

Aannemingsbedrijf Chr. Van Arnhem en Zn
dhr. S. Jansen
Anthonie van Diemenstraat 36
4104 AE Culemborg

Notitie

1 Inleiding

1.1 Algemeen

In opdracht van Aannemingsbedrijf Chr. Van Arnhem en Zn heeft CRUX Engineering BV een damwandadvies opgesteld ten behoeve van het nieuwbouwproject De Zwaai kom te Oosterhout.

Op het eiland De Zwaai kom worden onder andere een appartementencomplex met half verdiepte kelder en rijen met woningen gerealiseerd. Voor de uitvoeringswerkzaamheden (ontgravingen/installatie van de funderingspalen) wordt in de watergang (Zwaai kom) een tijdelijke damwand aangebracht en achter de damwand met zand opgevuld waarop de heistelling wordt geplaatst. In deze notitie worden de uitgangspunten en resultaten van de damwandberekening beschreven.

Onderwerp

Damwandadvies tijdelijke
damwand De Zwaai kom te
Oosterhout

Projectnummer

21212

Ons kenmerk

NT21212a1

Versie

1

Datum

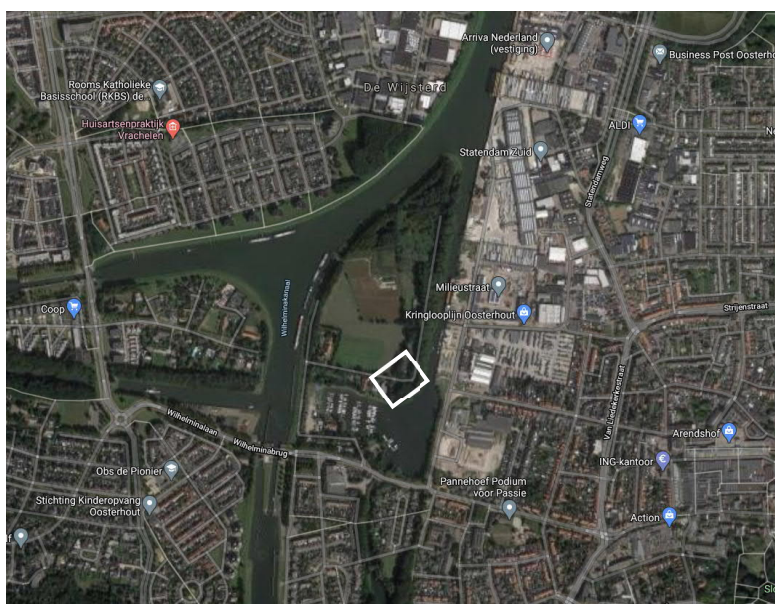
18 maart 2021

Pagina's

8

1.2 Projectlocatie en omgeving

De nieuwbouw bevindt zich op de hoek van het eiland De Zwaai kom te Oosterhout, zie Figuur 1. De nieuwbouw bestaat uit een woontoren met 7 bouwlagen. Onder en naast de woontoren wordt een halfverdiepte parkeerkelder gerealiseerd. In Figuur 2 is een dwarsdoorsnede van de kelder weergegeven.

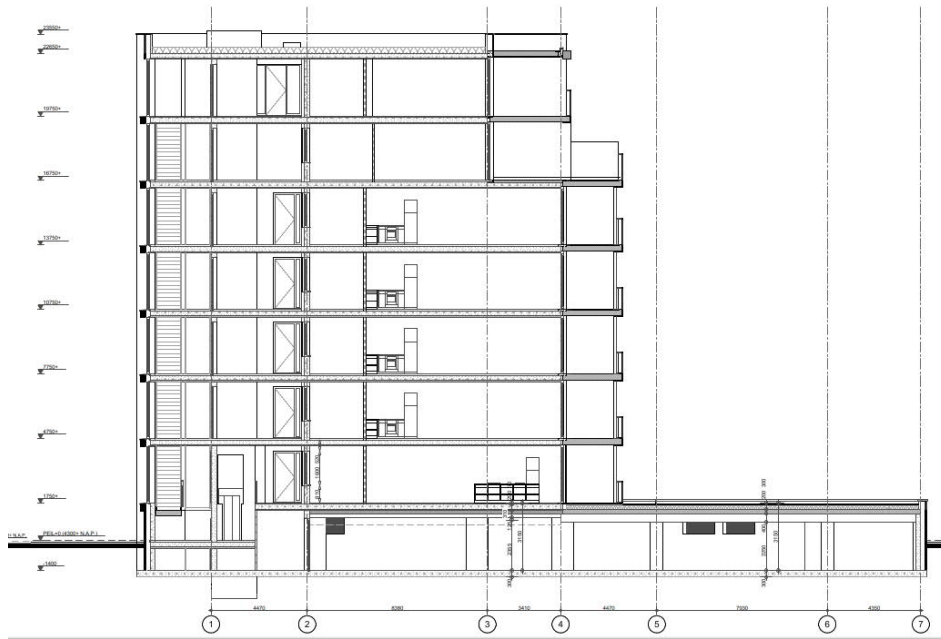


Figuur 1 Projectlocatie [Google Maps]

Aantal bijlagen: 2

Formulier

NT-006



Figuur 2 Ontwerptekening [1]

2 Uitgangspunten

2.1 Documenten

De volgende documenten zijn gehanteerd bij het opstellen van deze notitie:

- [1] Quadrant Architecten BNA; tekening Doorsneden technisch ontwerp; tekeningnummer 19951-TO-12; d.d. 14-12-2020.
- [2] IJB Geotechniek B.V.; Rapportage Geotechnisch Bodemonderzoek Oosterhout, locatie Zwaaiikom Nieuwbouw woningen; opdracht nummer 61200825; d.d. 13-05-2020.
- [3] Quadrant Architecten BNA; tekening Situatie technisch ontwerp; tekeningnummer 19951-TO-01; d.d. 14-12-2020.
- [4] NEN 9997-1+C2:2017 nl, Geotechnisch ontwerp van constructies
- [5] CUR 166, Damwandconstructies, 6edruk, 2012.
- [6] Adviesbureau voor Civiele techniek, Infrastructuur en Milieu; tekening Bestaande situatie kabels en leidingen; tekeningnummer 20180530.1-C10; d.d. 12-03-2021.
- [7] Rijkswaterstaat Waterinfo; Metingen waterhoogte oppervlaktewater Marksluis boven; geraadpleegd op 16-03-2021.

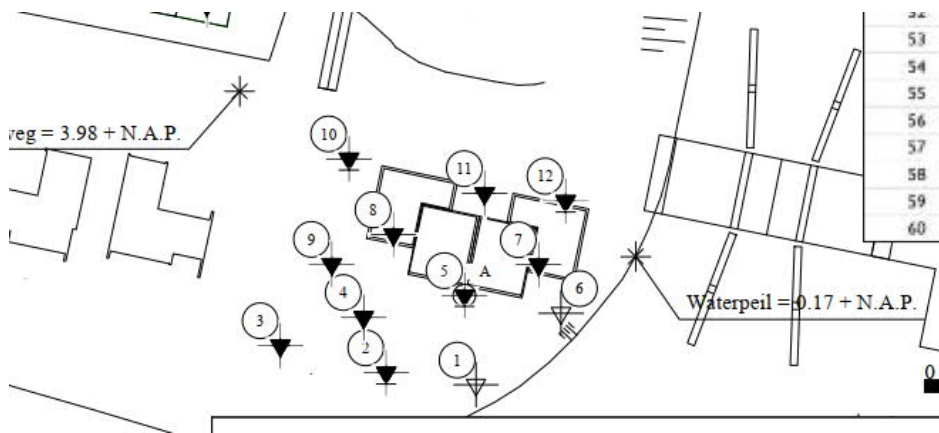
CRUX staat niet in voor de juistheid en/of volledigheid van de door derden verstrekte informatie en gegevens.

2.1 Programmatuur

Het toetsen van de sterkte van de damwanden is uitgevoerd met behulp van D-Sheet Piling 20.2, conform de ontwerpmethodiek beschreven in CUR166 (6e druk). Daarnaast zijn verschillende binnen CRUX gevalideerde Excel-sheets gehanteerd.

2.2 Grondonderzoek

Op de projectlocatie is door IJB Geotechniek B.V. grondonderzoek uitgevoerd bestaande uit in totaal 208 sonderingen en 10 boringen. Voor het ontwerp van de tijdelijke damwand is gebruik gemaakt van de nabij uitgevoerde sonderingen, zie Figuur 3. De maximaal verkende diepte bedraagt circa NAP -35 m.



Figuur 3 Sonderingen nabij locatie tijdelijke damwand [2]

De voor de berekening gebruikte sonderingen zijn in Bijlage 1 te vinden.

2.3 Bodemopbouw

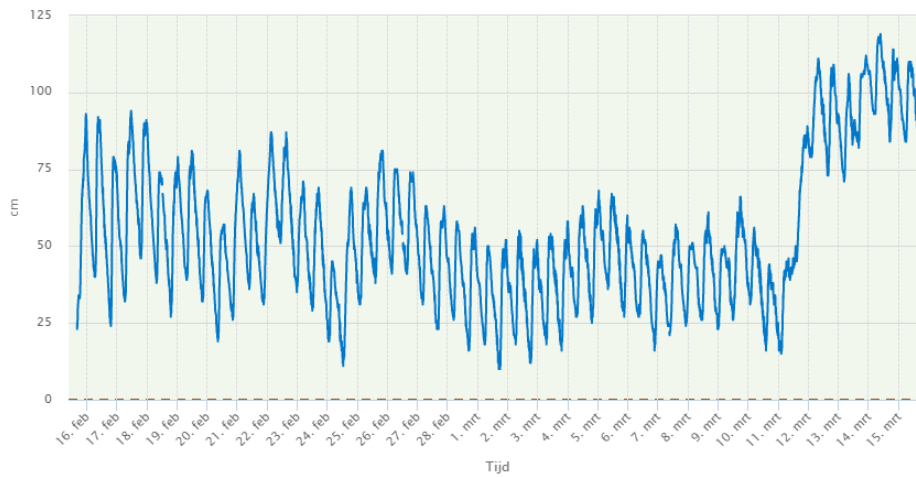
Ten tijde van het grondonderzoek varieerde de maaiveldhoogte ter plaatse van de sonderingen overwegend van NAP+3,0 m tot NAP+4,5 m. Op basis van de sonderingen kan de bodemopbouw lokaal worden geschematiseerd zoals is weergegeven in Tabel 1. De ondergrond is hoofdzakelijk zandig, met een laag klei of veen tussen NAP -2,0 en NAP -3,5 m.

Tabel 1 Globale bodemopbouw

Nr.	Grondtype	Conusweerstand [MPa]	B.k. laag [m NAP]
1	Ophooglaag zand	13	+3,5
2	Zand, los	5,5	+0,5
3	Klei humeus	0,5	-2,0
4	Zand, los	6,5	-3,1
5	Zand, vast	16	-8,5
6	Zand, matig	9	-11,5
7	Zand, vast	>19	-13,2

2.4 Grondwaterstand

In de berekening is een freatisch waterpeil gehanteerd van NAP +0,8 m. Dit is bepaald op basis van de actuele waterstand wat beschikbaar is op Waterinfo van Rijkswaterstaat [7]. In de fases waarbij de zandaanvulling achter de damwand is aangebracht, wordt in de Zwaairom een waterpeil van NAP +0,2 m aangehouden (ondergrens).



Figuur 4 Hoogte oppervlaktewater Marksluis boven (t.o.v. NAP)

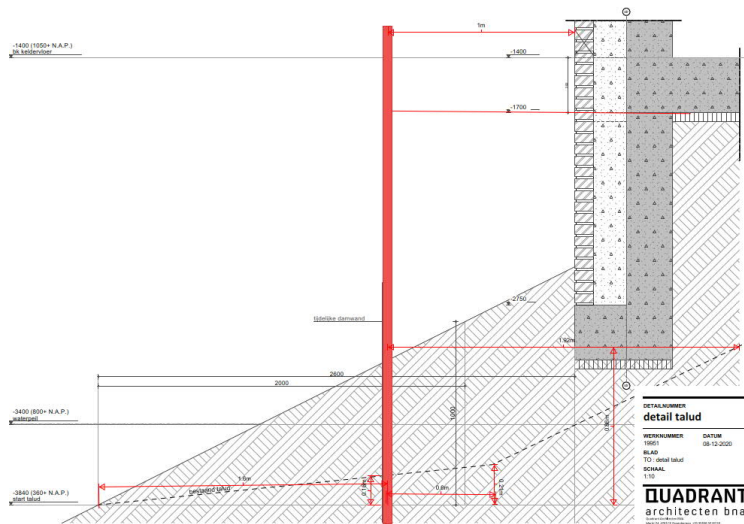
2.5 Locatie tijdelijke damwand

De locatie van de tijdelijke damwand is aangegeven in Figuur 5. De damwand bevindt zich alleen in de watergang (Zwaaikom).



Figuur 5 Locatie tijdelijke damwand [3]

De doorsnede ter hoogte van de tijdelijke damwand is in Figuur 6 weergegeven. Achter de tijdelijke damwand wordt een zandvulling aangebracht tot onderzijde van de kelder op NAP +2,6 m (Peil -1,7 m).



Figuur 6 Doorsnede t.h.v. tijdelijke damwand

De bodemdiepte ligt, conform inmetingen [6], op NAP -4,12 m. In D-Sheet Piling is dwarsdoorsnede 17 aangehouden voor de schematisering van de doorsnede.

3 Berekeningen damwand

3.1 Grondopbouw en grondparameters

In Tabel 2 zijn de gehanteerde parameters en de bodemopbouw weergegeven. De opbouw is gebaseerd op sondering 12 die maatgevend is voor de tijdelijke damwand. De parameterset is gebaseerd op ervaringsdata en tabel 2b uit NEN9997-1+C2:2017.

Tabel 2 Grondopbouw o.b.v. sondering 12 en parameterset

Grondsoort	Bovenkant laag [NAP m]	$\gamma/\gamma_{\text{sat}}$ [kN/m ³]	ϕ' [°]	c' [kN/m ²]	k_1 [kN/m ³]	k_2 [kN/m ³]	K_3 [kN/m ³]
Ophooglaag zand	+3,5	17,0/19,0	27,5	0	12.000	6.000	3.000
Zand, los	+0,5	17,0/19,0	30,0	0	12.000	6.000	3.000
Klei humeus	-2,0	13,5/13,5	17,5	2,5	2.000	1.000	500
Zand, los	-3,1	17,0/19,0	30,0	0	12.000	6.000	3.000
Zand, vast	-8,5	18,0/20,0	32,5	0	40.000	20.000	10.000
Zand, matig	-11,5	18,0/20,0	30,0	0	20.000	10.000	5.000
Zand, vast	-13,2	18,0/20,0	32,5	0	40.000	20.000	10.000

De wandwrijving (δ) is gelijk gesteld aan 50% van de hoek van inwendige wrijving (ϕ') met uitzondering van de zandlagen waar een δ -waarde van 67% van de hoek van inwendige wrijving is gehanteerd.

3.2 Veiligheidsklasse

De damwandconstructie is conform CUR 166 geplaatst in veiligheidsklasse RC2. In Tabel 3 zijn de gehanteerde veiligheidsfactoren weergegeven.

Tabel 3 Partiele factoren voor betrouwbaarheidsklasse RC2

Parameter	RC 2
Belasting permanent	1,0
Belasting verandering	1,1
$\tan(\phi')$	1,175
c'	1,25
$\tan(\phi')$ (stabiliteit)	1,25
c' (stabiliteit)	1,45
Volumiek gewicht (stabiliteit)	1,0

CRUX Engineering BV
cruxbv.nl

Ons kenmerk
NT21212a1

Pagina
6/8

3.3 Bovenbelasting

Een vrij uitkragende damwand zoals voorzien voor de tijdelijke damwand, is gevoelig ten aanzien van wijzigingen in bovenbelasting en ondersteuning. In de ontwerpberekeningen is rekening gehouden met een terreinbelasting (heistelling) van 20 kN/m² over een breedte van 4 m direct achter de damwand.

3.4 Levensduur en corrosie

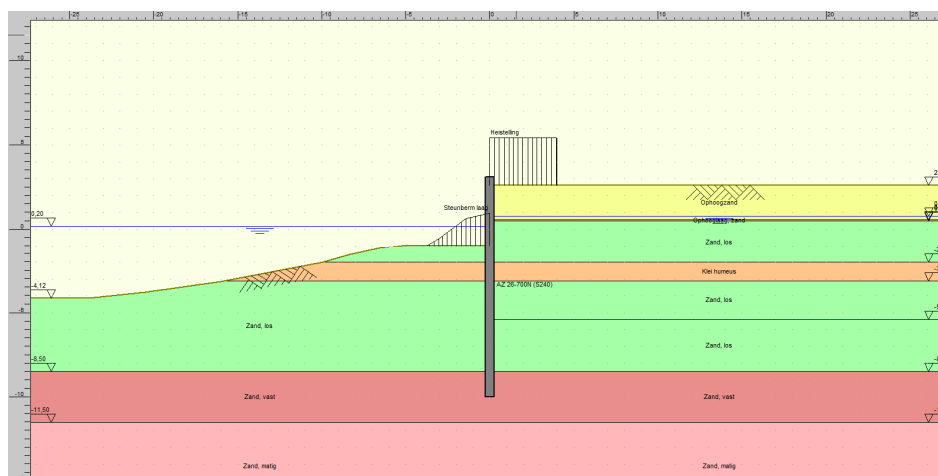
De damwand betreft een tijdelijke constructie. Het uitgangspunt is dat de damwanden aan de waterzijde na afronding van de werkzaamheden getrokken worden. Er is derhalve geen rekening gehouden met een afname van de staaldoorsnede door corrosie.

3.5 Vervorming

Voor de maximaal toelaatbare horizontale vervorming van de tijdelijke damwand zijn geen randvoorwaarden gegeven. Voor dit project wordt een maximale horizontale vervorming van circa 5 à 10 cm gehanteerd.

3.6 Resultaten damwandberekening

De rekengeometrie voor de fase waarin de belastingen op de ondergrond maximaal zijn, is weergegeven in Figuur 7.



Figuur 7 Maatgevende doorsnede (D-Sheet Piling)

De eigenschappen van de gehanteerde damwand en de resultaten van de D-Sheet Piling berekening zijn weergegeven in Tabel 4 en in Bijlage 2.

Tabel 4 Resultaten D-Sheet Piling o.b.v. sondering 12

Uitgangspunten	Eenheid	
Profieltype	[-]	AZ26-700N
Staalkwaliteit	[-]	S240
Opneembaar moment $M_{r,d}$	[kNm/m]	624
Voetniveau	[NAP m]	-10,0
Bovenkant damwand	[NAP m]	+3,1*
Lengte	[m]	13,1
Berekeningsresultaten		
Rekenwaarde buigend moment $M_{s,d}$ (UGT)	[kNm/m]	590
Unity check $M_{s,d}/M_{r,d}$	[-]	0,95
Rekenwaarde dwarskracht $D_{s,d}$ (UGT)	[kN/m]	334
Maximum uitbuiging (BGT)	[mm]	88
Gemobiliseerde weerstand	[%]	78
*In de berekening is de bovenkant van de damwand aangehouden op 0,5 m boven onderkant keldervloer.		

Uit de berekeningen volgt dat de AZ26-700 (S240) damwand voldoet aan de sterkte-eisen. De uitvoer van de D-Sheet Piling berekening is opgenomen in Bijlage 2.

De berekende damwandvervormingen dienen te worden beschouwd als zijnde indicatief.

4 Conclusies en aanbevelingen

4.1 Conclusies

Ten behoeve van het nieuwbouwproject De Zwaai kom te Oosterhout is in deze notitie het damwandadvies opgesteld voor de tijdelijke damwand in de watergang (Zwaai kom).

De wandconfiguratie, dat het resultaat is van de ontwerpberekeningen, zijn samengevat in Tabel 5. De berekende damwandverplaatsing met D-Sheet Piling bedraagt circa 9 cm.

Tabel 5 Samenvatting tijdelijke damwand

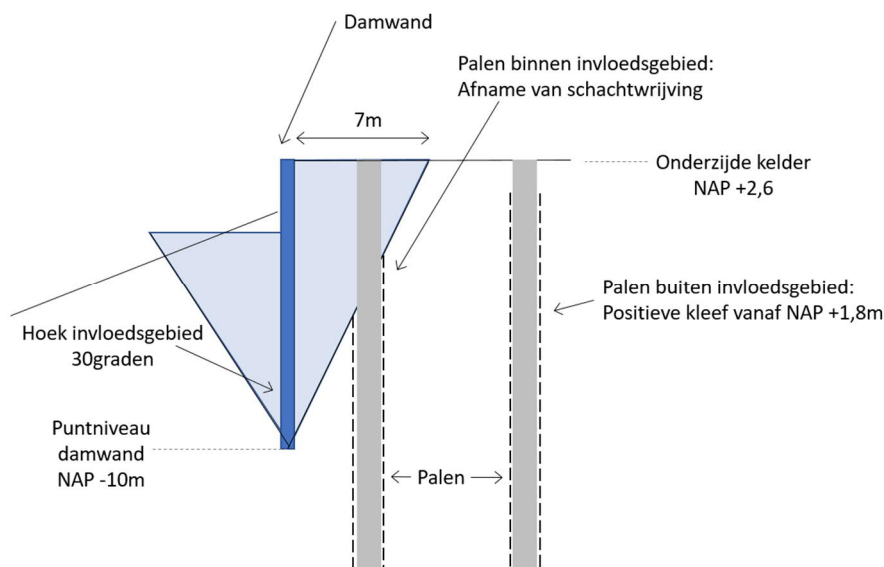
Type	Installatieniveau	Steunconstructie
	[m NAP]	
AZ26-700 (S240)	-10,0	Geen / vrijstaand

De berekende momenten, krachten en verplaatsingen zijn gegeven in paragraaf 3.6.

4.2 Aanbevelingen

Zoals eerder in de notitie genoemd is een vrijstaande wand gevoelig voor wijzigingen in bovenbelasting en ondersteuning. Vervorming kan mogelijk zelfs al optreden bij het installeren van de wand (scheef drukken) door instabiliteit van het onderwatertalud. Advies is daarom om de wand met behulp van een draadkraan of vanaf het water te plaatsen. Hiermee is het mogelijk om op grotere afstand van de damwand te gaan staan tijdens installatie.

De invloed van de damwandvervorming (uitbuiging door aanvulling) en het trillend aanbrengen en trekken van de damwandplanken op de naastgelegen kelder is in deze notitie niet beschouwd. Gezien de fasering is dit alleen van toepassing bij het verwijderen van de damwandplanken. Bij het trillend trekken van de damwanden moet rekening worden gehouden met trillingsinvloed op de constructie / kelder. Verder kan het trekken van damwanden leiden tot een afname van het draagvermogen van de palen als gevolg van een verandering van de conusweerstand. Ten aanzien van de afstand tussen damwand en de funderingspalen, die door het trekken van de damwand mogelijk worden beïnvloed, wordt op basis van onderstaand figuur geadviseerd om de damwand op minimaal 7 m afstand uit de dichtstbijzijnde palen te plaatsen. Indien de wand op een kortere afstand wordt geplaatst, moet voor de palen binnen het invloedsgebied rekening worden gehouden met een verlaagd draagvermogen.



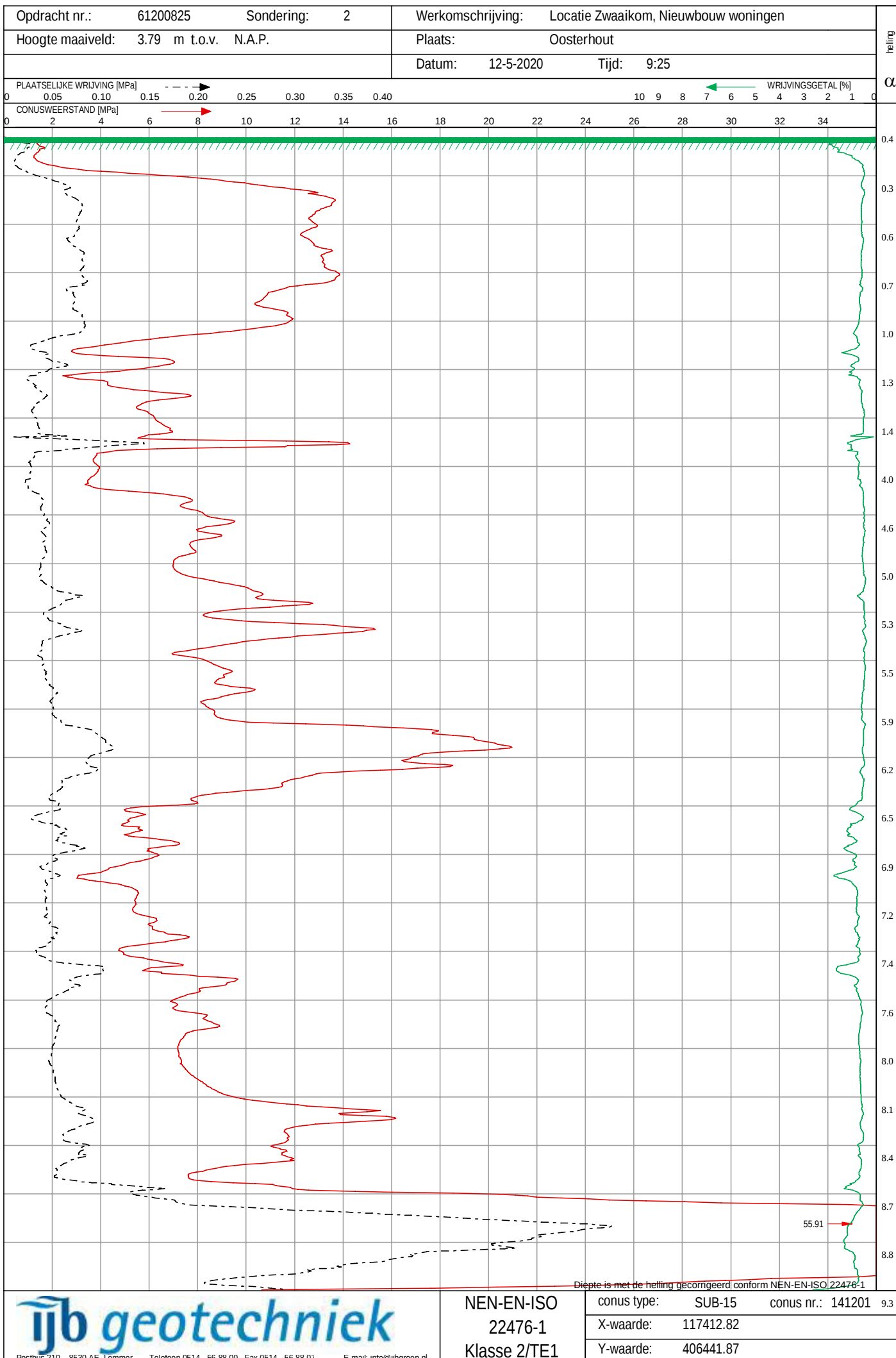
Figuur 8 Invloed trekken damwand op palen

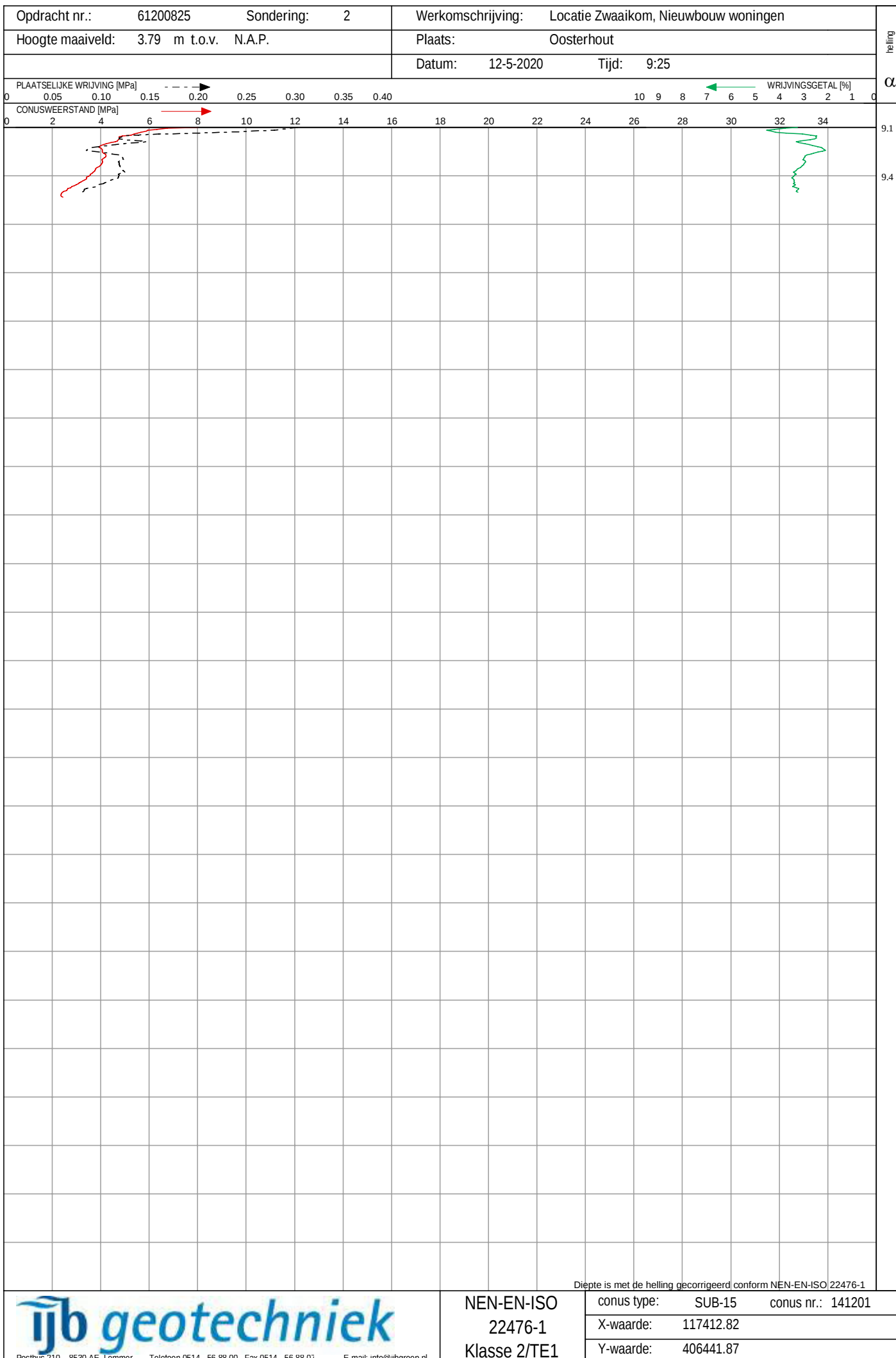
Inhoudsopgave bijlagen

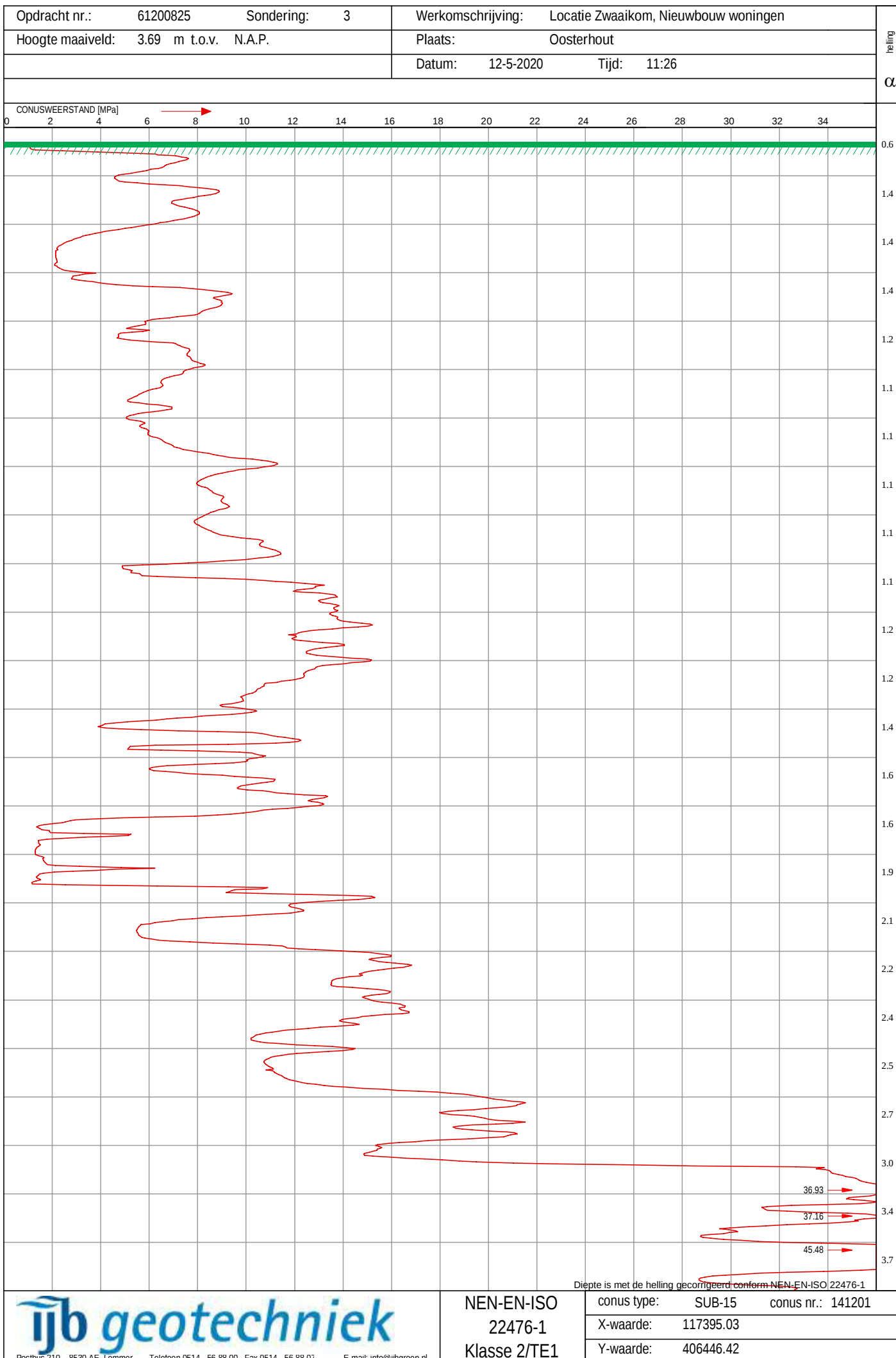
Bijlage 1 Gehanteerde sonderingen

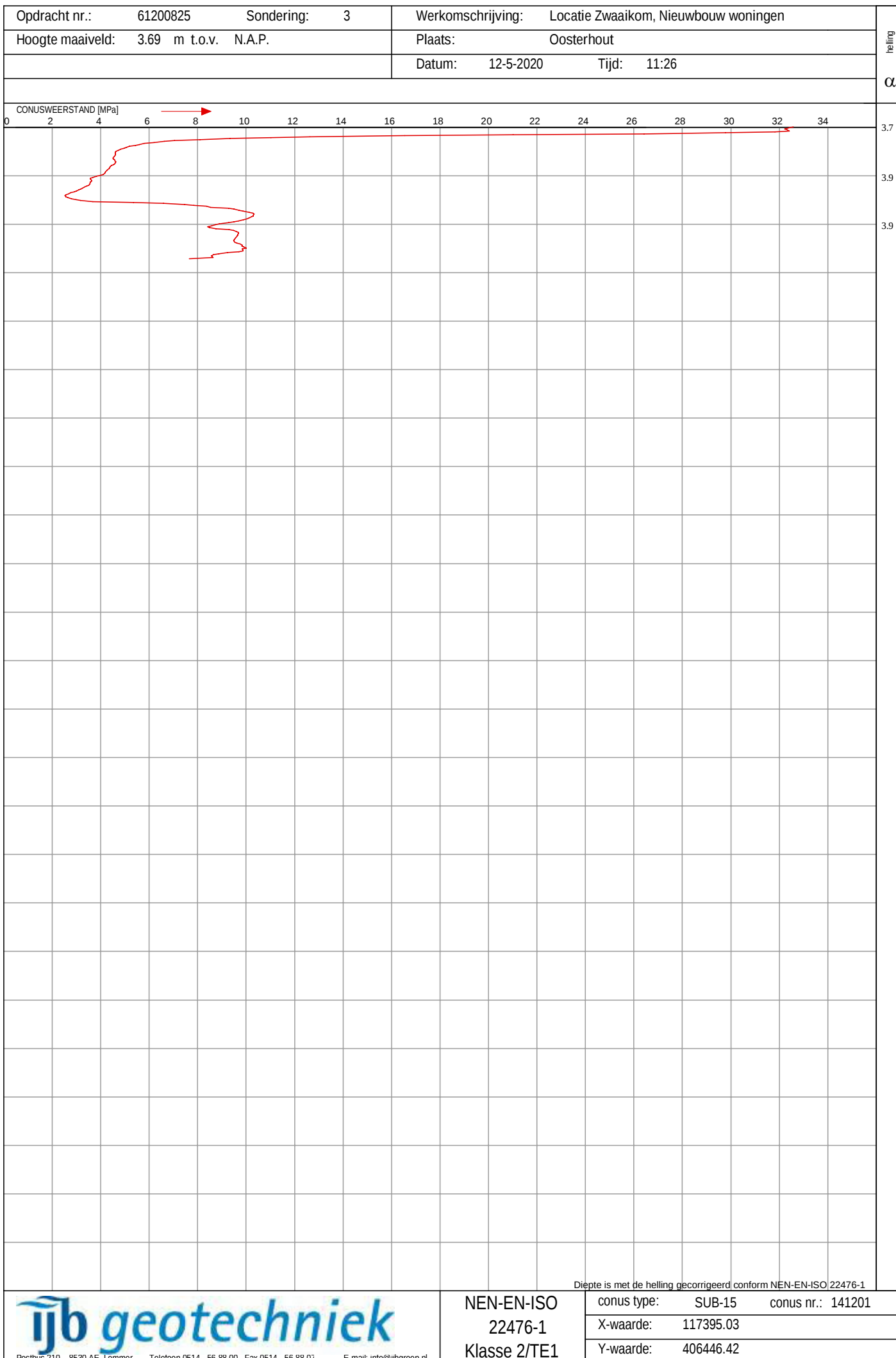
Bijlage 2 Resultaat D-Sheet Piling

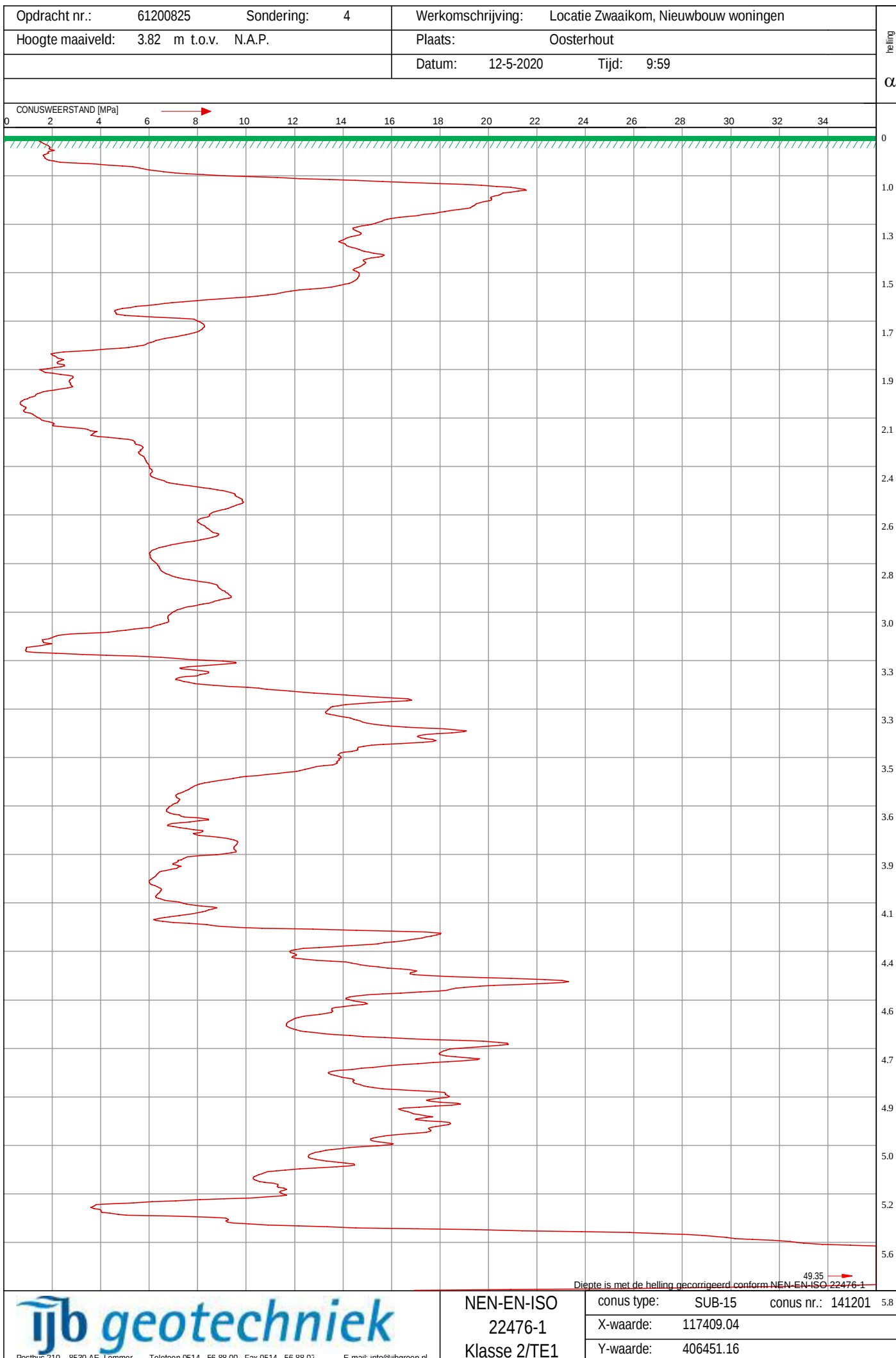
Bijlage 1 Gehanteerde sonderingen

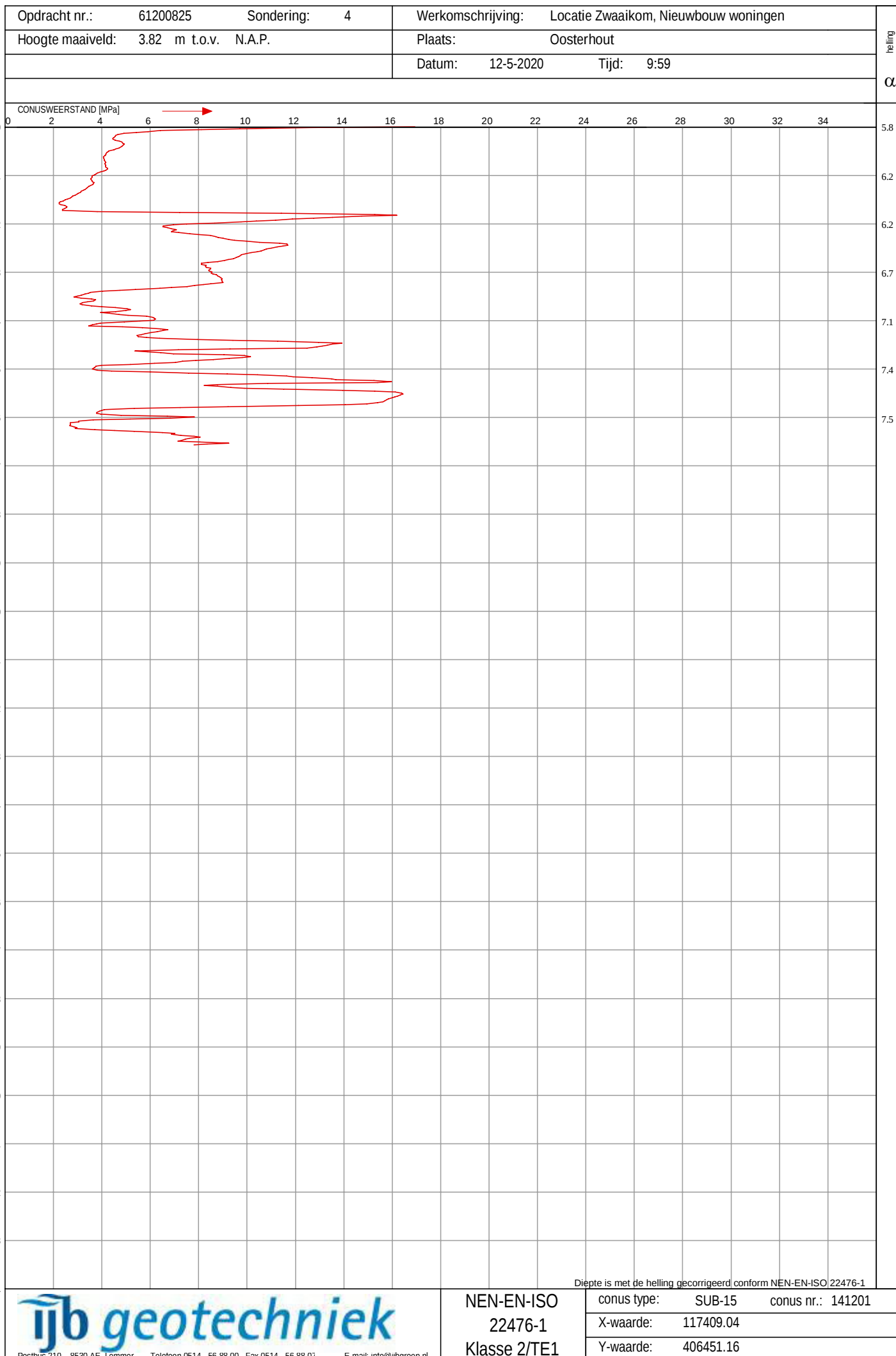


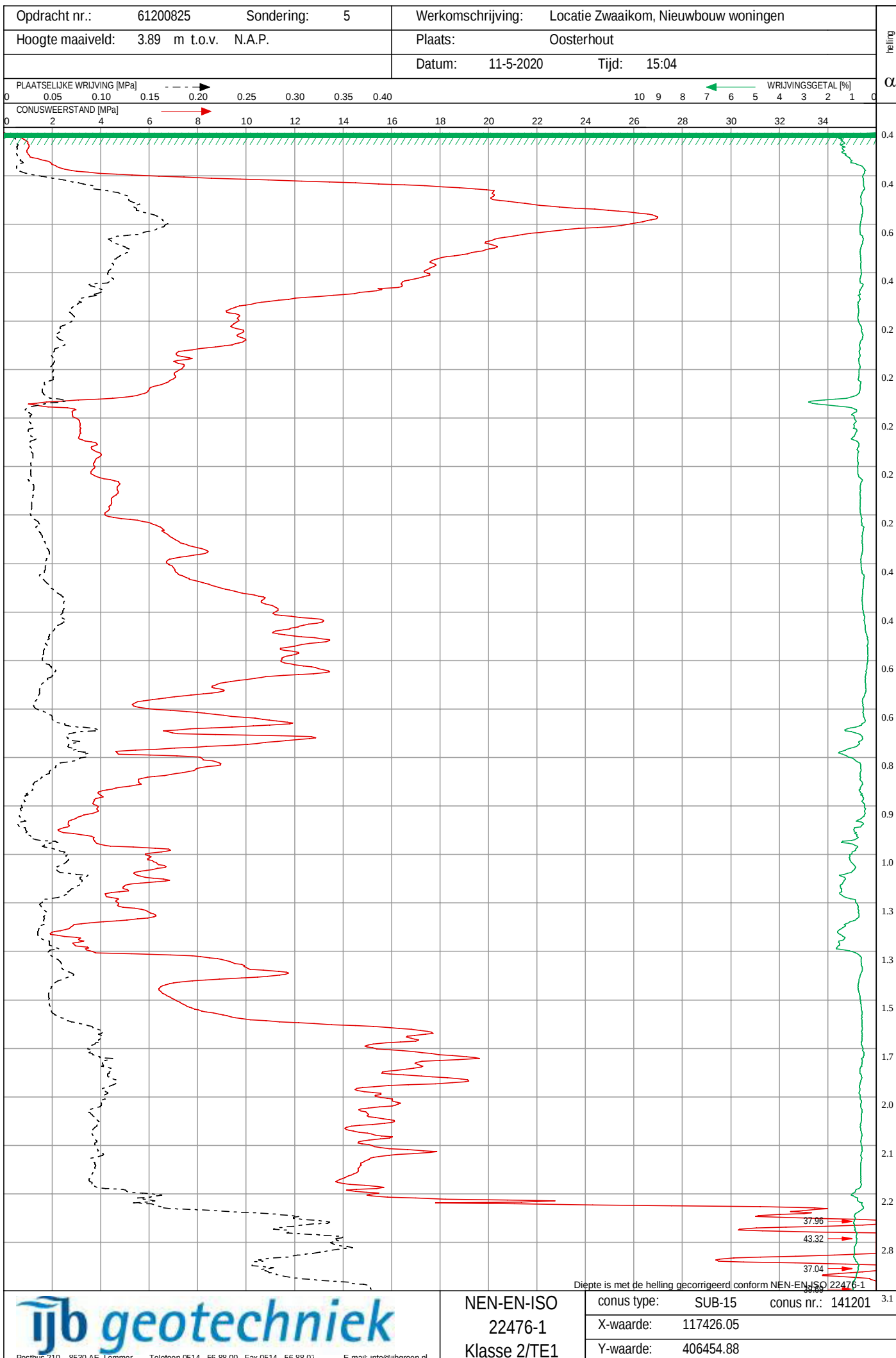


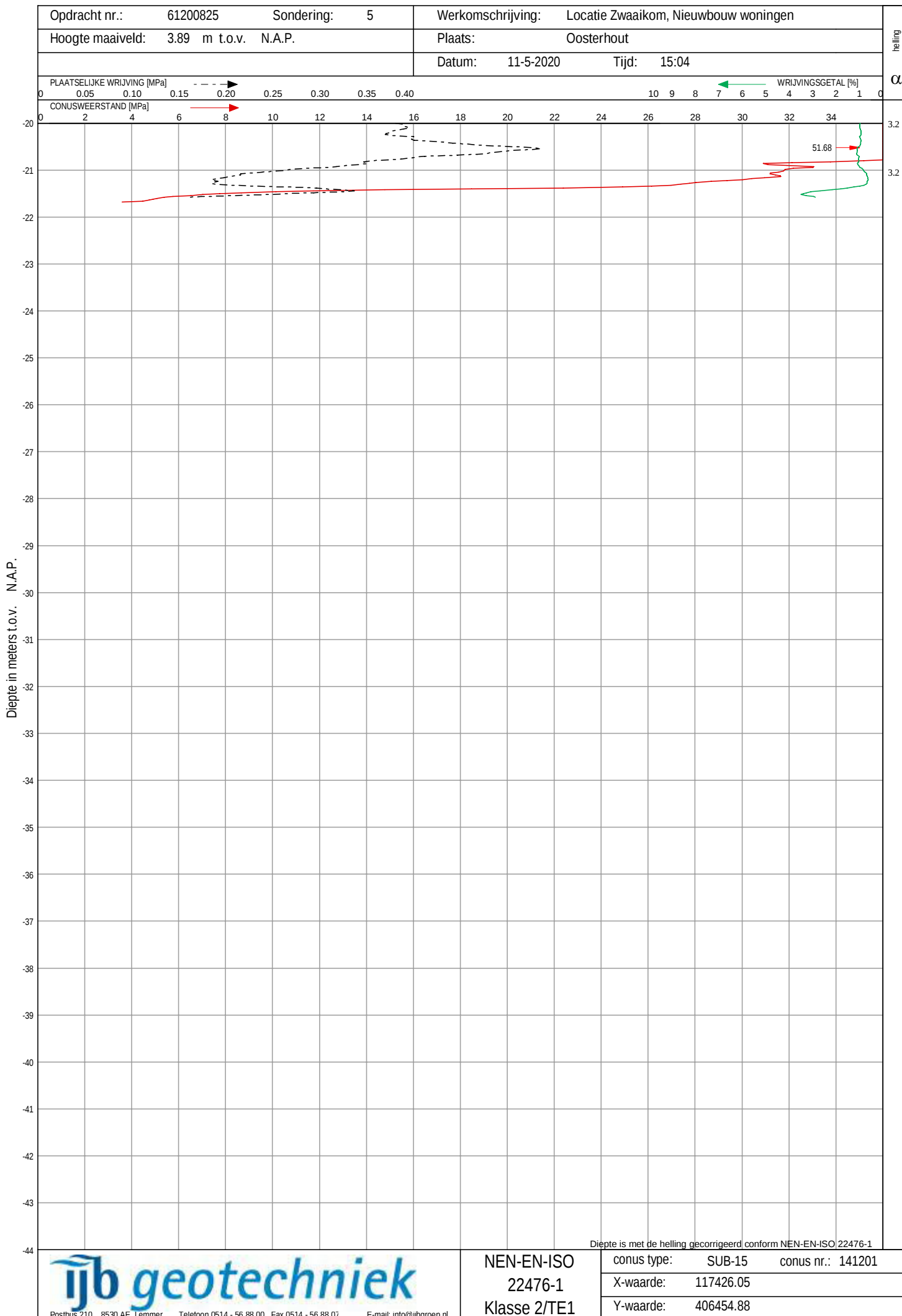


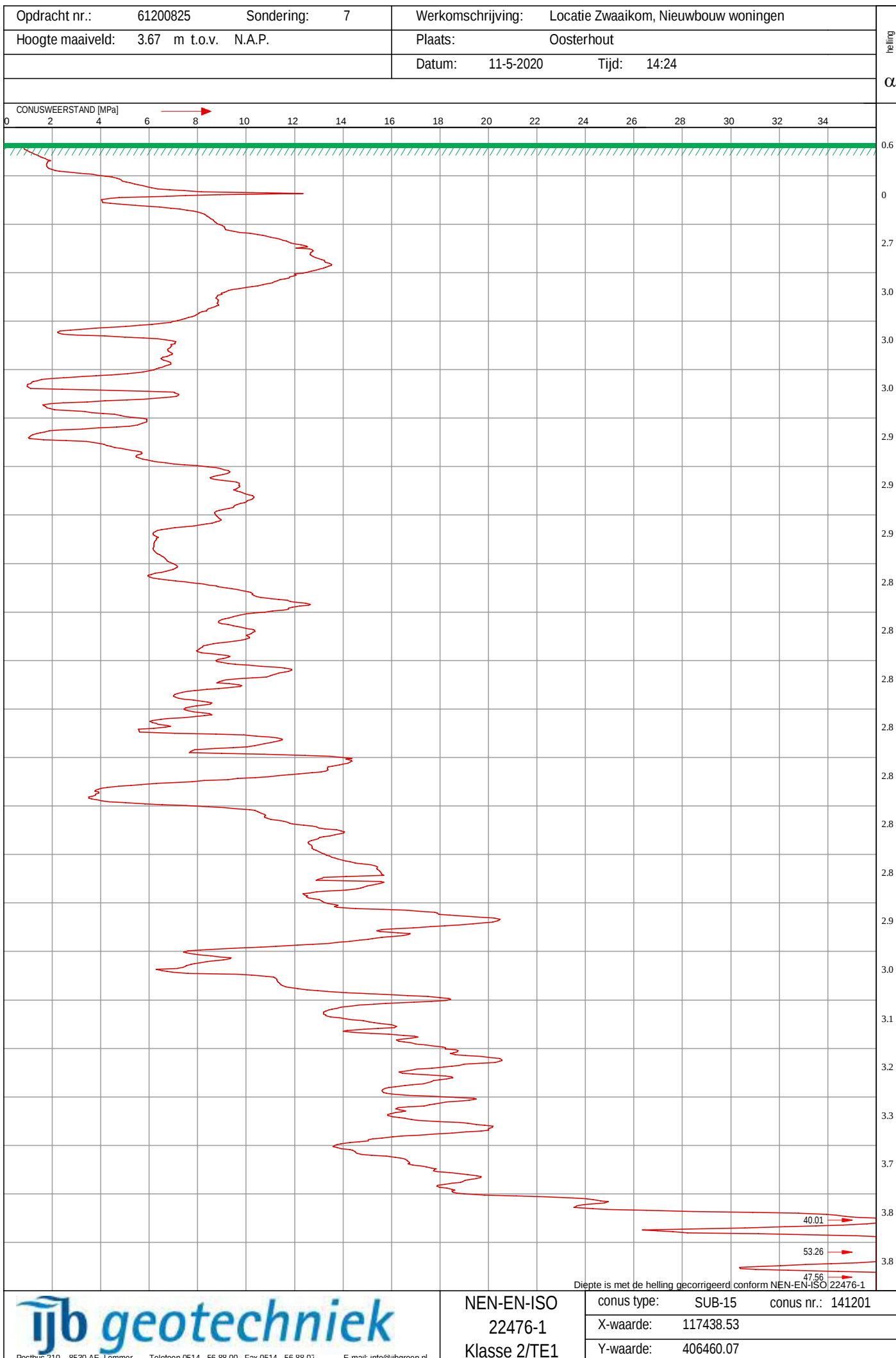


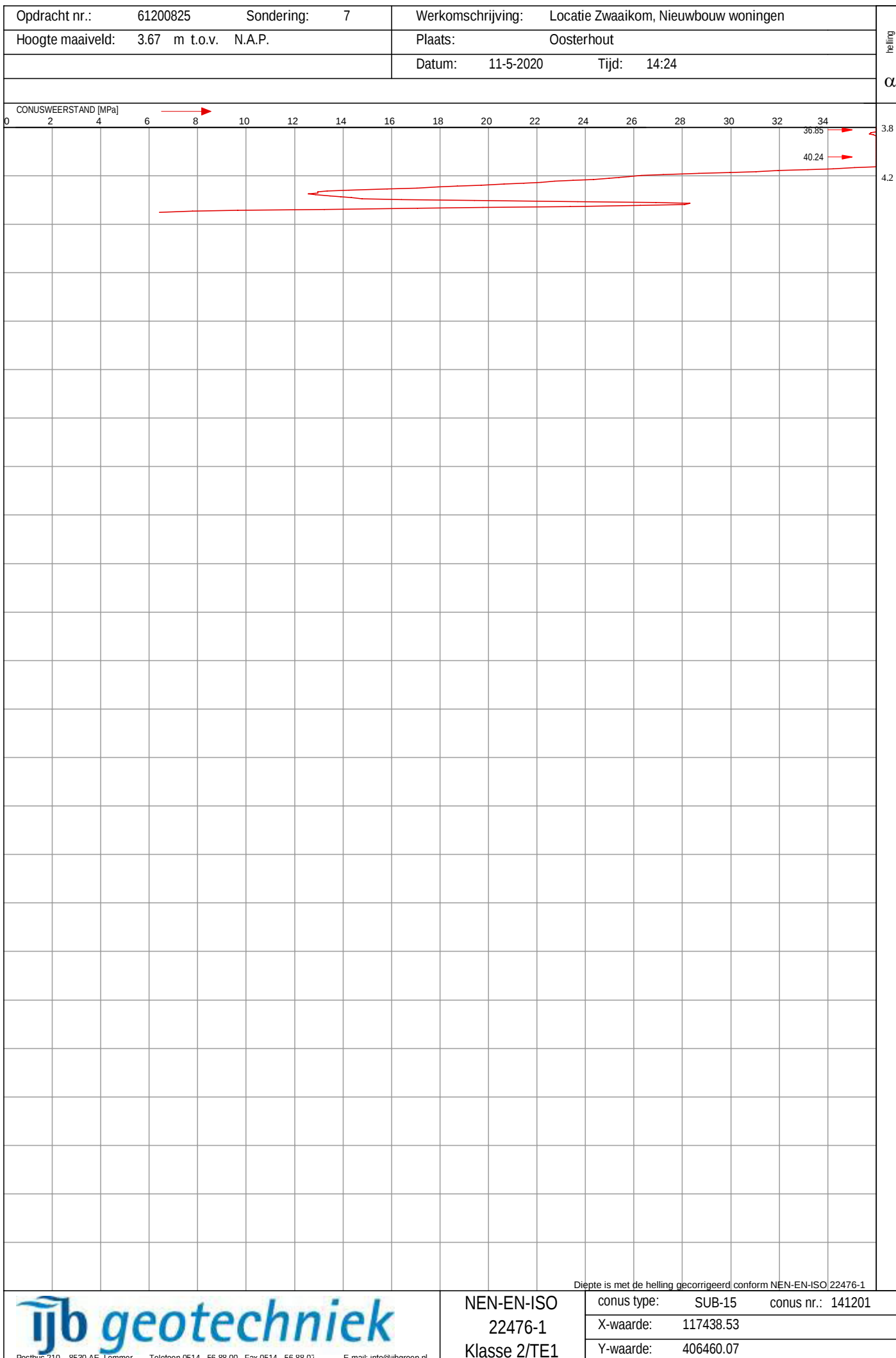


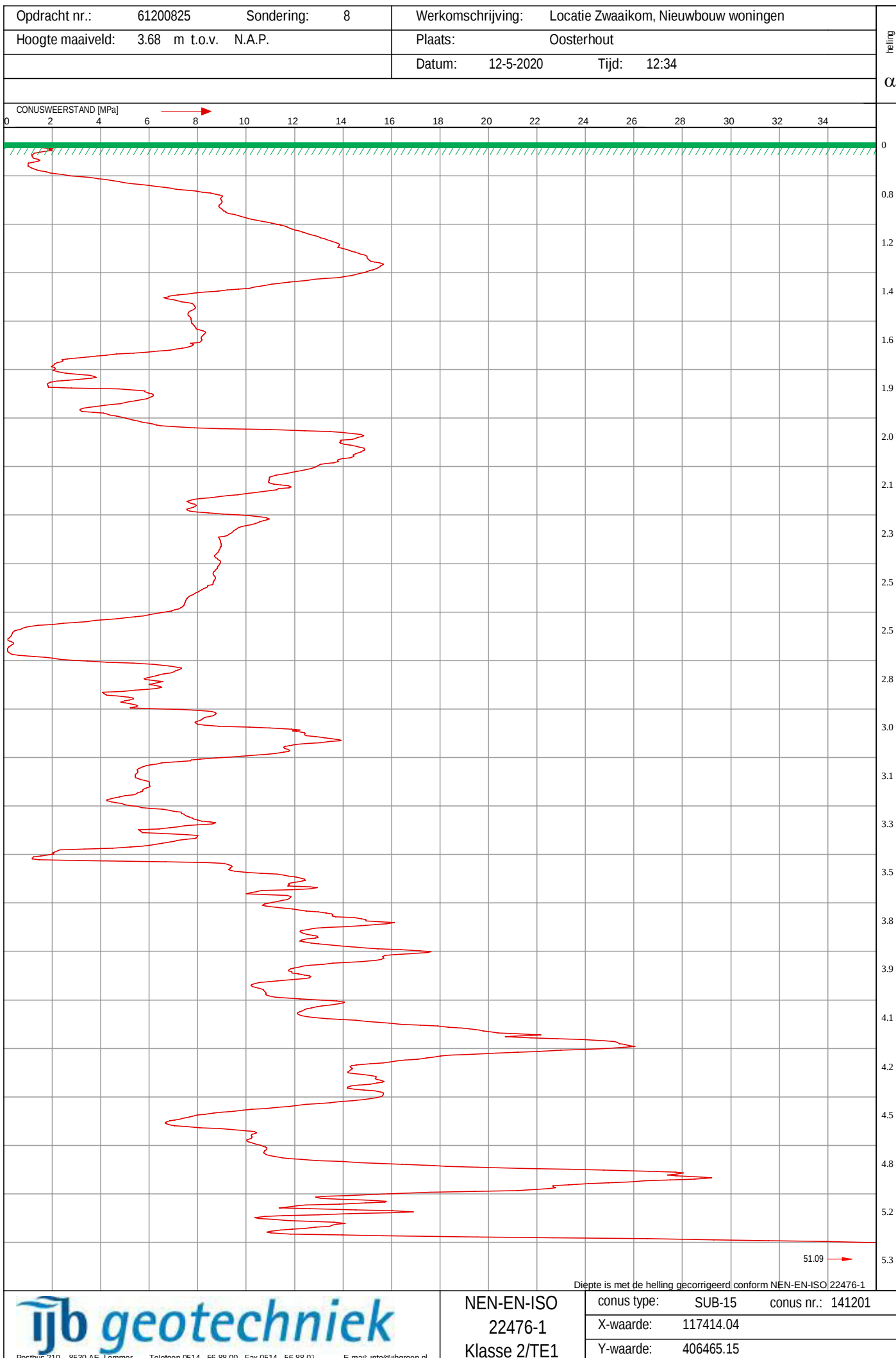


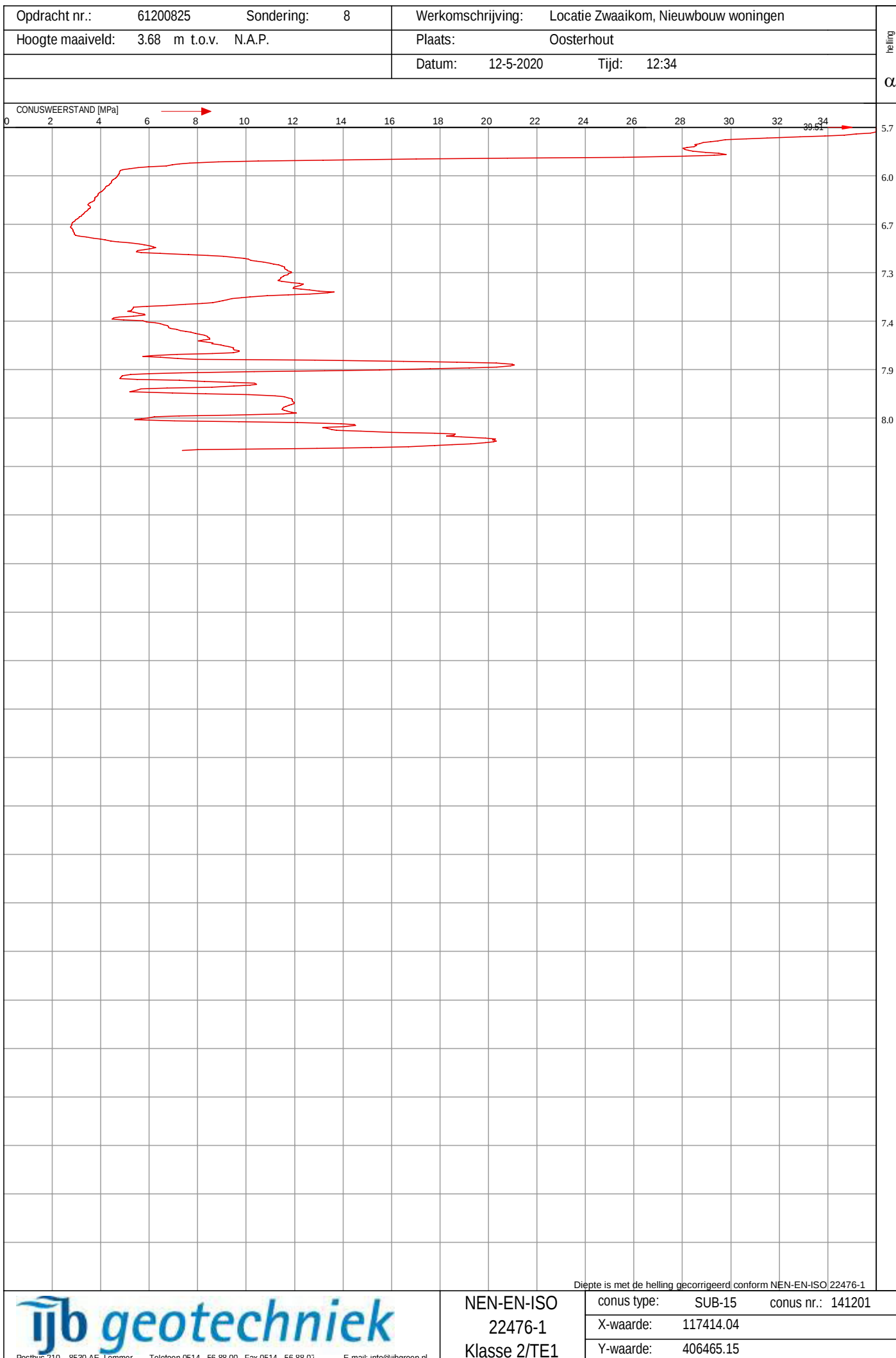


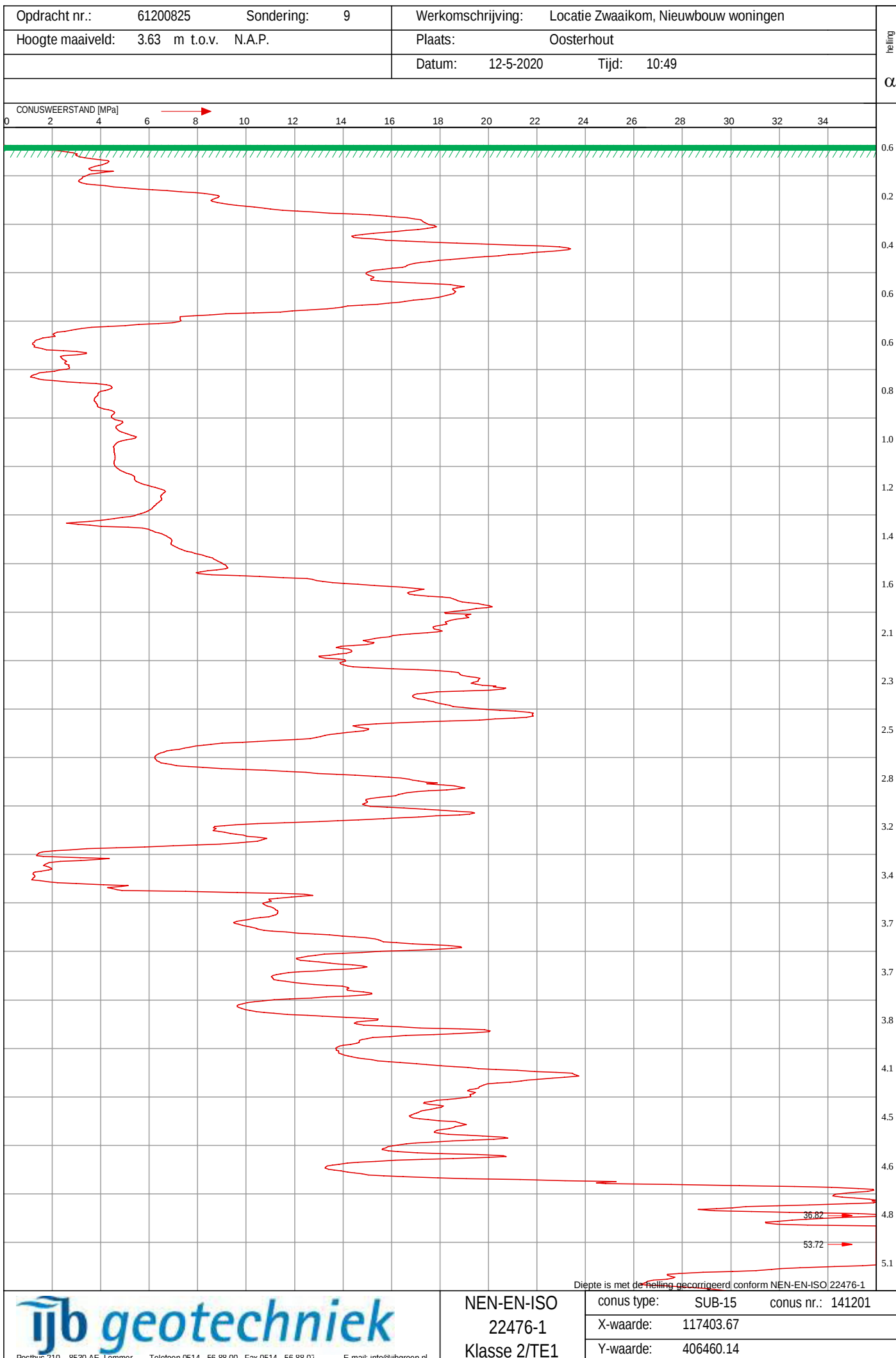


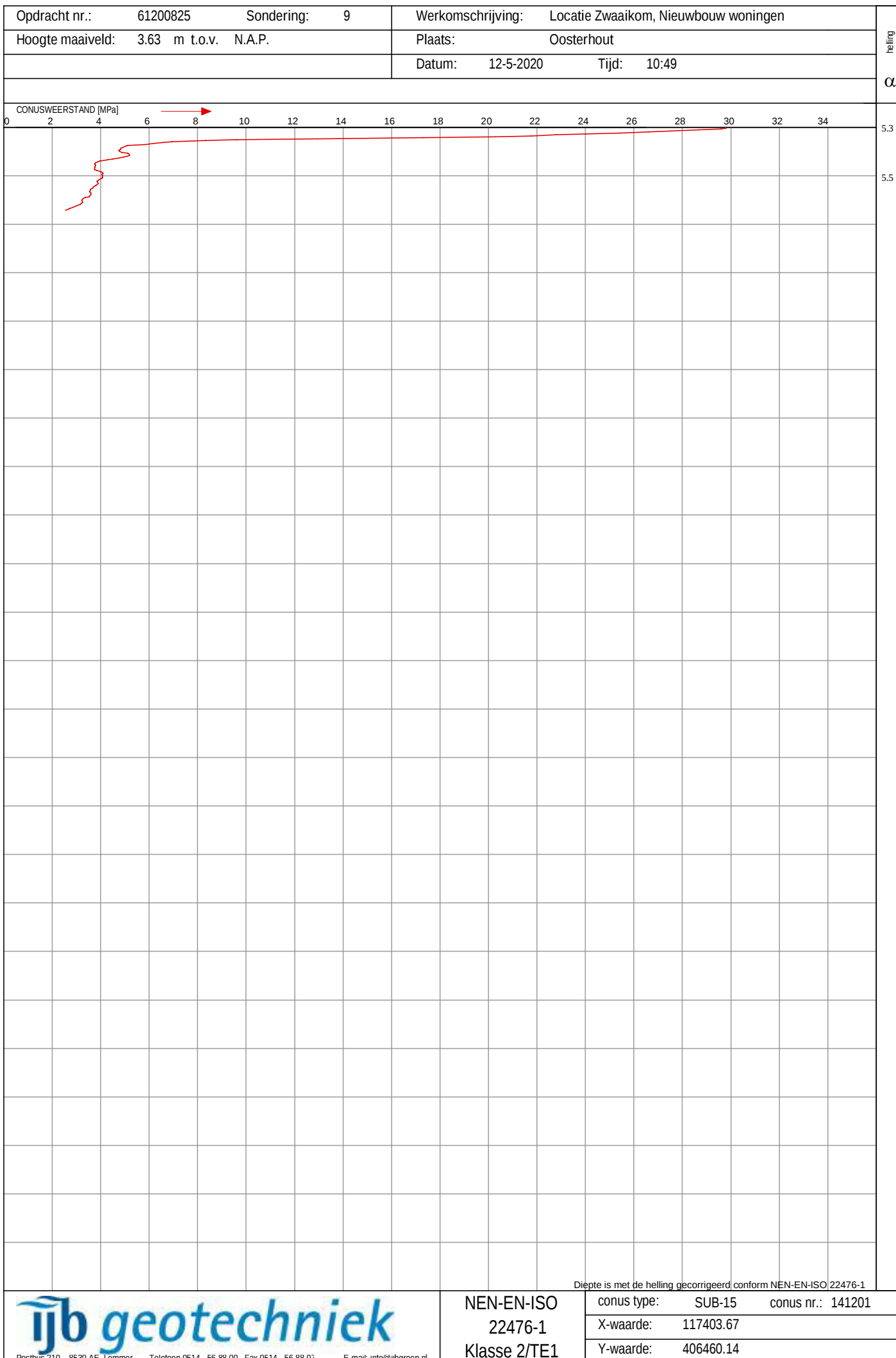


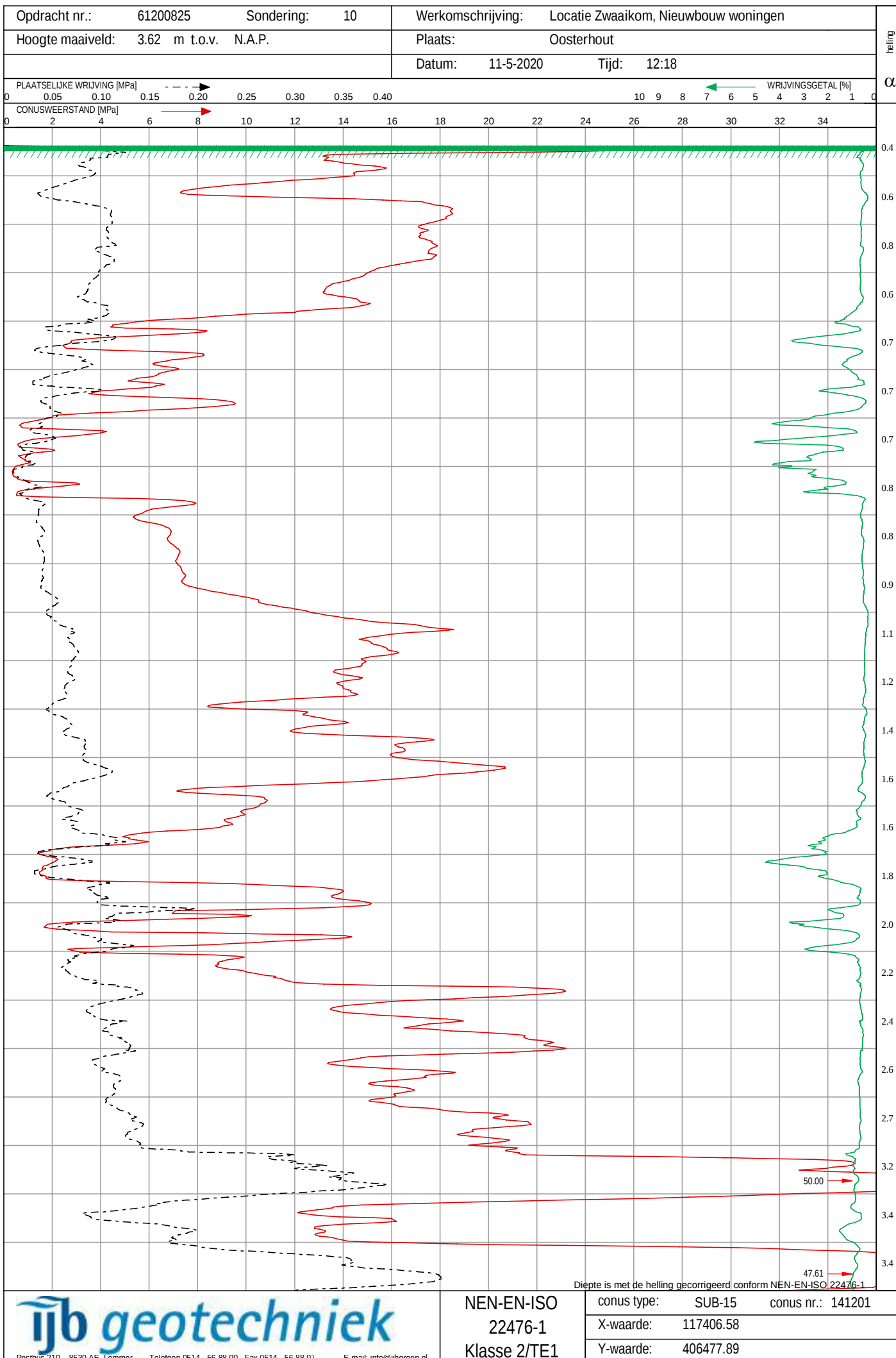


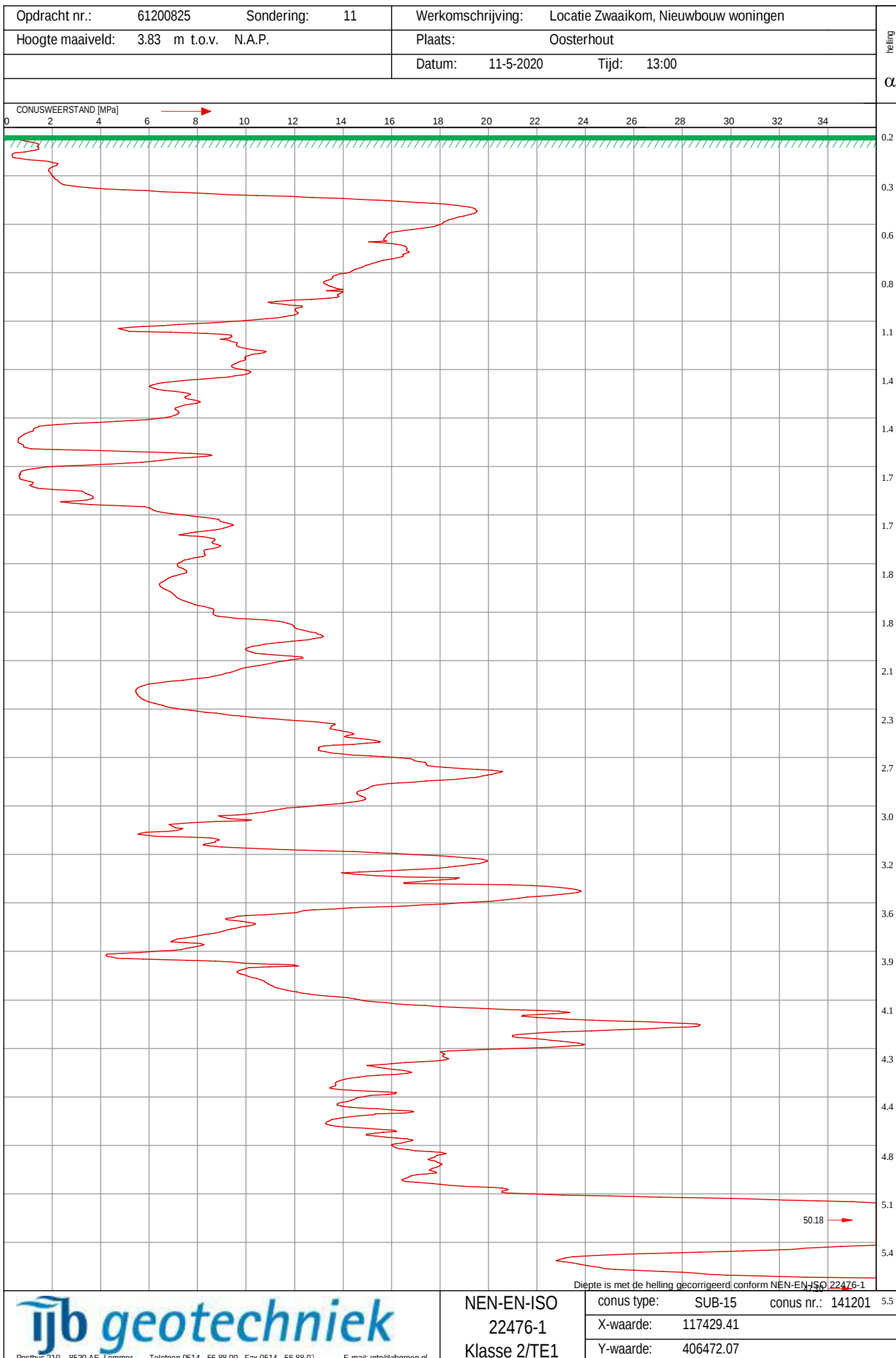


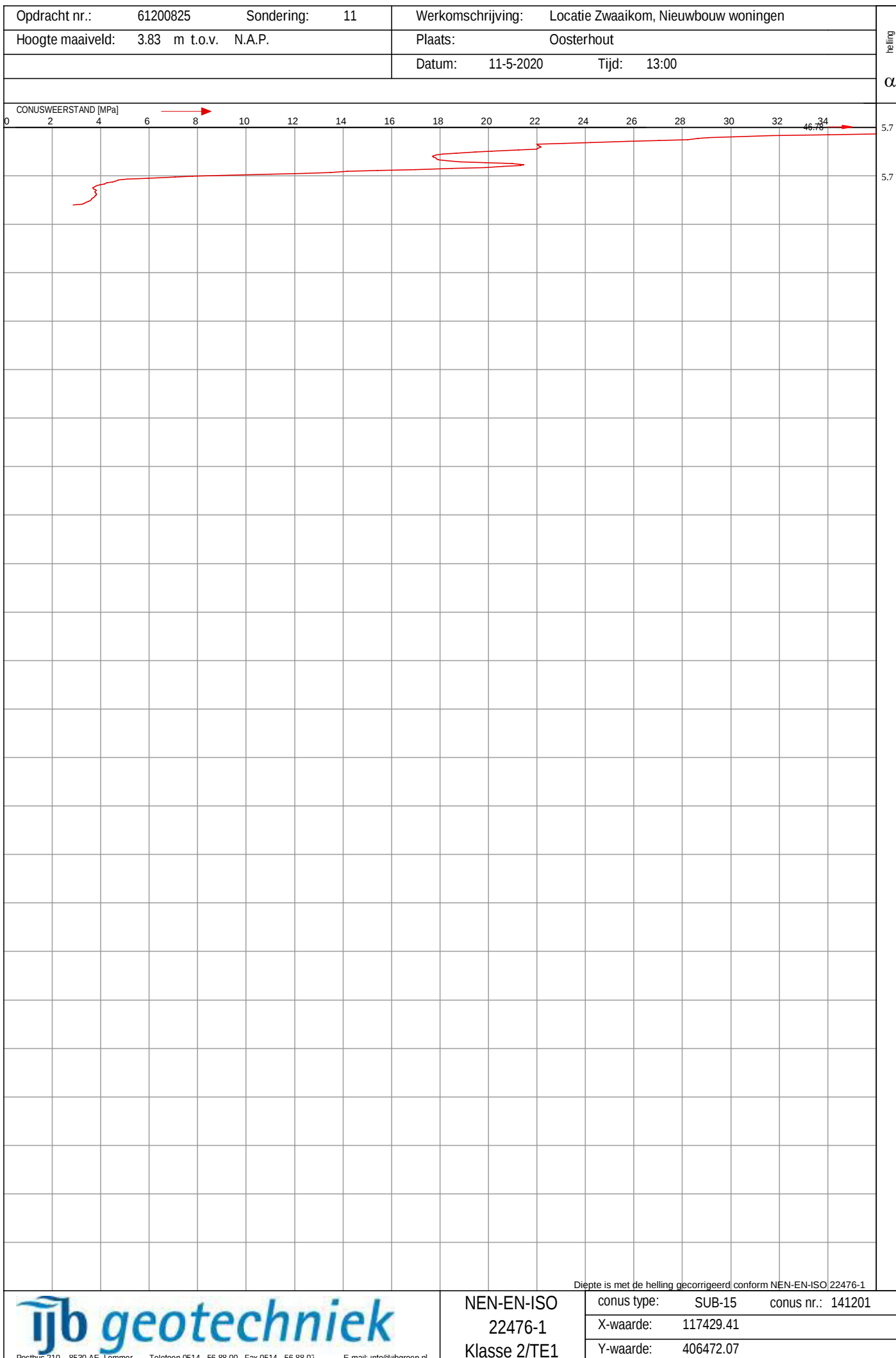


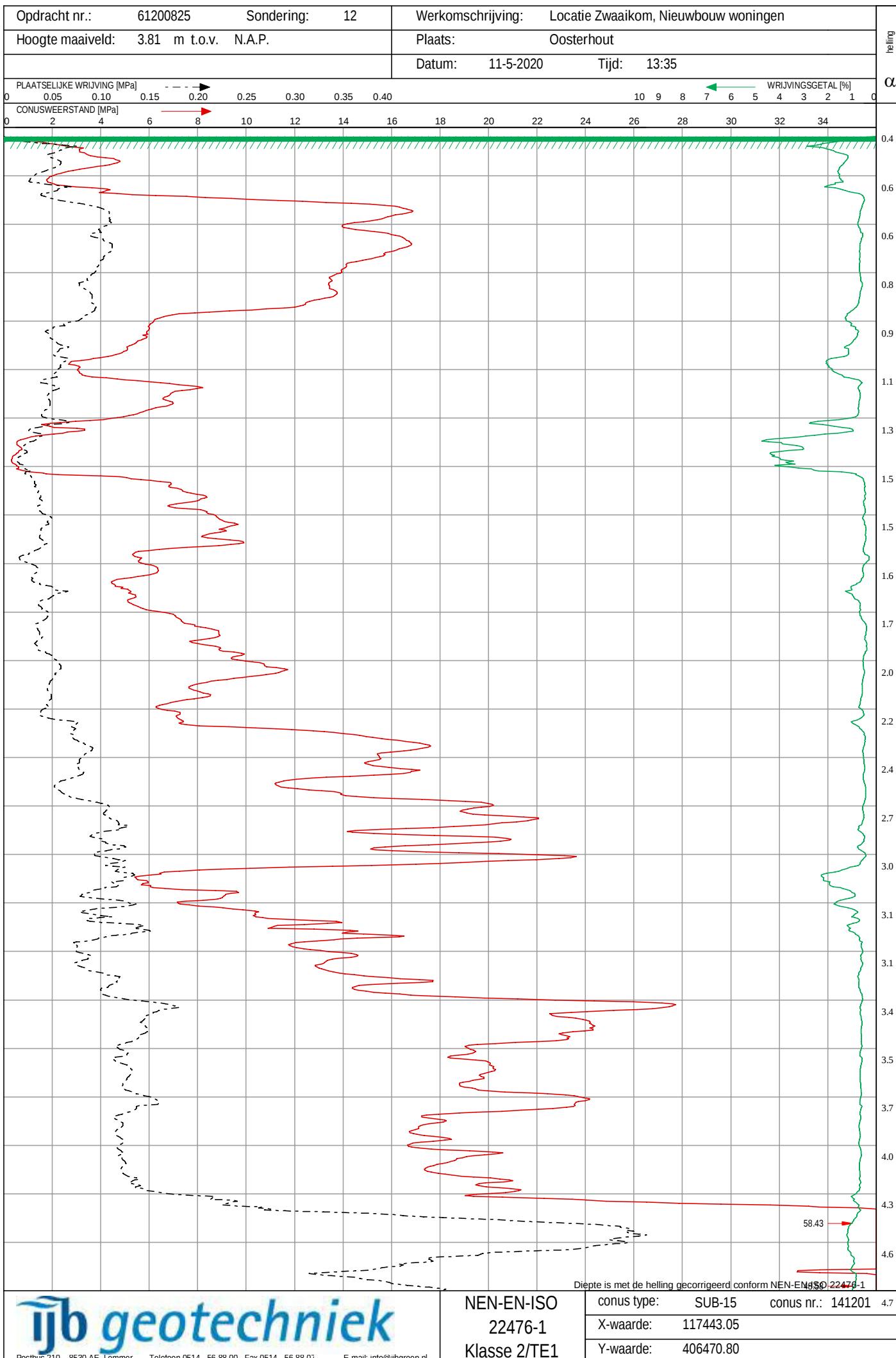


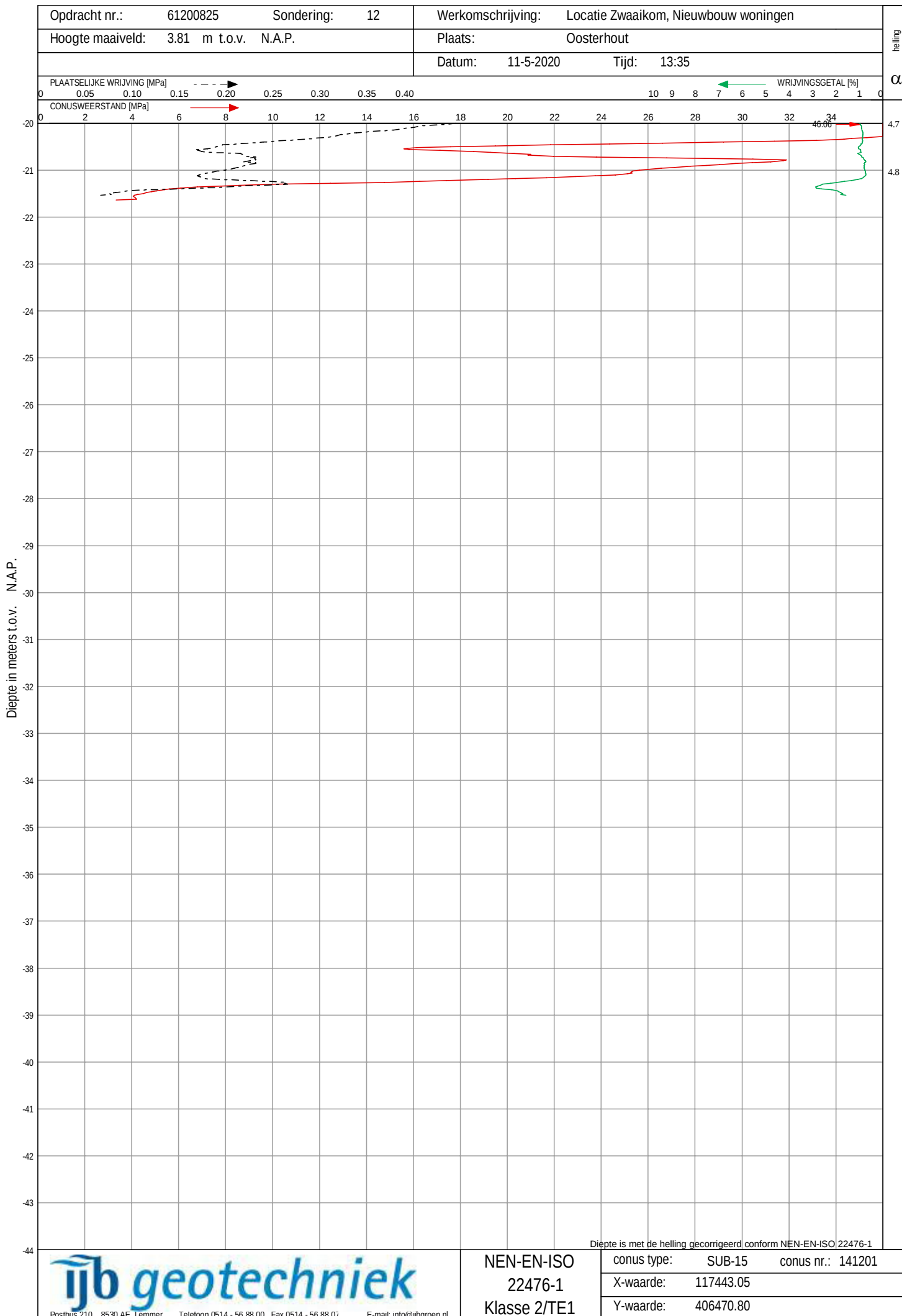












Bijlage 2 Resultaat D-Sheet Piling

Report for D-Sheet Piling 20.2

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares

Company: CRUX Engineering B.V.

Date of report: 18-3-2021

Time of report: 10:17:41

Report with version: 20.2.1.30962

Date of calculation: 18-3-2021

Time of calculation: 09:12:01

Calculated with version: 20.2.1.30962

File name: SHE001 tijdelijke damwand_steunberm half laag water

Verification according to National Annex of Eurocode 7 in the Netherlands (NEN 9997-1:2016)

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Summary	3
2.1 Overview per Stage and Test	3
2.2 Warnings	3
2.3 CUR Verification Steps	4
3 Input Data for all Stages	5
3.1 General Input Data	5
3.2 Sheet Piling Properties	5
3.2.1 General Properties	5
3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)	5
3.2.3 Maximum Allowable Moments	5
3.2.4 Properties for Vertical Balance	5
3.3 Calculation Options	5
3.3.1 Surcharge Loads	6
3.3.2 Surcharge Loads	6
3.3.3 Surcharge Loads	6
3.3.4 Surcharge Loads	7
3.3.5 Surcharge Loads	7
3.3.6 Surcharge Loads	7

2 Summary

2.1 Overview per Stage and Test

Stage nr.	Verification type	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Status
1	EC7(NL)-Step 6.3		45,49	23,43	0,0	33,4	
1	EC7(NL)-Step 6.4		33,78	19,54	0,0	33,1	
1	EC7(NL)-Step 6.5	-1,7	-22,25	-15,57	0,0	20,8	
1	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200		-26,69	-18,69			
2	EC7(NL)-Step 6.3		329,11	-124,25	0,0	50,9	
2	EC7(NL)-Step 6.4		328,51	-121,58	0,0	50,3	
2	EC7(NL)-Step 6.5	-45,4	137,98	45,70	0,0	28,4	
2	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200		165,57	54,84			
3	EC7(NL)-Step 6.3		589,69	-333,73	0,0	78,3	
3	EC7(NL)-Step 6.4		589,62	-333,58	0,0	78,3	
3	EC7(NL)-Step 6.5	-88,2	252,48	-76,51	0,0	32,7	
3	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200		302,98	-91,81			

Max		-88,2	589,69	-333,73	0,0	78,3	
-----	--	--------------	---------------	----------------	------------	-------------	--

Stage nr.	Verification type	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.3	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.4	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.5	Sufficient
1	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200	
2	EC7(NL)-Step 6.3	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.4	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.5	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200	
3	EC7(NL)-Step 6.3	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.4	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.5	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200	

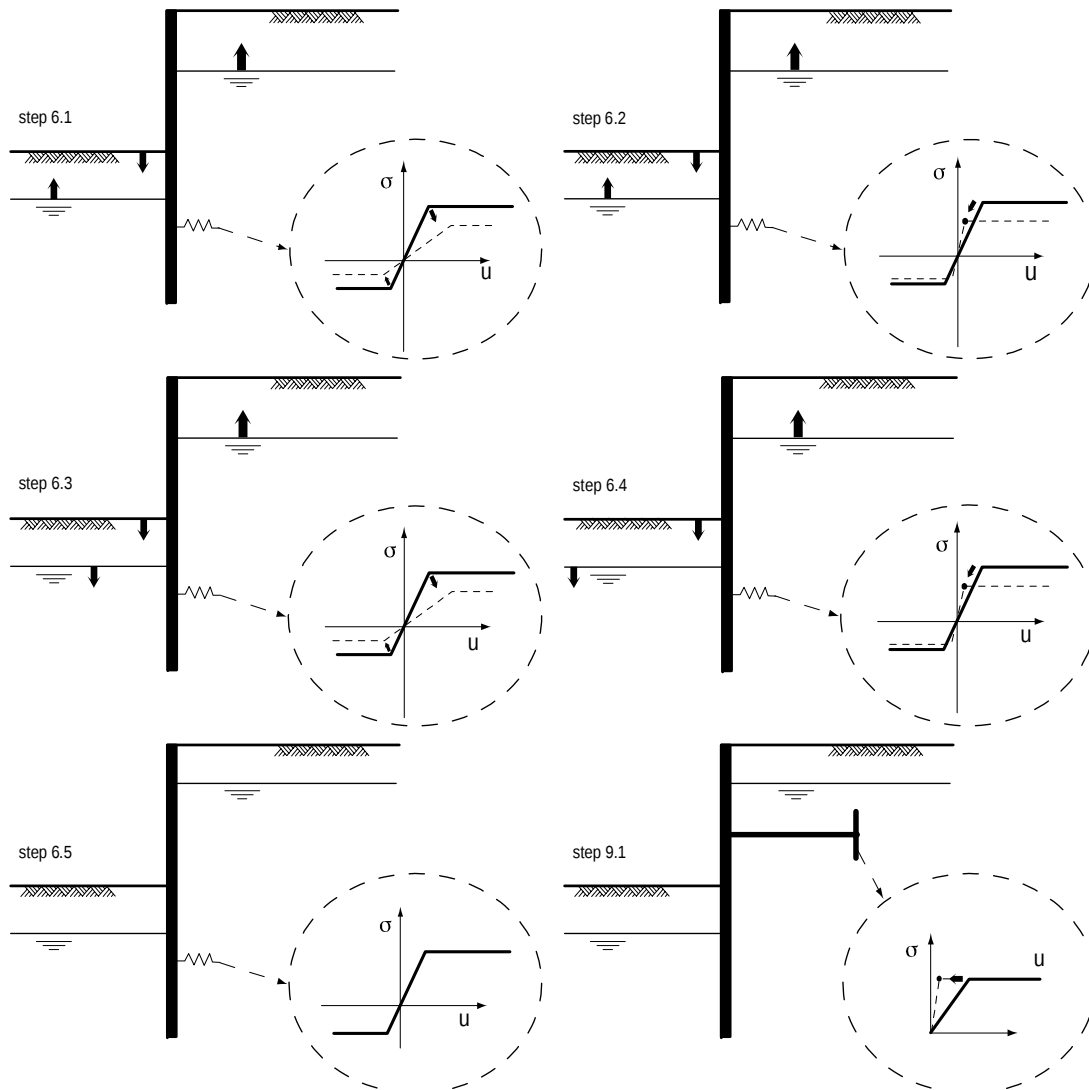
Max		Sufficient
-----	--	------------

2.2 Warnings

Vertical balance:

The resultant vertical friction force is directed upward in stage 1 ,2 ,3 because the friction force on the passive side exceeds that on the active side. This might be prevented by reducing the friction angle Delta on the passive side.

2.3 CUR Verification Steps



3 Input Data for all Stages

3.1 General Input Data

Verification according to National Annex of Eurocode 7 in the Netherlands (NEN 9997-1:2016)

Model	Sheet piling
Check vertical balance	Yes
Number of construction stages	3
Unit weight of water	10,00 kN/m ³
Number of curves for spring characteristics	3
Unloading curve on spring characteristic	No
Elastic calculation	Yes

3.2 Sheet Piling Properties

Length	13,10 m
Level top side	3,10 m
Number of sections	1
q _b ;max	5,00 MPa
Xi factor	1,39

3.2.1 General Properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Acting width [m]
AZ 26-700N (S2...	-10,00	3,10	Steel	1,00

3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

Section name	Elastic stiffness EI [kNm ² /m']	Red. factor on EI [-]	Corrected elas. stiffness EI [kNm ²]	Note to reduction factor
AZ 26-700N (S2...	1,2556E+05	1,00	1,2556E+05	

3.2.3 Maximum Allowable Moments

Section name	Mr;char;el [kNm/m']	Modification factor [-]	Material factor [-]	Red. factor allow. moment [-]	Mr;d;el [kNm]
AZ 26-700N (S2...	624,00	1,00	1,00	1,00	624,00

3.2.4 Properties for Vertical Balance

Section name	From [m]	To [m]	Height [mm]	Coating area [m ² /m ² wall]	Section area [cm ² /m']
AZ 26-700N (S2...	-10,00	3,10	460,00	1,37	176,00

3.3 Calculation Options

First stage represents initial situation	No
Calculation refinement	Coarse
Reduce delta(s) according to CUR	Yes
Verification	EC7 NA NL - method A: Partial factors (design values) in all stages. Eurocode 7 using the factors as described in the National Annex of the Netherlands. It is basically design approach III.
Used partial factor set	RC 2

Factors on loads - Geotechnical loads	
- Permanent load, unfavourable	1,000
- Permanent load, favourable	1,000
- Variable load, unfavourable	1,100
- Variable load, favourable	0,000
Factors on loads - Constructive loads	
- Permanent load, unfavourable	1,350
- Permanent load, favourable	0,900
- Variable load, unfavourable	1,500
- Variable load, favourable	0,000
Material factors	
- Cohesion	1,250
- Tangent phi	1,175
- Delta (wall friction angle)*	1,175
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,300
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side **	0,25 m
- Raise in phreatic line on passive side **	0,25 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Factors on representative values	
- Partial factor on M, D and Pmax	1,200
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma_b)	1,200

* For delta (wall friction angle), the input value of tangent phi is used

** This modification of the phreatic level does not apply when the sheet piling is completely submerged.

3.3.1 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Characteristic load [kN/m ²]	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
Steunberm laag	0,00	13,77	Favourable (D-Sheet Piling)	Permanent
	1,41	11,34		
	3,05	2,97		
	3,74	0,00		

3.3.2 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Characteristic load [kN/m ²]	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
Steunberm laag	0,00	13,77	Favourable (D-Sheet Piling)	Permanent
	1,41	11,34		
	3,05	2,97		
	3,74	0,00		

3.3.3 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Characteristic load [kN/m ²]	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
Steunberm laag	0,00	13,77	Favourable (D-Sheet Piling)	Permanent
	1,41	11,34		
	3,05	2,97		
	3,74	0,00		

3.3.4 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Characteristic load [kN/m ²]	Favourable / Unfavourable	Permanent / Var
Steunberm laag	0,00	13,77	Favourable (D-Sheet Piling)	Permanent
	1,41	11,34		
	3,05	2,97		
	3,74	0,00		

3.3.5 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Characteristic load [kN/m ²]	Favourable / Unfavourable	Permanent / Var
Steunberm laag	0,00	13,77	Favourable (D-Sheet Piling)	Permanent
	1,41	11,34		
	3,05	2,97		
	3,74	0,00		

3.3.6 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Characteristic load [kN/m ²]	Favourable / Unfavourable	Permanent / Var
Steunberm laag	0,00	13,77	Favourable (D-Sheet Piling)	Permanent
	1,41	11,34		
	3,05	2,97		
	3,74	0,00		

End of Report