclusief de eigen klink van het opgebrachte materiaal. De grootte van de eigen klink is afhankelijk van de mate van verdichting van het ophoogmateriaal en dus van de zorgvuldigheid van uitvoering;
- Autonome zettingen zijn eveneens niet beschouwd;
- Als berekeningsmethode is methode NEN-Koppejan, met natural strain aangehouden waarbij rekening wordt gehouden met consolidatie en seculaire effecten. In de berekeningen is het consolidatiemodel van Terzaghi gehanteerd;
- In de samendrukbare grondlagen is een POP (Pre-Overburden Pressure) aangehouden van 10 kPa. Hiermee wordt een mate van aanpassing van de ondergrond aan grondwaterstandswisselingen in het verleden in rekening gebracht.

3.3 Toegangsweg

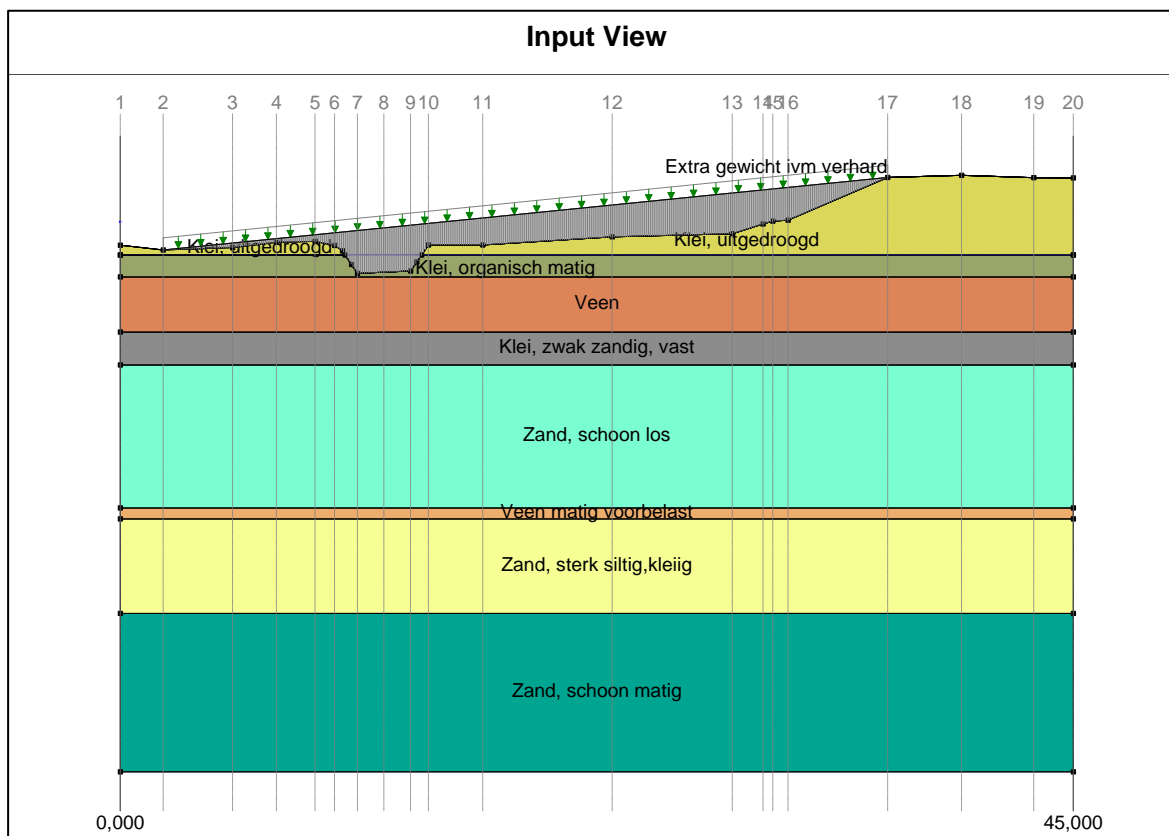
In figuur 3-1 is de gehanteerde geometrie weergegeven.

De zettingsanalyse is op te delen in diverse stappen:

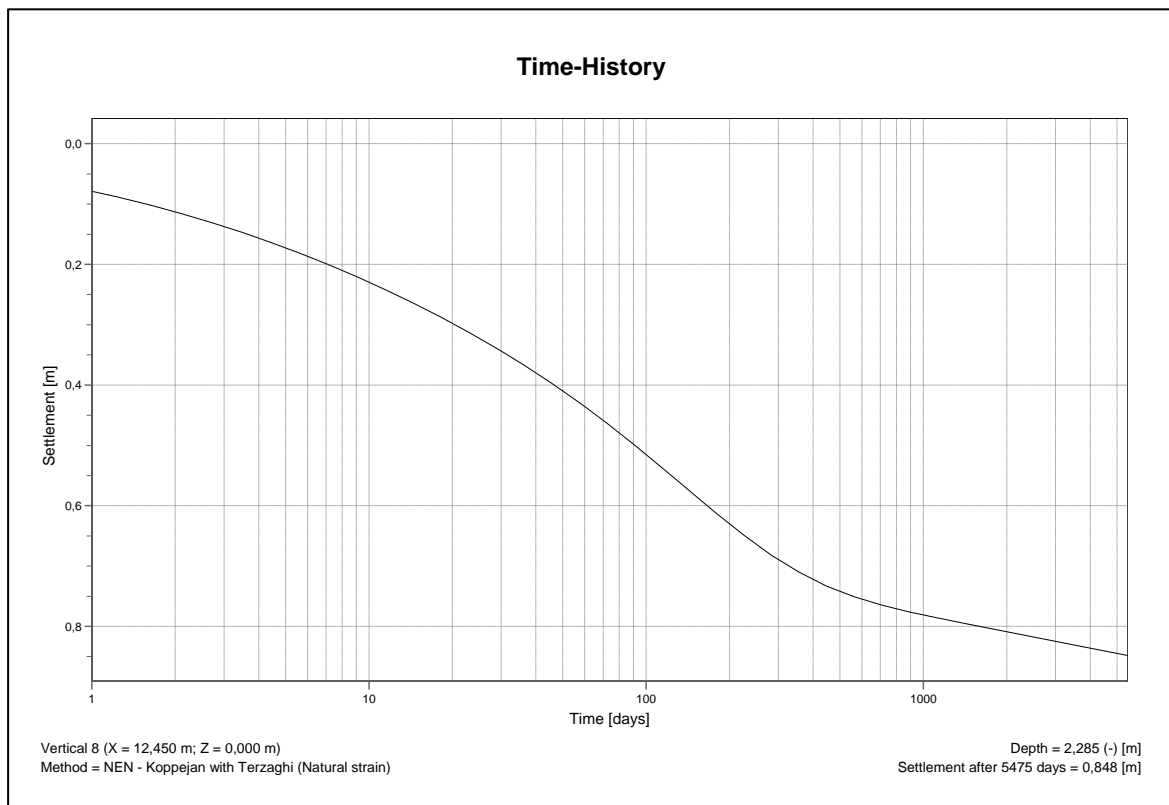
- Vanaf de verhoogd gelegen Noorder IJ- en Zeedijk (verticaal 17) wordt aangesloten op het parkeerveld (verticaal 2). Het maaiveld wordt opgehoogd en de sloot (verticaal 8) wordt aangevuld.
- De bruto ophoging = netto ophoging + zettingscompensatie.
- Het toepassen van zettingsversnellende maatregelen, zoals een extra overhoogte en verticale drainage, om binnen de gestelde tijd te voldoen aan restzettingseis.
- Als alternatief, het toepassen van licht ophoog materiaal zoals bims of EPS.

3.3.1 Netto ophoging

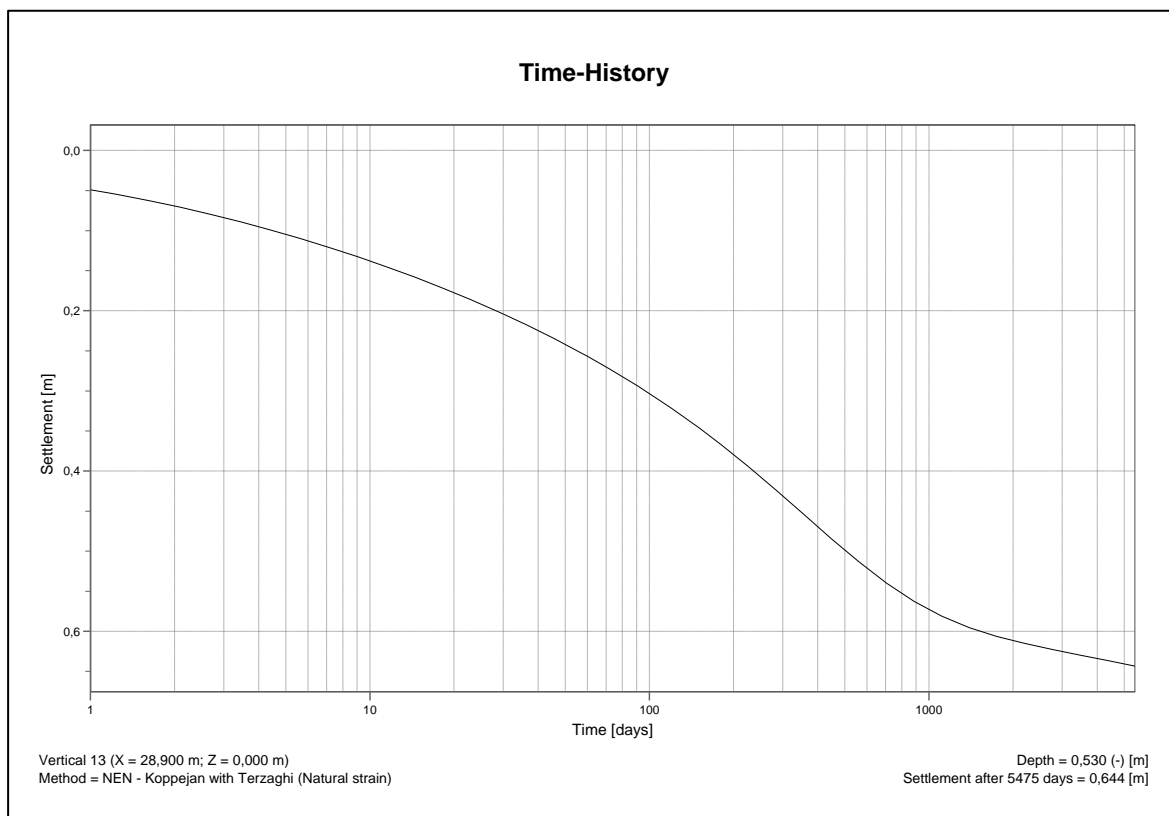
Dit is de ophoging die initieel reikt tot de gewenste (plan)hoogte. Ter illustratie is de gehanteerde geometrie met de gebruikte rekenverticalen weergegeven in figuur 3-1. In figuur 3-2 en 3-3 is de tijd-zettingsverloop voor de maatgevende verticalen weergegeven.



Figuur 3-1: Geometrie zettingsberekening toegangsweg



Figuur 3-2: Tijd-zettingsverloop als gevolg van de netto ophoging voor de maatgevende verticaal 8



Figuur 3-3: Tijd-zettingsverloop als gevolg van de netto ophoging voor de maatgevende verticaal 13

Het berekeningsresultaat van de zettingsberekening van de netto ophoging is gepresenteerd in onderstaande tabel.

Tabel 3-1: Berekeningsresultaat, netto ophoging

| Locatie | maatgevende verticaal | Huidig maaiveld [m NAP] | Netto ophoging | | Eindzetting na 15 jaar [m] | Voldoet aan de restzettingseis van max. 0,15 m |
|---------|-----------------------|-------------------------|----------------|------|----------------------------|--|
| | | | [m NAP] | m | | |
| Sloot | 8 | -2,30 | -0,3 | 2,00 | 0,85 | nee |
| Weg | 13 | -0,53 | +1,3 | 1,83 | 0,65 | nee |

Door het aanbrengen van een netto ophoging van circa 1,8 m à 2,0 m wordt een zetting berekend van theoretisch tussen 0,65 m en 0,85 m in de komende 15 jaar. Deze zetting is te groot ($> 0,15$ m) gedurende deze periode, hiervoor zullen aanvullende maatregelen, zoals een zettingscompensatie, tijdelijke overhoogte of het toepassen van verticale drainage, getroffen moeten worden.

De grootte van de benodigde voorbelasting is sterk afhankelijk van de beschikbare voorbelastingsperiode. Deze maatregelen zijn nader beschouwd in de navolgende paragraaf.

3.3.2 Bruto ophoging

Een zettingscompensatie is noodzakelijk zodat de wegverharding na 15 jaar nog steeds voldoet aan de maximale toegestane zetting van 0,15 m ten opzichte van het beoogde opleverniveau ligt. Daarnaast is nog een voorbelasting noodzakelijk (tijdelijke ophoging) om de ondergrond extra te laten zetten gedurende de beschikbare voorbelastingsperiode. De berekening van uitsluitend de zettingscompensatie met de netto ophoging (= bruto ophoging) is hieronder weergegeven.

Tabel 3-2: Bepaling bruto ophoging (=netto ophoging plus zettingscompensatie)

| Locatie | Maatgevende verticaal | Huidig maaiveld [m NAP] | Netto ophoging [m NAP] | Zettingscompensatie [m] | Bruto ophoging [m NAP] | Eind zetting na 15 jaar [m] |
|--------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------------------|
| Toegangs-weg | 8 | -2,30 | -0,30 | 0,60 | +0,30 | 1,01 |
| | 13 | -0,55 | +1,30 | 0,60 | +1,90 | 0,81 |

3.3.3 Voorbelasten met zand in combinatie met verticale drainage

Om de zettingen te forceren wordt uitgegaan van de toepassing van een tijdelijke ophoging (= overhoogte) van zand in combinatie met verticale drainage.

De verticale drainage zorgt voor een snellere afvoer van het overspannen water en daardoor ook van de zetting. Tevens komt deze consolidatie de stabiliteit van de ophoging ten goede.

De verticale drainage wordt standaard toegepast in een driehoekstramien van h.o.h. 1,0 meter en wordt ingebracht tot 1,0 m boven de eerste zandlaag (watervoerend pakket) om kortsluiting met het watervoerend pakket te voorkomen, gekozen is om een niveau aan te houden tot NAP -5,50 m.

De berekeningen zijn uitgevoerd gedurende een voorbelastingsperiode (excl. aanbrengen) van 90 dagen. Gedurende deze periode dienen voldoende zettingen te worden geforceerd zodat uiteindelijk na oplevering wordt voldaan aan de restzettingseis van 0,15 m.

De verticale drainage dient pas geïnstalleerd te worden, wanneer de ophoging, met de drainagelaag, ver genoeg boven de grondwaterstand is aangebracht. Dit in verband met stoppen van de werking van de drains bij het onderwater zakken van de bovenzijde van de drains. Zodra dit gebeurt zal de werking van de drains nihil worden omdat overspannen water niet meer afgevoerd wordt. De drains laten dan het water rondstromen in plaats van afstromen.

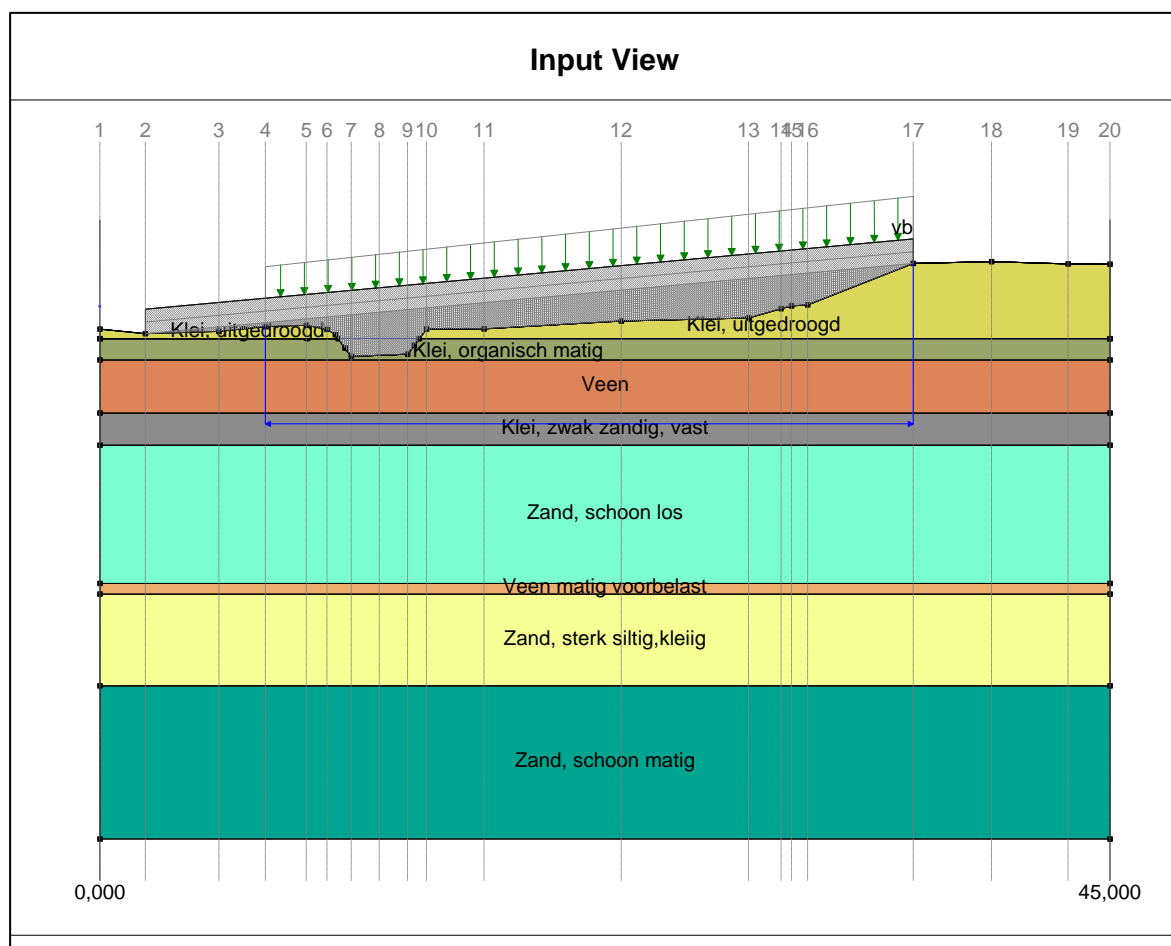
De berekeningsresultaten van de voorbelasting met verticale drainage zijn hieronder weergegeven.

Tabel 3-3: Berekeningsresultaten

| Verticaal | Extra overhoogte + drainage [m] | Voorbelasting-niveau [m NAP] | Ligtijd [dagen] | Totaal zand-pakket [m] | Optredende zetting gedurende ligtijd[m] | Eindzetting maaiveld na 15 jaar [m] | Rest-zetting [m] |
|-----------|---------------------------------|------------------------------|-----------------|------------------------|---|-------------------------------------|------------------|
| 8 | 2,0 | +2,30 | 90 | 4,60 | 0,98 | 1,12 | 0,14 |
| 13 | 2,0 | +2,90 | 90 | 4,43 | 0,84 | 0,96 | 0,12 |

Door vanaf bestaand maaiveld fors op te hogen tot ca. NAP +2,3 m ter plaatse van de sloot en tot NAP +2,9 m ter locatie van de weg, voor een ligtijd van minimaal 90 dagen, wordt aan de gestelde restzettingseis voldaan. Dit is alleen te behalen met het toepassen van verticale drainage. Zonder verticale drainage wordt met een tijdelijke extra overhoogte niet voldaan aan de restzettingseis.

Figuur 3-4 geeft de benodigde ophoging aan vanaf bestaand maaiveld voor een ligtijd van 90 dagen weer.

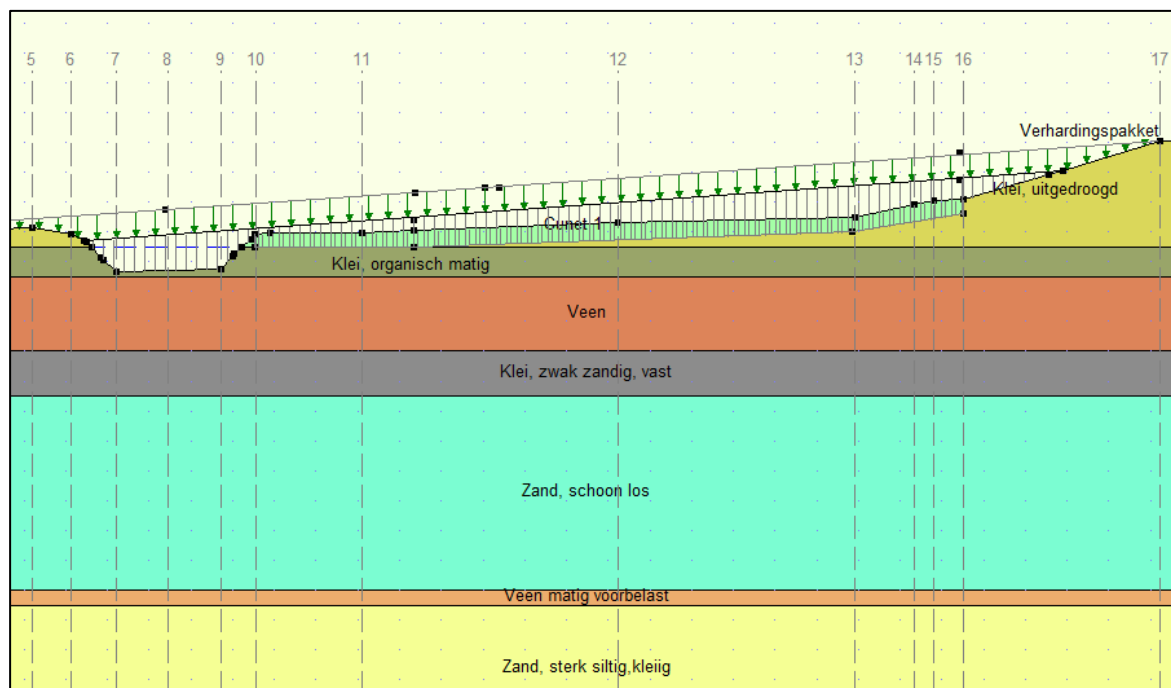


Figuur 3-4: Uniforme voorbelasting van 2 m in combinatie met verticale drainage, voor minimaal 90 dagen

3.3.4 Toepassen van licht ophoogmateriaal

Een andere alternatief om aan de restzettingseis te kunnen voldoen is de toepassing van een licht ophoogmateriaal (vooralsnog wordt uitgegaan van Bims of EPS). Uit een oriënterende berekening volgt dat met het toepassen van Bims niet wordt voldaan aan de restzettingseis voor deze locatie. Hieronder wordt de toepassing van EPS verder beschouwd.

- Aanvullen met licht ophoogmateriaal EPS van $\gamma_{\text{droog}} / \gamma_{\text{nat}} = 0,2 / -9,6 \text{ kN/m}^3$.



Figuur 3-5: Geometrie, toepassen EPS inclusief het verhardingspakket

Bij de toepassing van EPS wordt eerst het huidige maaiveld tussen de verticalen 10 t/m 16 (zie figuur 3-5) met 0,5 m ontgraven, alvorens het EPS aan te brengen.

In tabel 3-4 zijn de berekeningsresultaten weergegeven.

Tabel 3-4: Berekeningsresultaten toepassen licht ophoogmateriaal EPS

| Beschouwde verticaal | Huidig maaiveld [m NAP] | Netto ophoging [m NAP] | Eindzetting na 15 jaar [m] | Voldoet aan de restzettingseis van max. 0,15 m |
|----------------------|-------------------------|------------------------|----------------------------|--|
| 8 | -2,30 | -0,30 | 0,57 | nee |
| 13 | -0,55 | +1,30 | 0,09 | ja ⁽¹⁾ |

⁽¹⁾ Bij het deels ontgraven van de huidige toplaag en vervangen door EPS. Deze ontgraving bedraagt circa 0,5 m.

Uit het berekeningsresultaat volgt dat door het toepassen van licht ophoogmateriaal (Bims of EPS) ter plaatse van de te dempen sloot (verticaal 8) niet wordt voldaan aan de restzettingseis van max. 0,15 m in 15 jaar.

3.4 Parkeerveld

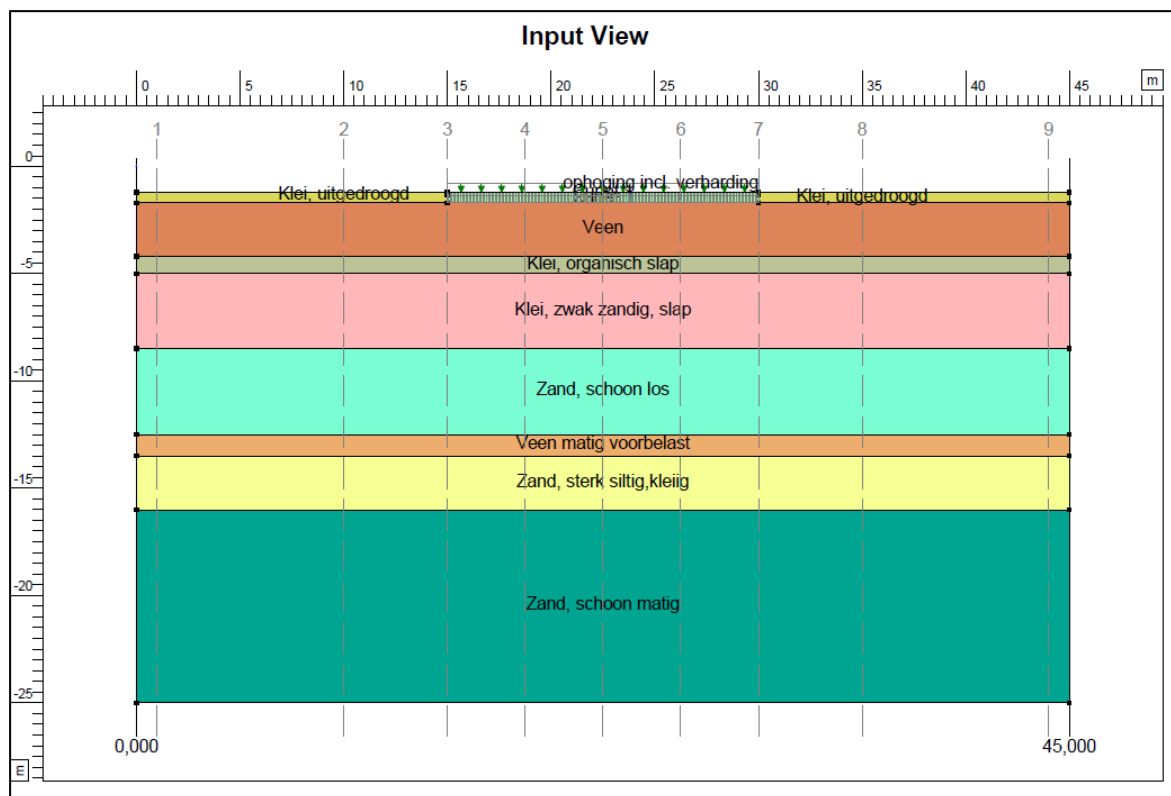
In figuur 3-6 is de gehanteerde geometrie weergegeven.

De zettingsanalyse is op te delen in diverse stappen:

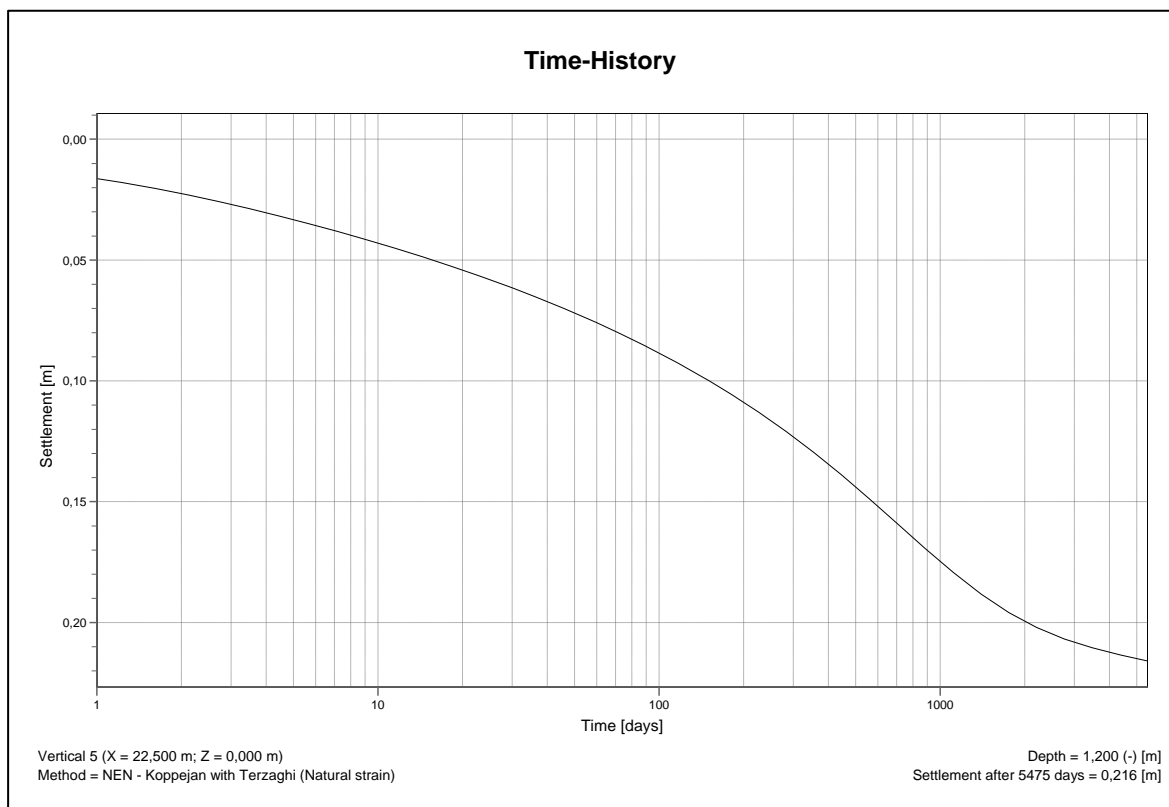
- Het opleverpeil bestaat uit de netto ophoging inclusief de cunet ten behoeve van het verhardingspakket. Het peil gaat naar NAP -0,80 m.
- Verhardingspakket bestaat uit 0,16 m stelconplaten van $\gamma = 24 \text{ kN/m}^3$, 0,10 m straatlaag van $\gamma_{\text{droog}} / \gamma_{\text{nat}} = 18 / 20 \text{ kN/m}^3$ en 0,3 m menggranulaat van $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$.
- Onderkant cunet ligt op NAP -1,7 m.
- De bruto ophoging = netto ophoging + zettingscompensatie.
- Het toepassen van zettingsversnellende maatregelen, zoals een extra overhoogte en verticale drainage, om binnen de gestelde tijd te voldoen aan restzettingseis.
- Als alternatief, het toepassen van licht ophoog materiaal zoals bims of EPS.

3.4.1 Netto ophoging inclusief cunet

Dit is de ophoging die initieel reikt tot de gewenste (plan)hoogte. Ter illustratie is de gehanteerde geometrie met de gebruikte rekenverticalen weergegeven in figuur 3-6. In figuur 3-7 is de tijd-zettingsverloop voor de maatgevende verticaal weergegeven.



Figuur 3-6: Geometrie zettingsberekening parkeerveld



Figuur 3-7: Tijd-zettingsverloop als gevolg van de netto ophoging voor de maatgevende verticaal 5

Het berekeningsresultaat voor de netto ophoging is gepresenteerd in onderstaande tabel.

Tabel 3-5: Berekeningsresultaat, netto ophoging

| maatgevende verticaal | Huidig maaiveld [m NAP] | Netto ophoging [m NAP] | o.k. cunet [m NAP] | Zetting na 15 jaar [m] | Voldoet aan de restzettingseis van max. 0,15 m |
|--------------------------|----------------------------|---------------------------|-----------------------|------------------------------|--|
| 5 | -1,20 | -0,80 | -1,70 | 0,22 | nee |

Door het aanbrengen van een netto ophoging inclusief de verhardingsconstructie wordt een zetting berekend van theoretisch 0,22 m in de komende 15 jaar. Deze zetting is te groot ($> 0,15$ m) gedurende deze periode, hiervoor zullen aanvullende maatregelen, zoals een zettingscompensatie, tijdelijke overhoogte of het toepassen van verticale drainage, getroffen moeten worden.

De grootte van de benodigde voorbelasting is sterk afhankelijk van de beschikbare voorbelastingsperiode. Deze maatregelen zijn nader beschouwd in de navolgende paragraaf.

3.4.2 Bruto ophoging

Een zettingscompensatie is noodzakelijk zodat de wegverharding na 15 jaar nog steeds voldoet aan de maximale toegestane zetting van 0,15 m ten opzichte van het beoogde opleverniveau ligt. Daarnaast is nog een voorbelasting noodzakelijk (tijdelijke ophoging) om de ondergrond extra te laten zetten

gedurende de beschikbare voorbelastingsperiode. De berekening van uitsluitend de zettingscompensatie met de netto ophoging (= bruto ophoging) is hieronder weergegeven.

Tabel 3-6: Bepaling bruto ophoging (=netto ophoging plus zettingscompensatie)

| Maatgevende verticaal | Huidig maaiveld [m NAP] | Netto ophoging [m NAP] | Zettingscompensatie [m] | Bruto ophoging [m NAP] | Eind zetting na 15 jaar [m] |
|-----------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------------------|
| 5 | -1,20 | -0,80 | 0,13 | -0,67 | 0,34 |

3.4.3 Voorbelasten met zand in combinatie met verticale drainage

Om de zettingen te forceren wordt uitgegaan van de toepassing van een tijdelijke ophoging (= overhoogte) van zand in combinatie met verticale drainage.

De verticale drainage zorgt voor een snellere afvoer van het overspannen water en daardoor ook van de zetting. Tevens komt deze consolidatie de stabiliteit ten goede.

De verticale drainage wordt standaard toegepast in een driehoekstramien van h.o.h. 1,0 meter en wordt ingebracht tot 1,0 m boven de eerste zandlaag om kortsluiting met het watervoerend pakket te voorkomen, gekozen is om een niveau aan te houden tot NAP -5,50 m.

De berekeningen zijn uitgevoerd gedurende een voorbelastingsperiode (excl. aanbrengen) van 90 dagen. Gedurende deze periode dienen voldoende zettingen te worden geforceerd zodat uiteindelijk na oplevering wordt voldaan aan de restzettingseis van 0,15 m.

De verticale drainage dient pas geïnstalleerd te worden, wanneer de ophoging, met de drainagelaag, ver genoeg boven de grondwaterstand is aangebracht. Dit in verband met stoppen van de werking van de drains bij het onderwater zakken van de bovenzijde van de drains. Zodra dit gebeurt zal de werking van de drains nihil worden omdat overspannen water niet meer afgevoerd wordt. De drains laten dan het water rondstromen in plaats van afstromen.

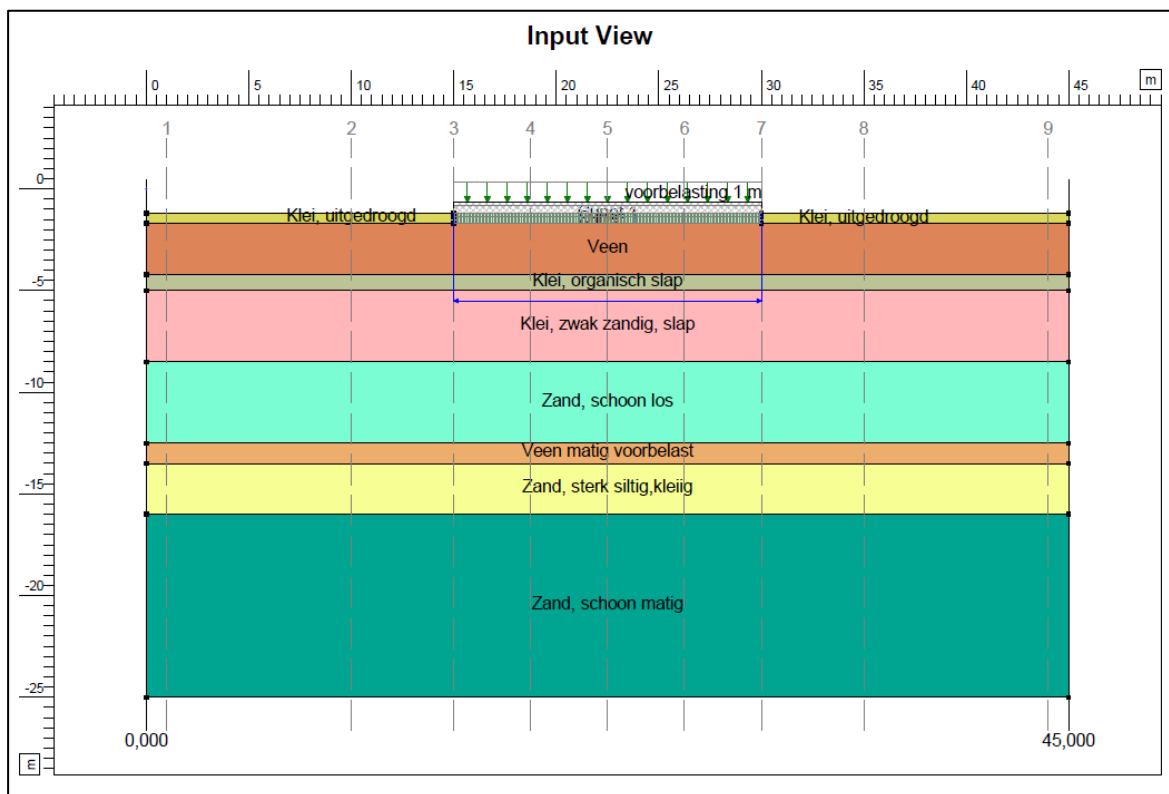
De berekeningsresultaten van de voorbelasting met verticale drainage zijn hieronder weergegeven.

Tabel 3-7: Berekeningsresultaten

| Verticaal | Extra overhoogte + drainage [m] | Voorbelasting-niveau [m NAP] | Ligtijd [dagen] | Optredende zetting gedurende ligtijd[m] | Eindzetting maaiveld na 15 jaar [m] | Rest-zetting [m] |
|-----------|---------------------------------|------------------------------|-----------------|---|-------------------------------------|------------------|
| 5 | 1,0 | +0,33 | 90 | 0,49 | 0,60 | 0,11 |

Door vanaf bestaand maaiveld op te hogen tot ca. NAP +0,33 m (inclusief het verhardingspakket van 0,9 m) voor een ligtijd van 90 dagen, wordt aan de gestelde restzettingseis voldaan. Dit is alleen te behalen met het toepassen van verticale drainage. Zonder verticale drainage wordt met een tijdelijke extra overhoogte gedurende 90 dagen niet voldaan aan de restzettingseis.

Figuur 3-8 geeft de benodigde ophoging aan vanaf bestaand maaiveld voor een ligtijd van 90 dagen weer.



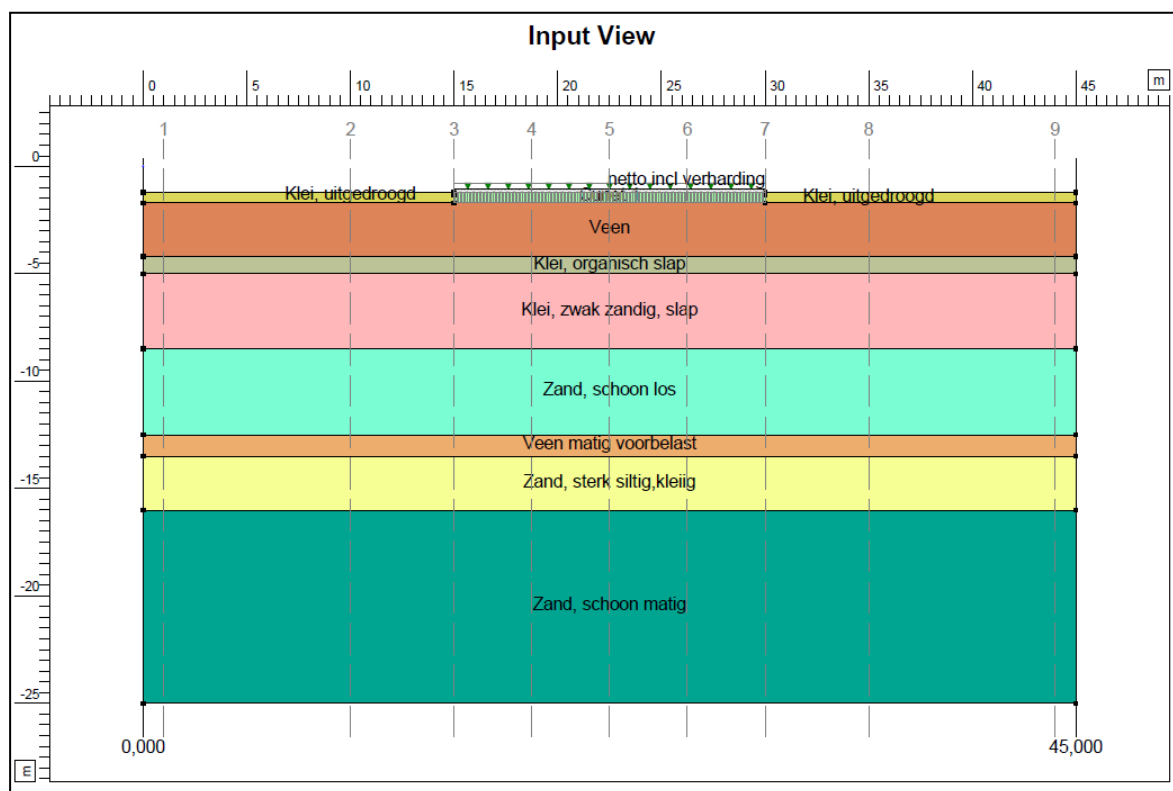
Figuur 3-8: Voorbelasting van 1 m in combinatie met verticale drainage

3.4.4 Toepassen van licht ophoogmateriaal

Een alternatief om aan de restzettingseis te kunnen voldoen is de toepassing van licht ophoogmateriaal (bijvoorbeeld bims of EPS).

- Cunet van 0,5 m aanvullen met licht ophoogmateriaal Bims van $\gamma_{\text{droog}} / \gamma_{\text{nat}} = 9,8 / 13,8 \text{ kN/m}^3$.
- Vanaf maaiveld met 0,15 m Bims ophogen.
- Bovenop Bims wordt de verhardingspakket van 0,1 m straatlaag ($\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$) en 0,16 m Stelcon-platen ($\gamma = 24 \text{ kN/m}^3$) aangebracht (geen stabilisatie laag).

In tabel 3-8 zijn de berekeningsresultaten weergegeven.



Figuur 3-9: Geometrie, toepassen Bims inclusief het verhardingspakket

Tabel 3-8: Berekeningsresultaten toepassen licht ophoogmateriaal, Bims

| maatgevende verticaal | Huidig maaiveld [m NAP] | Netto ophoging [m NAP] | o.k. cunet [m NAP] | Eindzetting na 15 jaar [m] | Voldoet aan de restzettingseis van max. 0,15 m |
|--------------------------|----------------------------|---------------------------|-----------------------|----------------------------------|--|
| 5 | -1,20 | -0,80 | -1,70 | 0,11 | ja |

3.5 Terrein rondom de bebouwing

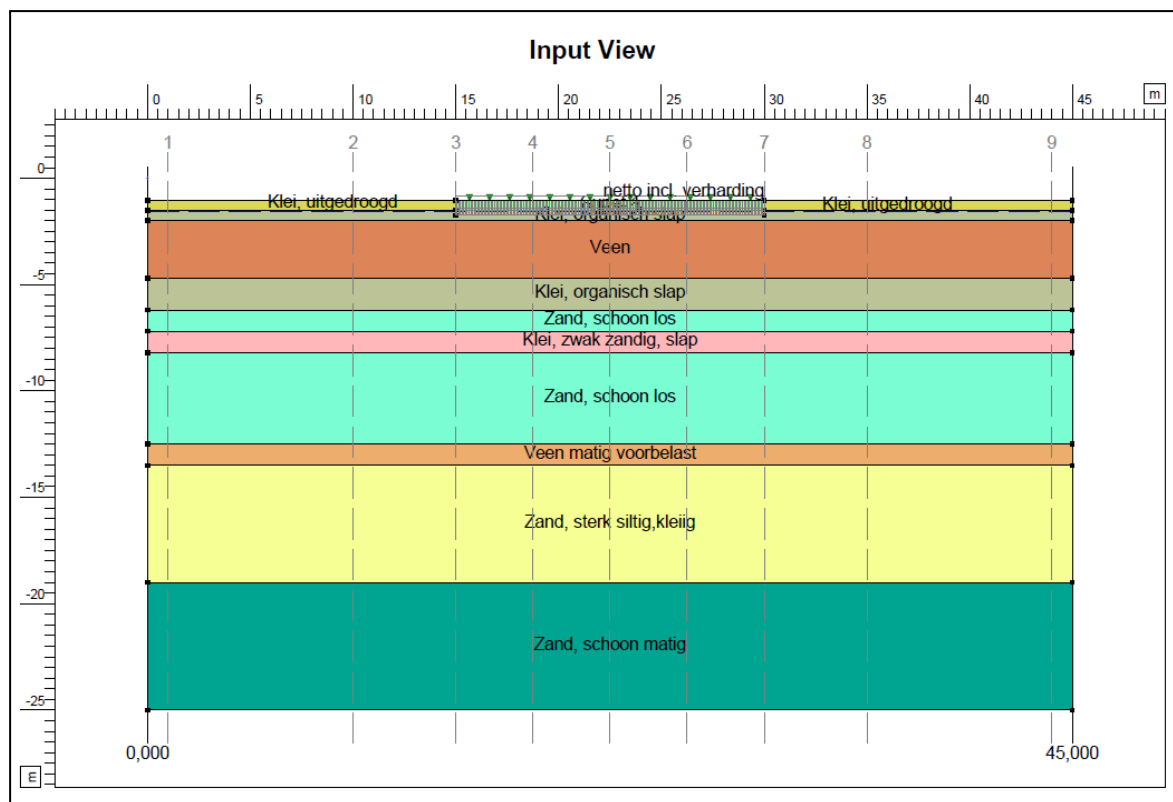
In figuur 3-10 is de gehanteerde geometrie weergegeven.

De zettingsanalyse is op te delen in diverse stappen:

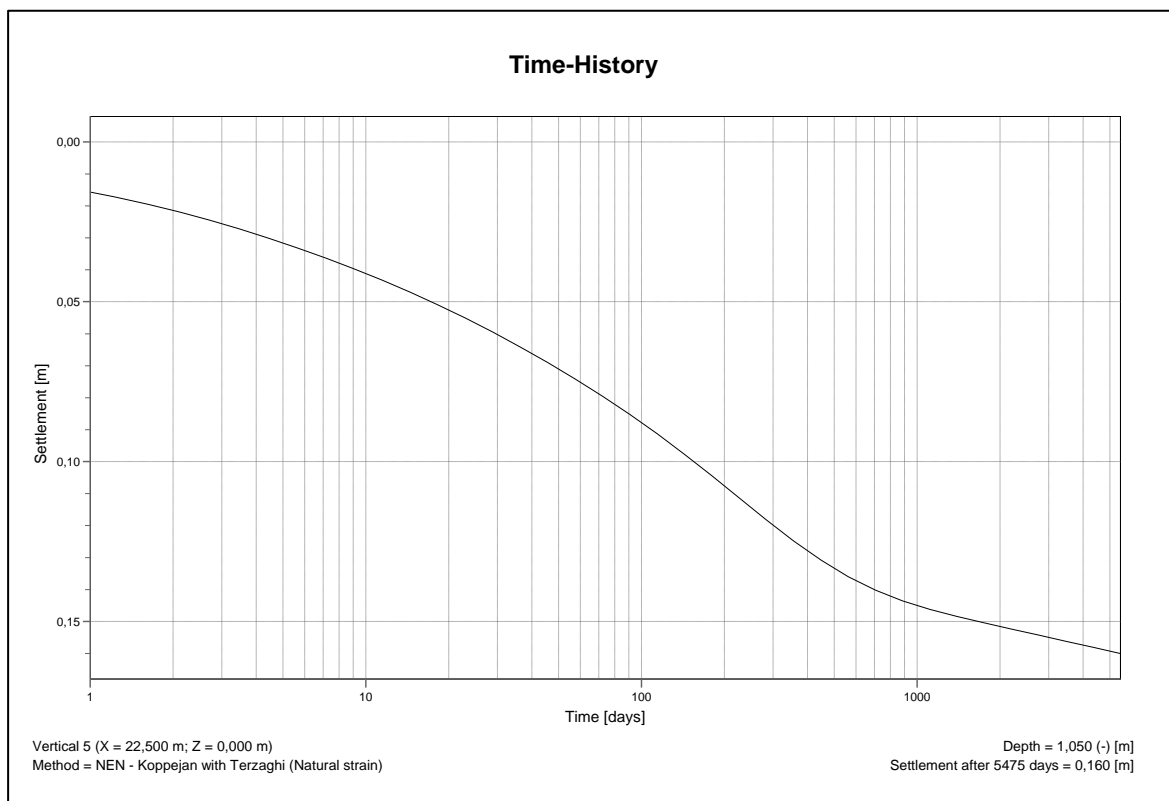
- Het opleverpeil bestaat uit de netto ophoging inclusief de cunet ten behoeve van het verhardingspakket. Het peil gaat naar NAP -0,85 m.
- Verhardingspakket bestaat uit 0,16 m stelconplaten $\gamma = 24 \text{ kN/m}^3$, 0,10 m straatlaag $\gamma_{\text{droog}} / \gamma_{\text{nat}} = 18 / 20 \text{ kN/m}^3$ en 0,3 m menggranulaat $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$.
- Onderkant cunet ligt op NAP -1,75 m.
- De bruto ophoging = netto ophoging + zettingscompensatie.
- Het toepassen van zettingsversnellende maatregelen, zoals een extra overhoogte en verticale drainage, om binnen de gestelde tijd te voldoen aan restzettingseis.
- Als alternatief, het toepassen van licht ophoog materiaal zoals bims of EPS.

3.5.1 Netto ophoging inclusief cunet

Dit is de ophoging die initieel reikt tot de gewenste (plan)hoogte. Ter illustratie is de gehanteerde geometrie met de gebruikte rekenverticalen weergegeven in figuur 3-10. In figuur 3-11 is de tijd-zettingsverloop voor de maatgevende verticaal weergegeven.



Figuur 3-10: Geometrie zettingsberekening terrein rondom bebouwing



Figuur 3-11: Tijd-zettingsverloop als gevolg van de netto ophoging voor de maatgevende verticaal 5

Het berekeningsresultaat van de zettingsberekening van de netto ophoging is gepresenteerd in onderstaande tabel.

Tabel 3-9: Berekeningsresultaat, netto ophoging

| maatgevende verticaal | Huidig maaiveld [m NAP] | Netto ophoging [m NAP] | o.k. cunet [m NAP] | Eindzetting na 15 jaar [m] | Voldoet aan de restzettingseis van max. 0,15 m |
|--------------------------|----------------------------|---------------------------|-----------------------|----------------------------------|--|
| 5 | -1,05 | -0,85 | -1,75 | 0,16 | nee |

Door het aanbrengen van een netto ophoging inclusief de verhardingsconstructie wordt een zetting berekend van theoretisch 0,16 m in de komende 15 jaar. Deze zetting is te groot ($> 0,15$ m) gedurende deze periode, hiervoor zullen aanvullende maatregelen, zoals een zettingscompensatie, tijdelijke overhoogte of het toepassen van verticale drainage, getroffen moeten worden.

De grootte van de benodigde voorbelasting is sterk afhankelijk van de beschikbare voorbelastingsperiode. Deze maatregelen zijn nader beschouwd in de navolgende paragraaf.

3.5.2 Bruto ophoging

Een zettingscompensatie is noodzakelijk zodat de wegverharding na 15 jaar nog steeds voldoet aan de maximale toegestane zetting van 0,15 m ten opzichte van het beoogde opleverniveau ligt. Daarnaast is

nog een voorbelasting noodzakelijk (tijdelijke ophoging) om de ondergrond extra te laten zetten gedurende de beschikbare voorbelastingsperiode. De berekening van uitsluitend de zettingscompensatie met de netto ophoging (= bruto ophoging) is hieronder weergegeven.

Tabel 3-10: Bepaling bruto ophoging (=netto ophoging plus zettingscompensatie)

| Maatgevende verticaal | Huidig maaiveld [m NAP] | Netto ophoging [m NAP] | Zettingscompensatie [m] | Bruto ophoging [m NAP] | Eind zetting na 15 jaar [m] |
|-----------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------------------|
| 5 | -1,05 | -0,85 | 0,10 | -0,75 | 0,19 |

3.5.3 Voorbelasten met zand

Gezien de ophogingen, de beschikbare voorbelastingstijd en de verwachte zettingen zal uit worden gegaan van een tijdelijke overhoogte van zand.

De totale voorbelastingsperiode bedraagt 90 dagen (excl. aanbrengen). Gedurende deze periode dienen voldoende zettingen te worden geforceerd zodat uiteindelijk na oplevering wordt voldaan aan de restzettingseis van 0,15 m.

De berekeningsresultaten van de voorbelasting met zand zijn hieronder weergegeven.

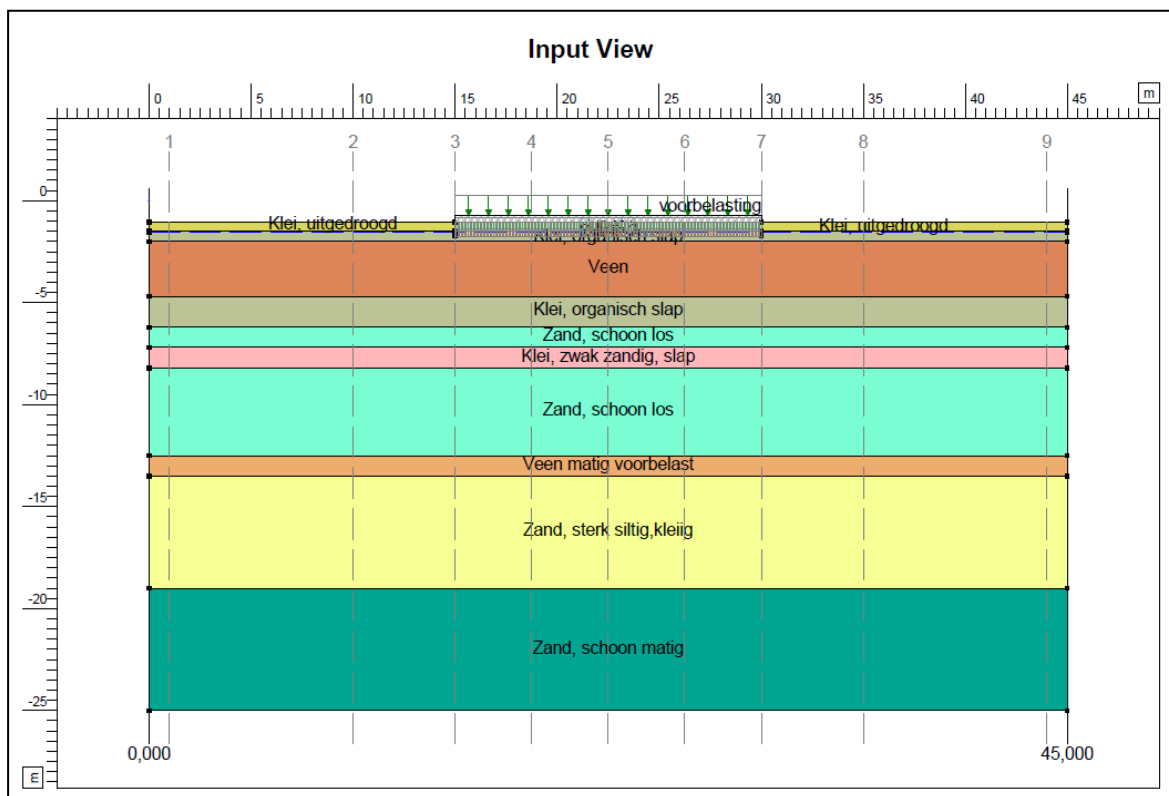
Tabel 3-11: Bepaling voorbelasting

| Verticaal | Extra overhoogte [m] | Voorbelasting-niveau [m NAP] | Optredende zetting in 90 dagen [m] | Eindzetting na 15 jaar [m] | Restzetting [m] |
|-----------|----------------------|------------------------------|------------------------------------|----------------------------|-----------------|
| 5 | 1,0 | +0,25 | 0,34 | 0,46 | 0,12 |

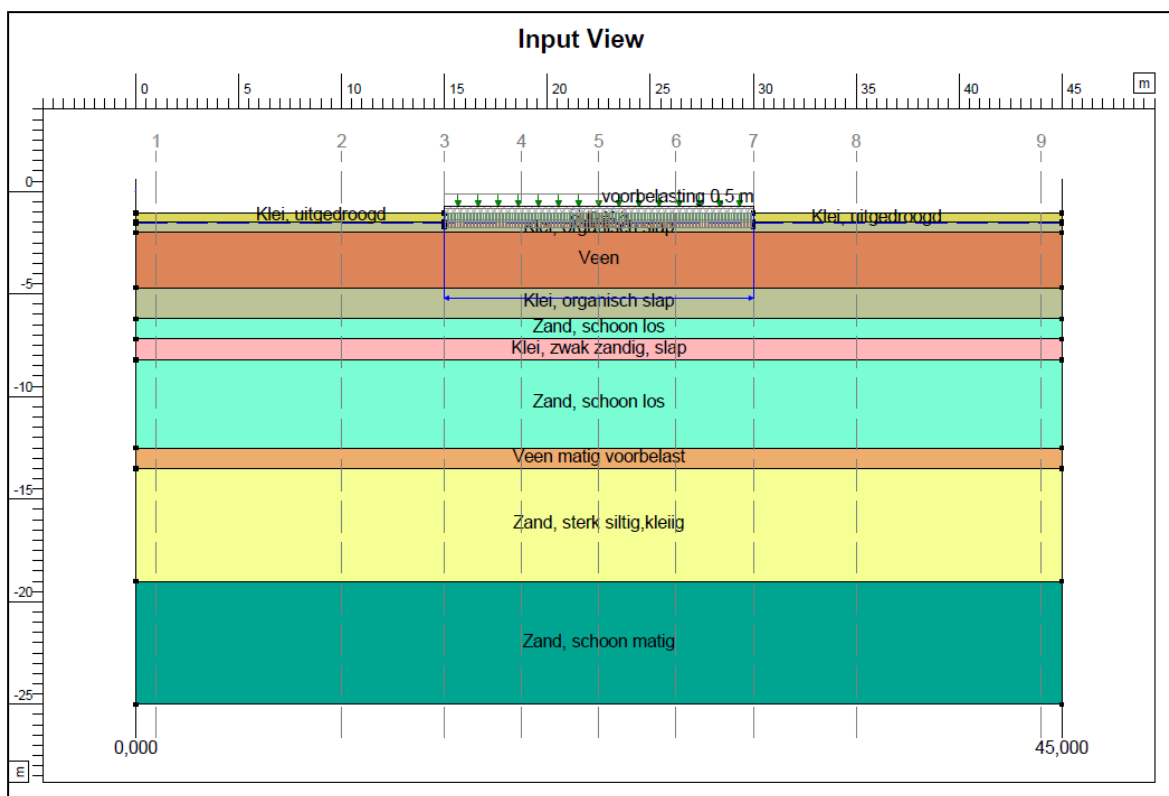
Door vanaf bestaand maaiveld voor een periode van 90 dagen op te hogen tot ca. NAP +0,25 m wordt aan een restzetting van 0,15 m voldaan.

Figuur 3-12 geeft de benodigde ophoging aan vanaf bestaand maaiveld.

De andere mogelijkheid is het toepassen van 0,5 m zand ophoging in combinatie met verticale drainage gedurende een voorbelastingsperiode (excl. aanbrengen) van 90 dagen. De verticale drainage zorgt voor een snellere afvoer van het overspannen water en daardoor ook van de zetting. De verticale drainage wordt standaard toegepast in een driehoekstramien van h.o.h. 1,0 meter en wordt ingebracht tot 1,0 m boven de eerste zandlaag om kortsluiting met het watervoerend pakket te voorkomen, gekozen is om een niveau aan te houden tot NAP -5,20 m. Uit het berekeningsresultaat volgt een restzetting van 0,03 m waarmee aan de restzettingseis wordt voldaan, zie figuur 3-13.



Figuur 3-12: Gewenste voorbelasting van 1 m



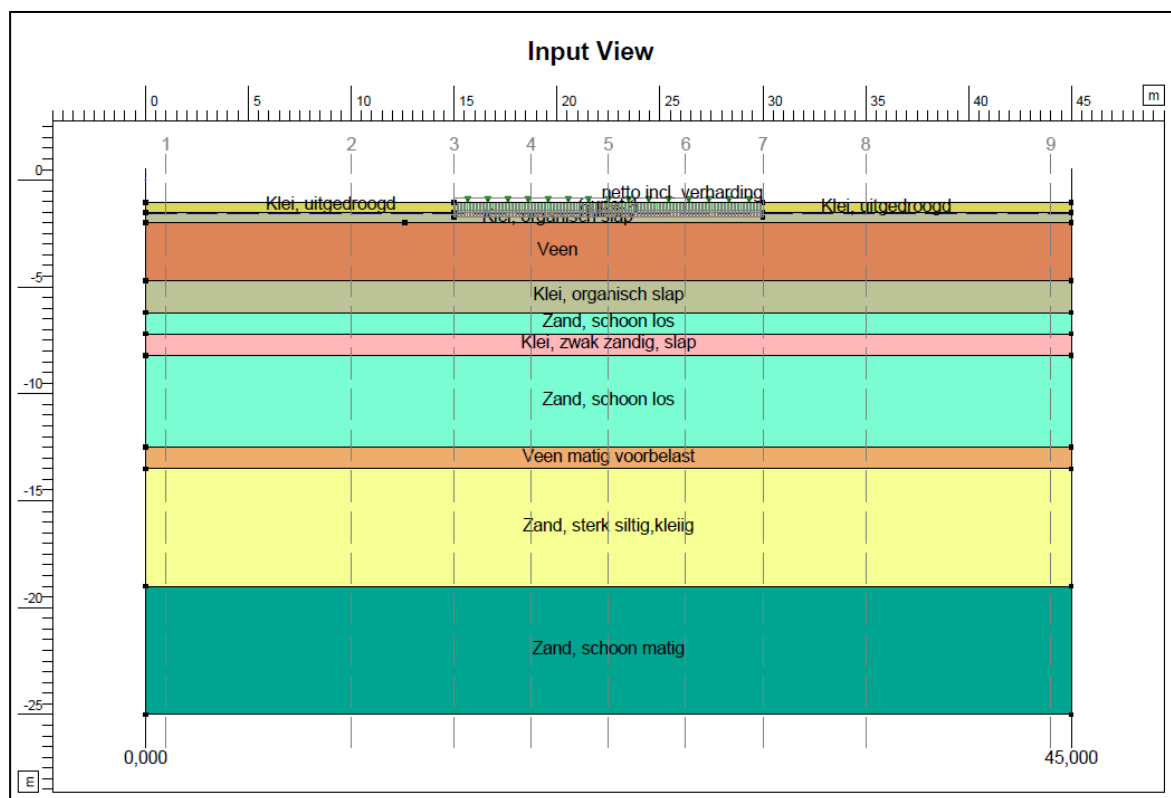
Figuur 3-13: Gewenste voorbelasting van 0,5 m in combinatie met verticale drainage

3.5.4 Toepassen van licht ophoogmateriaal

Een andere alternatief om aan de restzettingseis te kunnen voldoen is de toepassing van licht ophoogmateriaal (bijvoorbeeld bims).

- Cunet van 0,35 m (tot NAP -1,40 m) aanvullen met licht ophoogmateriaal Bims van $\gamma_{\text{droog}} / \gamma_{\text{nat}} = 9,8 / 13,8 \text{ kN/m}^3$.
- Vanaf NAP -1,40 m tot het opleverpeil van NAP -0,85 m wordt de verhardingsconstructie aangebracht. De verhardingsconstructie bestaat uit 0,3 m menggranulaat ($\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$), 0,1 m straat laag ($\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$) en 0,16 m Stelcon-platen ($\gamma = 24 \text{ kN/m}^3$).

In tabel 3-12 zijn de berekeningsresultaten weergegeven.



Figuur 3-14: Geometrie, toepassen Bims inclusief het verhardingspakket

Tabel 3-12: Berekeningsresultaten toepassen licht ophoogmateriaal, Bims

| maatgevende verticaal | Huidig maaiveld [m NAP] | Netto ophoging [m NAP] | o.k. cunet [m NAP] | Eindzetting na 15 jaar [m] | Voldoet aan de restzettingseis van max. 0,15 m |
|-----------------------|-------------------------|------------------------|--------------------|----------------------------|--|
| 5 | -1,05 | -0,85 | -1,75 | 0,13 | ja |

3.6 Riool rondom bebouwing

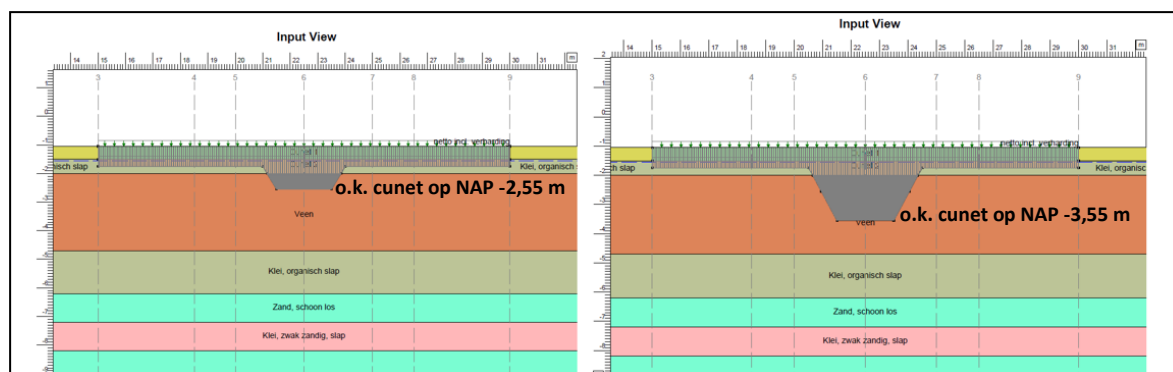
In figuur 3-15 is de gehanteerde geometrie weergegeven.

De zettingsanalyse is op te delen in diverse stappen:

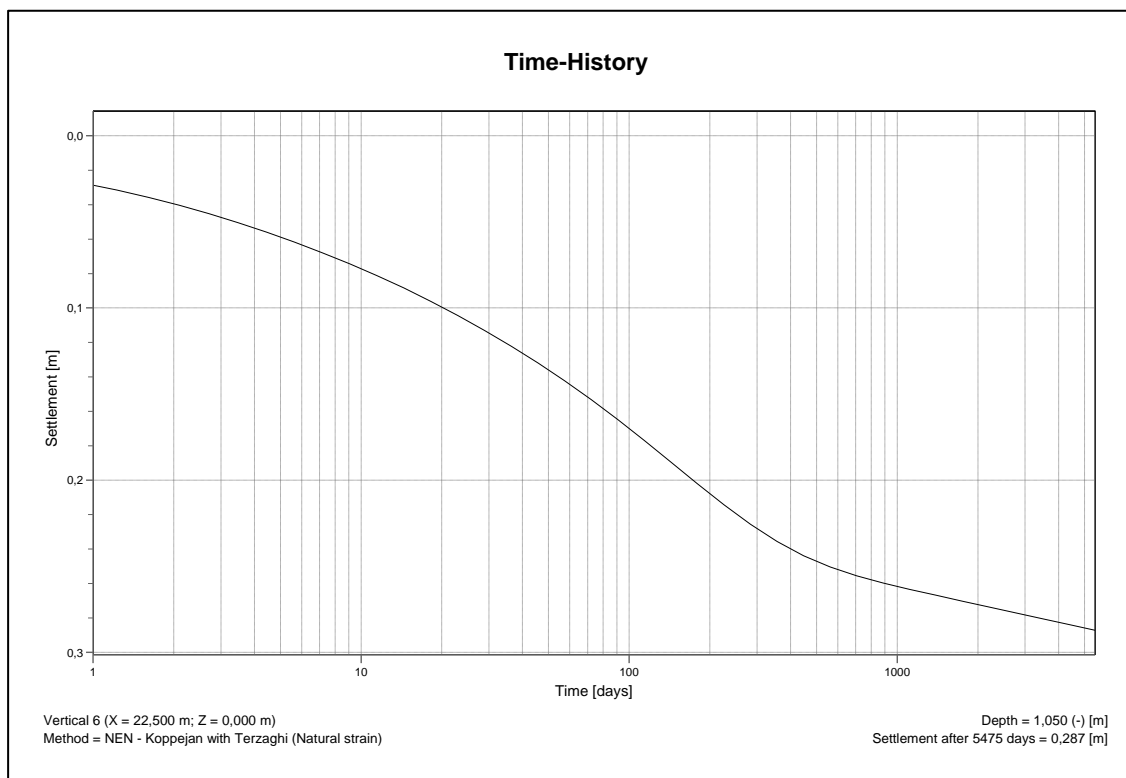
- Het ontwerppeil gaat naar NAP -0,85 m.
- Onderkant cunet ten behoeve van de riool ligt tussen 1,5 m tot 2,5 m onder maaiveld (tussen NAP -2,55 m en NAP -3,55 m).
- Verhardingspakket bestaat uit 0,16 m stelconplaten $\gamma = 24 \text{ kN/m}^3$, 0,10 m straatlaag $\gamma_{\text{droog}} / \gamma_{\text{nat}} = 18 / 20 \text{ kN/m}^3$ en 0,3 m menggranulaat $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$.
- De bruto ophoging = netto ophoging + zettingscompensatie.
- Het toepassen van zettingsversnellende maatregelen, zoals een extra overhoogte en verticale drainage, om binnen de gestelde tijd te voldoen aan restzettingseis.
- Als alternatief, het toepassen van licht ophoog materiaal zoals bims of EPS.

3.6.1 Netto ophoging inclusief dieper cunet t.b.v. de riool

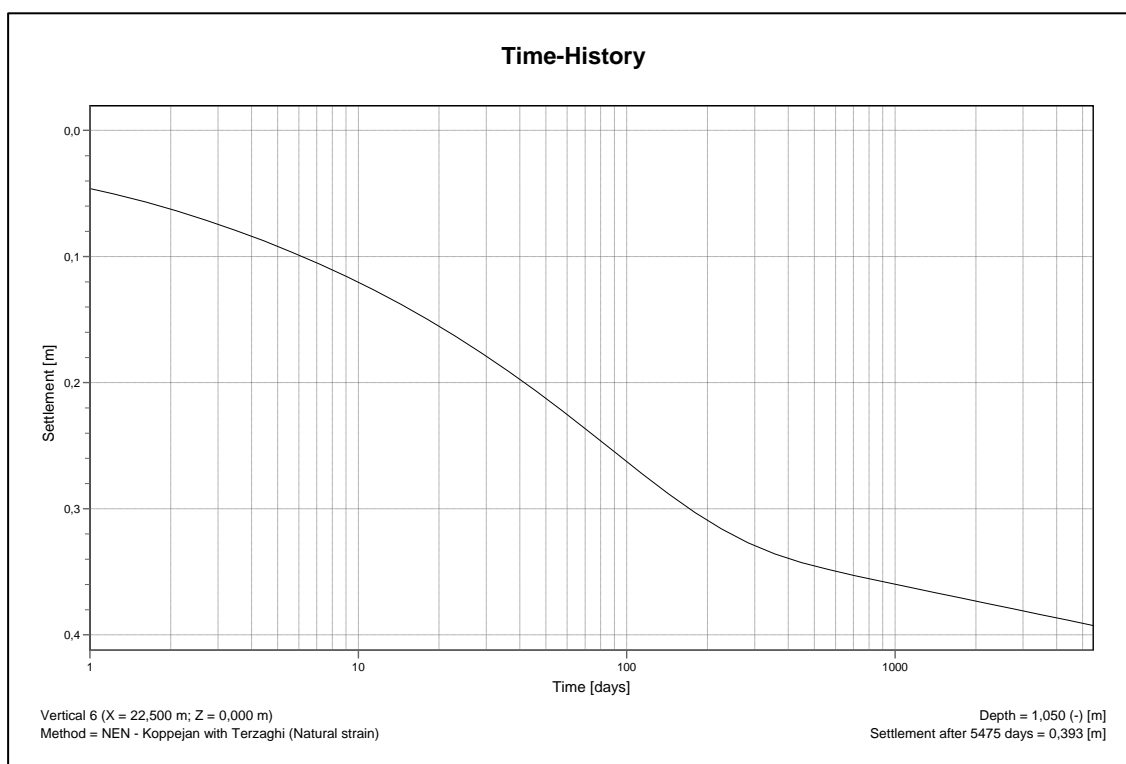
Ter illustratie is de gehanteerde geometrie met de gebruikte rekenverticalen weergegeven in figuur 3-15. In figuur 3-16 en 3-17 is de tijd-zettingsverloop weergegeven.



Figuur 3-15: Geometrie zettingsberekening ten behoeve van riool rondom bebouwing



Figuur 3-16: Tijd-zettingsverloop als gevolg van de netto ophoging voor de maatgevende verticaal 6, o.k. cunet op NAP -2,55 m



Figuur 3-17: Tijd-zettingsverloop als gevolg van de netto ophoging voor de maatgevende verticaal 6, o.k. cunet op NAP -3,55 m

Het berekeningsresultaat van de zettingsberekening ten behoeve van het riool is gepresenteerd in onderstaande tabel.

Tabel 3-13: Berekeningsresultaat, aanvullen van de cunet met zand

| maatgevende verticaal | Huidig maaiveld [m NAP] | Netto ophoging [m NAP] | o.k. cunet [m NAP] | Eindzetting na 15 jaar [m] | Voldoet aan de restzettingseis van max. 0,15 m |
|-----------------------|-------------------------|------------------------|--------------------|----------------------------|--|
| 6 | -1,05 | -0,85 | -2,55 | 0,29 | nee |
| | | | -3,55 | 0,39 | nee |

Deze theoretische zetting is te groot ($> 0,15$ m) gedurende 15 jaar. Hiervoor zullen aanvullende maatregelen, zoals een zettingscompensatie, tijdelijke overhoogte of het toepassen van verticale drainage, getroffen moeten worden.

De grootte van de benodigde voorbelasting is sterk afhankelijk van de beschikbare voorbelastingsperiode. Deze maatregelen zijn nader beschouwd in de navolgende paragraaf.

3.6.2 Bruto ophoging

Een zettingscompensatie is noodzakelijk zodat de wegverharding na 15 jaar nog steeds voldoet aan de maximale toegestane zetting van 0,15 m ten opzichte van het beoogde opleverniveau ligt. Daarnaast is nog een voorbelasting noodzakelijk (tijdelijke ophoging) om de ondergrond extra te laten zetten gedurende de beschikbare voorbelastingsperiode. De berekening van uitsluitend de zettingscompensatie met de netto ophoging (= bruto ophoging) is hieronder weergegeven.

Tabel 3-14: Bepaling bruto ophoging (=netto ophoging plus zettingscompensatie)

| Maatgevende verticaal | Huidig maaiveld [m NAP] | Netto ophoging [m NAP] | o.k. cunet [m NAP] | Zettingscompensatie [m] | Bruto ophoging [m NAP] | Eind zetting na 15 jaar [m] |
|-----------------------|-------------------------|------------------------|--------------------|-------------------------|------------------------|-----------------------------|
| 6 | -1,05 | -0,85 | -2,55 | 0,25 | -0,60 | 0,43 |
| | | | -3,55 | 0,35 | -0,55 | 0,49 |

3.6.3 Voorbelasten met zand

Gezien de ophogingen, de beschikbare voorbelastingstijd en de verwachte zettingen zal uit worden gegaan van een tijdelijke overhoogte van zand.

De totale voorbelastingsperiode bedraagt 90 dagen (excl. aanbrengen). Gedurende deze periode dienen voldoende zettingen te worden geforceerd zodat uiteindelijk na oplevering wordt voldaan aan de restzettingseis van 0,15 m.

De berekeningsresultaten van de voorbelasting met zand zijn hieronder weergegeven.

Tabel 3-15: Bepaling voorbelasting

| Maatgevende verticaal | Extra overhoogte [m] | o.k. cunet [m NAP] | Voorbelasting-niveau [m NAP] | Optredende zetting in 90 dagen [m] | Eind zetting na 15 jaar [m] | Restzetting [m] |
|-----------------------|----------------------|--------------------|------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|-----------------|
| 6 | 1,0 | -2,55 | +0,40 | 0,44 | 0,59 | 0,15 |
| | 1,0 | -3,55 | +0,45 | 0,46 | 0,58 | 0,12 |

Door vanaf bestaand maaiveld voor een periode van 90 dagen op te hogen tot ca. NAP +0,40 m à NAP +0,45 m wordt aan een restzetting van max. 0,15 m voldaan.

3.6.4 Toepassen van licht ophoogmateriaal

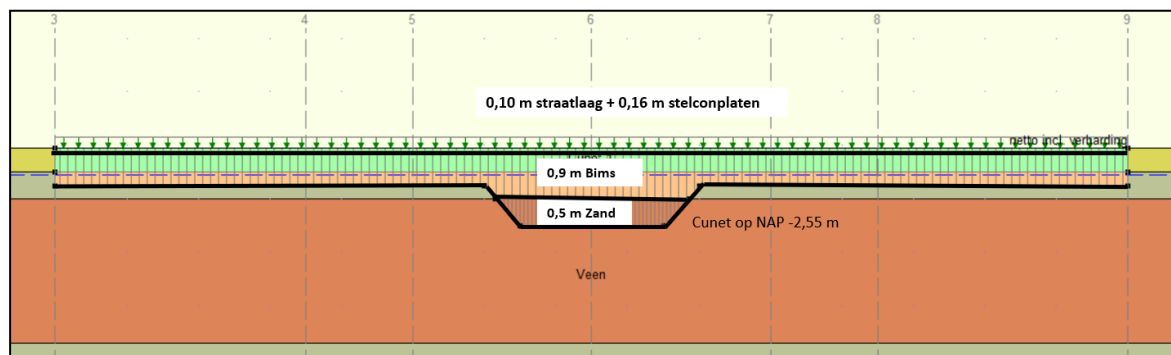
Een alternatief om aan de restzettingseis te kunnen voldoen is de toepassing van licht ophoogmateriaal (bijvoorbeeld bims en of EPS).

Cunet op NAP -2,55 m:

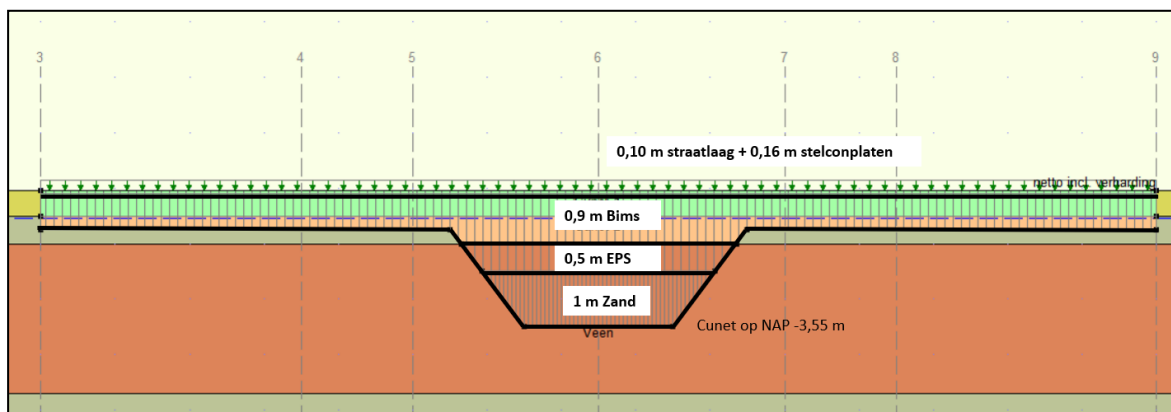
- Uitgangspunt is dat de riool in zandbed wordt aangelegd.
- Aanvulzand en de stabilisatielaag (menggranulaat) worden vervangen door licht ophoogmateriaal Bims van $\gamma_{\text{droog}} / \gamma_{\text{nat}} = 9,8 / 13,8 \text{ kN/m}^3$.
- Bovenop Bims wordt de verhardingspakket van 0,1 m straat laag ($\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$) en 0,16 m stelconplaten ($\gamma = 24 \text{ kN/m}^3$) aangebracht, zie figuur 3-18.

Cunet op NAP -3,55 m:

- Uitgangspunt is dat de riool in zandbed wordt aangelegd.
- Combinatie van Bims + EPS is benodigd.
- Aanvulzand en de stabilisatielaag (menggranulaat) worden vervangen door Bims van $\gamma_{\text{droog}} / \gamma_{\text{nat}} = 9,8 / 13,8 \text{ kN/m}^3$ en 0,5 m EPS van $\gamma_{\text{droog}} / \gamma_{\text{nat}} = 0,2 / -9,6 \text{ kN/m}^3$.
- Bovenop Bims wordt de verhardingspakket van 0,1 m straat laag ($\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$) en 0,16 m stelconplaten ($\gamma = 24 \text{ kN/m}^3$) aangebracht, zie figuur 3-19.



Figuur 3-18: Geometrie, toepassen Bims inclusief het verhardingspakket, cunet op NAP -2,55 m



Figuur 3-19: Geometrie, toepassen Bims en EPS inclusief het verhardingspakket, cunet op NAP -3,55 m

In tabel 3-16 zijn de berekeningsresultaten weergegeven.

Tabel 3-16: Berekeningsresultaten toepassen licht ophoogmateriaal

| maatgevende verticaal | Huidig maaiveld [m NAP] | Netto ophoging [m NAP] | o.k. cunet [m NAP] | Eindzetting na 15 jaar [m] | Voldoet aan de restzettingseis van max. 0,15 m |
|--------------------------|----------------------------|---------------------------|-----------------------|----------------------------------|--|
| 6 | -1,05 | -0,85 | -2,55 -3,55 | 0,11 0,15 | ja ja |

4. VERHARDINGSADVIES

4.1 Uitgangspunten

Ten behoeve van de dimensionering van de constructie zijn, naast de resultaten van het grondonderzoek, onderstaande uitgangspunten gehanteerd:

- Verharding: Stelcon-platen;
- Funderingslaag: Menggranulaat of een materiaal met vergelijkbare eigenschappen;
- Peil bovenzijde verharding: NAP -0,80 m à NAP -0,85 m(= aanname).
- Voor de dimensionering van de stabilisatielaag is over het algemeen het aantal vrachtwagens per etmaal bepalend. In dit geval wordt verwacht dat de verkeersbelasting voornamelijk uit personenwagens of bestelbussen bestaat. Voor de dimensionering wordt uitgegaan van 2 vrachtwagens per etmaal.

Naast bovengenoemde uitgangspunten zijn tevens de volgende geotechnische uitgangspunten gehanteerd:

- A. Een restzettingseis van maximaal 0,15 m na 15 jaar wordt gehanteerd, zie hoofdstuk 3 voor de zettingsanalyse.;
- B. Onder de verharding dient vast gepakt zand of vergelijkbaar materiaal aanwezig te zijn;
- C. Voor de definitieve situatie geldt, dat de grondwaterstand lager dient te zijn dan het toekomstige verhardingspeil - 0,8 m.

4.2 De verhardingsconstructie

Voor de terreinverharding wordt uitgegaan van eveneens een toekomstig verhardingsniveau van gemiddeld NAP -0,80 m à NAP -0,85 m, hetgeen inhoudt dat lokaal met circa 0,20 m à 0,40 m moet worden opgehoogd, zie hoofdstuk 3.

Voor de bepaling van de dikte van een eventuele stabilisatielaag wordt uitgegaan van de tabellen uit "CROW-publicatie nr. 81".

Bij de toepassing van Stelcon-platen dient volgens opgave van de leverancier uitgegaan te worden van een straatlaag bestaande uit Brekerzand of een gelijkwaardig materiaal met een dikte van minimaal 0,10 m. De samengestelde dynamische beddingsconstante dient minimaal 60 MN/m³ te bedragen.

Om aan de eis van 60 MN/m³ te kunnen voldoen is een stabilisatielaag nodig onder de straatlaag. In tabel 4-1 is de benodigde verhardingsconstructie weergegeven.

Tabel 4-1: Minimaal benodigde verhardingsconstructie

| Materiaal | Dikte [m] |
|--|-----------|
| Stelcon-platen | 0,16 |
| Straatlaag, Brekerzand of gelijkwaardig ⁽¹⁾ | 0,10 |
| Menggranulaat of gelijkwaardig ⁽²⁾ | 0,30 |
| Zandbed, goed verdicht | 0,40 |

⁽¹⁾ Straatlaag van minimaal 0,10 m wordt geëist door de leverancier.

⁽²⁾ Volgens de leverancier moet de samengestelde dynamische beddingsconstante (k) minimaal 60 MN/m^3 bedragen. Om aan deze eis te kunnen voldoen is een dikte van menggranulaat van minimaal 0,25 m benodigd.

Overwogen kan worden om in plaats van Stelcon-platen een beton klinker verharding toe te passen. In dat geval wordt eveneens de toepassing van een stabilisatielaag (0,30 m menggranulaat) geadviseerd om spoorvorming te beperken.

5. SAMENVATTING

Hieronder is een samenvatting van de berekeningsresultaten gepresenteerd:

Toegangsweg:

- Zonder maatregel: voldoet niet aan de eis.
- Voorbelasting met zand+ VD:
 - o Vb 2 m met zand ter plaatse van sloot, voor 90 dagen+ verticale drainage tot NAP -5,5 m → restzetting is 0,14 m.
 - o Vb 2 m met zand ter plaatse van weg, voor 90 dagen+ verticale drainage tot NAP -5,5 m → restzetting is 0,12 m.
- Licht ophoogmateriaal: EPS
 - o ter plaatse van de sloot is geen optie. De berekende restzetting is groter dan de eis.
 - o ter plaatse van de weg is wel een optie (bij 0,5 m ontgraven van de huidige toplaag en vervangen door EPS) → eindzetting is 0,09 m.

Parkeerveld:

- Zonder maatregel: voldoet niet aan de eis.
- Voorbelasting met zand+ VD:
 - o Vb 1 m met zand voor 90 dagen+ verticale drainage tot NAP -5,5 m → restzetting is 0,11 m.
- Licht ophoogmateriaal: BIMS
 - o 0,65 m BIMS en 0,25 m verharding ($\gamma_{\text{gemiddeld}} = 22,5 \text{ kN/m}^3$) → eindzetting is 0,11 m.

Terrein rondom bebouwing:

- Zonder maatregel: voldoet niet aan de eis.
- Voorbelasting met zand:
 - o Vb 1 m met zand voor 90 dagen → restzetting is 0,12 m.
- Voorbelasting met zand+ VD:
 - o Vb 0,5 m met zand voor 90 dagen+ verticale drainage tot NAP -5,2 m → restzetting is 0,03 m.
- Licht ophoogmateriaal: BIMS
 - o 0,34 m BIMS en 0,55 m verharding ($\gamma_{\text{gemiddeld}} = 21,2 \text{ kN/m}^3$) → eindzetting is 0,13 m.

Riool rondom bebouwing:

B.O.B. 1,5 m onder maaiveld

- Zonder maatregel: voldoet niet.
- Voorbelasting met zand:
 - o Vb 1 m voor 90 dagen → restzetting is 0,15 m.
- Licht ophoogmateriaal: BIMS
 - o 0,25 m verharding ($\gamma_{\text{gemiddeld}} = 22,5 \text{ kN/m}^3$) + 0,9 m BIMS + 0,5 m zandbed → eindzetting is 0,11 m.

B.O.B. 2,5 m onder maaiveld

- Zonder maatregel: voldoet niet.
- Voorbelasting met zand:
 - Vb 1 m voor 90 dagen → restzetting is 0,12 m.
- Licht ophoogmateriaal: BIMS en EPS
 - 0,25 m verharding ($\gamma_{\text{gemiddeld}} = 22,5 \text{ kN/m}^3$) + 0,9 m BIMS + 0,5 m EPS + 1 m zandbed
→ eindzetting is 0,15 m.

Opgesteld door:

M. S. Feiz (088-5130224)

Rotterdam, 19 september 2023

Mos Grondmechanica B.V.



Contr. : J.V.B.



Bijlage A

Relevant grondonderzoek

Sondeerrapport conform NEN-EN-ISO-22476-1

Locatie: Poelenburg 466 te Zaandam

Projectnummer: 15640



| | |
|-----------------------------------|--|
| Opdrachtgever: | Gemeente Zaanstad Stadhuisplein 100 Zaandam |
| Opdrachtnemer/ Rapporteur: | Bodem Belang BV Korfwaterweg 27 1755 LC Petten |
| Auteur: | Bodem Belang |
| Datum: | dinsdag 18 juli 2023 |
| Controle: | D.J. Schermer |

Inhoudsopgave

1. Inleiding en doel

2. Bijlagen

- 2.1 Foto's locatie
- 2.2 Sonderingen
- 2.3 Tekening onderzoekslocatie
- 2.4 Waterpassing
- 2.5 Klacmelding

1. Inleiding en doel

De sonderingen worden door Bodem Belang BV uitgevoerd conform NEN-EN-ISO-22476-1. De hoogtebepaling d.m.v. DGPS dient enkel om de grondopbouw te koppelen aan een vast punt en is niet geschikt voor andere doeleinden dan dit onderzoek.

Uitleg verband conus/kleeg en grondsoort

Door het registreren van de plaatselijke wrijving is het mogelijk een indicatieve classificatie te geven van de grondsoort, dit door middel van het wrijvingsgetal. Het wrijvingsgetal heeft voor iedere grondsoort een andere waarde(zie tabel) en word bepaald door middel van de onderstaande formule.

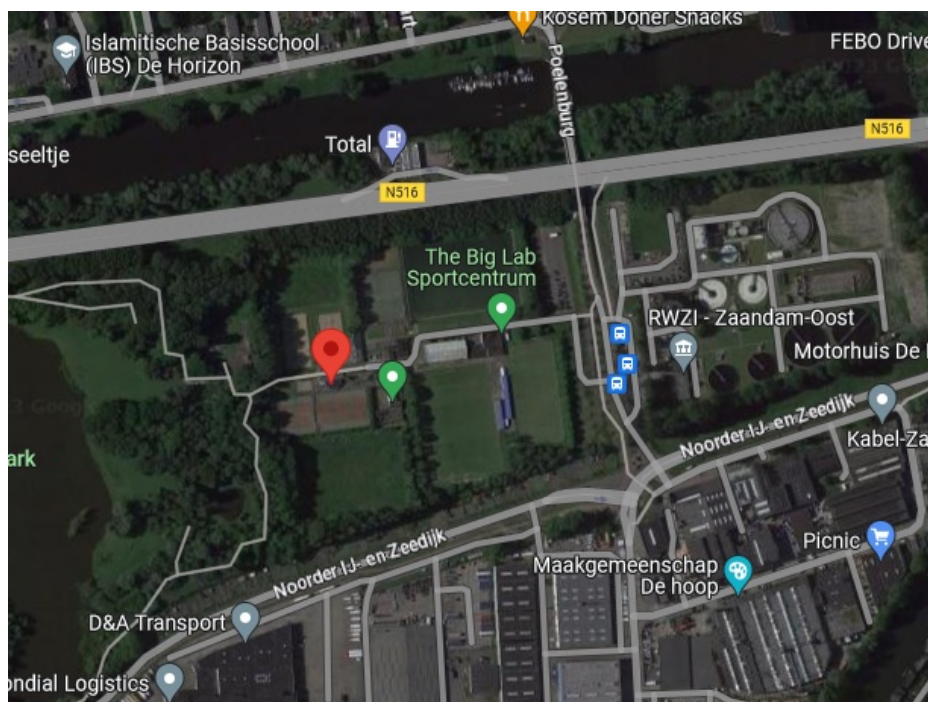
Plaatselijke wrijvingsweerstand / Conusweerstand = wrijvingsgetal (%).

Als indicatie gelden voor de gladde elektronische conus de navolgende relaties.

| Wrijvingsgetal in % | Grondsoort |
|---------------------|------------------------------------|
| 0.3 - 1.2 | Zand, grof tot fijn |
| 1.5 - 2.0 | Silthoudend zand, kleihoudend zand |
| 2.5 - 5.0 | Klei |
| 5.5 - 7.5 | Kleihoudend veen |
| 8.0 > | Veen |

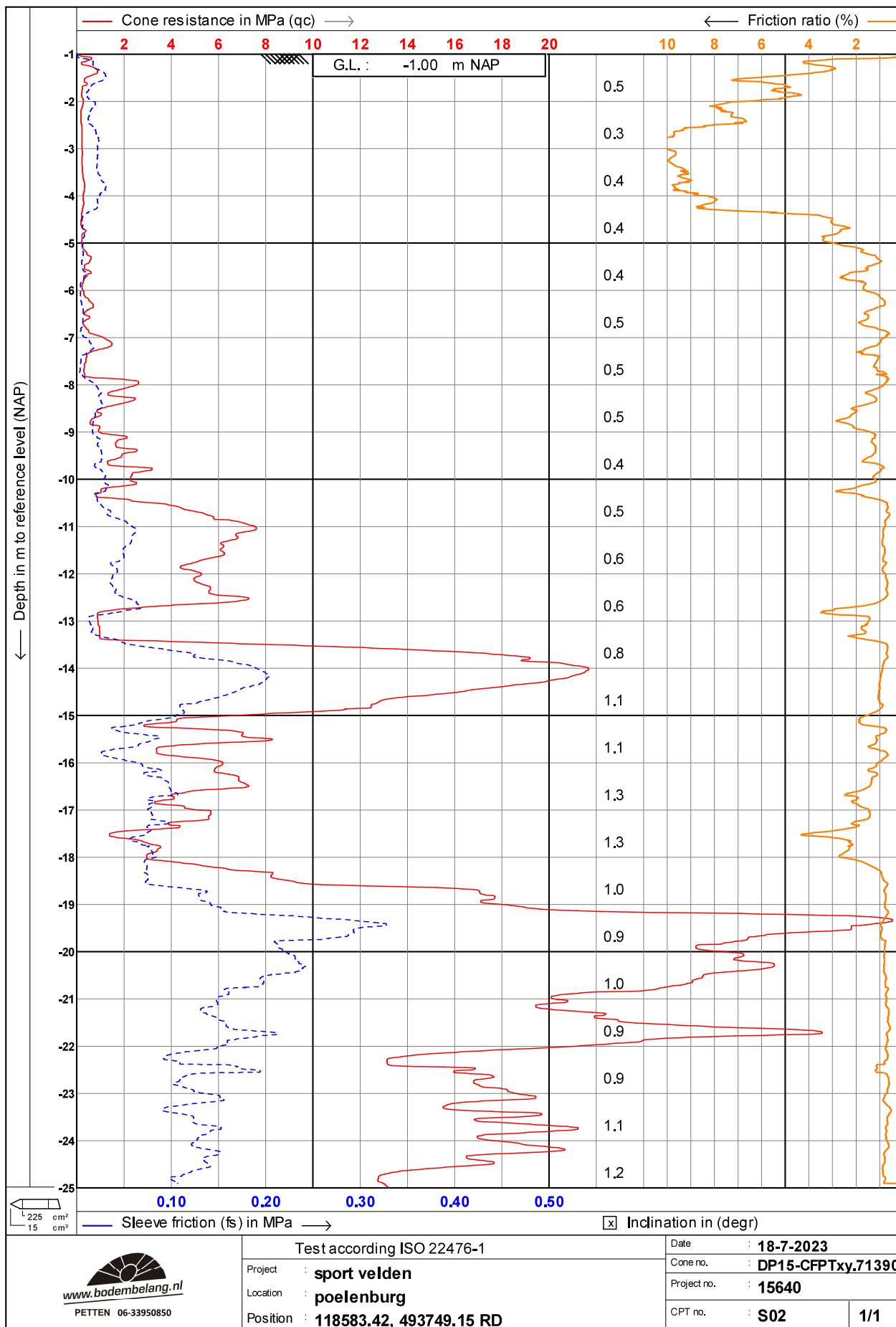
De hierboven genoemde wrijvingsgetallen geven over het algemeen een goed beeld van de bodemopbouw onder de grondwaterstand. Boven de grondwaterstand kunnen grote afwijkingen ten opzichte van genoemde waarden voorkomen. Tussen de verschillende grondsoorten komen overgangsvormen voor zodat de aangegeven grenzen niet als hard zijn te beschouwen.

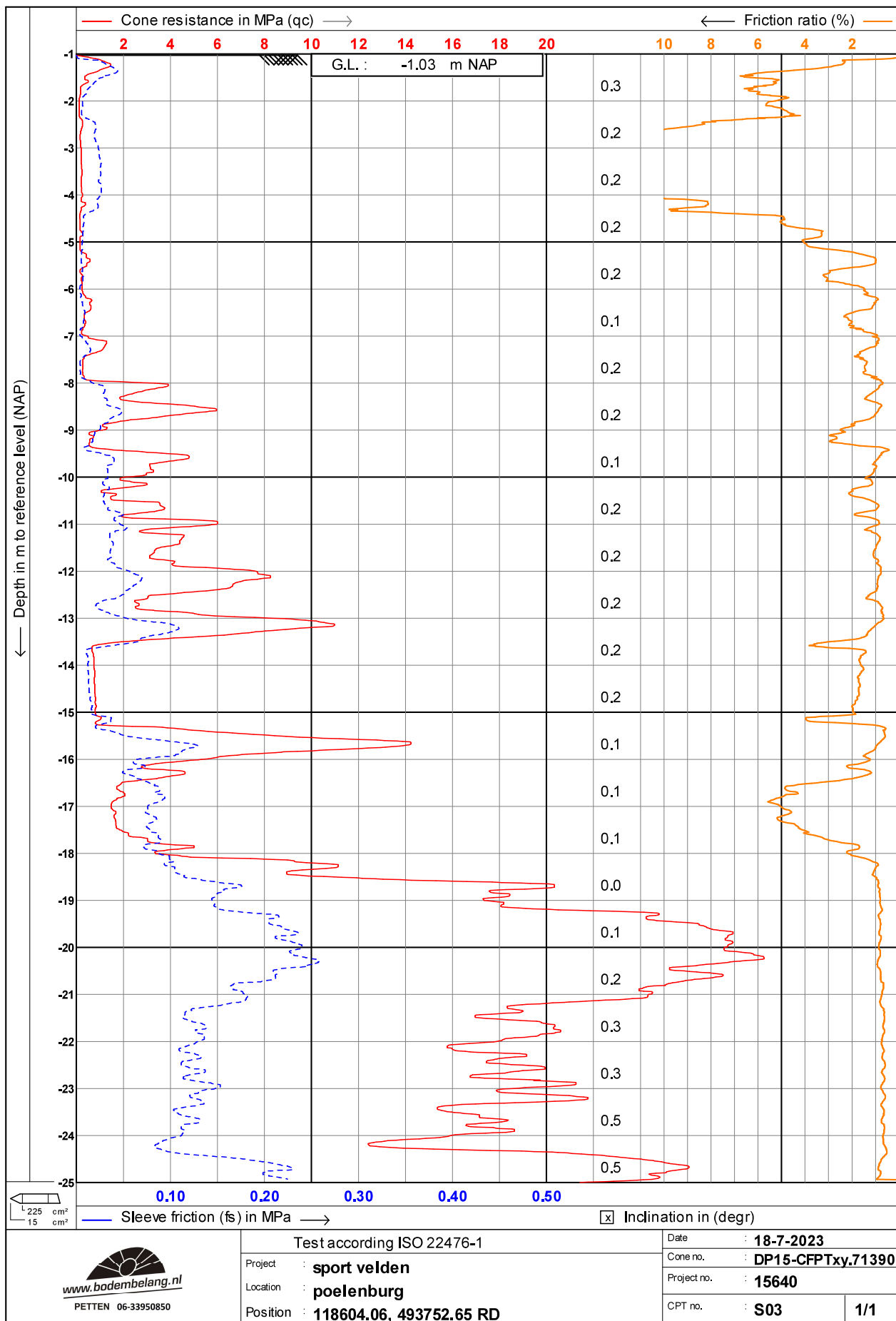
2.1 Foto's locatie

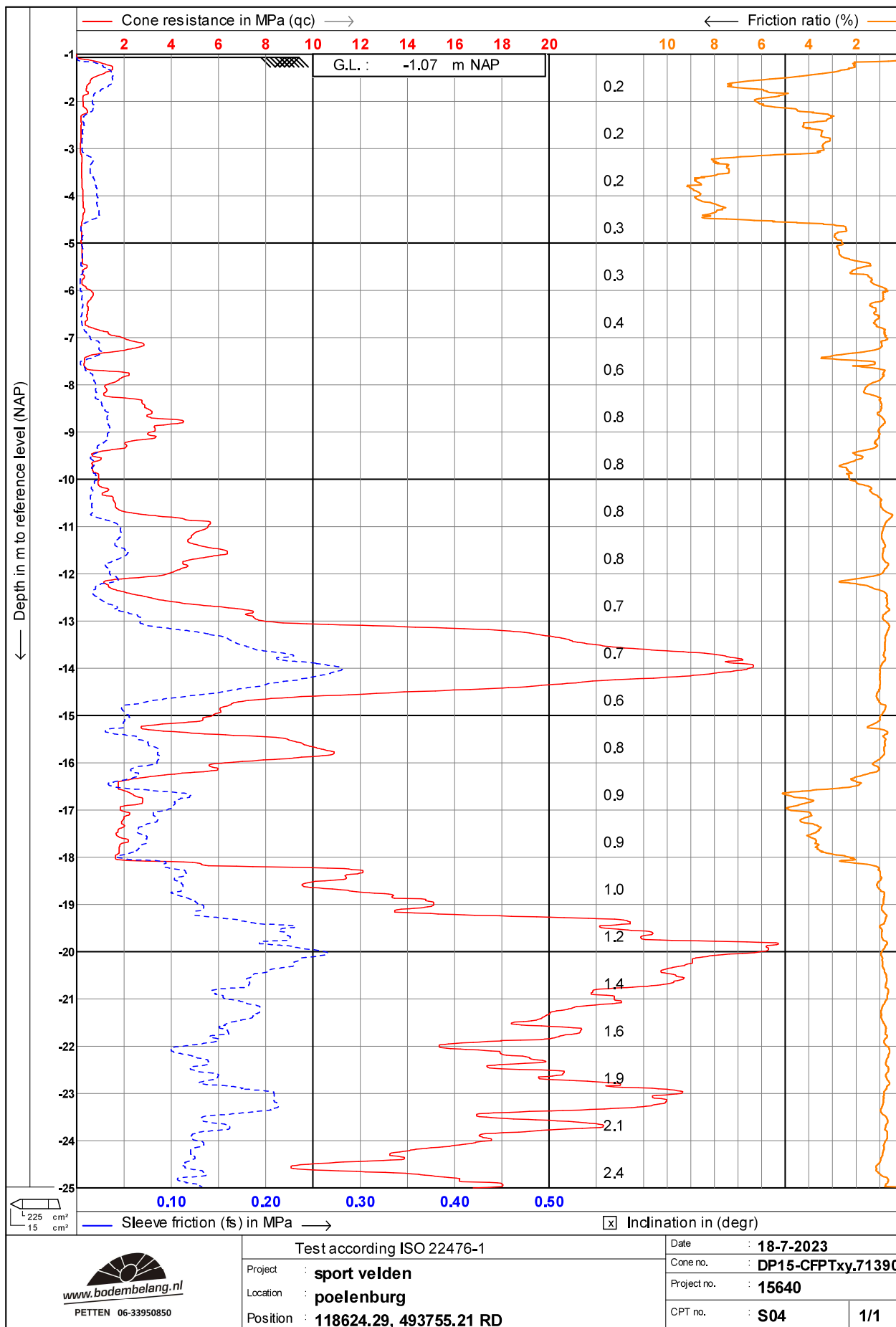


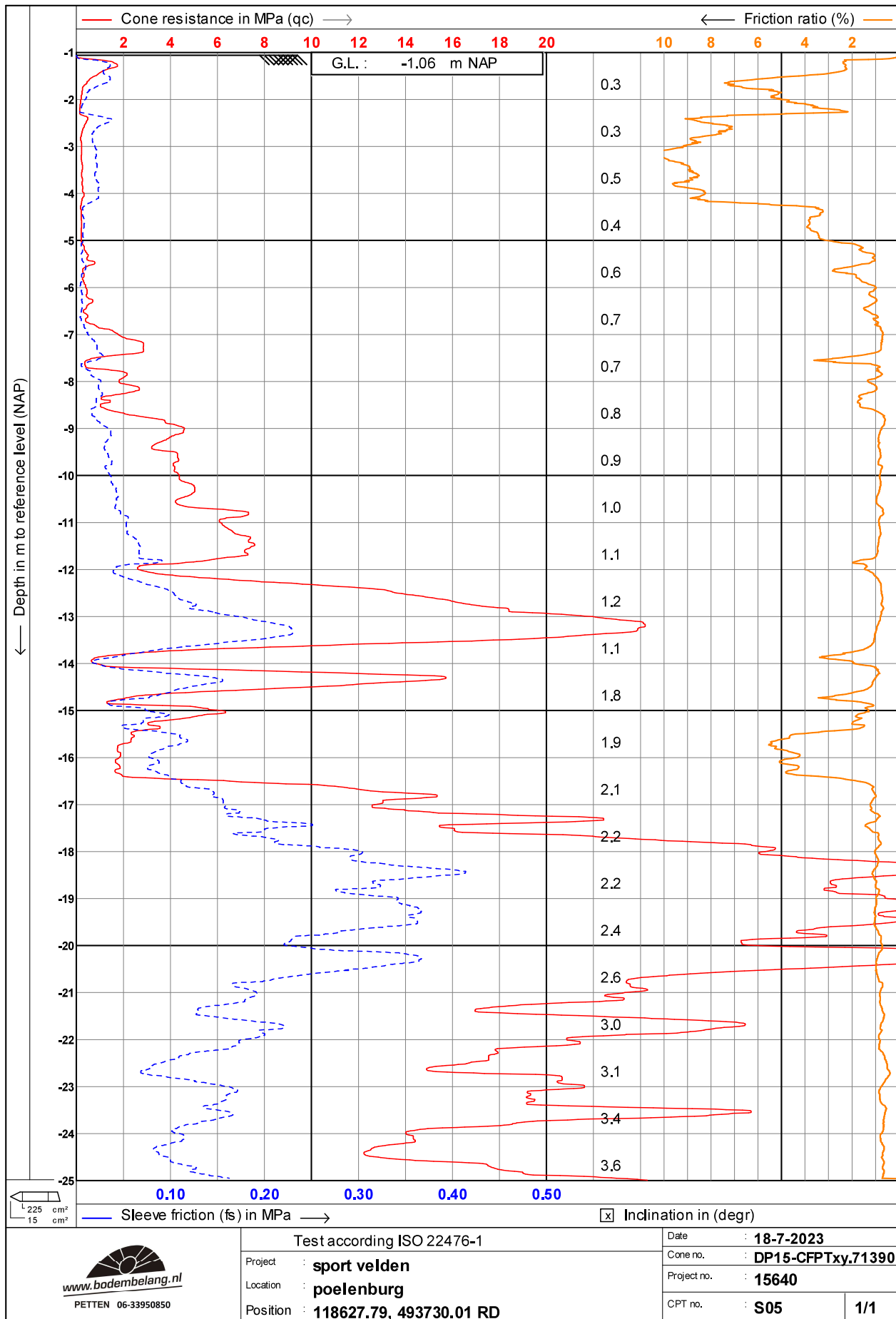
Locatie

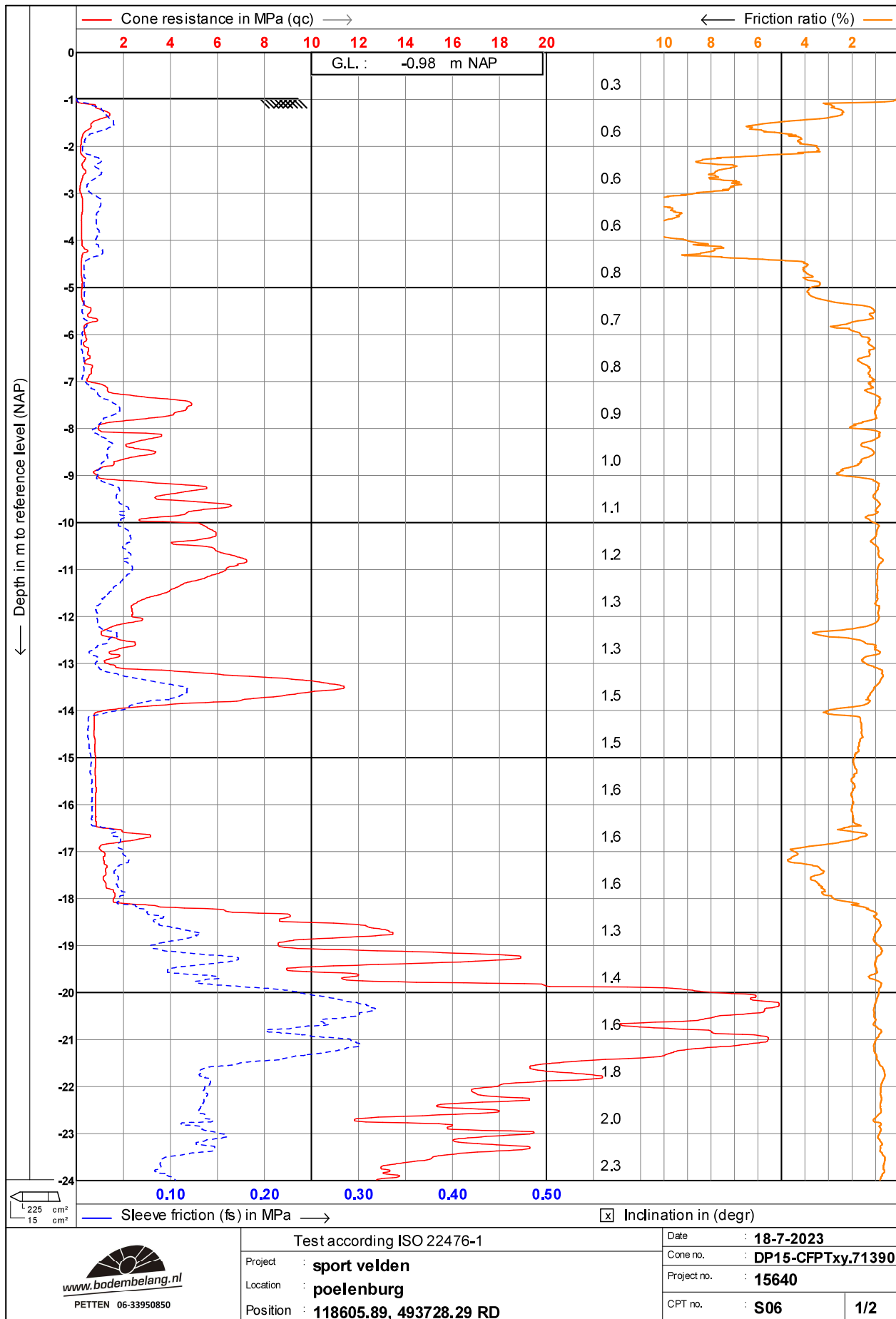


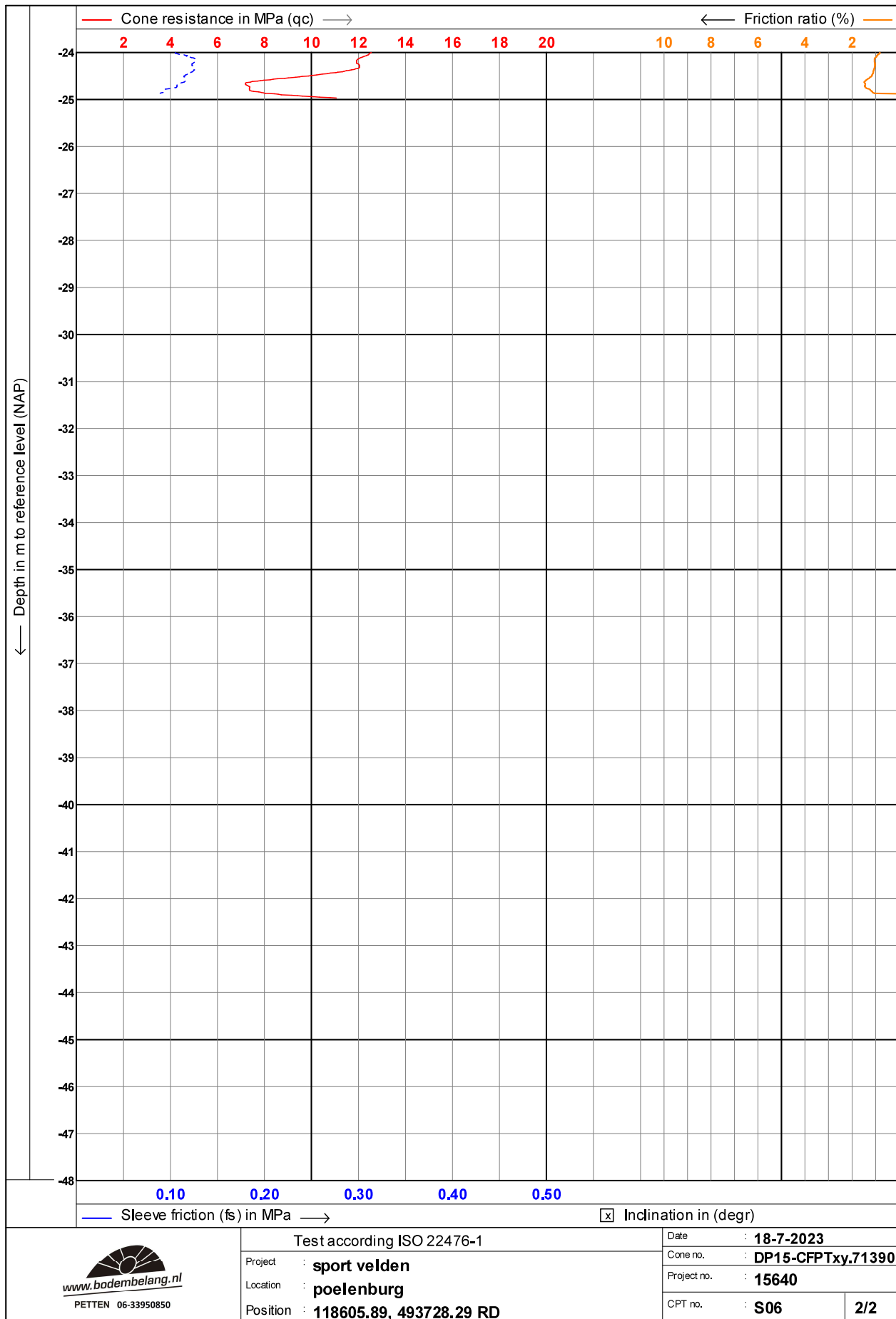


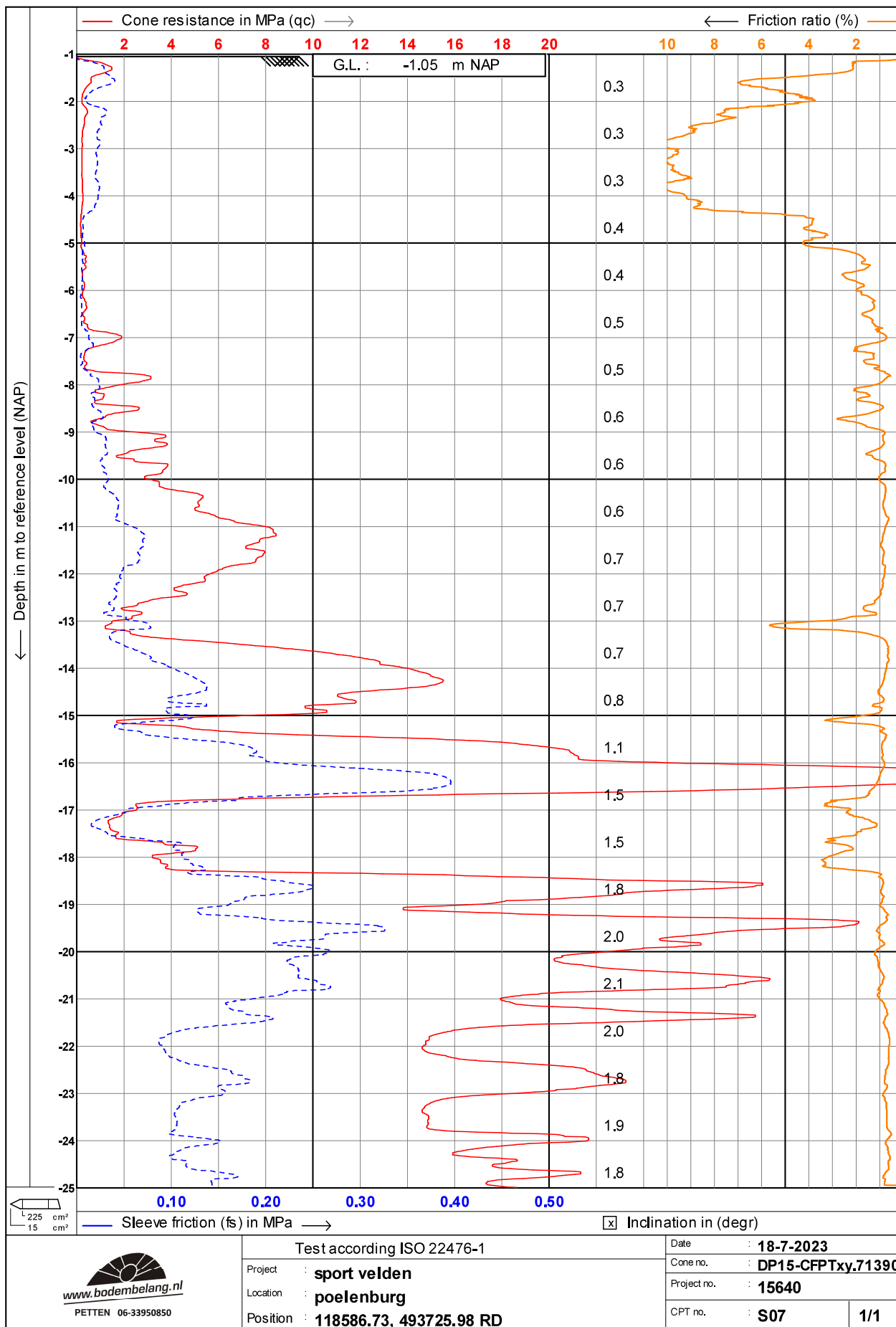


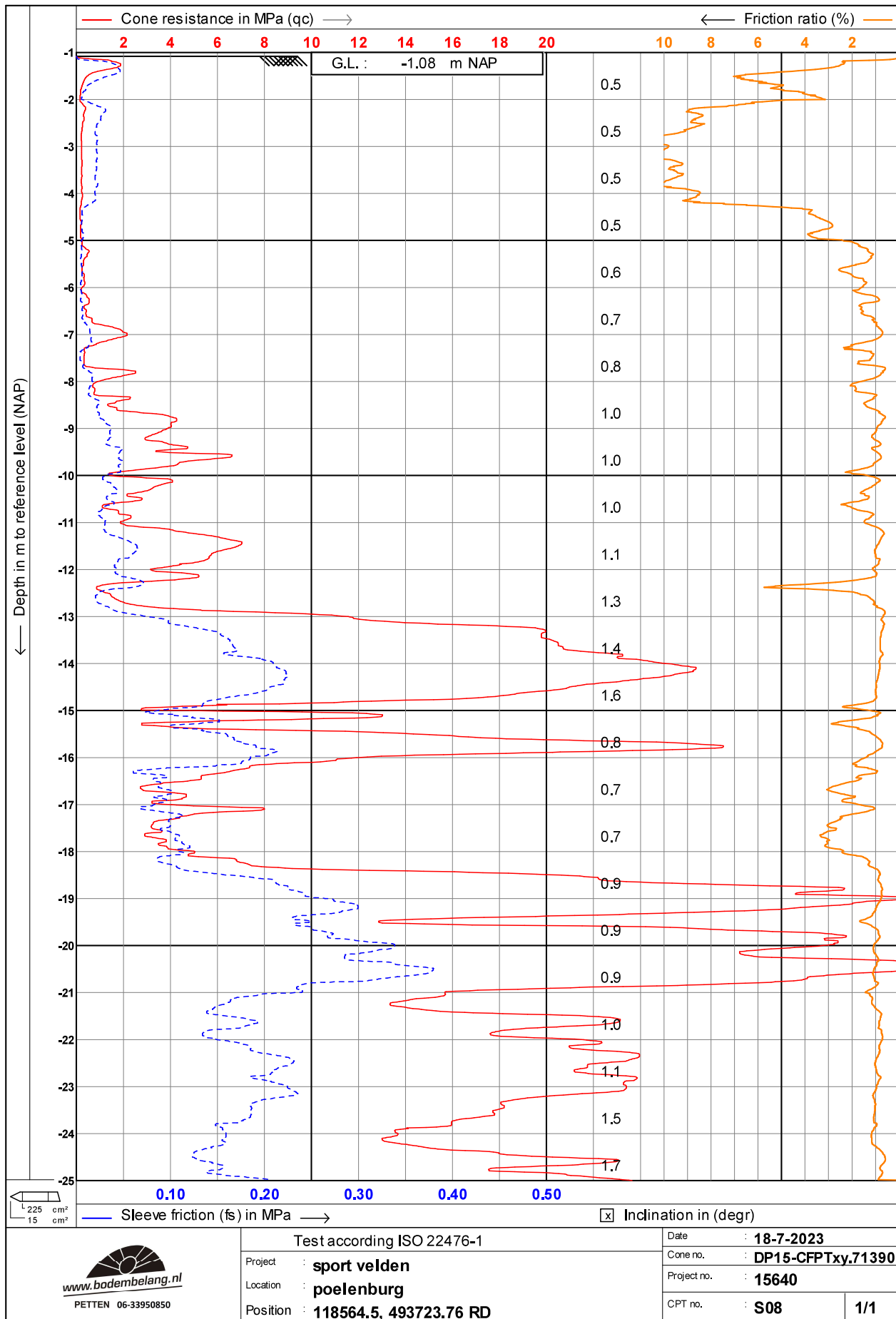


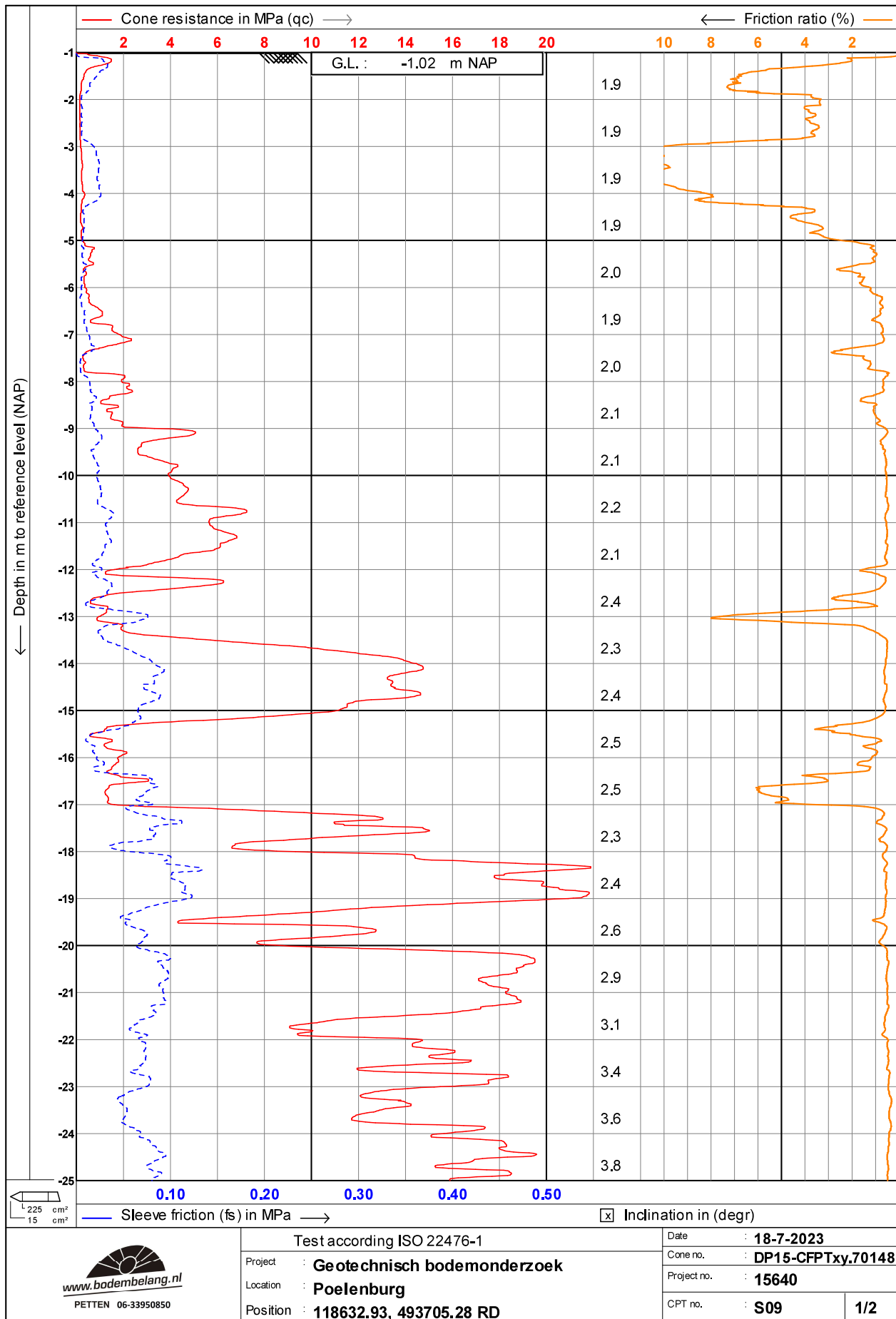


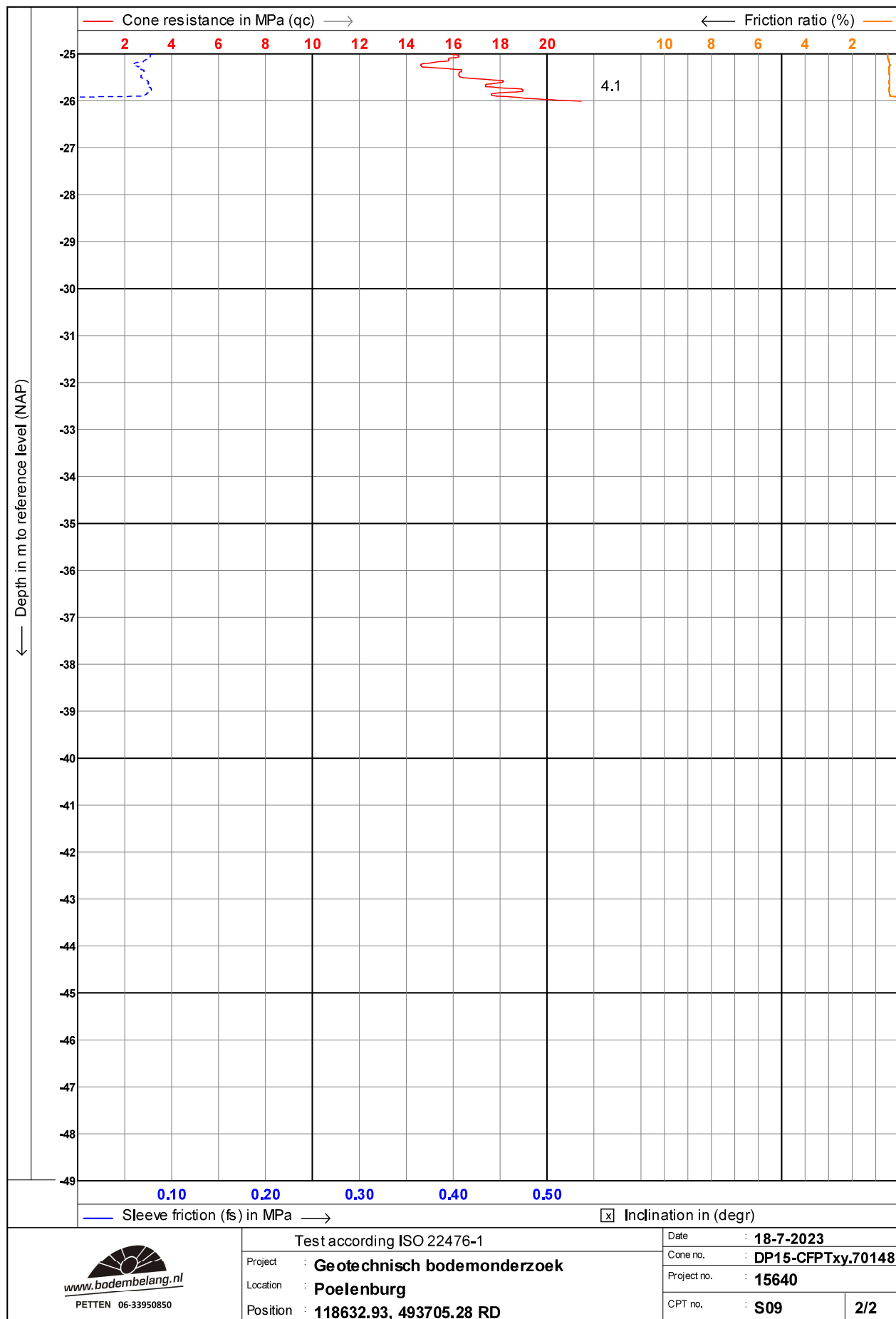


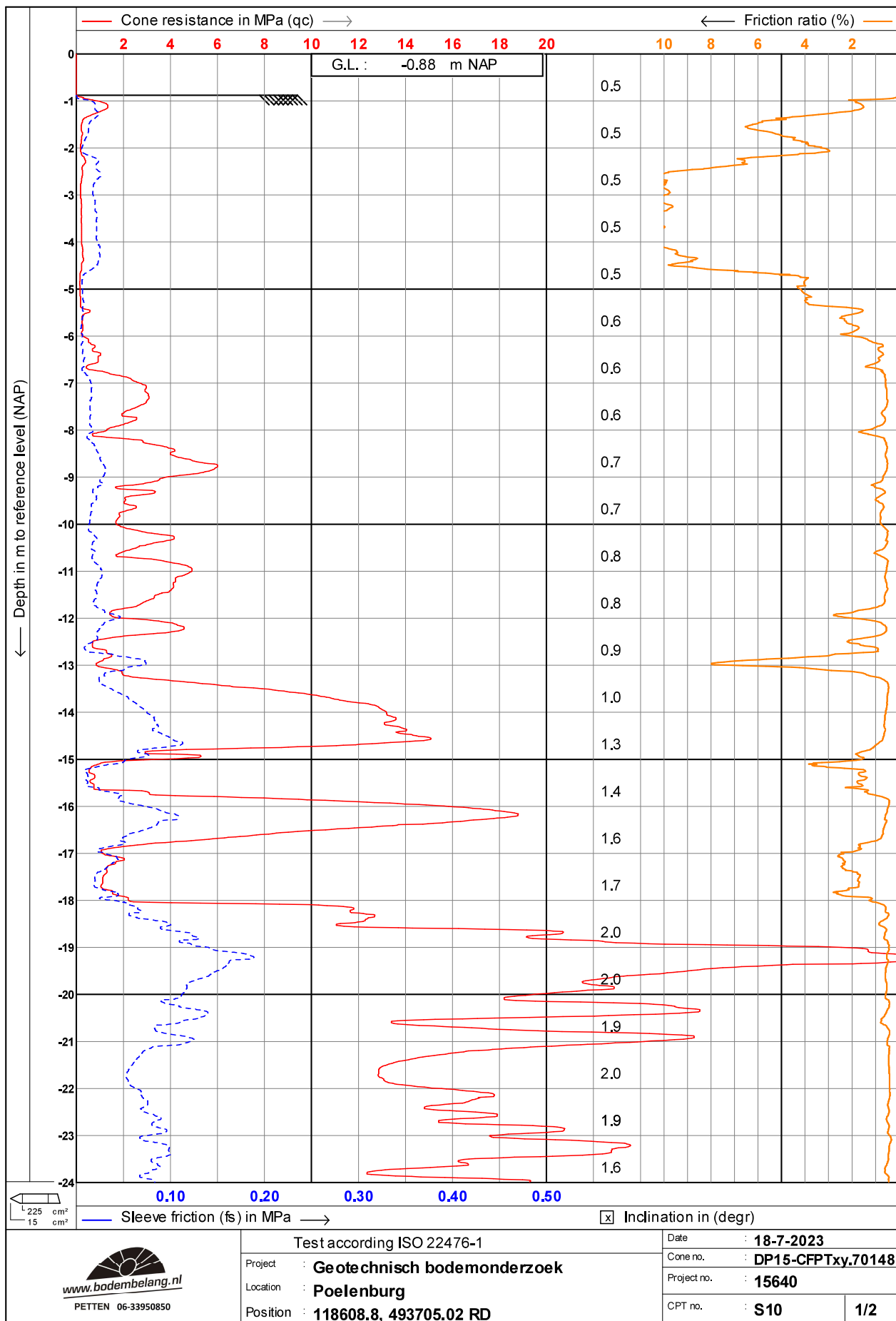


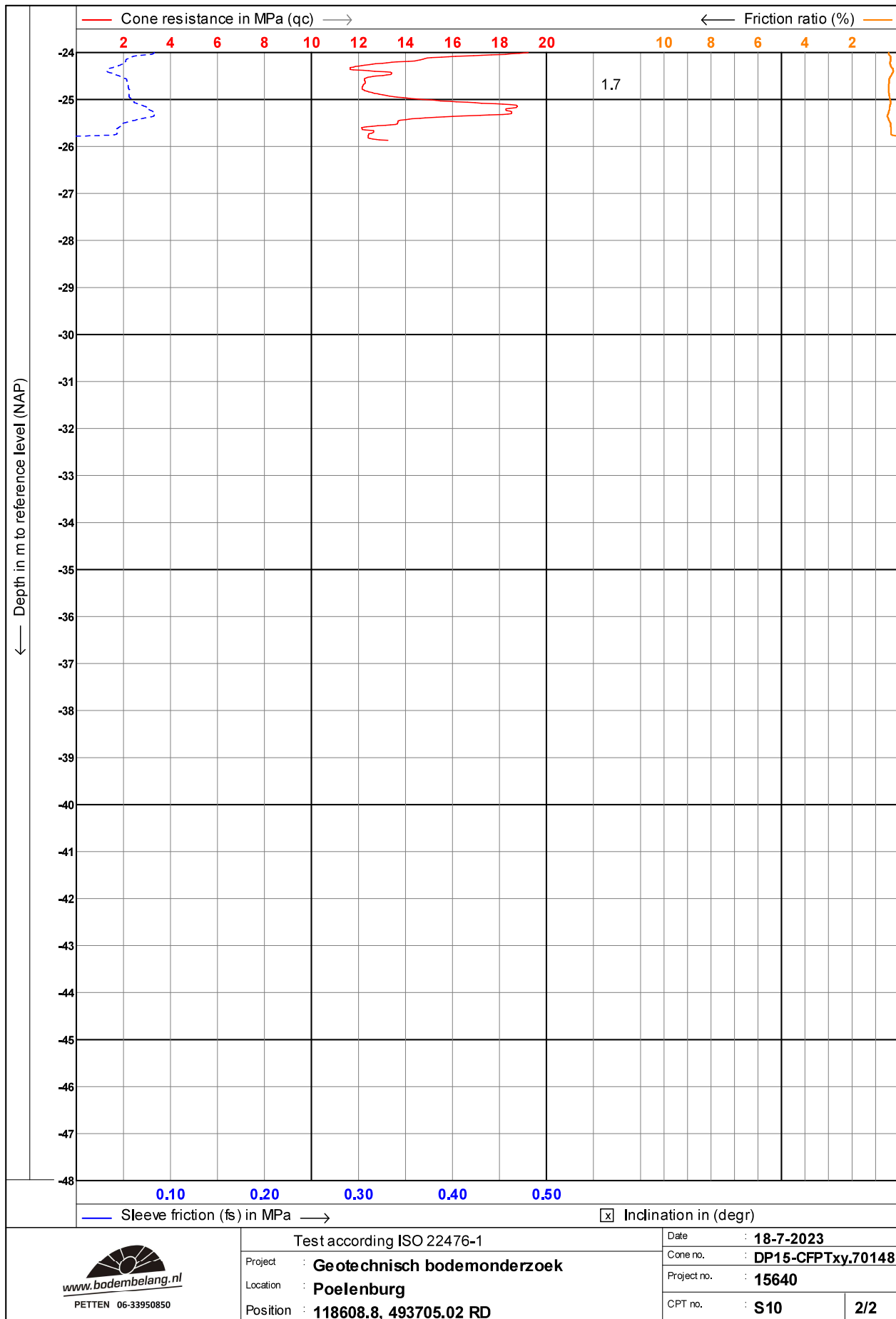


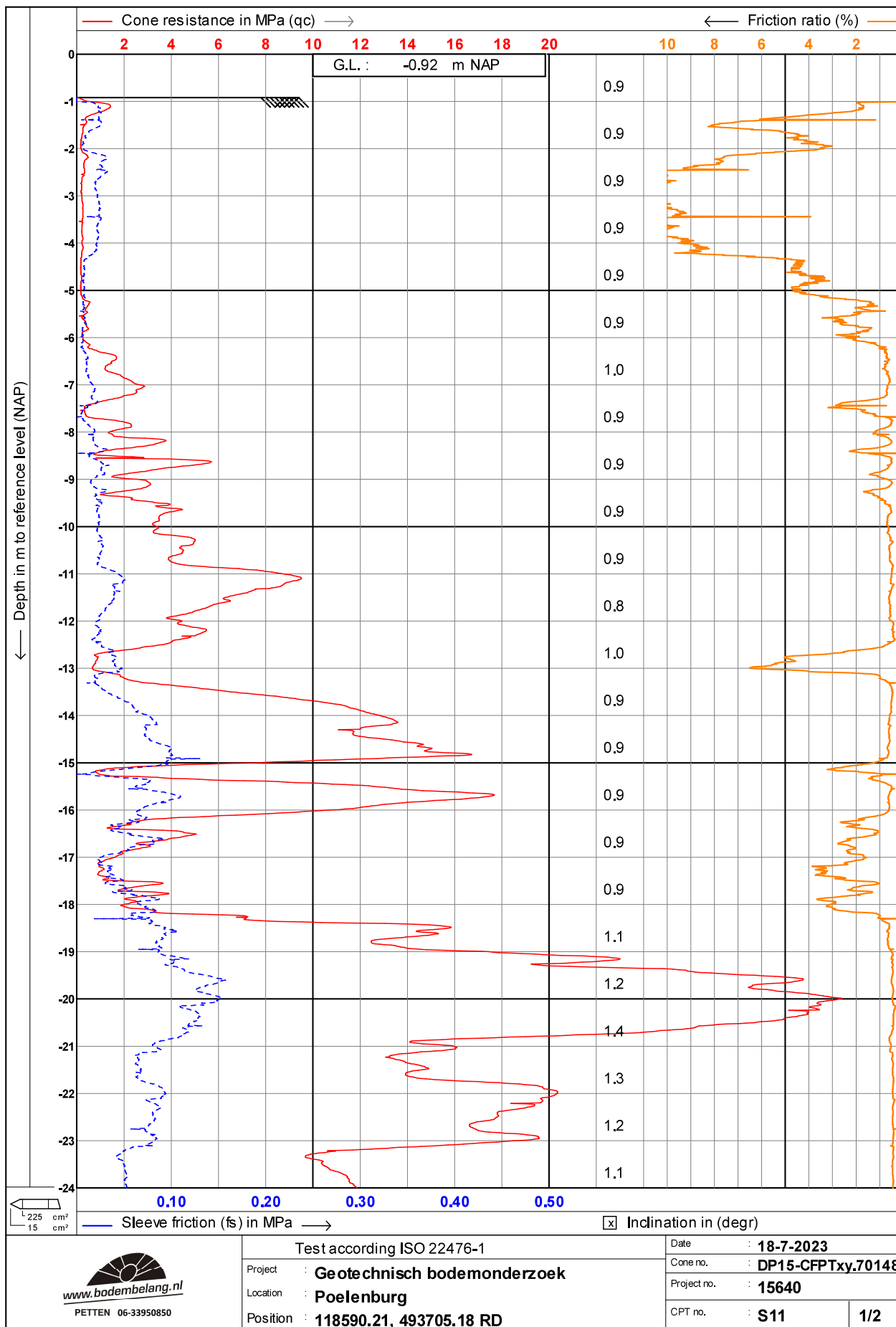


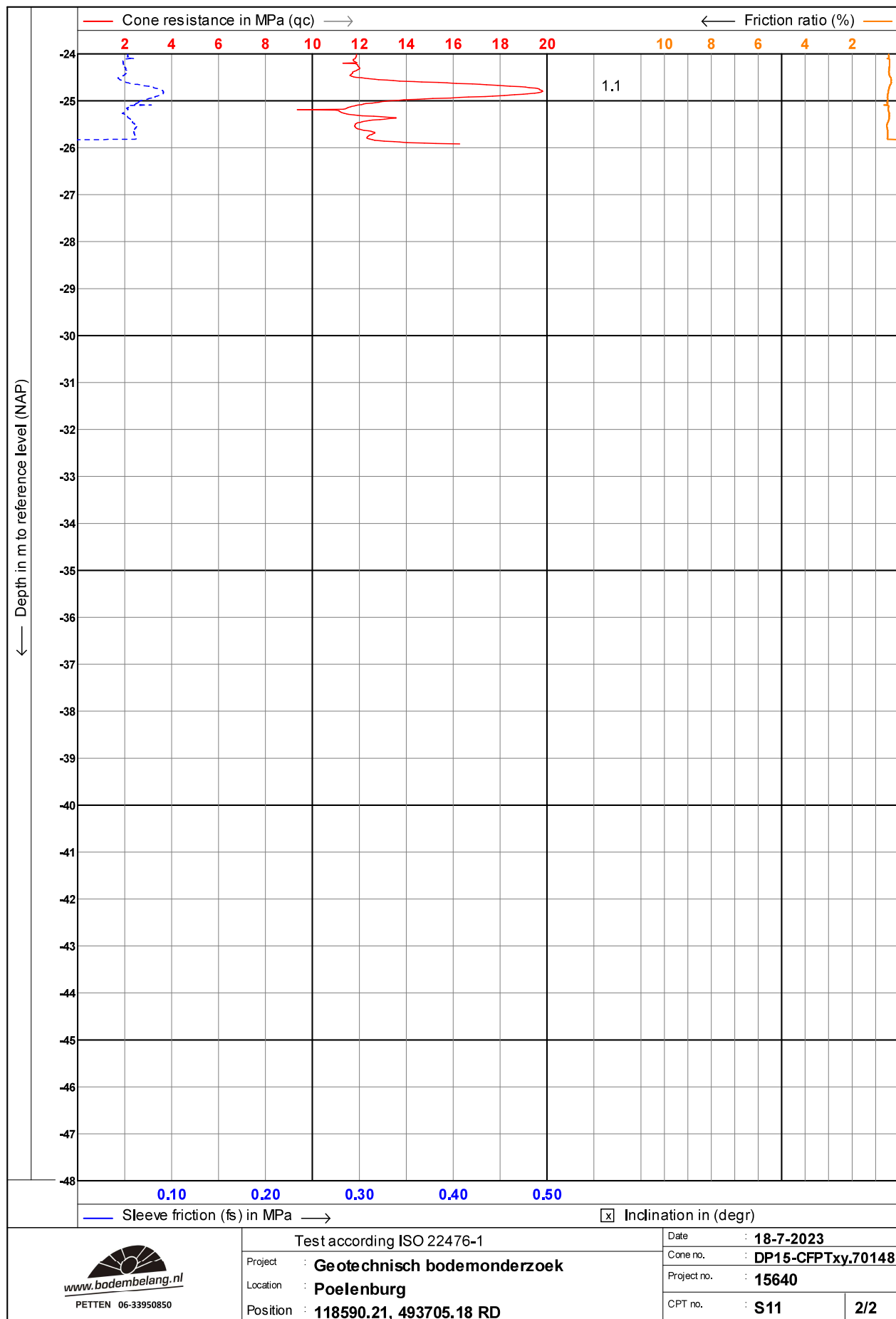


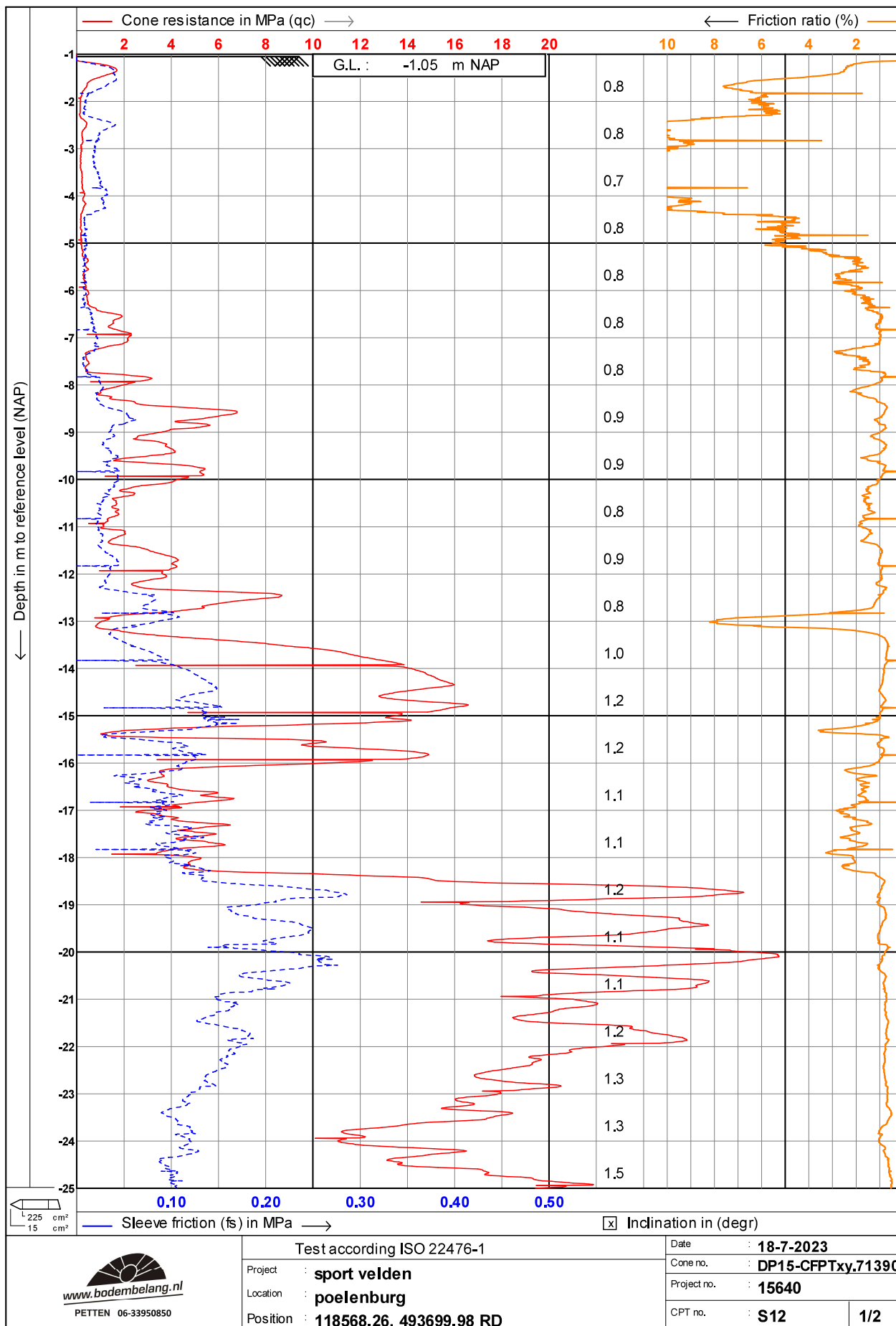


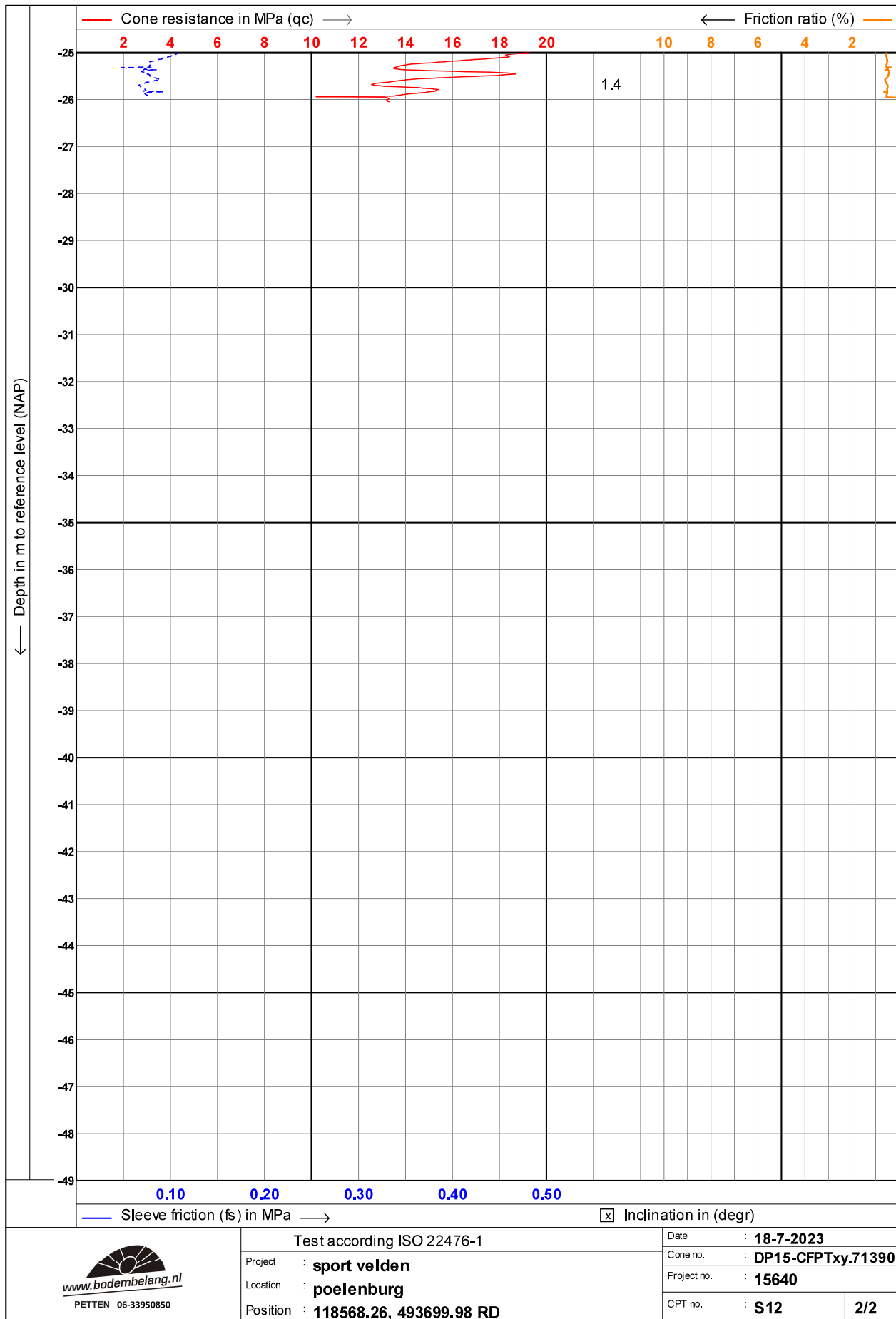


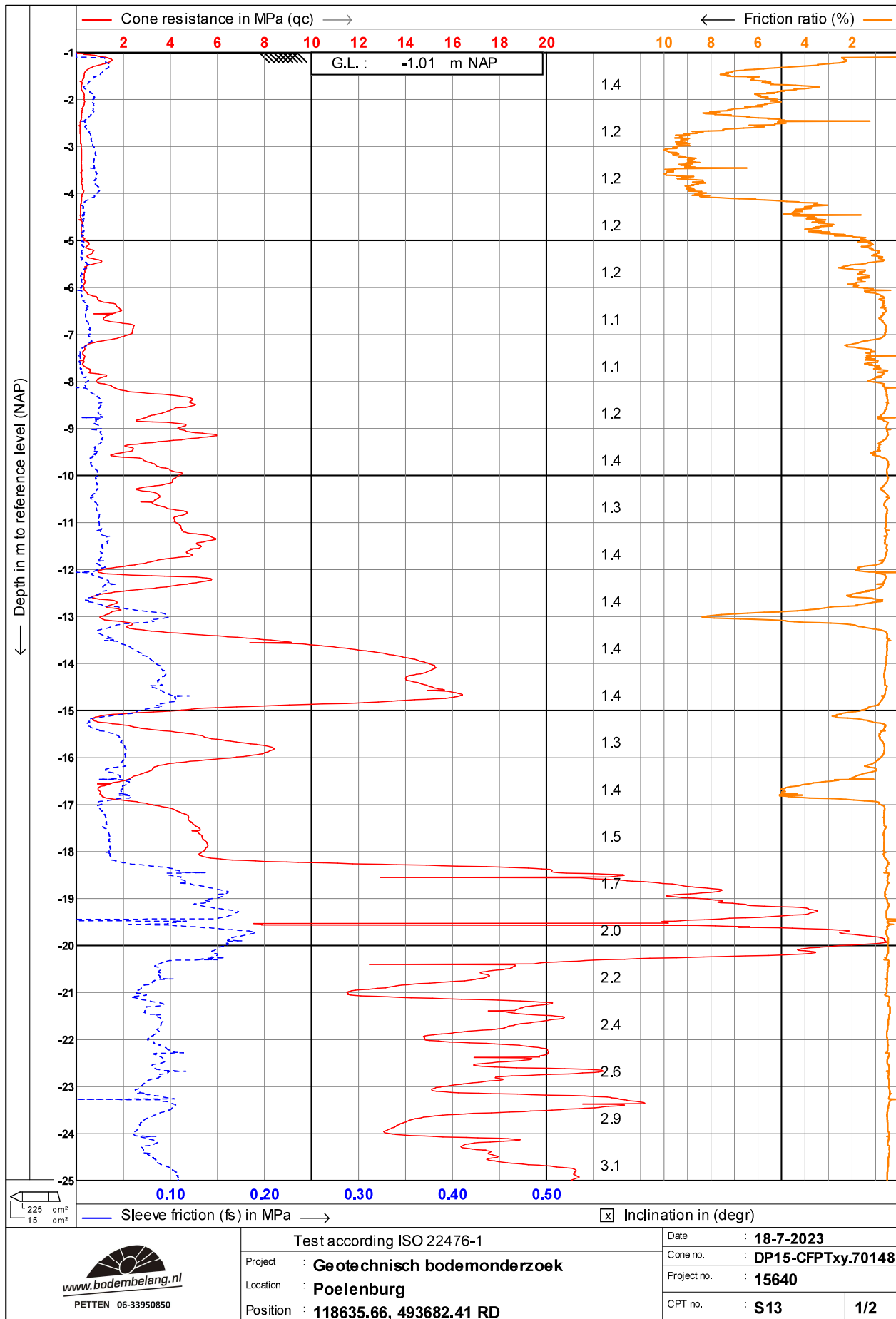


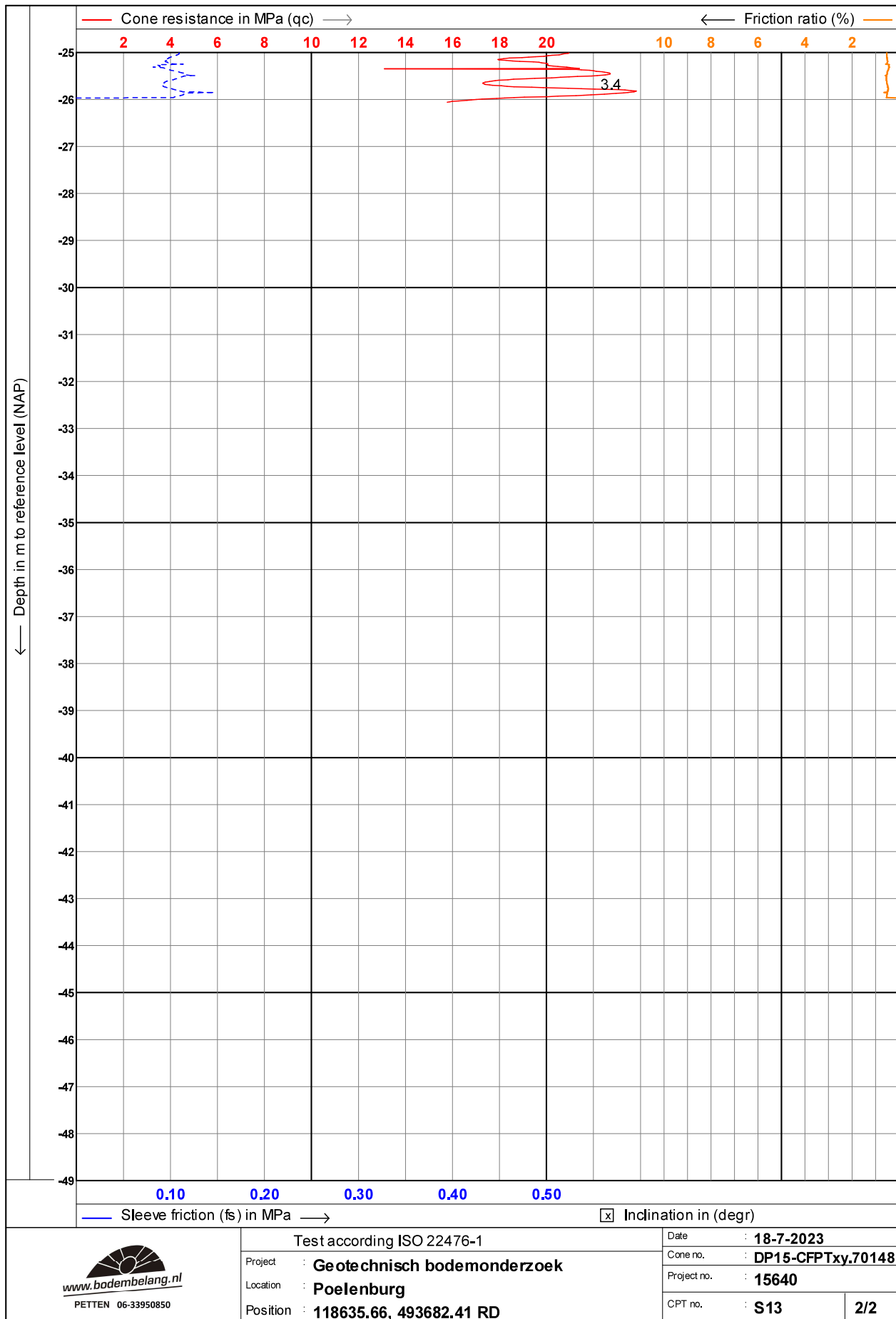


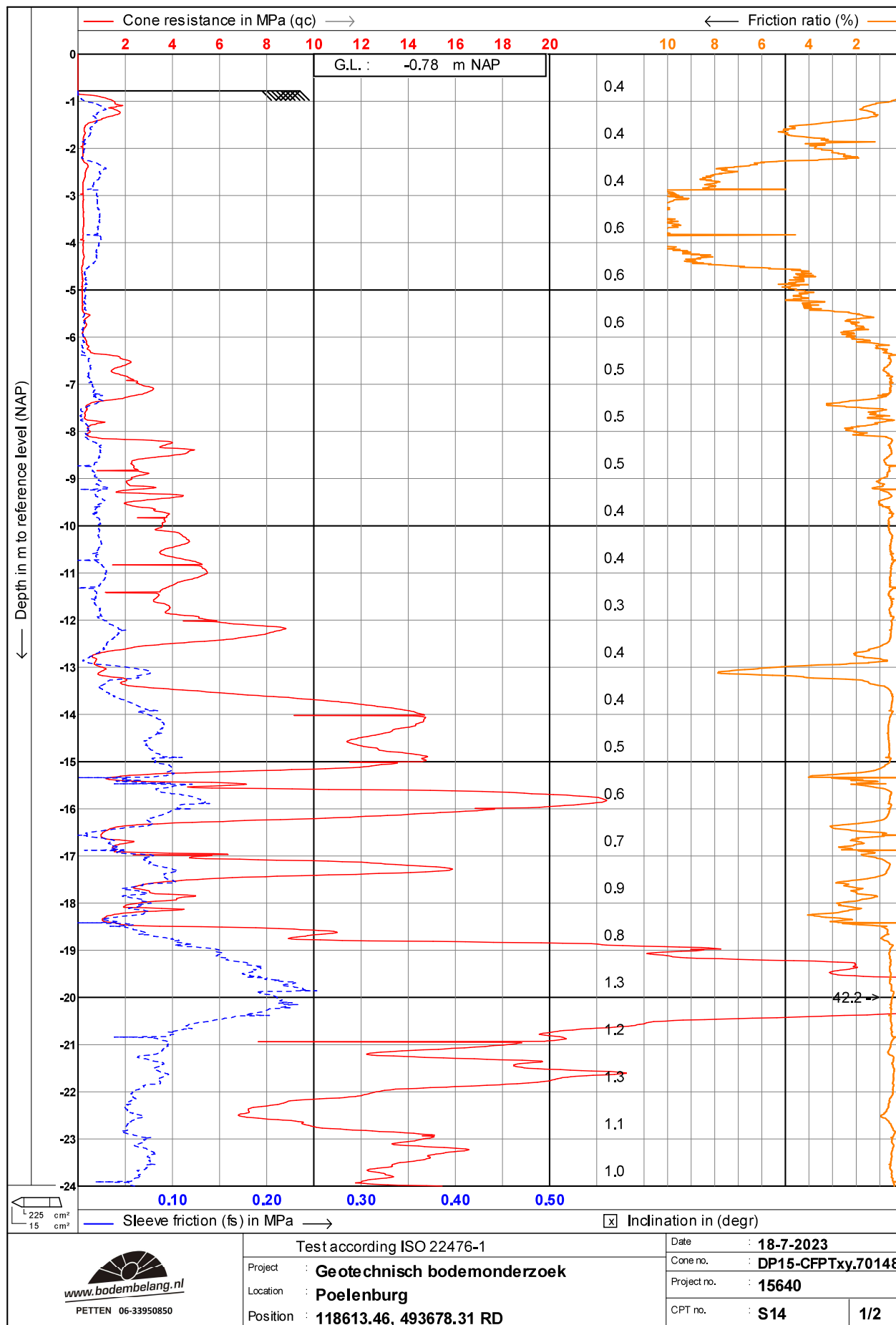


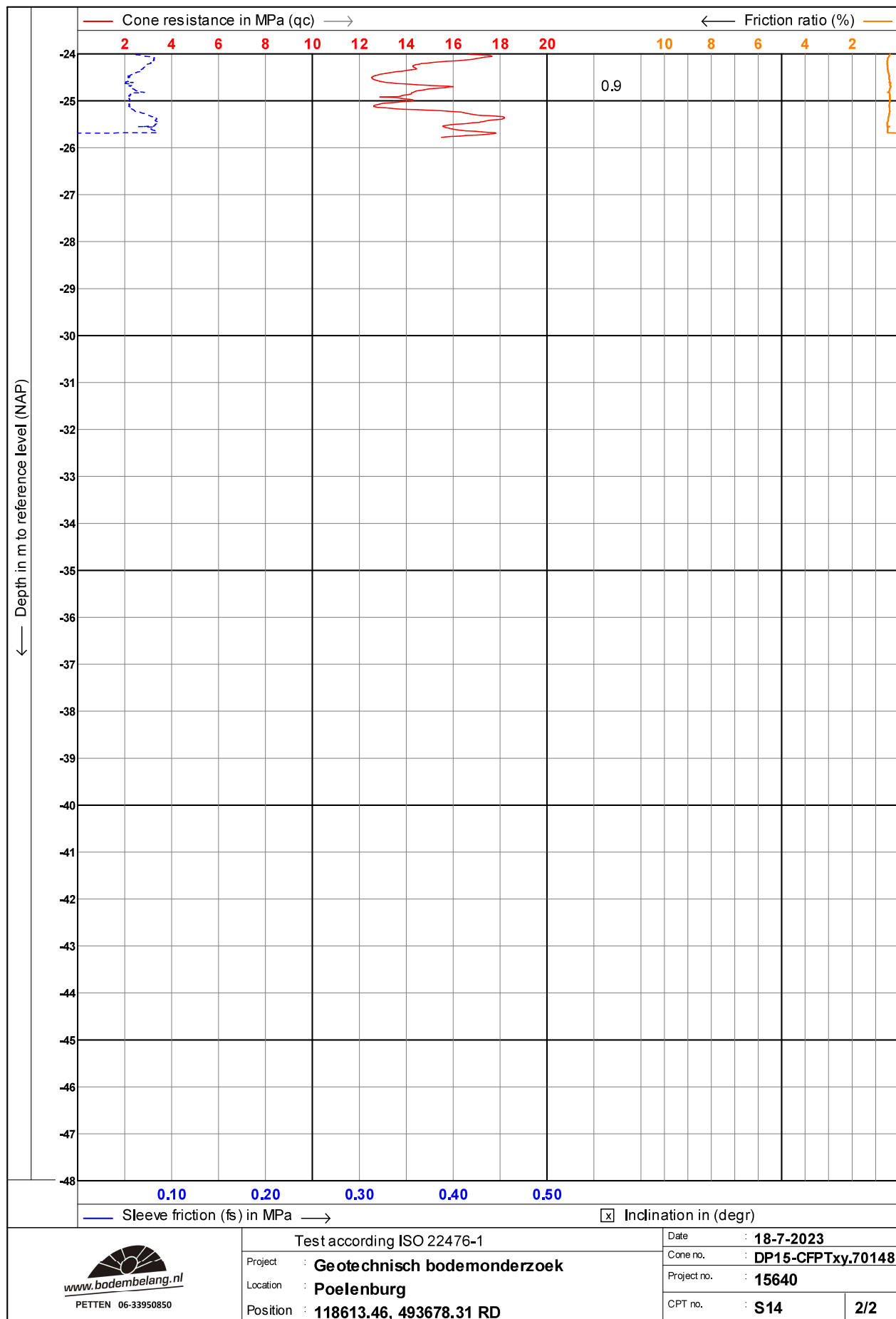


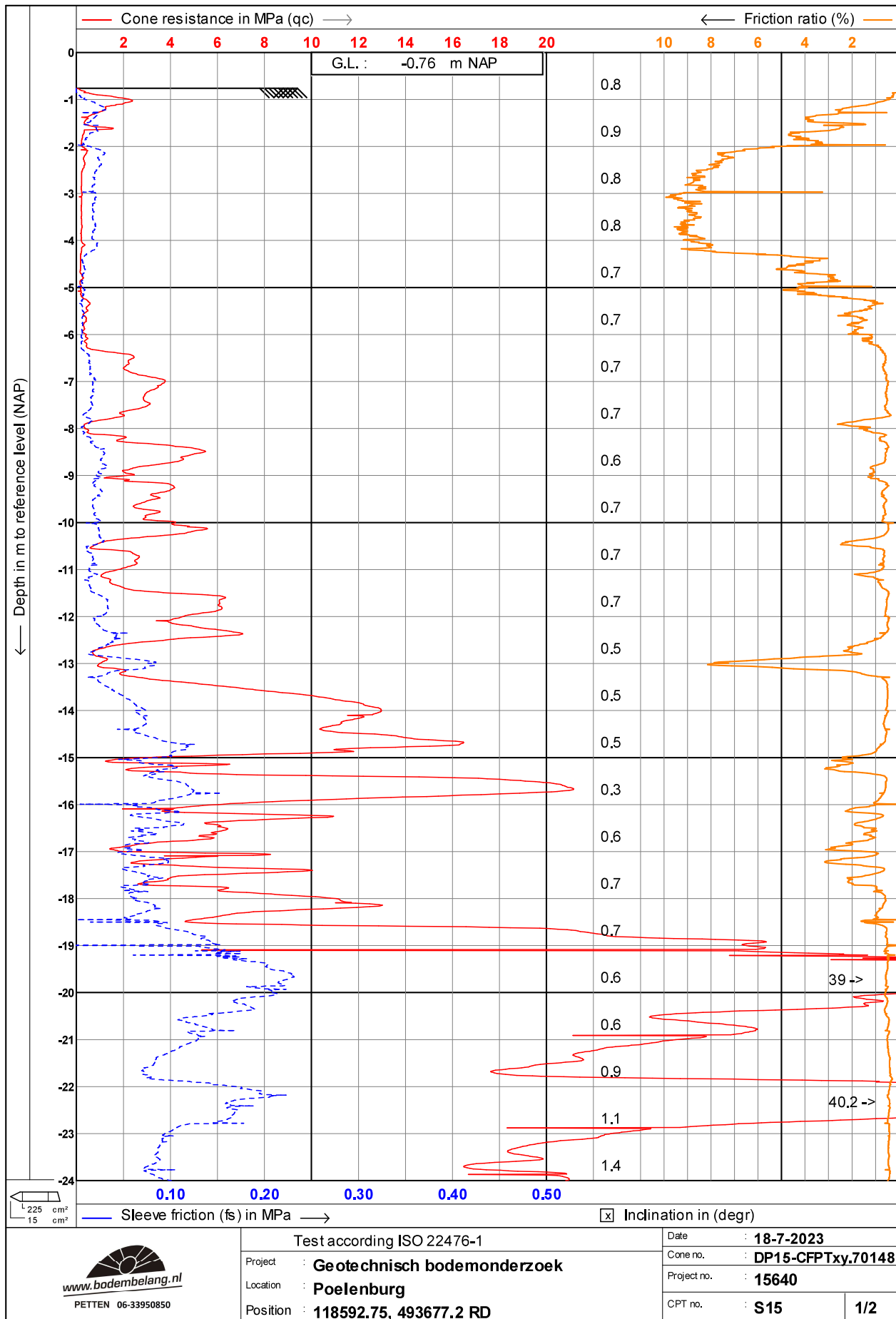


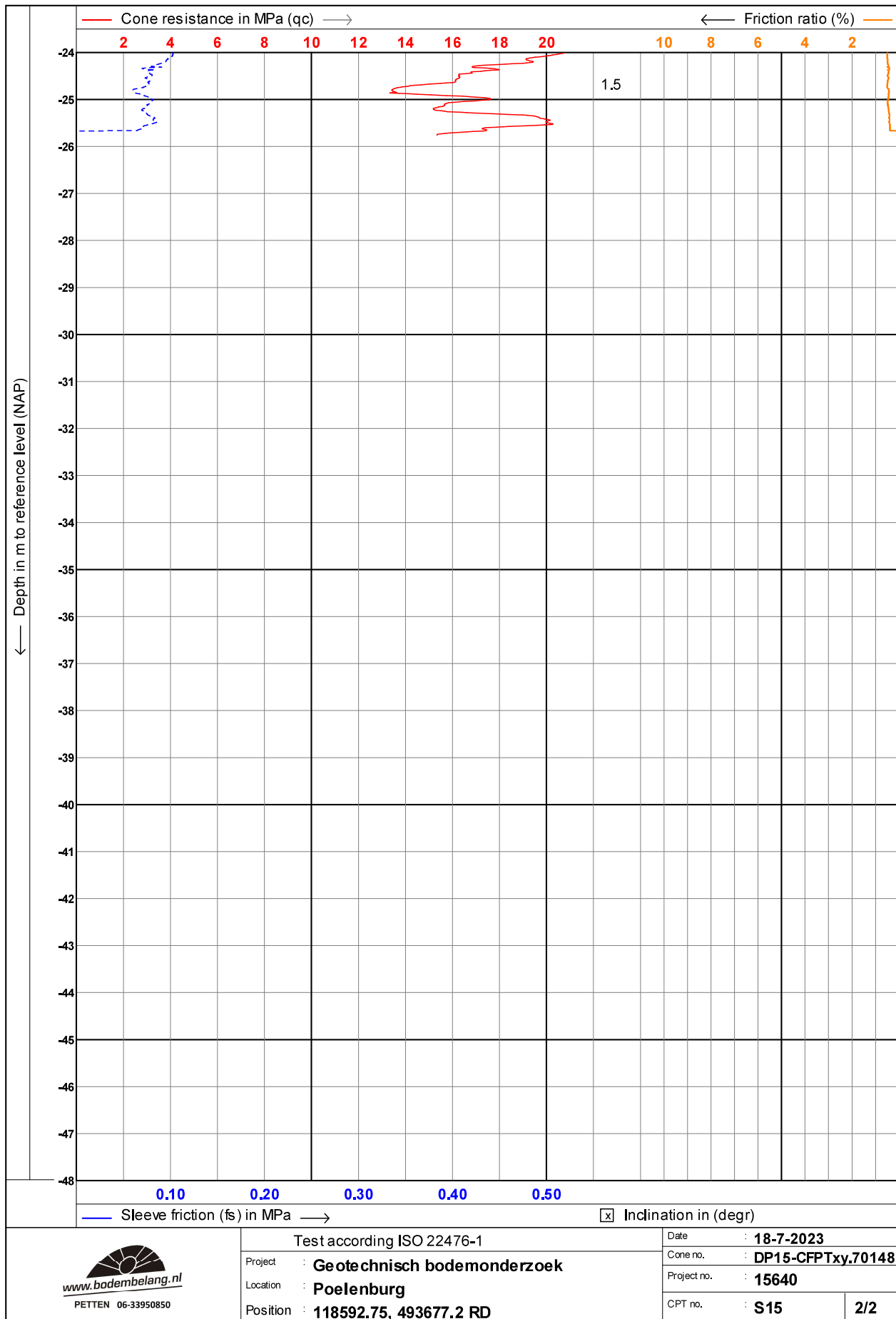


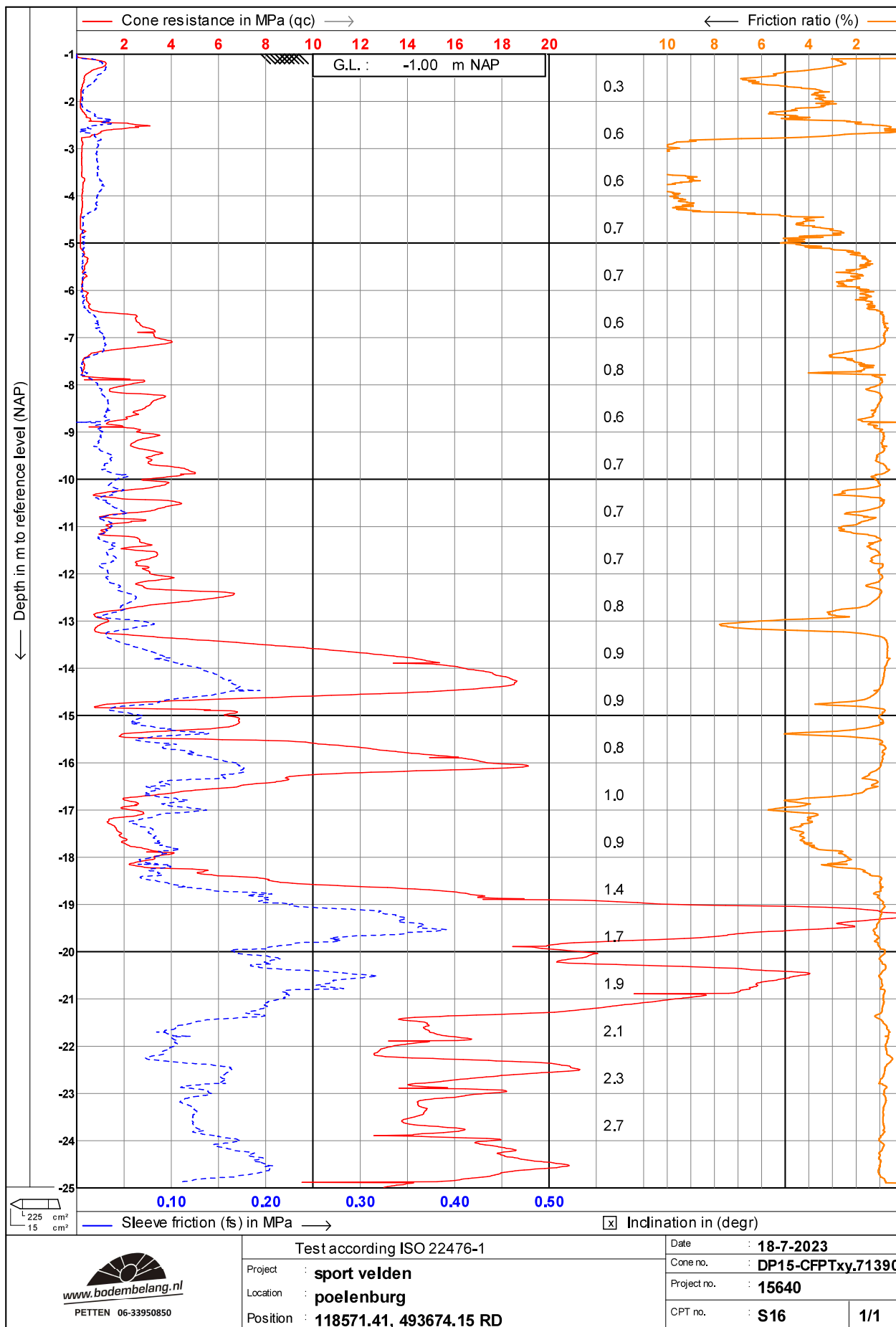


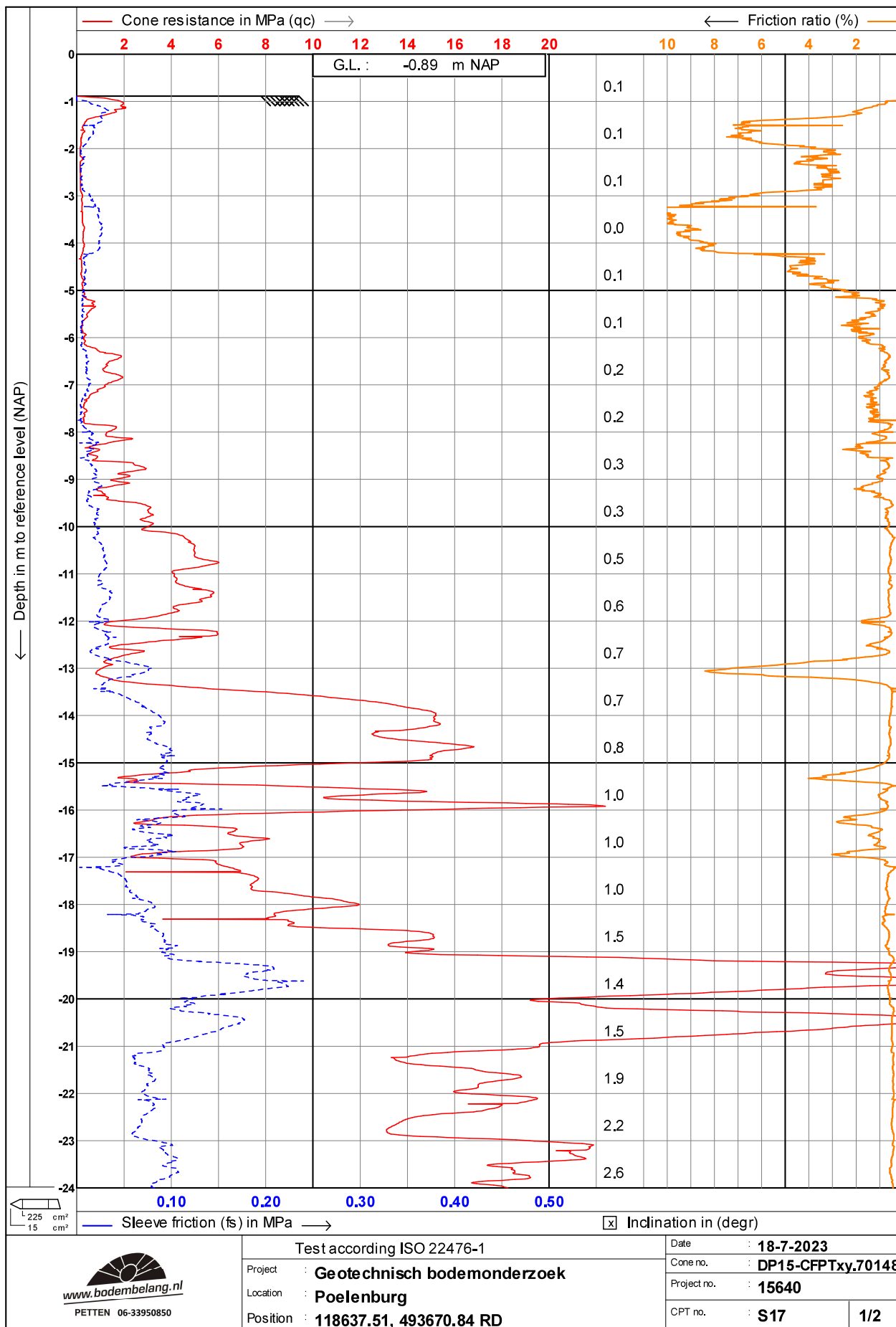


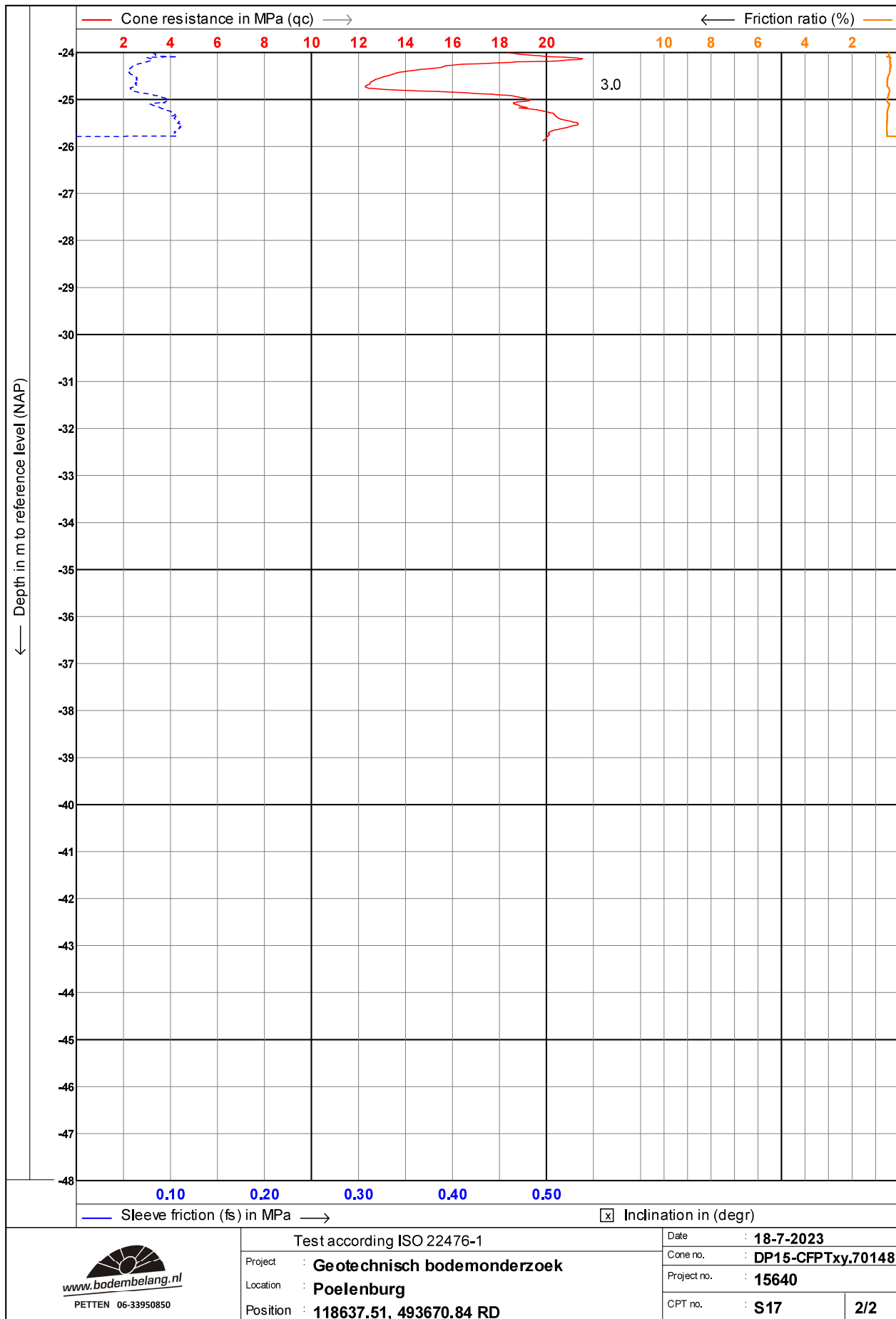


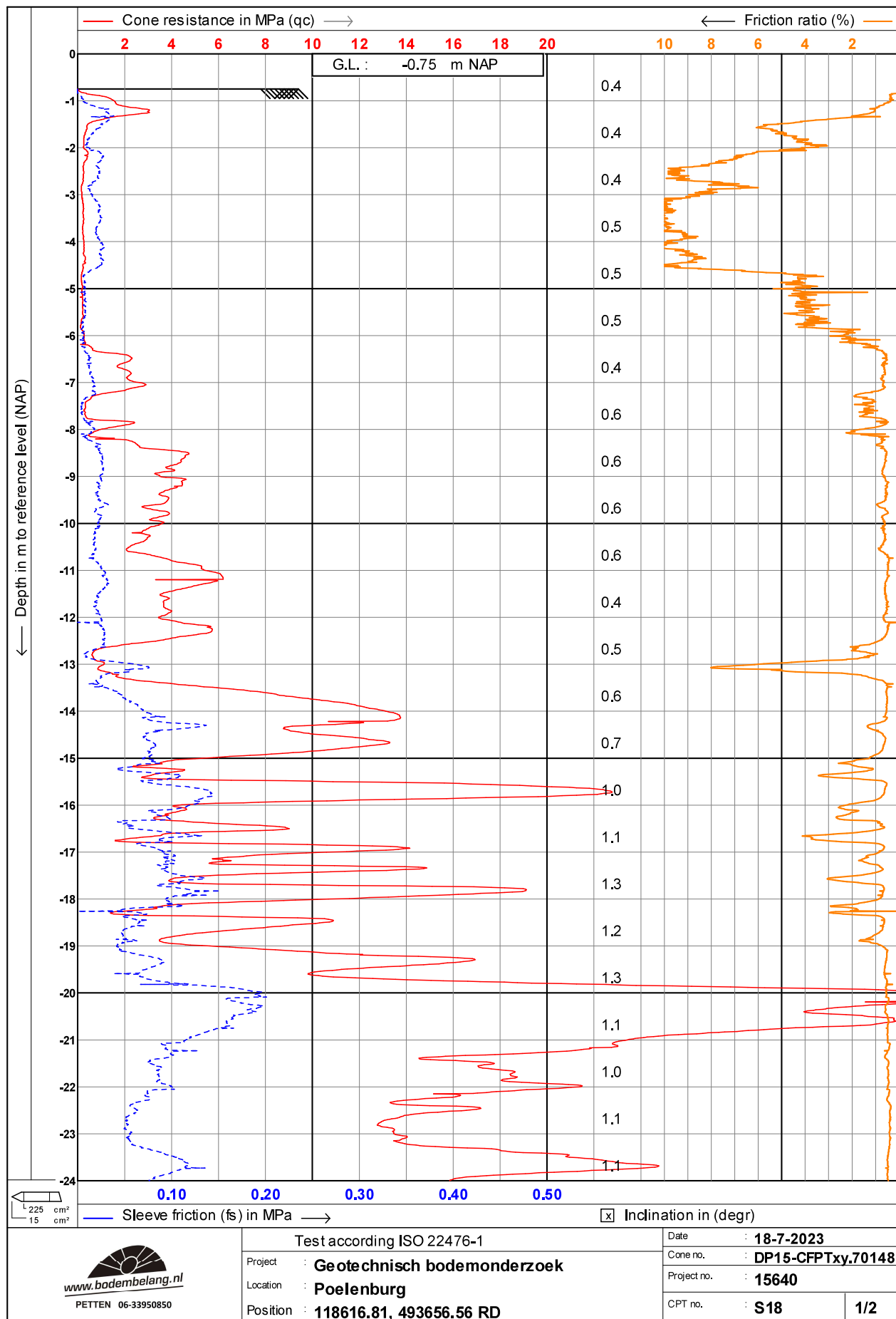


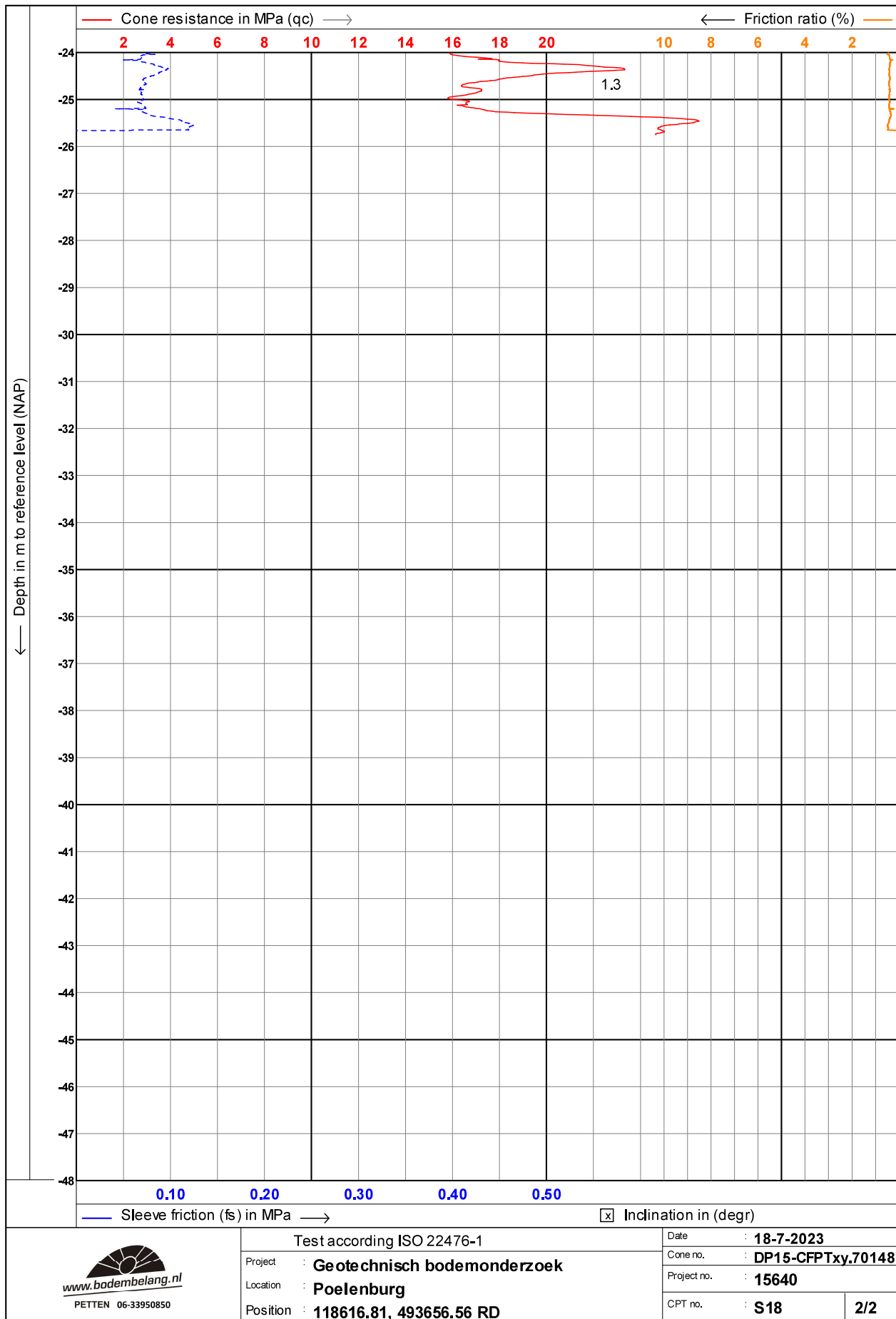


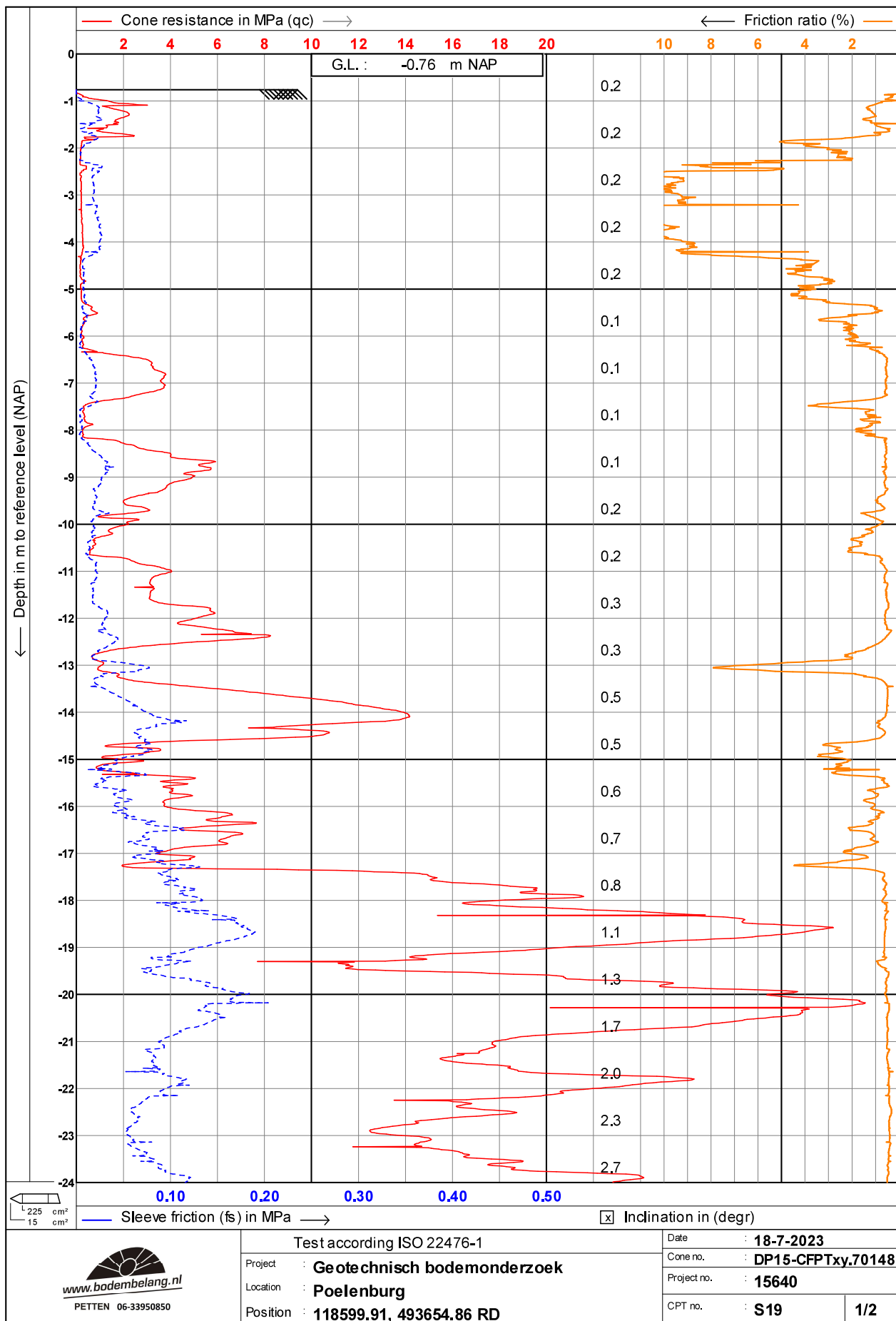


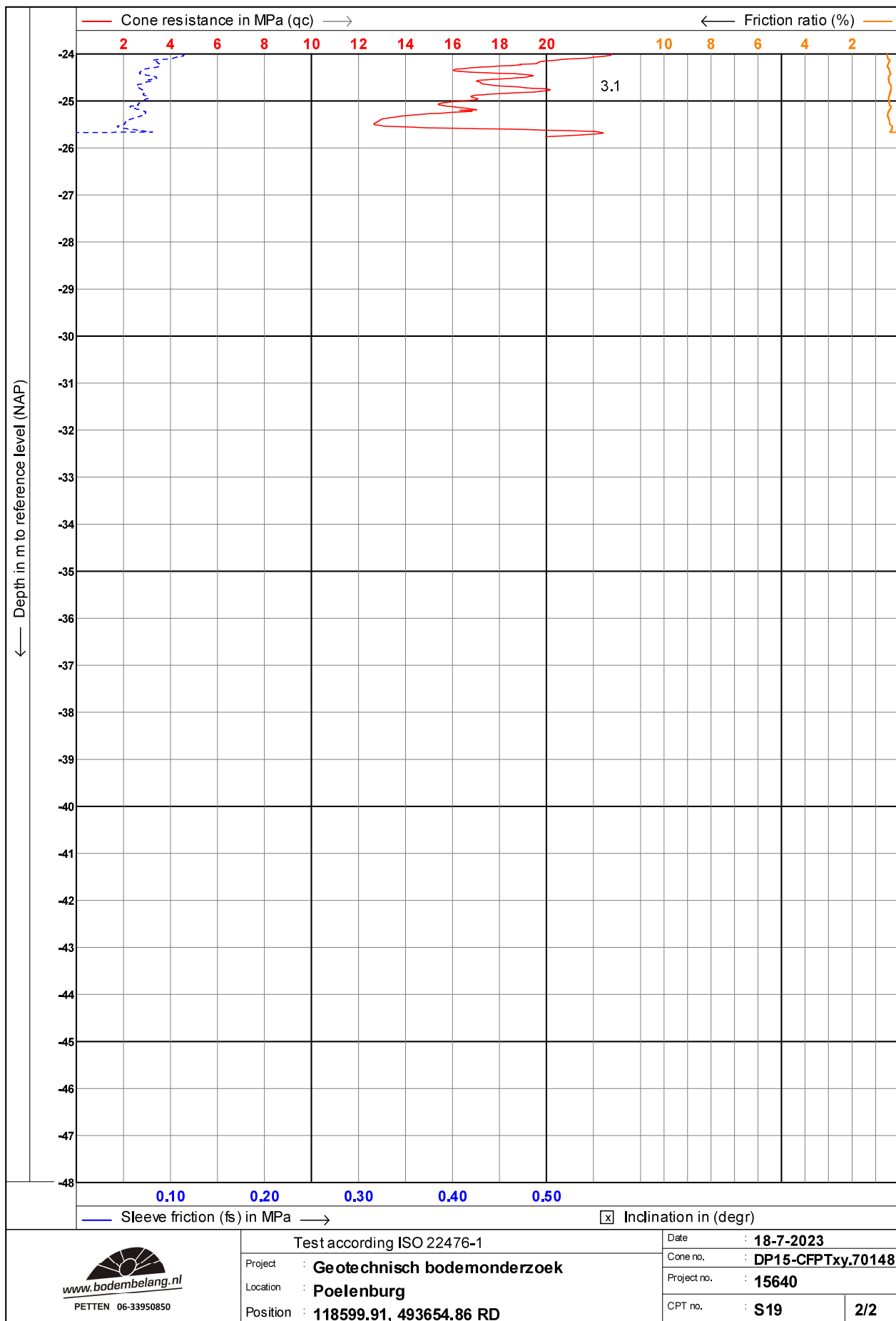


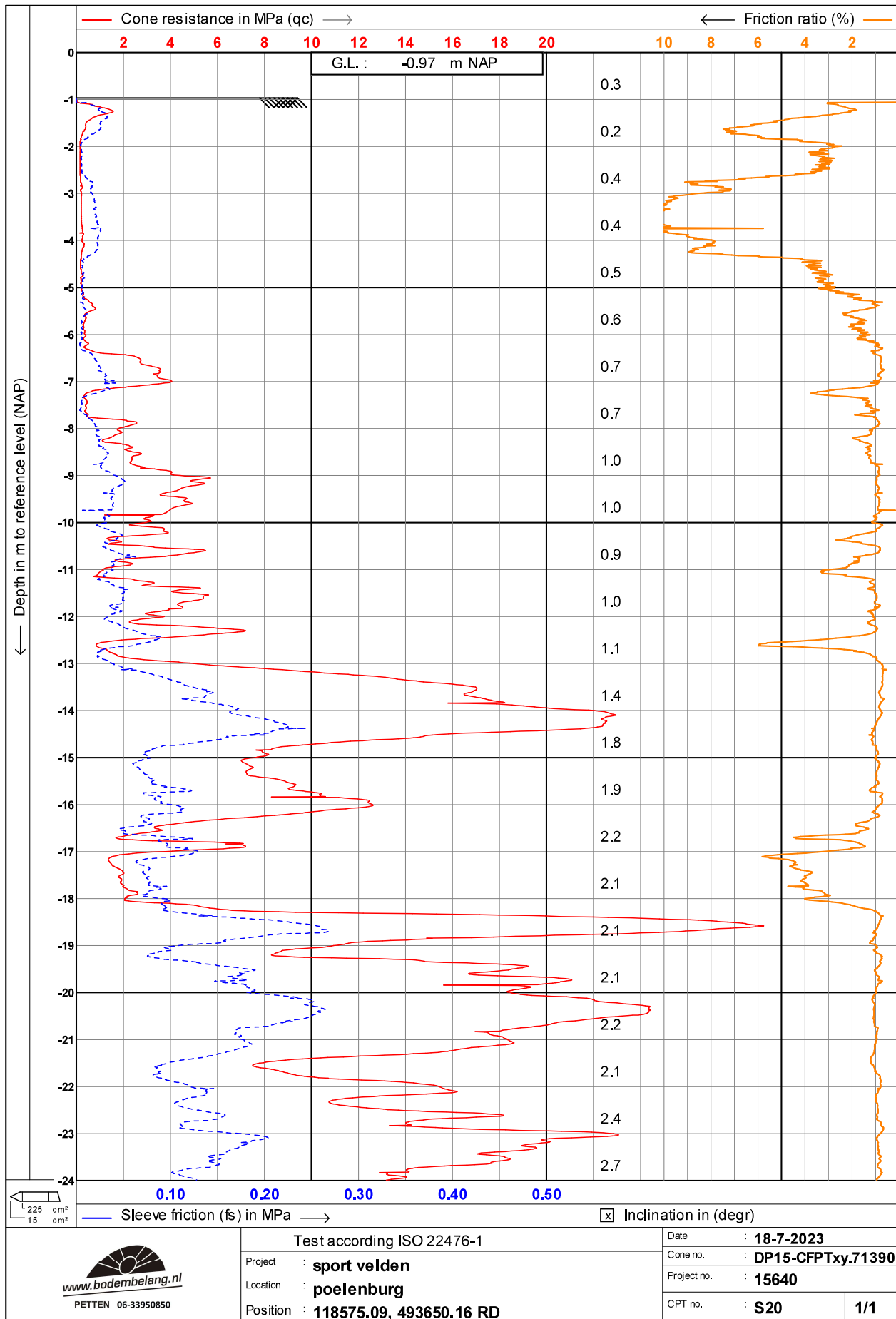












LEGENDA:  = SONDERING
 = Referentiepunt

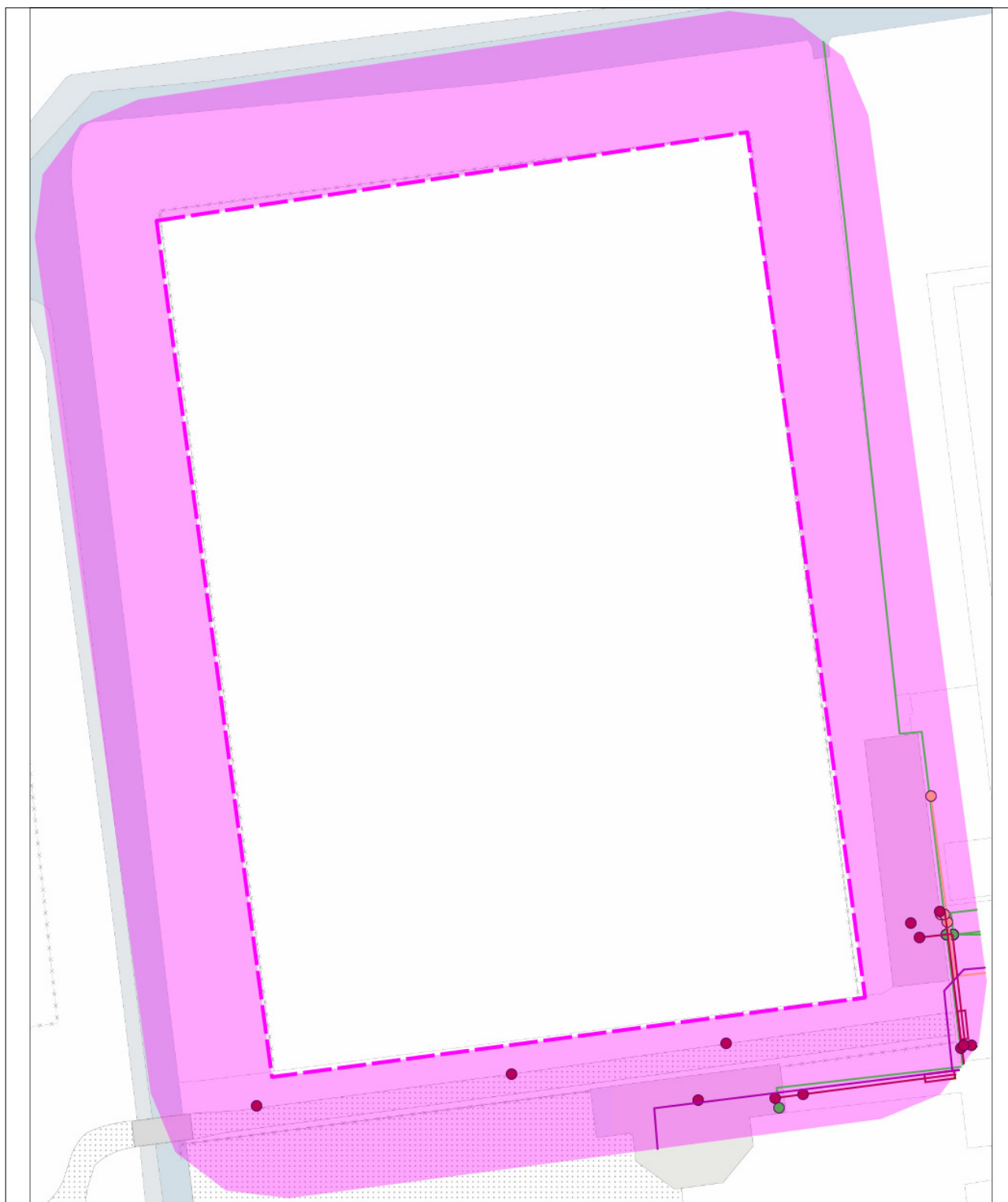
Geschatte grondwaterstand nabij S11 0.63 m-mv



2.4 Waterpassing

| Beschrijving | X-Coördinaat | Y-Coördinaat | Hoogte t.o.v. NAP |
|------------------------------|--------------|--------------|-------------------|
| S01 | 118563,78 | 493744,68 | -1,02 meters |
| S02 | 118583,42 | 493749,15 | -1 meters |
| S03 | 118604,06 | 493752,65 | -1,03 meters |
| S04 | 118624,29 | 493755,21 | -1,07 meters |
| S05 | 118627,79 | 493730,01 | -1,06 meters |
| S06 | 118605,89 | 493728,29 | -0,98 meters |
| S07 | 118586,73 | 493725,98 | -1,05 meters |
| S08 | 118564,5 | 493723,76 | -1,08 meters |
| S09 | 118632,93 | 493705,28 | -1,02 meters |
| S10 | 118608,8 | 493705,02 | -0,88 meters |
| S11 | 118590,21 | 493705,18 | -0,92 meters |
| S12 | 118568,26 | 493699,98 | -1,05 meters |
| S13 | 118635,66 | 493682,41 | -1,01 meters |
| S14 | 118613,46 | 493678,31 | -0,78 meters |
| S15 | 118592,75 | 493677,2 | -0,76 meters |
| S16 | 118571,41 | 493674,15 | -1 meters |
| S17 | 118637,51 | 493670,84 | -0,89 meters |
| S18 | 118616,81 | 493656,56 | -0,75 meters |
| S19 | 118599,91 | 493654,86 | -0,76 meters |
| S20 | 118575,09 | 493650,16 | -0,97 meters |
| Kruin weg inrit | 118658,78 | 493652,04 | -0,84 meters |
| achterdeur dorpel halterclub | 118666,31 | 493602,58 | -0,5 meters |

| | |
|----------------------|--------|
| datatransport | KL1051 |
| gas lage druk | KL1040 |
| laagspanning | GM0479 |
| laagspanning | KL1040 |
| riool over/onderdruk | GM0479 |



0 13 26 meter

linksonder: X: 118.540,0 Y: 493.629,0
rechtsboven: X: 118.658,0 Y: 493.776,0

Sondeerrapport conform NEN-EN-ISO-22476-1

Locatie: Poelenburg 466 te Zaandam

Projectnummer: 15533



| | |
|-----------------------------------|--|
| Opdrachtgever: | Gemeente Zaanstad Stadhuisplein 100 Zaandam |
| Opdrachtnemer/ Rapporteur: | Bodem Belang BV Korfwaterweg 27 1755 LC Petten |
| Auteur: | Bodem Belang |
| Datum: | dinsdag 18 juli 2023 |
| Controle: | D.J. Schermer |

Inhoudsopgave

1. Inleiding en doel

2. Bijlagen

- 2.1 Foto's locatie
- 2.2 Sonderingen
- 2.3 Tekening onderzoekslocatie
- 2.4 Waterpassing
- 2.5 Klacmelding

1. Inleiding en doel

De sonderingen worden door Bodem Belang BV uitgevoerd conform NEN-EN-ISO-22476-1. De hoogtebepaling d.m.v. DGPS dient enkel om de grondopbouw te koppelen aan een vast punt en is niet geschikt voor andere doeleinden dan dit onderzoek.

Uitleg verband conus/kleeg en grondsoort

Door het registreren van de plaatselijke wrijving is het mogelijk een indicatieve classificatie te geven van de grondsoort, dit door middel van het wrijvingsgetal. Het wrijvingsgetal heeft voor iedere grondsoort een andere waarde(zie tabel) en word bepaald door middel van de onderstaande formule.

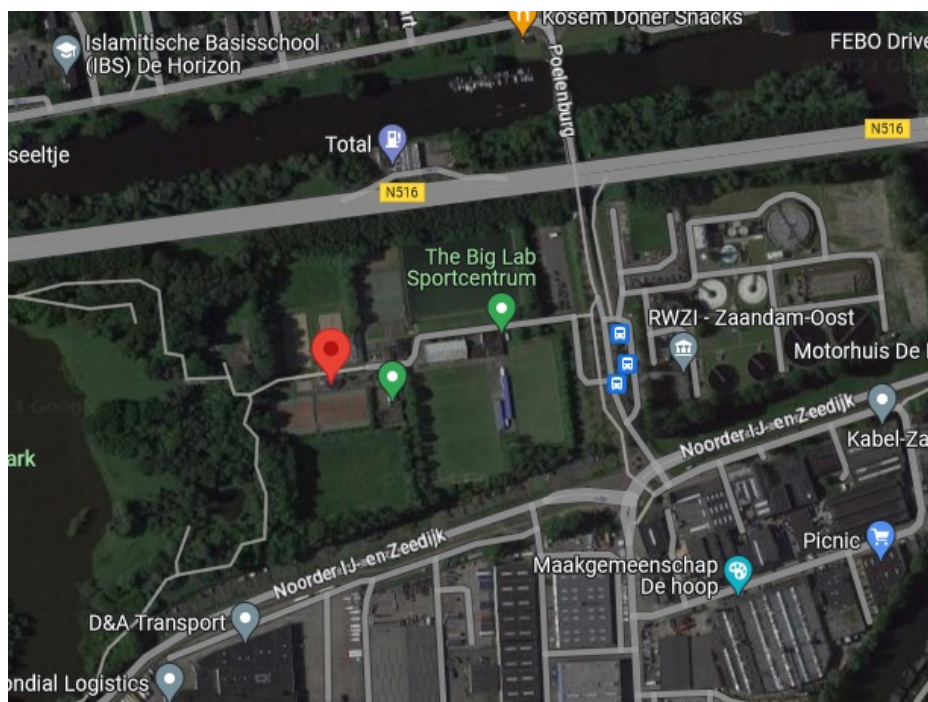
Plaatselijke wrijvingsweerstand / Conusweerstand = wrijvingsgetal (%).

Als indicatie gelden voor de gladde elektronische conus de navolgende relaties.

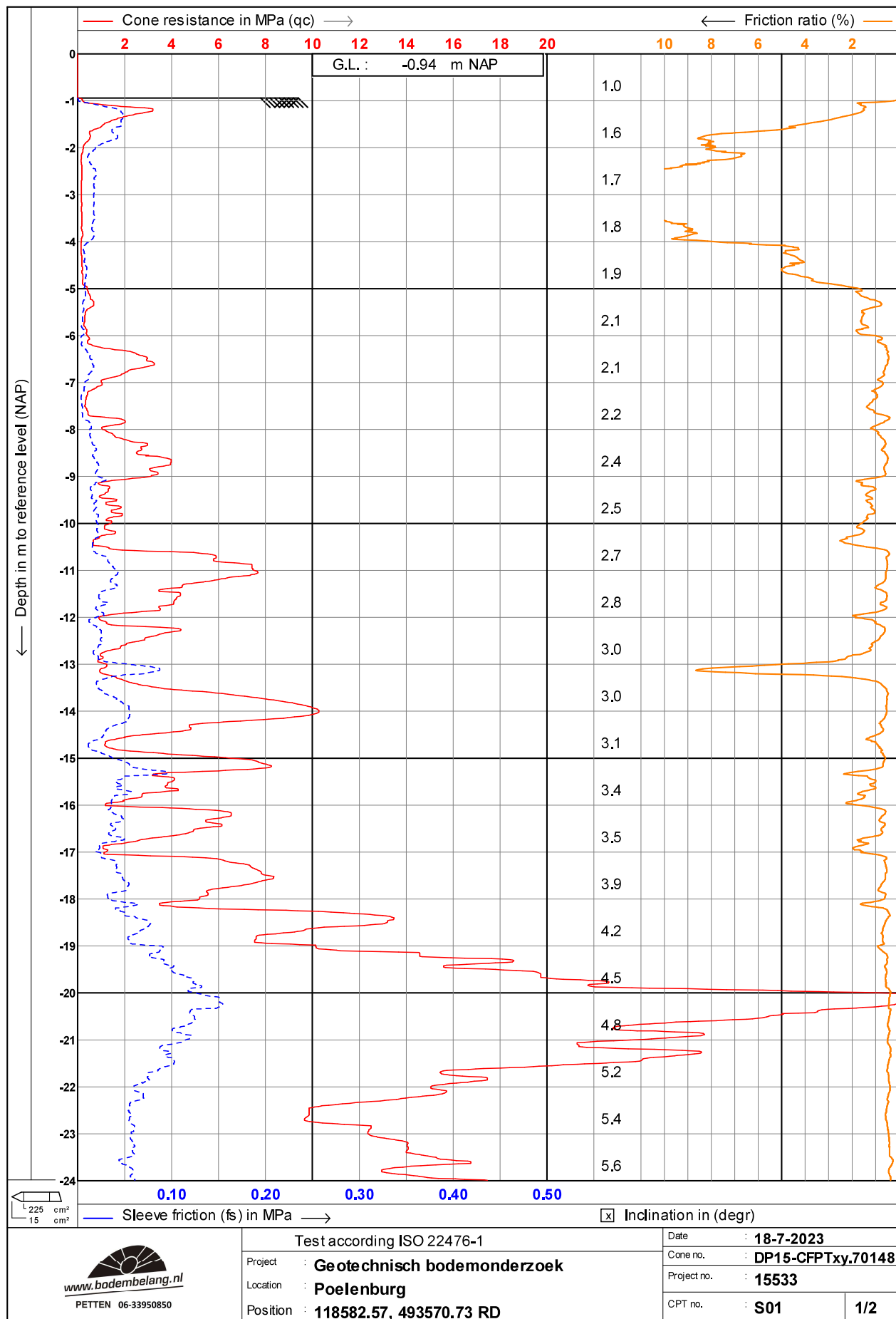
| Wrijvingsgetal in % | Grondsoort |
|---------------------|------------------------------------|
| 0.3 - 1.2 | Zand, grof tot fijn |
| 1.5 - 2.0 | Silthoudend zand, kleihoudend zand |
| 2.5 - 5.0 | Klei |
| 5.5 - 7.5 | Kleihoudend veen |
| 8.0 > | Veen |

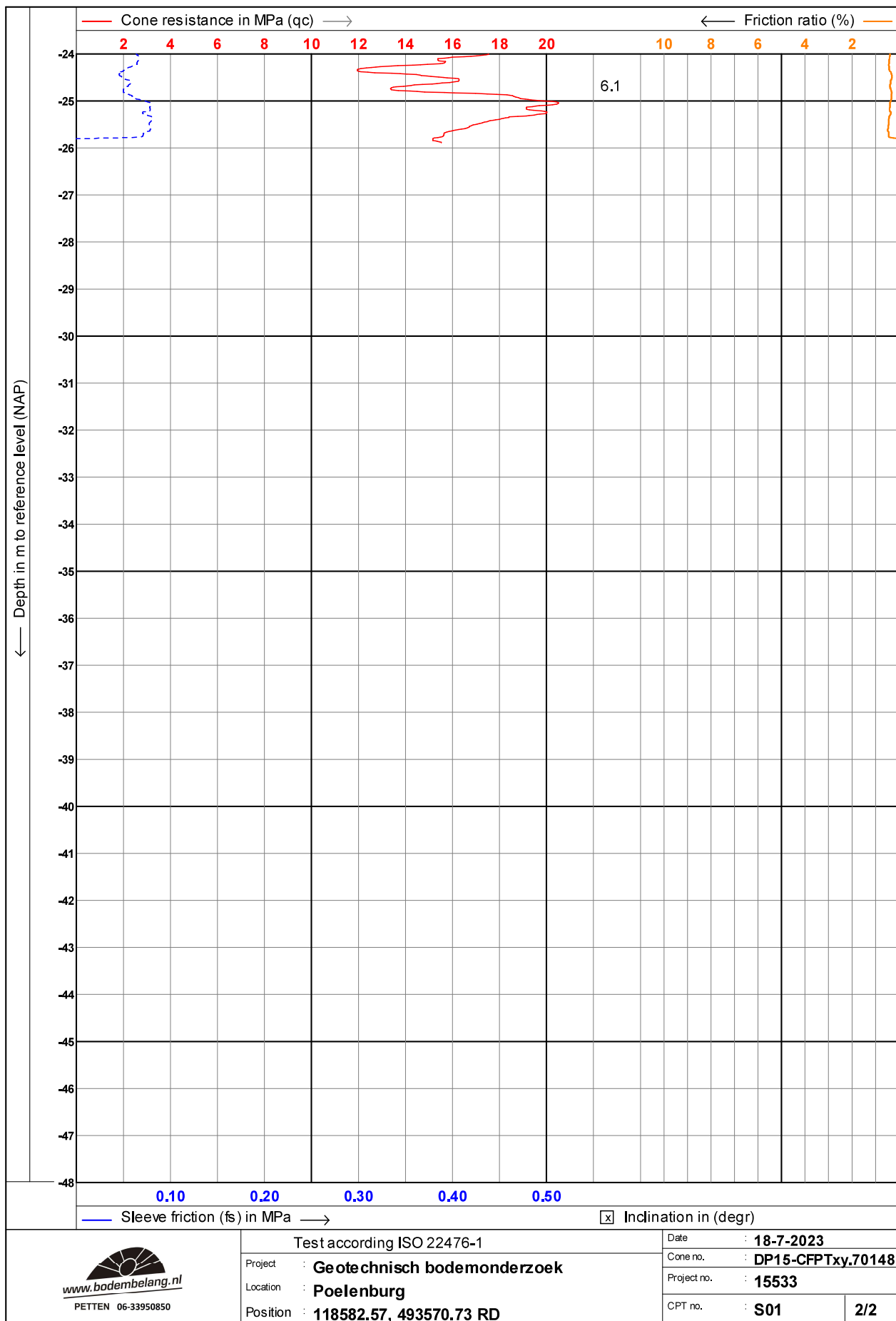
De hierboven genoemde wrijvingsgetallen geven over het algemeen een goed beeld van de bodemopbouw onder de grondwaterstand. Boven de grondwaterstand kunnen grote afwijkingen ten opzichte van genoemde waarden voorkomen. Tussen de verschillende grondsoorten komen overgangsvormen voor zodat de aangegeven grenzen niet als hard zijn te beschouwen.

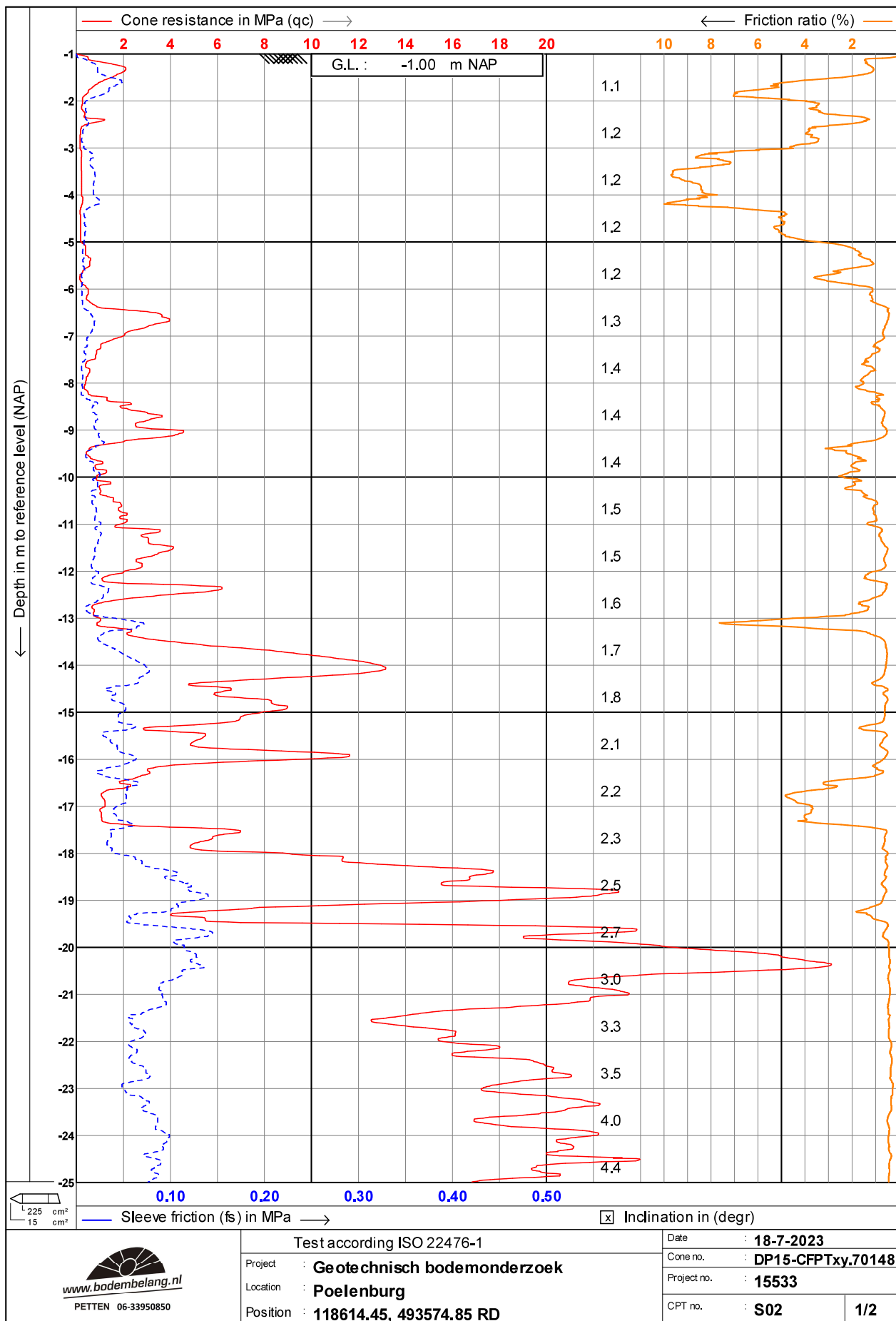
2.1 Foto's locatie

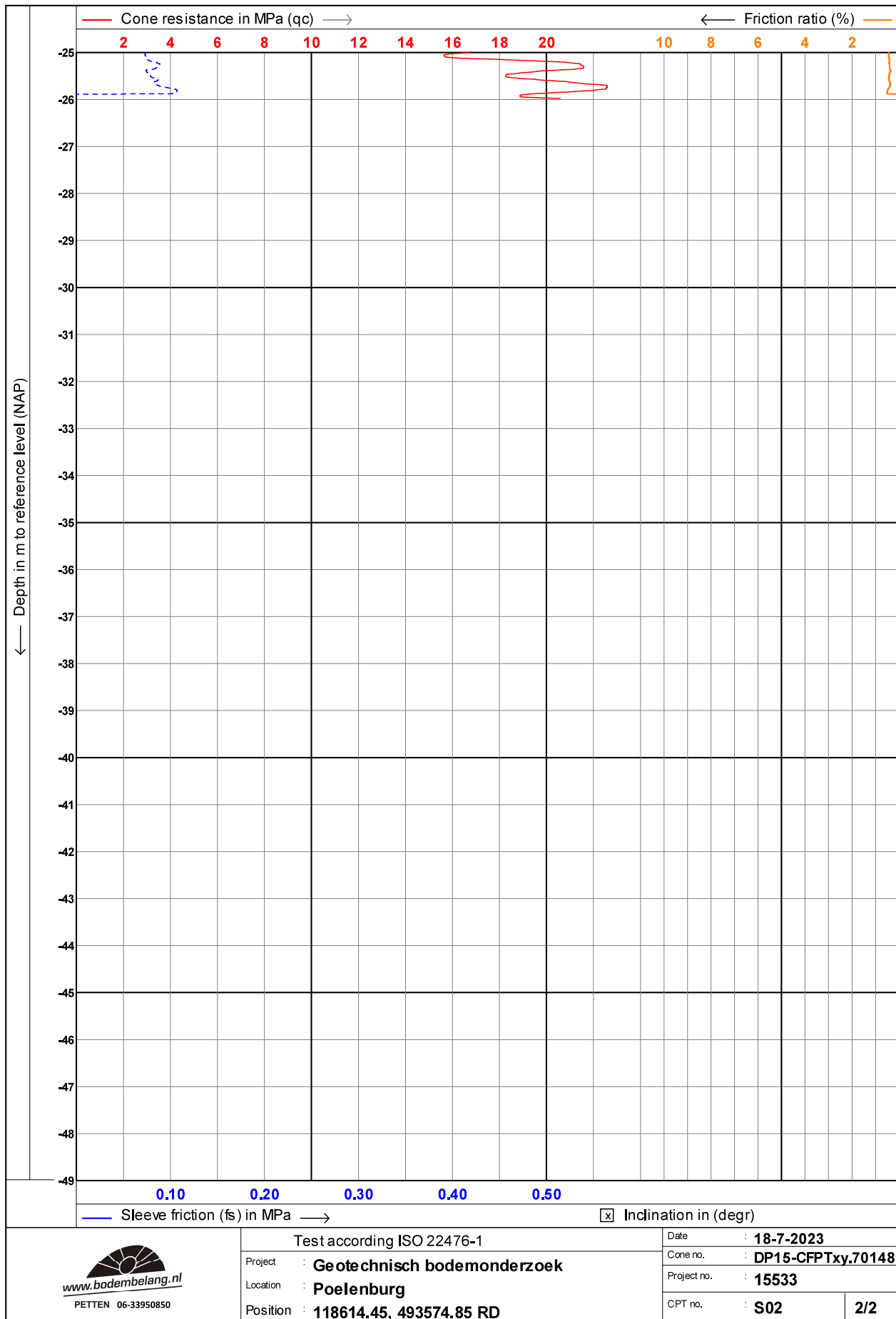


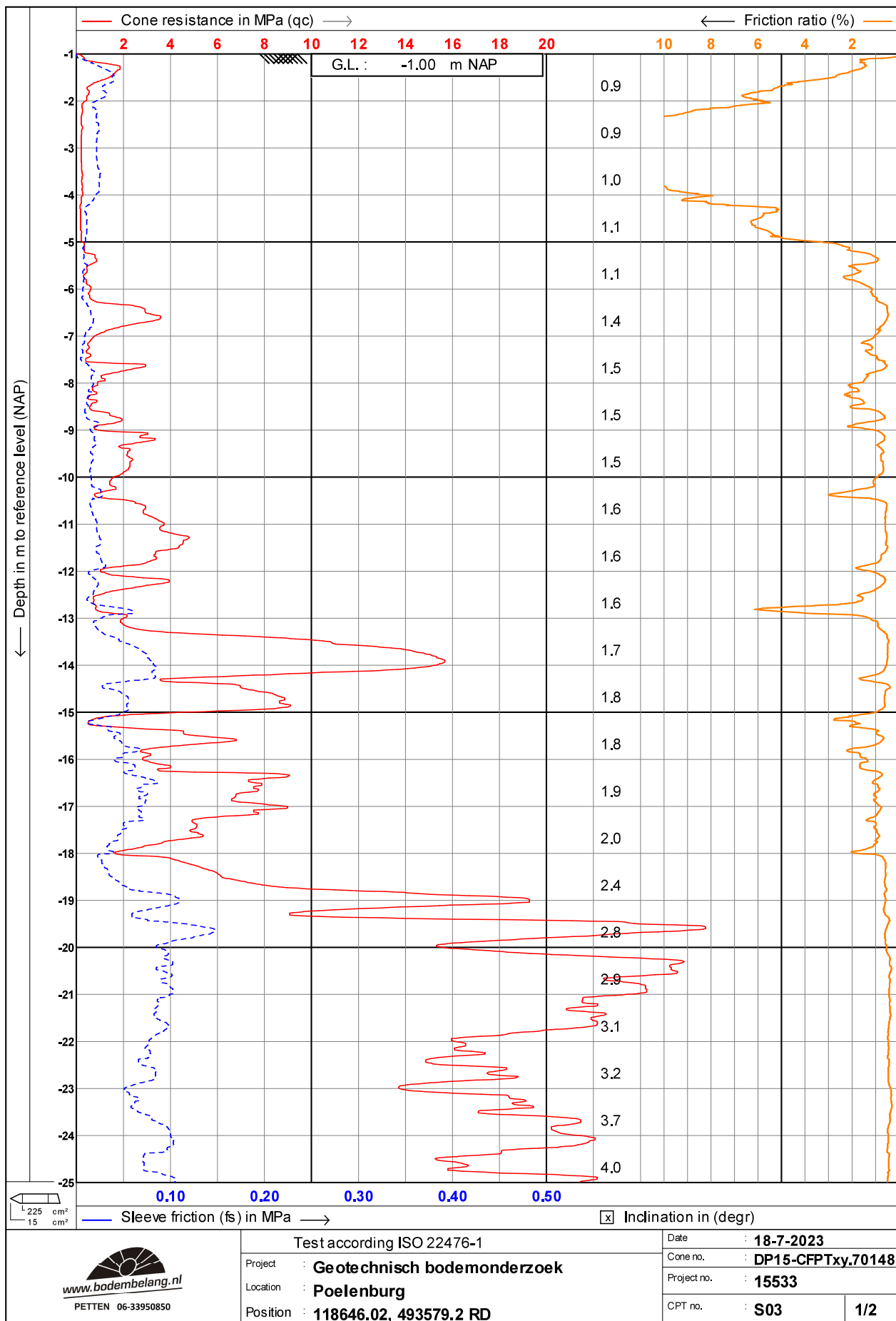
Locatie

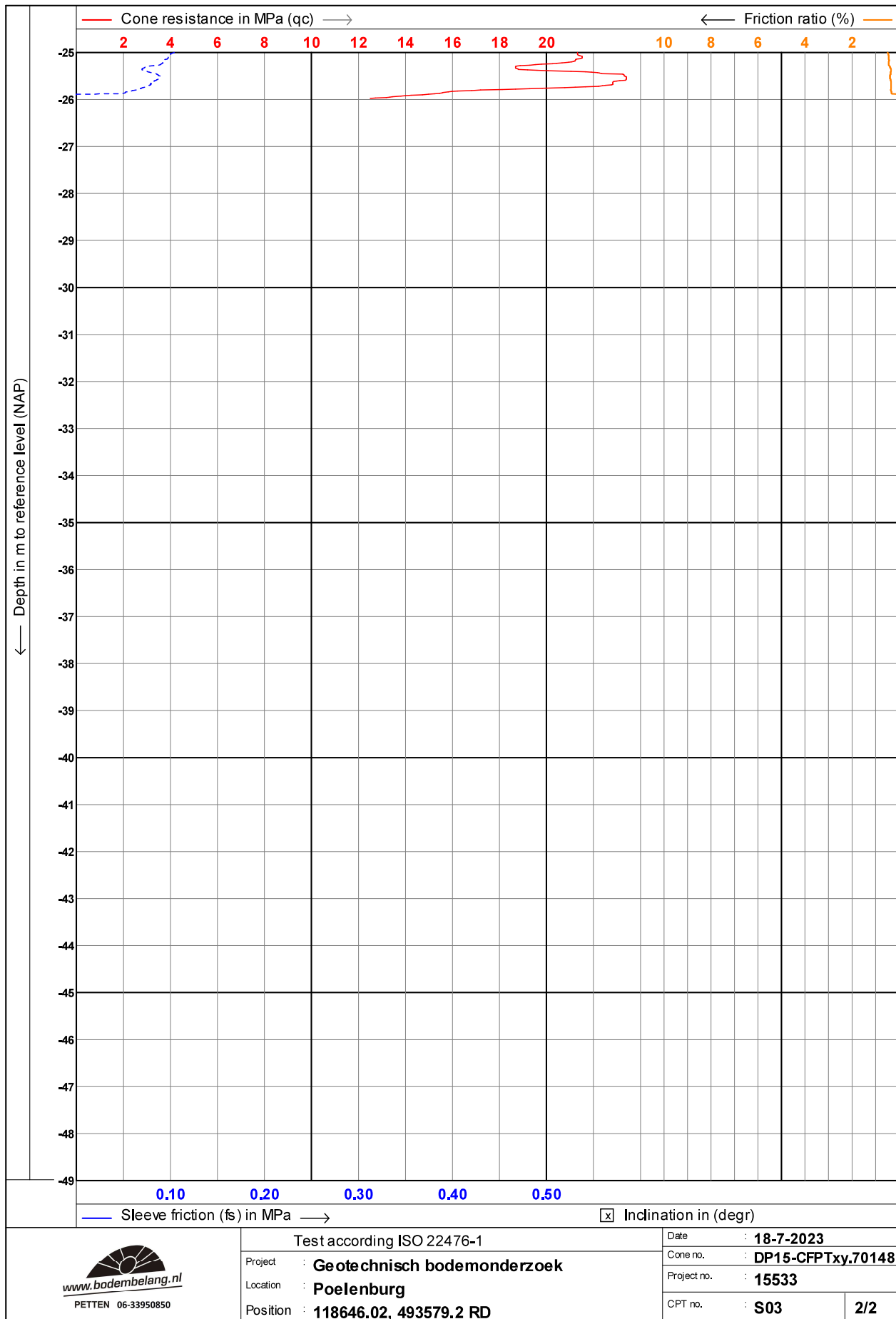


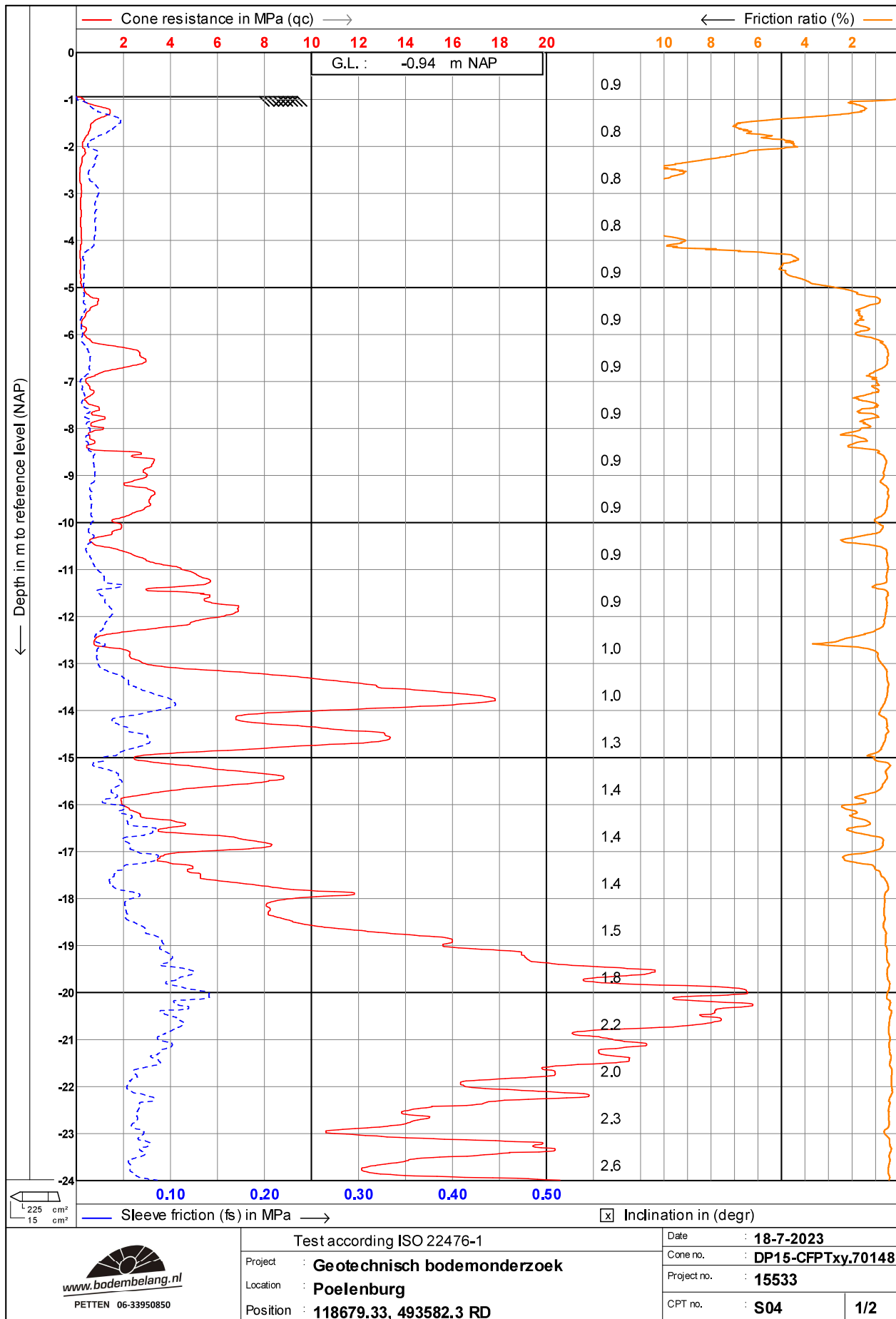


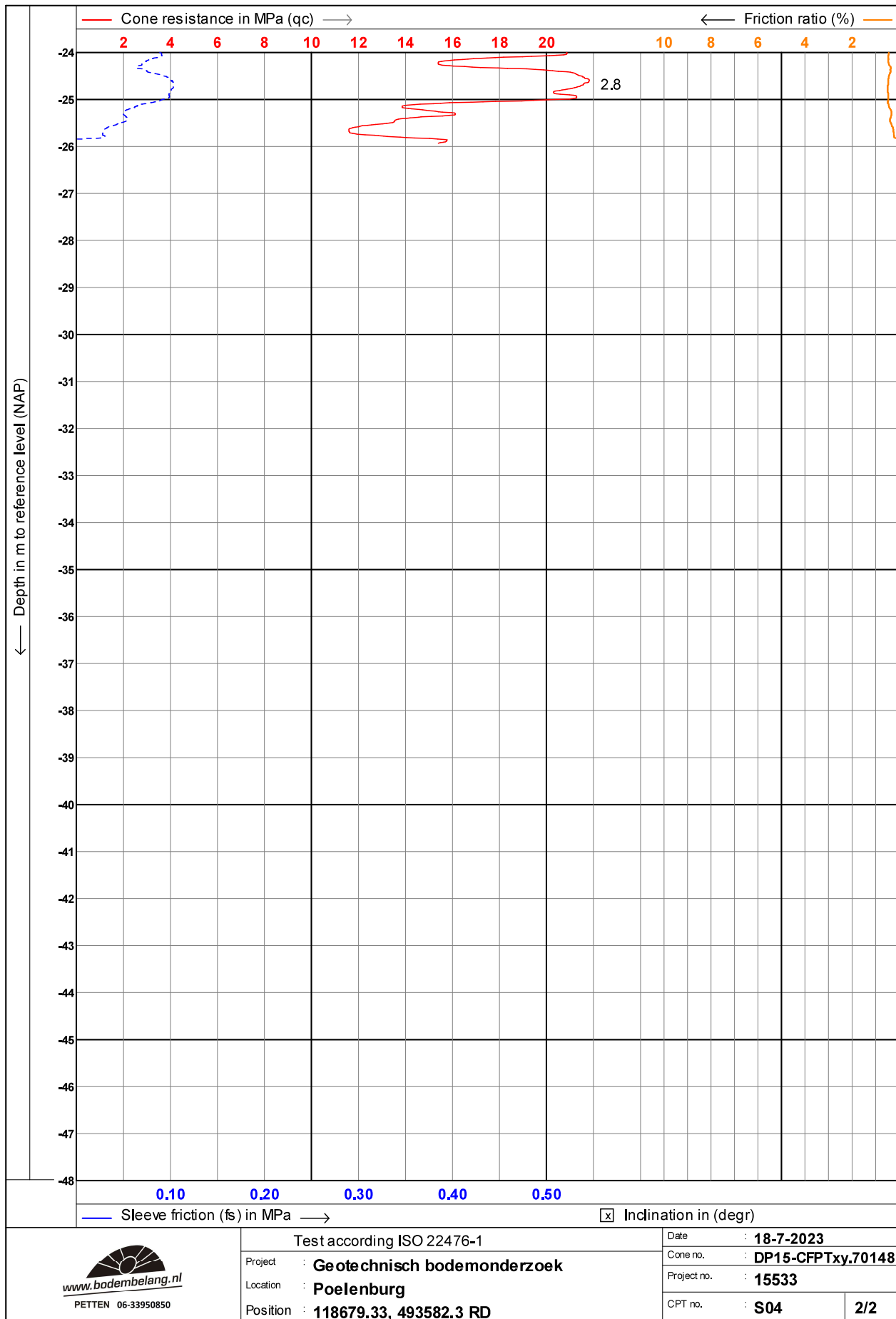


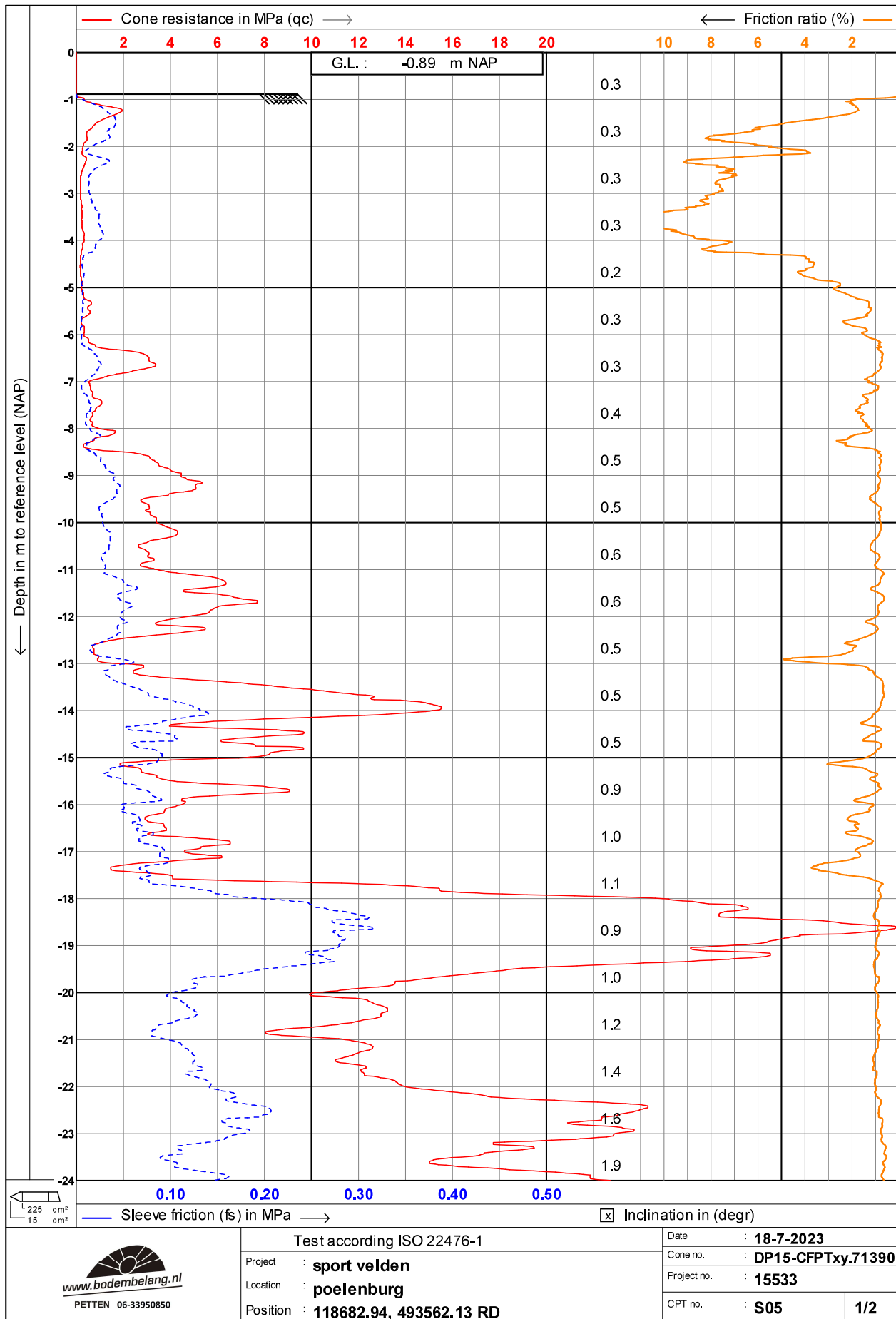


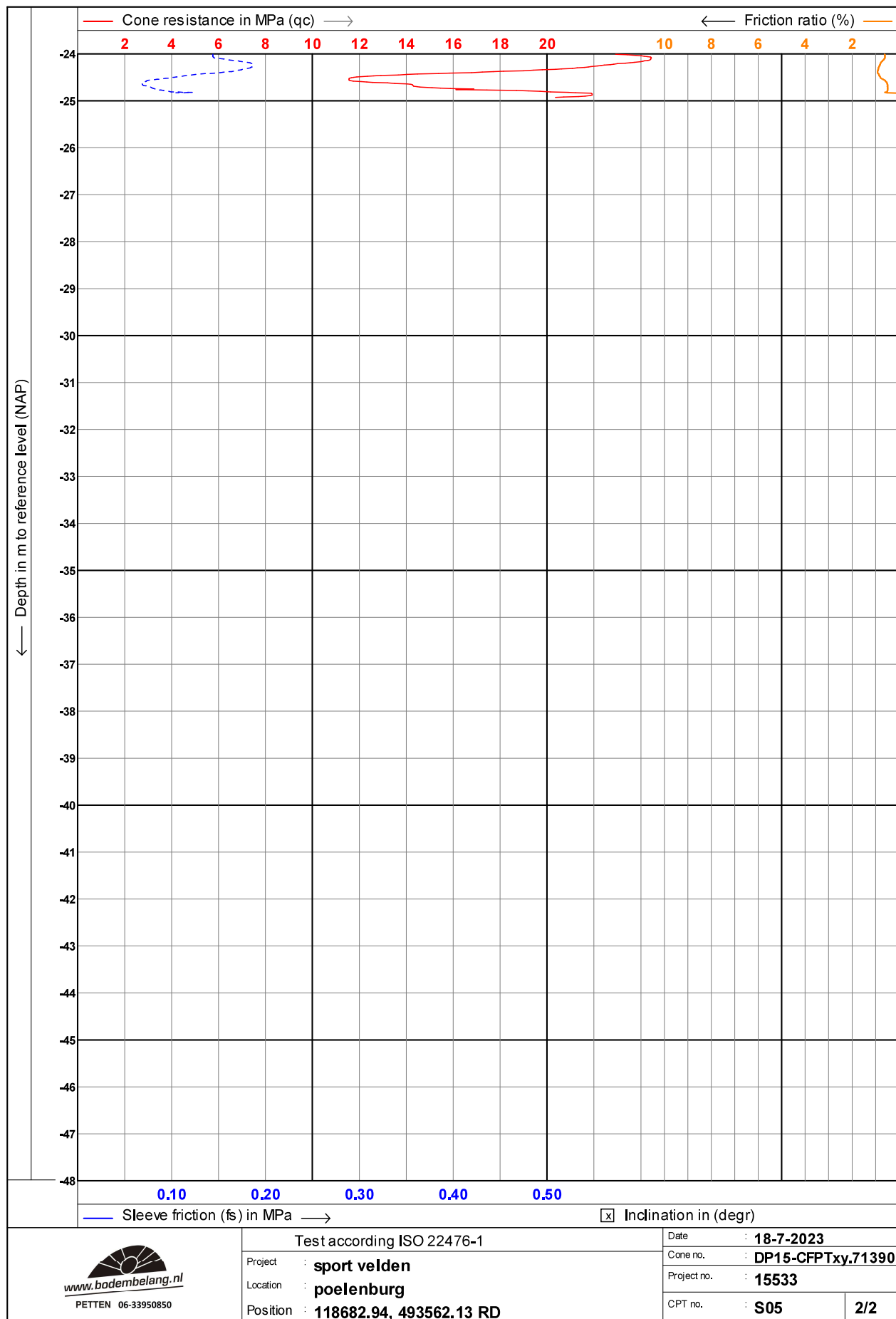


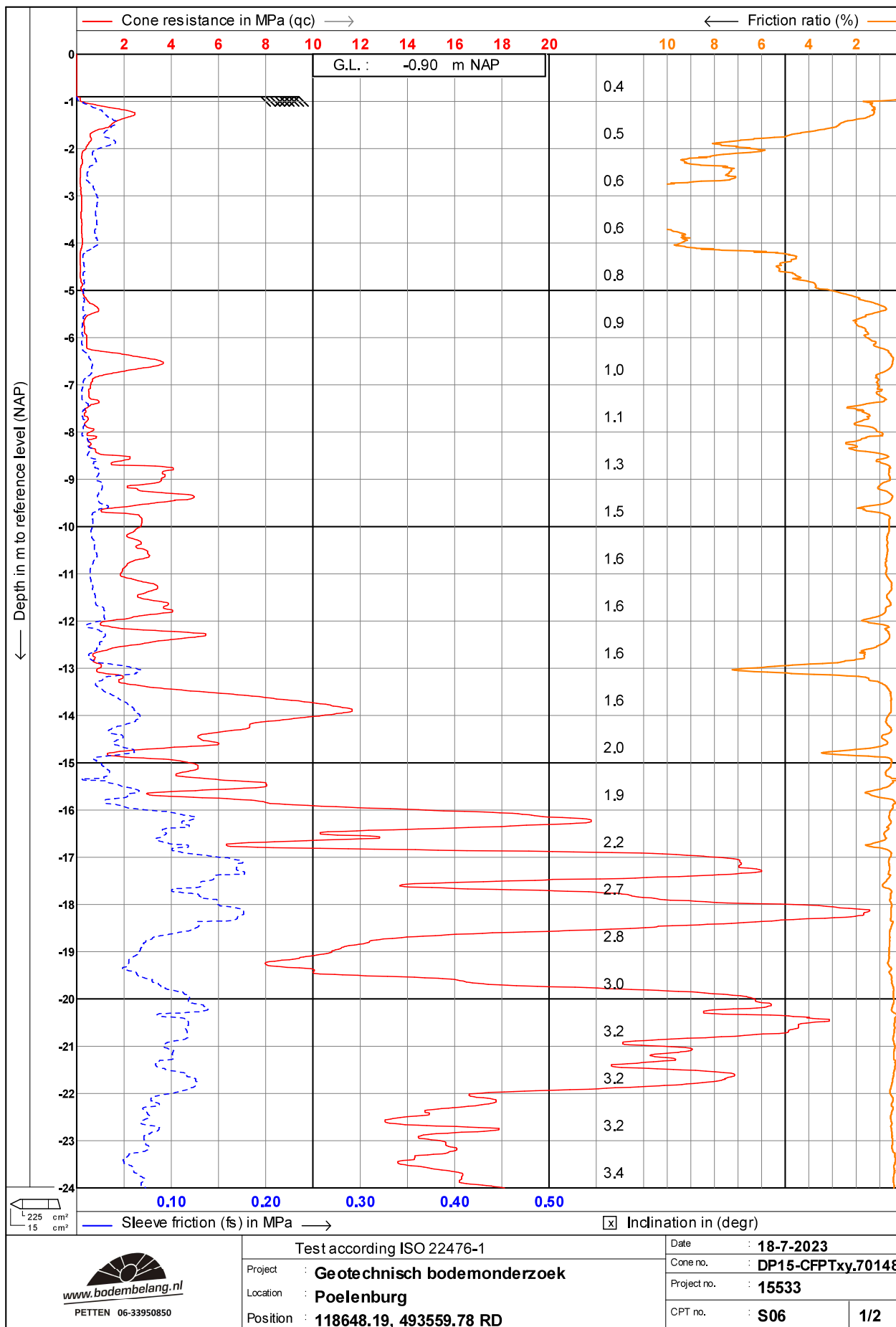


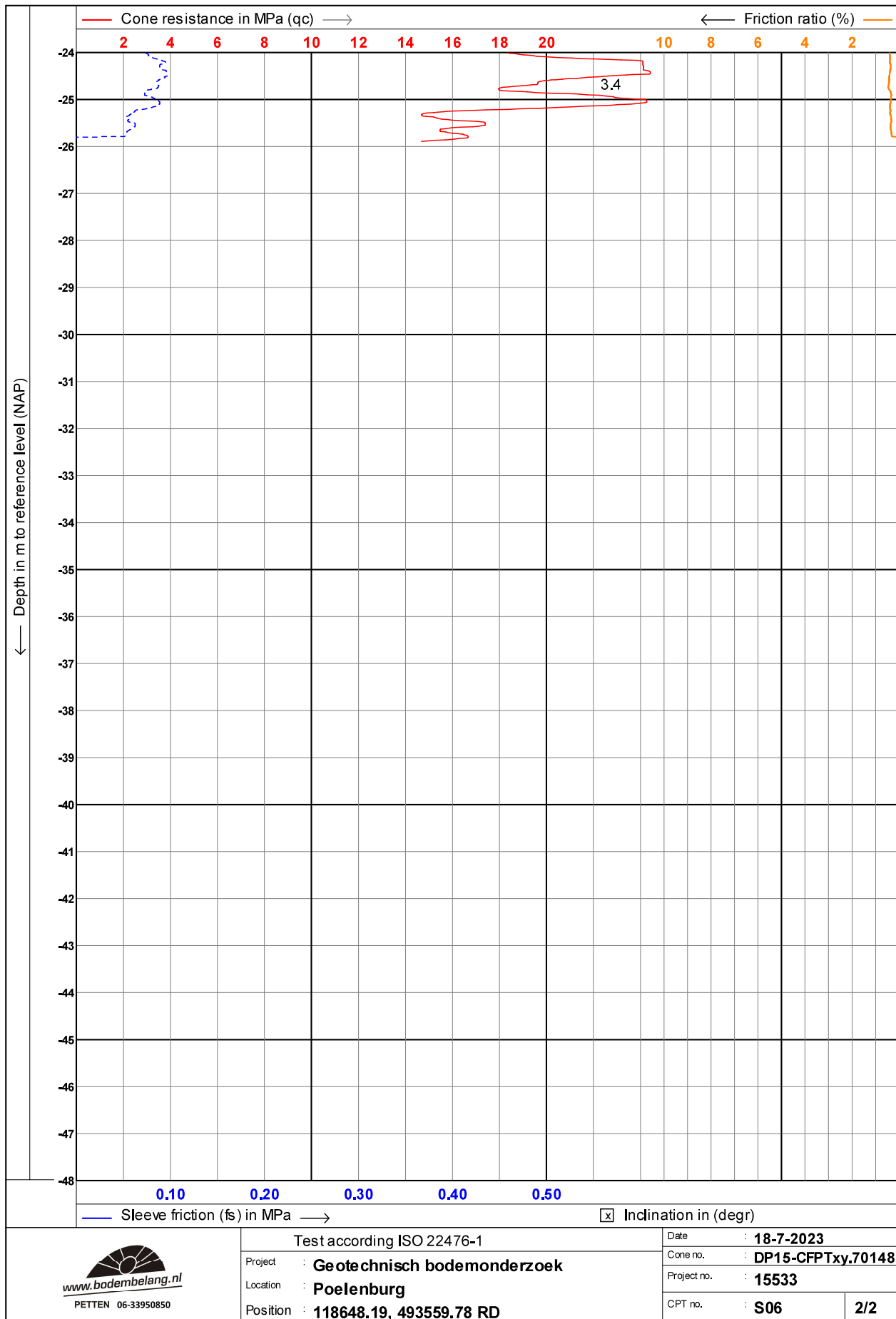


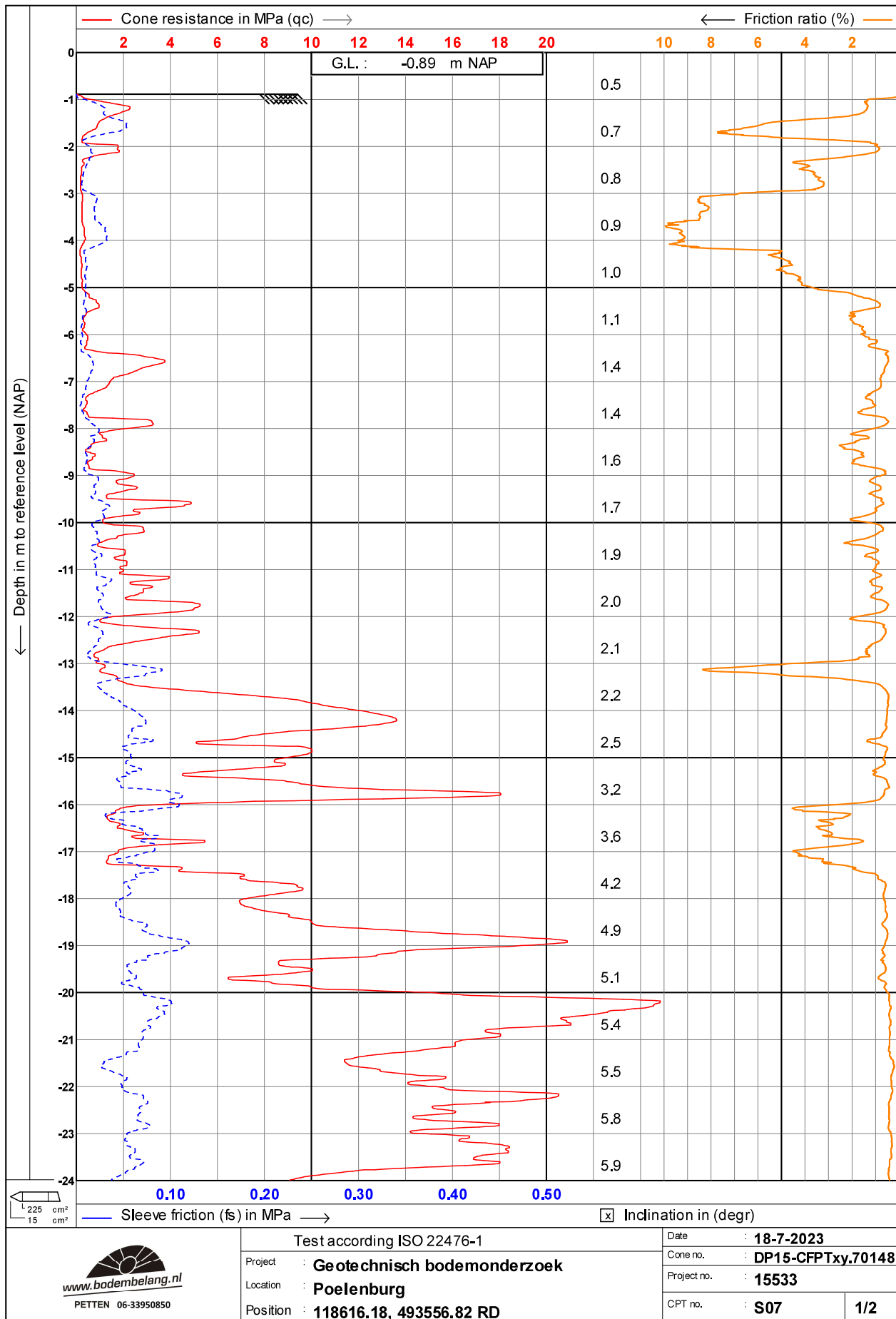


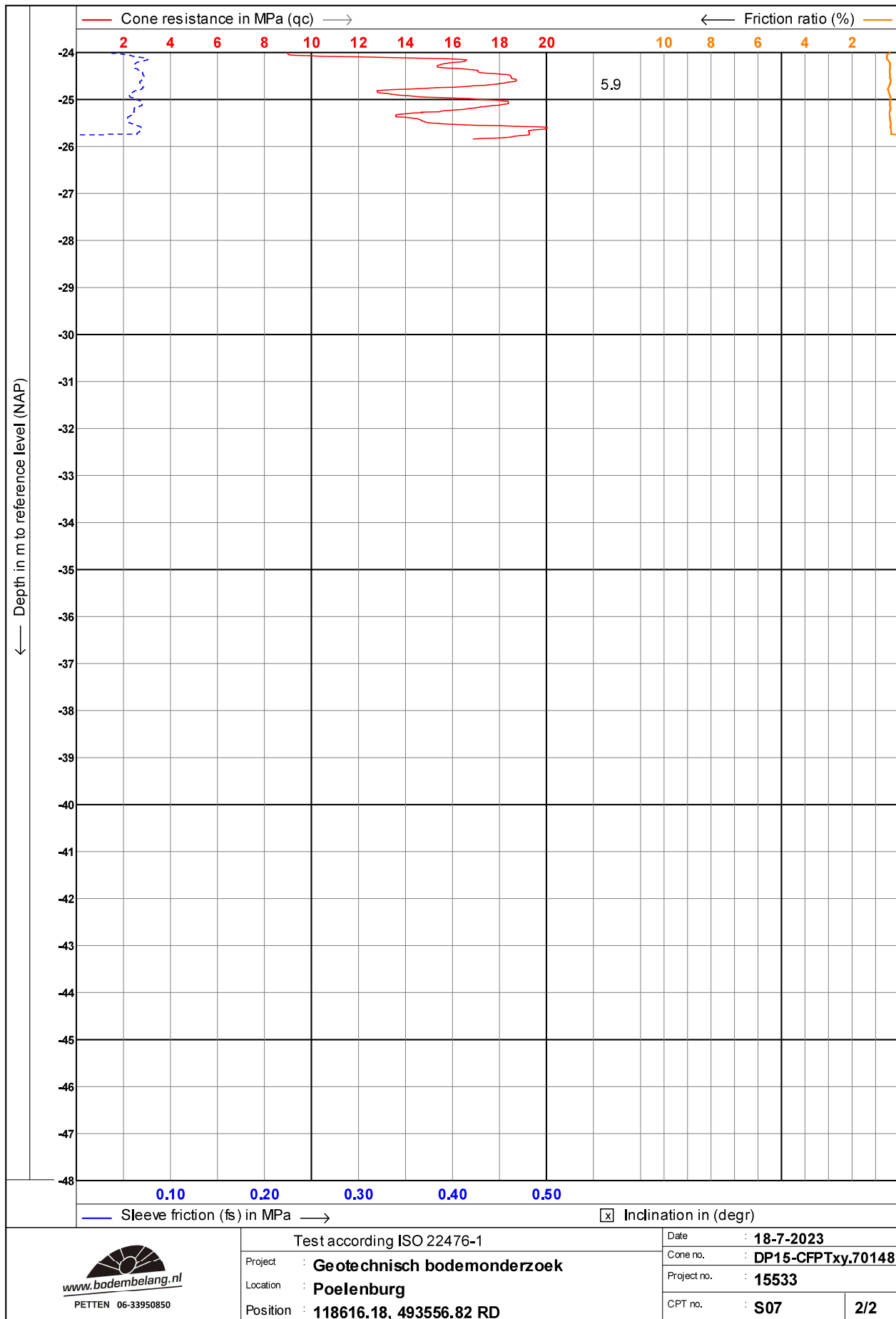


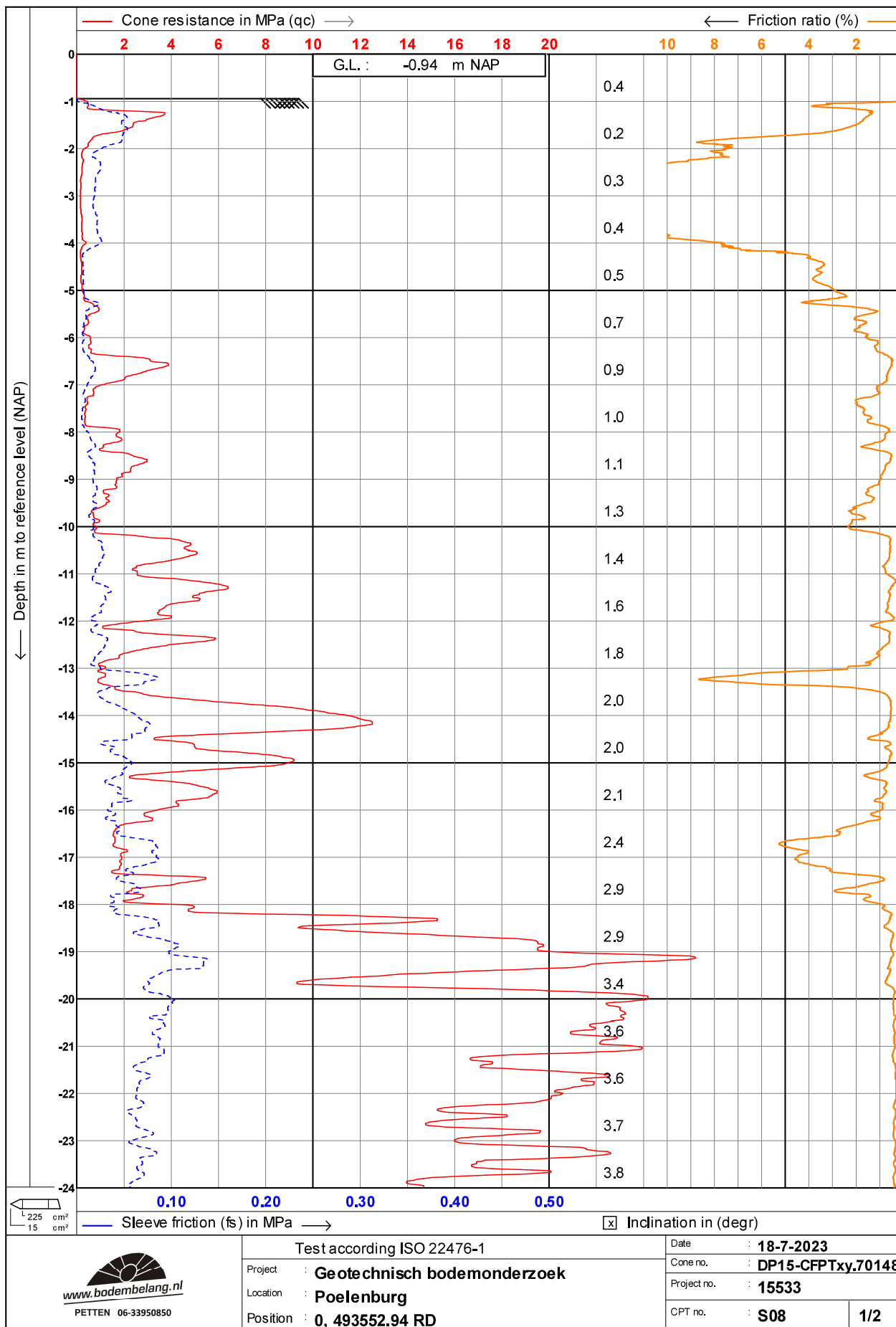


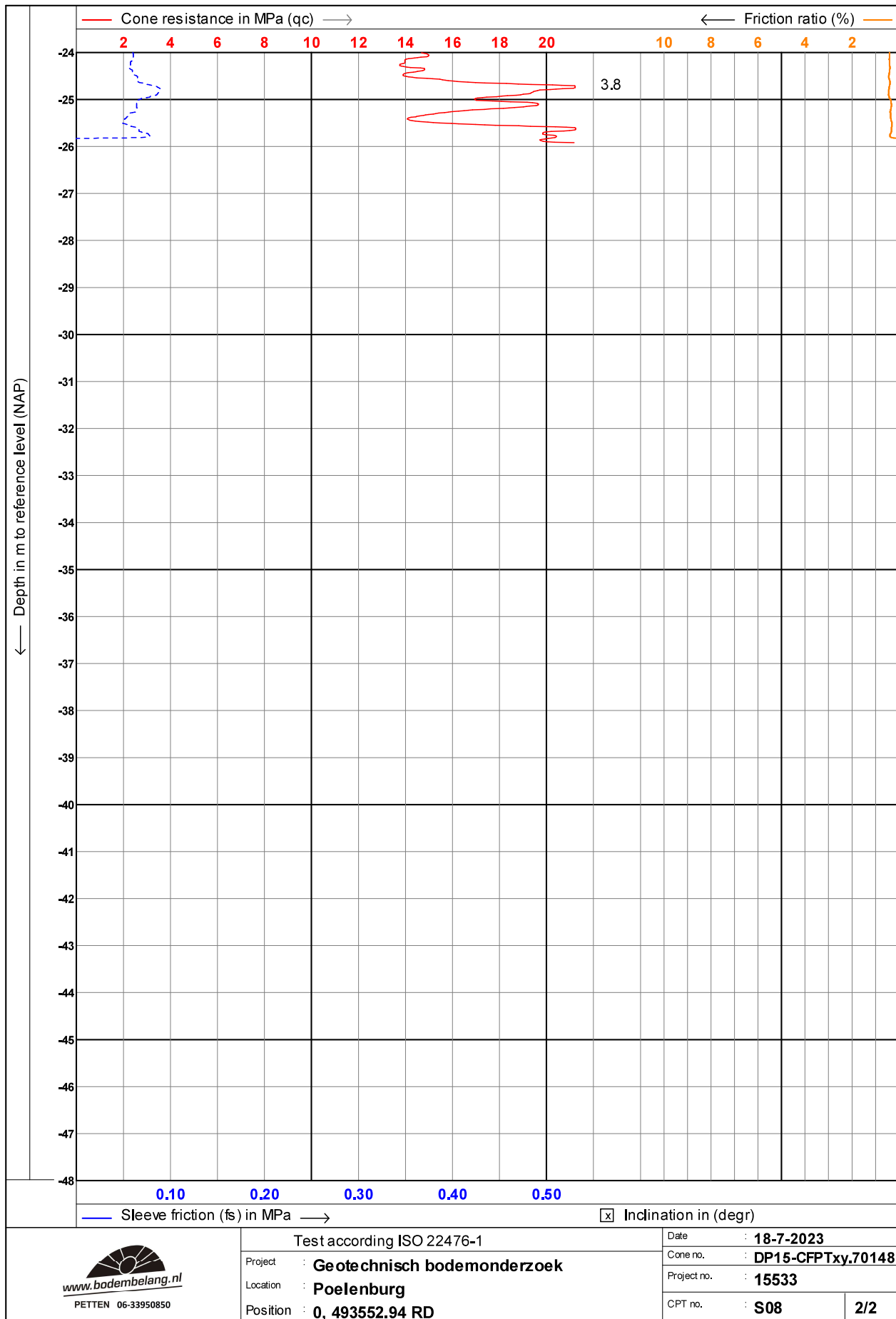


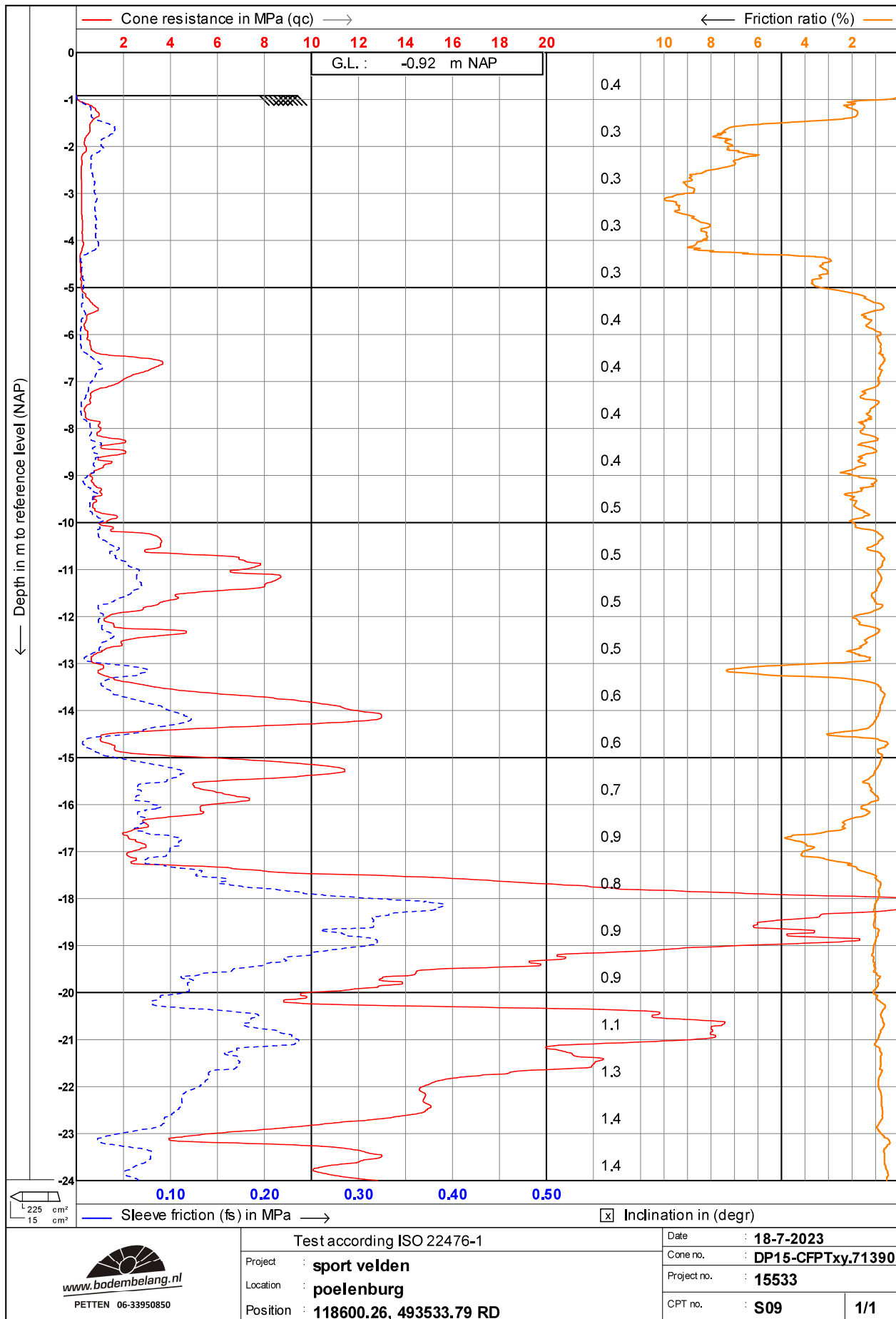


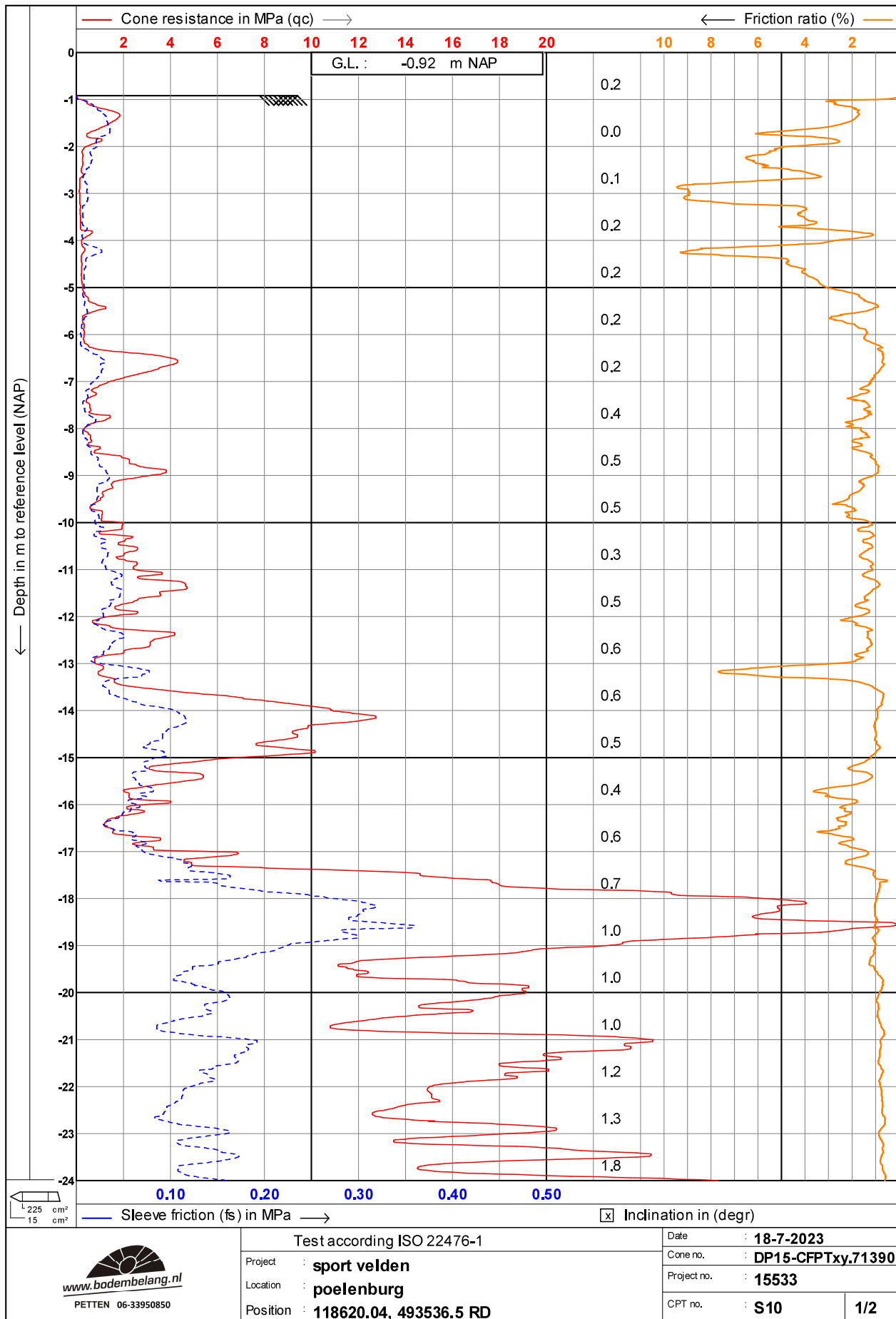


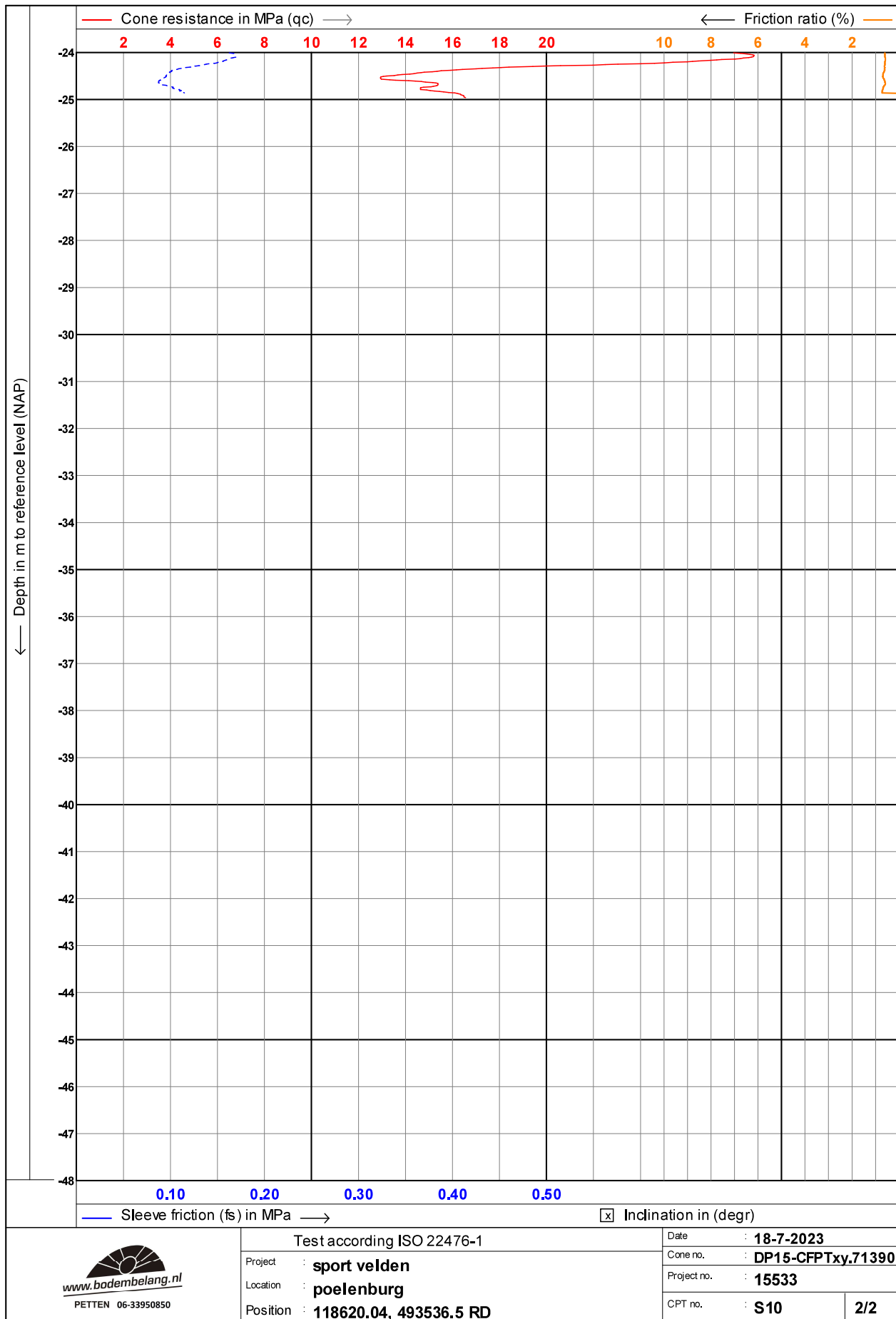


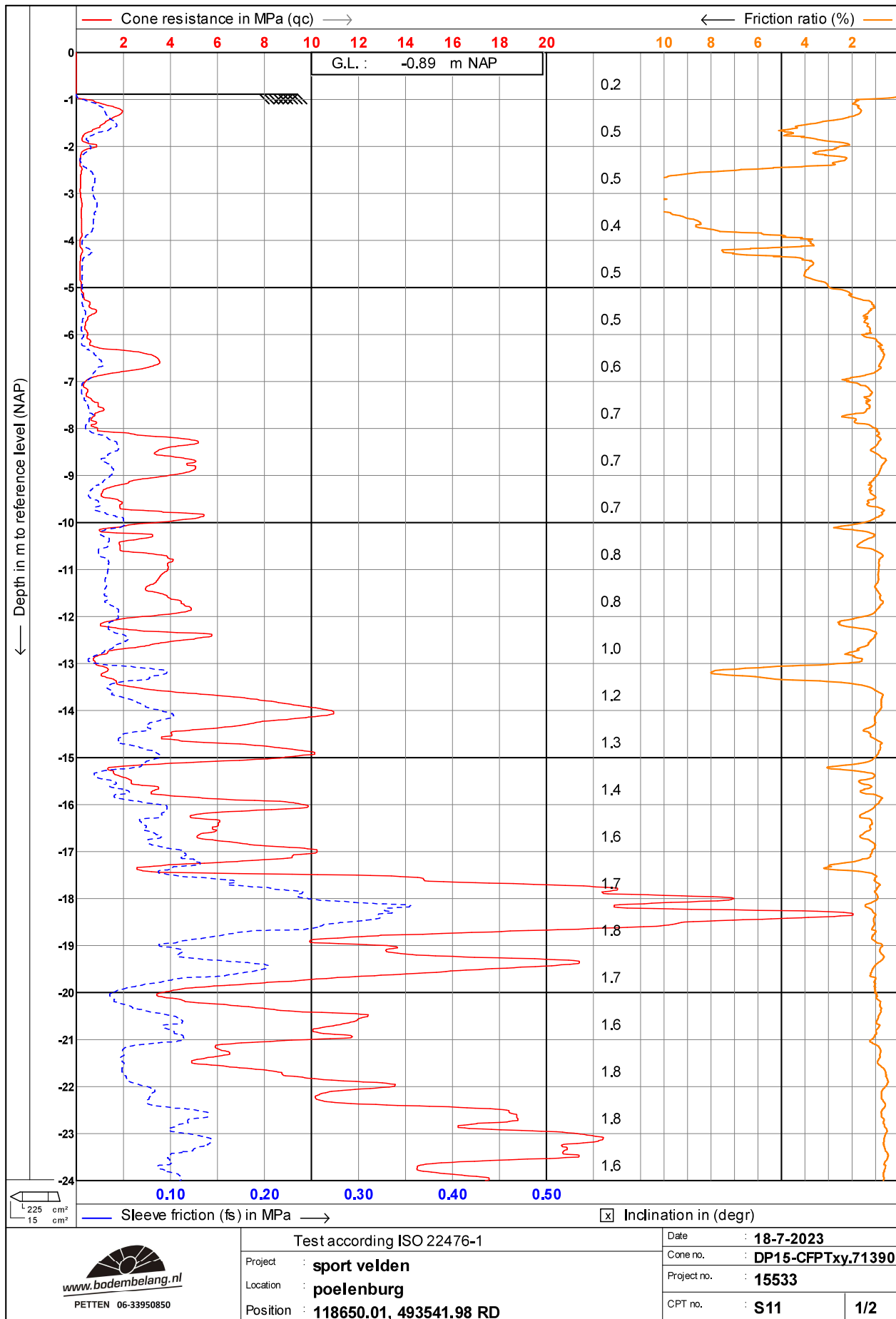


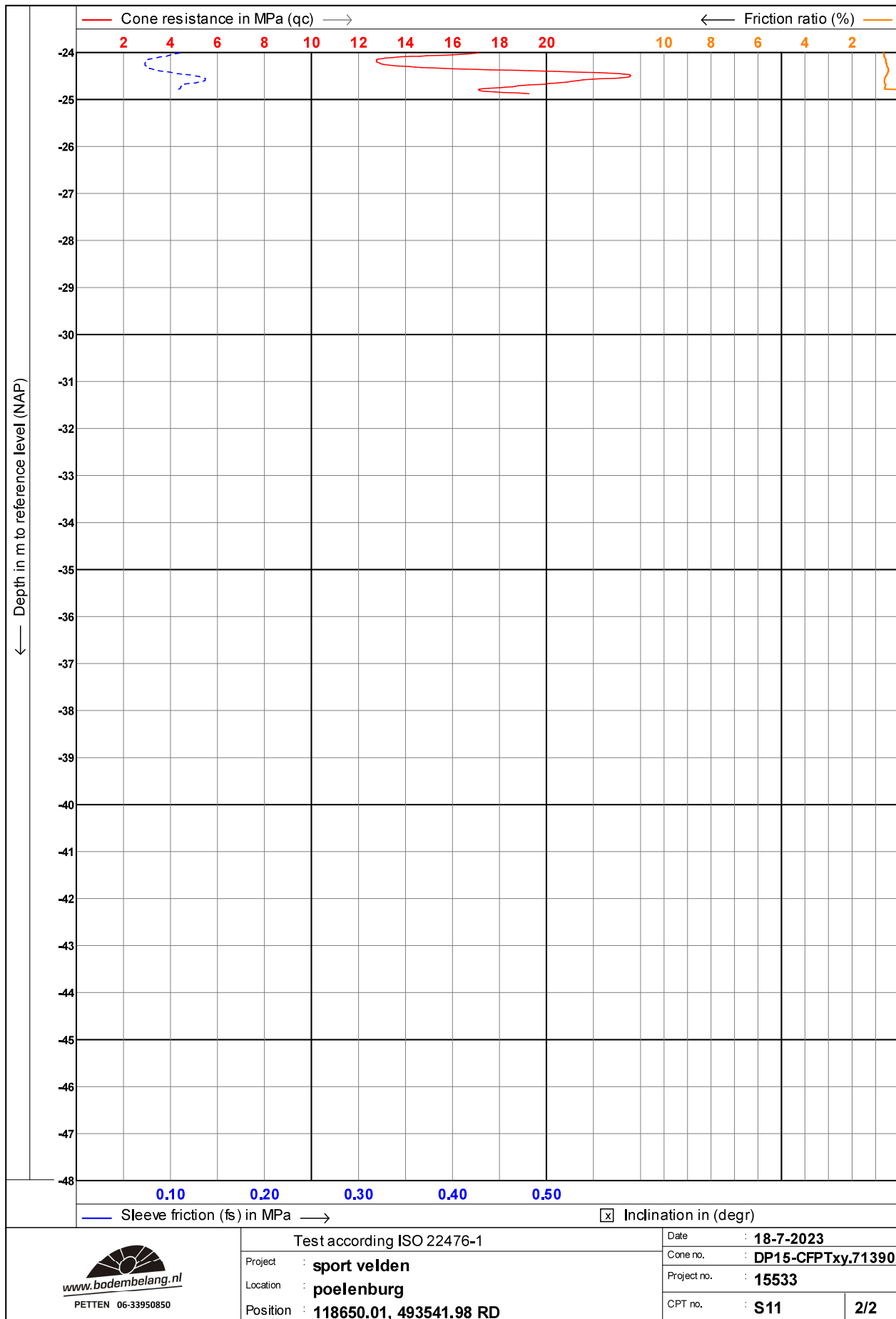


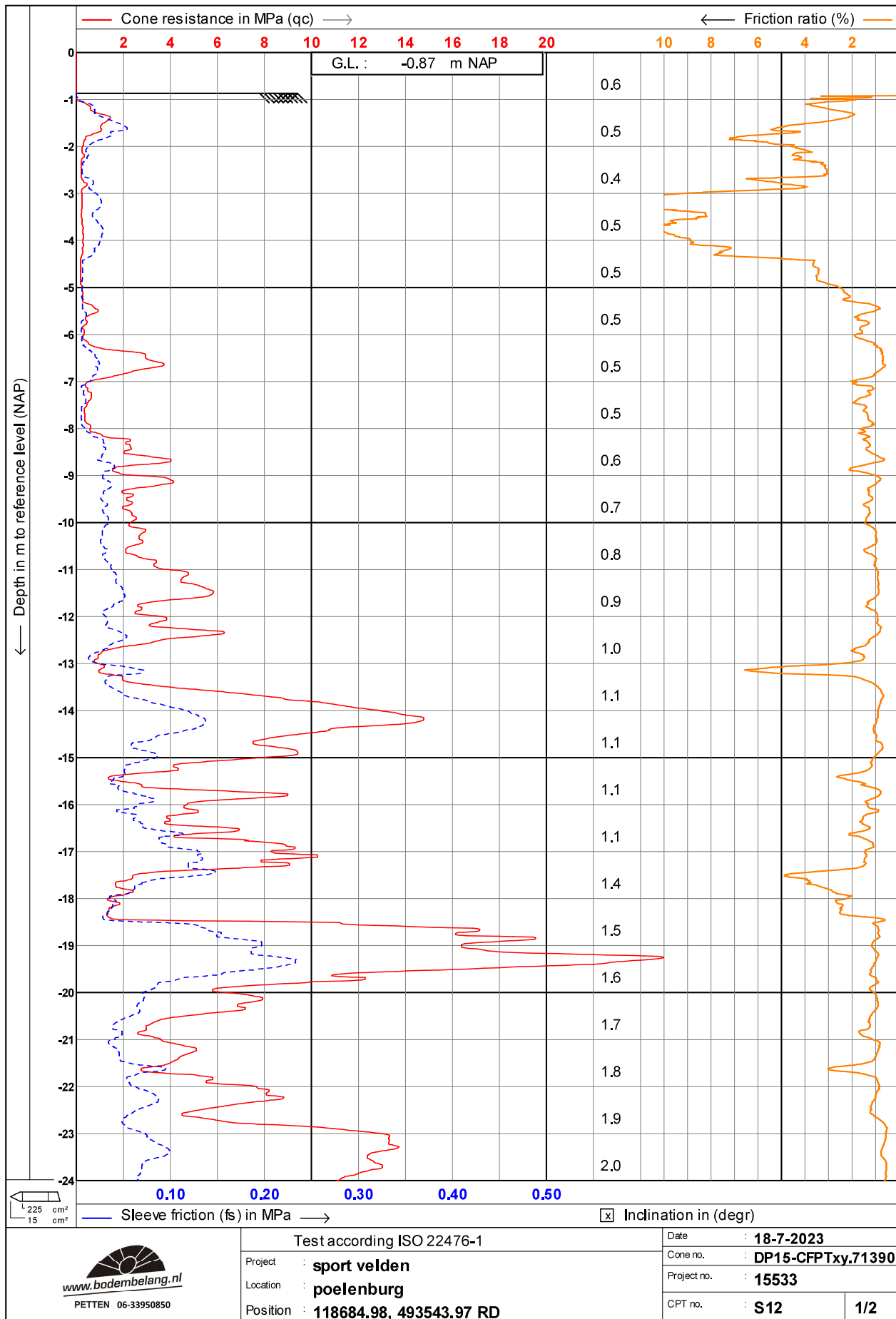


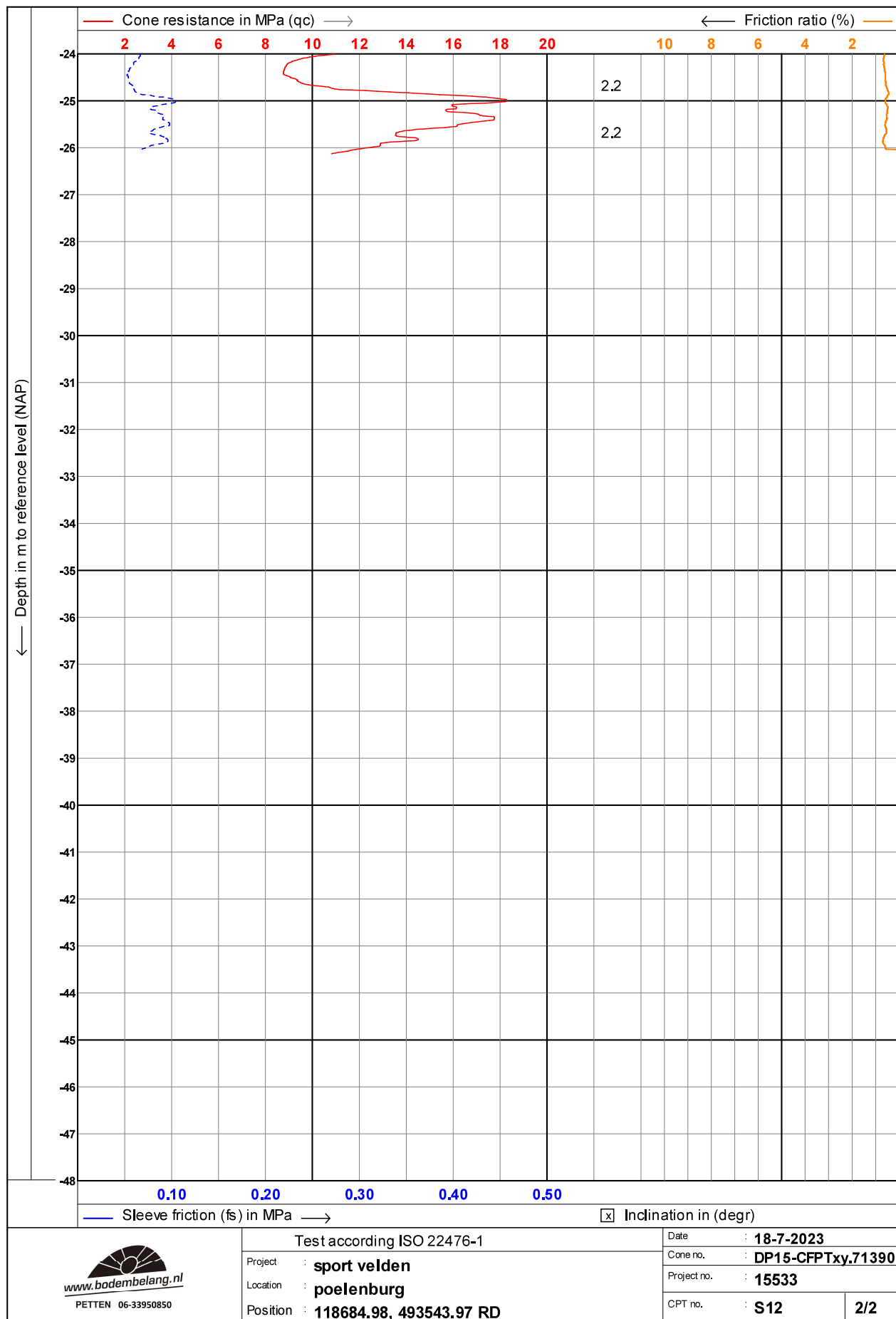


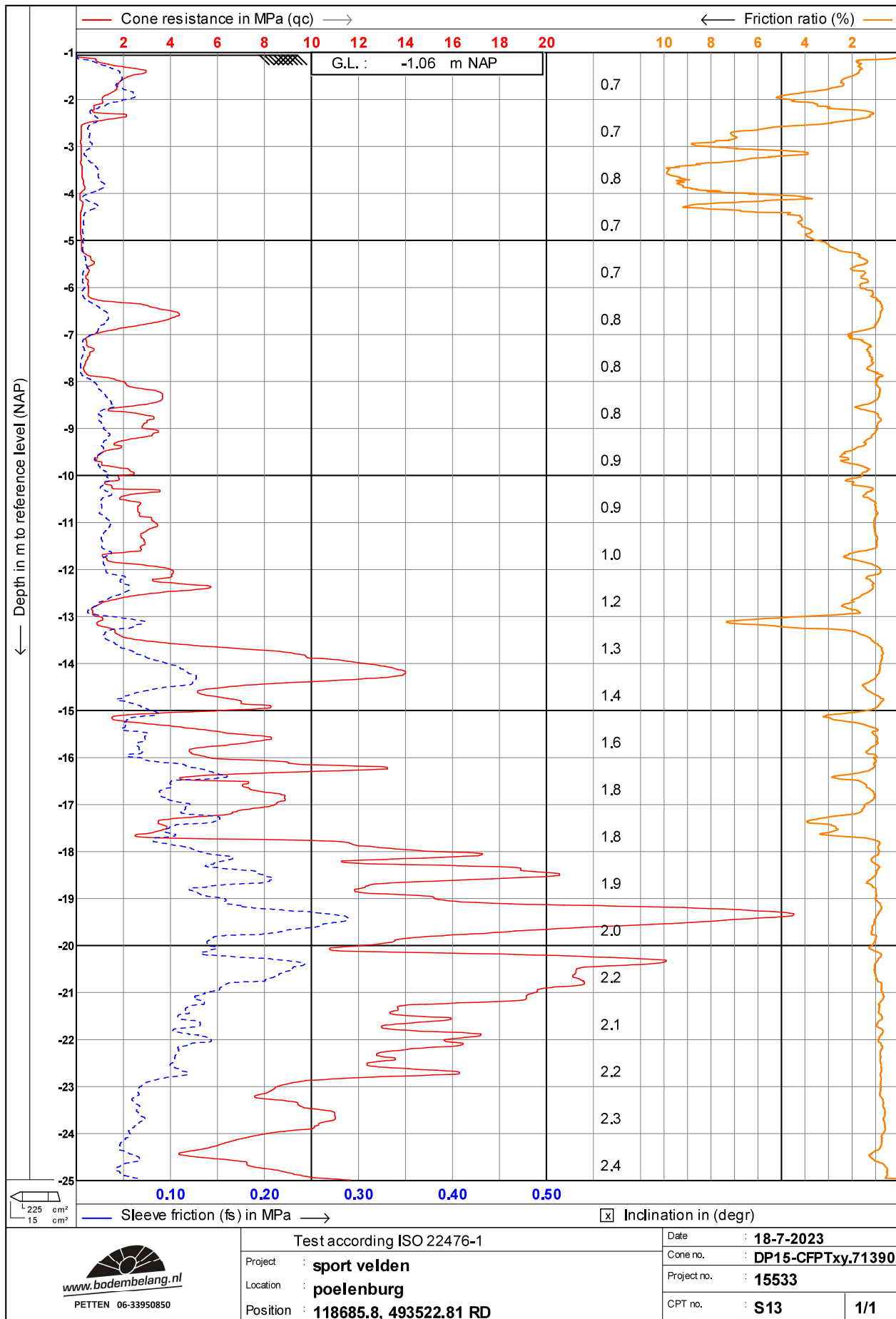


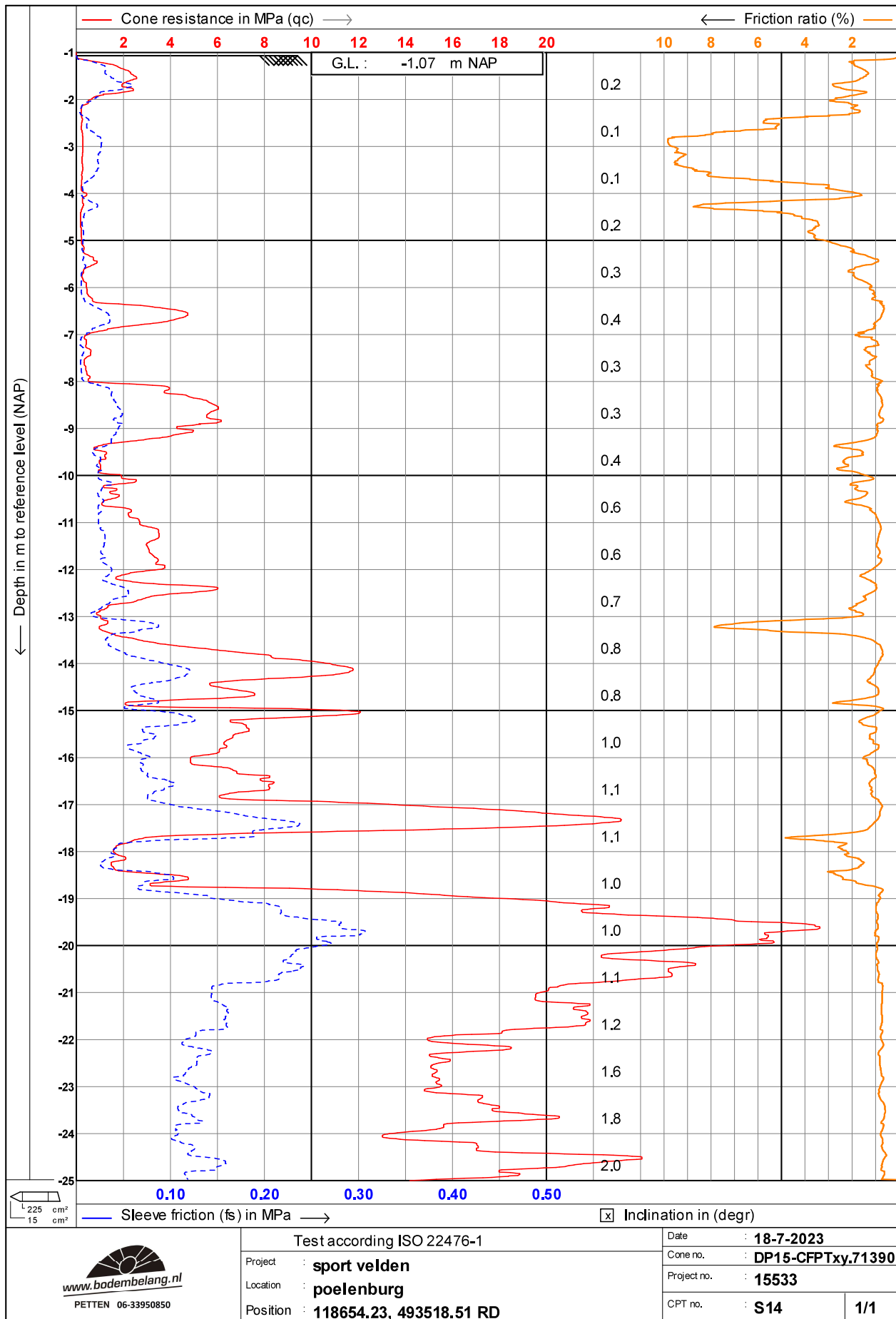


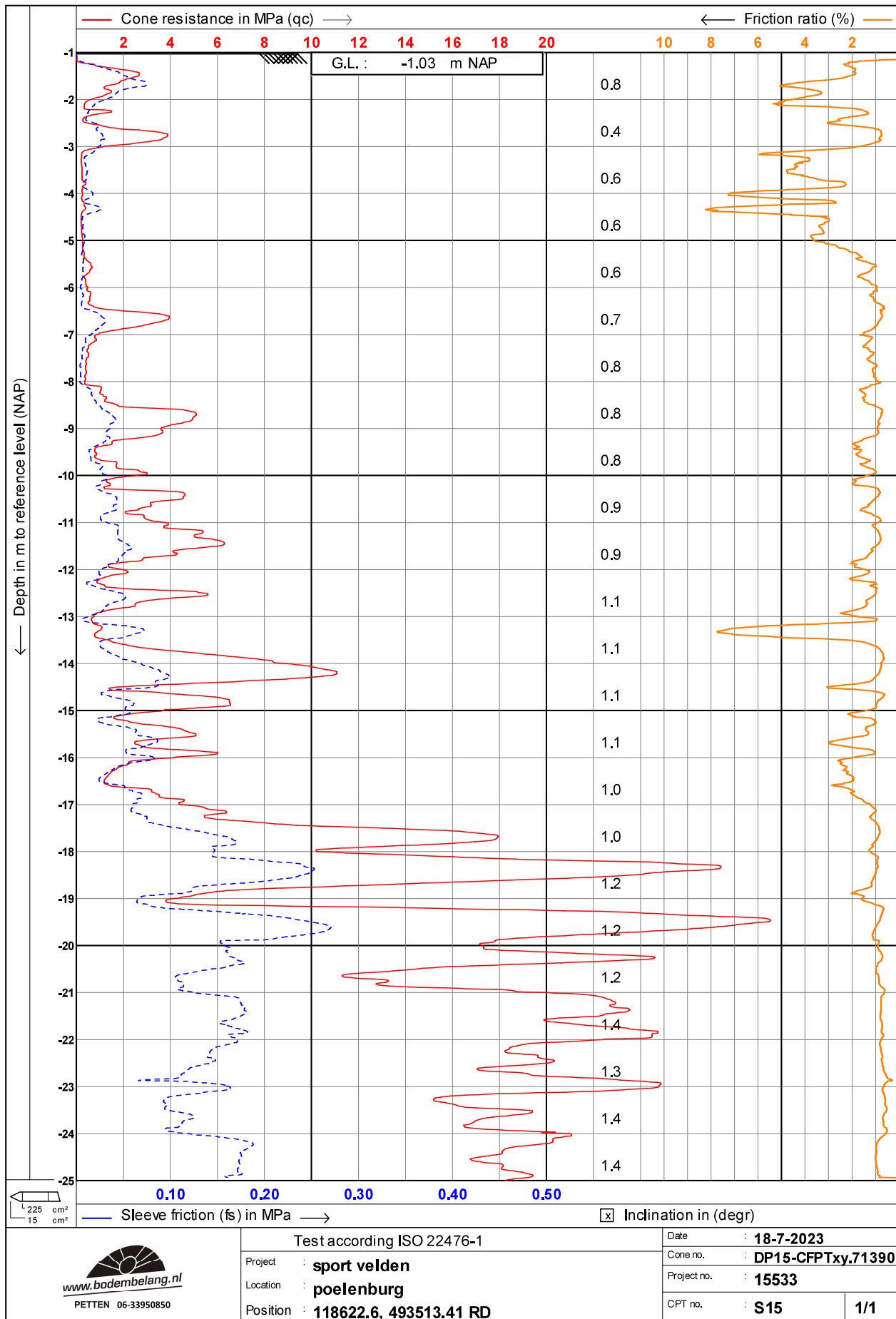


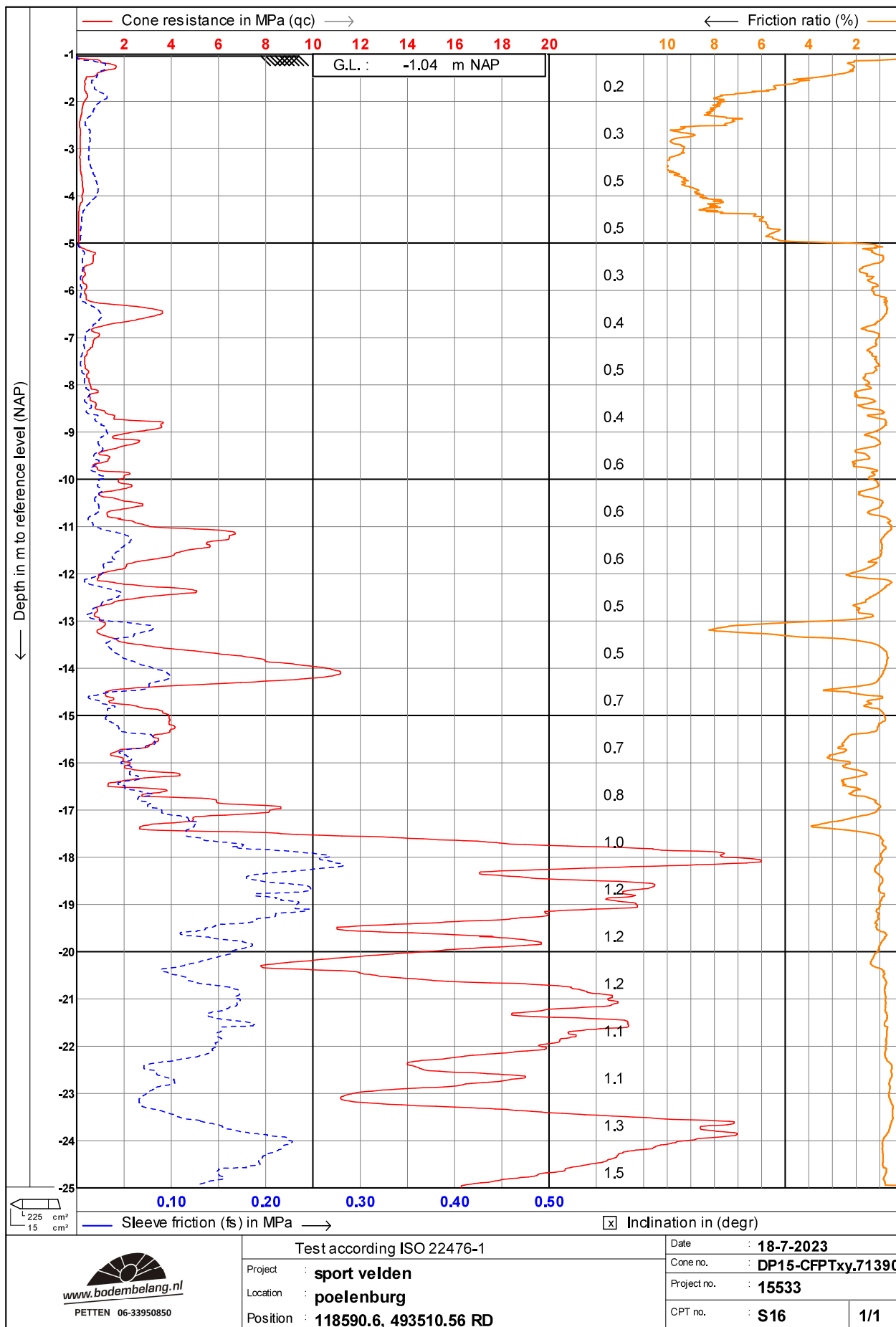












LEGENDA:  = SONDERING
 = Referentiepunt

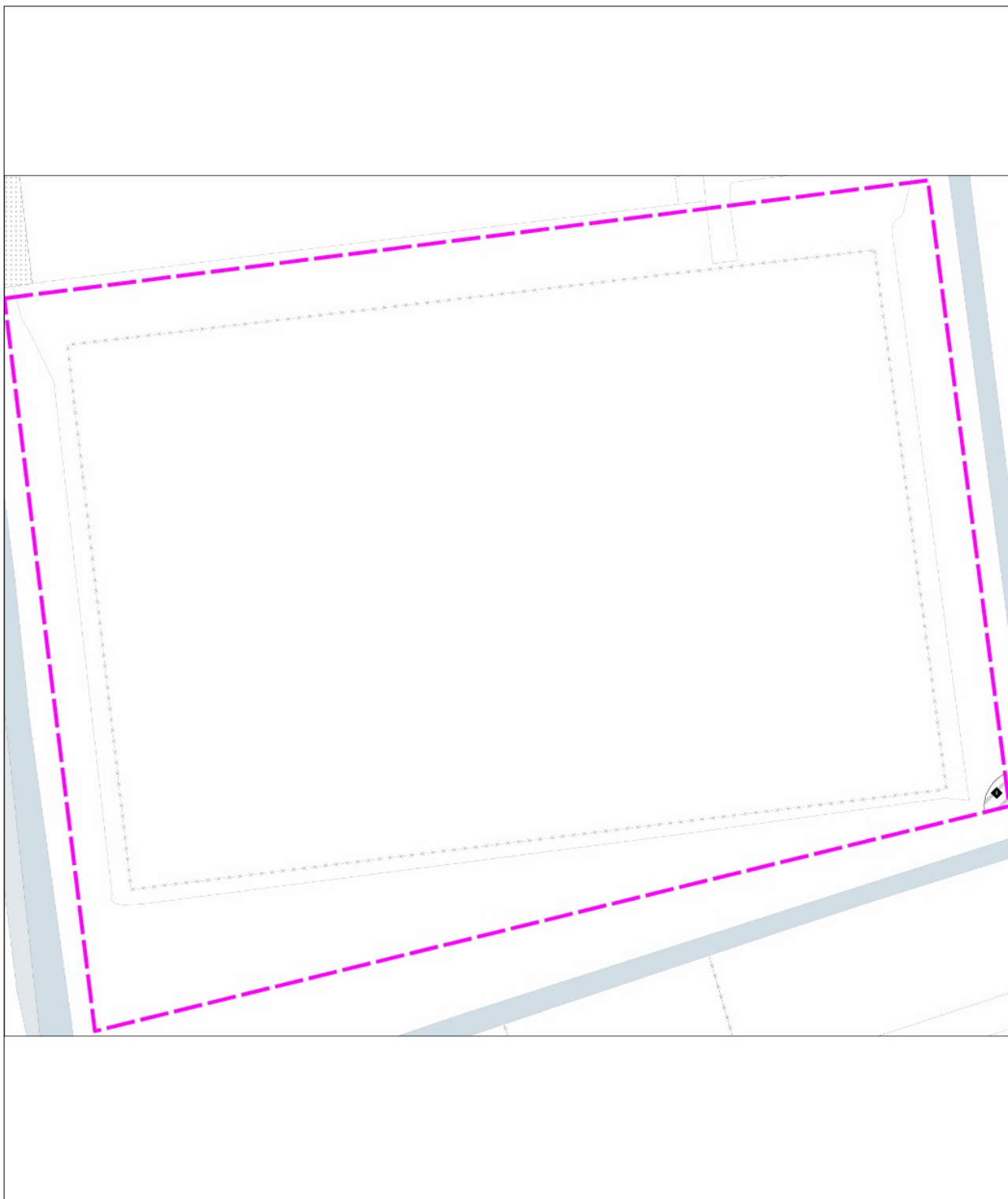
Geschatte grondwaterstand nabij S10 1.16 m-mv



2.4 Waterpassing

| Beschrijving | X-Coördinaat | Y-Coördinaat | Hoogte t.o.v. NAP |
|------------------------------|--------------|--------------|-------------------|
| S01 | 118582,57 | 493570,73 | -0,94 meters |
| S02 | 118614,45 | 493574,85 | -1 meters |
| S03 | 118646,02 | 493579,2 | -1 meters |
| S04 | 118679,33 | 493582,3 | -0,94 meters |
| S05 | 118682,94 | 493562,13 | -0,89 meters |
| S06 | 118648,19 | 493559,78 | -0,9 meters |
| S07 | 118616,18 | 493556,82 | -0,89 meters |
| S08 | 118584,55 | 493552,94 | -0,94 meters |
| S09 | 118600,26 | 493533,79 | -0,92 meters |
| S10 | 118620,04 | 493536,5 | -0,92 meters |
| S11 | 118650,01 | 493541,98 | -0,89 meters |
| S12 | 118684,98 | 493543,97 | -0,87 meters |
| S13 | 118685,8 | 493522,81 | -1,06 meters |
| S14 | 118654,23 | 493518,51 | -1,07 meters |
| S15 | 118622,6 | 493513,41 | -1,03 meters |
| S16 | 118590,6 | 493510,56 | -1,04 meters |
| achterdeur dorpel halterclub | 118666,31 | 493602,58 | -0,5 meters |
| Kruin weg inrit | 118658,78 | 493652,04 | -0,84 meters |

water
KL1100

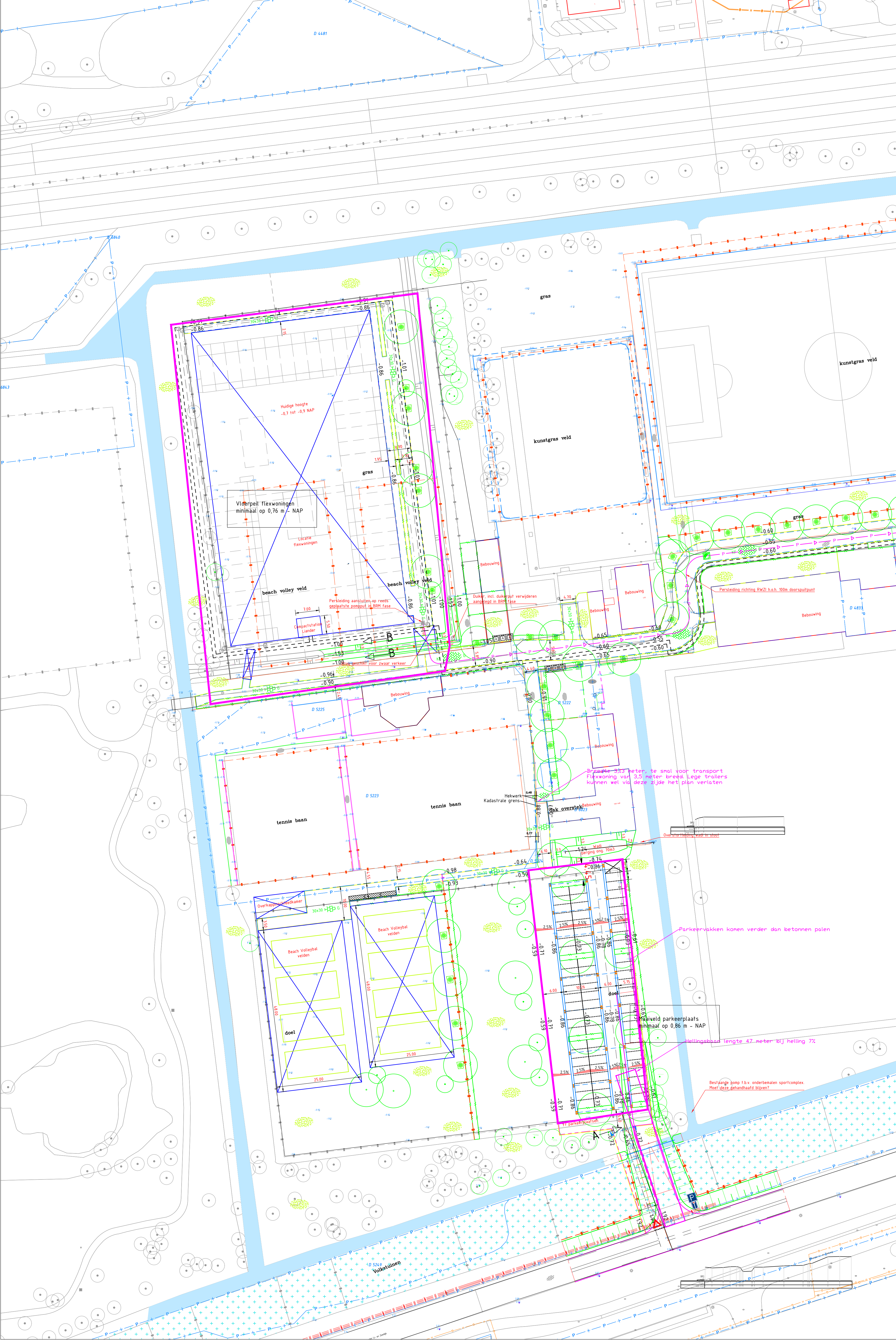


0 15 30 meter

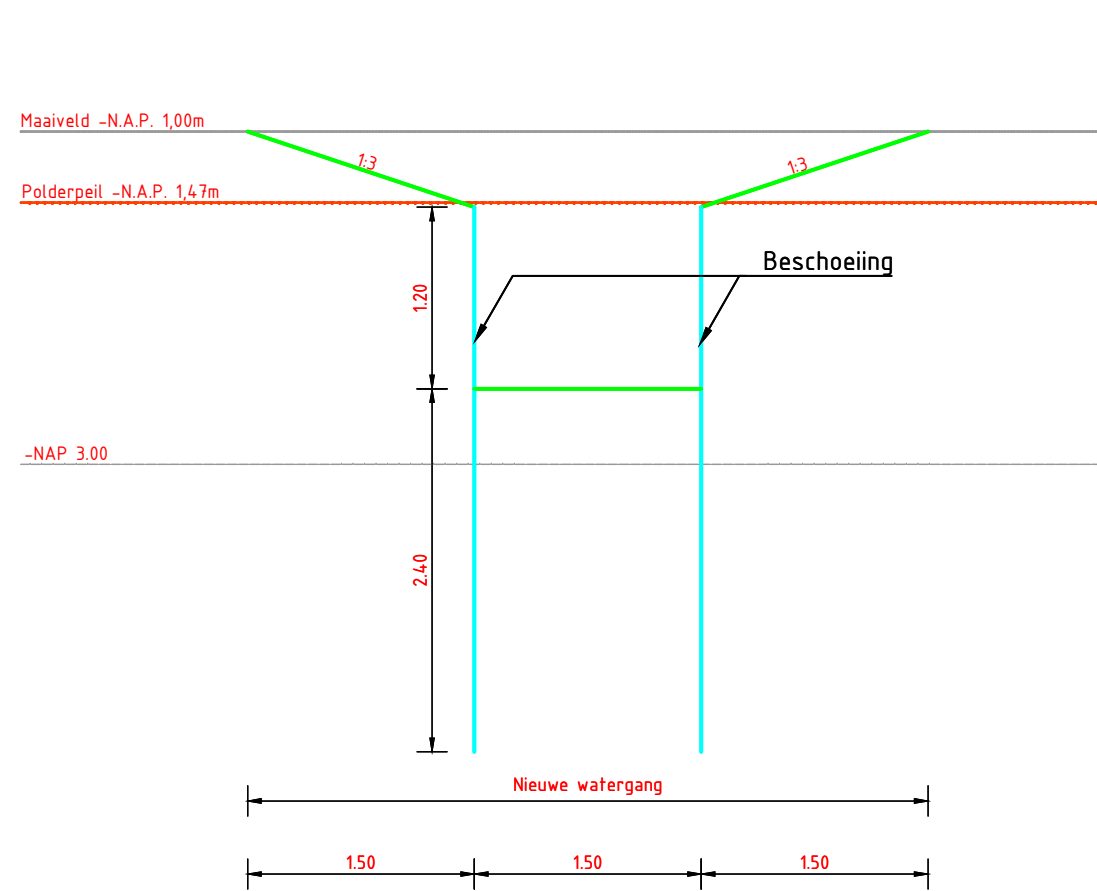
linksonder: X: 118.569,0 Y: 493.485,0
rechtsboven: X: 118.703,0 Y: 493.599,0

Bijlage B

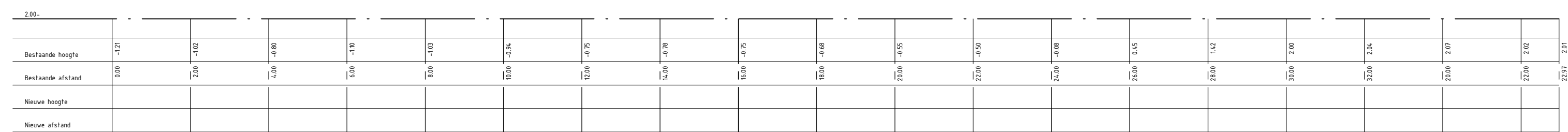
Voorlopige ontwerptekening



Situatie Flexwoningen Sportpark Poelenburg
Schaal 1:500



Doorsnede B-B
Schaal 1:50



Profiel A-A
Schaal 1:100


| Onderdeel | Bestandsnaam | Bron | Datum |
|--|---|--|-----------|
| Projectwensen Lander | Eisen Lander | Mail Martijn van der Tak (Lander) | 15-2-2023 |
| Richtlijnen voor inrichting openbare ruimte Zaanstad | WOR2 Zaanstad | https://builtingewoon.zaanstad.nl/wor2 | 10-6-2023 |
| Kadastrale grenzen | Kadastrale grenzen InfraCAD | InfraCAD/InfraCAD MAP | 27-5-2023 |
| Principe dwarsprofiel watergang | 20230401_Sportpark Poelenburg_Schets Ontwerp DR-Principe profielen 2_A2.png | Mail Tamar van Asperen (gem. Zaanstad) | 12-6-2023 |
| Schetsontwerp openbare ruimte | 2023-05-24_Sportpark Poelenburg - Schets dwg SWA.txd | Mail Bert van Eijk (gem. Zaanstad) | 24-5-2023 |
| Schetsontwerp Flexwoningen | 230516_DWG 2013.dwg | Khalil Kotesch (Faro) | 16-6-2023 |
| Schetsontwerp afrit parkeerplaats | BU4253-RHD-WX-XX-M2-C | | |
| | SO_N_Voorkeurs variant.dwg | Bart Tuerlings (RHDHV) | 6-7-2023 |

| Geometrie | Omschrijving | Status |
|---------------|---|----------|
| | Gras | Nieuw |
| | Haag | Nieuw |
| | Sportveld | Nieuw |
| | Talud | Nieuw |
| | Bodem watergang | Nieuw |
| | Insteek watergang | Nieuw |
| | Rasterhekwerk | Nieuw |
| | Perceelsgrens | Bestaand |
| | Hoogspanning | Bestaand |
| | Gas hoge druk | Bestaand |
| | Kadastrale bebouwing | Nieuw |
| | Brug | Nieuw |
| | Transportleiding DWA | Bestaand |
| | Persleiding DWA | Nieuw |
| | Goot HWA | Nieuw |
| | Duker | Bestaand |
| | Kolkaansluiting HWA | Nieuw |
| | Afvoer/overstortleiding HWA | Bestaand |
| | Transportleiding HWA | Bestaand |
| | Kenl. wenstracé | Nieuw |
| | Opsluitband 100x200 mm | Nieuw |
| | Opsluitband 150x250 mm | Nieuw |
| | Trottoirband 180/200 mm | Nieuw |
| | Materialaigrens verharding | Nieuw |
| | Langsmarkingsstreep 0.50-0.50 (0.10) | Nieuw |
| | Langstreep doorgetrokken | Nieuw |
| Symbool | Omschrijving | Status |
| -4.70 | Bestaande hoogte | Bestaand |
| E 626 | Perceelsnummer | Bestaand |
| 01 | Boom 01 | Nieuw |
| 02 | Boom 02 | Nieuw |
| 03 | Boom | Bestaand |
| 04 | Gras | Nieuw |
| 05 | Boombak | Nieuw |
| 06 | Demonabel Fietsenrek | Nieuw |
| 07 | Draaipoort | Nieuw |
| 08 | Pompput DWA | Nieuw |
| 09 | Inspectieput DWA | Nieuw |
| 10 | Doorspuitput op persleiding | Nieuw |
| 11 | Straatkolk | Nieuw |
| 12 | Trottoirkolk | Nieuw |
| 13 | Inspectieput HWA | Nieuw |
| 14 | Intrilelement 180/200 160x500x500 mm links | Nieuw |
| 15 | Intrilelement 180/200 160x500x500 mm midden | Nieuw |
| 16 | Intrilelement 180/200 160x500x500 mm rechts | Nieuw |
| 17 | BSS keiformaat keperverband | Nieuw |
| 18 | Tegel 300x300 mm dun halfsteensverband | Nieuw |
| Wakvulling | Omschrijving | Status |
| Water | Water | Bestaand |
| Eigendom HNNK | Eigendom HNNK, verhuurd aan volkstuindersvereniging | Bestaand |

Er zijn mogelijk vliegroutes en foerageergebied voor vleermuizen aanwezig binnen het projectgebied. Om verstoring te voorkomen dient de nachtelijke verlichting zo te worden ingericht dat deze niet op de bomen en de watergang naast het projectgebied schijnt. Indien de verlichting leidt tot uitstraling naar de bomen en/of watergang is aanvullend onderzoek naar vliegroutes en foerageergebied van vleermuizen benodigd.

- Aandachtspunten
- Bouwweg opbreken alvorens terrein definitief in te richten
 - Uitgangspunten fietsparkeren volgen nog van gemeente
 - Bestaande hoogtes gebaseerd op AHN, dus niet ingemeten

Opdrachtgever
Gemeente Zaanstad
Project
Flexwoningen Zaanstad

| | | |
|---|--|----------|
|  | Omschrijving | Vrijgave |
| | NS Voorlopig Ontwerp flexwoningen Zaanstad | C0 |
| | Status | Schaal |
| | Concept | 1 : 500 |
| | Datum | Formaat |
| | 07-07-2023 | A0 |
| | Tekenaar | |
| | Bart Geerts | |

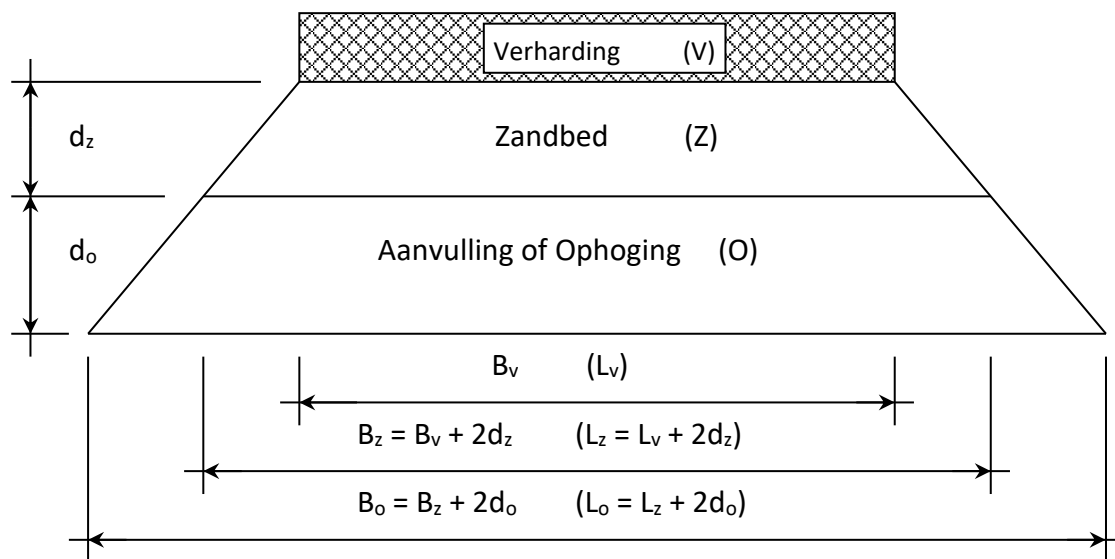
[www.vanpraat.nl](#)

Bijlage C

Algemene uitvoeringsrichtlijnen - wegen

ALGEMENE RICHTLIJNEN VOOR DE UITVOERING VAN GRONDWERKEN VOOR WEGEN

De breedte B en lengte L van de aanvulling of ophoging moet op de onderkant (het aanlegniveau) ten minste $B + 2d$ respectievelijk $L + 2d$ bedragen. Hierbij zijn B en L respectievelijk de breedte en de lengte van de bovenkant van de aanvulling of ophoging (c.q. van de onderkant van het zandbed) en is d de dikte van de aanvulling of ophoging. Voor het zandbed geldt hetzelfde, alleen zijn B en L dan de breedte en de lengte van de bovenkant van het zandbed (c.q. van de onderkant van de verhardingsconstructie) en is d de dikte van het zandbed.



De voor eventueel benodigde grondverbeteringen benodigde ontgravingen kunnen in het algemeen onder een talud van circa 1:1 worden uitgevoerd. Extra aandacht moet worden besteed aan ontgravingen naast, dan wel nabij een bestaande, op staal gefundeerde belending. Dit geldt in het bijzonder voor ontgravingen dieper dan het aanlegniveau van de bestaande fundering. Dergelijke ontgravingen verminderen de draagkracht van de bestaande fundering en dienen daarom zo veel mogelijk te worden vermeden. Indien dergelijke ontgravingen noodzakelijk zijn dan moet worden nagegaan of speciale maatregelen moeten worden genomen.

Tijdens het verdichten van grondlagen moet de grondwaterstand zich minimaal 0,5 m beneden het ontgravingsniveau bevinden. Is dit niet het geval dan moet een bemaling worden geïnstalleerd, die in staat moet zijn de grondwaterstand tot ten minste dit niveau te verlagen. Deze verlaging moet zijn gerealiseerd voordat met ontgraven het vereiste niveau is bereikt.

Ter controle van de stijghoogte van het grondwater in watervoerende lagen kan worden overwogen vooraf een of meer peilbuizen te plaatsen.

Voor de controle op de mate van aanpassing van de ondergrond aan de reeds aangebrachte ophoogbelastingen kunnen in de cohesieve lagen waterspanningsmeters worden geplaatst. Dit verdient met name overweging als de stabiliteit van de ophoging en de voortgang van het werk kritisch zijn.

Aanbevolen wordt de optredende zettingen met behulp van een aantal zakkaken te meten. Dit maakt het mogelijk de grootte van de ophoging en / of het tijdschema eventueel aan te passen aan het werkelijke zettingsgedrag. De zakkaken moeten in zowel de lengte- als de dwarsrichting van de ophoging

worden geplaatst, bijvoorbeeld drie baken in de dwarsrichting van de weg (twee in de randen en één in het midden van de kruin van de ophoging) en in de lengterichting van het wegtracé hart op hart maximaal circa 35 à 100 m (een en ander in belangrijke mate afhankelijk van de grootte van de verwachte maximale zettingen en de variatie in het geotechnisch lengteprofiel).

De zakbaken moeten op het bestaande maaiveld, dan wel op de bodem van de ontgraving (cunet) worden geplaatst. Voor de start van het ophogen moet ten minste één hoogtemeting van de zakbaken plaatsvinden (nulmeting). Tijdens het ophogen moeten de zakbaken regelmatig worden gewaterpast. Het verdient aanbeveling om in overleg met de geotechnisch adviseur een op het werk toegespitst meetprogramma vast te stellen (locaties en frequenties, met ten minste 1 meting direct na het aanbrengen van elke ophoogslag).

Tijdens elke meting moet de bovenkant van de zakbaken én de zandophoging worden gewaterpast. Hieruit en uit de lengte van de zakbaken kan de dikte van het opgebrachte zandpakket in de tijd worden afgeleid. In verband hiermee is het noodzakelijk de lengte van de zakbaken tijdens de installatie te noteren, terwijl bij tussentijds oplengen van de zakbaken de datum en de lengte van elke oplenging moet worden gemeten en genoteerd.

De eventueel te dempen sloten dienen vóór het aanvullen te worden opgeschoond en dienen hierna tot aan het niveau van het omliggende maaiveld zorgvuldig te worden opgevuld met materiaal uit de omgeving, dat soortgelijk is aan het naast de sloten tot slootdiepte aanwezige materiaal. Hierbij kan mogelijk grond worden hergebruikt die bij het graven van nieuwe sloten vrijkomt.

Na het plaatsen en waterpassen (nulmeting) van de zakbaken kan de eerste ophoogslag worden aangebracht. Deze kan een dikte hebben van circa 0,5 à 1,0 m en moet als draineerlaag fungeren. Het zand van de draineerlaag moet voldoen aan de eisen voor "draineerzand" zoals omschreven in art. 22.06.02 van de *Standaard RAW Bepalingen 2015*. Vanaf de draineerlaag kunnen vervolgens de verticale drains worden geïnstalleerd. Geadviseerd wordt in de draineerlaag horizontale drains aan te brengen. Deze moeten afwateren op de te handhaven sloten of de nieuw te graven watergangen. De drooglegging van de drainagelaag is afhankelijk van de diepteligging van de horizontale drains.

Na het installeren van het drainagesysteem kan de ophoging worden voltooid, door het in een aantal ophoogslagen aanbrengen van deze ophoging. Tussen twee ophoogslagen moet voldoende tijd worden aangehouden, zodat de ondergrond tussen de verschillende ophoogslagen al gedeeltelijk kan consolideren (ter voorkoming van mogelijk afschuiving en squeezing).

Afschuiving en squeezing (het horizontaal uitpersen van slappe grondlagen ten gevolge van een bovenbelasting) kan met name optreden wanneer bij een cohesieve ondergrond direct naast sloten wordt opgehoogd. Dit gevaar is met name aanwezig tijdens en direct na het ophogen. In deze periode zal in de cohesieve (veen- en klei-) lagen een hoge wateroverspanning aanwezig zijn, terwijl de schuifweerstand in deze lagen tijdelijk nog niet is toegenomen. Door het consolidatieproces (afstromen van overspannen water) zal deze situatie na enige tijd geleidelijk verbeteren.

Geadviseerd wordt tijdens de uitvoering het eventueel optreden van afschuiving en / of squeezing nauwlettend te controleren (monitoren) en indien nodig direct maatregelen te nemen.

Geadviseerd wordt het zandlichaam over de volledige hoogte ten minste tot aan de zijkant van de rijbaan en indien van toepassing ook tot aan de zijkant van de fietspaden door te trekken. De taluds van de ophoging dienen veelal niet steiler te worden uitgevoerd dan 1:1,5.

Voor het verkrijgen van een voldoende draagkrachtige onderbouw voor de wegverharding is het noodzakelijk dat de zandophoging voldoende wordt verdicht. Tot 1,0 m onder het toekomstige peil van de verharding (Peil) dient de aanvulling of ophoging te worden aangebracht in lagen met een maximale dikte van 0,50 m. Het zand dat boven de draineerlaag, op een diepte van meer dan 1,0 m beneden Peil wordt verwerkt moet voldoen aan de eisen voor "zand in aanvulling of ophoging" zoals omschreven in art. 22.06.01 van de *Standaard RAW Bepalingen 2015*.

Elke laag moet tot de vereiste dichtheid worden verdicht met een voldoende zware trilwals (6 à 8 ton) met minimaal 4 walsgangen, die elkaar overlappen.

De verdichting van het zand in aanvulling of ophoging moet worden gecontroleerd met de steekringmethode (proef 6 van de *Standaard RAW Bepalingen 2015*) of met de nucleaire methode.

De mate van verdichting moet worden gerelateerd aan de uit Proctor proeven verkregen maximum proctordichtheid (de normale Proctor proef; zie proef 9 van de *Standaard RAW Bepalingen 2015*). Hierbij moet de dichtheid van het zand in aanvulling of ophoging ten minste 93 % bedragen en de gemiddelde dichtheid ten minste 98 %.

De mate van verdichting kan ook met een sondeerapparaat worden gecontroleerd. Als criterium geldt dat de conusweerstand met de diepte moet toenemen tot minimaal circa 5 MPa op circa 0,5 m diepte, waarna de conusweerstand in het ophoogzand met de diepte moet blijven toenemen.

In de bovenste meter van de ophoging (van Peil - 1 m tot Peil) dient het zandbed te worden aangebracht in lagen met een maximale dikte van 0,50 m. Het zand voor het zandbed (zand dat wordt verwerkt boven Peil - 1,0 m) moet voldoen aan de eisen voor "zand in zandbed" zoals omschreven in art. 22.06.03 van de *Standaard RAW Bepalingen 2015*. Elke laag moet tot de vereiste dichtheid worden verdicht met een voldoende zware trilwals (6 à 8 ton) met minimaal 4 walsgangen, die elkaar overlappen. De bovenste laag van het zandbed moet statisch worden verdicht.

De verdichting van het zand in zandbed moet worden gecontroleerd met de steekringmethode (proef 6 van de *Standaard RAW Bepalingen 2015*) of met de nucleaire methode.

De mate van verdichting moet worden gerelateerd aan de uit Proctor proeven verkregen maximum proctordichtheid (de normale Proctor proef; zie proef 9 van de *Standaard RAW Bepalingen 2015*). Hierbij moet de dichtheid van het zand in zandbed ten minste 95 % bedragen en de gemiddelde dichtheid ten minste 100 %.

De mate van verdichting kan ook met een sondeerapparaat worden gecontroleerd. Als criterium geldt dat de conusweerstand met de diepte moet toenemen tot minimaal 2,5 MPa op circa 0,1 m diepte en minimaal 5 MPa op circa 0,3 m diepte, waarna de conusweerstand in het ophoogzand moet blijven toenemen.

Voor de aanleg van een elementenverharding, een verhardingslaag van steenmengsels of een gebonden funderingslaag dient het aanlegniveau met een wals statisch te worden verdicht.

Na verwijdering van de eventueel aangebrachte extra overhoogte dient het aanlegniveau van de verharding, vanwege een mogelijke verstoring van de verdichting ten gevolge van het afgraven van de overhoogte, voor het aanbrengen van de verharding te worden afgetrild (het gebruik van een lichte trilplaat is hiervoor vermoedelijk voldoende).

In twijfelgevallen ten aanzien van de uitvoering of andere omstandigheden is het raadzaam de geotechnische adviseur te raadplegen.

Tot slot maken wij u erop attent dat Mos Grondmechanica beschikt over:

- Deskundige opzichters voor de begeleiding van alle grond- en funderingswerken.
- Goede apparatuur en medewerkers voor het controleren van de gerealiseerde verdichting(en).
- Laboratoriumfaciliteiten voor het keuren van de geschiktheid van het materiaal voor de grondverbetering.

(20 juli 2016)

MOS GRONDMECHANICA B.V.

Hieronder treft u de dienstverlening van Mos Grondmechanica b.v. aan. Voor specifieke diensten die niet direct in het overzicht terug zijn te vinden kunt u uiteraard vrijblijvend contact met ons opnemen.



VELDWERK

Sonderen op land, water en in beperkte ruimte, elektrisch, waterspanning, dissipatie, seismisch, magnetisch, geleidbaarheid, Bolconus, T-bar en slagsonderen

Geotechnisch boren en (on)geroerde monsternamen
Peilbuizen en waterspanningsmeters plaatsen
X, Y en Z metingen en Lintvoegmetingen
Plaatluk- en CPM proeven
In situ doorlatenheidspoeven

LABORATORIUM

Classificatie proeven (o.a. vol. gewicht, KVD, PI)
Samendrukkingsproeven (Oedometer en CRS)
Triaxiaalproeven
DS en DSS-proeven
Doorlatenheidspoeven
Dichtheidsbepaling (Proctor)
Cementbentoniet onderzoek

GEOMONITORING

Deformatiemeting (inclino- en extensometing)
(Grond)waterspanningsmeting
Zettingsmonitoring
Trillingsmonitoring (SBR)
Online meetgegevens via portal

MILIEU (MOS MILIEU B.V.)

Verkennd-, nader- en saneringsonderzoek
Partijkeuringen besluit bodemkwaliteit (Bbk)
Saneringsbegeleiding. Waterbodemonderzoek.
Vergunning aanvragen.
2nd Opinion / Contra-Expertise Bodemonderzoeken.

GEOTECHNISCH ADVIES

Paalfundering
Fundering op staal
Grondkerende constructies
Bouwputontwerp
Omgevingsbeïnvloeding (Plaxis)
Zettingsanalyse (bouwrijp maken, opslagtanks)
Taludstabiliteit
Tankbouwadvis
Trillingsprognose
Schade expertise
Review en 2nd Opinion

GEOHYDROLOGISCH ADVIES

Bemalingen (incl. retourbemalingen)
Vergunningsaanvragen
Pompproeven
Omgekeerde Osmose
Barrièrewerking
Drainage
Infiltratie hemelwater

BEMALINGEN (MOS GRONDWATERTECHNIEK)

Bronbemaling
Ondergrondse energie-opslag
Pomp- en leidingsystemen
Brandputten

OVERIG

Uitvoeringsbegeleiding

Meer weten?
Vragen?
Offerte aanvragen?

Bezoek onze website www.mosgeo.com
Mail ons op info@mosgeo.com
Mail ons op offerte@mosgeo.com

MOS GRONDMECHANICA B.V.

Correspondentieadres: Albert Plesmanweg 47, 3088 GB Rotterdam Tel: +31(0)88-5130200 www.mosgeo.com
Mos Grondmechanica BV is gevestigd in Rotterdam met nevenvestigingen in Amsterdam, Enter en Helmond.

