

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

Geohydrologische beschouwing betreffende:

Nieuwbouw met kelder Zuideinde te Delft

ons kenmerk S 17.629-H2/TE
datum 1 april 2021
wijzigingsdatum 30 april 2021

Opdrachtgever

Van Mierlo Planontwikkeling
Postbus 218
3140 AE Maassluis

Naam	Functie	Paraaf
ing. M.M. (Thijs) Eijking	Adviseur hydrologie (Auteur)	TE
J.C. (Julian) van Stralen MSc	Adviseur hydrologie (Controle)	JVS

Telefoon

072-2100259

E-mail

t.eijking@tjadenadvies.nl

Tjaden Adviesbureau voor Grondmechanica B.V. maakt deel uit van de Theo van Velzen Holding BV K.v.K. 54294959. Opdrachten worden aanvaard volgens de algemene voorwaarden welke zijn gedeponeerd ter griffie van de arrondissementsrechtbank te 's-Gravenhage.

ADVIEZEN

GEOTECHNIEK

BODEMONDERZOEK

LABORATORIUM

GEOHYDROLOGIE

datum : 30 april 2021
ons kenmerk : S 17.629-H2/TE

INHOUDSOPGAVE

bladzijde

1	INLEIDING	2
1.1	Doel van het onderzoek	2
1.2	Beknopte omschrijving van het bouwplan	2
1.3	Relevante documenten	3
1.4	Uitgangspunten	3
2	BODEMOPBOUW EN GEOHYDROLOGISCHE INVENTARISATIE	4
2.1	Bodemopbouw	4
2.2	Oppervlaktewater	4
2.3	Grondwaterstand en grondwaterstroming	4
2.4	Ontwatering en ligging drainage	6
3	INVLOED VAN DE KELDER OP DE GRONDWATERSTAND	7
3.1	Potentieel risico barrièrewerking	7
3.2	Berekening barrièrewerking	7
4	CONCLUSIE	10

BIJLAGEN

- 1 Resultaten geotechnisch grondonderzoek (inclusief situatietekening) en peilbuismetingen

datum : 30 april 2021
ons kenmerk : S 17.629-H2/TE

1 INLEIDING

1.1 Doel van het onderzoek

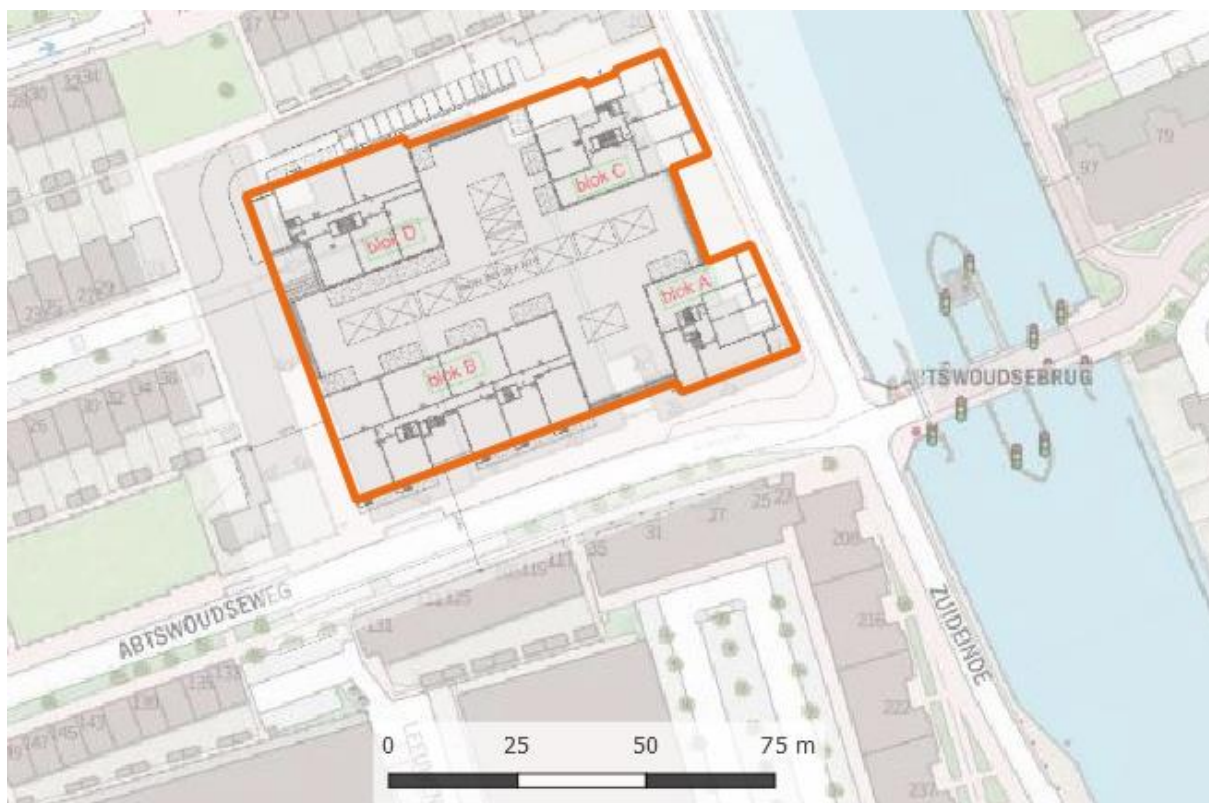
Ten behoeve van de nieuwbouw van Zuideinde te Delft heeft de opdrachtgever ons bureau verzocht een geohydrologische beschouwing op te stellen.

Het doel van de geohydrologische beschouwing is om inzicht te verkrijgen in de invloed van de kelder op de grondwaterstand in de omgeving. Kelders die onder de grondwaterstand worden aangelegd, kunnen namelijk de grondwaterstroming hinderen en daarmee de grondwaterstand beïnvloeden. Dit kan potentieel leiden tot grondwateroverlast/-onderlast in de omgeving. De resultaten van het onderzoek worden in het voorliggende rapport gepresenteerd.

1.2 Beknopte omschrijving van het bouwplan

De globale RD - coördinaten bedragen $X = 84.650$ m en $Y = 446.450$ m. De projectlocatie is gelegen in de beschermingszone van een regionale waterkering.

Het project betreft de bouw van 4 appartementengebouwen (variërend van 3 tot 10 bouwlagen) op de hoek van het Zuideinde en de Abtswoudseweg. In figuur 1 zijn de locaties van de woontorens weergegeven (toren A, B, C en D). Onder de nieuwbouw komt een gezamenlijke parkeergarage.



Figuur 1: Locatieoverzicht met contouren nieuwbouw (bron achtergrond: PDOK)

datum : 30 april 2021
ons kenmerk : S 17.629-H2/TE

1.3 Relevante documenten

Voor het opstellen van de rapportage is gebruik gemaakt van de volgende documenten:

1. Plattegrond Kelder, DP⁶ Architectuurstudio, A5080 BA-02-01, 19-07-2019;
2. Tekeningen diverse gevelaanzichten en doorsneden, DP⁶ Architectuurstudio, A5080 BA-03-01 t/m BA-03-08 en BA-04-00, 24-07-2020.

In het vervolg van deze rapportage wordt met teksthaken naar de bovengenoemde documenten verwezen.

1.4 Uitgangspunten

Op basis van de aangeleverde tekeningen en het grondonderzoek zijn de volgende uitgangspunten opgesteld:

- Maaiveldniveau = NAP 0,0 tot NAP +0,30 m
- Afmetingen kelder = ca. 90 x 60 m;
- Entree appartementen = NAP +0,4 m (Peil -1,15 m)
- Bouwpeil = NAP +1,550 m
- Onderzijde keldervloer = PEIL -3,650 m = NAP -2,1 m

Een doorsnedetekening van de oostgevel met kelder is weergegeven in Figuur 2.



Figuur 2: Doorsnede oostgevel

datum : 30 april 2021
ons kenmerk : S 17.629-H2/TE

2 BODEMOPBOUW EN GEOHYDROLOGISCHE INVENTARISATIE

2.1 Bodemopbouw

Om inzicht te krijgen in de bodemopbouw is door ons bureau een grondonderzoek uitgevoerd, bestaande uit 6 sonderingen en 2 handboringen. Voor de resultaten van het grondonderzoek en de handboringen wordt verwezen naar bijlage 1.

Aan de hand van het grondonderzoek is de bodemopbouw geschematiseerd zoals weergegeven in tabel 1. In deze tabel zijn tevens de gehanteerde geohydrologische parameters gepresenteerd. De Z-lagen betreffen matig tot goed doorlatende (watervoerende) bodemlagen zoals zand en grind. De C-lagen betreffen slecht doorlatende (waterremmende) bodemlagen zoals klei, leem en veen.

De onderzijde van de deklaag ligt op ca NAP -16 m. De freatische zandlaag heeft een dikte variërend tussen 0,5 en 2,0 m.

Tabel 1: Geïnterpreteerd bodemprofiel

Diepte vanaf [ca. NAP m]	Bodembeschrijving	Geohydrologie	Geohydrologische parameter
+0,2	Maaiveldhoogte	Infiltratieoppervlak	
	ZAND	Watervoerende (Z1)	kD = 3 à 6 m ² /dag
-0,5 à -2,0	Afwisselend KLEI- en VEEN-lagen (lokaal zandlaagjes) ¹	Waterremmend (C1)	c = 2.000 à 3.000 dagen
-6,0	KLEI zwakt tot sterk zandig met lokaal een tussenzandlaag rond NAP -12,5 m (o.a. sondering S1 en S2)	Waterremmend (C2) en beperkt watervoerend (Z2)	kD = 5 à 10 m ² /dag
-16,0	ZAND, vast gepakt	Watervoerend (Z3)	kD = niet beschouwd

¹ Lokaal worden tussen NAP -4 en NAP -6 m zandige lagen aangetroffen.

² Ter plaatse van de sonderingen S1 en S2 is een zandige tussenlaag aanwezig. Op de overige sonderingen is deze zandlaag niet aanwezig.

2.2 Oppervlaktewater

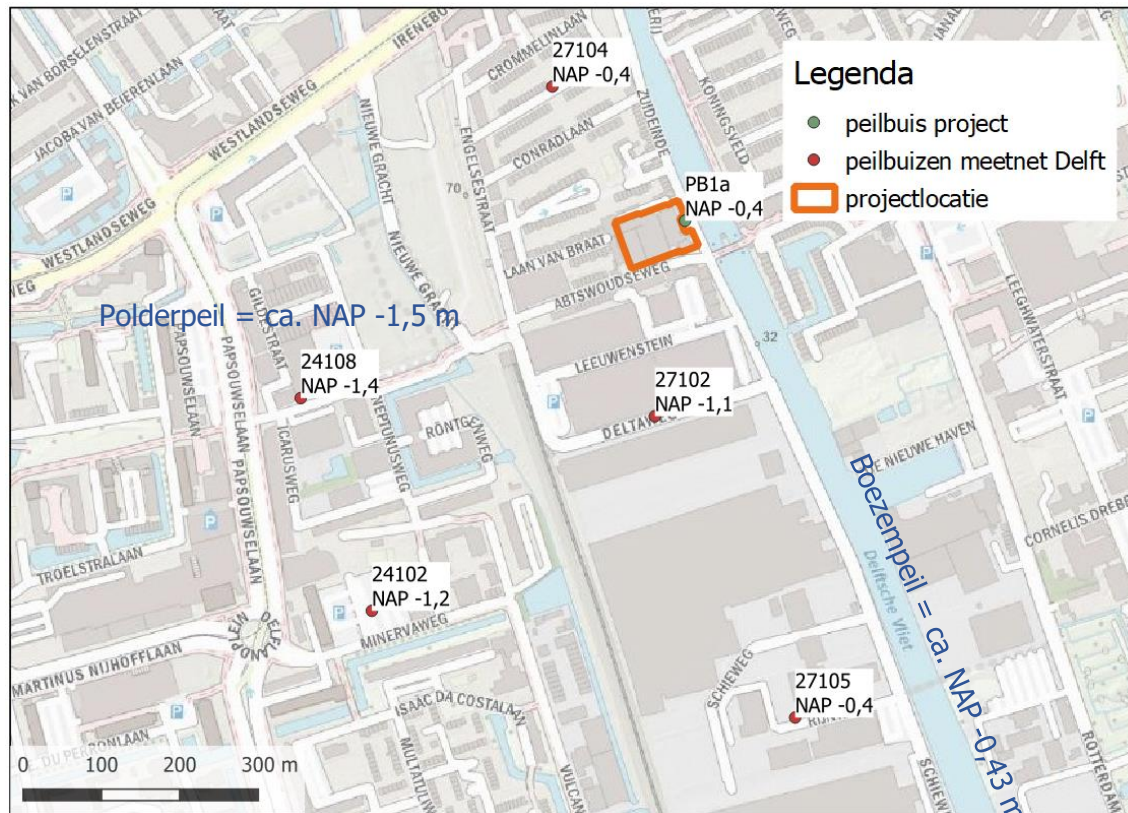
De projectlocatie ligt in een gebied met een beheerspeil van NAP -1,5 m en grenst aan de Delftse Schie waar een beheerspeil van NAP -0,43 m wordt gehanteerd (boezempeil).

2.3 Grondwaterstand en grondwaterstroming

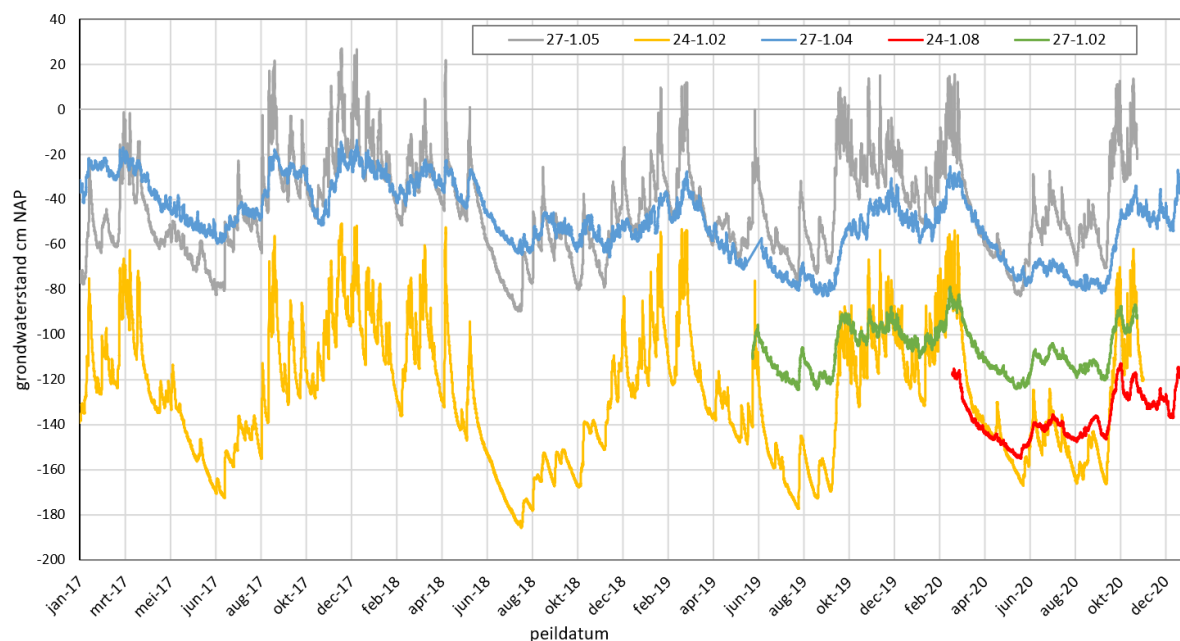
Tijdens de uitvoering van het bodemonderzoek is een ondiepe (freatische) peilbuis geplaatst. In deze peilbuis is viermaal de grondwaterstand gemeten.

Bij het grondwatermeetnet Delft zijn langjarige peilbuisgegevens opgevraagd. De beschikbare peilbuislocaties zijn weergegeven in Figuur 3, de peilbuisgegevens zijn weergegeven in Figuur 4. Op basis van de beschikbare gegevens wordt verwacht dat de grondwaterstand op de projectlocatie fluctueert tussen ca. NAP -0,3 m en NAP -0,7 m.

datum : 30 april 2021
ons kenmerk : S 17.629-H2/TE



Figuur 3. Peilbuislocaties. Onder het peilbuisnummer is de gemiddelde grondwaterstand weergegeven.



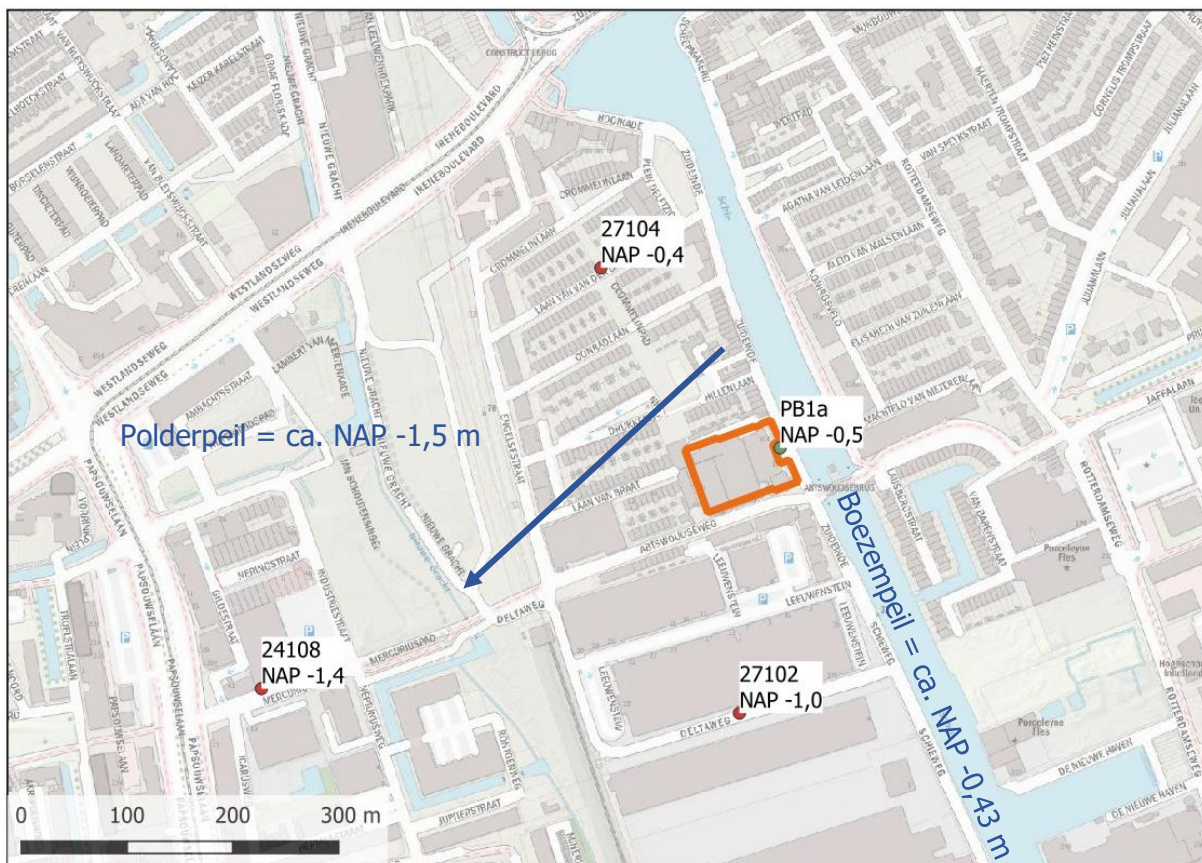
Figuur 4. Peilbuisgrafiek

datum : 30 april 2021
ons kenmerk : S 17.629-H2/TE

De stromingsrichting van het grondwater wordt hoofdzakelijk bepaald door het oppervlaktewaterpeil. Op 2 maart 2021 zijn eenmalig de grondwaterstanden gemeten in de vier omliggende peilbuizen. De resultaten van deze meting zijn weergegeven in Figuur 5.

De grondwaterstand nabij peilbuis 27102 wijkt af van de verwachte grondwaterstroming op basis van de overige peilbuizen. De grondwaterstand in de straat Zuideinde wordt bepaald door het aanwezige DT-riool welke in directe verbinding staat met het boezemwater.

Op basis van de beschikbare gegevens is een grondwaterstroming richting het (zuid)westen afgeleid. Het grondwater verhang is op basis van de metingen ca. 1 : 300 à 1 : 500.



Figuur 5: Grondwaterstanden gemeten op 2 maart 2021. De globale grondwaterstromingsrichting is aangegeven met een pijl.

2.4 Ontwatering en ligging drainage

Op basis van de gemeten grondwaterstanden is de ontwatering ter plaatse van de projectlocatie gering en ca. 0,4 tot 0,8 m.

Bij de Gemeente Delft zijn gegevens opgevraagd over de aanwezigheid van drainage in de omliggende straten. In Zuideinde en Abtwoude ligt een drainage-transport riool (DT-riool).

datum : 30 april 2021
ons kenmerk : S 17.629-H2/TE

3 INVLOED VAN DE KELDER OP DE GRONDWATERSTAND

3.1 Potentieel risico barrièrewerking

Indien een ondergrondse constructie wordt gerealiseerd in een watervoerende laag kan opstuwning van het grondwater optreden. De constructie vormt dan een barrière tegen grondwaterstroming. Er bestaat een potentieel risico voor barrièrewerking als de onderstaande factoren **allemaal** van toepassing zijn:

- 1) De constructie sluit meer dan 75% van de watervoerende dikte van de zandlaag af;
- 2) De constructie heeft een significante omvang, loodrecht op de stromingsrichting van het grondwater;
- 3) Er is sprake van een aanzienlijk grondwater verhang;

In de onderstaande paragrafen wordt getoetst of deze factoren van toepassing zijn op de aanleg van de kelder.

Factor 1: Diepte kelder t.o.v. de watervoerende laag

De onderzijde van kelder ligt op ca. NAP -2,1 m. De bovenste zandlaag wordt hierdoor volledig afgesloten.

Factor 2: Breedte kelder t.o.v. de grondwaterstromingsrichting

De breedte van de kelder, loodrecht op de grondwaterstromingsrichting, bedraagt ca. 60 tot 90 m. De omvang van de constructie loodrecht op de stromingsrichting is groot.

Factor 3: Grondwater verhang

Op basis van de grondwatermetingen stroomt het grondwater richting het (zuid)westen. Het grondwater verhang is ca. 1:300 tot 1:500.

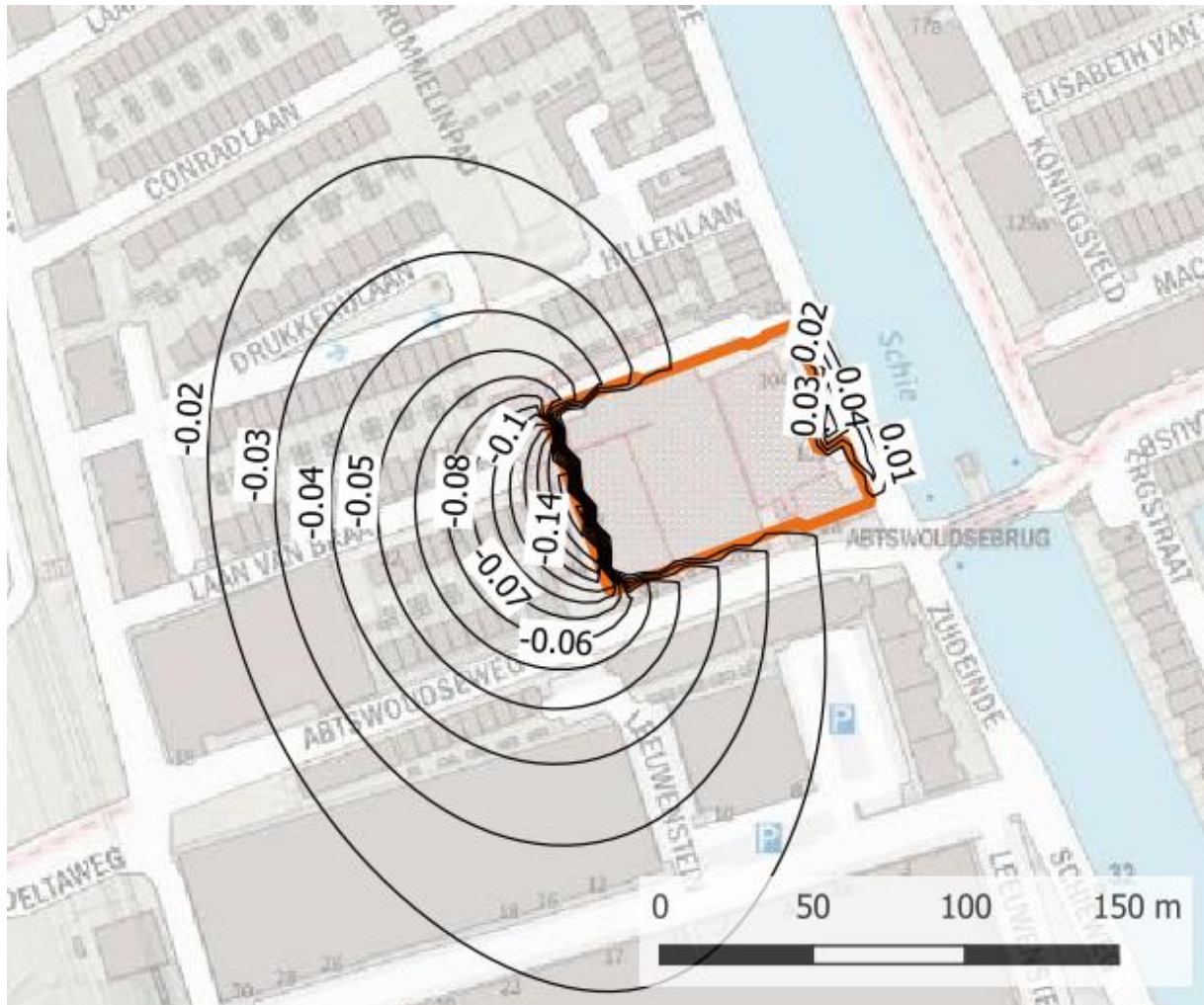
3.2 Berekening barrièrewerking

Op basis van bovenstaande paragraaf wordt vastgesteld dat de kelder kan leiden tot barrièrewerking. Met behulp van het softwarepakket MicroFEM is een grondwatermodel opgesteld, gebaseerd op de volgende uitgangspunten:

- Grondwaterverhang 1 : 300
- Afmeting van de kelder dwars op de grondwaterstromingsrichting van 60 m
- Afmeting van de kelder parallel aan de grondwaterstromingsrichting van 90 m
- Doorlaatvermogen van de Z1-laag van 3 m²/dag
- Doorlaatvermogen onder kelder = ondoorlatend
- De waterremmende C1-laag is volledig ondoorlatend (worst case)
- In de berekeningen is uitgegaan van een worst-case scenario waarbij de grondwaterstroming richting het westen stroomt. In dat geval is de grondwaterstroming haaks op het gebouw en vormt het gebouw de grootste barrière tegen grondwaterstroming
- In de berekeningen is geen rekening gehouden met de aanwezigheid van drainage, waarmee overtollig grond- en regenwater versneld wordt afgevoerd en de waarmee de grondwaterstand wordt gereguleerd

datum : 30 april 2021
ons kenmerk : S 17.629-H2/TE

De berekeningsresultaten zijn opgenomen in Figuur 6. De berekende opstuwing aan de Zuideinde is gering en bedraagt slechts 4 cm. De berekende verlaging van de grondwaterstand ten westen van het gebouw is maximaal 14 cm. Op grotere afstand wordt de grondwaterstand minder sterk beïnvloed en is de verlaging en opstuwing kleiner.



Figuur 6. Veranderingen van de grondwaterstand in m als gevolg van aanleg kelder.

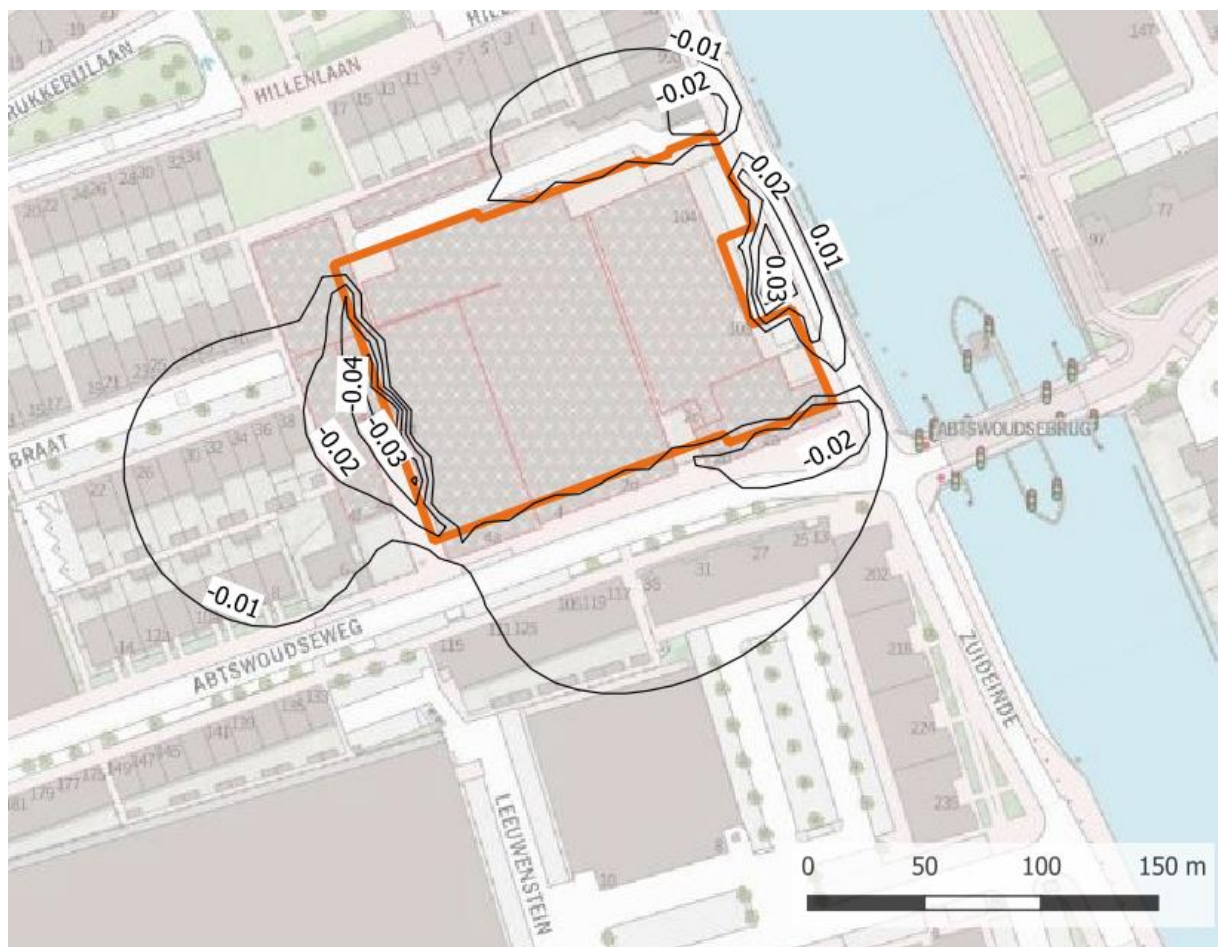
datum : 30 april 2021
ons kenmerk : S 17.629-H2/TE

3.3 Voorstel beheersmaatregelen

Geadviseerd wordt de ruimte tussen de tijdelijke damwanden en de nieuw aan te leggen kelders aan te vullen met goed doorlatend zand (maximaal 10% en een korrelgrootte < 63 μm). Dit zandpakket dient vanaf maaiveld tot NAP -2 m te worden aangebracht. In de berekeningen is uitgegaan van een strook van 1 m breed met een doorlatendheid van 15 m^2/dag rondom de kelder, behalve aan Zuideinde in verband met een permanente damwand.

De invloed van de hierboven beschreven beheersmaatregel is visueel weergegeven in onderstaande figuur. Als gevolg van de beheersmaatregel is de opstuwing maximaal 3 cm en de verlaging van de grondwaterstand maximaal 4 cm.

Opgemerkt wordt dat in de berekeningen niet is uitgegaan van een DT-riool aan de Zuideinde en Abtswoudeweg. Met name de drainage aan de Zuideinde zal de beperkte verhoging van de grondwaterstand van maximaal 3 centimeter compenseren.



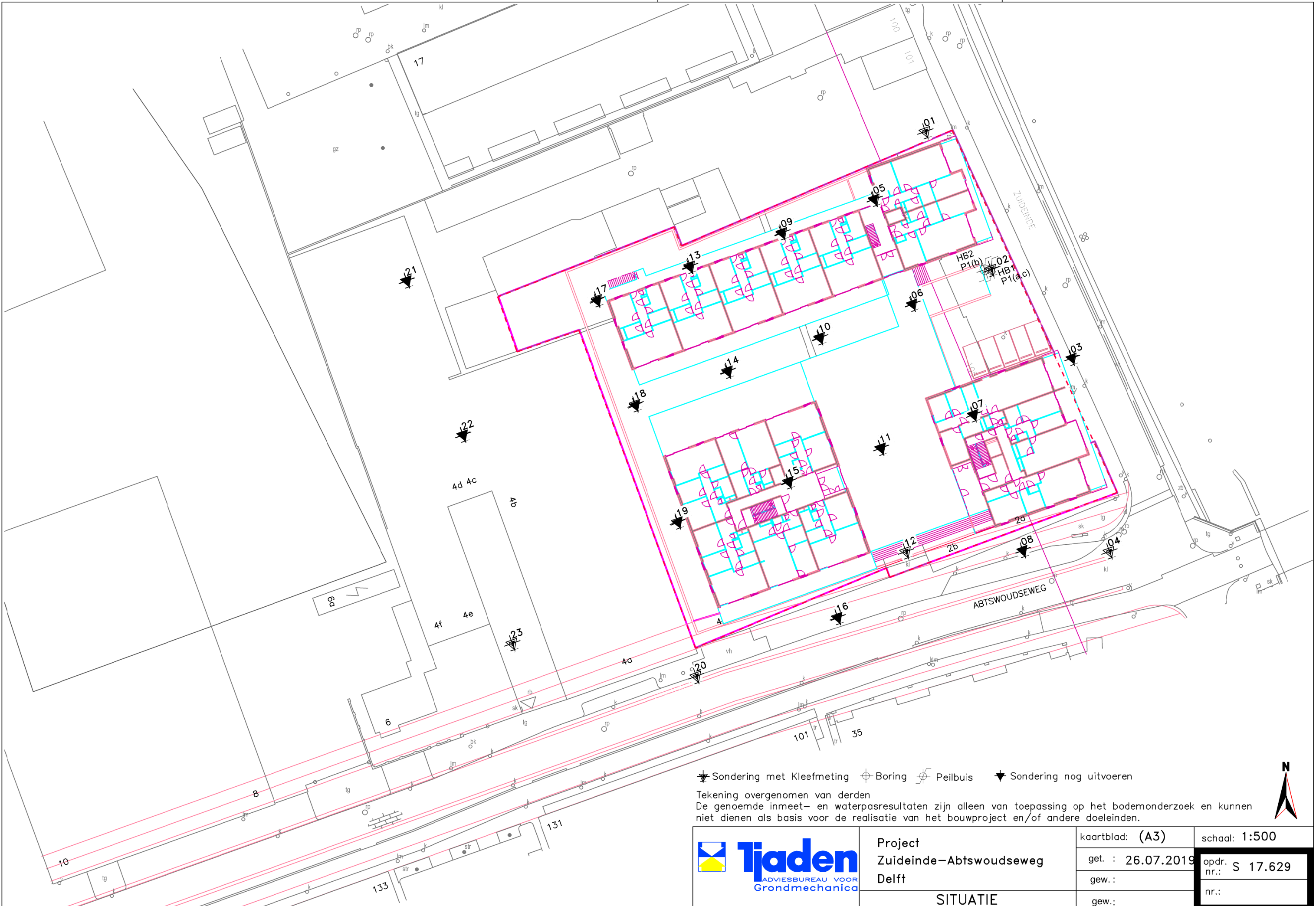
Figuur 7. Berekende veranderingen van de grondwaterstand als gevolg van aanleg kelder en aanbrengen goed doorlatend zand tussen damwand en kelder

datum : 30 april 2021
ons kenmerk : S 17.629-H2/TE

4 CONCLUSIE

De toekomstige kelder doorsnijdt de bovenste watervoerende zandlaag volledig. De grondwaterstroming is gering en de ontwateringsdiepte is minimaal 0,4 tot 0,8 m. Als gevolg van de aanleg van de kelder zal een beperkte opstuwing ontstaan en wordt de ontwatering nog kleiner. Voor primaire wegen is een minimale ontwateringsdiepte van 0,7 m gewenst.

Met de beschreven beheersmaatregel in paragraaf 3.3 zal de ontwatering en grondwaterstroming gewaarborgd blijven en de verandering van de grondwaterstand als gevolg van de aanleg van een kelder maximaal 5 cm bedragen.



▼ 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.

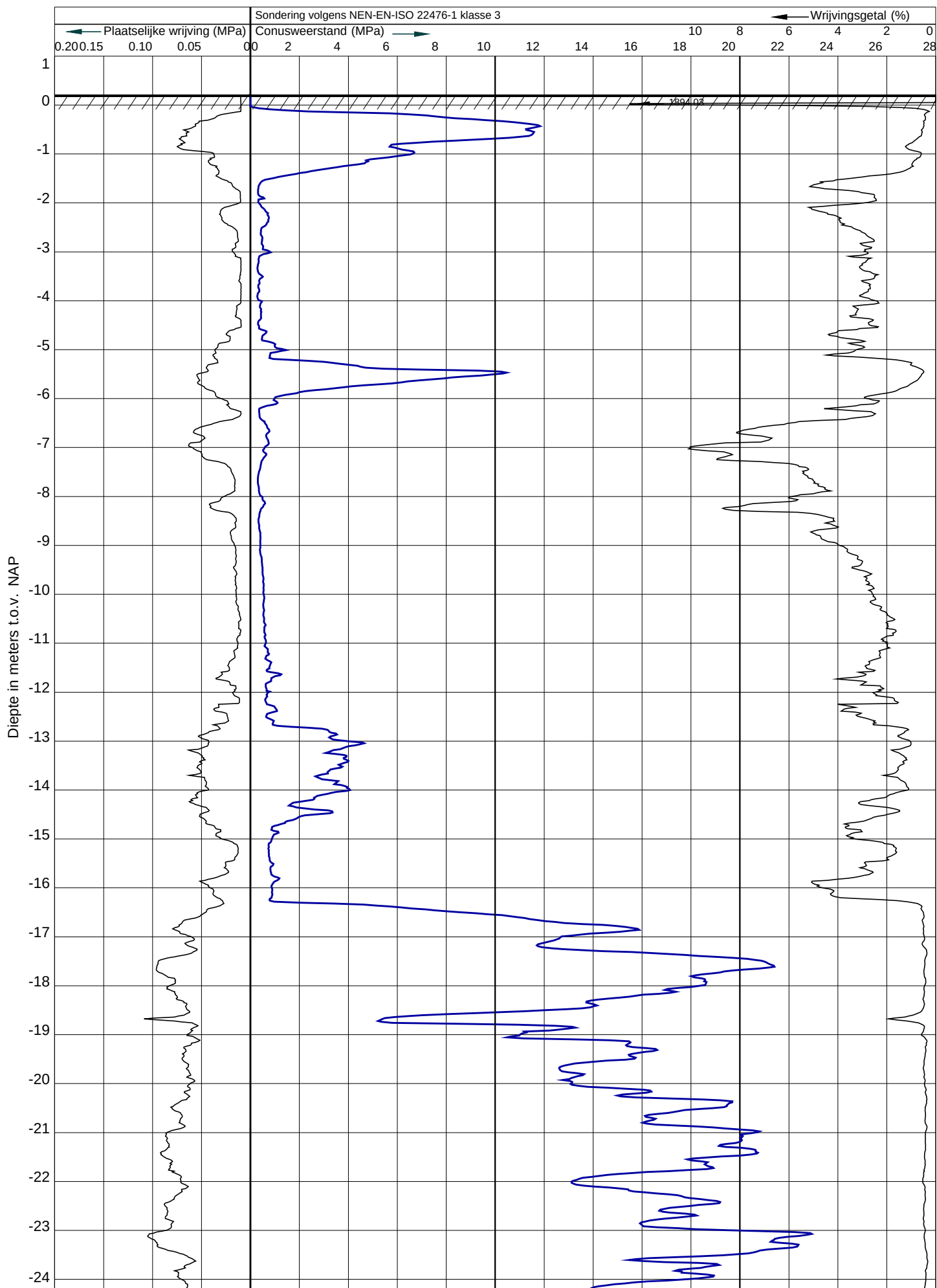


Tjaden
ADVIESBUREAU VOOR
Grondmechanica

Project
Zuideinde-Abtswoudseweg
Delft

SITUATIE

kaartblad: (A3)	schaal: 1:500
get. : 26.07.2019	opdr. nr.: S 17.629
gew. :	nr.:
gew.:	



Werknummer : S17629

Sonderingnr. : 1

Datum : 25-7-2019

Maaiveld : 0.21 m. t.o.v. NAP

RD-coördinaten : X:84650 Y:446460

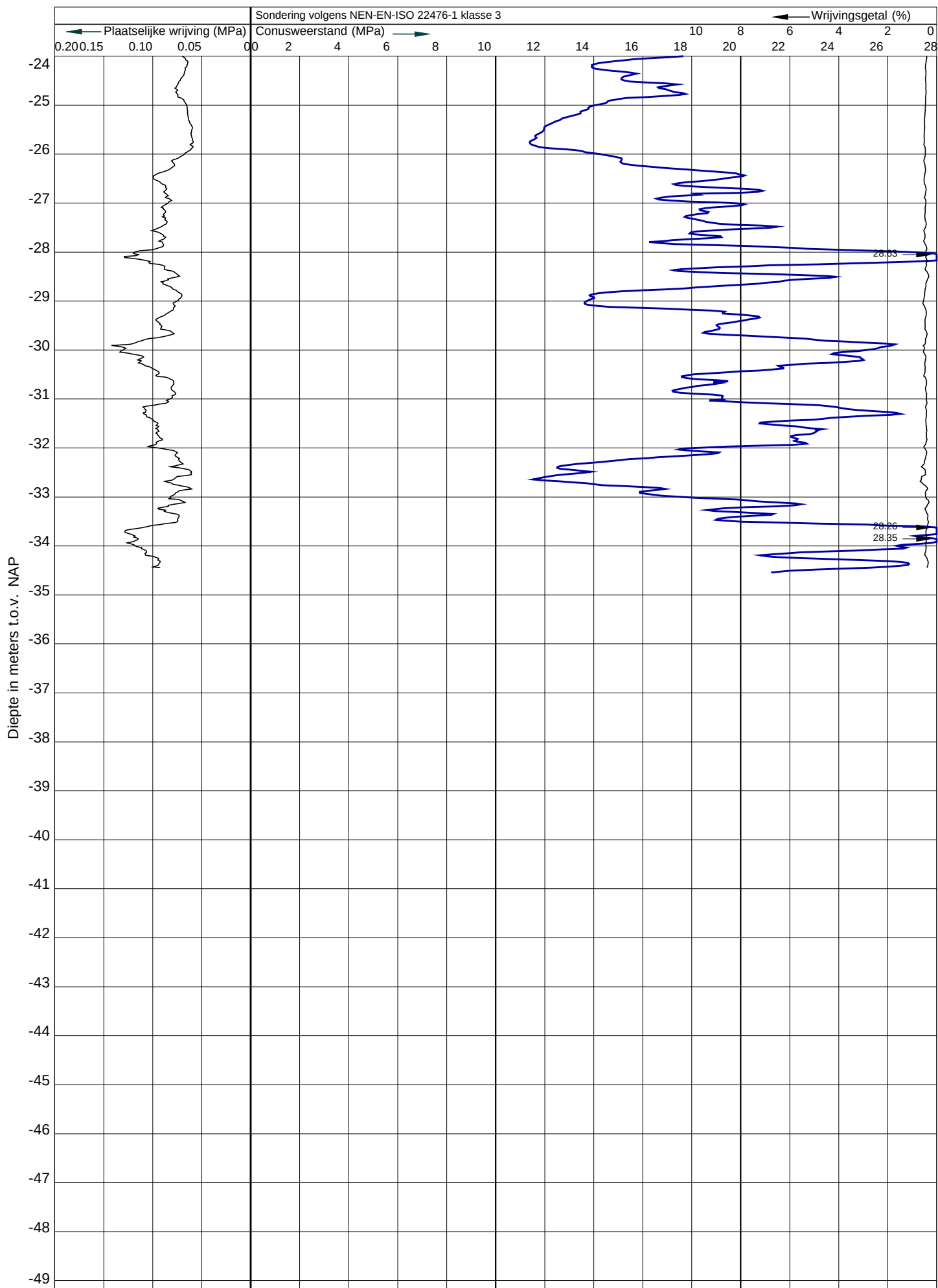
Plaats : Delft

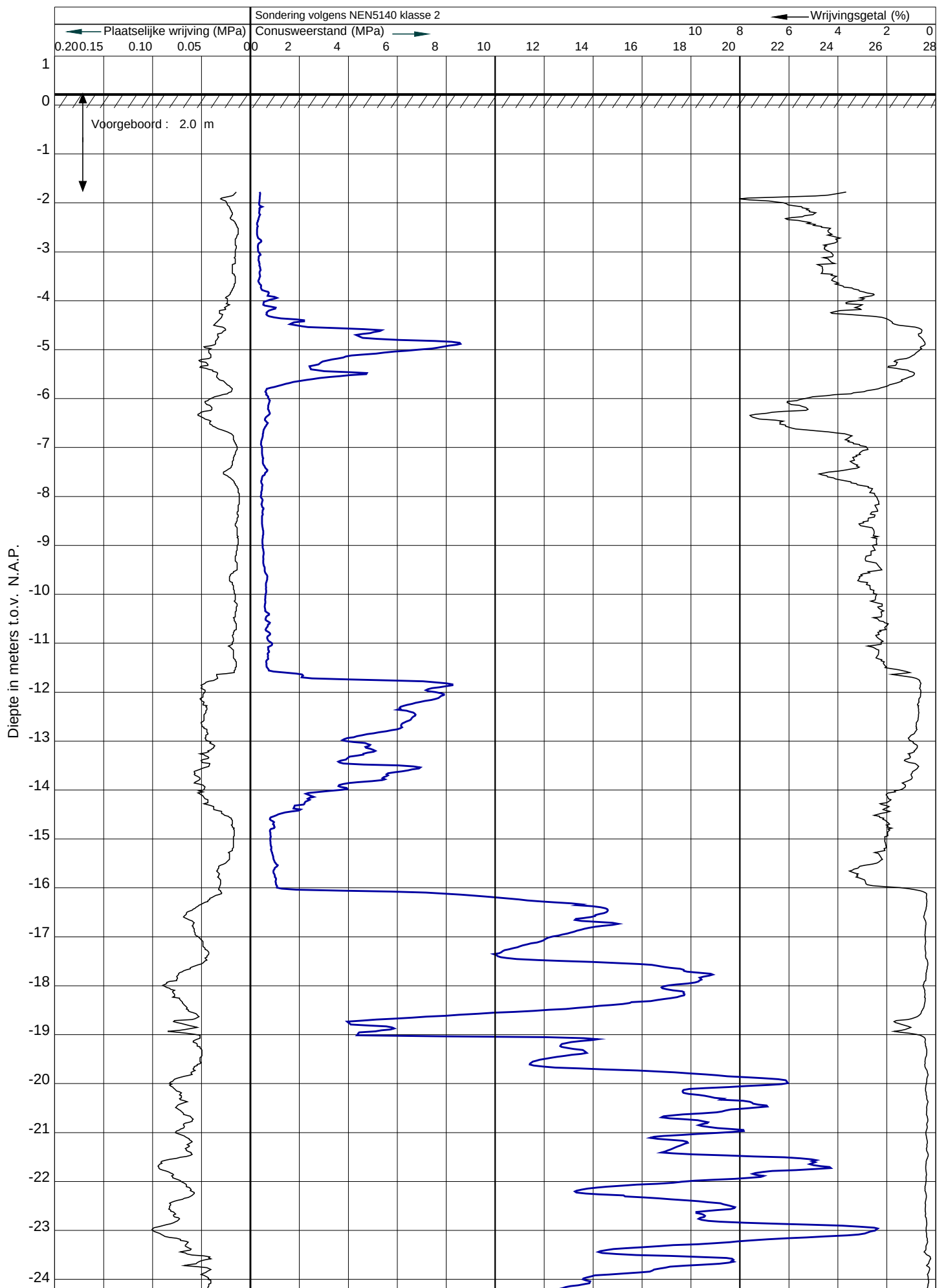
Locatie : Zuideinde-Abtswoudseweg

Conustype : I-CFY-15

Opdrachtgever : Pieters Bouwtechniek Delft BV

Opmerking :





Werknummer : S17629

Sonderingnr. : 2

Datum : 5-2-2018

Maaiveld : 0.24 m. t.o.v. N.A.P.

RD-coördinaten : X:84660 Y:446439

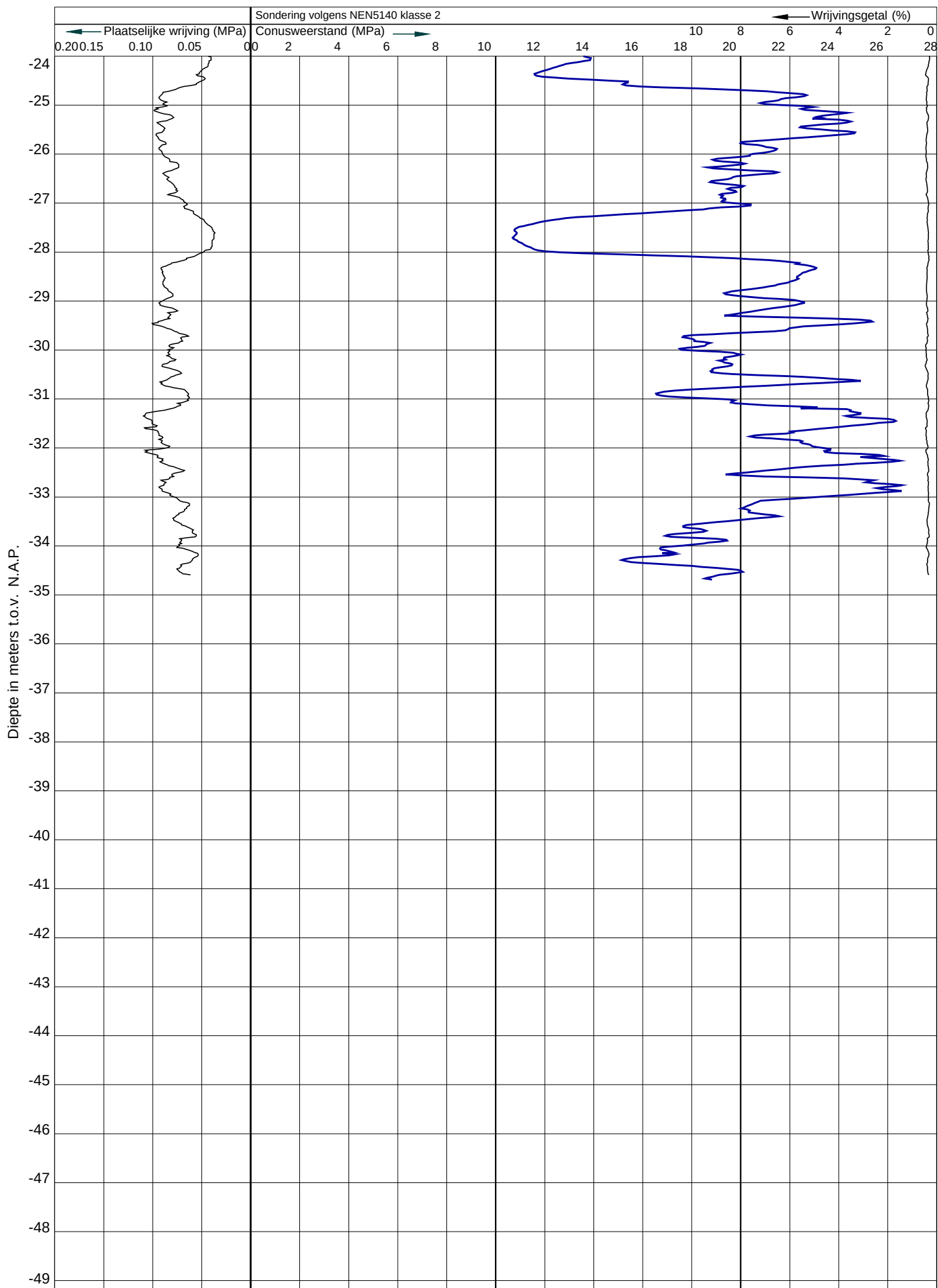
Plaats : Delft

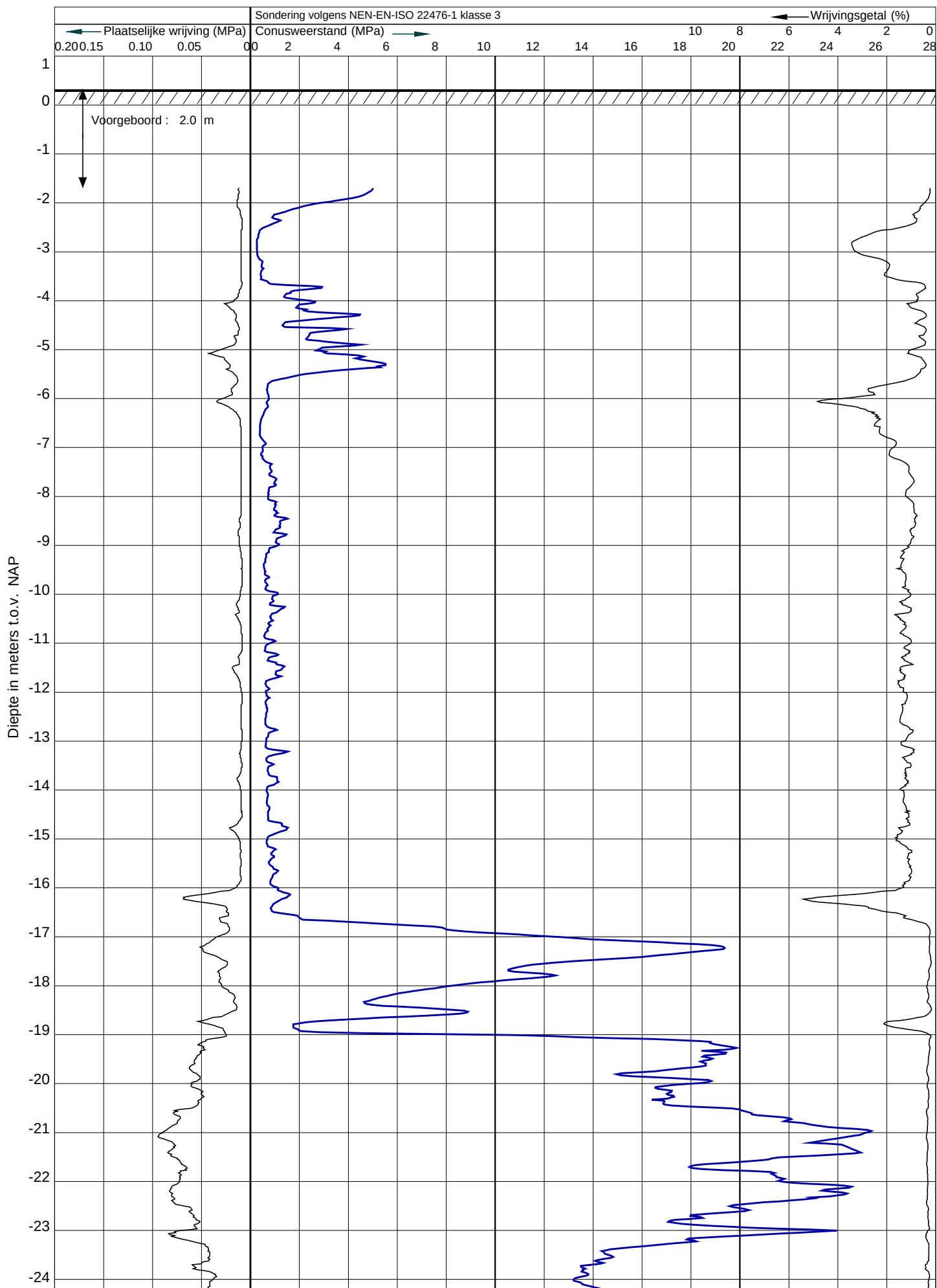
Locatie : Zuideinde-Abtswoudseweg

Conustype : I-CFY-15

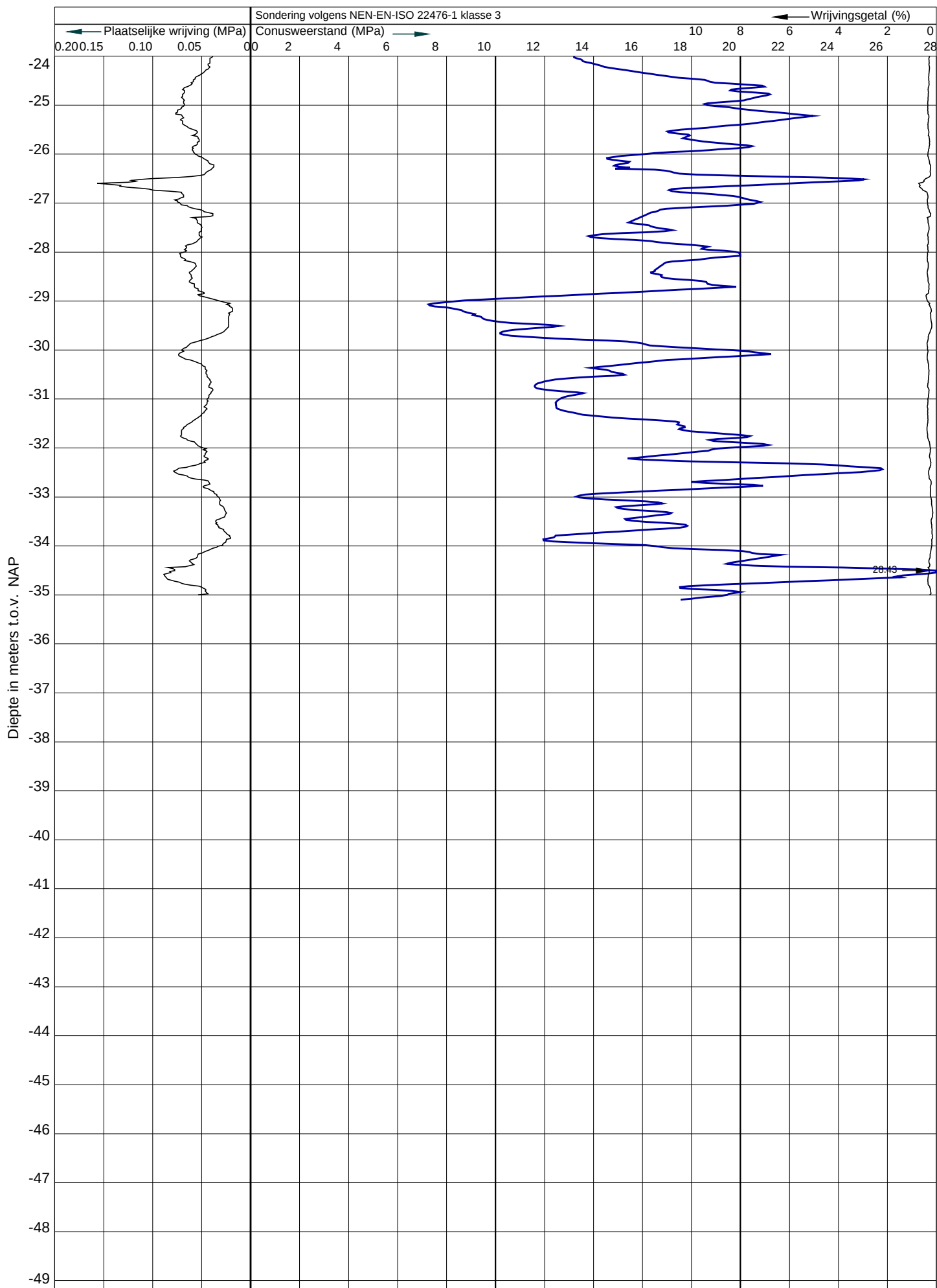
Opdrachtgever : Pieters Bouwtechniek Delft BV

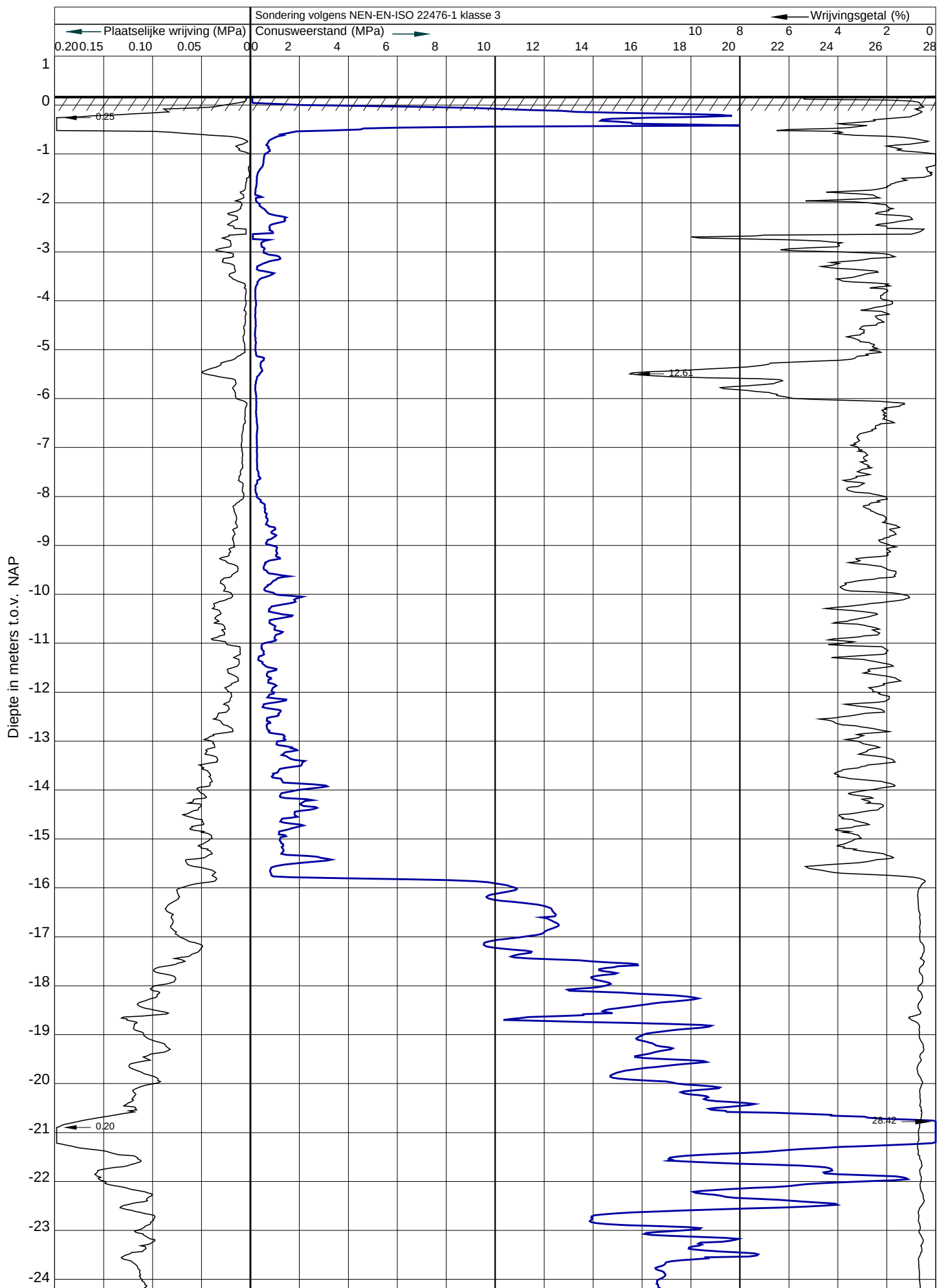
Opmerking :

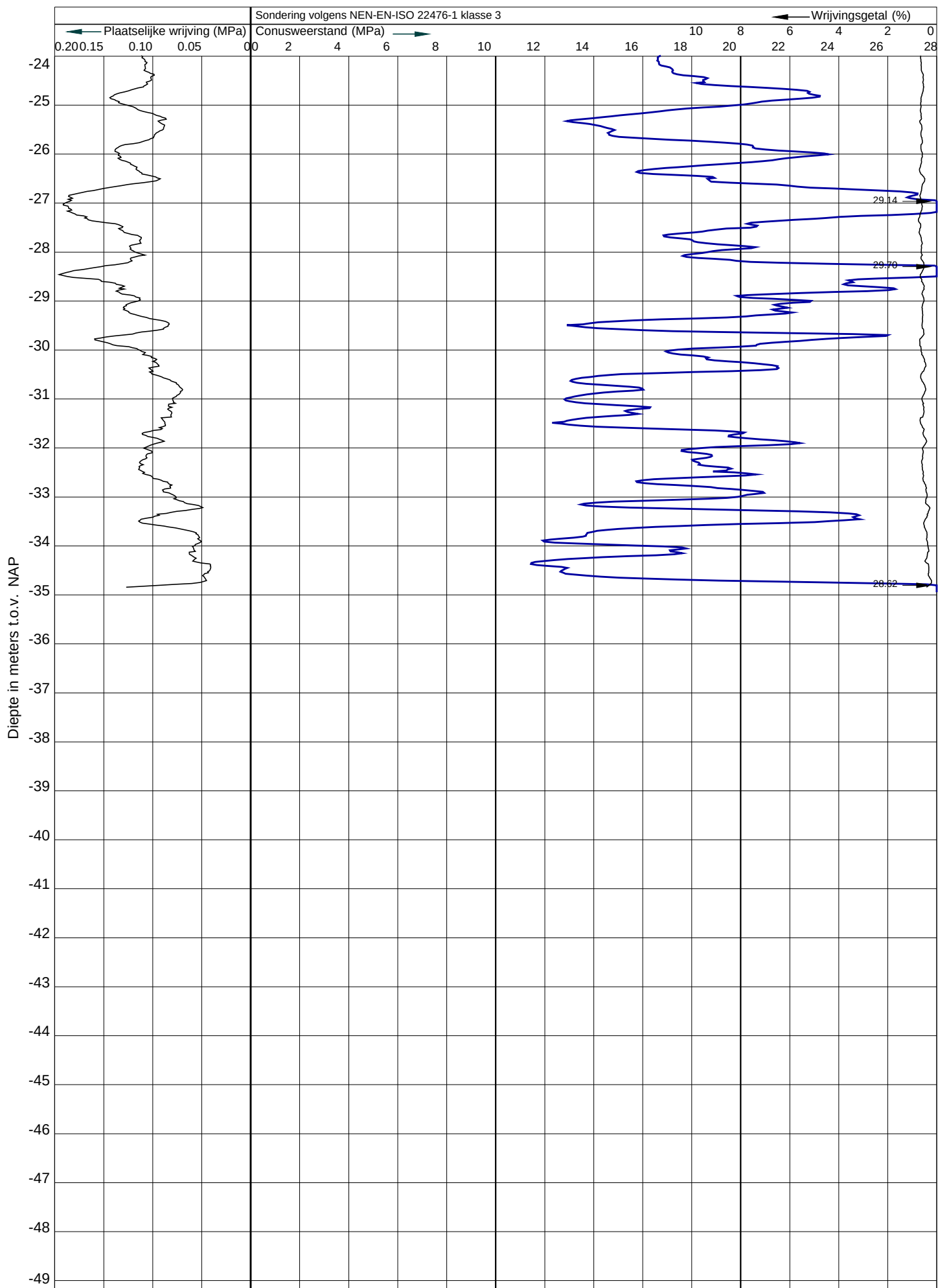


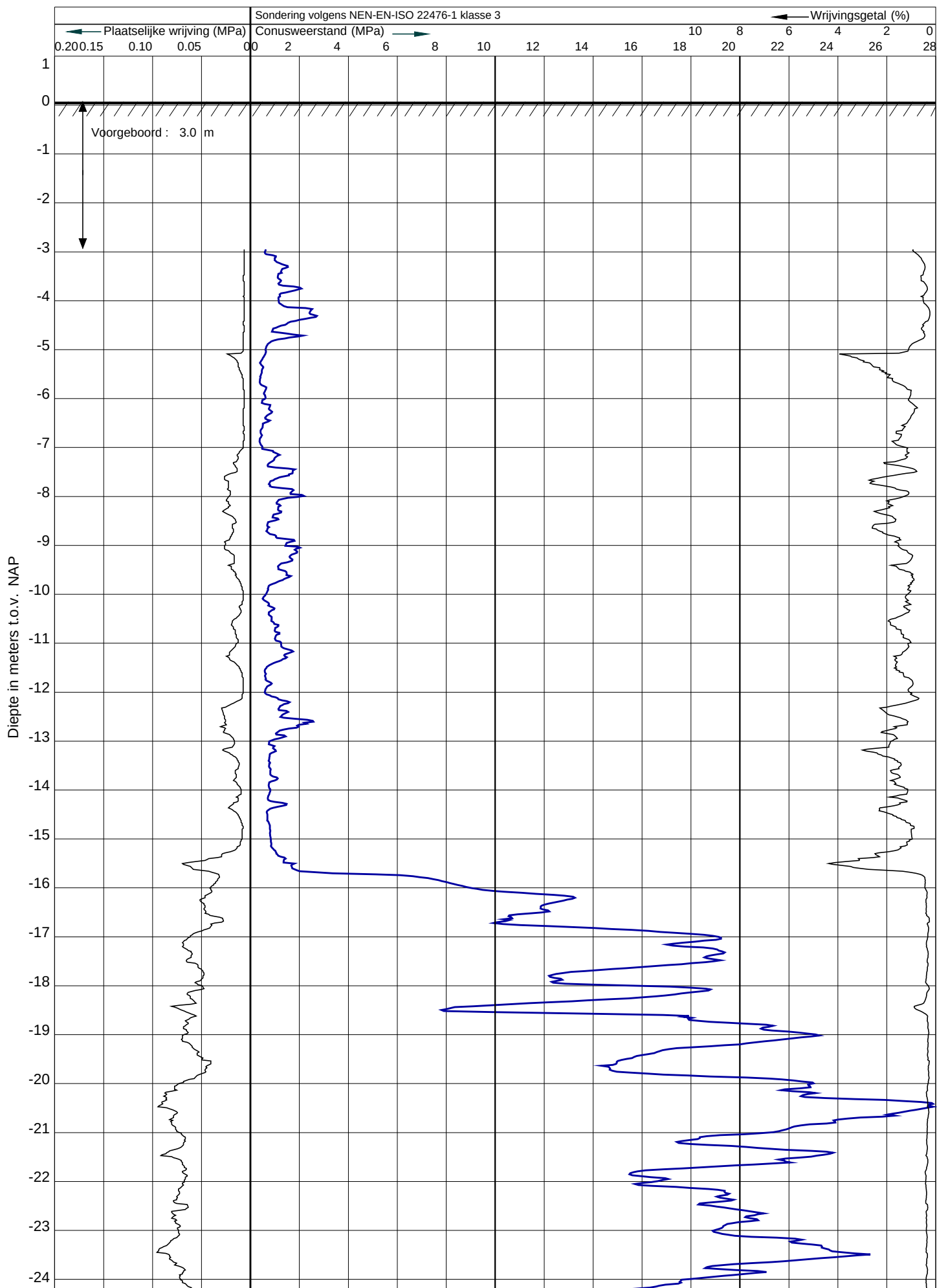


Werknummer : S17629
 Sonderingnr. : 4
 Datum : 30-11-2018
 Maaiveld : 0.32 m. t.o.v. NAP
 RD-coördinaten : X:84678 Y:446396

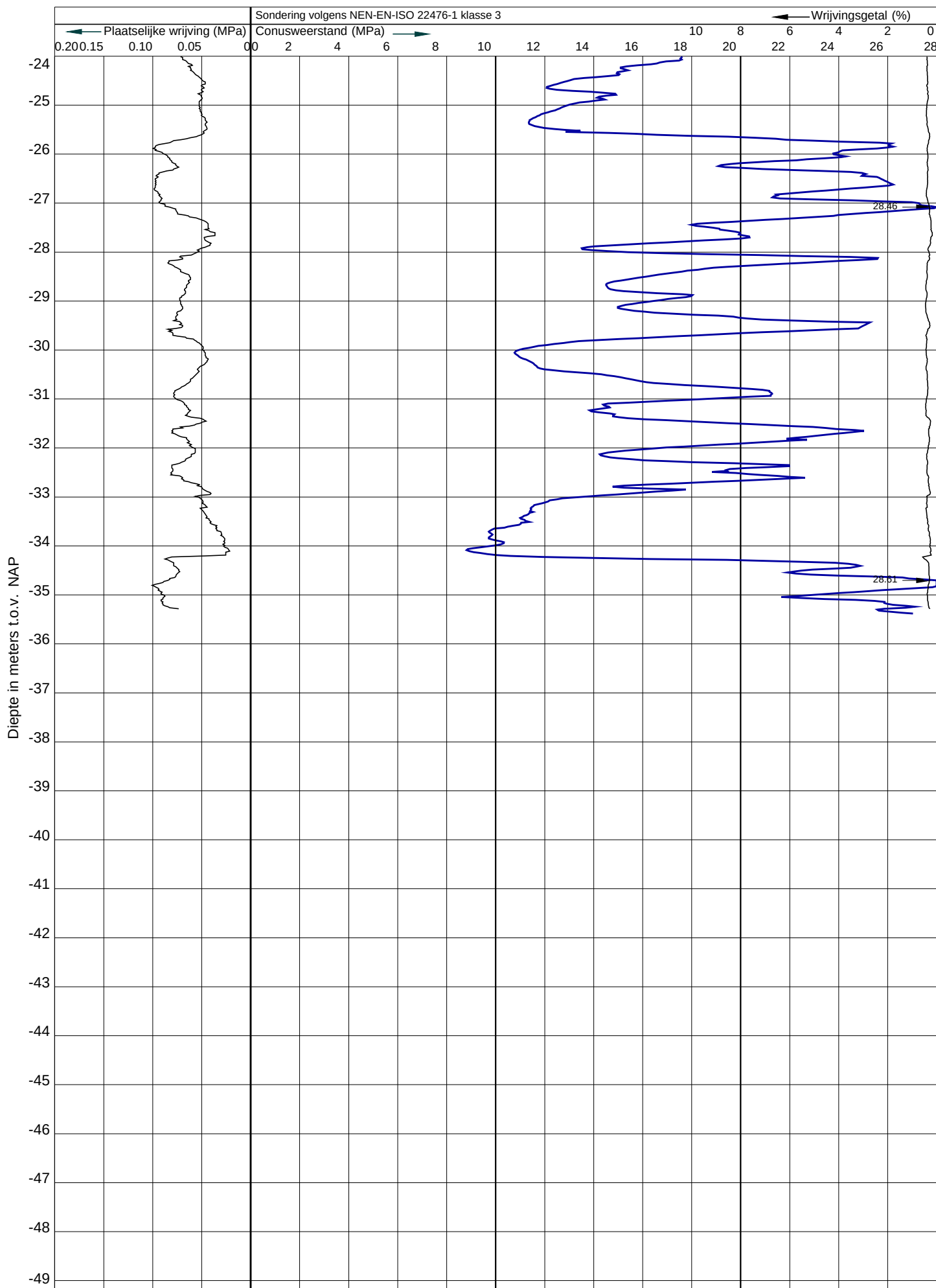
 Plaats : Delft
 Locatie : Zuideinde-Abtswoudseweg
 Conustype : I-CFY-15
 Opdrachtgever : Pieters Bouwtechniek Delft BV
 Opmerking :


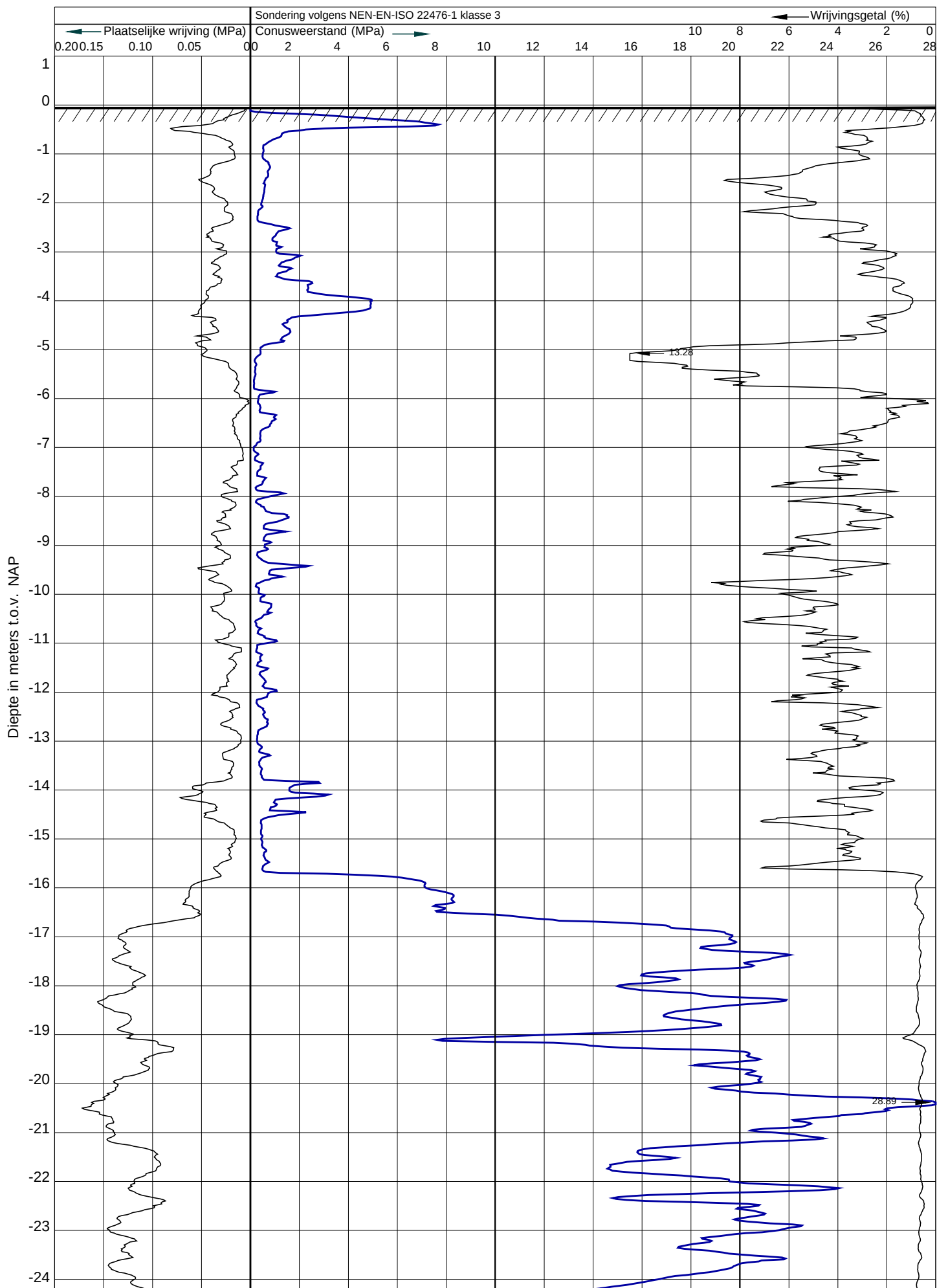


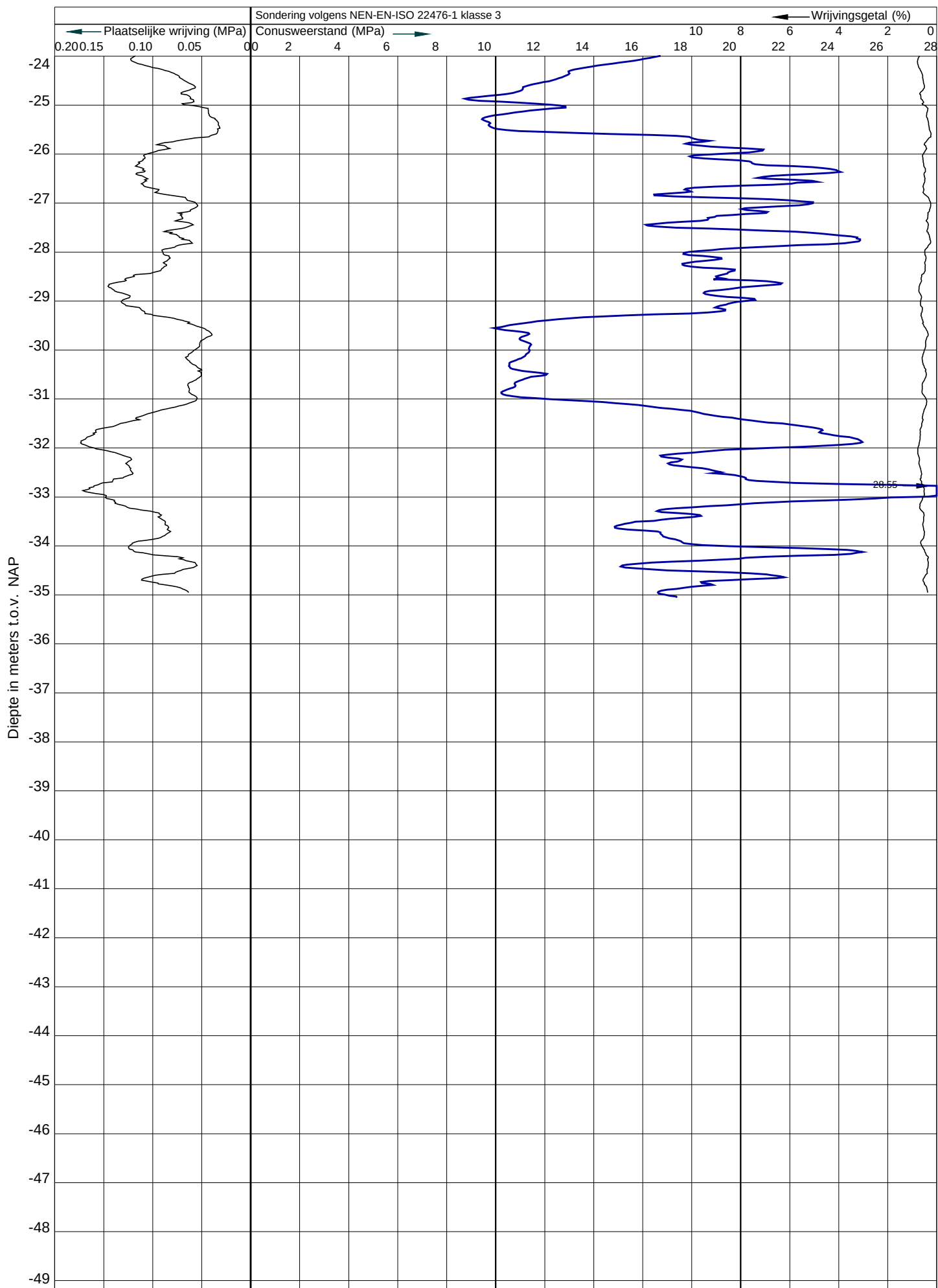




Werknummer : S17629
 Sonderingnr. : 20
 Datum : 30-11-2018
 Maaiveld : 0.07 m. t.o.v. NAP
 RD-coördinaten : X:84615 Y:446377

 Plaats : Delft
 Locatie : Zuideinde-Abtswoudseweg
 Conustype : I-CFY-15
 Opdrachtgever : Pieters Bouwtechniek Delft BV
 Opmerking :






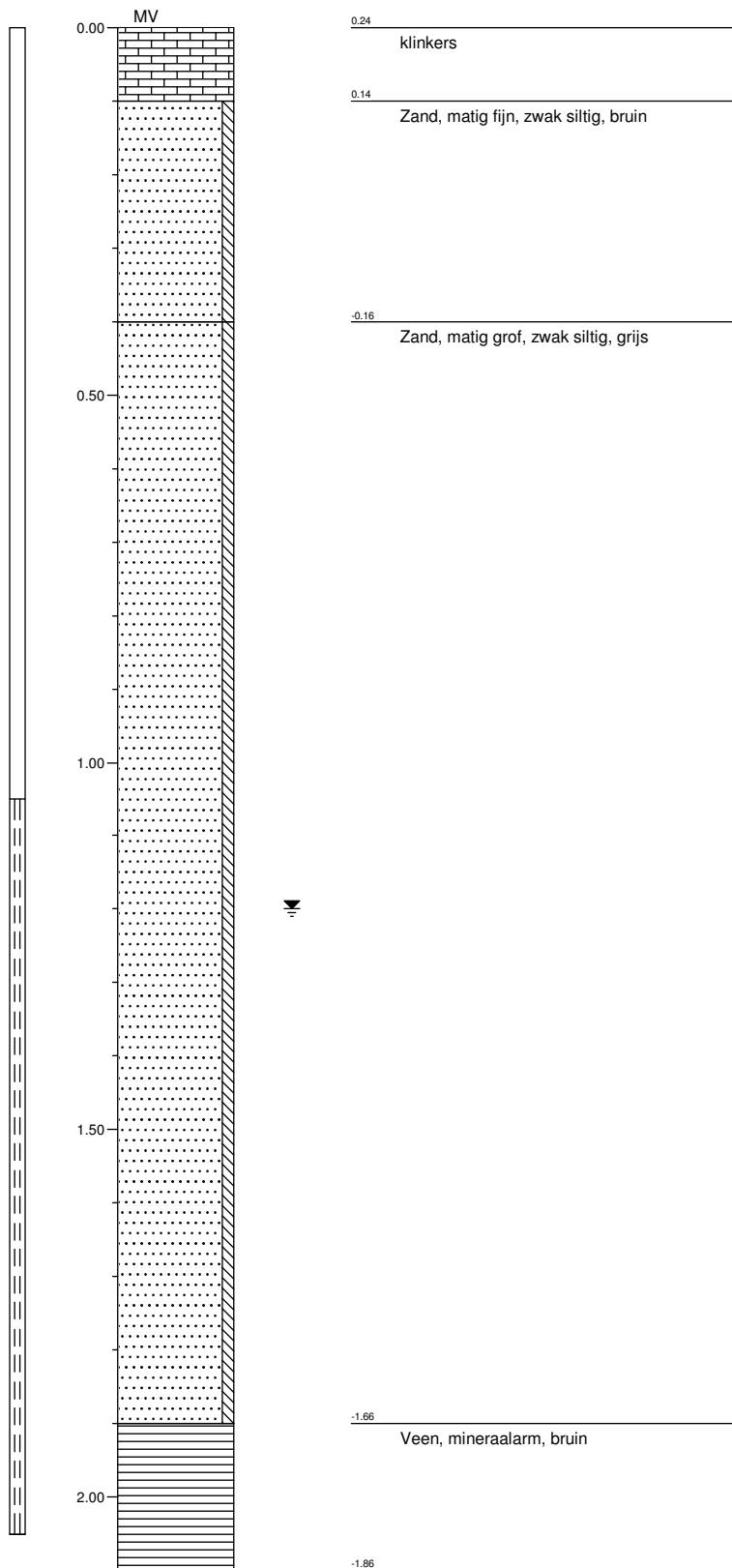
Boring: HB1(P1a,c)

Uitvoeringsdatum: 05-02-2018

GWS: 120 cm-mv Maaiveldhoogte: 0.24 m t.o.v. N.A.P.

X-coörd.: 84660

Y-coörd.: 446439



Schaal 1: 10

Locatie: Zuideinde_Abtswoudseweg te Delft

Werknummer: S17.629

Opdrachtgever: Pieters Bouwtechniek Delft BV

getekend volgens NEN 5104

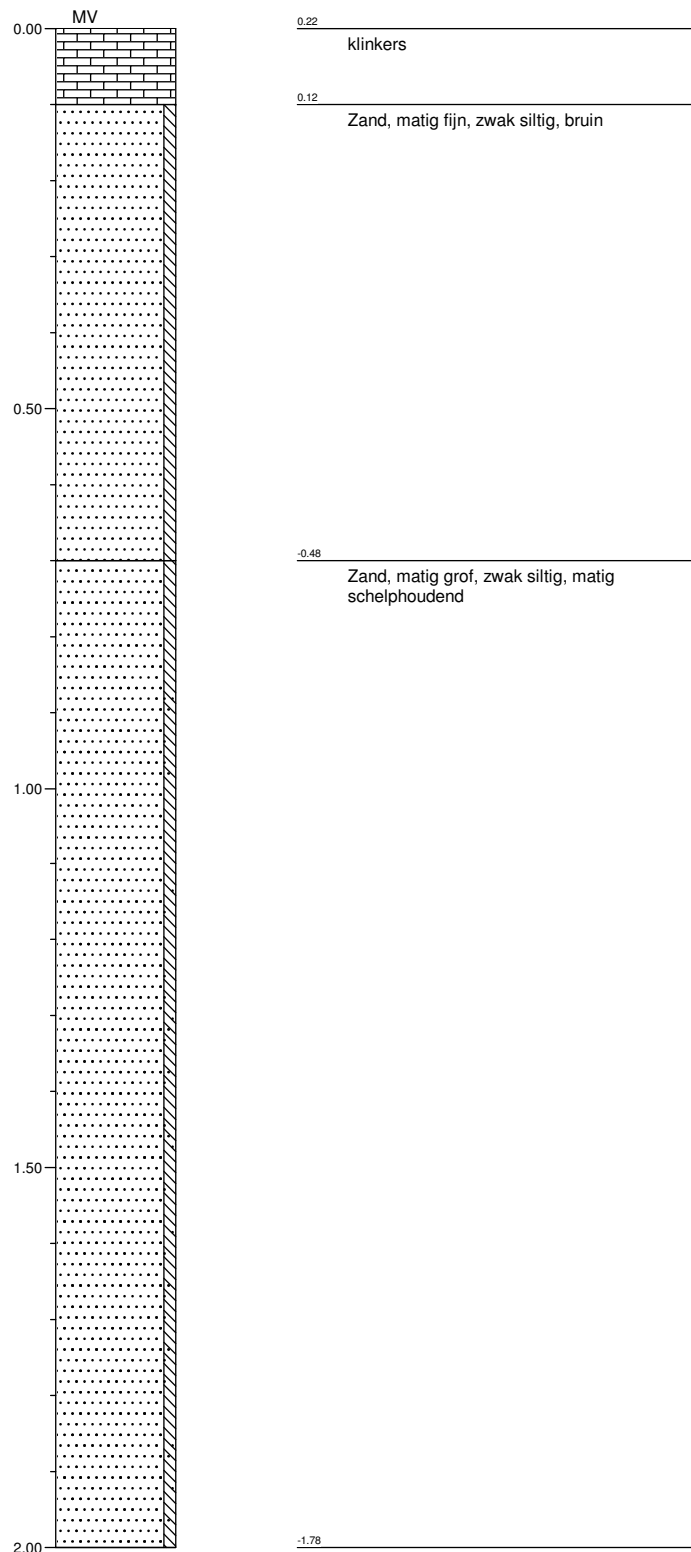
Boring: HB2(P1b)

Uitvoeringsdatum: 30-11-2018

GWS: cm-mv Maaiveldhoogte: 0.22 m t.o.v. N.A.P.

X-coörd.: 84659

Y-coörd.: 446439



Schaal 1: 10

Locatie: Zuideinde_Abtswoudseweg te Delft

Werknummer: S17.629

Opdrachtgever: Pieters Bouwtechniek Delft BV

getekend volgens NEN 5104

