

Geotechnisch bodemonderzoek, nieuwbouw

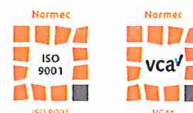
Waije 14a te Neer

Geotechnisch bodemonderzoek, nieuwbouw

Waije 14a te Neer

Rapportnummer: E202893.003/RKR
Datum: 1 juli 2020
Naam opdrachtgever: Bouman Laswerken, de heer J. Bouman
Adres opdrachtgever: Heldenseweg 23a 6086 PD te NEER
Contactpersoon
Aelmans Eco B.V.: ing. R.M.E. Kroonen

KvK 14048216
BTW NL8022.45.262.B.01
Bankrekening 15.48.06.137
BIC RABONL2U
IBAN NL27 RABO 0154 8061 37



Aelmans Eco B.V.

Kerkstraat 4
6367 JE Voerendaal
T (045) 575 32 55

info@aelmans.com

Kerkstraat 2
6095 BE Baexem
T (0475) 459 260

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	3
3.1	Uitgevoerd grondonderzoek.....	3
3.2	Geotechnisch profiel.....	4
4	Funderingsadvies	5
4.1	Keuze funderingstype	5
4.2	Minimaal vereiste ontgravingsniveaus	5
4.3	Berekening maximale weerstand.....	6
4.4	Zakkingen in de gebruikssituatie.....	6
4.5	Beddingconstante	7
4.6	Uitvoering.....	7

Figuur 1 Ligging onderzoekslocatie met situering sondeerpunten

Bijlage 1 Relevante delen grondonderzoek

Bijlage 2 Berekening maximale verticale weerstand

Bijlage 3 Algemene uitvoeringsrichtlijnen voor funderingen op staal

1 Inleiding

Aelmans Eco B.V. heeft van de heer J. Bouman, namens Bouman Laswerken, het verzoek gekregen te adviseren omtrent de fundering nieuwbouw op het adres Waije 14a te Neer.

Het ten grondslag liggende grondonderzoek is door onze eigen dienst uitgevoerd. De relevante resultaten van het uitgevoerde grondonderzoek zijn opgenomen in figuur 1 alsmede bijlage 1.

Dit rapport bevat het op de resultaten van het voornoemde grondonderzoek gebaseerde funderingsadvies voor de bovengenoemde nieuwbouw, uitgaande van vooralsnog een fundering op staal.

2 Projectbeschrijving

Het project betreft de nieuwbouw van een woonhuis en bijgebouw ter hoogte van Waije 14a te Neer.

Ten behoeve van dit project is het volgende document beschikbaar gesteld:

- [form]TEK, project: nieuwbouw woonhuis Waije 14a te Neer, d.d. 8-4-2020, KADASTRALE ONDERLEGGER, situatie met duiding bouwblok.

Uit dit document en uit aanvullende informatie van de opdrachtgever zijn de volgende projectgegevens afgeleid:

- Er vindt nieuwbouw plaats van een woning en een bijgebouw, grondgebonden over respectievelijk circa 14x7,6 meter en circa 20x7,5 meter.
- De geviseerde fundering bestaat, vooralsnog, uit stroken en / of poeren en een constructieve betonnen plaat ter hoogte van een eventuele kelder beneden de woning.
- **Het bouwpeil bedraagt, ons inziens / nemen wij aan op, NAP +24,7 meter.**
- Vooralsnog worden géén significante ophogingen of afgravingen van het perceel verwacht, met uitzondering van hetgeen benodigd voor de bouw.
- Momenteel bestaat géén inzicht in de te verwachten lijn- en puntlasten.

De fundering is op basis van bovenstaande projectgegevens ingedeeld in geotechnische categorie 2¹.

¹In 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:

*Type en afmeting van de constructie;
Grondgesteldheid en grondwaterstand;
Invloeden vanuit of op de omgeving.*

3 Geotechnische gegevens

3.1 Uitgevoerd grondonderzoek

Op 25 juni 2020 zijn 3 sonderingen uitgevoerd tot op maximaal een diepte van maaiveld -10 m. De sonderingen zijn uitgevoerd met een 200 kN sondeertruck en conform de NEN-EN-ISO-22476-1 verricht.

Bij alle 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	Klei
> 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 mogelijk op een eventueel afwijken van de verticaal. Bijzondere afwijkingen zijn niet vastgesteld.

Ter verificatie van het profiel in de bovengrond is ter hoogte van sondering 2 nog een boring verricht tot op maximaal een diepte van maaiveld -3 m. 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 uitgezet in RD-coördinaten en gewaterpast ten opzichte van NAP. De relevante delen van het grondonderzoek zijn opgenomen in figuur 1 en bijlage 1.

3.2 Geotechnisch profiel

De maaiveldhoogte ter plaatse van de sondeerlocaties varieert van NAP +24,77 m tot NAP +24,42 m.

Aan de hand van het uitgevoerde grondonderzoek is het volgende geotechnische profiel opgesteld:

- Vanaf maaiveld tot aan de maximaal verkende diepte van NAP +14,42 m wordt een zandpakket aangetroffen waarin conusweerstand zijn gemeten van 4 tot meer dan 20 MPa. Terugvallen in de conusweerstand (tot <1 MPa) worden veroorzaakt door silthoudend en / of losgepakt zand of ingepakte kleilagen. ***De toplaag betreft hier de Formatie van Boxtel, zandige eenheid, hoofdzakelijk bestaande uit midden en fijn zand, met weinig zandige klei en grof zand en een spoor klei, veen en grind. Deze gaat dan op circa NAP +23 m over in / op de Formatie van Beegden, ook een zandige eenheid, hoofdzakelijk bestaande uit grof zand, grind en midden zand, met weinig zandige klei en fijn zand, een spoor klei en kans op stenen, keien en blokken (bron; BRO REGIS II v2.2 en DGM v2.2).***

Tijdens de uitvoering van het grondonderzoek kon op een diepte van maaiveld -2,9 m (NAP +21,87 m) **grondwater** waargenomen worden. 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 en de opbouw en samenstelling van de ondergrond is een fundering op staal beneden de nieuwbouw mogelijk, zij het in combinatie met plaatselijk een grondverbetering of verdiepte aanleg.

4.2 Minimaal vereiste ontgravingsniveaus

Voor een vorstvrij aanlegniveau van de funderingselementen wordt een diepte van ten minste toekomstig maaiveld – 0,80 m geadviseerd. In dit rapport is uitgegaan van een aanlegniveau van de funderingselementen van NAP +23,70 m. Een constructieve betonnen plaat beneden een eventuele kelder wordt aangezet op NAP +21,70 m.

In tabel 4-1 is per sondeerlocatie het minimaal vereiste ontgravingsniveau aangegeven. Indien dit ontgravingsniveau beneden het aanlegniveau ligt, dient een grondverbetering te worden uitgevoerd. De volgende opbouw is hiervoor opportuun; vanaf vereist ontgravingsniveau tot beneden aanlegniveau betonnen sloof zand voor zandbed en verdichten. Bij verdiepte aanleg kan te lood ontgraven worden waarna de put / sleuf met schrale beton gevuld wordt.

Tabel 4-1 Minimaal vereiste ontgravingsniveaus, nieuwbouw Waije 14a te Neer

Sondering nummer	Maaiveldhoogte [NAP + m]	Aanlegniveau betonnen sloof [NAP + m]	Minimaal vereist ontgravingsniveau	
			[NAP + m]	[maaiveld - m]
1	24,42	23,7 (21,7)	23,0 (21,7)	1,42 (2,72)
2	24,72	23,7 (21,7)	22,3 (21,7)	2,42 (3,02)
3	24,77	23,7	23,7	1,07

(21,7) niveaus bij eventuele kelder

Op het aanlegniveau van de grondverbetering 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 worden vervangen door goed verdicht zand.

De vloeren kunnen, nadat de humeuze toplaag, losse geroerde grond en andere onrechtmatigheden zijn verwijderd, op een zorgvuldig verdicht zandbed worden aangelegd. Bij genoemde bouwpeilvoering zal de minimale dikte van het aan te brengen c.q. te stabiliseren zandpakket circa 0,30 m moeten zijn. Edoch is e.e.a. sterk afhankelijk van de dikte van de zettingsgevoelige en / of geroerde toplaag en de hoogteligging van het huidige maaiveld ten opzichte van het bouwpeil. De exacte ontgravingsniveaus zullen tijdens de ontgravingswerkzaamheden moeten worden vastgesteld. In hoeverre de vloeren nog van wapening dienen te worden voorzien is ter competentie van de constructeur. Wij adviseren de vloeren los te houden van de overige constructies, zodat zettingen ongestoord kunnen optreden.

4.3 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.

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 0,00 m (in verband met een mogelijke kruipruimte), 0,30 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 meewerkende strookbreedte bij een constructieve betonnen plaat van 300 mm dik bedraagt trouwens 1,5 meter. De berekeningsresultaten zijn opgenomen in bijlage 2.

4.4 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 optreden van circa 10 à 15 mm. Verder moeten zettingsverschillen van maximaal 5 à 10 mm worden verwacht. Een 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.

4.5 Beddingconstante

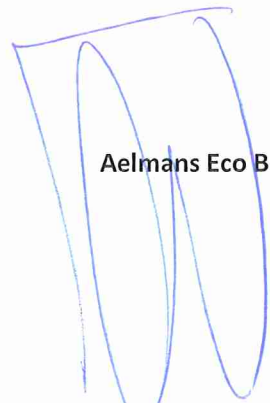
Voor de berekening van (een) op een zandbed aangelegde betonnen vloer(en) of funderingsplaten kan, bij een zorgvuldige uitvoering, een statische bedding constante van 10.000 kN/m³ worden aangehouden.

4.6 Uitvoering

Vermits geopteerd wordt voor een kelder beneden de woning wordt vanwege de geconstateerde grondwaterstand een bemaling opportuun.

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

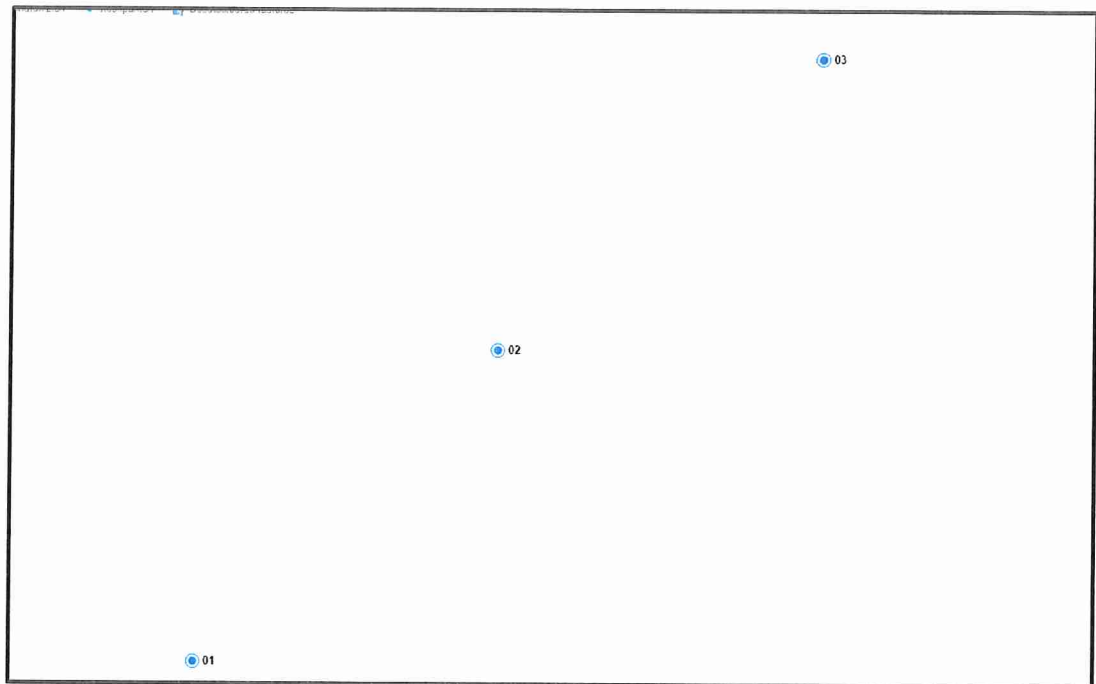
Ubachsberg, gemeente Voerendaal, 17 mei 2017

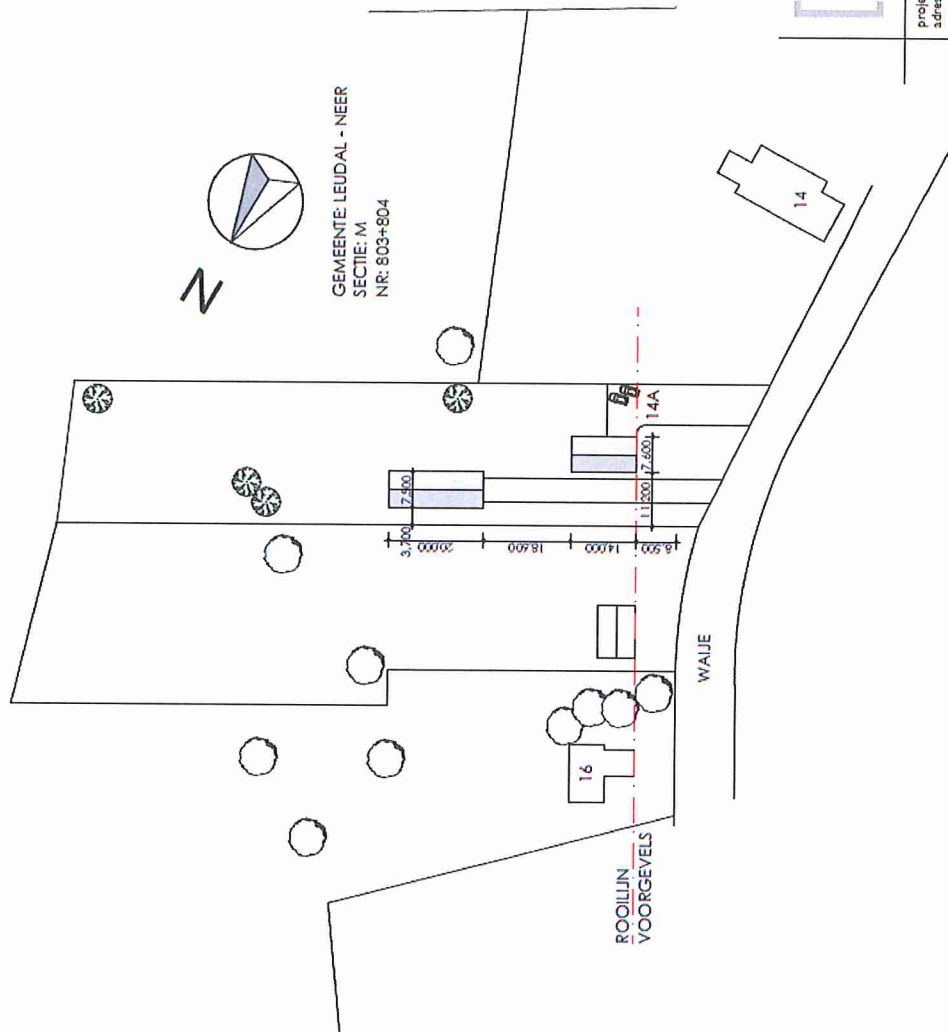
A handwritten signature in blue ink, consisting of a stylized 'H' shape with a vertical line through it.

Aelmans Eco B.V.
dhr. G.A.P. Hamers

Rapport opgesteld door:
ing. R.M.E. Kroonen
Projectleider / geotechnisch adviseur

Figuur 1 Situatie onderzoekslocatie met ligging sondeerpunten





GEMEENTE LEUDAL - NEER
 SECTIE: M
 NR: 803+804

[form] TEK  we make your dreams VISUAL

project: nieuwbouw woonhuis
 adres: Walje 14a
 Neer
 opdrachtgever: Bm. Bouman
 onderdeel: situatie
 schaal: 1:1.000
 geskied: 28 januari 2020
 gewijzigd: 08 april 2020

BURO VOOR BOUWKUNDE - INTERIEUR - TUJNEN - 3D VISUALISATIES
 BUREAU VOOR BOUWKUNDE
 POSTADRES: STEEGSTRAAT 1
 6441 SA
 6449 GJ
 HERTEN
 T: 0475 610000
 E: INFO@CONTE.NL

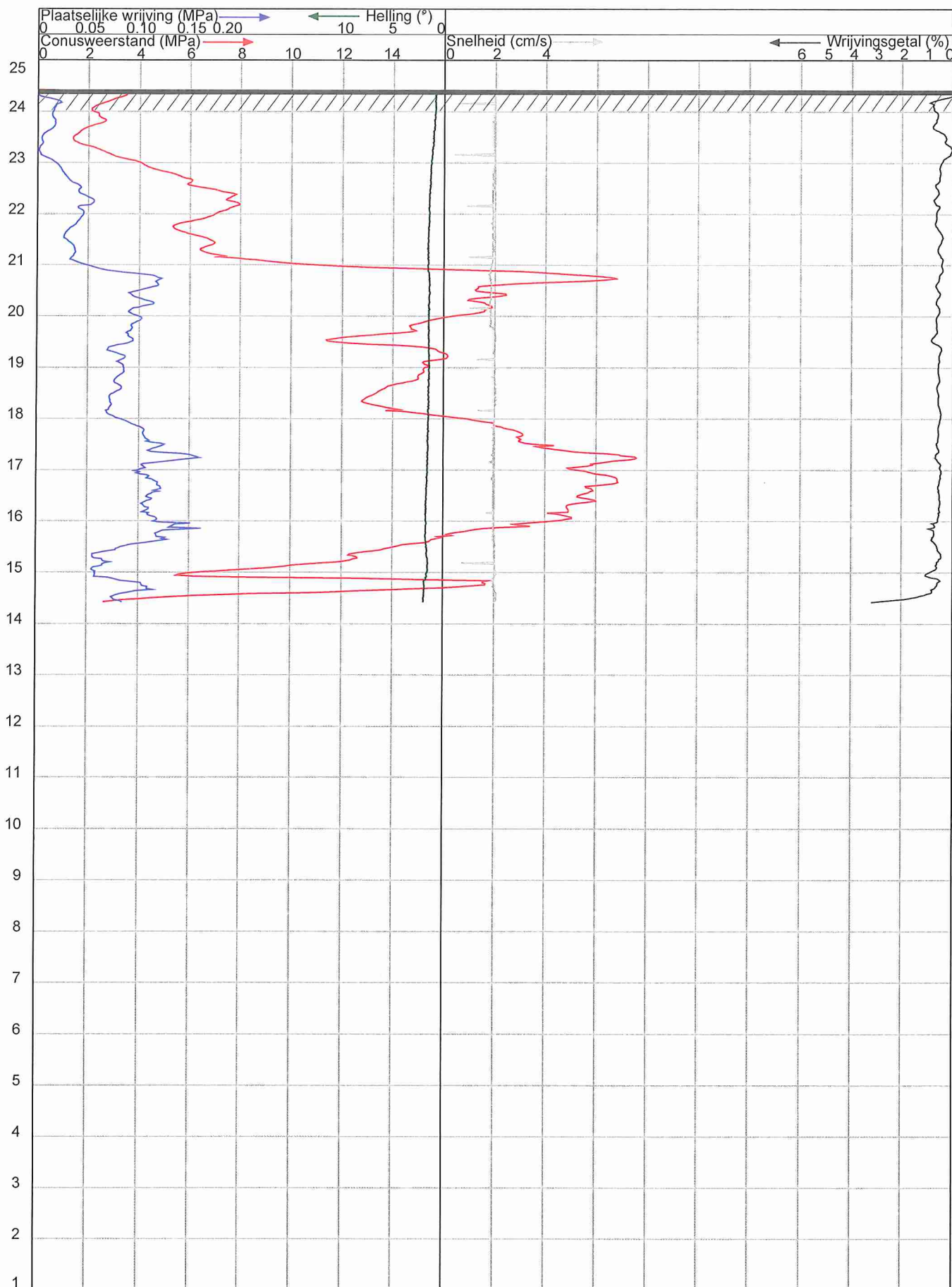
LET OP!! ALLE MATEN IN HET WERK CONTROLEREN.

* kopieën of publicatie in welke vorm dan ook is zonder toestemming niet geoorloofd - alle maten in het werk controleren

Bijlage 1

Relevante delen grondonderzoek

DIEPTE IN METERS T.O.V. NAP



OPDRACHT NR : E202893

SONDERING : 1

DATUM : 25-6-2020 TIJD : 9:58

OPDRACHTGEVER : Fam. J. Bouman

OMSCHRIJVING : Waije 14a Neer

SONDEERMEESTER :

REFERENTIE NIVO : 24.42 m t.o.v. NAP

CONUS TYPE : I-CFXY-15

HELLINGOPNEMER :

EINDWAARDE HELLING : 1.930707

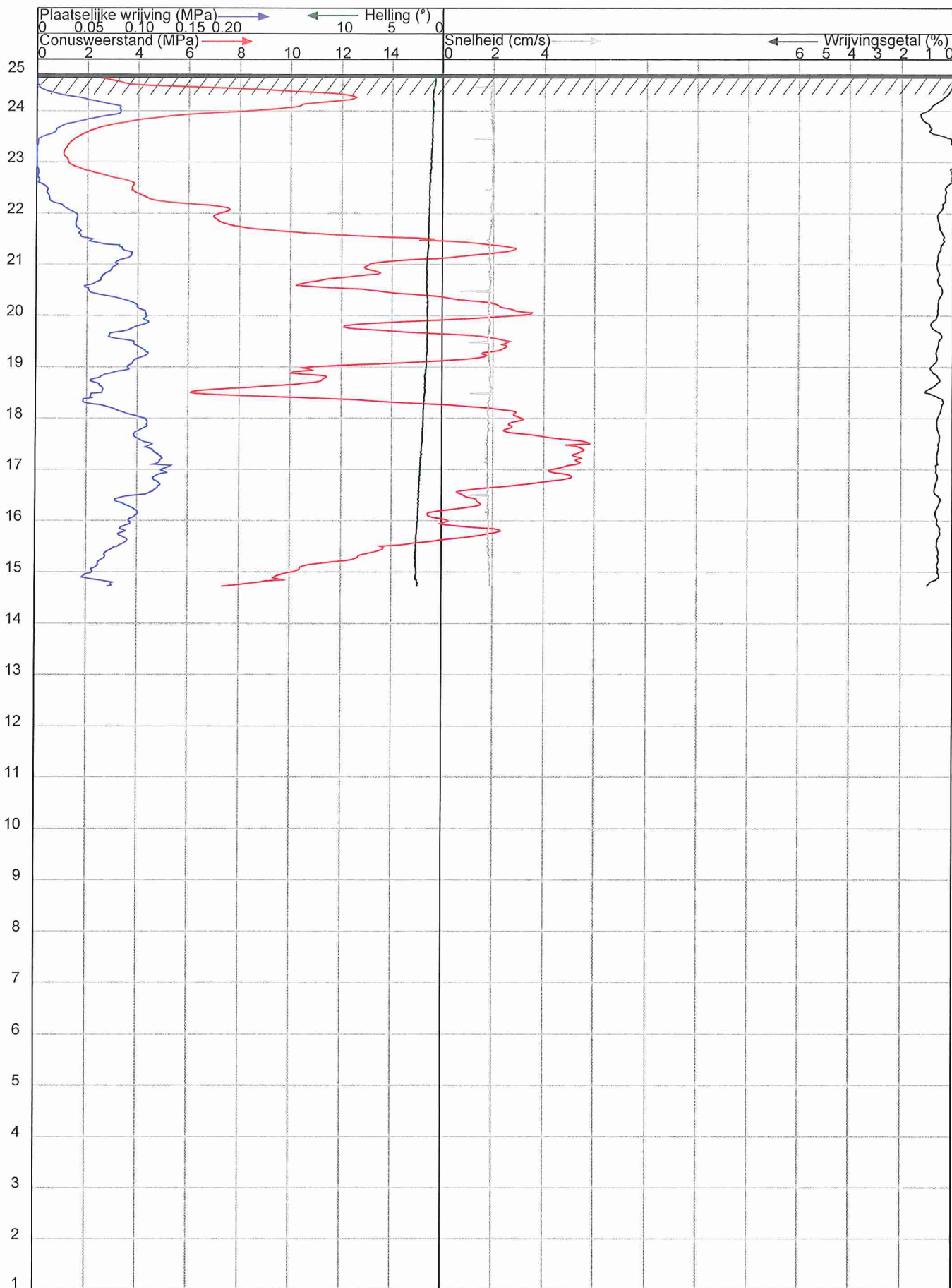
OPMERKING :

Nr. : 200211

Nr. :


aelmans

DIEPTE IN METERS T.O.V. NAP



OPDRACHT NR : E202893

SONDERING : 2

DATUM : 25-6-2020 TIJD : 10:58

OPDRACHTGEVER : Fam. J. Bouman

OMSCHRIJVING : Waije 14a Neer

SONDEERMEESTER :

REFERENTIE NIVO : 24.72 m.t.o.v. NAP

CONUS TYPE : I-CFXY-15

HELLINGOPNEMER :

EINDWAARDE HELLING : 2.444242

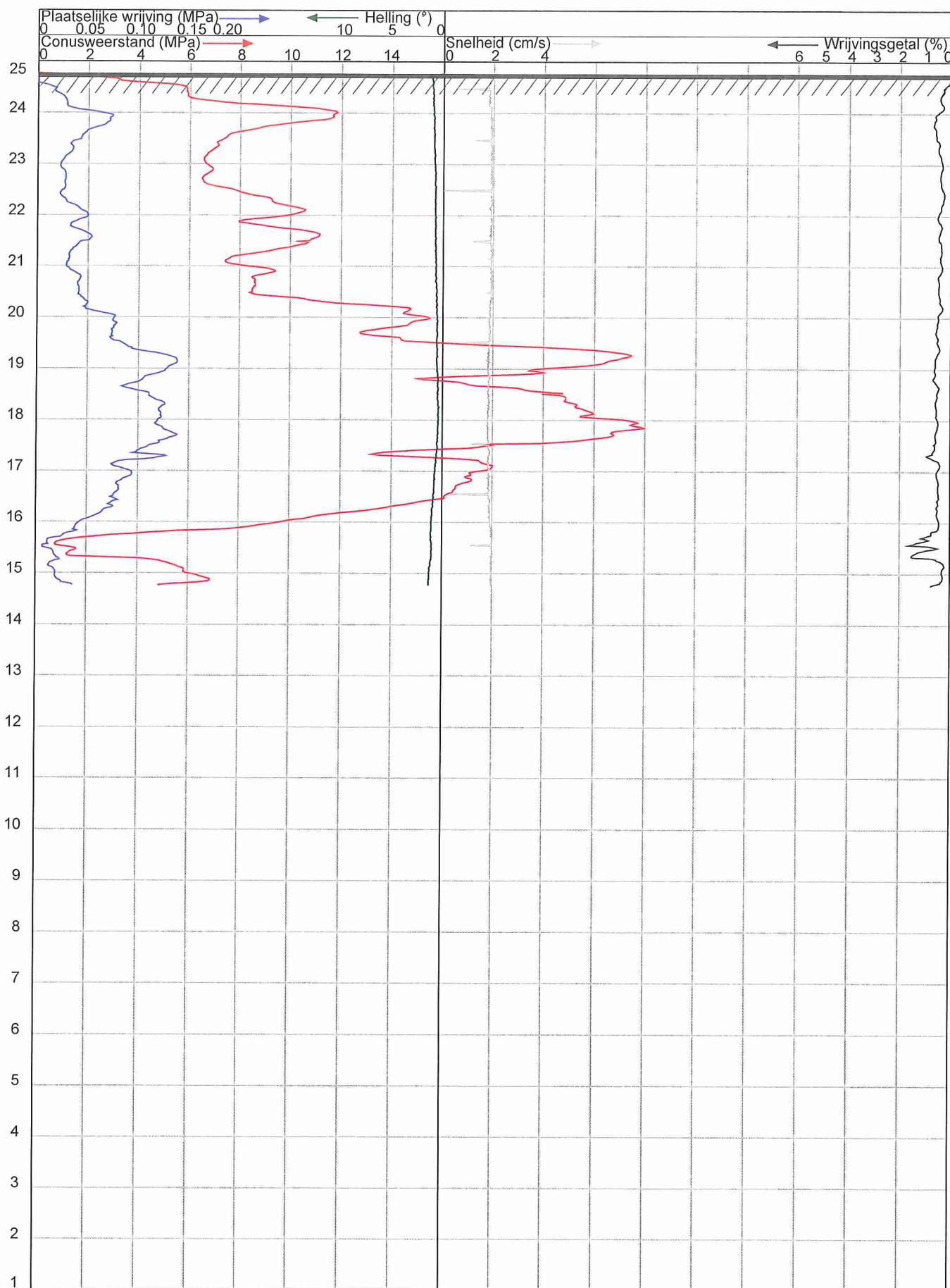
OPMERKING :

Nr. : 200211

Nr. :


aelmans

DIEPTE IN METERS T.O.V. NAP



OPDRACHT NR : E202893

SONDERING : 3

DATUM : 25-6-2020 TIJD : 12:00

OPDRACHTGEVER : Fam. J. Bouman

OMSCHRIJVING : Waije 14a Neer

SONDEERMEESTER :

REFERENTIE NIVO : 24.77 m t.o.v. NAP

CONUS TYPE : I-CFXY-15

HELLINGOPNEMER :

EINDWAARDE HELLING : 1.30697

OPMERKING :

Nr. : 200211

Nr. :

Nr. :

Nr. :

Nr. :

Nr. :



Naam	Feature_kl	Nummer	Easting	Northing	Elevation	Oppervlak	Length	Diepte	Antennemehr	nauwkeuri	Recording_	Height_	Gemaakt_	Editor	Laatst_gev	Tijdzone	Organisati	Project	Adres	Bron	Actief
1 Sondering	1	198328,6	365072,9	24,424	0	0	0	0	2	0,012207	GPS	-2	Aelmans Ei 25-6-2020	Aelmans Ei 25-6-2020	-2	Aelmans Ei 25-6-2020	E202893	E202893		1 true	1 true
2 Sondering	2	198345,3	365090,1	24,718	0	0	0	0	2	0,010817	GPS	-2	Aelmans Ei 25-6-2020	Aelmans Ei 25-6-2020	-2	Aelmans Ei 25-6-2020	E202893	E202893		1 true	1 true
3 Sondering	3	198363,1	365106,3	24,765	0	0	0	0	2	0,010817	GPS	-2	Aelmans Ei 25-6-2020	Aelmans Ei 25-6-2020	-2	Aelmans Ei 25-6-2020	E202893	E202893		1 true	1 true
hart v/d wi Vastpunt	hart v/d weg	198301,7	365073,3	24,339	0	0	0	0	2	0,009434	GPS	-2	Aelmans Ei 25-6-2020	Aelmans Ei 25-6-2020	-2	Aelmans Ei 25-6-2020	E202893	E202893		1 true	1 true

Bijlage 2

Maximale verticale weerstand

Aelmans Advies Groep

Opdrachtnummer	E202893	Datum 1-7-2020	ver 20150922
----------------	---------	----------------	--------------

MAXIMALE WEERSTAND VAN FUNDERINGEN OP STAAL

Referentievlak	NAP		Partiële materiaalfactoren	Project: nieuwbouw waije 14a neer
Maaiv. hoogte	[NAP + m]	24,42	$\gamma_{m;\gamma} = 1,10$	
Aanlegniveau	[NAP + m]	23,70	$\gamma_{m;\phi'} = 1,15$	
Gw. stand	[NAP + m]	23,70	$\gamma_{m;c'} = 1,60$	

REPRESENTATIEVE WAARDEN VAN DE GRONDEIGENSCHAPPEN

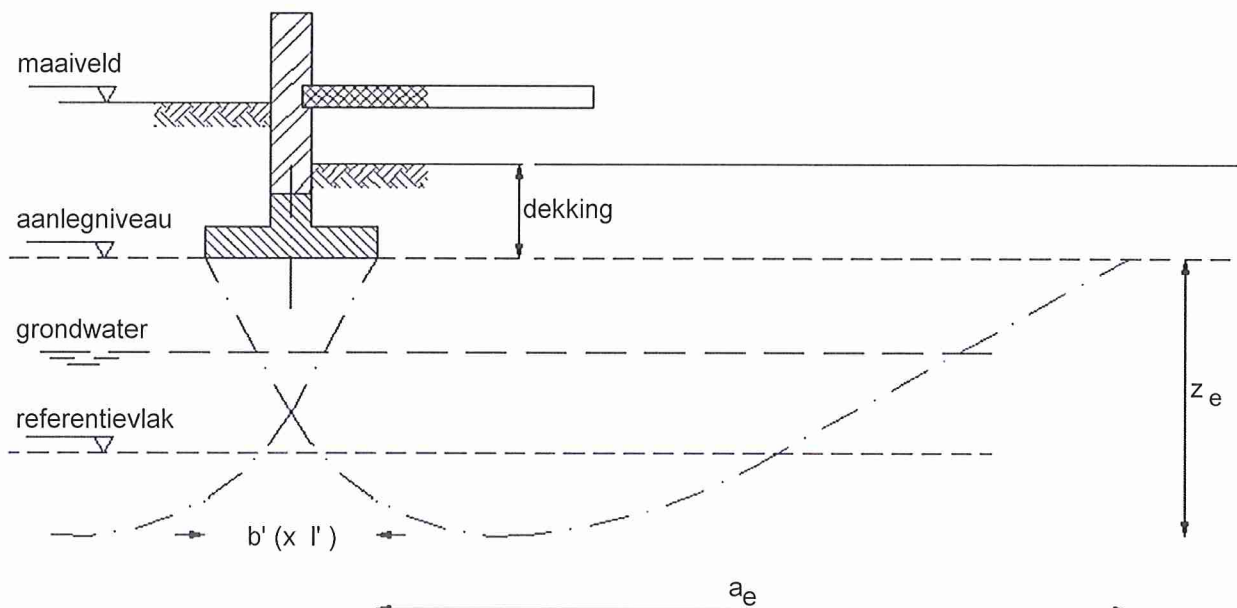
Laagnr.	bovenk. laag [NAP + m]	onderk. laag [NAP + m]	γ_k [kN/m ³]	$\gamma_{sat;k}$ [kN/m ³]	ϕ'_k [°]	c'_k [kN/m ²]
MV / dek.	24,42	23,70	17,0	19,0		
1	23,70		17,0	19,0	30,0	0,0
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						

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

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

Effectief funderingsopp.		dekking : 0,00 m		dekking : 0,30 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]
0,40	strook	17	7 [kN/m']	78	31 [kN/m']	140	56 [kN/m']	0,57	1,43
0,50	strook	21	10 [kN/m']	82	41 [kN/m']	144	72 [kN/m']	0,71	1,79
0,60	strook	25	15 [kN/m']	87	52 [kN/m']	148	89 [kN/m']	0,85	2,15
0,70	strook	29	20 [kN/m']	91	63 [kN/m']	152	107 [kN/m']	0,99	2,50
0,80	strook	33	27 [kN/m']	95	76 [kN/m']	156	125 [kN/m']	1,14	2,86
0,90	strook	37	34 [kN/m']	99	89 [kN/m']	161	145 [kN/m']	1,28	3,22
1,00	strook	42	42 [kN/m']	103	103 [kN/m']	165	165 [kN/m']	1,42	3,58
1,25	strook	52	65 [kN/m']	114	142 [kN/m']	175	219 [kN/m']	1,77	4,47
1,50	strook	62	93 [kN/m']	124	186 [kN/m']	186	278 [kN/m']	2,13	5,37
0,75	0,75	22	13 [kN]	108	61 [kN]	193	109 [kN]	1,06	2,68
1,00	1,00	30	30 [kN]	115	115 [kN]	201	201 [kN]	1,42	3,58
1,25	1,25	37	59 [kN]	123	192 [kN]	208	326 [kN]	1,77	4,47
1,50	1,50	45	101 [kN]	130	293 [kN]	216	486 [kN]	2,13	5,37



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 aanlegniveaus 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.