

## Bemaling AM-9

Vergunning onderbouwende rapportage

Auteur	Drs. D.H. Edelman
Kenmerk	
Datum	30 april 2020
Versie	1.1
Status	Definitief

<b>Documentnummer:</b>	
<b>Versie</b>	1.1
<b>Status</b>	Definitief

#### **Documenthistorie**

<b>REVISIE</b>	<b>DATUM</b>	<b>STATUS</b>	<b>TOELICHTING</b>
0.01	25-03-2020	Concept	Opstellen aanvraag
0.1	01-04-2020	Concept	Concept ter verificatie
1.0	02-04-2020	Definitief	
1.1	30-04-2020	Definitief	Aanpassingen op basis van opmerkingen vergunningsverlener

#### **Distributie aan**

<b>NAAM</b>	<b>FUNCTIE</b>	<b>ORGANISATIE</b>	<b>VERSPREIDING</b>

# Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Projectomschrijving</b>	<b>5</b>
<b>1.1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>5</b>
<b>1.2</b>	<b>Doel van het document</b>	<b>5</b>
<b>1.3</b>	<b>Projectlocatie</b>	<b>5</b>
1.4	Bemalingsvolgorde	6
1.5	Samenvatting berekeningsresultaten bemalingen	7
<b>2</b>	<b>Inventarisatie bodemopbouw, geohydrologie en oppervlaktewater</b>	<b>8</b>
<b>2.1</b>	<b>Algemeen</b>	<b>8</b>
<b>2.2</b>	<b>Beschrijving uitgevoerde onderzoeken en inventarisaties</b>	<b>11</b>
2.2.1	<i>Algemeen</i>	11
<b>3</b>	<b>Grondwaterstanden en stijghoogten</b>	<b>12</b>
<b>3.1</b>	<b>Lokaal grondwaterverloop</b>	<b>12</b>
3.1.1	<i>Peilbuis B32B1933</i>	15
<b>3.2</b>	<b>Gehanteerde waterparameters op de locatie</b>	<b>16</b>
<b>3.3</b>	<b>Algemene grondwaterkwaliteit</b>	<b>16</b>
<b>4</b>	<b>Bepaling verwachte debieten en grondwaterstands-/stijghoogteverlagingen</b>	<b>17</b>
<b>4.1</b>	<b>Planning bemaling</b>	<b>17</b>
4.1.1	<i>Bemaling kelder Datacenter (groen in figuur 4.1)</i>	19
4.1.2	<i>Bemaling aanleg Dieseltanks (zie figuur 4.1)</i>	21
4.1.3	<i>Bemaling aanleg Waterkelder (zie figuur 4.1)</i>	24
<b>4.2</b>	<b>Korte beschrijving bepaling-/berekeningsmethode (zie ook bijlage 3)</b>	<b>27</b>
4.2.1	<i>Bodemopbouw in model</i>	27
4.2.2	<i>Schematisatie oppervlaktewater</i>	27
4.2.3	<i>Grondwatergegevens</i>	27
4.2.4	<i>Overige aspecten</i>	27
4.2.5	<i>Bronconfiguratie</i>	28
4.3	Na afloop bemalingen	28
<b>5</b>	<b>Bandbreedteanalyse verwachte debieten, grondwaterstands- en kwel/infiltratieverandering</b>	<b>29</b>
<b>5.1</b>	<b>Algemeen</b>	<b>29</b>
<b>5.2</b>	<b>Berekeningswijze</b>	<b>29</b>
<b>5.3</b>	<b>Debieten</b>	<b>29</b>
5.3.1	<i>Realisering Datacenter</i>	29
5.3.2	<i>Realiseren Dieseltanks</i>	30
5.3.3	<i>Realiseren Waterkelder</i>	30
5.3.4	<i>Totaaldebiet</i>	30

<b>6</b>	<b>Uitvoering van de bemaling</b>	<b>31</b>
<b>6.1</b>	<b>Afvoer van de bemaling</b>	<b>31</b>
<b>6.2</b>	<b>Protocol voor uitvoering</b>	<b>31</b>
<b>7</b>	<b>Beschrijving en beoordeling effecten en risico's</b>	<b>32</b>
7.1	Algemeen	32
7.2	Zettingen	32
7.3	Effect op waterkeringen	33
7.4	Effect op houten palen	33
7.5	Archeologie	33
7.6	Landbouw, natuur en stedelijk groen	33
7.7	Verplaatsen van grond(water)verontreinigingen	33
7.8	Invloed op het zoet/zout grensvlak	34
7.9	Overige grondwateronttrekkingen	34
7.10	Opbarstrisico retourveld	36
<b>8</b>	<b>Waterkwaliteit en lozing</b>	<b>37</b>
<b>8.1</b>	<b>Verwachte waterkwaliteit opgepompte grondwater</b>	<b>37</b>
<b>8.2</b>	<b>Lozingsmogelijkheden</b>	<b>37</b>
<b>9</b>	<b>Advies ten aanzien van maatregelen en monitoring</b>	<b>38</b>
<b>9.1</b>	<b>Algemeen</b>	<b>38</b>
<b>9.2</b>	<b>Advies ten aanzien van eventuele aanvullende (compenserende) maatregelen</b>	<b>38</b>
<b>9.3</b>	<b>Advies ten aanzien van eventuele alternatieve uitvoeringsmethoden.</b>	<b>38</b>
<b>9.4</b>	<b>Advies ten aanzien van monitoring (op basis van het bemalingsadvies)</b>	<b>38</b>
<b>9.5</b>	<b>Monitoringsplan</b>	<b>39</b>
9.5.1	<i>Debietmeting / volumestroommeting bemaling</i>	39
9.5.2	<i>Monitoring freatische grondwaterstand</i>	39
<b>9.6</b>	<b>Grenswaarden grondwaterstanden</b>	<b>40</b>
9.6.1	<i>Algemeen</i>	40
9.6.2	<i>Grenswaarden</i>	40

Bijlage 1 Sondeeronderzoek

Bijlage 2 DSI informatie

Bijlage 3 Modelbeschrijving

Bijlage 4 Zettingsberekening



# **1 Projectomschrijving**

## **1.1 Inleiding**

Voor de aanleg van het Datacentrum AM9/AM10 voor Equinix in Amsterdam-Zuidoost, Laarderhoogtweg 51, is aan de hand van sondeerinformatie en boorinformatie (zowel ten behoeve van dit project als opgenomen in het DINOLoket van TNO) een overzicht gemaakt van de opbouw van de ondergrond.

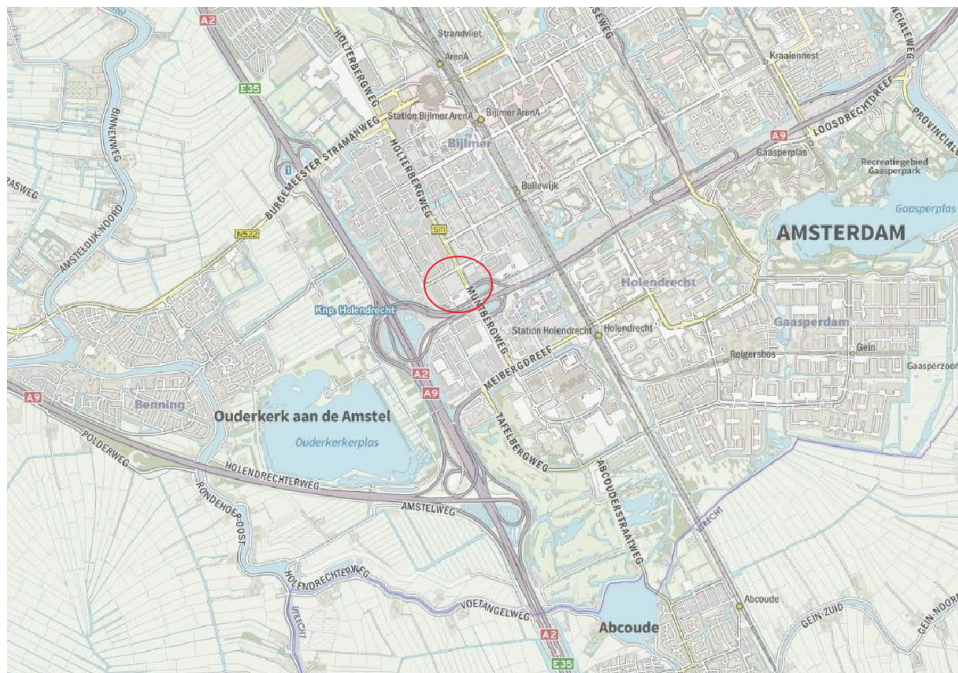
Tijdens de werkzaamheden zal de bouwkuip tot een maximaal niveau van -9,5 [m NAP] worden drooggemaakt voor de aanleg van Dieseltanks. Naast de locatie van de Dieseltanks wordt een waterkelder gerealiseerd in een aparte bouwkuip met een ontwateringsdiepte van -8,2 [m NAP] . Tenslotte wordt een verlaging tot -6,5 gerealiseerd in open ontgraving voor de aanleg van een Datacenter

## **1.2 Doel van het document**

Voor de ontgraving ten behoeve van het Datacenter en de aanleg van ondergrondse wateropslag en dieseltanks zal er bemaling toegepast moeten worden. Dit document gaat in op het benodigde bemalingsdebiet voor de realisering. Daarbij wordt tevens gekeken naar het rekenkundige invloedgebied die de bemaling op de omgeving heeft.

## **1.3 Projectlocatie**

De projectlocatie bevindt zich aan de zuidoostzijde van Amsterdam.  
In figuur 1.3.1 is de projectlocatie aangegeven.



Figuur 1.3.1 Projectlocatie (binnen rode cirkel)

## 1.4 Bemalingsvolgorde

Bij het samenstellen van deze rapportage was het uitgangspunt dat de bemaling van het Datacenter (60 dagen), de bemaling van de Waterkelder (28 dagen) en de bemaling van de Dieseltanks (28 dagen) na elkaar plaatsvinden. In deze rapportage is dan ook uitgegaan van separate bemalingen.

## 1.5 Samenvatting berekeningsresultaten bemalingen

In voorliggende rapportage zijn de volgende bemalingsresultaten opgenomen:

*Bemaling aanleg Datacenter:*

[m3]	Tijdseenheid
30	uur
40000	Totaal/28 dagen

*Tijdelijke extra verlaging ten behoeve van constructie Dieseltanks:*

[m3]	Tijdseenheid
230	uur
154000	Totaal/28 dagen

*Tijdelijke extra verlaging ten behoeve van constructie Waterkelder*

[m3]	Tijdseenheid
230	uur
112000	Totaal/ 60 dagen

Het totaal aan te vragen debiet bedraagt, rekening houdend met eventuele vertragingen in de bouw, (afgerond) 350.000 m3

## 2 Inventarisatie bodemopbouw, geohydrologie en oppervlaktewater

### 2.1 Algemeen

De globale bodemopbouw op basis van projectinformatie (boringen en sonderingen) en informatie opgenomen in het DINOLoket van TNO is in tabel 2.1 weergegeven. Het gemiddelde maaiveld ligt op circa -4.0 [m NAP]. De sonderingen die gemaakt zijn voor dit project gaan tot maximaal -40 [m NAP]. Het sondeonderzoek is opgenomen in bijlage 1.

In tabel 2.1. is de regionale bodemopbouw op basis van het Regis-model van TNO/Deltares opgenomen, aangevuld met informatie uit de lokale sonderingen.

Dit geeft een inzicht in de orde van grootte van ondergrondparameters die aangetroffen kunnen worden in de lokale ondergrond. In deze tabel staat 1<sup>e</sup> WVP voor het eerste watervoerende pakket. Lokaal kan de bodemopbouw hiervan (licht) afwijken. Het freatisch pakket komt op deze locatie overeen met laag 1 in tabel 2.1.

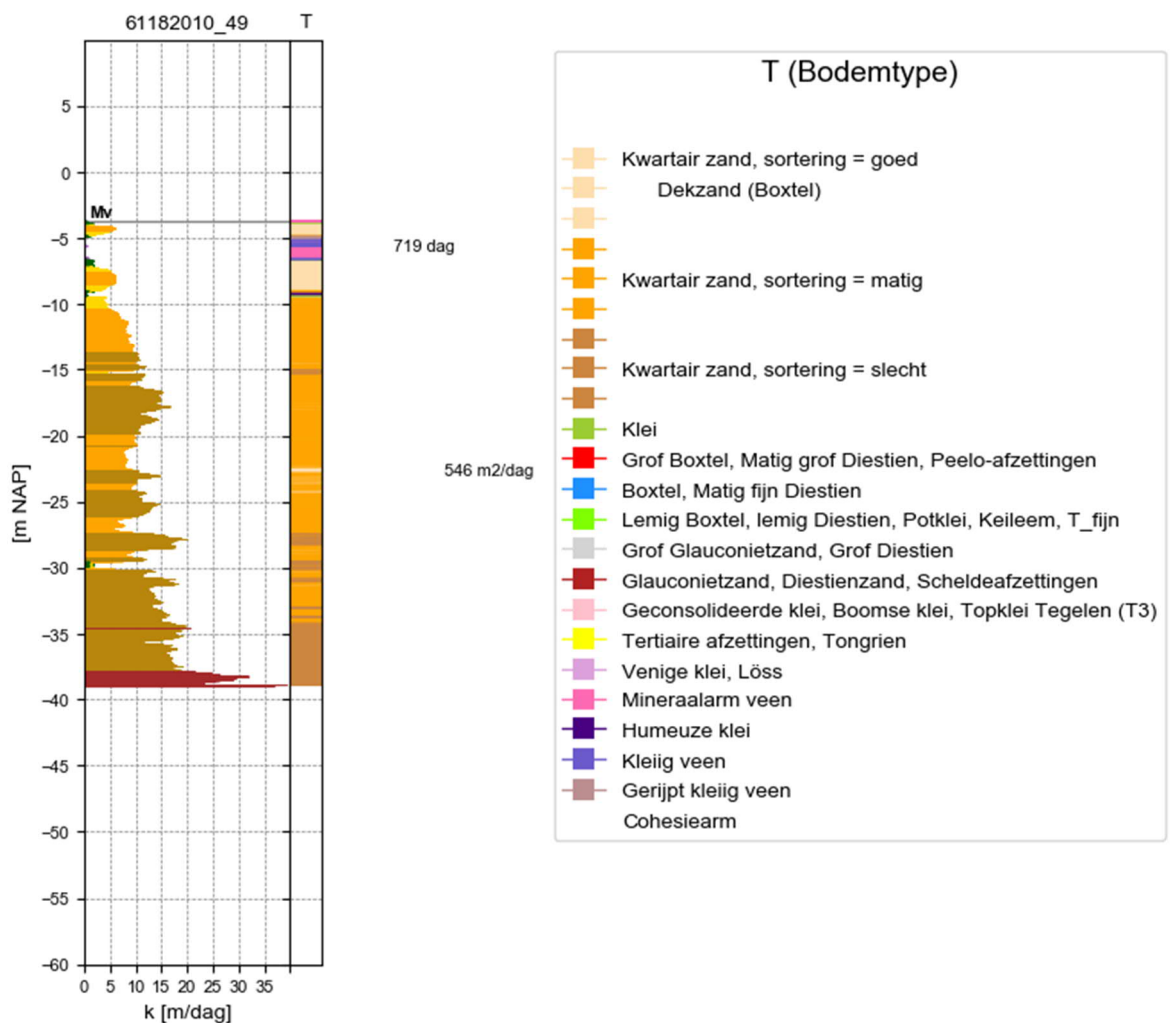
Tabel 2.1 bodemopbouw:

Laagnr.	Globale Hoogte [m NAP]	Lithologie	Doorlaatvermogen (k <sub>hor</sub> )	Doorlaatvermogen (k <sub>ver</sub> )	Effectief Poriëngehalte
	[m NAP]		[m/dag]	[m/dag]	[-]
<b>1 freatisch</b>	-4/-5	Opgebracht zand	2	0.5	0.25
<b>2</b>	-5/-7	Lokaal veenhoudende kleilaag	0.01	0.005	0.05
<b>3 1<sup>e</sup> WVP</b>	-7/-9.5	Fijnzandig, lokaal onderin een dunne klei/veenlaag	2-7	0.4-2	0.25
<b>4 1<sup>e</sup> WVP</b>	-9.5/-40	Matig grof tot grof, lokaal grindhoudend zand	10-40	4-10	0.25

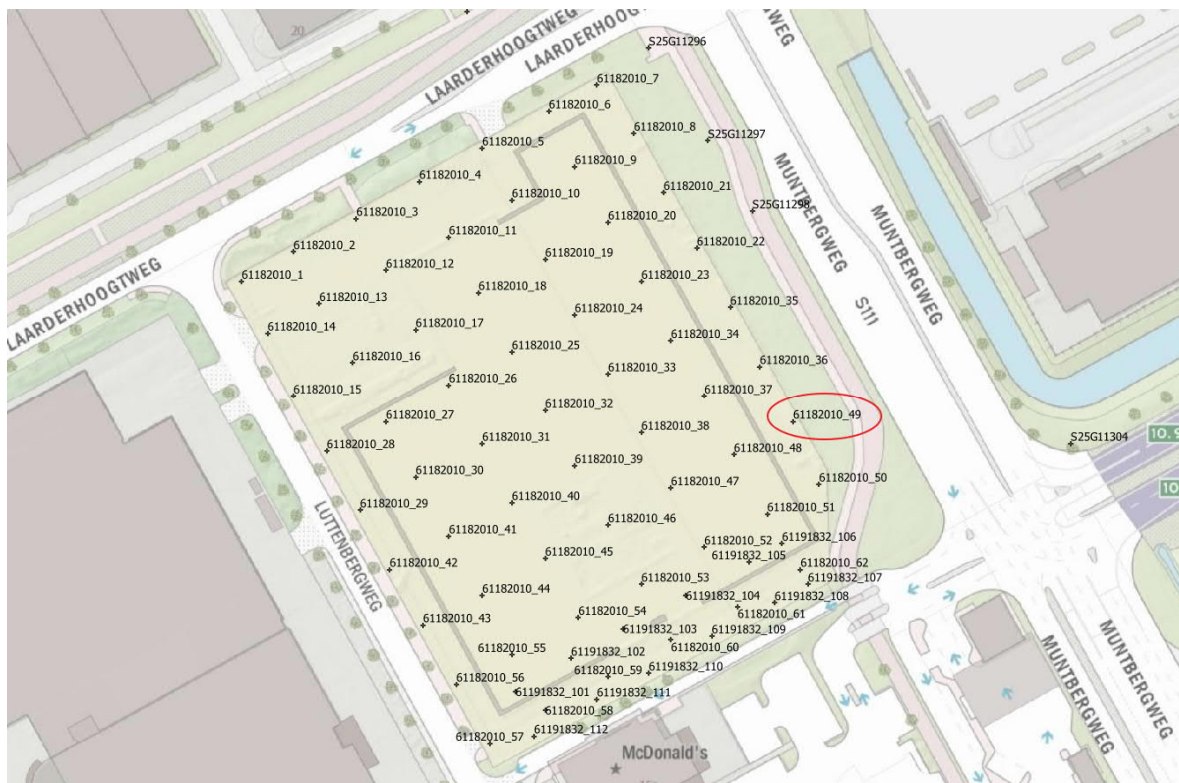
Op basis van nabijgelegen pompproeven (bron: RID) ligt de totale KD-waarde van het 1<sup>e</sup> WVP (onder laag 2) tussen 500-900 [m<sup>2</sup>/dag].

De waarden voor de horizontale en verticale doorlatendheden (k<sub>hor</sub> en k<sub>ver</sub>) zijn gebaseerd op literatuurgegevens (o.a. het Grondwaterzakboekje) en het REGIS model van TNO. Ze worden hier gegeven als range waarbinnen de in de berekeningen gehanteerde k-waarden vallen. De voor de berekeningen gebruikte zijn afgeleid uit sondeergegevens. Een beschrijving hiervan is opgenomen in bijlage 3. Het gebied valt onder het waterbeheer van AGV (Waterschap Amstel, Gooi en Vecht).

In figuur 2.1.1 is een grafische weergave van sondering 61182010\_49 (locatie in figuur 2.1.2) opgenomen met aan de linkerzijde een indicatie van de doorlatendheid op basis van sondeergegevens en aan de rechterzijde (kolom T) een indicatie van het mogelijke bodemtype op basis van sondeergegevens. Tussen de legenda van T en de grafische weergave is een indicatie van de watervoerendheid van de aquifer (in  $\text{m}^2/\text{dag}$ ) en de weerstand van waterremmende lagen (in dagen) opgenomen. Voor daadwerkelijk gehanteerde doorlatendheden in de berekeningen wordt verwezen naar bijlage 3.



Figuur 2.1.1 Sondeerinterpretatie ondergrond



Figuur 2.1.2 Locatie sondering in project

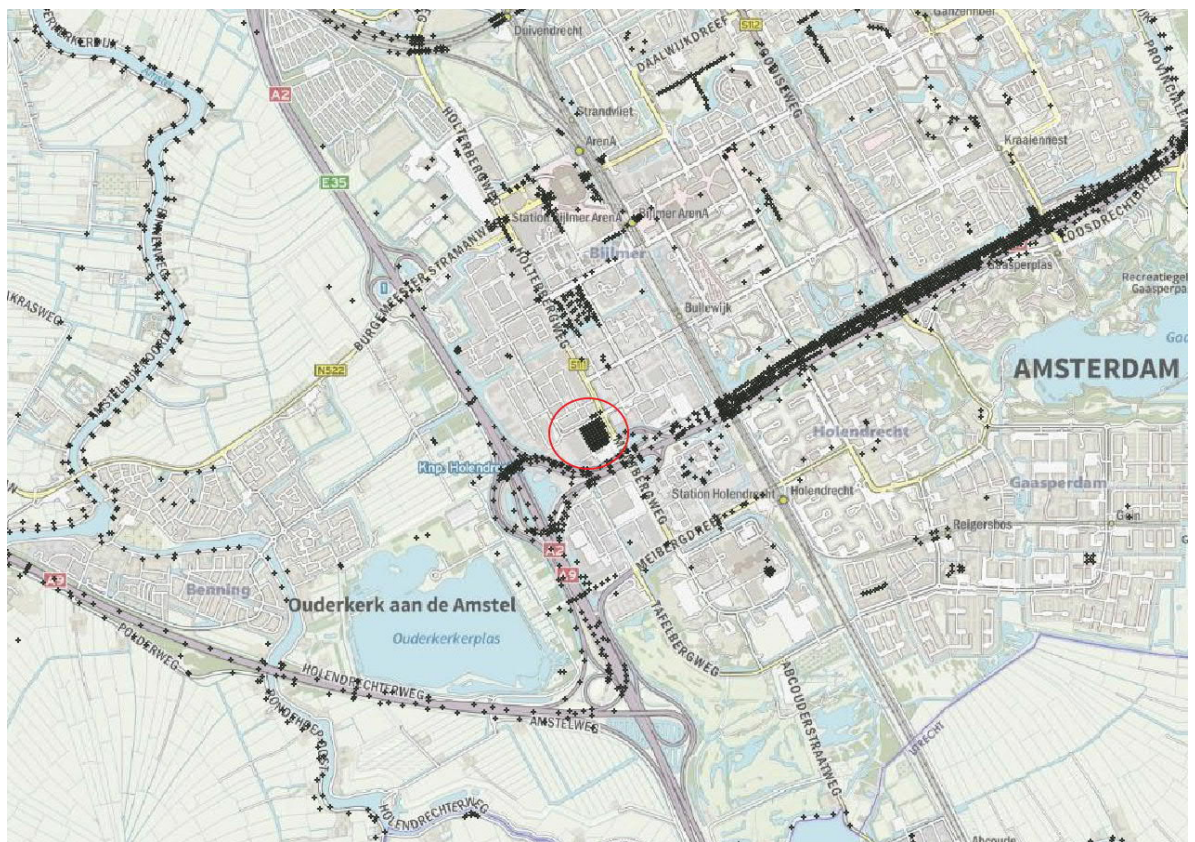


## 2.2 Beschrijving uitgevoerde onderzoeken en inventarisaties

### 2.2.1 Algemeen

Voor het bepalen van de ondergrondparameters van de locatie is gebruik gemaakt van verschillende informatiebronnen, te weten:

- Gegevens opgenomen in het DINOloket van TNO, waaronder REGIS-gegevens;
- Gegevens uit eerdere, lokale, projecten
- Sonderingen uitgevoerd ten behoeve van dit project. Deze laatste zijn opgenomen in bijlage 1.



Figuur 2.2.1 Beschikbaar bodemonderzoek (+) in de omgeving

**Figuur 3.1.1. Meetlocaties freatisch vlak van Waternet**







Op basis van metingen opgenomen in de DINOloket database van TNO en van gegevens afkomstig uit de database van Waternet is voor de omgeving van de projectlocatie een isohypsenkaart (lijnen van gelijke stijghoogte) van de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) gemaakt. Deze kaart is geldig voor het 1<sup>e</sup> Watervoerende pakket (WVP). De isohypsekaart is opgenomen in figuur 3.1.3 en geeft een regionaal beeld van de lokale GHG in het 1<sup>e</sup> WVP.



Figuur 3.1.2 GHG in het 1<sup>e</sup> WVP (waarden in [m NAP])

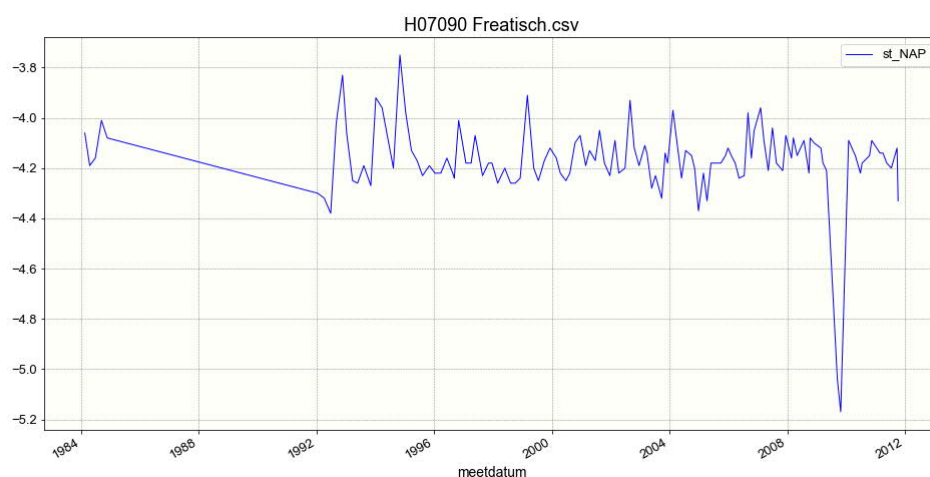
Op basis van deze isohypsekaart wordt duidelijk dat er weinig stijghoogteverloop in het 1<sup>e</sup> WVP aanwezig is waardoor de stroming in dit pakket extreem laag is. Opstuwung ten gevolge van stroming door het aanbrengen van verticale structuren (e.g. damwanden) is niet aan de orde.

### 3.1.1 Peilbuis B32B1933

In de Waternetdatabase is de voor dit project meest relevante freatische peilbuis, H07090 ten noorden van de projectlocatie opgenomen. De registratie van de grondwaterstand is opgenomen in figuur 3.1.4. Hieruit komt naar voren dat de jaarlijkse fluctuatie conform de verwachting is, te weten maximaal 0,2 meter.



Figuur 3.1.3 Locatie Waternetpeilbuis H07090



Figuur 3.1.4. Registratie H07090 in [m NAP]

Deze peilbuis fluctueert weinig, indicatief voor een peil beheerde omgeving. De lage waarde in 2010 kan een meetfout zijn of een indicatie van een kleine bemaling.

### 3.2 Gehanteerde waterparameters op de locatie

Voor de berekeningen worden de volgende parameters gehanteerd op basis van Waternet en TNO informatie.

Parameter	Benaming	Bepalingswijze
<b>GG</b>	Gemiddelde grondwaterstand over de laatste 10 jaar	Gemiddelde van de meetwaarden t.o.v. NAP
<b>GHG</b>	Gemiddelde hoogste grondwaterstand	GG + 1 standaarddeviatie, herhalingsijd 1/jaar
<b>GLG</b>	Gemiddelde laagste grondwaterstand	GG - 1 standaarddeviatie, herhalingsijd 1/jaar

Tabel 2-a Gehanteerde waterparameters

	<b>GLG</b>	<b>GG</b>	<b>GHG</b>	<b>standaarddeviatie</b>
<b>Freatisch pakket</b>	-4.2	-4.0	-3.8	0.2
<b>1e WVP</b>	-4.3	-4,1	-3.9	0.2

Tabel 3-b Uitgangswaarden grondwaterparameters

Voor de bepaling van de debieten en de te verwachten grondwaterstanden wordt in de berekeningen de GHG-waarde gebruikt. De grondwaterstand ligt het grootste deel van het jaar onder de GHG, hiermee wordt er een kleine veiligheid ingebouwd m.b.t. de te verwachten debieten.

### 3.3 Algemene grondwaterkwaliteit

Het grondwater in het freatisch vlak is regenwater gevoed en overwegend zoet. In het 1e watervoerende pakket komt zout grondwater voor. Op basis van TNO/Regis kaarten ligt de brak/zoutgrens op deze locatie op circa -12 [m NAP].



## 4 Bepaling verwachte debieten en grondwaterstands-/stijghoogteverlagingen

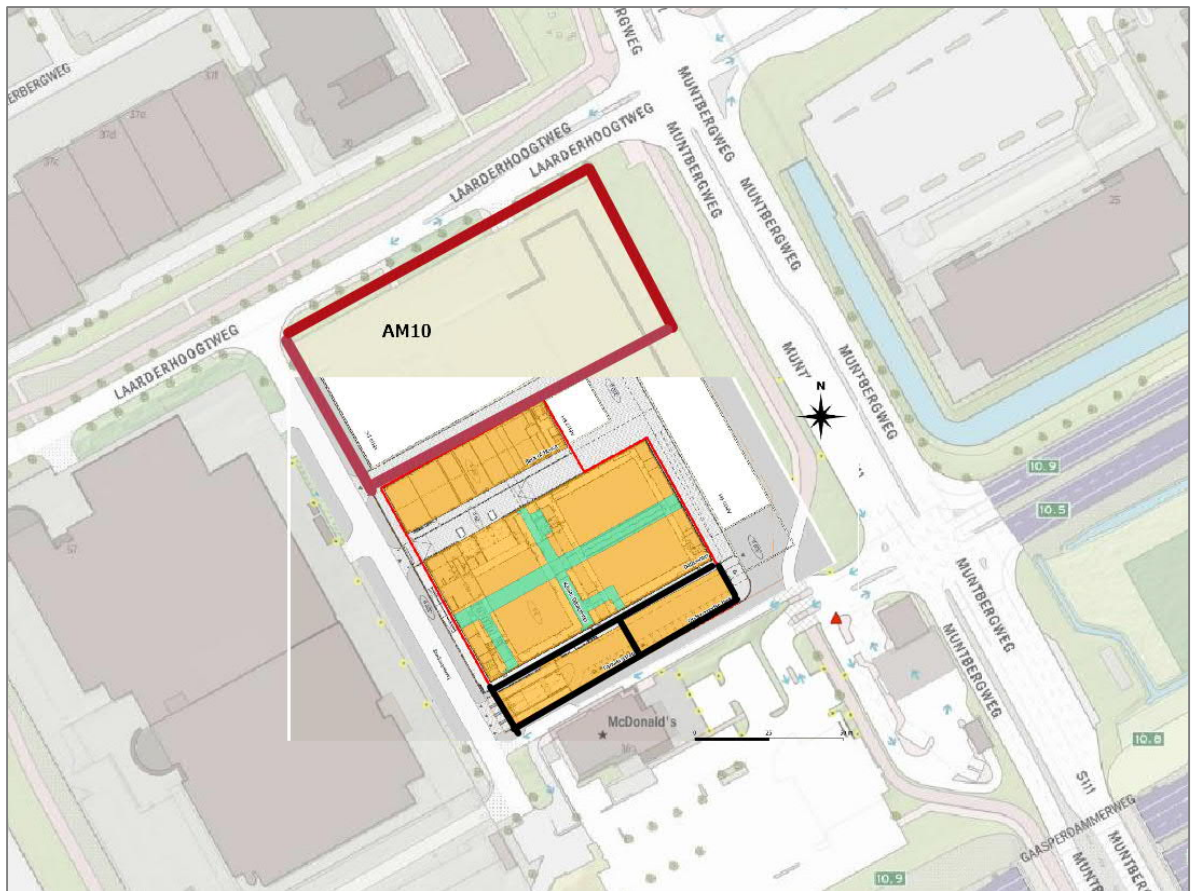
### 4.1 Planning bemaling

De bemaling voor dit project is onder te verdelen in 2 onderdelen:

De doorlooptijden van de verschillende onderdelen zijn indicatief, alle verlagingen zijn vanaf GHG gerekend. Voor de bemaling van 4.1.1 (Datacenter) wordt uitgegaan van een open ontgraving en bemaling met drains en/of vacuümfilters, voor de bemaling van 4.1.2 (Dieseltanks) en 4.1.3. (Waterkelder) wordt uitgegaan van een diepwellbemaling binnen een damwandkuip (met open bodem). Het afvoeren van het debiet is voorzien met behulp van DSI retourbemaling op een terrein net ten noorden van deze bemalingen (het zogenaamde AM-10 terrein). In figuur 4.1.1 zijn de verschillende te bemalen onderdelen opgenomen. De locatie van de damwandschermen en de locatie van AM-10 zijn in figuur 4.1.2 opgenomen.



Figuur 4.1.1 Te bemalen onderdelen. Datacenter = groen, Dieseltanks = rood, Waterkelder = grijs)



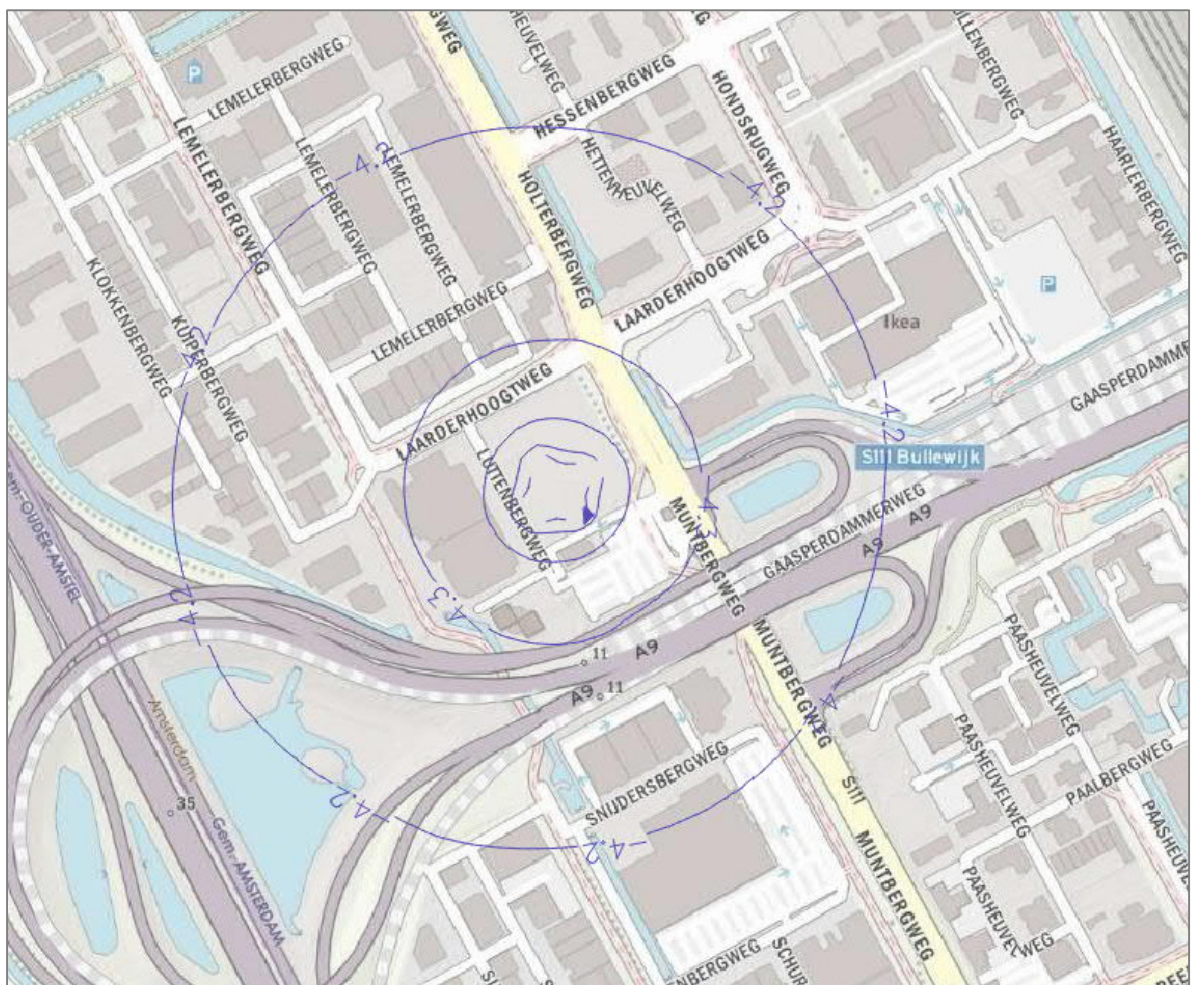
Figuur 4.1.2 Locatie AM-10 terrein binnen rood kader) en locatie damwandschermen (zwarte lijnen)



#### 4.1.1 Bemaling kelder Datacenter (groen in figuur 4.1)

In deze brede goot wordt het grondwater verlaagd tot -6,5 [m NAP] gedurende 60 dagen. De bemaling is inclusief een extra drooglegging van 0,3 meter om de werkzaamheden in den droge uit te voeren. Bij deze bemaling worden geen damwandschermen toegepast.

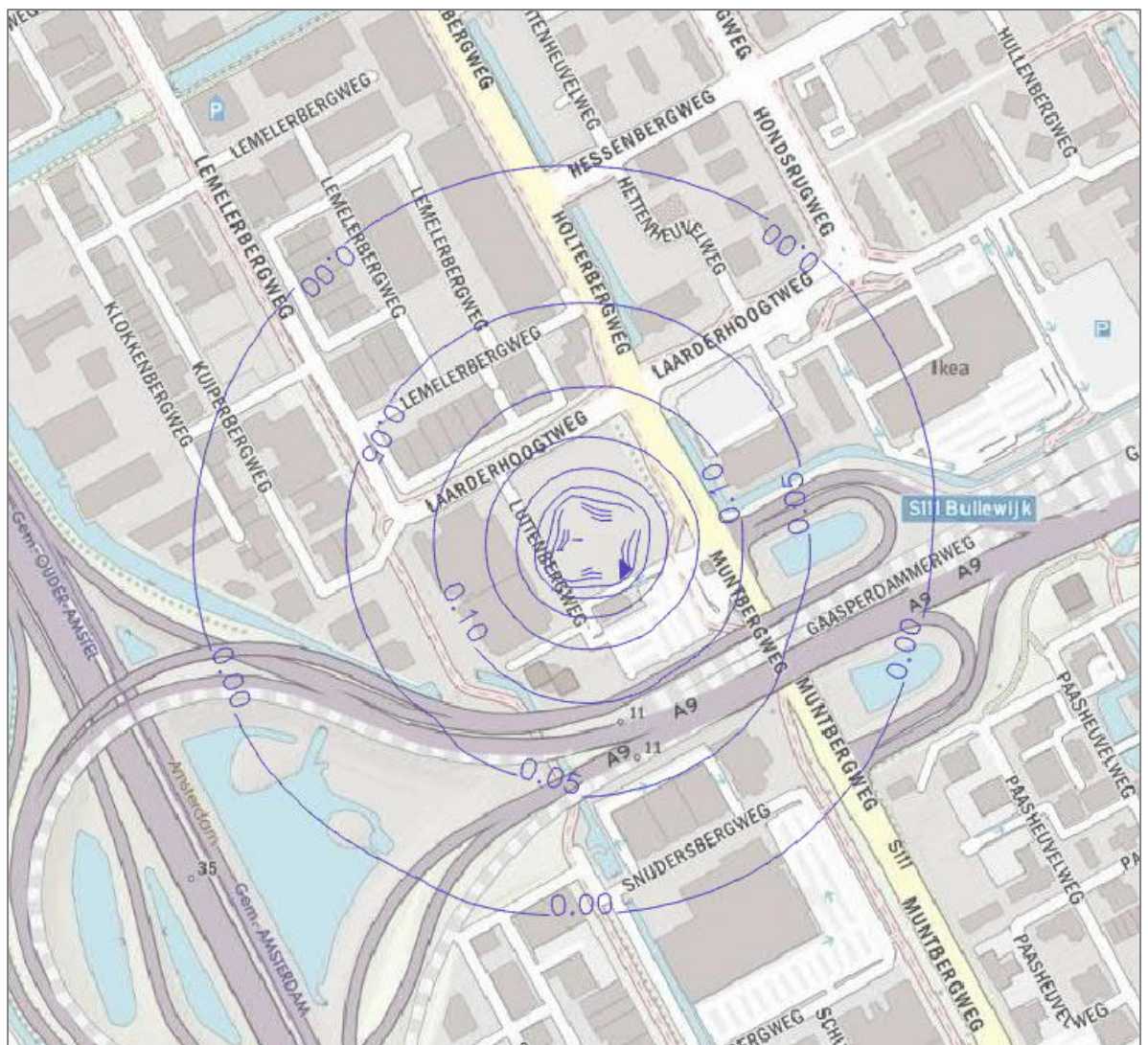
Volgens het gehanteerde Modflowmodel is met een debiet van 611 [m<sup>3</sup>/dag] de verlaging (in [m NAP] ten opzichte van de GHG) te bereiken. De bijbehorende isohypsen geldend voor de bovenste 6 meter van het bodemprofiel zijn opgenomen in figuur 4.2.1



Figuur 4.2.1 Isohypsen in [m NAP] door de bemaling van het Datacenter

Op basis van deze berekening is binnen de contour van -4,2 [m NAP] (GLG van het freatisch pakket) een zeer beperkt zettingsrisico aanwezig. Alleen op het bouwterrein kunnen grotere zettingen in theorie optreden.

In figuur 4.2.2. is de verlaging in meter ten opzichte van de GHG (NB: die ligt 0,4 meter boven de GLG) opgenomen.



Figuur 4.2.1 Verlaging in meter ten opzichte van de GHG

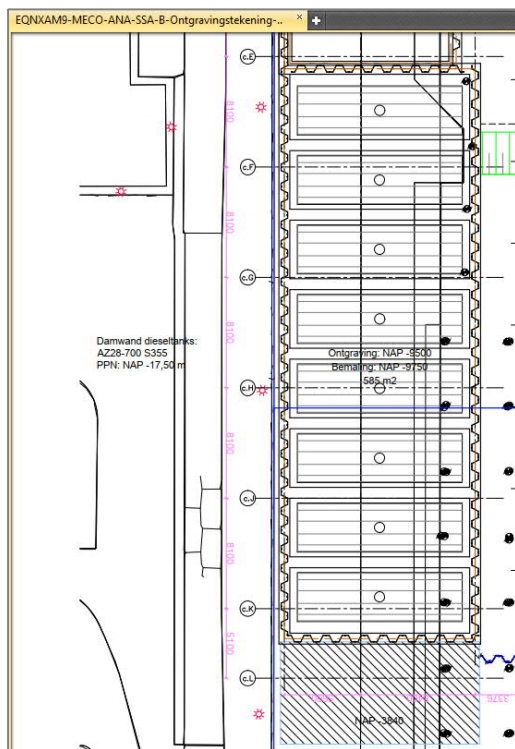


#### 4.1.2 Bemaling aanleg Dieseltanks (zie figuur 4.1)

Voor de aanleg van Dieseltanks (ondergrondse tanks in figuur 4.1) wordt een bouwkuip van ca 40\*15 meter binnen (permanente) damwanden aangebracht. De oppervlakte bedraagt 585 m<sup>2</sup>, de diepte van de damwanden bedraagt -17,5 [m NAP]. In figuur 4.3 is een uitsnede van het meest recente concept-ontwerp (d.d. 15-01-2020) opgenomen. Hierin staat opgenomen dat een bemaling tot een niveau van -9,75 [m NAP] nodig is.

De totale bemalingsduur is in deze rapportage op 28 dagen gesteld. Nadat de dieseltanks zijn aangebracht kan de bouwkuip weer worden gevuld en de bemaling uitgezet.

Na afloop van de bemaling blijven de damwanden in de ondergrond achter. Omdat de damwanden niet tot een volgende waterremmende laag reiken (diepte onderzijde wanden -17,5 [m NAP], waterremmende laag >-40 [m NAP]) wordt de stroming van het grondwater niet belemmerd en kan er geen opstuwing plaatsvinden.



Figuur 4.3 Uitsnede ontgravingsontwerp (concept)

Op de locatie van de bouwkuip is in de ondergrond geen afsluitende kleilaag aanwezig als waterremmende vloer. De onderzijde van de bouwkuip is hiermee open. De bemaling zal plaatsvinden door middel van een aantal kleine deepwells binnen de bouwkuip met filterniveau boven de onderzijde van de damwanden (= -17,5 [m NAP]). Op basis hiervan zijn er modflowberekeningen gemaakt om het benodigde debiet en de bijbehorende omgevingsbeïnvloeding te bepalen.

Voor het type bemaling is een afweging gemaakt tussen 3 opties. Hieronder worden de overwogen opties 1 en 2 kort beschreven (voor de volledigheid van de rapportage). Voor uitvoering is gekozen voor optie 3. Daar wordt uitgebreider op ingegaan.

#### **Optie 1 Bemalen zonder retournering**

Indien gerekend wordt zonder retourbemaling, dus alleen met een onttrekking ligt het benodigde debiet op 3000 [m<sup>3</sup>/dag] waarbij een groot gebied binnen de verlagingscontouren valt. Hierdoor bestaat er een groot risico op zettingsschade. Een bemaling zonder retourbemaling is hiermee onacceptabel.

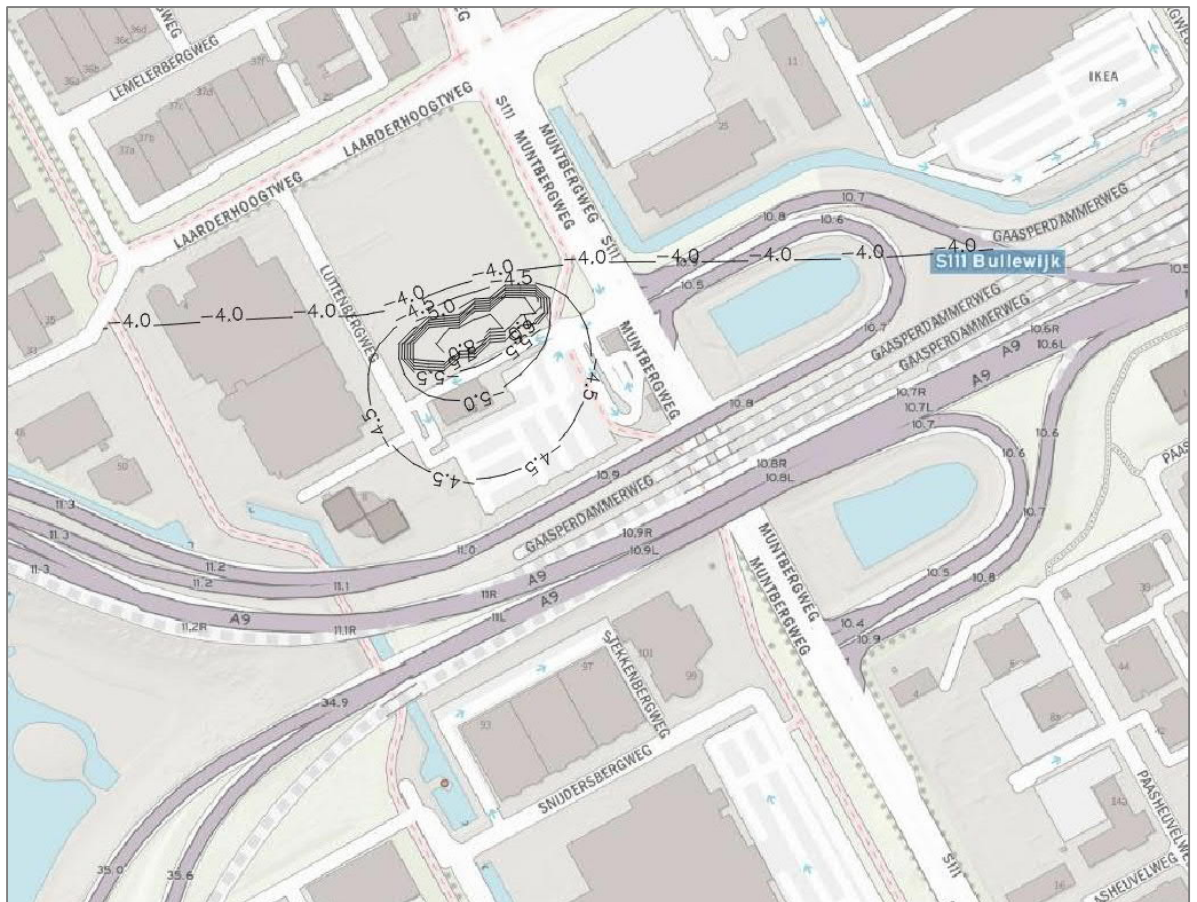
#### **Optie 2 Bemalen met retournering in verder weg gelegen retourveld**

Een optie voor retourneren ligt in het passief terugbrengen (of met een heel lage overdruk (<1 meter) om opbarsten van de deklaag te voorkomen) in een aan te brengen retourveld langs de Lemelerbergweg (op terrein van derden). Door rondpompeffecten wordt dan het onttrekkingsdebiet verhoogd tot 3300 [m<sup>3</sup>/dag]. Uitgangspunt is 100% retourneren. Deze optie is niet acceptabel omdat er veel ruimtebeslag op openbaar terrein noodzakelijk is.

#### **Optie 3 Bemalen met retournering op eigen terrein middels DSI**

Door middel van het toepassen van een DSI retoursysteem (zie bijlage 2 voor informatie) kan geretourneerd worden op eigen terrein (ten zuidwesten van de kruising Laarderhoogtweg / Muntbergweg). De filterstelling ligt naar verwachting tussen of -20/-30 [m NAP] of tussen -30/-35 [m NAP]. Dit wordt nader bepaald bij de installatie van de DSI filters. Een dieper filter werkt beter dan een ondieper filter indien de bodem op die diepte (zoals uit de sondering kan worden afgeleid) grover is. Omdat de retourbemaling dan fysiek iets verder van de onttrekking afligt zijn de rondpompeffecten minder. Anderzijds is een diepere retourbemaling weer iets duurder.

Dit DSI-systeem is bij de realisering van de A9/Gaasperdammerweg succesvol toegepast. De bodemopbouw tussen deze locatie en de A9/Gaasperdammerweg is volledig vergelijkbaar. Omdat dicht bij de onttrekking wordt geretourneerd neemt door rondpompeffecten het debiet toe tot 5500 [m<sup>3</sup>/dag]. Uitgangspunt is 100% retourbemaling. In figuur 4.4.1 zijn de resulterende verlagingslijnen in [m NAP] opgenomen in het 1<sup>e</sup> WVP opgenomen. Gezien de beperkte duur van de bemaling is de invloed van deze bemaling op het maaiveld klein.

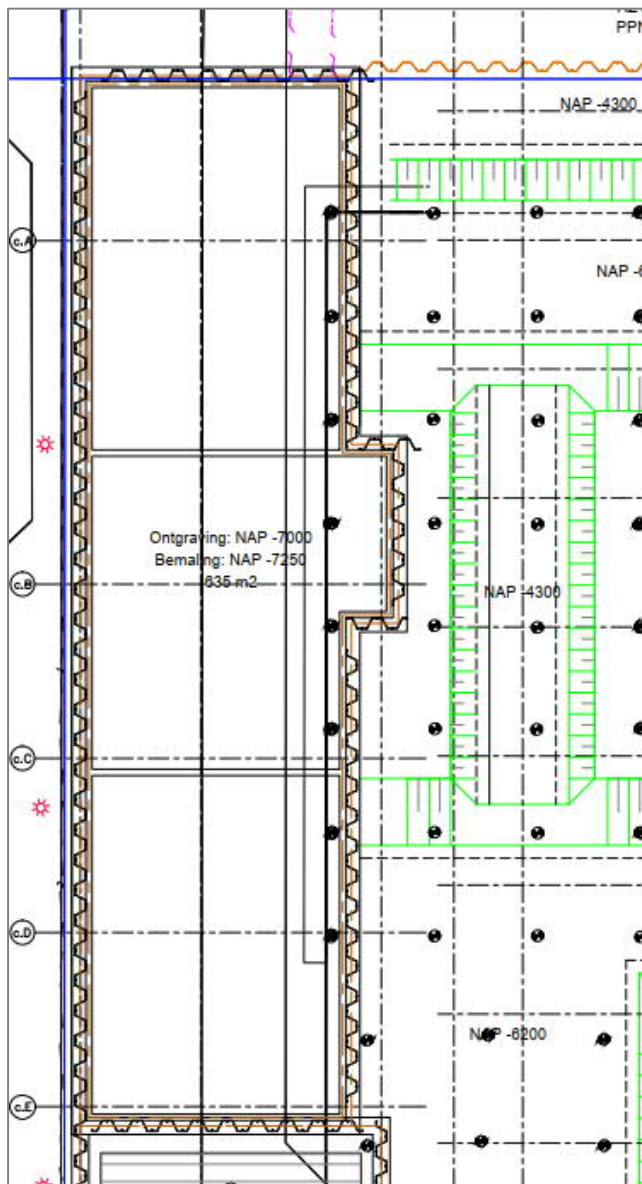


**Figuur 4.4** Verlagingscontouren in 1<sup>e</sup> WVP bij toepassen van DSI retoursystemen.

Om de omgevingsinvloed zoveel mogelijk te beperken en zo min mogelijk water aan de bodem te onttrekken wordt gekozen voor optie 3.

#### 4.1.3 Bemaling aanleg Waterkelder (zie figuur 4.1)

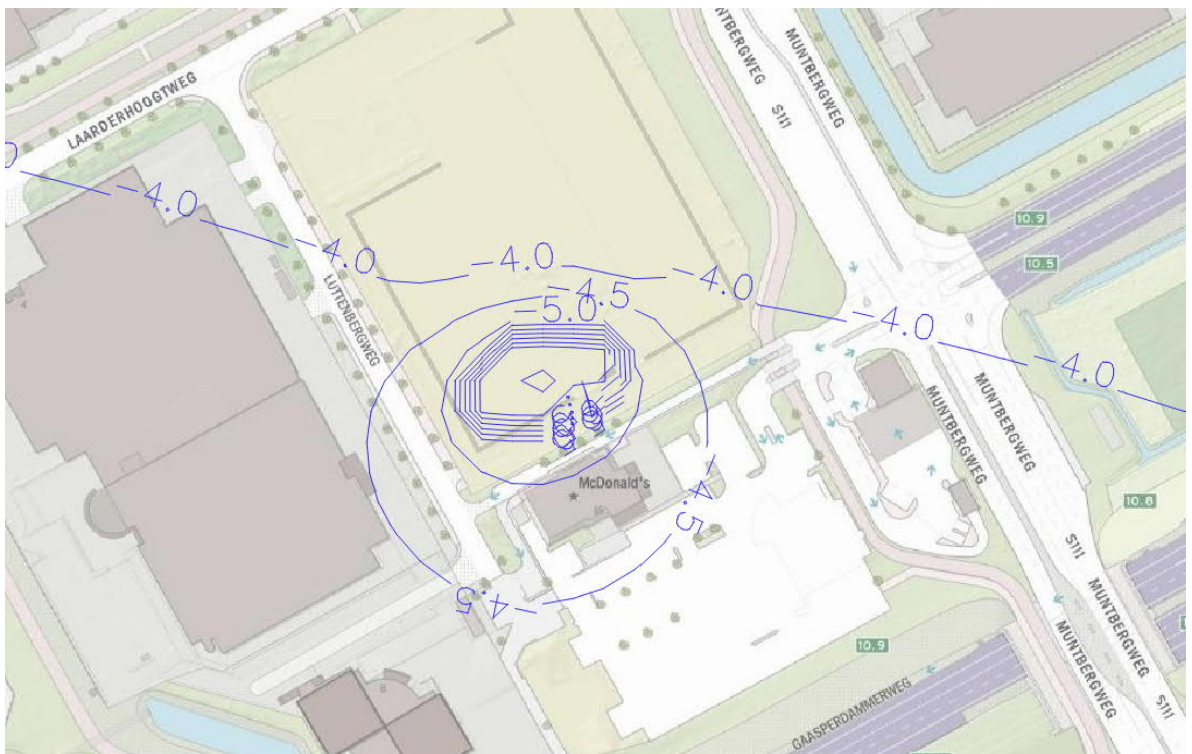
Voor de aanleg van Waterkelder wordt een bouwkuip van ca 40\*15 meter binnen damwanden aangebracht. De oppervlakte bedraagt 635 m<sup>2</sup>, de diepte van de damwanden bedraagt -17,5 [m NAP]. In figuur 4.5 is een uitsnede van het meest recente concept-ontwerp (d.d. 15-01-2020) opgenomen. Hierin staat opgenomen dat een bemaling tot een niveau van -7,25 [m NAP] nodig is. De totale bemalingsduur is in deze rapportage op 28 dagen gesteld. Nadat de vloer van de Waterkelder is uitgehard kan de bemaling worden uitgezet.



Figuur 4.5 Ontwerp Waterkelder

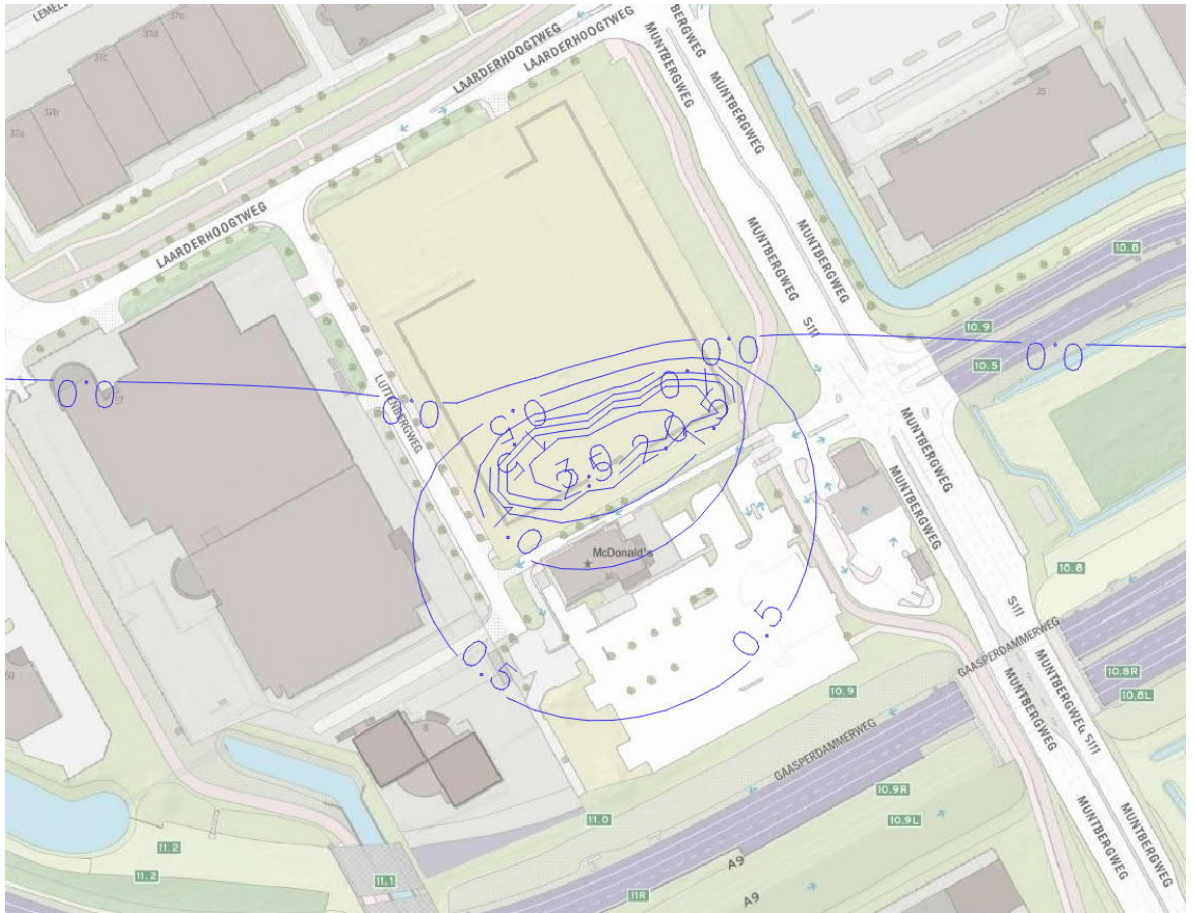
Omdat ook voor deze locatie optie 3 (qua bemaling) de meest gunstige is worden hier beide andere opties niet meer verder uitgewerkt.

Door middel van het toepassen van een DSI retoursysteem (zie bijlage 2 voor informatie) kan geretourneerd worden op eigen terrein (ten zuidwesten van de kruising Laarderhoogtweg / Muntbergweg). De filterstelling ligt naar verwachting tussen of -20/-30 [m NAP] of tussen -30/-35 [m NAP]. Dit wordt nader bepaald bij de installatie van de DSI filters. Een dieper filter werkt beter dan een ondieper filter indien de bodem op die diepte (zoals uit de sondering kan worden afgeleid) grover is. Omdat de retourbemaling dan fysiek iets verder van de onttrekking afligt zijn de rondpompeffecten minder. Anderzijds is een diepere retourbemaling weer iets duurder. Dit DSI-systeem is bij de realisering van de A9/Gaasperdammerweg succesvol toegepast. De bodemopbouw tussen deze locatie en de A9/Gaasperdammerweg is volledig vergelijkbaar. Omdat dicht bij de onttrekking wordt geretourneerd neemt door rondpompeffecten het debiet toe tot 5500 [m<sup>3</sup>/dag]. Uitgangspunt is 100% retourbemaling. In figuur 4.6.1 zijn de resulterende verlaginglijnen in [m NAP] opgenomen van modellaag 8 (-16/-18 [m NAP]). In figuur 4.6.2 is de verlaging ten opzichte van GHG in meter opgenomen van modellaag 8.



Figuur 4.6.1 Verlagingcontouren in 1<sup>e</sup> WVP in [m NAP] bij toepassen van DSI retoursystemen.





**Figuur 4.6.2** Verlagingscontouren in 1<sup>e</sup> WVP in [m] bij toepassen van DSI retoursystemen.

## **4.2 Korte beschrijving bepalingen-/berekeningsmethode (zie ook bijlage 3)**

Voor de bepaling van de invloedssferen is een numeriek grondwatermodel opgesteld (Modflow, PM 8.0). Op basis van de berekende debieten zijn vervolgens de invloedssferen berekend. Opgemerkt wordt dat een grondwatermodel altijd een geschematiseerde weergave van de werkelijkheid geeft. De berekende invloedssferen geven dan ook een indicatie ten gevolge van de bemalingen, nooit een exacte voorspelling. Voor een meer gedetailleerde beschrijving wordt verwezen naar bijlage 3.

### *4.2.1 Bodemopbouw in model*

De bodemopbouw is beschreven in paragraaf 2.1. De bodemopbouw in het model is onderverdeeld in 19 lagen om de exacte locatie van de onttrekkingsmiddelen in te bouwen. De totale kD-waarde van de watervoerende pakketten bedraagt 500-800 [m<sup>2</sup>/dag].

### *4.2.2 Schematisatie oppervlaktewater*

In het model is geen oppervlaktewater opgenomen. Gezien het gegeven dat uit de lokale watergangen geen grote toestroom wordt verwacht (door het voorkomen van een sliblaag op de bodem van deze watergangen) is dit aspect buiten de modellering gelaten. De damwanden worden doorgezet tot aan maaiveld.

### *4.2.3 Grondwatergegevens*

Voor de uitgangswaarden van de maximale grondwaterstanden zijn de waarden uit paragraaf 3.2 aangehouden. De GHG is bepaald op basis van langdurige TNO/Waternet-metingen. Bij het opstellen van de GHG-kaart zoals opgenomen in figuur 3.3.1 is uitgegaan van een grondwatermetingen uit peilbuizen opgenomen in het TNO/DINOloket met een meetreeks die langer is dan 8 jaar. De GHG van het 1<sup>e</sup> WVP is voor de projectlocatie bepaald op -4,0 [m N.A.P]

### *4.2.4 Overige aspecten*

Het model is tijdsafhankelijk (NB: stationair gerekend na 28 respectievelijk 60 dagen bemalen) doorgerekend. De totale simulatietijd voor de grootste bemaling (zowel voor de Dieseltanks als voor de Waterkelder) bedroeg 28 dagen. De in deze rapportage gepresenteerde worst case verlagingscontouren geven dan ook de situatie na 28 dagen na aanzetten van de bemaling voor de Dieseltanks en (apart van de bemaling van de Dieseltanks) de Waterkelder. In het model is geen rekening gehouden met slootdynamiek, neerslag, lozing op oppervlaktewater of verdamping. Deze aspecten mitigeren de effecten aan het maaiveld waardoor het model een overschatting geeft (worst-case scenario) van de werkelijke effecten aan het maaiveld. In het model zijn de bemalingen voor de Waterkelder/Dieseltanks en de bemaling voor het Datacenter onafhankelijk van elkaar doorgerekend.

In praktijk kunnen bemalingen gelijktijdig worden uitgevoerd waardoor voordeel van een naastliggende bemaling kan worden behaald.

#### *4.2.5 Bronconfiguratie*

De verlaging op de tanklocatie wordt gerealiseerd met bemalingsmiddelen binnen de bouwkuip die uit (kleine) deepwells bestaan. Deze putten blijven na installatie van de dieseltanks aanwezig om eventueel in de toekomst onderhoudswerkzaamheden (waarbij een tijdelijke bemaling nodig is) te kunnen uitvoeren. Het Datacenter wordt bemalen met vacuümfilters en/of drainagesleuven,

### **4.3 Na afloop bemalingen**

De Bijlmer kent een relatief dunne deklaag. Geadviseerd wordt om na de realisatie van de diverse onderdelen de infiltratiefilters te verwijderen en de 'gaten' te dichten. De onttrekkingsfilters binnen de bouwkuip blijven achter om op later tijdstip eventuele vervanging van (bijvoorbeeld) dieseltanks mogelijk te maken.



## 5 Bandbreedteanalyse verwachte debieten, grondwaterstands- en kwel/infiltratieverandering

### 5.1 Algemeen

Door de keuze van een GHG-waarde gedurende de gehele bemalingstijd voor de uitgangsgroundwaterstand wordt de debietberekening aangemerkt als een bovengrens.

### 5.2 Berekeningswijze

Met behulp van het numerieke grondwaterstromingsprogramma Modflow (Processing Modflow, Simcore, Versie 8.0.47, 2017) zijn de te verwachten debieten berekend.

### 5.3 Debieten

#### 5.3.1 Realisering Datacenter

Duur: ca 2 maanden

Binnen de projectlocatie (open bemaling) bedraagt het debiet volgens de worst case modelstudie (afgerond):

[m3]	Tijdseenheid
30	uur
650	dag
4500	week
20000	maand
40000	totaal

Deze hoeveelheden betreffen het afvoeren van het bemalingswater en eventuele neerslag.

### 5.3.2 Realiseren Dieseltanks

Duur: ca 4 weken

Deze werkzaamheden en de bijbehorende bemalingen vinden alleen plaats in het 1<sup>e</sup> WVP.

Na 4 weken bedragen de berekende debieten (met inbegrip van de DSI retourbemaling) als volgt:

[m3]	Tijdseenheid
230	uur
5500	dag
38500	week
154000	totaal

### 5.3.3 Realiseren Waterkelder

Duur: ca 4 weken

Deze werkzaamheden en de bijbehorende bemalingen vinden alleen plaats in het 1<sup>e</sup> WVP.

Na 4 weken bedragen de berekende debieten (met inbegrip van de DSI retourbemaling) als volgt:

[m3]	Tijdseenheid
230	uur
4000	dag
28000	week
112000	totaal

### 5.3.4 Totaaldebiet

Het totaal van de bemalingen voor dit deelproject bedraagt (naar boven afgerond) bij een normale GHG-situatie 306.000 m<sup>3</sup> totaal . Deze berekening is een worst-case waarde op basis van de huidige gegevens. Opgemerkt wordt dat het debiet in theorie alsnog hoger of lager uit kan pakken dan wat de berekening weergeeft. Dit kan indien er veel neerslag optreedt of indien de ondergrond zich anders gedraagt dan aangenomen. Hiernaast kunnen de werkzaamheden langer duren door onverwachte zaken in de ondergrond of tegenslagen in de werkzaamheden.

Geadviseerd wordt om, in voorkomend geval, de vergunningverlener hiervan op de hoogte te houden.

Geadviseerd wordt in de aanvraag voor de watervergunning uit te gaan van een maximum totaal debiet van (afgerond) **350.000 m<sup>3</sup>**.

## **6 Uitvoering van de bemaling**

### **6.1 Afvoer van de bemaling**

De berekende debieten voor de realisering van de Dieseltanks en de Waterkelders liggen op een hoog niveau. Omdat het op te pompen water zout is wordt uitgegaan van DSI-retourbemaling. De laag waar het water uit onttrokken wordt (onder -10 [m NAP]) is gezien de opbouw overigens geschikt voor retourbemaling en valt binnen het zelfde watervoerende pakket. Het te onttrekken water uit het datacenter kan eventueel op de DSI retourbemaling, maar gezien de hoeveelheden en de basiskwaliteit (zoet en zuurstofhoudend) kan dit aanleiding geven tot verstopping van de DSI filters. Geadviseerd wordt dit te lozen op de lokale watergangen en/of riolering.

### **6.2 Protocol voor uitvoering**

Door de bemaler dient conform BRL12030 en BRL12040 een protocol aangeleverd te worden voor de uitvoering en aansturing van de bemaling.

## **7 Beschrijving en beoordeling effecten en risico's**

### **7.1 Algemeen**

Ten gevolge van de bemaling kunnen ook de grondwaterstanden in de omgeving worden beïnvloed. Beoordeeld dient te worden of dit kan leiden tot negatieve effecten, zoals het optreden van (maaiveld)zettingen, invloed op landbouw, natuur of stedelijk groen, het verplaatsen van verontreinigingen of het verplaatsen van het zoet/zout grensvlak. In onderstaande paragrafen worden deze zaken behandeld.

### **7.2 Zettingen**

Door het verlagen van de grondwaterstand neemt de korrelspanning in de ondergrond toe. Dit kan in samendrukbare lagen leiden tot zettingen. In het algemeen treden pas zettingen op indien de grondwaterstand wordt verlaagd tot onder het niveau van de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG). Door het toepassen van DSI-retourbemaling wordt binnen een straal van circa 55 meter rondom de locatie van de dieseltanks de stijghoogte tot onder de GLG verlaagd.

De ondergrond bestaat uit een topzandpakket met daaronder een relatief dunne deklaag bestaande uit klei en veen. De onderliggende lagen (dieper dan NAP -7 m) worden als niet zettingsgevoelig beschouwd. Opgemerkt wordt dat de invloed van de bemaling niet op dezelfde afstand van de bouwkuip overal gelijk is (zie ook de verlaginglijnen in figuur 4.6). Op basis van de geringe verlagingen en het gegeven dat de verlagingen voornamelijk op het bouwterrein plaatsvinden worden grote zettingen niet verwacht. In bijlage 4 is een zettingsberekening voor zowel de bemaling van het Datacenter als de bemaling/DSI voor de Waterkelder/Dieseltanks. Op basis van deze berekening liggen de zettingen binnen 20 mm voor beide beschouwde zettingsberekeningen. Negatieve effecten op de bebouwing binnen de invloedssfeer zijn niet te verwachten. Wel wordt voorafgaand aan de bebouwing nog een risico-inventarisatie gedaan en objecten dicht bij de bouwkuip preventief ingemeten.

Mogelijk is het noodzakelijk kabels en leidingen direct nabij de bouwkuip vrij te graven en/of te monitoren. Een en ander in overleg met de leidingeigenaren. Ook zonder bemaling kunnen zettingen optreden ten gevolge van bijvoorbeeld zwaar bouwverkeer of het intrillen van damwanden.

### **7.3 Effect op waterkeringen**

Via de website van het Waterschap Amstel, Gooi en Vecht is de legger geraadpleegd (oktober 2019). Hieruit blijkt dat de dichtstbijzijnde waterkering op circa 750 m afstand van het project is gesitueerd (A2035-001). Dit betreft een secundaire waterkering. De waterkering ligt buiten het invloedgebied van de bemaling/retourbemaling. Er wordt geen negatieve invloed op de dijklichamen verwacht.

### **7.4 Effect op houten palen**

In de omgeving bevinden zich geen gebouwen waarbij op grond van de ouderdom de kans bestaat dat deze op houten palen zijn gefundeerd. Houten palen worden daarom niet verwacht.

### **7.5 Archeologie**

De interactie van de onttrekking op eventueel aanwezige archeologische monumenten is beoordeeld met behulp van de Archeologische Monumentenkaart (AMK). De archeologische kaart van Nederland is beschikbaar gesteld door de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed. De AMK van Nederland is online geraadpleegd in januari 2020. Binnen het invloedgebied van de onttrekking/infiltratie zijn geen archeologische monumenten aanwezig.

### **7.6 Landbouw, natuur en stedelijk groen**

De onttrekking vindt plaats op een bedrijventerrein. Landbouw en ander groen bevinden zich op relatief grote afstanden. In dit gebied is bovendien veel oppervlaktewater aanwezig. Negatieve invloed van de bemaling op landbouw en ander groen zal daarom niet optreden.

### **7.7 Verplaatsen van grond(water)verontreinigingen**

In het algemeen mag een grondwateronttrekking geen (negatieve) invloed hebben op bekende verontreinigingen. Indien binnen het invloedgebied grondwaterverontreinigingen aanwezig zijn, dienen mogelijk aanvullende maatregelen te worden genomen of dient de bemalingswijze te worden aangepast. De verplaatsing van eventueel aanwezige grondwaterverontreinigingen zal, afhankelijk van de retardatiefactor van de verontreiniging, gelijk of kleiner zijn dan de verplaatsing van het grondwater. Een verplaatsing kleiner dan 5 m wordt als niet significant beschouwd. Vervolgens is met de behulp van de publieke rapportagemodule van de Nazca-website van de Omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied geïnventariseerd of en welke mobiele grondwaterverontreinigingen binnen het invloedgebied voorkomen en is beoordeeld wat de

invloed van de bemaling en retourbemaling hierop is. Op basis hiervan wordt geconcludeerd dat binnen het invloedgebied van de bemaling/retourbemaling geen bekende grondwaterverontreinigingen aanwezig zijn die aanleiding geven tot het nemen van extra maatregelen.

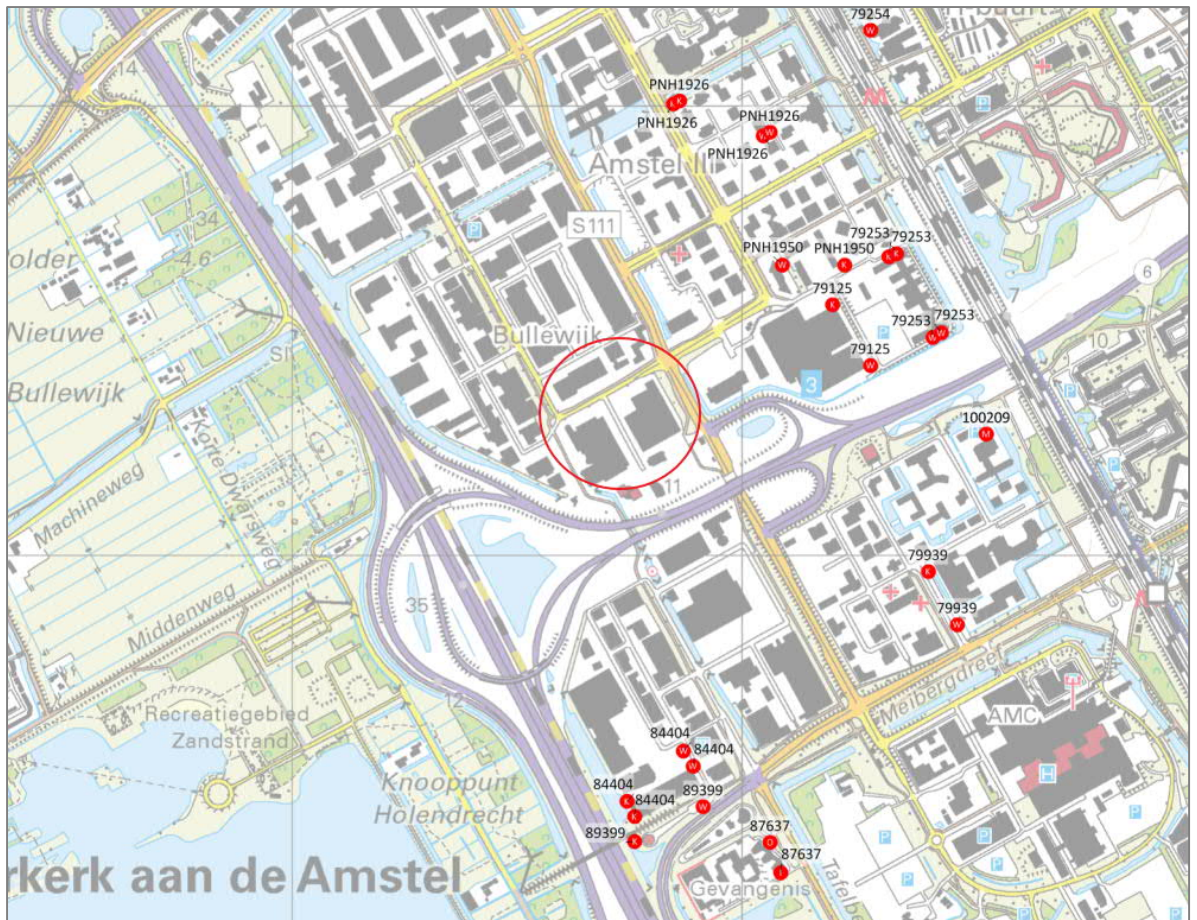
## **7.8 Invloed op het zoet/zout grensvlak**

Van het tijdens een proefbemaling geloosde water is op 18 juli 2019 een watermonster genomen. Uit de analyse van dit water blijkt dat het tijdens de proefbemaling opgepompte water zout is (2.400 mg/l Chloride). Op basis van DINOloket wordt het zoet/zout grensvlak wordt op een diepte van NAP 12 m verwacht. Het eerste watervoerend pakket is dus vrijwel geheel zout met mogelijk in de top brak grondwater. Het freatische pakket is naar verwachting brak tot zoet.

De bronnen staan in de top van het eerste watervoerend pakket afgesteld. Er wordt naar verwachting zout water onttrokken. Mogelijk heeft de bemaling enige invloed op de ligging van het zoet/zout grensvlak. Er zal ten gevolge van de bemaling geen toename van zoute kwel optreden. Nadat de tijdelijke bemaling is gestopt, zal het zoet/zout grensvlak zich herstellen.

## **7.9 Overige grondwateronttrekkingen**

In het kader van deze opdracht is navraag gedaan naar andere grondwateronttrekkingen in het gebied bij Waternet (optredend namens het Waterschap Amstel, Gooi en Vecht) en bij de Omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied (optredend namens de Provincie Noord-Holland). Door Waternet is (telefonisch) aangegeven dat geen onttrekkingen aanwezig zijn die van belang zijn. Door de Omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied zijn op 15 januari 2020 gegevens aangeleverd van een aantal grondwateronttrekkingen en infiltraties. De aangeleverde locaties van de bronnen zijn opgenomen in figuur 7.1.

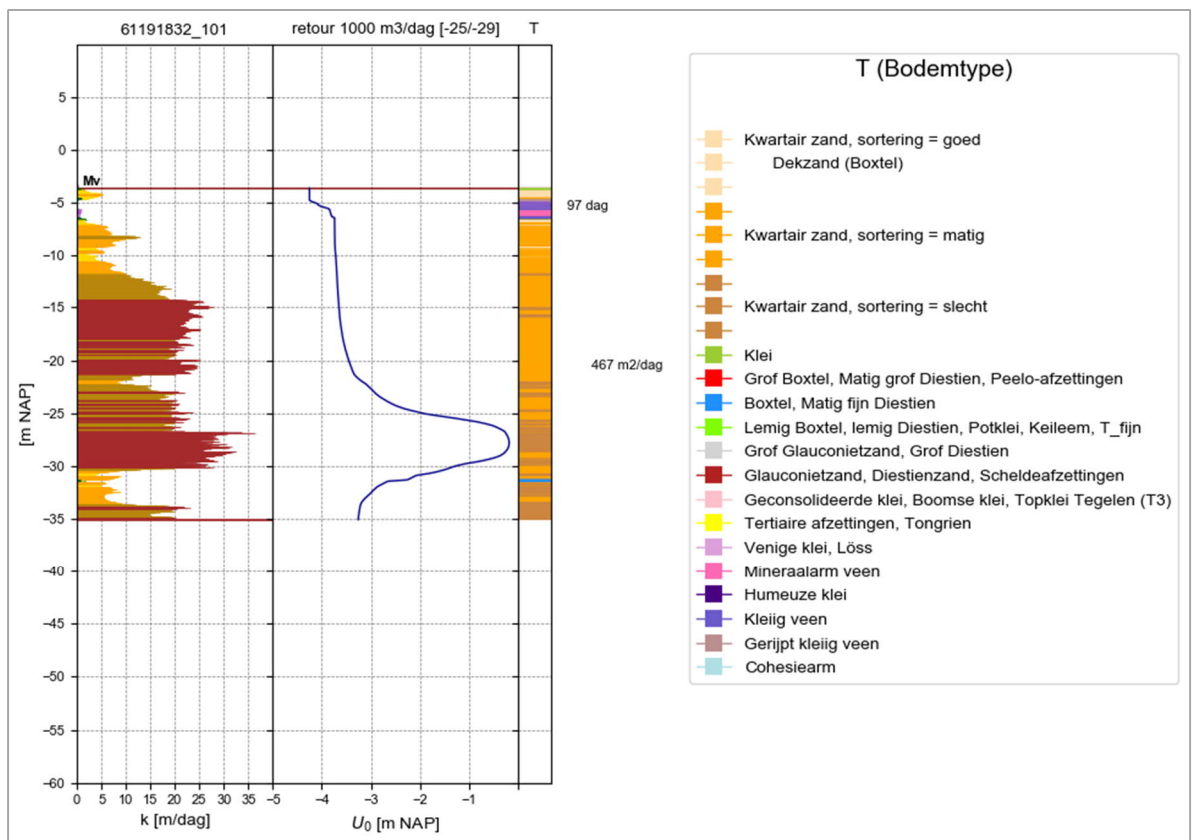


*Figuur 7.1 Ligging onttrekkingsbronnen in de omgeving van de projectlocatie*

Het grootste deel van deze bronnen betreffen open bodemenergiesystemen met een filterstelling in het tweede watervoerend pakket (dieper dan -50 [m NAP]). De bemaling en retourbemaling heeft geen significante invloed in het tweede watervoerend pakket en zal dus geen invloed op deze systemen hebben.

## 7.10 Opbarstrisico retourveld

DSI is gebaseerd op het met druk inbrengen van water in de ondergrond. Hierdoor stijgt de druk in de injectie laag het meest en de druk in hogere en lagere lagen minder. Met behulp van de Pythonmodule Timml<sup>1</sup> kan een injectie in de ondergrond worden gesimuleerd in een multilayer berekening. Op basis hiervan is bij een injectie van 1000 [m<sup>3</sup>/dag] op een diepte van -25/-29 [m NAP] een drukverhoging berekend van ongeveer 3,5 meter, hiervan is net onder de deklaag, op -7,5 [m NAP], nog ongeveer 0,5 meter over. Het gewicht van de deklaag en opgebracht zand is minimaal 60 kN/m<sup>2</sup>. Op basis van deze simulatie wordt geconcludeerd dat er geen opbarstgevaar is voor de deklaag. In figuur 7.2 is het berekende drukverloop in de ondergrond opgenomen.



Figuur 7.2 Drukverloop (blauwe lijn) bij DSI injectie

<sup>1</sup> <https://github.com/mbakker7/timml>



## **8 Waterkwaliteit en lozing**

### **8.1 Verwachte waterkwaliteit opgepompte grondwater**

Het grondwater is brak tot zout.

### **8.2 Lozingsmogelijkheden**

Het opgepompte water van de bemalingen van de Dieseltanks/Waterkelder wordt volledig (d.m.v. DSI) geretourneerd. Optioneel kan het water uit het Datacenter ook via de DSI in de ondergrond worden geretourneerd, maar omdat dit water mogelijk zuurstofrijk is kan dit aanleiding geven tot verstopping. Lozing van dit water op riolering of oppervlaktewater wordt aanbevolen.

Hiernaast wordt lozing op de riolering aanbevolen voor kleine hoeveelheden spoel- en proceswater. Gezien de geringe hoeveelheden en de mogelijk afwijkende kwaliteit (waarmee retournering in de bodem niet mogelijk is) wordt aanbevolen dit op de riolering te lozen. Dit dient besproken te worden met het Waterschap en OG.

## 9 Advies ten aanzien van maatregelen en monitoring

### 9.1 Algemeen

Ten aanzien van monitoring en daadwerkelijk uitvoering wordt geadviseerd een bemalingsplan op te stellen conform de BRL 12000. Hierin staan onder andere de contactpersonen, gebruikte materieel en inrichting van de projectlocatie etc. et. opgenomen.

### 9.2 Advies ten aanzien van eventuele aanvullende (compenserende) maatregelen

Niet van toepassing.

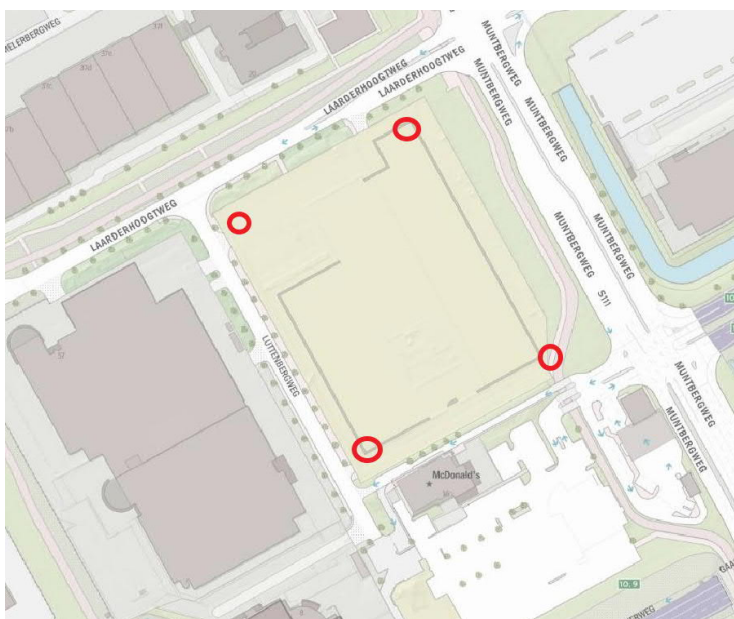
### 9.3 Advies ten aanzien van eventuele alternatieve uitvoeringsmethoden.

Niet van toepassing.

### 9.4 Advies ten aanzien van monitoring (op basis van het bemalingsadvies)

Geadviseerd wordt om het stijghoogteverloop tijdens de bemaling op dagbasis te monitoren met behulp van peilbuizen, en deze na afloop van de bemalingen in combinatie met de debietregistratie aan het bevoegd gezag te overleggen.

In figuur 9.1 staan een 4-tal voorkeurslocaties opgenomen (rode stippen) met elk een filter in het freatisch vlak, 1 op circa -10 [m NAP] en 1 op de diepte van de DSI-retourbemaling (dus 3 peilfilters per locatie).



Figuur 9.1 Voorstel voor peilbuislocaties

## **9.5 Monitoringsplan**

### *9.5.1 Debietmeting / volumestroommeting bemaling*

De afvoerleidingen van de bemaling worden op een verzamelleiding aangesloten. Hierachter wordt, voor het infiltratie een debietmeter opgenomen. De debietmeting geschiedt per locatie, door middel van mechanische debietmeter. Door de bemaler of Heijmans worden wekelijks opnames van de debietmeters verricht en bijgehouden. Registratieformulieren worden door Heijmans bijgehouden en na afloop van de bemaling verstrekt aan het Waterschap.

### *9.5.2 Monitoring freatische grondwaterstand*

Gedurende de bemalingsperiode worden de grondwaterstanden in de peilbuizen dagelijks gemeten. Dit gebeurt door middel van dataloggers welke in de peilbuizen worden geplaatst. De dataloggers (middels een real-time webpagina in te zien) worden geprogrammeerd om elk uur een meting te doen van de waterstanden in de peilbuizen.

Peilbuizen worden geplaatst door de bemaler, voorafgaand aan het moment dat de bemalingen worden geïnstalleerd. Het bepalen van de locaties van de te plaatsen peilbuizen gebeurt in overleg met Heijmans. De peilbuizen worden na installatie gecontroleerd op juiste werking. De peilbuizen zijn voorzien van geperforeerde filters met een lengte van 1 [m].

Geadviseerd wordt om op meerdere locaties een peilbuis te plaatsen. Opgemerkt wordt dat de exacte locatie van de peilbuizen in het werk bepaald dient te worden in verband met kabels en leidingen, toestemming van derden etc.

## 9.6 Grenswaarden grondwaterstanden

### 9.6.1 Algemeen

De metingen worden getoetst op vooraf vastgestelde grenswaarden. De grenswaarden zijn opgebouwd uit drie niveaus en zijn als volgende opgebouwd:

- Signaalwaarde groen: Niets aan de hand, systeem werkt goed.
- Alarmwaarde oranje: Overgang van groen naar oranje.  
De functie van de kleur oranje is dat tijdig 'aangekondigd' wordt dat sprake is van veranderingen in het systeem. Als deze alarmwaarde overschreden wordt, worden aanvullende maatregelen genomen, gericht op het voorkomen van overschrijdingen van de grenswaarde rood.
- Grenswaarde rood: Overgang van oranje naar rood.  
De functie van de kleur rood is het aangeven van de maximale grens. Overschrijden dient vóórkomen te worden. Overschrijding van de grenswaarden betekent beïnvloeding en eventueel hieruit volgende schade en mogelijk stil leggen van het werk vanuit bevoegd gezag.  
Bij een overschrijding van een signalerings- of grenswaarde conform de datalogger in de betreffende peilbuis wordt de hoofduitvoerder van Heijmans op de hoogte gesteld. Vervolgens onderneemt de hoofduitvoerder gericht actie. Hieronder valt tevens het tijdig op de hoogte stellen van het Waterschap.

### 9.6.2 Grenswaarden

Voor het bepalen van de indicatie waarden voor de grondwaterstanden wordt uitgegaan van een statistische onderbouwing. Hierbij wordt gefocust op de lage grondwaterstanden. De hier gehanteerde waarden zijn de waarden op de grens van het werkterrein. Vlak bij de bouwlocatie komen, met name in het watervoerende pakket, lagere waarden voor. Oranje komt in bodemlaag 2 overeen met een gemiddelde grondwaterstand - 1 standaarddeviatie; rood komt overeen met een gemiddelde grondwaterstand - 2 standaarddeviaties. Voor de locatie gelden de volgende indicatiewaarden, de waarde verandert indien de grondwaterstand lager wordt dan de hier opgenomen waarden (dan wordt actie ondernomen conform paragraaf 9.6.1):

Laagpakket	Oranje waarde [m NAP]	Rode waarde [m NAP]
1 (deklaag)	-4.4	-4.6
3 (1 <sup>e</sup> WVP)	-4,5	-4,7

Datum 30 april 2020  
Kenmerk

## **Bijlage 1 Sondeeronderzoek**


## Rapportage

### Geotechnisch Bodemonderzoek

Project : Amsterdam, Laarderhoogtweg 51  
Nieuwbouw bedrijfspand

Opdrachtnummer : 61182010

Opdrachtgever : Haskoning DHV Nederland B.V.  
Postbus 24  
6500 AA Nijmegen

datum	deel rapport	omschrijving	projectleider	paraaf
9-10-2018	GB-1	-	ing. D. Boonstra	



Deze rapportage betreft het door IJB Geotechniek uitgevoerde geotechnisch bodemonderzoek.

Achtereenvolgens treft u aan:

- \* toelichting op het sonderen en de specificatie van de gebruikte apparatuur
- \* inmeetgegevens van de onderzoekpunten
- \* eventueel beschikbare 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.

Voor meer informatie over dit rapport of andere producten en/of diensten van ons bedrijf kunt u contact opnemen met:

- ing. D. Boonstra	tel. 0514-568820
- dhr. B. Dekker	tel. 0514-568835

Bijzonderheden tijdens de uitvoering:

-

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

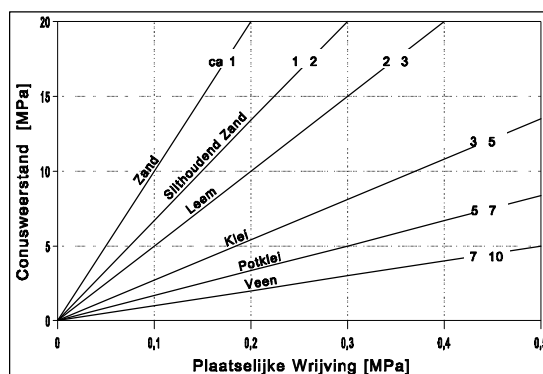
Het uitvoeren van de sonderingen geschiedt met behulp van hoogwaardige apparatuur. Op basis van de gehanteerde meetmethode en ijking van onze apparatuur kunnen al onze sonderingen ingedeeld worden in toepassingsklasse 2. Dit is met de gebruikelijke meetapparatuur in Nederland de hoogst haalbare kwaliteitsklasse. De metingen worden op onze sonderwagens 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/mm<sup>2</sup>. 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: 61182010

unit(s):

12

tracktruck, 17000 kg, 200 kN drukcapaciteit

sondeermeester(s)

WK KR

conus nr

150701

170606

calibratiedatum

30-05-18

25-09-18

punt (cm<sup>2</sup>)

15

15

fabrikant

Geopoint

Geopoint

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.

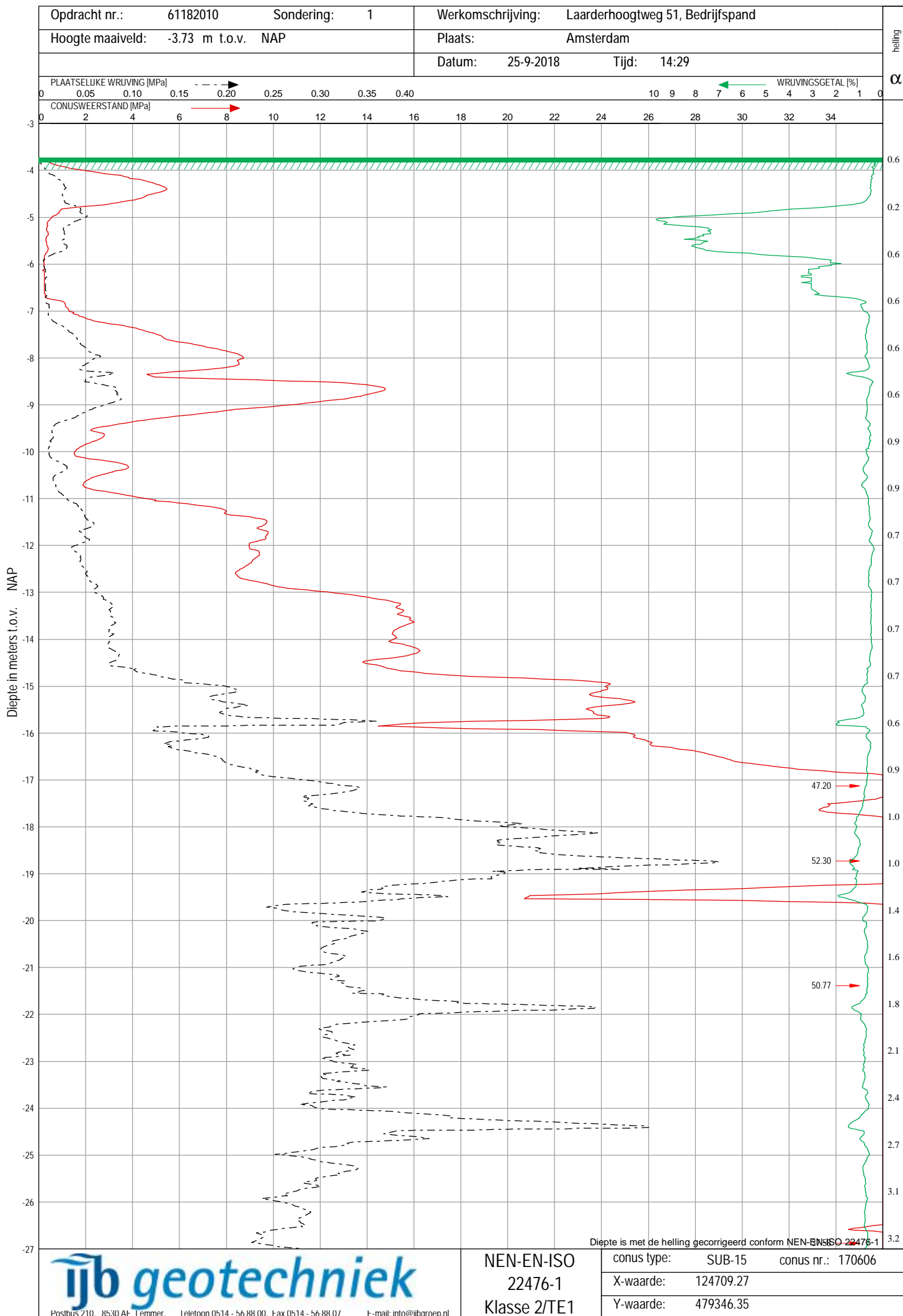
De reden waarom de sondering is beëindigd is in de kolom stopcriteria weergegeven.

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.

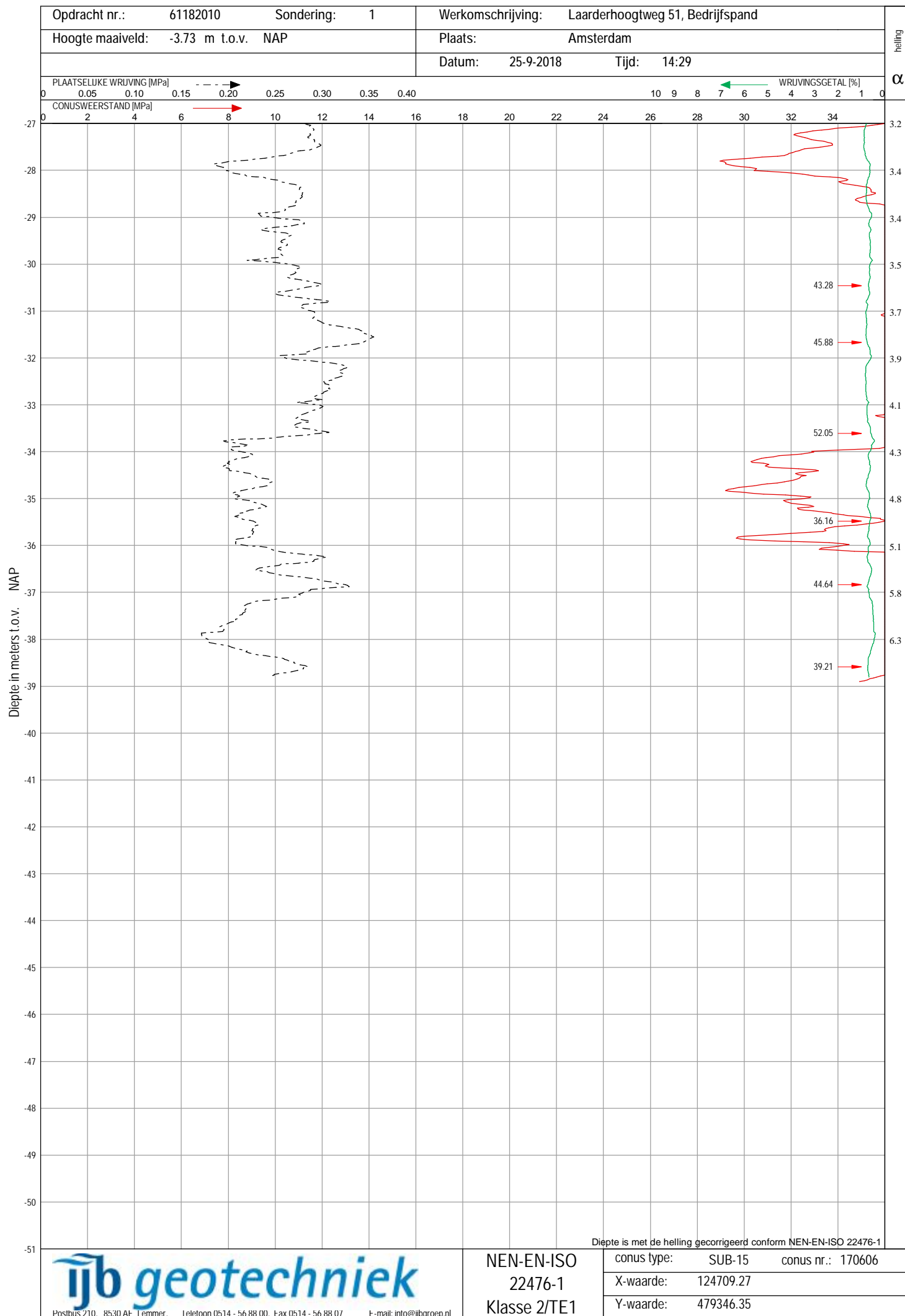
Meetpnt.	X-waarde (m) in RD	Y-waarde (m) in RD	Z-waarde (m) tov NAP	Stopcriteria	Gws (m) tov NAP
1	124709.27	479346.35	-3.73	einddiepte bereikt	-4.28
2	124722.70	479353.70	-3.67	einddiepte bereikt	
3	124739.90	479363.20	-3.67	einddiepte bereikt	-4.27
4	124757.20	479372.66	-3.66	einddiepte bereikt	
5	124774.33	479382.08	-3.66	einddiepte bereikt	
6	124791.56	479391.61	-3.62	einddiepte bereikt	
7	124805.14	479398.85	-3.67	einddiepte bereikt	-4.27
8	124814.98	479386.05	-3.63	einddiepte bereikt	
9	124799.19	479377.44	-3.63	einddiepte bereikt	
10	124782.09	479367.92	-3.70	einddiepte bereikt	
11	124764.95	479358.32	-3.72	einddiepte bereikt	-4.12
12	124747.66	479349.11	-3.74	max drukkracht bereikt	
13	124730.44	479339.55	-3.69	max drukkracht bereikt	-4.19
14	124716.33	479332.12	-3.60	einddiepte bereikt	
15	124723.30	479315.34	-3.52	max drukkracht bereikt	-4.27
16	124739.16	479324.01	-3.69	max drukkracht bereikt	
17	124756.41	479333.38	-3.64	einddiepte bereikt	
18	124773.44	479342.76	-3.75	knikgevaar	
19	124790.76	479352.34	-3.73	einddiepte bereikt	
20	124807.89	479361.87	-3.67	knikgevaar	
21	124823.38	479370.38	-3.50	einddiepte bereikt	
22	124832.29	479354.68	-3.68	einddiepte bereikt	
23	124816.54	479346.08	-3.72	einddiepte bereikt	-4.12
24	124799.33	479336.56	-3.76	einddiepte bereikt	
25	124782.25	479327.13	-4.05	knikgevaar	-4.40
26	124764.95	479317.64	-3.83	knikgevaar	
27	124747.75	479308.23	-3.69	einddiepte bereikt	-4.34
28	124732.39	479299.81	-3.49	max drukkracht bereikt	
29	124740.67	479283.82	-3.51	einddiepte bereikt	-4.31
30	124756.48	479292.63	-3.62	max drukkracht bereikt	-4.27
31	124773.65	479301.99	-3.79	knikgevaar	
32	124790.81	479311.47	-3.89	knikgevaar	-4.04
33	124808.05	479320.80	-3.74	knikgevaar	-4.04

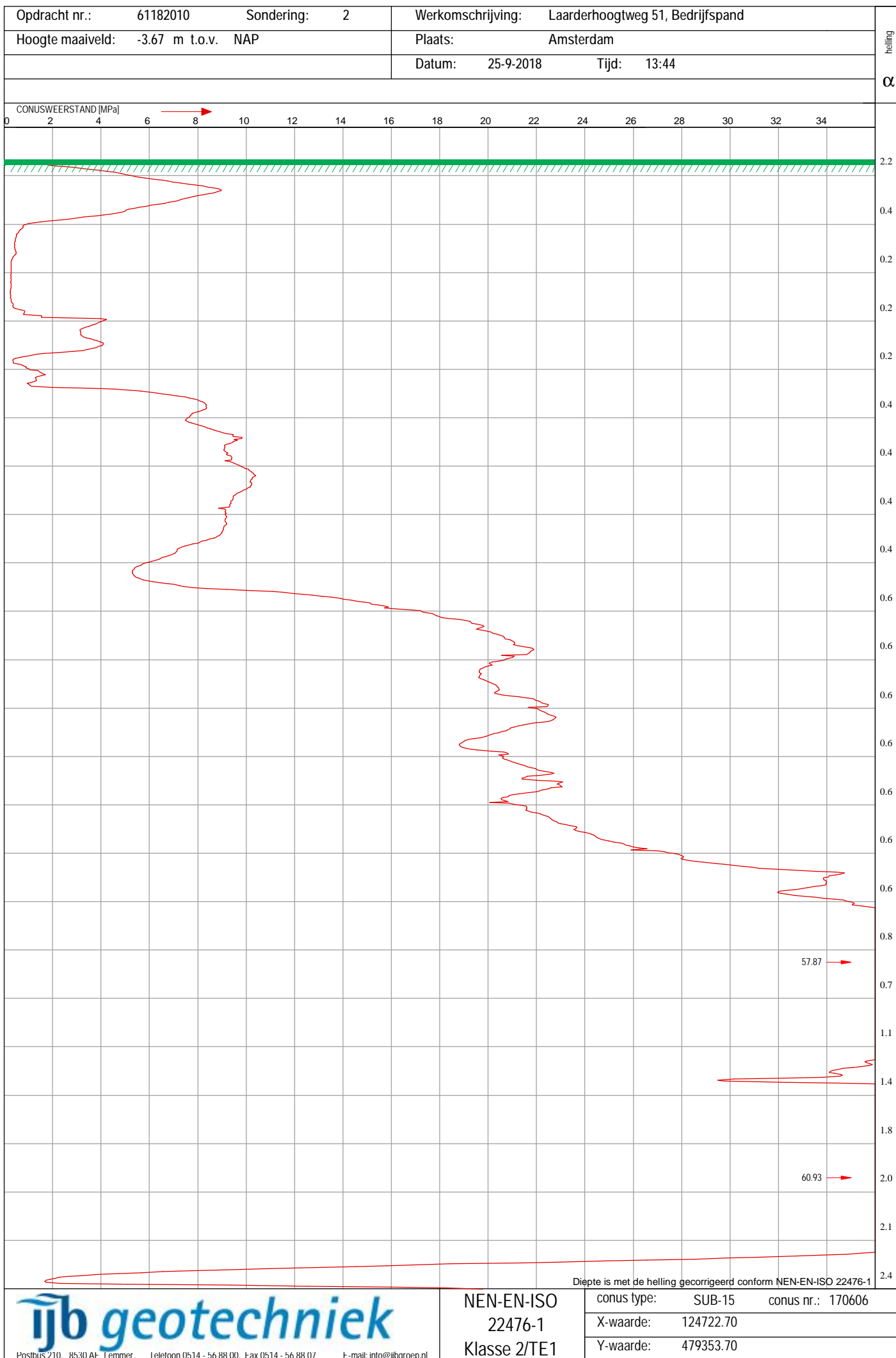
Meetpnt.	X-waarde (m) in RD	Y-waarde (m) in RD	Z-waarde (m) tov NAP	Stopcriteria	Gws (m) tov NAP
34	124825.16	479330.37	-3.70	einddiepte bereikt	
35	124840.80	479338.73	-3.57	einddiepte bereikt	-4.17
36	124849.49	479323.23	-3.66	einddiepte bereikt	-4.16
37	124833.80	479314.68	-3.69	einddiepte bereikt	-4.04
38	124816.62	479305.10	-3.76	knikgevaar	-4.06
39	124799.31	479295.74	-3.70	knikgevaar	
40	124782.22	479286.29	-3.73	knikgevaar	-4.08
41	124765.07	479276.89	-3.67	max drukkracht bereikt	
42	124749.37	479268.29	-3.53	einddiepte bereikt	
43	124758.20	479252.72	-3.50	max drukkracht bereikt	-4.25
44	124773.73	479261.11	-3.65	max drukkracht bereikt	
45	124790.92	479270.64	-3.62	knikgevaar	
46	124808.13	479280.12	-3.59	knikgevaar	
47	124825.26	479289.50	-3.67	einddiepte bereikt	
48	124842.40	479298.98	-3.73	knikgevaar	
49	124858.25	479307.55	-3.66	einddiepte bereikt	-4.11
50	124864.95	479290.91	-3.48	einddiepte bereikt	
51	124851.01	479283.21	-3.68	einddiepte bereikt	-4.03
52	124833.84	479273.80	-3.72	knikgevaar	
53	124816.56	479264.32	-3.87	knikgevaar	
54	124799.53	479254.85	-3.71	max drukkracht bereikt	-4.11
55	124782.25	479245.45	-3.66	max drukkracht bereikt	-4.26
56	124767.03	479237.02	-3.44	max drukkracht bereikt	
57	124775.51	479221.13	-3.46	max drukkracht bereikt	
58	124791.02	479229.76	-3.40	max drukkracht bereikt	
59	124808.17	479239.20	-3.39	einddiepte bereikt	
60	124825.30	479248.59	-3.45	einddiepte bereikt	
61	124842.55	479258.14	-3.35	einddiepte bereikt	
62	124859.77	479267.58	-3.40	knikgevaar	

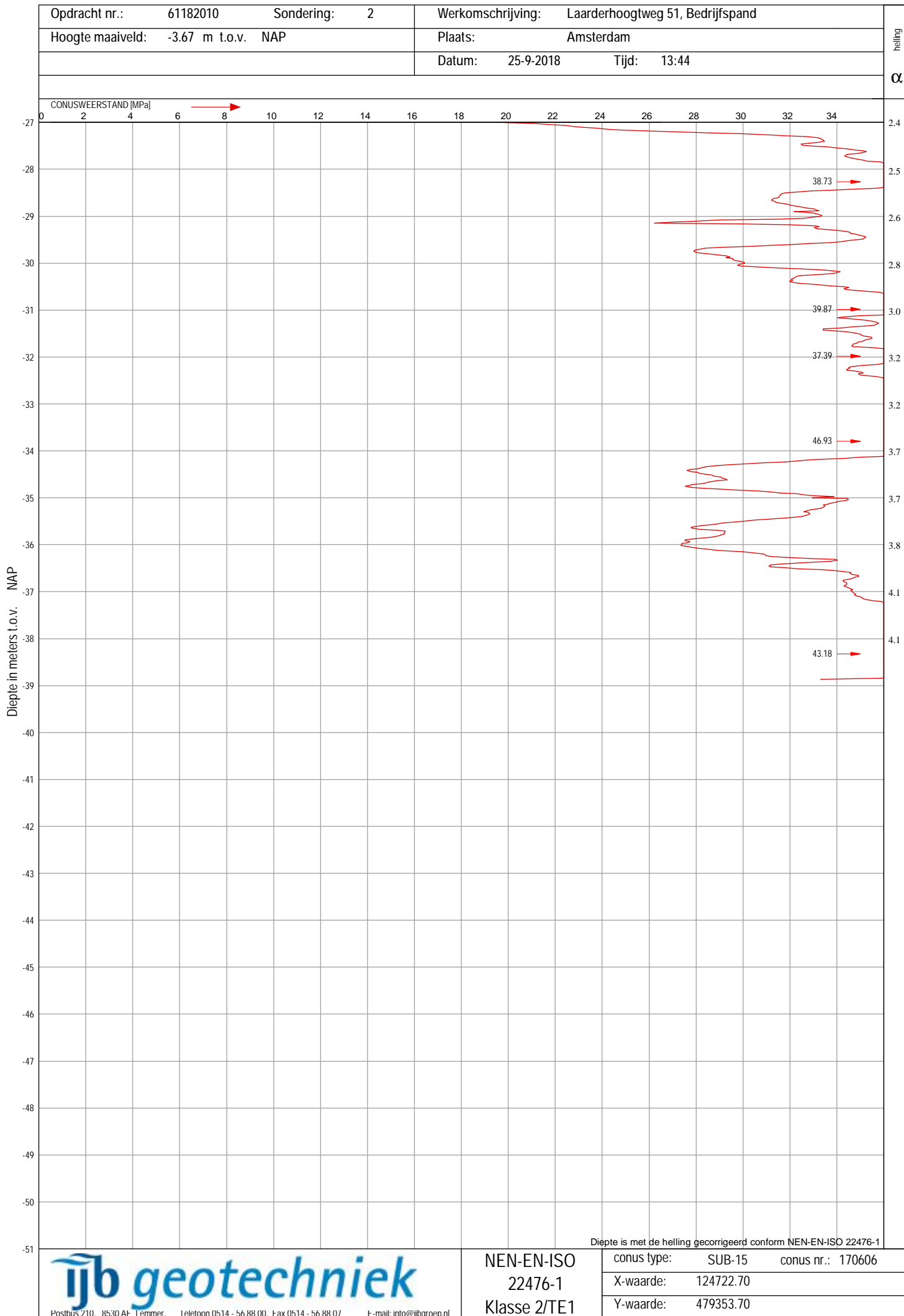


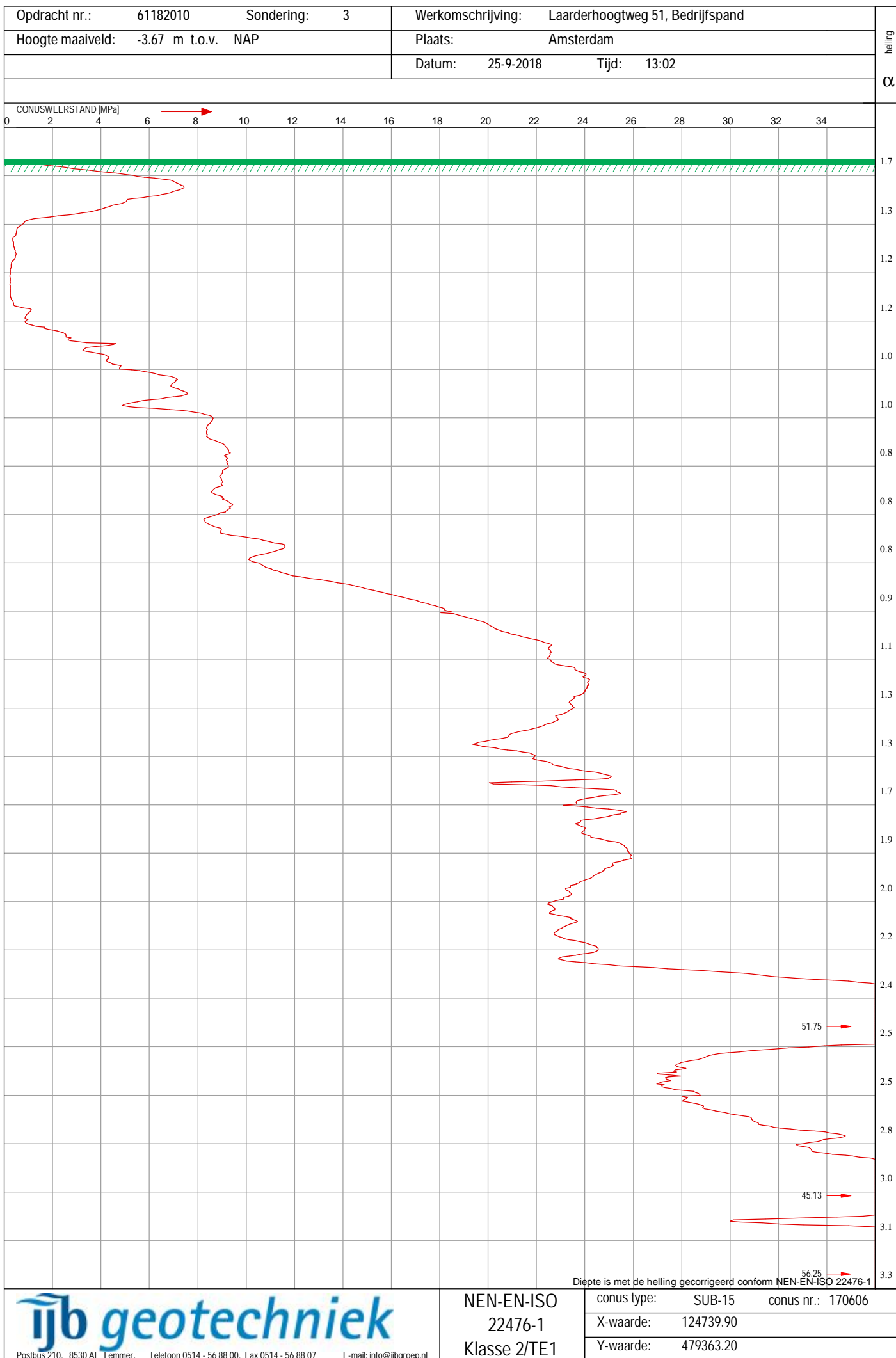


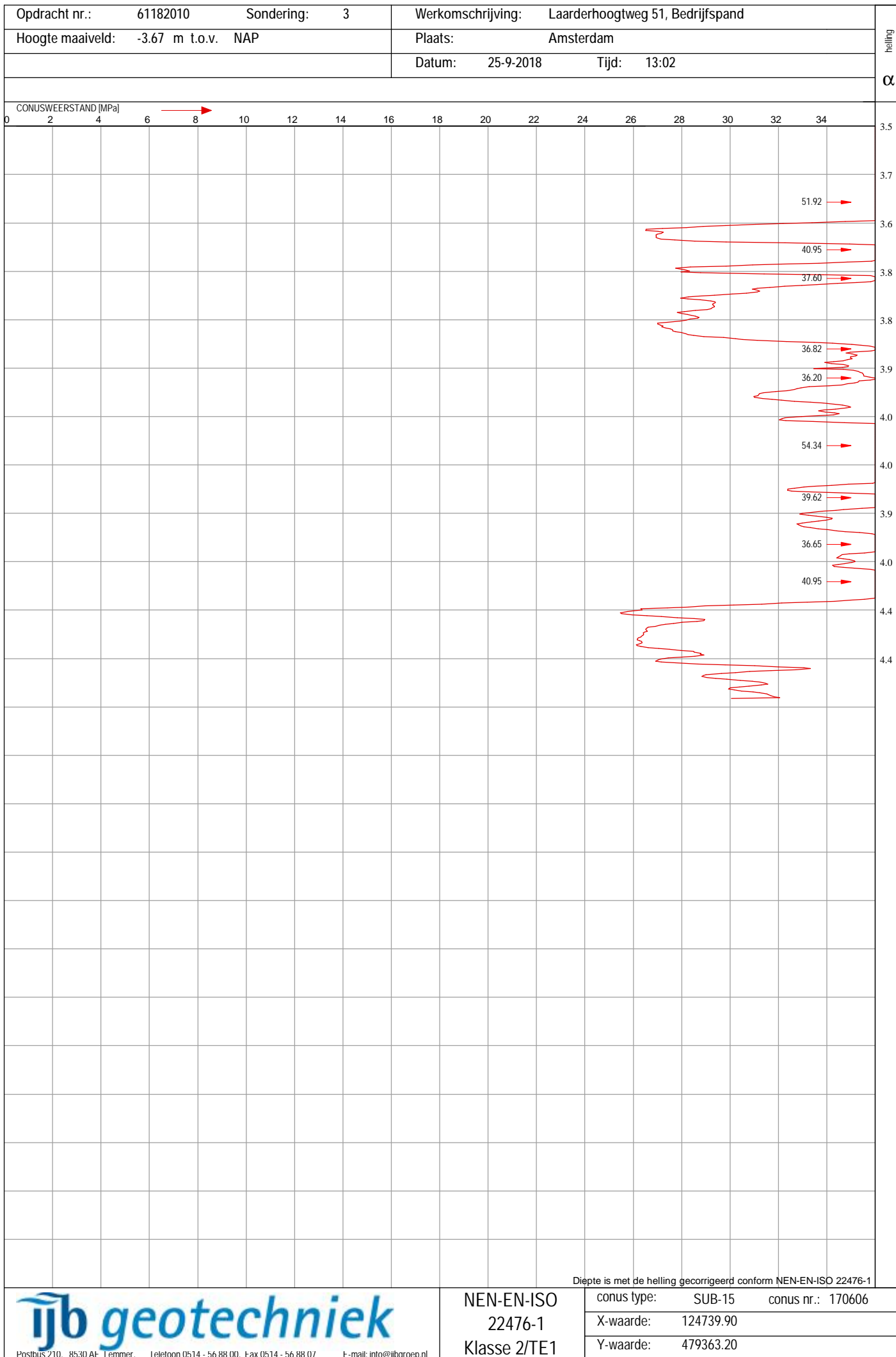




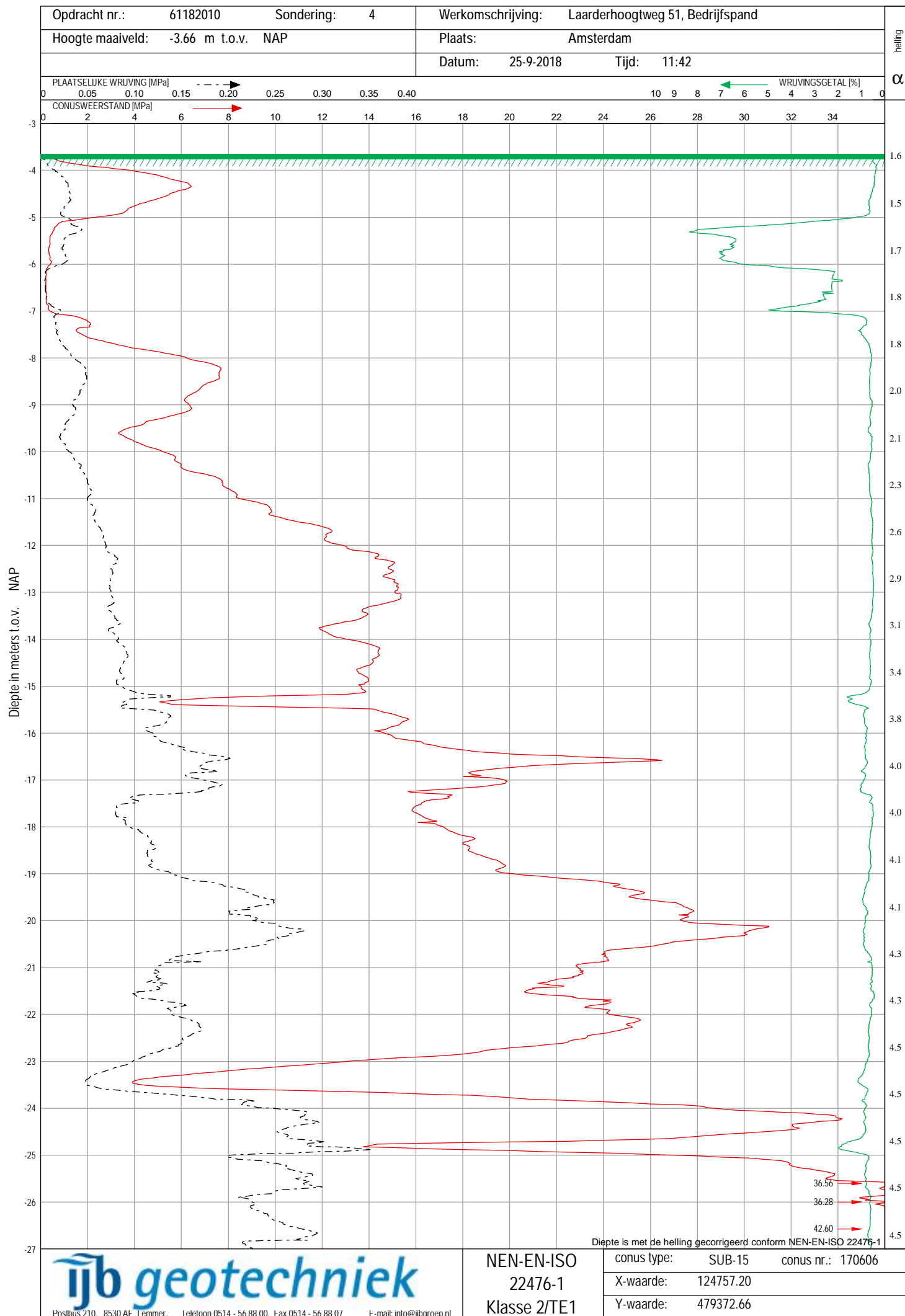


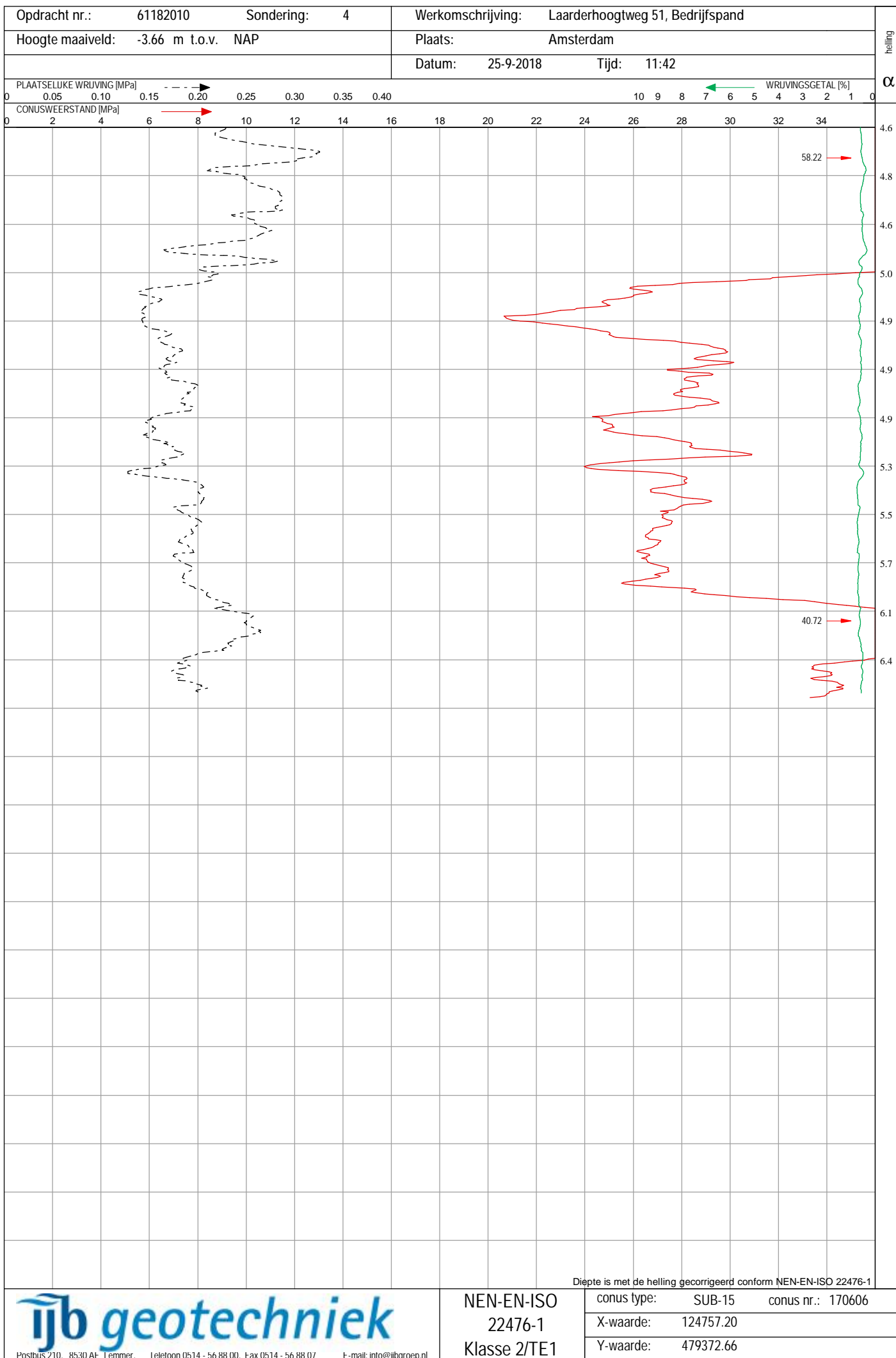


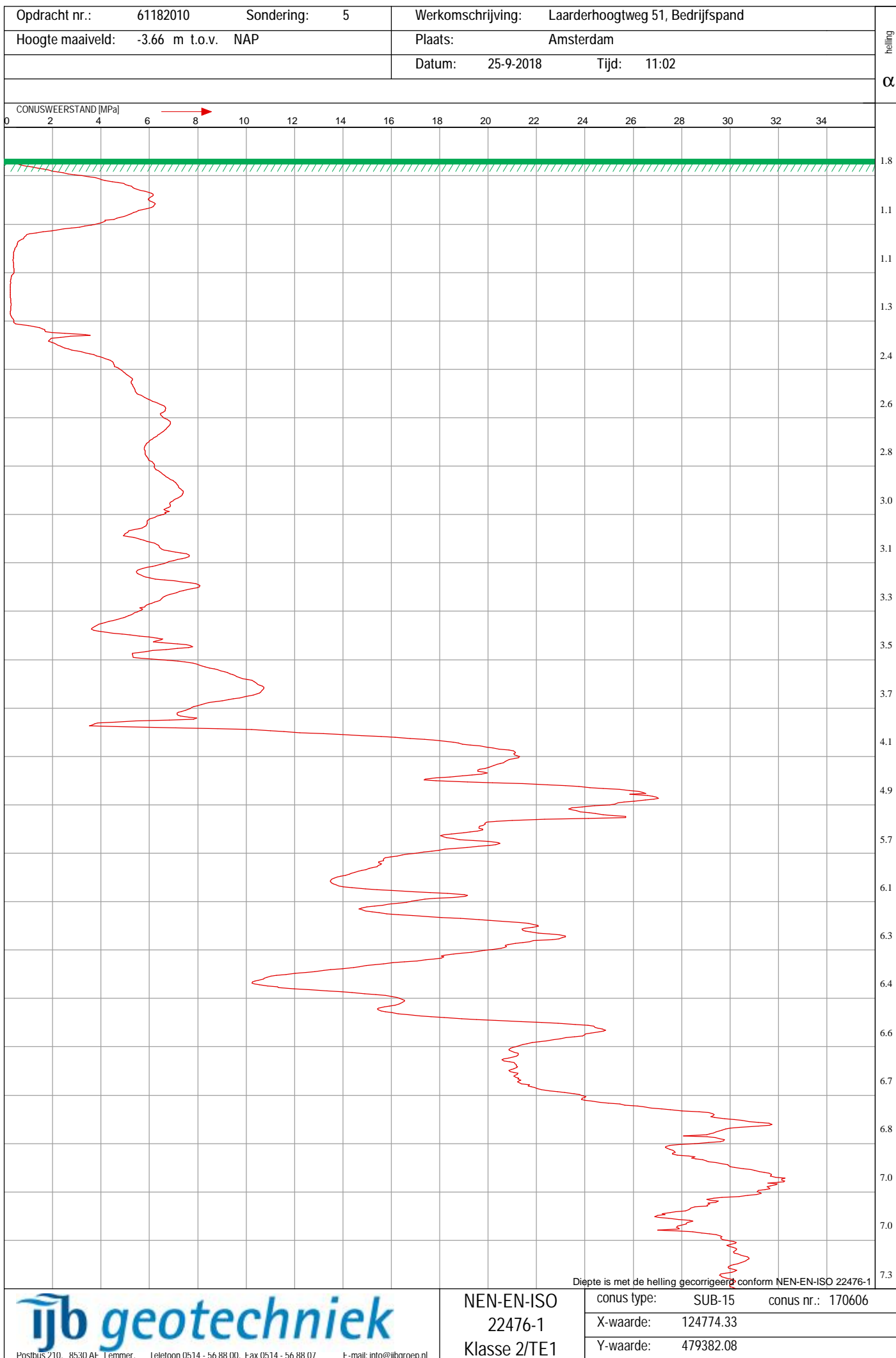


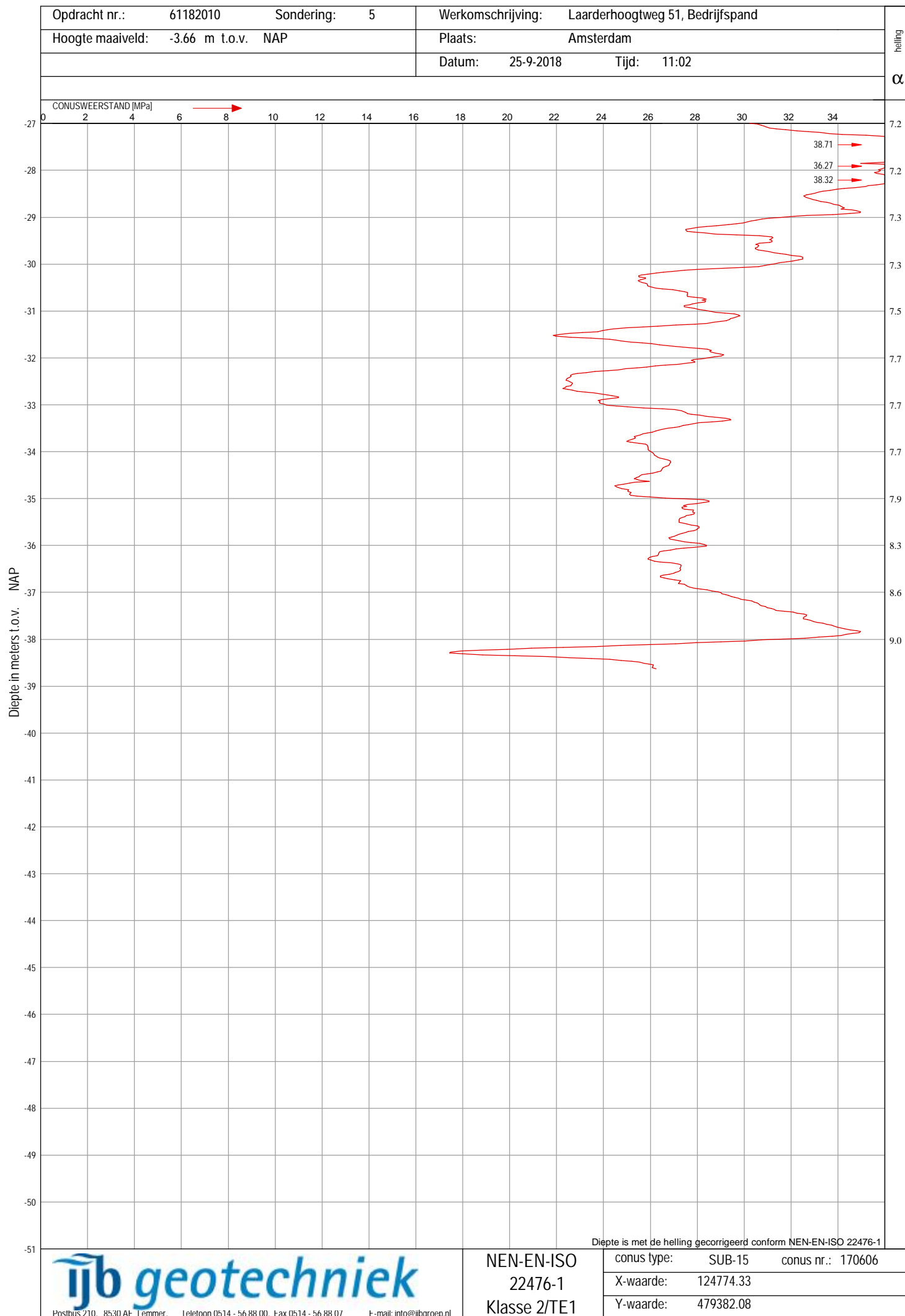


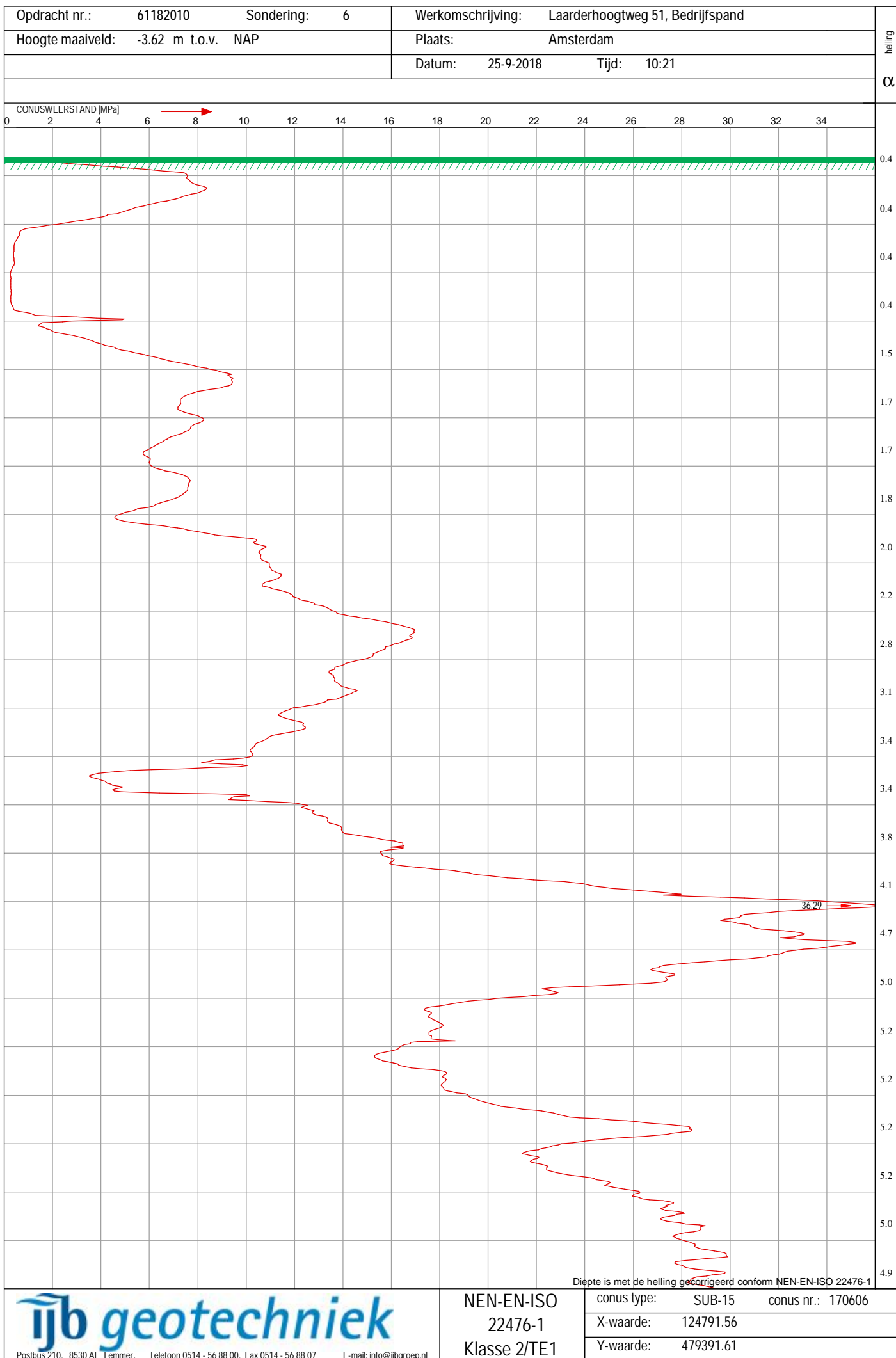




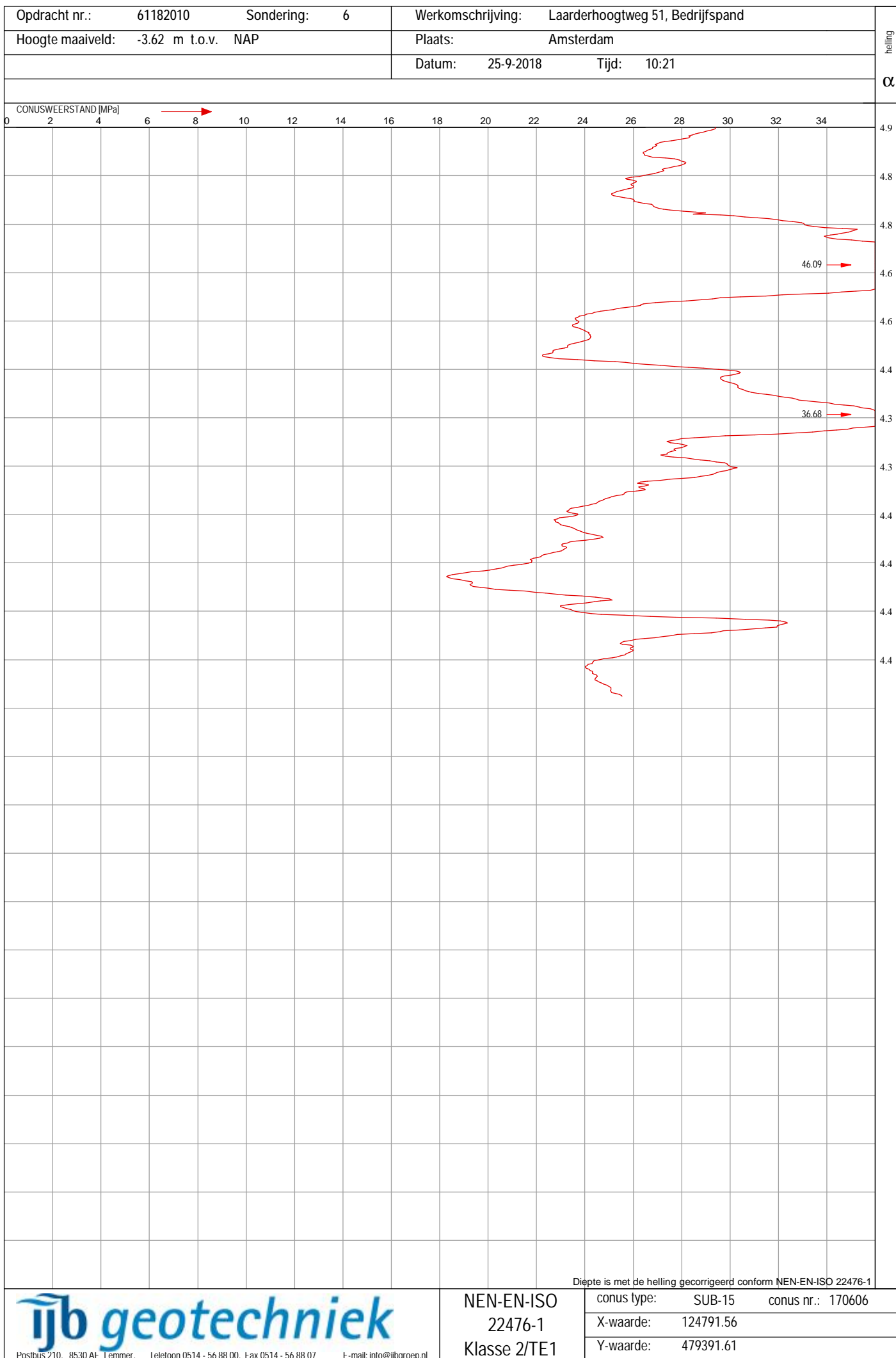


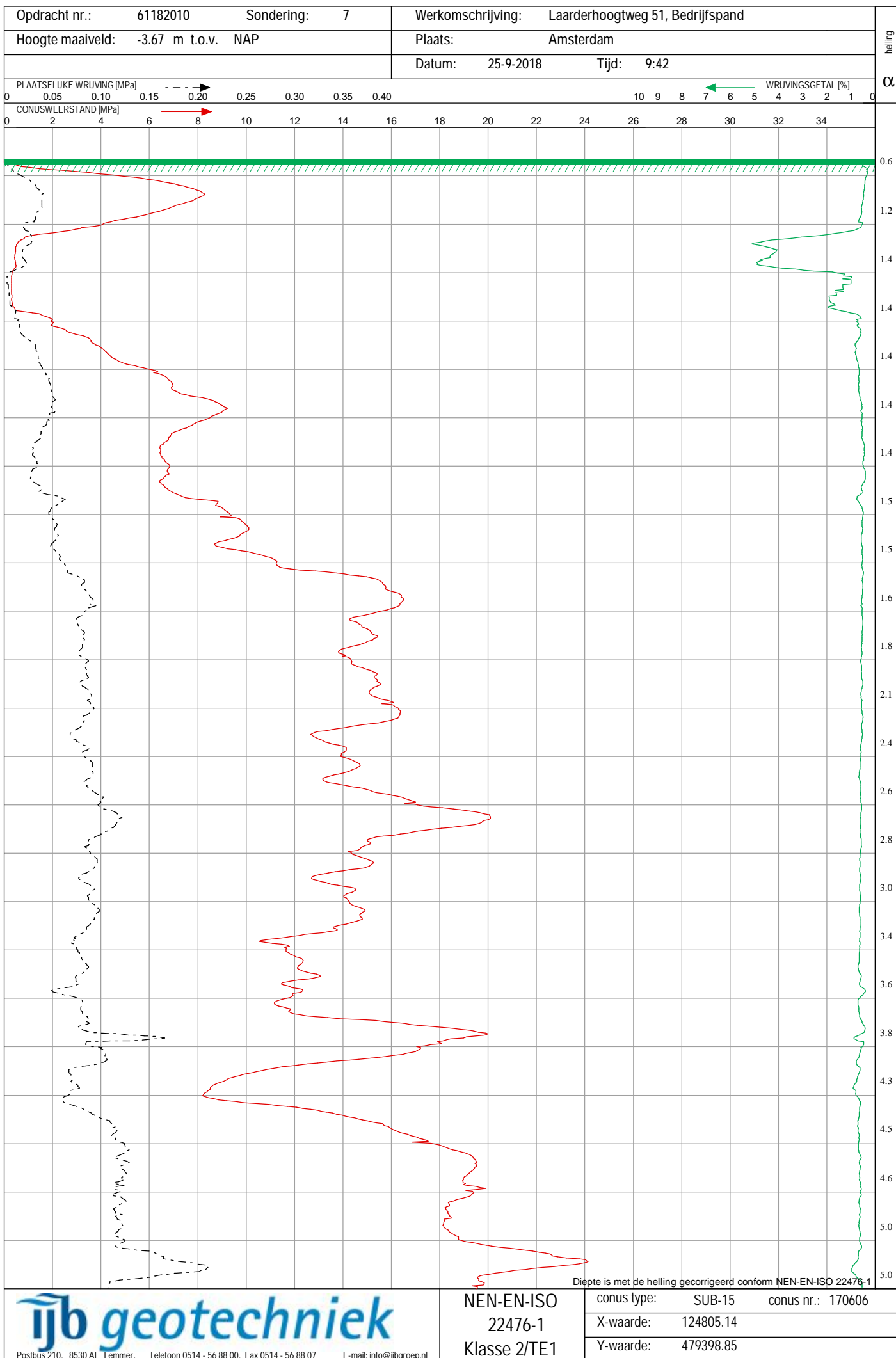


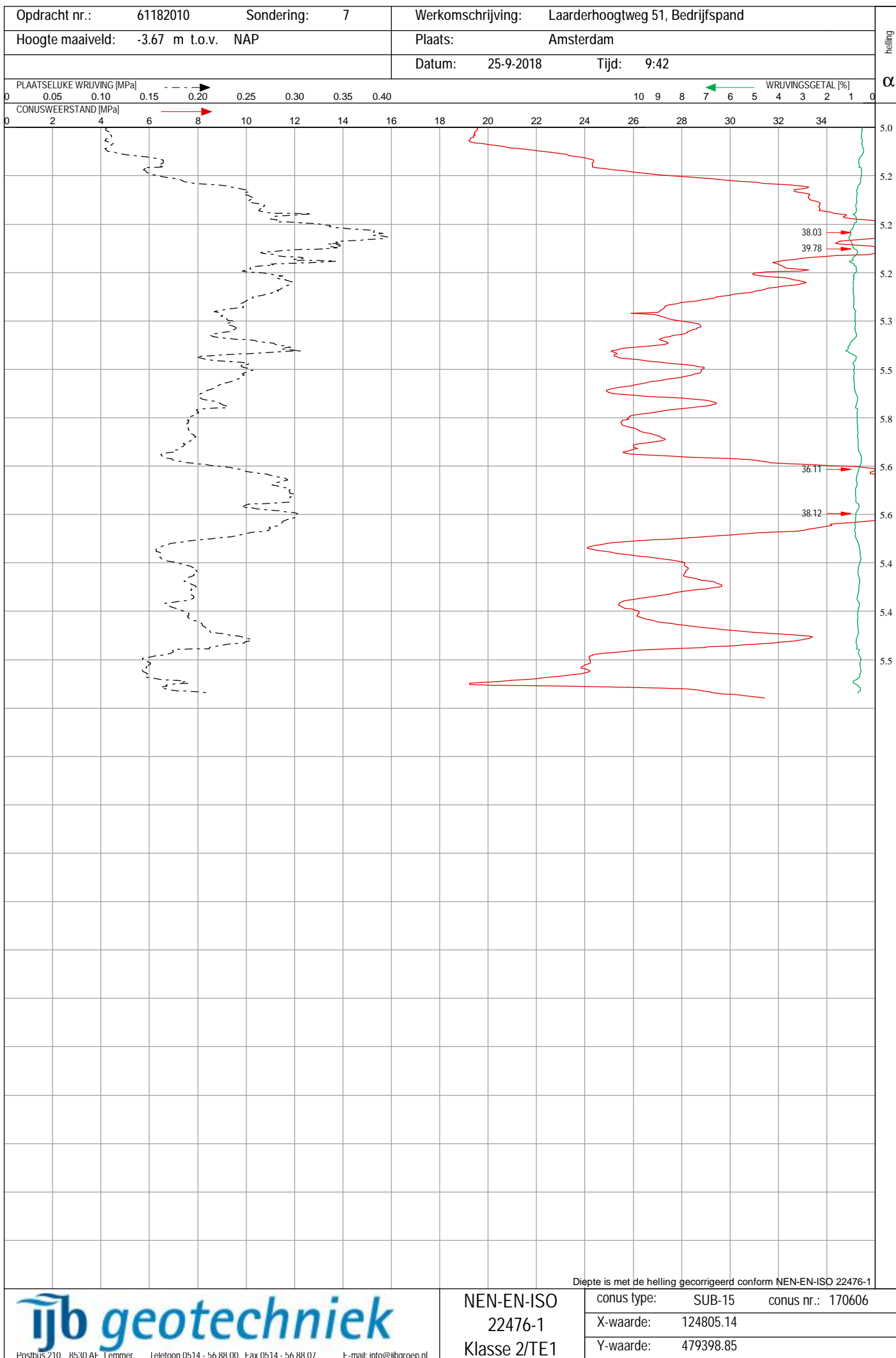


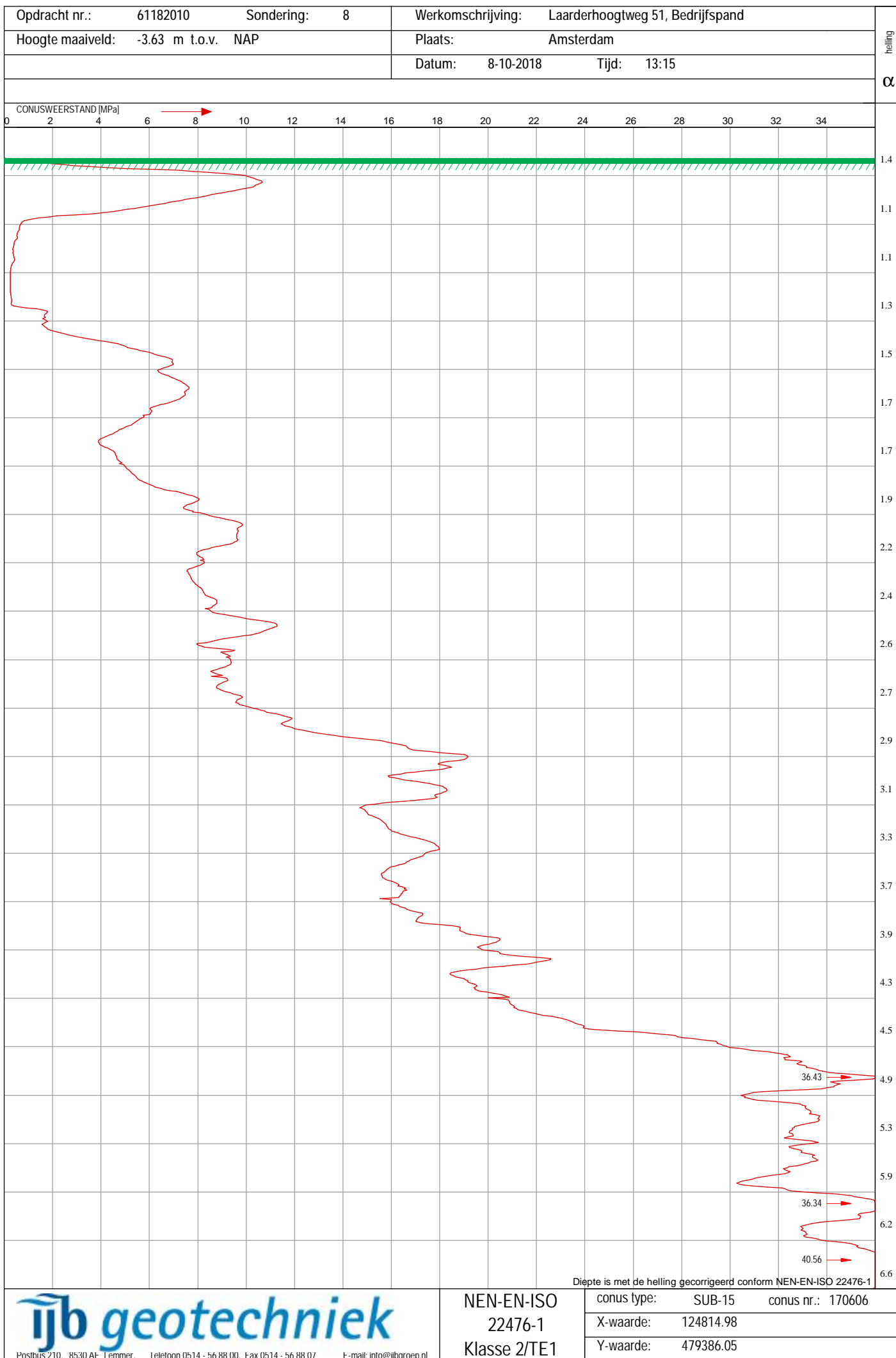


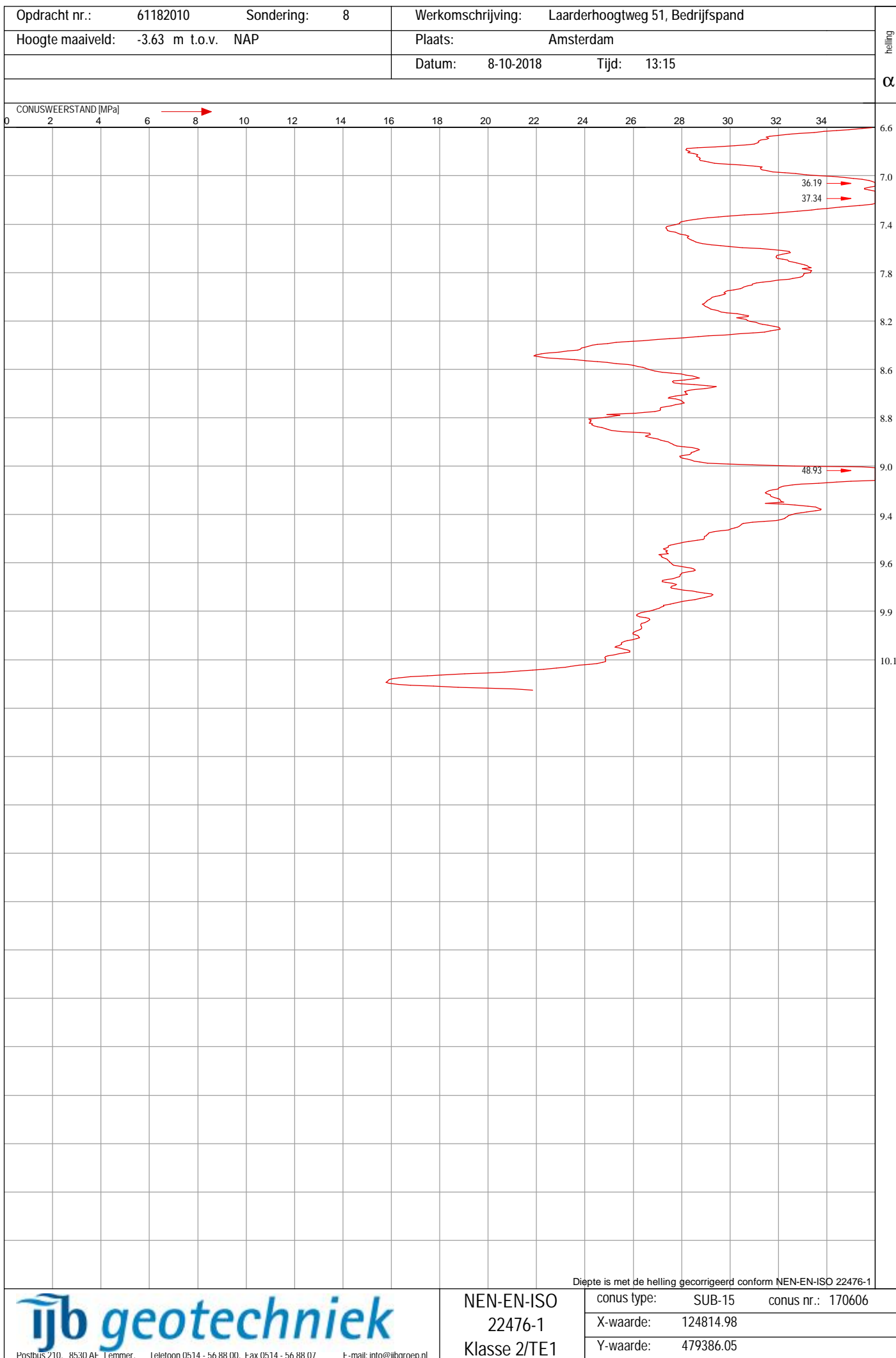




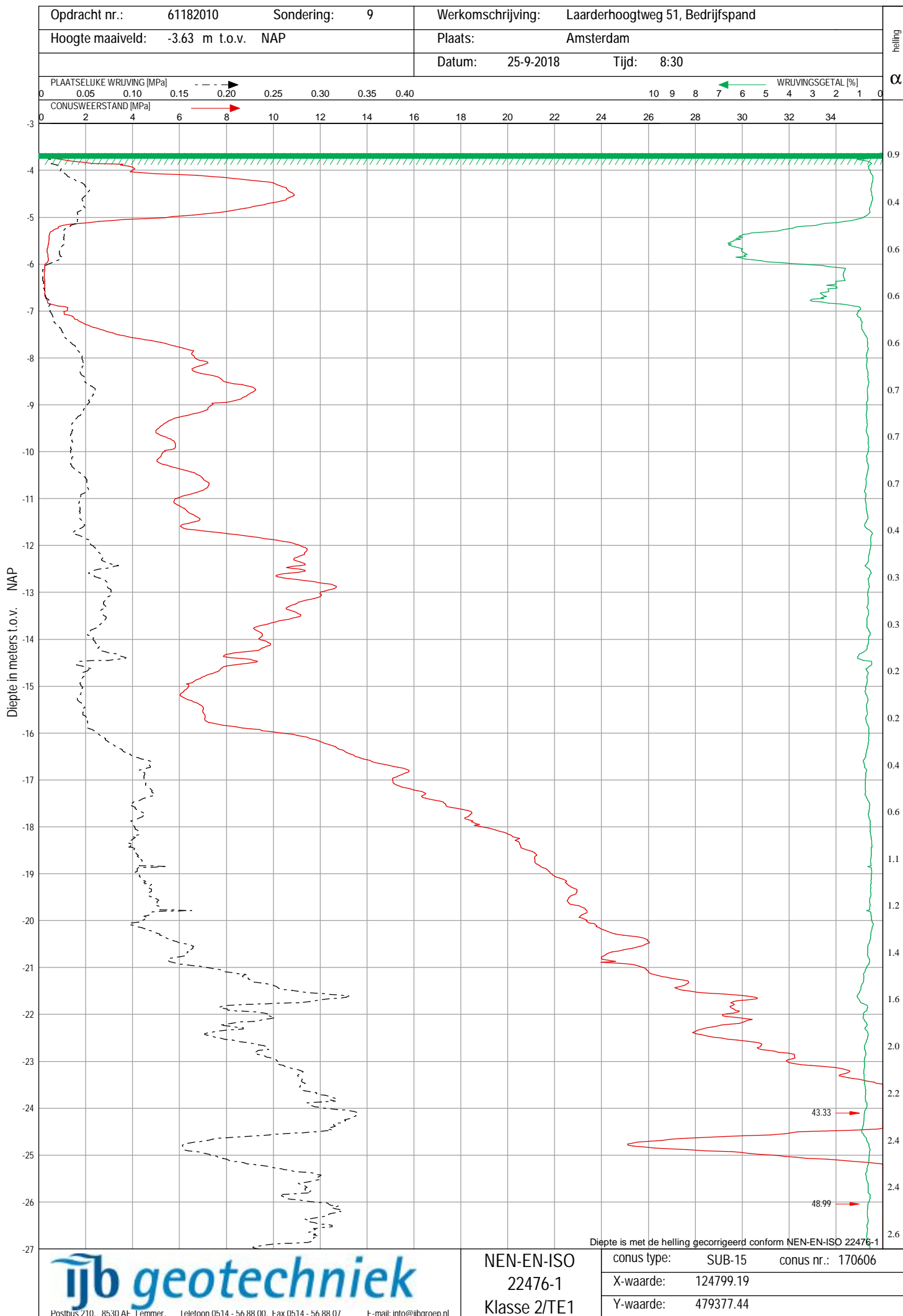


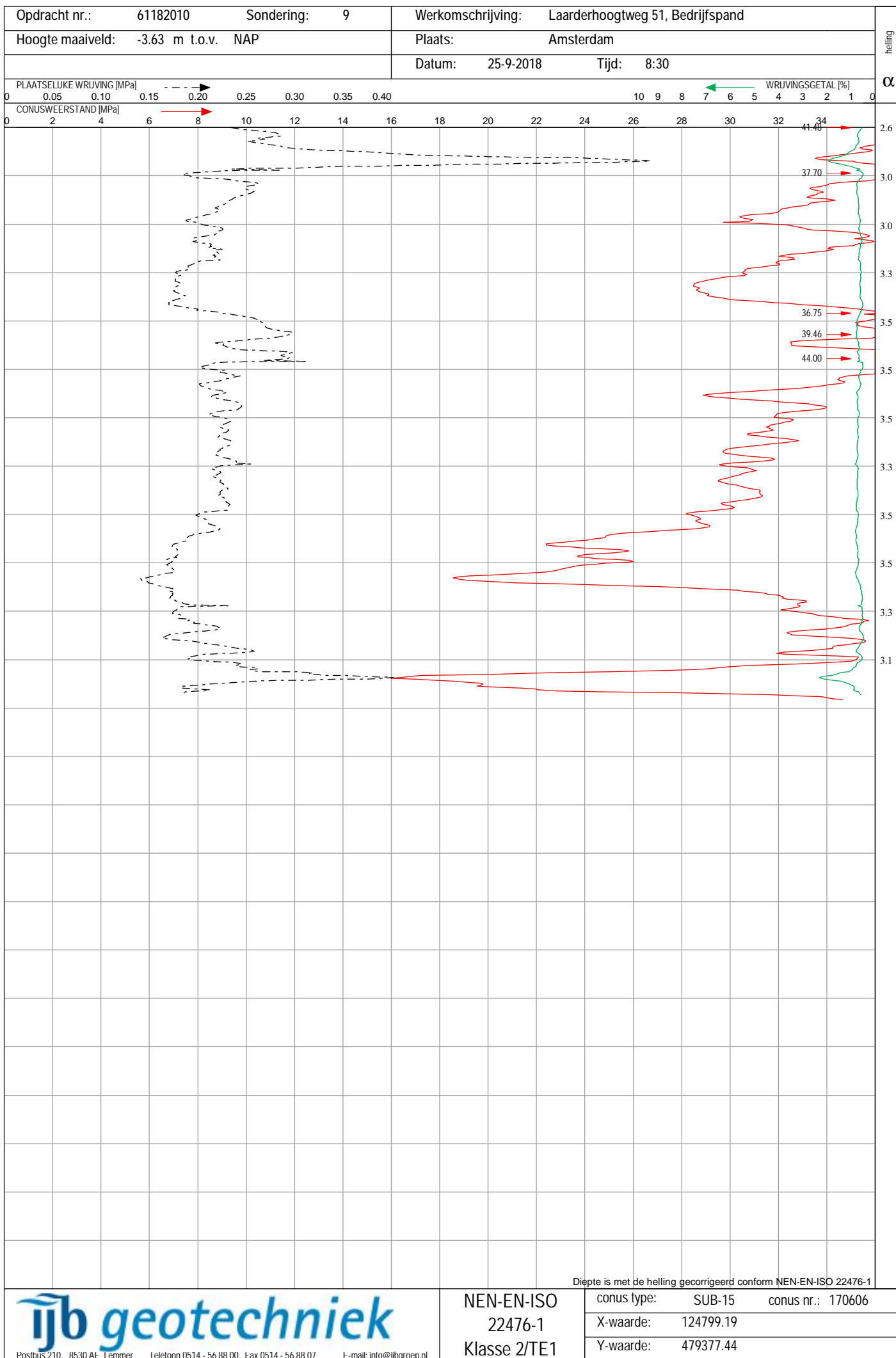


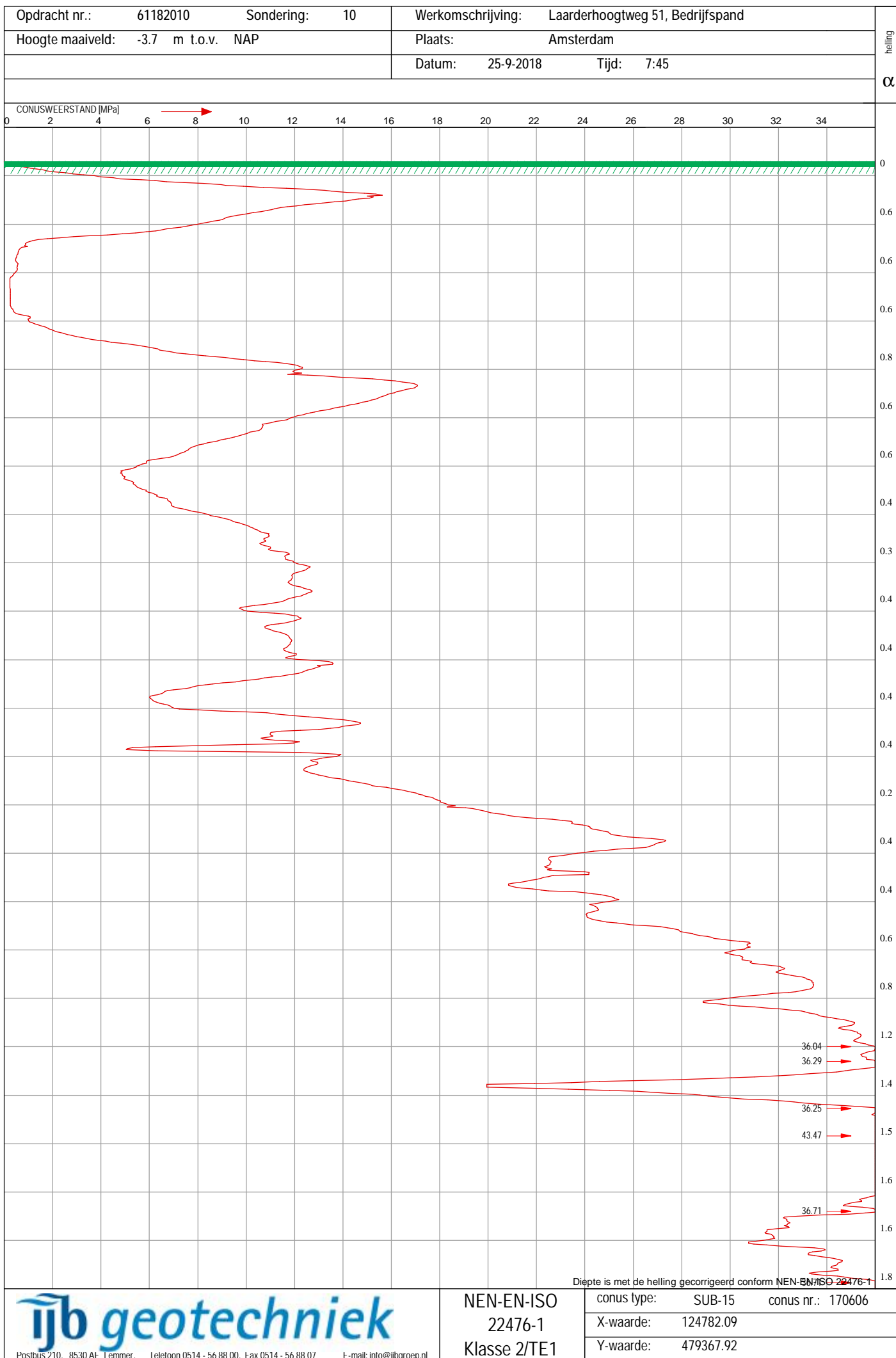


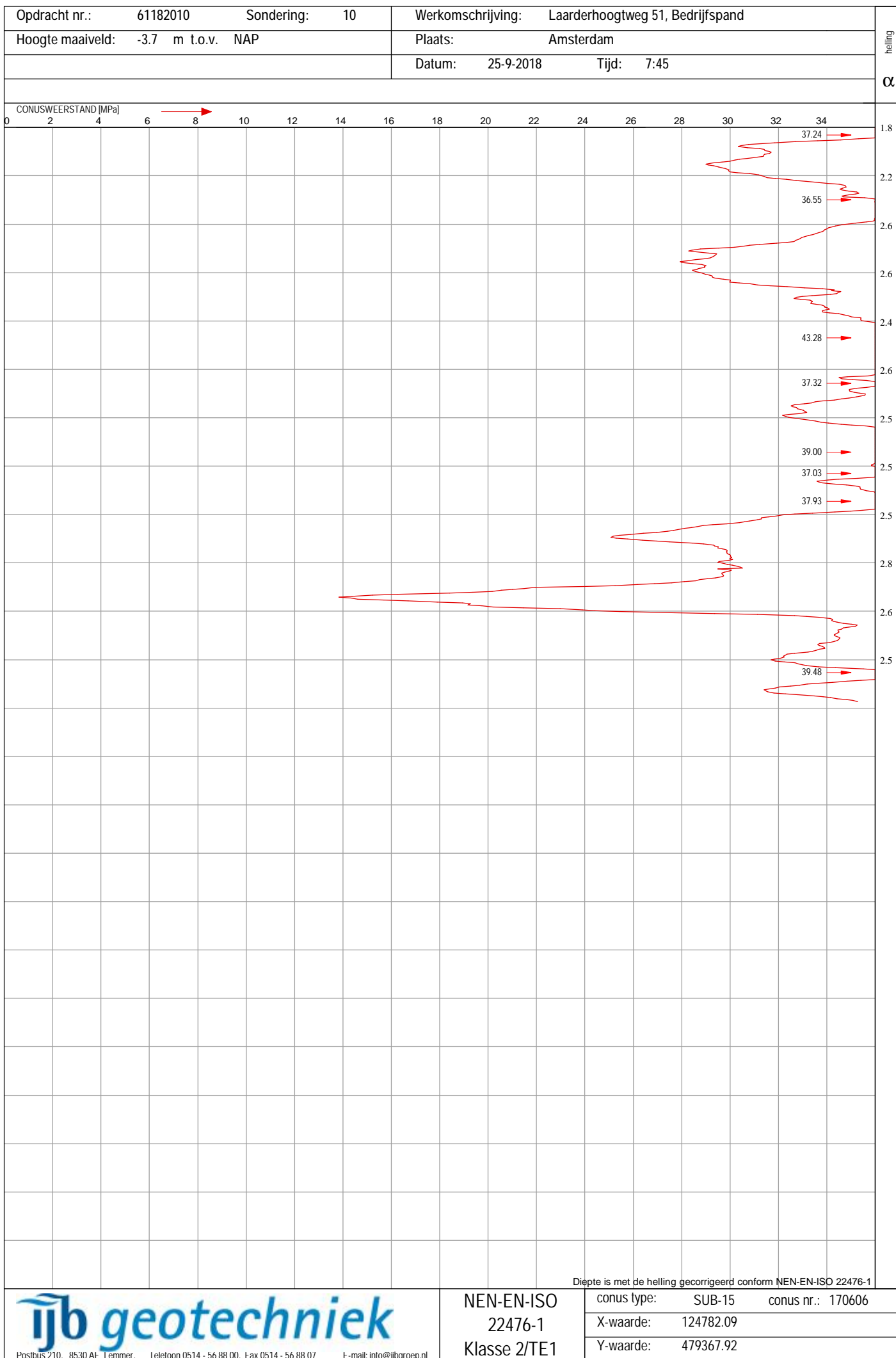


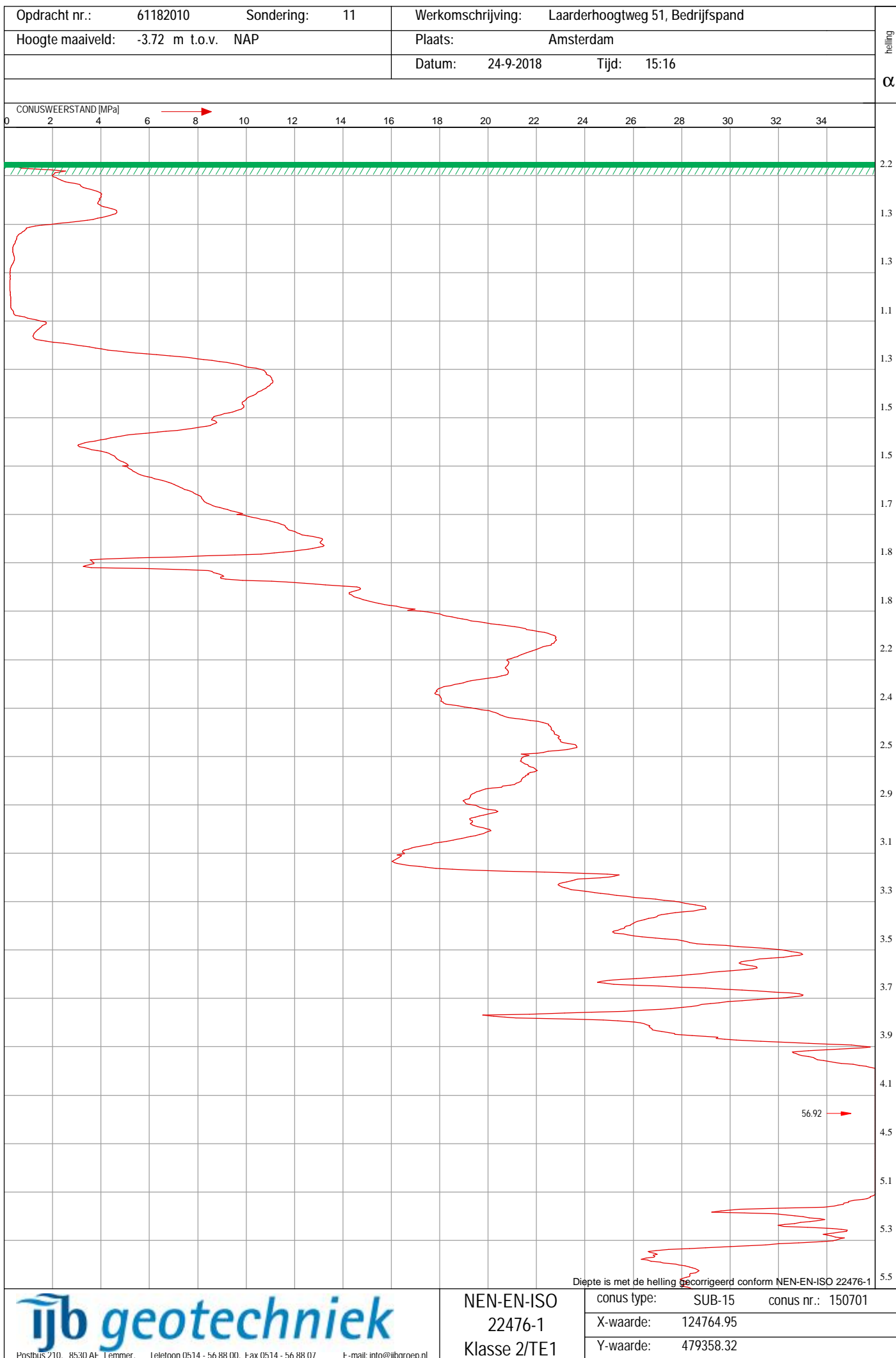


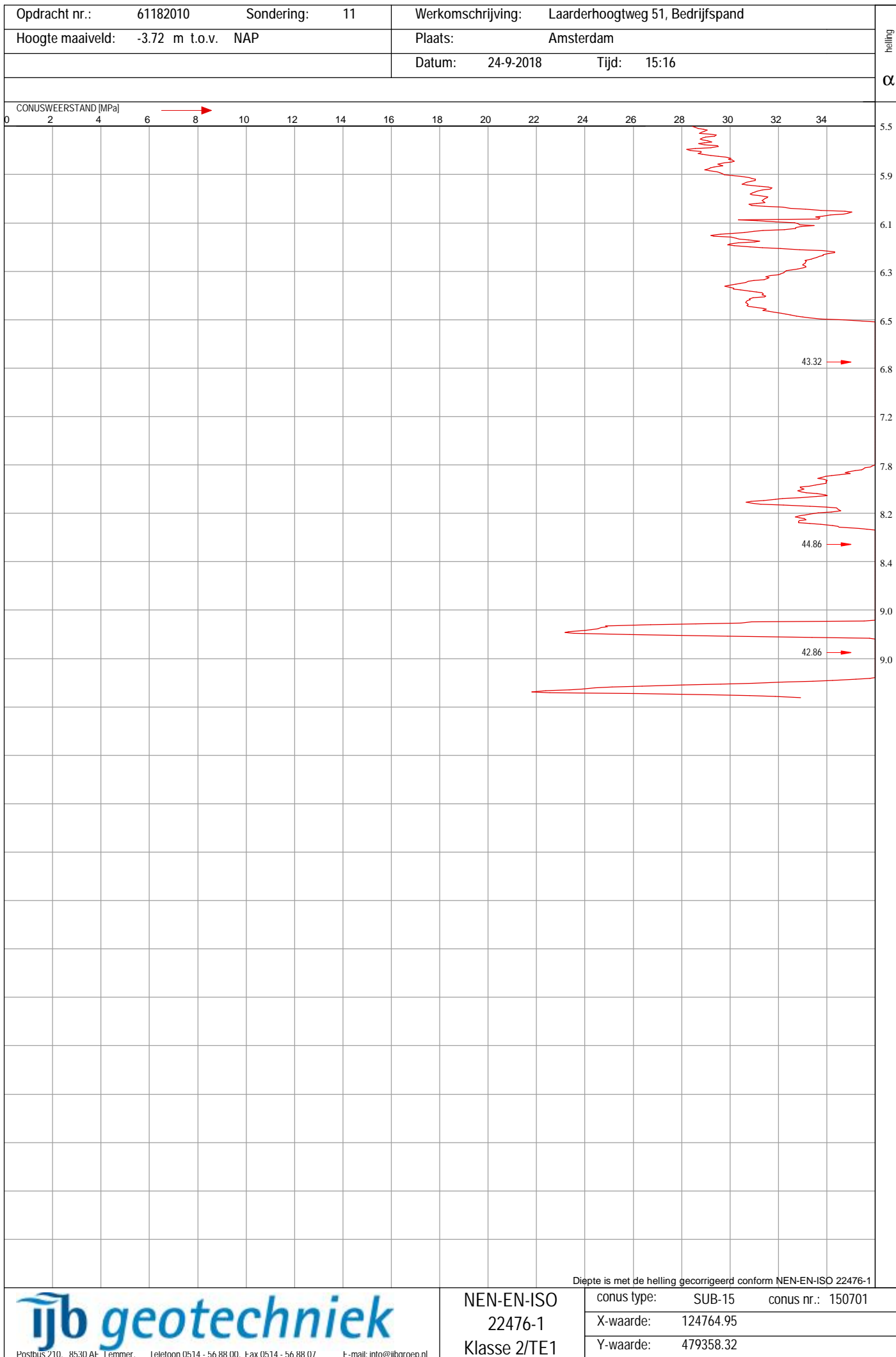




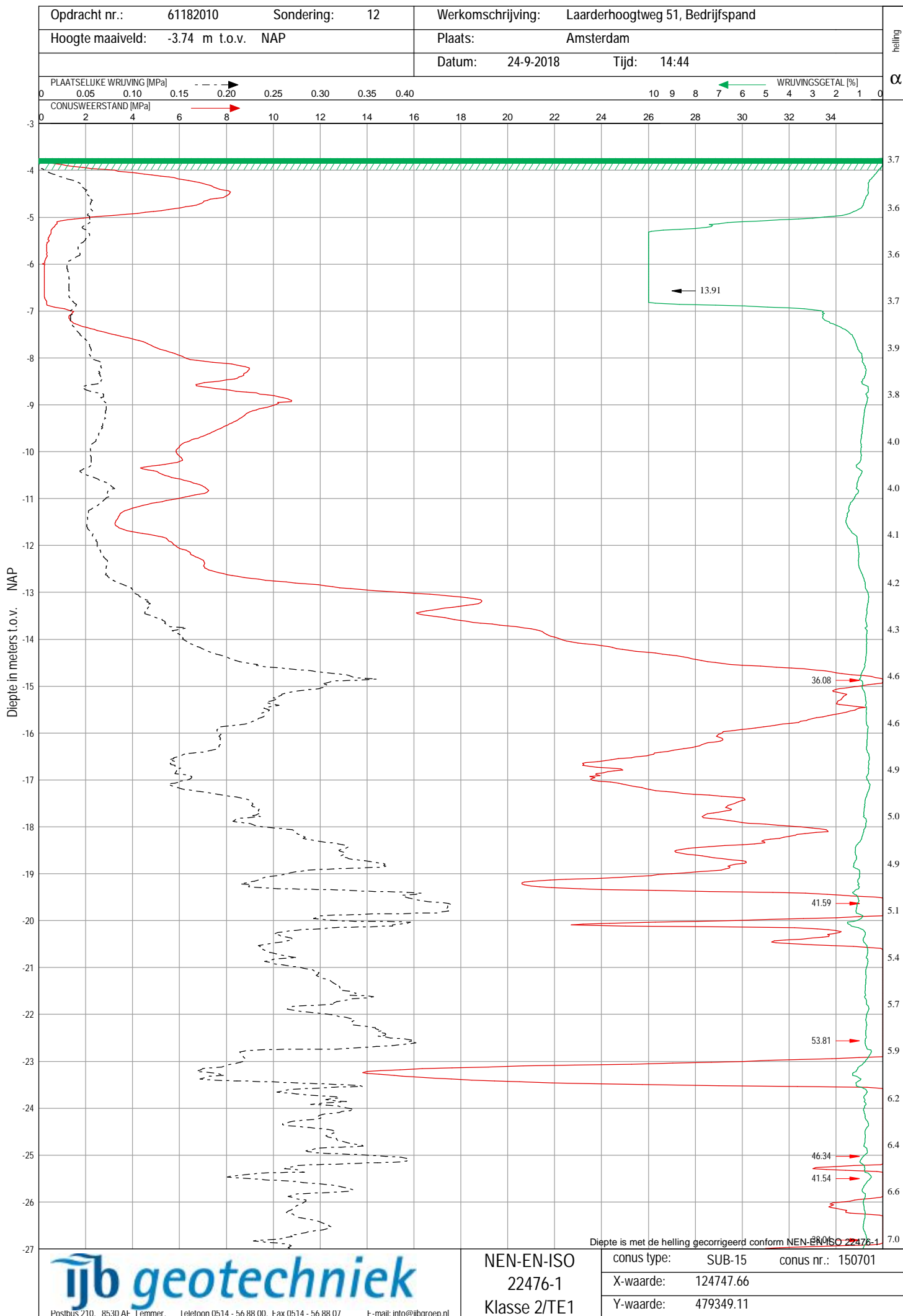


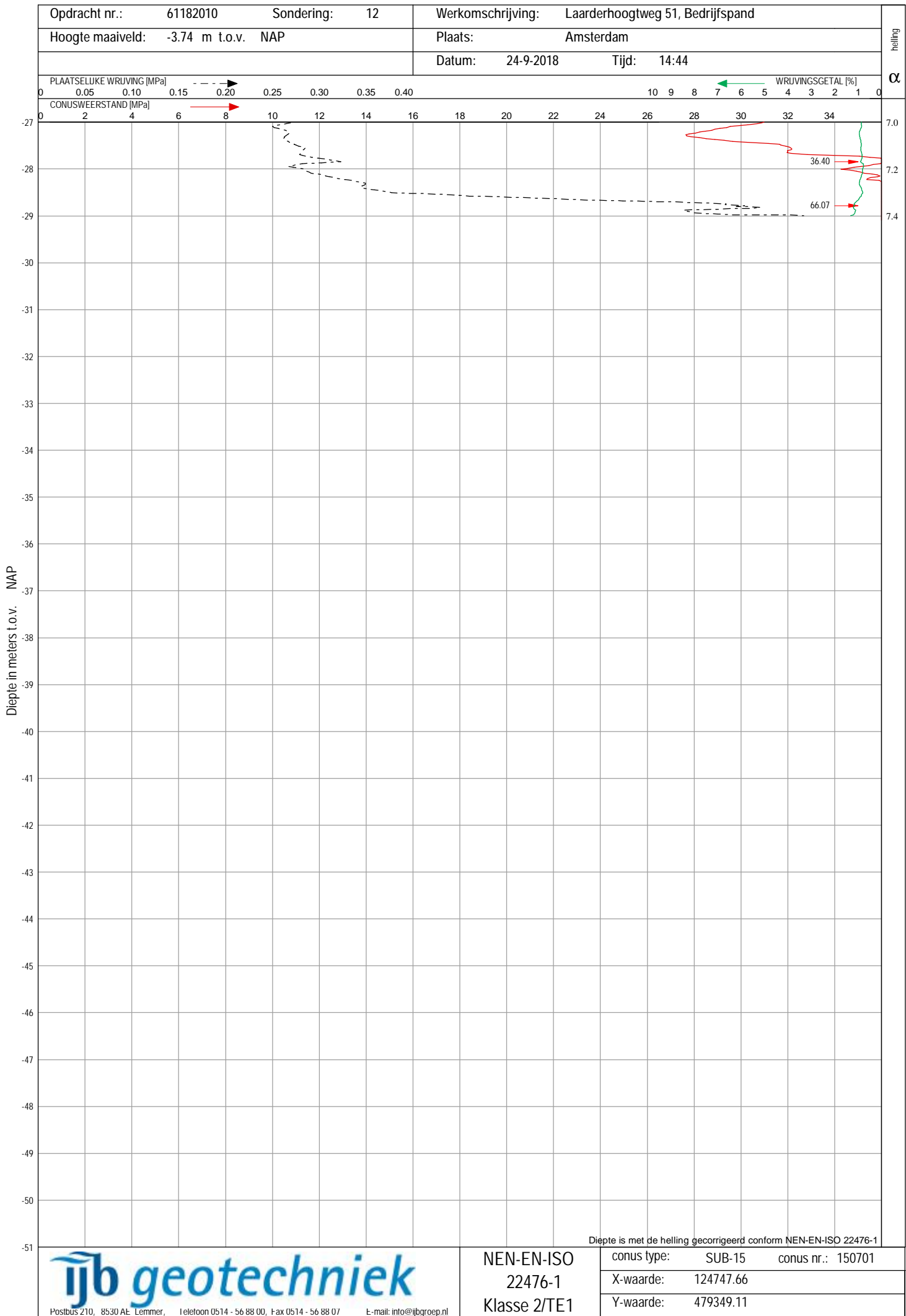


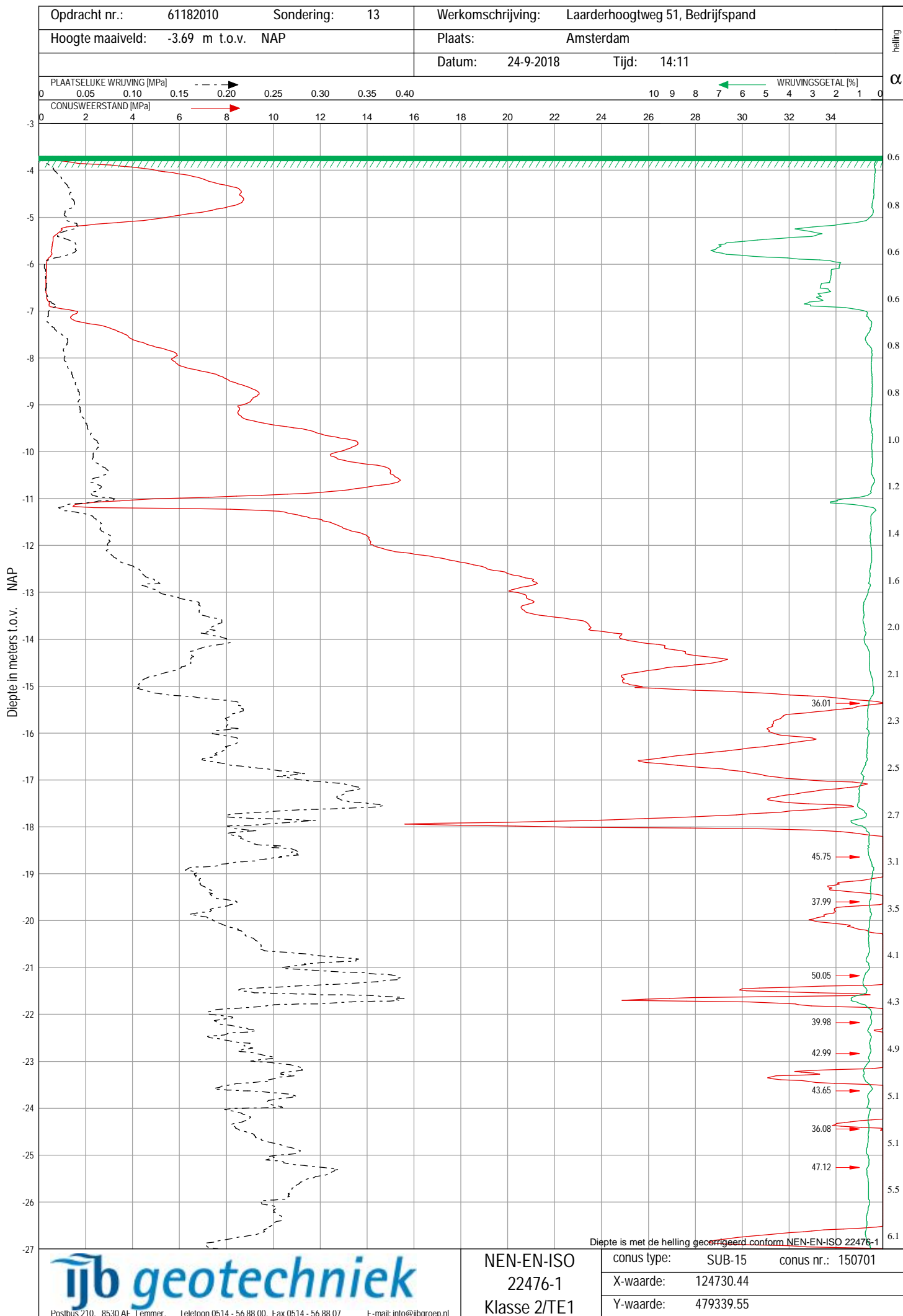


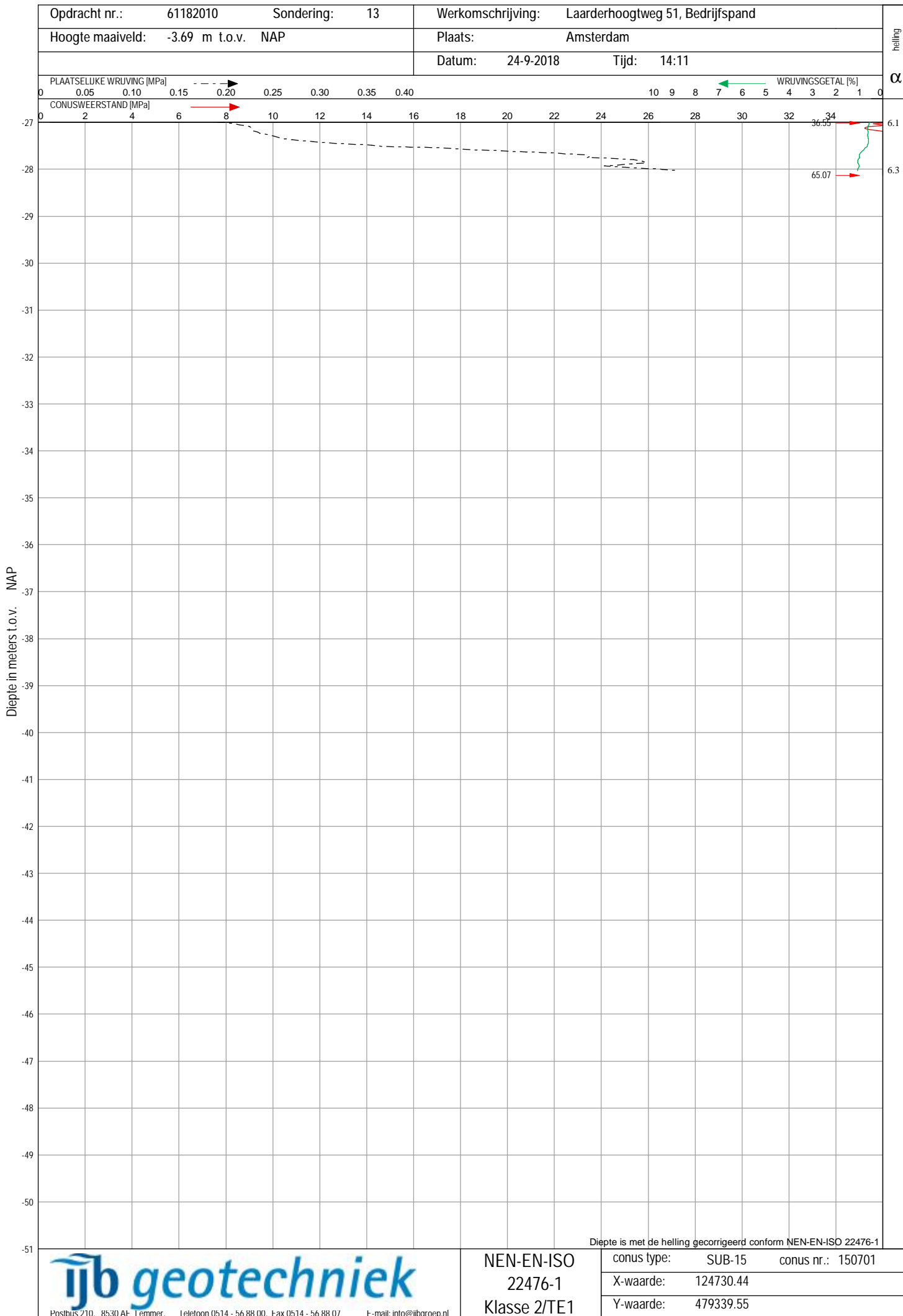


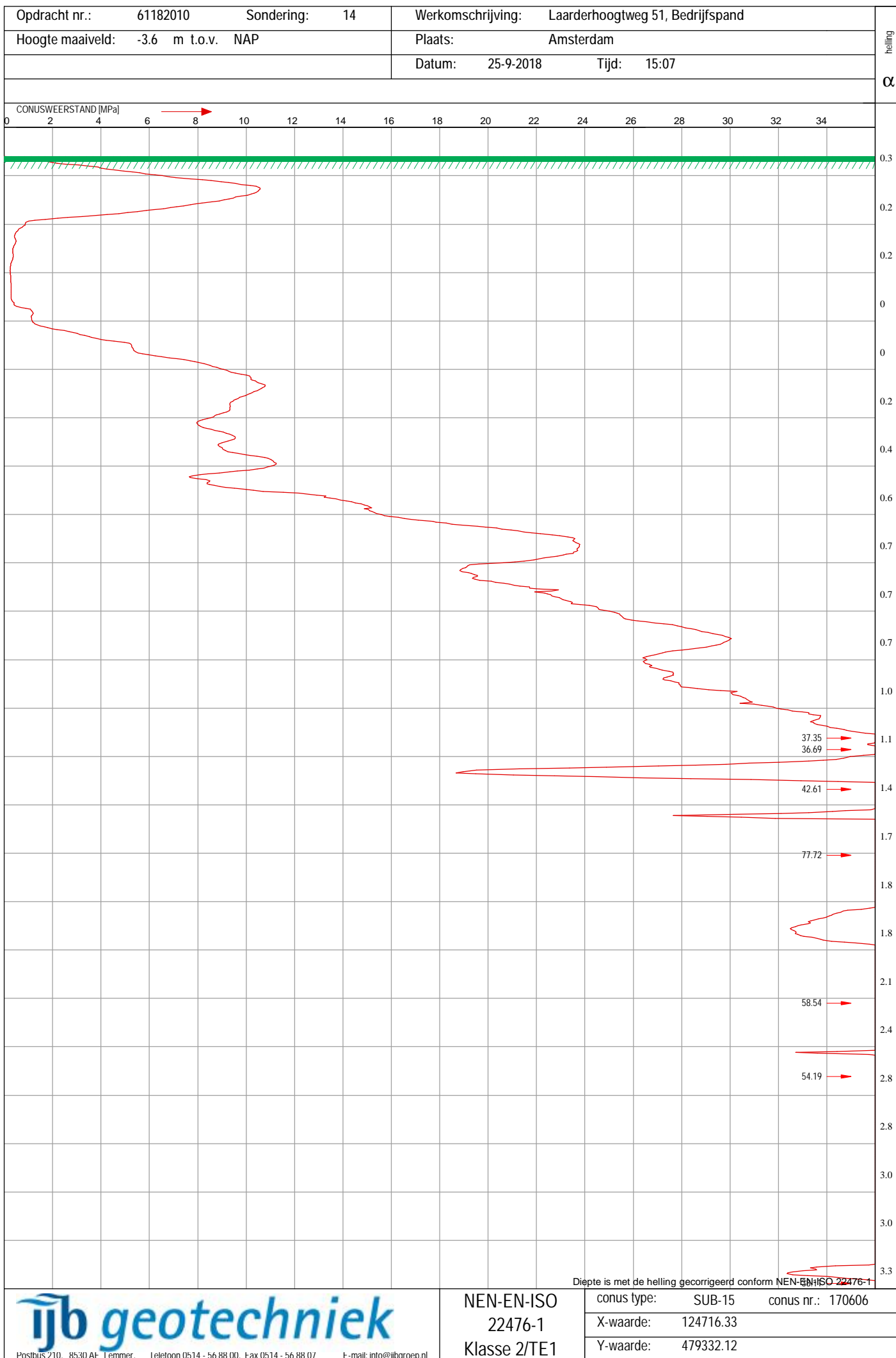


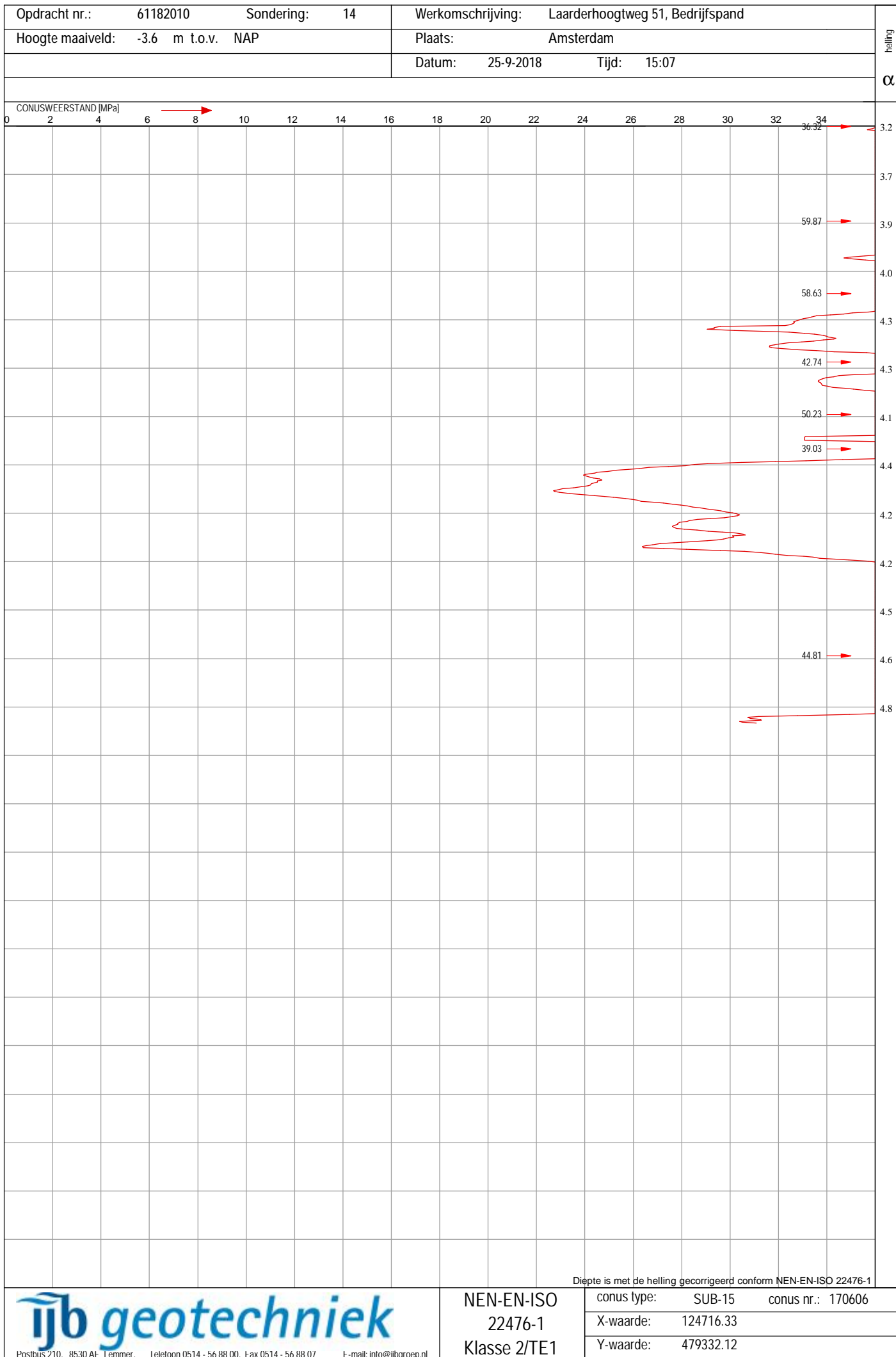




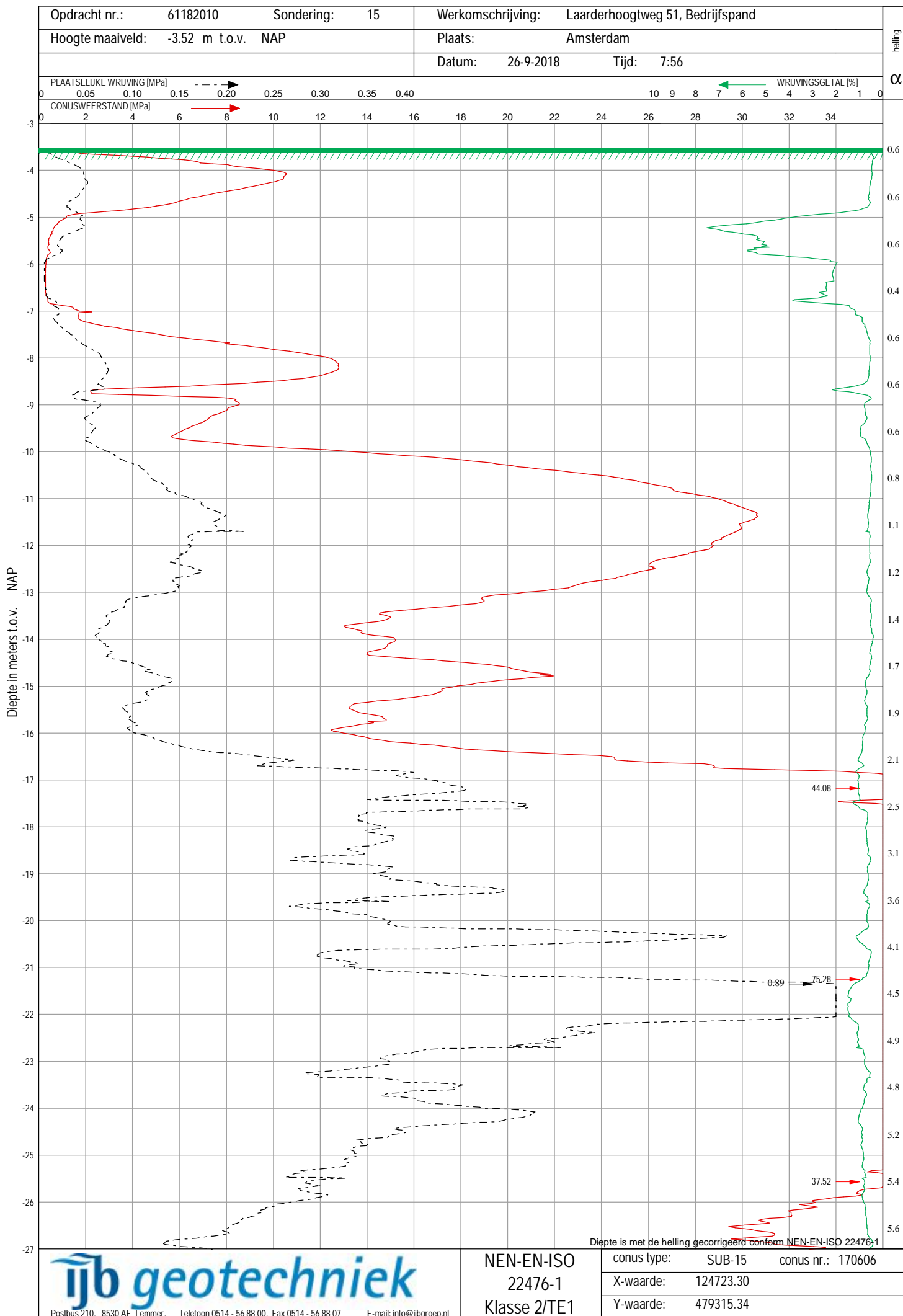


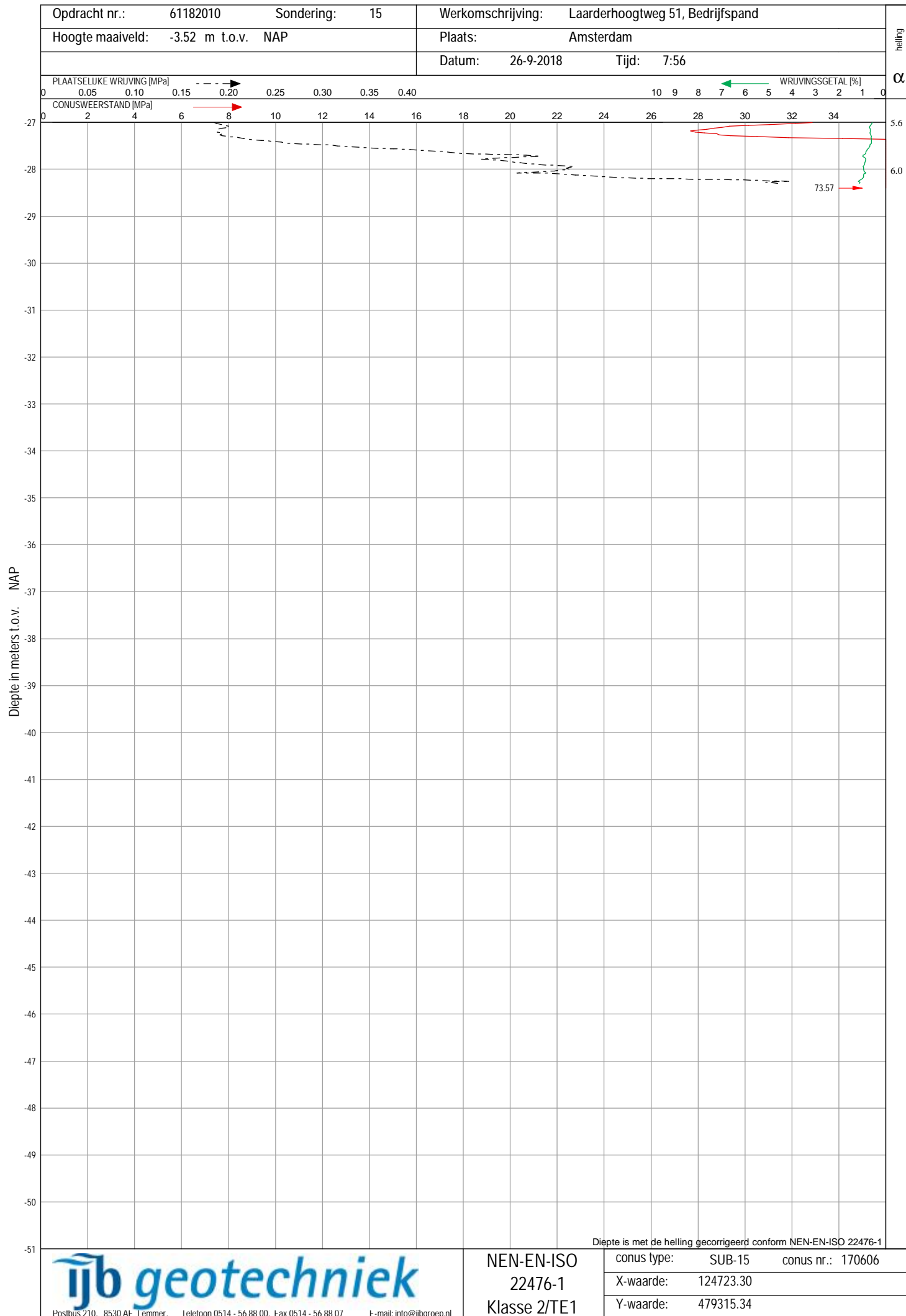


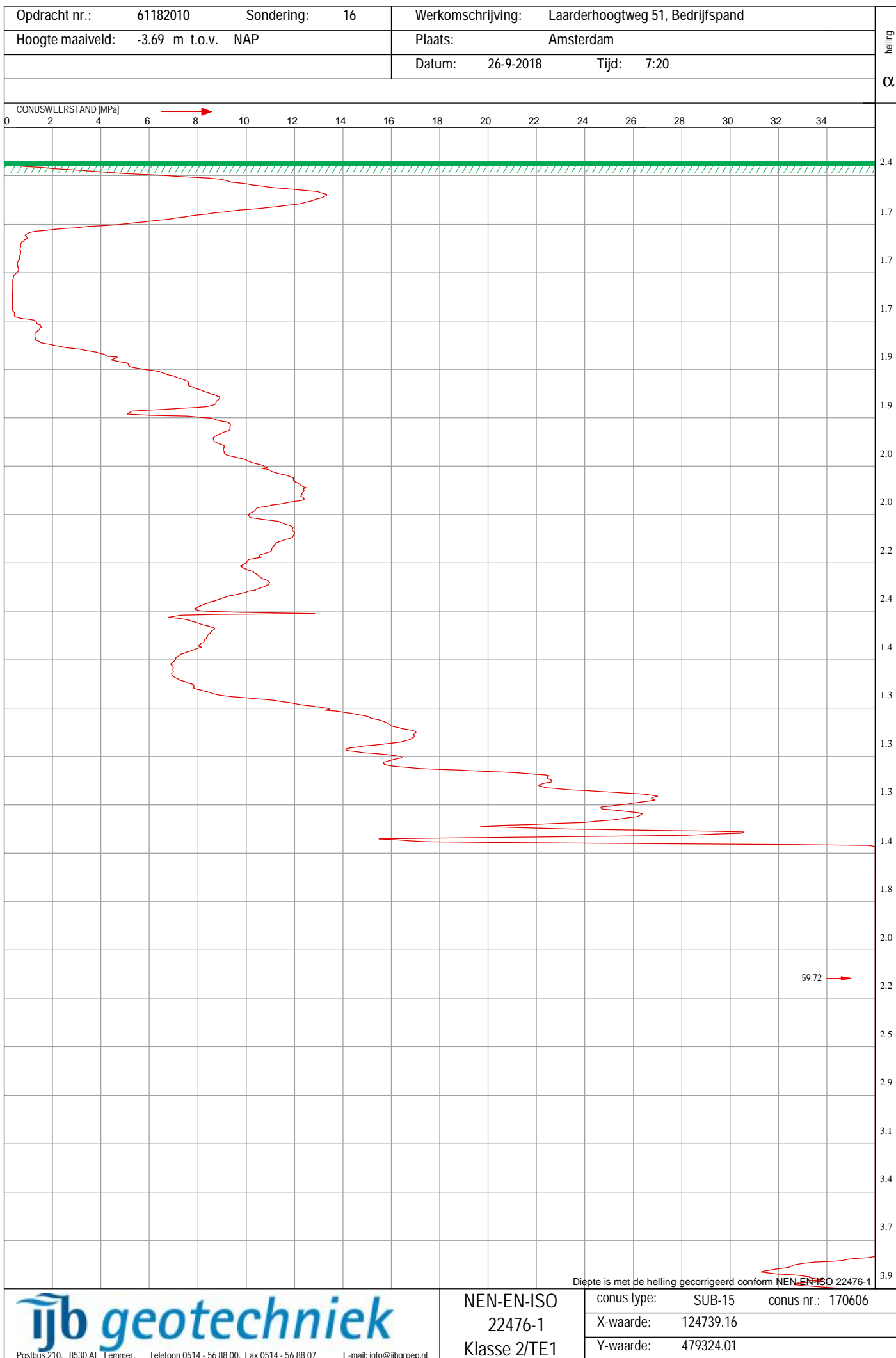












Postbus 210, 8530 AE Lemmer, Telefoon 0514 - 56 88 00, Fax 0514 - 56 88 07 E-mail: [info@ijbgroep.nl](mailto:info@ijbgroep.nl)

NEN-EN-ISO 22476-1

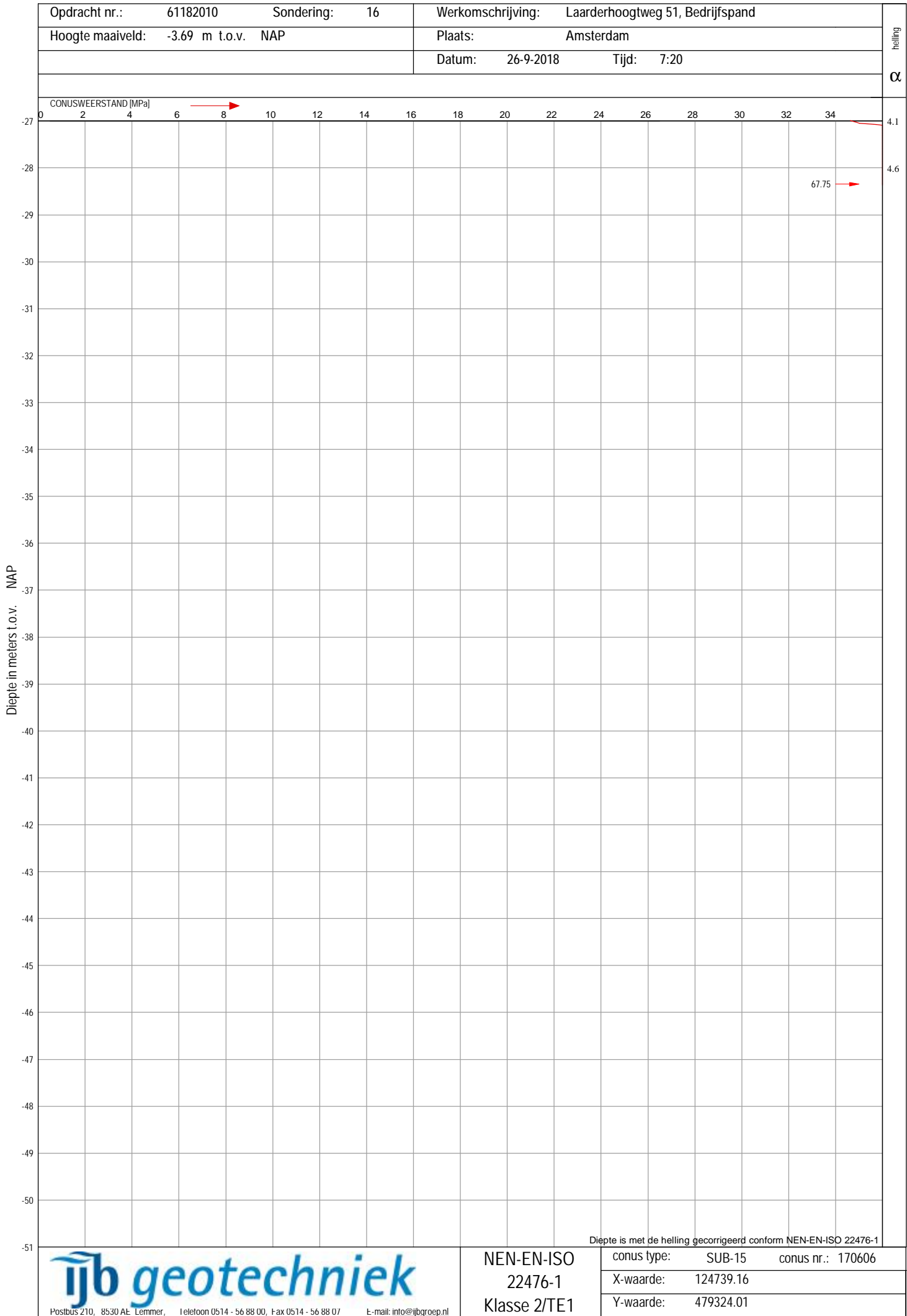
Klasse 2/TE1

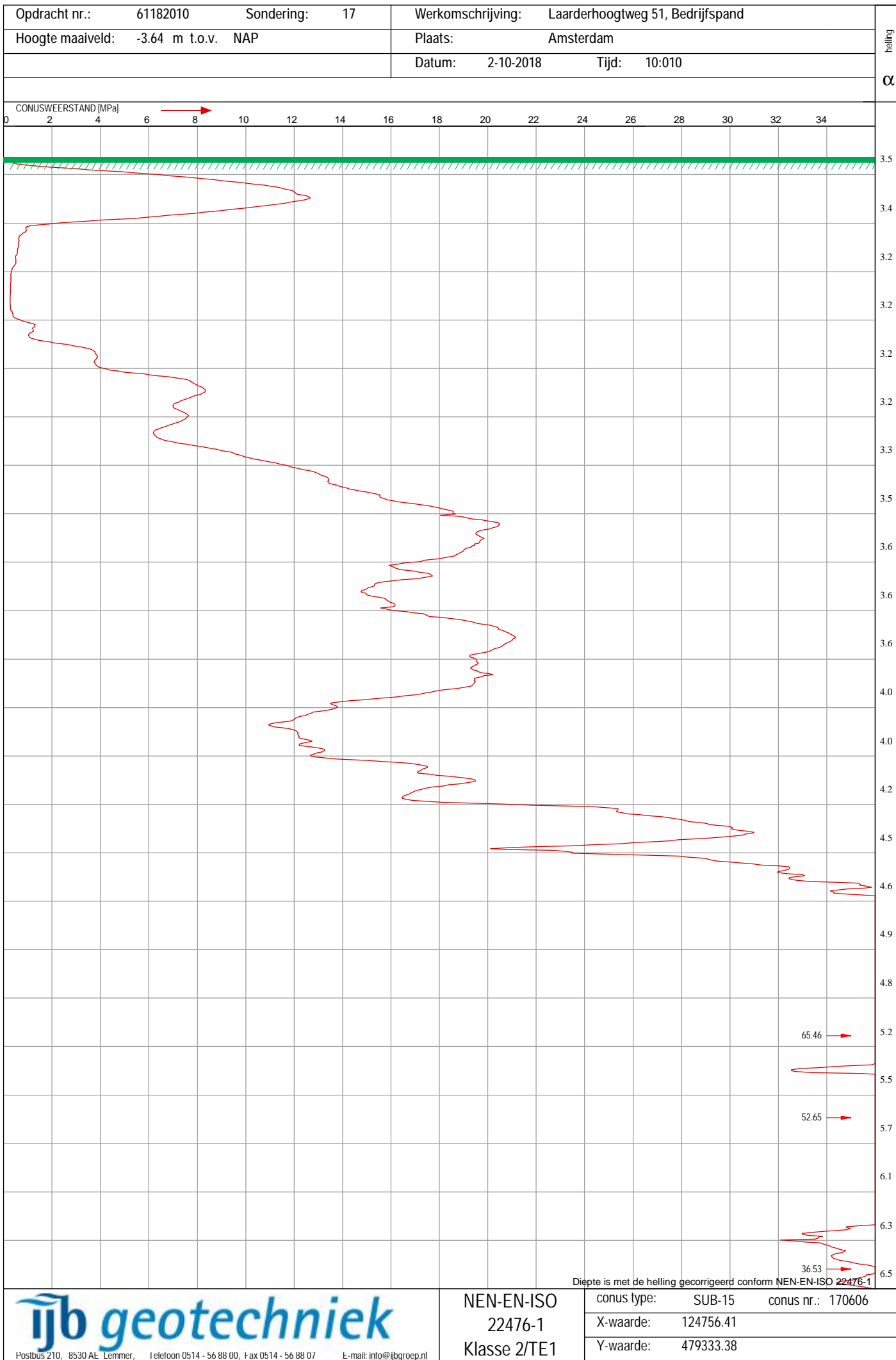
conus type: SUB-15

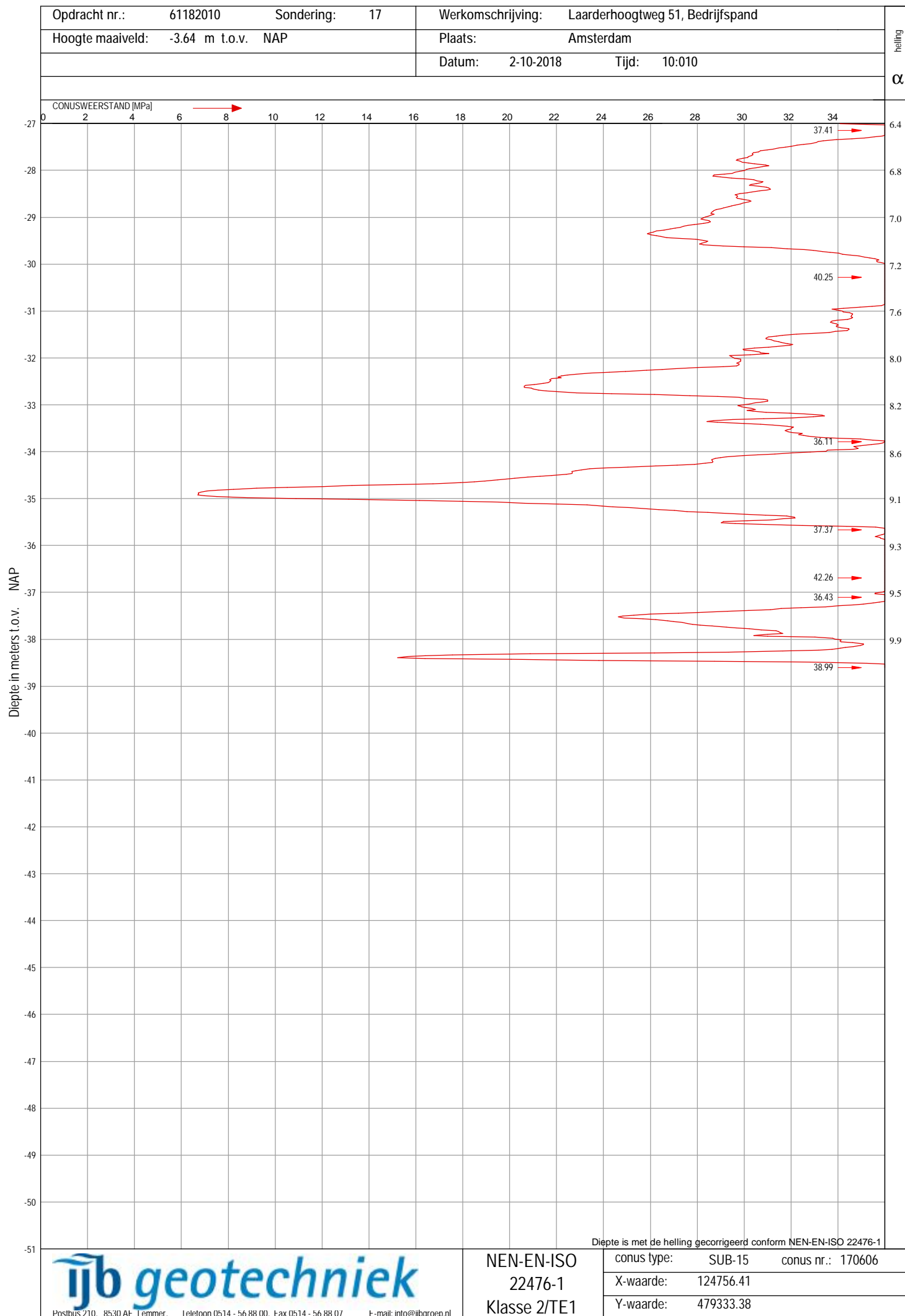
X-waarde: 124739.16

Y-waarde: 479324.01

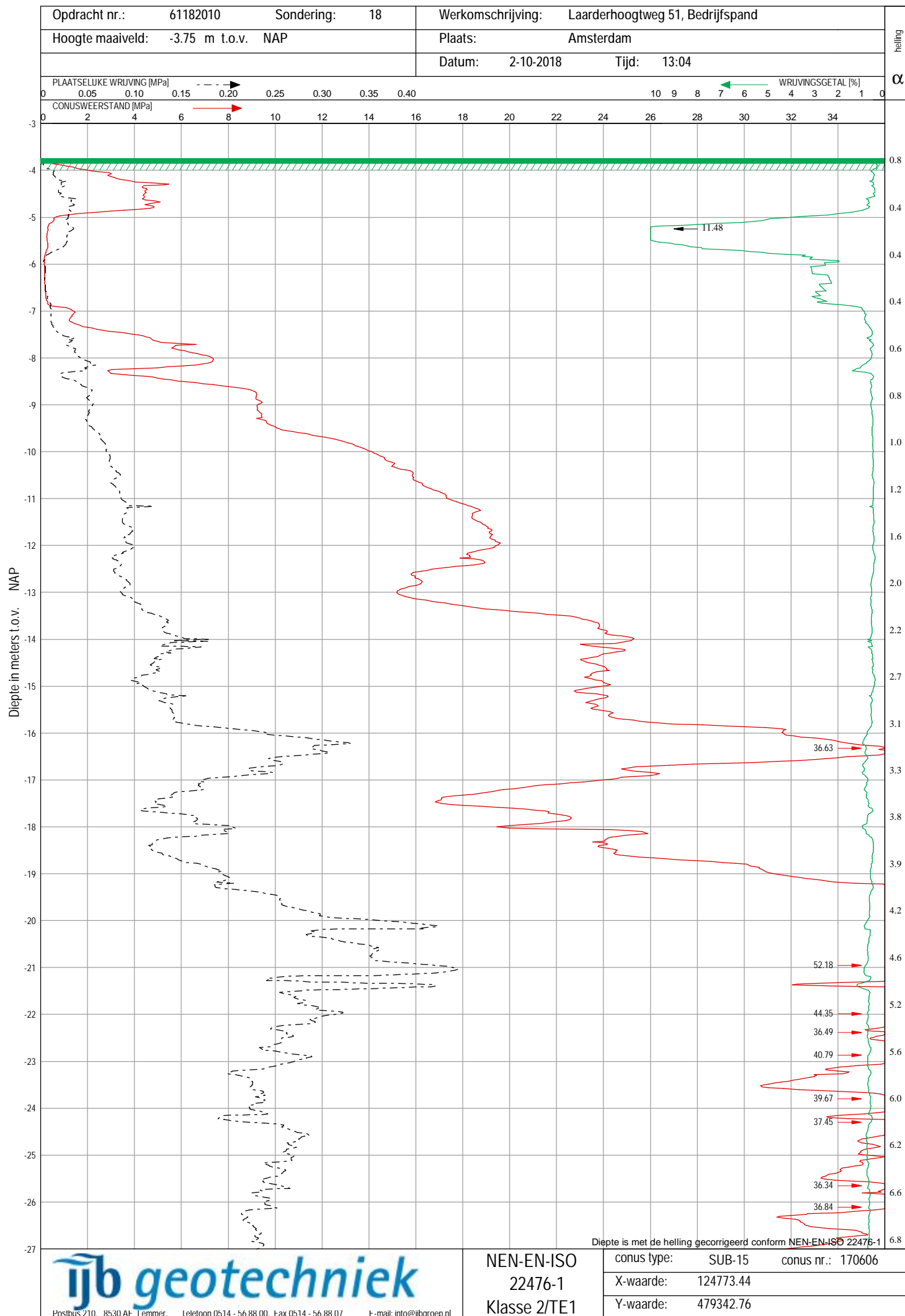
conus nr.: 170606

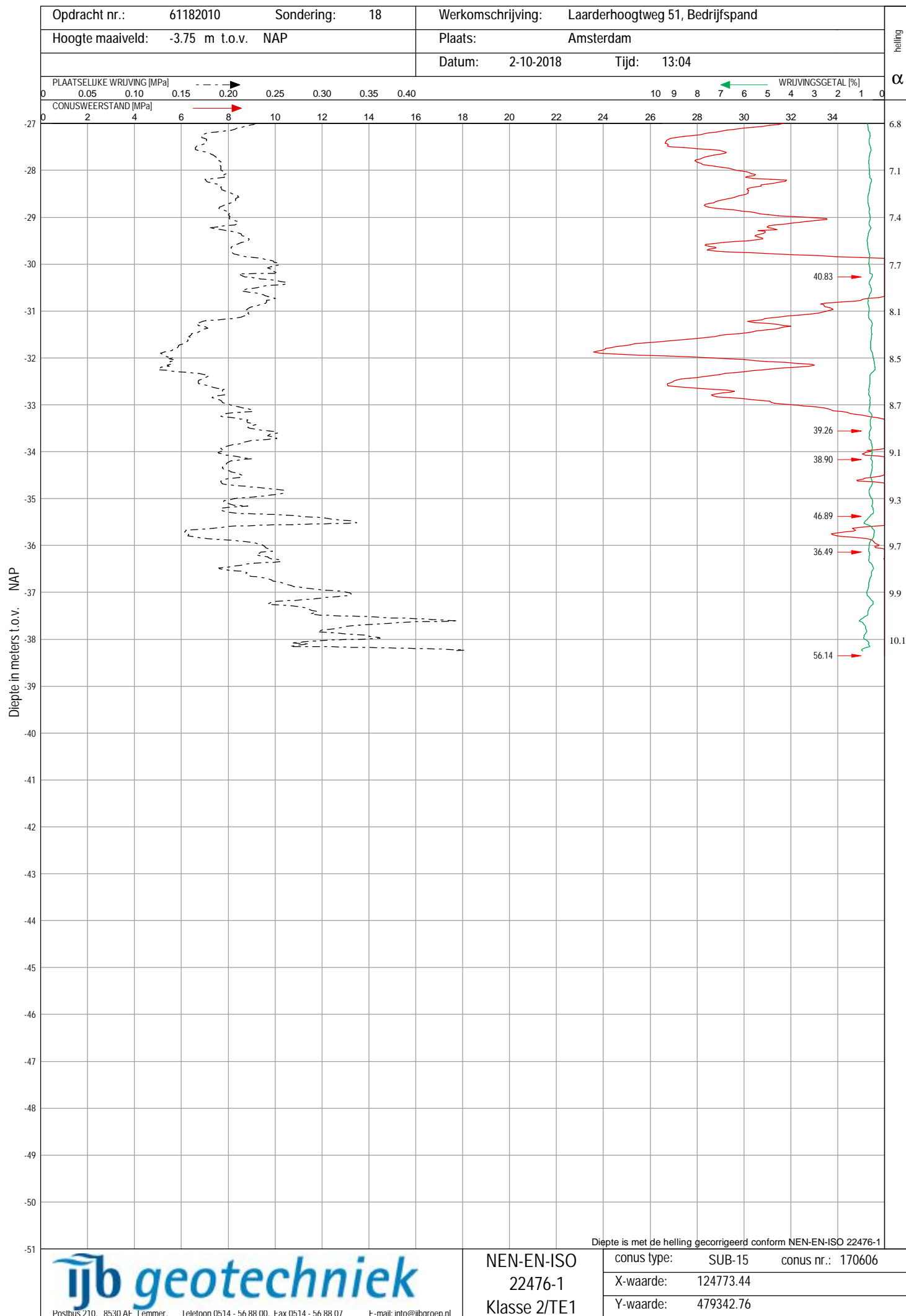


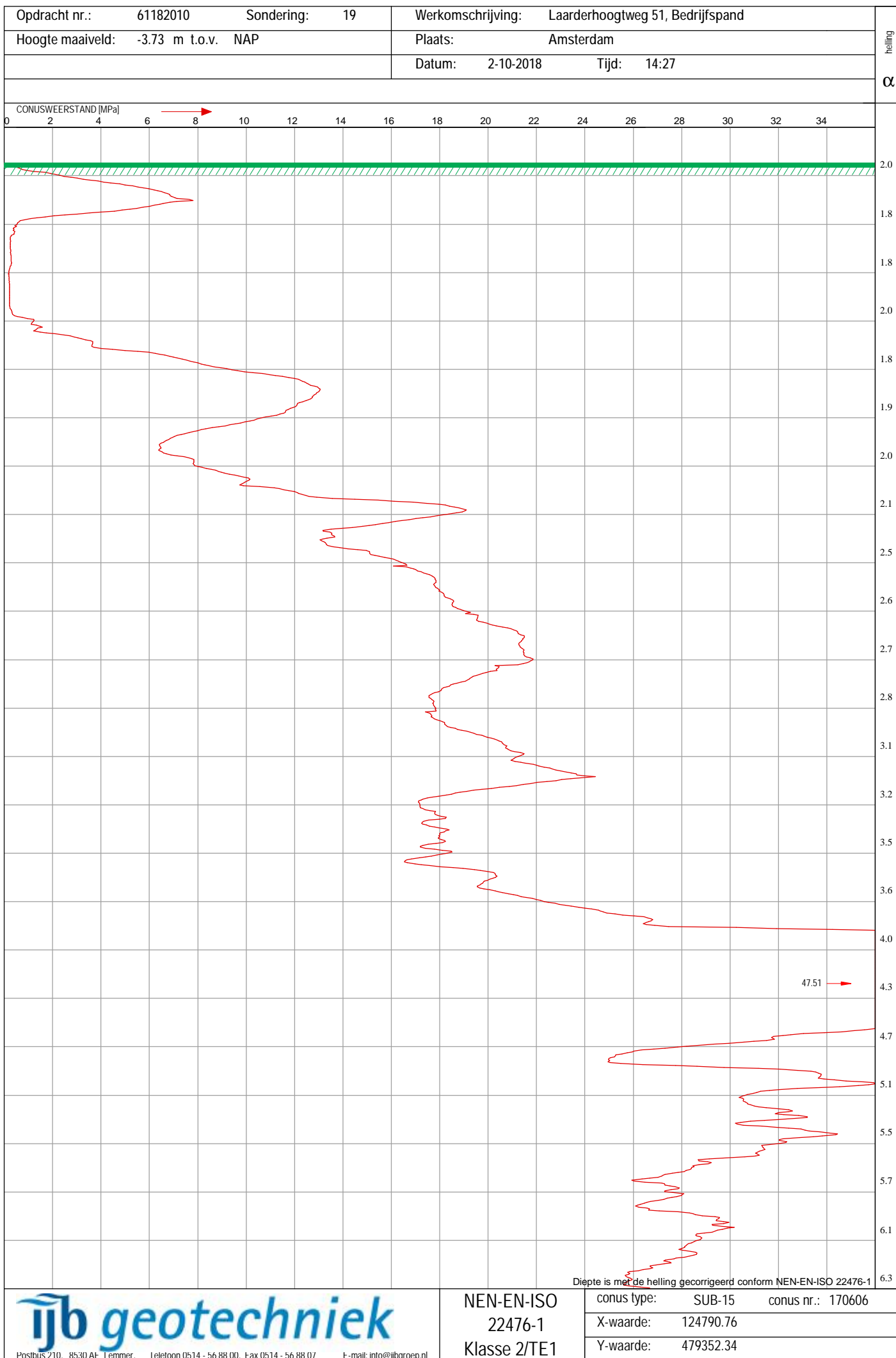




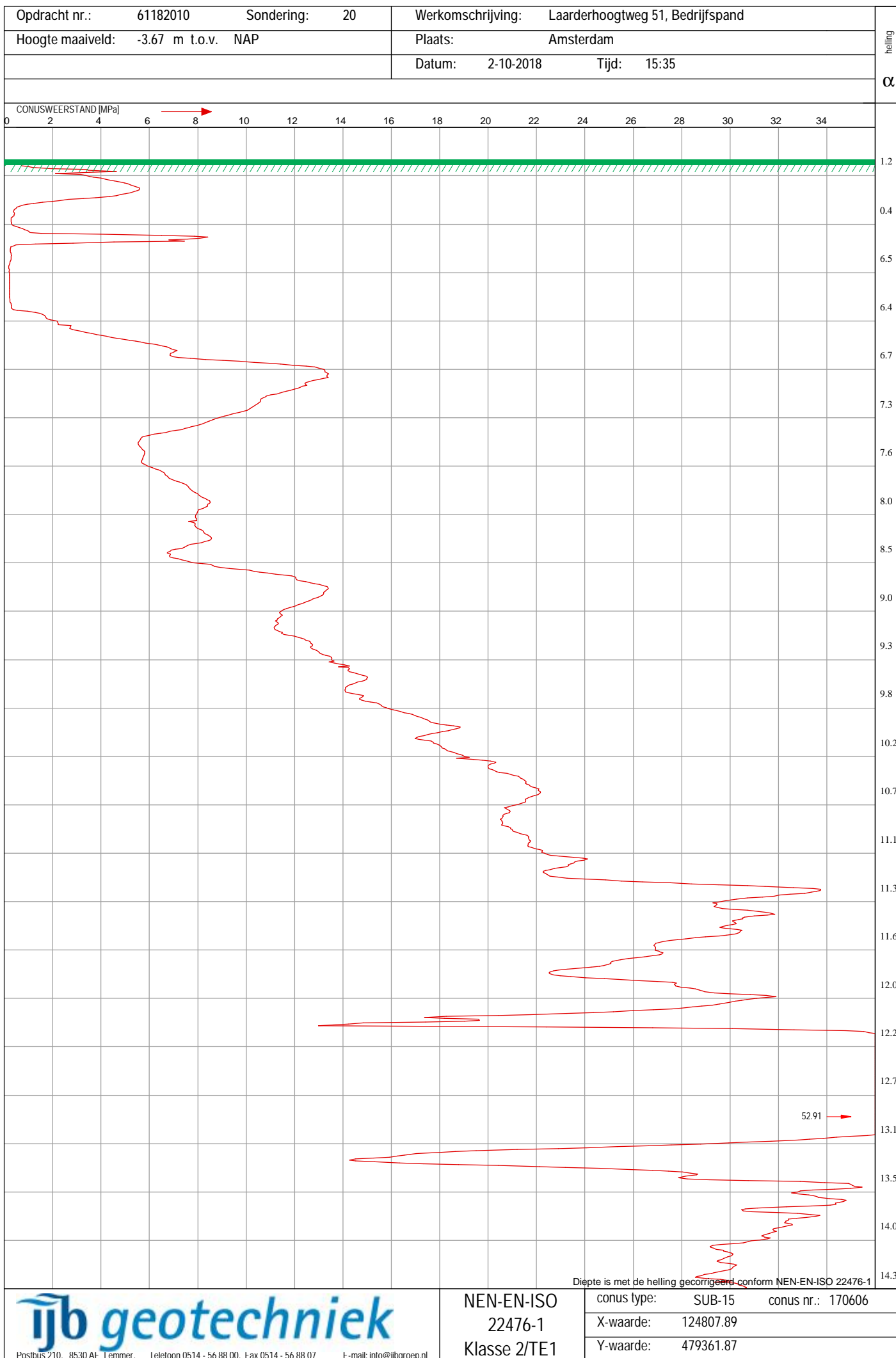


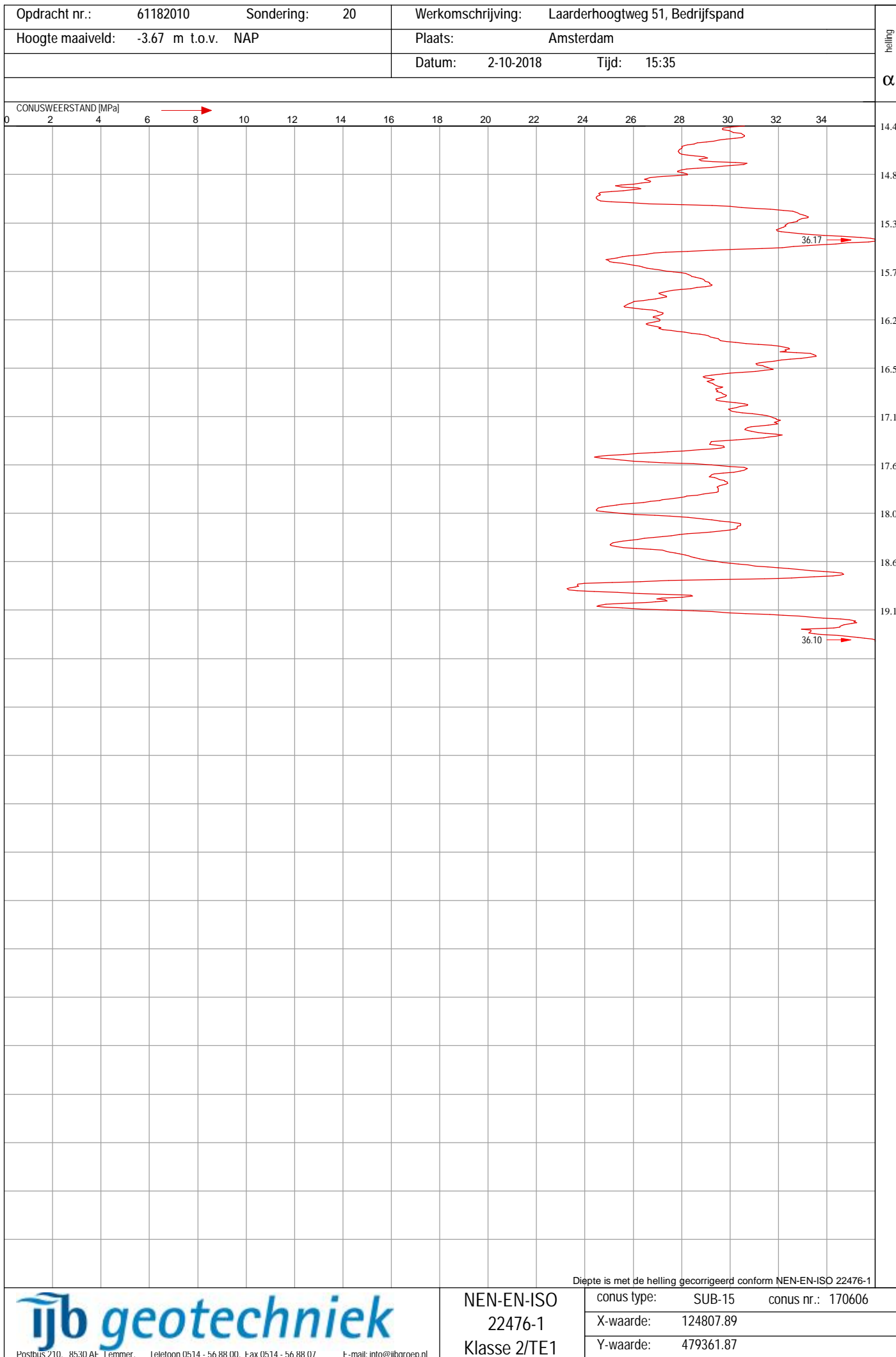






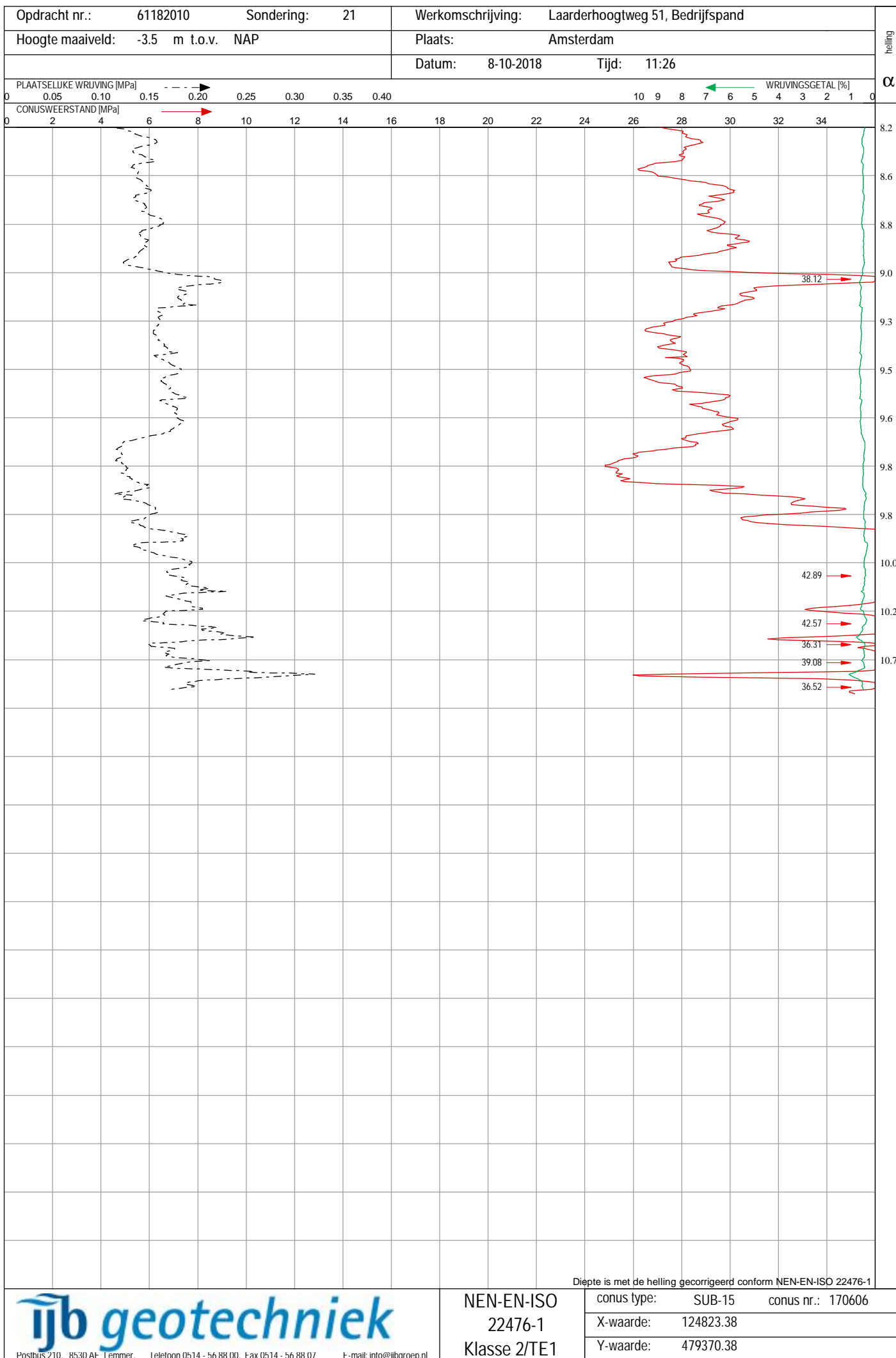


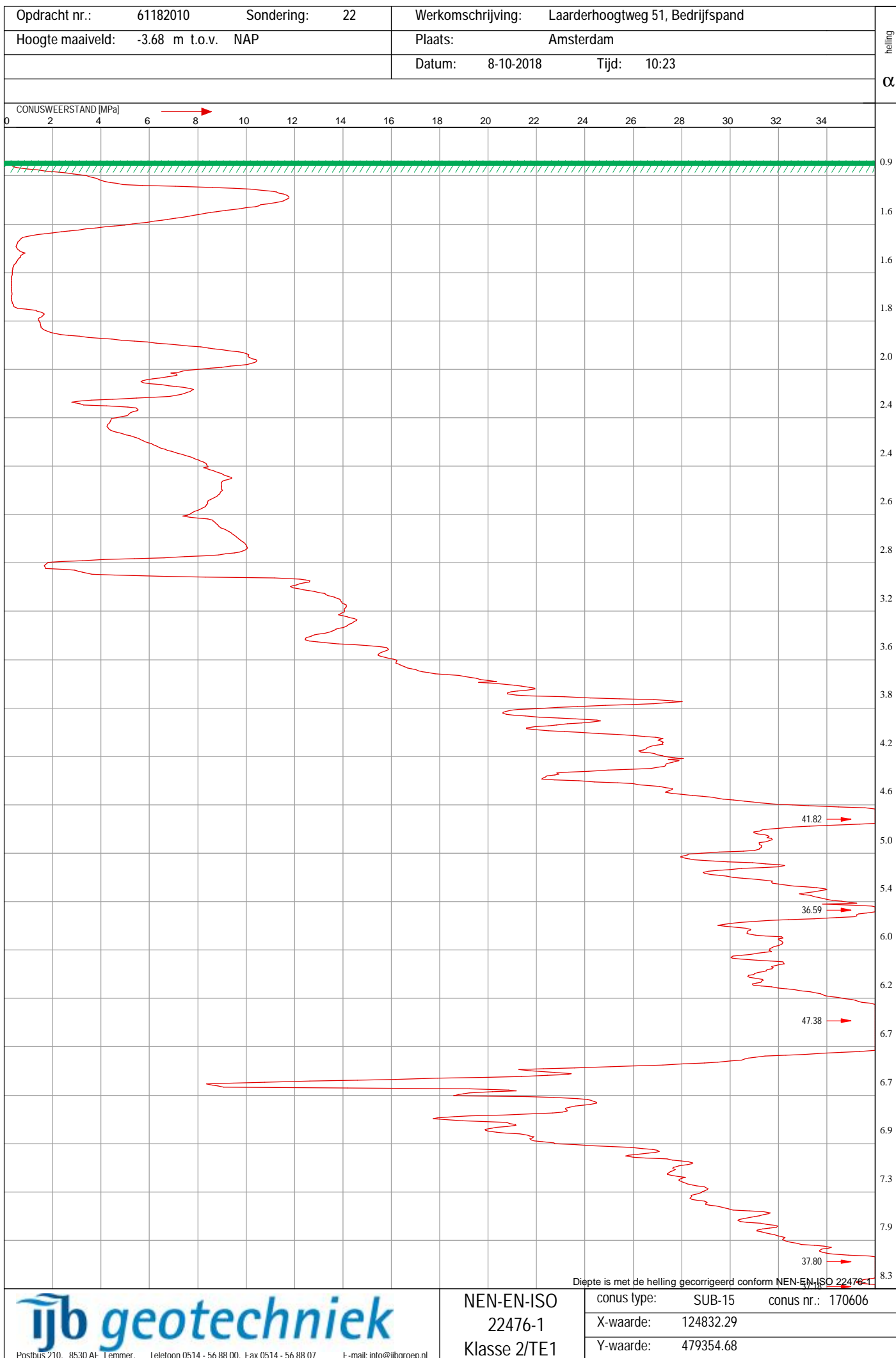


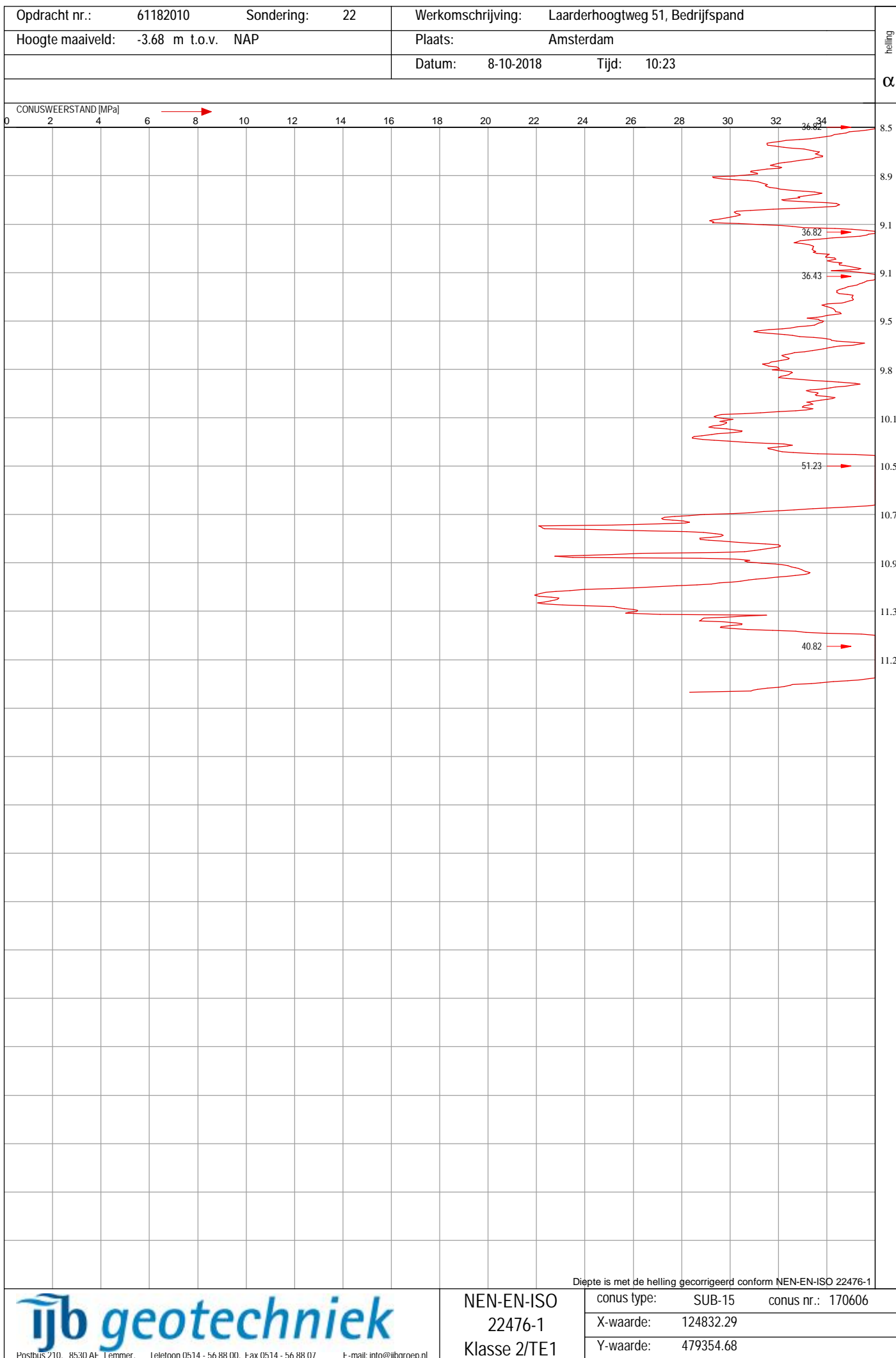


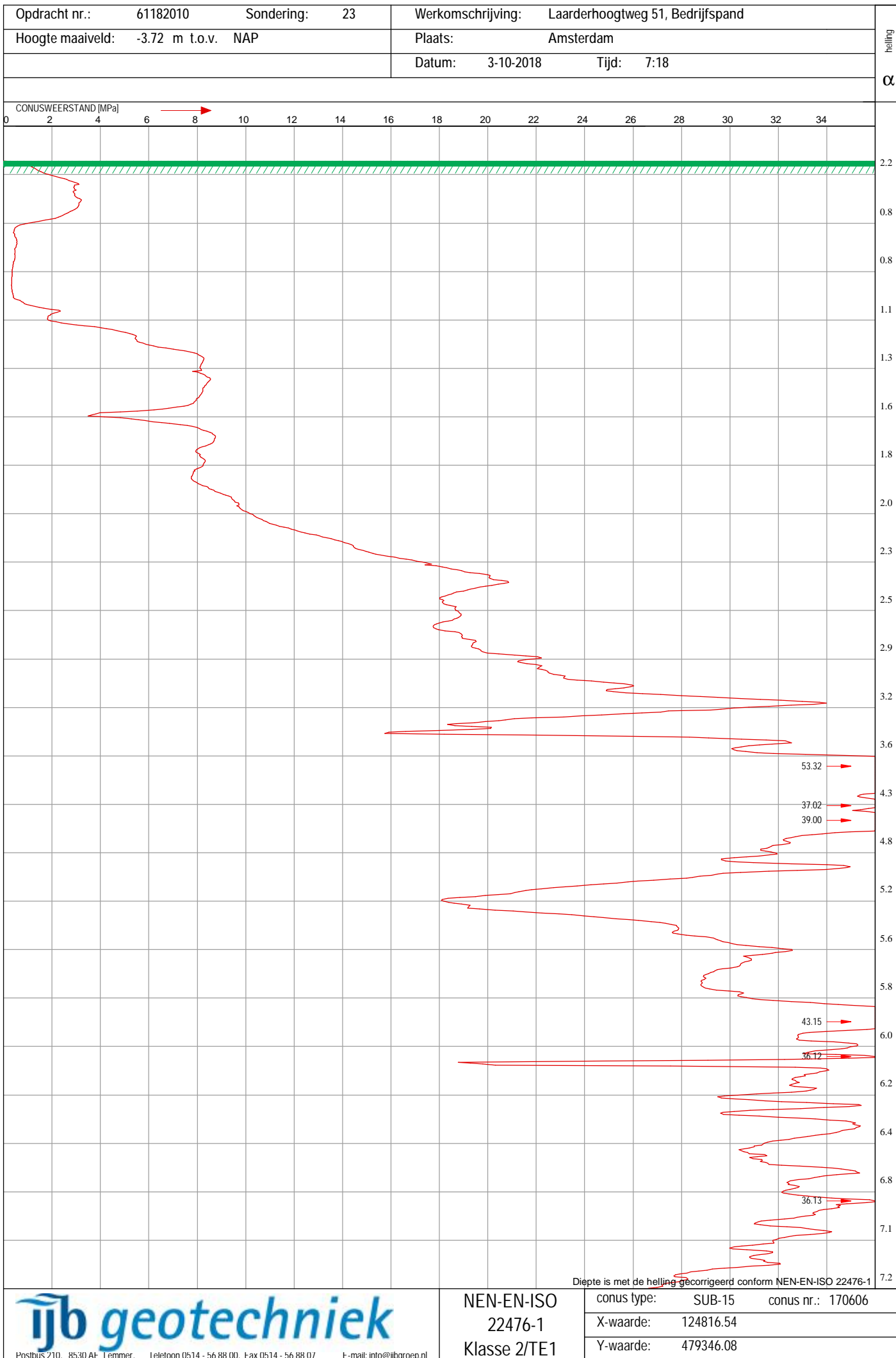


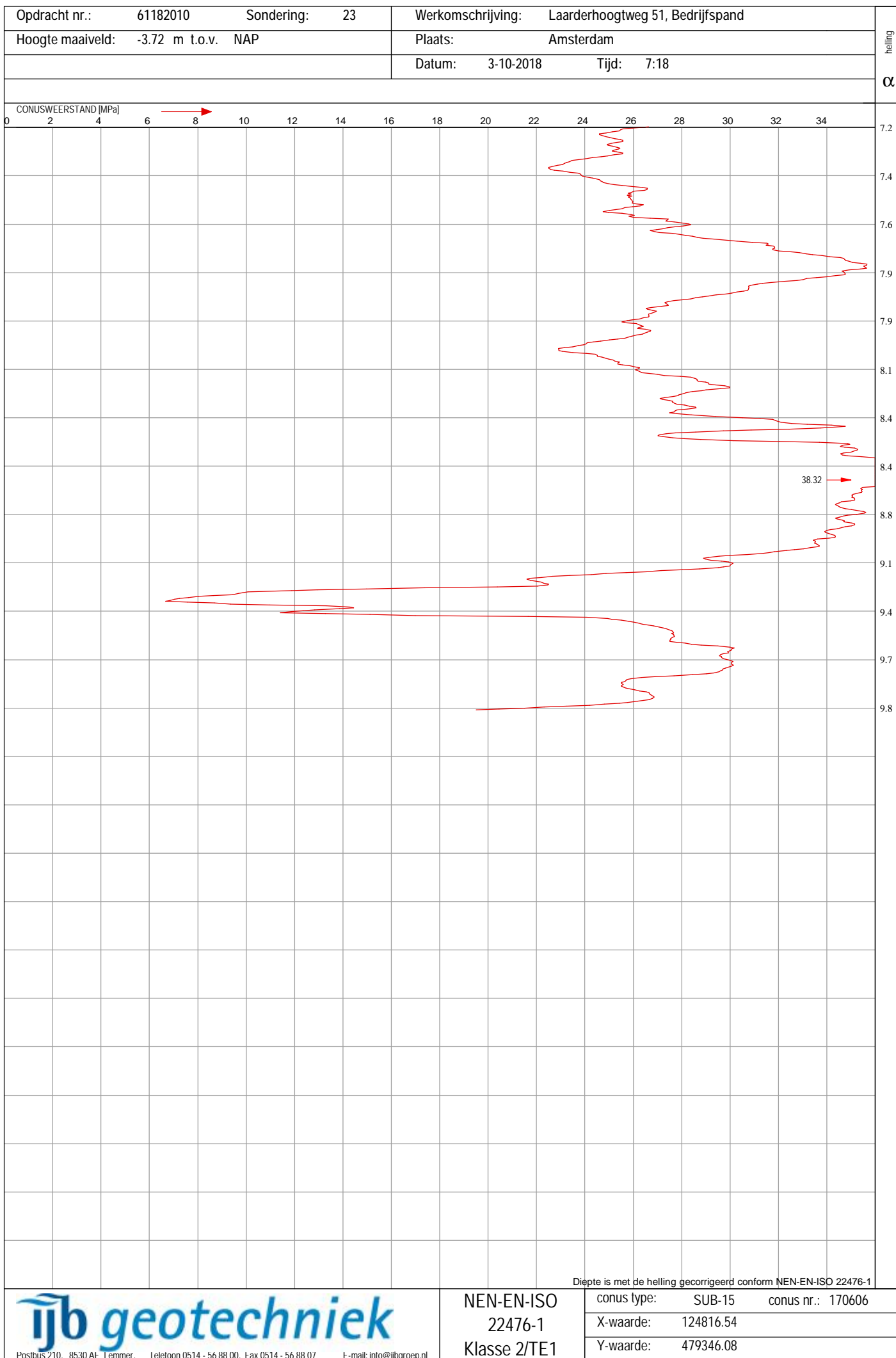


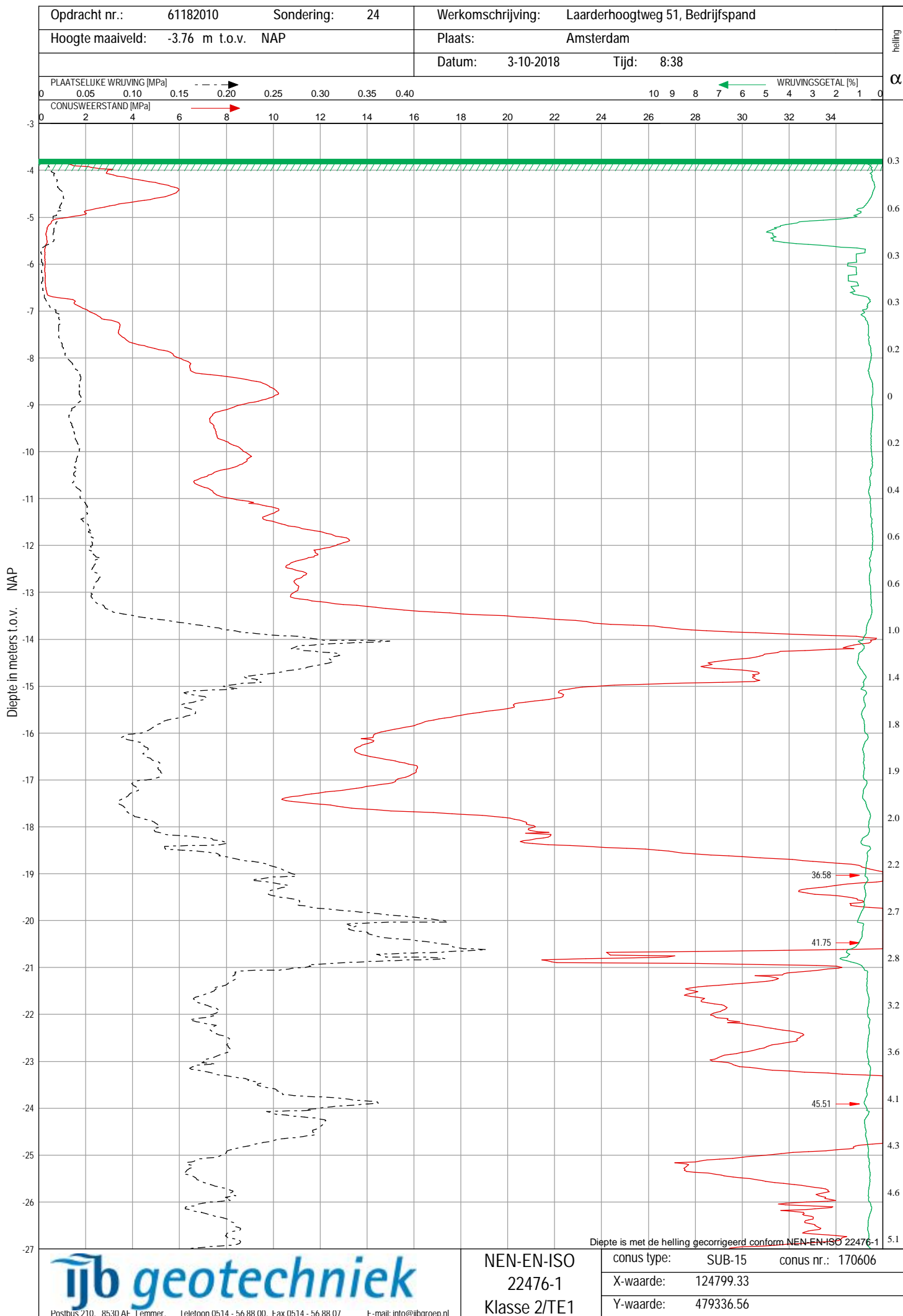




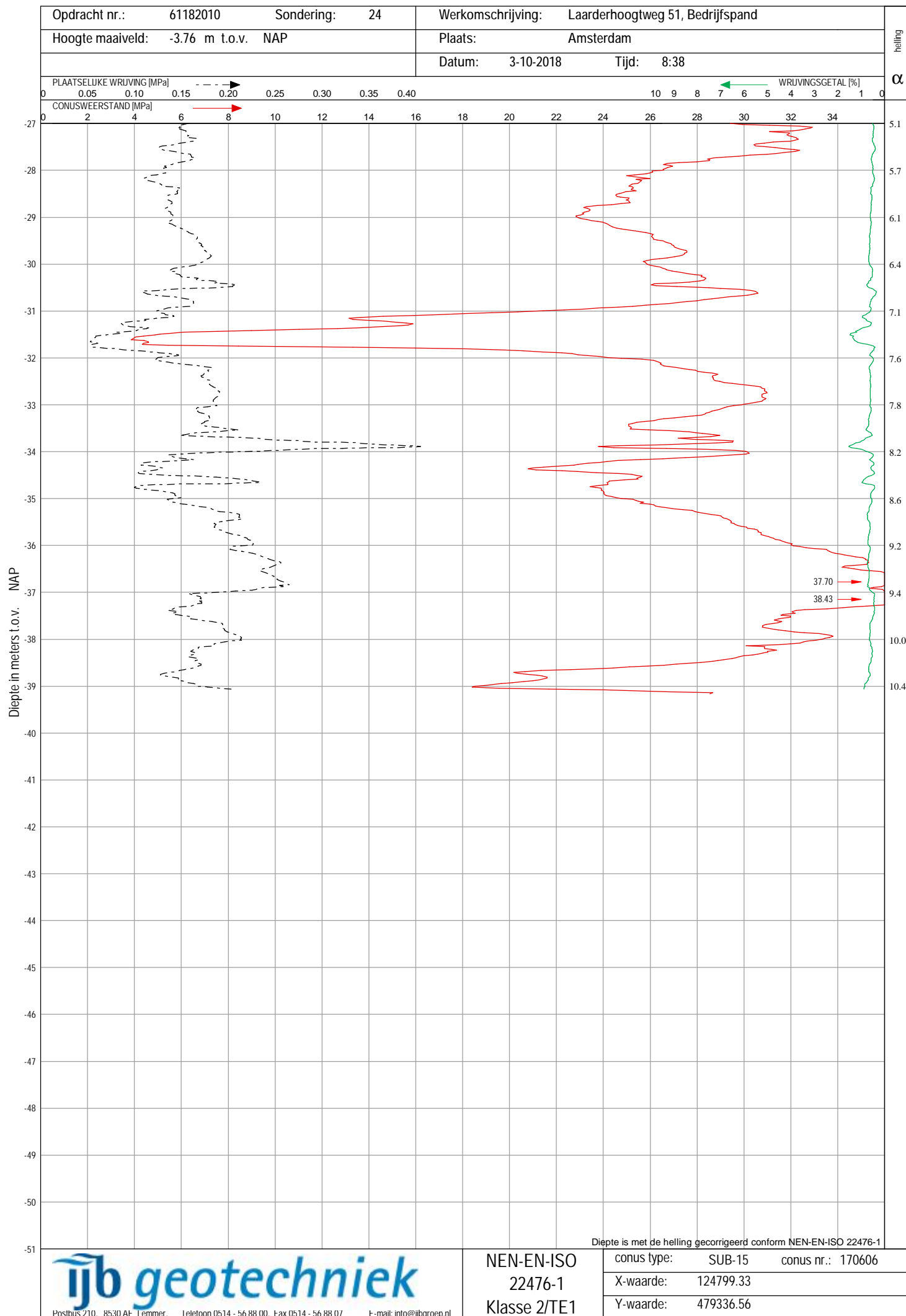


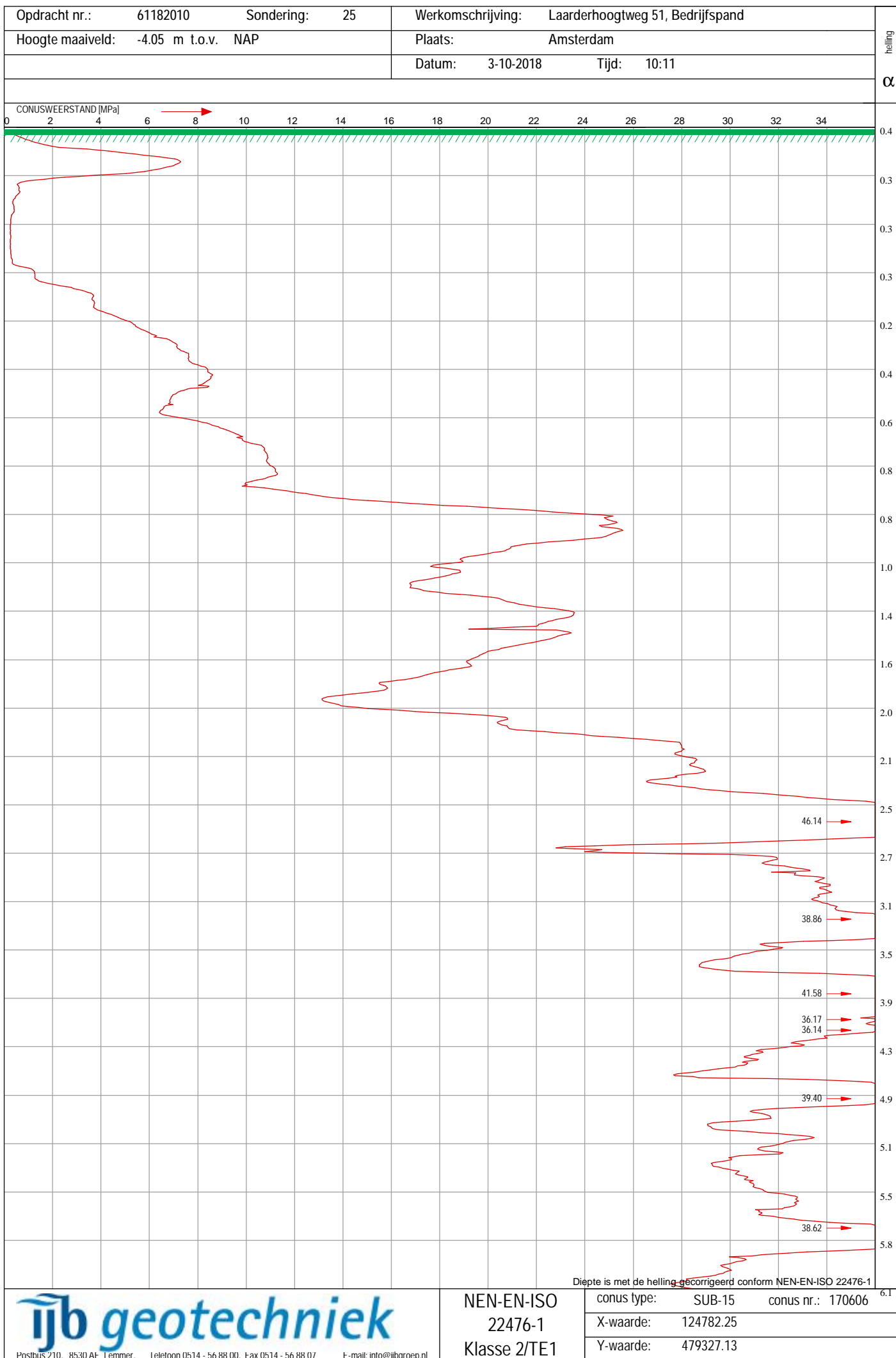


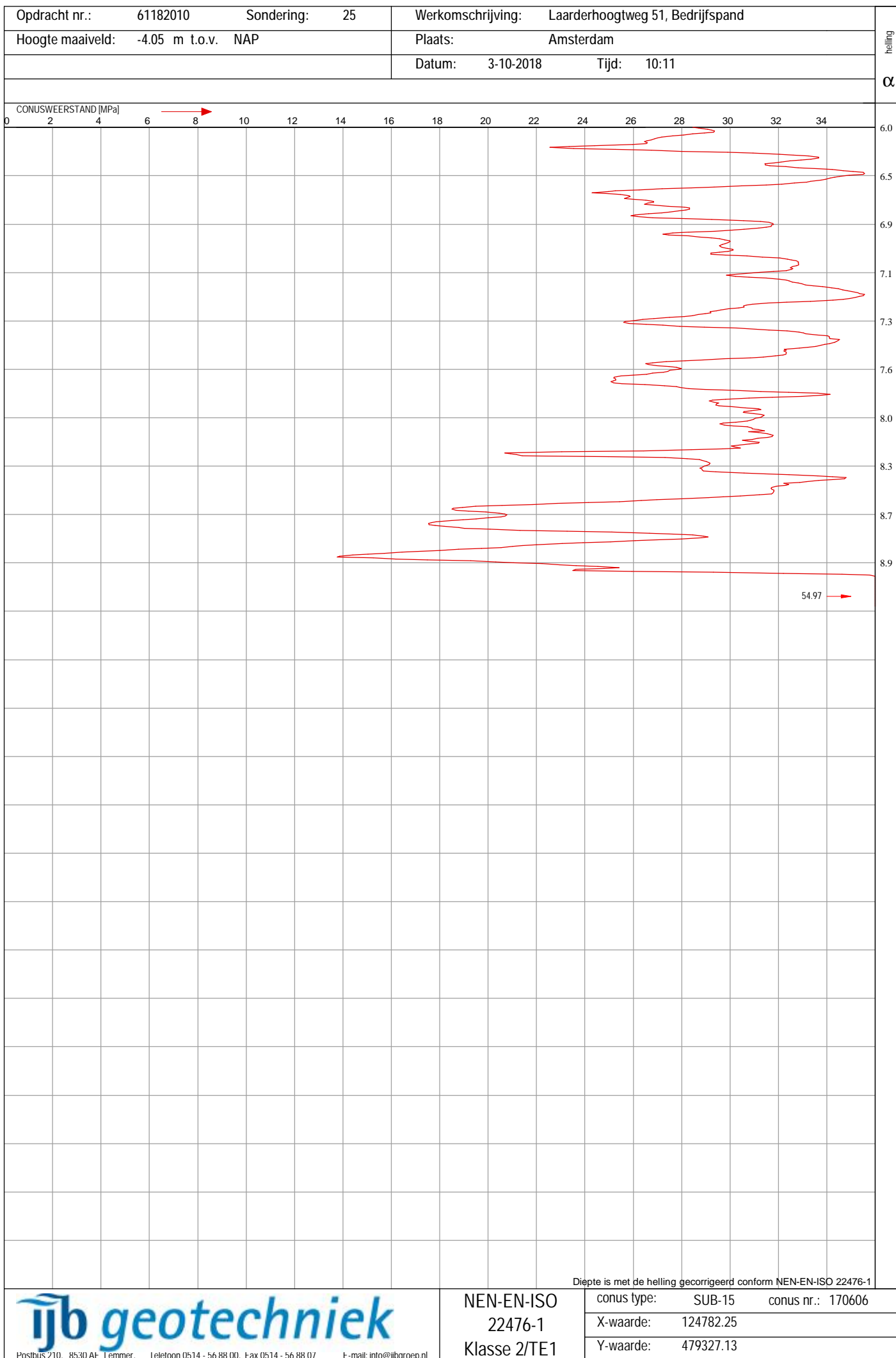


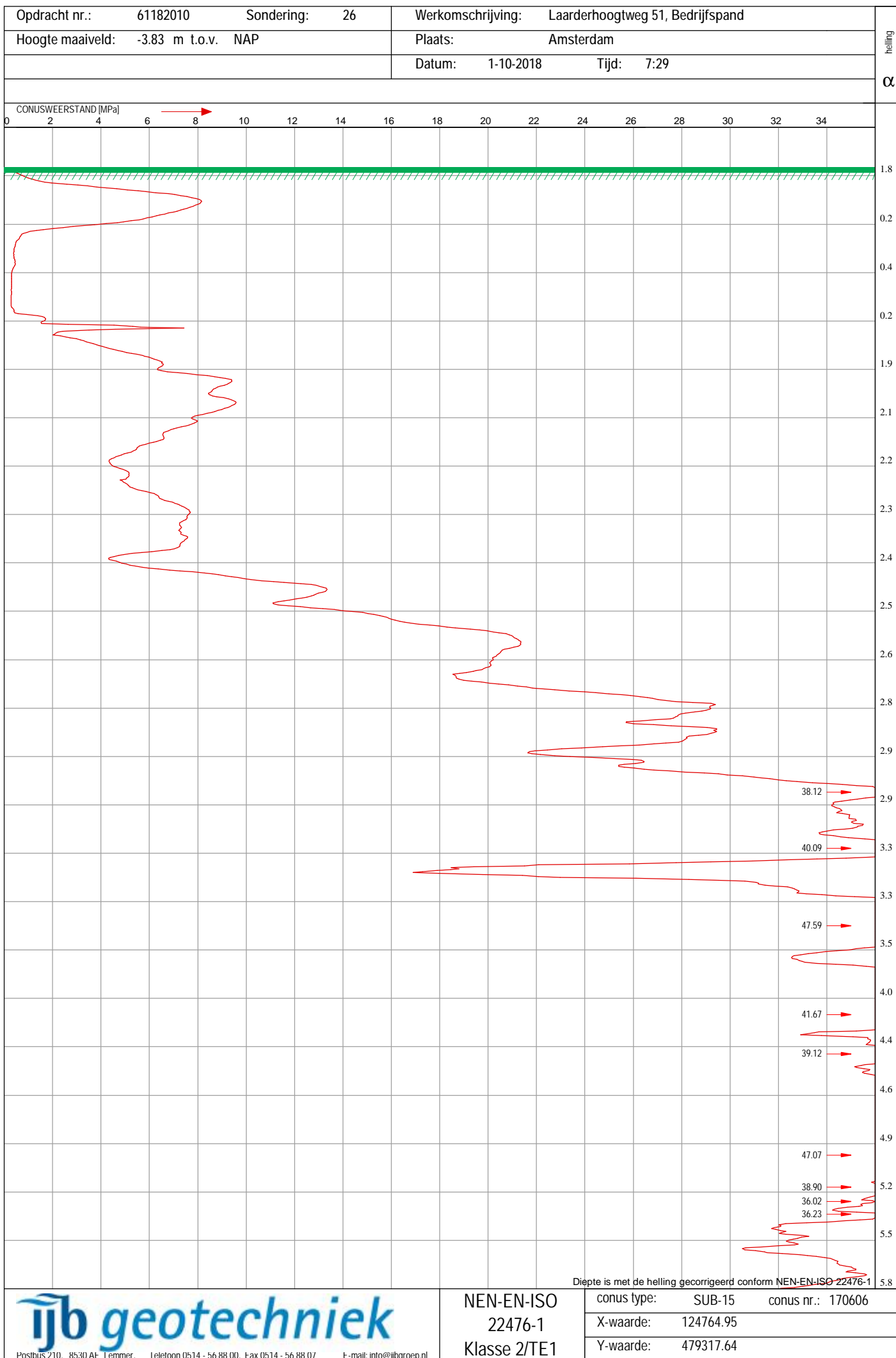


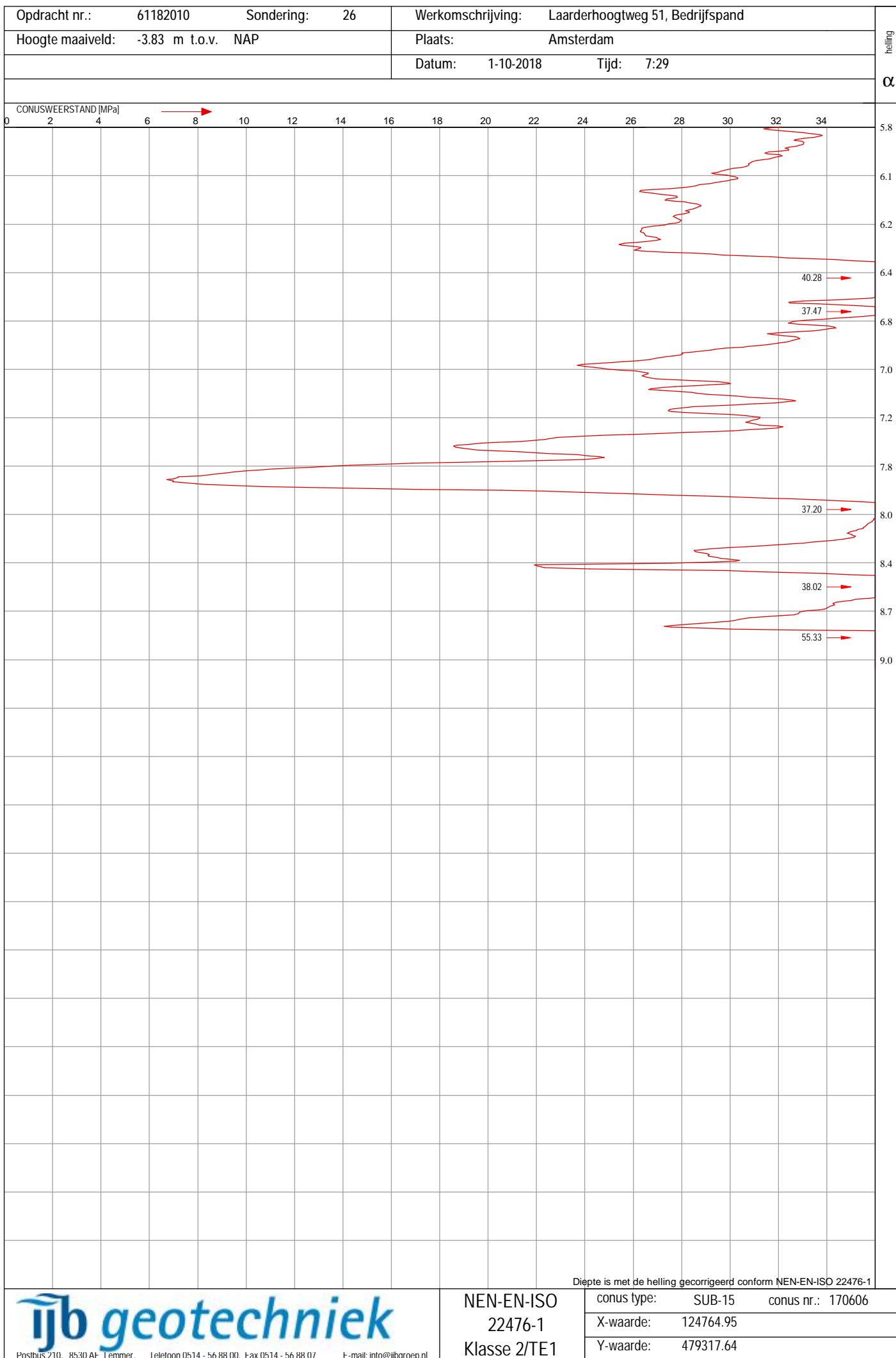


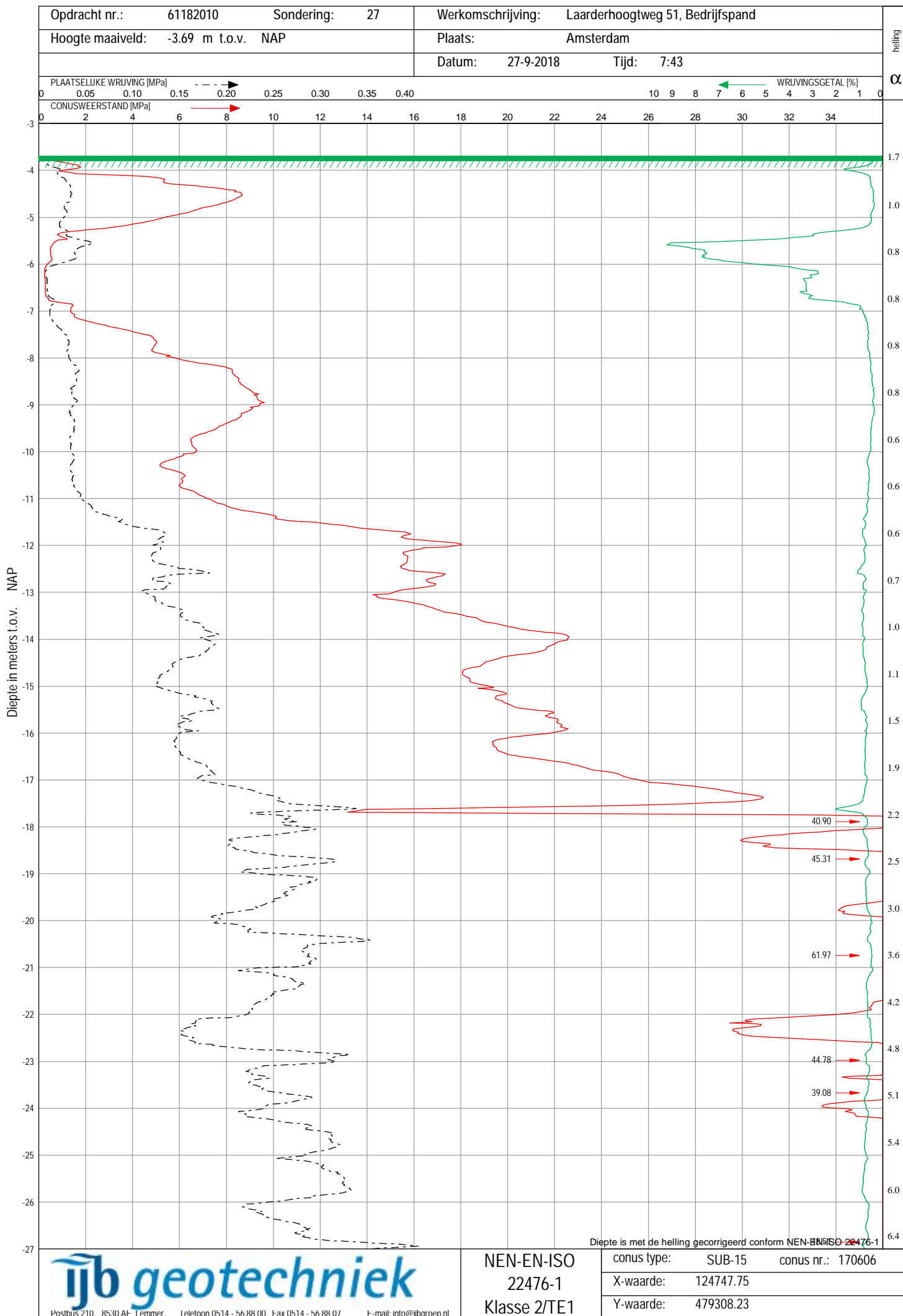


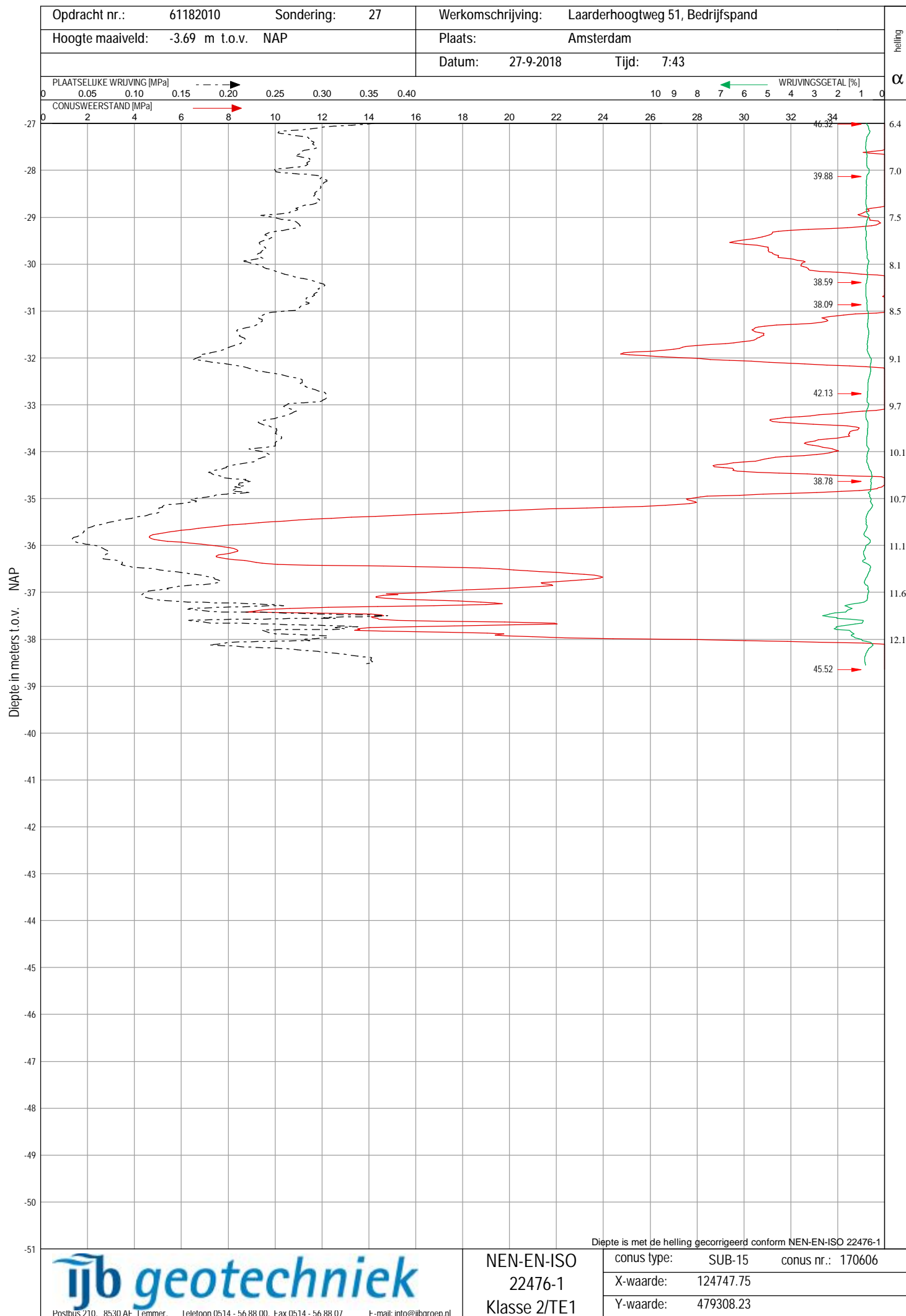




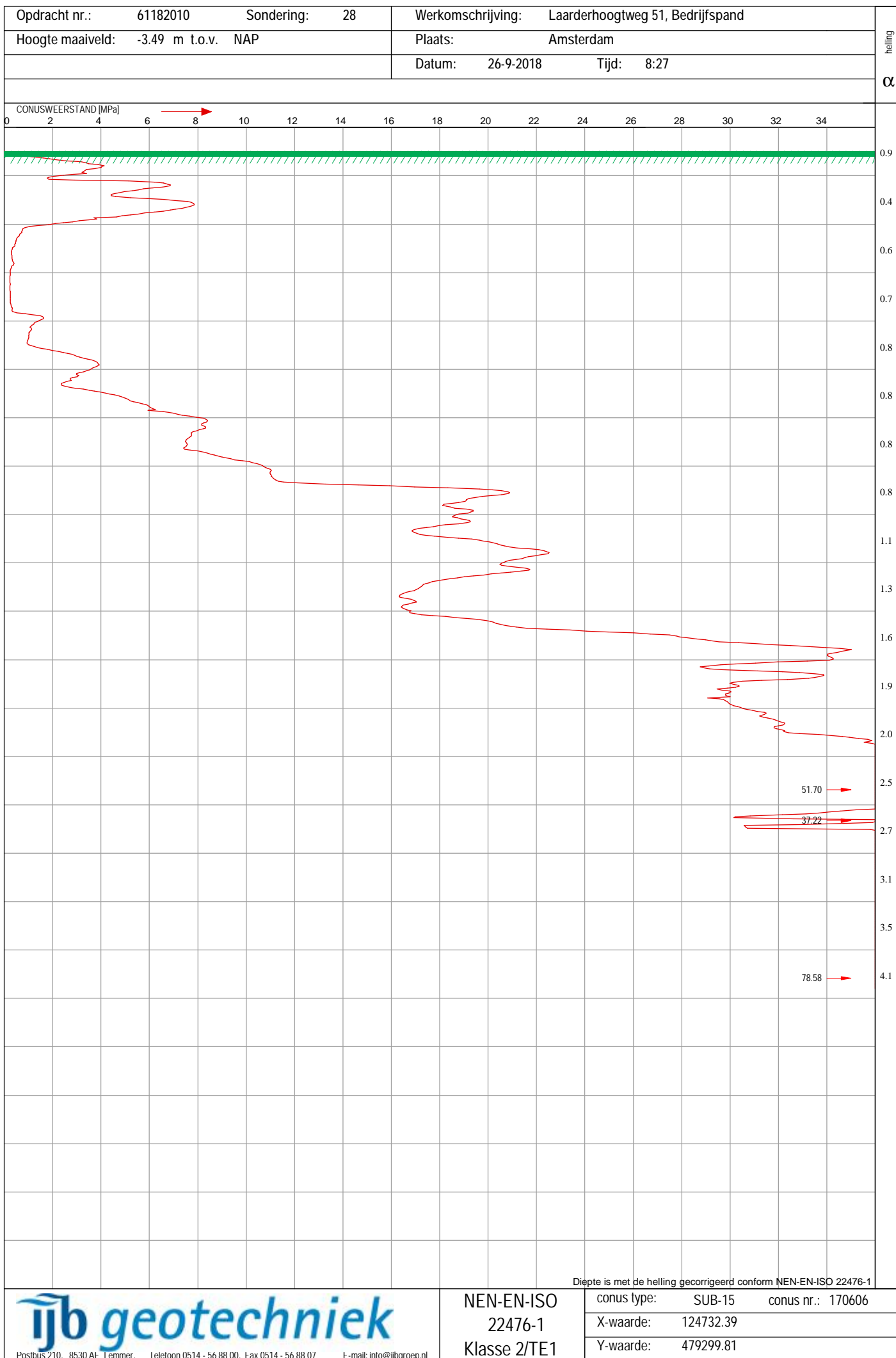


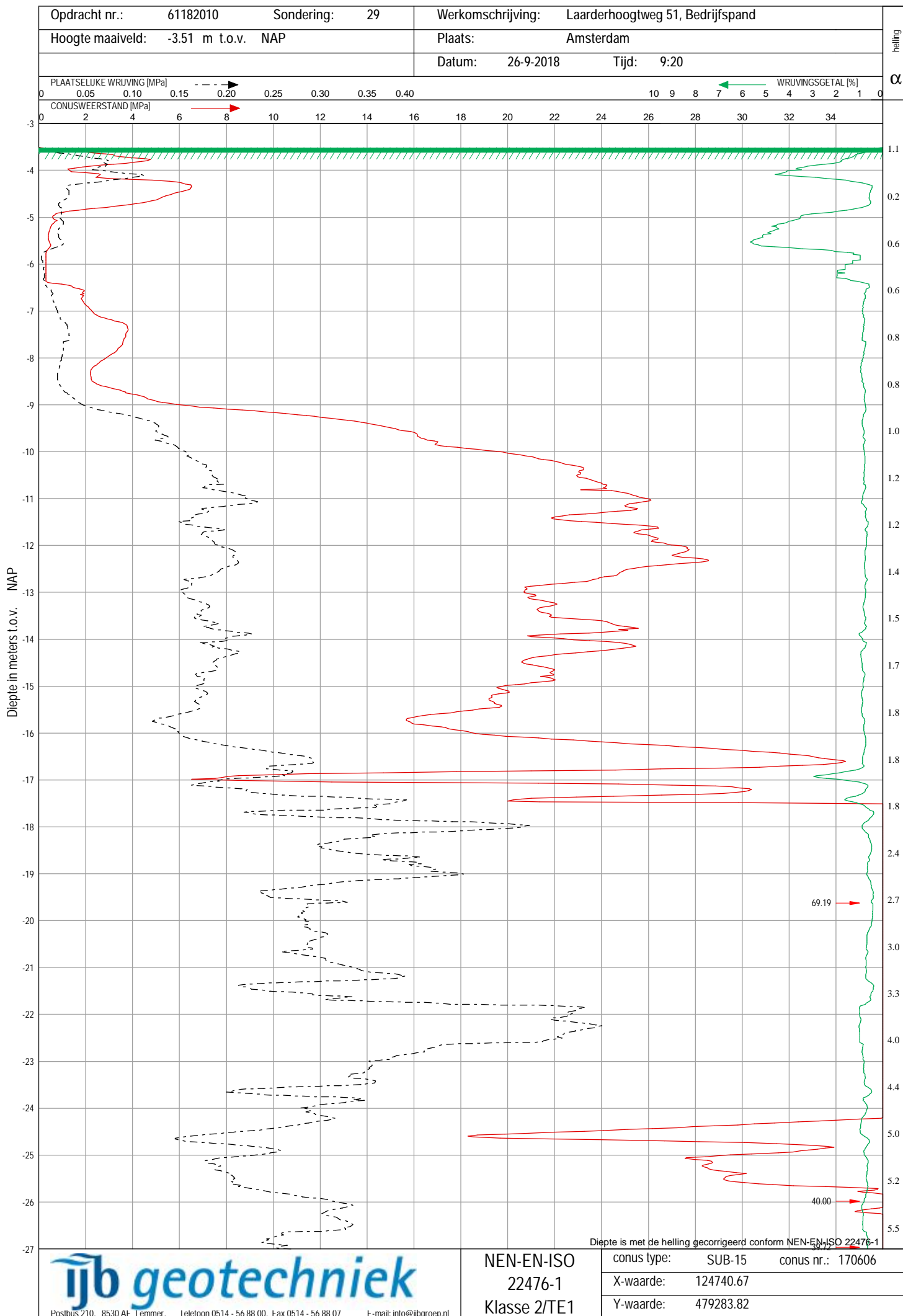


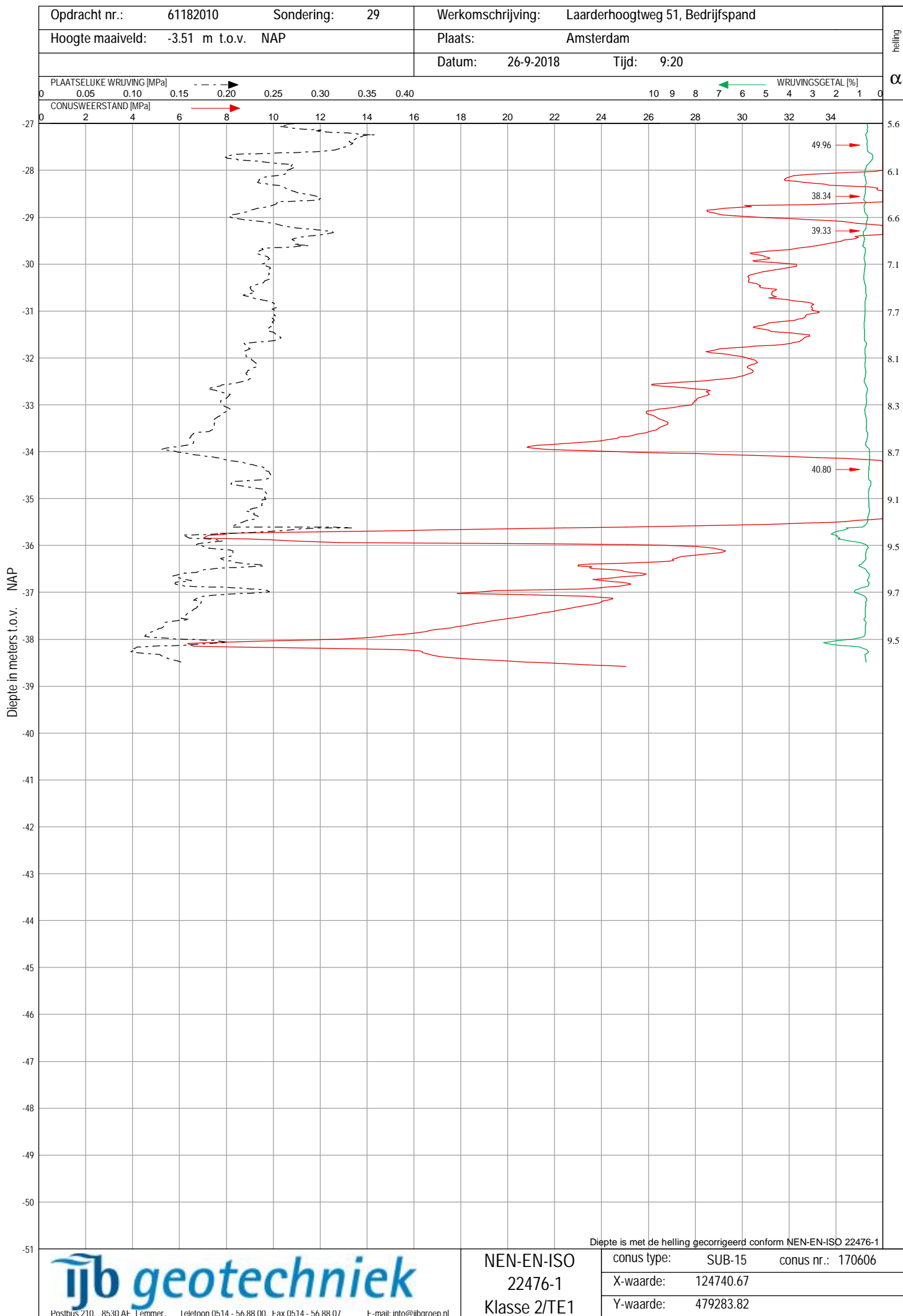


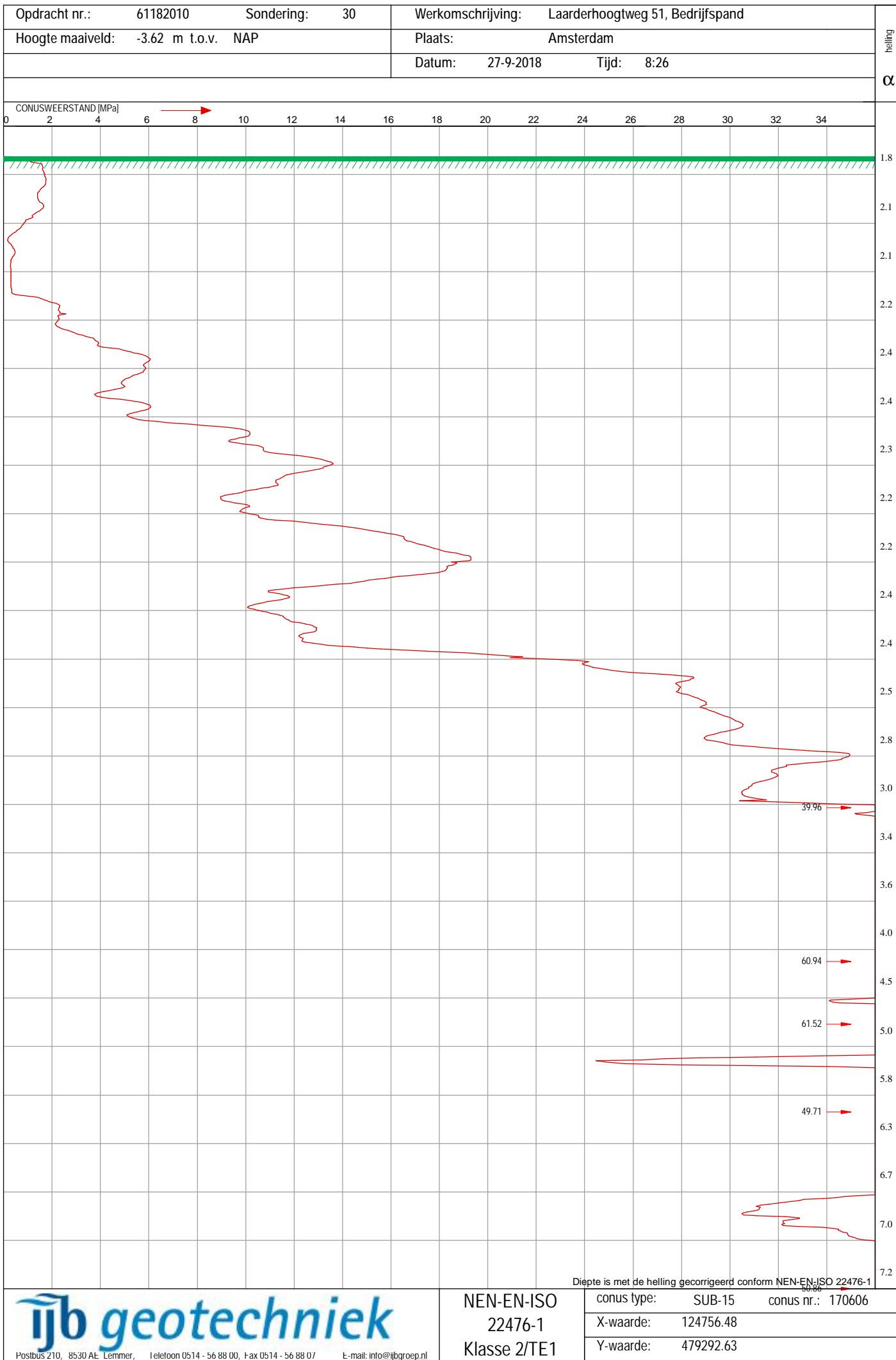


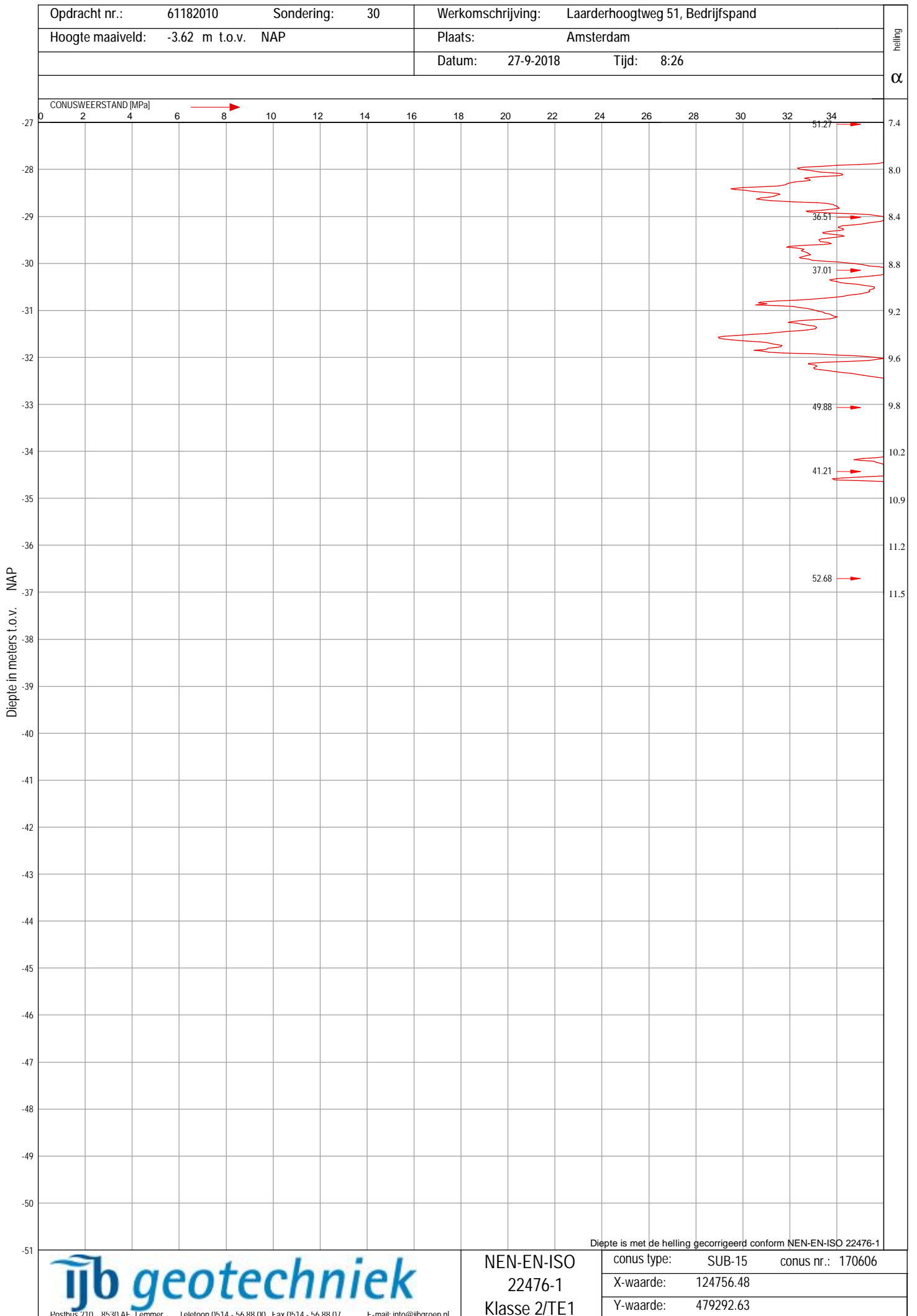


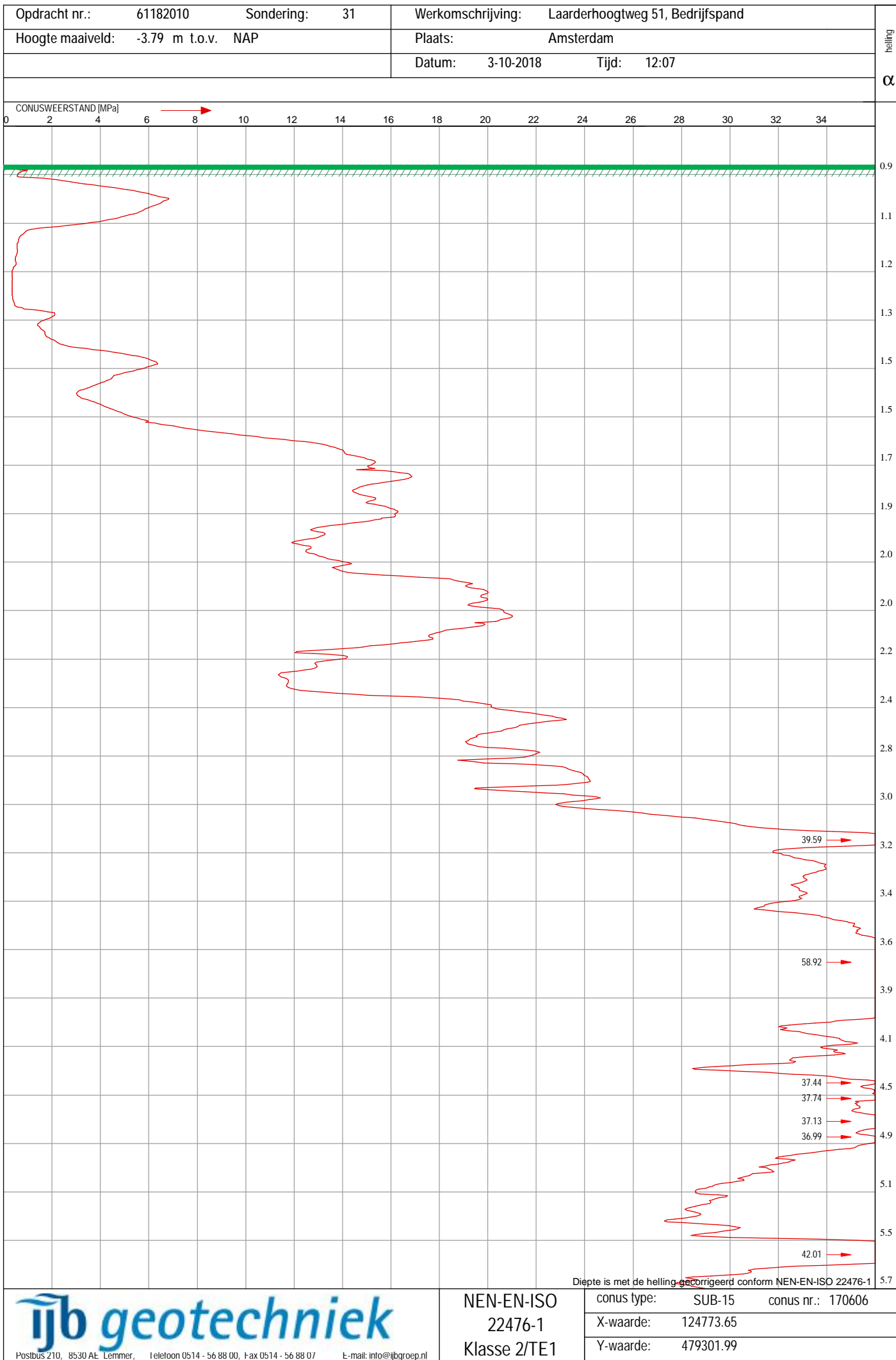


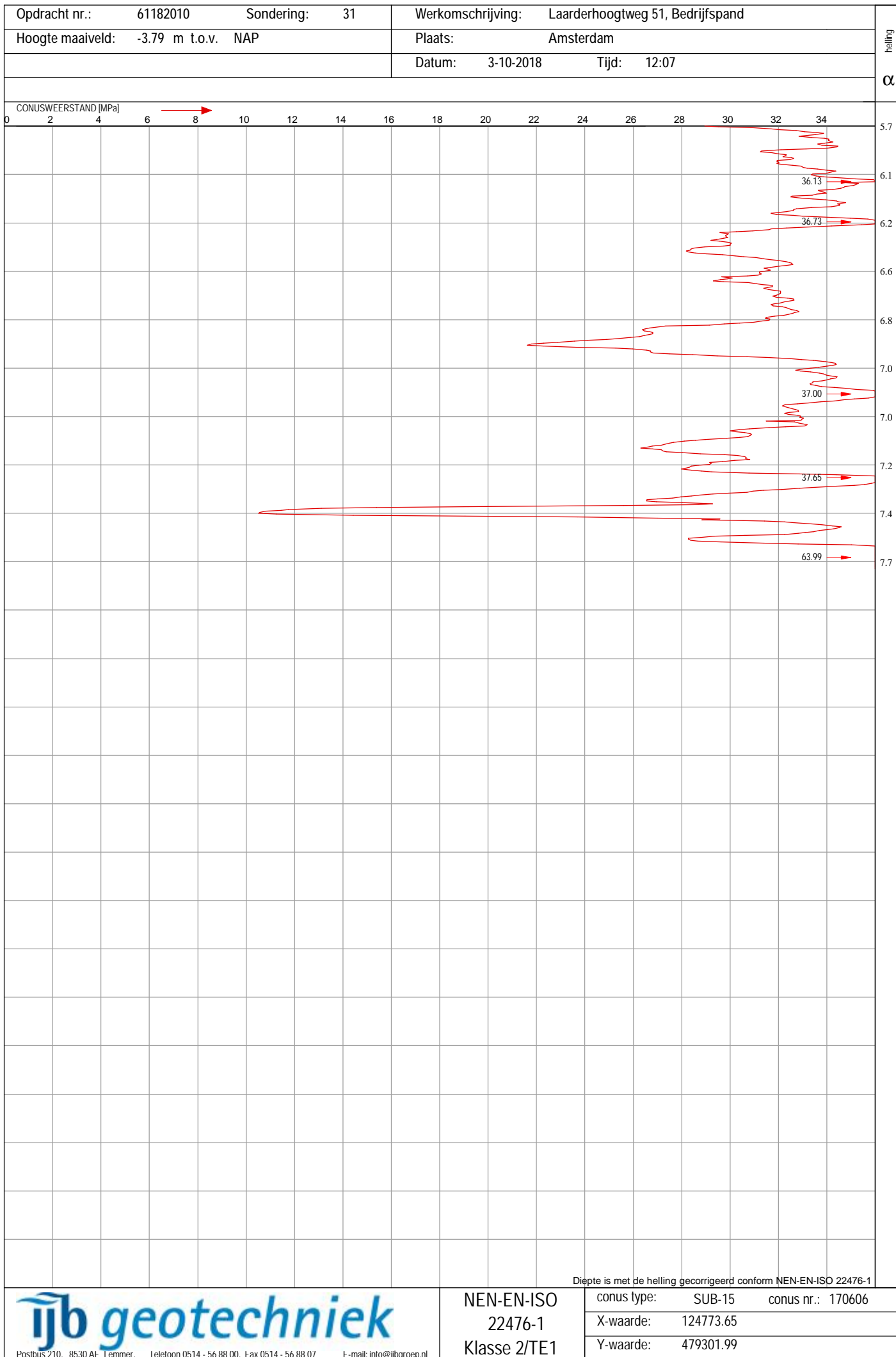




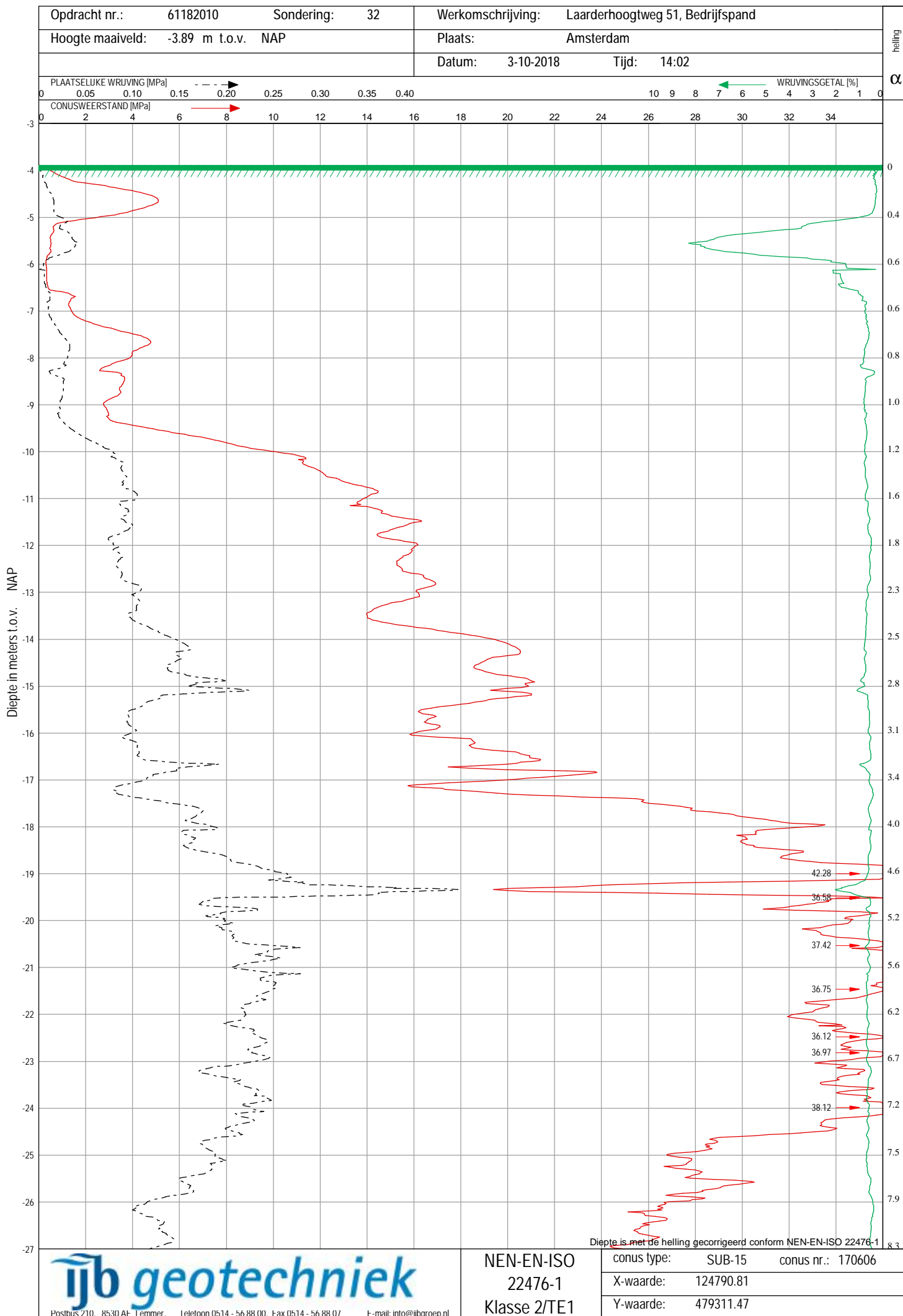


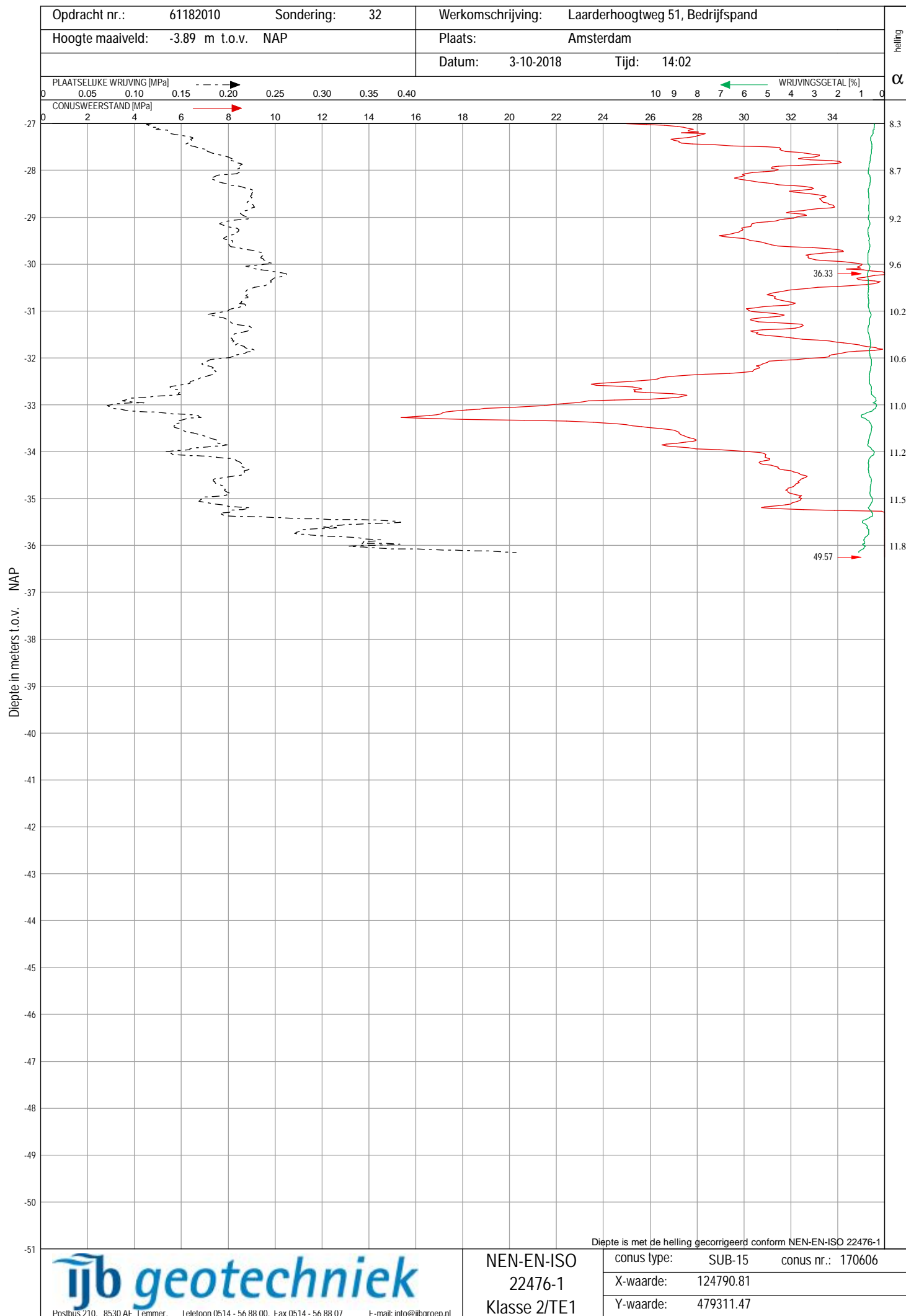


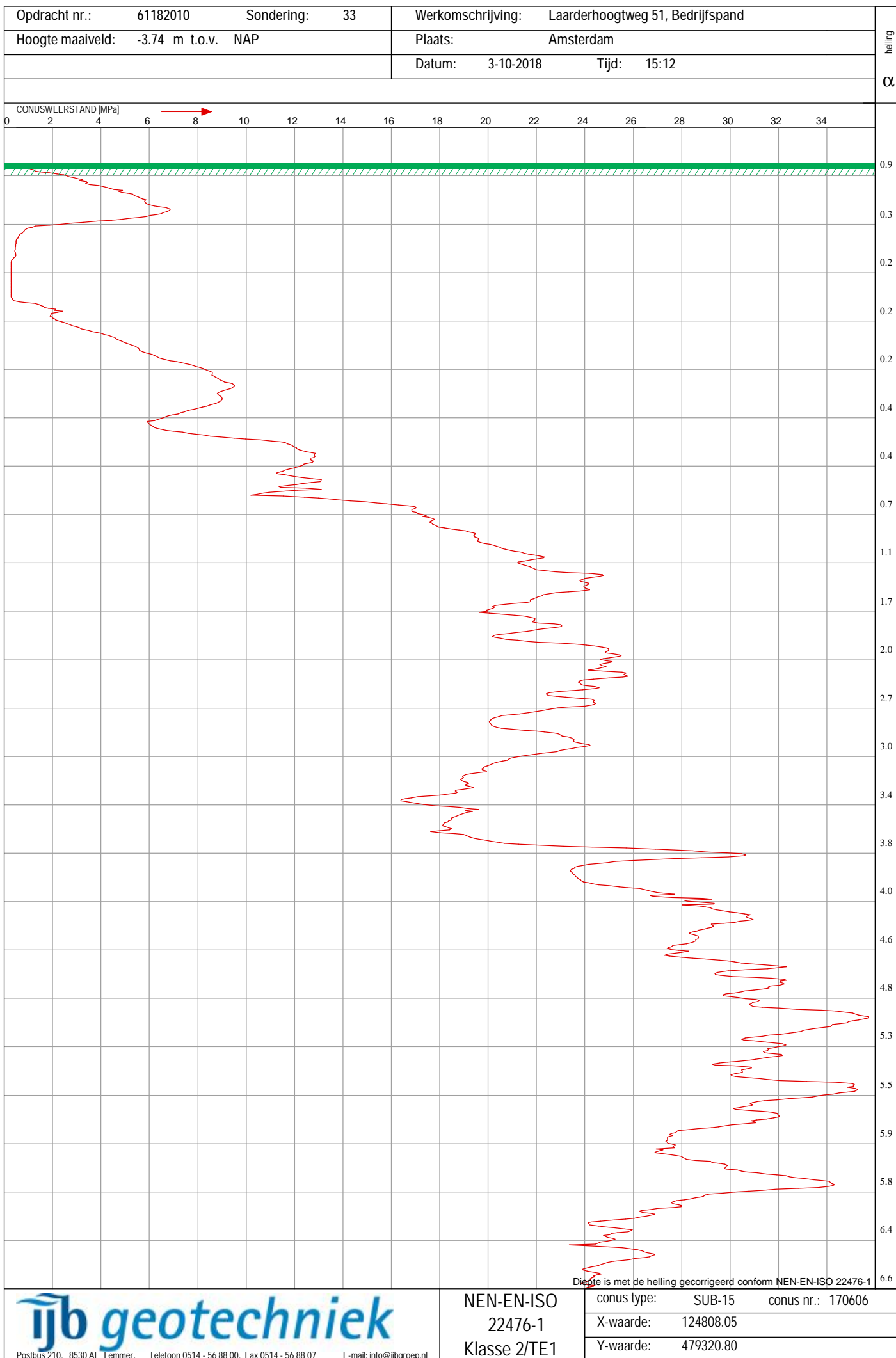


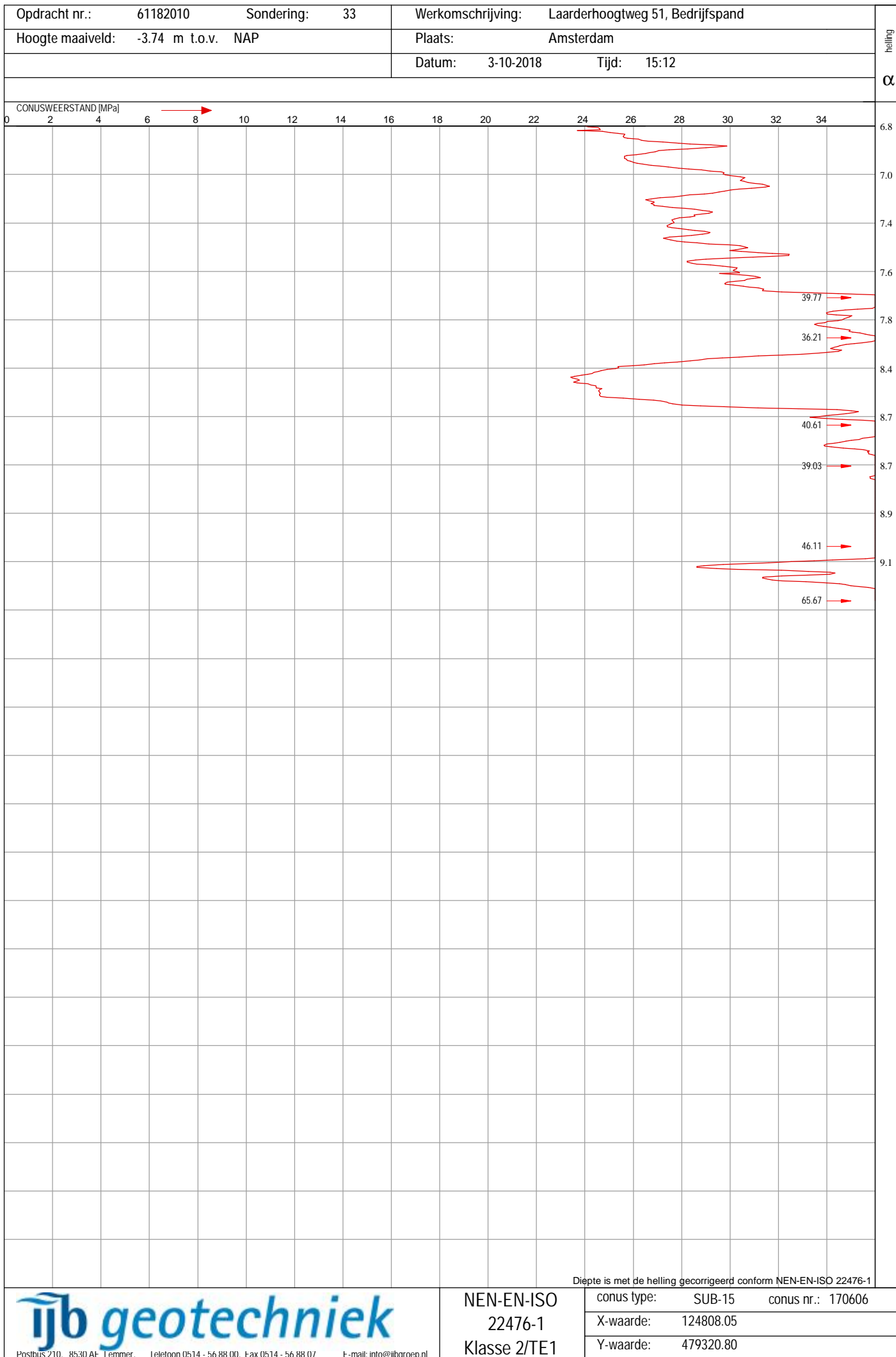


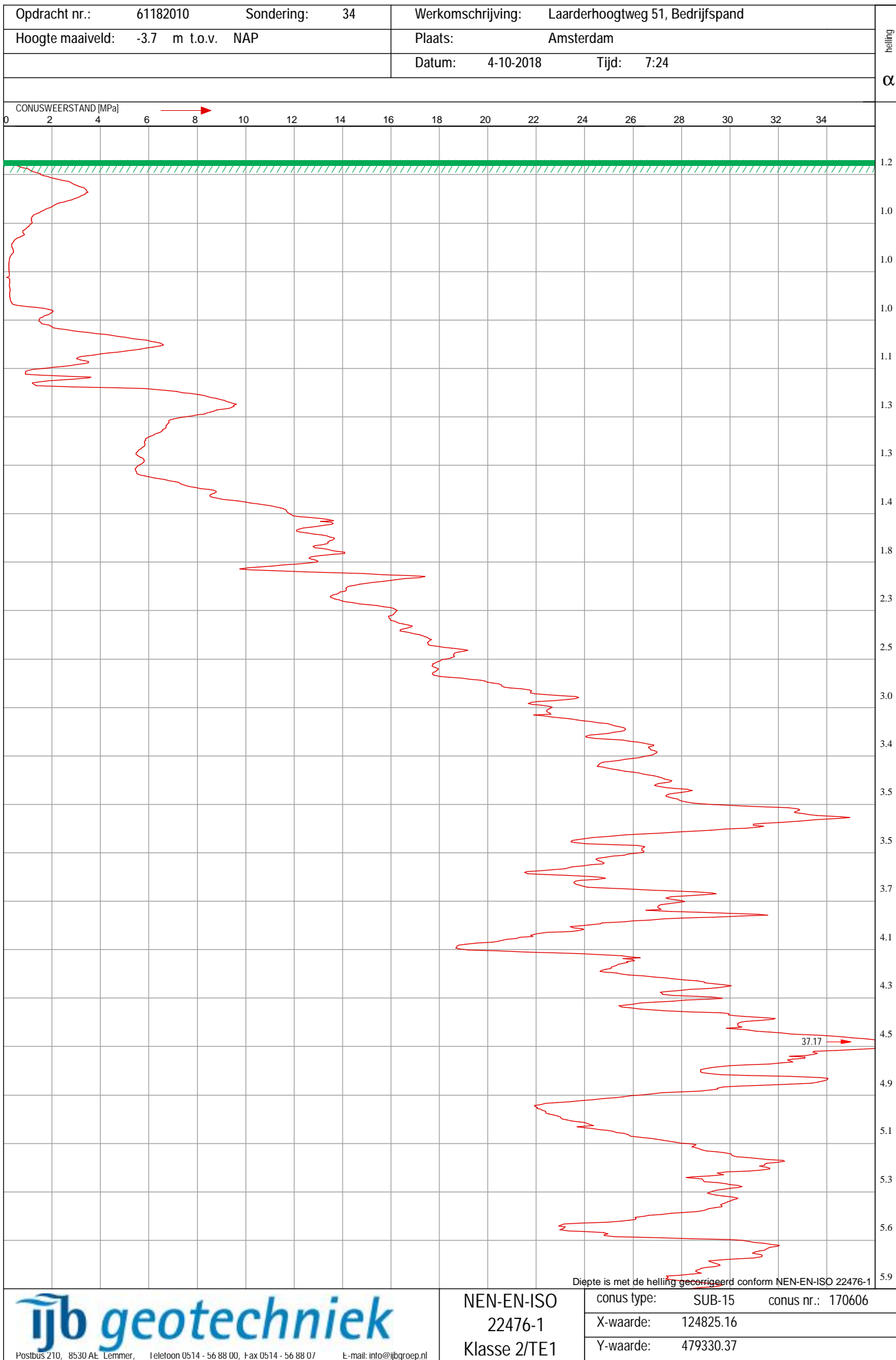


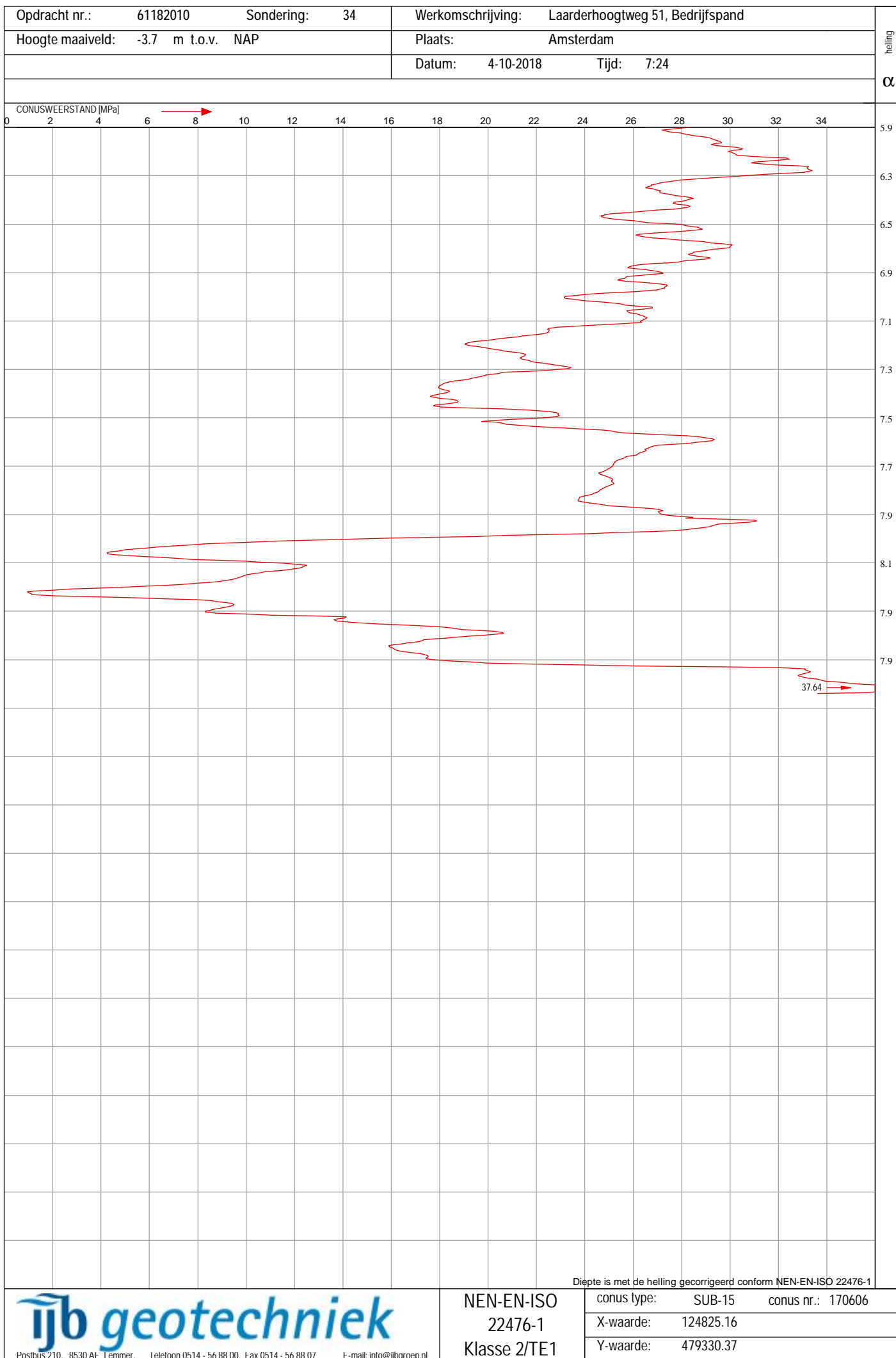


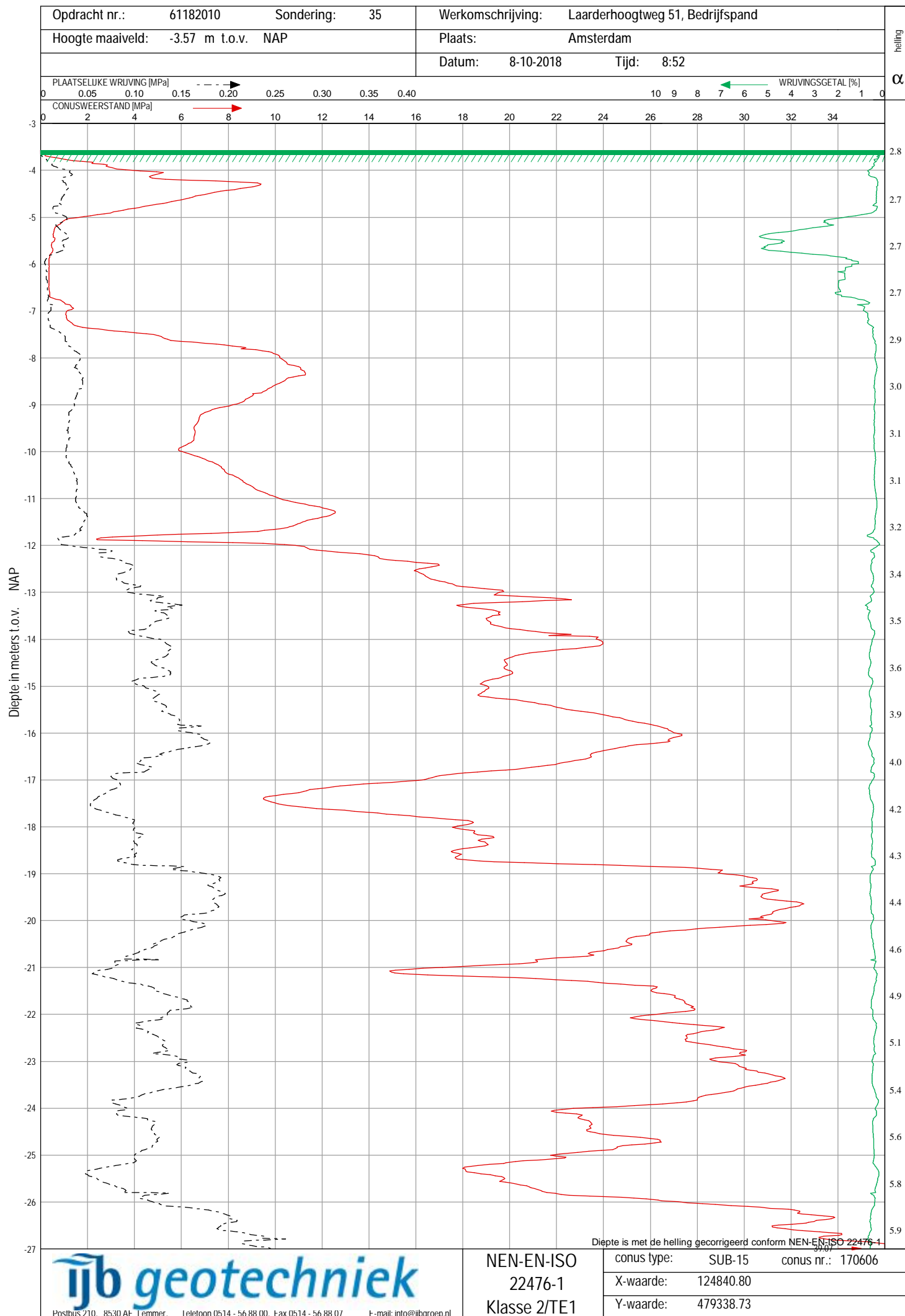


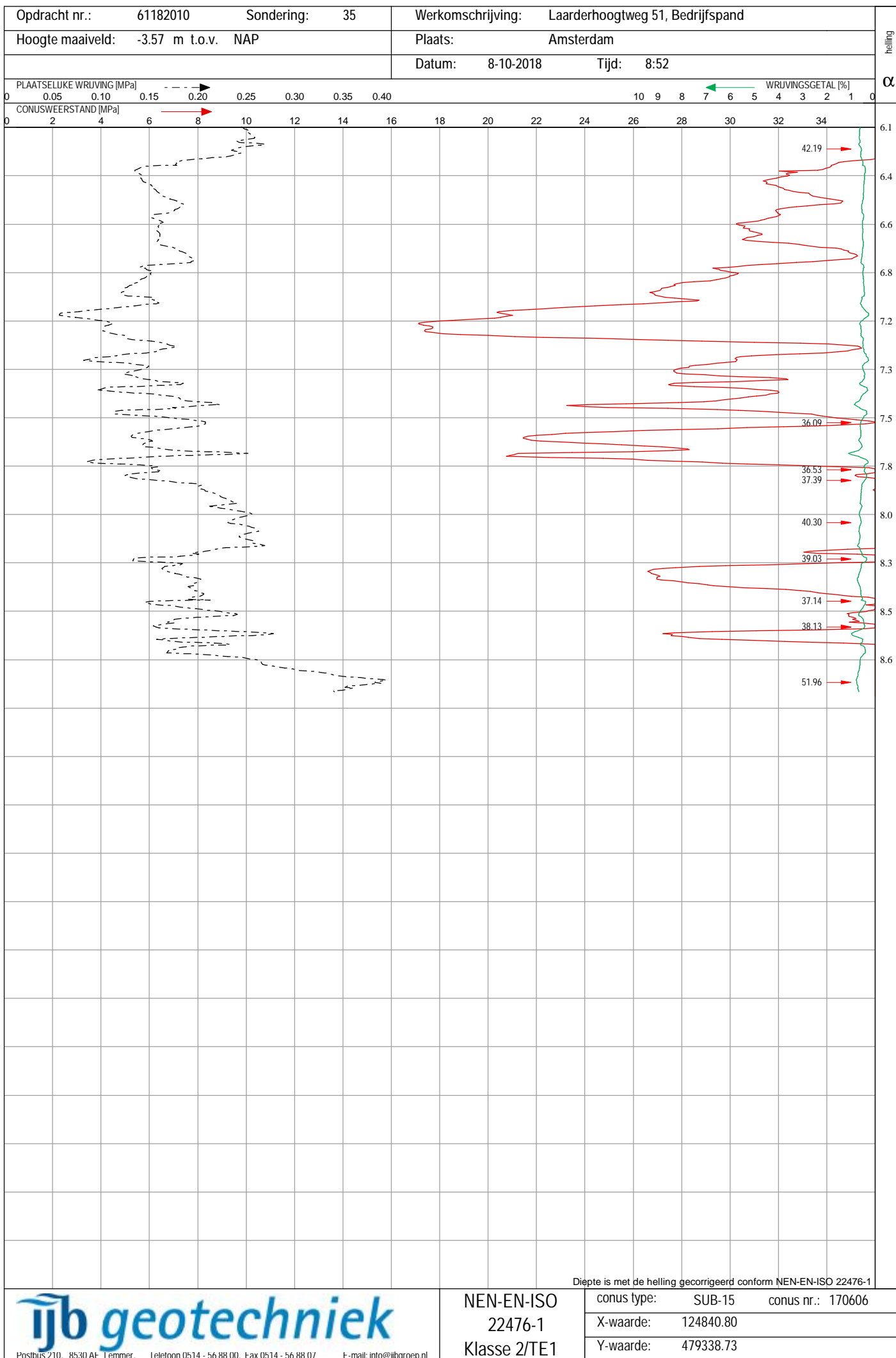




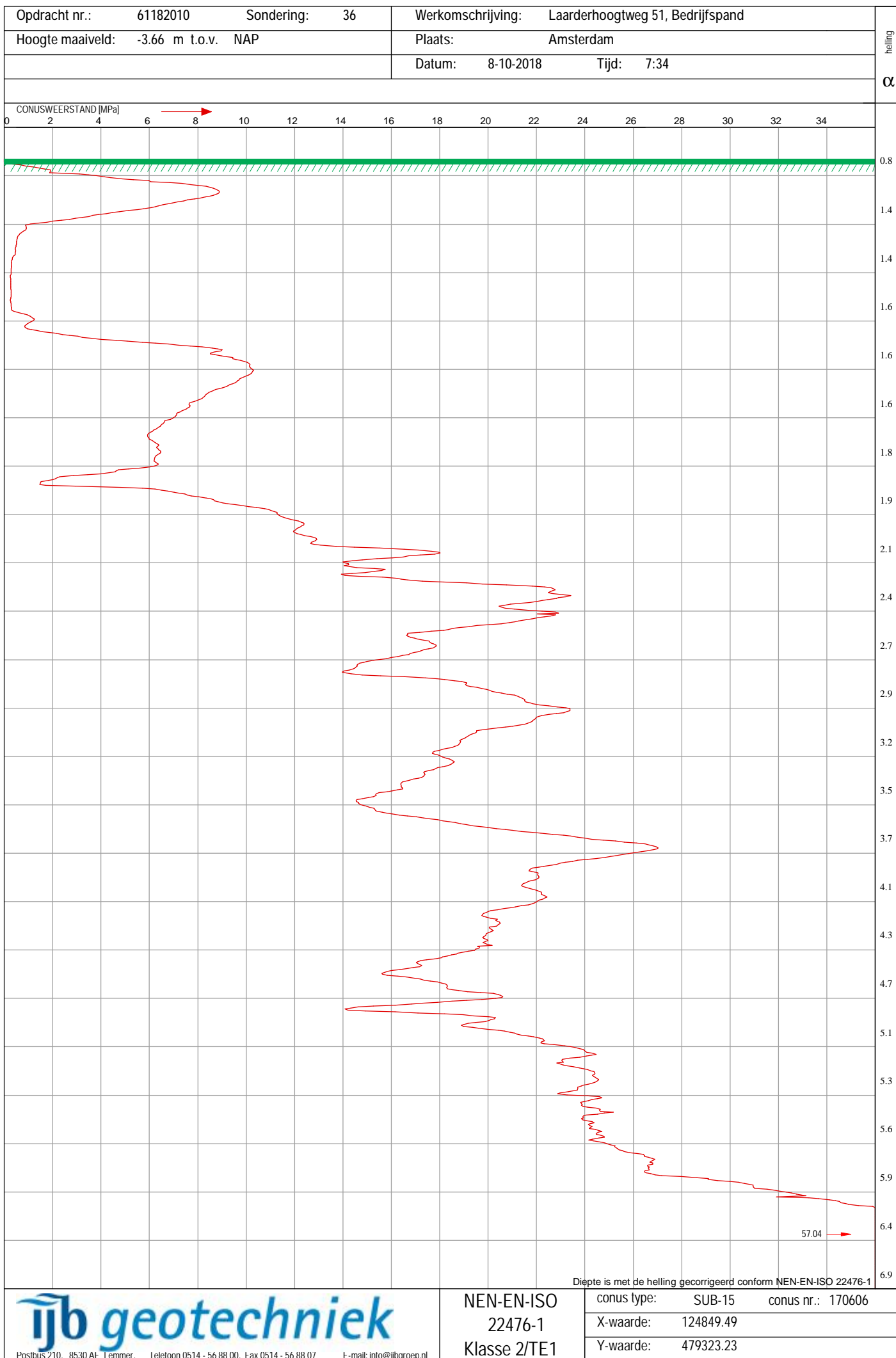


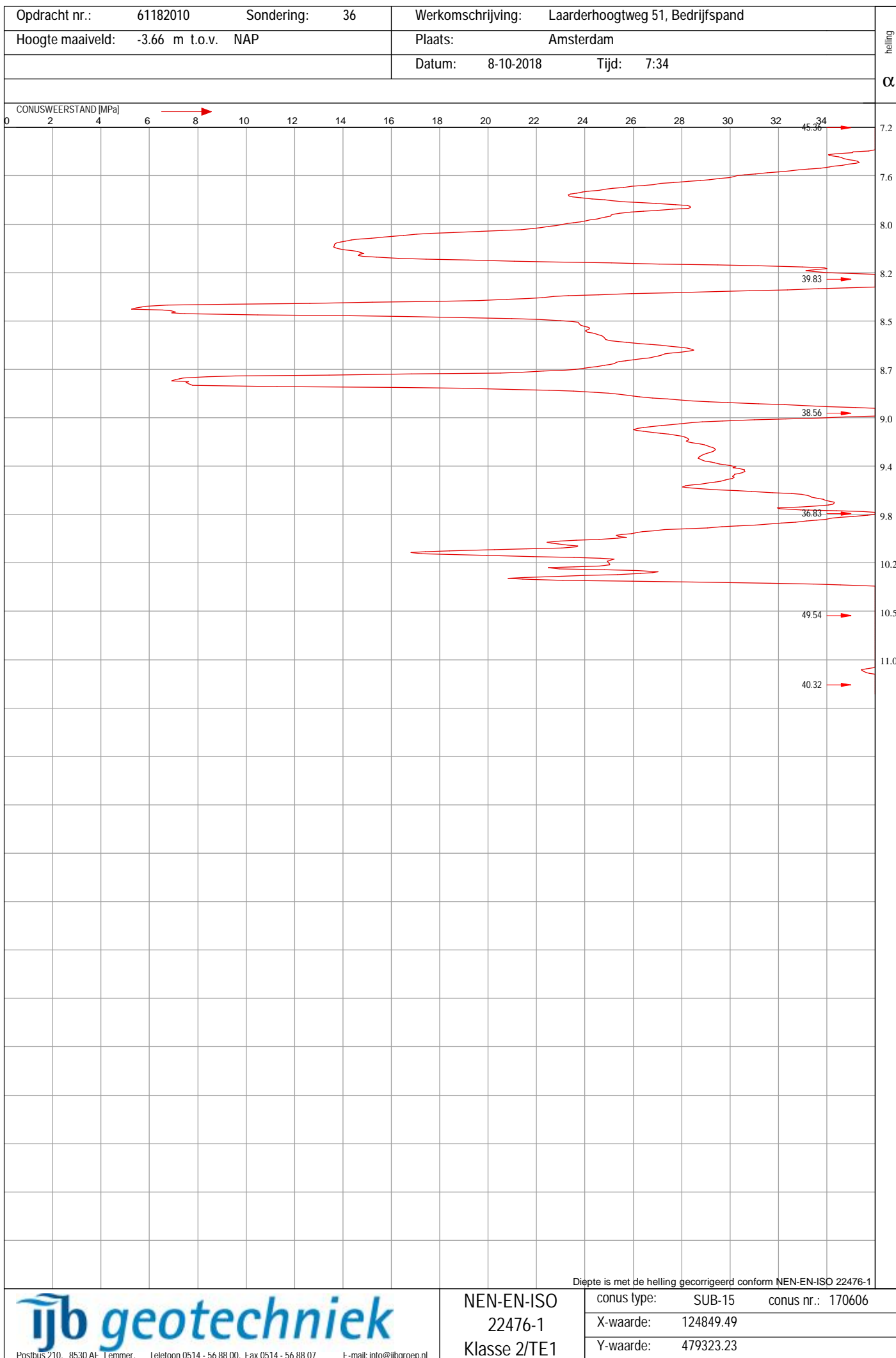


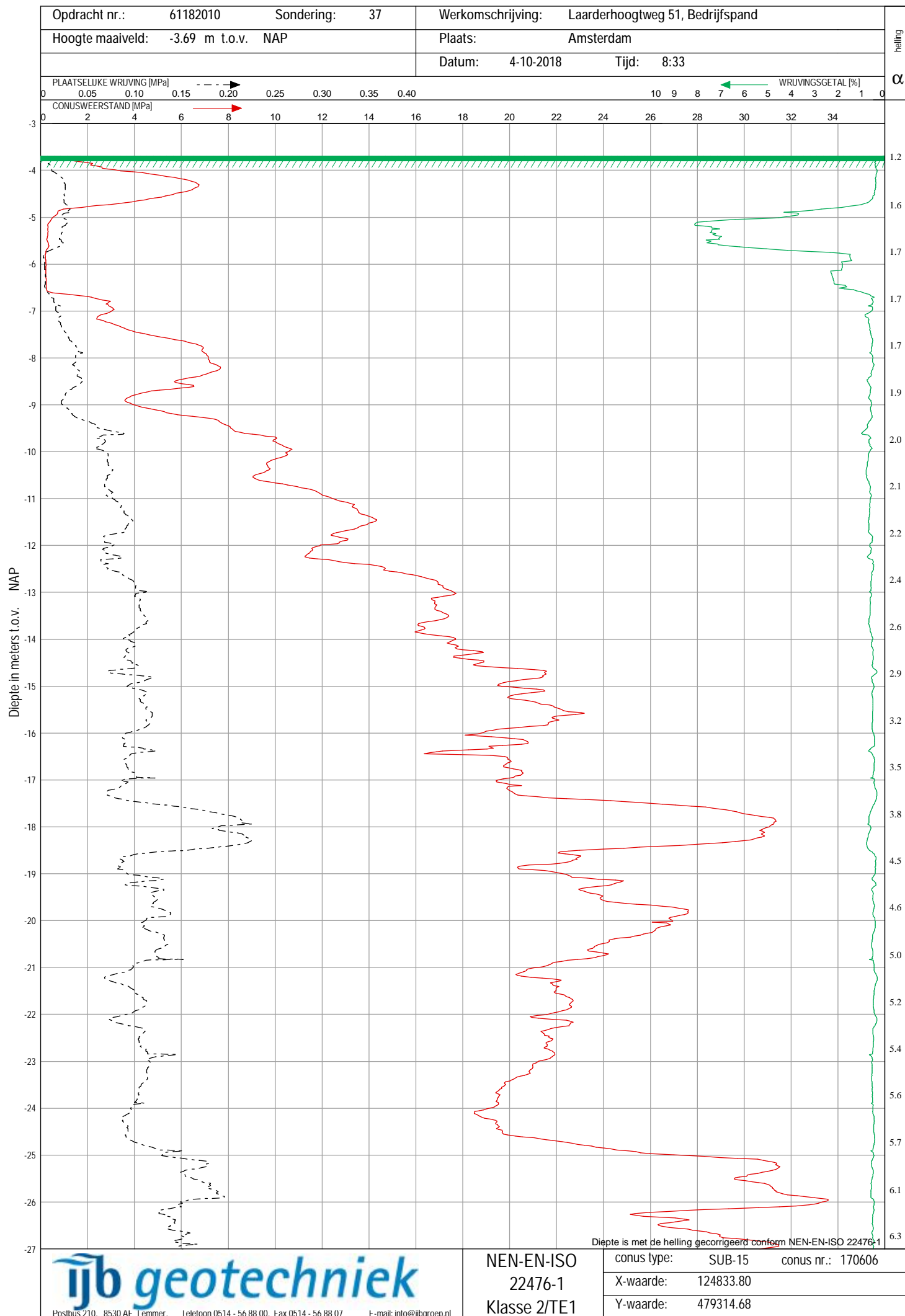


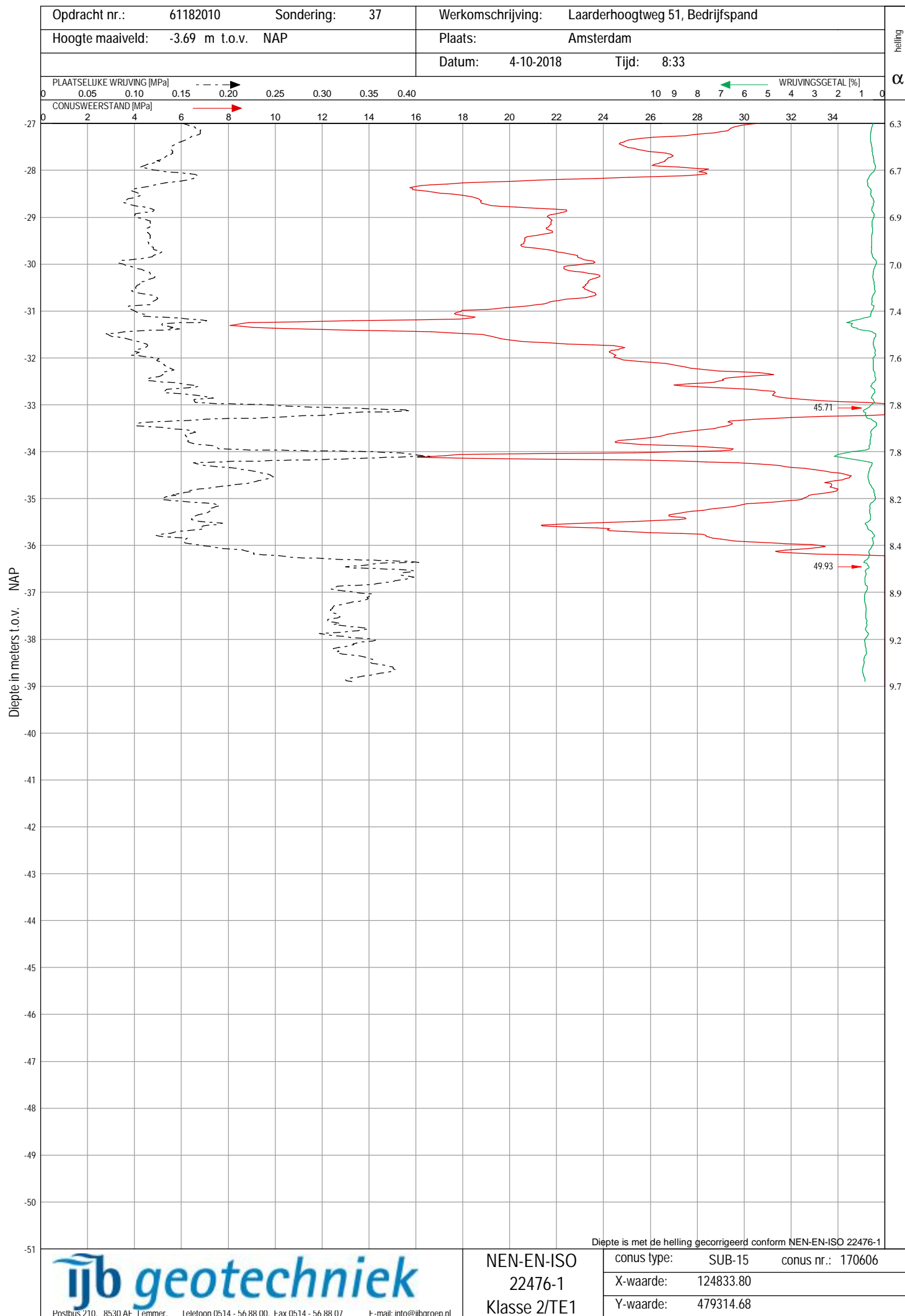


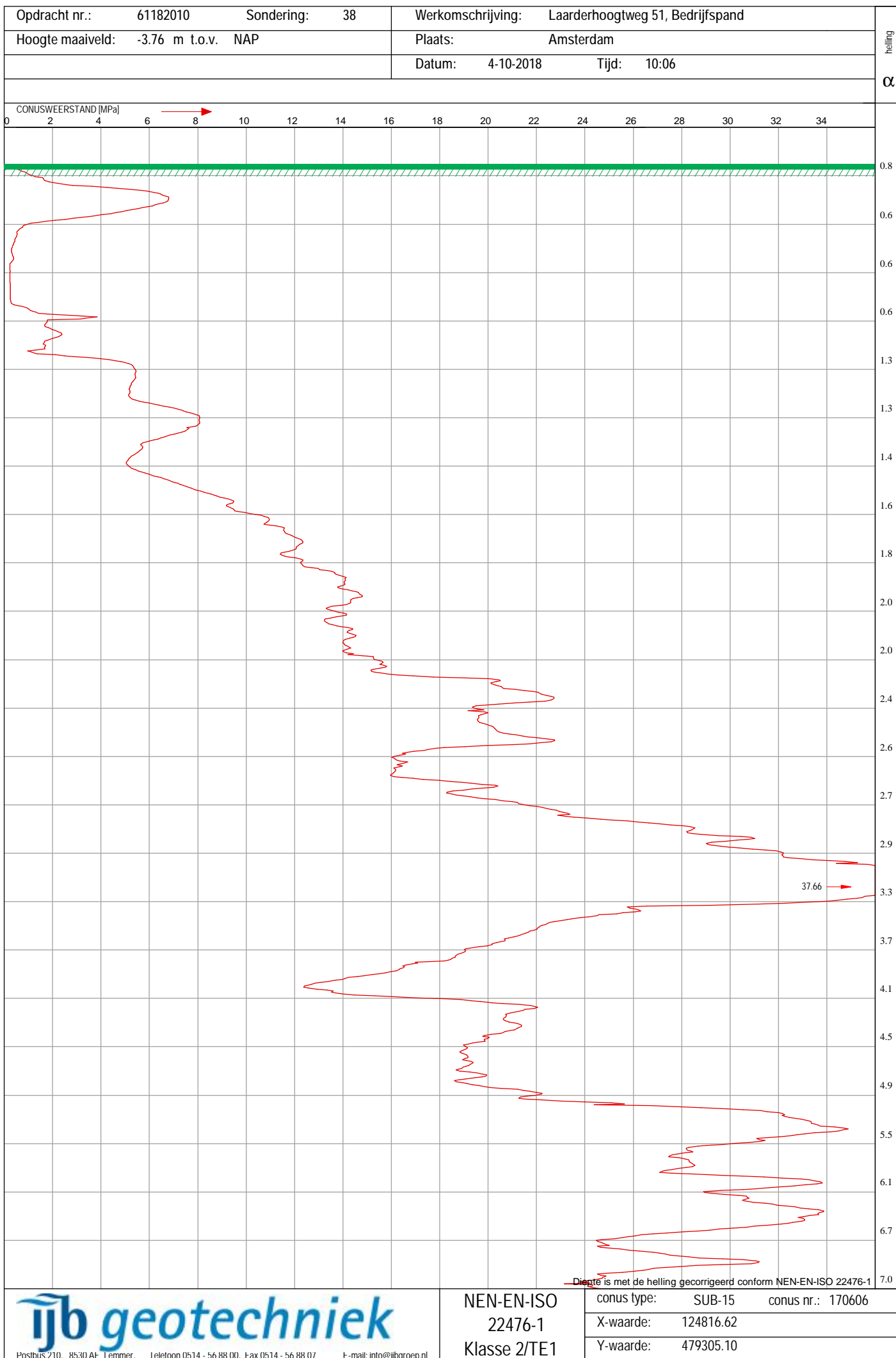


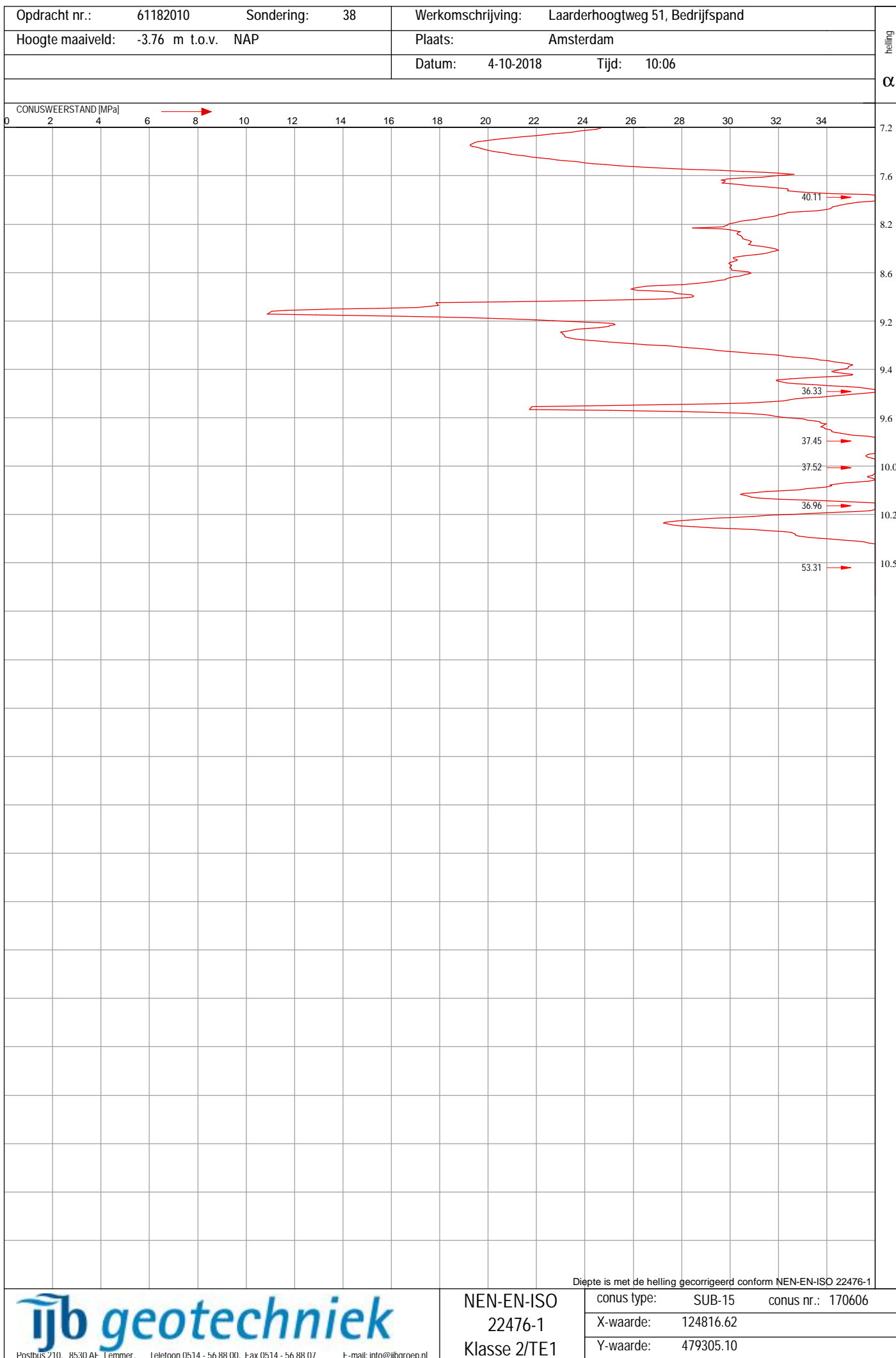


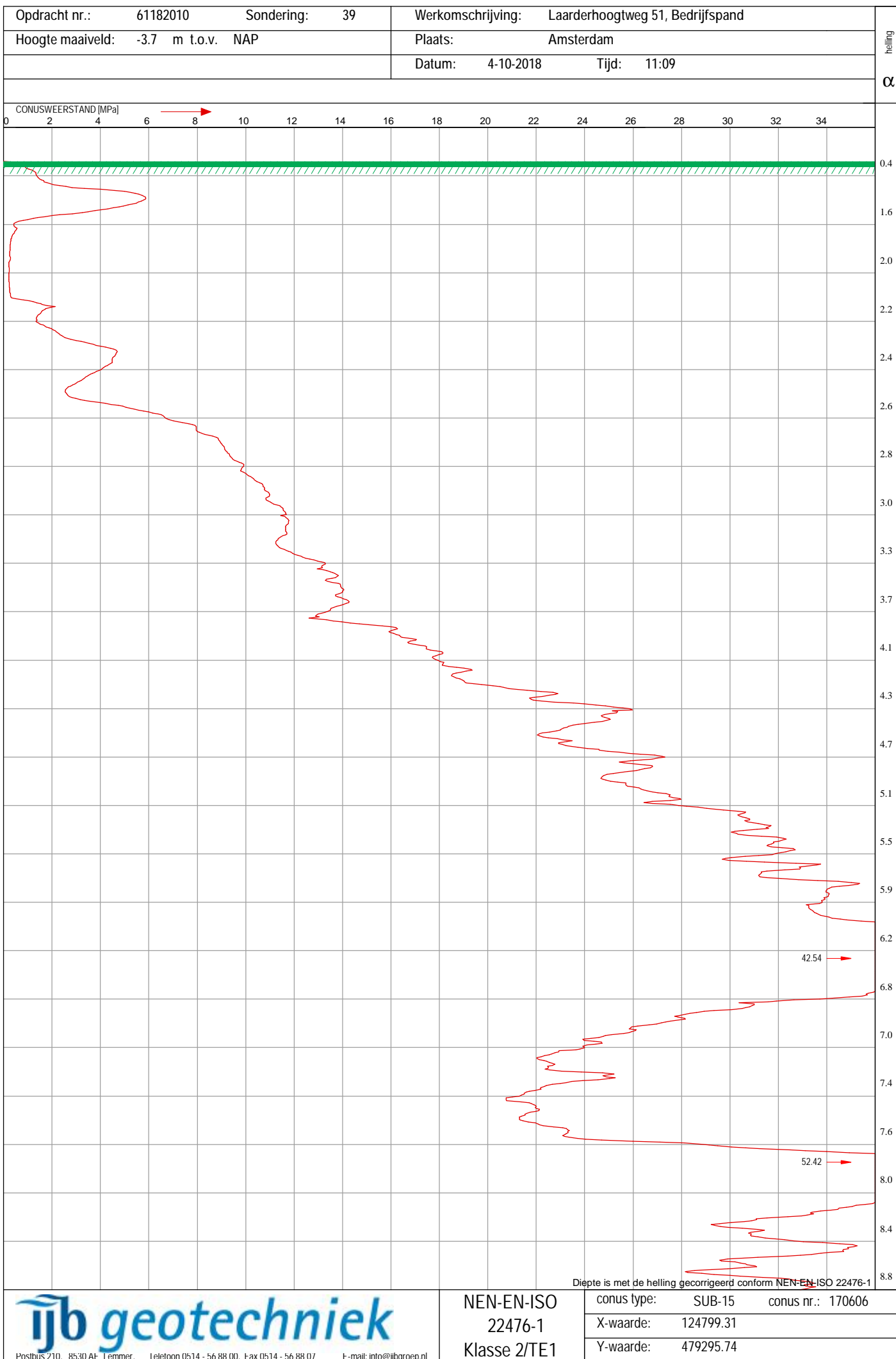


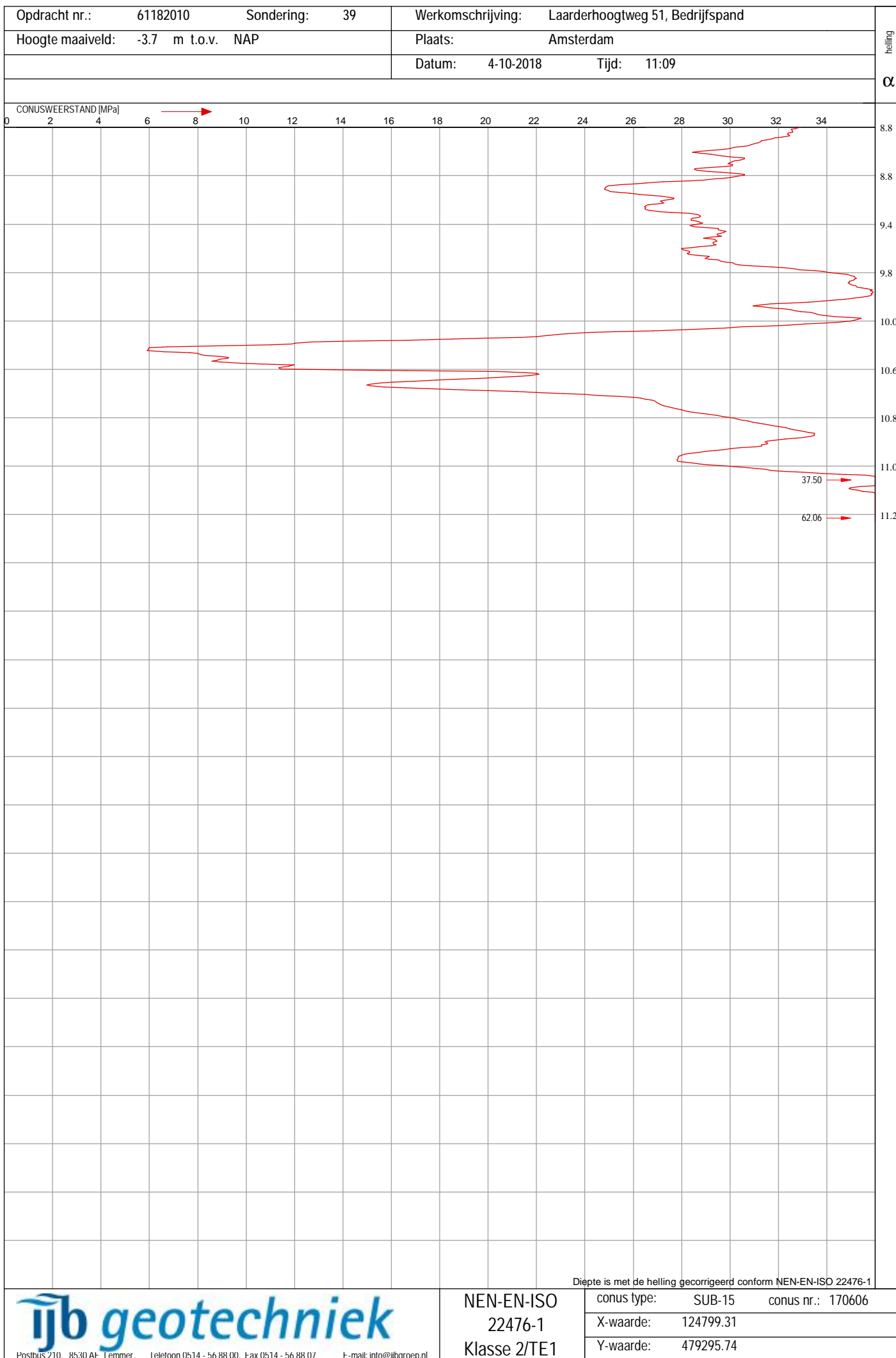




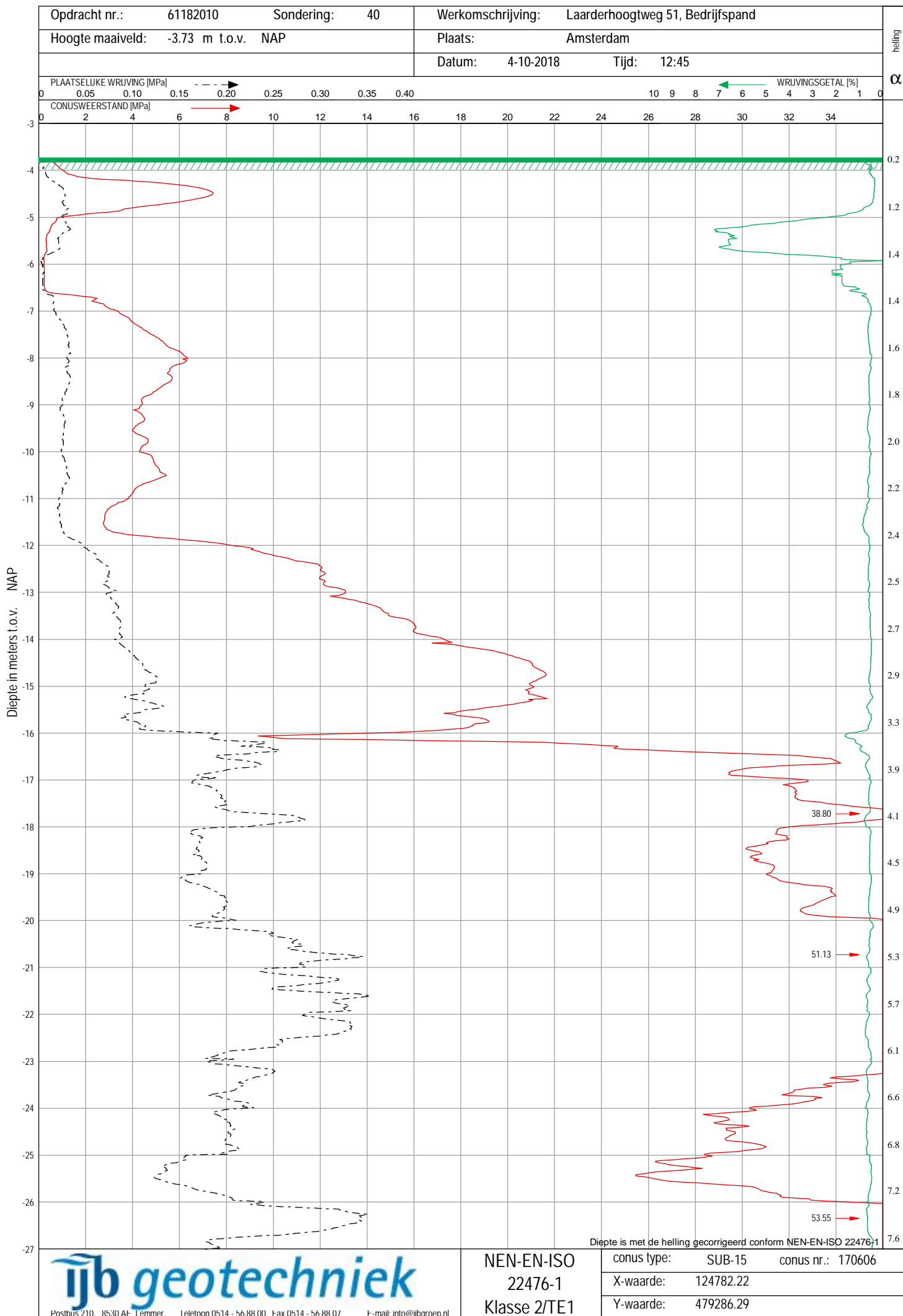


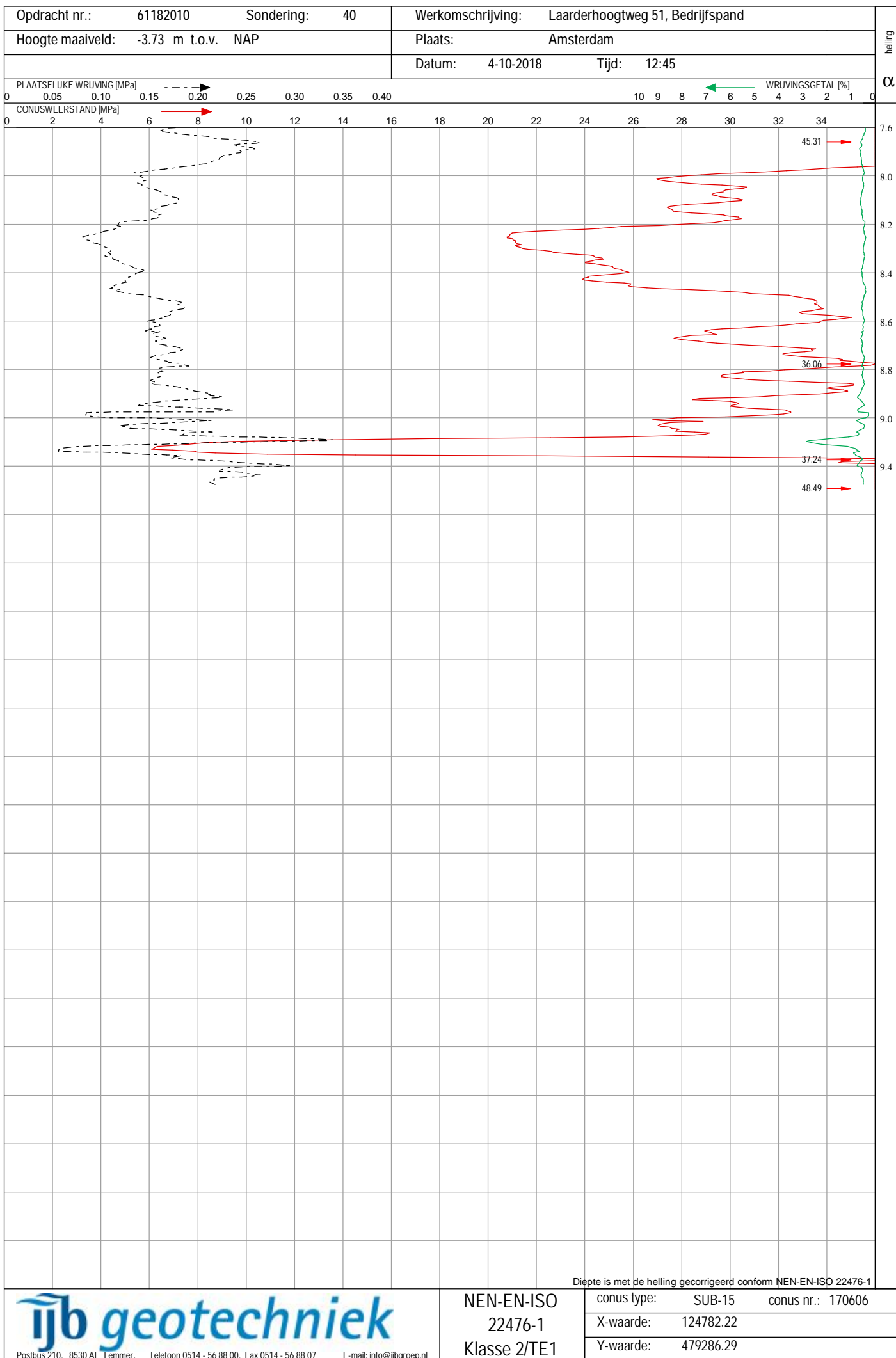












ijb geotechniek

Postbus 210, 8530 AE Lemmer, Telefoon 0514 - 56 88 00, Fax 0514 - 56 88 07 E-mail: [info@ijbgroep.nl](mailto:info@ijbgroep.nl)

NEN-EN-ISO 22476-1

Klasse 2/TE1

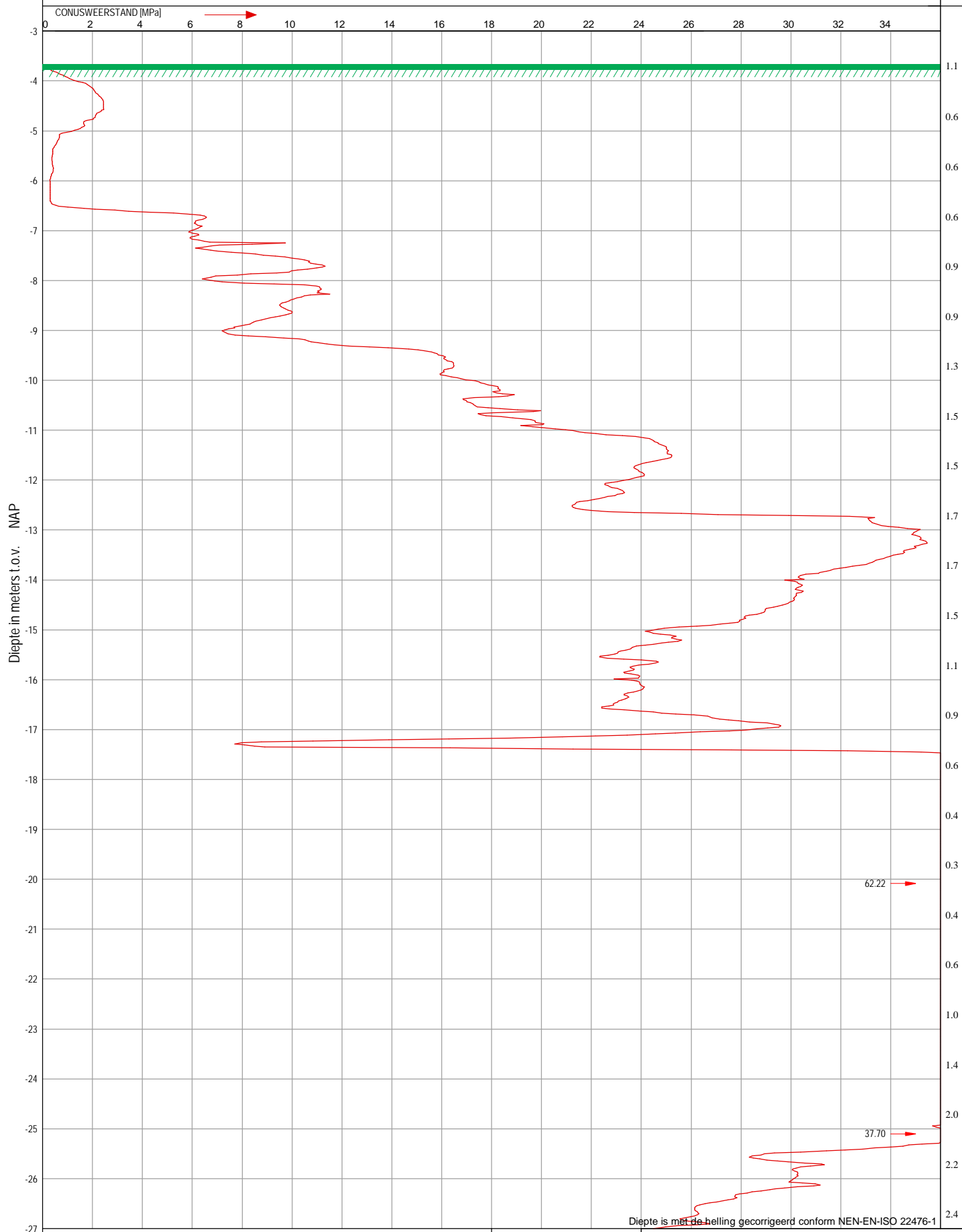
conus type: SUB-15

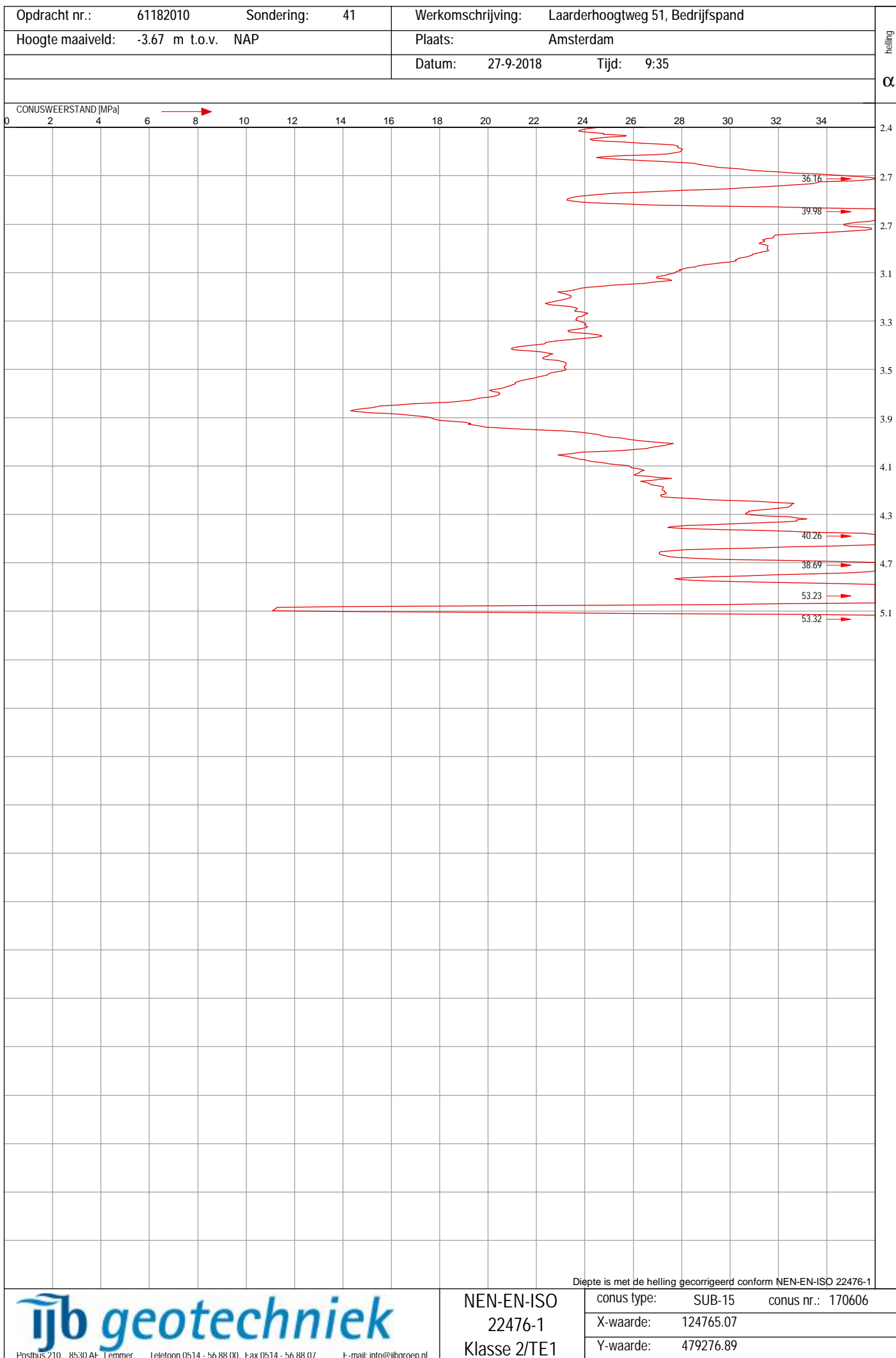
conus nr.: 170606

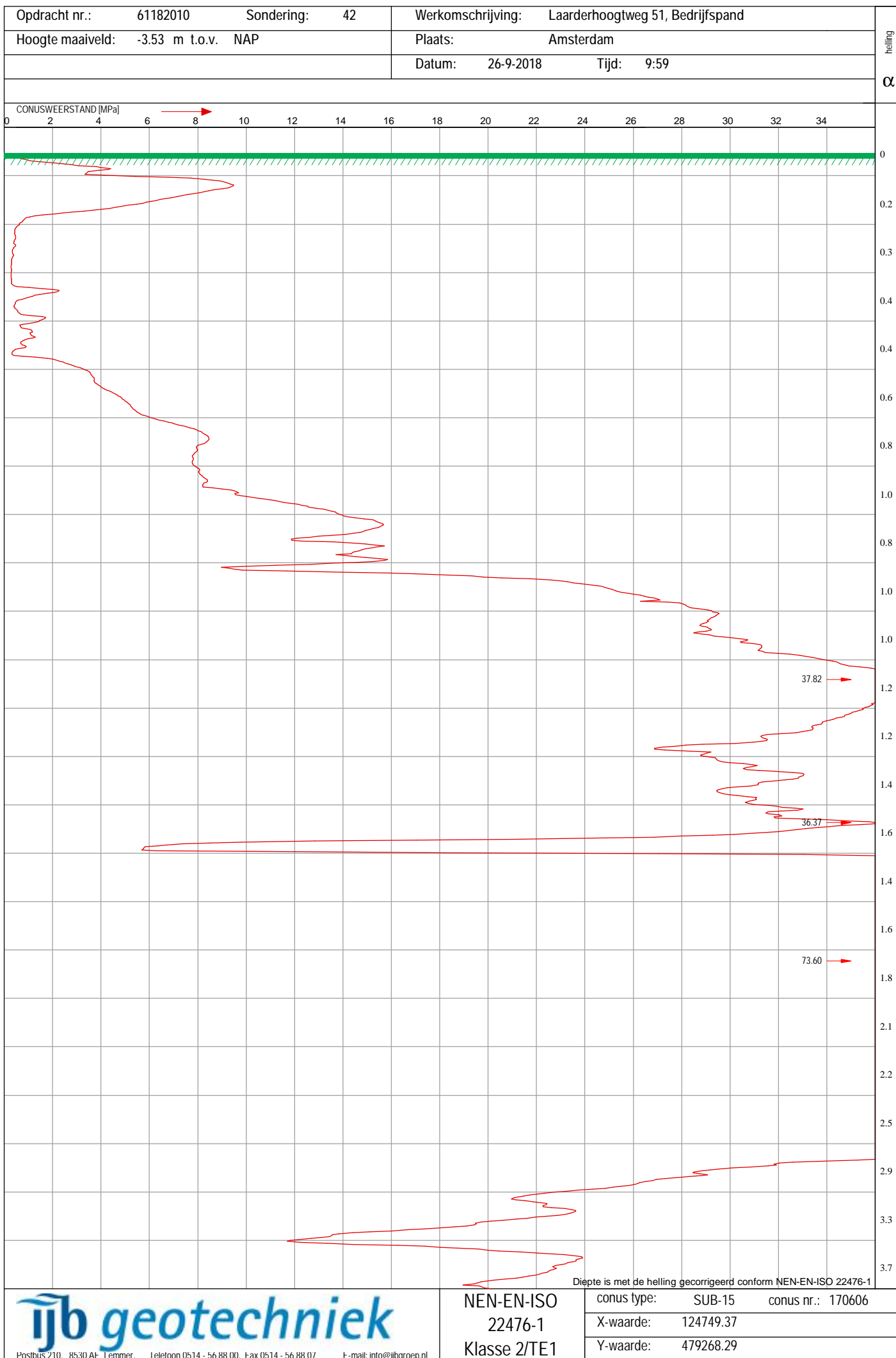
X-waarde: 124782.22

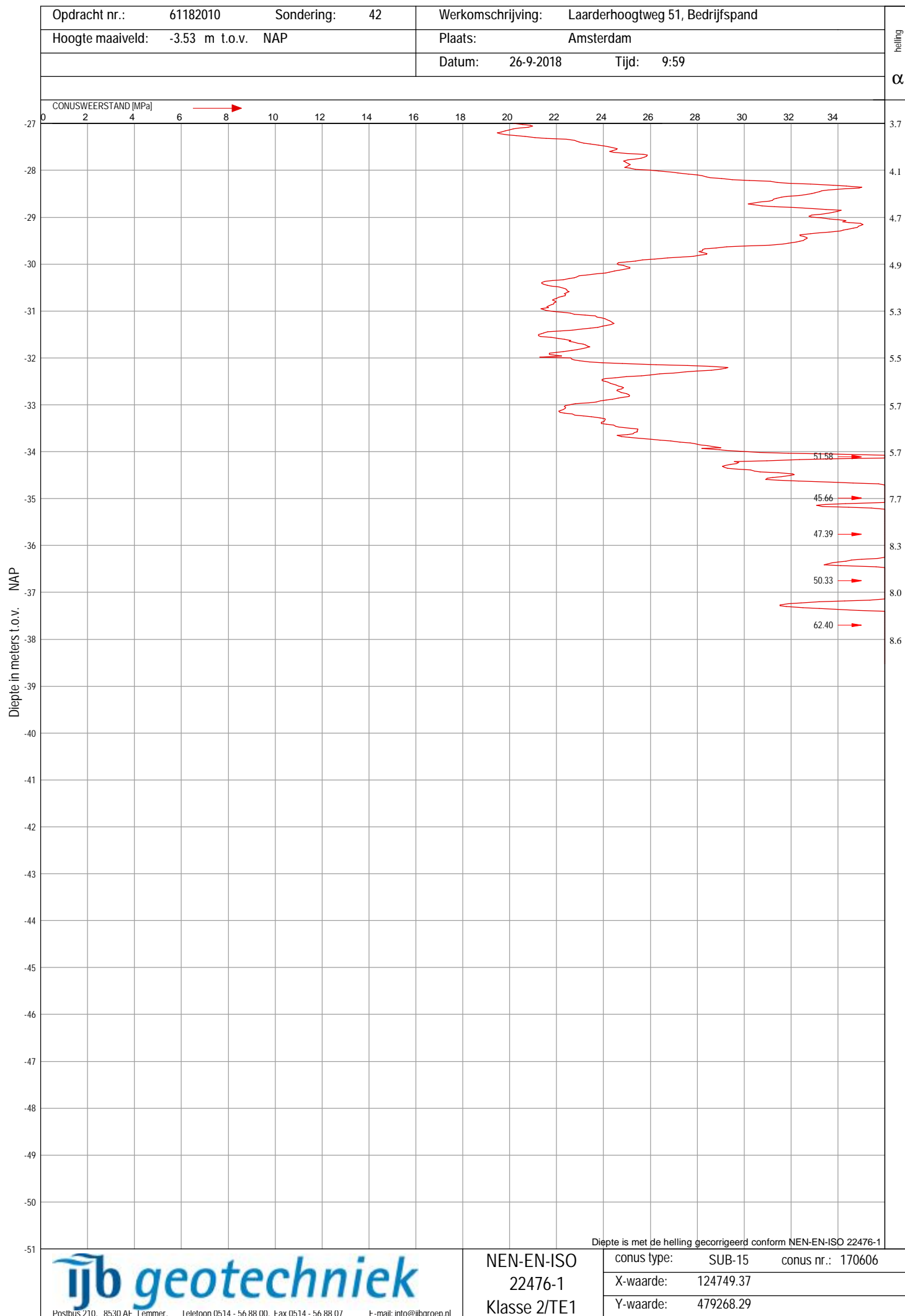
Y-waarde: 479286.29

Opdracht nr.: 61182010	Sondering: 41	Werkomschrijving: Laarderhoogtweg 51, Bedrijfspan	helling $\alpha$
Hoogte maaiveld: -3.67 m t.o.v. NAP		Plaats: Amsterdam	
		Datum: 27-9-2018 Tijd: 9:35	









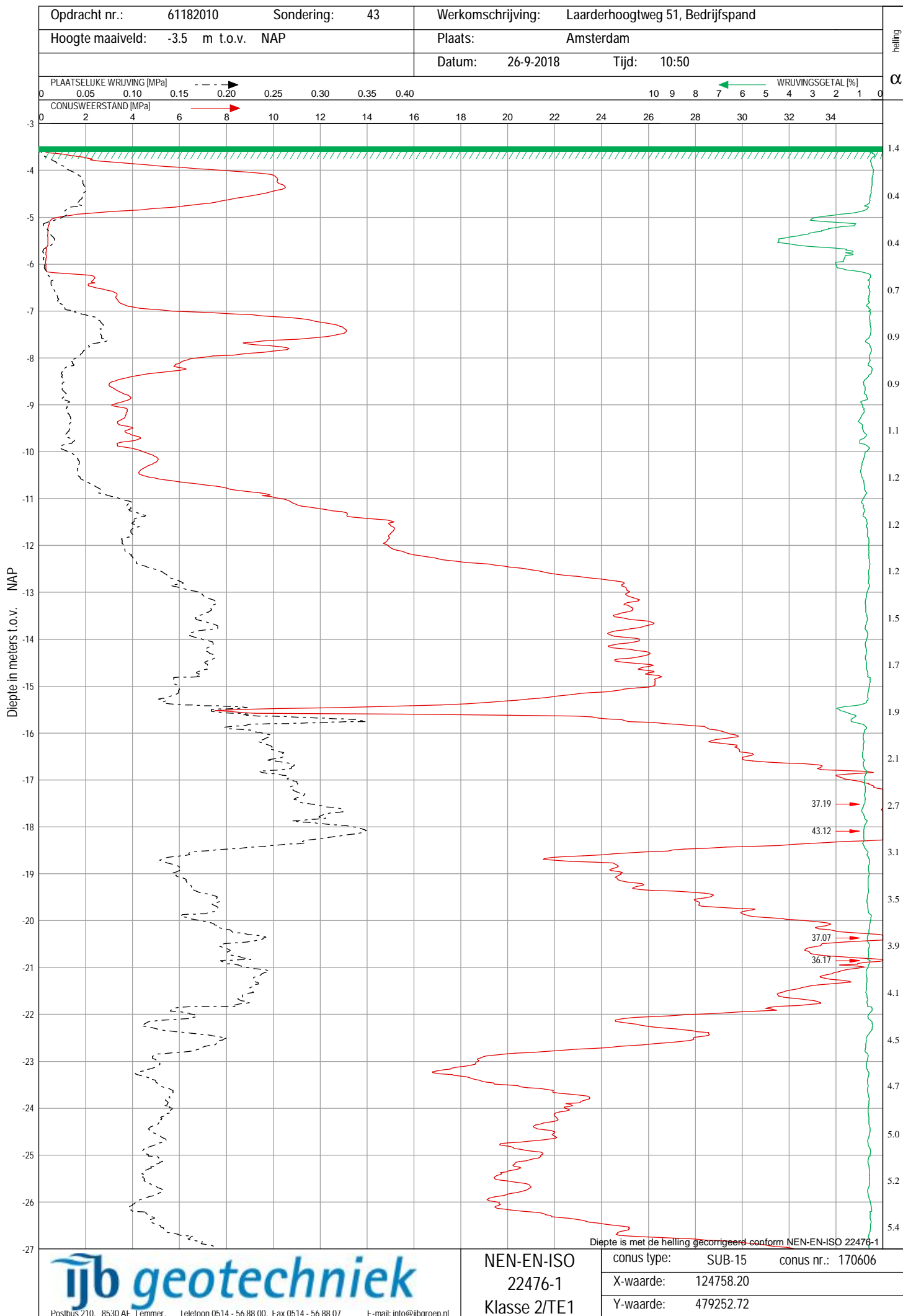
Postbus 210, 8530 AE Lemmer, T elefoon 0514 - 56 88 00, F ax 0514 - 56 88 07 E-mail: [info@ijbgroep.nl](mailto:info@ijbgroep.nl)

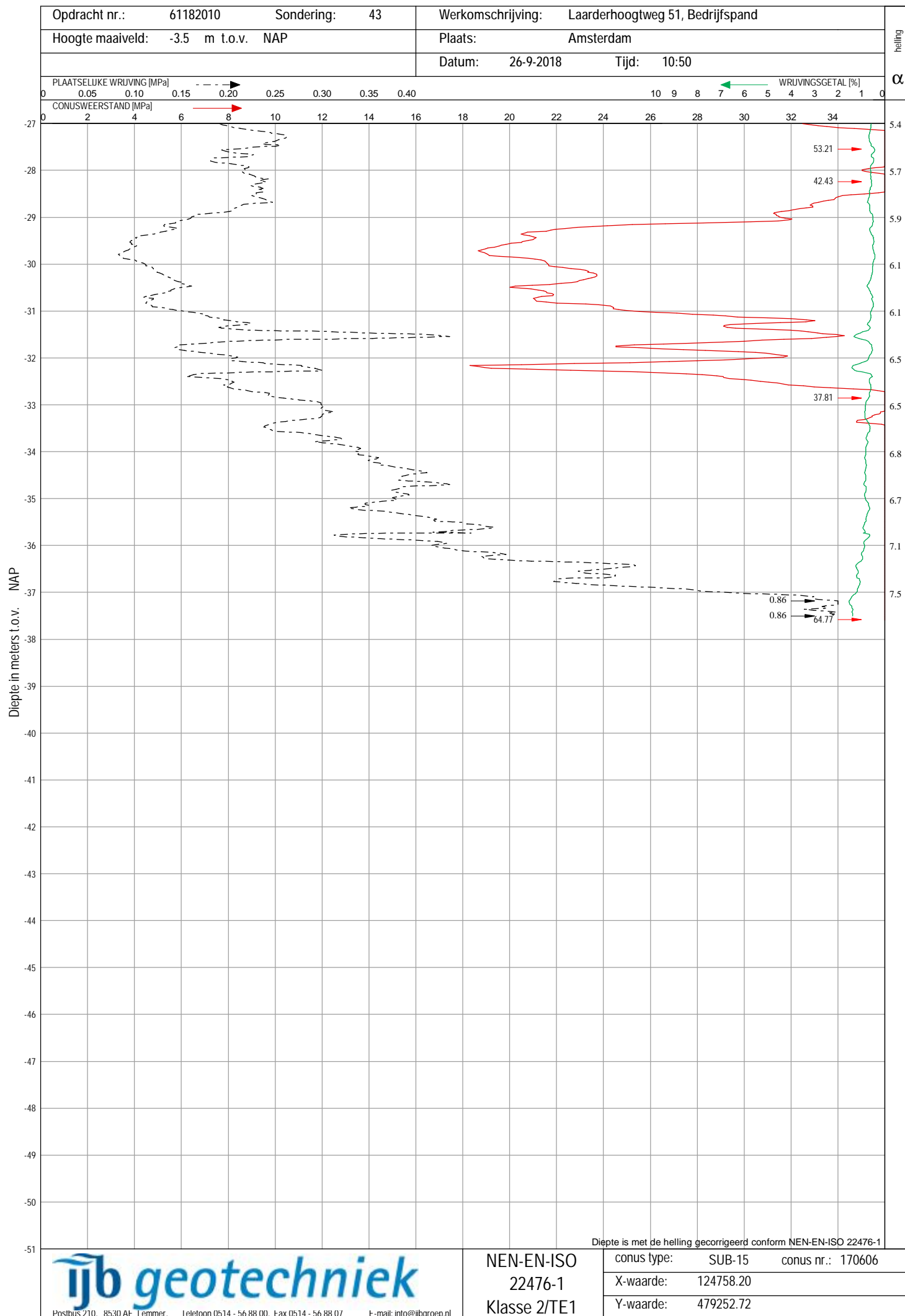
NEN-EN-ISO  
22476-1  
Klasse 2/TE1

conus type: SUB-15 conus nr.: 170606

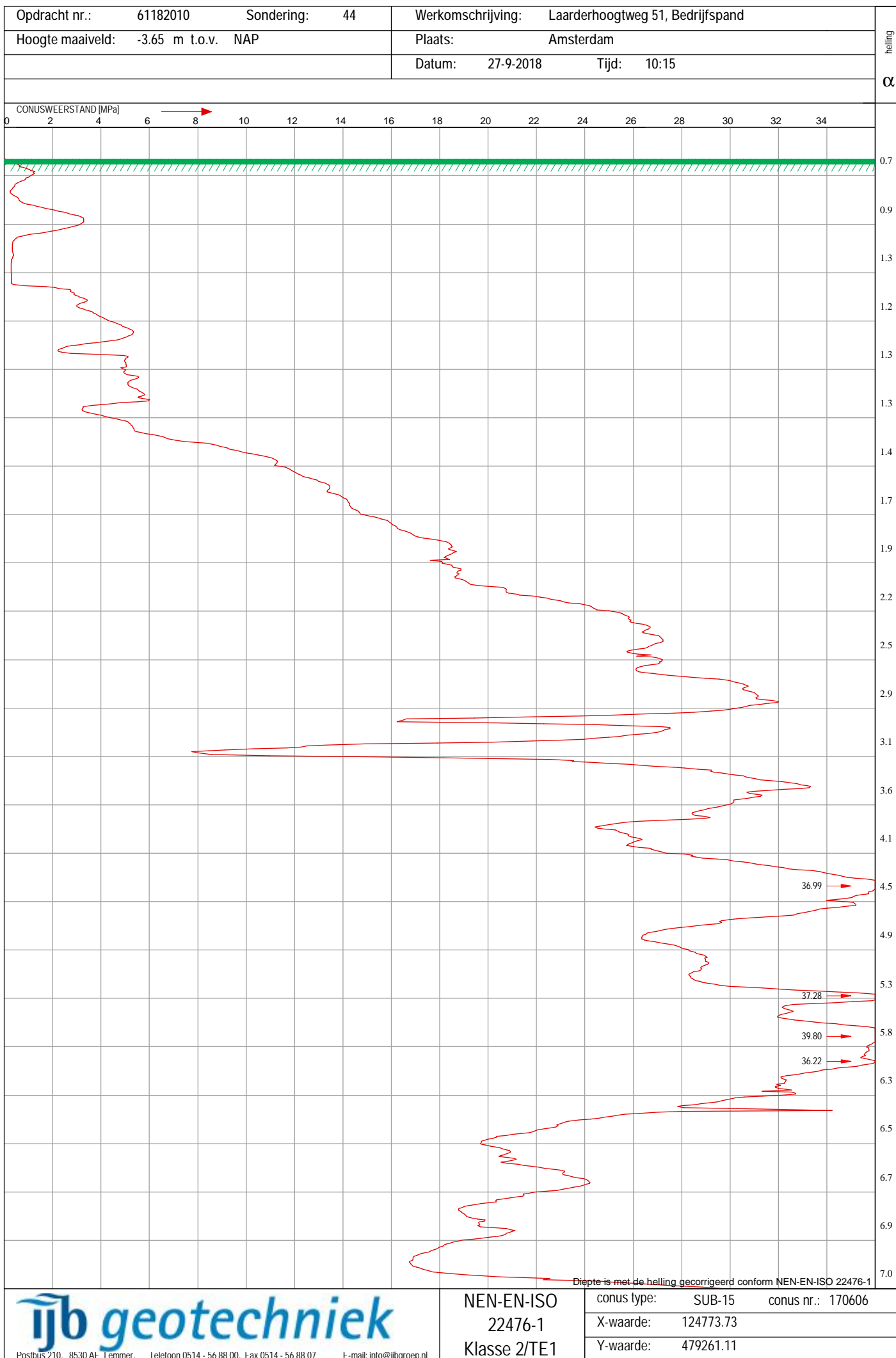
X-waarde: 124749.37

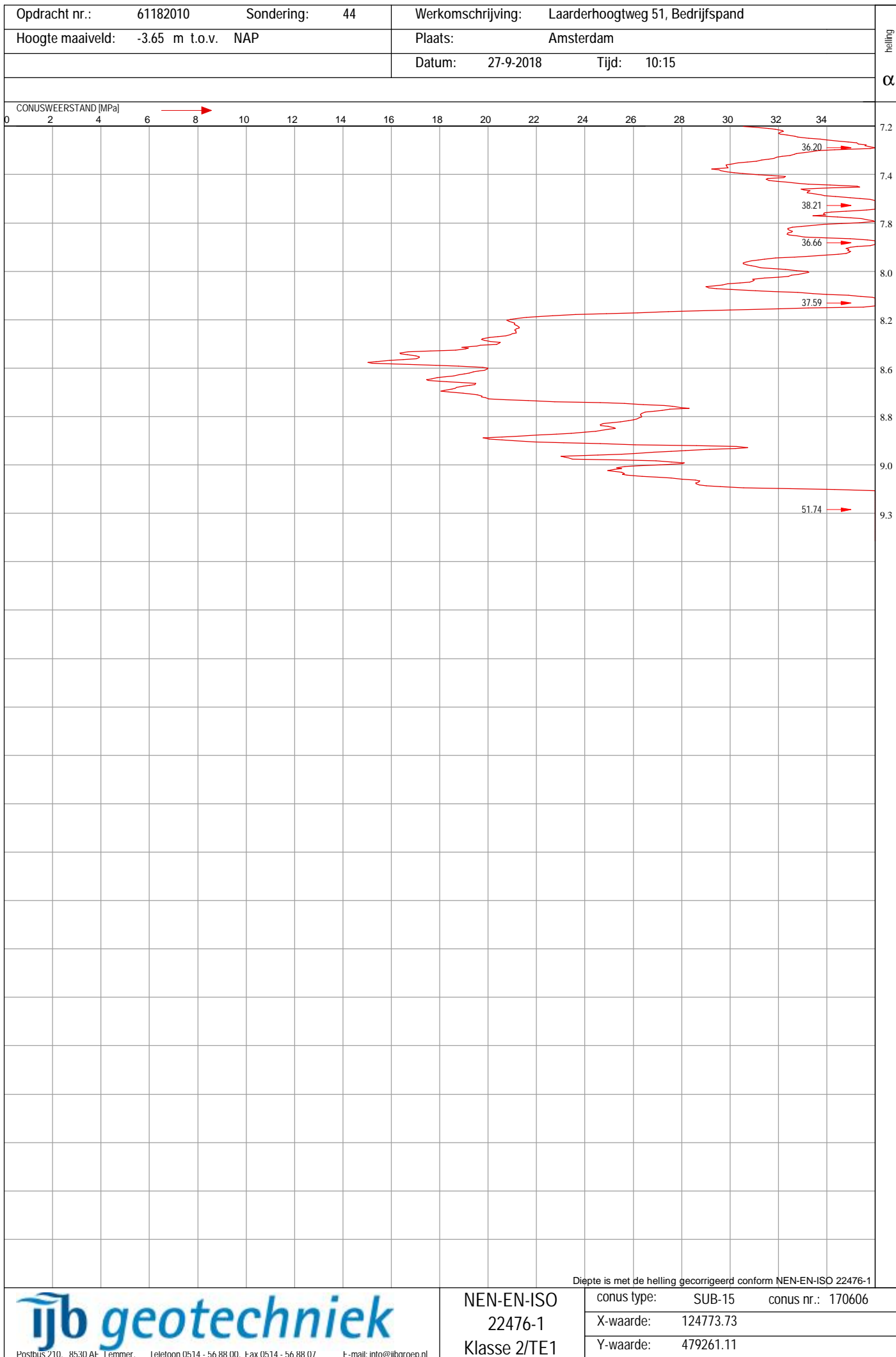
Y-waarde: 479268.29

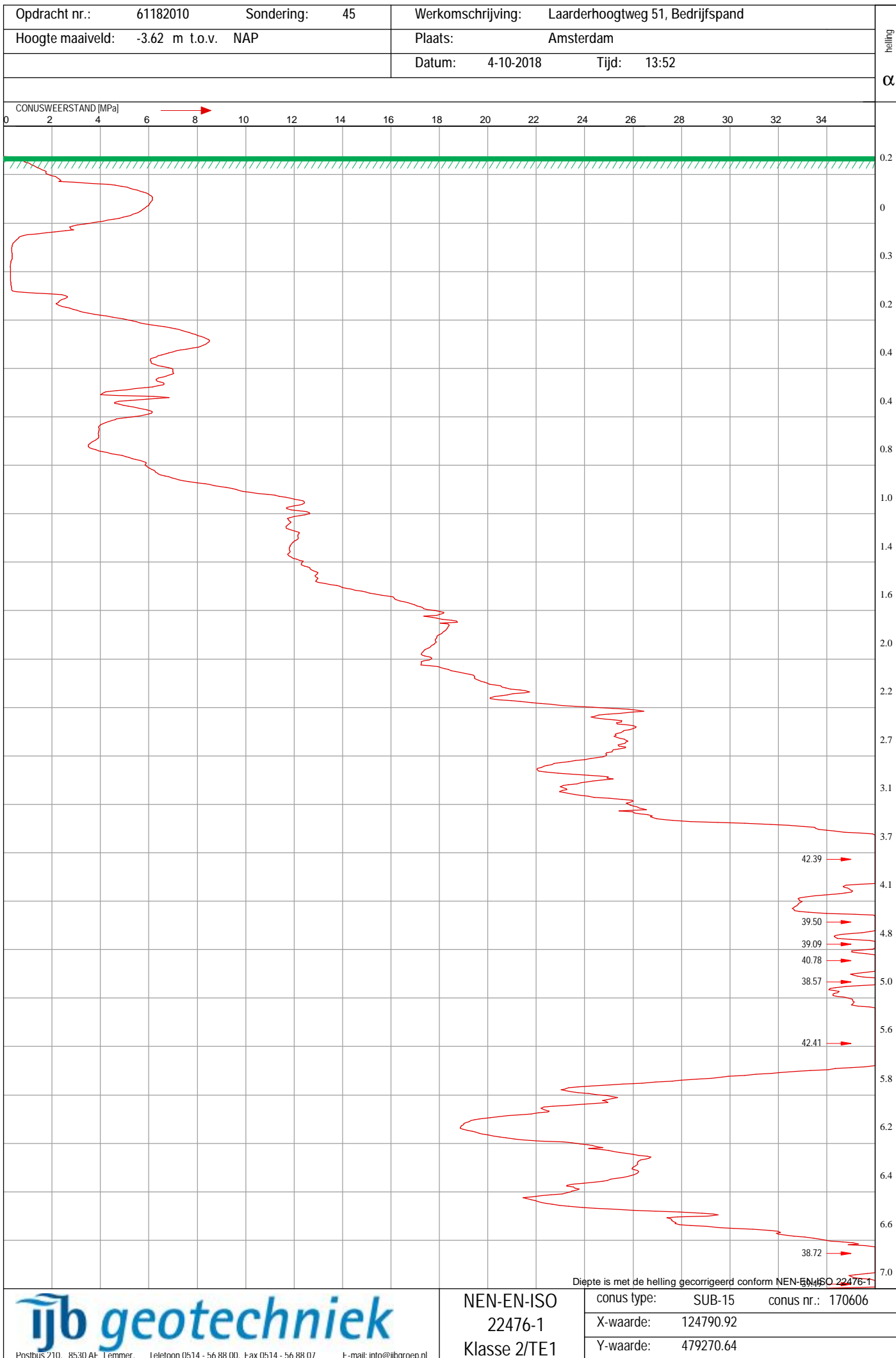


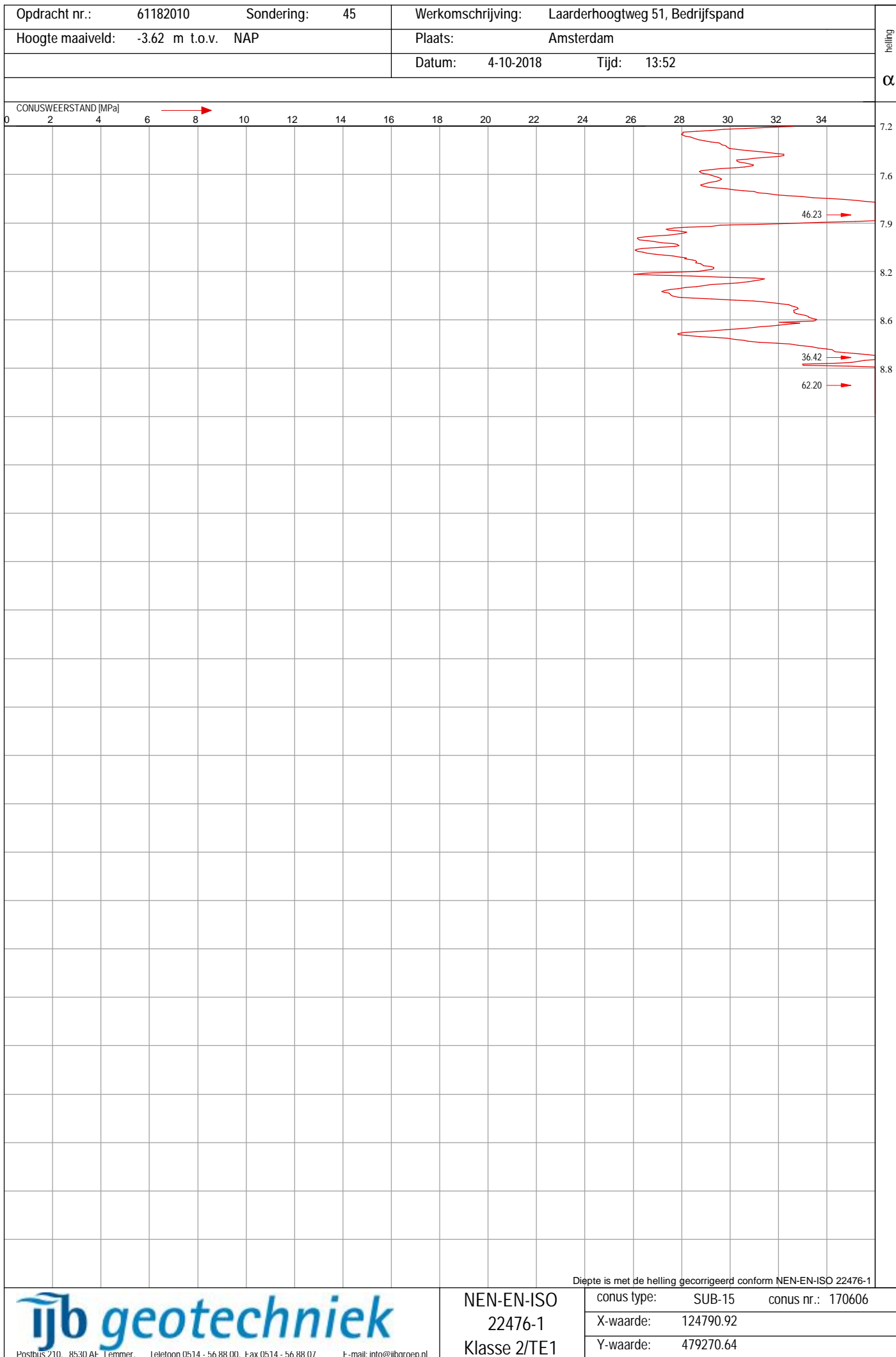












Postbus 210, 8530 AE Lemmer, Telefoon 0514 - 56 88 00, Fax 0514 - 56 88 07 E-mail: [info@ijbgroep.nl](mailto:info@ijbgroep.nl)

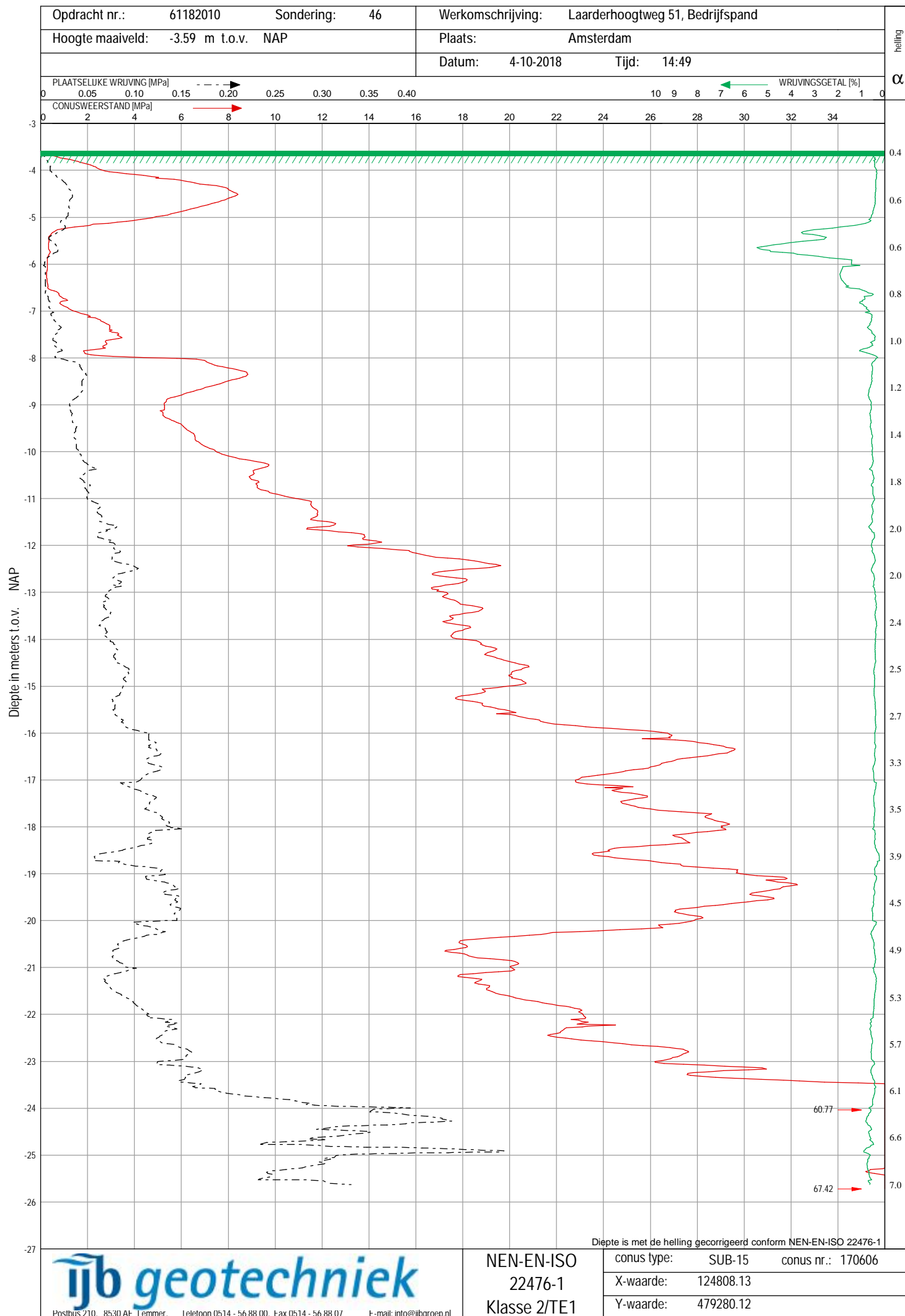
NEN-EN-ISO 22476-1

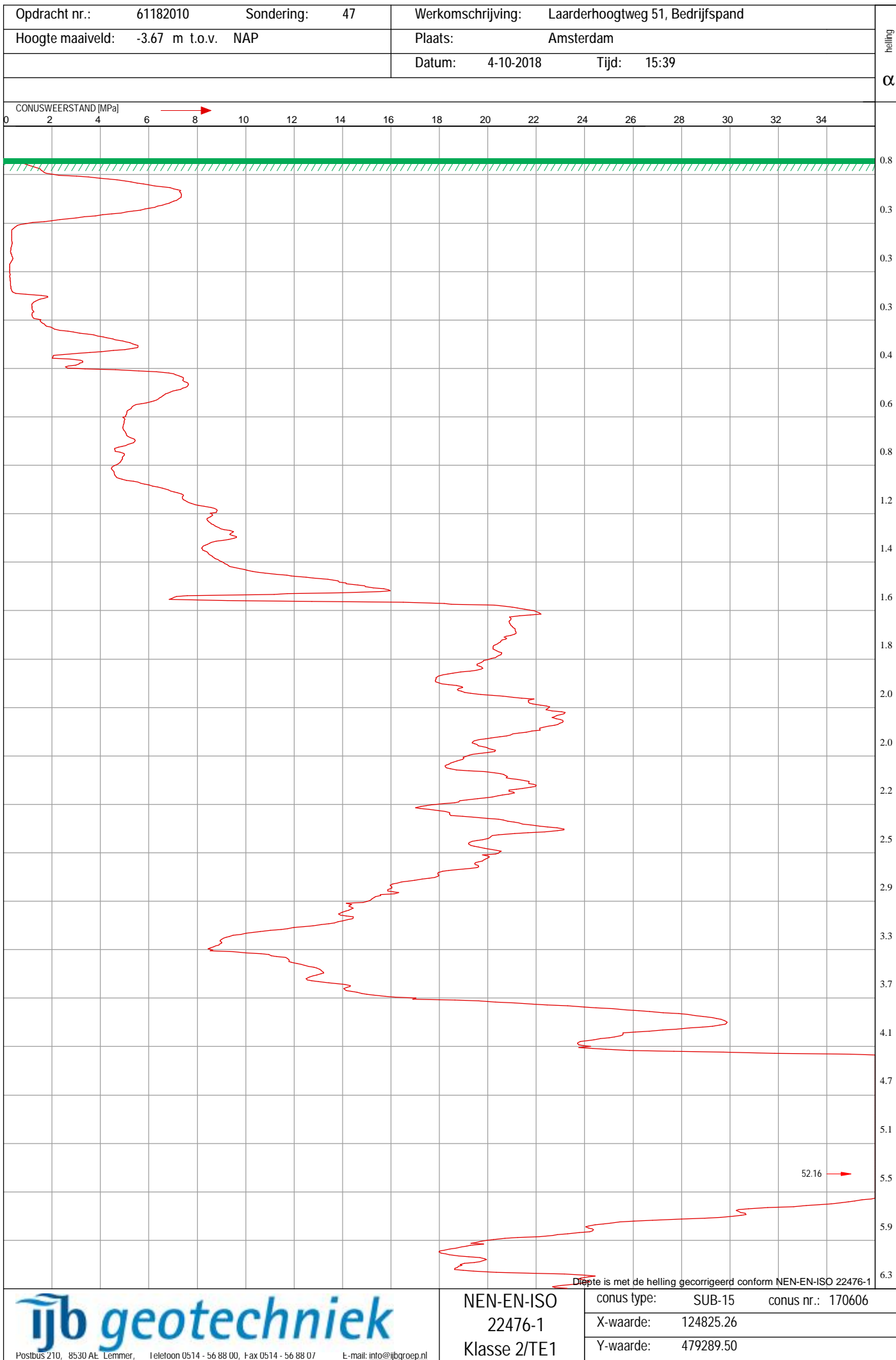
Klasse 2/TE1

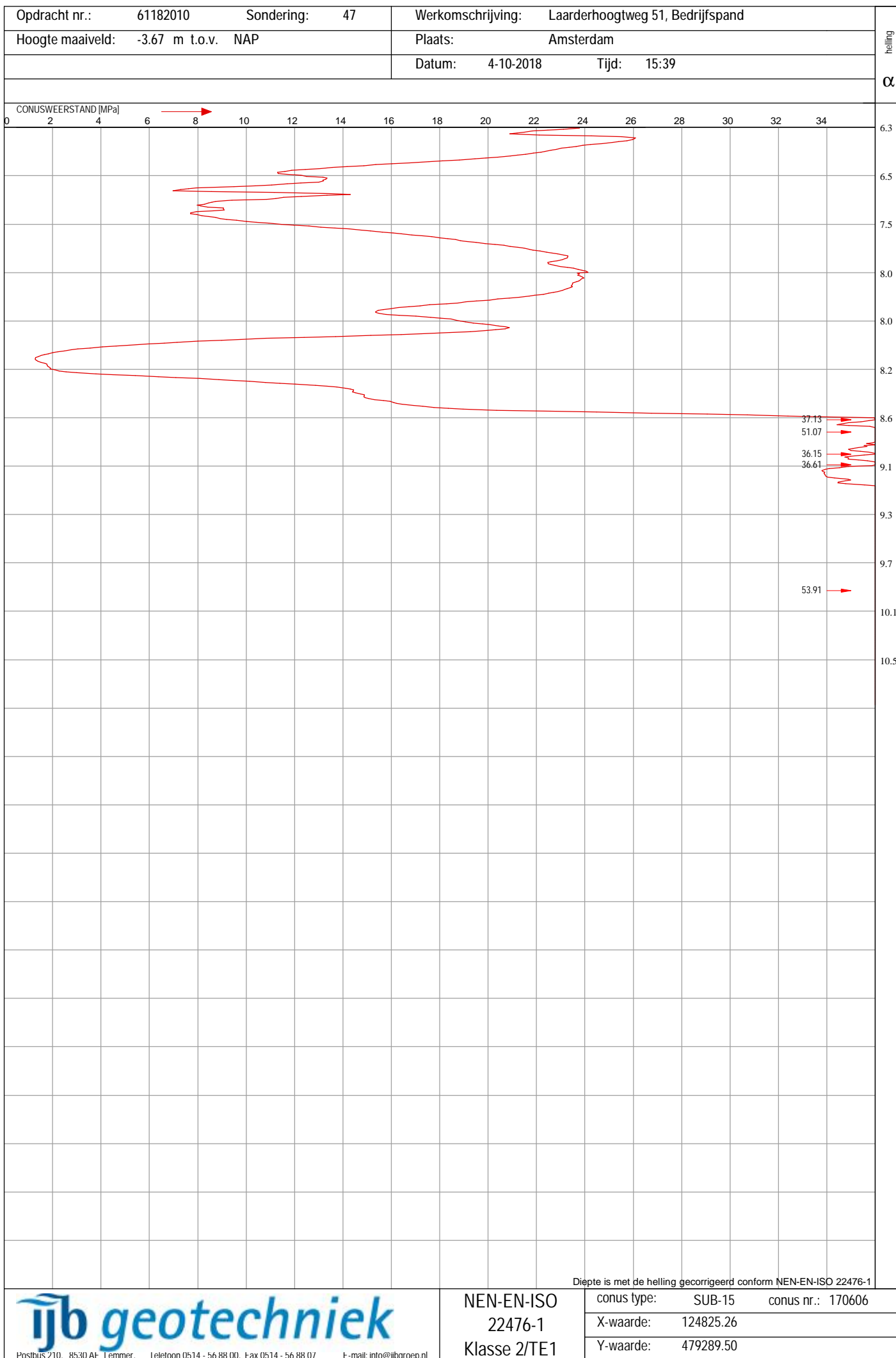
conus type: SUB-15 conus nr.: 170606

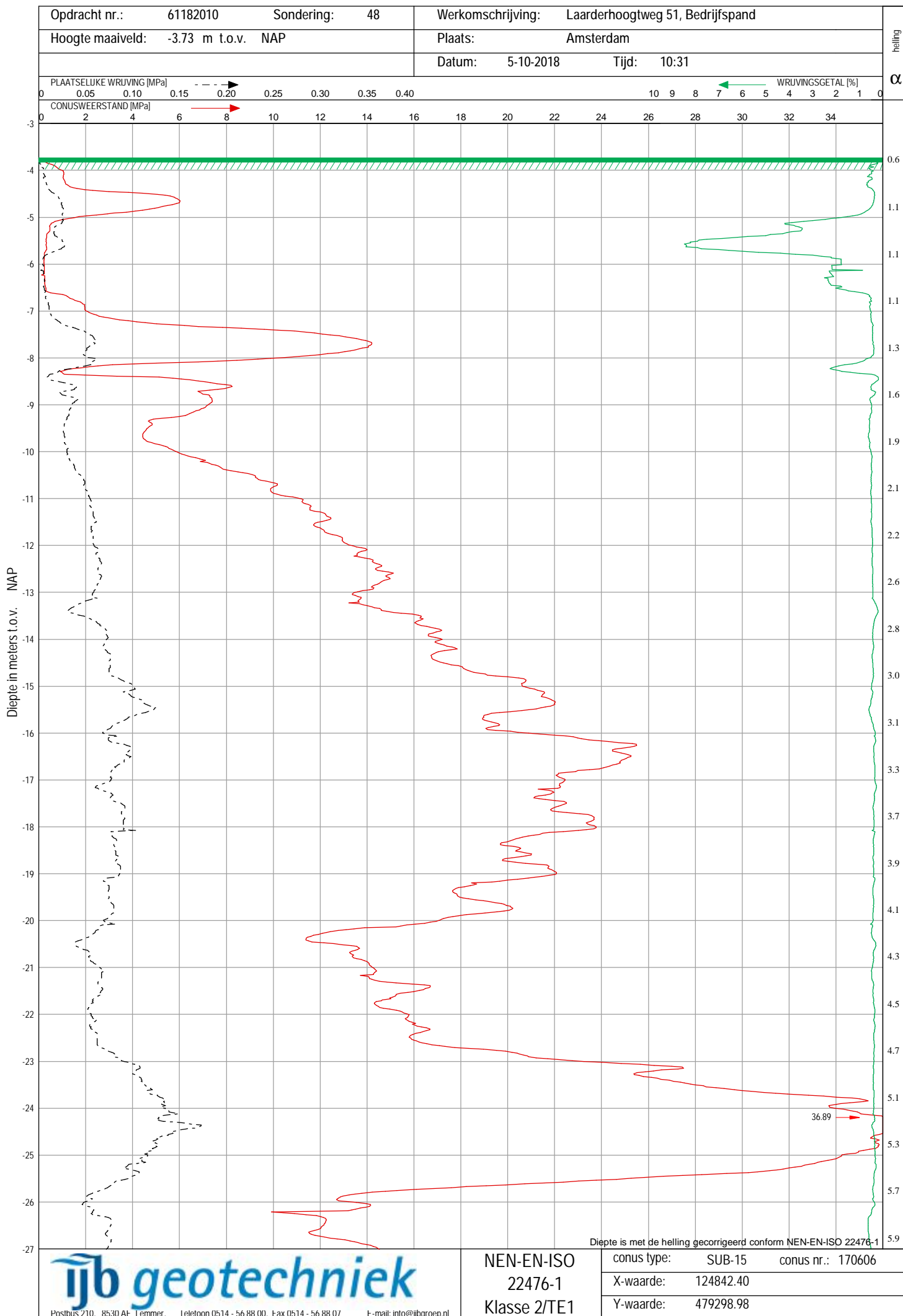
X-waarde: 124790.92

Y-waarde: 479270.64

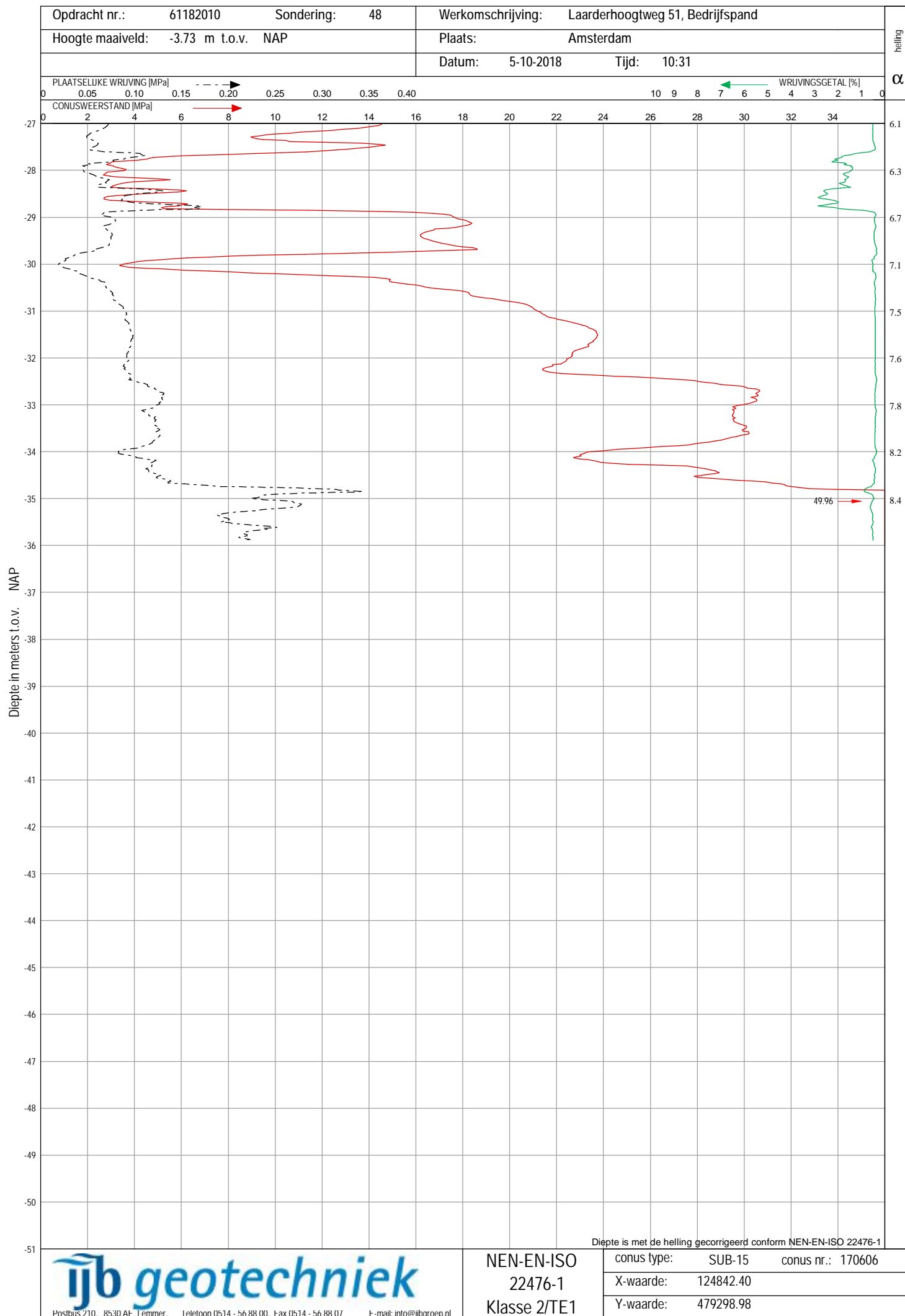


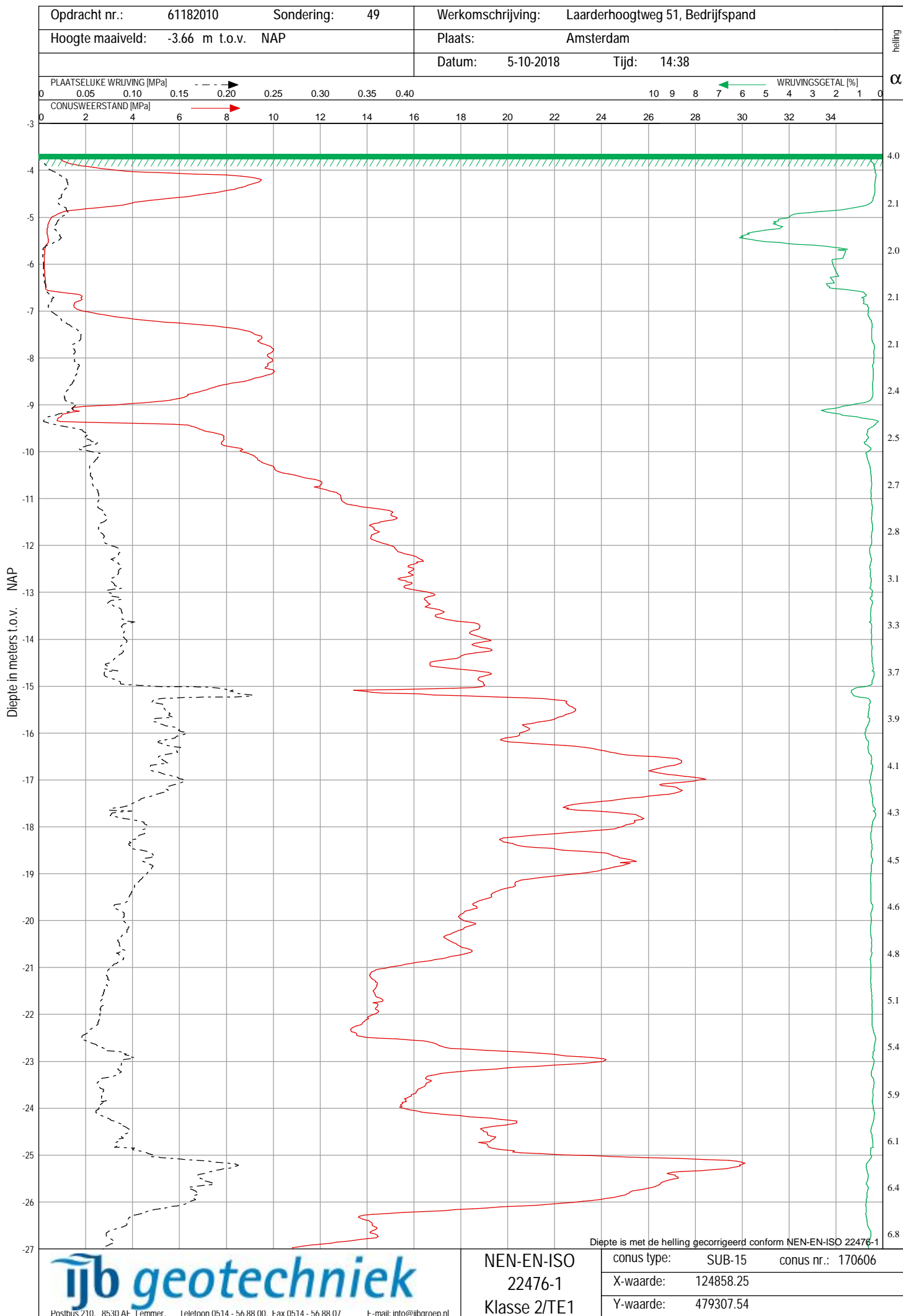


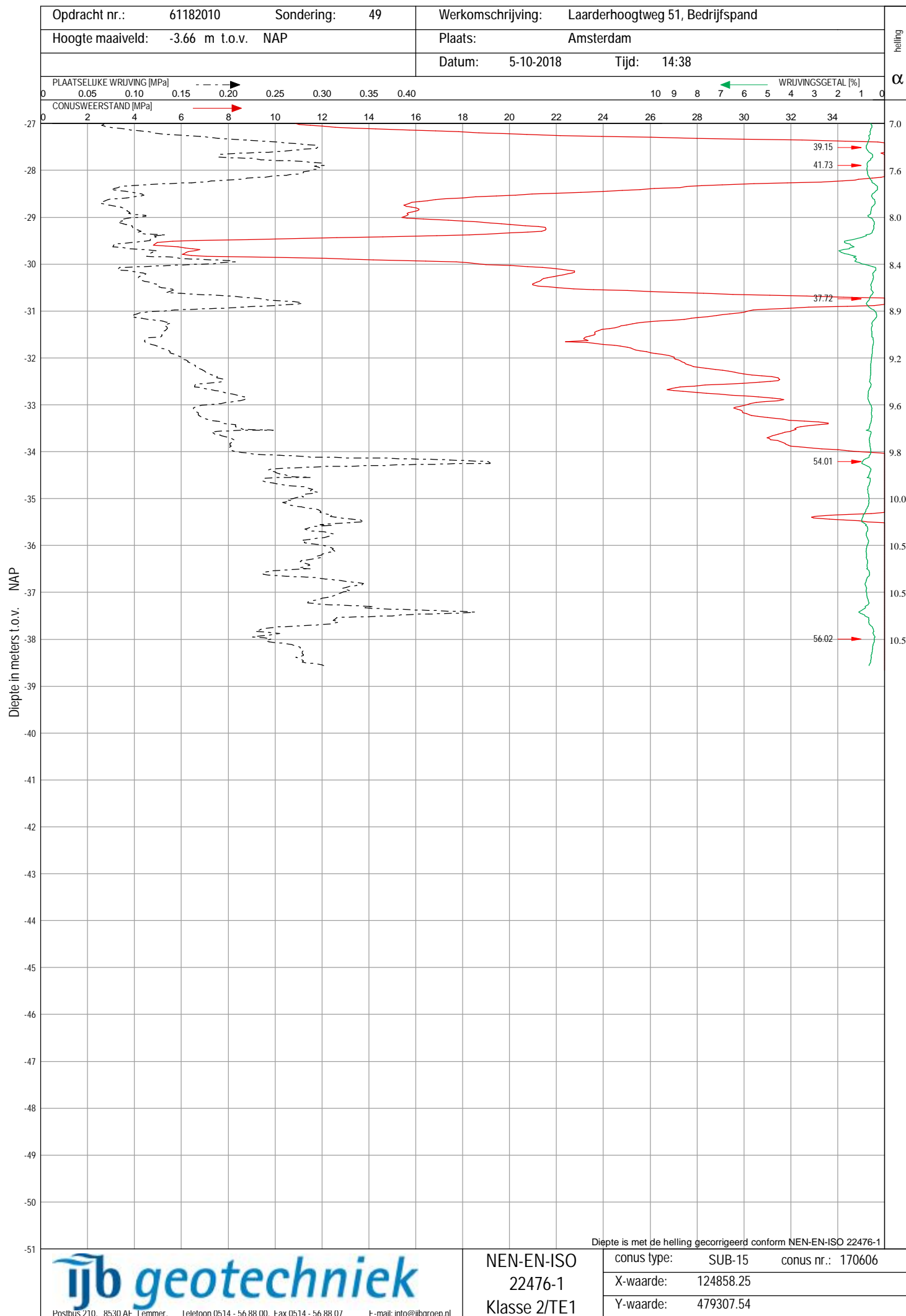


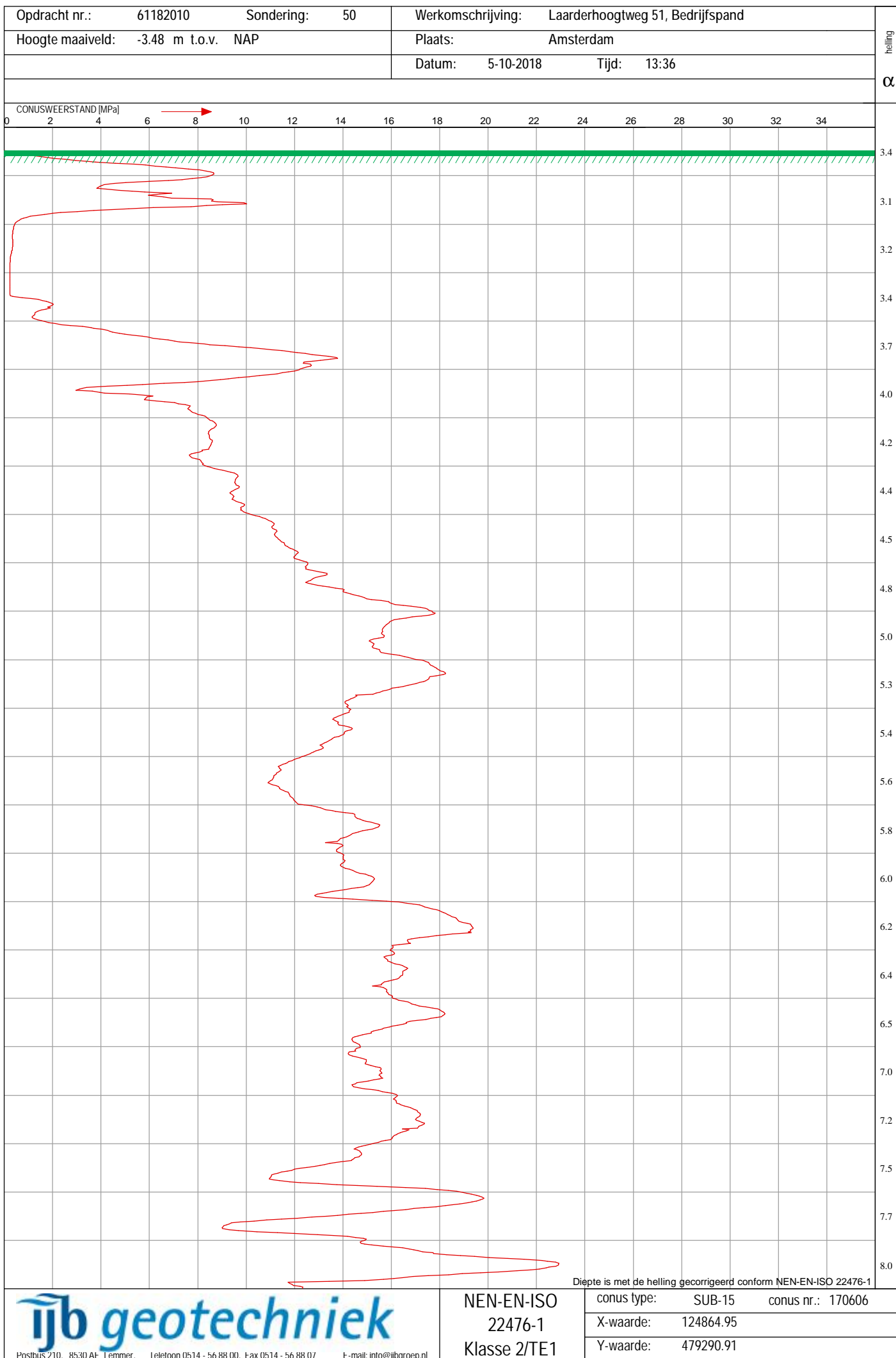


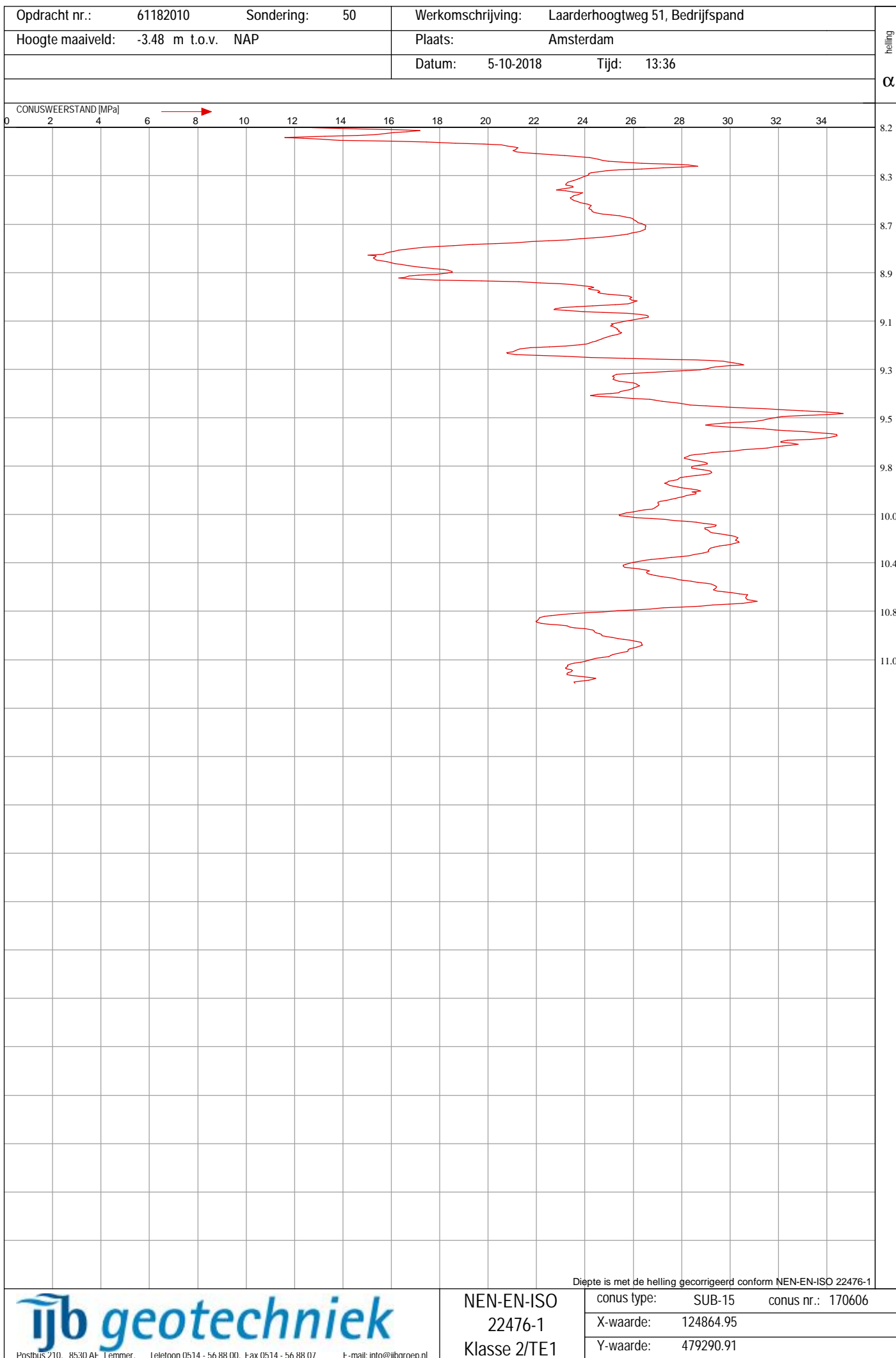


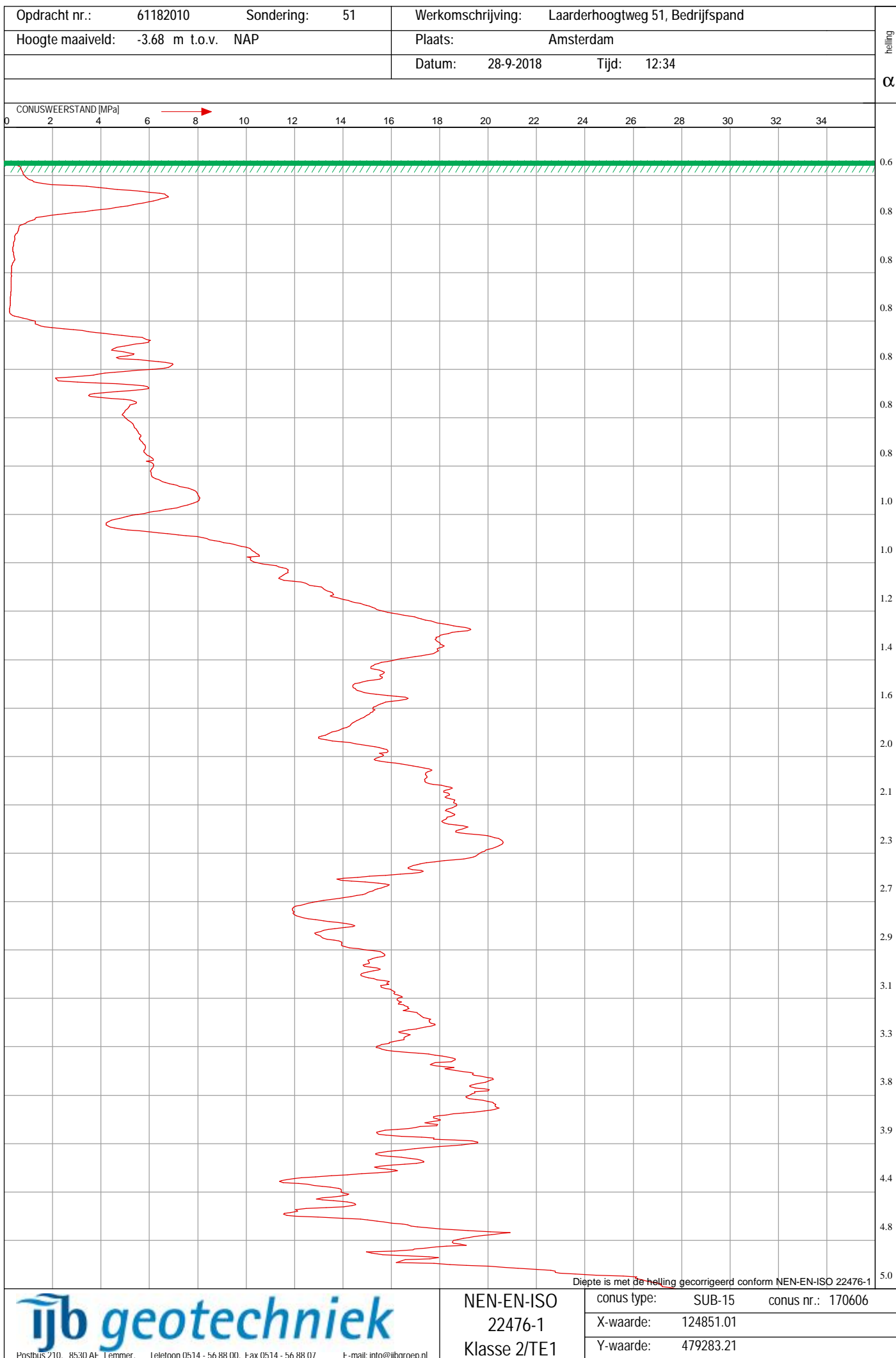


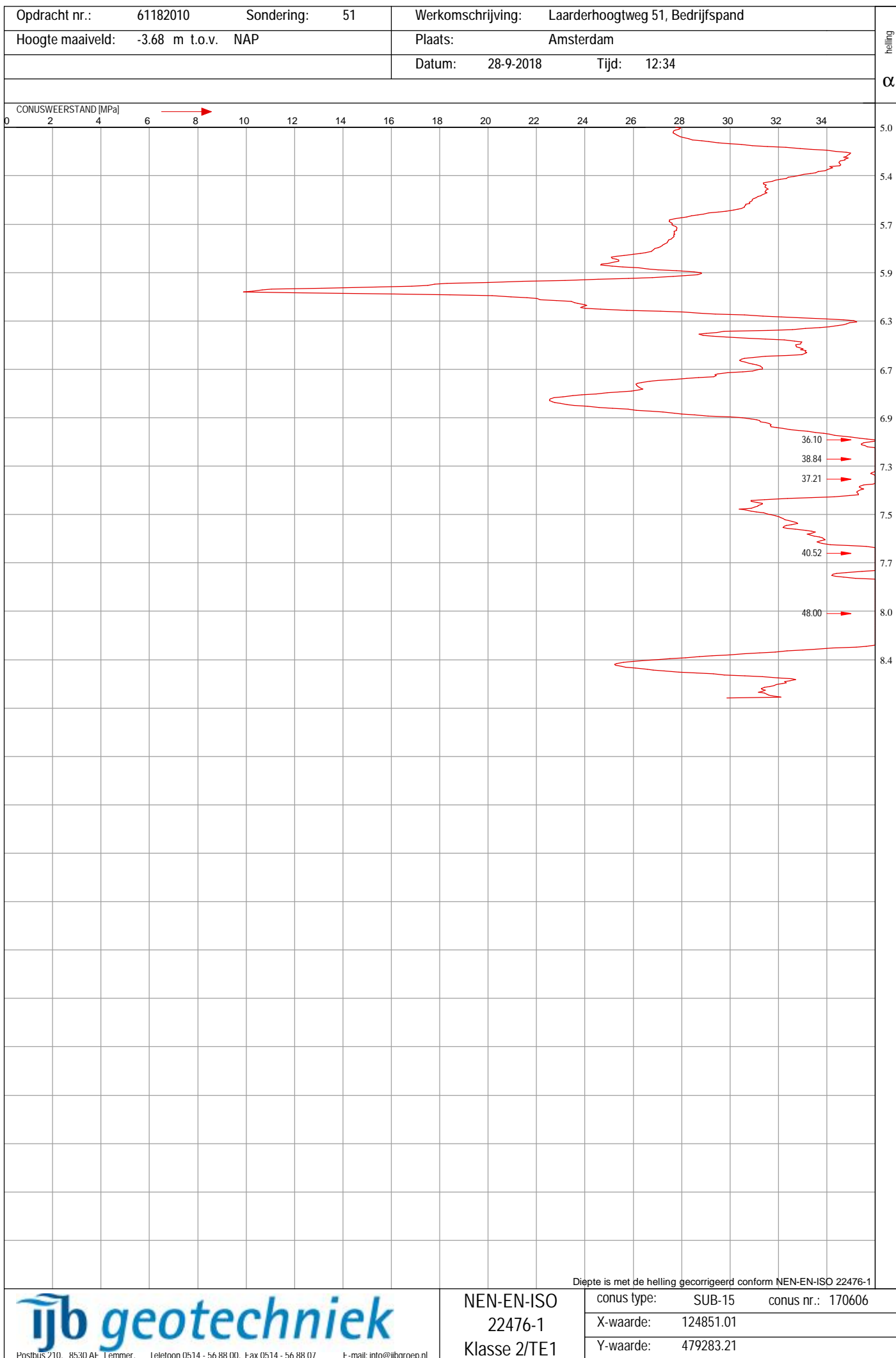


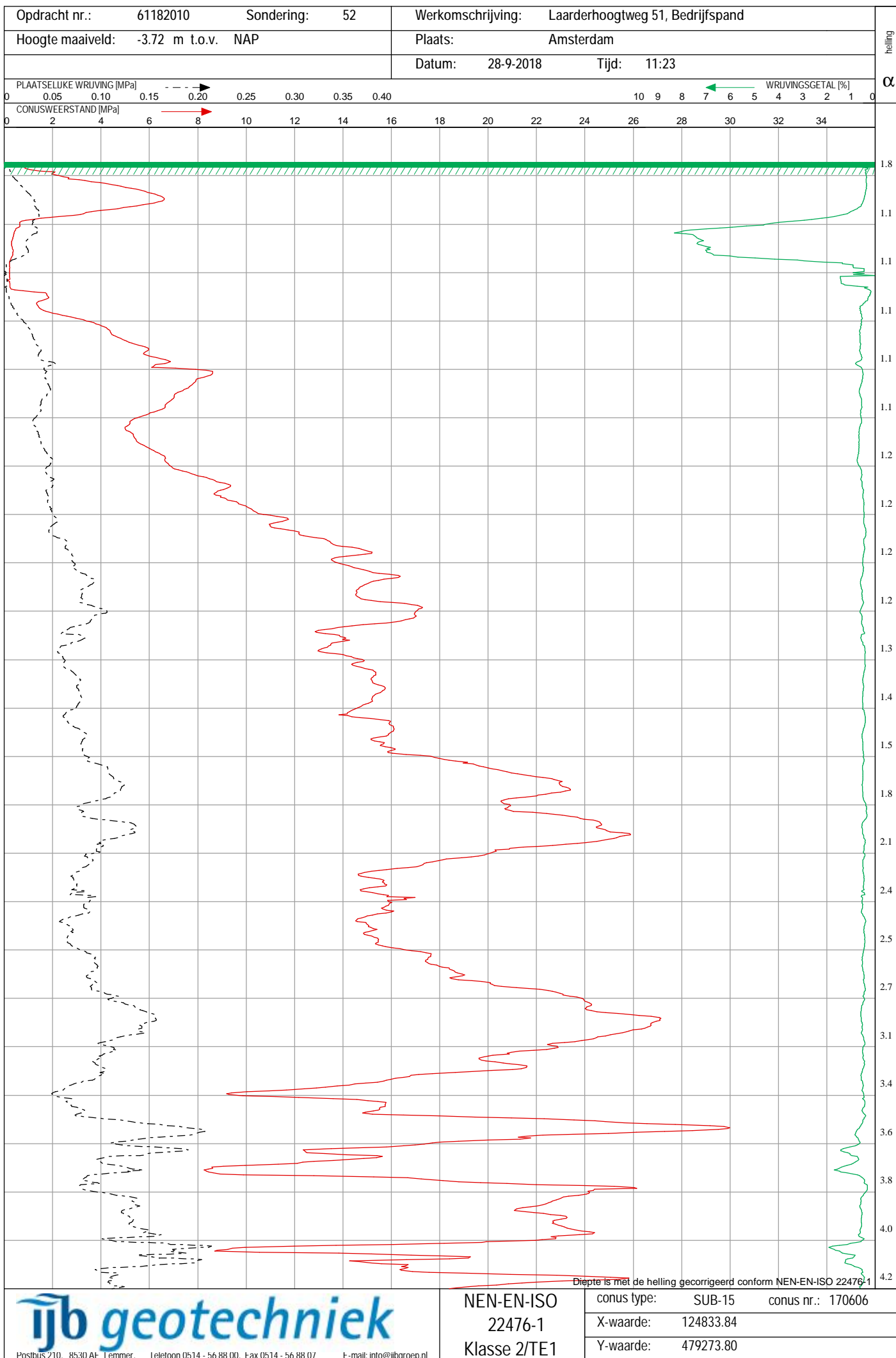




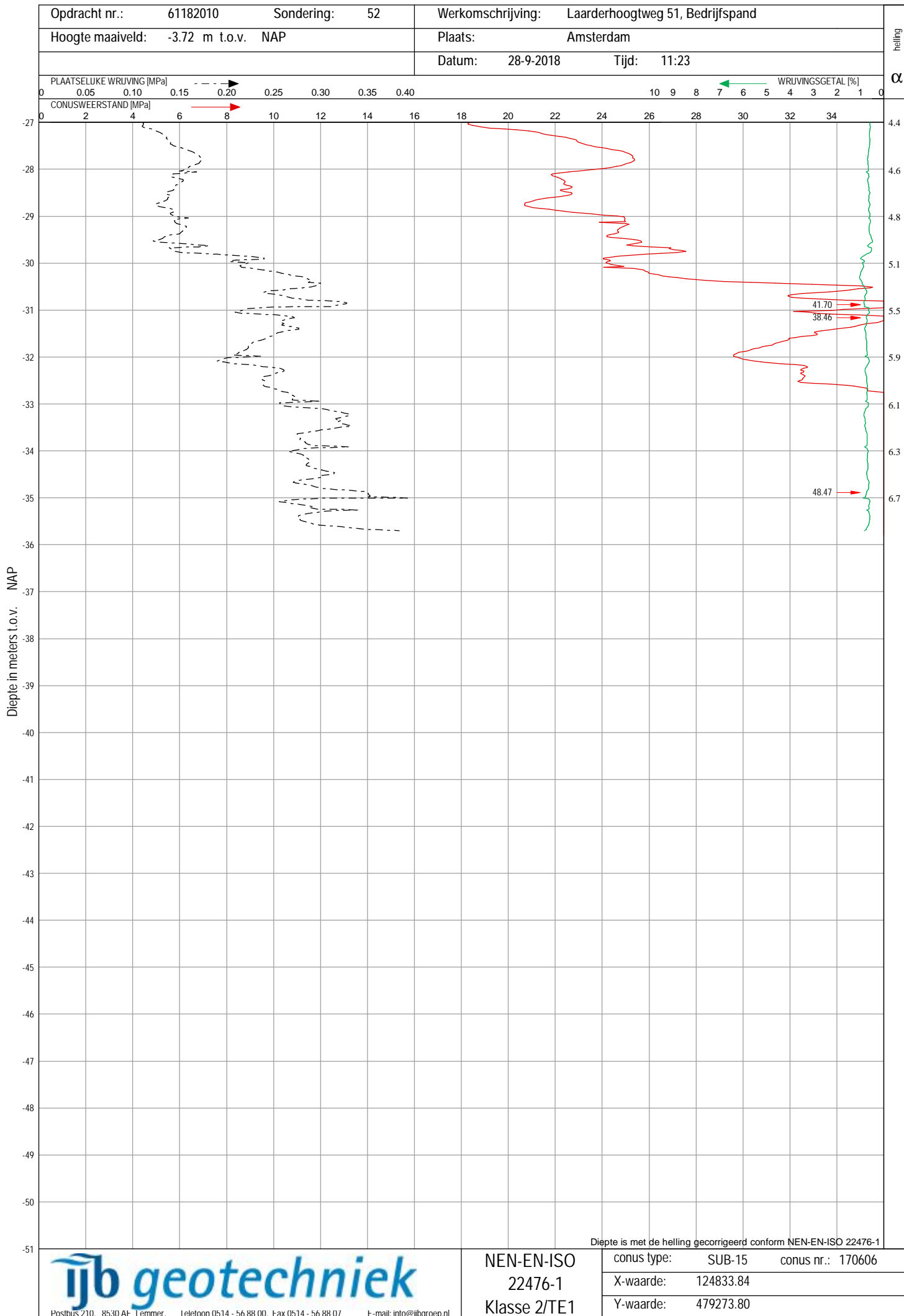




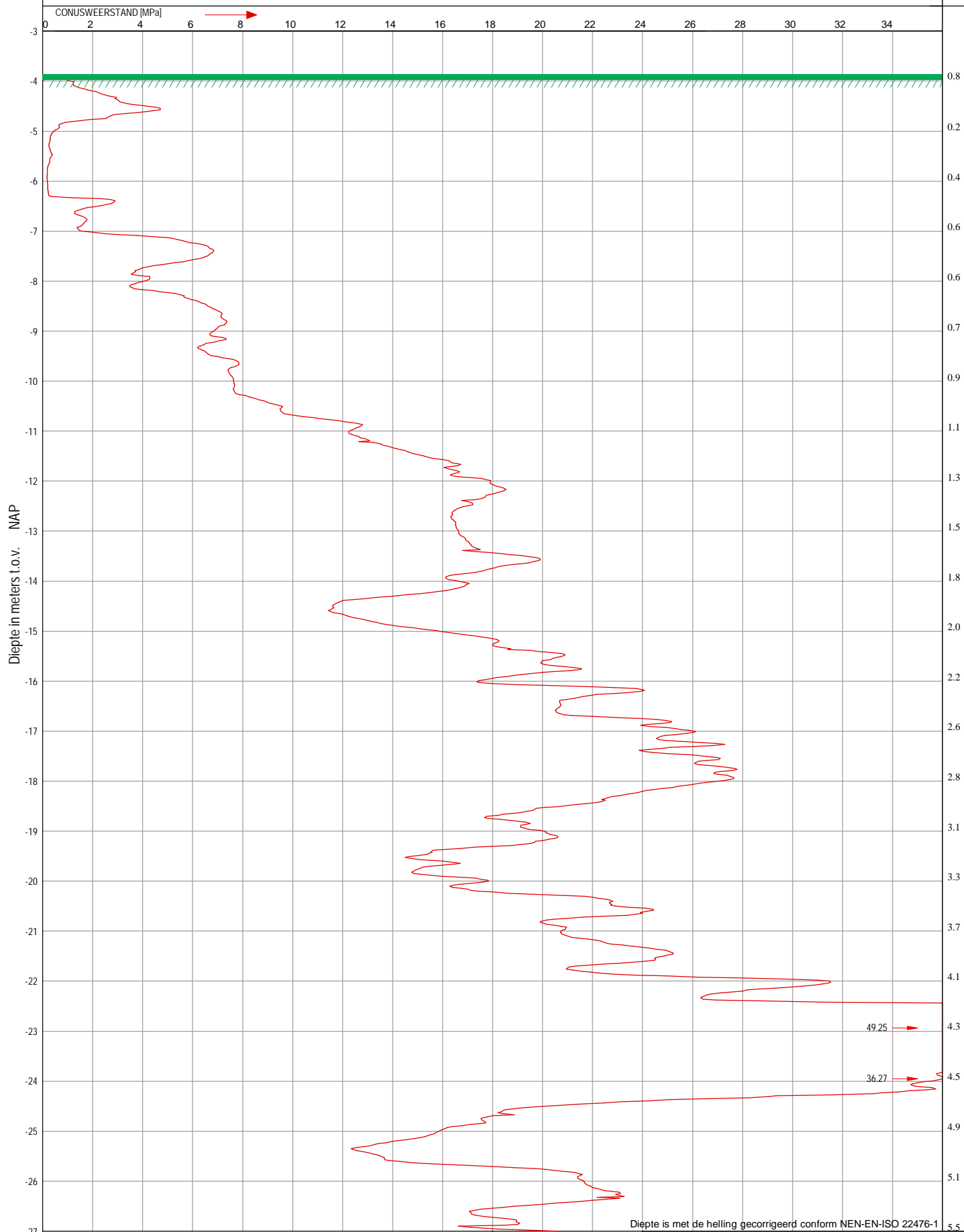


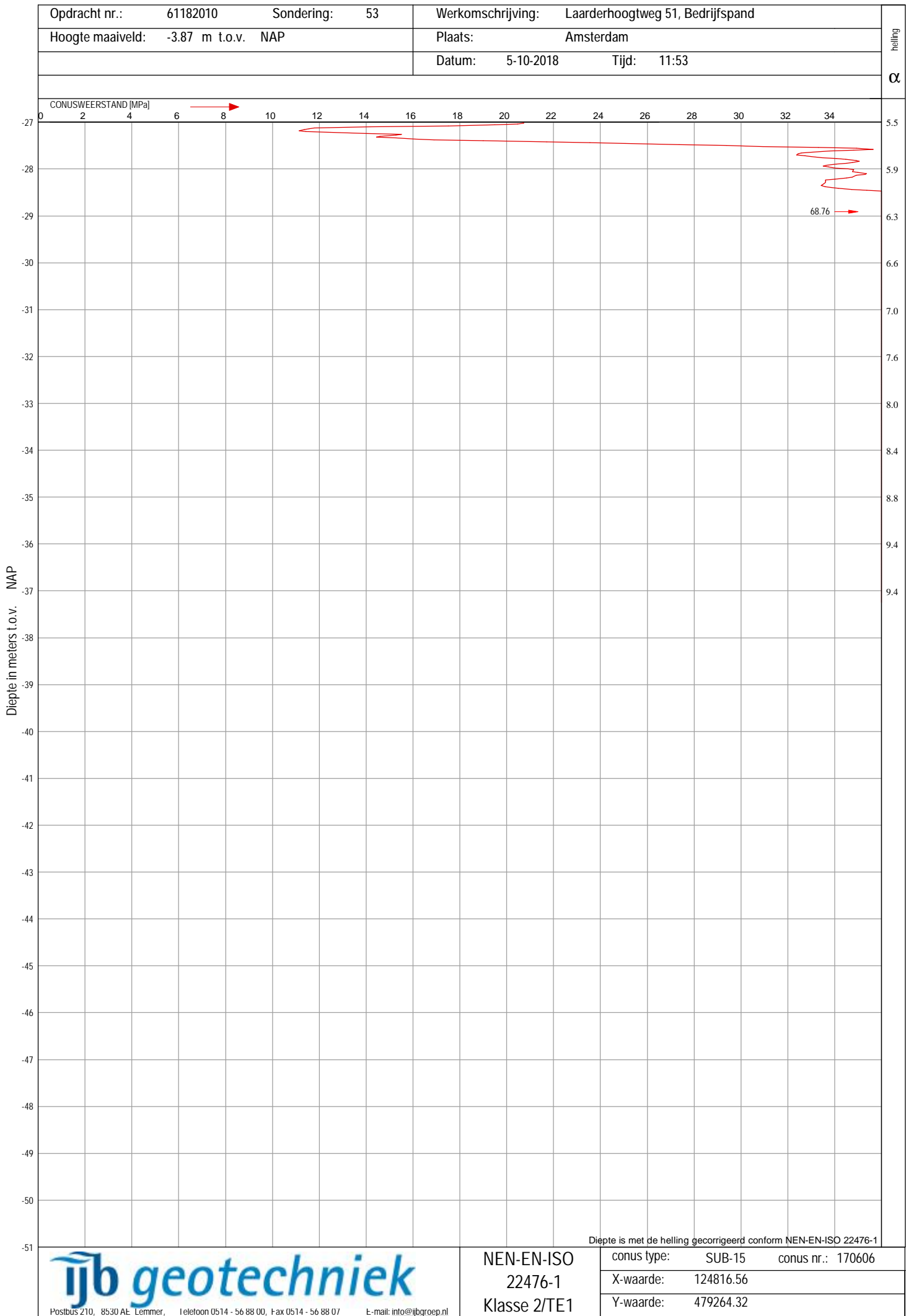


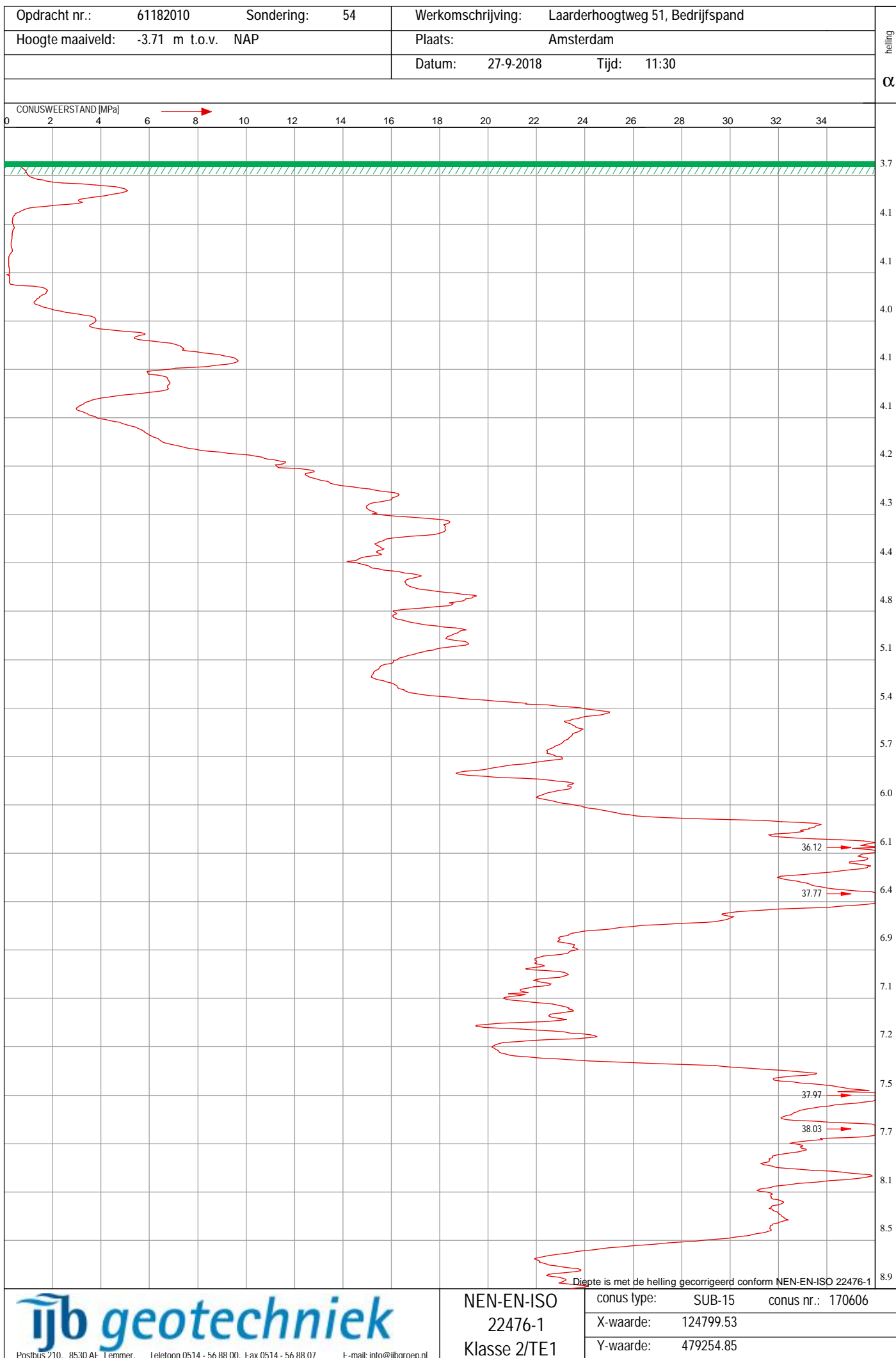


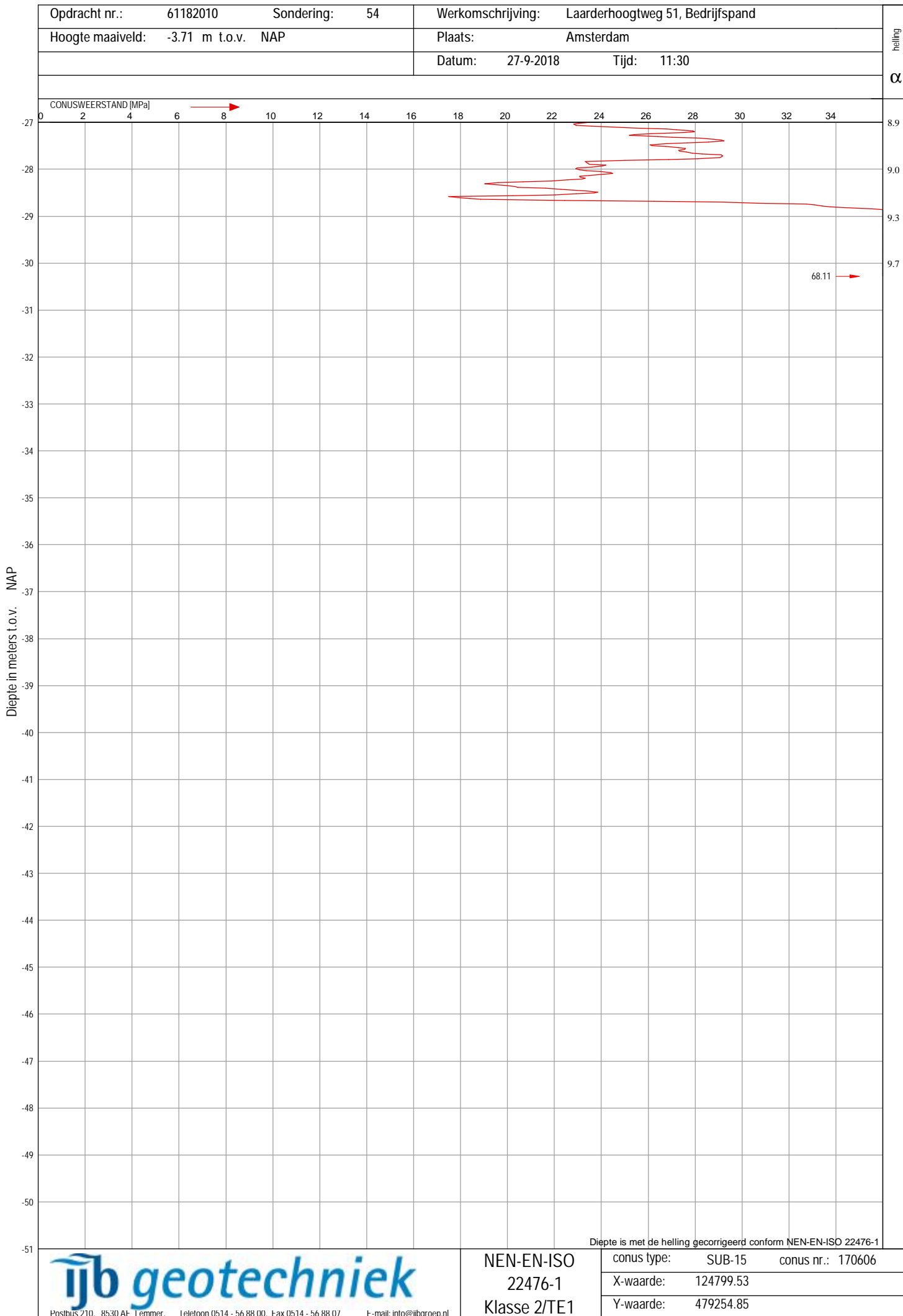


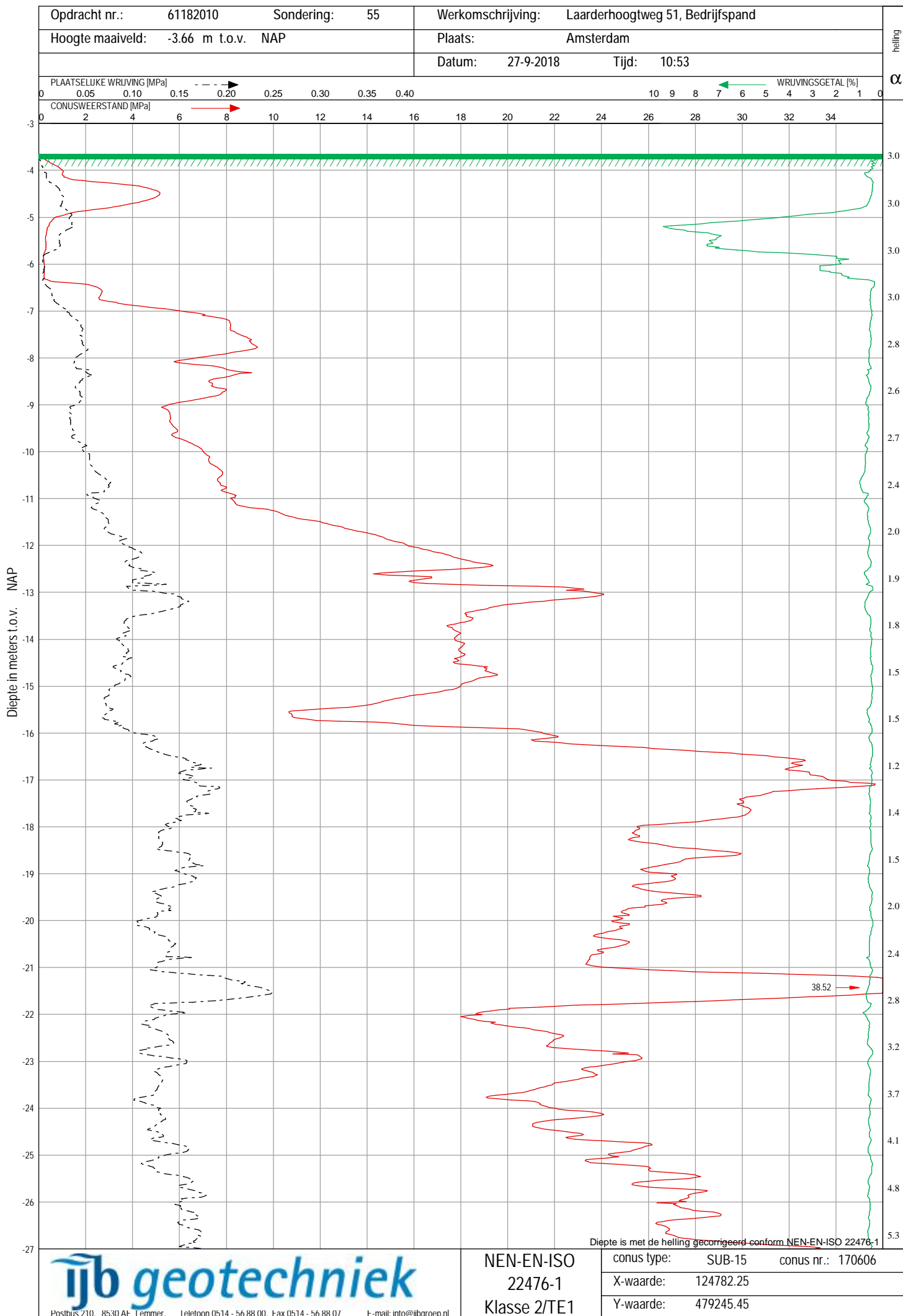
Opdracht nr.: 61182010	Sondering: 53	Werkomschrijving: Laarderhoogtweg 51, Bedrijfspan	helling $\alpha$
Hoogte maaiveld: -3.87 m t.o.v. NAP		Plaats: Amsterdam	
		Datum: 5-10-2018 Tijd: 11:53	

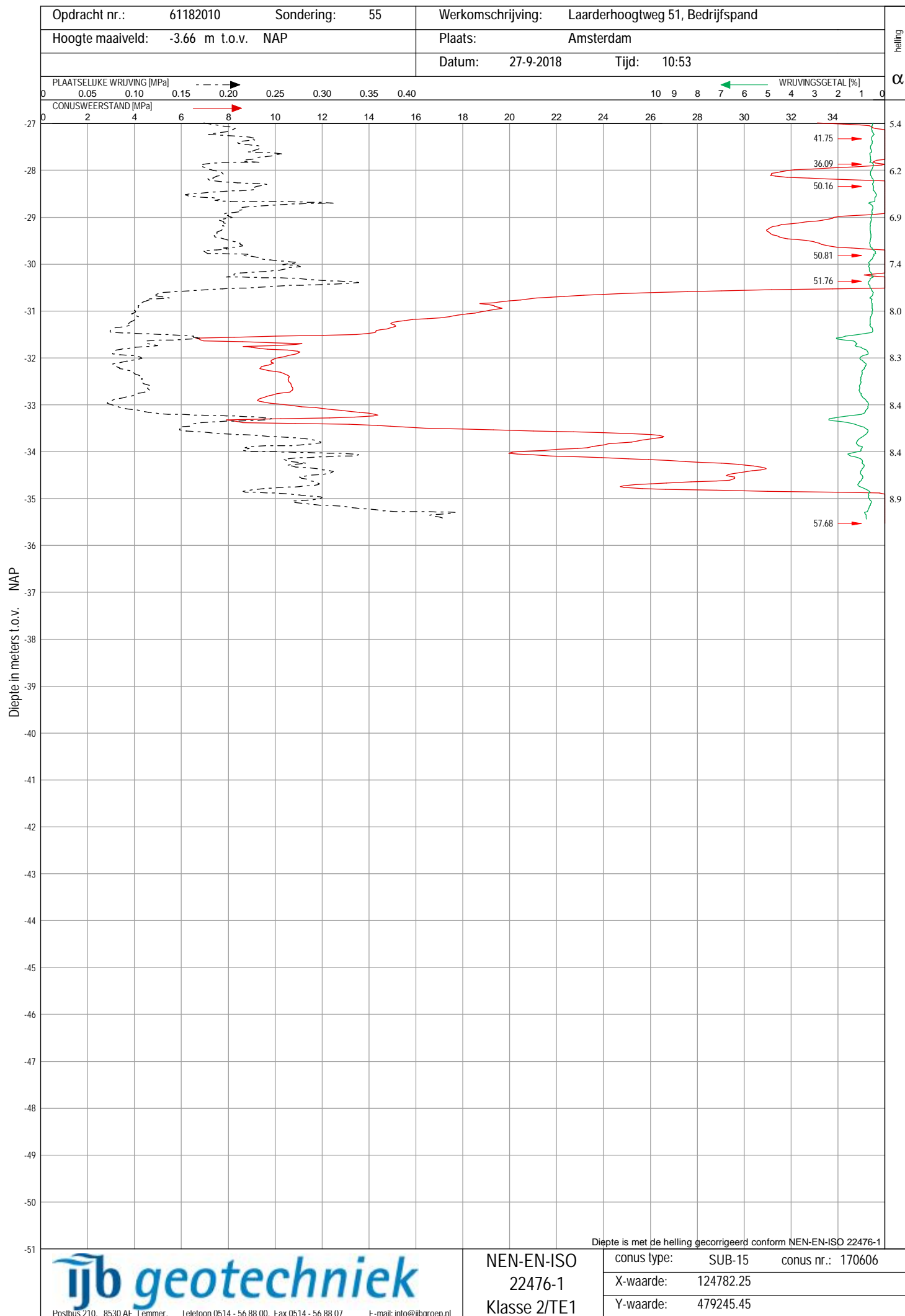


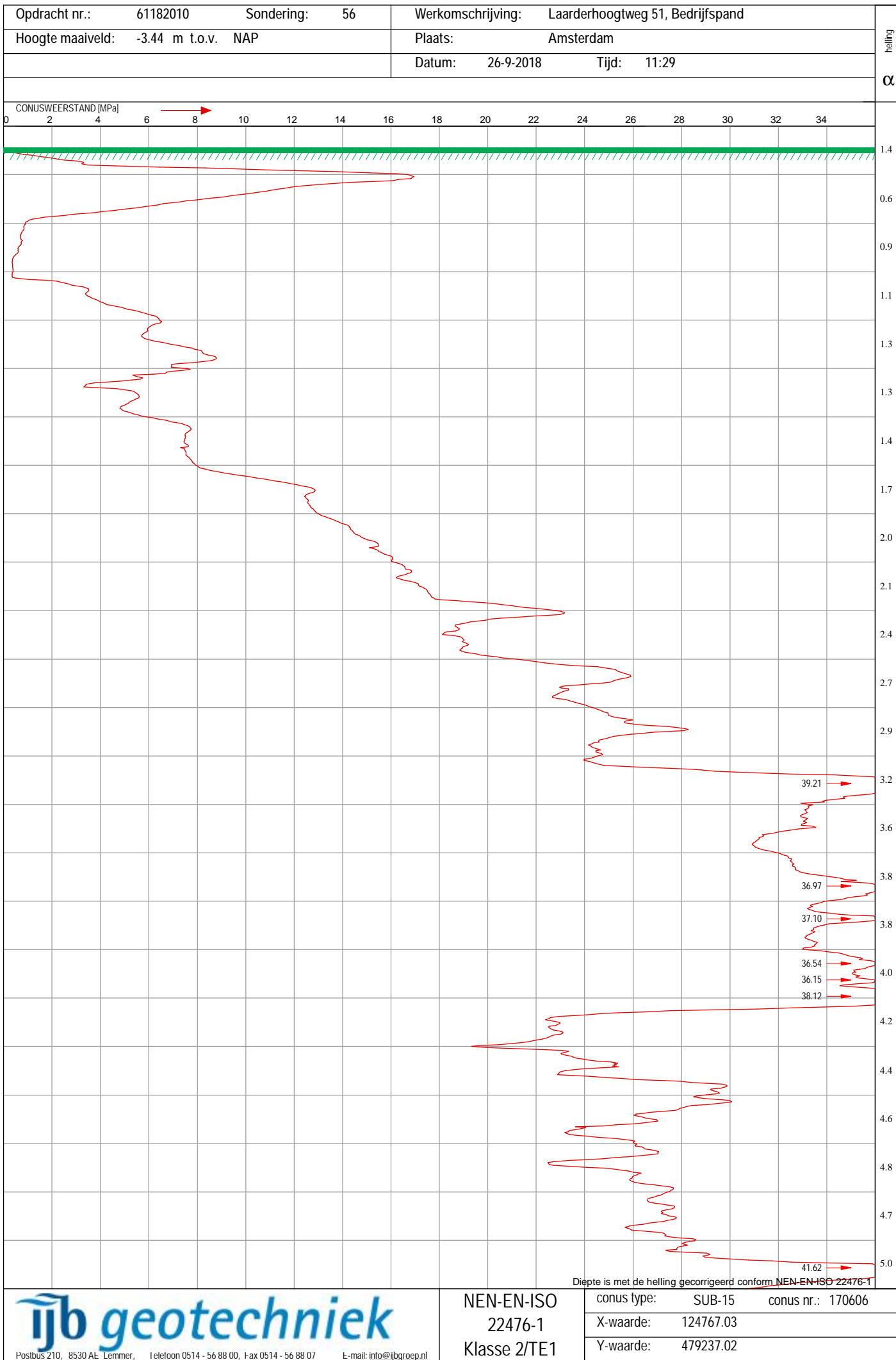




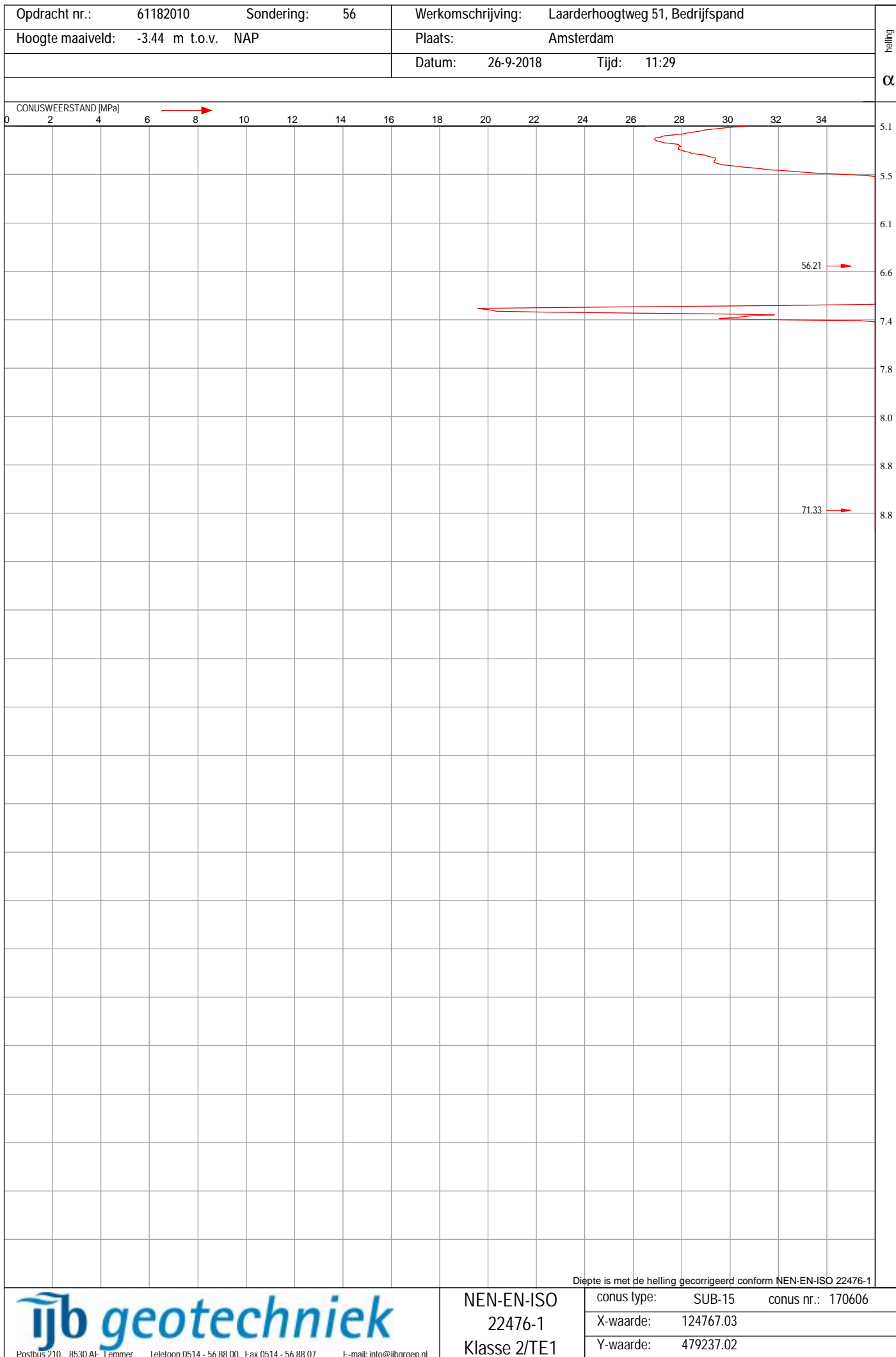


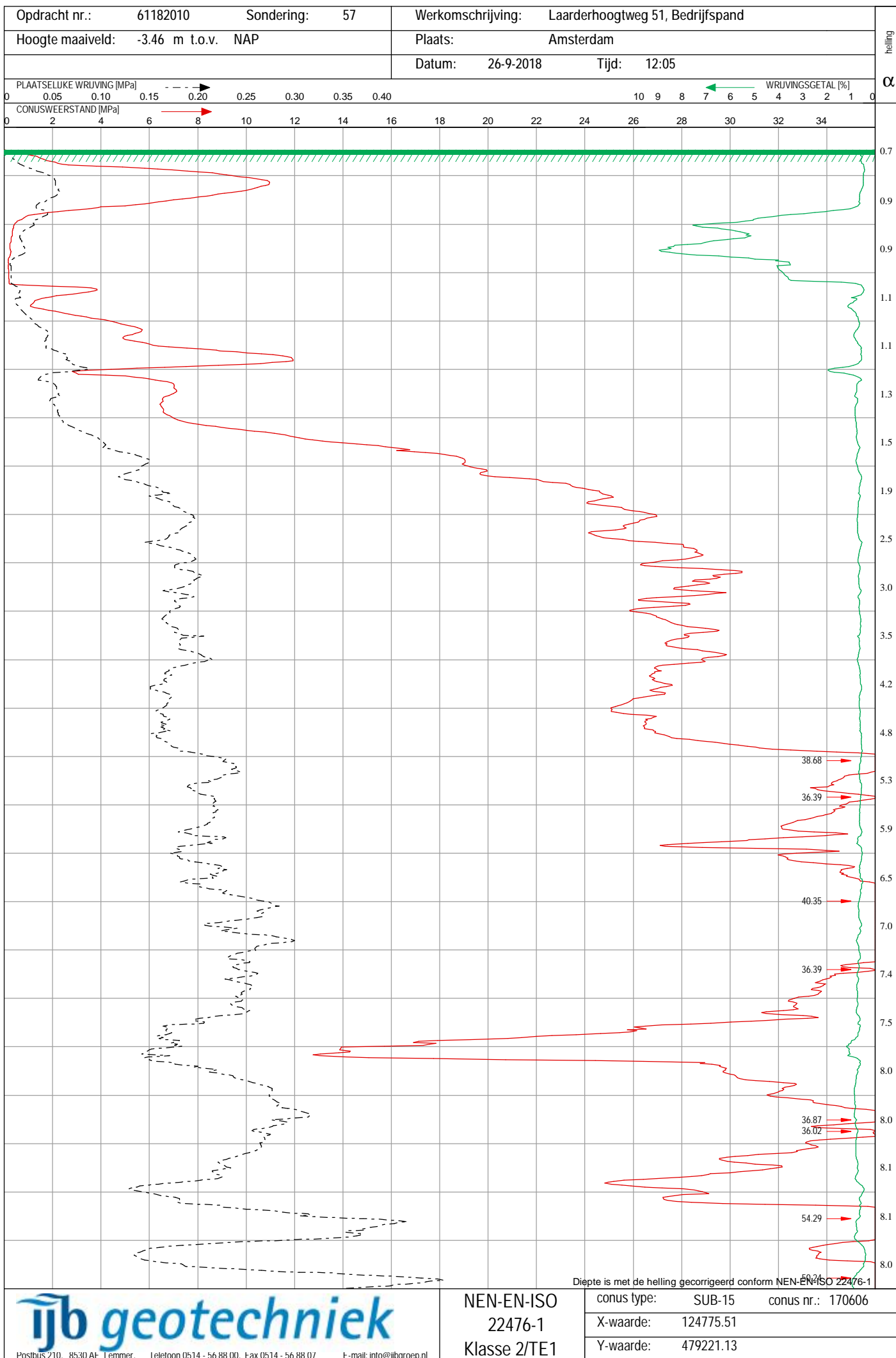


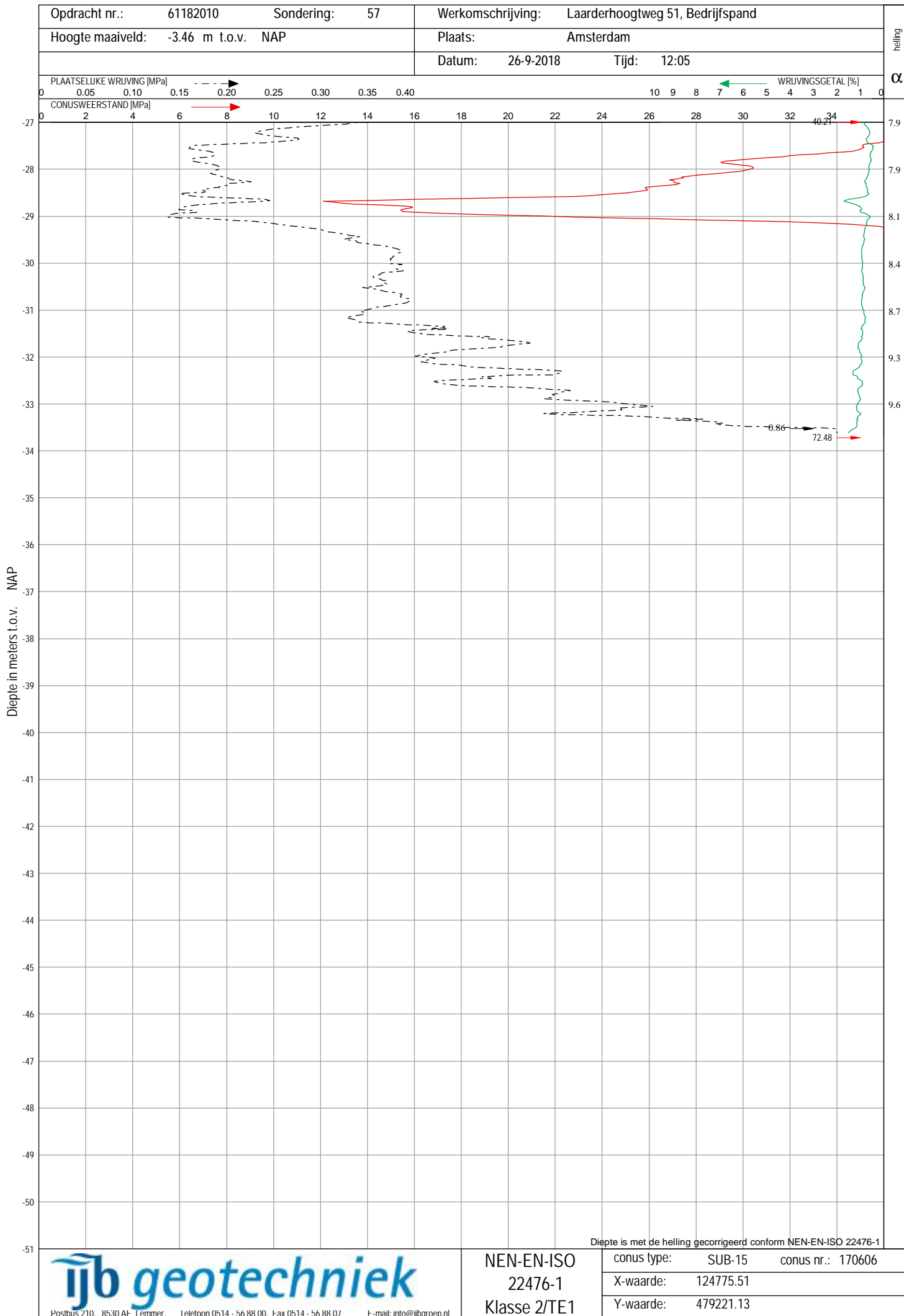


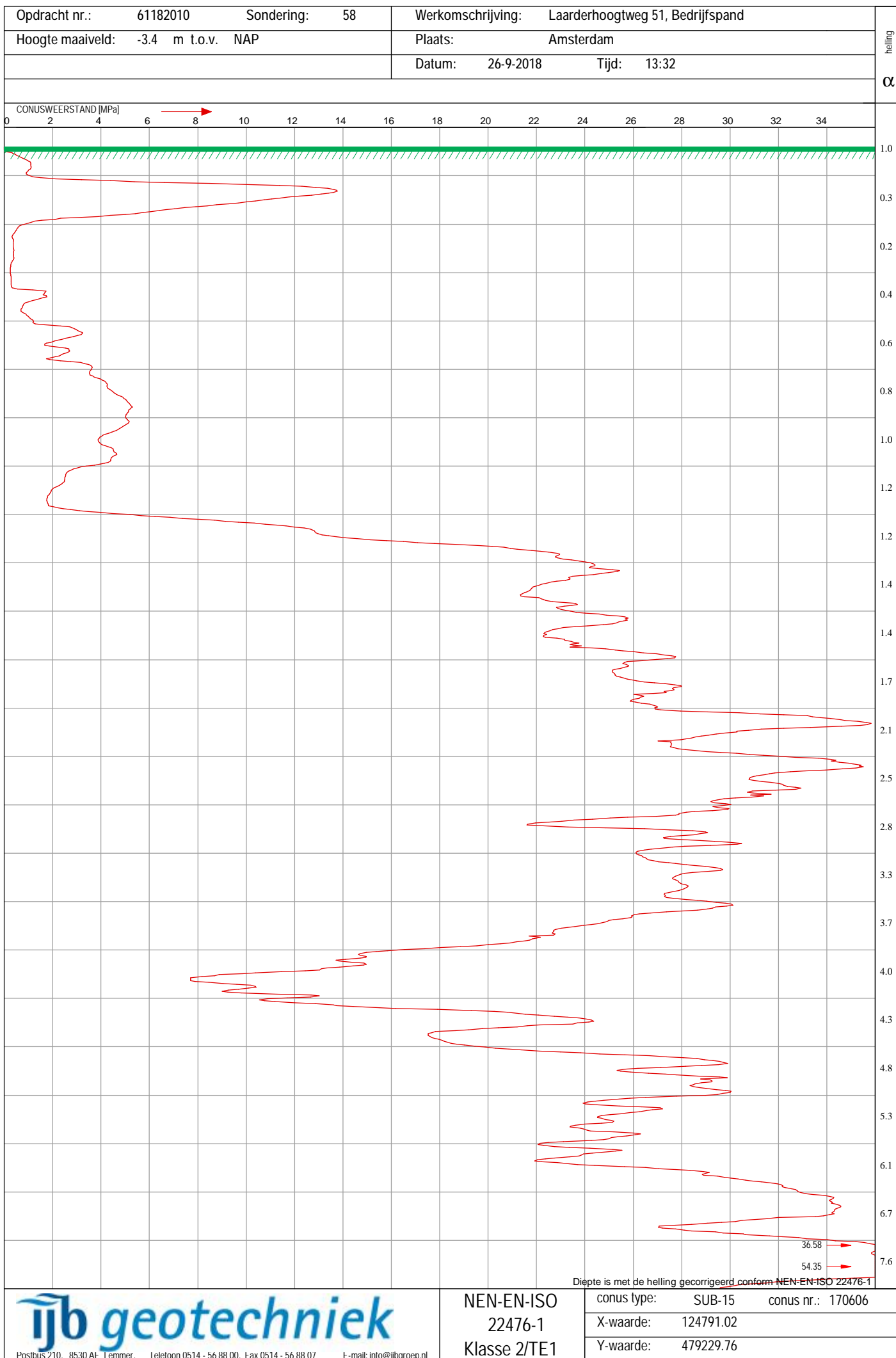


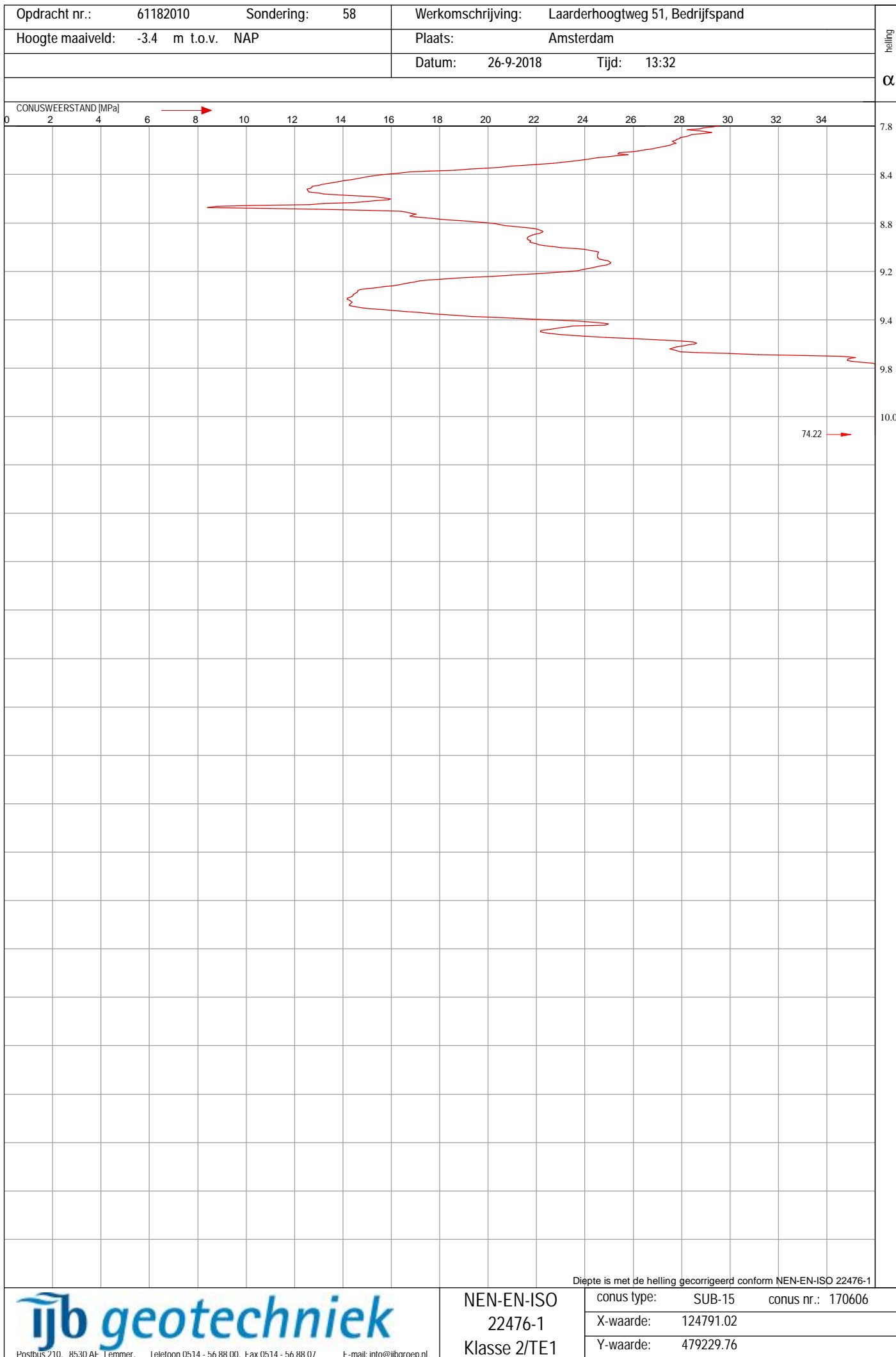


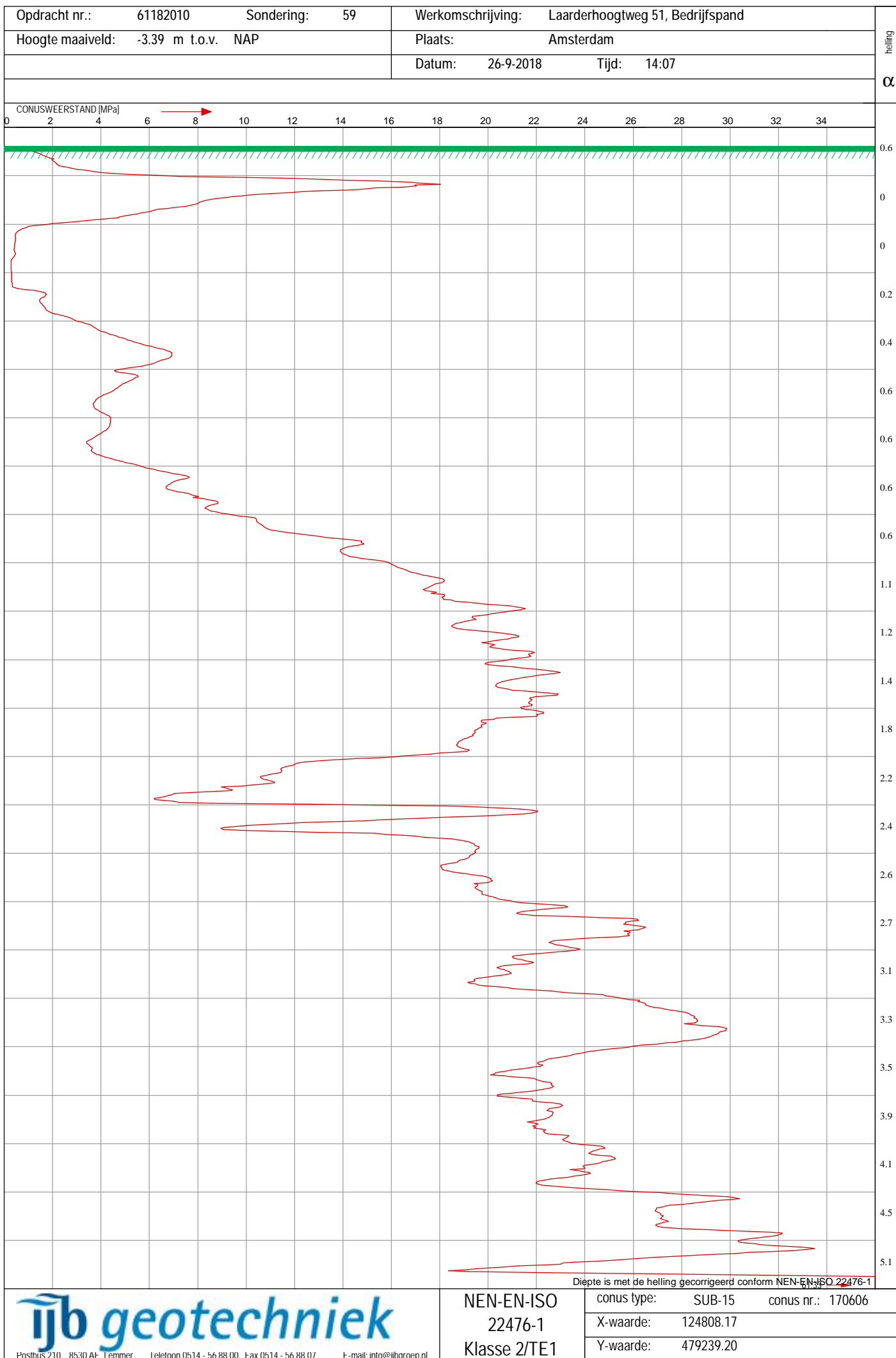


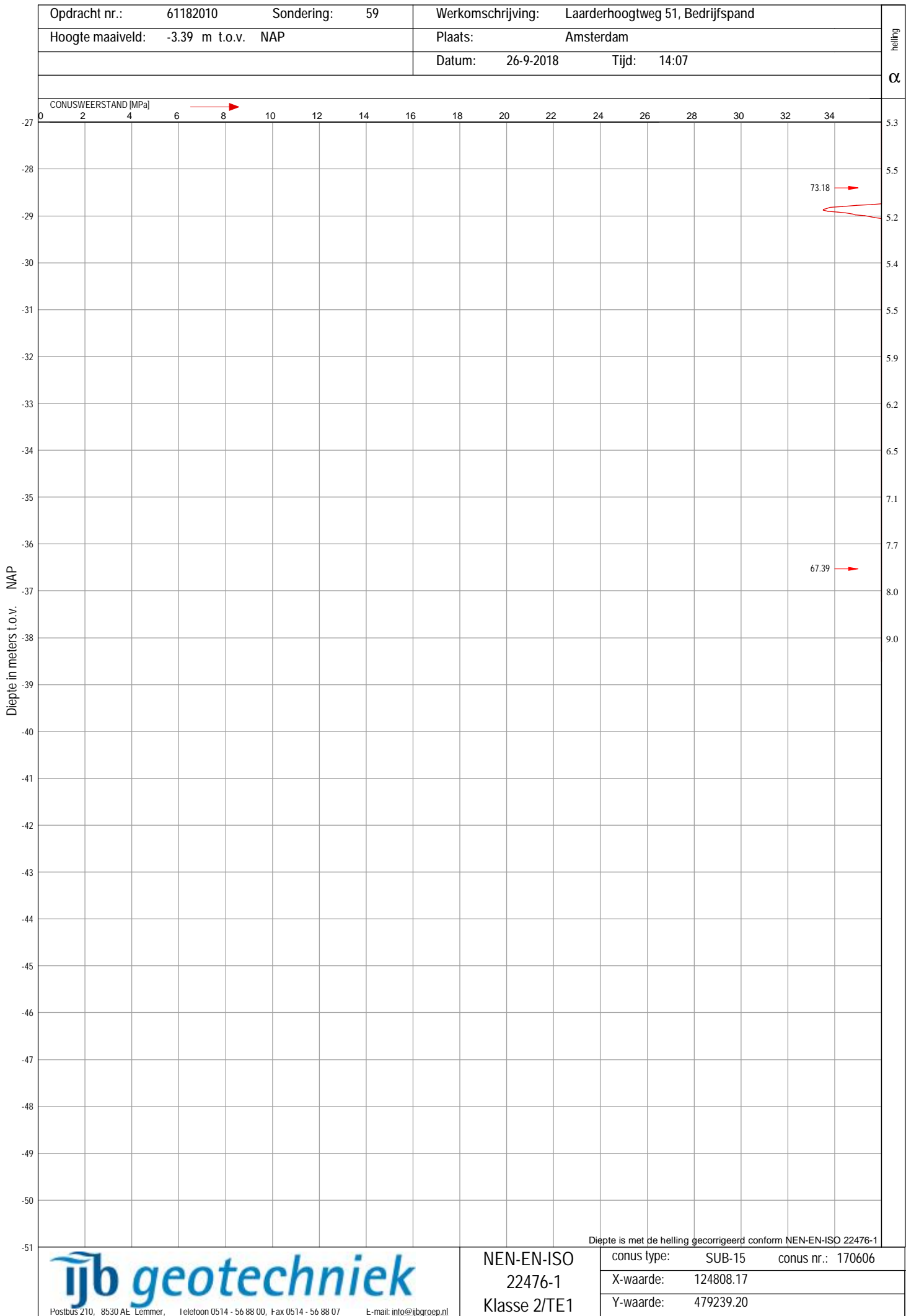


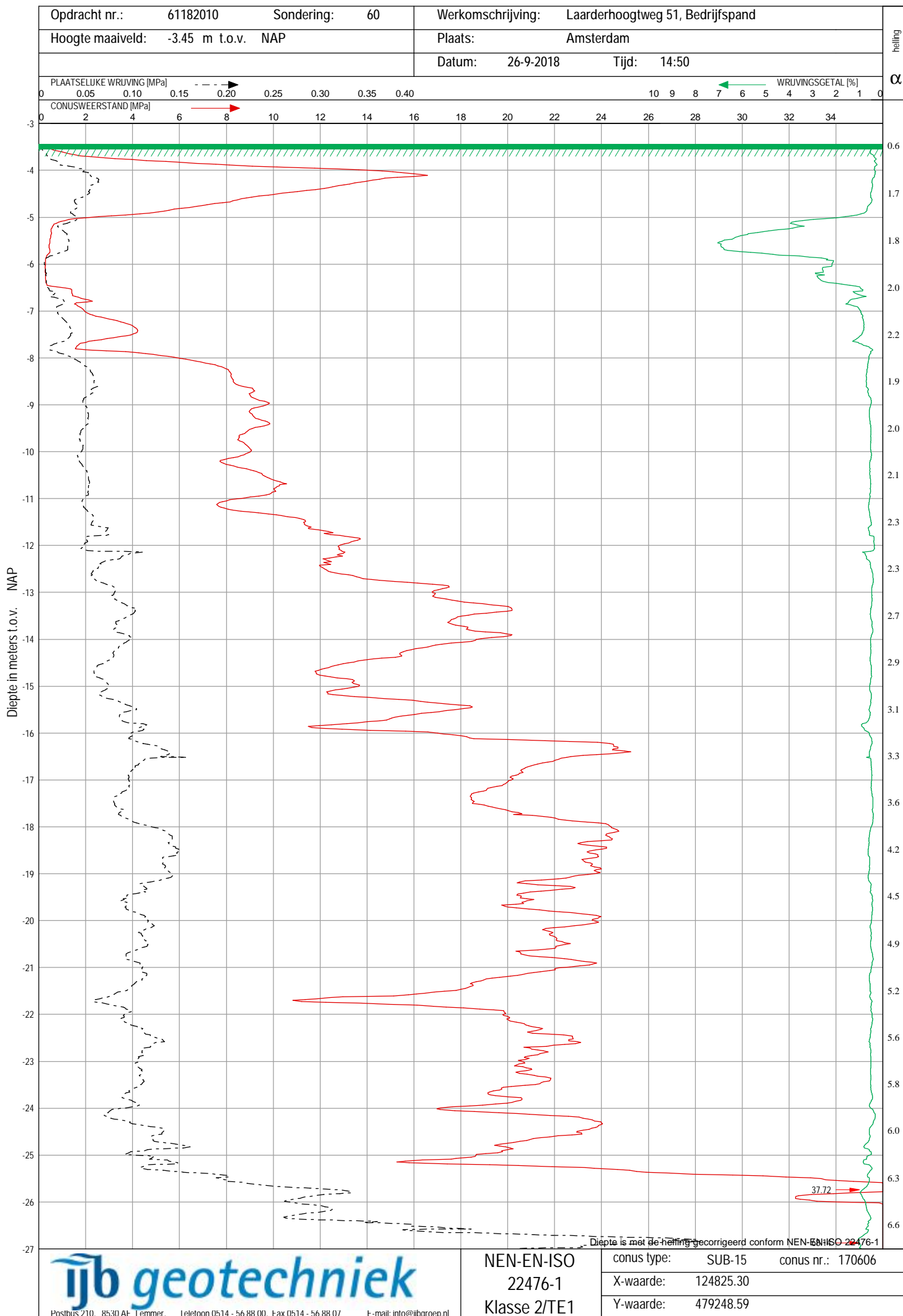




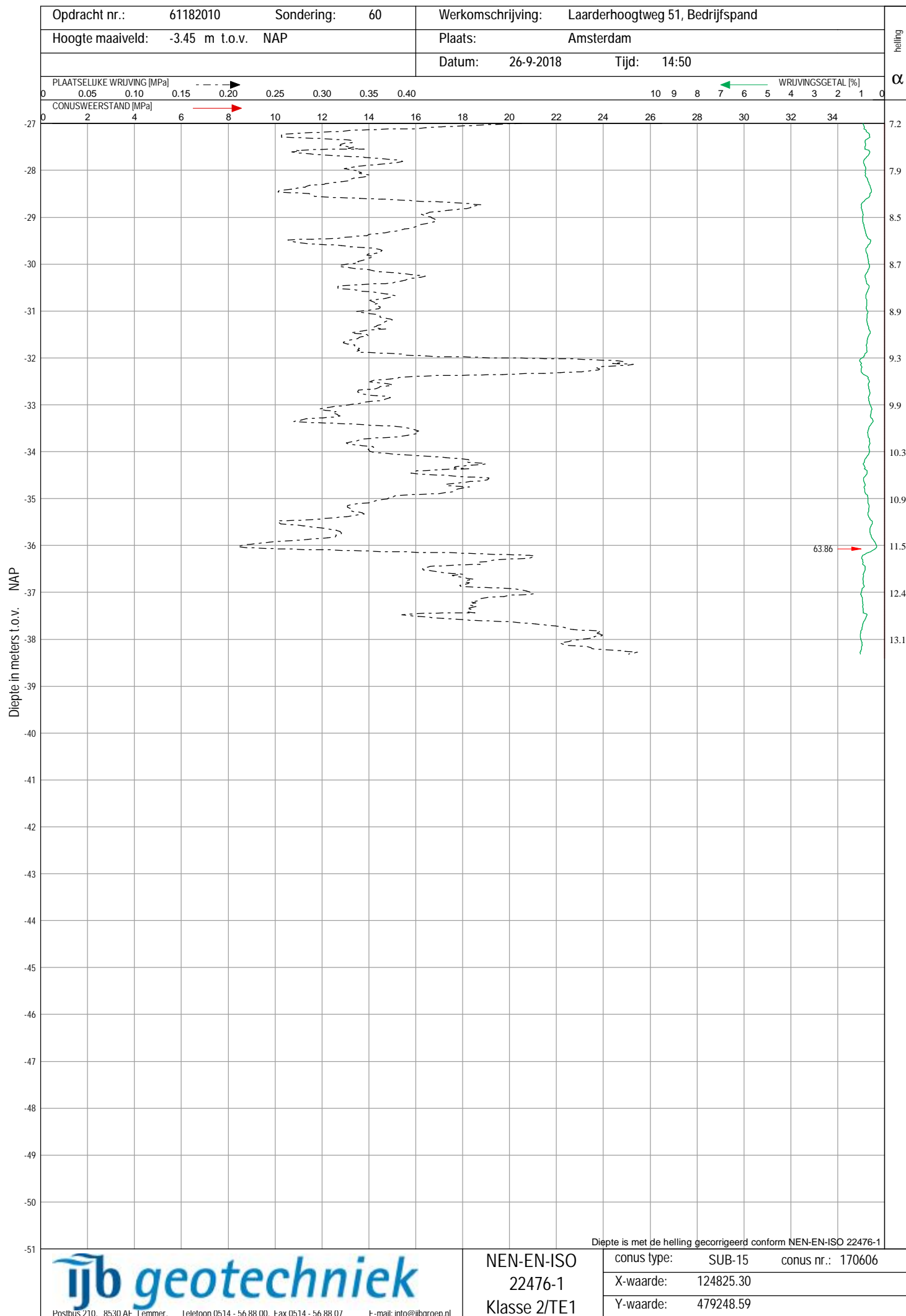


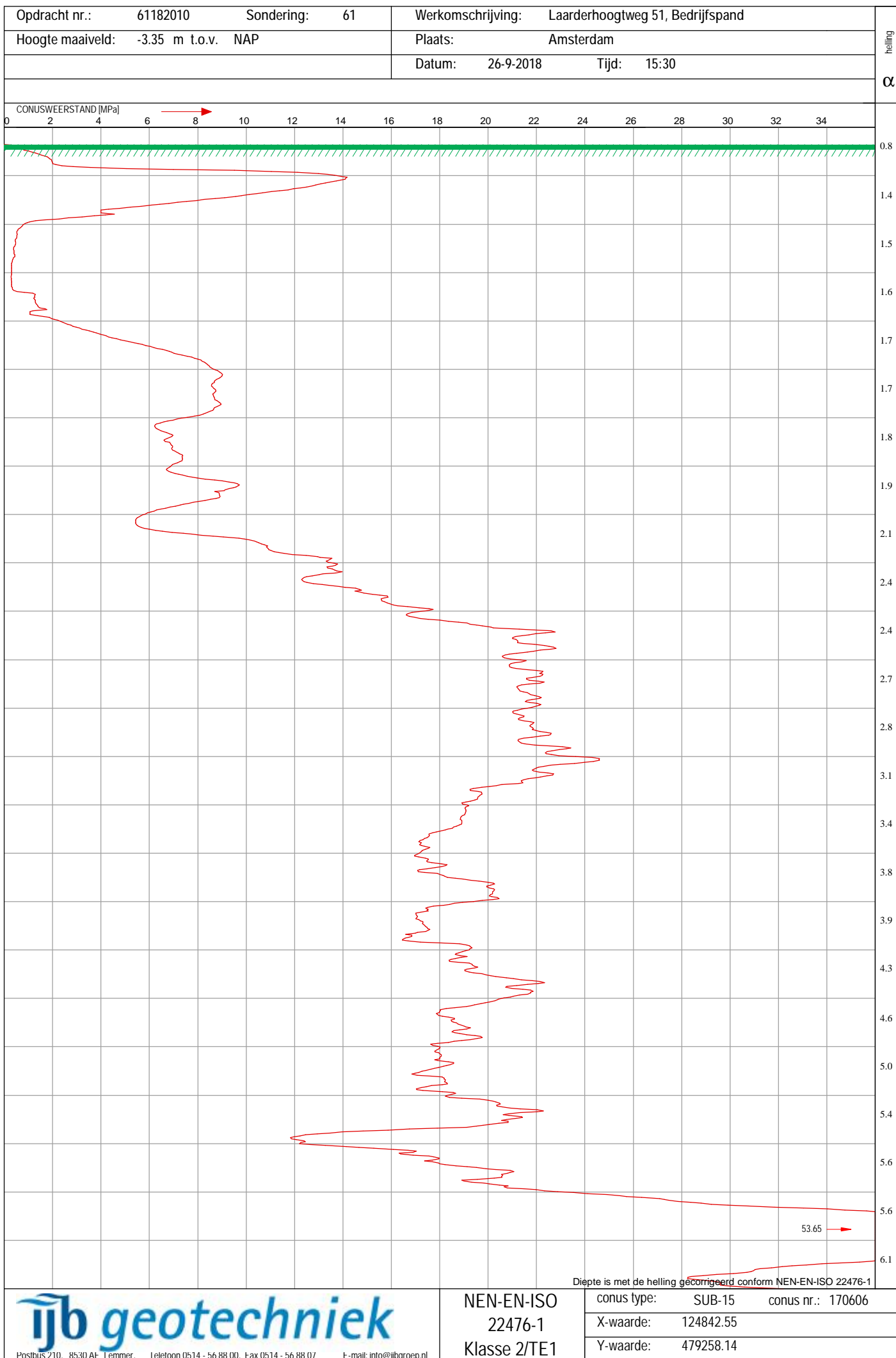


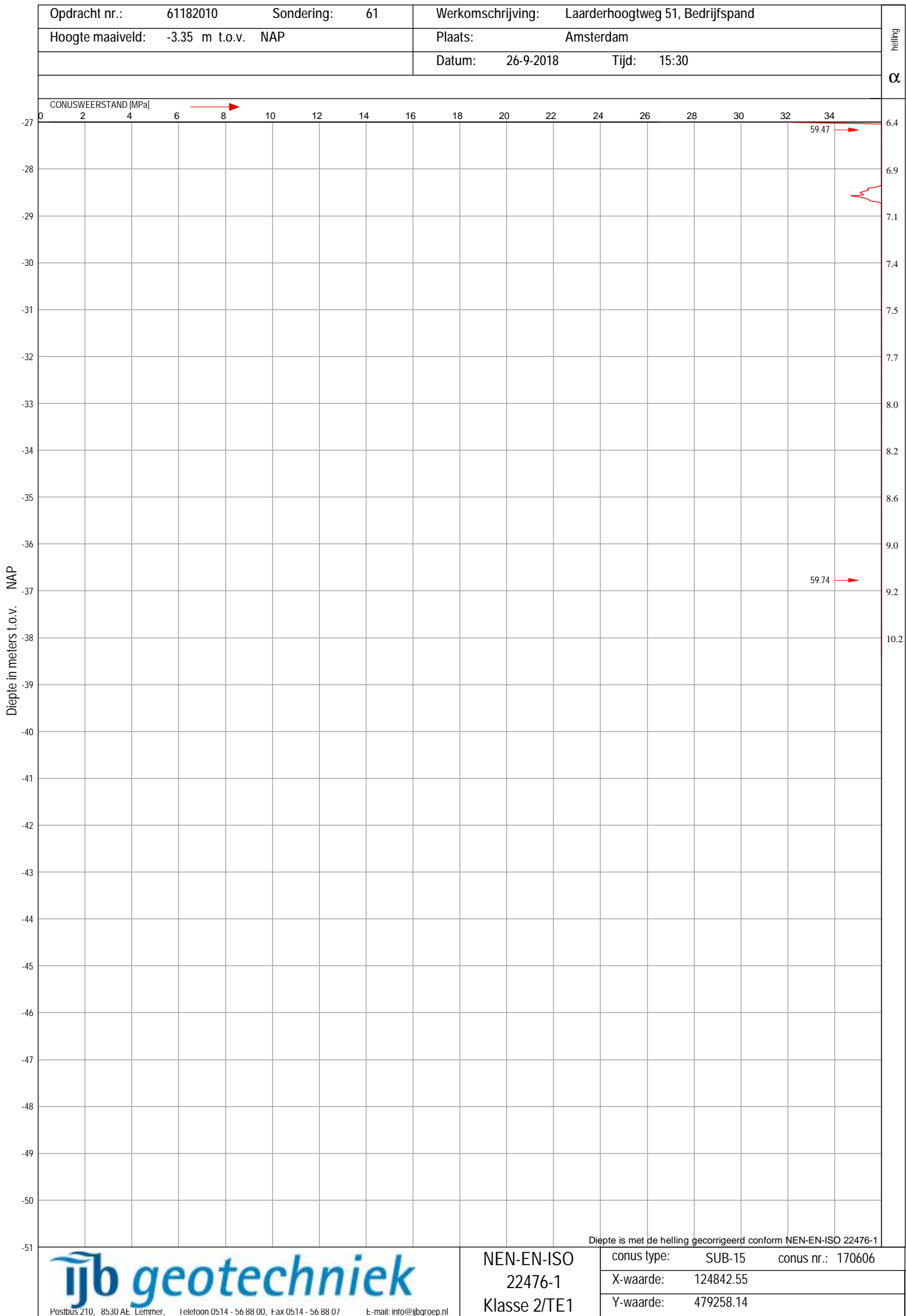


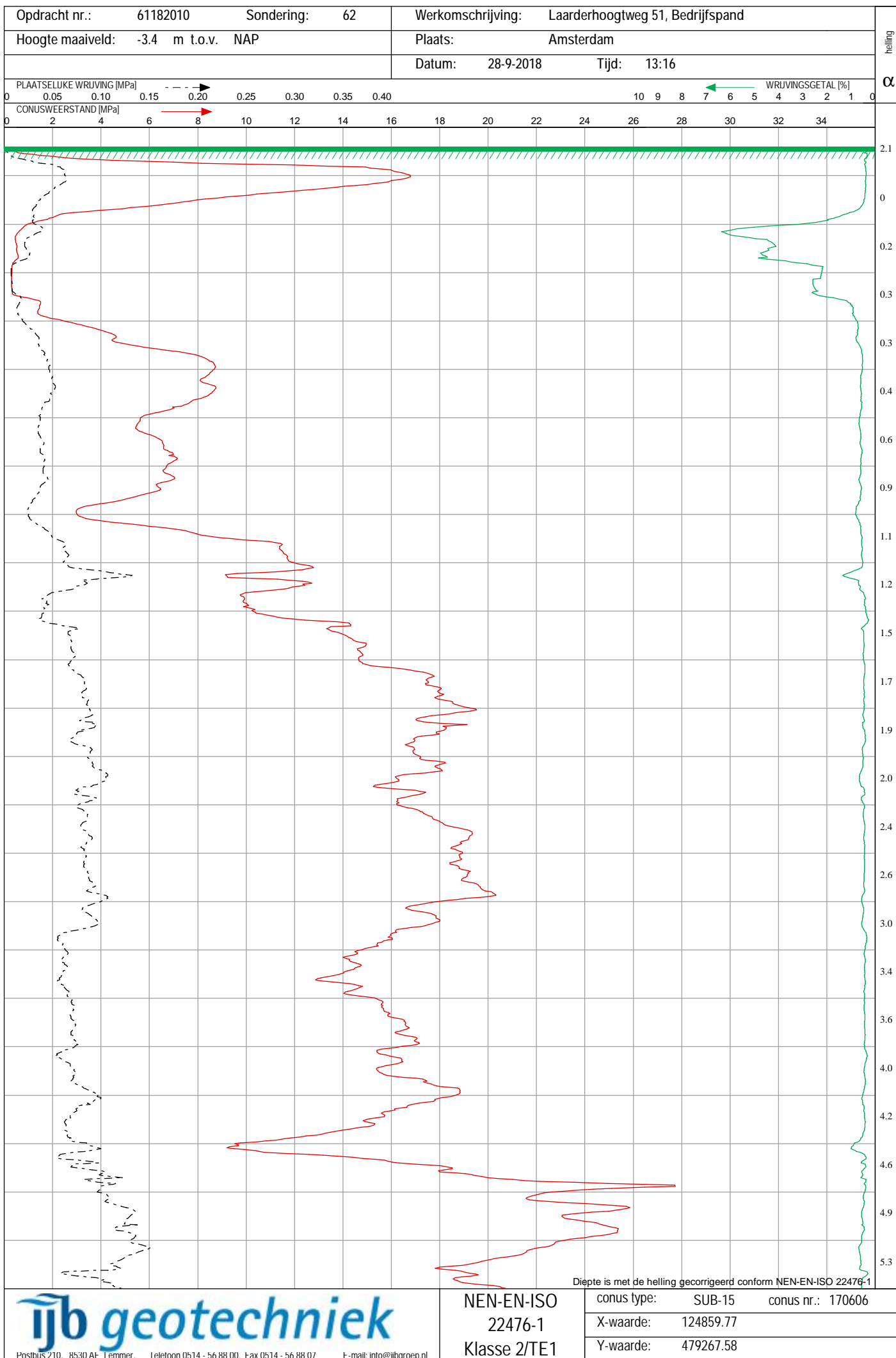


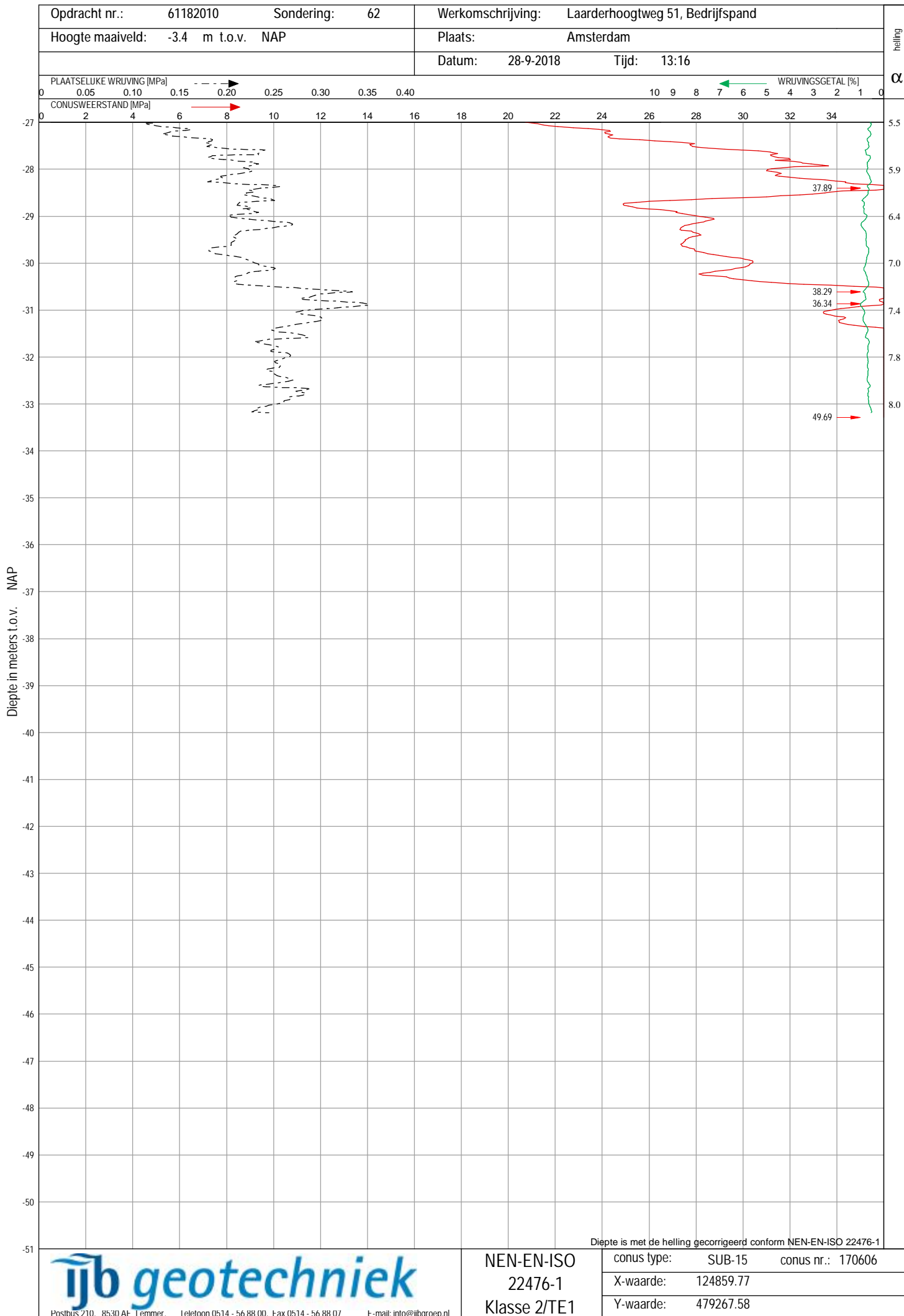






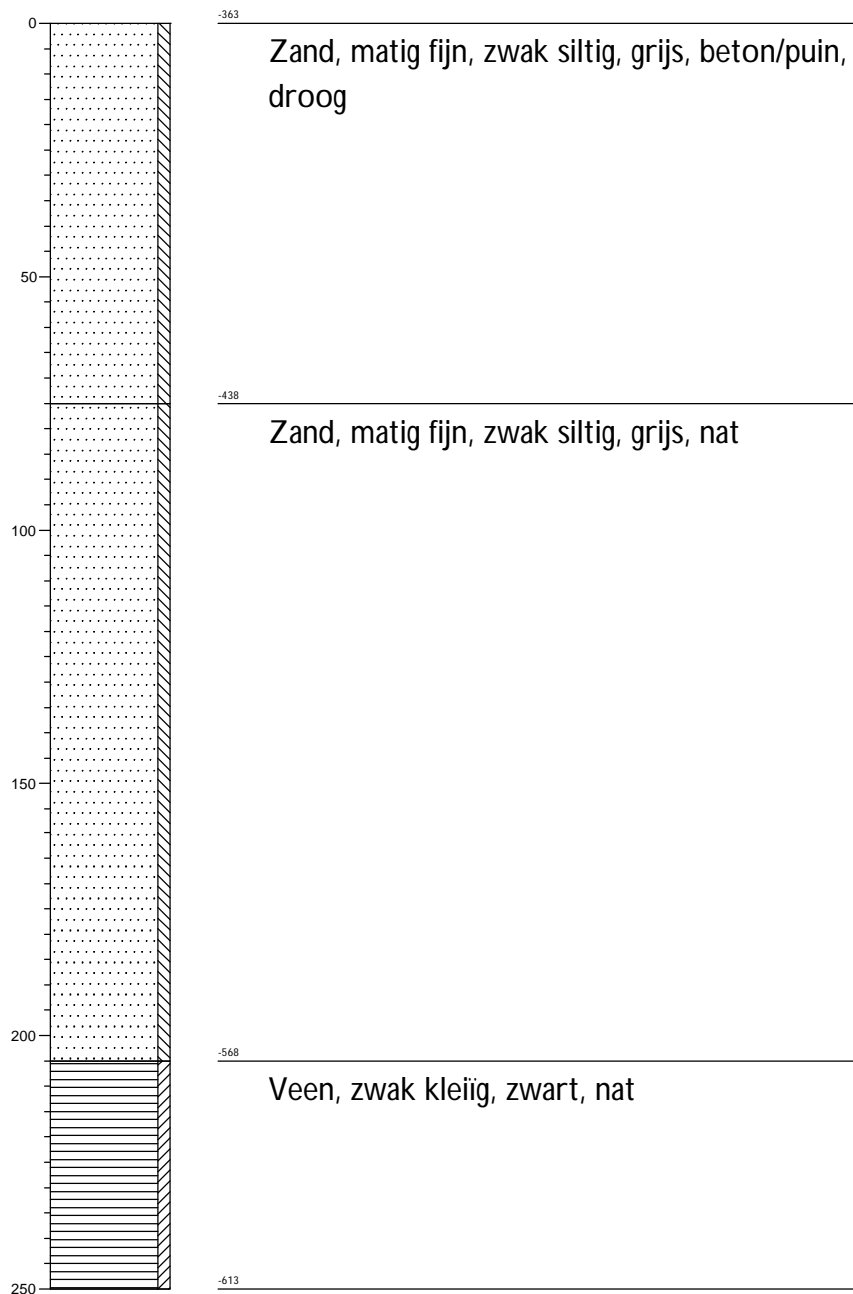






## Boring: A t.p.v. S 9

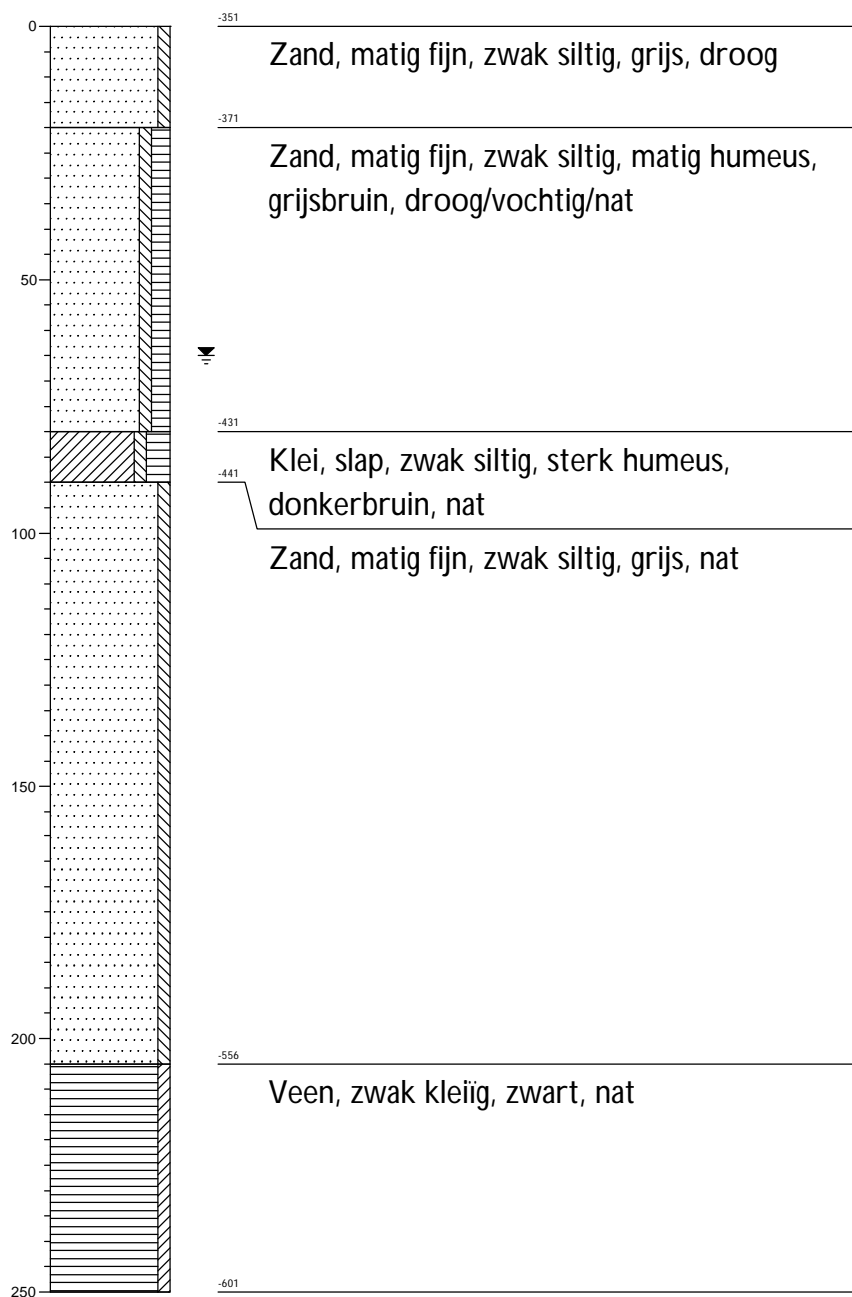
Datum : 26-09-2018  
Hoogte maaiveld : -3.63 mtr t.o.v. N.A.P.  
Opmerking : Grondwater in boorgat stijgt snel



Projectcode : 61182010  
Opdrachtgever : Haskoning DHV Nederland B.V.  
Plaats : Amsterdam  
'getekend volgens NEN 5104'

## Boring: B t.p.v. S 29

Datum : 26-09-2018  
Hoogte maaiveld : -3.51 mtr t.o.v. N.A.P.  
Opmerking : Grondwater in boorgat stijgt snel



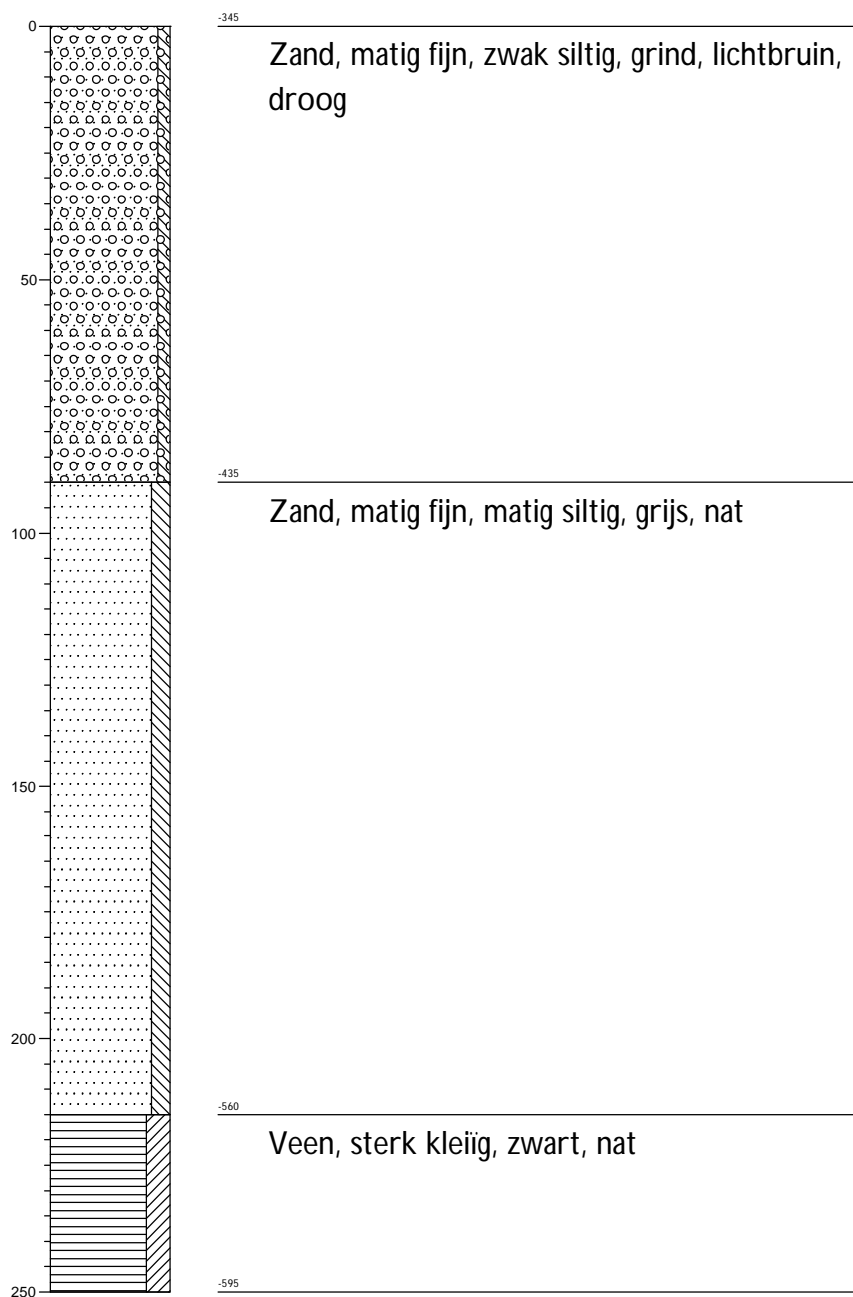
Projectcode : 61182010  
Opdrachtgever : Haskoning DHV Nederland B.V.  
Plaats : Amsterdam  
'getekend volgens NEN 5104'

## Boring: C t.p.v. S 60

Datum : 26-09-2018

Hoogte maaiveld : -3.45 mtr t.o.v. N.A.P.

Opmerking : Grondwater in boorgat stijgt snel



Projectcode : 61182010

Opdrachtgever : Haskoning DHV Nederland B.V.

Plaats : Amsterdam

'getekend volgens NEN 5104'



## Legenda (conform NEN 5104)

### grind

	Grind, siltig
	Grind, zwak zandig
	Grind, matig zandig
	Grind, sterk zandig
	Grind, uiterst zandig

### zand

	Zand, kleiig
	Zand, zwak siltig
	Zand, matig siltig
	Zand, sterk siltig
	Zand, uiterst siltig

### veen

	Veen, mineraalarm
	Veen, zwak kleiig
	Veen, sterk kleiig
	Veen, zwak zandig
	Veen, sterk zandig

### klei

	Klei, zwak siltig
	Klei, matig siltig
	Klei, sterk siltig
	Klei, uiterst siltig
	Klei, zwak zandig
	Klei, matig zandig
	Klei, sterk zandig

### leem

	Leem, zwak zandig
	Leem, sterk zandig

### overige toevoegingen

	zwak humeus
	matig humeus
	sterk humeus
	zwak grindig
	matig grindig
	sterk grindig

### geur

	geen geur
	zwakke geur
	matige geur
	sterke geur
	uiterste geur

### olie

	geen olie-water reactie
	zwakke olie-water reactie
	matige olie-water reactie
	sterke olie-water reactie
	uiterste olie-water reactie

### p.i.d.-waarde

	>0
	>1
	>10
	>100
	>1000
	>10000

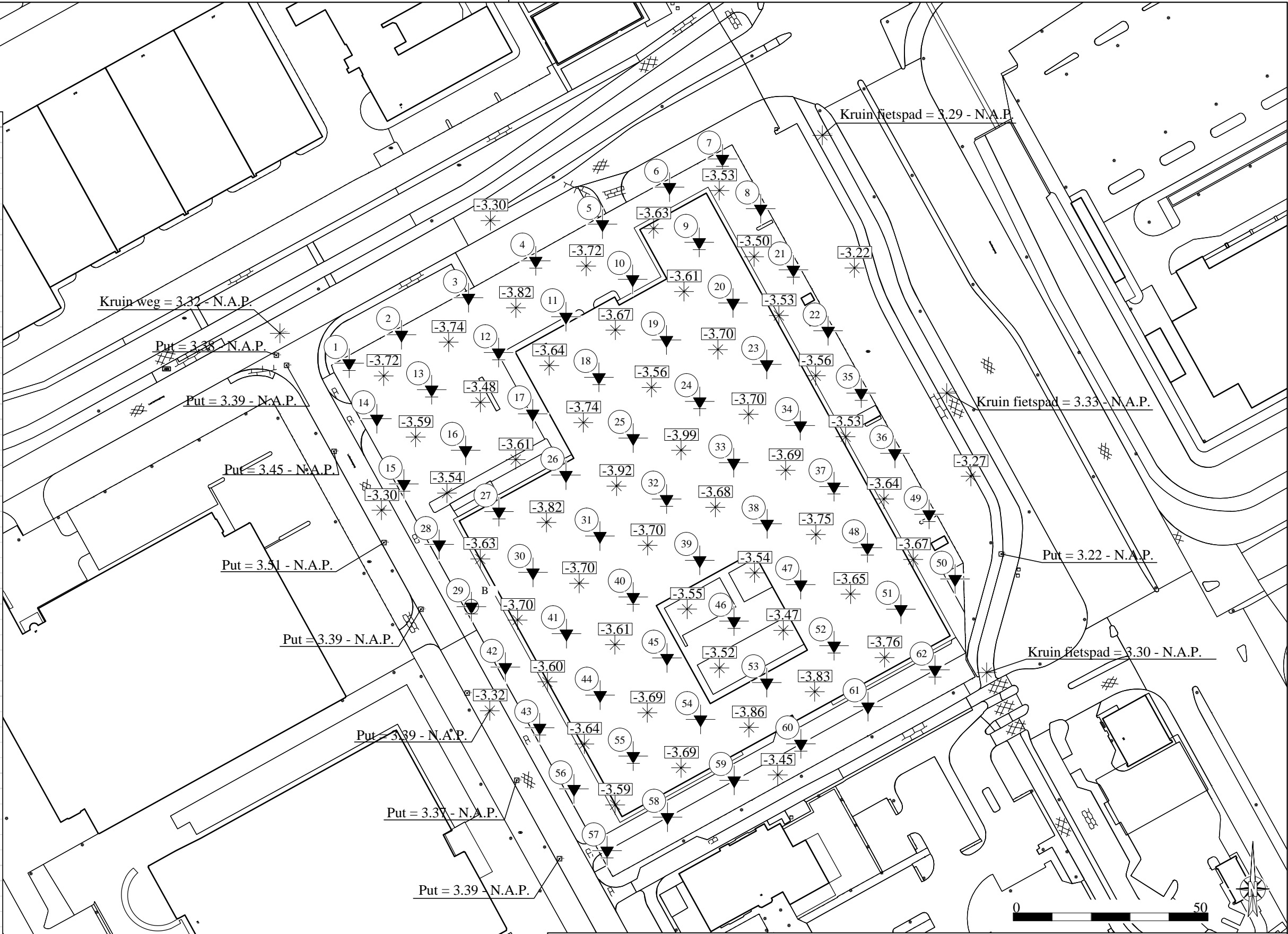
### monsters

	geroerd monster
	ongeroerd monster

### overig

	bijzonder bestanddeel
	Gemiddeld hoogste grondwaterstand
	grondwaterstand
	Gemiddeld laagste grondwaterstand
	slib
	water

Meetpunt	X-waarde	Y-waarde	Z-waarde
1	124709.27	479346.35	-3.73
2	124722.70	479353.70	-3.67
3	124739.90	479363.20	-3.67
4	124757.20	479372.66	-3.66
5	124774.33	479382.08	-3.66
6	124791.56	479391.61	-3.62
7	124805.14	479398.85	-3.67
8	124814.98	479386.05	-3.63
9	124799.19	479377.44	-3.63
10	124782.09	479367.92	-3.70
11	124764.95	479358.32	-3.72
12	124747.66	479349.11	-3.74
13	124730.44	479339.55	-3.69
14	124716.33	479332.12	-3.60
15	124723.30	479315.34	-3.52
16	124739.16	479324.01	-3.69
17	124756.41	479333.38	-3.64
18	124773.44	479342.76	-3.75
19	124790.76	479352.34	-3.73
20	124807.89	479361.87	-3.67
21	124823.38	479370.38	-3.50
22	124832.29	479354.68	-3.68
23	124816.54	479346.08	-3.72
24	124799.33	479336.56	-3.76
25	124782.25	479327.13	-4.05
26	124764.95	479317.64	-3.83
27	124747.75	479308.23	-3.69
28	124732.39	479299.81	-3.49
29	124740.67	479283.82	-3.51
30	124756.48	479292.63	-3.62
31	124773.65	479301.99	-3.79
32	124790.81	479311.47	-3.89
33	124808.05	479320.80	-3.74
34	124825.16	479330.37	-3.70
35	124840.80	479338.73	-3.57
36	124849.49	479323.23	-3.66
37	124833.80	479314.68	-3.69
38	124816.62	479305.10	-3.76
39	124799.31	479295.74	-3.70
40	124782.22	479286.29	-3.73
41	124765.07	479276.89	-3.67
42	124749.37	479268.29	-3.53
43	124758.20	479252.72	-3.50
44	124773.73	479261.11	-3.65
45	124790.92	479270.64	-3.62
46	124808.13	479280.12	-3.59
47	124825.26	479289.50	-3.67
48	124842.40	479298.98	-3.73
49	124858.25	479307.55	-3.66
50	124864.95	479290.91	-3.48
51	124851.01	479283.21	-3.68
52	124833.84	479273.80	-3.72
53	124816.56	479264.32	-3.87
54	124799.53	479254.85	-3.71
55	124782.25	479245.45	-3.66
56	124767.03	479237.02	-3.44
57	124775.51	479221.13	-3.46
58	124791.02	479229.76	-3.40
59	124808.17	479239.20	-3.39
60	124825.30	479248.59	-3.45
61	124842.55	479258.14	-3.35
62	124859.77	479267.58	-3.40

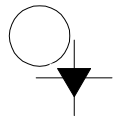


werk : Bouw bedrijfspand aan de Laarderhoogtweg 51  
opdrachtgever: Haskoning DHV Nederland BV  
opdracht nr. : 61182010  
schaal : 1:500  
vast punt : 06-GPS Z waarde = M.V. hoogte t.o.v. N.A.P.  
getekend : MdV/KR  
gew. 1 :  
gew. 2 :

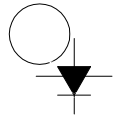
te : Amsterdam  
datum: 25-9-2018

# Legenda

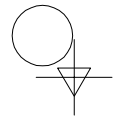
## Sonderingen



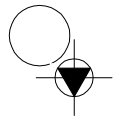
Sondering



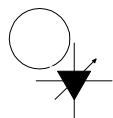
Sondering met plaatselijke kleefmeting



Niet uitgevoerde sondering



Sondering met boring

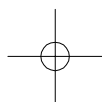


Sondering met waterspanningsmeting

## Boringen



Boring



Niet uitgevoerde boring



Boring met peilbuis

## Peilmerken



Put



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

## **Bijlage 2 DSI informatie**

## Bijeenkomst Platform Bronbemalen

### Ervaring DSI spooronderdoorgang Veenwouden

ir. R. Lomulder (Fugro GeoServices BV)

7 juni 2016



[www.fugro.nl](http://www.fugro.nl)

## Bijeenkomst Platform Bronbemalen

### Onderzoek Ontwikkeling Duurzame Infiltratie Technieken (Stichting 02dit)

- Fugro Geoservices BV
- Henk van Tongeren Bronbemaling
- Bouten Nederland BV
- Theo van Velzen BV
- P.J. de Vet en Zonen Mill BV
- Hölscher Wasserbau

De stichting heeft ten hoofddoel: Het bevorderen, verbeteren en uitbreiden van de kennis met betrekking tot systemen die grondwater en/of andere vloeistoffen infiltreren in een watervoerende laag in de bodem. De stichting richt zich vooralsnog tot de kennisontwikkeling over het DSI-systeem.

[www.fugro.nl](http://www.fugro.nl)

## Bijeenkomst Platform Bronbemalen



Inhoudsopgave presentatie

- Korte intro “Centrale As”
- Praktijkvoorbeeld spooronderdoorgang te Veenwouden
- Vragen/discussie

www.fugro.nl

## Bijeenkomst Platform Bronbemalen



### De Centrale As – Friesland - 2015

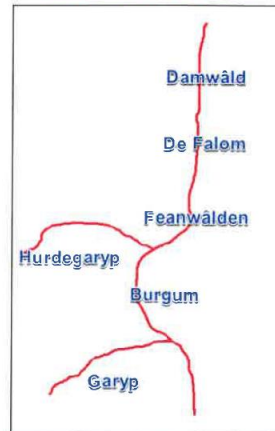
De Weg



Het Gebied



Kansen in Kernen



Bron: ing. R.H. Gerritsen (Witteveen+Bos)

www.fugro.nl



## Bijeenkomst Platform Bronbemalen



Centrale As: aantal onderdoorgangen middels een folieconstructie



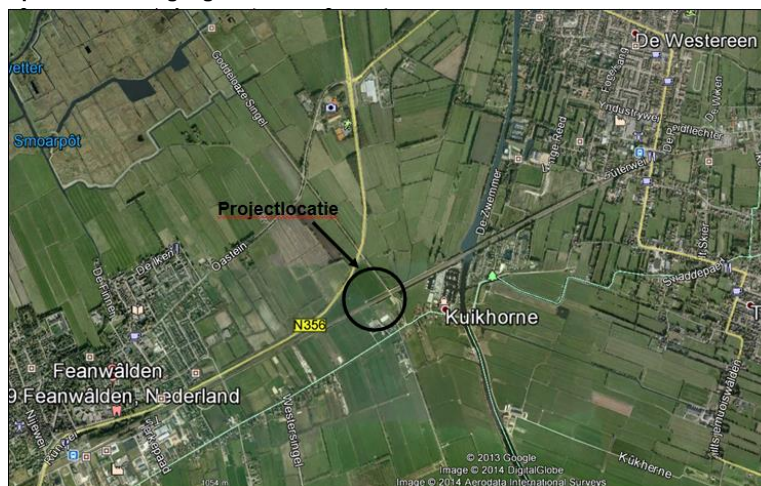
Bron: ing. R.H. Gerritsen (Witteveen+Bos)

[www.fugro.nl](http://www.fugro.nl)

## Bijeenkomst Platform Bronbemalen



Spooronderdoorgang t.h.v. Veenwouden



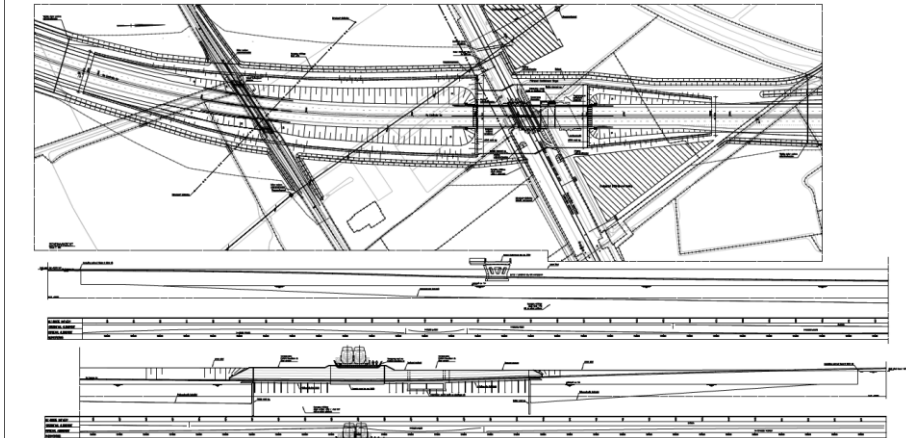
[www.fugro.nl](http://www.fugro.nl)

## Spooronderdoorgang te Veenwouden



Totaal oppervlak beide toeritten: ca. 490 m x 50 m

Ontgravingsdiepte (ca.): van ca. 6 m tot max. 13,3 m minus maaiveld (NAP -12,5 m)



[www.fugro.nl](http://www.fugro.nl)

## Spooronderdoorgang te Veenwouden



### Uitvoeringsmethoden folie

- In den natte
- In den droge binnen een gesloten damwandkuip
- In den droge binnen een open ontgraving

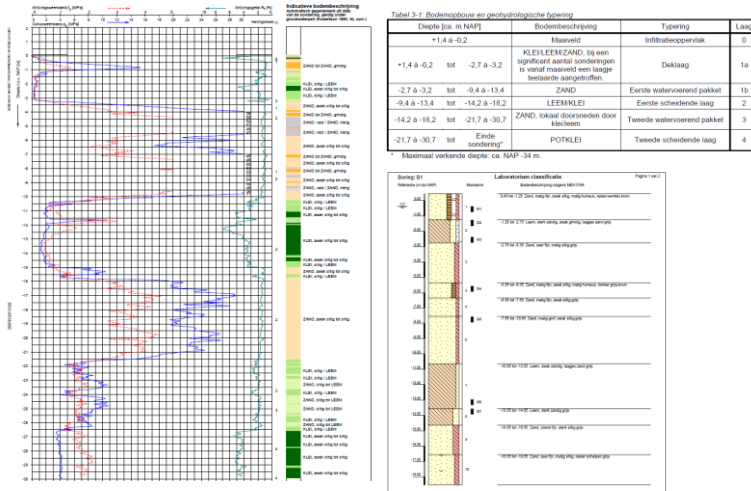
[www.fugro.nl](http://www.fugro.nl)



## Spooronderdoorgang te Veenwouden



### Bodemopbouw



www.fugro.nl

## Bijeenkomst Platform Bronbemalen



### Omgevingsaspecten

- Bebouwing vlak naast de ontgraving (op staal gefundeerd)
- Gasleiding doorkruist het werkterrein
- Hoogspanningsmast op het werkterrein
- Wegen
- Spoorlijn



www.fugro.nl

## Spooronderdoorgang te Veenwouden



### Onderzoek haalbaarheid uitvoering met bemaling

- Pompproef met verschillende opstellingen (o.a. DSI retourbemaling)
- Vertaling meetresultaten proef naar parameterwaarden doorlatendheid en weerstand
- Berekening debiet en effecten op de omgeving

### Resultaten interpretatie proef

- Op basis van alleen het debiet is het mogelijk een bemaling toe te passen
- Ontoelaatbare zettingen (varierend van 15 tot 100 mm) t.p.v. omliggende boerderijen op staal.

Verwachting: schade omgeving en verkrijgen vergunning wordt zeer moeilijk

### Kans

- Retourbemaling (DSI) als mitigerende maatregel

[www.fugro.nl](http://www.fugro.nl)

## Spooronderdoorgang te Veenwouden



### Na overleg met opdrachtgever

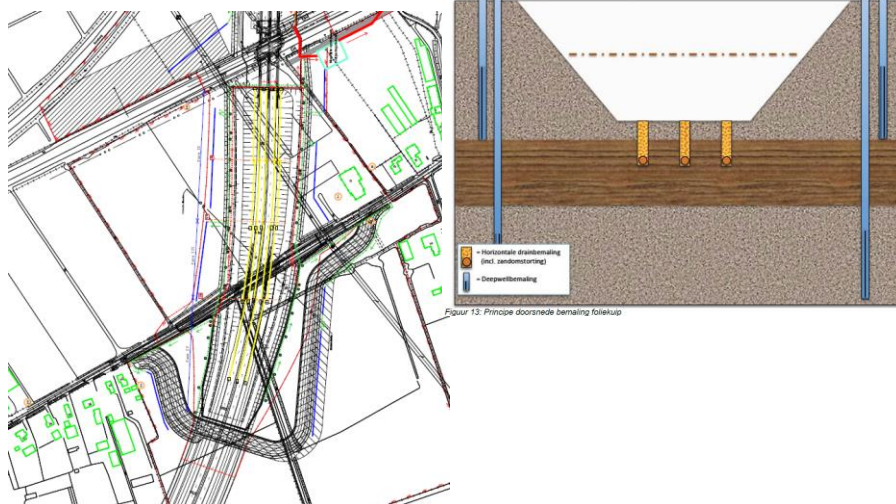
- Overeenstemming maximaal toelaatbare grondwaterstandsverlagingen en zettingen omliggende panden
- Uitvoering 2<sup>e</sup> pompproef met DSI retourbronnen

### Na uitvoering 2<sup>e</sup> pompproef

- Opstellen monitoringsplan (incl. actieplan)
- Ontwerptekening bemaling

[www.fugro.nl](http://www.fugro.nl)

## Spooronderdoorgang te Veenwouden



www.fugro.nl

## Spooronderdoorgang te Veenwouden



### Effectiviteit retourbemaling (1)

Te verwachten verlagingen en zettingen zonder de inzet van retourbemaling

Tabel 5-1: Berekende zetting bij nabijgelegen panden

Locatie	Afstand tot onttrekking [ca. m]	Verwachte verlaging [ca. m]	Berekende zetting na 180 dagen [ca. mm]
<b>Oostzijde</b>			
Kukherneweg 11	40	7,3	50 à 100
Kukherneweg 13	100	5,9	25 à 50
Kukherneweg 15	110	5,6	25 à 50
Kukherneweg 17	140	4,8	25 à 50
Kukherneweg 44	140	4,2	25 à 50
Kukherneweg 46	170	4,1	25 à 50
<b>Westzijde</b>			
Kukherneweg 42	90	2,8	25 à 50
Kukherneweg 40	110	2,7	25 à 50
Kukherneweg 38	130	2,5	25 à 50
Kukherneweg 36	150	2,3	25 à 50
Kukherneweg 34	170	2,2	25 à 50
Kukherneweg 32	200	2,0	15 à 25

Waarschuings- en grenswaarden met de inzet van retourbemaling

Tabel 5-3: Signaleringswaarden deformatiemetingen

Deformatiebouten	Waarschuingswaarde		Grenswaarde	
	Absoluut	Relatieve rotatie	Absoluut	Relatieve rotatie
	10 mm	1:1200	15 mm	1:600

www.fugro.nl

## Spooronderdoorgang te Veenwouden



### Effectiviteit retourbemaling (2)

Uiteindelijke opgetreden verlagingen en zettingen

Locatie	Afstand tot onttrekking [ca. m]	Verwachte verlaging [m t.o.v. NAP]	Berekende zetting [ca. mm]	Opgetreden verlaging [m t.o.v. NAP]	Opgetreden zetting [ca. mm]
Kukherneweg 11	40	-7,9	50 à 100	-2,1/-3,6	2
Kukherneweg 13	100	-6,5	25 à 50	-2,1/-3,1	2
Kukherneweg 15	110	-6,2	25 à 50		2
Kukherneweg 17	140	-5,4	25 à 50	-1,0/-1,8	2
Kukherneweg 44	140	-4,8	25 à 50	-0,6/-1,3	1
Kukherneweg 46	170	-4,7	25 à 50	-0,9/-1,7	0

Geen meetbaar terugslageneffect op het debiet!

www.fugro.nl

## Spooronderdoorgang te Veenwouden



### Conclusies

- Zonder de inzet van DSI retourbemaling was de aanleg van het folie in den droge en in een open ontgraving niet mogelijk geweest.
- Een monitoringsplan met daarin duidelijk de mate van inzet van de retourbemaling heeft geholpen om de opdrachtgever te overtuigen
- Het is in de toekomst gewenst dat de effectiviteit van DSI ook rekenkundig kan worden aangetoond

www.fugro.nl

## **Bijlage 3 Beschrijving Modflowmodel**

## Modelbeschrijving

Modflowmodel AM9

Auteur	D.H. Edelman
Kenmerk	
Datum	23 april 2020

Datum 23 april 2020

Kenmerk

Pagina 2 van 27

# Inhoudsopgave

## Inhoud

<b>1</b>	<b>Algemeen</b>	<b>4</b>
1.1	Inleiding	4
1.2	Randvoorwaarden modellering	4
<b>2</b>	<b>Uitgangspunten</b>	<b>5</b>
2.1	Kader	5
<b>3</b>	<b>Bodemopbouw</b>	<b>6</b>
3.1	Gebruikte gegevens	6
3.2	Typesondering	7
3.2.1	<i>Modelinrichting</i>	8
3.2.2	<i>Gebruikte meetpunten voor modellering</i>	9
<b>4</b>	<b>Opbouw modelparameters</b>	<b>10</b>
4.1	Tijd	10
4.2	Spreidingslengte	10
4.3	Boundary	10
4.4	k-waarden	10
4.5	Diepteligging lagen	13
4.6	Porositeit	13
4.7	Grondwaterstand en oppervlaktewater	14
4.7.1	<i>Oppervlaktewater</i>	14
4.7.2	<i>Neerslag/verdamping</i>	14
4.7.3	<i>Grondwaterstanden</i>	14
4.8	Onttrekkingsmiddelen	14
4.9	Damwandkuip	15

Bijlage 1 K-waarden kaartjes



# **1 Algemeen**

## **1.1 Inleiding**

Om de effecten van de aanleg op de lokale grondwaterstromen te kunnen bepalen is een grondwatermodel in MODFLOW gebouwd. Deze rapportage gaat in op de uitgangspunten die gehanteerd zijn om het model in te richten.

## **1.2 Randvoorwaarden modellering**

Grondwaterstudies in een binnenstedelijk gebied zoals dit in de omgeving van dit Datacenter aanwezig is, zijn, in verband met de vele ophogingen en grondroeringen, voor een deel indicatief van aard. Ook dit grondwatermodel geeft alleen een indicatie van de verwachte grondwaterstanden en grondwaterstroming. Hiernaast geeft ze een indicatie van de grootte van de optredende effecten ten gevolge van de realisering van het Datacenter (opstuwing- en verlagingseffecten).

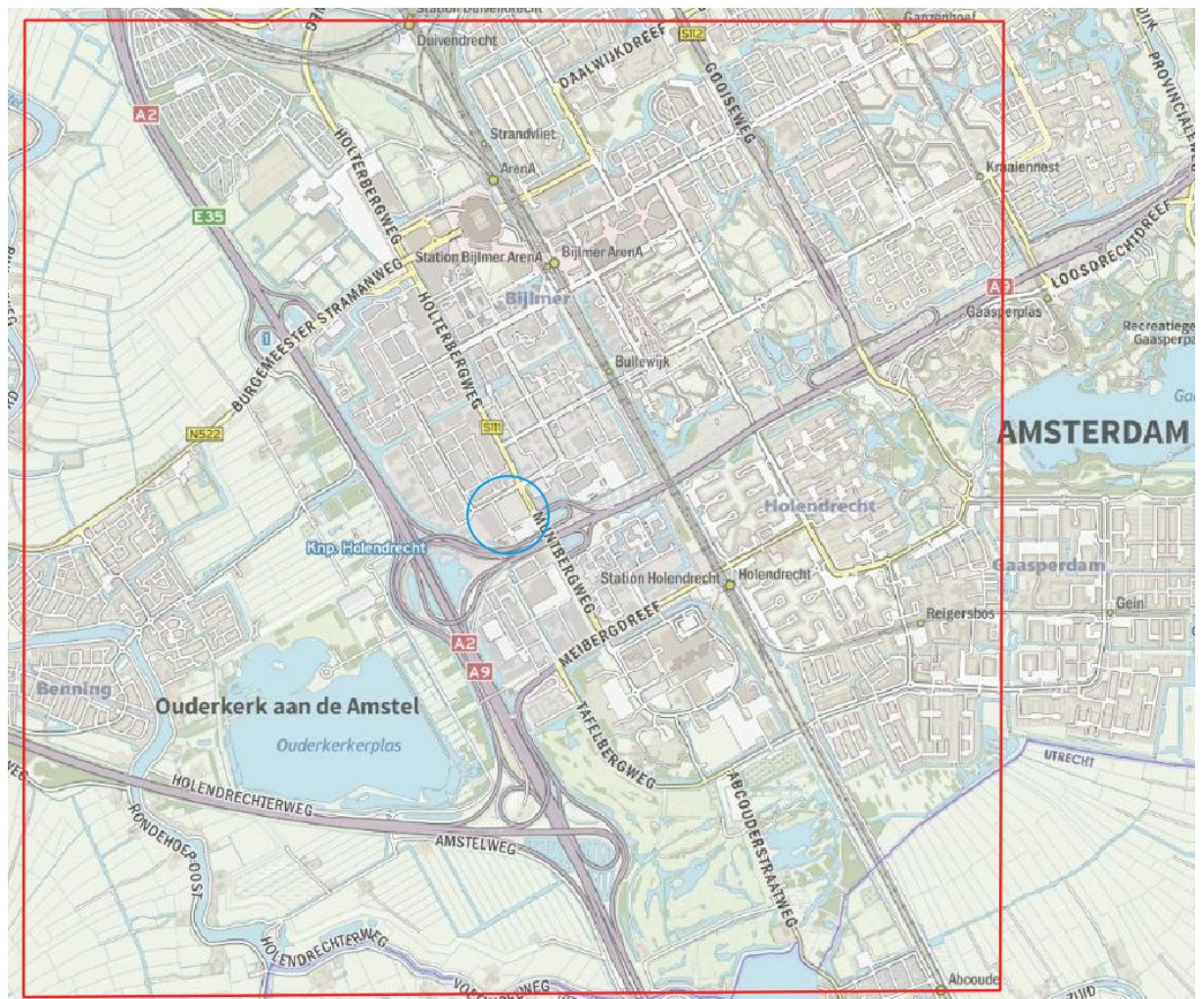
Een belangrijk uitgangspunt in deze modellering is het feit dat naarmate meer bodemonderzoek in het model wordt opgenomen de uitkomsten van berekeningen en toekomstscenario's dichter bij de werkelijkheid zullen komen te liggen.

## 2 Uitgangspunten

### 2.1 Kader

Het model is opgebouwd met 19 lagen waarvan elke laag een grootte heeft van 502\*503 cellen. De individuele celgrootte bedraagt 10\*10 meter. Hiermee heeft het model een totale grootte van 5020\*5030 meter en is ze opgebouwd uit in totaal  $0,48 \cdot 10^9$  cellen.

In figuur 2.1 is het modelkader ten opzichte van het Datacenter weergegeven.



Figuur 2.1 Modelkader (rood), projectlocatie in blauwe cirkel

## 3 Bodemopbouw

### 3.1 Gebruikte gegevens

Voor de bouw van dit model is gebruik gemaakt van de volgende bronnen:

- Gegevens opgenomen in het DINOLoket van TNO
- Gegevens opgenomen in REGIS van Deltares/TNO
- Gegevens ingewonnen voor dit project
- Gegevens uit nabijgelegen projecten (o.a. IXAS)

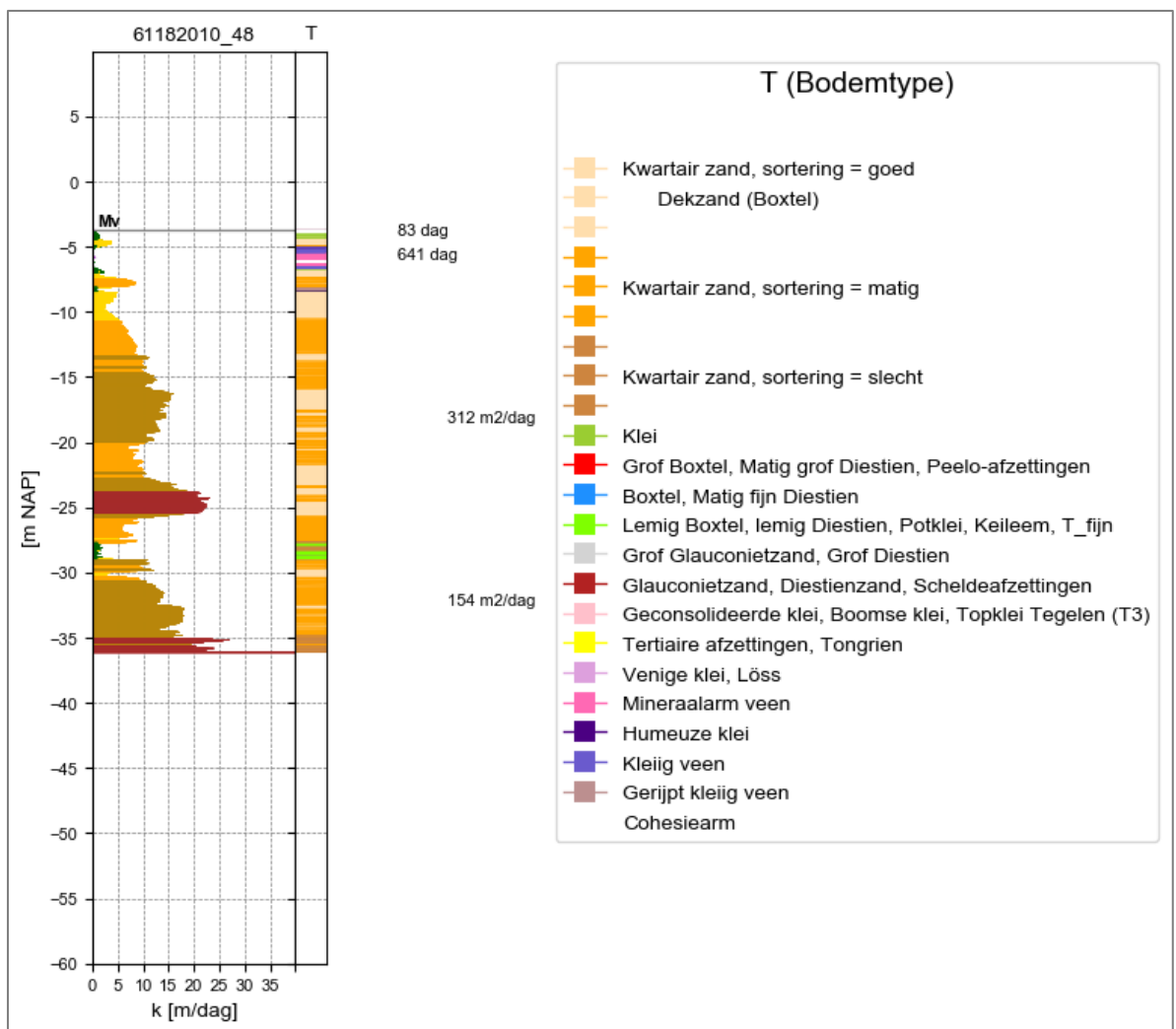
In figuur 3.1 zijn de lokale sondeerlocaties opgenomen.



**Figuur 3.1** Lokale sondeerlocaties. Sondering 48 binnen rode cirkel.

### 3.2 Typesondering

Aan de hand van sondering 61182010\_48 wordt de bodemopbouw globaal beschreven. In figuur 3.2 is een bewerking van deze sondering opgenomen waarin de ingeschatte k-waarde [m/dag]; de KD-waarde [m<sup>2</sup>/dag] van de verschillende aquifers en de weerstand [dagen] worden aangegeven. Verder is het bijbehorende bodemtype (T) in de figuur aanwezig.



Figuur 3.2 Typesondering, interpretatie bodemopbouw

De KD-waarde van het pakket onder -8 [m NAP] bedraagt, op basis van pomprouwen uit de regio maximaal 900 [m<sup>2</sup>/dag] <sup>1</sup>

<sup>1</sup> RWZI AMSTELVEEN NADER GEOHYDROLOGISCH ONDERZOEK BRONBEMALING RWZI AMSTELVEEN, ASV.14.9.1, DEVENTER, WITTEVEEN & BOS, 1989, 18 BLZ.

Vanaf het maaiveld (rond -4 [m NAP]) tot aan circa -8 [m NAP] bevinden zich in het gebied vooral slecht doorlatende grondlagen (klei/veen) van Holocene ouderdom. Daaronder (-8 tot -15 [m NAP]) bevindt zich een laag fijnzandig tot matig fijnzandig materiaal wat als Formatie van Boxtel geklasseerd is binnen REGIS. Deze laag is Laat-Pleistoceen van ouderdom. Tussen -15 en -25 [m NAP] bevinden zich over het algemeen matig fijn tot matig grof (soms grof) materiaal wat te correleren is met fluviatiele afzettingen uit het Laat-Pleistoceen (Formatie van Kreftenheye). Lokaal ligt hieronder een kleiige tot fijnzandige laag die wordt toegerekend aan de Eemafzettingen. Deze laag is niet continu aanwezig onder de projectlocatie en kan niet worden aangemerkt als een waterremmende laag. Hieronder bevinden zich matig grove tot grove fluviatiele afzettingen die behoren tot de Formaties van Urk en Sterksel.

### *3.2.1 Modelinrichting*

In het model worden de verschillende bodemlagen ingebracht als lagen van minimaal 2 meter dik waarin op basis van de meetpunten het verloop van de doorlatendheid in is opgenomen. Deze methode wordt nader toegelicht in hoofdstuk 4.



### 3.2.2 Gebruikte meetpunten voor modellering

In figuur 3.3 zijn de meetpunten opgenomen die gebruikt zijn bij de totstandkoming van de modellagen.



Figuur 3.3 Gebruikte meetpunten

## **4 Opbouw modelparameters**

### **4.1 Tijd**

Het model is steady state doorgerekend. Een tijdsafhankelijk componentis per bemaling ingebouwd door de maximale duur in de module “time” op 28 of 60 dagen te stellen. Hiermee wordt een worst case scenario voor de verlagingen bepaald.

### **4.2 Spreidingslengte**

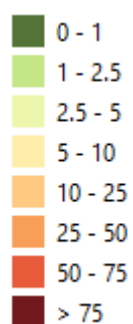
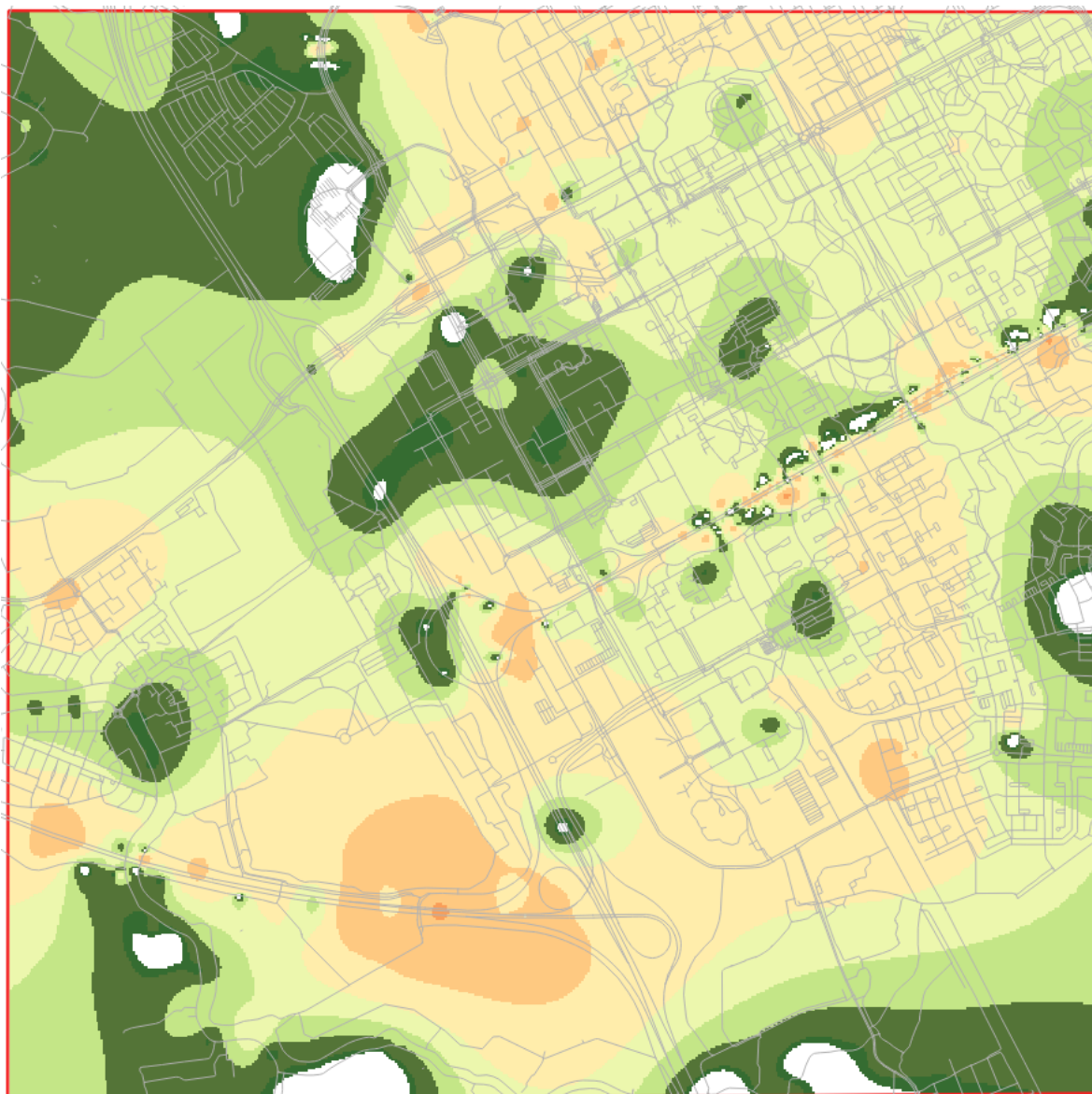
Op basis van de KD-waarde van de nabijgelegen pompproef (874 [m<sup>2</sup>/dag]) en de weerstand van de deklaag in de typesondering (784 dagen) bedraagt de spreidingslengte 828 meter. De afstand tot de modelrand (2500 meter) is dan 3\*spreidingslengte.

### **4.3 Boundary**

Het buitenkader is in het model opgenomen als IBOUND=-1. Hierdoor kan in voorkomend geval het grondwatermodel sterk gaan hangen aan de randen. Gezien de beperkte dikte van het freatisch vlak en de gekozen modelgrootte in combinatie met het doel van het model (debietbepaling) is dit een acceptabel uitgangspunt.

### **4.4 k-waarden**

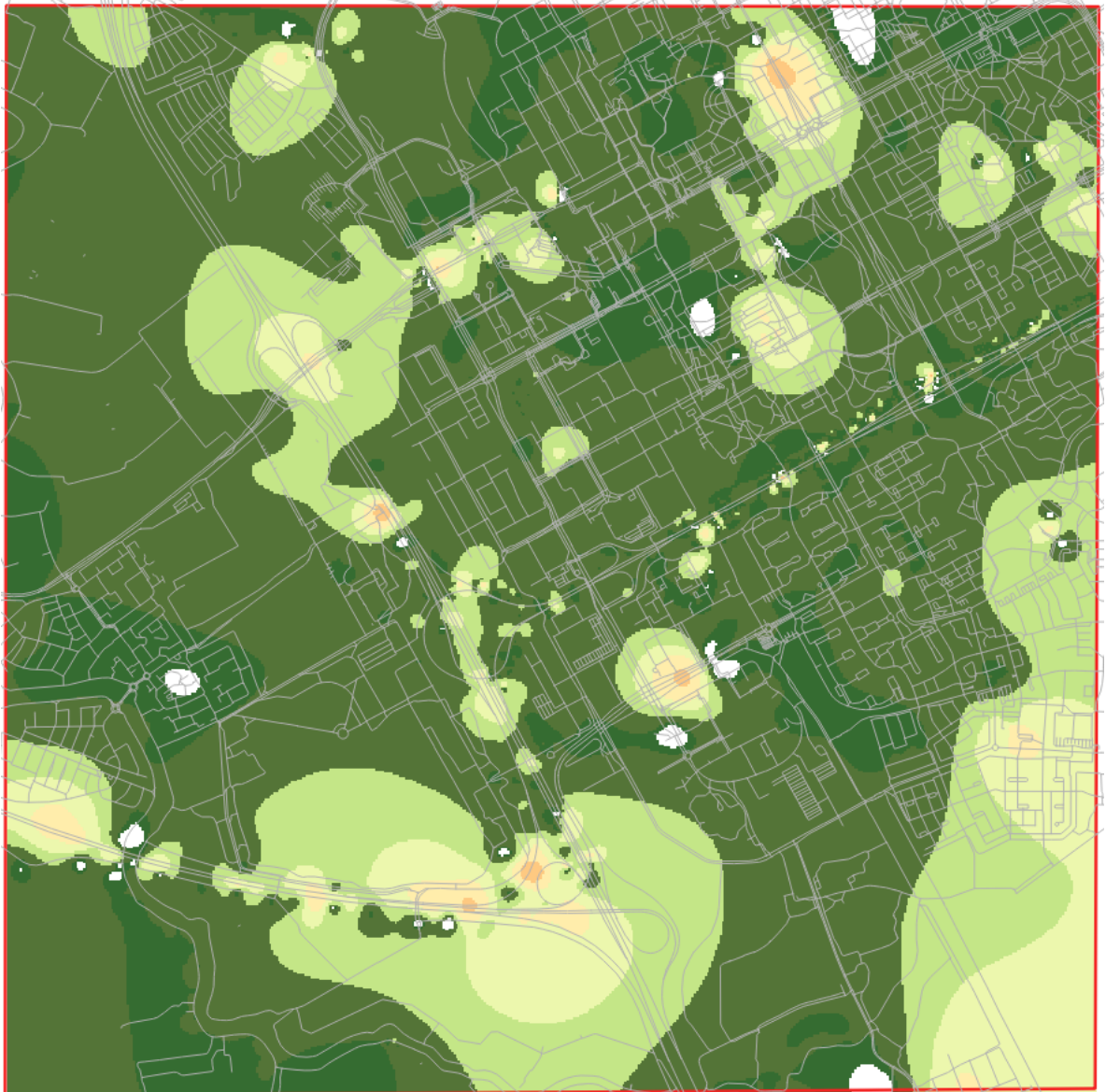
Op basis van circa 1580 boringen en sonderingen in het modelgebied is met behulp van Python een serie (19) inputfiles voor MODFLOW samengesteld waarin de laagopbouw per 2 meter NAP is opgenomen. Opgemerkt wordt dat deze wijze van bepalen van k-waarden (uit boringen en sonderingen) vanzelfsprekend geen exacte waarden geeft, maar een indicatie op basis van algemeen gehanteerde vuistregels (zie bijvoorbeeld het Grondwaterzakboekje of REGIS). In modelstudies wordt aangenomen dat de lokale variatie in de k-waarde bepalender voor grondwaterstroming is dan generieke afwijking (te hoog of te laag) in die k-waarden. In figuur 4.1 is een voorbeeld van de laag (modellaag 1) tussen -2 / -4 [m NAP] opgenomen.



*Figuur 4.1 k-waarden op basis van boringen en sonderingen in [m /dag]*



Modellaag 3 (tussen -6/-8 [m NAP]) ligt volledig in het Hollandveen en wordt voor deze modelstudie beschouwd als deklaag. Ook hier komen nog meer doorlatende delen voor.



*Figuur 4.2 k-waarde modellaag 3*

In het model is per laag  $k_{\text{hor}}$  gelijkgesteld aan  $k_{\text{ver}}$ . In bijlage 1 zijn alle modellagen opgenomen. Modellaag 19 ligt tussen -38 /- 85 [m NAP] om aan een met de pompproef vergelijkbare KD te komen. In Bijlage 1 is de kaart met de totale berekende KD van het watervoerende pakket opgenomen.

#### 4.5 Diepteligging lagen

De volgende diepteligging per modellaag is gehanteerd

Laag	Top [m NAP]	Onderzijde [m NAP]
1	-2	-4
2	-4	-6
3	-6	-8
4	-8	-10
5	-10	-12
6	-12	-14
7	-14	-16
8	-16	-18
9	-18	-20
10	-20	-22
11	-22	-24
12	-24	-26
13	-26	-28
14	-28	-30
15	-30	-32
16	-32	-34
17	-34	-36
18	-36	-38
19	-38	-85

#### 4.6 Porositeit

Voor de cellen waarvoor geldt  $k > 1$  is een effectieve porositeit van 0.25 aangehouden, voor cellen met een  $k < 1$  is een effectieve porositeit van 0,05 aangehouden. Voor cellen boven het maaiveld (die bijvoorbeeld in modellaag 1 zullen voorkomen, is een effectieve porositeit van 1 aangehouden (dus 100 % open). Dit laatste is een trucje om aan Modflow duidelijk te maken dat in deze cellen geen grondwaterstroming belemmerd wordt.

## 4.7 Grondwaterstand en oppervlaktewater

### 4.7.1 Oppervlaktewater

Het oppervlaktewater is buiten de modellering gelaten. Uitgangspunt is dat er weinig interactie zal zijn tussen de singels en sloten (die vaak en in de deklaag liggen en voorzien zijn van een dikke sliblaag)

### 4.7.2 Neerslag/verdamping

Deze zijn niet gemodelleerd.

### 4.7.3 Grondwaterstanden

In modellaag 1 is de lokale freatische grondwaterstand gehanteerd (-4,2 [m NAP]) in de overige modellagen is op basis van peilbuizen uit het DINOLoket van TNO en de Waternetdatabase een waarde van -4,0 [m NAP] (GHG) ingevoerd.

## 4.8 Onttrekkingsmiddelen

De bemaling voor dit project is onder te verdelen in 2 onderdelen:

De doorlooptijden van de verschillende onderdelen zijn indicatief, alle verlagingen zijn vanaf GHG gerekend. Voor de bemaling van 4.1.1 (Datacenter) wordt uitgegaan van een open ontgraving en bemaling met drains en/of vacuümfilters, voor de bemaling van 4.1.2 (Dieseltanks) en 4.1.3. (Waterkelder) wordt uitgegaan van een deepwellbemaling binnen een damwandkuip (met open bodem). Het afvoeren van het debiet is voorzien met behulp van DSI retourbemaling op een terrein net ten noorden van deze bemalingen (het zogenaamde AM-10 terrein). In figuur 4.1 zijn de verschillende te bemalen onderdelen opgenomen.

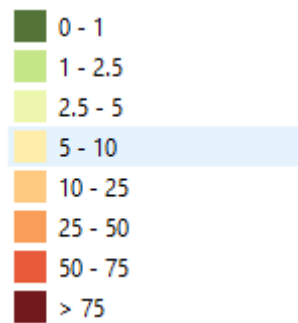
Bemaling	Type in model	Duur	modellaag
<b>Datacenter</b>	Drains diepte -6,5 [m NAP]; k=75 [m/dag]	60 dagen	3
<b>Dieseltanks / Waterkelder</b>	Deepwells binnen kuip in modellaag 6	28 dagen	6
<b>DSI bronnen</b>	Infiltratiepunten in modellaag 12 50 meter ten noorden van de kuip	28 dagen	12

#### **4.9 Damwandkuip**

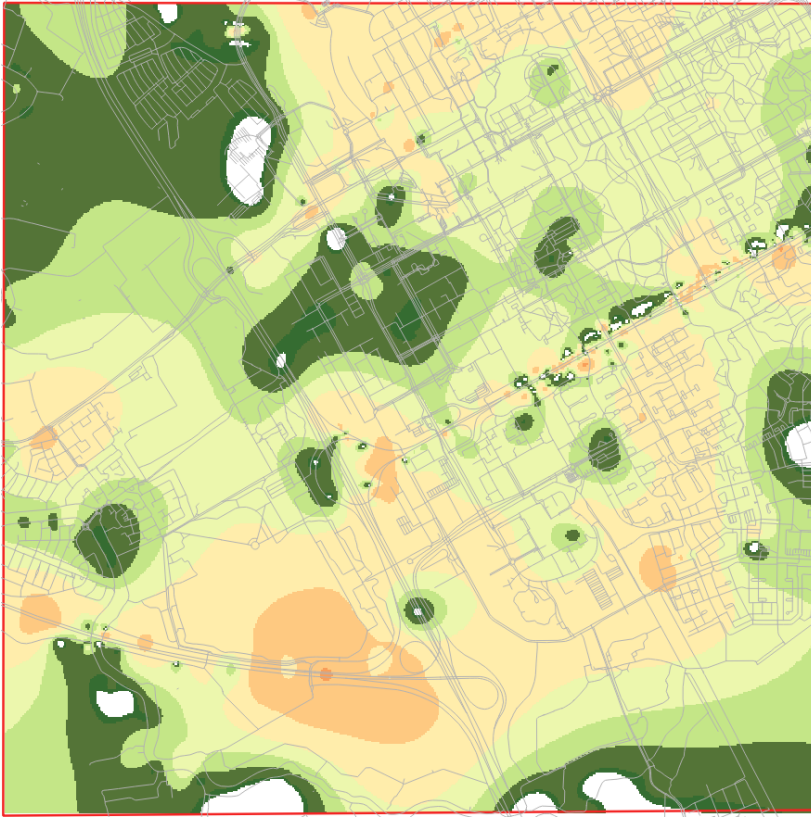
Deze is op de locatie van de dieseltanks en de waterkelder in het model ingebracht tussen modellaag 1 tot en met 7 als horizontaal barrier.

## Bijlage 1 K-waarde Modellen

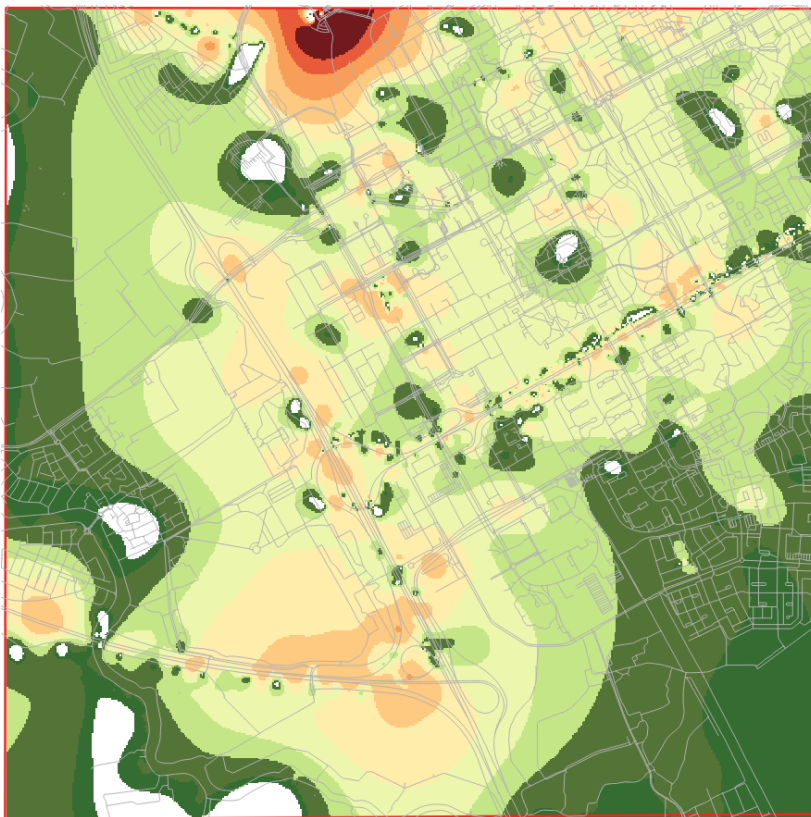
Legenda ;



k-waarde in [m/dag]



-2/-4 [m NAP]

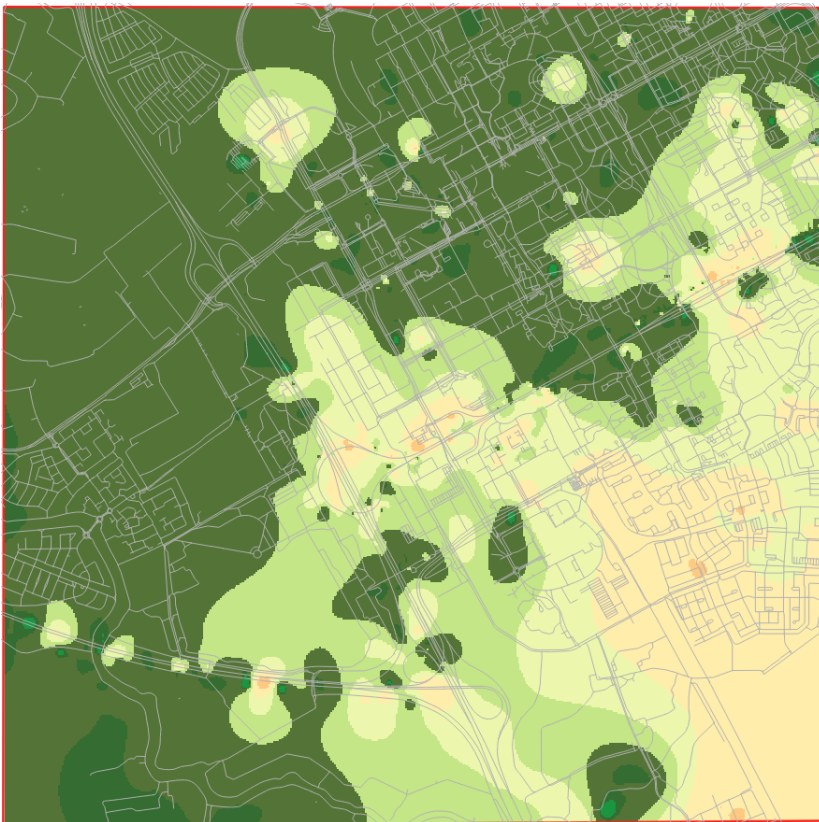


-4/6 [m NAP]

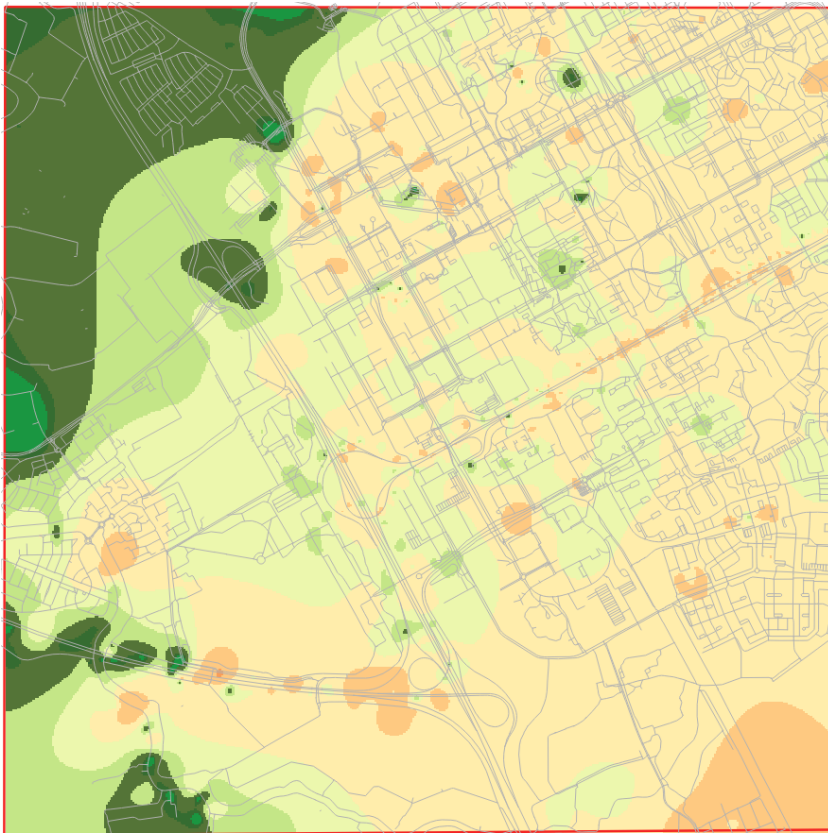




-6/-8 [m NAP]

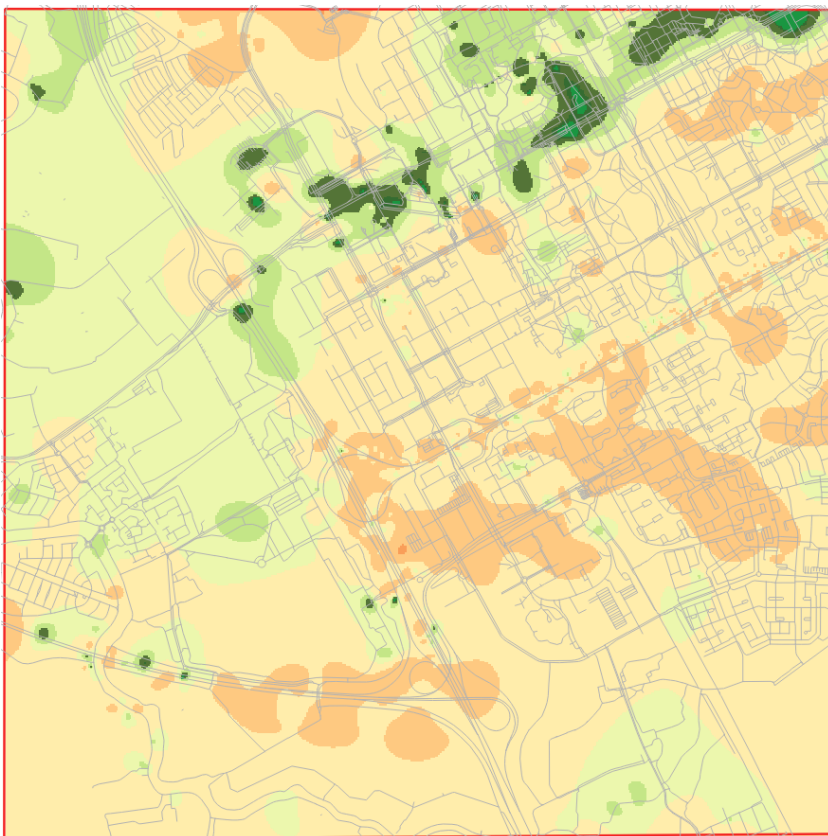


-8/-10 [m NAP]



5

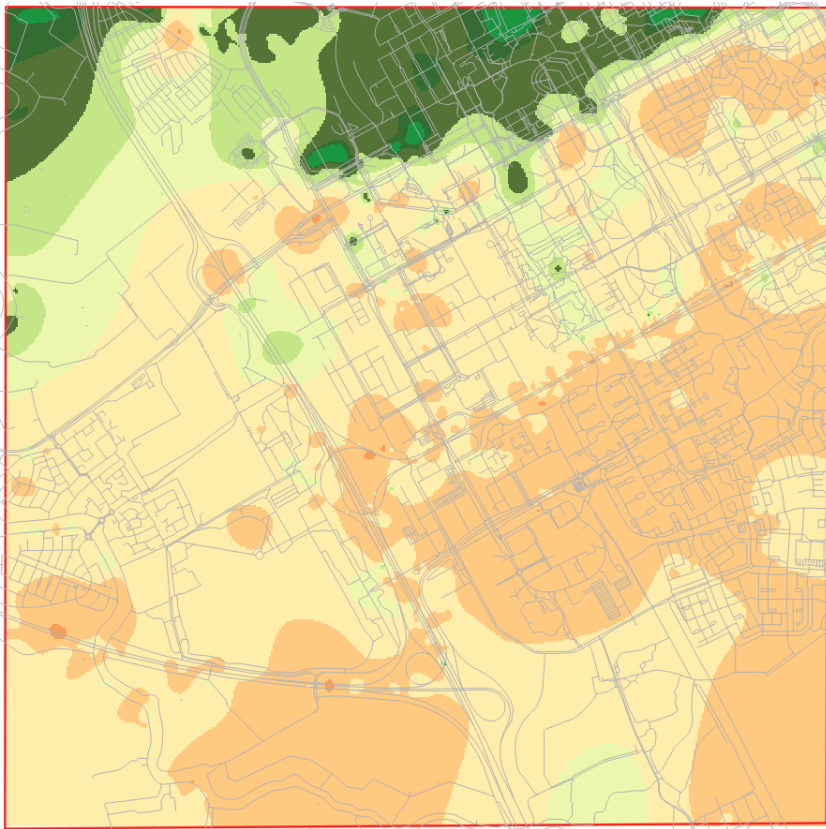
-10/-12 [m NAP]



6

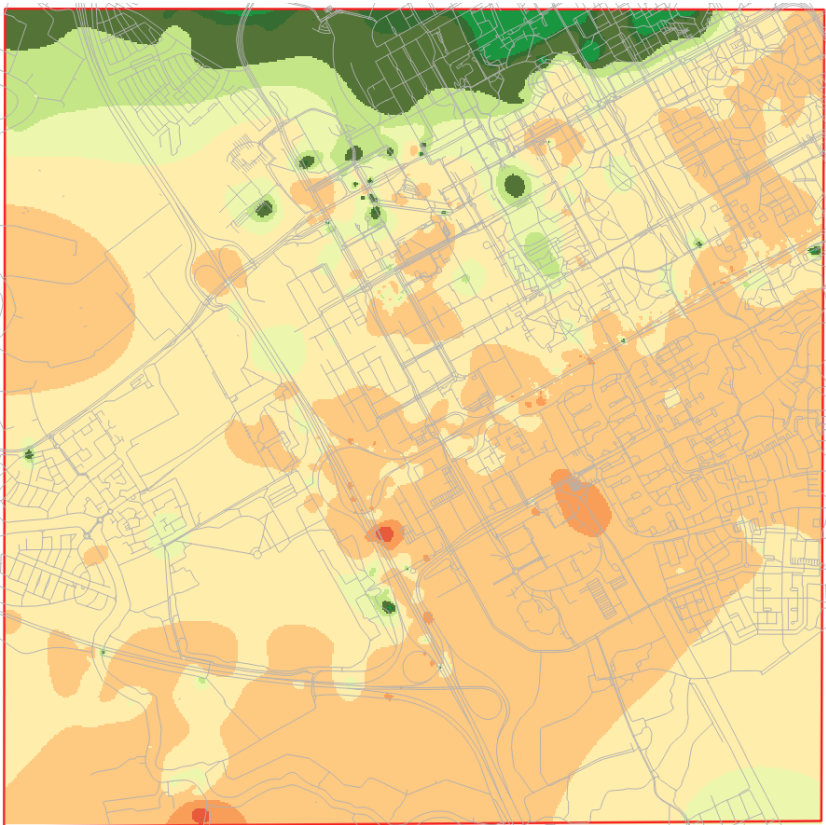
-12/-14 [m NAP]





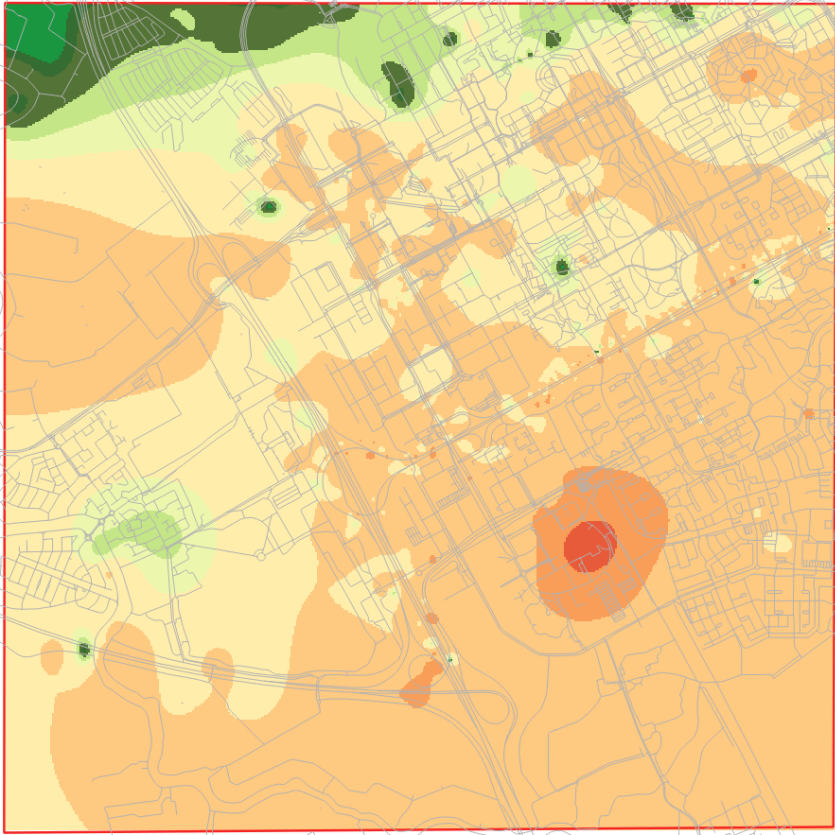
7

-14/-16 [m NAP]



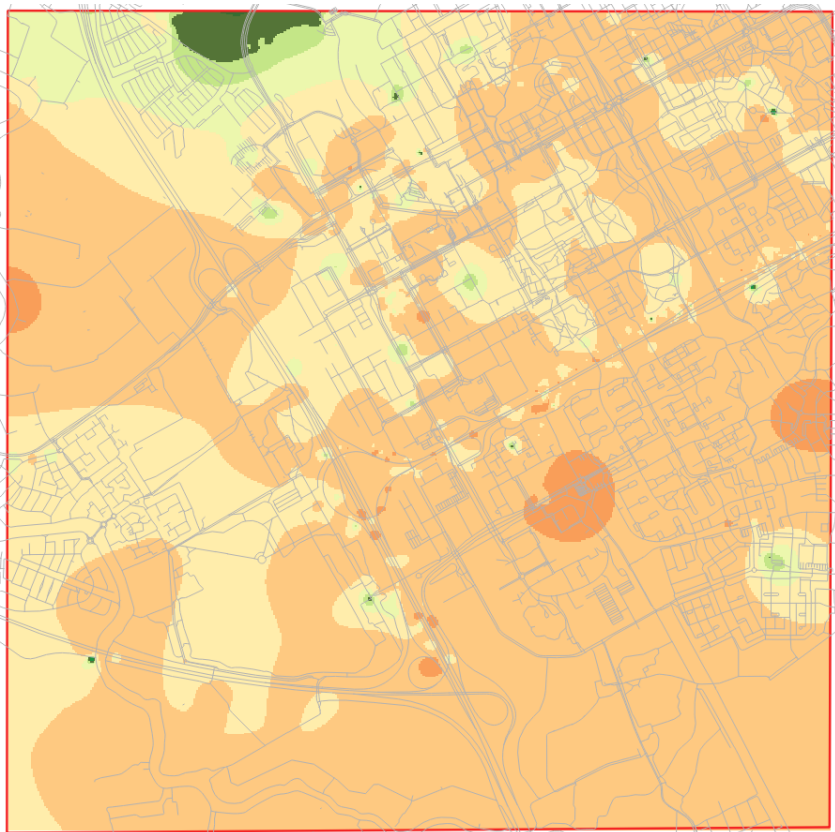
8

-16/-18 [m NAP]



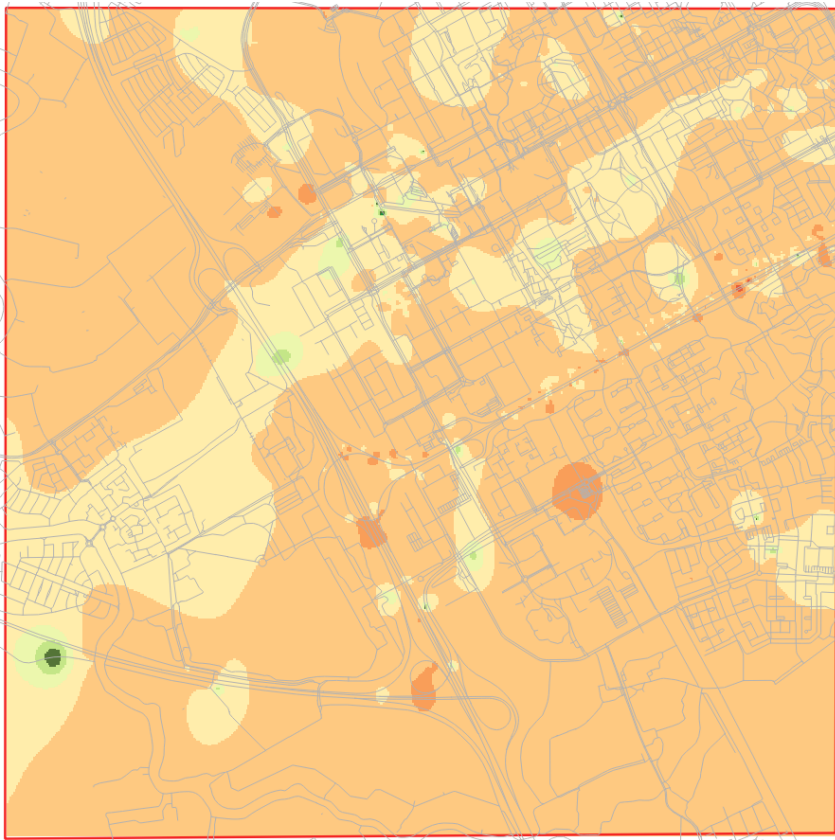
9

-18/-20 [m NAP]



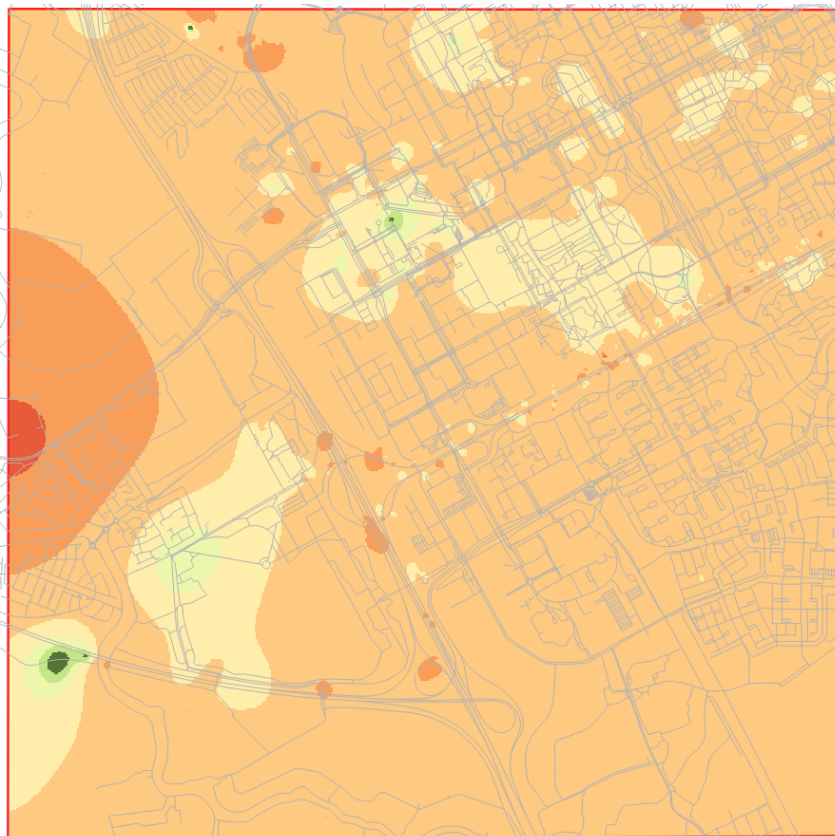
10

-20/-22 [m NAP]



11

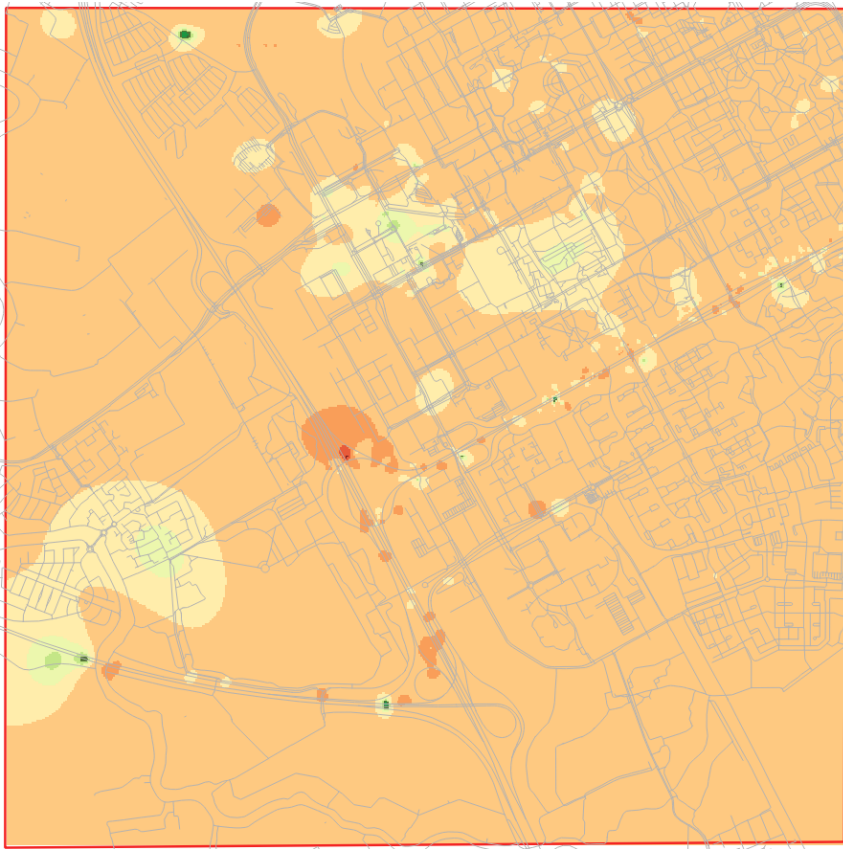
-22/-24 [m NAP]



12

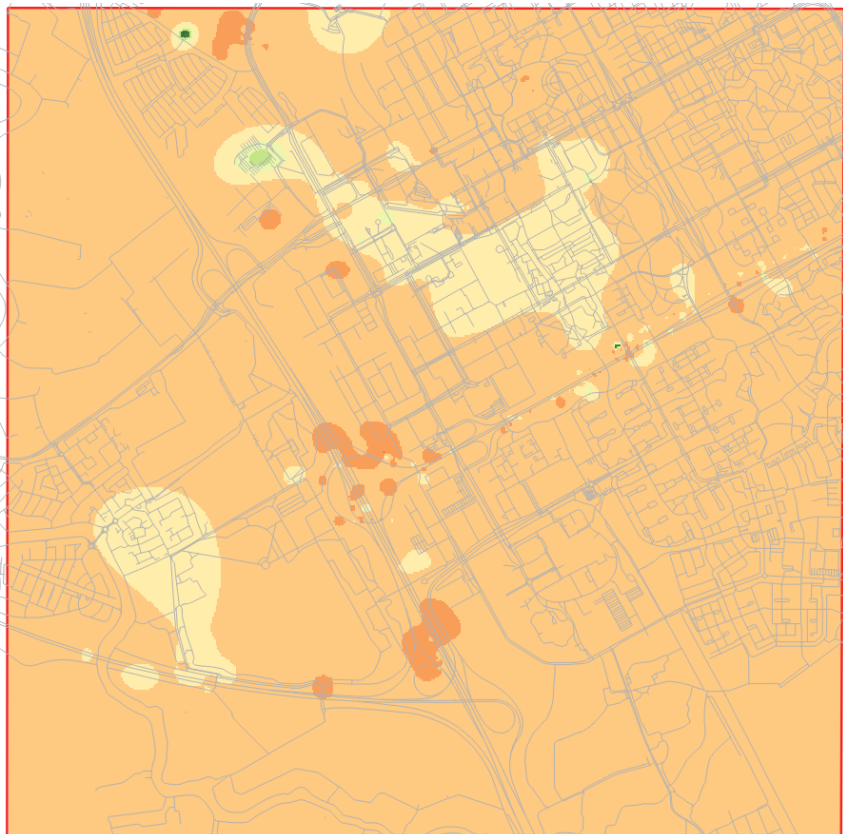
-24/-26 [m NAP]





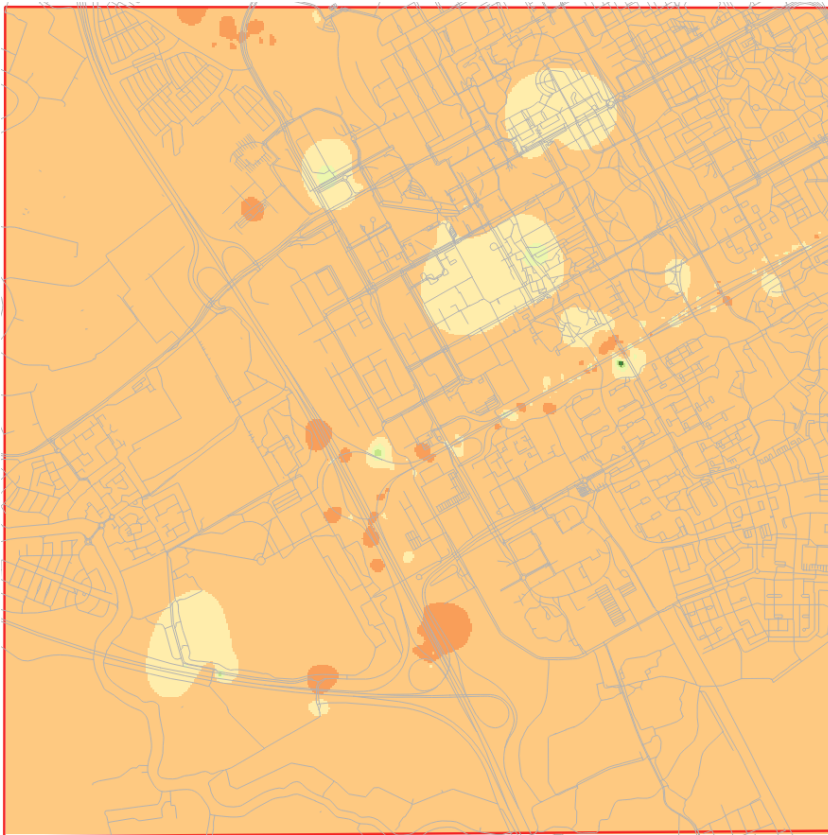
13

-26/-28 [m NAP]



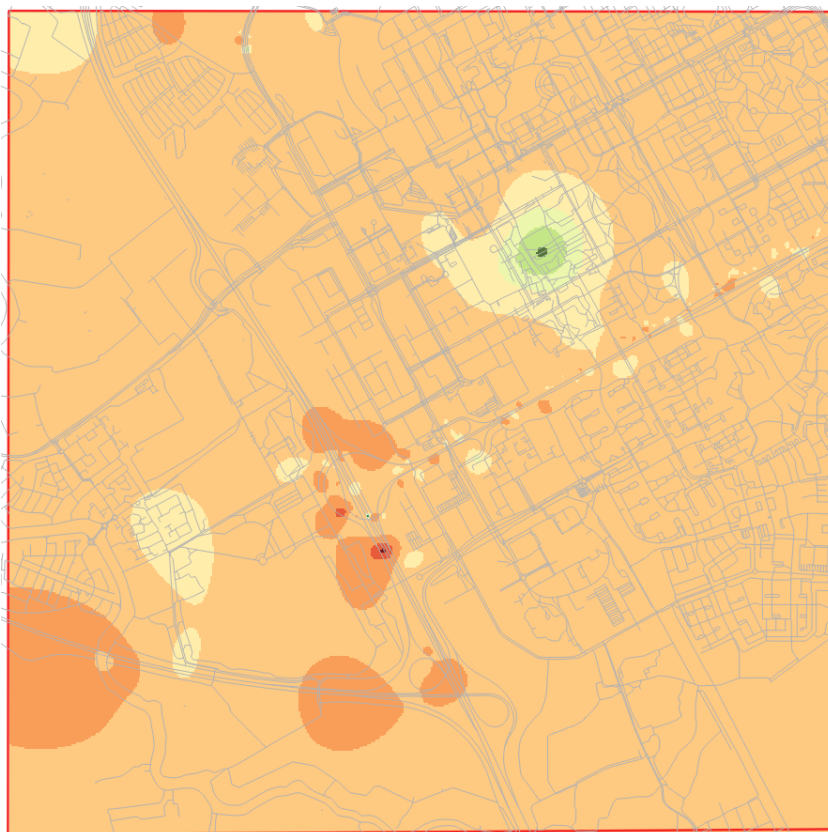
14

-28/-32 [m NAP]



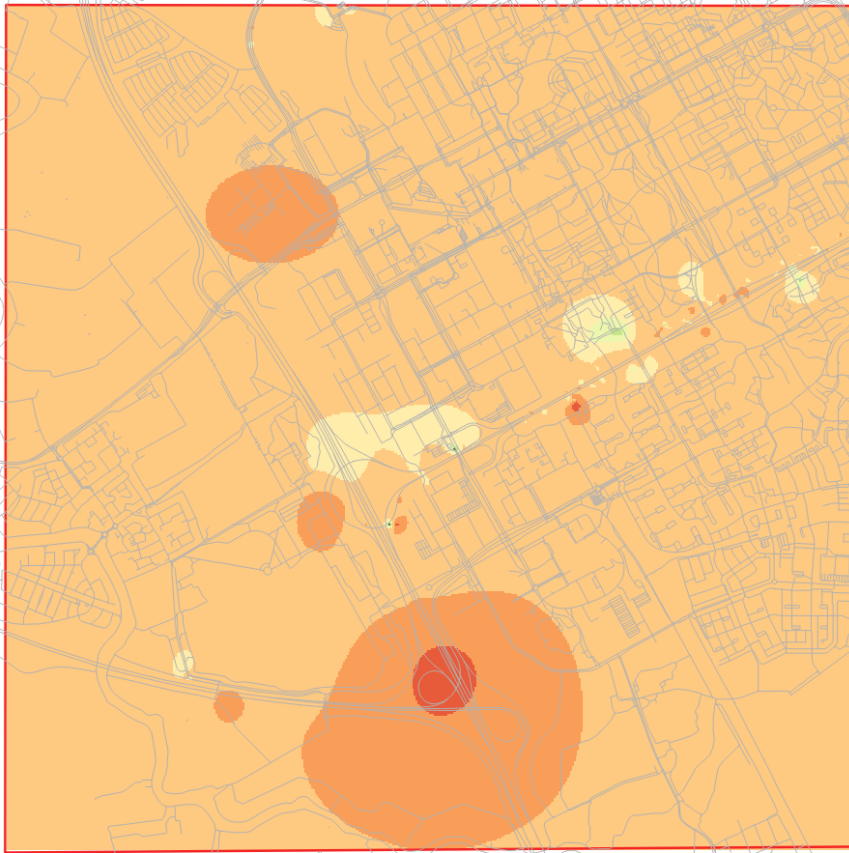
15

-30/-32 [m NAP]

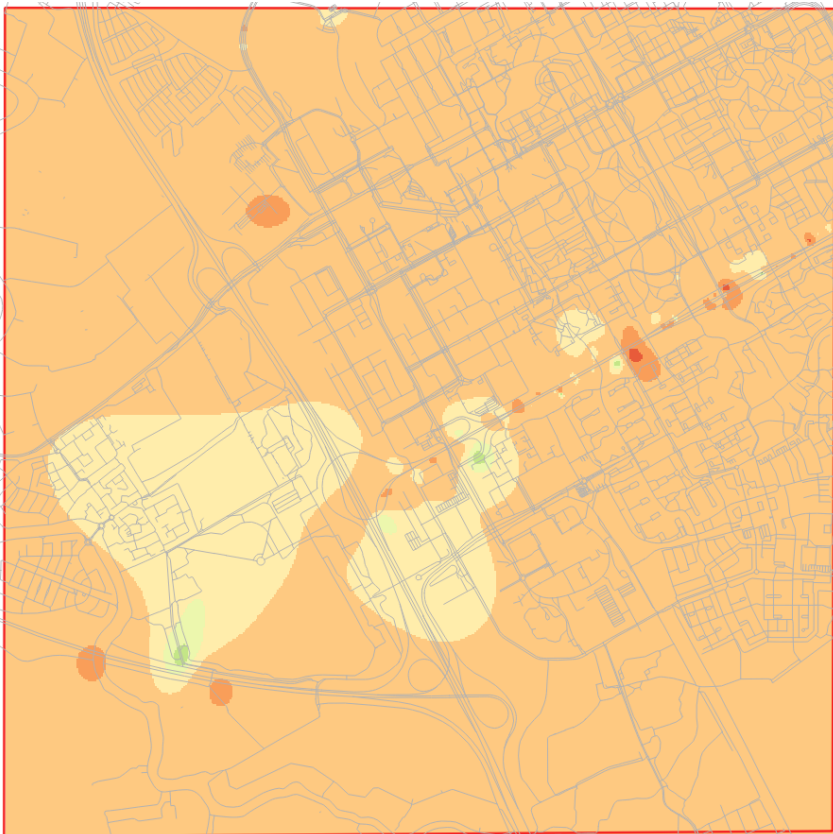


16

-32/-34 [m NAP]

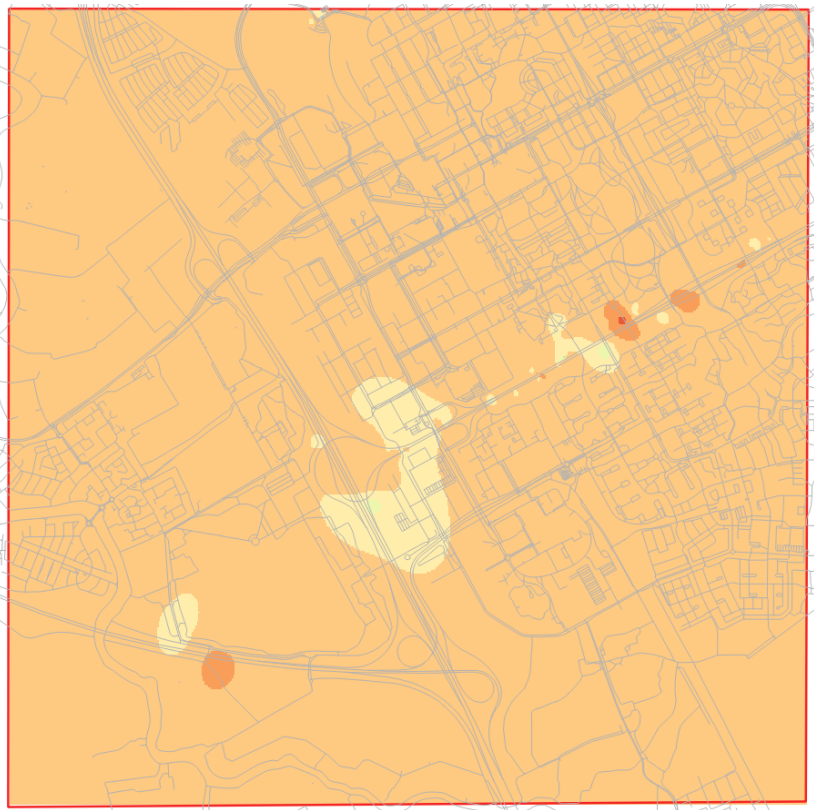


17 -34/-36 [m NAP]



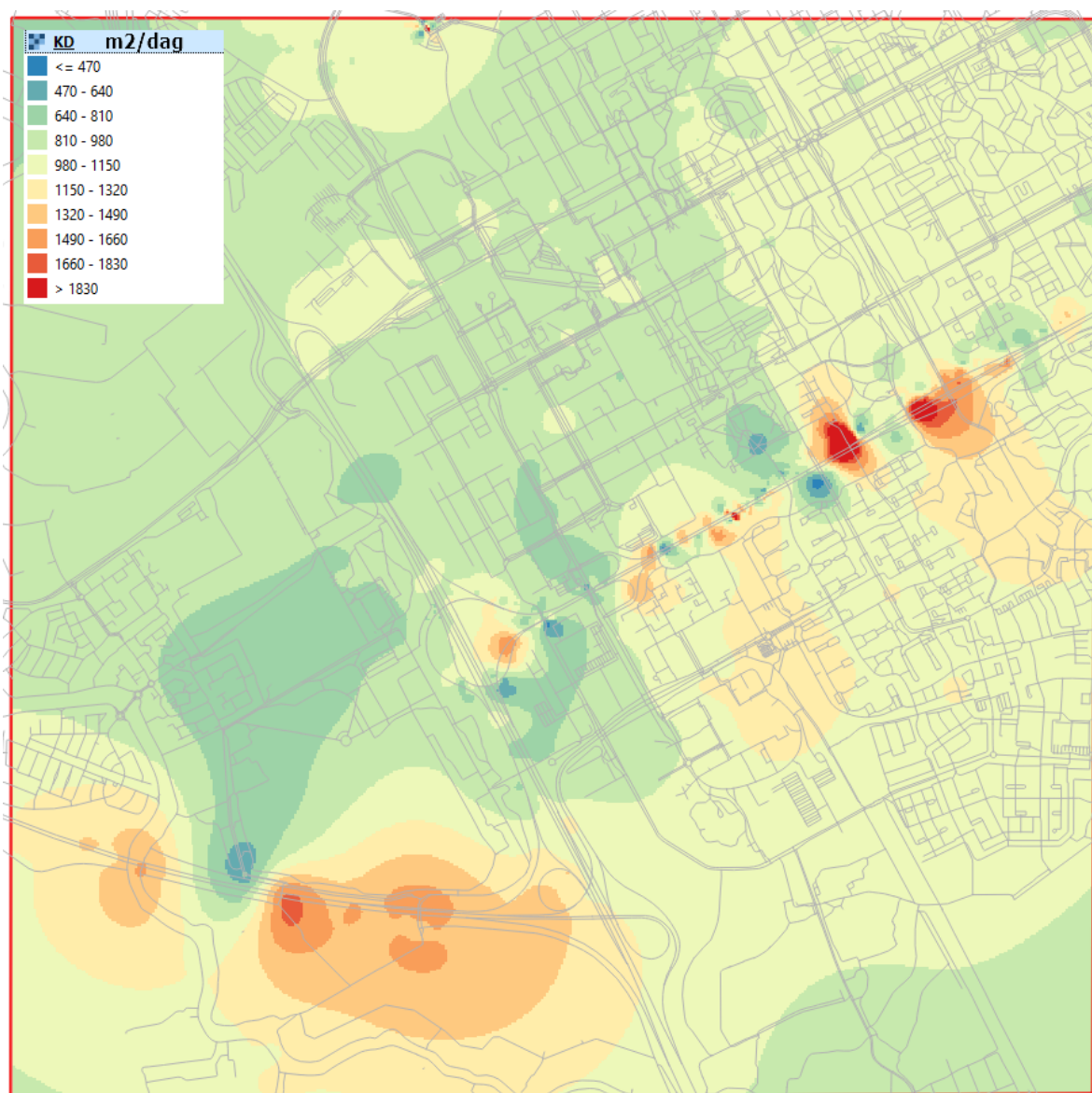
18 -36/-38 [m NAP]





19

-38/-85 [m NAP]



Totale KD 1<sup>e</sup> WVP (tussen -8/-85 [m NAP] in [m²/dag]



## **Bijlage 4   Zettingsberekening**

Voor bepaling van maaiveldzettingen als gevolg van de bemaling is uitgegaan van het volgende:

- Bodemopbouw gebaseerd op sondering 61182010\_49, zie ook onderstaand tabel;
- Grondparameters gebaseerd op het Geotechniek Uitgangspuntendocument A9, Gaasperdammerweg (A9GDW-DOC-00413, revisie 2.0), zie ook onderstaand tabel;
- GLG topzandlaag is NAP -4,2 m;
- GLG 1<sup>e</sup> WVP is NAP -4,3 m;
- Zettingberekeningen zijn uitgevoerd met D-Settlement (auteur: Deltares, versie 19.1);
- Zettingen zijn bepaald met het NEN-Bjerrummodel;
- GWS-verlagingen zijn gemodelleerd als belastingen op maaiveldniveau;
- Bemalingen zijn beschouwd als op zichzelf bestaande bemalingen.
- Datacenter:
  - bemalingsduur is 60 dgn;
  - ter plaatse van bouwkuip wordt bemalen tot NAP -6,5 m;
  - wordt maximaal ontgraven tot NAP -6,2 m;
  - maximale freatische grondwaterstandverlaging ter plaatse van de bouwkuip ten opzichte van GLG is 2,25 m
  - daar het een open bouwkuip betreft (zonder damwanden) is het ontgravingseffect verdisconteerd in de zettingsberekening
- Dieseltanks:
  - bemalingsduur is 28 dgn;
  - bouwkuip wordt in damwanden uitgevoerd met onderkant op NAP -17,5 m;
  - onttrekkingsfilters staan binnen de bouwkuip, waarbij onderkant filters boven de onderkant van de bouwkuip staan;
  - ter plaatse van bouwkuip wordt bemalen tot NAP -9,75 m (= ca. 0,3 m -ontgravingbodem);
  - door toepassing van het DSI-systeem is de GWS-verlaging direct naast de bouwkuip in het 1<sup>e</sup> WVP beperkt tot ca. 1 m t.o.v. GLG

Laag [-]	B.k. laag [m+NAP]	$\gamma / \gamma_{\text{sat}}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	CR [-]	RR [-]	C $\alpha$ [-]	Cv [m <sup>2</sup> /s]
ZAND, losgepakt	-3,7	17 / 19	0,0115	0,0016	0,0000	---
VEEN	-4,9	11 / 11	0,3398	0,0346	0,0203	10x10 <sup>-8</sup>
KLEI, siltig	-5,7	15 / 15	0,2360	0,0738	0,0128	1x10 <sup>-8</sup>
ZAND, losgepakt	-6,6	17 / 19	0,0115	0,0016	0,0000	---
ZAND, matig gepakt	-7,0	18 / 20	0,0038	0,0005	0,0000	---
KLEI, siltig	-9,0	15 / 15	0,2360	0,0738	0,0128	1x10 <sup>-8</sup>
ZAND, matig gepakt	-9,5	18 / 20	0,0038	0,0005	0,0000	---

Berekeningsresultaten zijn in de volgende grafieken weergegeven. Op basis van deze grafieken kan worden geconstateerd dat er beperkte maaiveldzettingen worden verwacht als gevolg van de bemalingen.

