

Project: Student housing
Fascinatio Boulevard
Capelle a/d IJssel

Onderdeel: Funderingsadvies
Rapportnummer: 61220523-FA-1A

Opdrachtgever: Rotterdamse Ontwikkelings Maatschappij
Nijverheidstraat 40
2901 AR Capelle a/d IJssel

Contactpersoon: WSP
Ringwade 41
3439 LM Nieuwegein

Datum: 28 april 2022
Wijziging A: 25 mei 2023, *advies omgezet naar fundering op vibro-palen*

Opsteller: J. Stallinga (tel. 0514-568 824)

Collegiale toets: drs. ing. P.G. Rumpt

INHOUD:

1	Inleiding.....	3
1.1	Algemeen.....	3
1.2	Toegepaste normen.....	3
2	Project omschrijving.....	3
3	Grondmechanisch bodemonderzoek.....	4
3.1	Beschikbaar onderzoek.....	4
3.2	Bodemopbouw.....	4
3.3	Hoogte maaiveld.....	4
3.4	Grondwaterstand.....	4
4	Funderingsadvies.....	5
5	Berekeningsmethode draagvermogen drukpalen	6
5.1	Algemeen.....	6
5.2	Negatieve kleef	7
5.3	Positieve kleef	7
6	Berekeningsresultaten draagvermogen vibro-palen	8
7	Uitvoeringsaspecten vibro-palen	10
7.1	Algemeen.....	10
7.2	Bouwput	11

BIJLAGEN:

Bijlage A	Berekening negatieve kleef
Bijlage B	Berekeningsvoorbeeld paal draagvermogen
Bijlage C	Grondonderzoek rapport nr 61220523

I Inleiding

I.1 Algemeen

Voor het project student housing aan de Fascinatio Boulevard in Capelle a/d IJssel heeft IJB Geotechniek B.V. van Rotterdamse Ontwikkelings Maatschappij opdracht ontvangen voor het uitvoeren van een grondmechanisch bodemonderzoek en het opstellen van een funderingsadvies.

Het reeds verstrekte advies met datum 28 april 2022 komt hierbij te vervallen.

I.2 Toegepaste normen

In dit rapport is een voorontwerpadvies voor de fundering opgesteld conform onderstaande normen en/of richtlijnen:

- NEN 9997-I+C2:2017
(Geotechnisch ontwerp van constructies – Deel I: Algemene regels).

De uitgangspunten op basis waarvan dit rapport is uitgewerkt dienen door een constructeur te worden getoetst. Graag worden wij van eventuele wijzigingen op de hoogte gehouden zodat we kunnen beoordelen in hoeverre het al dan niet noodzakelijk is dit rapport aan te passen.

2 Project omschrijving

Het betreft hier de nieuwbouw van een complex voor zelfstandige studenteneenheden, bestaande uit 7 bouwlagen.

Voor zover ons bekend worden er geen kelder(s) gerealiseerd.

Op het moment van schrijven van dit rapport zijn de exacte belastingen op de funderingselementen bij ons niet bekend. In dit stadium van het project wordt derhalve volstaan met het verstrekken van die gegevens die nodig zijn om het ontwerp van het project mogelijk te maken. Definitieve toetsing van het ontwerp kan in een later stadium plaatsvinden.

Uitgangspunt voor dit funderingsadvies zijn uitsluitend axiale op druk belaste palen met een rekenwaarde van 750 à 2000 kN ($F_{c,d}$) en een zodanig vlak terrein dat buiging van de palen door horizontale gronddruk is uitgesloten.

3 Grondmechanisch bodemonderzoek

3.1 Beschikbaar onderzoek

Het beschikbare, door IJB Geotechniek B.V. uitgevoerde onderzoek (rapport nr.: 61220523) bestaat uit:

- 12 continue sonderingen met elektrische conus en met elektronische registratie. De sonderingen zijn uitgevoerd volgens NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2/TEI.

De resultaten van het onderzoek zijn vastgelegd ten opzichte van N.A.P. en zijn als bijlage in dit rapport opgenomen. De maximaal verkende diepte bedraagt ca. -40.69 m N.A.P..

3.2 Bodemopbouw

Op basis van de sondeerresultaten, waaronder metingen van de plaatselijke mantelwrijving, is globaal de volgende schematische bodembeschrijving opgesteld:

Diepte in m t.o.v. N.A.P.	Bodembeschrijving
Van maaiveld tot ca. +2.50 à +2.25	Zand
Van ca. +2.50 à +2.25 tot ca. -15.50 à -20.00	Overwegend (zandige) klei en/of veen
Van ca. -15.50 à -20.00 tot ca. -24.00 à -24.75	Zand, wisselend gepakt, lokaal een cohesieve insnijding
Vanaf ca. -24.00 à -24.75 tot max. verkende diepte	Afwisselend klei, zandige klei en zandlagen

3.3 Hoogte maaiveld

Ten tijde van het grondonderzoek varieerde de maaiveldhoogte ter plaatse van de sondeerpunten van +3.58 m N.A.P. tot +3.32 m N.A.P.. Het straatpeil (hart weg / hart fietspad / put) in de directe omgeving is ingemeten op +3.57 / +3.54 / +3.50 / +3.47 / +3.38 / +3.33 / +3.31 m N.A.P..

De hoogtebepaling van de onderzoekslocaties in het terrein is uitgevoerd met als doel de bodemopbouw in te meten ten opzichte van N.A.P.. De gerapporteerde hoogtes zijn niet geschikt voor andere doeleinden dan dit onderzoek.

3.4 Grondwaterstand

Het beschikbare bodemonderzoek geeft geen informatie over de stand van het grondwater.

Indicatief:

Het open waterpeil is aangetroffen op +2.35 m N.A.P..

De aangetroffen waterstand is een momentopname. De waterstand kan onder invloed van ondermeer de weersgesteldheid en de seizoenen fluctueren.

4 **Funderingsadvies**

Geadviseerd wordt het toepassen van een fundering op palen. In dit advies is, op verzoek van de opdrachtgever, een fundering op vibropalen verder uitgewerkt.

Op de volgende pagina's zijn de berekende paal draagvermogens weergegeven.

Aandachtspunten:

- Uit de berekening van het paal draagvermogen volgt een grote toelaatbare belasting per paal. Bij toepassing van een hoge belasting en een kleine paaldiameter loopt, indien er enige paalafwijking in de bouw optreedt, het moment zeer snel op. Het criterium voor wat er op een paal kan volgt dan uit toelaatbare paalafwijking en het moment wat door de paal opgenomen kan worden.
- Er wordt geadviseerd om tussen de sonderingen in alleen paalpuntniveaus toe te passen waarbij de in de tabel aangegeven paalcapaciteit van alle aangrenzende sonderingen op dit niveau groter is dan de optredende paalbelasting. Als het betreffende niveau niet vermeld staat bij een aangrenzende sondering wordt geadviseerd om voor het overgangsgebied dit niveau niet te kiezen.
- Het heien van vibro-palen veroorzaakt trillingen. Om heitrillingen te beperken en rekening te houden met de omgeving kunnen eventueel de volgende maatregelen getroffen worden:
 - Een trillingsprognose (SBR-richtlijn) op laten opstellen. Wanneer trillingen voldoen aan de SBR-richtlijn is de kans op het ontstaan van (cosmetische) schade klein.
 - Het uit laten voeren van een bouwkundige vooropname van de omliggende bebouwing en deze aan de betrokkenen (relevante omwonenden) ter beschikking te stellen.
 - Het heiwerk te beginnen met de palen direct naast de belending en vervolgens van de belending af ('van buiten naar binnen') te heien.
 - Het toepassen van een voldoende zwaar heiblok e.e.a. te bepalen nadat het palenplan gereed is.
 - Tijdens het heiwerk trillingsmetingen uit laten voeren. Door middel van deze metingen kan het niveau van de trillingsintensiteit worden vastgesteld. Indien nodig kan door het aanpassen van de valhoogte van het heiblok e.e.a. worden bijgesteld. Mocht de trillingsintensiteit echter onaanvaardbaar hoog zijn dan zal alsnog gekozen moeten worden voor een trillingsarm/vrij paalsysteem.

5 Berekeningsmethode draagvermogen drukpalen

5.1 Algemeen

Uitgangspunt in de berekening is dat de toekomstige maaiveldhoogte ongeveer gelijk blijft aan de hoogte ten tijde van het grondonderzoek. Met significante ophogingen of afgravingen is in dit rapport geen rekening gehouden.

Berekening van op druk belaste palen conform NEN 9997-1.

De constructie is ingedeeld in geotechnische categorie 2.

Factoren bij de berekening van Vibro-palen (mantelbuis heidend trekken):

α_s	0.014	NEN 9997-1, 7.6.2.3, tabel 7.c
α_p	0.7	NEN 9997-1, 7.6.2.3, tabel 7.c
γ_t	1.20	NEN 9997-1, tabel A.6, voor combinatie R3c
ξ_3 en ξ_4	1.39	NEN 9997-1, tabel A.10.a, voor $n = 1$ en een niet stijf bouwwerk. Voor $n \leq 3$ geldt $\xi_3 = \xi_4$
β	1.0**	NEN 9997-1, 7.6.2.3(g)
s	1.0	NEN 9997-1, 7.6.2.3(h)

** Voor in de grond gevormde palen met teruggewonnen stalen buis, waarbij tijdens de uitvoering de volledige betonspeciedruk op de grond wordt uitgeoefend en tevens $D_{eq}^2/d_{eq}^2 \leq 1.5$, mag $\beta = 1$ zijn genomen.

Toetsen:

Eis ten aanzien van grenstoestand GEO: $F_{c;d} \leq R_{c;net;d}$ met $R_{c;net;d} = R_{c;d} - F_{nk;d}$.

Voor de meest gangbare paaltypen, zoals grondverdringende palen en avegaarpalen met relatief kleine diameter is deze grenstoestand maatgevend.

5.2 Negatieve kleef

Voor dit project is rekening gehouden met een neerwaartse gerichte wrijving langs de paalschacht over een traject van maaiveld tot:

- ca. -4.00 m N.A.P. tpv sonderingen 1, 2, 5 t/m 8, 11 en 12.
- ca. -14.00 à -14.50 m N.A.P. tpv sonderingen 3, 4, 9 en 10.

In de berekeningen is verder uitgegaan van een grondwaterstand van +2.00 m N.A.P. en een bovenbelasting van 10 kN/m². De representatieve waarde van paalbelasting door negatieve kleef ($F_{nk;rep}$) is bepaald volgens NEN 9997-1, 7.3.2.2(d). De rekenwaarde ($F_{nk;d}$) wordt bepaald met behulp van de partiële factor $\gamma_{f,nk}$ zoals vermeld in NEN 9997-1, 7.3.2.2(b) $\rightarrow F_{nk;d} = \gamma_{f,nk} * F_{nk;rep}$. Voor $\gamma_{f,nk}$ is de waarde 1.0 aangehouden.

De rekenwaarde ($F_{nk;d}$) bedraagt voor dit project:

ca. 76 kN/m¹-paalomtrek tpv sonderingen 1, 2, 5 t/m 8, 11 en 12 (zie bijlage A).

ca. 270 kN/m¹-paalomtrek tpv sonderingen 3, 4, 9 en 10.

Deze waarden zijn verwerkt in de tabel paalpuntniveaus en rekenwaarden netto draagkracht die elders in dit rapport staat vermeld.

5.3 Positieve kleef

Samendrukbare lagen boven het basisniveau en eventueel daarop rustende zandlagen worden geacht geen aandeel te leveren in de schachtwrijving van op druk belaste palen. Schachtwrijving wordt ontleend aan de overwegend zandlagen beneden ca. -8.40 à -15.40 m N.A.P..

6 Berekeningsresultaten draagvermogen vibro-palen

Werknummer: 61220523			Rc;net;d	
			<-----kN----->	
Sondering	Maaiveld	Paalpunt	Ø406*465	Ø456*515
<----m tov NAP----->			<-----mm----->	

1	3.49	-21.00	997	1165
1	3.49	-21.25	1027	1206
1	3.49	-21.50	1142	1367
1	3.49	-21.75	1257	1483
1	3.49	-22.00	1448	1746
1	3.49	-22.25	1575	1493
1	3.49	-22.50	1249	1320
1	3.49	-22.75	1148	1294

2	3.46	-21.00	1200	1221
2	3.46	-21.25	1092	1279
2	3.46	-21.50	1149	1343
2	3.46	-21.75	1193	1392
2	3.46	-22.00	1246	1449
2	3.46	-22.25	1291	1503
2	3.46	-22.50	1339	1553
2	3.46	-22.75	1328	1568

3	3.33	-21.00	1006	1183
3	3.33	-21.25	1198	1452
3	3.33	-21.50	1400	1636
3	3.33	-21.75	1434	1702
3	3.33	-22.00	1489	1768

4	3.32	-21.00	1604	1890
4	3.32	-21.25	1660	1961
4	3.32	-21.50	1705	1959
4	3.32	-21.75	1695	1822
4	3.32	-22.00	1391	1193

5	3.45	-21.50**	777	931
5	3.45	-21.75	850	1005
5	3.45	-22.00	914	1079
5	3.45	-22.25	975	1152
5	3.45	-22.50	1035	1215
5	3.45	-22.75	1039	1220

6	3.49	-22.25**	1114	1361
6	3.49	-22.50	1304*	1248
6	3.49	-22.75	1076	1204

7	3.55	-21.00	1283	1506
7	3.55	-21.25	1373	1635
7	3.55	-21.50	1595	1882
7	3.55	-21.75	1673	1941
7	3.55	-22.00	1717	2017
7	3.55	-22.25	1787	1756
7	3.55	-22.50	1440	1421
7	3.55	-22.75	1225	1387

** Niet kiezen; ter info.				

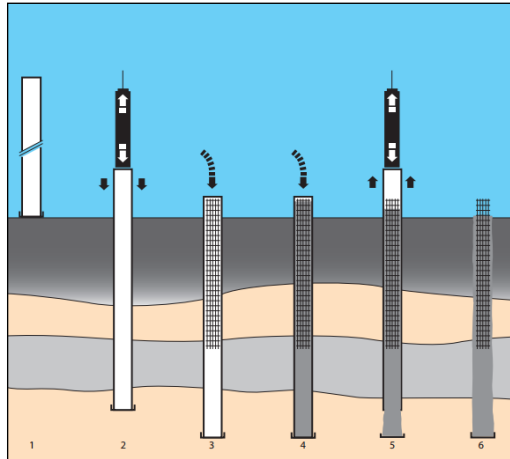
```

Werknummer: 61220523                                Rc;net;d
<-----kN----->
Sondering  Maaiveld  Paalpunt  Ø406*465  Ø456*515
<----m  tov  NAP-----><-----mm----->
-----
      8      3.51      -21.00**      1153      1211
      8      3.51      -21.25      1074      1070
      8      3.51      -21.50       942      1118
      8      3.51      -21.75       989      1166
      8      3.51      -22.00      1024      1198
      8      3.51      -22.25      1034      1210
      8      3.51      -22.50      1050      1216
      8      3.51      -22.75      1064      1238
-----
      9      3.37      -21.00      1331      1585
      9      3.37      -21.25      1417      1688
      9      3.37      -21.50      1456      1742
      9      3.37      -21.75      1610      1928
      9      3.37      -22.00      1722      2069
-----
     10      3.52      -20.00      1230      1471
     10      3.52      -20.25      1253      1486
     10      3.52      -20.50      1273      1496
     10      3.52      -20.75      1283      1527
     10      3.52      -21.00      1315      1562
-----
     11      3.58      -20.50      1126      1330
     11      3.58      -20.75      1185      1005
     11      3.58      -21.00       850       970
     11      3.58      -21.25       862      1010
     11      3.58      -21.50       898      1051
     11      3.58      -21.75       920      1075
     11      3.58      -22.00       949      1102
-----
     12      3.55      -20.75**      1386      1660
     12      3.55      -21.00      1559      1705
     12      3.55      -21.25      1363      1538
     12      3.55      -21.50      1355      1594
     12      3.55      -21.75      1409      1646
     12      3.55      -22.00      1451      1703
-----
Rc;net;d = rekenwaarde netto draagkracht
-----
APRSON version 1.0.0.36
PRJ      : u:\_aprprj\2022\61220523-3vibro.prj
XLS      : u:\_aprxls\2022\61220523-2.xlsx
GEF      : u:\_aprgef\2022\61220523\*.gef
-----
**      Niet kiezen; ter info.

```

7 Uitvoeringsaspecten vibro-palen

7.1 Algemeen



Vervaardiging

1. Stalen heibuis, voorzien van voetplaat, op werkniveau.
2. Inheien heibuis tot het gewenste niveau met heiblok.
3. Controle of de buis droog en vrij van verontreiniging is: op hoogte afhangen van wapening voorzien van afstandhouders.
4. Vullen met betonmortel.
5. Heibuis heidend trekken.
6. Eventueel afwerken op hoogte.

Uitvoering dient bij voorkeur door een in het geadviseerde paalsysteem, gerenommeerd heibedrijf te geschieden.

Voor het heiwerk van de in de grond gevormde grondverdringende palen dient, in overleg met de aannemer, een traploos regelbaar heimiddel te worden gekozen dat geschikt is voor de toegepaste diameters en de aangetroffen bodemgesteldheid. Voorstel IJB Geotechniek BV: IHC S70 of gelijkwaardig.

Het energieniveau van het blok dient zodanig te worden ingesteld dat op het geadviseerde paalpuntniveau goed interpreteerbare kalenderwaardes kunnen worden gerealiseerd. Bij goed interpreteerbare kalenderwaardes zijn 15 á 40 klappen nodig zijn om de paalkop 0.25 m dieper te heien. Als voor het realiseren van eindkalenders van ten minste 15 valhoogtes een slagenergie van minder dan 10 á 20 kNm moet worden toegepast is het blok te zwaar en dient het door een minder zwaar blok te worden vervangen.

Geadviseerd wordt de eerste paal ter plaatse van een sondering te heien en deze, voor zover praktisch, over de volle lengte van de paal te kalenderen → referentiepaal. De heiweerstand en de eindkalender op het voor deze paal geadviseerde paalpuntniveau zijn dan maatgevend voor vergelijkbare palen die in de directe omgeving van de betreffende sondering worden geheid. Voor

alle overige palen die in de directe omgeving van een sondering worden geheid geldt dat ze referentiepaal zijn voor vergelijkbare palen die binnen het invloedsgebied van de betreffende sonderingen worden geheid.

Van elke paal dienen de kalenderwaardes over ten minste de laatste 3.00 á 4.00 m te worden vastgelegd. Voor palen in de directe omgeving van een sondering – referentiepalen – en palen die op trek worden belast dienen de kalenderwaarde, voor zover praktisch, over de gehele lengte van de paal te worden vastgelegd.

Tijdens het kalenderen van de palen dienen zowel de slagenergie alsmede het aantal klappen per minuut steeds gelijk te zijn. De slagenergie dient tevens gelijk te zijn aan die waarmee referentiepalen c.q. vergelijkbare palen die in de directe omgeving van de dichtstbijzijnde sondering zijn geheid. Het aantal klappen per minuut dient tot circa 60 te worden beperkt.

Bij sprongen in het paalpuntniveau adviseren wij de heiroute zodanig te kiezen dat van 'laag' naar 'hoog' kan worden geheid.

Bij het installeren van de palen moet een zodanige volgorde worden aangehouden dat beschadiging van nog niet verharde palen wordt voorkomen. In principe mag geen paal geïnstalleerd worden op een afstand van minder dan 4 maal de diameter van de voetplaat van een nog niet voldoende verharde paal. Een paal kan na 20 uur verhardingstijd als voldoende verhard worden beschouwd. Wordt na het op diepte heien van de mantelbuis grond en/of water in de buis aangetroffen dan dient de betreffende paal in principe te worden afgekeurd. In dat geval dient de mantelbuis, alvorens deze te heien te trekken, met grof zand te worden gevuld.

De hoeveelheid beton die per paal wordt gebruikt dient te worden geregistreerd. Het trekken van de mantelbuis dient heien te geschieden teneinde een goede verdichting van de beton te verkrijgen.

Om schade aan de palen te voorkomen dienen horizontale paalbelastingen door bijvoorbeeld het manoeuvreren van de heistelling in de bouwput te worden voorkomen.

De kwaliteit van de palen kan worden gecontroleerd met behulp van akoestische metingen. Eventuele discontinuïteiten in de betondoorsnede kunnen hiermee worden vastgesteld. Wij adviseren alle palen op deze wijze door te laten meten.

Wapening van de palen conform opgave paalleverancier en conform de huidige voorschriften. Eén en ander te toetsen door en ter beoordeling van de constructeur.

7.2 Bouwput

Uitvoerende partijen die met hun personeel en materieel in de bouwput moeten werken, stellen eisen aan de bouwput zodat hierin veilig en arbo-technisch verantwoord gewerkt kan worden. Veelal dient de bouwput te worden voorzien van een zandlaag met daarin drainage en afwatering zodanig dat de grondwaterstand minimaal 0.3 m onder werkniveau komt te liggen.

Voor specifieke eisen adviseren we u contact op te nemen met de uw uitvoerende partij.

Bijlage A Berekening negatieve kleeft

Paalbelasting door negatieve kleeft voor een alleenstaande paal volgens NEN 9997-1

Uitgangspunten

Werknummer: 61220523

Gehanteerde sondering: 2

Bij de berekening is uitgegaan van samendrukbare lagen tot -4.00 m t.o.v. N.A.P..

De zakking van de dieper gelegen lagen zijn dusdanig klein dat ze buiten beschouwing kunnen worden gelaten. De bodemopbouw is geschematiseerd in 3 lagen; een toplaag, een samendrukbare laag en een onsamendrukbare laag.

Berekening negatieve kleeft

De representatieve waarde van de maximale paalbelasting door negatieve kleeft voor een alleenstaande paal bedraagt volgens NEN 9997-1, 7.3.2.2(d):

$$\begin{aligned} F_{s,nk;rep} &= O_{s,gem} * (d_1 * K_{0;1;k} * \tan(\delta_{1;k}) * \sigma'_{v;1;k} + d_2 * K_{0;2;k} * \tan(\delta_{2;k}) * \sigma'_{v;2;k}) \\ &= 76 \text{ kN/m}^1\text{-paalomtrek} \end{aligned}$$

waarin:

		in dit geval:
d_1	= dikte toplaag	1.00 m
d_2	= dikte van de samendrukbare laag	6.40 m
$K_{0;1;k} * \tan(\delta_{1;k})$	= produkt van de karakteristieke waarde van de neutrale gronddrukfactor met de tangens van de wrijvingshoek tussen paal en grond voor de toplaag	0.25
$K_{0;2;k} * \tan(\delta_{2;k})$	= idem voor de samendrukbare lagen	0.25
$\sigma'_{v;1;k}$	= karakteristieke waarde van de gemiddelde effectieve korrelspanning in de toplaag	18.5 kN/m ²
$\sigma'_{v;2;k}$	= idem voor de samendrukbare lagen	44.8 kN/m ²
$O_{s,gem}$	= gemiddelde omtrek van de paalschacht	1.00 m

De *rekenwaarde* van de maximale negatieve kleeftbelasting van een alleenstaande paal bedraagt:

$$\begin{aligned} F_{nk;d} &= F_{nk;rep} * Y_{f,nk} \\ &= 76 \text{ kN/m}^1\text{-paalomtrek} \end{aligned}$$

waarin

	in dit geval:
$Y_{f,nk}$	= Partiële belastingsfactor volgens NEN 9997-1, 7.3.2.2(d) 1.0

Bijlage B Berekeningsvoorbeeld paal draagvermogen

BEREKENING DRAAGKRACHT EN LASTZAKKINGSGEDRAG VAN EEN PAAL VOLGENS NEN 9997-1 Versie EC7/januari 2017

Uitgangspunten

Grondonderzoek : Werknummer 61220523; Sondering 6
Reductie qc : Nee
Paaltype : 1 Grondverdringende paal; Beton
Paalpuntniveau : 22.50 m - NAP
Afmeting paalschacht: Ø406 mm
Afmeting paalpunt : Ø465 mm; Deq = 465 mm

Puntweerstand

De maximum puntweerstand bedraagt volgens 7.6.2.3(e):

$$q_{b;max} = \frac{1}{2} * \alpha_p * \beta * s * ((q_{c;I;gem} + q_{c;II;gem}) / 2 + q_{c;III;gem})$$

= 7.94 MPa

waarin: in dit geval:

α_p = Paalklassefactor voor de berekening van de draagkracht van de paalpunt, volgens 7.6.2.3(f). 0.70

β = Factor die de invloed van de paalvoetvorm (figuur 7.i) in rekening brengt, volgens 7.6.2.3(g). 1.00

s = Factor die de invloed van de vorm van de van de paalvoet in rekening brengt, volgens 7.6.2.3(h). 1.0

$q_{c;I;gem}$ = Gemiddelde waarde van de conusweerstand over traject I lopend van paalpuntniveau tot 0.7 à 4.0 * Deq beneden paalpuntniveau, volgens 7.6.2.3(e). 25.7 MPa

$q_{c;II;gem}$ = Gemiddelde minimale waarde van de conusweerstand over traject II lopend van paalpuntniveau tot 0.7 à 4.0 * Deq beneden paalpuntniveau, volgens 7.6.2.3(e). De onderkant van de trajecten I en II ligt in dit geval op 4.0 * Deq beneden het paalpuntniveau. 12.7 MPa

$q_{c;III;gem}$ = Gemiddelde minimale waarde van de conusweerstand over traject III lopend van paalpuntniveau tot 8.0 * Deq boven het paalpuntniveau, volgens 7.6.2.3(e). 3.4 MPa

De maximum puntedraagkracht bedraagt volgens 7.6.2.3(c):

$$R_{b;cal;max} = A_{punt} * q_{b;max} * 1000$$

= **1348 kN**

waarin: in dit geval:

A_{punt} = Oppervlak van de paalpunt 0.1698 m²

Schachtwrijving

De maximum schachtwrijving bedraagt volgens 7.6.2.3(i):

$$q_{s;max;z} = \alpha_s * q_{c;z;a}$$

= 0.0620 MPa

waarin: in dit geval:

α_s = Factor volgens tabel 7.c voor zand en grind en volgens tabel 7.d voor klei, leem en veen, volgens 7.6.2.3(i). 0.0140

$q_{c;z;a}$ = Gemiddelde waarde van de afgesnoten conusweerstand over het traject waarover schachtwrijving wordt berekend, volgens 7.6.2.3(i). 4.4 MPa

De maximum schachtwrijvingskracht bedraagt volgens 7.6.2.3(c):

$$R_{s;cal;max} = O_s * \Delta L;gem * q_{s;max;z} * \Delta L * 1000$$

= **988 kN**

waarin: in dit geval:

$O_s; \Delta L;gem$ = Gemiddelde omtrek van de paalschacht over het traject waarover de schachtwrijving wordt berekend, volgens 7.6.2.3(c). 1.275 m

ΔL = Lengte van het traject waarover de schachtwrijving wordt berekend, volgens 7.6.2.3(c). 12.50 m
In dit geval van 10.00 m - NAP tot 22.50 m - NAP.

$$R_{s;cal;max} / R_{b;cal;max} = 0.73$$

Funderingsadvies 61220523-FA-1A

Student housing Fascinatio Boulevard Capelle a/d IJssel

Draagkracht

De maximum draagkracht bedraagt volgens 7.6.2.3(c):

$$R_{c;cal} = R_{b;cal;max} + R_{s;cal;max} \\ = 2336 \text{ kN}$$

De karakteristieke waarde voor de draagkracht bedraagt volgens 7.6.2.3(5):

$$R_{c;k} = R_{c;cal} / \xi_3 \\ = 1681 \text{ kN}$$

waarin: in dit geval:
 ξ_3, ξ_4 = Correlatiefactor voor de bepaling van karakteristieke waarden uit sonderingen voor een niet stijf bouwwerk, volgens tabel A.10.a. 1.390

Opmerking:

Het paalpuntniveau wordt per sondering bepaald $\rightarrow n = 1$ en $\xi_3 = \xi_4$.

De rekenwaarde voor de maximale draagkracht bedraagt volgens 7.6.2.3(3 en 4):

$$R_{c;d} = R_{b;k} / \gamma_b + R_{s;k} / \gamma_s = R_{c;k} / \gamma_t \\ = \underline{1400 \text{ kN}}$$

waarin: in dit geval:
 γ_t = Totale/gecombineerde partiële weerstandsfactor 1.20
voor op druk belaste palen, volgens A.3.3.2.
Voor geheide palen volgens tabel A.6 combinatie R3c.
Voor geboorde palen volgens tabel A.7 combinatie R3c.
Voor schroefpalen type avegaar volgens tabel A.8 combinatie R3c.

De rekenwaarde van de netto draagkracht bedraagt:

$$R_{c;net;d} = R_{c;d} - F_{nk;d} \\ = \underline{1304 \text{ kN}}$$

waarin: in dit geval:
 $F_{nk;d}$ = Rekenwaarde paalbelasting door negatieve kleeft 97 kN

Lastzakkingsrelaties grenstoestand GEO volgens 7.6.4.2(h)

<-----zakking----->			<-----draagkracht GT GEO----->		
sb	sel	s1	Rb	Rs	Ftot;d
mm	mm	mm	kN	kN	kN
0.3	1.2	1.5	35	105	140
0.7	2.3	3.1	77	203	280
1.3	3.5	4.8	128	292	420
2.1	4.7	6.8	188	372	560
3.2	6.0	9.1	259	442	700
4.7	7.2	11.9	339	501	840
7.0	8.5	15.5	429	551	980
10.6	9.8	20.5	528	592	1120
20.2	11.2	31.4	668	592	1260
49.0	12.6	61.6	808	592	1400

waarin:
sb = Zakking paalpunt als gevolg van $F_{tot;d}$, volgens 7.6.4.2(i).
sel = Elastische verkorting van de paalschacht als gevolg van de gemiddelde normaalkracht in de paal bepaald uit $F_{tot;d}$, volgens 7.6.4.2(j).
s1 = sb + sel, volgens 7.6.4.2(h).
Rb = Kracht op de paalpunt, volgens figuur 7.n.
Rs = Schuifkracht op de paalschacht, volgens figuur 7.o.
 $F_{tot;d}$ = Rekenwaarde paalbelasting inclusief negatieve kleeft ($R_b + R_s$)

Grenstoestand GEO:

Rekenwaarde maximum draagkracht	$R_{c;d} = 1400 \text{ kN}$
Rekenwaarde paalbelasting door negatieve kleeft	$F_{nk;d} = 97 \text{ kN}$
Rekenwaarde netto draagkracht	$R_{c;net;d} = 1304 \text{ kN}$
Rekenwaarde belasting op de paalkop exclusief $F_{nk;d}$	$F_d = 1304 \text{ kN}$
Rekenwaarde paalbelasting, inclusief $F_{nk;d}$ (afgeleid)	$F_{tot;d} = 1400 \text{ kN}$
Zakking paalkop als gevolg van $F_{tot;d}$	$s_1 = 61.6 \text{ mm}$
Rekenwaarde veerstijfheid paalkop*	$k_1;d = k_1;kar / 1.3$ $= 55.2 \text{ kN/mm}$

Indien F_d tot 1304 kN beperkt blijft wordt aan zowel grenstoestand STR als aan grenstoestand GEO voldaan.

Funderingsadvies 61220523-FA-1A

Student housing Fascinatio Boulevard Capelle a/d IJssel

Lastzakingsrelaties BGT volgens 7.6.4.2(h)

<-----zakking----->			<-----draagkracht BGT----->		
sb	sel	s1	Rb	Rs	Ftot;rep
mm	mm	mm	kN	kN	kN
0.3	1.4	1.7	42	126	168
0.7	2.8	3.5	93	243	336
1.3	4.2	5.5	154	351	504
2.1	5.7	7.8	226	446	672
3.2	7.2	10.3	310	530	840
4.7	8.7	13.4	407	601	1008
7.0	10.2	17.2	515	662	1176
10.6	11.8	22.4	634	711	1344
20.2	13.5	33.7	802	711	1512
49.0	15.2	64.2	970	711	1681

waarin:

sb = Zakking paalpunt als gevolg van Ftot;rep, volgens 7.6.4.2(i).
 sel = Elastische verkorting van de paalschacht als gevolg van de gemiddelde normaalkracht in de paal bepaald uit Ftot;rep, volgens 7.6.4.2(j).
 s1 = sb + sel, volgens 7.6.4.2(h).
 Rb = Kracht op de paalpunt, volgens figuur 7.n.
 Rs = Schuifkracht op de paalschacht, volgens figuur 7.o.
 Ftot;rep = Representatieve waarde paalbelasting inclusief negatieve kleef (Rb + Rs)

BGT:

Karakteristieke waarde maximum draagkracht Rc;k = 1681 kN
 Rekenwaarde belasting op de paalkop, als bij GT GEO Fd = 1304 kN
 Gemiddelde belastingsfactor ygem = 1.30
 Representatieve waarde belasting op de paalkop Frep = 1003 kN
 exclusief Fn;rep
 Representatieve waarde paalbelasting door Fn;rep = 97 kN
 negatieve kleef
 Representatieve waarde paalbelasting inclusief Ftot;rep = 1100 kN
 Fn;rep (afgeleid)
 Zakking paalkop als gevolg van Ftot;rep s1 = 15.3 mm
 Karakteristieke waarde veerstijfheid paalkop* k1;kar = Ftot;rep / s1
 = 71.7 kN/mm

*)

De veerstijfheden voor de paalkop zijn berekend voor een alleenstaande paal met statische belastingen.

Bij paalgroepen en/of niet statische belastingen moet een reductie worden toegepast.

Bijlage C Grondonderzoek rapport nr 61220523

Funderingsadvies 61220523-FA-1A
Student housing Fascinatio Boulevard Capelle a/d IJssel

Rapportage

Geotechnisch Bodemonderzoek

Project : Capelle aan de IJssel, Fascinatio Boulev
Student housing

Opdrachtnummer : 61220523

Opdrachtgever : Rotterdamse Ontwikkelings Maatschappij
Nijverheidstraat 40
2901 AR Capelle a/d IJssel

datum	deel rapport	omschrijving
28-3-2022	GB-1	-

Deze rapportage betreft het door IJB Geotechniek uitgevoerde geotechnische bodemonderzoek conform NEN-EN-ISO 22476-1 en ons kwaliteitssysteem ISO 9001.

Achtereenvolgens treft u aan:

- Toelichting op het sonderen en de specificatie van de gebruikte apparatuur
- Inmeetgegevens van de onderzoekspunten
- Eventueel foto's van de onderzoekslocatie
- Meetresultaten
- Situatietekening

IJB totaalconcept:

Het uitvoeren van geotechnisch onderzoek is slechts één onderdeel van het IJB totaalconcept.

Na opstellen van een funderingsadvies kan binnen het totaalconcept ook de productie, levering en installatie van palen voor u worden verzorgd. Het berekenen, produceren en leggen van prefab funderingsbalken maken uw fundering compleet.

Op onze website www.ijbgroep.nl kunt u meer informatie vinden over producten en/of diensten van ons bedrijf.

Bijzonderheden tijdens de uitvoering:

-

Sonderingen zijn uitgevoerd conform NEN-EN-ISO-22476-1 en ons ISO 9001 kwaliteitsstelsel.

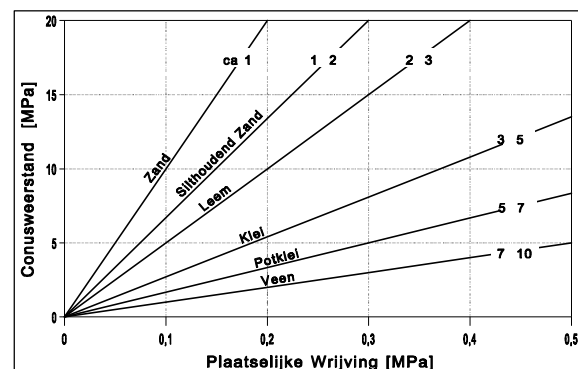
Het uitvoeren van de sonderingen geschiedt met behulp van hoogwaardige apparatuur. Op basis van de gehanteerde meetmethode en ijking van onze apparatuur kunnen al onze sonderingen ingedeeld worden in toepassingsklasse 2. Dit is met de gebruikelijke meetapparatuur in Nederland de hoogst haalbare kwaliteitsklasse. De metingen worden op onze sondeerwagens uitgevoerd met het nieuwe en voor Nederland unieke optocone systeem. Dit wil zeggen dat de data uit de elektrische conus optisch worden doorgezonden naar de meetunit. Eventueel optredende ruis en daardoor meeton nauwkeurigheden welke bij een lange kabel tussen conus en meetunit kunnen optreden worden hierdoor vermeden.

Tijdens het sonderen worden naast conusweerstand, de sondeersnelheid en helling gemeten. Daar waar aangevraagd wordt ook de mantelwrijving gemeten en gepresenteerd.

De sondeergrafieken worden gepresenteerd ten opzichte van N.A.P., tenzij dit niet gewenst of niet mogelijk is. De sondeergrafiek laat de conusweerstand als functie van de diepte zien. Naarmate de grond stijver is, neemt de sondeerwaarde toe. De eenheid is megapascal, 1 MPa is gelijk aan 1 N/mm². Indien de kleefweerstand is gemeten, is deze met een gestippelde lijn in de grafiek van de conusweerstand gepresenteerd. Het wrijvingsgetal is aan de rechterkant van de grafiek gepresenteerd.

Het wrijvingsgetal geeft samen met de conusweerstand, bij metingen onder de grondwaterspiegel, een beeld van de bodemopbouw. In onderstaande tabel en grafiek zijn enkele kenmerkende waarden van het wrijvingsgetal weergegeven. We wijzen erop dat deze waarden indicatief zijn en getoetst dienen te worden aan lokale ervaringen en/of boringen.

Grondsoort	Wrijvingsgetal
Zand	ca. 1
Silthoudend zand	1 á 2
Leem	2 á 3
Klei	3 á 5
Potklei	5 á 7
Veen	7 á 10



2.1 : Specificatie meet apparatuur

werknummer: 61220523

unit(s):

16

tracktruck, 20000 kg, 200 kN drukcapaciteit

sondeermeester(s)

GdR DB

conus nr 181004

calibratiedatum 28-02-22

punt (cm²) 15

fabrikant AP vd Berg

meetbereik: Punt: 100 MPa

Kleef: 0.75 MPa

Watersp: 10 MPa

$\alpha=20^\circ$

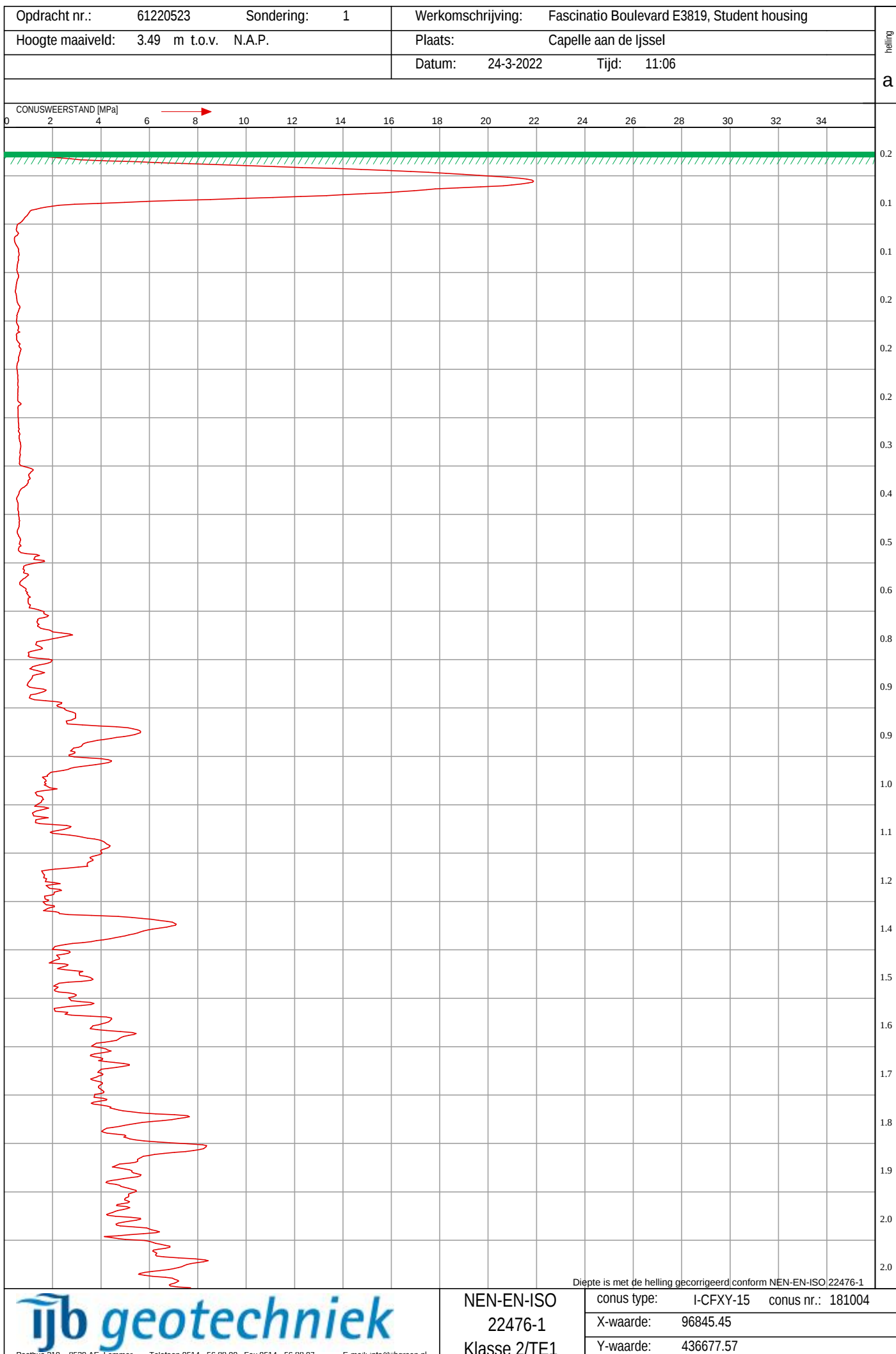
De onderzoekspunten zijn ingemeten met 06 gps apparatuur. De nauwkeurigheid van de meting is in x en y richting maximaal +/- 25 mm en in z richting +/-50 mm. De hoogtemeting van de onderzoekslocaties in het terrein zijn uitgevoerd met als doel de bodemopbouw te refereren aan een vast punt. Gerapporteerde hoogtes zijn niet geschikt voor andere doeleinden dan dit onderzoek.

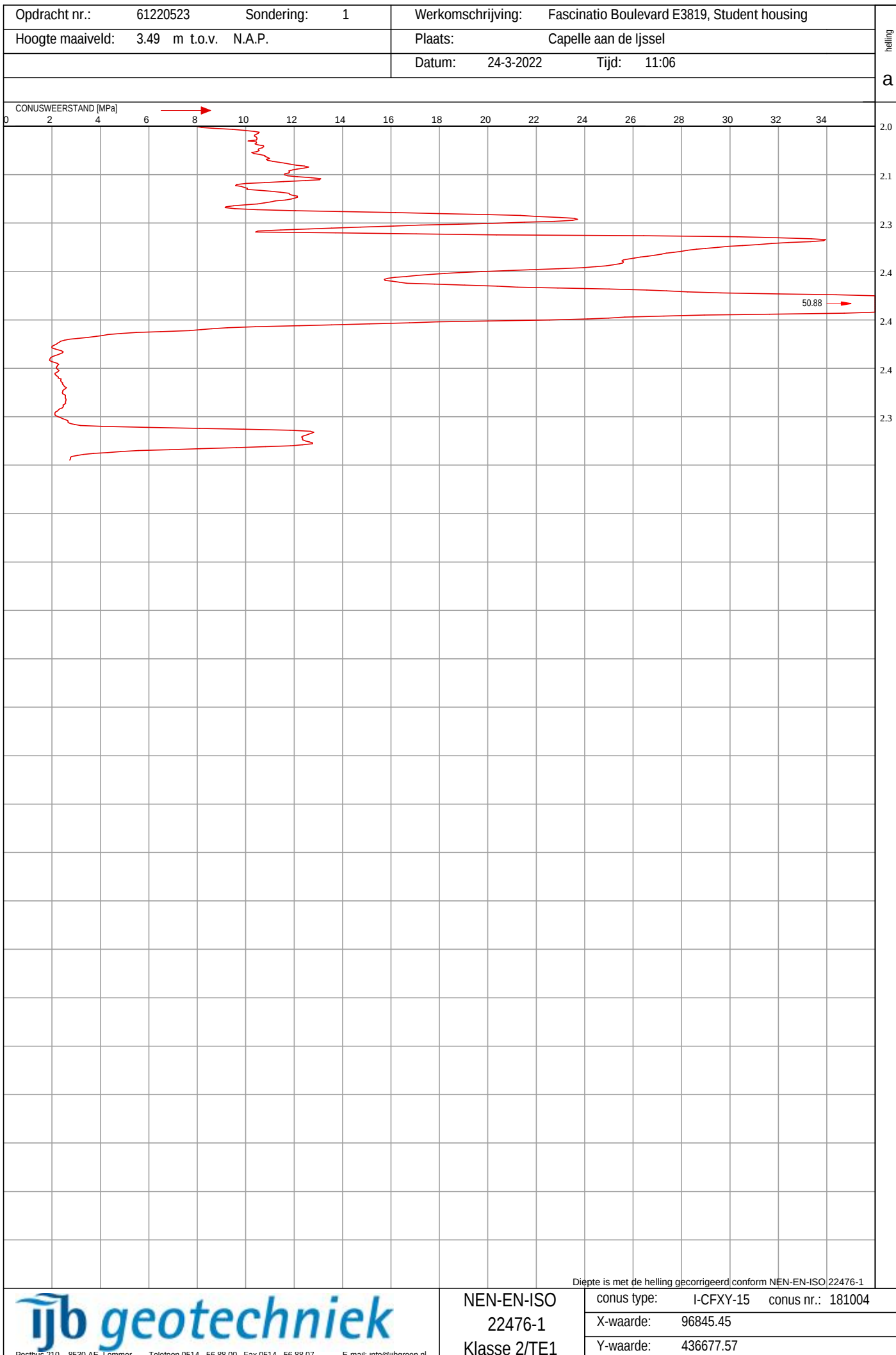
De reden waarom de sondering is beëindigd is in de kolom stopcriteria weergegeven.

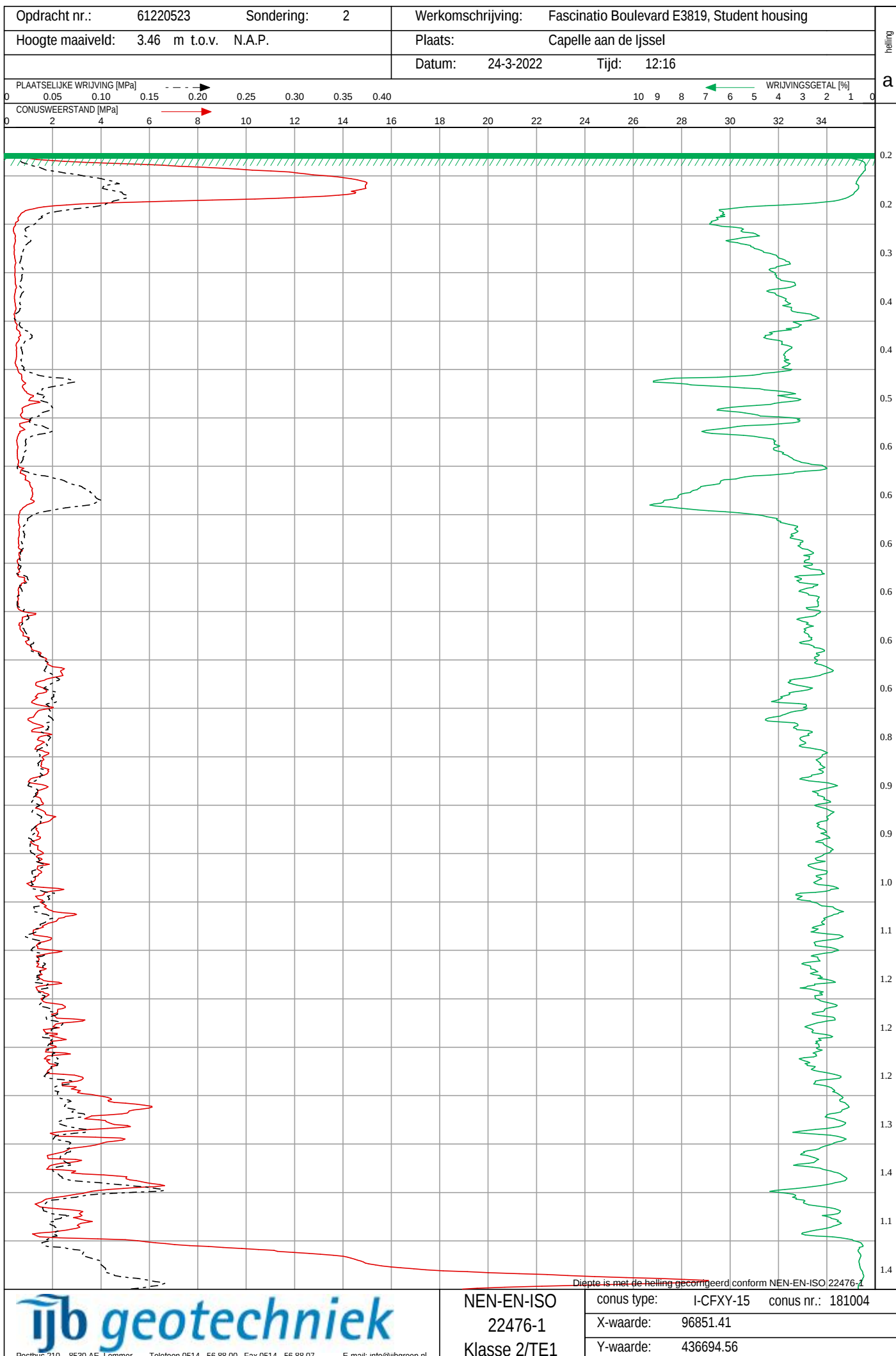
Indien tijdens het veldwerk de grondwaterstand in het sondeergat is bepaald staat deze ook vermeld. De weergegeven diepte is in meters en ten opzichte van N.A.P. Het betreft een indicatie.

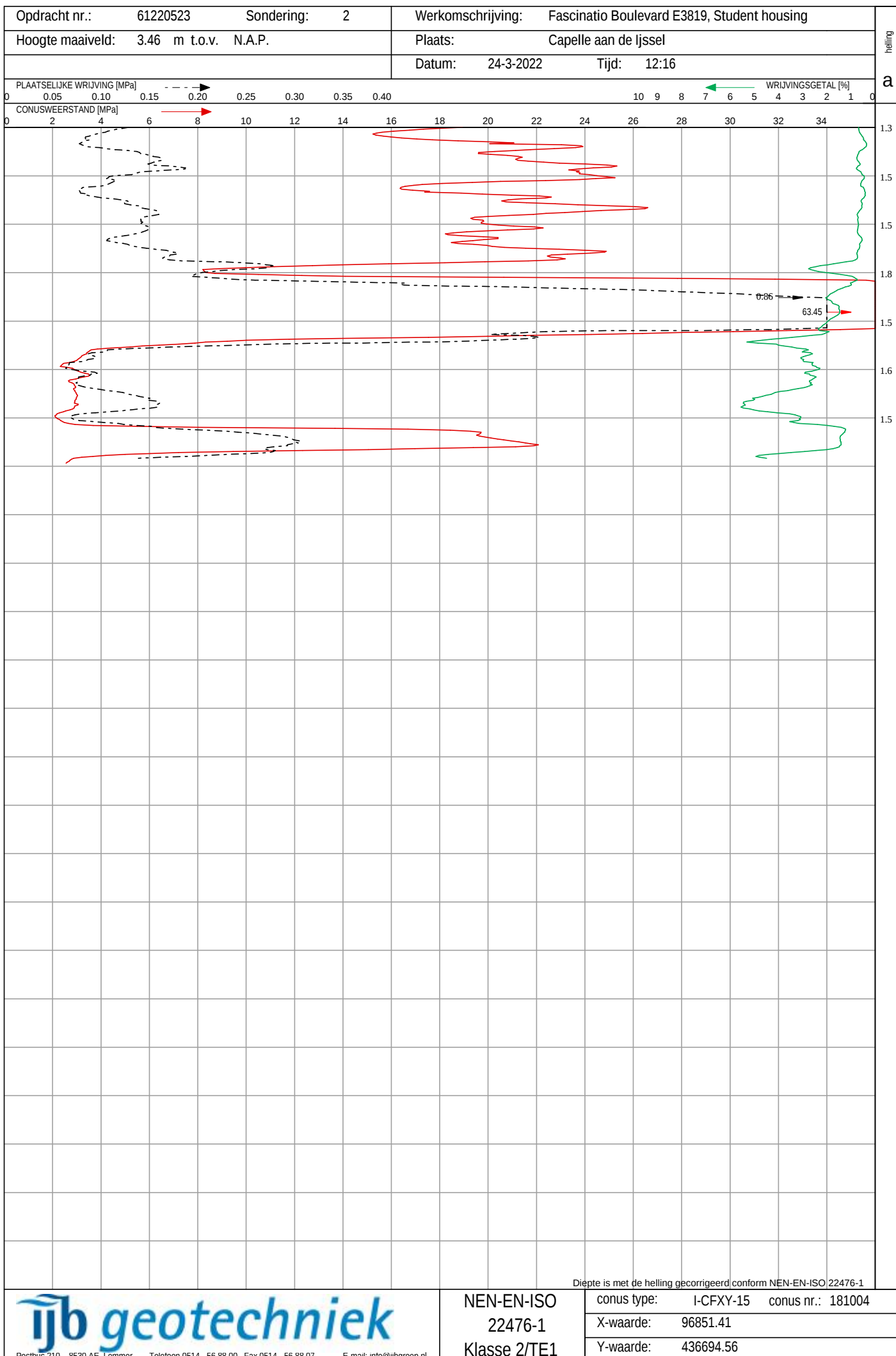
Meetpnt.	X-waarde (m) in RD	Y-waarde (m) in RD	Z-waarde (m) tov NAP	Stopcriteria	Gws (m) tov NAP
1	96845.45	436677.57	3.49	einddiepte bereikt	
2	96851.41	436694.56	3.46	einddiepte bereikt	
3	96857.32	436711.53	3.33	einddiepte bereikt	
4	96874.53	436705.51	3.32	einddiepte bereikt	
5	96868.56	436688.55	3.45	einddiepte bereikt	
6	96862.62	436671.58	3.49	einddiepte bereikt	
7	96879.79	436665.55	3.55	einddiepte bereikt	
8	96885.72	436682.54	3.51	einddiepte bereikt	
9	96891.65	436699.53	3.37	einddiepte bereikt	
10	96906.04	436694.50	3.52	einddiepte bereikt	
11	96904.79	436675.86	3.58	einddiepte bereikt	
12	96894.13	436660.53	3.55	einddiepte bereikt	

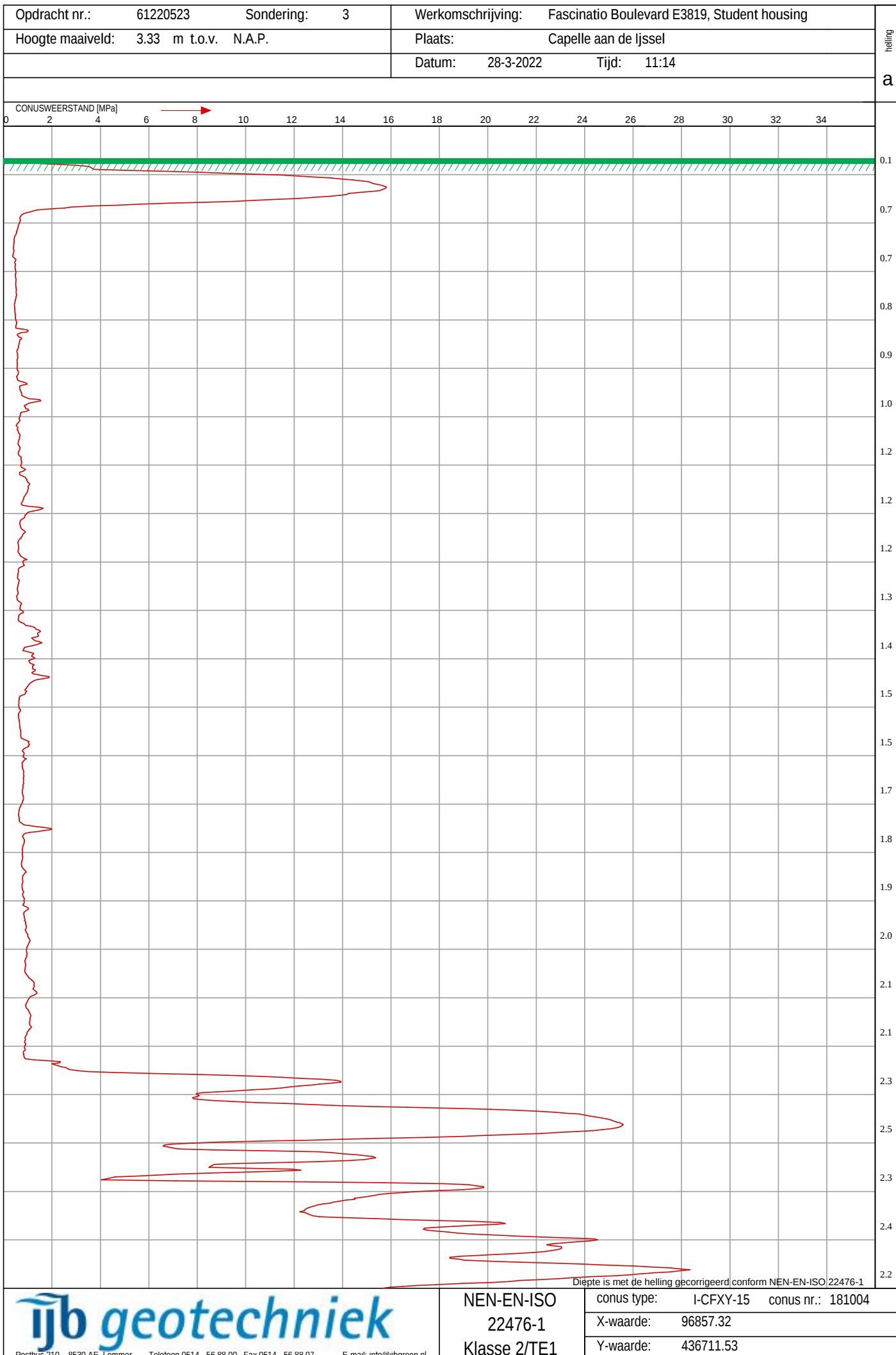


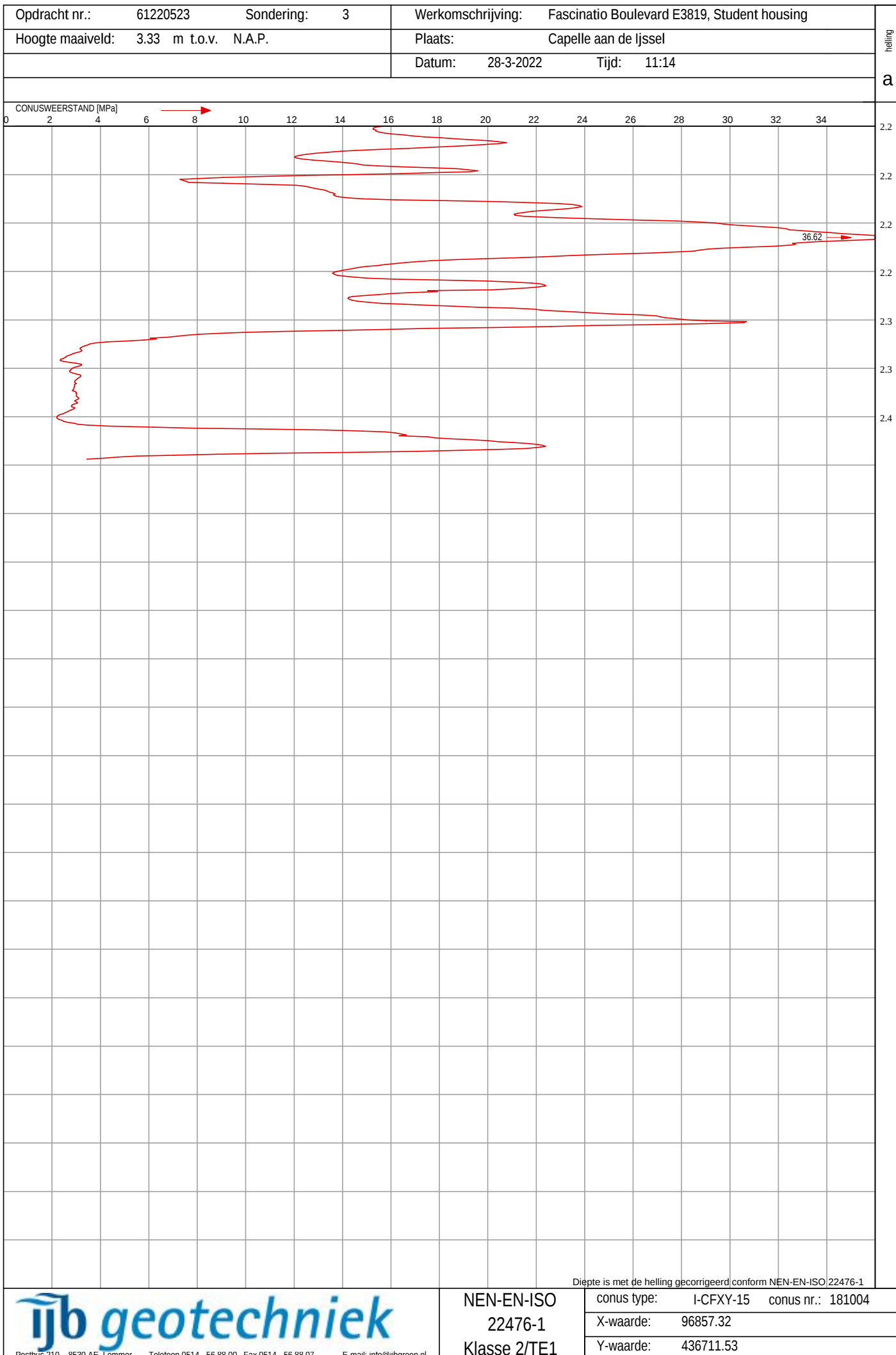


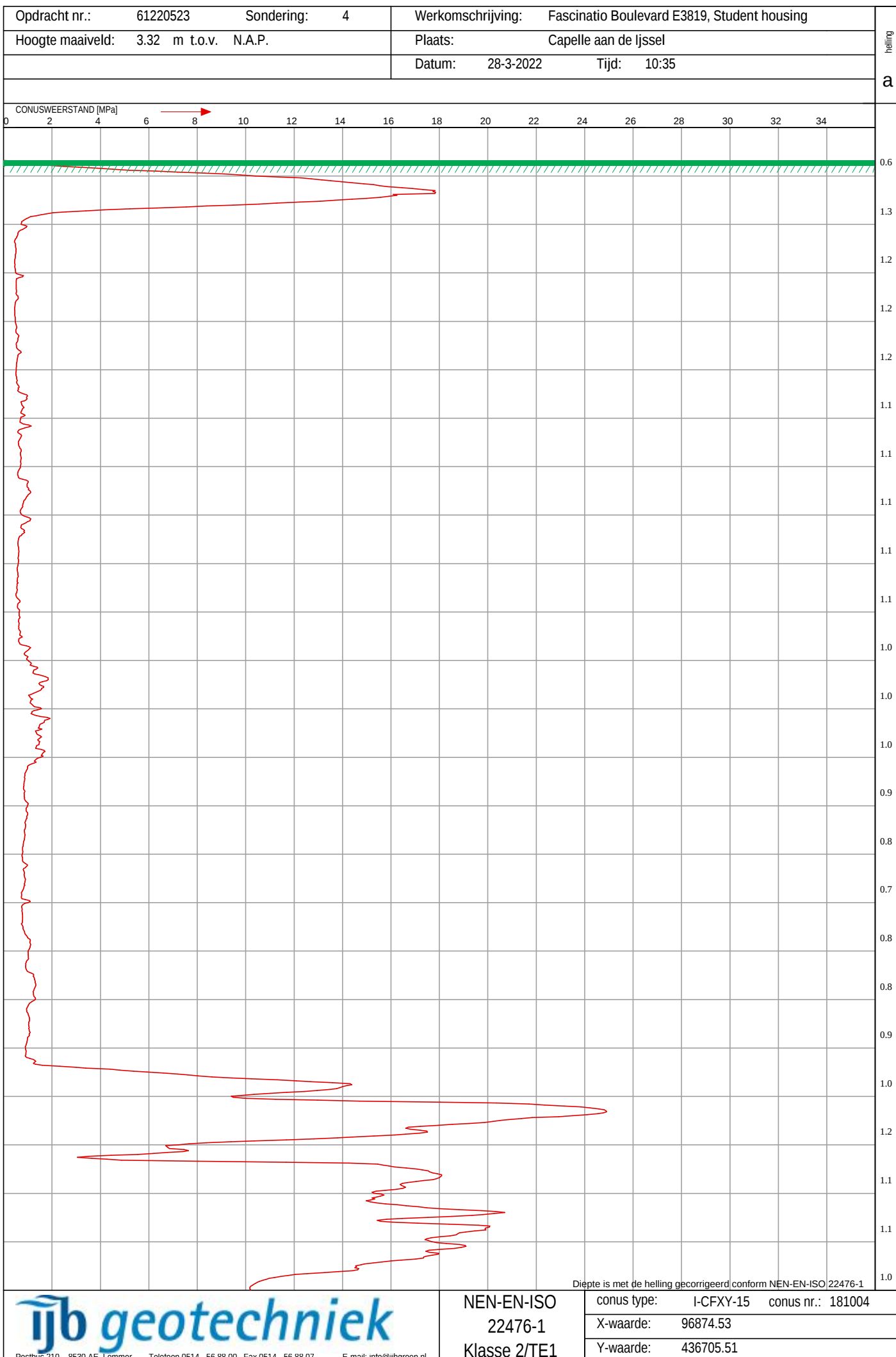


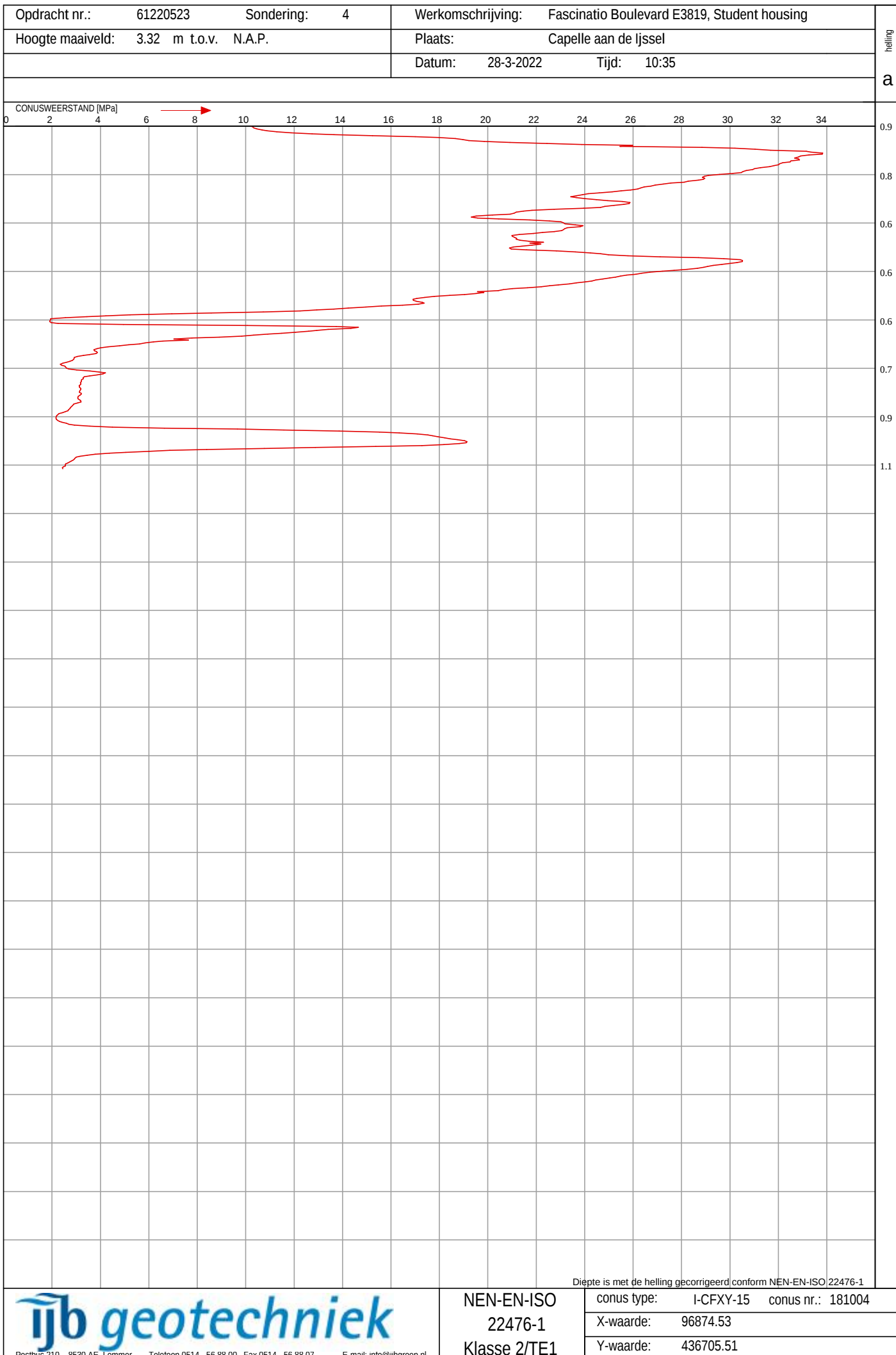


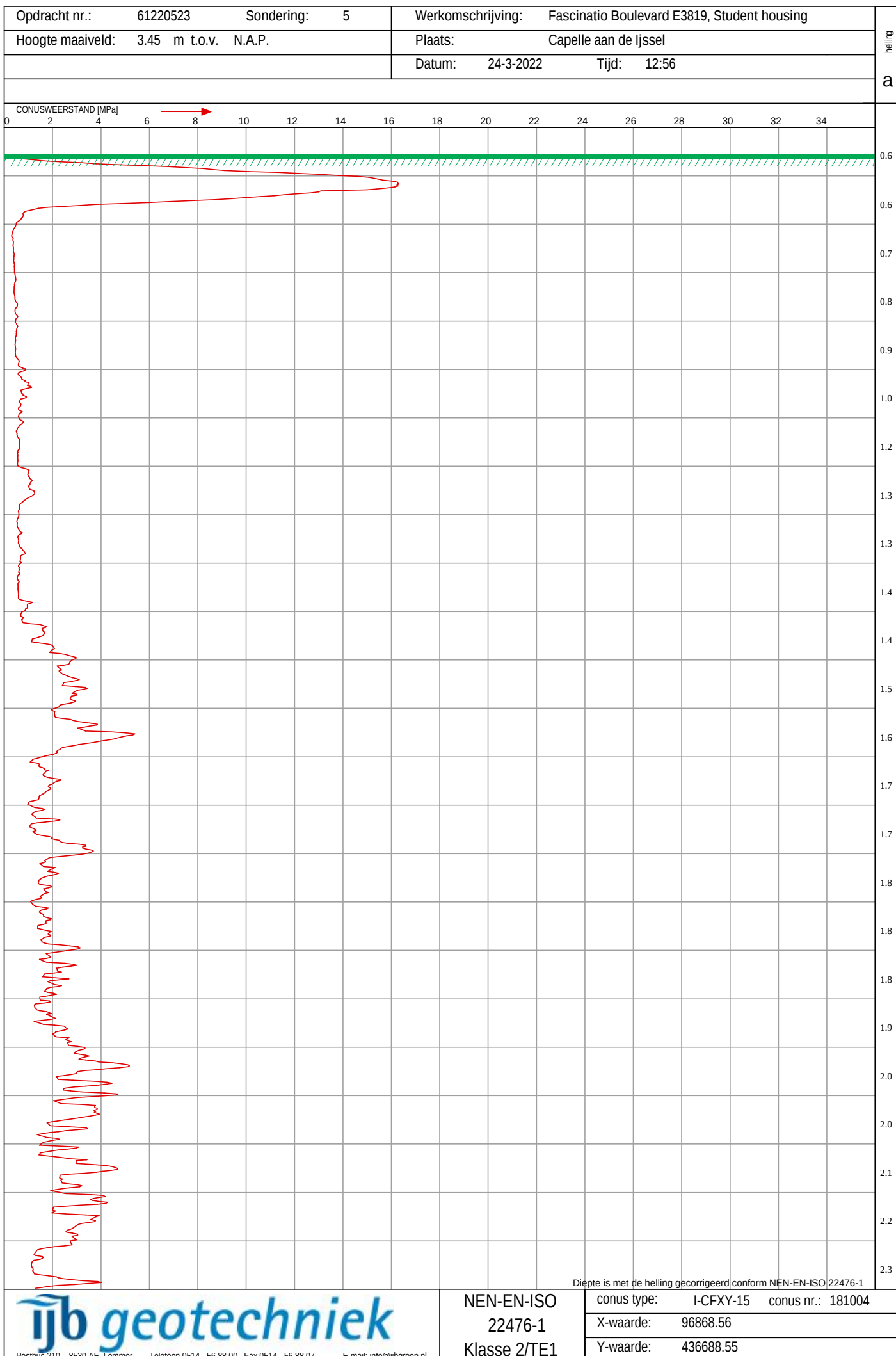


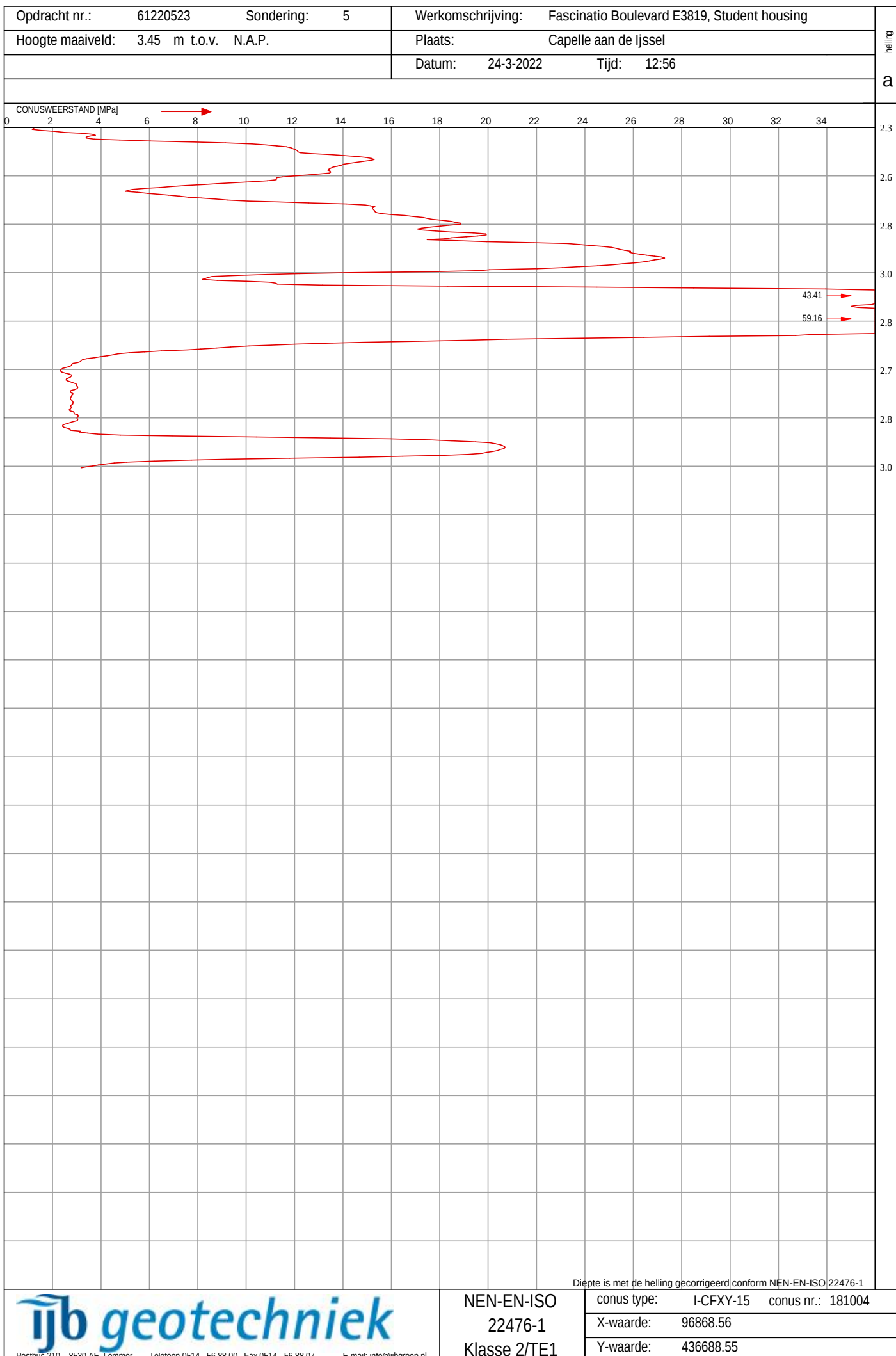


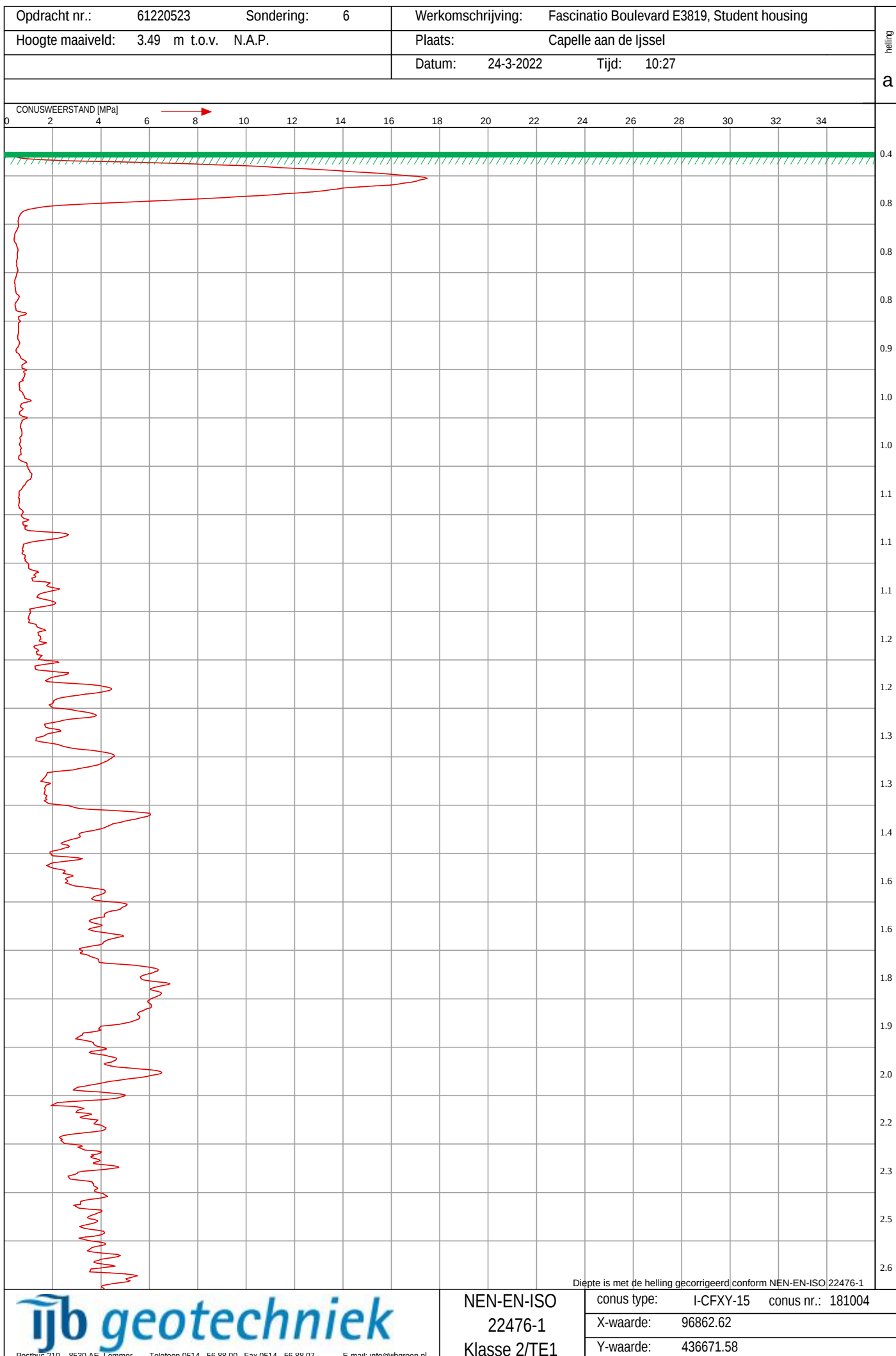


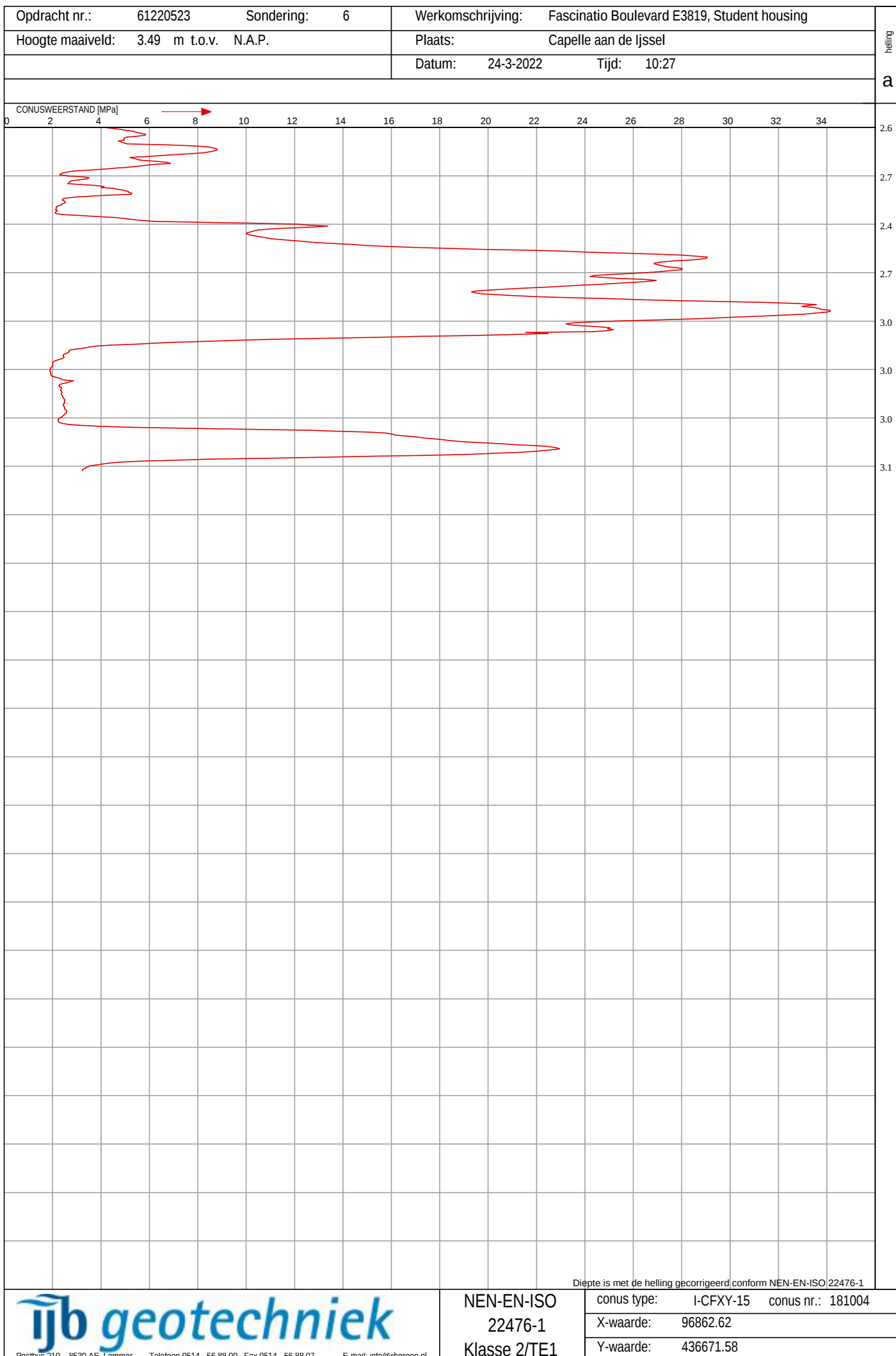


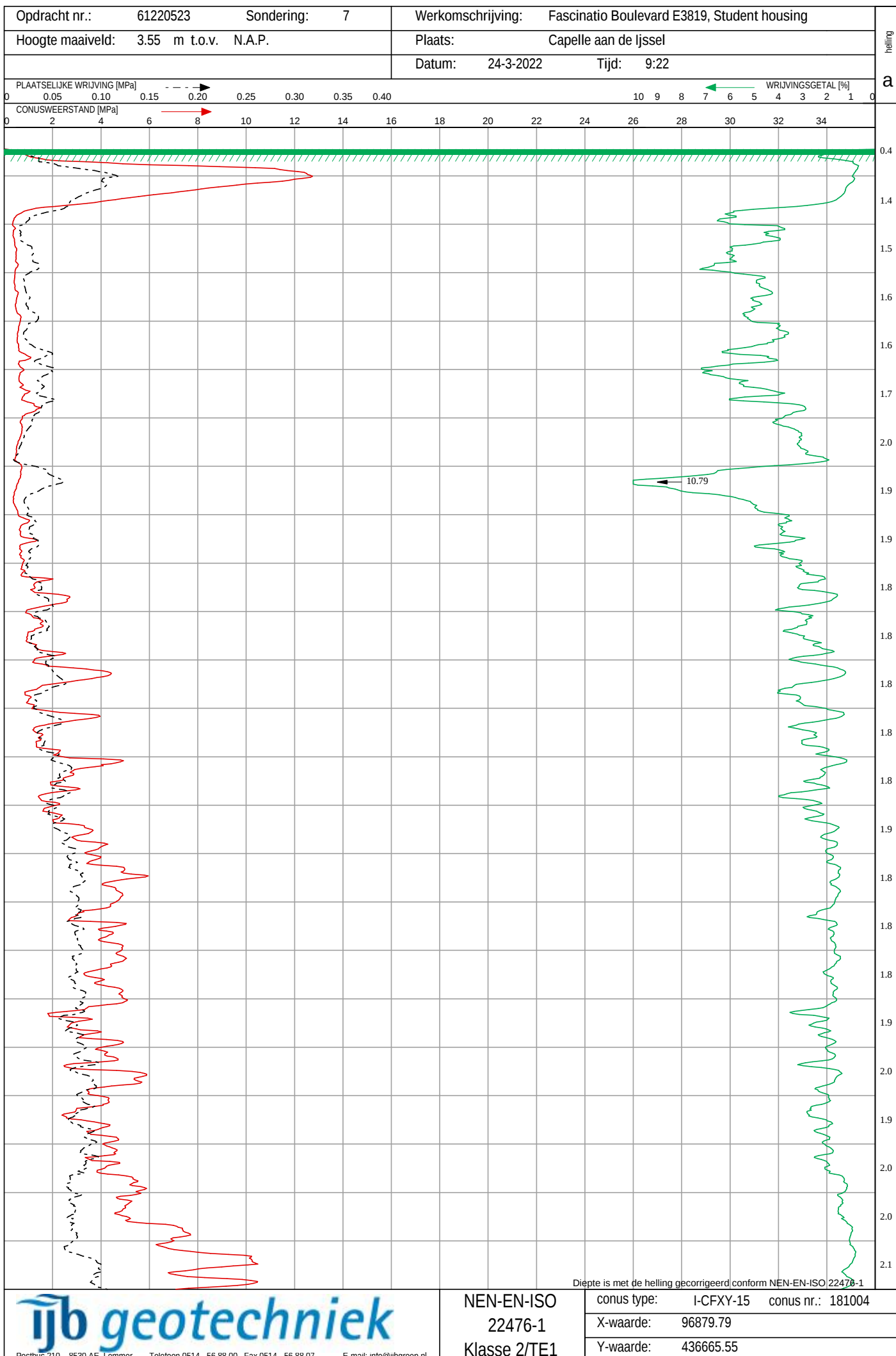


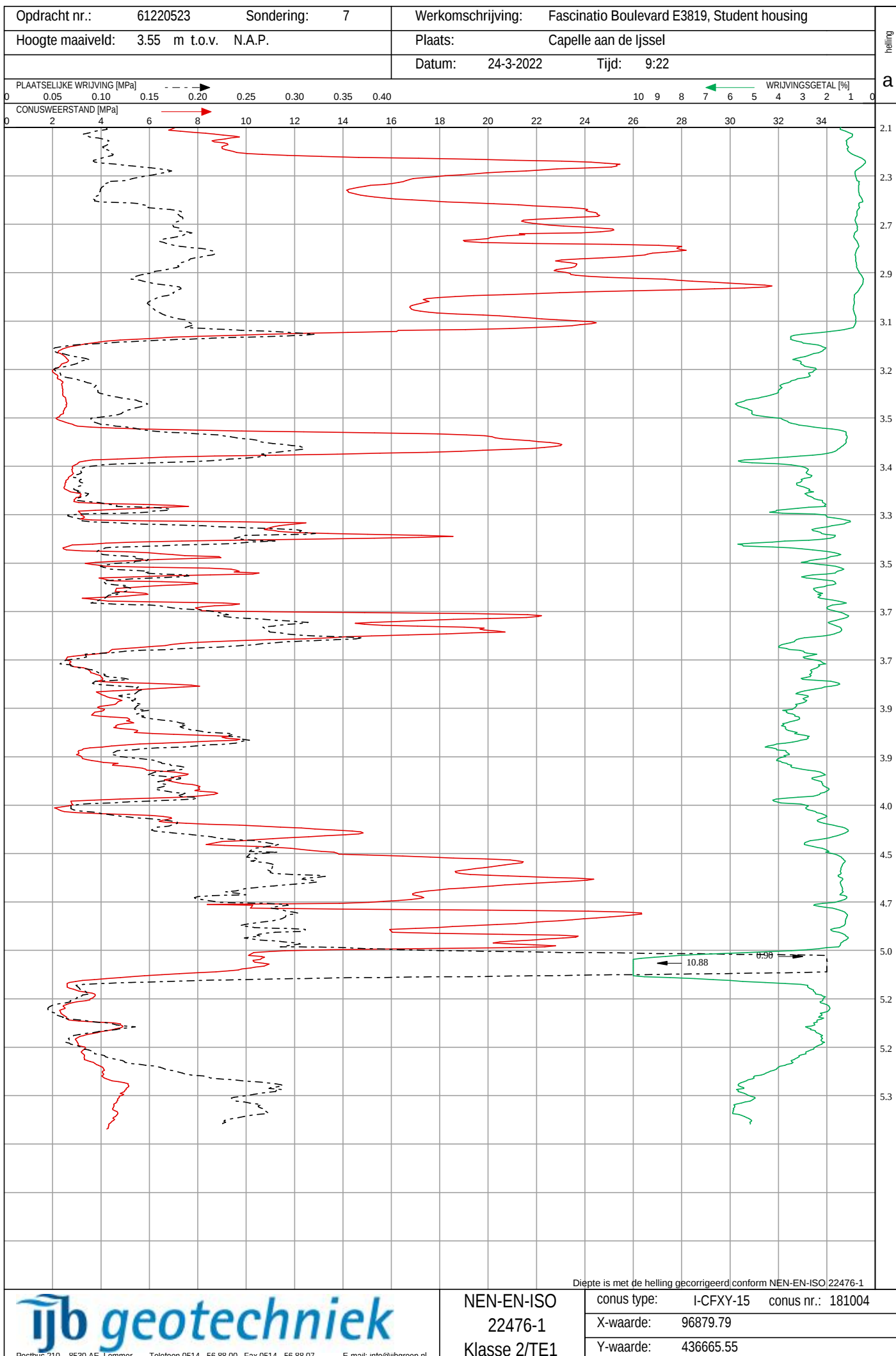


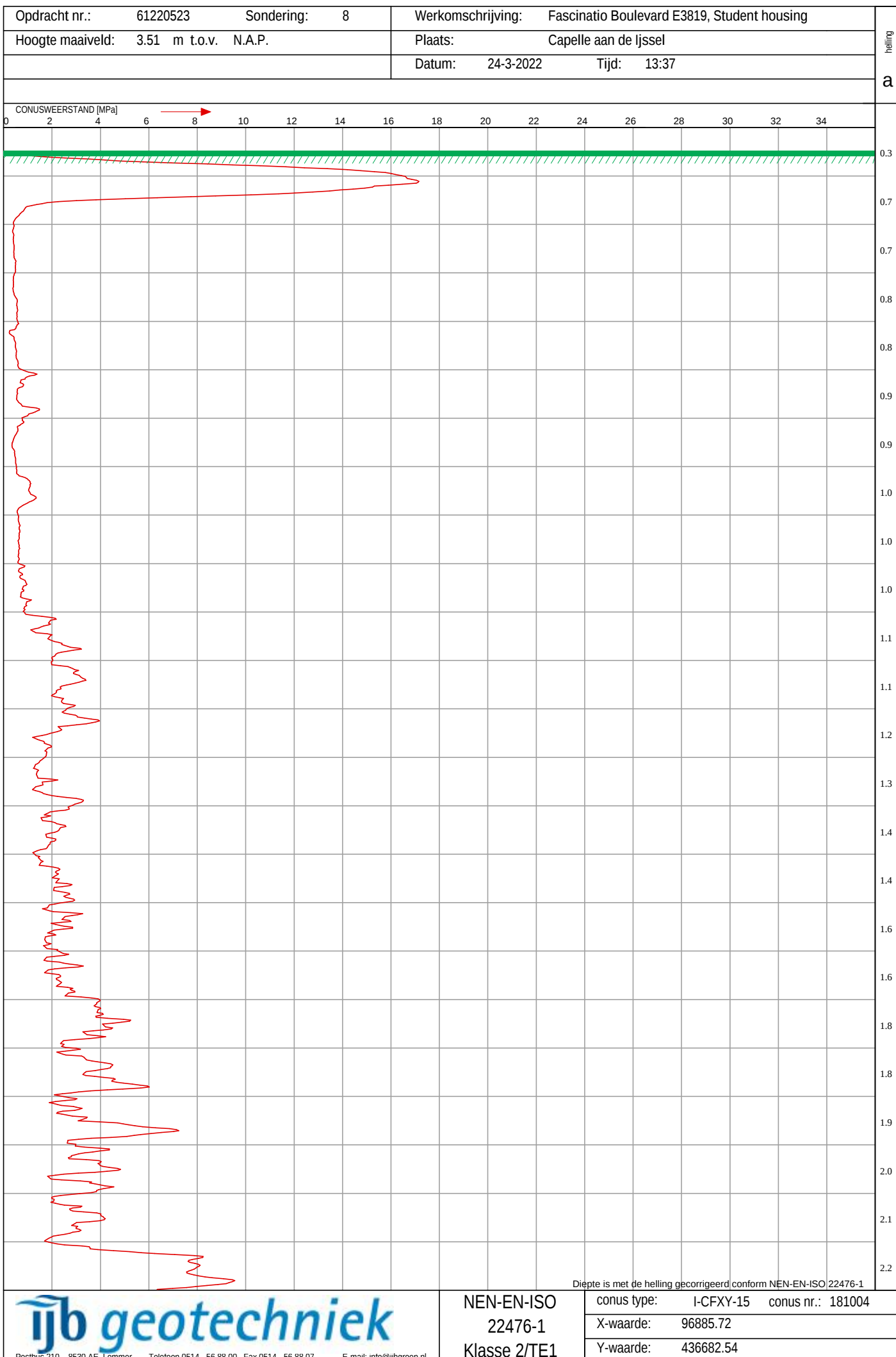


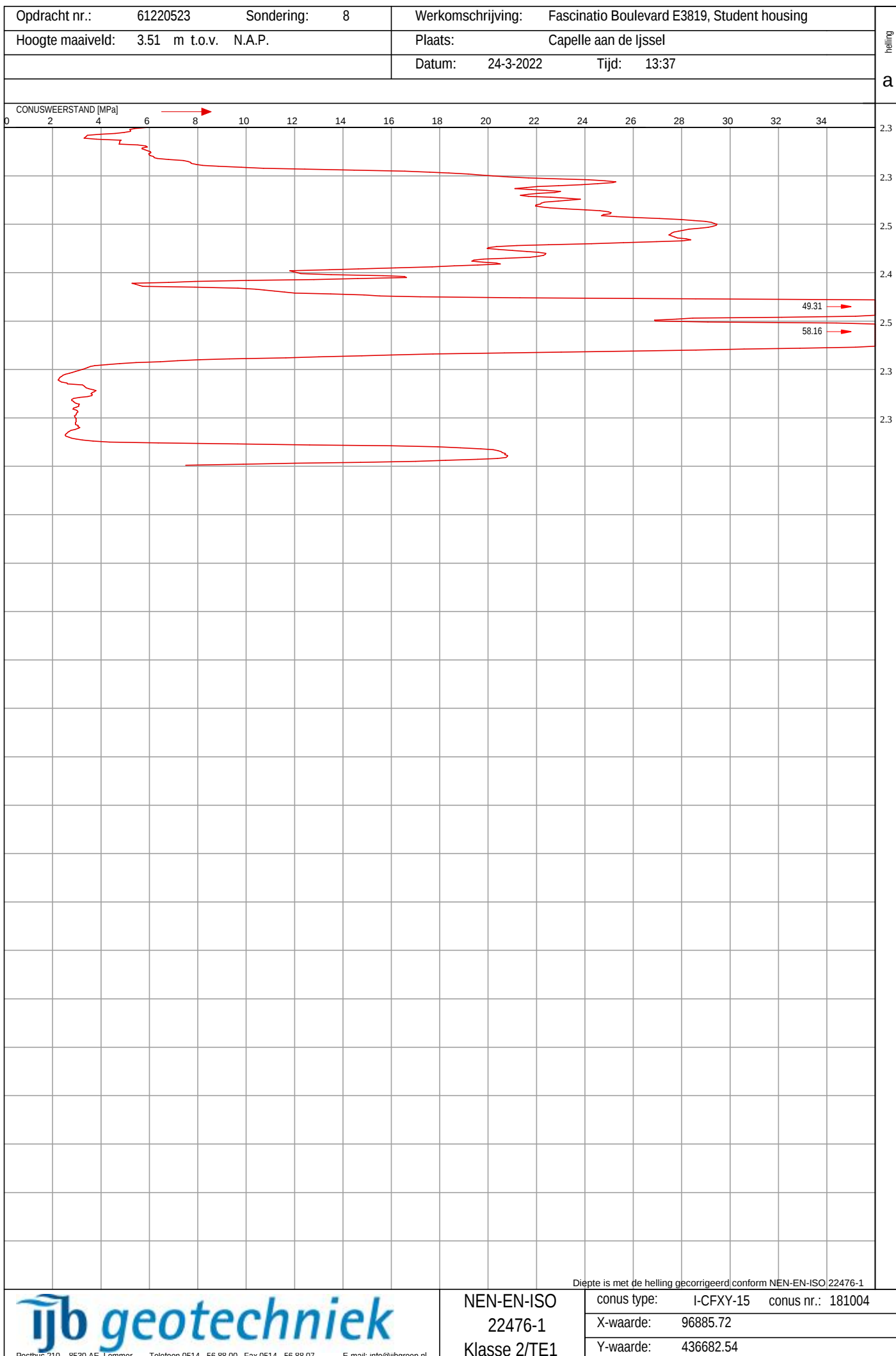


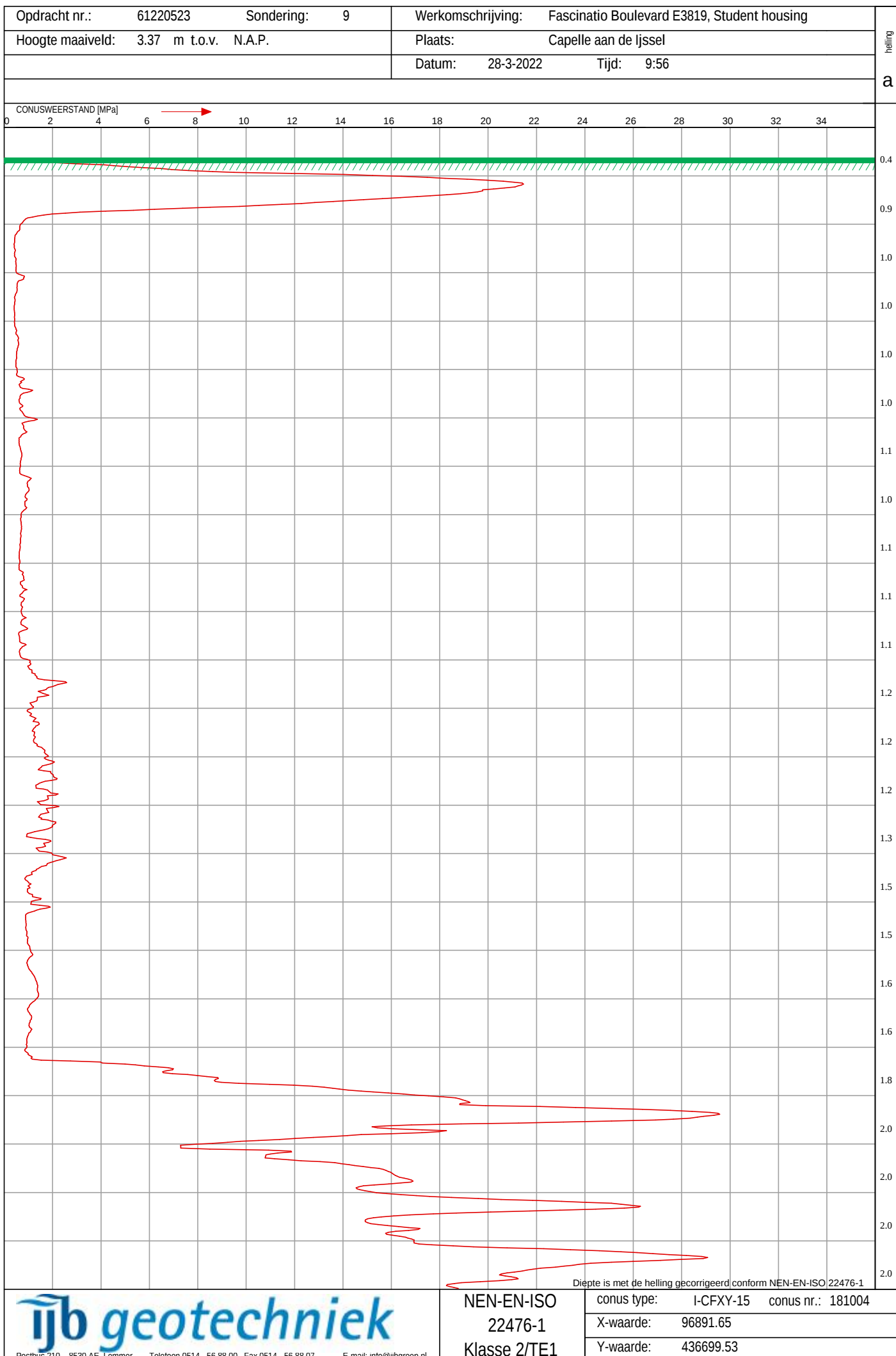


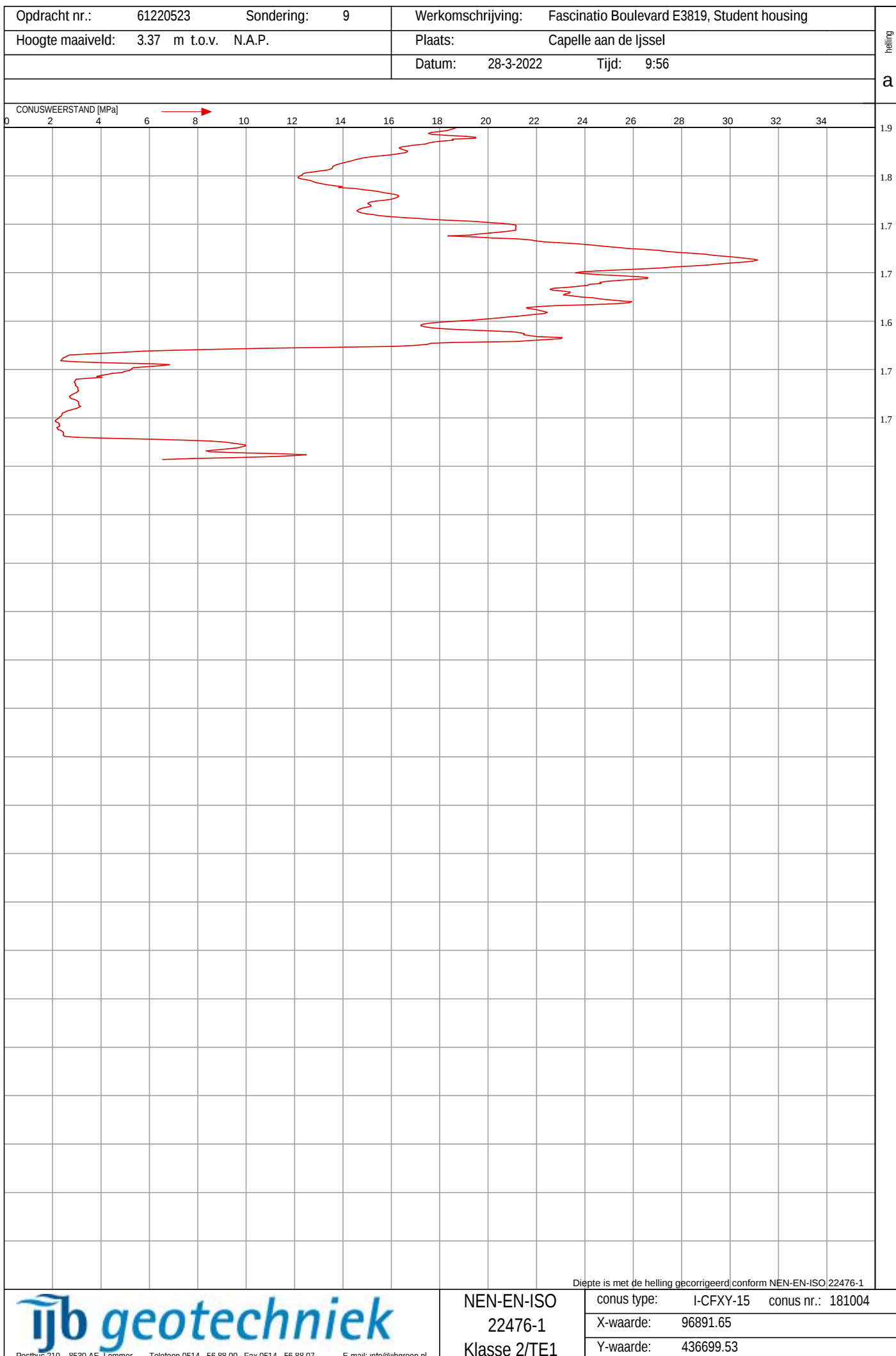


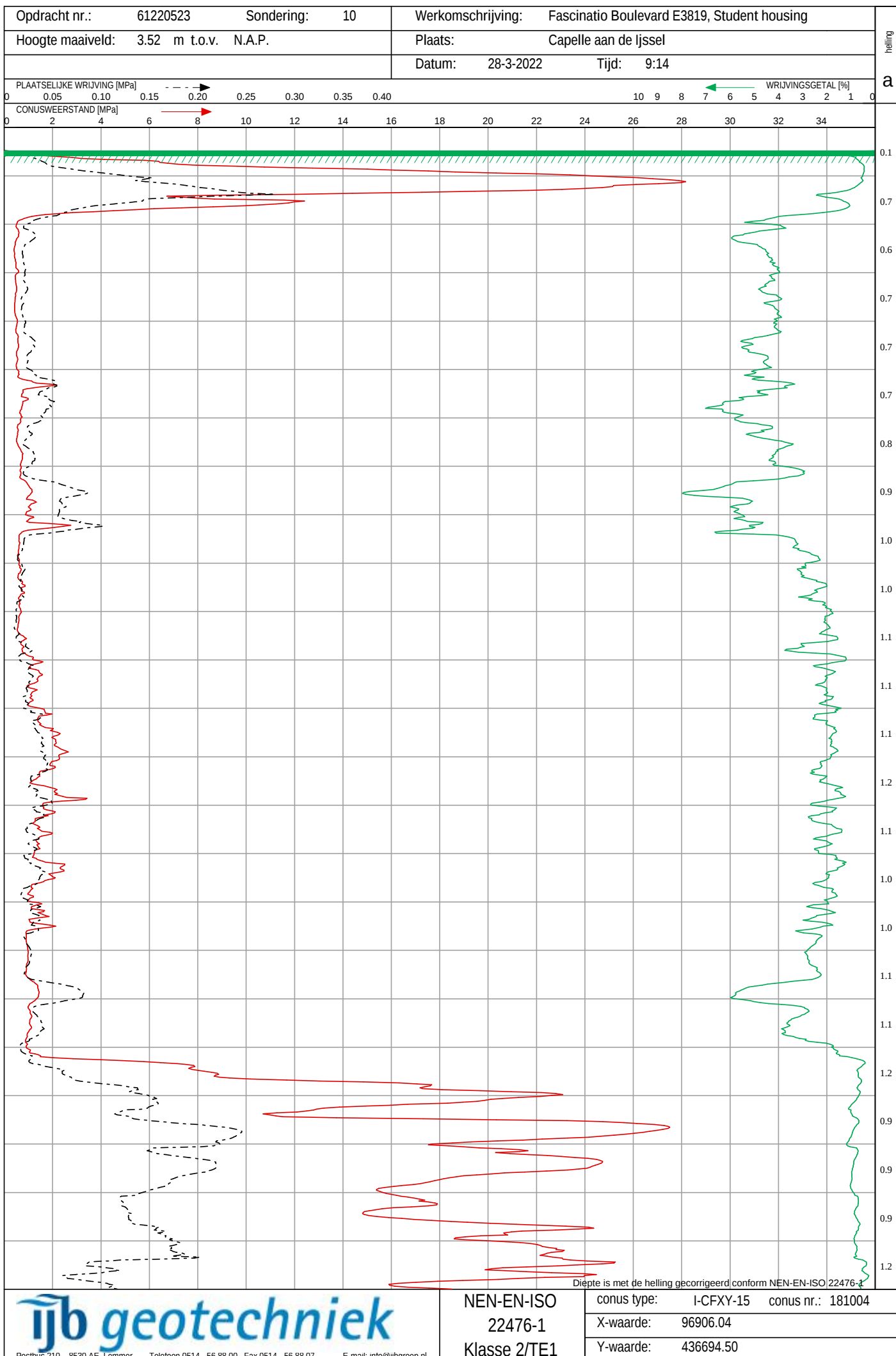


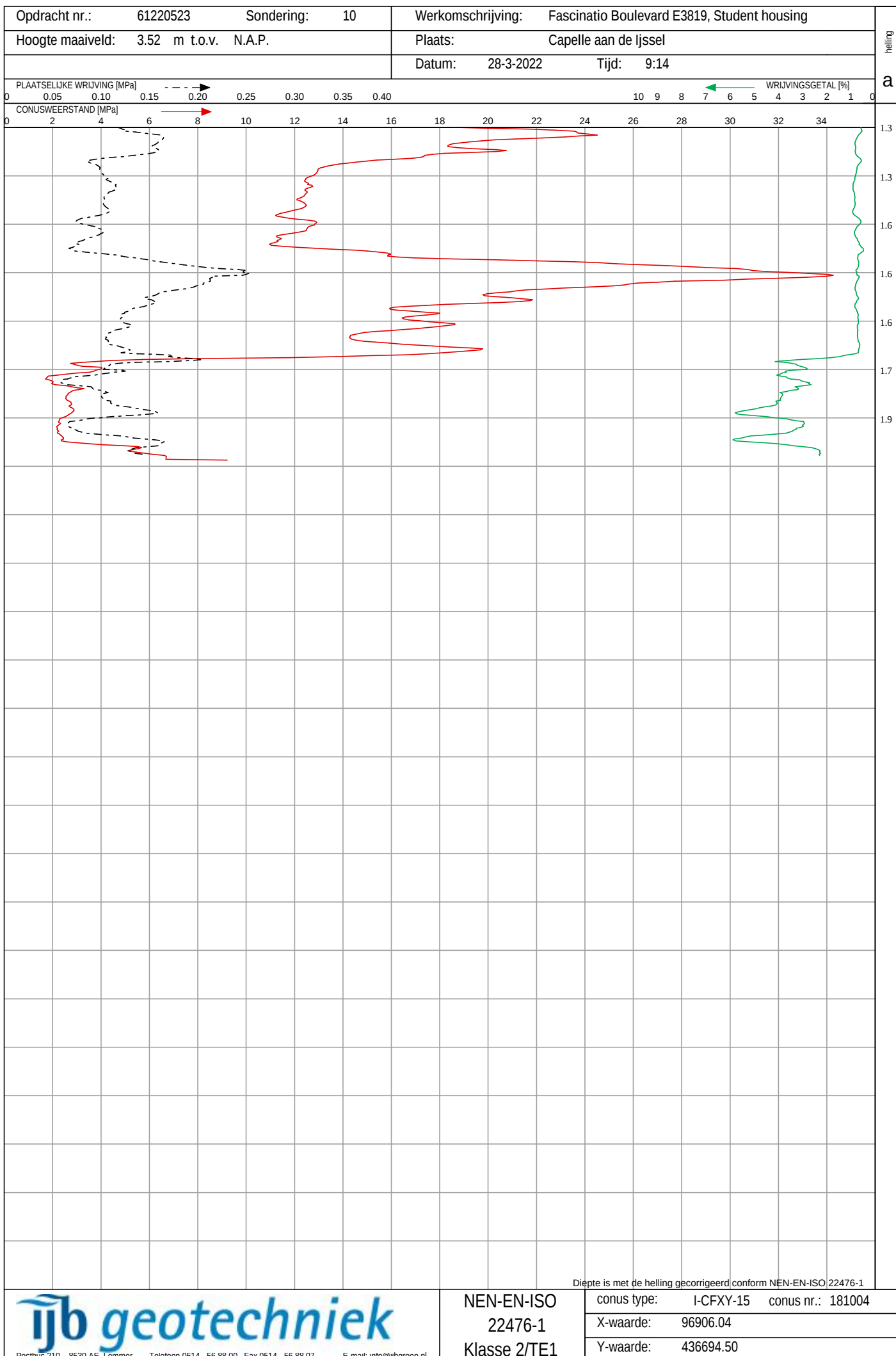


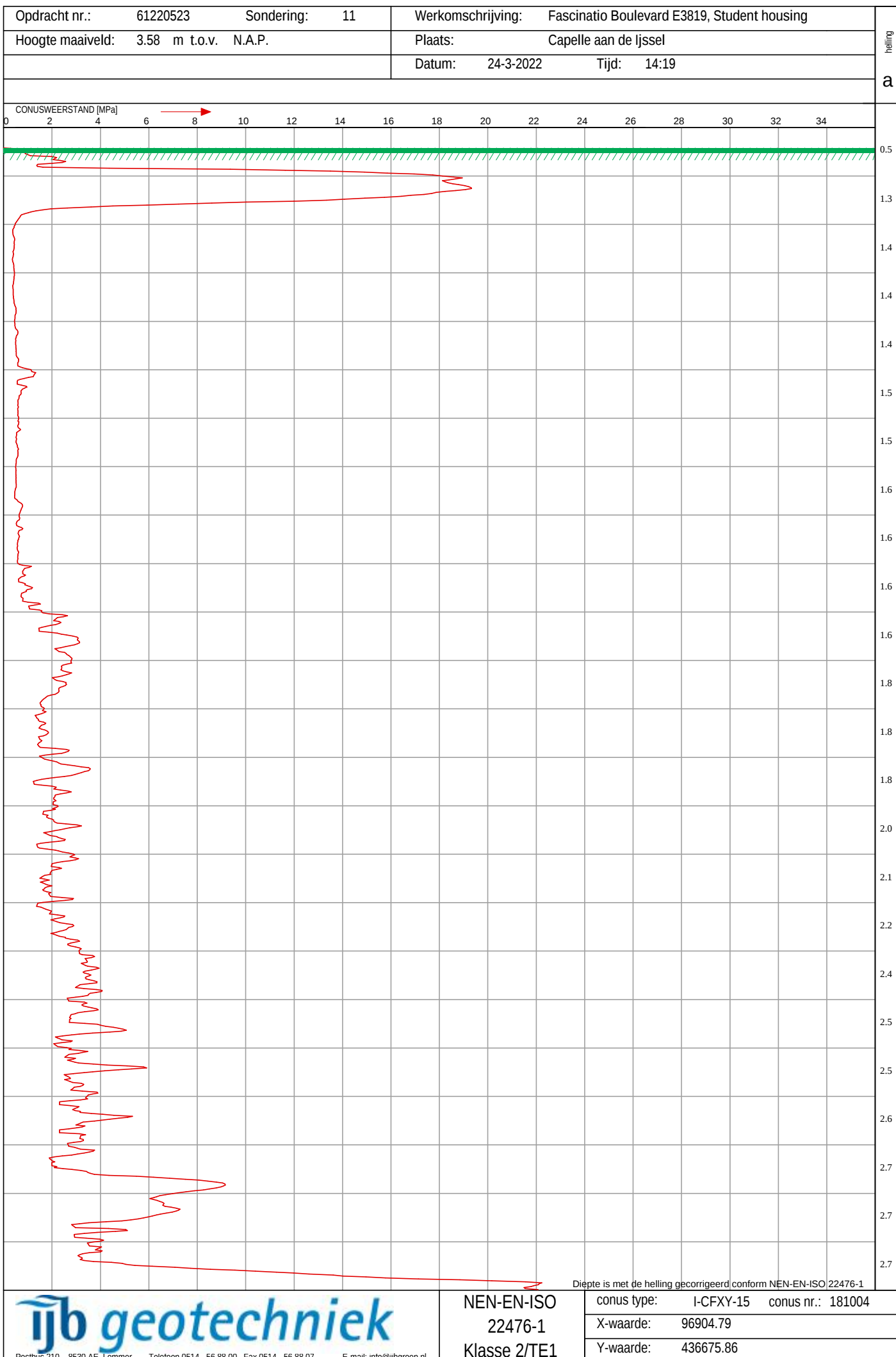


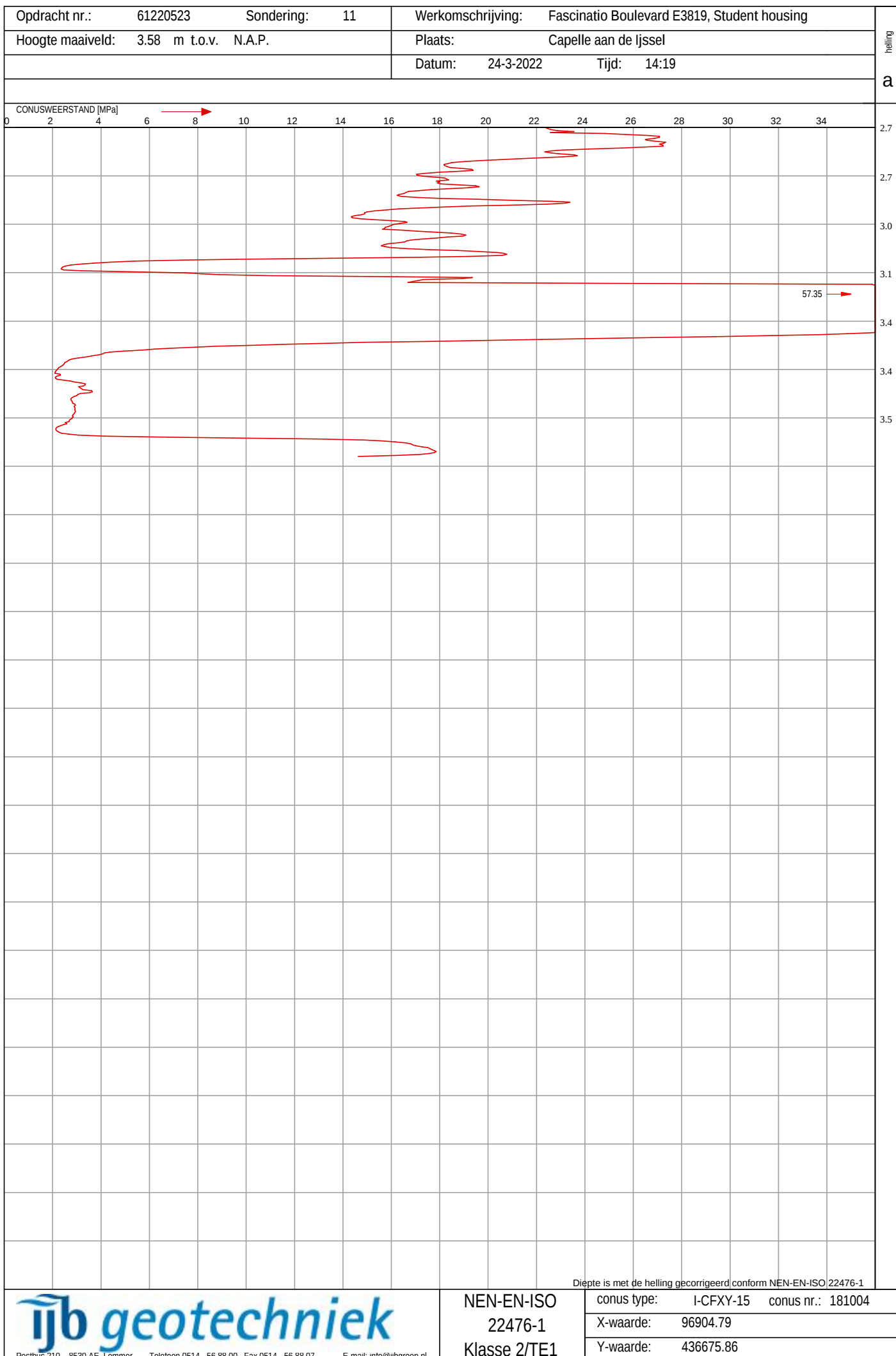


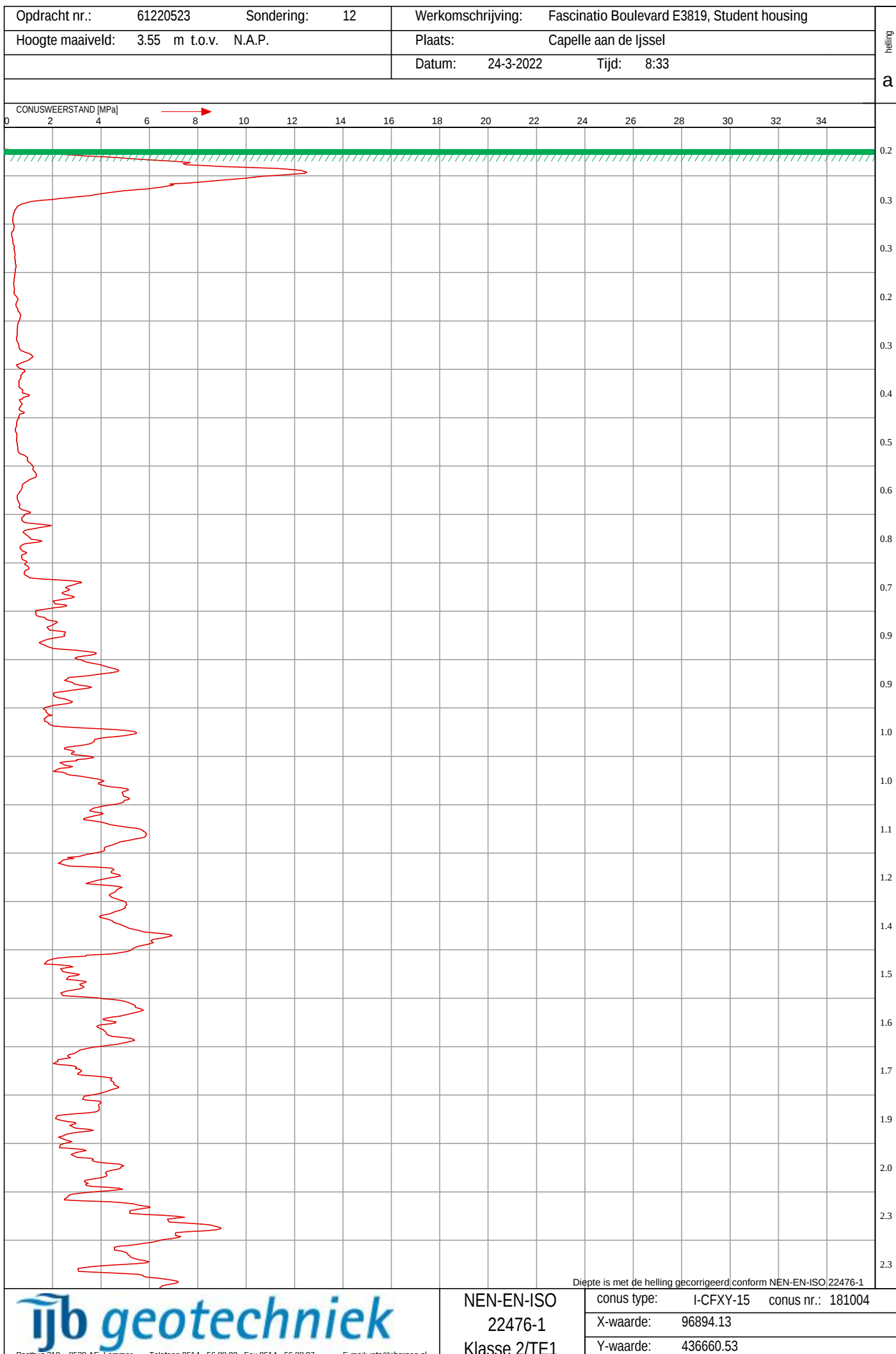


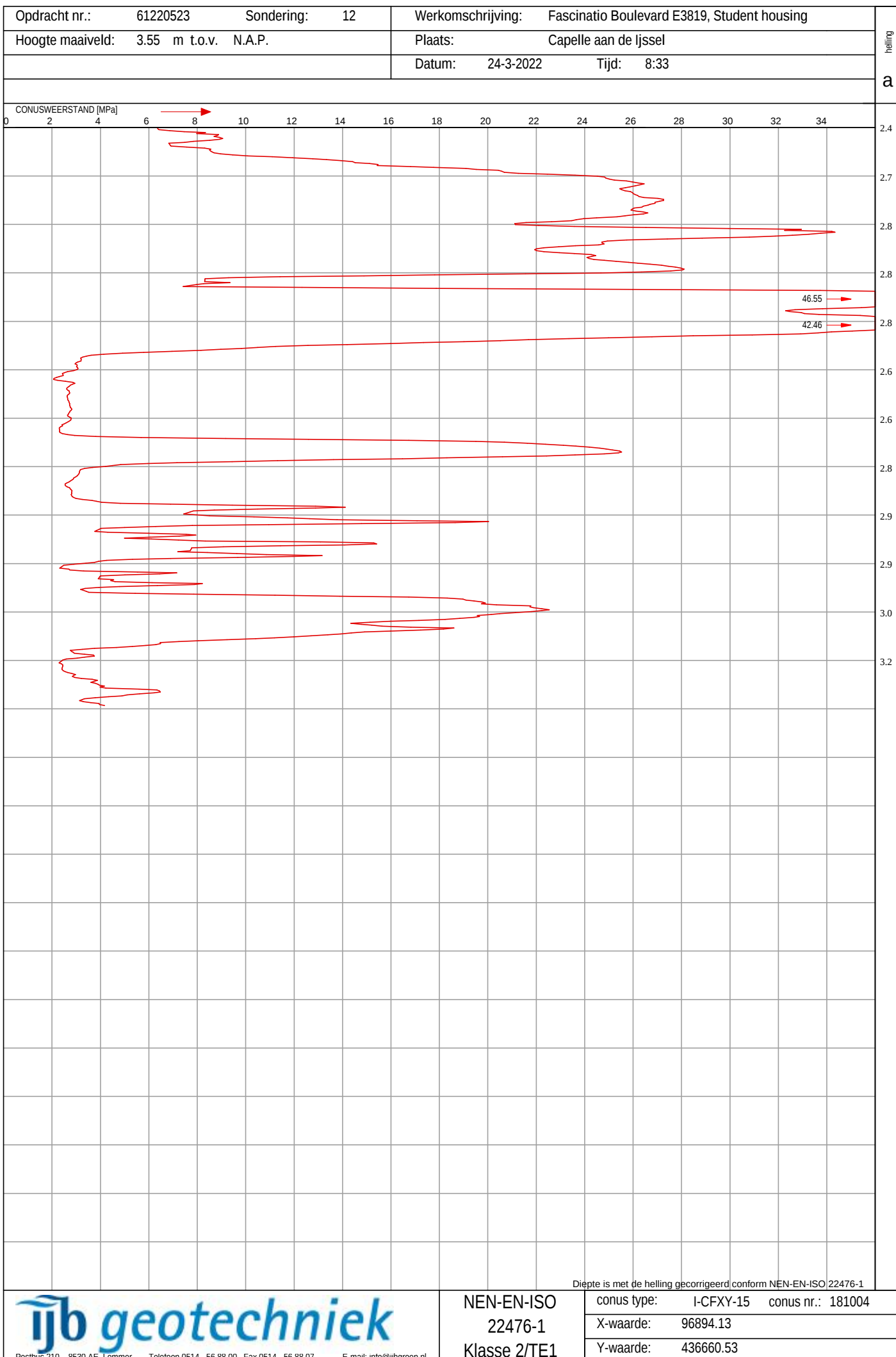


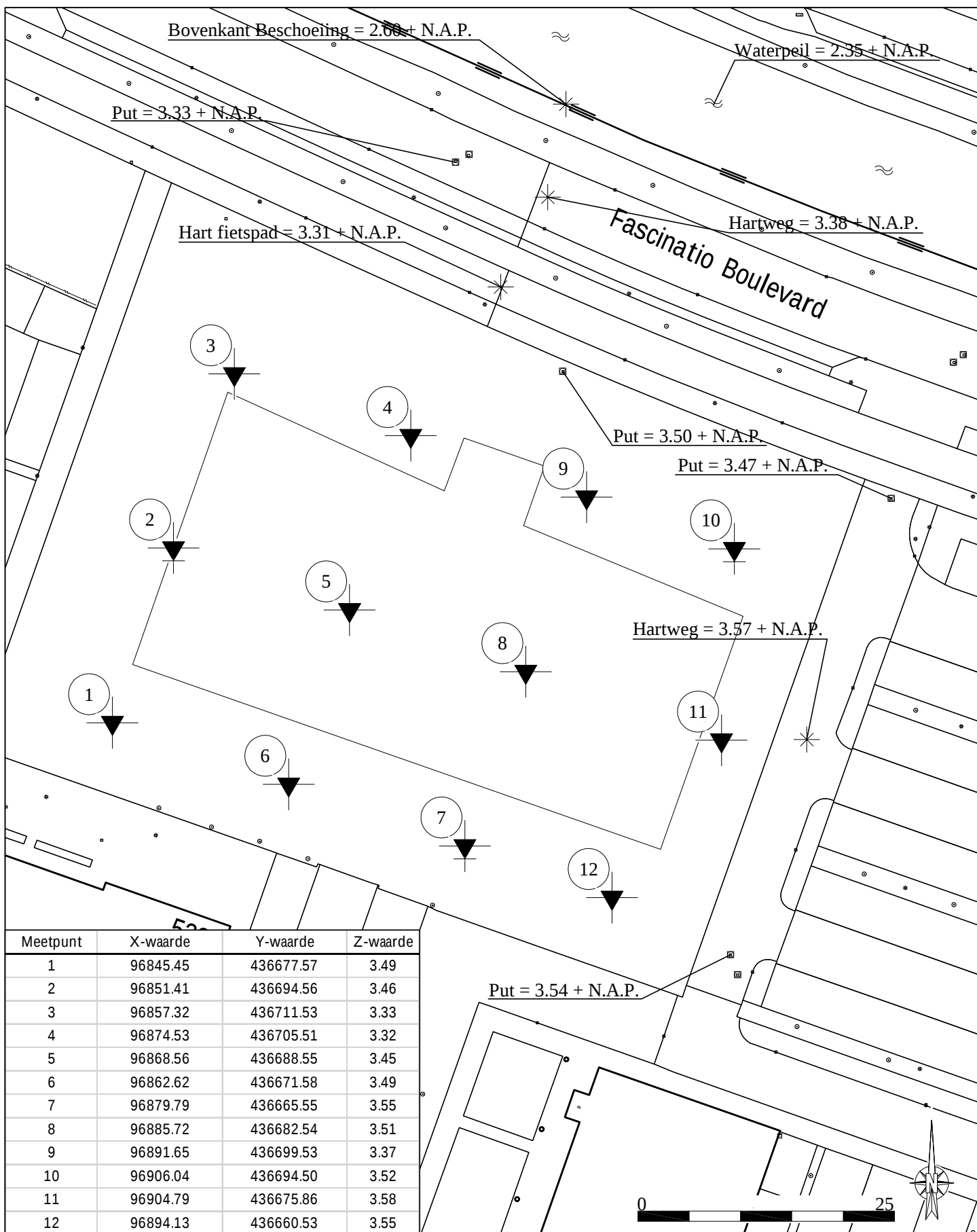










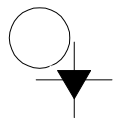


werk : Student housing – Fascinatio Boulevard E3819
 opdrachtgever: ROM
 opdracht nr. : 61220523
 schaal : 1:500
 vast punt : 06–GPS Z waarde = M.V. hoogte t.o.v. N.A.P.
 getekend : IM / GdR
 gew. 1 :
 gew. 2 :

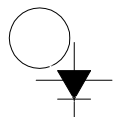
te : Capelle aan de IJssel
 datum: 24-03-2022

Legenda

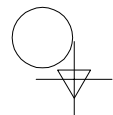
Sonderingen



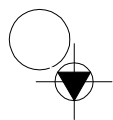
Sondering



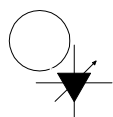
Sondering met plaatselijke kleeftmeting



Niet uitgevoerde sondering



Sondering met boring

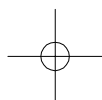


Sondering met waterspanningsmeting

Boringen



Boring



Niet uitgevoerde boring



Boring met peilbuis

Peilmerken



Put



Vast punt (dorpel, kruin weg, vloerpeil, etc)