

Geotechnisch bodemonderzoek, nieuwbouw

 Berg en Terblijt

Geotechnisch bodemonderzoek, nieuwbouw

[redacted] te Berg en Terblijt

Rapportnummer: E222801.004.R1/LOM

Datum: 8 februari 2023

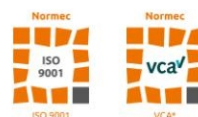
Naam opdrachtgever: [redacted]

Adres opdrachtgever: [redacted], [redacted]

Contactpersoon
Aelmans Eco B.V.: [redacted]

Collegiale toets: [redacted]

KvK 14048216
BTW [redacted]
Bankrekening 15.48.06.137
BIC RABONL2U
IBAN [redacted]



Aelmans Eco B.V.

T [redacted] T [redacted]

[redacted] www.aelmans.com



Op onze dienstverlening zijn de algemene
voorwaarden van Aelmans Eco B.V. van
toepassing die u vindt op www.aelmans.com

Inhoud

1	Inleiding.....	1
2	Projectbeschrijving.....	2
3	Geotechnische gegevens	4
3.1	Uitgevoerd grondonderzoek	4
3.2	Geotechnisch profiel	5
3.3	Grondwater	5
4	Funderingsadvies	6
4.1	Keuze funderingstype	6
4.2	Type fundering en minimaal vereiste ontgravingsniveaus, woning.....	6
4.3	Type fundering en minimaal vereiste ontgravingsniveaus, chalets	7
4.4	Berekening maximale weerstand	7
4.5	Zakkingen in de gebruikssituatie	8
4.6	Beddingconstante.....	8
5	Uitvoering.....	9

Figuur 1 Ligging onderzoekslocatie met situering sondeerpunten

Bijlage 1 Relevante delen grondonderzoek

Bijlage 2 Maximale verticale weerstand

Bijlage 3 Algemene uitvoeringsrichtlijnen voor funderingen op staal

1 Inleiding

Aelmans Eco B.V. heeft van [REDACTED], het verzoek gekregen om een geotechnisch onderzoek uit te voeren en het ontwerpadvies voor de fundering op te stellen voor de nieuwbouw van een woning + 4 vakantiechalets aan de [REDACTED] te Berg en Terblijt.

Onderhavig rapport betreft versie E222801.004.R1. De eerdere versie omvatte enkel het advies voor de woning. Onderhavige versie omvat tevens het ontwerpadvies voor de fundering van de chalets. Deze versie vervangt alle eerdere versies van dit rapport.

Dit rapport bevat de resultaten van het voornoemde grondonderzoek en funderingsadvies voor het bovengenoemde project, uitgaande van een fundering op staal. De relevante resultaten van het uitgevoerde grondonderzoek zijn in figuur 1 alsmede bijlage 1 opgenomen.

2 Projectbeschrijving

Het project betreft de nieuwbouw van een woning plus nieuwbouw van 4 vakantiewoningen aan de [redacted] te Berg en Terblijt. Opdrachtgever is voornemens om op de plaats van de bestaande schuur, nieuwbouw te voorzien. Gezien de tekening van architect, worden de vakantiechalets op een houten ringbalk en daaronder betonpoeren geplaatst zie figuur A1.

Ten behoeve van dit project zijn door ons, mede op basis van door de opdrachtgever verstrekte informatie, de onderstaande uitgangspunten gehanteerd.

- Het bouwpeil (voor sec de nieuwbouw woning) is gezien de maaiveldhoogten en in overleg met de architect, door ons op NAP +121 m aangenomen (*voor het exacte bouwpeil, is de opdrachtgever te contacteren*).
- De geviseerde fundering is een hooggelegen constructieve betonnen plaat.
- Het aanlegniveau van de fundering (dé constructieve betonnen plaat) is door ons op bouwpeil -0,3 meter geschat. Hetgeen komt met NAP +120,7 m overeen.
- De maximale rekenwaarden voor de belastingen op de fundering zijn door ons ingeschat als volgt; lijnlasten $q_d = 80 \text{ à } 100 \text{ kN/m}^1$ (verticaal, centrisch belast, horizontaal maaiveld).
- In dit rapport is aangenomen dat de nieuwbouw niet van een kelder/souterrain en/of kruipruimte zal worden voorzien.
- Vooralsnog worden geen significante ophogingen en/of ontgravingen van het perceel verwacht. Met uitzondering van hetgeen benodigd voor de bouw.
- Milieukundige aspecten, met name de consequenties van eventueel te verplaatsen of af te voeren grond en het eventueel onttrekken/lozen van grondwater, valt buiten het kader van dit rapport.
- Archeologische aspecten in verband met het verkrijgen van toestemming voor de ontgraving zijn in dit rapport buiten beschouwing gebleven.



Figuur A1

De fundering is op basis van bovenstaande projectgegevens in geotechnische categorie 2 ingedeeld.

ⁱ In de norm NEN-EN 1997-1 is een categorie-indeling gemaakt, waarbij een onderverdeling gemaakt is in drie geotechnische categorieën (GC). Deze indeling wordt gebruikt om de complexiteit van een constructie en mate van risico in het ontwerp te kwantificeren en welke mate en kwaliteit van onderzoek en gegevens voor het ontwerp daarbij vereist zijn. De categorieën zijn:

1. Geotechnische categorie 1 (GC1): eenvoudige constructies, lichte bouwwerken (berekeningen en onderzoek zijn vaak gebaseerd op lokale kennis en ervaring).
2. Geotechnische categorie 2 (GC2): normale funderingsconstructies zonder buitengewone risico's of complexe grond- of belasting gesteldheid (circa 80% van alle constructies).
3. Geotechnische categorie 3 (GC3); bijzondere constructies, vallende buiten categorie 1 of 2 (zeer complexe funderingen, dynamisch belaste constructies).

De keuze voor de toewijzing hangt daarbij af van drie factoren:

1. Type en afmeting van de constructie.
2. Grondgesteldheid en grondwaterstand.
3. Invloeden vanuit of op de omgeving.

3 Geotechnische gegevens

3.1 Uitgevoerd grondonderzoek

Op 23 mei 2022 zijn 6 sonderingen tot op maximaal een diepte van maaiveld -15 meter geplaatst. De sonderingen S01 en S02 zijn ter plaatse van de nieuwbouwwoning gemaakt en de overige sonderingen S03 t/m S06 ter plaatse van de vakantiewoningen. Met uitzondering van sondering S06, zijn alle sonderingen voortijdig gestaakt, vanwege het bereiken van de maximaaldruk. De sonderingen zijn met een 200 kN sondeertruck uitgevoerd en conform de NEN-EN-ISO-22476-1 verricht.

Bij de sonderingen, is naast de conusweerstand, tevens de lokale wrijving gemeten. De continue registratie van de ondervonden bodemweerstand, verzekert een gedetailleerd beeld van de bodemopbouw. Dit niet alleen voor wat betreft de sterkte van de bodem, maar tevens met betrekking tot de aard van de aanwezige ongeroerde grondlagen.

De verhouding tussen de wrijvingsweerstand van de kleefmantel en de weerstand aan de conuspunt, het zogenaamde wrijvingsgetal, heeft voor iedere grondsoort een andere waarde. Voor een gladde elektrische conus gelden bij veel voorkomende gronden, ongeveer de navolgende relaties:

Wrijvingsgetal in %	Grondsoort
0.3 - 1.5	Zand, grof tot fijn
1.5 - 2.5	Silt (leem/löss)
2.5 - 5.0	
> 5.0	Veen

Tussen de verschillende grondsoorten komen overgangsvormen voor, waardoor de aangegeven grenzen niet als hard zijn te beschouwen. De indicatie is sowieso sec van toepassing op de verschillende grondsoorten beneden het grondwaterniveau.

In de elektrische conus bevindt zich een hellingmeter. Hierdoor is controle op een eventueel afwijken van de verticaal mogelijk. Bijzondere afwijkingen zijn niet vastgesteld.

Ter verificatie van het profiel in de bovengrond, is ter hoogte van sondering S05 nog één handboring tot op maximaal een diepte van maaiveld -3 meter verricht. Deze boring is conform de NEN-EN-ISO 22475-1 uitgevoerd en beschreven volgens de NEN-EN-ISO 14688-1:2019; Geotechnisch onderzoek en beproeving - Identificatie en classificatie van grond - Deel 1: Identificatie en beschrijving (incl. Nederlandse bijlage:2019).

De sondeerlocaties zijn in het terrein in RD-coördinaten uitgezet en ten opzichte van NAP gewaterpast. De relevante delen van het grondonderzoek zijn in figuur 1 en bijlage 1 opgenomen.

3.2 Geotechnisch profiel

De maaiveldhoogte ter plaatse van de sondeerpunten varieert van NAP +123,83 m tot NAP +120,45 m. Het maaiveld kent daarmee een hoogteverschil van ca. 3,38 m.

Aan de hand van het uitgevoerde grondonderzoek (sonderingen én boring), is het volgende geotechnische profiel opgesteld:

Vanaf maaiveld tot op een niveau van NAP +116 m à NAP +115 m wordt een matig vast tot vast gepakt pakket leem/löss, zwak zandig, aangetroffen. De conusweerstand in pakket variëren van 1 tot 2 MPa in de matig vaste delen en van 3 tot 4 MPa in de vaste delen. Ter hoogte van de boring zijn tot op maaiveld -1,5 meter sporen van kolen in getroffen (= geroerde grond).

Van hoger genoemd niveau tot op het maximaal verkende niveau van NAP +106,40 m wordt een matig vast tot zeer vastgepakt pakket siltig zand met grind aangetroffen. De conusweerstand in dit pakket variëren van ca. 10 tot 15 MPa in de matig vaste delen en lopen op tot meer dan 30 MPa in de vaste delen.

3.3 Grondwater

Tijdens de uitvoering van het grondonderzoek, is in de sondeergaten naar het grondwater gepeild. Dit is tot op de maximaal verkende sondeerdiepte niet aangetroffen. Hierbij wordt opgemerkt, dat de metingen direct ná het sonderen hebben plaatsgevonden en slechts een momentopname zijn en dat onder invloed van spanningswater, lagenopbouw, lokale omstandigheden en seizoen afhankelijke factoren, de waarde hiervan sterk kan afwijken.

4 Funderingsadvies

4.1 Keuze funderingstype

Gelet op de projectgegevens, de opbouw en samenstelling van de ondergrond, is een fundering op staal met grondverbetering voor de geplande nieuwbouw mogelijk. Dit funderingssysteem is in de onderstaande paragrafen verder uitgewerkt.

4.2 Type fundering en minimaal vereiste ontgravingsniveaus, woning

Het toe te passen funderingselement betreft een hooggelegen constructieve betonnen plaat. Voor een vorstvrij aanlegniveau van de funderingselement, wordt een diepte van ten minste toekomstig maaiveld -0,80 m geadviseerd. Vermits dat niet mogelijk is, kan in dat geval een vorstrand worden toegepast, die reikt tot op een diepte van minimaal 0,8 m beneden het toekomstige maaiveld. Eventueel vereiste wapening dient door de constructeur te worden bepaald.

In tabel 4-1 is per sondeerlocatie het minimaal vereiste ontgravingsniveau aangegeven. Indien dit ontgravingsniveau beneden het aanlegniveau ligt, dient een grondverbetering te worden toegepast. De volgende opbouw is hiervoor opportuun; vanaf vereist ontgravingsniveau tot beneden aanlegniveau betonnen sloof zand voor zandbed en verdichten.

Tabel 4-1: Niveaus te gebruiken voor de funderingen

Sondering nummer	Maaiveldhoogte [NAP + m]	Aanlegniveau betonnen sloof [NAP + m]	Minimaal vereist ontgravingsniveau [NAP + m]
woning			
S01	120,95	120,7	119,7
S02	120,45	120,7	119,7

4.3 Type fundering en minimaal vereiste ontgravingsniveaus, chalets

De toe te passen funderingselementen betreffen hier poeren. Voor een vorstvrij aanlegniveau van de elementen, wordt een diepte van ten minste toekomstig maaiveld -0,80 m geadviseerd. Eventueel vereiste wapening dient door de constructeur te worden bepaald.

In tabel 4-2 zijn de te gebruiken niveau 's ter hoogte van de chalets weergegeven, omdat de maaiveld hoogte ter plaatse sterk varieert en omdat elk chalet een ander bouwpeil heeft, is in de opsomming uitgegaan van referentie (= maaiveld; 0,00). Vanwege de bouwlasten dient beneden de poeren 0,5 meter gestabiliseerd zand aangebracht te worden, in een 1:1 spreiding, om zettingen en zettingsverschillen te minimaliseren. De volgende opbouw is hiervoor opportuun; vanaf vereist ontgravingsniveau tot beneden aanlegniveau betonnen sloof zand voor zandbed en verdichten.

Tabel 4-2: Niveaus te gebruiken voor de funderingen

Vakantiechalets				
Sondering nummer	Maaiveldhoogte [NAP + m]	B.k. poeren = maaiveld [Ref in m]	Aanlegniveau betonnen sloof [■ -m]	Minimaal vereist ontgravingsniveau [■ -m]
S03	123,83	0,00	0,80	1,30
S04	123,35			
S05	122,35			
S06	121,43			

Op het aanlegniveau van een/de grondverbetering c.q. de ophoging moet, met name tussen de sondeerpunten in, bijvoorbeeld met een handsondeerapparaat, worden gecontroleerd of zich direct beneden het ontgravingsniveau nog cohesieve en/of humeuze lagen bevinden. Indien dit het geval is, dan moeten deze worden verwijderd en door goed verdicht zand worden vervangen (idem voor geroerde grond, zoals aangetroffen in de gemaakte boring).

Vooraleerst de grondverbetering wordt aangebracht, moet het ontgravingsvlak goed worden afgetrild (met schapenpotenwals).

4.4 Berekening maximale weerstand

De berekening van de maximale weerstand (weerstandskracht) van de fundering is gebaseerd op de geotechnische norm NEN 9997-1. De berekening van de rekenwaarden van de maximale verticale weerstand van staalfunderingen met een horizontaal funderingsoppervlak is gebaseerd op artikel 6.5.2.2 van NEN 9997-1. De funderingsdruk beneden de constructieve betonnen plaat mag niet hoger dan 100 kN/m² zijn.

Bij de berekening van de maximale verticale weerstandskracht, is een hoogste grondwaterstand aangenomen op een niveau gelijk aan het aanlegniveau van de funderingselementen.

De maximale verticale weerstandskrachten ($R_{v,d}$) zijn berekend voor verschillende strookbreedten en/of poerafmetingen en voor een dekking van 0,40 m, 0,50 m en 0,60 m. Onder gronddekking wordt verstaan het minimale hoogteverschil tussen het aanlegniveau van funderingselementen en het (toekomstige) naastliggende maaiveld of de bodem van een kruipruimte. De berekeningsresultaten zijn in bijlage 2 opgenomen.

4.5 Zakkingen in de gebruikssituatie

Gezien de grondopbouw en uitgaande van een goed uitgevoerde grondverbetering kunnen, door zettingen van de onderliggende samendrukbare lagen, in de bruikbaarheidsgrenstoestand eindzakkingen van de funderingselementen van circa 15 à 20 mm ter hoogte van de woning en 10 à 15 mm ter hoogte van de chalets optreden. Verder moeten zettingsverschillen van maximaal 5 à 10 mm worden verwacht. Eén en ander is mede afhankelijk van de werkelijk optredende belastingen en belasting verschillen en de verschillen in opbouw van de ondergrond.

De in de zettingsberekeningen gebruikte grondparameters zijn afgeleid uit de beschikbare sondeergrafieken en tabel 2b van NEN 9997-1. De opgegeven zettingen en zettingsverschillen betreffen derhalve een prognose.

4.6 Beddingconstante

Voor de berekening van (een) op een zandbed aangelegde betonnen stroken en/of poeren kan, bij een zorgvuldige uitvoering, een statische bedding constante van 5.000 kN/m³ ter hoogte van de woning en 10.000 kN/m³ ter hoogte van de chalets worden aangehouden.

5 Uitvoering

Bij het uitvoeren van funderings- en grondverbeteringswerkzaamheden is het noodzakelijk, dat het grondwater zich minimaal 0,5 meter beneden het ontgravingvlak bevindt. Aangezien er geen grondwater op de relevante niveaus is aangetroffen, is een bemaling niet opportuun.

De ontgravingniveaus dienen nauwgezet te worden geïnspecteerd op geroerde en/of verweekte zones. Ook na het ontgraven dient ervoor zorg gedragen te worden, dat het materiaal niet verweekt.

Bij het loodrecht uitgraven van de sleuven en/of de bouwput moet rekening worden gehouden met het inkalven van de wanden, als gevolg van de weinig cohesieve bovengrond.

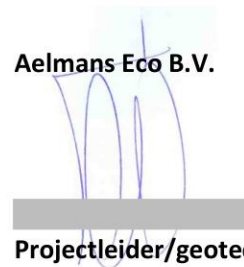
Bij het ontgraven en het aanbrengen van de grondverbetering, dient rekening te worden gehouden met de stabiliteit van de fundering van eventueel belendende bebouwing. Het is aanbevelenswaardig om vooraf de aard van de bestaande funderingen vast te stellen middels het graven van enkele (kleine) proefgaten, vlak naast deze funderingen. In geen geval mag de gehele fundering worden vrij gegraven.

Voor algemene richtlijnen voor de uitvoering van ontgravingen en grondverbeteringen voor staalfunderingen wordt naar bijlage 3 verwezen.

Indien het bouwplan en/of de uitgangspunten alsnog worden gewijzigd, heeft dit consequenties voor dit funderingsadvies. Indien u dat aangeeft, dan kan worden nagegaan of de wijzigingen gevolgen hebben voor het voorliggende funderingsadvies en kan dit funderingsadvies zo nodig hierop worden aangepast.

Ubachsberg, gemeente Voerendaal, 8 februari 2023

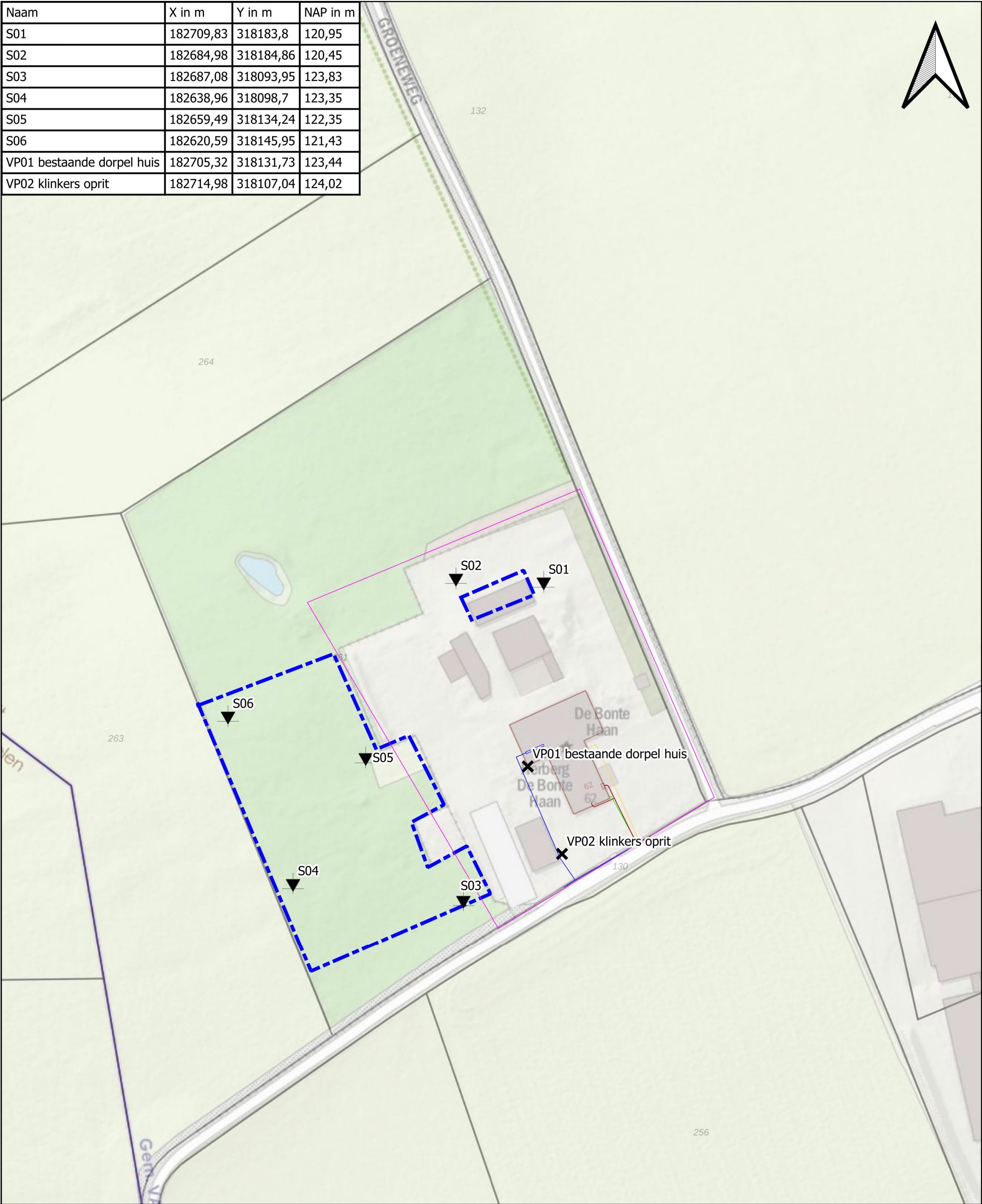
Aelmans Eco B.V.


Projectleider/geotechnisch adviseur

Rapport opgesteld door:


Projectleider/geotechnisch adviseur

Naam	X in m	Y in m	NAP in m
S01	182709,83	318183,8	120,95
S02	182684,98	318184,86	120,45
S03	182687,08	318093,95	123,83
S04	182638,96	318098,7	123,35
S05	182659,49	318134,24	122,35
S06	182620,59	318145,95	121,43
VP01 bestaande dorpel huis	182705,32	318131,73	123,44
VP02 klinkers oprit	182714,98	318107,04	124,02



Legenda 0 10 20 m

aelmans Kerkstraat 4 6367 JE Voerendaal T: 045-5753255 E: info@aelmans.com Kerkstraat 2 6095 BE Baexem T: 0475-459260 https://www.aelmans.com

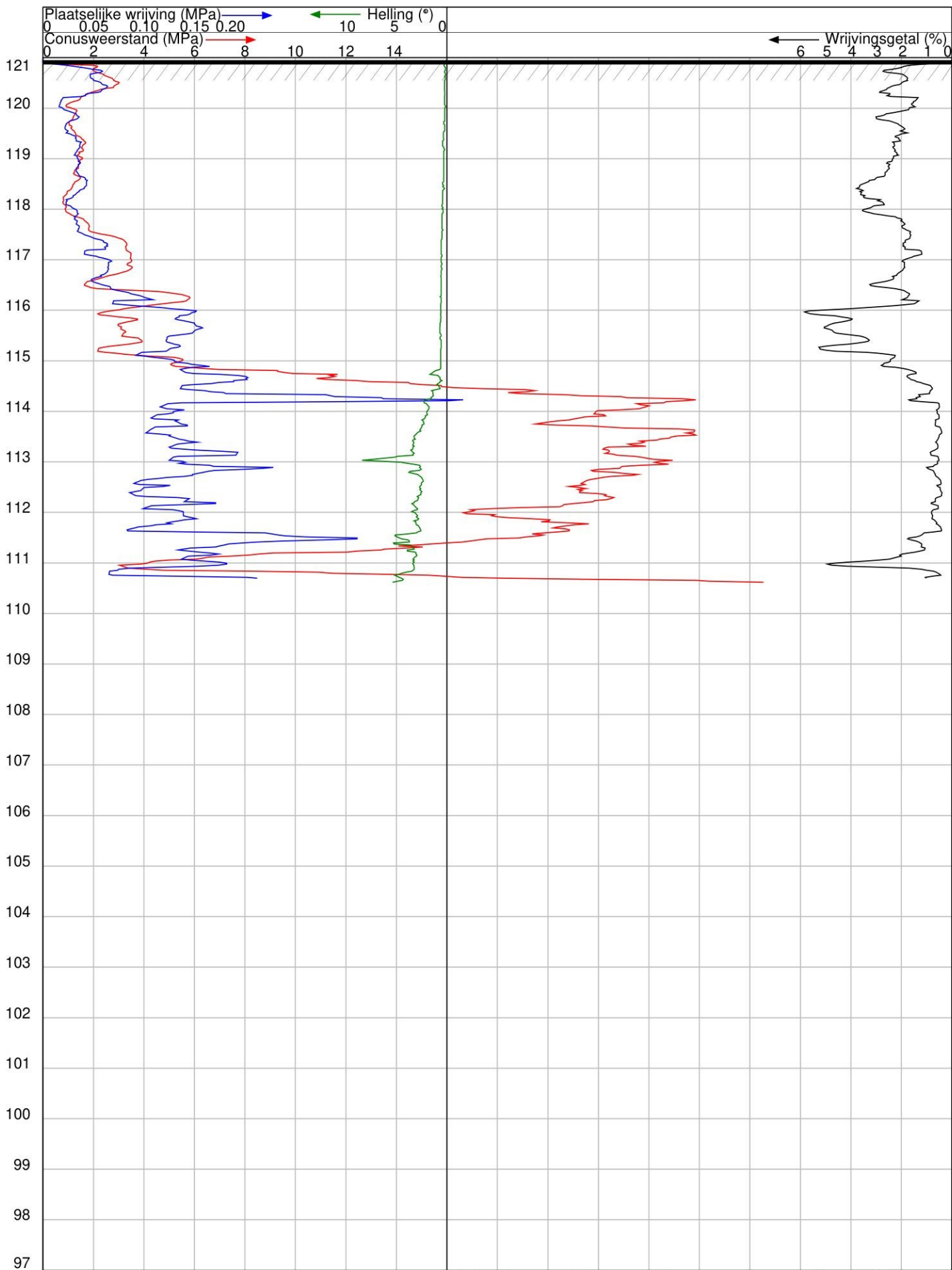
- ✕ Vast punt
- ▼ Sondering met kleef

Opdrachtgever	Dhr M.E.C.M. Mourmans			
Onderwerp	Onderzoekslocatie			
Locatie	Lindenstraat 62 te Berg en Terblijt			
Projectnummer	E222801			
Datum	23-05-2022	Tekeningnr:	Figuur01	
Getekend	L. Omid	Schaal	1:1000	Formaat A3

Bijlage 1

Relevante delen grondonderzoek

DIEPTE IN METERS T.O.V. NAP



OPDRACHT NR : E222801

SONDERING : 1

DATUM : 23-5-2022 TIJD : 11:41

OPDRACHTGEVER :

OMSCHRIJVING :

te Berg en Terblijt

SONDEERMEESTER : JKR

REFERENTIE NIVO : 120.95 m t.o.v. NAP

CONUS TYPE : P15-CFII-15

HELLINGOPNEMER :

EINDWAARDE HELLING : 5.38

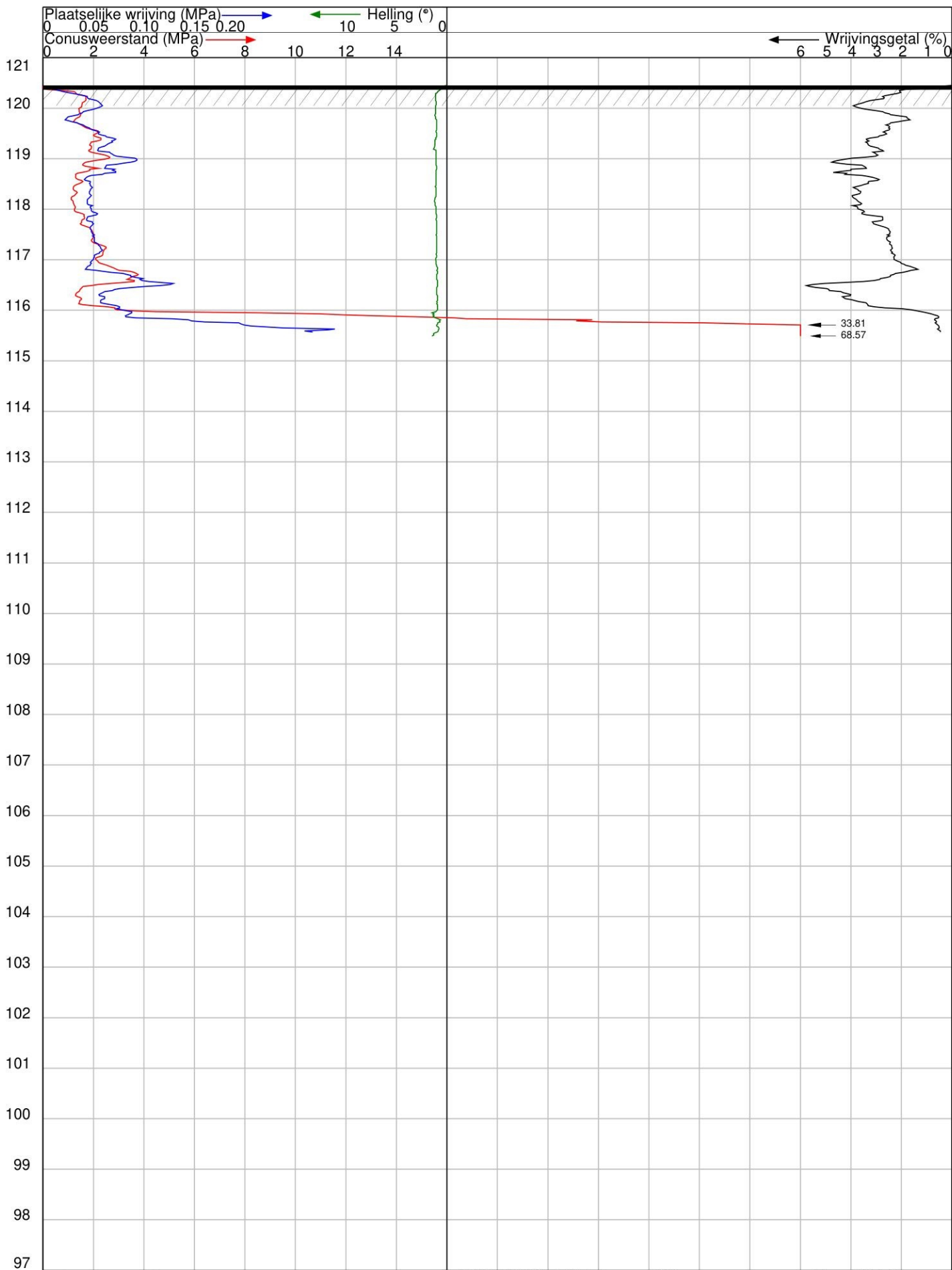
OPMERKING :

Nr. : 071211

Nr. :



DIEPTE IN METERS T.O.V. NAP



OPDRACHT NR : E222801

SONDERING : 2

DATUM : 23-5-2022 TIJD : 11:22

OPDRACHTGEVER :

OMSCHRIJVING :

te Berg en Terblijt

SONDEERMEESTER : JKR

REFERENTIE NIVO : 120.45 m t.o.v. NAP

CONUS TYPE : P15-CFII-15

HELLINGOPNEMER :

EINDWAARDE HELLING : 1.48

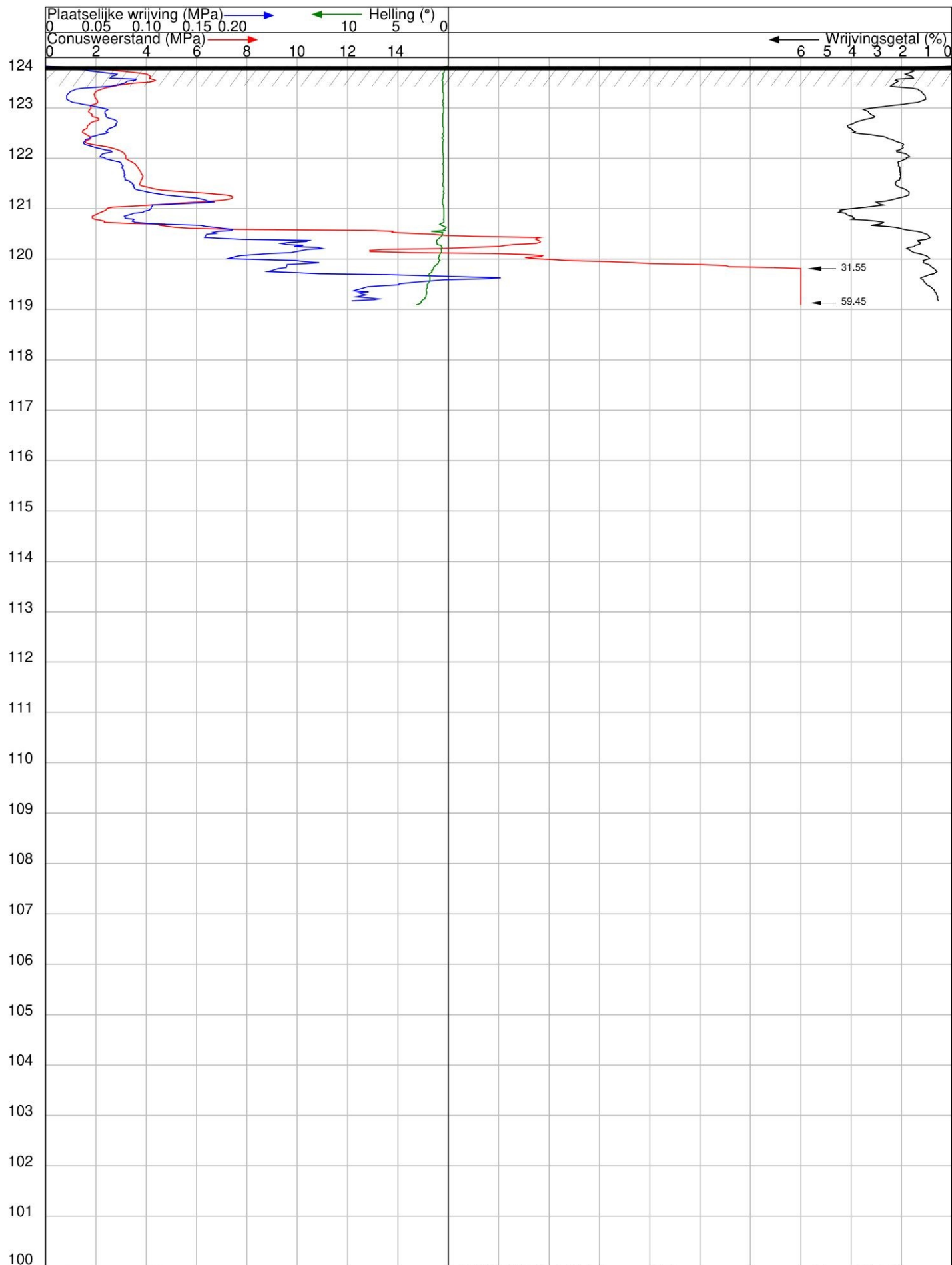
OPMERKING :

Nr. : 071211

Nr. :



DIEPTE IN METERS T.O.V. NAP



OPDRACHT NR : E222801

SONDERING : 3

DATUM : 23-5-2022 TIJD : 9:14

OPDRACHTGEVER :

OMSCHRIJVING :

te Berg en Terblijt

SONDEERMEESTER : JKR

REFERENTIE NIVO : 123.83 m t.o.v. NAP

CONUS TYPE : P15-CFII-15

HELLINGOPNEMER :

EINDWAARDE HELLING : 3.21

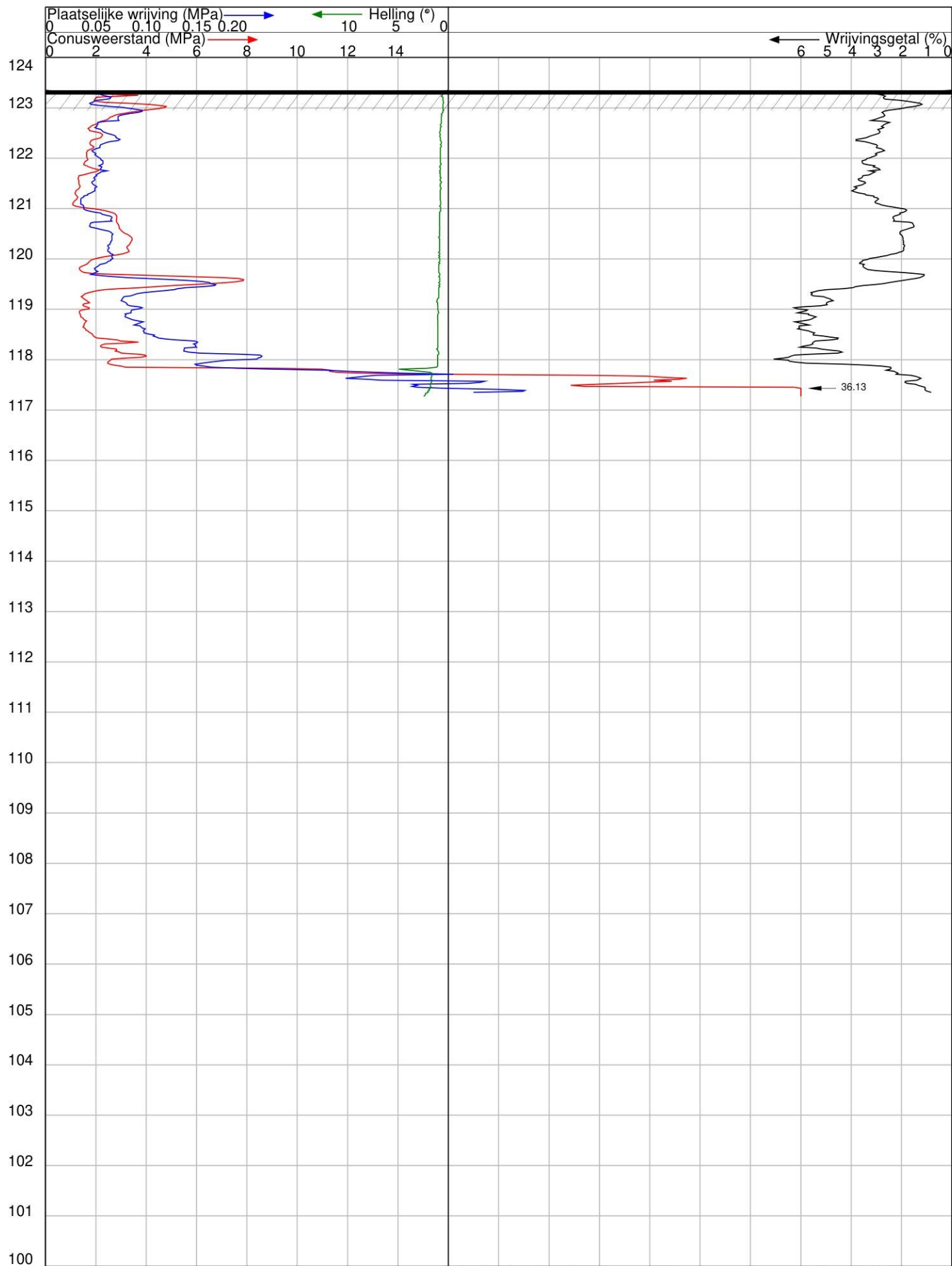
OPMERKING :

Nr. : 071211

Nr. :



DIEPTE IN METERS T.O.V. NAP



OPDRACHT NR : E222801

SONDERING : 4

DATUM : 23-5-2022 TIJD : 9:34

OPDRACHTGEVER :

OMSCHRIJVING :

te Berg en Terblijt

SONDEERMEESTER : JKR

REFERENTIE NIVO : 123.35 m t.o.v. NAP

CONUS TYPE : P15-CFII-15

HELLINGOPNEMER :

EINDWAARDE HELLING : 2.43

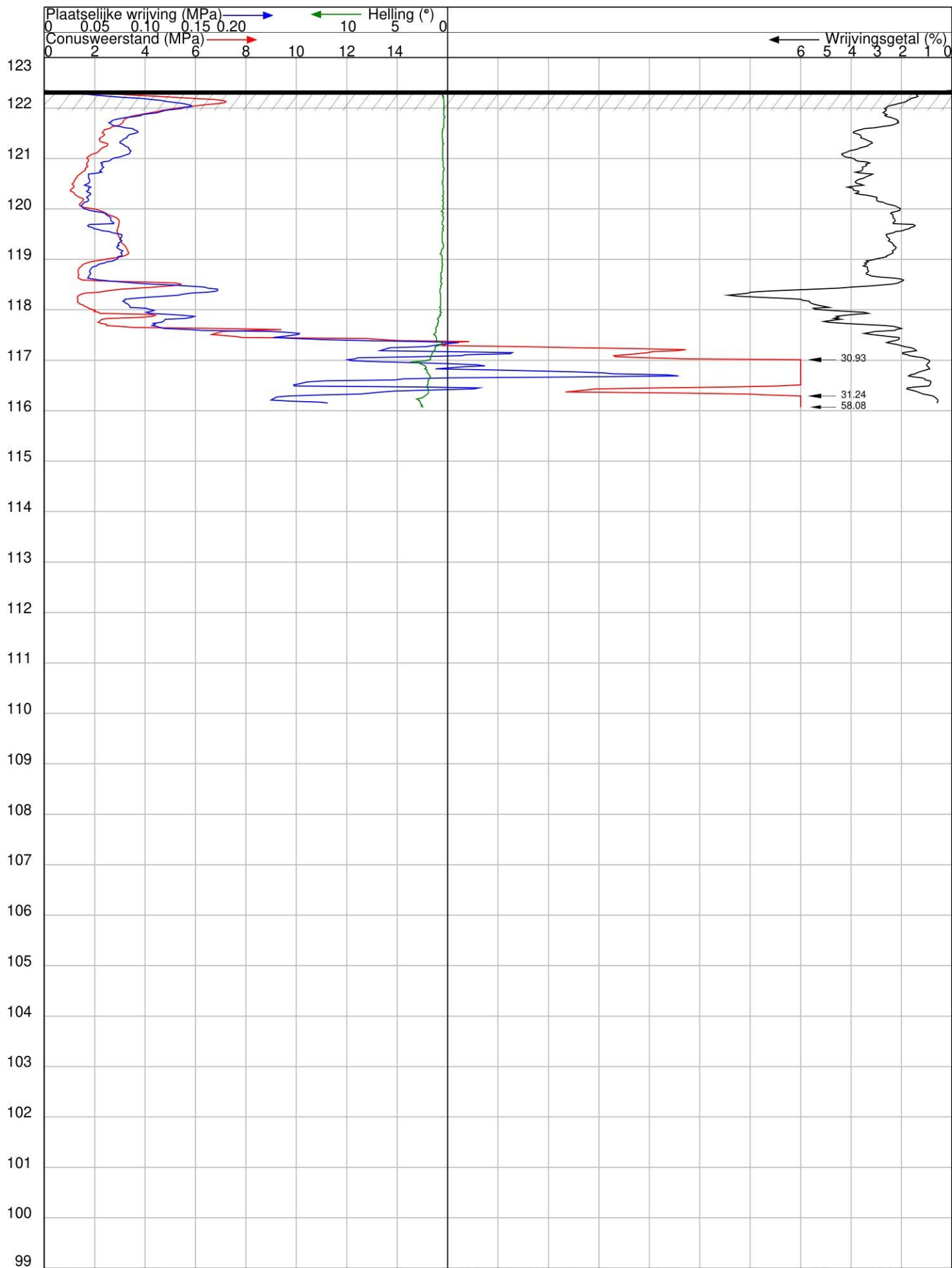
OPMERKING :

Nr. : 071211

Nr. :



DIEPTE IN METERS T.O.V. NAP



OPDRACHT NR : E222801

SONDERING : 5

DATUM : 23-5-2022 TIJD : 9:54

OPDRACHTGEVER :

OMSCHRIJVING :

te Berg en Terblijt

SONDEERMEESTER : JKR

REFERENTIE NIVO : 122.35 m t.o.v. NAP

CONUS TYPE : P15-CFII-15

HELLINGOPNEMER :

EINDWAARDE HELLING : 2.42

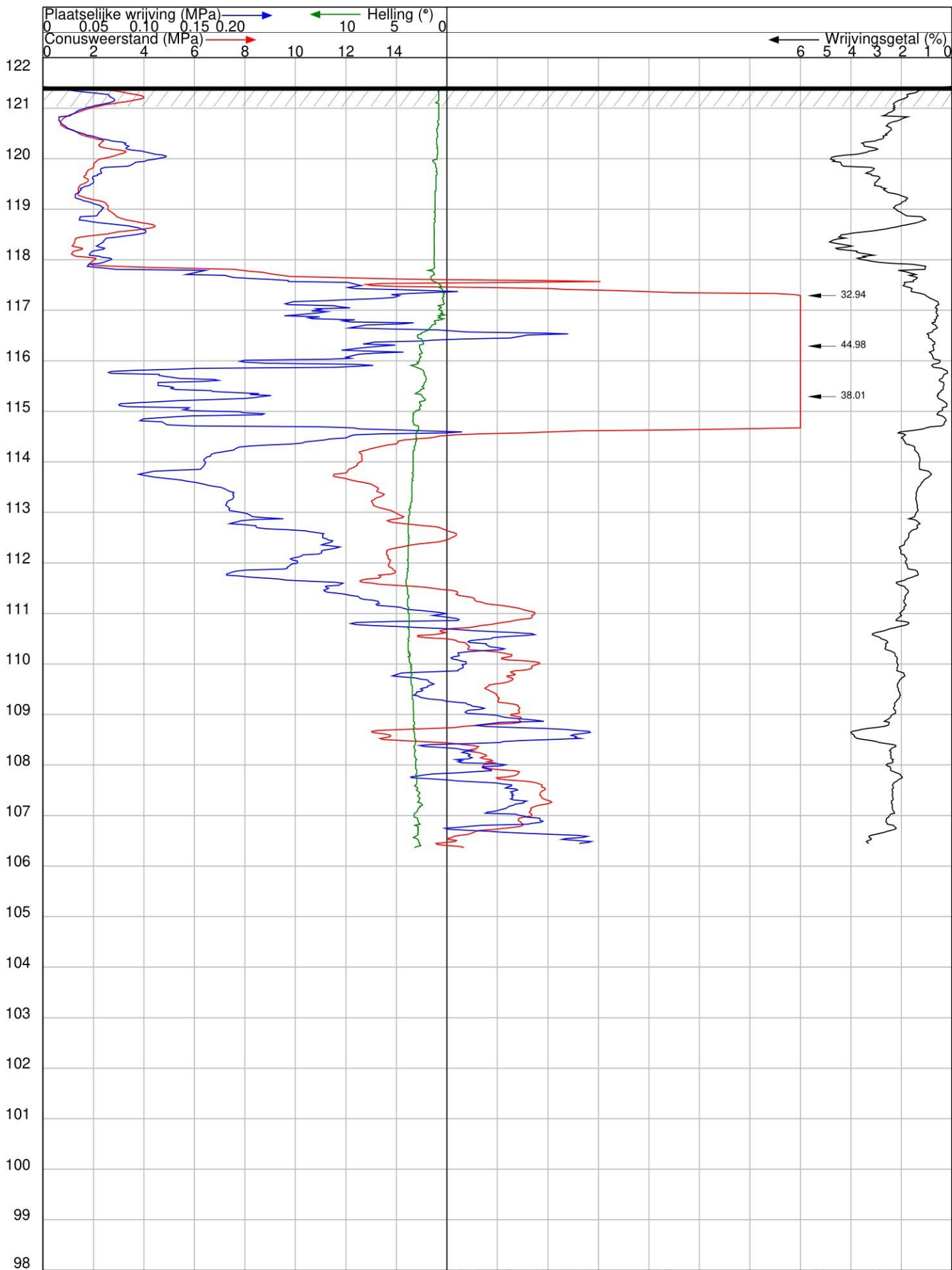
OPMERKING :

Nr. : 071211

Nr. :



DIEPTE IN METERS T.O.V. NAP



OPDRACHT NR : E222801

SONDERING : 6

DATUM : 23-5-2022 TIJD : 10:12

OPDRACHTGEVER :

OMSCHRIJVING :

te Berg en Terblijt

SONDEERMEESTER : JKR

REFERENTIE NIVO : 121.43 m t.o.v. NAP

CONUS TYPE : P15-CFII-15

HELLINGOPNEMER :

EINDWAARDE HELLING : 3.21

OPMERKING :

Nr. : 071211

Nr. :



Bijlage 2

Maximale verticale weerstand

Aelmans Advies Groep

Opdrachtnummer E222801 Datum 8-2-2023

MAXIMALE WEERSTAND VAN FUNDERINGEN OP STAAL

Referentievlak	NAP	Partiële materiaalfactoren	Project: Nieuwbouw chalets
Peil	[NAP + m] 0,00	$\gamma_{m;\gamma} = 1,10$	te Berg en Terblijt
Aanlegniveau	[NAP + m] -0,80	$\gamma_{m;\varphi} = 1,15$	
Gw.stand	[NAP + m] -0,80	$\gamma_{m;c} = 1,60$	

REPRESENTATIEVE WAARDEN VAN DE GRONDEIGENSCHAPPEN

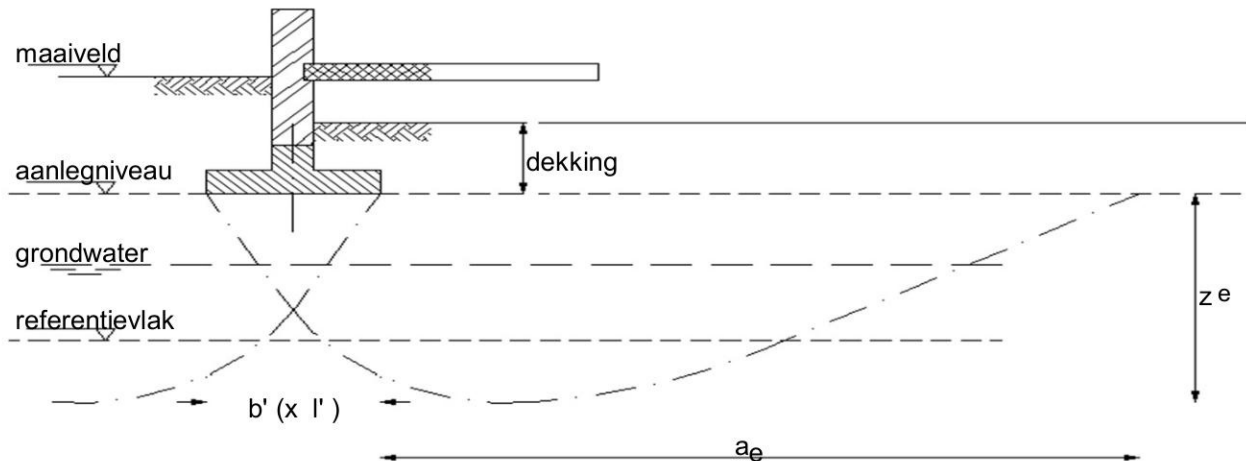
Laagnr.	bovenk. laag [NAP + m]	onderk. laag [NAP + m]	γ_k [kN/m ³]	$\gamma_{sat;k}$ [kN/m ³]	φ'_k [°]	c'_k [kN/m ²]
MV / dek.	0,00	-0,80	17,0	19,0		
1	-0,80	-1,30	17,0	19,0	30,0	0,0
2	-1,30	-4,00	19,0	19,0	27,5	0,0
3						
4						
5						
6						
7						
8						

REKENWAARDEN GRONDEIGENSCH.

γ_d [kN/m ³]	$\gamma_{sat;d}$ [kN/m ³]	φ'_d [°]	c'_d [kN/m ²]
15,45	17,27		
	17,27	26,66	0,00
	17,27	24,35	0,00

REKENWAARDEN VAN DE VERTICALE WEERSTAND OP EEN HORIZONTAAL FUNDERINGSOPPERVLAK ($R_{v;d}$)

Effectief funderingsopp.		dekking : 0,40 m		dekking : 0,50 m		dekking : 0,60 m		Invloedsgebied	
b' [m]	l' [m]	$\sigma'_{\max;d}$ [kN/m ²]	R _{v;d}	$\sigma'_{\max;d}$ [kN/m ²]	R _{v;d}	$\sigma'_{\max;d}$ [kN/m ²]	R _{v;d}	z _e [m]	a _e [m]
Poeren									
0,50	30,00	98	49 [kN/m']	118	59 [kN/m']	137	69 [kN/m']	0,71	1,77
0,60	40,00	100	60 [kN/m']	119	71 [kN/m']	138	83 [kN/m']	0,84	2,10
0,70	50,00	102	71 [kN/m']	121	84 [kN/m']	139	97 [kN/m']	0,98	2,43
0,80	0,80	126	81 [kN]	153	98 [kN]	179	114 [kN]	1,11	2,76
0,90	0,90	127	103 [kN]	153	124 [kN]	179	145 [kN]	1,25	3,08
0,95	0,95	127	115 [kN]	153	138 [kN]	179	161 [kN]	1,31	3,24



R_d is de rekenwaarde van de draagkracht loodrecht op het funderingsoppervlak, in kN;

$\sigma'_{max;d}$ is de rekenwaarde van de funderingsdruk op het effectieve funderingsoppervlak, in kPa;

A' is het effectieve funderingsoppervlak, bepaald volgens 6.5.2.2(b), in m²;

Bijlage 3

Algemene uitvoeringsrichtlijnen voor funderingen op staal

ALGEMENE RICHTLIJNEN VOOR DE UITVOERING VAN ONTGRAVINGEN EN GRONDVERBETERINGEN VOOR STAALFUNDERINGEN

Voor de aanvang van de uitvoering van ontgravingen/grondverbeteringen voor staalfunderingen moeten de volgende zaken bekend zijn:

- Het funderingsplan met de afmetingen en aanlegniveau's van de funderingselementen, hierop dienen de locaties waar de sonderingen (en boringen) zijn gemaakt te zijn aangegeven.
- De maaiveldhoogten ter plaatse van de te maken funderingen.
- De maaiveldhoogten ter plaatse van de sondeer(- en boor)locaties.
- Het grondonderzoek en het bijbehorende funderingsadvies.

Indien het geadviseerde ontgravingsniveau lager ligt dan het aanlegniveau moet een grondverbetering worden toegepast. Voor elk bouwdeel moet het graafwerk worden begonnen bij de sondering, waarvoor het diepste ontgravingsniveau is geadviseerd. Op deze wijze kunnen in het werk de overgangen naar minder diepe ontgravingsniveaus worden vastgesteld. Deze overgangen moeten geleidelijk of (bij abrupte overgangen in ontgravingsniveaus) terrasgewijs worden uitgevoerd in samenhang met de laagdikten van de grondverbetering.

De ontgravingen kunnen in het algemeen worden uitgevoerd onder een talud van circa 1:1. Bij een grondprofiel waarbij water uit het talud kan treden zijn extra maatregelen nodig. Verder is verondersteld dat langs de insteek van het talud geen zwaar materieel wordt geplaatst of zware materialen worden opgeslagen en dat de grondwaterstand permanent ten minste 0,5 m beneden het actuele ontgravingsniveau blijft of wordt gehouden.

Nadat de geadviseerde ontgravingsniveaus zijn bereikt, moet bij een staalfundering op zand met een handsondeerapparaat worden gecontroleerd of zich direct onder dit niveau nog samendrukbare laagjes bevinden. Deze controle moet vooral tussen de sonderingen (en boringen) intensief worden uitgevoerd. Worden dergelijke laagjes aangetroffen, dan moeten ze worden verwijderd en vervangen door zand of een ander hiervoor goedgekeurd materiaal. Vervolgens moet de bodem van de put of sleuf worden verdicht met een trilapparaat. Het te verdichten materiaal dient een vochtgehalte te hebben dat rond het optimum ligt van de Proctorproef. De mate van verdichting moet worden gecontroleerd, bijvoorbeeld met een handsondeerapparaat. Daarbij geldt als criterium dat de conusweerstand met de diepte moet toenemen tot minimaal 2,5 MPa op 0,10 m en 5 MPa op 0,30 m diepte. De mate van verdichting kan ook worden gerelateerd aan de uit (vooraf gemaakte!) Proctorproeven verkregen maximale Proctor-dichtheid. Hierbij moet de dichtheid, die in situ wordt gecontroleerd, ten minste 98% bedragen met een gemiddelde dichtheid van ten minste 100%.

Hierna kan de werkvloer voor de fundering worden gestort of - bij een ontgravingsniveau beneden het aanlegniveau - de eerste laag van de grondverbetering worden aangebracht.

Soms blijkt (ook na verdichten) dat de hiervoor gestelde verdichtingseis niet (of niet meteen) wordt bereikt. Dit kan door diverse redenen of door een combinatie van dergelijke redenen worden veroorzaakt. Hierbij valt onder meer te denken aan een onvoldoende drooglegging, een te hoog vochtgehalte, een minder gunstige gradatie en of het gebruik van te zware verdichtingsapparatuur die minder goed in staat is om de zeer oppervlakkige lagen goed te verdichten.

In geval van twijfel dient in overleg met de geotechnisch adviseur te worden bepaald hoe hier verder mee omgegaan moet worden. De geotechnisch adviseur zal dan veelal op basis van eenvoudige metingen eerst willen weten of het aanwezige materiaal in principe geschikt is (controle via handboringen, in geval van twijfel korrelverdelingen laten bepalen en of een in situ geschiktheidsproef uitvoeren) en dat de drooglegging voldoende is (peilbuismetingen).

Het zand voor de grondverbetering moet mineraal, matig grof materiaal zijn en mag ten hoogste 5 gewichtsprocenten (van de korrels) aan korrels kleiner dan $16\ \mu\text{m}$ en ten hoogste 10 gewichtsprocenten aan korrels kleiner dan $63\ \mu\text{m}$ bevatten. Het gehalte aan organische stof (gloeiverlies) moet kleiner zijn dan of gelijk zijn aan 3 gewichtsprocenten. De grondverbetering moet in lagen met een dikte van maximaal 0,3 m worden aangebracht. Iedere laag moet in minimaal 4 gangen, die elkaar kruisen en overlappen, mechanisch worden verdicht, waarbij voor iedere laag de reeds geformuleerde verdichtingseis geldt. Indien de bovenlaag door het gebruik van relatief zware trilapparatuur is losgeschud, moet het funderingsniveau met een lichte trilplaat worden afgetrild, voordat de werkvloer van de fundering wordt gestort. Voor de controle van de mate van verdichting gelden de bovenvermelde criteria.

De breedte van de grondverbetering moet op de bodem van de put of sleuf ten minste $B + 2d$ respectievelijk $L + 2d$ bedragen. Hierbij zijn B en L respectievelijk de breedte en de lengte van de fundering en d de dikte van de grondverbetering.

Soms wordt een staalfundering op klei (bijvoorbeeld op potklei), leem of löss aangelegd. In dit geval moet de laatste 0,1 m zo voorzichtig worden afgeschaafd, dat de klei, leem of löss beneden het ontgravingsniveau niet wordt geroerd. Om vervolgens verweking van de grondslag door neerslag te voorkomen moet zo snel mogelijk na ontgraving op de bodem van de ontgraving een beschermlaag (van bijvoorbeeld folie of 0,1 m stampbeton) worden aangebracht.

Extra aandacht moet worden besteed aan ontgravingen naast, dan wel nabij een bestaande, op staal gefundeerde belending. Dit geldt in het bijzonder voor ontgravingen dieper dan het aanlegniveau van de bestaande fundering. Dergelijke ontgravingen verminderen de draagkracht van de bestaande fundering en dienen daarom zo veel mogelijk te worden vermeden. Indien dergelijke ontgravingen noodzakelijk zijn dan moet worden nagegaan of speciale maatregelen moeten worden genomen. Tijdens het verdichten van grondlagen moet de grondwaterstand zich minimaal 0,5 m beneden het ontgravingsniveau bevinden. Is dit niet het geval dan moet een bemaling worden geïnstalleerd, die in staat moet zijn de grondwaterstand tot ten minste dit niveau te verlagen. Deze verlaging moet zijn gerealiseerd voordat met ontgraven het vereiste niveau is bereikt.

Ter controle van de stijghoogte van het grondwater kan worden overwogen vooraf een of meer peilbuizen te plaatsen.

In twijfelgevallen ten aanzien van de uitvoering of andere omstandigheden is het raadzaam de geotechnische adviseur te raadplegen.

Tot slot maken wij u erop attent dat Aelmans Eco B.V. beschikt over:

- Deskundig opzichters voor de begeleiding van alle grond- en funderingswerken.
- Goede apparatuur en medewerkers voor het controleren van de gerealiseerde verdichting(en).
- Laboratoriumfaciliteiten (derden) voor het keuren van de geschiktheid van het materiaal voor de grondverbetering.