CRUX Engineering BV
Pedro de Medinalaan 3c
NL-1086 XK Amsterdam

+31(0)20 494 30 70
info@cruxbv.nl

cruxbv.nl

Van der Leij Bouwprojecten
[redacted]
Postbus 37063
1030 AB Amsterdam

Notitie

–

Onderwerp
Oriënterend bouwkuipadvies v. Eeghenstraat 70-72 te Amsterdam

Projectnummer
22540

Ons kenmerk
NT22540a2

Versie
2

Datum
10 maart 2023

Pagina's
10

Opgesteld
[redacted]

Gecontroleerd
[redacted]

Vrijgave
[redacted]

Bijlagen
Aantal bijlagen: 2

Formulier
NT-010

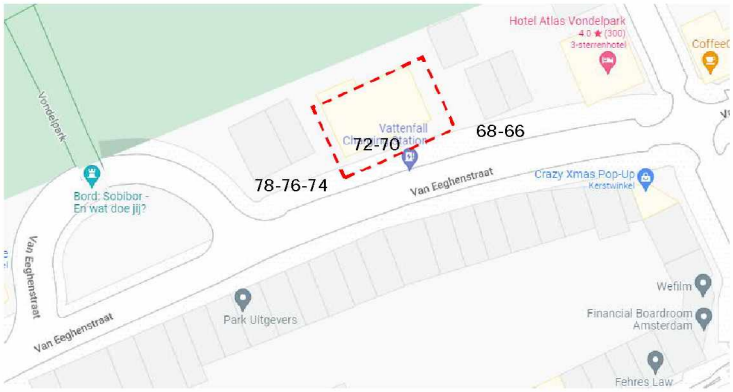
1 Inleiding

In opdracht van Van der Leij bouwprojecten heeft CRUX Engineering een oriënterend bouwkuipadvies opgesteld voor het project Van Eeghenstraat 70-72 te Amsterdam.
Het project betreft de nieuwbouw aan de Van Eeghenstraat 70-72 met als onderdeel een kelder. Hierbij wordt opgemerkt dat het maaivelniveau aan de straatzijde circa 1,2m hoger ligt dan aan de achterzijde (zijde Vondelpark) van het gebouw.
De bouwkuip wordt uitgevoerd met Cutter Soil Mix wanden (CSM), mede om hinder voor de omgeving te minimaliseren.

Doel van dit oriënterend advies is inzicht geven in de globale afmetingen en eigenschappen van de bouwkuipwanden alsmede het benoemen van aandachtspunten voor verdere uitwerking van de bouwkuip in de definitieve ontwerpfase.

1.1 Projectlocatie

In Figuur 1 is de projectlocatie Van Eeghenstraat 70-72 weergegeven. Indicatief is de bouwkuip rood omkaderd weergegeven. De bouwkuip wordt aan de oostzijde van het huidige (reeds gesloopte) bouwwerk dichter naar de belending aan de Van Eeghenstraat 68 gerealiseerd.



Figuur 1 Projectlocatie Van Eeghenstraat 70-72; kader betreft bouwkuip (indicatief) (Bron: Google Maps)

2 Uitgangspunten

2.1 Referenties

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

[1] Van Dijk; Grondonderzoek nieuwbouw appartementen Van Eeghenstraat Amsterdam; opdrachtnummer 117879; dd. 23 augustus 2019.
[2] Tjaden; Grondonderzoek Van Eeghenstraat 70-72 Amsterdam; werknummer S22140; dd. 30-03-2022.
[3] MVSA; tekeningen Van Eeghenstraat 70-72, Doorsnede; tek.nr. 8.03-01; Doorsnede 1; dd. 19-06-2021.
[4] SWINN; Uitgangspunten document Appartementen Van Eeghenstraat te Amsterdam; dossiernr. 19-002-020; rapport B00; versie 0; dd. 9 oktober 2020.

De volgende Normen en Richtlijnen zijn gehanteerd bij het opstellen van deze rapportage:

[5] NEN 9997-1+C2:2017 Geotechnisch ontwerp van constructie Deel 1: Algemene regels.
[6] CUR 166 deel 1 en 2, 6e druk, Damwandconstructies.
[7] SBRCURnet; Handboek soilmix-wanden, Ontwerp en uitvoering, Juni 2016.

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

2.2 Programmatuur

Voor de ontwerpberekeningen van de bouwkuipwand wordt gebruik gemaakt van de Deltares software D-Sheet Piling versie 22.1.1.

De constructieve toets van de CSM wand is uitgevoerd middels een door CRUX ontworpen en intern geverifieerde spreadsheet op basis van het Handboek soilmix-wanden [7].

2.3 Grondwater, bodemopbouw en grondparameters

De grondwaterstand en stijghoogtes zijn bepaald op basis van analyses van waarden uit peilbuizen in de omgeving.

Tabel 1 Grondwaterstanden en Stijghoogtes

[m NAP]	Freatisch	Eerste zandlaag	Tweede zandlaag
Hoge grondwaterstand	-1,45	-2,7	-2,6
Gemiddelde grondwaterstand	-1,63	-2,9	-2,9
Lage grondwaterstand	-1,99	-3,8	-3,4

Opmerking bij tabel:

- Voor de afleidingen van de stijghoogtes is gebruik gemaakt van de peilbuizen E05208, E05360, E05763 II, E05549 II, E05039 II, E05549 III en E05039 III; uit de database van Waternet (https://maps.waternet.nl/kaarten/peilbuizen.html).

- De stijghoogte in de Wadzand laag is niet gemeten. Hiervoor wordt robuust uitgegaan van een gelijkwaardige stijghoogte als in het freatisch pakket.
- Ditzelfde geldt voor de tweede zandlaag waarin robuust wordt uitgegaan van een gelijkwaardige stijghoogte als in de eerste zandlaag.

Op basis van het grondonderzoek [1] en [2] is de grondopbouw bepaald en vastgelegd in Tabel 2. De grondparameters zijn gebaseerd op de grootschalige parameterset van de Noord-Zuidlijn te Amsterdam in combinatie met correlaties ten behoeve van de bepaling van karakteristieke ondergrens waarden voor de verschillende parameters. In Bijlage 1 zijn de grondonderzoek rapporten opgenomen.

Tabel 2 Grondopbouw en karakteristieke ondergrens waarden van de grondparameters

Grondlaag	b.k. grondlaag (2	γ/γ_{sat}	ϕ'	δ'	c'	$k_{h;1}$	$k_{h;2}$	$k_{h;3}$
	[m NAP]	[kN/m³]	[°]	[°]	[kPa]	[MN/m³]	[MN/m³]	[MN/m³]
01A Toplaag zand	-0,3 à -1,0 (1	18 / 20	32,5	21,7	--	20	10	5
08 Hollandveen	-2,5 à -3,0	10,2 / 10,2	17	0	3,3	1	0,5	0,25
09 Oude zeeklei	-4,4	16,2 / 16,2	25	16,7	4,6	2	0,8	0,5
10 Wadzand	-7,25	17,8 / 19,8	27	18	1,3	6	4	2
12 Basisveen (3	-9,5 à -10,25	11,1 / 11,1	18	0	3,0	2	0,8	0,5
11 Hydrobia klei	-10,25 à -10,75	14,9 / 14,9	26	17,3	5,3	4	2	0,8
12 Basisveen	-11,5 à -11,75	11,1 / 11,1	18	0	3,0	2	0,8	0,5
13 Eerste zandlaag	-12,25 à -12,5	19,7 / 21,7	32,5	21,7	--	20	10	5
14 Alleröd	-15,0	18,3 / 18,3	27	18	2,0	6	4	2
17 Tweede zandlaag	-17,25	18,9 / 20,9	35	23,3	--	40	20	10

Opmerkingen bij tabel:
(1 Het maaiveld varieert vanaf de hoge straatzijde tot de lager gelegen parkzijde (achtertuin) van NAP -0,3m respectievelijk NAP -1,0m.
(2 Er is rekening gehouden met het verschil in bodemopbouw per zijde (straat- resp. parkzijde) waarbij het overgangsgebied over de bouwkuip verloopt.
(3 De Basisveen laag wordt ook boven de Hydrobia kleilaag aangetroffen.

2.4 Ontwerpgegevens

2.4.1 Peil en maaiveld

Het Peil en maaiveld zijn aangehouden conform [4], zie Figuur 2 voor paragraaf 2.3 uit [4].

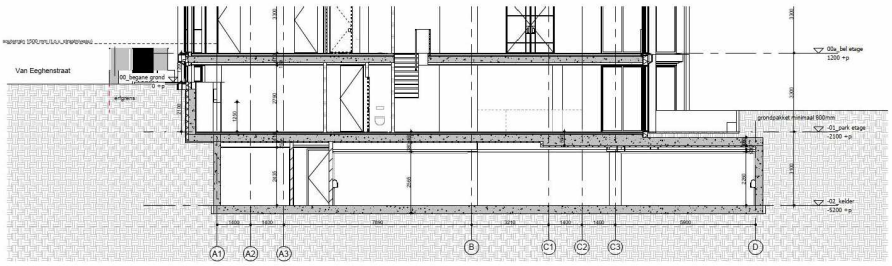
2.3. Algemene gegevens bouwwerk en omgeving

Peil :	ca. 0,00 m+ NAP (Entreehal Peil=0)
Maaiveld :	ca. 0,00 m+ NAP (straatzijde Van Eeghenstraat)
	ca. 1,20 m- NAP (parkzijde Vondelpark)

Figuur 2 Peil maat t.o.v. NAP (ref. [4])

2.4.2 Ontgravingen

Voor de afleiding van het ontgravingsniveau is uitgegaan van de doorsnede tekeningen gegeven in Figuur 3.



Figuur 3 Doorsnede kelder (ref.[3])

In de berekening word uitgegaan van horizontale ondersteuning van de bouwkuipwanden door:

- Tijdelijk stempel: niveau NAP -1,25m
- Keldervloer: niveau NAP -5,3m (3/4 van de vloerdikte)
- -1 vloer: niveau NAP -2,3m

Ten behoeve van aanbrengen van het stempelraam wordt uitgegaan van een ontgraving tot NAP -1,55m

Rekening houdend met een vloerdikte van 0,4m en een extra ontgraving van 0,4m voor aanbrengen van een zandbed resulteert dit in een maximale ontgravingsdiepte van 6,0m – Peil = NAP-6,0m.

2.4.3 Cutter Soil Mix (CSM) wand

Eigenschappen voor de CSM-wand zijn samengevat in Tabel 3. Op basis van overleg met de onderaannemer is een (minimale) gemiddelde druksterkte van 3,0 MPa aangehouden. De constructieve sterkte van de wand wordt volledig geborgd door de staalprofielen. Het soilmix materiaal heeft daardoor alleen een bijdrage in de stijfheid, waterdichtheid en dient sterk genoeg te zijn om de grond- en waterdrukken via boogwerking over te brengen naar de staalprofielen.

Tabel 3 Eigenschappen CSM-wand

Onderdeel	Eigenschap
CSM druksterkte	$f_{SM;M}$ = 3 MPa
Dikte CSM	0,55m
H.o.h.-afstand profielen	1,10m

2.5 Uitgangspunten berekeningen

2.5.1 Betrouwbaarheidsklasse en partiële factoren

De bouwkuip is ingedeeld in betrouwbaarheidsklasse RC2 conform NEN9997-1+C2 en CUR166.

Partiële factoren worden toegepast conform de NEN 9997-1 (ref. [5]):

- Grondparameters bouwkuipwand berekening: Tabel A.4b
- Dimensioneringsberekening DSheetPiling: Tabel 9.d
- Grondparameters stabiliteit bouwputbodem: Tabel A.1

2.5.2 Bovenbelasting

Er wordt rekening gehouden met bovenbelastingen met de kenmerken conform Tabel 4.

Tabel 4 Overzicht bovenbelastingen openbare doorgaande van Eeghenstraat

Bovenbelasting	Bouwverkeer	Parkeerhavens	Doorgaande weg
Afstand uit bouwkuip	1,0 m	7 m	10 m
Waarde	20 kPa	10 kPa	10 kPa

2.5.3 Bouwfasering

De bouwfasering voor de ontwerpberekening is weergegeven in Tabel 5.

Tabel 5 Bouwfasering

Fase	Omschrijving
0.	Aanbrengen bouwkuipwanden vanaf maaiveld
1.	Ontgraven t.b.v. stempel (NAP -1,55m)
2.	Aanbrengen stempel + Bemaling + maximale ontgraving (NAP -6m)
3.	Aanbrengen kelder vloer en waterdruk tegen vloer
4.	Aanbrengen -1 vloer + verwijderen stempel

Voor voorliggend ontwerp is voor de stijfheid van de horizontale ondersteuningen uitgegaan van:

- Stempel : buizen rond 600mm
- Vloeren: dikte 0,35 / 0,4 m

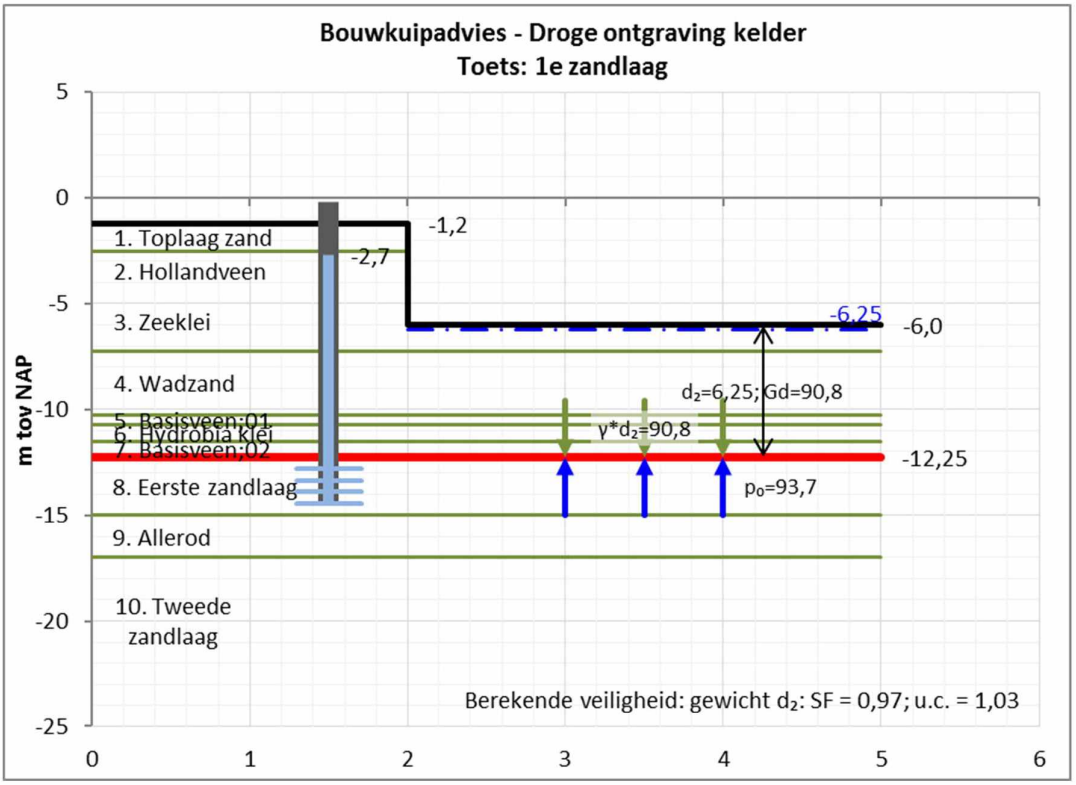
3 Berekeningsresultaten

3.1 Verticaal evenwicht

Op basis van ontgravingsniveau en grondwaterstanden is gekeken of er voldoende veiligheid ten aanzien van opbarsten van de bouwkuip aanwezig is.

Uit de berekening volgt dat tijdens de ontgravingen de stijghoogte in het Wadzand verlaagd dient te worden om opbarsten vanuit deze laag te voorkomen, dit kan eenvoudig gebeuren door ontlastbronnen in deze laag op te nemen.

Uit de berekeningen volgt dat het maximale ontgravingsniveau waarbij voldoende veiligheid tegen opbarsten vanuit de 1e Zandlaag aanwezig is ligt op NAP -5,8m.
Bij een uniforme ontgraving tot NAP -6,0m bedraagt de veiligheid tegen opbarsten 0,97 (u.c. = 1,03 uitgaande van rekenwaarden), zie Figuur 4.
Om voldoende veiligheid te creëren dient de laatste ontgraving van 0,4 m ten behoeve van het aanbrengen van de zandlaag in de bouwkuip in sleuven te gebeuren.



Figuur 4 Grafisch overzicht inclusief berekeningsresultaten toets opbarsten.

De berekening is opgenomen in Bijlage 2.

3.2 CSM wand

3.2.1 Randvoorwaarden soilmix-wand

De wanden krijgen een tijdelijke waterkerende en grondkerende functie; type "C". De randvoorwaarden vanuit het handboek voor deze functie zijn weergegeven in Figuur 5.

Randvoorwaarden, aandachtspunten en minimale karakteristieken	
C1	Minimale karakteristieke waarde UCS van ...* MPa- (§6.3 en §6.14)
C2	Minimale elasticiteitsmodulus van ...* GPa - (§6.3)
C3	Maximum vol% insluitsels van 20%
C4	Maximale doorlatendheid van de wand 10^{-7} m/s, en van het soilmix-materiaal van 10^{-8} m/s
C5	Beschouwing van de invloed van de grond, het bindmiddelgehalte, de uitvoeringsparameters op de druksterkte en de stijfheid van het soilmix-materiaal
C6	Verificatie van de gewelfwerking/drukboog (§6.4)
C7	Berekening van de buigstijfheid van de soilmix-wand – samengestelde buigstijfheid is toegelaten (§6.6)
C8	Verificatie van de snedekrachten in de wand - samenwerking soilmix – wapening mag in rekening gebracht worden (§6.7), mits begrenzing van τ_{Rd} conform de criteria in §6.3.6. • momenten • dwarskrachten • normaalkrachten
C9	Verificatie van de ponskracht en dimensionering van de ankerplaten of gordingen
C10	Verificatie van de horizontale verplaatsing van de soilmix-wand
C11	Beschouwing van het uithardingseffect: evolutie van de druksterkte met de tijd
C12	Beschouwing van de omgevingsinvloed: invloed vervuild of brak water en verontreinigde grond op de uithardingstijd en op de sterkte en stijfheid
C13	Beschouwing van het risico op uitspoelen van cement in het nog niet uitgeharde soilmix-materiaal bij belangrijke grondwaterstromingen

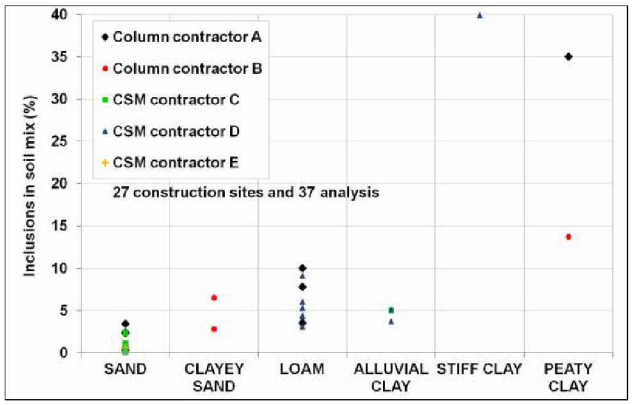
*te definiëren door de ontwerper in functie van de eisen en de voorwaarden van het project

Figuur 5 Randvoorwaarden: Tijdelijke waterkerende en grondkerende soilmix-wand (ref. [7])

C1 + C2: Aan de minimale karakteristieke UCS waarde en elasticiteitsmodulus worden geen eisen specifieke eisen gesteld. Deze dienen vanuit project-voorwaarden ingevuld te worden. In overleg met de uitvoerend aannemer wordt een minimale UCS van 3 MPa aangehouden.

C3: het aantal insluitingen wordt bepaald door de grondsoort, bindmiddel en mixproces. Het handboek geeft indicaties van mogelijke percentage insluitingen. Hierbij wordt opgemerkt dat veen (ondiepe ligging; laag 08 uit Tabel 2) in zijn algemeenheid naar boven zal drijven gezien het volumegewicht.

Gezien de typisch Amsterdamse bodemopbouw en de ervaring ten aanzien van veen is het de verwachting dat het aantal insluitingen < 20% zal zijn, indien bovenstaand genoemde ondiepe veenlaag volledig weg-gefreesd wordt.



Figuur 6 Handboek soilmixwanden, percentage insluitingen op basis van grondsoort.

C4: De maximale doorlatendheid van de wand mag 10^{E}-7 m/s bedragen, en van het soilmix-materiaal 10^{E}-8 m/s.

C5: Deze kan worden aangetoond met laboratorium onderzoek vooraf en achteraf.

C6 t/m C10: Deze randvoorwaarden hebben betrekking op de uit te voeren berekeningen en worden aangetoond in de overige paragrafen van dit hoofdstuk.

C11: De beschouwing van het uithardingseffect dient door de uitvoerend onderaannemer uitgevoerd/aangetoond te worden. De toename van de druksterkte met de tijd heeft direct effect op het moment van ontgraven

C12: Indien uit grond(water) onderzoek blijkt dat geen verontreinigingen aanwezig zijn hoeft C12 niet te worden uitgevoerd.

C13: Gezien het verhang van het grondwater richting het Vondelpark is onderzoek naar de mate van grondwaterstroming aanbevolen in verband met het risico op uitspoelen van cement uit het soilmix-mengsel.

3.2.2 Berekening bouwkuipwand
Voor het oriënterend advies is de maatgevende doorsnede (straatzijde) doorgerekend. Aan de overige zijden van de bouwkuip ligt het maaiveld lager of zijn belastingen op maaiveld lager.

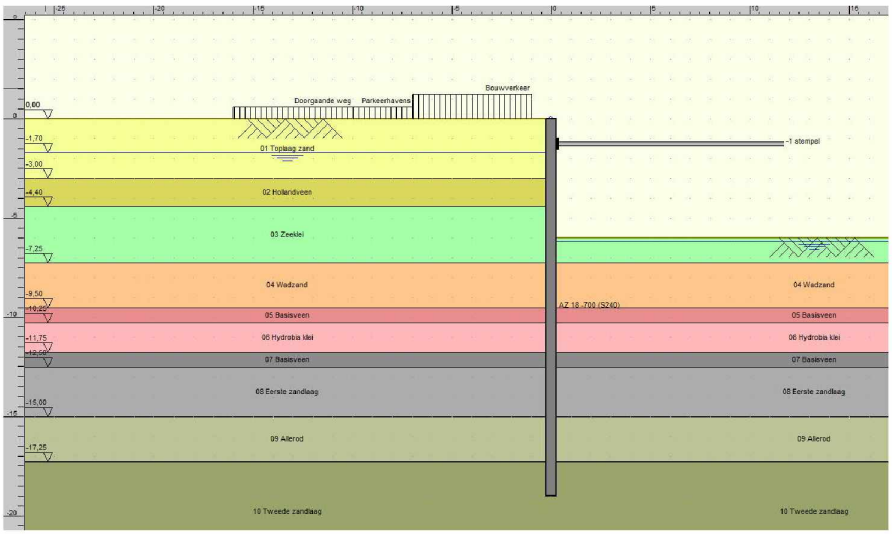
3.2.2.1 Resultaten D-SheetPiling
In Tabel 6 zijn de maatgevende berekeningsresultaten van de bouwkuipwand berekening weergegeven.

In Figuur 7is het D-SheetPiling berekenings-model weergegeven en in Fout! Verwijzingsbron niet gevonden. is de D-SheetPiling berekeningsuitvoer opgenomen.

Tabel 6 Resultaten haalbaarheid ontgravingsdiepte

Eigenschappen		Maatgevende resultaten
Ontlasten Wadzand		Ja
Bemaling eerste zandlaag		Nee
Resultaten		
Wapening Profiel		HEA 400 S460
Hart-op-hart afstand profielen	[m]	1,1
Moment capaciteit	[kNm/m^{1}]	1070
Buigstijfheid EI (elastisch)	[kNm^{2}/m^{1}]	118225
Onderzijde wand	[m NAP]	-19,0
Uitbuiging	[mm]	52
Rekenwaarde moment	[kNm/m^{1}]	880
Rekenwaarde dwarskracht	[kN/m^{1}]	335
Stempelkracht -1 stempel	[kN/m^{1}]	344
Stempelkracht -1 vloer	[kN/m^{1}]	370
Stempelkracht -2 vloer	[kN/m^{1}]	0,0
Resulterende grond(water)druk	[kN/m^{2}/m^{1}]	102

Ten aanzien van momenten in de wand en vervormingen is fase 2 (ontgraven tot NAP -6,0m) maatgevend, zie Figuur 7.



Figuur 7 Overzicht fase 2 in DSheetpilling.

3.2.2.2 Toets CSM wand

Bij de toets van de CSM wand is ervan uitgegaan dat alle krachten alleen door de wapening worden opgenomen.

Toetsing capaciteit van de staalprofielen				
1) Axiale druk:	u.c. = $N_{Ed;v-v}$ / $N_{c;Rd}$ = 0 / 7313 =		0,00	Conclusie = VOLDOET
>> Normaalkracht voor 100% naar staalprofiel				
2) Buigend moment om y-y as (sterke as):	u.c. = $M_{Ed;v-v}$ / $M_{c;Rd;v-v}$ = 968 / 1178 =		0,82	Conclusie = VOLDOET
3) Dwarskracht in richting z-z as (evenwijdig aan lijf):	u.c. = $V_{Ed;z-z}$ / $V_{c;Rd;z-z}$ = 369 / 1523 =		0,24	Conclusie = VOLDOET
4) Buiging en dwarskracht om y-y as (sterke as):	$V_{Ed;z-z}$ / $V_{c;Rd;z-z}$ =	0,24	-	> dwarskracht niet van invloed op buigingsweerstand
	ρ =	0,00	-	> geen reductie op vloeigrens
	$M_{c;Rd}$ =	1178	kNm	
	u.c. = $M_{Ed;v-v}$ / $M_{c;Rd}$	= 968 / 1178 =	0,82	Conclusie = VOLDOET

Het soilmix materiaal heeft daarom alleen een functie in:

- Stijfheid van de wand
- Sterkte voor boogwerking.

Toetsing spanningen in de drukboog		
1) Drukspanning aanzet:	u.c. = $\sigma_{bg;aanzet}$ / $\sigma_{RD;max;aanzet}$ =	0,24 / 1,07 = 0,23 Conclusie = VOLDOET
2) Drukspanning midden:	u.c. = $\sigma_{boog;mid;max}$ / $\sigma_{RD;max;boog}$ =	0,23 / 0,76 = 0,31 Conclusie = VOLDOET
3) Schuifspanning:	u.c. = τ_{Ed} / $\tau_{RD;smd}$ =	0,15 / 0,23 = 0,68 Conclusie = VOLDOET

Volledige uitwerking van de CSM wand is opgenomen in Bijlage 4.

4 Conclusie en aanbevelingen

Uit het oriënterend bouwkuipadvies opgesteld voor de ontgraving ten behoeven van aanleg van de kelder ter plaatse van Van Eeghenstraat 70-72, uit te voeren middels CSM wanden volgt:

De bouwkuip is haalbaar, hierbij is uitgegaan van een CSM wand met volgende eigenschappen:

- Gemiddelde druksterkte soilmix materiaal = 3 MPa;
- Wapening HEA400 S460 h.o.h. 1,1m;
- Onderzijde wand NAP -19,0m.

De bouwkuip dient te worden uitgevoerd met behulp van een stempelraam. In voorliggend ontwerp is uitgegaan van een stempelniveau op NAP -1,25m.
Bij de bouwkuip dient gebruik gemaakt te worden van ontlastbronnen in het Wadzand. Daarnaast dient de ontgraving ten behoeve van het aanbrengen van de zandlaag in de bouwkuip (van NAP -5,6m tot NAP -6,0m) middels sleuven uitgevoerd te worden.

Aanbevolen wordt om in de DO fase te kijken naar optimalisaties, mogelijke wijzigen van stempelniveau om vervormingen en krachtswerking te reduceren of verkorten van de wand. Daarnaast dienen berekeningen uitgevoerd te worden waarmee de effecten van asymmetrie van de bouwkuip (verschil in maaiveld hoogte en maaiveld belastingen) kunnen worden bepaald.
Ook dient een analyse uitgevoerd te worden naar de risico's van beïnvloeding van de omgeving (belendingen) en dient aan de hand van die resultaten een monitoringsplan opgesteld te worden.

Inhoudsopgave bijlagen

Bijlage 1	Grondonderzoek
Bijlage 2	Berekening verticaal evenwicht
Bijlage 3	DSheetpiling resultaten
Bijlage 4	CSM wand

Bijlage 1 Grondonderzoek



Grondonderzoek
bijlage 1-1_vw 1178



Grondonderzoek
bijlage 1-2_Amsterd

Hoofdvestiging
Strijkviertel 30, 3454 PM **De Meern**
030 - 666 1746
info@vandijktech.nl

VAN DIJK
GEO- EN MILIEUTECHNIEK b.v.

Nevenvestiging
Overspoor 9, 1688 JG **Nibbixwoud**
0229 - 578 123
nibbixwoud@vandijktech.nl

Datum	:	23 augustus 2019
Opdrachtnummer	:	**117879**
Project	:	nieuwbouw appartementen Van Eeghenstraat
Plaats	:	**AMSTERDAM**
Opdrachtgever	:	SWINN BV [redacted] Stavorenweg 4 2803 PT Gouda

Inhoud

Fotoreportage	:	1
Situatie	:	1
Sonderingen	:	5
Peilstaat	:	3
Inmeting	:	1
Elektrisch sonderen	:	1
Verklaring der tekens	:	1

Voor al onze werkzaamheden gelden de V.O.T.B. Voorwaarden zoals vermeld op onze website en gedeponeerd bij de KvK Utrecht onder nr. 40476246.

FOTOREPORTAGE

Foto 1:



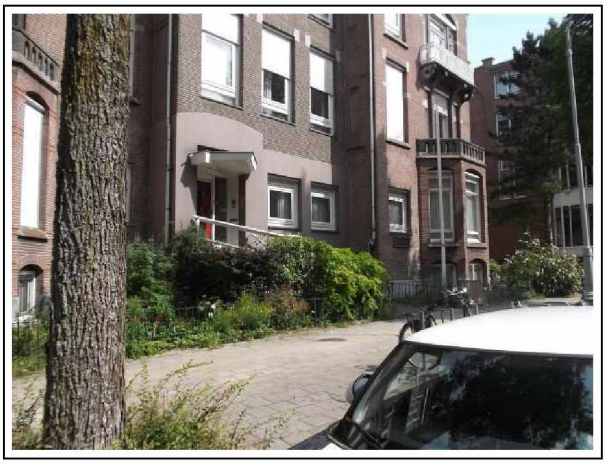
Foto 2:



Foto 3:



Foto 4:



Legenda

Adviesbureau voor geotechniek en milieu
Strijkviertel 30,
3454 PM DE MEERN
Tel. : 030 - 666 17 46
Fax : 030 - 666 48 54
E-mail : info@vandijktech.nl

Project: Nieuwbouw appartementen,
Van Eeghenstraat 72

Plaats: Amsterdam
Opdrachtnr.: 117879
Datum: augustus 2019
Volgnummer: 1/1

FOTOREPORTAGE VASTE PUNTEN

put



Legenda

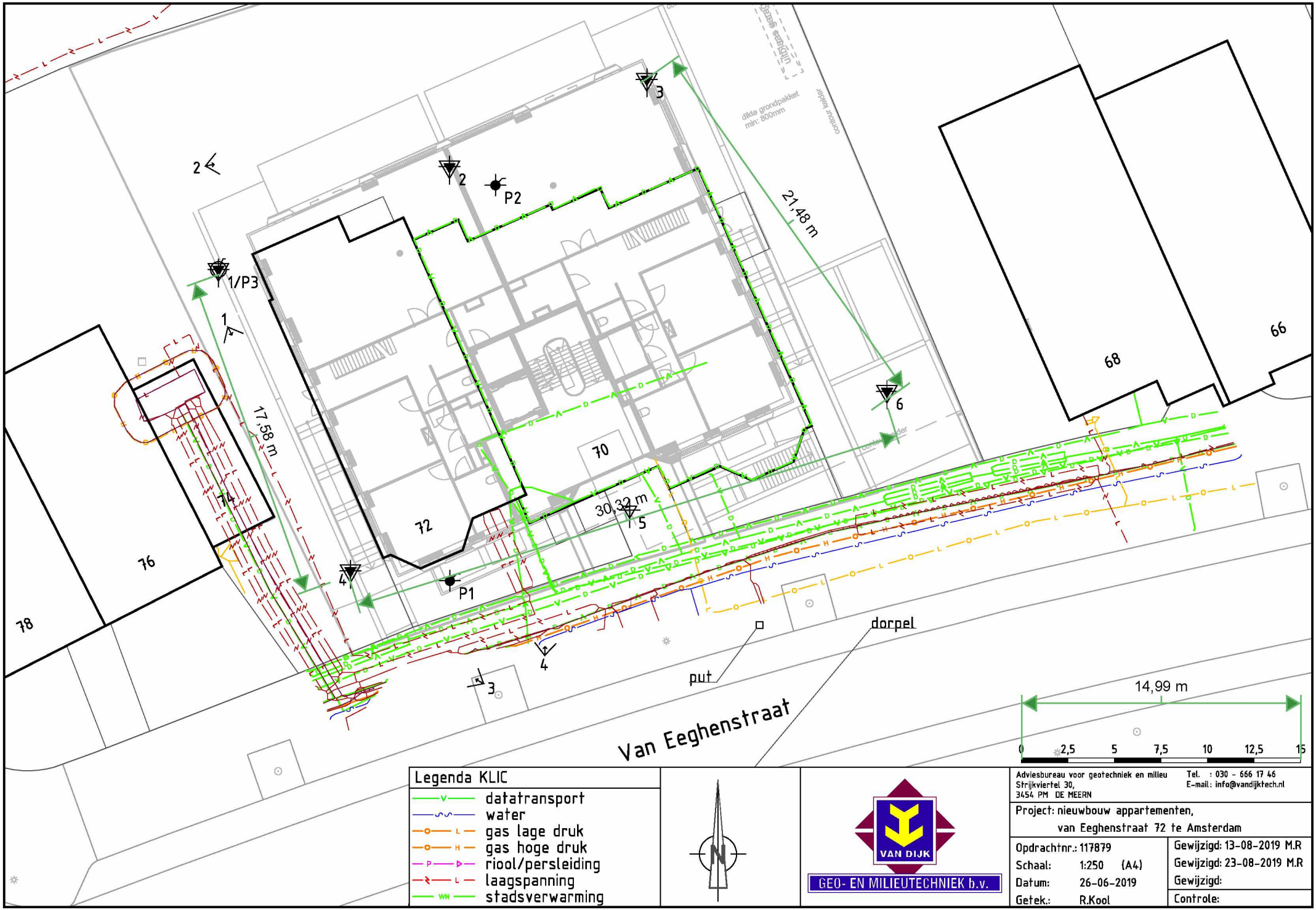
Adviesbureau voor geotechniek en milieu
Strijkviertel 30,
3454 PM DE MEERN

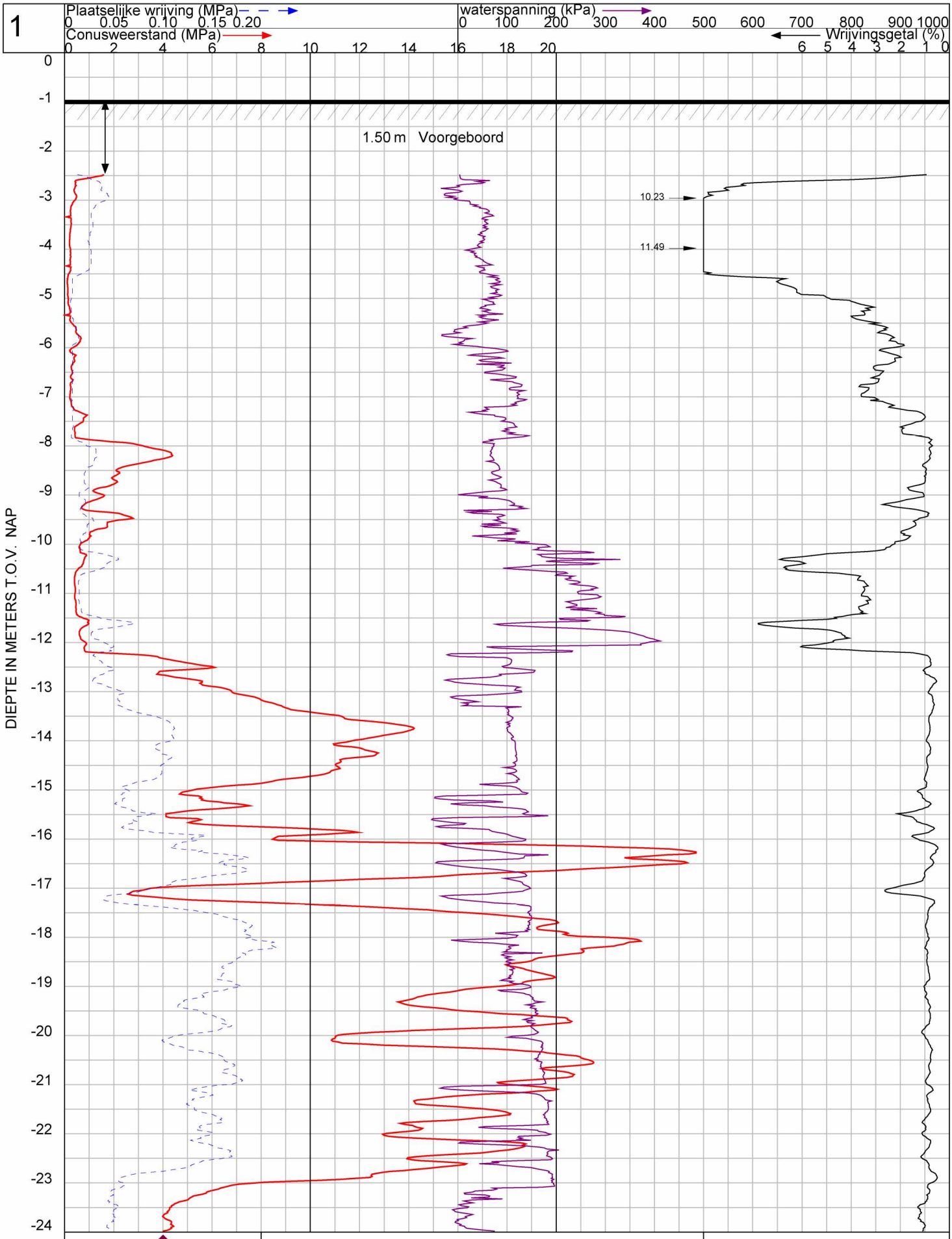
Tel. : 030 - 666 17 46
Fax : 030 - 666 48 54
E-mail : info@vandijktech.nl

VAN DIJK
GEO- EN MILIEUTECHNIEK b.v.

Project: Nieuwbouw appartementen,
Van Eeghenstraat 72

Plaats: Amsterdam
Opdrachtnr.: 117879
Datum: augustus 2019
Volgnummer: 1/1


1/P3
P1
P2
2
3
4
5
6
17,58 m
21,48 m
30,32 m
14,99 m
0
2,5
5
7,5
10
12,5
15
66
68
70
72
74
76
78
dorpel
put
Van Eeghenstraat
dikte grondpakket
min. 800mm
Legenda KLIC
datatransport
water
gas lage druk
gas hoge druk
riool/persleiding
laagspanning
stadsverwarming
N
VAN DIJK
GEO- EN MILIEUTECHNIEK b.v.
Adviesbureau voor geotechniek en milieu
Strijkviertel 30,
3454 PM DE MEERN
Tel. : 030 - 666 17 46
E-mail: info@vandijktech.nl
Project: nieuwbouw appartementen,
van Eeghenstraat 72 te Amsterdam
Opdrachtnr.: 117879
Schaal: 1:250 (A4)
Datum: 26-06-2019
Getek.: R.Kool
Gewijzigd: 13-08-2019 M.R
Gewijzigd: 23-08-2019 M.R
Gewijzigd:
Controle:



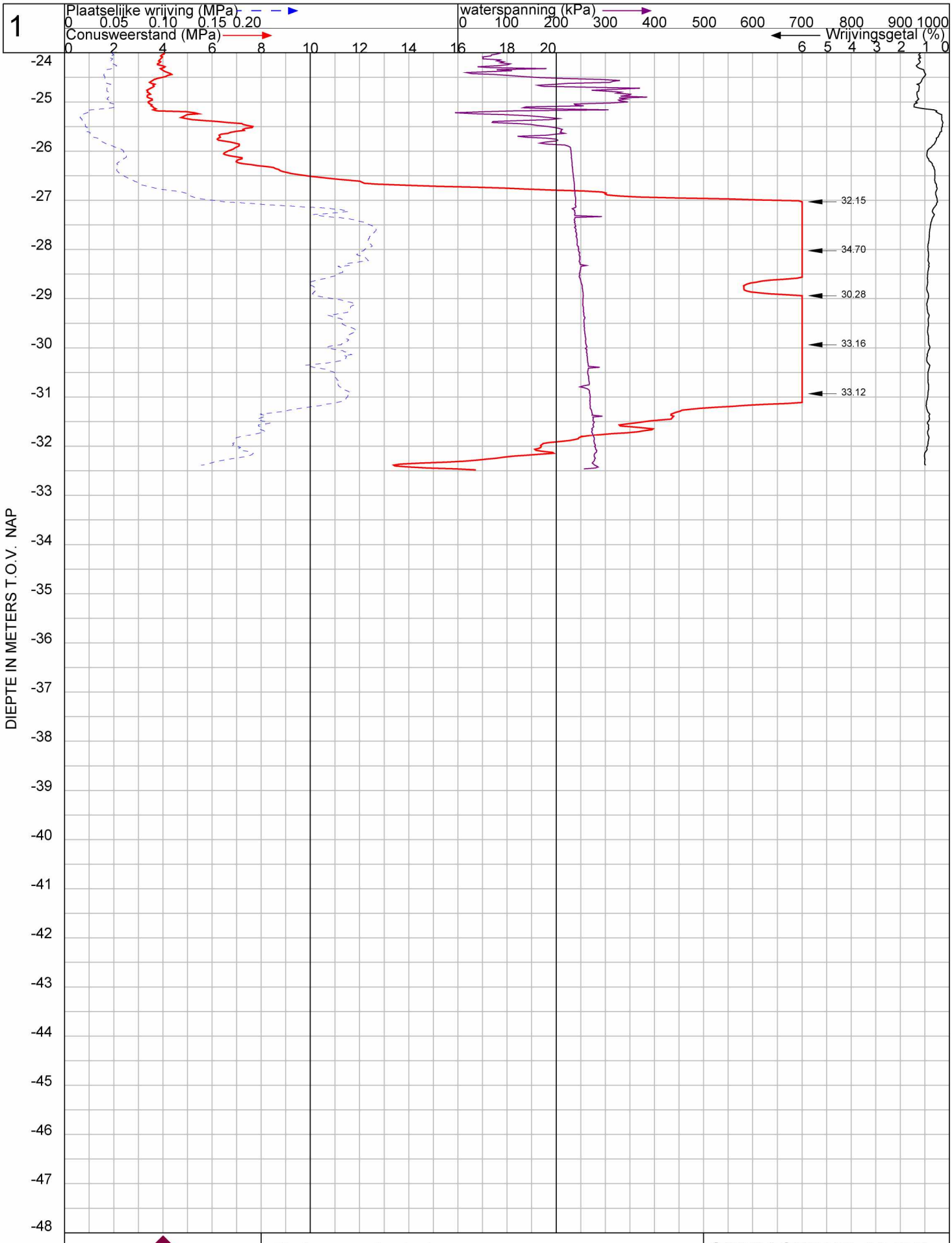
VAN DIJK
GEO- EN MILIEUTECHNIEK b.v.

Plaats : **Amsterdam**

OPDRACHT NR: 117879

Maaiveld : -0.96 m t.o.v. NAP
Uitgevoerd : 19-7-2019 conus : CFP10-15 190502
Omschrijving : nieuwbouw appartementen, van Eeghenstraat 72

SONDERING : 1



GEO- EN MILIEUTECHNIEK b.v.

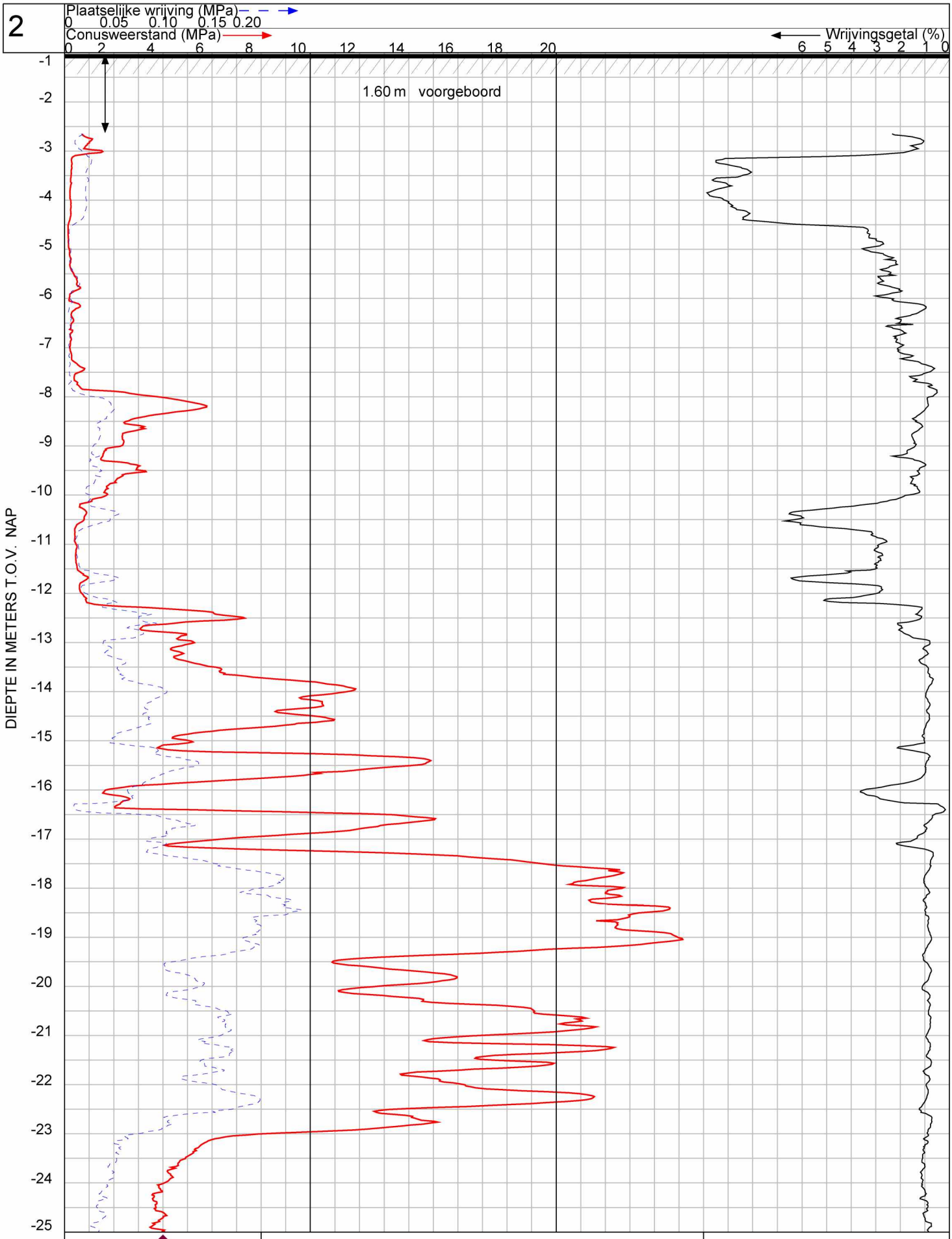
Plaats : **Amsterdam**

OPDRACHT NR: 117879

Maaiveld : -0.96 m t.o.v. NAP
Uitgevoerd : 19-7-2019 conus : CFP10-15 190502
Omschrijving : nieuwbouw appartementen, van Eeghenstraat 72

SONDERING : 1

2



VAN DIJK
GEO- EN MILIEUTECHNIEK b.v.

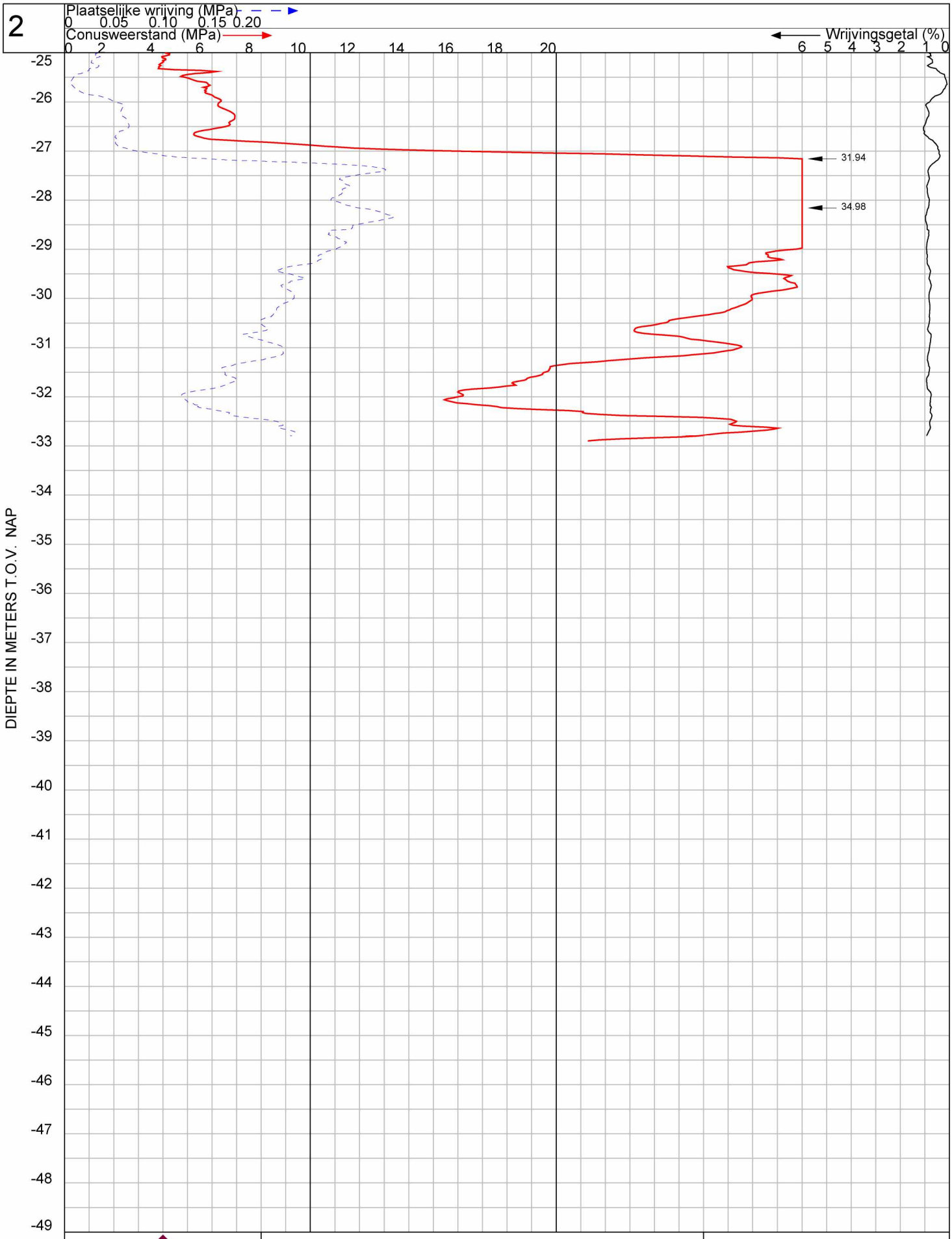
Plaats : **Amsterdam**

OPDRACHT NR: 117879

Maaiveld : -1.03 m t.o.v. NAP
Uitgevoerd : 20-8-2019 conus : I-CFXY-15171034
Omschrijving : nieuwbouw appartementen, van Eeghenstraat 72

SONDERING : 2

2



VAN DIJK GEO- EN MILIEUTECHNIEK b.v.

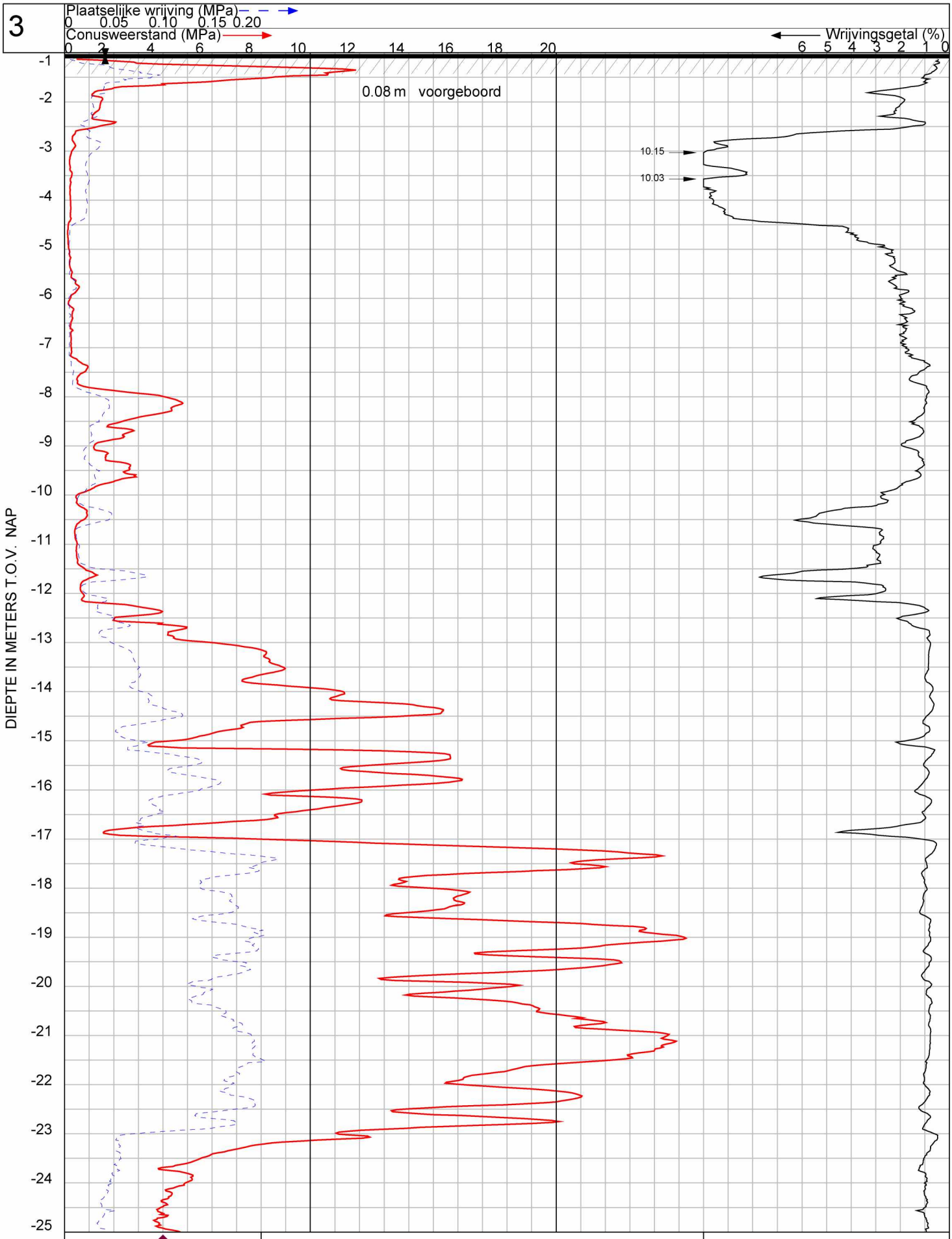
Plaats : **Amsterdam**

OPDRACHT NR: 117879

Maaiveld : -1.03 m t.o.v. NAP
Uitgevoerd : 20-8-2019 conus : I-CFXY-15171034
Omschrijving : nieuwbouw appartementen, van Eeghenstraat 72

SONDERING : 2

3



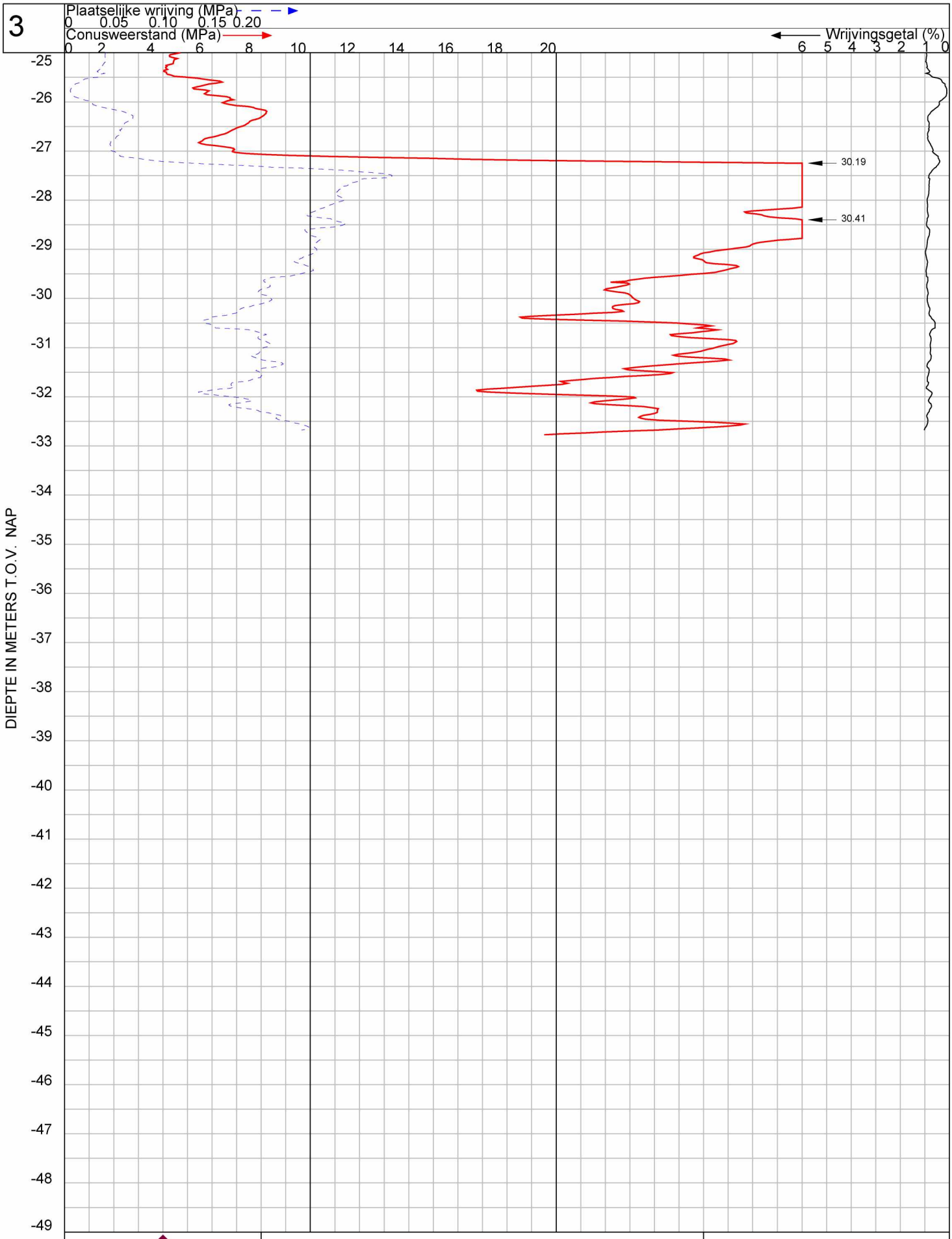
VAN DIJK GEO- EN MILIEUTECHNIEK b.v.

Plaats : **Amsterdam**

OPDRACHT NR: 117879

Maaiveld : -1.03 m t.o.v. NAP
Uitgevoerd : 20-8-2019 conus : I-CFXY-15171034
Omschrijving : nieuwbouw appartementen, van Eeghenstraat 72

SONDERING : 3



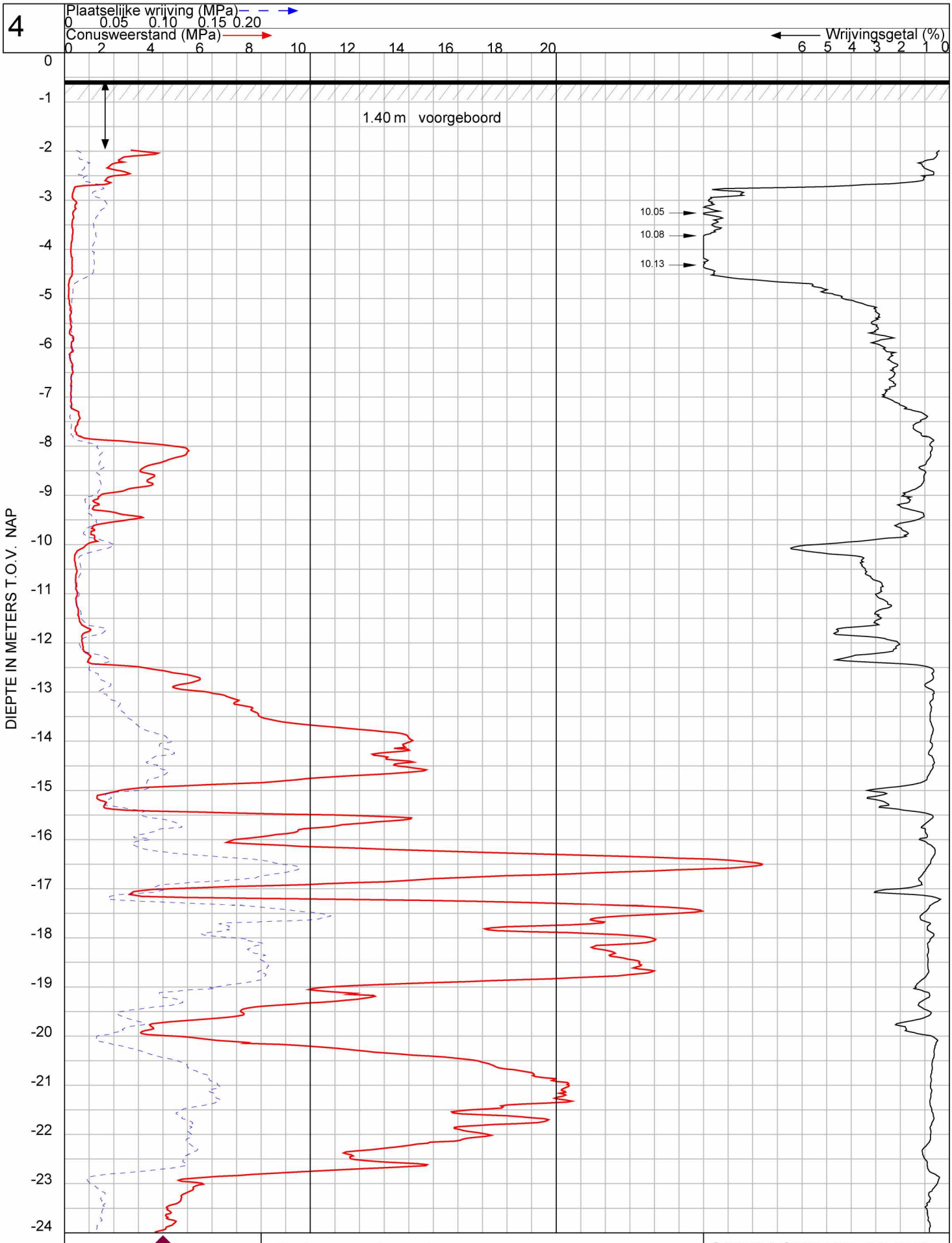
VAN DIJK
GEO- EN MILIEUTECHNIEK b.v.

Plaats : **Amsterdam**

OPDRACHT NR: 117879

Maaiveld : -1.03 m t.o.v. NAP
Uitgevoerd : 20-8-2019 conus : I-CFXY-15171034
Omschrijving : nieuwbouw appartementen, van Eeghenstraat 72

SONDERING : 3



VAN DIJK
GEO- EN MILIEUTECHNIEK b.v.

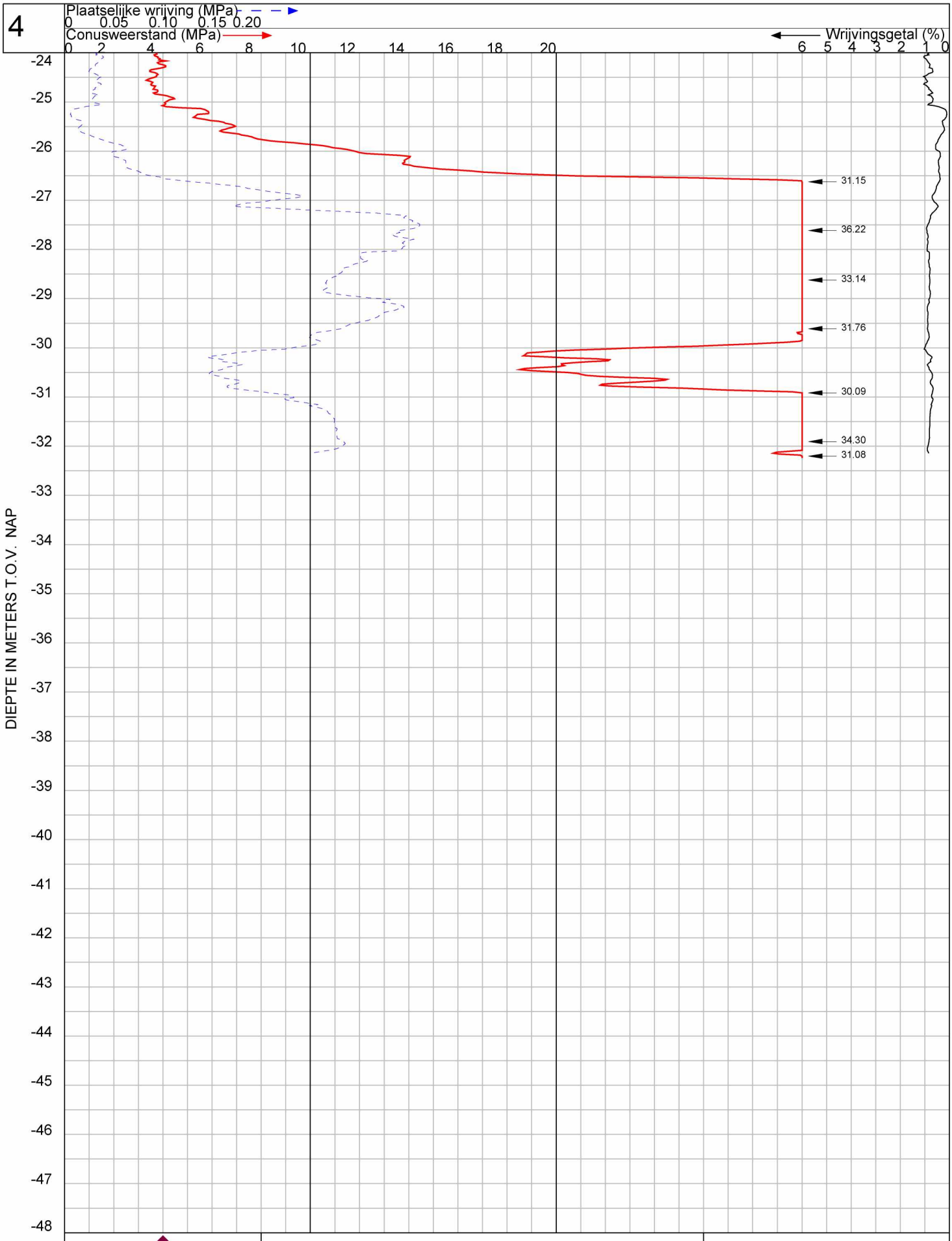
Plaats : **Amsterdam**

OPDRACHT NR: 117879

Maaiveld : -0.56 m t.o.v. NAP
Uitgevoerd : 20-8-2019 conus : I-CFXY-15171034
Omschrijving : nieuwbouw appartementen, van Eeghenstraat 72

SONDERING : 4

4



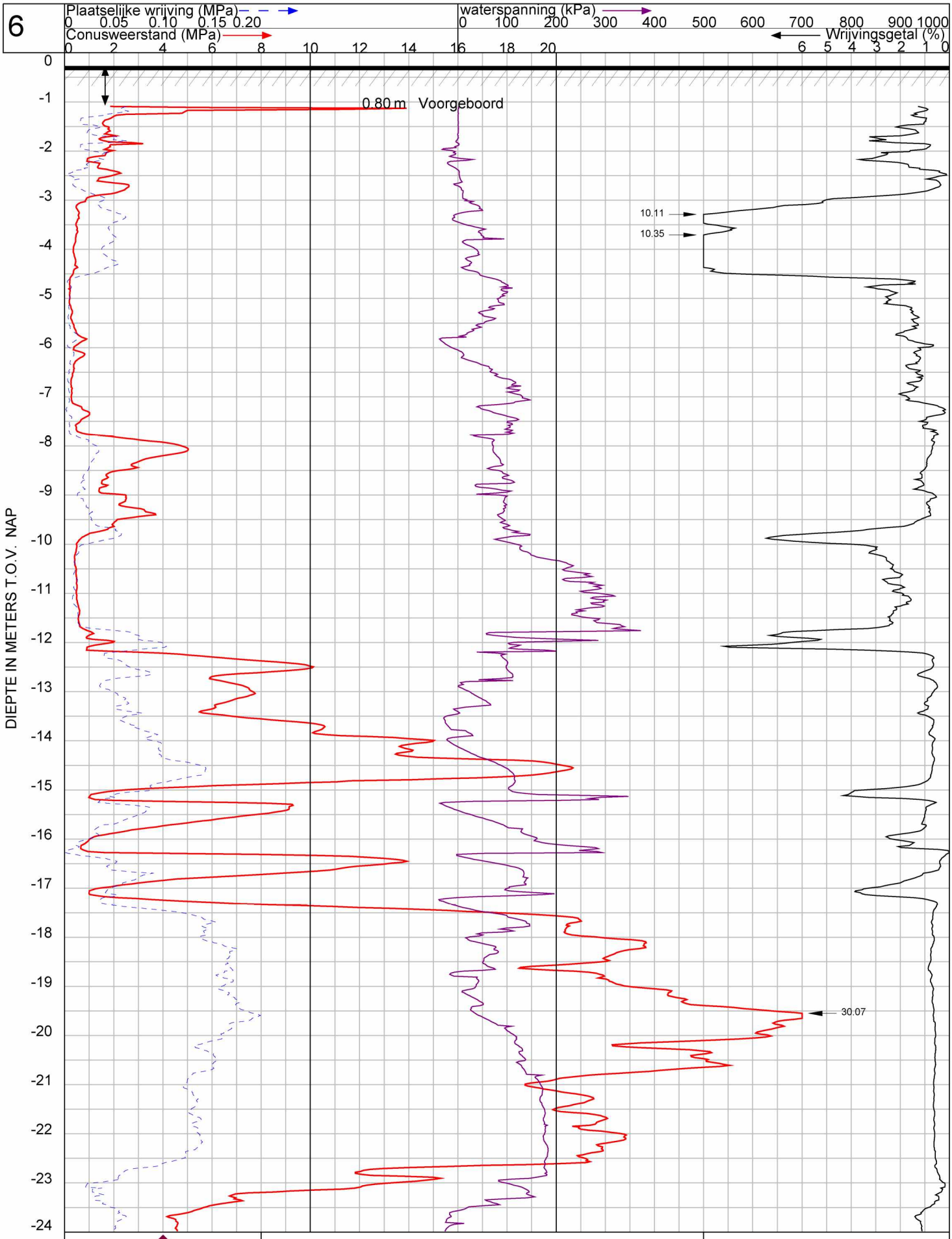
GEO- EN MILIEUTECHNIEK b.v.

Plaats : **Amsterdam**

OPDRACHT NR: 117879

Maaiveld : -0.56 m t.o.v. NAP
Uitgevoerd : 20-8-2019 conus : I-CFXY-15171034
Omschrijving : nieuwbouw appartementen, van Eeghenstraat 72

SONDERING : 4



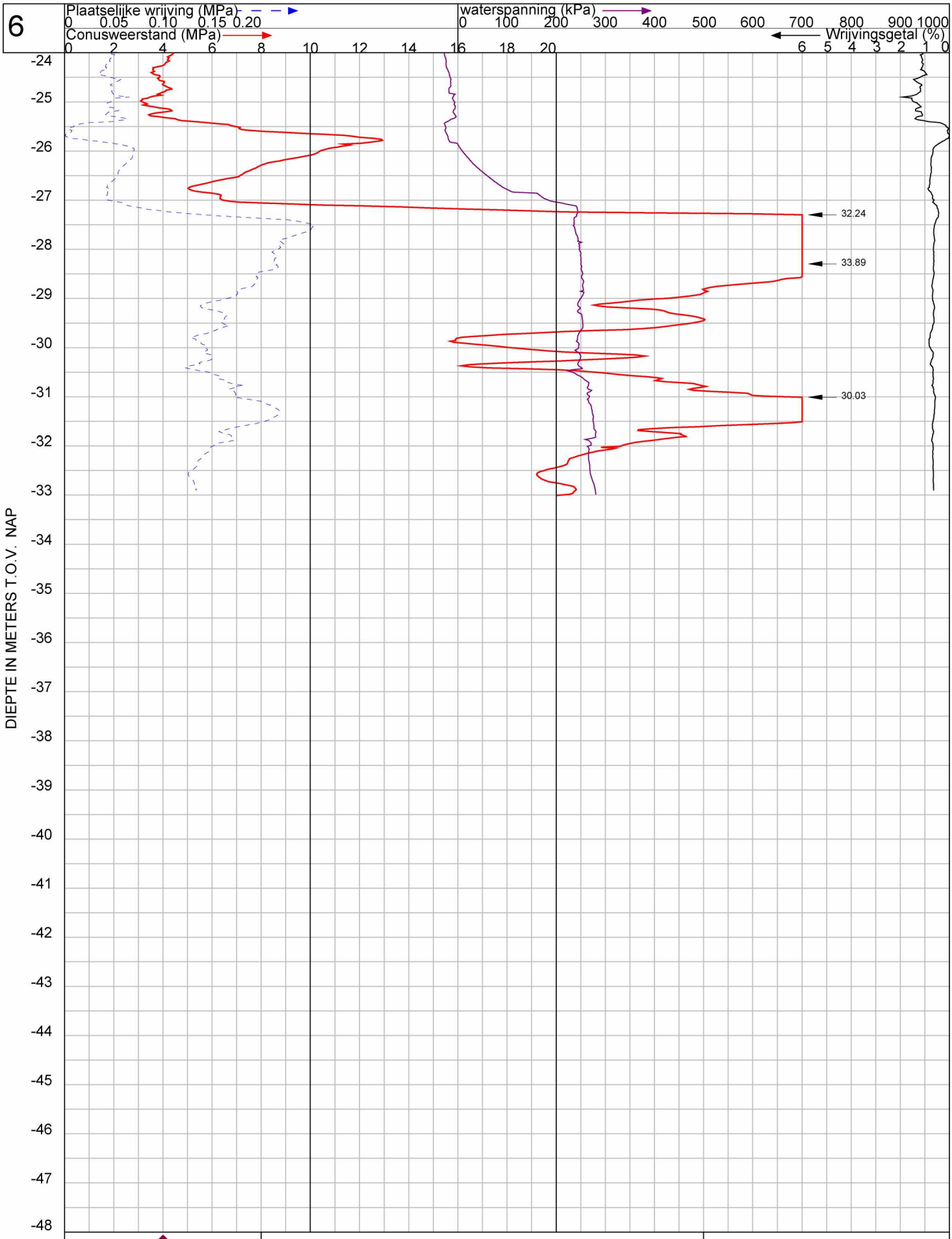
VAN DIJK
GEO- EN MILIEUTECHNIEK b.v.

Plaats : **Amsterdam**

OPDRACHT NR: 117879

Maaiveld : -0.27 m t.o.v. NAP
Uitgevoerd : 20-8-2019 conus : I-CFXYP20-19-0220
Omschrijving : nieuwbouw appartementen, van Eeghenstraat 72

SONDERING : 6



GEO- EN MILIEUTECHNIEK b.v.

Plaats : **Amsterdam**

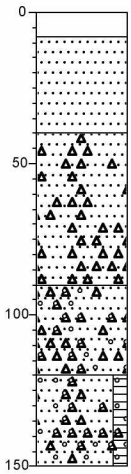
OPDRACHT NR: 117879

Maaiveld : -0.27 m t.o.v. NAP
Uitgevoerd : 20-8-2019 conus : I-CFXYP20-19-0220
Omschrijving : nieuwbouw appartementen, van Eeghenstraat 72

SONDERING : 6

Boring: Voorboring S1

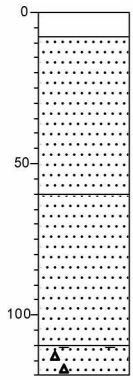
Datum: 19-7-2019
Maaiveldhoogte: -0,96 t.o.v. N.A.P.
GWS: -2,06 t.o.v. N.A.P.



-96
-104 Klinker
Zand, matig fijn, licht beigebruin
-136
Zand, matig fijn, zwak puinhoudend, grijs
-186
Zand, matig fijn, matig puinhoudend, zwak grindhoudend, roodzwart
-216
Zand, matig fijn, matig humeus, zwak puinhoudend, matig grindhoudend, zwart
-246

Boring: Voorboring S2

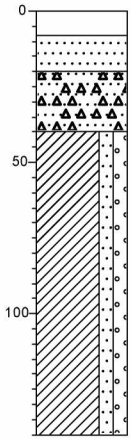
Datum: 23-8-2019
Maaiveldhoogte: -1,03 t.o.v. N.A.P.
GWS: -1,53 t.o.v. N.A.P.



-103
-111 Klinker
Zand, matig fijn, beige
-163
Zand, matig fijn, grijsbeige
-213
-223 Zand, matig fijn, zwak veenhoudend, matig puinhoudend, benzinegeur, donker zwartgrijs

Boring: Voorboring S4

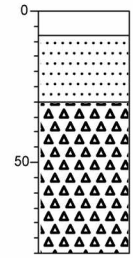
Datum: 23-8-2019
Maaiveldhoogte: -0,56 t.o.v. N.A.P.
t.o.v. n.v.t.



-56
-64 Klinker
Zand, matig fijn, beige
-76
Zand, matig fijn, matig puinhoudend, roodbruin
-96
Klei, matig zandig, matig grindig, donker zwartbruin
-196

Boring: Voorboring S6

Datum: 23-8-2019
Maaiveldhoogte: -0,27 t.o.v. N.A.P.
t.o.v. n.v.t.



-27
-35 Klinker
Zand, matig fijn, beige
-57
Volledig puin
-107

Grondwaterstand in het boor- / sondeergat is eenmalig bepaald en dient als indicatief te worden beschouwd.

Project: nieuwbouw appartementen, van Eeghenstraat 72 **Opdracht nr.: 117879**

PEILSTAAT

VAN DIJK
GEO- EN MILIEUTECHNIEK b.v.

PEILBUIS NR. 1	peilbuis van derden	P1	
MAAIVELDHOOGTE		-0.56	m t.o.v. NAP
BOVENKANT PEILBUIS		0.20	m t.o.v. maaiveld
		-0.36	m t.o.v. NAP
ONDERKANT PEILBUIS		-2.13	m t.o.v. maaiveld
		-2.69	m t.o.v. NAP
LENGTE PEILBUIS		2.33	m
LENGTE FILTERGEDEELTE		1.00	m
DIEPTE FILTERGEDEELTE	van	-1.13	m t.o.v. maaiveld
	tot	-2.13	m t.o.v. maaiveld
	van	-1.69	m t.o.v. NAP
	tot	-2.69	m t.o.v. NAP

peiling nummer	datum peiling	waterstand t.o.v. maaiveld in m	waterstand t.o.v. bovenkant peil-buis in m	waterstand t.o.v. NAP in m
1	20-aug-2019	-1.78	-1.98	-2.34
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				

Opdracht nummer:	117879
Project:	nieuwbouw appartemente, van Eeghenstraat 72
Plaats:	Amsterdam
Datum verwerking:	23-08-19

PEILSTAAT

VAN DIJK
GEO- EN MILIEUTECHNIEK b.v.

PEILBUIS NR. 2	peilbuis van derden	P2	
MAAIVELDHOOGTE		-1.03	m t.o.v. NAP
BOVENKANT PEILBUIS		-0.04	m t.o.v. maaiveld
		-1.07	m t.o.v. NAP
ONDERKANT PEILBUIS		-2.44	m t.o.v. maaiveld
		-3.47	m t.o.v. NAP
LENGTE PEILBUIS		2.40	m
LENGTE FILTERGEDEELTE		1.00	m
DIEPTE FILTERGEDEELTE	van	-1.44	m t.o.v. maaiveld
	tot	-2.44	m t.o.v. maaiveld
	van	-2.47	m t.o.v. NAP
	tot	-3.47	m t.o.v. NAP

peiling nummer	datum peiling	waterstand t.o.v. maaiveld in m	waterstand t.o.v. bovenkant peil-buis in m	waterstand t.o.v. NAP in m
1	20-aug-2019	-0.98	-0.94	-2.01
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				

Opdracht nummer:	117879
Project:	nieuwbouw appartemente, van Eeghenstraat 72
Plaats:	Amsterdam
Datum verwerking:	23-08-19

PEILSTAAT

PEILBUIS NR. 3	ter plaatse van:	S1	
MAAIVELDHOOGTE		-0.96	m t.o.v. NAP
BOVENKANT PEILBUIS		-0.97	m t.o.v. maaiveld
		-1.93	m t.o.v. NAP
ONDERKANT PEILBUIS		-13.47	m t.o.v. maaiveld
		-14.43	m t.o.v. NAP
LENGTE PEILBUIS		12.50	m
LENGTE FILTERGEDEELTE		1.00	m
DIEPTE FILTERGEDEELTE	van	-12.47	m t.o.v. maaiveld
	tot	-13.47	m t.o.v. maaiveld
	van	-13.43	m t.o.v. NAP
	tot	-14.43	m t.o.v. NAP

peiling nummer	datum peiling	waterstand t.o.v. maaiveld in m	waterstand t.o.v. bovenkant peil-buis in m	waterstand t.o.v. NAP in m
1*	19-jul-2019	-2.79	-1.82	-3.75
2	20-aug-2019	-2.99	-2.02	-3.95
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				

* direct gemeten na plaatsing peilbuis

Opdracht nummer:	117879
Project:	nieuwbouw appartemente, van Eeghenstraat 72
Plaats:	Amsterdam
Datum verwerking:	23-08-19

INMETING

OPDRACHTNR.: 117879		PLAATS: Amsterdam	
meetpunt nr	hoogte maaiveld in m t.o.v. NAP	RD X-coördinaten in m	RD Y-coördinaten in m
1/P3	-0.96	119952.48	485661.10
2	-1.03	119964.80	485666.83
3	-1.03	119975.39	485671.52
4	-0.56	119959.48	485645.14
6	-0.27	119988.29	485654.78
put	-0.02		
dorpel	0.49		

De gemeten hoogten en coördinaten zijn niet geschikt voor andere doeleinden dan deze rapportage

Meetmethode:	Coördinaten en hoogten gemeten met 06-GPS
Gemeten door:	van DIJK geo- en milieutechniek b.v.
Datum meting:	20 augustus 2019
Datum verwerking:	23 augustus 2019

CONTINU ELEKTRISCH SONDEREN

Algemeen
De sonderingen worden bij van Dijk geo- en milieutechniek bv uitgevoerd conform NEN – EN-ISO 22476-1:2012/CI.
De sondeerresultaten geven een goed en betrouwbaar beeld van de gelaagdheid van de ondergrond.
De sondeerconus met een basisoppervlak van 1500 mm² en een tophoek van 60° wordt met een constante snelheid van 20 mm/s in de grond gedrukt. Indien ook de plaatselijke wrijving gemeten moet worden, zal een conus met een mantel van ca 15000 mm² worden toegepast.
De meetsignalen worden met een kabel, dan wel via een lichtgeleider (draadloos), naar een meeteenheid, verbonden aan een computer, gestuurd. De gedigitaliseerde meetsignalen worden opgeslagen.
De bestanden worden op kantoor definitief verwerkt. De gemeten parameters worden tegen de diepte uitgezet.

Klassenindeling
In de norm NEN-EN-ISO 22476-1:2012/CI is de nauwkeurigheid van sonderen in 4 toepassingsklassen verdeeld. Zoals uit onderstaande tabel volgt is de indeling gebaseerd op de nauwkeurigheid van meting van de parameters en de diepte.

toepassingsklasse	meetgrootheid	toelaatbare meetonzekerheid	meetinterval
1	Conusweerstand Plaatselijke wrijving Helling Sondeerdiepte	35kPa of 5% 5 kPa of 10% 2° 0,1 m of 1%	20 mm
2	Conusweerstand Plaatselijke wrijving Helling Sondeerdiepte	100 kPa of 5% 5 kPa of 15% 2° 0,1 m of 1%	20 mm
3	Conusweerstand Plaatselijke wrijving Helling Sondeerdiepte	200 kPa of 5% 25 kPa of 15% 5° 0,2 m of 2%	50 mm
4	Conusweerstand Plaatselijke wrijving Sondeerlengte	500kPa of 5% 50 kPa of 20% 0,2 m of 2%	50 mm
Opmerking: De toelaatbare meetonzekerheid is de grotere waarde van de absolute meetonzekerheid en de relatieve meetonzekerheid (van de meetwaarde).			

Standaard zal van Dijk geo- en milieutechniek bv sonderen in toepassingsklasse 3 met een meetinterval van 20 mm.

Wrijvingsgetal
Wordt tijdens het sonderen simultaan conusweerstand en plaatselijke wrijving gemeten, dan kan het wrijvingsgetal worden berekend.
Dit is het quotiënt uitgedrukt in procenten van de plaatselijke wrijving en conusweerstand op een bepaalde diepte ($R_f = f_s/q_c * 100\%$).
Dit wrijvingsgetal geeft meer inzicht omtrent de bodemopbouw onder de grondwaterstand.
In grote lijnen kunnen de volgende hoofdgrondsoorten worden herkend:

grondsoort	R_f in %	grondsoort	R_f in %
grof zand	0,2 – 0,6	klei	3,0 – 5,0
zand	0,6 – 1,2	potklei	5,0 – 7,0
silt/leem	1,2 – 4,0	veen	5,0 - >10

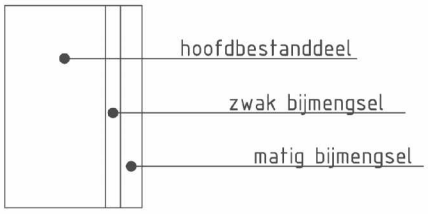
Boven de grondwaterstand en in geroerde gronden kunnen aanzienlijke afwijkingen voorkomen. Overigens geven wrijvingsgetallen een indicatie van de samenstelling van de ondergrond. Boringen al dan niet met ongeroerde monsters, aangevuld met laboratorium proeven, geven uiteraard meer inzicht.

verklaring der tekens

VAN DIJK
GEO- EN MILIEUTECHNIEK b.v.

BOORSTAAT



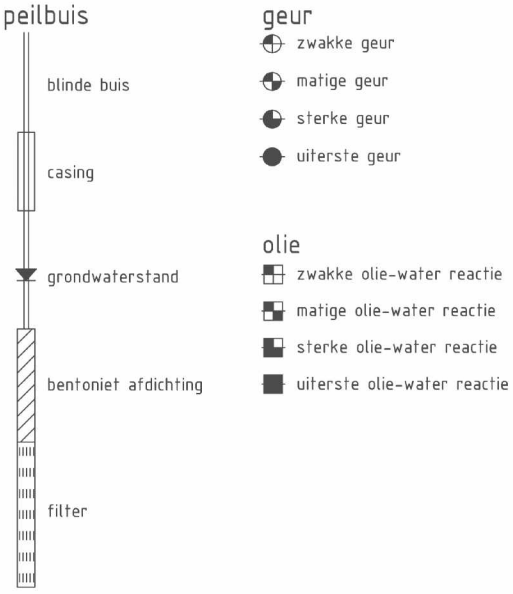



ackermann- of continuboring cq gestoken monster


geroerde monsters


grondwaterstand


filter open peilbuis

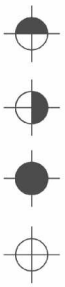


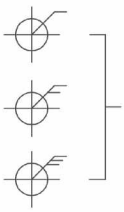
SITUATIETEKENING

sonderingen


oppervlaktesondering
sondering
sondering met plaatselijke kleefmeting
sondering (nog) uit te voeren
sondering van derden

boringen - peilbuizen

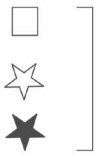

boring tot 0,5 m-mv
boring tot 2,0 m-mv
boring dieper dan 2,0 m-mv
boring van derden


boring met één of meerdere peilbuizen


boring met drijflaagfilter


gestaakte boring

diversen


hoogtemerk
put, vloerpeil
dorpel, kruinweg etc.

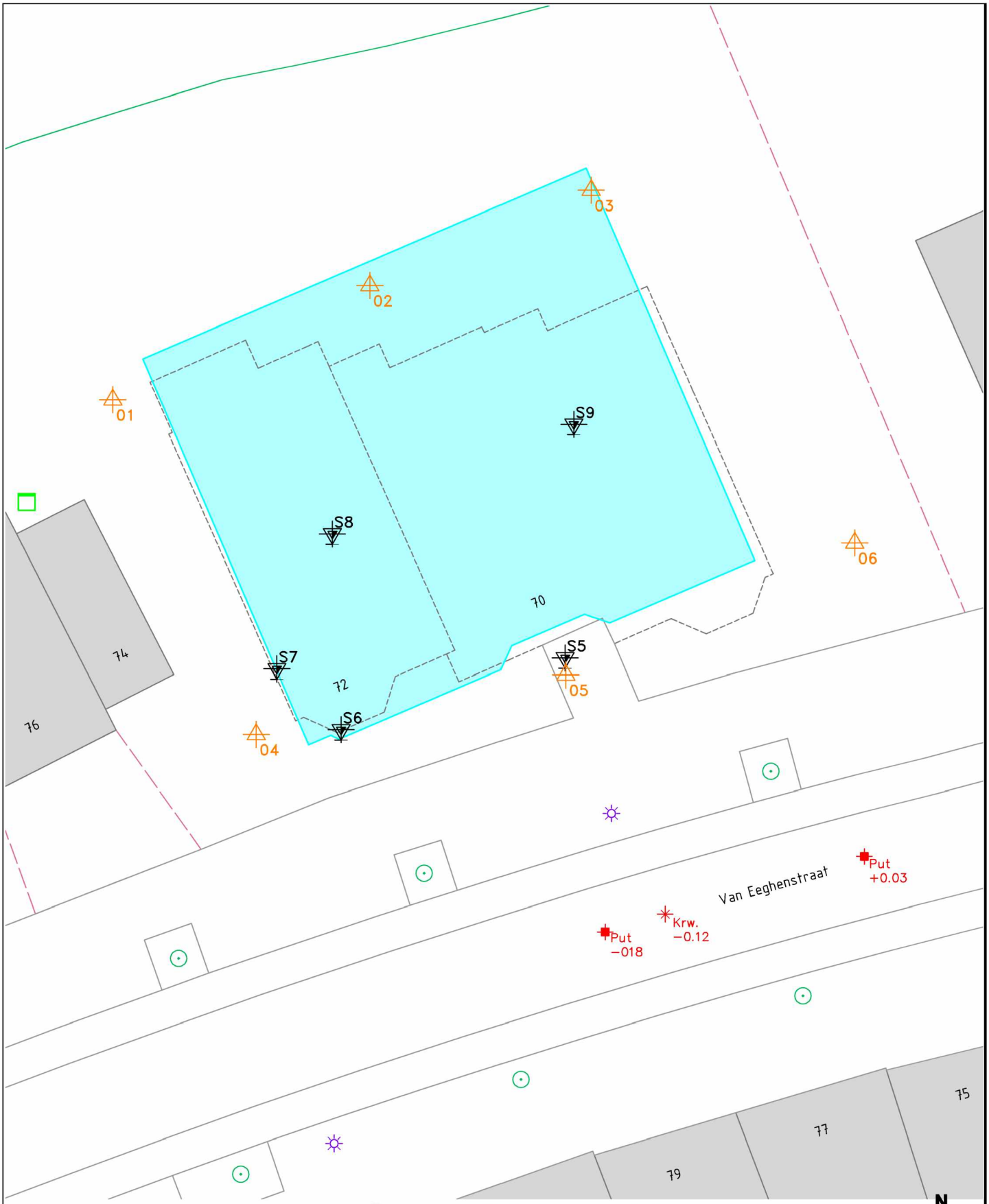

tegels


stelconplaten


klinkers


betonverharding


asfaltverharding



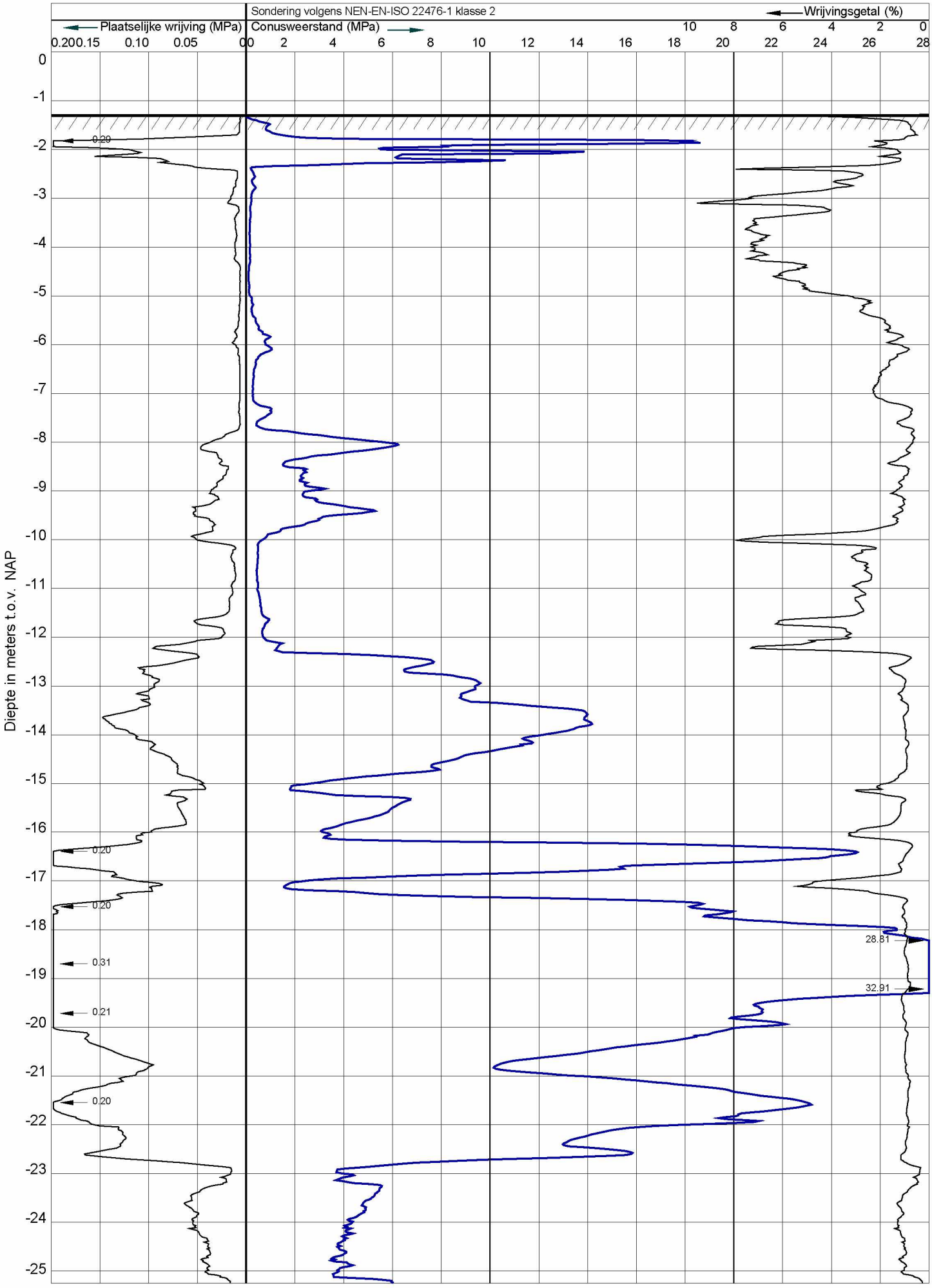
Sondering met Kleefmeting Boring Peilbuis 01 Sondering van derden

Tekening overgenomen van derden
De genoemde inmeet– en waterpasresultaten zijn alleen van toepassing op het bodemonderzoek en kunnen niet dienen als basis voor de realisatie van het bouwproject en/of andere doeleinden.

Tjaden ADVIESBUREAU VOOR Grondmechanica	Van Eeghenstraat 70–72 Amsterdam	kaartblad: (A4)	schaal: 1:250
		get.: 31.03.2022	opdr. nr.: S 22.140
		gew.:	nr.:
	SITUATIE	gew.:	

Tjaden
ADVIESBUREAU VOOR GRONDMECHANICA
Pyrietstraat 1, 1812 SC Alkmaar
Tel:072-5064817 E-mail:info@tjadenadvies.nl

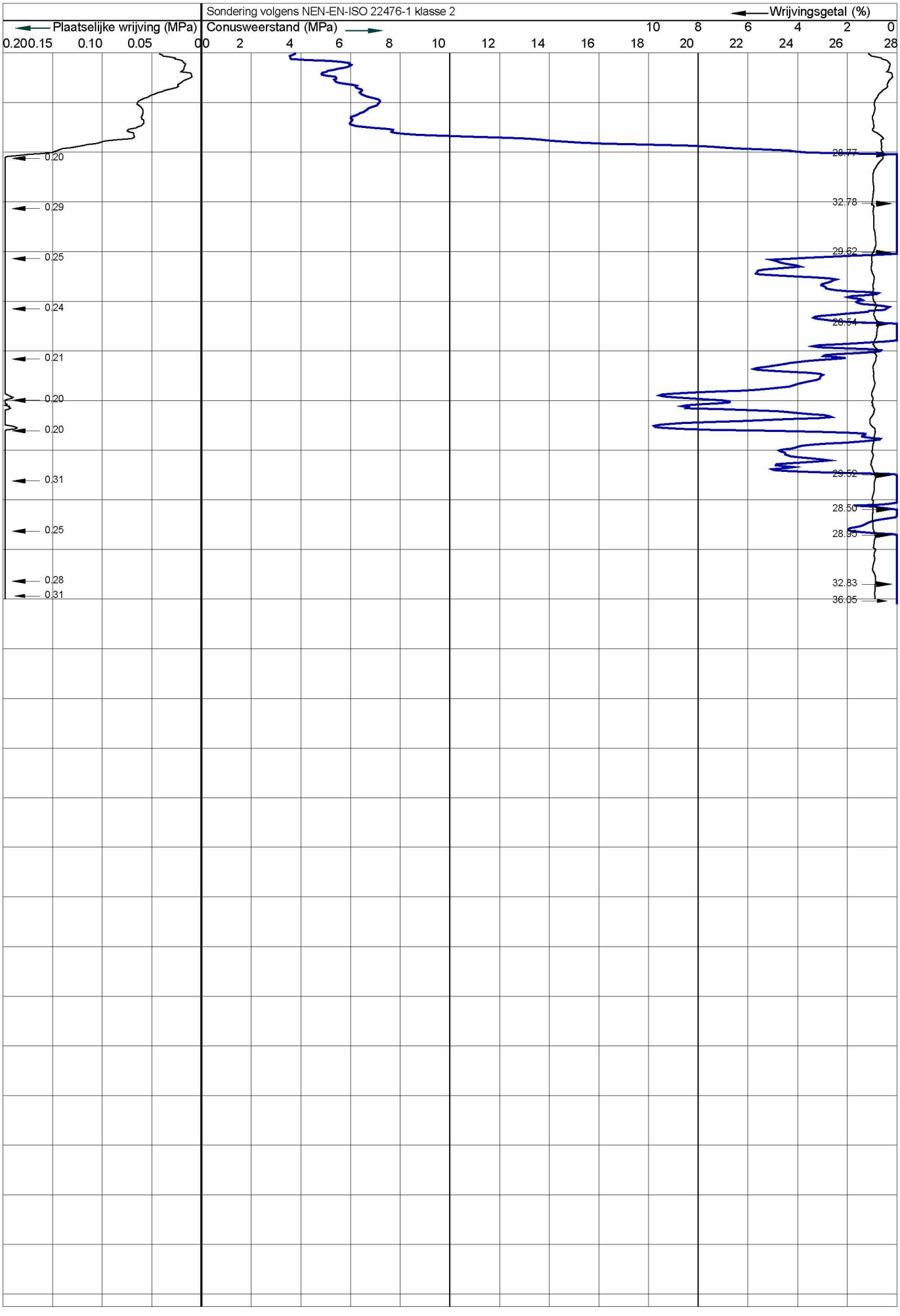
Werknummer	: S22140	Plaats	:Amsterdam
Sonderingnr.	: 5	Locatie	:Van Eeghenstraat 70-72
Datum	: 30-3-2022	Conustype	:I-CFXY-15
Maaiveld	: -1.28 m. t.o.v. NAP	Opdrachtgever	:Van den Berg Bouwkundigen
RD-coördinaten	: X:119974 Y:485649	Opmerking	:



Tjaden
ADVIESBUREAU VOOR GRONDMECHANICA
Pyrietstraat 1, 1812 SC Alkmaar
Tel:072-5064817 E-mail:info@tjadenadvies.nl

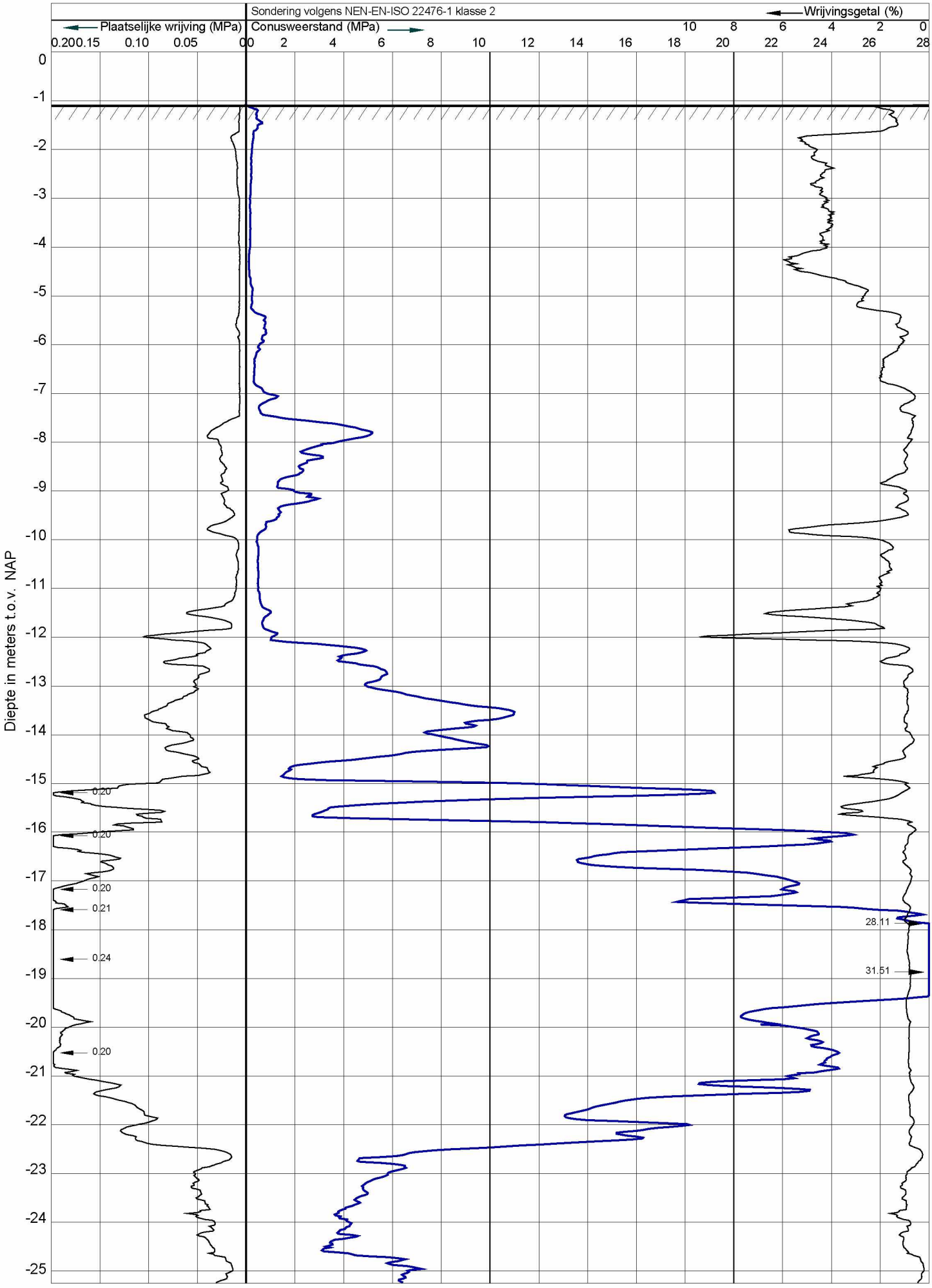
Werknummer	: S22140	Plaats	:Amsterdam
Sonderingnr.	: 5	Locatie	:Van Eeghenstraat 70-72
Datum	: 30-3-2022	Conustype	:I-CFXY-15
Maaiveld	: -1.28 m. t.o.v. NAP	Opdrachtgever	:Van den Berg Bouwkundigen
RD-coördinaten	: X:119974 Y:485649	Opmerking	:

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2



Tjaden
ADVIESBUREAU VOOR GRONDMECHANICA
Pyrietstraat 1, 1812 SC Alkmaar
Tel:072-5064817 E-mail:info@tjadenadvies.nl

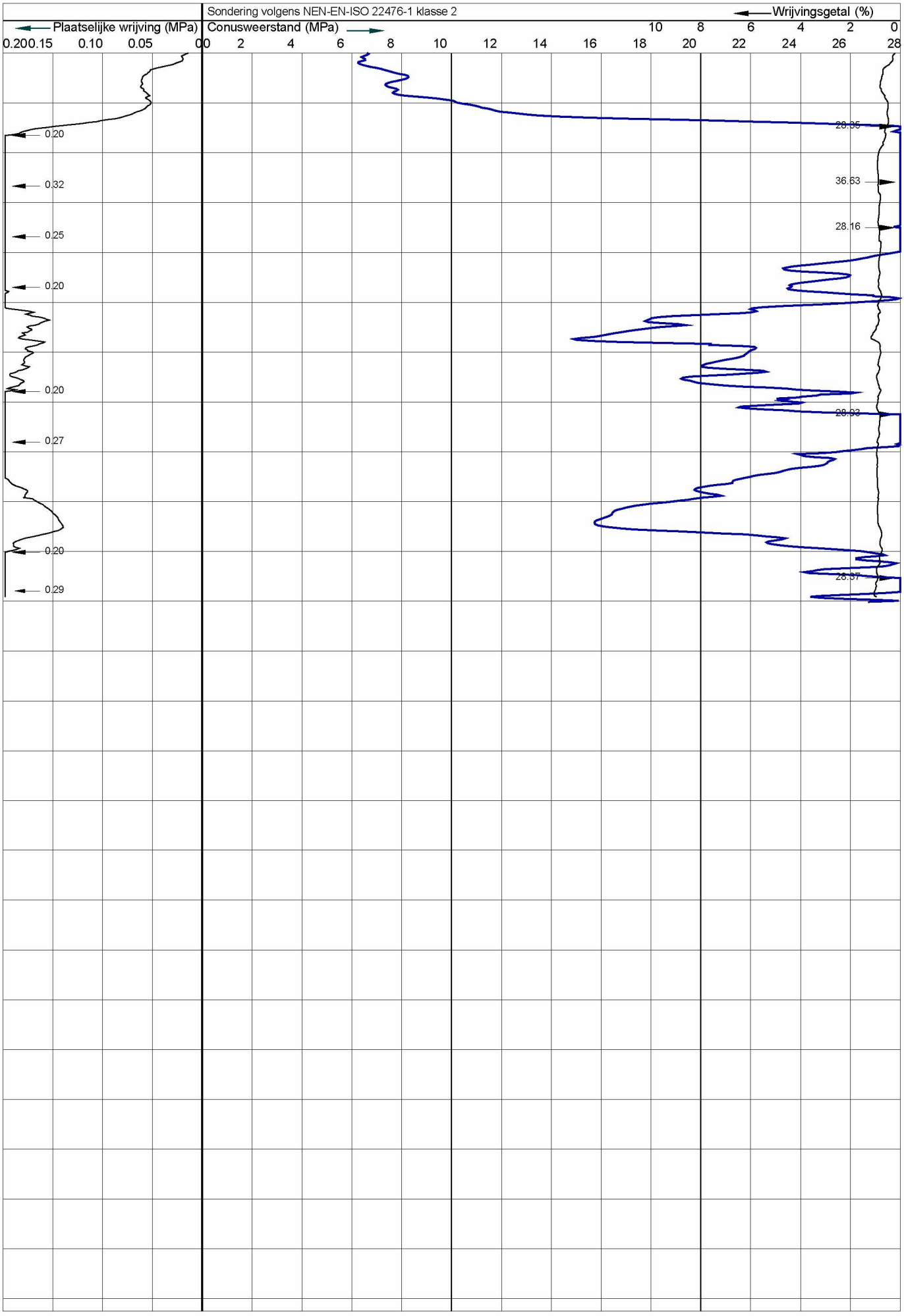
Werknummer	: S22140	Plaats	:Amsterdam
Sonderingnr.	: 6	Locatie	:Van Eeghenstraat 70-72
Datum	: 30-3-2022	Conustype	:I-CFXY-15
Maaiveld	: -1.08 m. t.o.v. NAP	Opdrachtgever	:Van den Berg Bouwkundigen
RD-coördinaten	: X:119963 Y:485645	Opmerking	:



Tjaden
ADVIESBUREAU VOOR GRONDMECHANICA
Pyrietstraat 1, 1812 SC Alkmaar
Tel:072-5064817 E-mail:info@tjadenadvies.nl

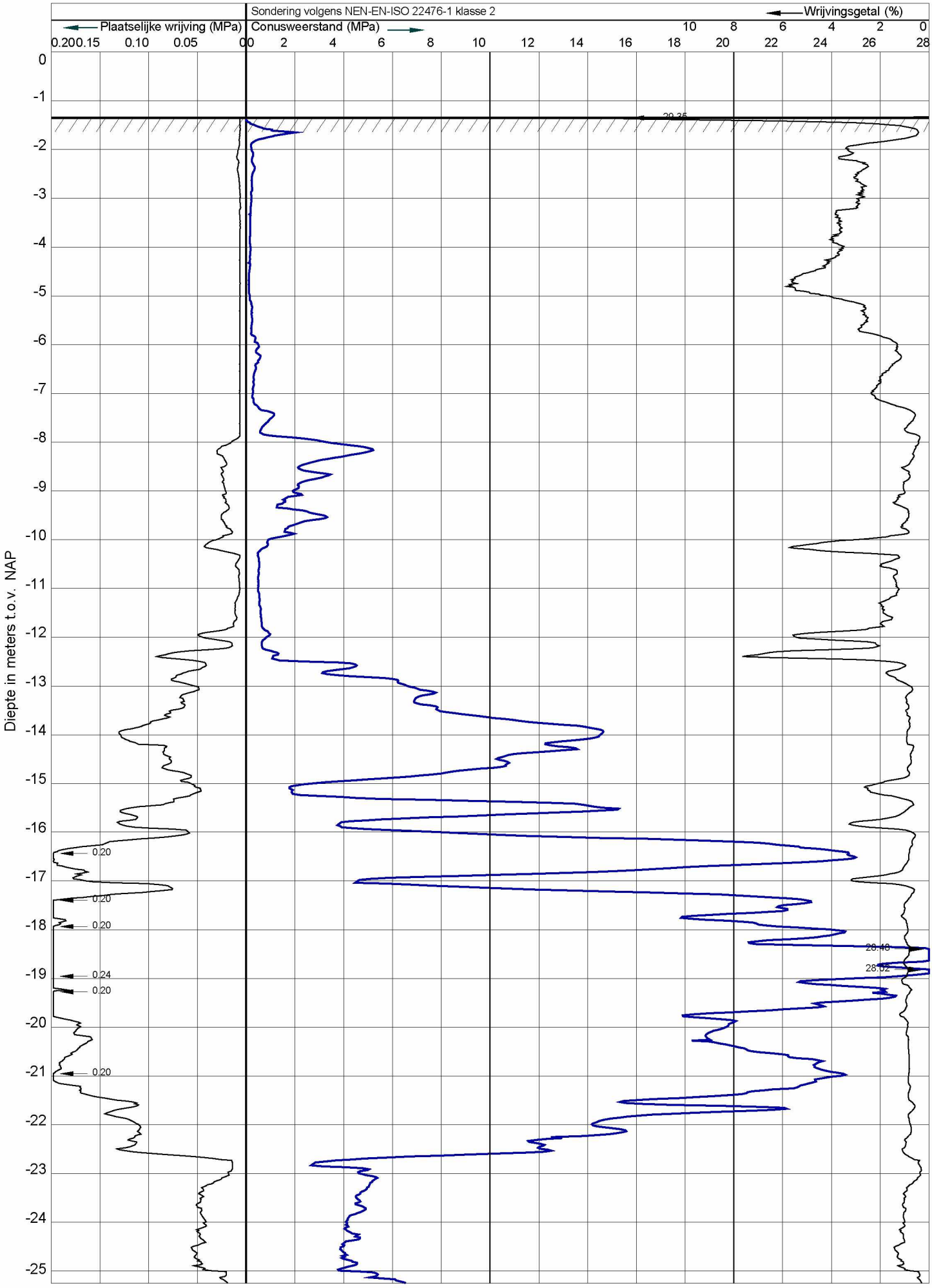
Werknummer	: S22140	Plaats	:Amsterdam
Sonderingnr.	: 6	Locatie	:Van Eeghenstraat 70-72
Datum	: 30-3-2022	Conustype	:I-CFXY-15
Maaiveld	: -1.08 m. t.o.v. NAP	Opdrachtgever	:Van den Berg Bouwkundigen
RD-coördinaten	: X:119963 Y:485645	Opmerking	:

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2



Tjaden
ADVIESBUREAU VOOR GRONDMECHANICA
Pyrietstraat 1, 1812 SC Alkmaar
Tel:072-5064817 E-mail:info@tjadenadvies.nl

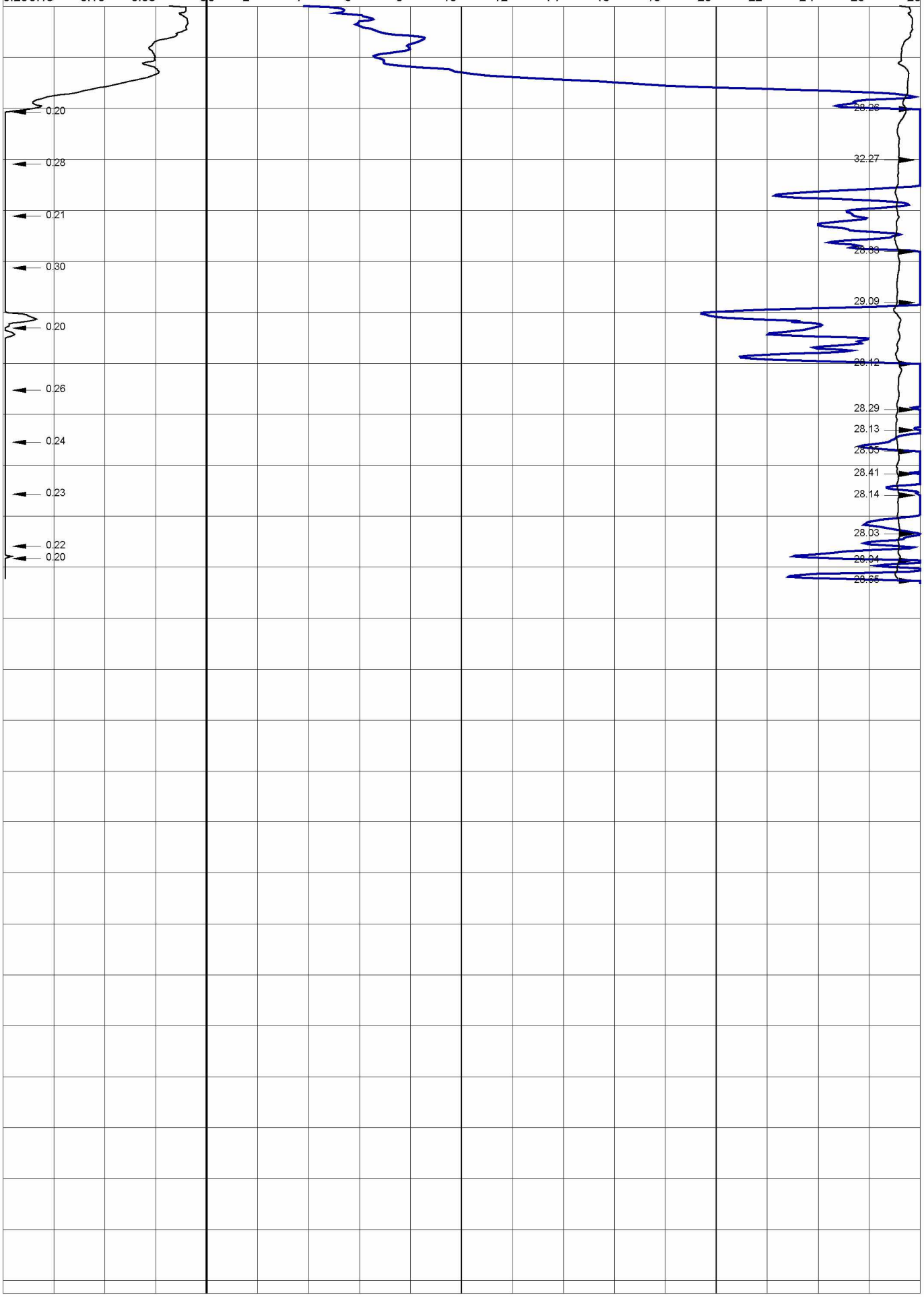
Werknummer	: S22140	Plaats	:Amsterdam
Sonderingnr.	: 7	Locatie	:Van Eeghenstraat 70-72
Datum	: 30-3-2022	Conustype	:I-CFXY-15
Maaiveld	: -1.33 m. t.o.v. NAP	Opdrachtgever	:Van den Berg Bouwkundigen
RD-coördinaten	: X:119960 Y:485648	Opmerking	:



Tjaden
ADVIESBUREAU VOOR GRONDMECHANICA
Pyrietstraat 1, 1812 SC Alkmaar
Tel:072-5064817 E-mail:info@tjadenadvies.nl

Werknummer	: S22140	Plaats	:Amsterdam
Sonderingnr.	: 7	Locatie	:Van Eeghenstraat 70-72
Datum	: 30-3-2022	Conustype	:I-CFXY-15
Maaiveld	: -1.33 m. t.o.v. NAP	Opdrachtgever	:Van den Berg Bouwkundigen
RD-coördinaten	: X:119960 Y:485648	Opmerking	:

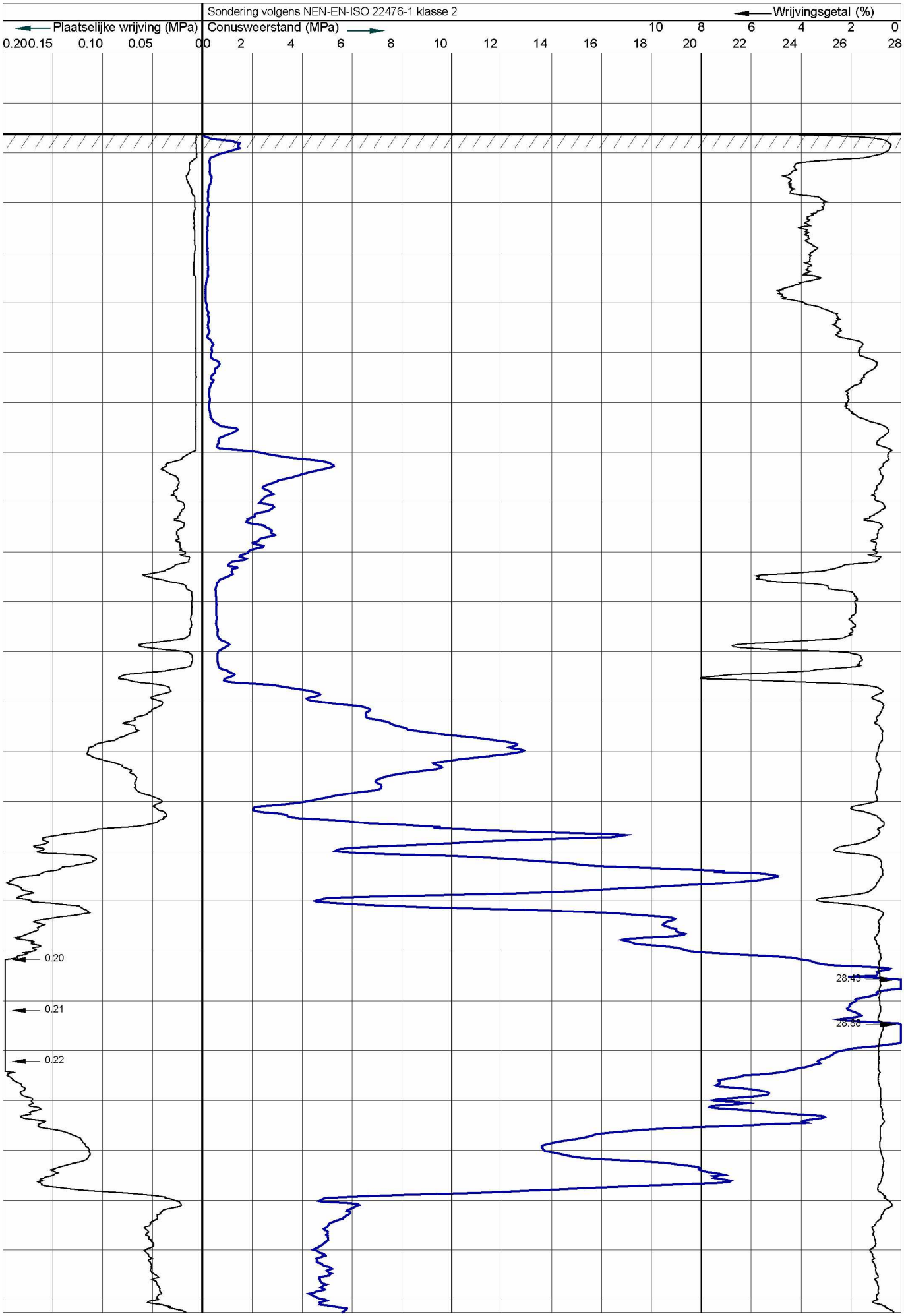
Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2



Tjaden
ADVIESBUREAU VOOR GRONDMECHANICA
Pyrietstraat 1, 1812 SC Alkmaar
Tel:072-5064817 E-mail:info@tjadenadvies.nl

Werknummer	: S22140	Plaats	:Amsterdam
Sonderingnr.	: 8	Locatie	:Van Eeghenstraat 70-72
Datum	: 30-3-2022	Conustype	:I-CFXY-15
Maaiveld	: -1.6 m. t.o.v. NAP	Opdrachtgever	:Van den Berg Bouwkundigen
RD-coördinaten	: X:119963 Y:485655	Opmerking	:

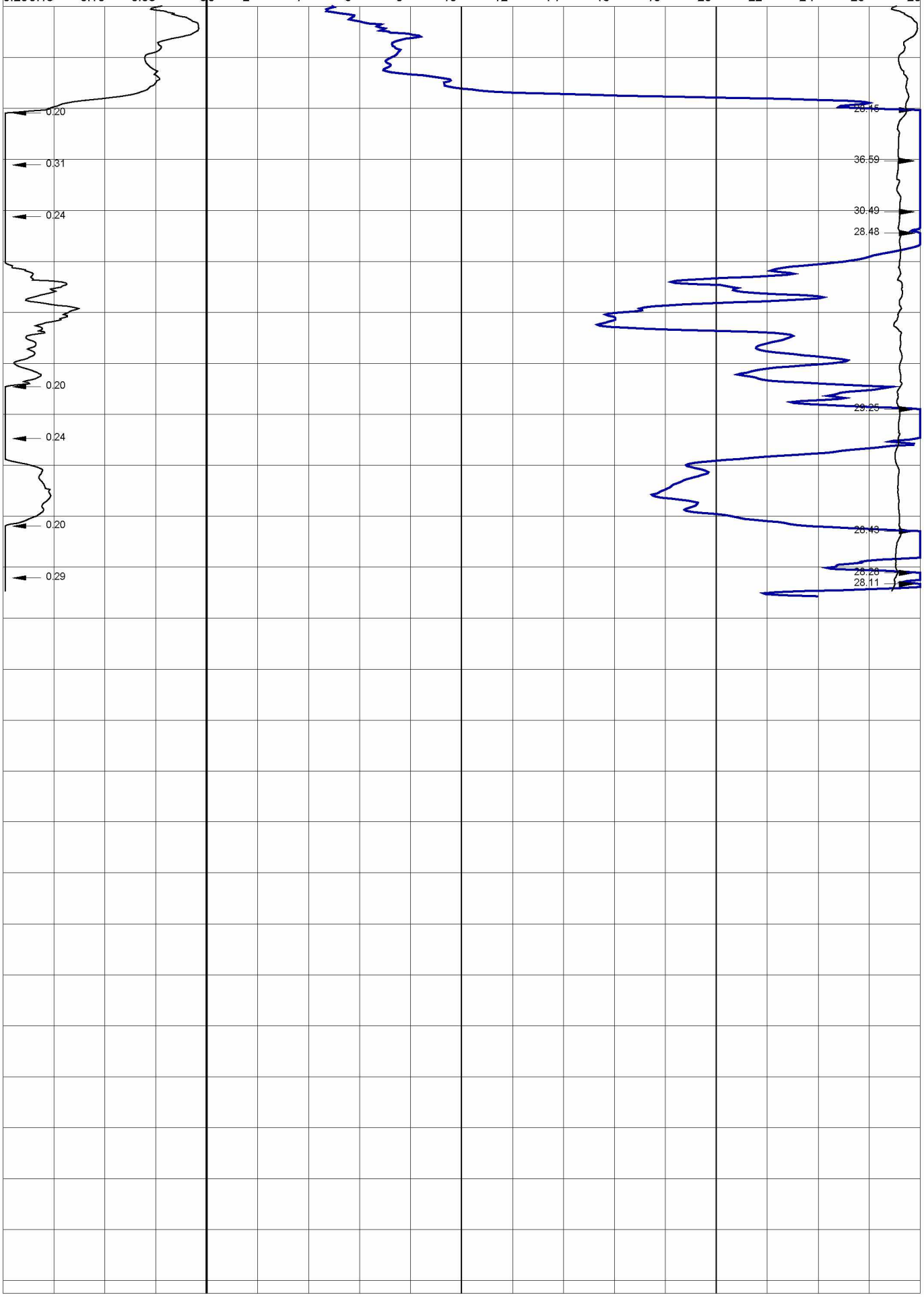
Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2



Tjaden
ADVIESBUREAU VOOR GRONDMECHANICA
Pyrietstraat 1, 1812 SC Alkmaar
Tel:072-5064817 E-mail:info@tjadenadvies.nl

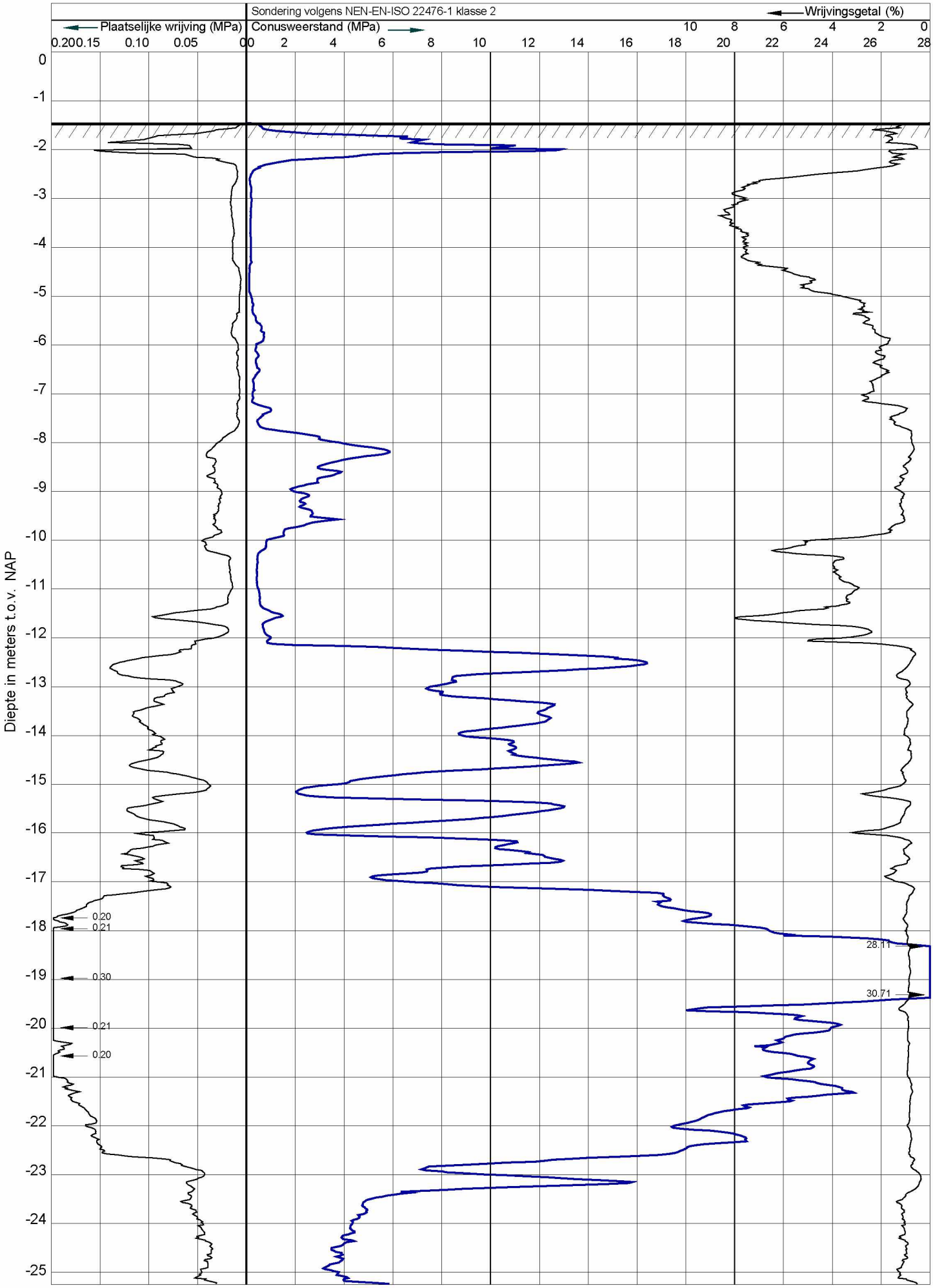
Werknummer	: S22140	Plaats	:Amsterdam
Sonderingnr.	: 8	Locatie	:Van Eeghenstraat 70-72
Datum	: 30-3-2022	Conustype	:I-CFXY-15
Maaiveld	: -1.6 m. t.o.v. NAP	Opdrachtgever	:Van den Berg Bouwkundigen
RD-coördinaten	: X:119963 Y:485655	Opmerking	:

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2



Tjaden
ADVIESBUREAU VOOR GRONDMECHANICA
Pyrietstraat 1, 1812 SC Alkmaar
Tel:072-5064817 E-mail:info@tjadenadvies.nl

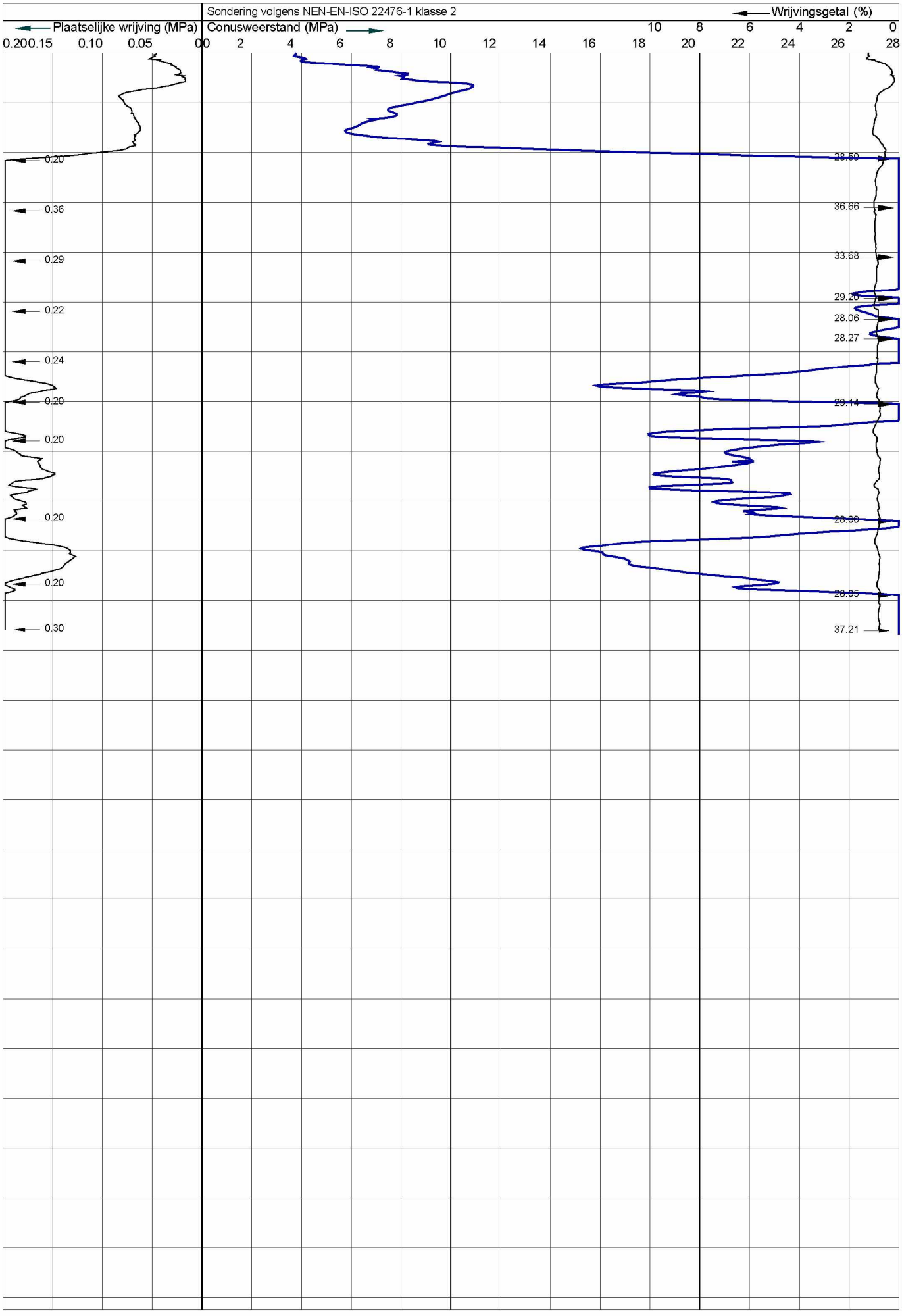
Werknummer	: S22140	Plaats	:Amsterdam
Sonderingnr.	: 9	Locatie	:Van Eeghenstraat 70-72
Datum	: 30-3-2022	Conustype	:I-CFXY-15
Maaiveld	: -1.45 m. t.o.v. NAP	Opdrachtgever	:Van den Berg Bouwkundigen
RD-coördinaten	: X:119975 Y:485660	Opmerking	:Grondwaterstand is 0.60m.- mv (NAP-2.05m.)



Tjaden
ADVIESBUREAU VOOR GROND MECHANICA
Pyrietstraat 1, 1812 SC Alkmaar
Tel:072-5064817 E-mail:info@tjadenadvies.nl

Werknummer	: S22140	Plaats	:Amsterdam
Sonderingnr.	: 9	Locatie	:Van Eeghenstraat 70-72
Datum	: 30-3-2022	Conustype	:I-CFXY-15
Maaiveld	: -1.45 m. t.o.v. NAP	Opdrachtgever	:Van den Berg Bouwkundigen
RD-coördinaten	: X:119975 Y:485660	Opmerking	:Grondwaterstand is 0.60m.- mv (NAP-2.05m.)

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 2



Bijlage 2 Berekening verticaal evenwicht

Sheet	**Toets opdrijven**		CRUX
Project	Van Eeghenstraat Amsterdam		
Projectnummer	22540	**Opmerking:**	
Fase / onderdeel	Bouwkuipadvies	Droge ontgraving kelder	
Datum	10-3-2023	Toets: 1e zandlaag	versie v031
Opsteller			versiedatum 5-11-2021

P:\221xx\22540 Van der Leij v Eeghenstraat\04 REK\Excel\1 laags kelder\[21409-Opdrijven kelder v031.xlsb]-6l 1e zlaag

Invoergegevens

Ontgravingsniveau	-6,0	m tov NAP
Waterpeil in ontgraving (lage waarde)	-6,25	m tov NAP
Stijghoogte in w.v.p.	-2,7	m tov NAP
Waterspanning tegen onderkant laag	7. Basisveen;02	
Evenwichtsniveau	-12,25	m tov NAP
Belastingfactor $\gamma_{G;stb}$	0,9	-

Zandlaagje op bodem m

☐ Taludinvloed in rekening brengen

☐ Wrijving in rekening brengen

Berekende veiligheid: gewicht d_2

d_1 (afstand maaiveld - ontgravingsniveau)	-	m	n.v.t., geen talud invloed
d_2 (afstand ontgraving - evenwichtsniveau)	6,25	m	
Druk omlaag	90,8	kN/m^2	
Druk omhoog	93,7	kN/m^2	
Veiligheidsfactor SF	0,97	-/-	
Unity check u.c.	1,03	-/-	
Veiligheid tegen opdrijven:	Voldoet niet		

Berekening gewicht grond onder ontgraving (in d_2)

	laag	b.k.laag m tov NAP	o.k.laag m tov NAP	γ_k kN/m^3	dikte m	G_k kN/m^2		neerwaarts $G_{d;i}$ kN/m^2	opwaarts waterdruk kN/m^2
3	Zeeklei	-6,0	-6,25	16,5	0,25	4,13		3,71	
3	Zeeklei	-6,25	-7,25	16,5	1,0	16,5		14,85	
4	Wadzand	-7,25	-10,25	18,0	3,0	54,0		48,6	
5	Basisveen;01	-10,25	-10,75	12,0	0,5	6,0		5,4	
6	Hydrobia klei	-10,75	-11,5	15,0	0,75	11,25		10,13	
7	Basisveen;02	-11,5	-12,25	12,0	0,75	9,0		8,1	
					6,25	100,9	totaal:	**90,8**	**93,7**

Bijlage 3 DSheetpiling resultaten



D-Sheet Piling
Report of 22540-DS

Report for D-Sheet Piling 22.2

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares



Company:	CRUX Engineering B.V. CRUX Engineering B.V.
Date of report:	10-3-2023
Time of report:	12:29:39
Report with version:	22.2.2.38813
Date of calculation:	10-3-2023
Time of calculation:	12:28:43
Calculated with version:	22.2.2.38813
File name:	22540-DS orienterend
Project identification:	V Eeghenstraat 70 -72 orienterend bouwkuipadvies

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 4
2.1 Overview per Stage and Test 4
2.2 Anchors and Struts 4
2.3 Calculation Errors 5
2.4 Warnings 5
2.5 CUR Verification Steps 6
3 Input Data for all Stages 7
3.1 General Input Data 7
3.2 Sheet Piling Properties 7
3.2.1 General Properties 7
3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour) 7
3.2.3 Maximum Allowable Moments 7
3.3 Calculation Options 7
4 Outline Stage 1: ontgraving -1 stempel 9
5 Step 6.5 Stage 1: ontgraving -1 stempel 10
5.1 Calculation Results 10
5.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 10
6 Outline Stage 2: -1 stempel + ontgr -2 vloer 11
7 Step 6.4 Stage 2: -1 stempel + ontgr -2 vloer 12
7.1 General Input Data 12
7.2 Input Data Left 12
7.2.1 Calculation Method 12
7.2.2 Water Level 12
7.2.3 Surface 12
7.2.4 Soil Material Properties in Profile: straatzijde 12
7.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 13
7.2.6 Surcharge Loads 13
7.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left 14
7.4 Calculated Force from a Layer - Left Side 14
7.5 Input Data Right 14
7.5.1 Calculation Method 15
7.5.2 Water Level 15
7.5.3 Surface 15
7.5.4 Soil Material Properties in Profile: ontgraving -2 vloer 15
7.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 16
7.5.6 Struts 16
7.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right 16
7.7 Calculated Force from a Layer - Right Side 17
7.8 Calculation Results 17
7.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 17
7.8.2 Moments, Forces and Displacements 18
7.8.3 Charts of Stresses 19
7.8.4 Stresses 19
7.8.5 Percentage Mobilized Resistance 21
7.8.6 Anchors/Struts 21
8 Step 6.5 Stage 2: -1 stempel + ontgr -2 vloer 22
8.1 General Input Data 22
8.2 Input Data Left 22
8.2.1 Calculation Method 22
8.2.2 Water Level 22
8.2.3 Surface 22
8.2.4 Soil Material Properties in Profile: straatzijde 22
8.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 23
8.2.6 Surcharge Loads 23
8.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left 24
8.4 Calculated Force from a Layer - Left Side 24
8.5 Input Data Right 24
8.5.1 Calculation Method 24
8.5.2 Water Level 25
8.5.3 Surface 25
8.5.4 Soil Material Properties in Profile: ontgraving -2 vloer 25

8.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant) 26
8.5.6 Struts 26
8.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right 26
8.7 Calculated Force from a Layer - Right Side 27
8.8 Calculation Results 27
8.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 27
8.8.2 Moments, Forces and Displacements 27
8.8.3 Charts of Stresses 29
8.8.4 Stresses 29
8.8.5 Percentage Mobilized Resistance 30
8.8.6 Anchors/Struts 31
9 Outline Stage 3: -2 vloer excl bemaling 32
10 Step 6.5 Stage 3: -2 vloer excl bemaling 33
10.1 Calculation Results 33
10.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 33
11 Outline Stage 4: -1 vloer excl bemaling 34
12 Step 6.5 Stage 4: -1 vloer excl bemaling 35
12.1 Calculation Results 35
12.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 35

2 Summary

2.1 Overview per Stage and Test

Stage nr.	Verification type	Displace-ment [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Status
All	EC7(NL)-Step 6.1						(D)*
All	EC7(NL)-Step 6.2						(D)*
1	EC7(NL)-Step 6.3		-33,65	-19,82	0,0	17,5	
1	EC7(NL)-Step 6.4		-21,32	-19,85	0,0	17,5	
1	EC7(NL)-Step 6.5	4,5	24,22	28,48	0,0	12,4	
1	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200		29,07	34,17			
2	EC7(NL)-Step 6.3		**880,39**	266,43	61,4	67,1	
2	EC7(NL)-Step 6.4		824,27	260,83	**68,6**	**73,7**	
2	EC7(NL)-Step 6.5	**51,8**	393,87	155,54	31,0	39,2	
2	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200		472,64	186,65			
3	EC7(NL)-Step 6.3		810,58	279,91	0,0	27,2	
3	EC7(NL)-Step 6.4		789,07	269,30	0,0	29,7	
3	EC7(NL)-Step 6.5	44,9	353,59	171,23	0,0	19,9	
3	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200		424,30	205,48			
4	EC7(NL)-Step 6.3		803,00	326,32	0,0	26,8	
4	EC7(NL)-Step 6.4		797,55	**334,59**	0,0	29,4	
4	EC7(NL)-Step 6.5	42,7	299,98	189,07	0,0	19,8	
4	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200		359,97	226,88			
Max		**51,8**	**880,39**	**334,59**	**68,6**	**73,7**	

*(A) Calculation numerically unstable, (B) Error found during calculation, (C) No convergence of probabilistic calculation, (D) In case of free water level on passive side, a low water level is the most unfavourable, so steps 6.1 and 6.2 are omitted.

2.2 Anchors and Struts

Stage nr.	Verification type	Anchor/strut -1 stempel			Anchor/strut -2 vloer		
		Force [kN]	State	Status	Force [kN]	State	Status
2	EC7(NL)-Step 6.1			(D)*			
2	EC7(NL)-Step 6.2			(D)*			
2	EC7(NL)-Step 6.3	333,32	Elastic				
2	EC7(NL)-Step 6.4	336,01	Elastic				
2	EC7(NL)-Step 6.5	192,73	Elastic				
2	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200	231,28	Elastic				
3	EC7(NL)-Step 6.1			(D)*			(D)*
3	EC7(NL)-Step 6.2			(D)*			(D)*
3	EC7(NL)-Step 6.3	342,84	Elastic		**0,00**		
3	EC7(NL)-Step 6.4	**344,22**	Elastic		**0,00**		
3	EC7(NL)-Step 6.5	202,02	Elastic		**0,00**		
3	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200	242,42	Elastic		**0,00**		
4	EC7(NL)-Step 6.1						(D)*
4	EC7(NL)-Step 6.2						(D)*
4	EC7(NL)-Step 6.3				**0,00**		
4	EC7(NL)-Step 6.4				**0,00**		
4	EC7(NL)-Step 6.5				**0,00**		
4	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200				**0,00**		
Max		**344,22**			**0,00**		

Stage nr.	Verification type	Anchor/strut -1 vloer		
		Force [kN]	State	Status
2	EC7(NL)-Step 6.1			
2	EC7(NL)-Step 6.2			
2	EC7(NL)-Step 6.3			
2	EC7(NL)-Step 6.4			
2	EC7(NL)-Step 6.5			
2	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200			
3	EC7(NL)-Step 6.1			
3	EC7(NL)-Step 6.2			
3	EC7(NL)-Step 6.3			
3	EC7(NL)-Step 6.4			
3	EC7(NL)-Step 6.5			
3	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200			
4	EC7(NL)-Step 6.1			(D)*
4	EC7(NL)-Step 6.2			(D)*
4	EC7(NL)-Step 6.3	365,26	Elastic	
4	EC7(NL)-Step 6.4	**370,53**	Elastic	
4	EC7(NL)-Step 6.5	208,41	Elastic	
4	EC7(NL)-Step 6.5 x 1,200	250,09	Elastic	

Max		**370,53**		

*(A) Calculation numerically unstable, (B) Error found during calculation, (C) No convergence of probabilistic calculation, (D) In case of free water level on passive side, a low water level is the most unfavourable, so steps 6.1 and 6.2 are omitted.

The force is in the direction of the anchor.

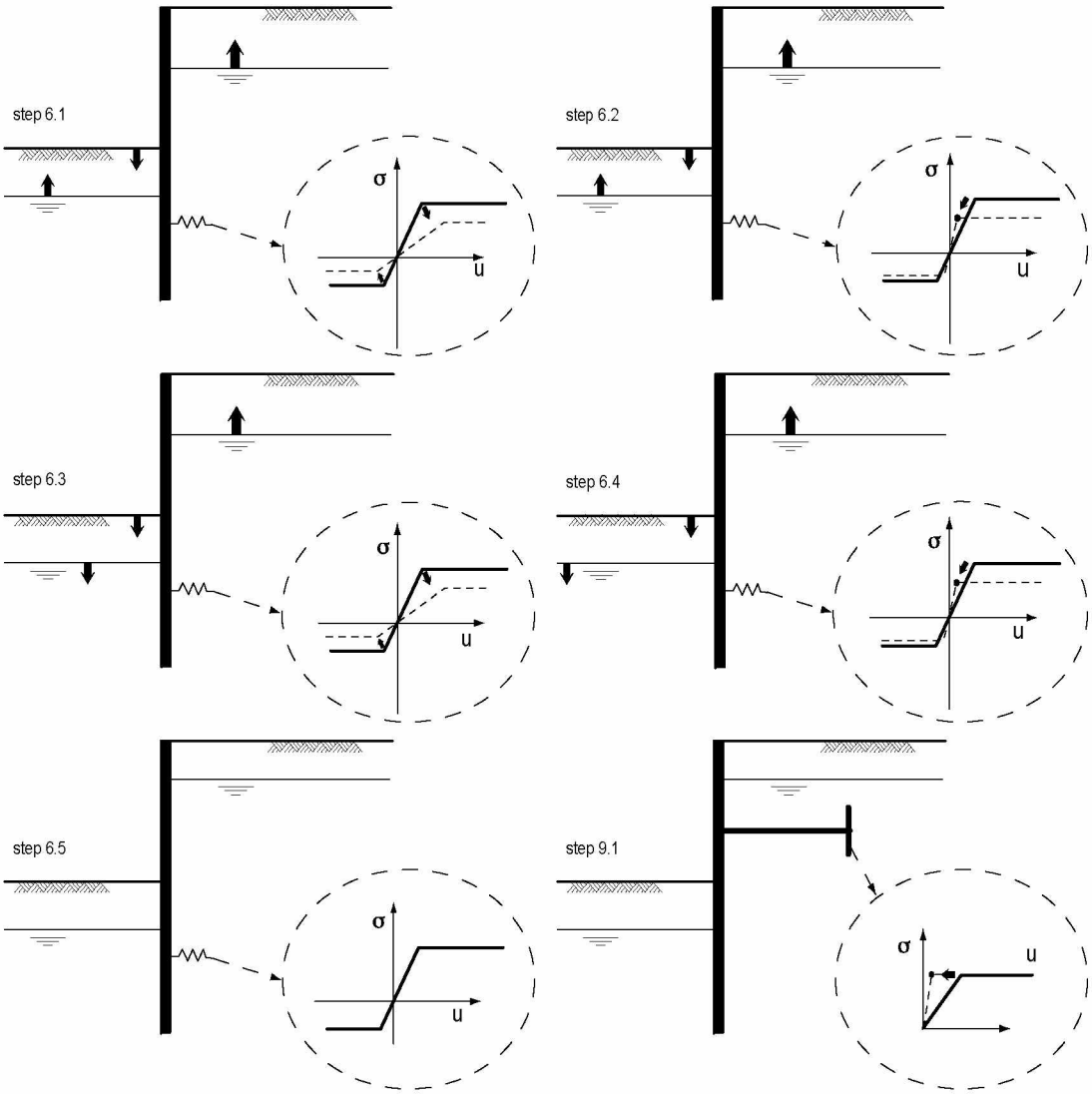
2.3 Calculation Errors

The maximum calculated moment exceeds the maximum allowable elastic moment in one or more stages. (Step 6.3)

2.4 Warnings

Phi values:
In the profile(s) below, the difference between the highest and lowest phi in the materials is more than 15 degrees. According to Cur-166 article 4.5.8 a Culmann calculation with straight slip surfaces is not allowed. Either reduce your phi's or try a Ka, Ko, Kp calculation.
Profile(s):
straatzijde
ontgraving -2 vloer
ok -2 vloer

2.5 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	No
Number of construction stages	4
Unit weight of water	10,00 kN/m³
Number of curves for spring characteristics	3
Unloading curve on spring characteristic	No
Elastic calculation	Yes

3.2 Sheet Piling Properties

Length	19,00 m
Level top side	0,00 m
Number of sections	1

3.2.1 General Properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Acting width [m]
HEA400 + 3MPa	-19,00	0,00	Steel	1,00

3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

Section name	Elastic stiffness EI [kNm²/m']	Red. factor on EI [-]	Corrected elas. stiffness EI [kNm²]	Note to reduction factor
HEA400 + 3MPa	1,1823E+05	1,00	1,1823E+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]
HEA400 + 3MPa	826,00	1,00	1,00	1,00	826,00

3.3 Calculation Options

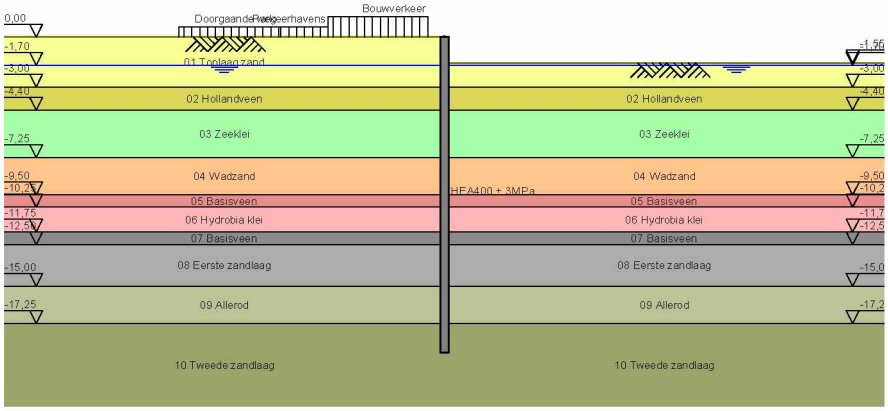
First stage represents initial situation	No
Calculation refinement	Coarse
Reduce delta(s) according to CUR	Yes
Verification	EC7 NA NL - method A: Partial factors (design values) in all stages. Eurocode 7 using the factors as described in the National Annex of the Netherlands. It is basically design approach III.
Multiplication factor for anchor stiffness	1,000
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

* 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.

4 Outline Stage 1: ontgraving -1 stempel

Outline - Stage 1: ontgraving -1 stempel

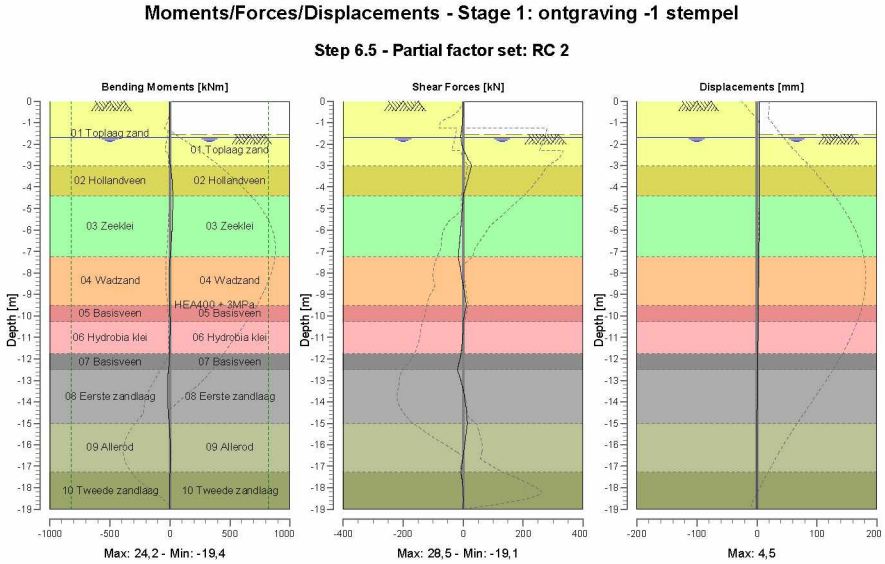


5 Step 6.5 Stage 1: ontgraving -1 stempel

5.1 Calculation Results

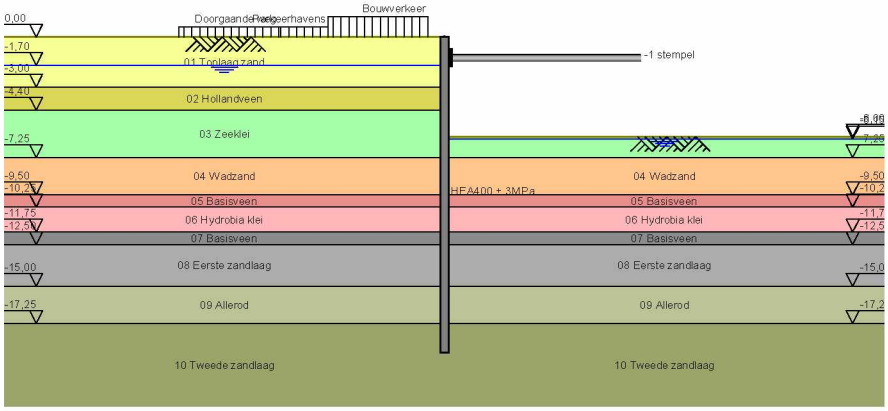
Number of iterations: 4

5.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



6 Outline Stage 2: -1 stempel + ontgr -2 vloer

Outline - Stage 2: -1 stempel + ontgr -2 vloer



7 Step 6.4 Stage 2: -1 stempel + ontgr -2 vloer

7.1 General Input Data

Passive side determination method: Automatically determined
Passive side Right side

7.2 Input Data Left

7.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

7.2.2 Water Level

Water level: -1,65 [m]

7.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	0,00

7.2.4 Soil Material Properties in Profile: straatzijde

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]
01 Toplaag zand	0,00	18,00	20,00
02 Hollandveen	-3,00	10,50	10,50
03 Zeeklei	-4,40	16,50	16,50
04 Wadzand	-7,25	18,00	18,00
05 Basisveen	-9,50	12,00	12,00
06 Hydrobia klei	-10,25	15,00	15,00
07 Basisveen	-11,75	12,00	12,00
08 Eerste zandl...	-12,50	18,00	20,00
09 Allerod	-15,00	18,50	18,50
10 Tweede zan...	-17,25	19,00	21,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
01 Toplaag zand	0,00	0,00	28,47	19,01	19,01
02 Hollandveen	-3,00	2,40	15,46	0,00	0,00
03 Zeeklei	-4,40	2,40	22,54	15,00	15,00
04 Wadzand	-7,25	0,00	23,44	15,63	15,63
05 Basisveen	-9,50	2,40	15,46	0,00	0,00
06 Hydrobia klei	-10,25	1,60	23,44	15,63	15,63
07 Basisveen	-11,75	2,40	15,46	0,00	0,00
08 Eerste zandl...	-12,50	0,00	28,47	19,01	19,01
09 Allerod	-15,00	0,00	28,93	19,29	19,29
10 Tweede zan...	-17,25	0,00	30,79	20,50	16,60

* The 'not reduced' Delta angle is used for the calculation of the active earth pressure coefficient of Culmann whereas the 'reduced' Delta angle is used for the passive earth pressure coefficient.

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
01 Toplaag zand	0,00	1,00	1,00	Fine
02 Hollandveen	-3,00	1,00	1,00	Fine
03 Zeeklei	-4,40	1,00	1,00	Fine
04 Wadzand	-7,25	1,00	1,00	Fine
05 Basisveen	-9,50	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
06 Hydrobia klei	-10,25	1,00	1,00	Fine
07 Basisveen	-11,75	1,00	1,00	Fine
08 Eerste zandl...	-12,50	1,00	1,00	Fine
09 Allerod	-15,00	1,00	1,00	Fine
10 Tweede zan...	-17,25	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
01 Toplaag zand	0,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
02 Hollandveen	-3,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
03 Zeeklei	-4,40	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
04 Wadzand	-7,25	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
05 Basisveen	-9,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	-2,80
06 Hydrobia klei	-10,25	n.a.	n.a.	n.a.	-2,80	-8,30
07 Basisveen	-11,75	n.a.	n.a.	n.a.	-8,30	-11,00
08 Eerste zandl...	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	-11,00	-11,00
09 Allerod	-15,00	n.a.	n.a.	n.a.	-11,00	-11,00
10 Tweede zan...	-17,25	n.a.	n.a.	n.a.	-11,00	-11,00

7.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
01 Toplaag zand	0,00	45000,00	45000,00	22500,00	22500,00
02 Hollandveen	-3,00	2250,00	2250,00	1125,00	1125,00
03 Zeeklei	-4,40	4500,00	4500,00	1800,00	1800,00
04 Wadzand	-7,25	13500,00	13500,00	9000,00	9000,00
05 Basisveen	-9,50	4500,00	4500,00	1800,00	1800,00
06 Hydrobia klei	-10,25	9000,00	9000,00	4500,00	4500,00
07 Basisveen	-11,75	4500,00	4500,00	1800,00	1800,00
08 Eerste zandl...	-12,50	45000,00	45000,00	22500,00	22500,00
09 Allerod	-15,00	13500,00	13500,00	9000,00	9000,00
10 Tweede zan...	-17,25	90000,00	90000,00	45000,00	45000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
01 Toplaag zand	0,00	11250,00	11250,00
02 Hollandveen	-3,00	562,50	562,50
03 Zeeklei	-4,40	1125,00	1125,00
04 Wadzand	-7,25	4500,00	4500,00
05 Basisveen	-9,50	1125,00	1125,00
06 Hydrobia klei	-10,25	1800,00	1800,00
07 Basisveen	-11,75	1125,00	1125,00
08 Eerste zandl...	-12,50	11250,00	11250,00
09 Allerod	-15,00	4500,00	4500,00
10 Tweede zan...	-17,25	22500,00	22500,00

7.2.6 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Characteristic load [kN/m²]	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
Bouwverkeer	1,00	22,00	Unfavourable	Variable
	7,00	22,00		
Parkeerhavens	7,00	11,00	Unfavourable	Variable
	10,00	11,00		
Doorgaande weg	10,00	11,00	Unfavourable	Variable
	16,00	11,00		

7.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure Active [kN/m²]	Horizontal pressure Passive [kN/m²]	Fictive earth pressure coefficients Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-0,31	1,7	40,5	0,29	1,70	7,04
2	-0,94	6,9	228,2	0,37	1,20	12,22
3	-1,40	12,4	243,5	0,43	0,97	8,53
4	-1,60	13,8	260,2	0,42	0,90	7,95
5	-1,68	14,3	265,7	0,42	0,88	7,80
6	-1,70	14,4	267,0	0,42	0,87	7,75
7	-1,83	14,9	272,9	0,41	0,85	7,58
8	-2,13	16,1	287,3	0,41	0,80	7,25
9	-2,65	17,9	261,2	0,39	0,73	5,71
10	-3,35	27,9	118,0	0,56	0,86	2,35
11	-4,05	29,8	87,6	0,58	0,82	1,72
12	-4,85	27,8	162,2	0,51	0,69	2,98
13	-5,42	29,2	190,6	0,50	0,67	3,27
14	-5,58	29,6	193,3	0,50	0,66	3,26
15	-5,62	28,6	194,0	0,48	0,66	3,26
16	-5,71	25,8	195,8	0,43	0,66	3,25
17	-5,90	26,2	199,2	0,43	0,65	3,24
18	-6,08	26,6	202,4	0,42	0,65	3,23
19	-6,28	27,1	206,1	0,42	0,65	3,22
20	-6,44	27,5	209,1	0,42	0,64	3,22
21	-6,86	28,6	203,7	0,42	0,64	3,01
22	-7,63	32,6	222,8	0,44	0,61	3,04
23	-8,38	34,7	255,1	0,44	0,60	3,22
24	-9,13	35,9	293,1	0,42	0,60	3,44
25	-9,88	49,5	169,5	0,55	0,71	1,88
26	-10,63	35,9	305,2	0,38	0,59	3,20
27	-11,38	41,8	344,2	0,41	0,59	3,38
28	-12,13	58,9	194,7	0,55	0,71	1,82
29	-12,92	36,5	553,1	0,32	0,51	4,89
30	-13,75	39,5	615,2	0,33	0,51	5,07
31	-14,58	37,1	671,5	0,29	0,51	5,19
32	-15,38	40,4	716,6	0,30	0,51	5,25
33	-16,13	42,3	744,3	0,30	0,51	5,21
34	-16,88	44,1	771,9	0,30	0,51	5,18
35	-17,69	43,1	834,2	0,27	0,48	5,32
36	-18,56	45,5	854,8	0,27	0,48	5,14

7.4 Calculated Force from a Layer - Left Side

Layer name	Force [kN/m']
01 Toplaag zand	106,39
02 Hollandveen	40,37
03 Zeeklei	79,22
04 Wadzand	77,38
05 Basisveen	37,13
06 Hydrobia klei	58,21
07 Basisveen	44,17
08 Eerste zandl...	94,29
09 Allerod	95,10
10 Tweede zan...	319,42

7.5 Input Data Right

7.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

7.5.2 Water Level

Water level: -6,40 [m]

7.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-6,47

7.5.4 Soil Material Properties in Profile: ontgraving -2 vloer

Layer name	Level [m]	Unit weight Unsat [kN/m³]	Unit weight Sat. [kN/m³]
01 Toplaag zand	0,00	18,00	20,00
02 Hollandveen	-3,00	10,50	10,50
03 Zeeklei	-4,40	16,50	16,50
04 Wadzand	-7,25	18,00	18,00
05 Basisveen	-9,50	12,00	12,00
06 Hydrobia klei	-10,25	15,00	15,00
07 Basisveen	-11,75	12,00	12,00
08 Eerste zandl...	-12,50	18,00	20,00
09 Allerod	-15,00	18,50	18,50
10 Tweede zan...	-17,25	19,00	21,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle* Not reduced [°]	Delta friction angle* Reduced [°]
01 Toplaag zand	0,00	0,00	28,47	19,01	19,01
02 Hollandveen	-3,00	2,40	15,46	0,00	0,00
03 Zeeklei	-4,40	2,40	22,54	15,00	15,00
04 Wadzand	-7,25	0,00	23,44	15,63	15,63
05 Basisveen	-9,50	2,40	15,46	0,00	0,00
06 Hydrobia klei	-10,25	1,60	23,44	15,63	15,63
07 Basisveen	-11,75	2,40	15,46	0,00	0,00
08 Eerste zandl...	-12,50	0,00	28,47	19,01	19,01
09 Allerod	-15,00	0,00	28,93	19,29	19,29
10 Tweede zan...	-17,25	0,00	30,79	20,50	16,60

* The 'not reduced' Delta angle is used for the calculation of the active earth pressure coefficient of Culmann whereas the 'reduced' Delta angle is used for the passive earth pressure coefficient.

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
01 Toplaag zand	0,00	1,00	1,00	Fine
02 Hollandveen	-3,00	1,00	1,00	Fine
03 Zeeklei	-4,40	1,00	1,00	Fine
04 Wadzand	-7,25	1,00	1,00	Fine
05 Basisveen	-9,50	1,00	1,00	Fine
06 Hydrobia klei	-10,25	1,00	1,00	Fine
07 Basisveen	-11,75	1,00	1,00	Fine
08 Eerste zandl...	-12,50	1,00	1,00	Fine
09 Allerod	-15,00	1,00	1,00	Fine
10 Tweede zan...	-17,25	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
01 Toplaag zand	0,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
02 Hollandveen	-3,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
03 Zeeklei	-4,40	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
04 Wadzand	-7,25	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
05 Basisveen	-9,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	8,40
06 Hydrobia klei	-10,25	n.a.	n.a.	n.a.	8,40	25,10
07 Basisveen	-11,75	n.a.	n.a.	n.a.	25,10	33,50
08 Eerste zandl...	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	33,50	33,50
09 Allerod	-15,00	n.a.	n.a.	n.a.	33,50	33,50
10 Tweede zan...	-17,25	n.a.	n.a.	n.a.	33,50	33,50

7.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
01 Toplaag zand	0,00	45000,00	45000,00	22500,00	22500,00
02 Hollandveen	-3,00	2250,00	2250,00	1125,00	1125,00
03 Zeeklei	-4,40	4500,00	4500,00	1800,00	1800,00
04 Wadzand	-7,25	13500,00	13500,00	9000,00	9000,00
05 Basisveen	-9,50	4500,00	4500,00	1800,00	1800,00
06 Hydrobia klei	-10,25	9000,00	9000,00	4500,00	4500,00
07 Basisveen	-11,75	4500,00	4500,00	1800,00	1800,00
08 Eerste zandl...	-12,50	45000,00	45000,00	22500,00	22500,00
09 Allerod	-15,00	13500,00	13500,00	9000,00	9000,00
10 Tweede zan...	-17,25	90000,00	90000,00	45000,00	45000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
01 Toplaag zand	0,00	11250,00	11250,00
02 Hollandveen	-3,00	562,50	562,50
03 Zeeklei	-4,40	1125,00	1125,00
04 Wadzand	-7,25	4500,00	4500,00
05 Basisveen	-9,50	1125,00	1125,00
06 Hydrobia klei	-10,25	1800,00	1800,00
07 Basisveen	-11,75	1125,00	1125,00
08 Eerste zandl...	-12,50	11250,00	11250,00
09 Allerod	-15,00	4500,00	4500,00
10 Tweede zan...	-17,25	22500,00	22500,00

7.5.6 Struts

Name	Level [m]	E-Modulus [kN/m²]	Cross section [m²/m']	Length [m]	Angle [°]	Buckling force [kN/m']	Pre-compression [kN/m']
-1 stempel	-1,25	2,100E+08	2,390E-03	11,30	0,00	9999,00	n.a.

7.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m²]	Passive [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-6,86	0,0	19,3	0,00	0,62	7,68
2	-7,63	1,1	28,3	0,14	0,60	3,52
3	-8,38	5,2	49,3	0,37	0,60	3,51
4	-9,13	7,4	70,3	0,37	0,60	3,51
5	-9,88	7,7	43,8	0,39	0,73	2,24
6	-10,63	3,3	56,4	0,24	0,60	4,07
7	-11,38	1,6	40,2	0,17	0,60	4,35
8	-12,13	-1,6	13,8	0,00	0,73	3,95

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m²]	Passive [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
9	-12,92	1,3	22,3	0,30	0,52	5,30
10	-13,75	3,7	65,5	0,30	0,52	5,22
11	-14,58	6,2	107,6	0,30	0,52	5,15
12	-15,38	8,2	150,0	0,29	0,52	5,32
13	-16,13	10,1	183,0	0,29	0,52	5,29
14	-16,88	12,0	216,1	0,29	0,52	5,27
15	-17,69	13,2	259,9	0,27	0,49	5,31
16	-18,56	15,8	310,9	0,27	0,49	5,31

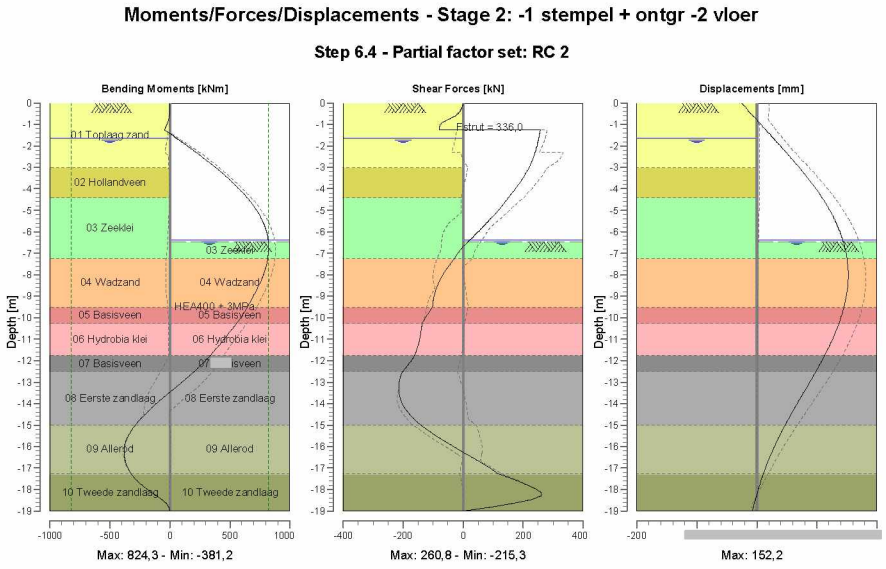
7.7 Calculated Force from a Layer - Right Side

Layer name	Force [kN/m']
01 Toplaag zand	0,00
02 Hollandveen	0,00
03 Zeeklei	14,98
04 Wadzand	110,97
05 Basisveen	32,84
06 Hydrobia klei	72,42
07 Basisveen	10,34
08 Eerste zandl...	162,76
09 Allerod	355,94
10 Tweede zan...	208,94

7.8 Calculation Results

Number of iterations: 8

7.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

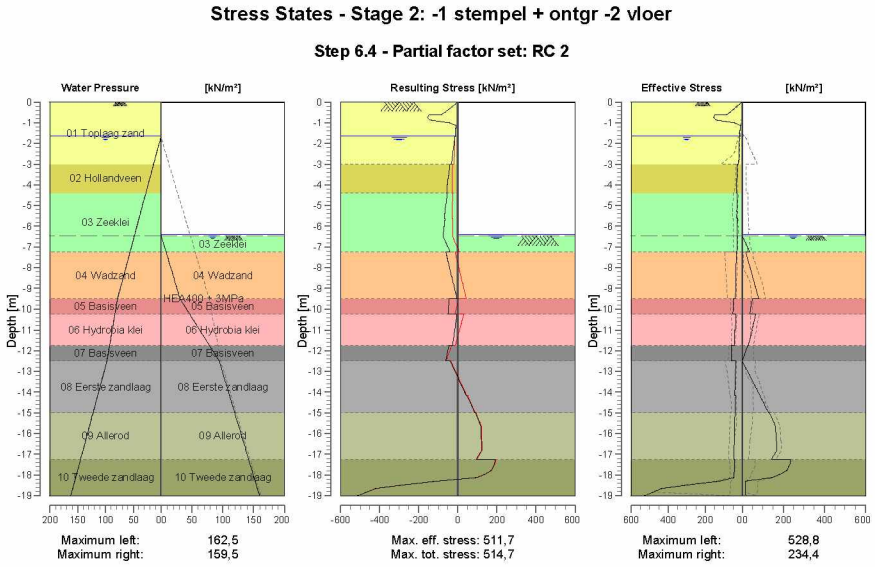


7.8.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	0,00	0,00	0,00	-25,8
1	-0,63	-5,30	-25,76	-5,6
2	-0,63	-5,14	-27,24	-5,6
2	-1,25	-45,20	-80,15	14,6
3	-1,25	-45,10	257,33	14,6
3	-1,55	31,57	253,63	24,4
4	-1,55	31,57	253,63	24,4
4	-1,65	56,86	252,25	27,6
5	-1,65	56,86	252,25	27,6
5	-1,70	69,46	251,52	29,3
6	-1,70	69,46	251,52	29,3
6	-1,71	70,71	251,45	29,4
7	-1,71	70,71	251,45	29,4
7	-1,95	131,84	247,36	37,3
8	-1,95	131,84	247,36	37,3
8	-2,30	217,19	240,06	48,5
9	-2,30	217,19	240,06	48,5
9	-3,00	378,80	220,51	70,1
10	-3,00	378,80	220,52	70,1
10	-3,70	522,48	189,10	90,2
11	-3,70	522,48	189,10	90,2
11	-4,40	641,98	151,46	108,1
12	-4,40	641,98	151,46	108,1
12	-5,30	754,91	97,68	127,2
13	-5,30	754,91	97,68	127,2
13	-5,55	777,25	80,94	131,6
14	-5,55	777,25	80,94	131,6
14	-5,60	781,22	77,50	132,4
15	-5,60	781,22	77,50	132,4
15	-5,63	783,51	75,45	132,9
16	-5,63	783,51	75,45	132,9
16	-5,80	795,38	64,15	135,6
17	-5,80	795,38	64,16	135,6
17	-6,00	806,85	50,42	138,5
18	-6,00	806,85	50,42	138,5
18	-6,15	813,62	39,79	140,4
19	-6,15	813,62	39,79	140,4
19	-6,40	821,29	21,45	143,4
20	-6,40	821,29	21,45	143,4
20	-6,47	**822,69**	15,82	144,2
21	-6,47	**822,69**	15,82	144,2
21	-7,25	816,08	-28,15	150,3
22	-7,25	816,08	-28,15	150,3
22	-8,00	779,54	-66,97	**152,2**
23	-8,00	779,54	-66,98	**152,2**
23	-8,75	719,20	-91,64	150,4
24	-8,75	719,20	-91,64	150,4
24	-9,50	645,92	-101,44	145,2
25	-9,50	645,92	-101,44	145,2
25	-10,25	556,75	-137,16	137,0
26	-10,25	556,75	-137,16	137,0
26	-11,00	451,47	-144,83	126,1
27	-11,00	451,47	-144,83	126,1
27	-11,75	337,42	-160,75	113,0
28	-11,75	337,42	-160,75	113,0
28	-12,50	202,63	-201,00	98,4
29	-12,50	202,62	-200,98	98,4
29	-13,33	26,76	-215,32	81,0
30	-13,33	26,77	-215,32	81,0
30	-14,17	-147,06	-196,20	63,5

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
31	-14,17	-147,07	-196,22	63,5
31	-15,00	-289,52	-140,03	46,8
32	-15,00	-289,52	-140,03	46,8
32	-15,75	-366,08	-60,38	33,2
33	-15,75	-366,07	-60,29	33,2
33	-16,50	-377,85	29,28	21,4
34	-16,50	-377,87	29,45	21,4
34	-17,25	-322,53	114,32	11,3
35	-17,25	-322,60	114,99	11,3
35	-18,13	-153,71	258,49	1,3
36	-18,13	-153,46	**260,83**	1,3
36	-19,00	0,34	1,60	-7,6
Max		**822,69**	**260,83**	**152,2**
Max, minor nodes incl.		824,27	260,83	152,2

7.8.3 Charts of Stresses



7.8.4 Stresses

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]
1	0,00	0,00	0,00	P		0,00	0,00	-	
1	-0,63	84,71	0,00	P		0,00	0,00	-	
2	-0,63	147,02	0,00	P		0,00	0,00	-	
2	-1,25	9,41	0,00	A		0,00	0,00	-	
3	-1,25	10,98	0,00	A		0,00	0,00	-	
3	-1,55	13,72	0,00	A		0,00	0,00	-	
4	-1,55	13,37	0,00	A		0,00	0,00	-	
4	-1,65	14,25	0,00	A		0,00	0,00	-	
5	-1,65	14,14	0,00	A		0,00	0,00	-	
5	-1,70	14,40	0,50	A		0,00	0,00	-	
6	-1,70	14,38	0,50	A		0,00	0,00	-	
6	-1,71	14,41	0,55	A		0,00	0,00	-	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]
7	-1,71	14,29	0,55	A		0,00	0,00	-	
7	-1,95	15,55	3,00	A		0,00	0,00	-	
8	-1,95	15,23	3,00	A		0,00	0,00	-	
8	-2,30	16,94	6,50	A		0,00	0,00	-	
9	-2,30	16,35	6,50	A		0,00	0,00	-	
9	-3,00	19,48	13,50	A		0,00	0,00	-	
10	-3,00	27,60	13,50	A		0,00	0,00	-	
10	-3,70	28,14	20,50	A		0,00	0,00	-	
11	-3,70	29,56	20,50	A		0,00	0,00	-	
11	-4,40	29,99	27,50	A		0,00	0,00	-	
12	-4,40	26,18	27,50	A		0,00	0,00	-	
12	-5,30	29,30	36,50	A		0,00	0,00	-	
13	-5,30	28,79	36,50	A		0,00	0,00	-	
13	-5,55	29,63	39,00	A		0,00	0,00	-	
14	-5,55	29,51	39,00	A		0,00	0,00	-	
14	-5,60	29,68	39,50	A		0,00	0,00	-	
15	-5,60	28,51	39,50	A		0,00	0,00	-	
15	-5,63	28,61	39,80	A		0,00	0,00	-	
16	-5,63	25,57	39,80	A		0,00	0,00	-	
16	-5,80	26,06	41,50	A		0,00	0,00	-	
17	-5,80	25,89	41,50	A		0,00	0,00	-	
17	-6,00	26,46	43,50	A		0,00	0,00	-	
18	-6,00	26,40	43,50	A		0,00	0,00	-	
18	-6,15	26,82	45,00	A		0,00	0,00	-	
19	-6,15	26,76	45,00	A		0,00	0,00	-	
19	-6,40	27,46	47,50	A		0,00	0,00	-	
20	-6,40	27,41	47,50	A		0,00	0,00	-	
20	-6,47	27,62	48,25	A		0,00	0,75	-	
21	-6,47	27,52	48,25	A		0,00	0,75	P	
21	-7,25	29,63	56,00	A		38,67	8,50	P	
22	-7,25	31,25	56,00	A		17,74	8,50	P	
22	-8,00	33,89	63,50	A		38,88	16,00	P	
23	-8,00	33,39	63,50	A		38,77	16,00	P	
23	-8,75	35,98	71,00	A		59,85	23,50	P	
24	-8,75	34,67	71,00	A		59,81	23,50	P	
24	-9,50	37,16	78,50	A		80,88	31,00	P	
25	-9,50	48,36	78,50	A		51,50	31,00	P	
25	-10,25	50,65	83,20	A		36,07	46,90	P	
26	-10,25	34,67	83,20	A		65,75	46,90	P	
26	-11,00	37,06	87,95	A		47,01	62,75	P	
27	-11,00	40,45	87,95	A		50,18	62,75	P	
27	-11,75	43,06	92,70	A		30,17	78,60	P	
28	-11,75	57,78	92,70	A		27,42	78,60	P	
28	-12,50	60,01	97,50	A		0,15	94,50	P	
29	-12,50	35,17	97,50	A		0,20	94,50	P	
29	-13,33	37,80	105,83	A		44,35	102,83	P	
30	-13,33	38,21	105,83	A		43,72	102,83	P	
30	-14,17	40,87	114,17	A		87,24	111,17	P	
31	-14,17	35,96	114,17	A		86,09	111,17	P	
31	-15,00	38,30	122,50	A		129,03	119,50	P	
32	-15,00	39,52	122,50	A		133,10	119,50	P	
32	-15,75	41,37	130,00	A		163,00	127,00	3	98
33	-15,75	41,38	130,00	A		162,43	127,00	3	98
33	-16,50	43,23	137,50	A		167,46	134,50	3	84
34	-16,50	43,13	137,50	A		167,10	134,50	3	84
34	-17,25	44,97	145,00	A		141,51	142,00	2	61
35	-17,25	41,78	145,00	A		234,38	142,00	P	
35	-18,13	44,38	153,75	A		143,78	150,75	2	50
36	-18,13	44,25	153,75	A		143,76	150,75	2	50
36	-19,00	528,77	162,50	2	60	17,09	159,50	A	

Stat* Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)
Mob** Percentage passive mobilized

7.8.5 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	951,7	969,2
Water	1417,0	1061,8
Total	2368,7	2031,0

Maximum effective resistance at left side	7337,90 kN
Mobilized effective resistance at left side	951,68 kN
Percentage mobilized resistance at left side	13,0 %
Position single support	-1,25 m
Maximum moment at left side	84017,91 kNm
Mobilized moment at left side	10539,77 kNm
Percentage mobilized moment at left side	12,5 %

Maximum effective resistance at right side	1315,70 kN
Mobilized effective resistance at right side	969,20 kN
Percentage mobilized resistance at right side	73,7 %
Position single support	-1,25 m
Maximum moment at right side	18721,08 kNm
Mobilized moment at right side	12846,26 kNm
Percentage mobilized moment at right side	68,6 %

7.8.6 Anchors/Struts

Anchor/strut	Level [m]	E-Modulus [kN/m²]	Force [kN]	State	Side	Type
-1 stempel	-1,25	2,100E+08	336,01	Elastic	Right	Strut

The force is in the direction of the anchor.

8 Step 6.5 Stage 2: -1 stempel + ontgr -2 vloer

8.1 General Input Data

Passive side determination method:	Automatically determined
Passive side	Right side (not relevant)

8.2 Input Data Left

8.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

8.2.2 Water Level

Water level: -1,70 [m]

8.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	0,00

8.2.4 Soil Material Properties in Profile: straatzijde

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]
01 Toplaag zand	0,00	18,00	20,00
02 Hollandveen	-3,00	10,50	10,50
03 Zeeklei	-4,40	16,50	16,50
04 Wadzand	-7,25	18,00	18,00
05 Basisveen	-9,50	12,00	12,00
06 Hydrobia klei	-10,25	15,00	15,00
07 Basisveen	-11,75	12,00	12,00
08 Eerste zandl...	-12,50	18,00	20,00
09 Allerod	-15,00	18,50	18,50
10 Tweede zan...	-17,25	19,00	21,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
01 Toplaag zand	0,00	0,00	32,50	21,70	16,60
02 Hollandveen	-3,00	3,00	18,00	0,00	0,00
03 Zeeklei	-4,40	3,00	26,00	17,30	17,30
04 Wadzand	-7,25	0,00	27,00	18,00	18,00
05 Basisveen	-9,50	3,00	18,00	0,00	0,00
06 Hydrobia klei	-10,25	2,00	27,00	18,00	18,00
07 Basisveen	-11,75	3,00	18,00	0,00	0,00
08 Eerste zandl...	-12,50	0,00	32,50	21,70	16,60
09 Allerod	-15,00	0,00	33,00	22,00	16,60
10 Tweede zan...	-17,25	0,00	35,00	23,30	16,60

* The 'not reduced' Delta angle is used for the calculation of the active earth pressure coefficient of Culmann whereas the 'reduced' Delta angle is used for the passive earth pressure coefficient.

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
01 Toplaag zand	0,00	1,00	1,00	Fine
02 Hollandveen	-3,00	1,00	1,00	Fine
03 Zeeklei	-4,40	1,00	1,00	Fine
04 Wadzand	-7,25	1,00	1,00	Fine
05 Basisveen	-9,50	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
06 Hydrobia klei	-10,25	1,00	1,00	Fine
07 Basisveen	-11,75	1,00	1,00	Fine
08 Eerste zandl...	-12,50	1,00	1,00	Fine
09 Allerod	-15,00	1,00	1,00	Fine
10 Tweede zan...	-17,25	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
01 Toplaag zand	0,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
02 Hollandveen	-3,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
03 Zeeklei	-4,40	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
04 Wadzand	-7,25	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
05 Basisveen	-9,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	-2,80
06 Hydrobia klei	-10,25	n.a.	n.a.	n.a.	-2,80	-8,30
07 Basisveen	-11,75	n.a.	n.a.	n.a.	-8,30	-11,00
08 Eerste zandl...	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	-11,00	-11,00
09 Allerod	-15,00	n.a.	n.a.	n.a.	-11,00	-11,00
10 Tweede zan...	-17,25	n.a.	n.a.	n.a.	-11,00	-11,00

8.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
01 Toplaag zand	0,00	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
02 Hollandveen	-3,00	1000,00	1000,00	500,00	500,00
03 Zeeklei	-4,40	2000,00	2000,00	800,00	800,00
04 Wadzand	-7,25	6000,00	6000,00	4000,00	4000,00
05 Basisveen	-9,50	2000,00	2000,00	800,00	800,00
06 Hydrobia klei	-10,25	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
07 Basisveen	-11,75	2000,00	2000,00	800,00	800,00
08 Eerste zandl...	-12,50	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
09 Allerod	-15,00	6000,00	6000,00	4000,00	4000,00
10 Tweede zan...	-17,25	40000,00	40000,00	20000,00	20000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
01 Toplaag zand	0,00	5000,00	5000,00
02 Hollandveen	-3,00	250,00	250,00
03 Zeeklei	-4,40	500,00	500,00
04 Wadzand	-7,25	2000,00	2000,00
05 Basisveen	-9,50	500,00	500,00
06 Hydrobia klei	-10,25	800,00	800,00
07 Basisveen	-11,75	500,00	500,00
08 Eerste zandl...	-12,50	5000,00	5000,00
09 Allerod	-15,00	2000,00	2000,00
10 Tweede zan...	-17,25	10000,00	10000,00

8.2.6 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Characteristic load [kN/m²]	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
Bouwverkeer	1,00	20,00	Unfavourable	Variable
	7,00	20,00		
Parkeerhavens	7,00	10,00	Unfavourable	Variable
	10,00	10,00		
Doorgaande weg	10,00	10,00	Unfavourable	Variable
	16,00	10,00		

8.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m²]	Passive [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-0,31	1,4	50,3	0,25	1,54	8,76
2	-0,94	4,8	245,2	0,26	1,09	13,25
3	-1,40	9,8	267,6	0,35	0,88	9,48
4	-1,63	11,2	289,9	0,34	0,81	8,82
5	-2,00	12,7	313,1	0,33	0,74	8,23
6	-2,65	14,7	295,5	0,32	0,66	6,48
7	-3,35	23,7	130,2	0,47	0,81	2,60
8	-4,05	24,5	97,3	0,48	0,78	1,92
9	-4,85	22,9	212,8	0,42	0,63	3,93
10	-5,42	24,1	245,2	0,42	0,62	4,23
11	-5,58	24,5	248,9	0,41	0,61	4,22
12	-5,80	22,4	254,4	0,37	0,61	4,20
13	-6,08	21,7	261,2	0,35	0,60	4,19
14	-6,42	22,4	262,8	0,35	0,59	4,07
15	-6,97	23,6	265,5	0,35	0,58	3,89
16	-7,63	27,5	290,4	0,38	0,56	3,98
17	-8,38	29,4	340,7	0,37	0,55	4,32
18	-9,13	31,1	379,2	0,37	0,55	4,47
19	-9,88	45,1	181,6	0,50	0,68	2,02
20	-10,63	30,0	394,7	0,32	0,54	4,15
21	-11,38	35,9	445,0	0,35	0,54	4,39
22	-12,13	52,3	223,8	0,49	0,67	2,10
23	-12,92	31,0	625,2	0,27	0,46	5,54
24	-13,75	34,8	696,9	0,29	0,46	5,76
25	-14,58	30,8	765,4	0,24	0,46	5,92
26	-15,38	32,3	821,3	0,24	0,45	6,02
27	-16,13	35,3	840,7	0,25	0,45	5,89
28	-16,88	36,7	877,6	0,25	0,45	5,89
29	-17,69	35,5	1065,2	0,23	0,42	6,80
30	-18,56	37,7	1105,2	0,23	0,42	6,65

8.4 Calculated Force from a Layer - Left Side

Layer name	Force [kN/m']
01 Toplaag zand	60,19
02 Hollandveen	33,70
03 Zeeklei	65,37
04 Wadzand	66,00
05 Basisveen	33,82
06 Hydrobia klei	49,44
07 Basisveen	39,20
08 Eerste zandl...	80,48
09 Allerod	95,07
10 Tweede zan...	104,61

8.5 Input Data Right

8.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

8.5.2 Water Level

Water level: -6,15 [m]

8.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-6,00

8.5.4 Soil Material Properties in Profile: ontgraving -2 vloer

Layer name	Level [m]	Unit weight	
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]
01 Toplaag zand	0,00	18,00	20,00
02 Hollandveen	-3,00	10,50	10,50
03 Zeeklei	-4,40	16,50	16,50
04 Wadzand	-7,25	18,00	18,00
05 Basisveen	-9,50	12,00	12,00
06 Hydrobia klei	-10,25	15,00	15,00
07 Basisveen	-11,75	12,00	12,00
08 Eerste zandl...	-12,50	18,00	20,00
09 Allerod	-15,00	18,50	18,50
10 Tweede zan...	-17,25	19,00	21,00

Layer name	Level [m]	Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle*	
				Not reduced [°]	Reduced [°]
01 Toplaag zand	0,00	0,00	32,50	21,70	16,60
02 Hollandveen	-3,00	3,00	18,00	0,00	0,00
03 Zeeklei	-4,40	3,00	26,00	17,30	17,30
04 Wadzand	-7,25	0,00	27,00	18,00	18,00
05 Basisveen	-9,50	3,00	18,00	0,00	0,00
06 Hydrobia klei	-10,25	2,00	27,00	18,00	18,00
07 Basisveen	-11,75	3,00	18,00	0,00	0,00
08 Eerste zandl...	-12,50	0,00	32,50	21,70	16,60
09 Allerod	-15,00	0,00	33,00	22,00	16,60
10 Tweede zan...	-17,25	0,00	35,00	23,30	16,60

* The 'not reduced' Delta angle is used for the calculation of the active earth pressure coefficient of Culmann whereas the 'reduced' Delta angle is used for the passive earth pressure coefficient.

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
01 Toplaag zand	0,00	1,00	1,00	Fine
02 Hollandveen	-3,00	1,00	1,00	Fine
03 Zeeklei	-4,40	1,00	1,00	Fine
04 Wadzand	-7,25	1,00	1,00	Fine
05 Basisveen	-9,50	1,00	1,00	Fine
06 Hydrobia klei	-10,25	1,00	1,00	Fine
07 Basisveen	-11,75	1,00	1,00	Fine
08 Eerste zandl...	-12,50	1,00	1,00	Fine
09 Allerod	-15,00	1,00	1,00	Fine
10 Tweede zan...	-17,25	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
01 Toplaag zand	0,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
02 Hollandveen	-3,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
03 Zeeklei	-4,40	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
04 Wadzand	-7,25	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
05 Basisveen	-9,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	8,40
06 Hydrobia klei	-10,25	n.a.	n.a.	n.a.	8,40	25,10

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
07 Basisveen	-11,75	n.a.	n.a.	n.a.	25,10	33,50
08 Eerste zandl...	-12,50	n.a.	n.a.	n.a.	33,50	33,50
09 Allerod	-15,00	n.a.	n.a.	n.a.	33,50	33,50
10 Tweede zan...	-17,25	n.a.	n.a.	n.a.	33,50	33,50

8.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
01 Toplaag zand	0,00	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
02 Hollandveen	-3,00	1000,00	1000,00	500,00	500,00
03 Zeeklei	-4,40	2000,00	2000,00	800,00	800,00
04 Wadzand	-7,25	6000,00	6000,00	4000,00	4000,00
05 Basisveen	-9,50	2000,00	2000,00	800,00	800,00
06 Hydrobia klei	-10,25	4000,00	4000,00	2000,00	2000,00
07 Basisveen	-11,75	2000,00	2000,00	800,00	800,00
08 Eerste zandl...	-12,50	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
09 Allerod	-15,00	6000,00	6000,00	4000,00	4000,00
10 Tweede zan...	-17,25	40000,00	40000,00	20000,00	20000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
01 Toplaag zand	0,00	5000,00	5000,00
02 Hollandveen	-3,00	250,00	250,00
03 Zeeklei	-4,40	500,00	500,00
04 Wadzand	-7,25	2000,00	2000,00
05 Basisveen	-9,50	500,00	500,00
06 Hydrobia klei	-10,25	800,00	800,00
07 Basisveen	-11,75	500,00	500,00
08 Eerste zandl...	-12,50	5000,00	5000,00
09 Allerod	-15,00	2000,00	2000,00
10 Tweede zan...	-17,25	10000,00	10000,00

8.5.6 Struts

Name	Level [m]	E-Modulus [kN/m²]	Cross section [m²/m']	Length [m]	Angle [°]	Buckling force [kN/m']	Pre-compression [kN/m']
-1 stempel	-1,25	2,100E+08	2,390E-03	11,30	0,00	9999,00	n.a.

8.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m²]	Passive [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-6,08	0,0	21,6	0,00	0,56	17,47
2	-6,42	0,0	34,4	0,00	0,56	8,06
3	-6,97	0,0	49,4	0,00	0,56	6,30
4	-7,63	1,7	57,3	0,14	0,55	4,54
5	-8,38	5,9	84,3	0,32	0,55	4,53
6	-9,13	7,8	111,4	0,32	0,55	4,52
7	-9,88	8,4	61,1	0,35	0,69	2,53
8	-10,63	3,8	95,1	0,20	0,55	5,16
9	-11,38	2,3	74,3	0,17	0,55	5,37
10	-12,13	-0,1	27,0	0,00	0,69	3,35
11	-12,92	2,2	52,0	0,25	0,46	5,92
12	-13,75	4,3	101,0	0,25	0,46	5,90
13	-14,58	6,4	149,6	0,25	0,46	5,88
14	-15,38	8,0	198,2	0,24	0,46	6,04
15	-16,13	9,6	236,3	0,24	0,46	6,03

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m²]	Passive [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
16	-16,88	11,2	274,4	0,24	0,46	6,02
17	-17,69	12,0	363,9	0,22	0,43	6,79
18	-18,56	14,1	428,3	0,22	0,43	6,78

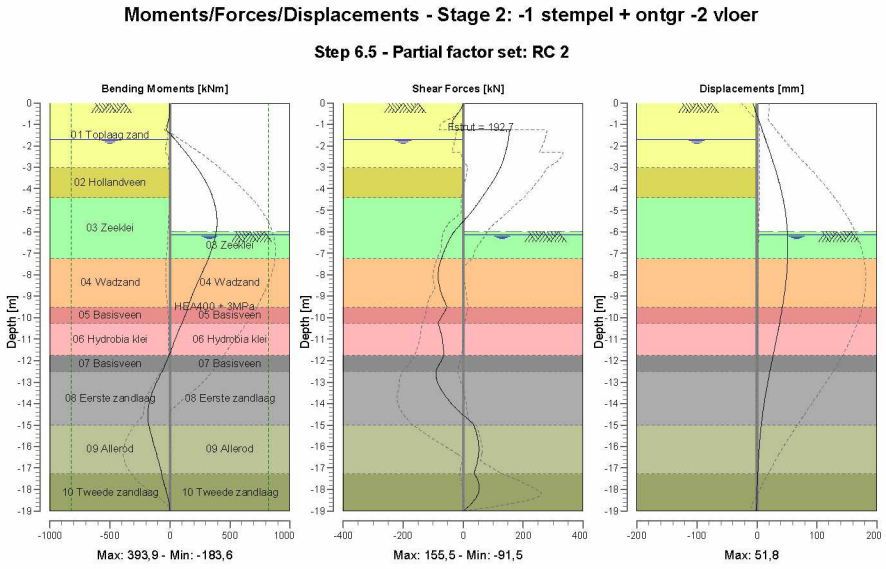
8.7 Calculated Force from a Layer - Right Side

Layer name	Force [kN/m']
01 Toplaag zand	0,00
02 Hollandveen	0,00
03 Zeeklei	42,13
04 Wadzand	185,26
05 Basisveen	32,90
06 Hydrobia klei	101,51
07 Basisveen	15,96
08 Eerste zandl...	208,11
09 Allerod	94,55
10 Tweede zan...	68,79

8.8 Calculation Results

Number of iterations: 6

8.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

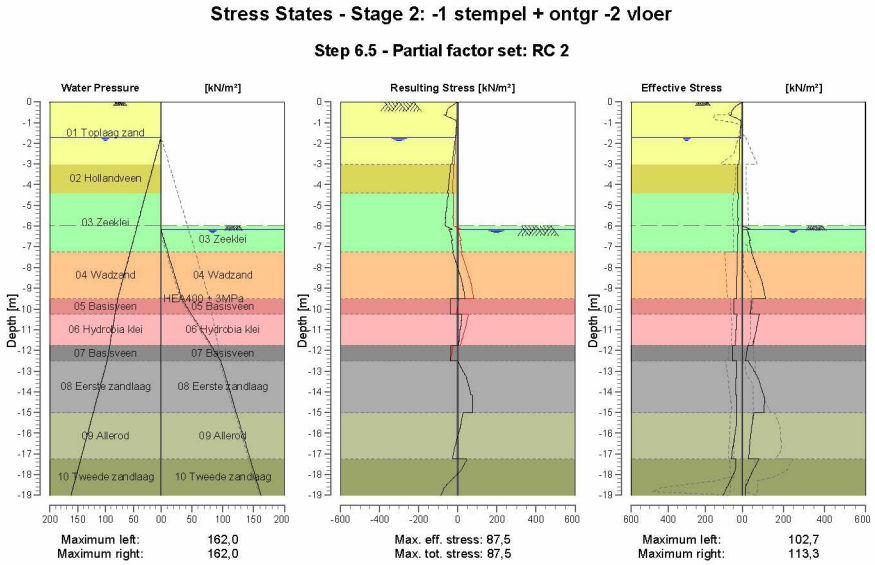


8.8.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	0,00	0,01	-0,05	-6,9
1	-0,63	-5,81	-24,83	0,9
2	-0,63	-5,87	-24,63	0,9
2	-1,25	-27,29	-37,52	8,7

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
3	-1,25	-27,24	**155,54**	8,7
3	-1,55	19,00	152,59	12,5
4	-1,55	19,00	152,59	12,5
4	-1,70	41,76	150,90	14,3
5	-1,70	41,76	150,90	14,3
5	-2,30	129,73	141,48	21,7
6	-2,30	129,73	141,48	21,7
6	-3,00	223,24	124,57	29,9
7	-3,00	223,24	124,57	29,9
7	-3,70	300,89	96,45	37,1
8	-3,70	300,89	96,45	37,1
8	-4,40	356,95	62,86	43,0
9	-4,40	356,95	62,86	43,0
9	-5,30	392,29	13,93	48,5
10	-5,30	392,29	13,93	48,5
10	-5,55	**393,87**	-1,42	49,6
11	-5,55	**393,87**	-1,42	49,6
11	-5,60	393,72	-4,58	49,8
12	-5,60	393,72	-4,58	49,8
12	-6,00	386,88	-29,93	51,0
13	-6,00	386,88	-29,93	51,0
13	-6,15	381,82	-36,71	51,3
14	-6,15	381,82	-36,71	51,3
14	-6,70	355,73	-56,53	**51,8**
15	-6,70	355,73	-56,53	**51,8**
15	-7,25	320,13	-71,89	51,4
16	-7,25	320,13	-71,88	51,4
16	-8,00	260,89	-82,96	49,6
17	-8,00	260,89	-82,96	49,6
17	-8,75	200,43	-75,17	46,5
18	-8,75	200,43	-75,16	46,5
18	-9,50	151,84	-52,73	42,5
19	-9,50	151,84	-52,72	42,5
19	-10,25	101,05	-82,81	37,8
20	-10,25	101,05	-82,82	37,8
20	-11,00	44,25	-69,52	32,5
21	-11,00	44,25	-69,53	32,5
21	-11,75	-5,37	-64,06	27,1
22	-11,75	-5,37	-64,06	27,1
22	-12,50	-63,47	-91,46	21,7
23	-12,50	-63,47	-91,43	21,7
23	-13,33	-135,08	-73,89	16,1
24	-13,33	-135,08	-73,86	16,1
24	-14,17	-178,68	-27,49	11,2
25	-14,17	-178,68	-27,44	11,2
25	-15,00	-174,99	36,27	7,4
26	-15,00	-174,99	36,28	7,4
26	-15,75	-141,78	50,49	4,8
27	-15,75	-141,78	50,60	4,8
27	-16,50	-102,82	50,53	2,9
28	-16,50	-102,82	50,52	2,9
28	-17,25	-69,65	35,85	1,5
29	-17,25	-69,67	35,95	1,5
29	-18,13	-27,09	51,81	0,3
30	-18,13	-27,04	51,79	0,3
30	-19,00	0,02	0,11	-0,8
Max		**393,87**	**155,54**	**51,8**
Max, minor nodes incl.		393,87	155,54	51,8

8.8.3 Charts of Stresses



8.8.4 Stresses

Node number	Level	Left				Right			
	[m]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]
1	0,00	0,00	0,00	P		0,00	0,00	-	
1	-0,63	57,71	0,00	2	55	0,00	0,00	-	
2	-0,63	72,04	0,00	1	45	0,00	0,00	-	
2	-1,25	6,53	0,00	A		0,00	0,00	-	
3	-1,25	8,75	0,00	A		0,00	0,00	-	
3	-1,55	10,92	0,00	A		0,00	0,00	-	
4	-1,55	10,70	0,00	A		0,00	0,00	-	
4	-1,70	11,75	0,00	A		0,00	0,00	-	
5	-1,70	11,49	0,00	A		0,00	0,00	-	
5	-2,30	13,88	6,00	A		0,00	0,00	-	
6	-2,30	13,39	6,00	A		0,00	0,00	-	
6	-3,00	15,93	13,00	A		0,00	0,00	-	
7	-3,00	23,44	13,00	A		0,00	0,00	-	
7	-3,70	23,88	20,00	A		0,00	0,00	-	
8	-3,70	24,30	20,00	A		0,00	0,00	-	
8	-4,40	24,64	27,00	A		0,00	0,00	-	
9	-4,40	21,58	27,00	A		0,00	0,00	-	
9	-5,30	24,15	36,00	A		0,00	0,00	-	
10	-5,30	23,79	36,00	A		0,00	0,00	-	
10	-5,55	24,48	38,50	A		0,00	0,00	-	
11	-5,55	24,40	38,50	A		0,00	0,00	-	
11	-5,60	24,53	39,00	A		0,00	0,00	-	
12	-5,60	21,89	39,00	A		0,00	0,00	-	
12	-6,00	22,86	43,00	A		0,00	0,00	-	
13	-6,00	21,50	43,00	A		0,00	0,00	P	
13	-6,15	21,85	44,50	A		36,33	0,00	3	84
14	-6,15	21,81	44,50	A		19,95	0,00	P	
14	-6,70	23,05	50,00	A		39,96	5,50	3	82

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]
15	-6,70	23,00	50,00	A		33,57	5,50	3	88
15	-7,25	24,23	55,50	A		45,90	11,00	2	76
16	-7,25	26,41	55,50	A		43,66	11,00	P	
16	-8,00	28,65	63,00	A		70,88	18,50	P	
17	-8,00	28,29	63,00	A		70,72	18,50	P	
17	-8,75	30,49	70,50	A		97,58	26,00	3	99
18	-8,75	29,99	70,50	A		97,54	26,00	3	99
18	-9,50	32,15	78,00	A		113,32	33,50	3	91
19	-9,50	44,04	78,00	A		48,76	33,50	2	70
19	-10,25	46,14	82,70	A		38,94	49,40	2	74
20	-10,25	28,98	82,70	A		83,20	49,40	2	78
20	-11,00	30,99	87,45	A		66,95	65,25	3	80
21	-11,00	34,80	87,45	A		69,31	65,25	3	80
21	-11,75	37,06	92,20	A		50,44	81,10	3	81
22	-11,75	51,27	92,20	A		27,88	81,10	2	72
22	-12,50	53,26	97,00	A		13,95	97,00	3	90
23	-12,50	29,87	97,00	A		27,38	97,00	P	
23	-13,33	32,11	105,33	A		76,71	105,33	P	
24	-13,33	33,63	105,33	A		76,42	105,33	P	
24	-14,17	35,98	113,67	A		103,25	113,67	3	82
25	-14,17	29,81	113,67	A		102,96	113,67	3	82
25	-15,00	31,76	122,00	A		107,45	122,00	2	62
26	-15,00	31,57	122,00	A		57,93	122,00	1	32
26	-15,75	33,50	129,50	1		45,39	129,50	1	21
27	-15,75	34,51	129,50	A		45,39	129,50	1	21
27	-16,50	47,67	137,00	1		36,88	137,00	1	14
28	-16,50	47,64	137,00	1		36,88	137,00	1	14
28	-17,25	58,90	144,50	1		31,33	144,50	1	11
29	-17,25	34,41	144,50	A		81,65	144,50	1	25
29	-18,13	56,48	153,25	1		36,17	153,25	1	9
30	-18,13	56,48	153,25	1		36,17	153,25	1	9
30	-19,00	102,70	162,00	1	9	15,21	162,00	A	

Stat* Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)
Mob** Percentage passive mobilized

8.8.5 Percentage Mobilized Resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	627,9	749,2
Water	1408,3	1093,6
Total	2036,2	1842,8

Maximum effective resistance at left side	8794,47 kN
Mobilized effective resistance at left side	627,88 kN
Percentage mobilized resistance at left side	7,1 %
Position single support	-1,25 m
Maximum moment at left side	100982,63 kNm
Mobilized moment at left side	6296,40 kNm
Percentage mobilized moment at left side	6,2 %

Maximum effective resistance at right side	1909,30 kN
Mobilized effective resistance at right side	749,22 kN
Percentage mobilized resistance at right side	39,2 %
Position single support	-1,25 m
Maximum moment at right side	26416,87 kNm
Mobilized moment at right side	8202,17 kNm
Percentage mobilized moment at right side	31,0 %

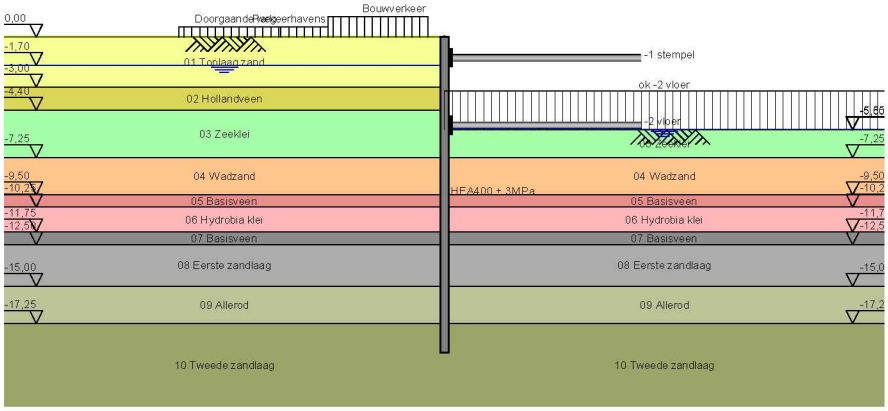
8.8.6 Anchors/Struts

Anchor/strut	Level [m]	E-Modulus [kN/m²]	Force [kN]	State	Side	Type
-1 stempel	-1,25	2,100E+08	192,73	Elastic	Right	Strut

The force is in the direction of the anchor.

9 Outline Stage 3: -2 vloer excl bemaling

Outline - Stage 3: -2 vloer excl bemaling

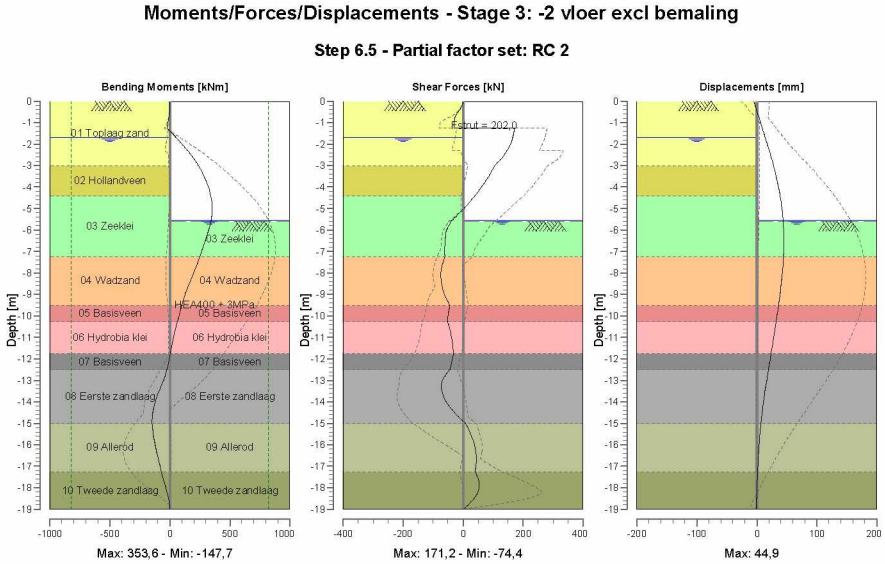


10 Step 6.5 Stage 3: -2 vloer excl bemaling

10.1 Calculation Results

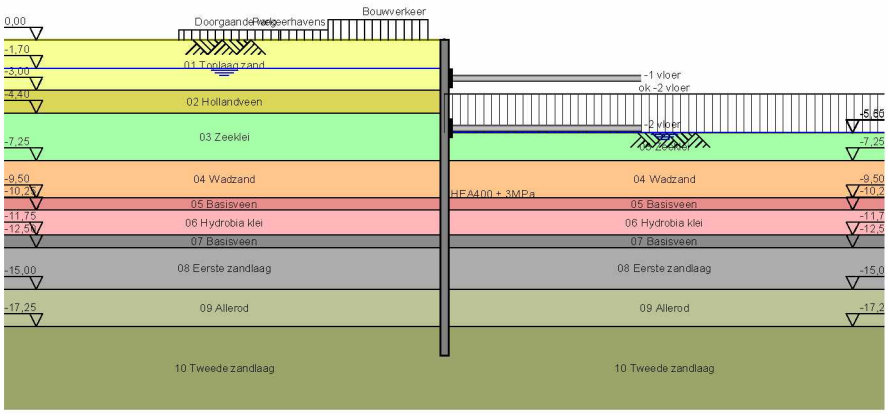
Number of iterations: 5

10.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



11 Outline Stage 4: -1 vloer excl bemaling

Outline - Stage 4: -1 vloer excl bemaling

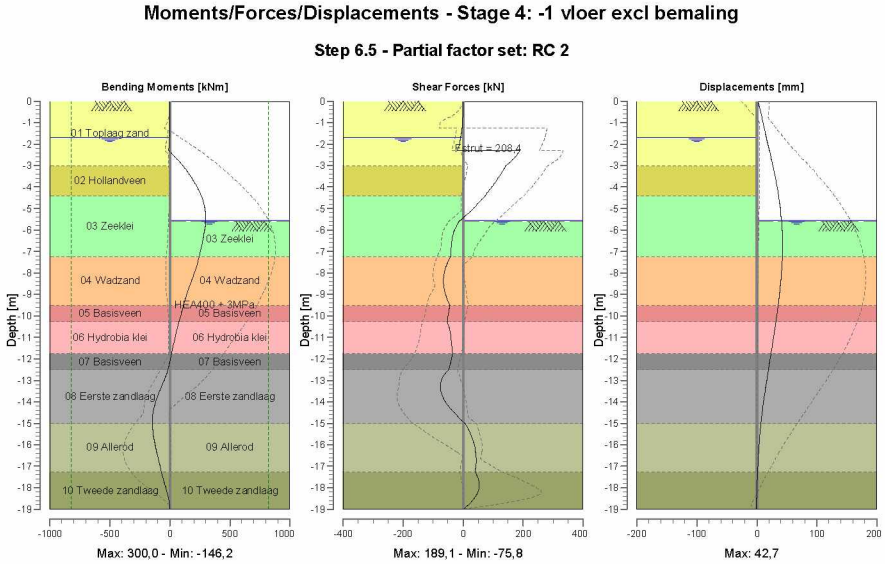


12 Step 6.5 Stage 4: -1 vloer excl bemaling

12.1 Calculation Results

Number of iterations: 5

12.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



End of Report

Bijlage 4 CSM wand

Sheet	Ontwerp Soilmix-wand
Project	Van Eeghenstraat
Projectnummer	22540
Onderdeel	Doorsnede 1
Datum	3-3-2023
Adviseur	

CRUX

versie: v012
versiedatum: 02-02-2022

P:\221xx\22540 Van der Leij v Eeghenstraat\04 REK\Excel\1 laags kelder\[21409-_QSH Ontwerp Soilmixwand 1laagskelder v012.xlsb]Ontwerp CSM wand

1. Invoer

Algemeen

Veiligheidsklasse	RC2		β =	3,80	- betrouwbaarheidsindex
Levensduur	2	jaar	constructie =	tijdelijk	levensduur ≤ 24 maanden
Calamiteit	Nee				
Verticale belasting	Nee				

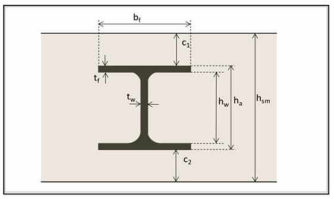
maaiveld =	+0,00	NAP .. m			
ontgraving =	-6,00	NAP .. m	Δh =	6,00	m kerende hoogte

Randvoorwaarde

Bescherming van de wand tegen klimatologische omstandigheden	Nee
Afwezigheid van verontreinigingen	Ja
Beschermingsmaatregelen wapening tegen corrosie	Nee
R.V.W. goedgekeurd door OG?	Ja

Geometrische gegevens wand

Type: paneelwand



h =	0,55	m	dikte paneelwand
a =	1,10	m	h.o.h.-afstand van de wapening
$h_{sm;eq}$ =	0,55	m	equivalente dikte van paneelwand

Gegevens wapening

f_y =	460	N/mm²	vloeispanning	E =	2,10E+05	N/mm² elasticiteitsmodulus
γ_{m0} =	1,00	-	partiële factor op staalspanning	ε =	0,71	- ε = (235 / f_y)^{0,5}
				f_{yd} =	460	N/mm²

corrosie = 0 mm / jaar — levensduur < 4 jaar dan verwaarloosd — Omschrijving:

profiel	HE 400 A			corrosie =	0	mm/zijde levensduur < 4jaar; verwaarloosd
L =	16,00	m	lengte profiel	L_{ontgr} =	10,00	m lengte profiel onder ontgraving
h_a =	390,0	mm	hoogte profiel	$O_{profiel}$ =	1920	mm omtrek van profiel
h_w =	352,0	mm	hoogte lijf	A_a =	15898	mm² totaal opp. dwarsdoorsnede profiel
t_f =	19,0	mm	dikte flens	A_v =	5733	mm² afschuifoppervlak
t_w =	11,0	mm	dikte lijf	A_f =	5700	mm² opp. doorsnede flens van profiel
b_f =	300,0	mm	breedte flens	A_w =	3872	mm² opp. doorsnede lijf van profiel
r =	27,0	mm	straal			

...

profielklasse	1	indeling o.b.v. toets voor buiging		I_y =	45069	cm⁴ traagheidsmoment profiel y-y - as
rekenen	plastisch	...		W_y =	2562	cm³ plastisch weerstandsmoment profiel y-y - as
[+] bepaling profielklasse weergeven				I_z =	8564	cm⁴ traagheidsmoment profiel z-z - as
				W_z =	873	cm³ plastisch weerstandsmoment profiel z-z - as

e =	0,00	m	excentriciteit van de wapening, "+" is richting ontgravingszijde / "-" is richting grondzijde
c_1 =	0,08	m	dekking op de wapening (grondzijde) drukzone
c_2 =	0,08	m	dekking op de wapening (ontgravingszijde) trekzone

check: $c_1 + c_2 + h_a = h_{sm;eq}$ > WAAR

Gegevens Soilmix-materiaal

Algemene factoren

k_f =	1,10	-	onzekerheidsfactor voor in situ fabricatie — bepaling druksterkte obv: ervaringsgetallen
γ_{sm} =	1,50	-	partiele veiligheidsfactor drukspanningen (1,2 voor calamiteit; 1,5 voor blijvend-tijdelijk belastingsituaties)
α_{sm} =	1,00	-	kruipfactor op de druksterkte (1,0 voor levensduur ≤ 2 jaar en 0,85 voor lange duur)
Ψ =	0,00	-	kruipfactor op elasticiteitsmmodulus; 1,0 bij levensduur > 2 jaar

Druksterkte

Controle van de druksterkte moet plaatsvinden door het boren en beproeven van kernen uit de wand

β =	1,00	-	tijds-reductie factor op 28 dagen-druksterkte (28dgn beta = 1) [+] indicatie β weergeven
$f_{sm,m}$ =	3,00	MPa	gemiddelde druksterkte (UCS waarden). Correlaties gelden voor kubus sterkte of cilinder waarbij H : D = 1
$f_{sm,k}$ =	2,10	MPa	karakteristieke cilinder druksterkte (28 dagen)
$f_{sm,kT}$ =	1,91	MPa	karakteristieke cilinder druksterkte incl. lange termijn factor α_{sm}, kf en tijdsreductie factor β
$f_{sm,d}$ =	1,27	MPa	rekenwaarde druksterkte korte termijn

Treksterkte

$f_{sm,tk}$ =	0,34	MPa	gemiddelde karakteristieke axiale treksterkte
$f_{sm,td}$ =	0,21	MPa	gemiddelde rekenwaarde axiale treksterkte inclusief tijdseffect

Schuifspanning

$\tau_{Rsm,d}$ =	0,21	MPa	rekenwaarde van de schuifsterkte voor soilmix materiaal onderling (= $f_{sm,td}$)

Afschuifsterkte soilmix - staal

f_{bd} =	0,13	MPa	rekenwaarde afschuifsterkte mbt momentencapaciteit
f_{bd} =	0,13	MPa	rekenwaarde afschuifsterkte mbt verticale lastoverdracht [+] bepaling afschuifsterkte weergeven

Stijfheid

E_{sm} =	3569	MPa	karakteristieke tangens elasticiteitsmodulus, incl. tijds-reductie factor β = 1,00
$E_{sm;kruip}$ =	3569	MPa	karakteristieke tangens elasticiteitsmodulus, incl. kruipfactor Ψ = 0,00

2. Resultaat DSHeet berekening

file: ....

Denk bij de invoer van de resultaten na over de de invoer en of deze wel samen optreden / met elkaar gecombineerd kunnen worden

M_{Ed} =	880,0	kNm/m	rekenwaarde moment
V_{Ed} =	335,0	kN/m	rekenwaarde dwarskracht
N_{Ed} =	0,0	kN/m	rekenwaarde externe normaalkracht (excl. invloed van ankerkrachten)
$N_{Ed;anker}$ =	0,0	kN/m	rekenwaarde normaalkracht ten gevolge van ankerkrachten
u_{max} =	0,066	m	representatieve waarde vervorming
L_e =	13,00	m	afstand tussen de momentennulpunten (uit DSheet of Plaxis) ...
$\sigma_{hor;rep}$ =	100	kN/m^2	totale resultante van korrel- en waterdruk (rep. gemiddelde, gespreid over hoogte gelijk aan wanddikte)

$N_{Ed;totaal}$ = 0 kN/m

...

3. Bepaling scheurmoment soilmix-materiaal

$b_{c;2}$ =	0,60	m
h_{sm} =	0,55	m
$f_{sm;td}$ =	0,21	MPa
$M_{r;sm}$ =	6,31	kNm

scheurmoment soilmix-materiaal ter bepaling onderzijde wapening

Het staalprofiel moet in, verband met verankeringslengte, minimaal zijn doorgezet tot 0,5m voorbij het diepste niveau waarop het scheurmoment van het soilmix-materiaal wordt onderschreden.
De onderzijde van de soilmix-wand moet minimaal 0,2m dieper zijn dan de onderzijde van het staalprofiel.

5. Bepaling horizontale buigstijfheid van de wand

Methode 1: $EI_{eff} = (EI_1 + EI_2) / 2$

EI_{eff} = effectieve buigstijfheid samengestelde profiel
EI_1 = buigstijfheid ongescheurde samengestelde profiel
EI_2 = buigstijfheid gescheurde samengestelde profiel

- meewerkende breedte is gelijk gesteld aan hoh-afstand van de wapening
- situatie = lange duur (inclusief invloed kruip), exclusief corrosie

Bepaling ongescheurde buigstijfheid samengestelde profiel EI_1 (§6.6.4.1):

n =	58,8	-	verhouding tussen E-moduli soilmix en wapening
b_{c1} =	1,10	m	meewerkende breedte SM bij buigstijfheid per profiel; h.o.h.-afstand van de wapening
I_{sm} =	1,53E-02	m^4/profiel	traagheidsmoment van ongescheurde doorsnede soilmix-materiaal
I_1 =	4,13E-02	m^4/profiel	traagheidsmoment van het samengestelde profiel
EI_1 =	147468	kNm^2/profiel	
EI_1 =	134062	kNm2/m'	

E_{sm} = 3569 N/mm²
E_{wap} = 210000 N/mm²

M_{cr} = 51,7 kNm/profiel karakteristieke waarde scheurmoment

Bepaling gescheurde stijfheid samengestelde profiel EI_2 (§6.6.4.2): Let op: methode geldt alleen voor een centrisch geplaatst profiel

c_1 =	0,080	m	dekking op de wapening drukzone (grondzijde)
c_2 =	0,080	m	dekking op de wapening trekzone (ontgravingszijde)
d =	0,461	m	nuttige hoogte onderflens
$c_{1;b}$ =	0,090	m	bruto dekking op bovenflens
ξ_e =	0,504	-	
x_e =	0,232	m	
ρ =	0,01125	-	
I_2 =	3,16E-02	m^4	
EI_2 =	112628	kNm^2/profiel	
EI_2 =	102389	kNm2/m'	

Effectieve buigstijfheid, methode 1:

EI_{eff} =	130048	kNm^2/profiel	
EI_{eff} =	118225	kNm2/m'	(invoer voor DSheet of Plaxis berekening)

Bepaling verhoudingen stijfheden inclusief invloed van kruip

EA_{CSM} =	5441033	kN	
EA_{staal} =	3338534	kN	61% van totale EA
EA_{sm} =	2102499	kN	39% van totale EA

$E_{gewogen}$ = 8993 MPa

Bij optreden van normaal belasting wordt alleen het gedeelte optredend op de staalprofielen (op basis van stijfheidsverhoudingen) meegenomen in de toest voor momentcapaciteit. Het overige deel gaat direct het soilmix-materiaal in, waarbij dit aandeel de druksterkte van het soilmix-materiaal niet mag overschrijden.

6. Controle drukboog

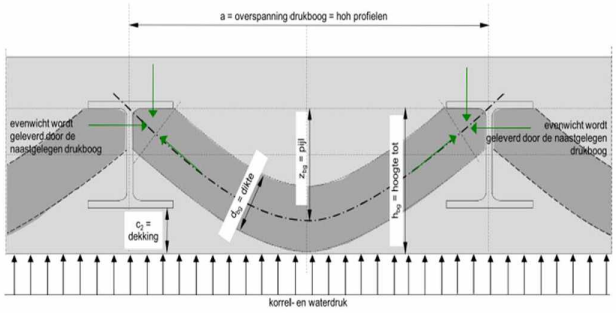
Toepassen drukboog

- drukboog kan ontstaan bij gedrongen constructie, hiervoor geldt: $a < 3 \times h_{bg}$

a =	1,10	m	overspanning van de drukboog = h.o.h. afstand profielen
h_{bg} =	0,45	m	maximale hoogte beschikbaar voor drukboog = hoogte tot buitenkant wand, $h_{bg} = h_a - t_f + c_2$

Conclusie = Voldoet, gedrongen constructie

hoh_{max} =	1,35	m	maximale toelaatbare h.o.h. afstand profielen t.b.v. drukboog	→ groter dan toegepast, voldoet



Geometrie van de drukboog (iteratieve berekening)

Hoogte drukboog

$z_{bg;1}$ =	0,400	m	pijl van de drukboog
$z_{bg;2}$ =	0,331	m	pijl van de drukboog vanwege geometrie
z_{bg} =	0,331	m	pijl van de drukboog

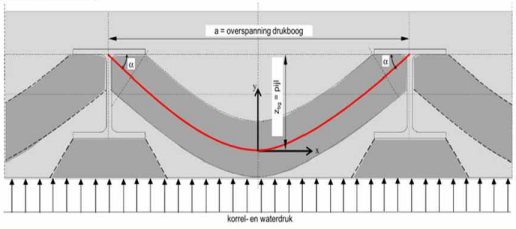
Hoek drukboog met flens van profiel

α_1 =	50,3	gr	input voor bepaling d_{bg} en $d_{bg;mid}$
α_2 =	50,3	gr	berekend hoek op basis van z_{bg}

wanneer hier foutmelding staan (#getal) ga dan in de formule van de cel staan en druk op *Enter*. Hierdoor wordt de formule opnieuw berekend. Dit geldt zowel voor de cel met bepaling α_1 als α_1.

Dikte drukboog

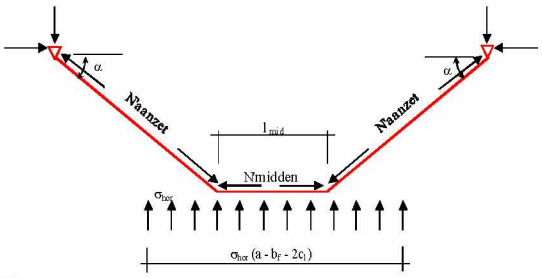
d_{bg} =	0,231	m	dikte drukboog bij aanzet profiel
$d_{bg;mid}$ =	0,361	m	dikte drukboog in de middendoorsnede



7. Bepaling maatgevende krachtswerking + toets in drukboog

Krachtswerking drukboog

modellering:



$\sigma_{hor;rep}$ =	0,10	N/mm²	representatieve waarde resultante van korrel- en waterdruk
$\sigma_{hor;d}$ =	0,14	N/mm²	rekenwaarde waarde resultante van korrel- en waterdruk
c_1 =	0,080	m	dekking op de wapening drukzone (grondzijde)

Bepaling maximale drukspanning bij aanzet van de boog met wapeningsprofiel

N'_{aanzet} =	56,2	N/mm	normaalkracht in de boog bij aanzet
$\sigma'_{boog;aanzet}$ =	0,24	N/mm²	spanning in de boog bij aanzet

Bepaling maximale drukspanning in midden van de drukboog

l_{mid} =	550	mm	breedte van de horizontale ligger van het staafwerkmodel
V_{mid} =	37,1	N/mm	dwarskracht t.p.v. de knik in het staafwerkmodel
N'_{mid} =	42,2	N/mm	normaalkracht in de schuine ligger ...
$\sigma'_{boog;mid;gem}$ =	0,12	N/mm²	gemiddelde spanning in de middendoorsnede van de drukboog
$\sigma'_{boog;mid;max}$ =	0,23	N/mm²	maximale spanning in de middendoorsnede van de drukboog

Bepaling maximale schuifspanning in de drukboogdoorsnede

V_{mid} =	37,1	N/mm	dwarskracht in de drukboogdoorsnede
τ_{Ed} =	0,15	N/mm²	rekenwaarde van de maximale schuifspanning

Bepaling toelaatbare spanningen in de drukboog

Toelaatbare drukspanning middendoorsnede

v' =	0,99	-	
$\sigma_{RD;max;boog}$ =	0,76	N/mm²	

Toelaatbare drukspanning bij de aanzet

k_2 =	0,85	-	
$\sigma_{RD;max;aanzet}$ =	1,07	N/mm²	

Toelaatbare schuifspanning

$\tau_{Rsm;d}$ =	0,23	N/mm²	...

Toetsing spanningen in de drukboog

1) Drukspanning aanzet:	u.c. = $\sigma_{bg;aanzet}$ / $\sigma_{RD;max;aanzet}$ =	0,24 / 1,07 = 0,23 Conclusie = VOLDOET
2) Drukspanning midden:	u.c. = $\sigma_{boog;mid;max}$ / $\sigma_{RD;max;boog}$ =	0,23 / 0,76 = 0,31 Conclusie = VOLDOET
3) Schuifspanning:	u.c. = τ_{Ed} / $\tau_{RDsm;d}$ =	0,15 / 0,23 = 0,68 Conclusie = VOLDOET

10. Toetsing sterkte van alleen de staalprofielen

Opmerkingen:

- toetsing voor profielklasse 1 of 2 en plastisch gedrag of profielklasse 3 en elastisch gedrag
- de optredende dwarskracht wordt volledig door het staalprofiel opgenomen.
- wanneer een normaalkracht op het staalprofiel werkt, wordt alleen het aandeel getoetst dat op basis van de stijfheidsverhoudingen door het profiel wordt opgenomen (het overige deel wordt rechtstreeks in het soilmix-materiaal ingeleid en wordt hierdoor dus ook opgenomen).

situatie = korte duur (exclusief invloed kruip), exclusief corrosie

$\gamma_{m;0}$ =	1,00	-	partiele factor voor de weerstand op sterkte
$\gamma_{m;1}$ =	1,00	-	partiele factor voor de weerstand op stabiliteit

$N_{E;staal;d}$ =	0	kN	normaalkracht	EA_{staal} = 61% van de totale wapening (incl. kruip)	→ 100% x $N_{E;d}$
$V_{Ed;z-z}$ =	369	kN	dwarskracht		
$M_{Ed;y-y}$ =	968	kNm	moment		

$N_{c;Rd}$ =	7313	kN	capaciteit bij axiale druk = $N_{pl;Rd}$				
$M_{c;Rd;y-y}$ =	1178	kNm	capaciteit bij buigend moment om sterke as (y-y as) = $M_{pl;Rd}$	(profkl. = 1)	W_{y-y} =	2562	cm^3
$M_{c;Rd;z-z}$ =	402	kNm	capaciteit bij buigend moment om zwakke as (z-z as)	(profkl. = 1)	W_{z-z} =	873	cm^3
$V_{c;Rd}$ =	1523	kN	dwarskrachtcapaciteit evenwijdig aan lijf = $V_{pl;Rd}$	(profkl. = 1)	A_v =	5733	mm^2
$V_{c;Rd}$ =	3028	kN	dwarskrachtcapaciteit evenwijdig aan flenzen	(profkl. = 1)	A_f =	5700	mm^2

Toetsing capaciteit van de staalprofielen

1) Axiale druk:	u.c. = $N_{e;staal;d}$ / $N_{c;Rd}$ = 0 / 7313 =	0,00	Conclusie = VOLDOET	
>> Normaalkracht voor 100% naar staalprofiel				
2) Buigend moment om y-y as (sterke as):	u.c. = $M_{Ed;y-y}$ / $M_{c;Rd;y-y}$ = 968 / 1178 =	0,82	Conclusie = VOLDOET	
3) Dwarskracht in richting z-z as (evenwijdig aan lijf):	u.c. = $V_{Ed;z-z}$ / $V_{c;Rd;z-z}$ = 369 / 1523 =	0,24	Conclusie = VOLDOET	

4) Buiging en dwarskracht om y-y as (sterke as):	$V_{Ed;z-z}$ / $V_{c;Rd;z-z}$ =	0,24	-	> dwarskracht niet van invloed op buigingsweerstand
	ρ =	0,00	-	> geen reductie op vloeigrens
	$M_{c;Rd}$ =	1178	kNm	
	u.c. = $M_{Ed;y-y}$ / $M_{c;Rd}$ = 968 / 1178 =	0,82		Conclusie = VOLDOET