

Geotechnisch bodemonderzoek, nieuwbouw

Maasstraat 4a-4b te Wessem

Geotechnisch bodemonderzoek, nieuwbouw

Maasstraat 4a-4b te Wessem

Rapportnummer: E224343.004/RKR

Datum: 19 april 2023

Naam opdrachtgever: HKO Wessem B.V.

Adres opdrachtgever: 5.1.2e

Contactpersoon

Aelmans Eco B.V.: 5.1.2e

Collegiale toets: 5.1.2e

Aelmans Milieu
Is een handelsnaam van
Aelmans Eco B.V.

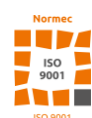
KvK 14048216

BTW 5.1.2e

Bankrekening 5.1.2e

BIC 5.1.2e

IBAN 5.1.2e



Aelmans Milieu

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	4
3.1	Uitgevoerd grondonderzoek	4
3.2	Geotechnisch profiel	5
4	Ontwerpadvies fundering.....	6
4.1	Keuze funderingstype.....	6
4.2	Minimaal vereiste ontgravingsniveaus.....	6
4.3	Berekening maximale weerstand	7
4.4	Zakkingen in de gebruikssituatie	7
4.5	Beddingconstante.....	7
4.6	Uitvoering.....	8

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 Milieu heeft van HKO Wessem B.V. het verzoek gekregen te adviseren omtrent de fundering nieuwbouw op het adres Maasstraat 4a-4b te Wessem.

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

Dit rapport bevat het op de resultaten van het voornoemde grondonderzoek gebaseerde ontwerpadvies voor de fundering van de bovengenoemde nieuwbouw, waarbij vooraleerst wordt uitgegaan van een fundering op staal (FOS).

2 Projectbeschrijving

Het project betreft de nieuwbouw van een zorghuis ter hoogte van de Maasstraat 4a-4b te Wessem.

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

- GENUGTEN AGRI, LUCHTFOTO MET DUIDING BOUWVOORNEMEN.

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

- Er vindt, ná sloop, nieuwbouw plaats van een zorghuis, grondgebonden over 1.084 m².
- De geviseerde fundering bestaat vooraleerst uit stroken en/of poeren.
- In dit rapport is aangenomen, dat de nieuwbouw niet van een kelder/souterrain en/of kruipruimte zal worden voorzien.
- **Het bouwpeil bedraagt, ons inziens/nemen wij aan op, NAP +24,1 meter.**
- Vooralsnog worden géén significante ophogingen of afgravingen van het perceel verwacht. Met uitzondering van hetgeen benodigd voor de bouw zelf.
- De bouwlasten schatten wij in als volgt; qed = 125 kN/m¹ (bij stroken) en QEd = 200 kN (bij poeren). Beide rekenwaarden (UGT), sec druk, verticaal, centrisch en een horizontaal maaiveld.
- 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.

De fundering is op basis van bovenstaande projectgegevens in geotechnische categorie 2ⁱ 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 12 april 2023 zijn 4 sonderingen tot op maximaal een diepte van maaiveld -6,84 meter geplaatst. Alle sonderingen zijn 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	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 3 nog één handboring tot op maximaal een diepte van maaiveld -2 meter geplaatst. De boring is voortijdig gestaakt vanwege het grindvoorkomen. Boringen worden 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 (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 sondeerlocaties varieert van NAP +23,84 m tot NAP +23,69 m. Het maaiveld kent daarmee een hoogteverschil van 0,15 meter.

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

- Vanaf maaiveld tot op NAP +23,00 m à NAP +22,60 m wordt met name silt (= zandige leem) + klei aangetroffen, waarin conusweerstand (qc) van 0,5 tot 2 MPa zijn gemeten. Plaatselijk worden conuswaarden van 8 tot >15 MPa geregistreerd, welke duiden op zand- en/of grindlagen in het profiel. **Het betreffen hier Holocene afzettingen, een complexe eenheid, bestaande uit een afwisseling van zandige klei, midden en fijn zand, klei en veen en een weinig grof zand (bron is BRO/REGIS II v2.2 en DGM v2.2).** Quasi de ½ meter in het profiel is matig humeus.
- Hieronder wordt dan tot op het maximaal verkende niveau van NAP +16,85 m een pakket zand + grind aangetroffen, waarin conusweerstand van 5 tot meer dan 30 MPa zijn gemeten. Terugvallen in de conusweerstand (tot 3 MPa) worden veroorzaakt door silthoudend en / of losgepakt zand. **Hier betreft het de Formatie van Beegden, 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 is BRO/REGIS II v2.2 en DGM v2.2).**

Tijdens de uitvoering van het grondonderzoek kon op maaiveld -2,9 meter oftewel op NAP +20,94 m **grondwater** worden waargenomen. 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 Ontwerpadvies fundering

4.1 Keuze funderingstype

Gelet op de projectgegevens en de opbouw en samenstelling van de ondergrond is een fundering op staal (FOS) mogelijk, met dien verstande dat er een grondverbetering of verdiepte aanleg plaatsvindt. Dit funderingssysteem is in de onderstaande paragrafen verder uitgewerkt.

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 +23,10 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 Maasstraat 4a-4b te Wessem

Sondering nummer	Maaiveldhoogte [NAP + m]	Aanlegniveau betonnen sloof	Minimaal vereist ontgravingsniveau	
		[NAP + m]	[NAP + m]	[maaiveld - m]
1	23,84	23,1	23,00	0,84
2	23,81	23,1	22,60	1,21
3	23,69	23,1	22,60	1,09
4	23,84	23,1	22,60	1,24

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 door goed verdicht zand worden vervangen.

Vooraleerst de fundering c.q. de grondverbetering wordt aangebracht, moet het ontgravingsvlak goed worden afgetrild. Bij bovenstaande wijze van funderen zijn de rekenwaarden voor de draagkracht loodrecht op het funderingsoppervlak in bijlage 2 gegeven. Hierbij is gerekend met een gedraineerde, homogene ondergrond.

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 minimaal 0,30 meter 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. Wij adviseren in dit geval de vloeren los te houden van de overige constructies, zodat de eventuele 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 0,30 m, 0,40 m en 0,50 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 resultaten uit de modelberekening 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, normaliter een statische bedding constante van 10.000 kN/m³ worden aangehouden.

4.6 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 géén 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.

Ubachsberg, gemeente Voerendaal, 19 april 2023

Aelmans Eco B.V.

5.1.2e

5.1.2e

Projectleider/geotechnisch adviseur

Ra

5.1.2e

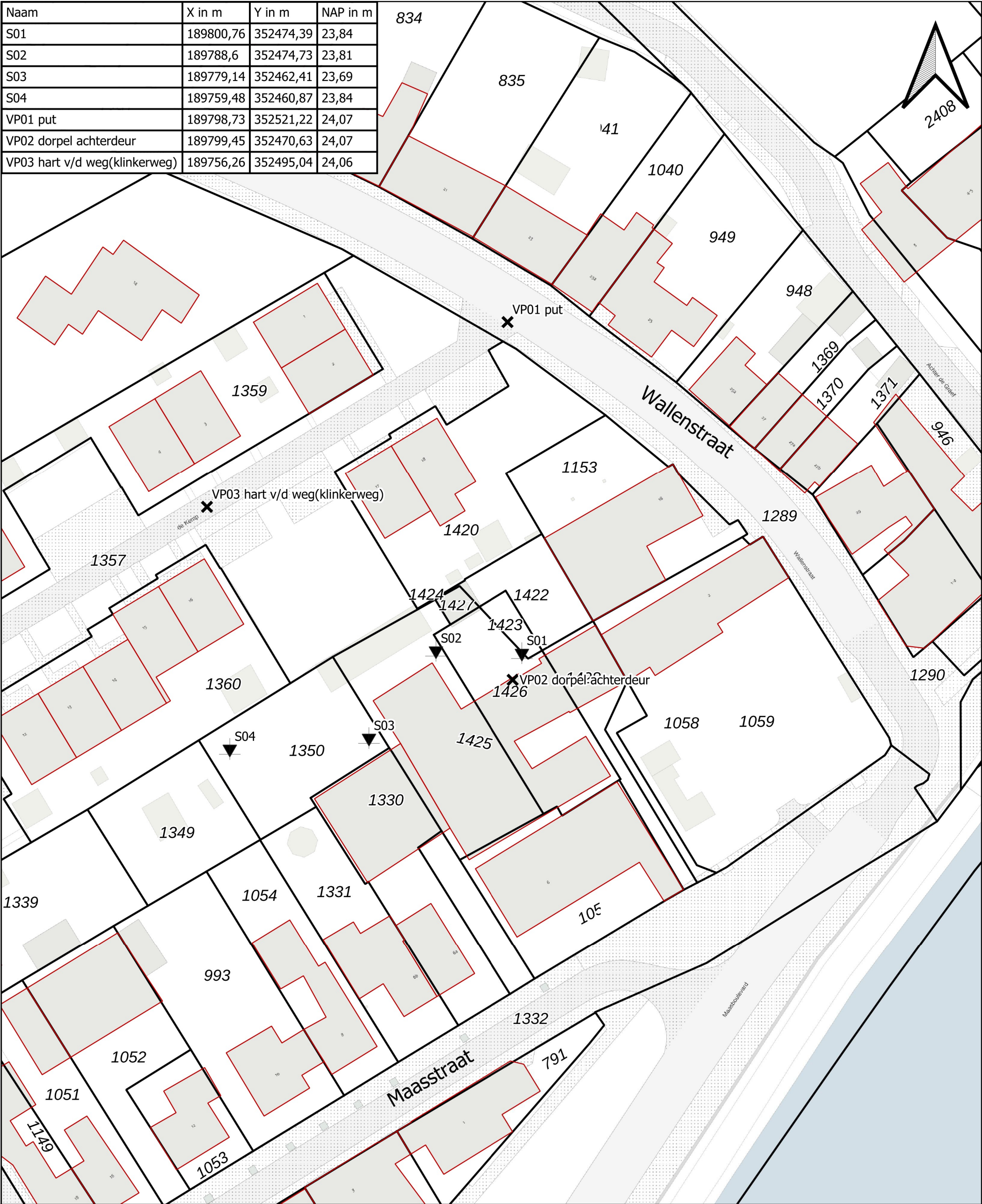
Id door:

5.1.

Pr

otechnisch adviseur

Naam	X in m	Y in m	NAP in m
S01	189800,76	352474,39	23,84
S02	189788,6	352474,73	23,81
S03	189779,14	352462,41	23,69
S04	189759,48	352460,87	23,84
VP01 put	189798,73	352521,22	24,07
VP02 dorpel achterdeur	189799,45	352470,63	24,07
VP03 hart v/d weg(klinkerweg)	189756,26	352495,04	24,06



Legenda 0 10 20 m

- ✕ VP00 = Vast punt
- ▼ S00 = Sondering met kleef

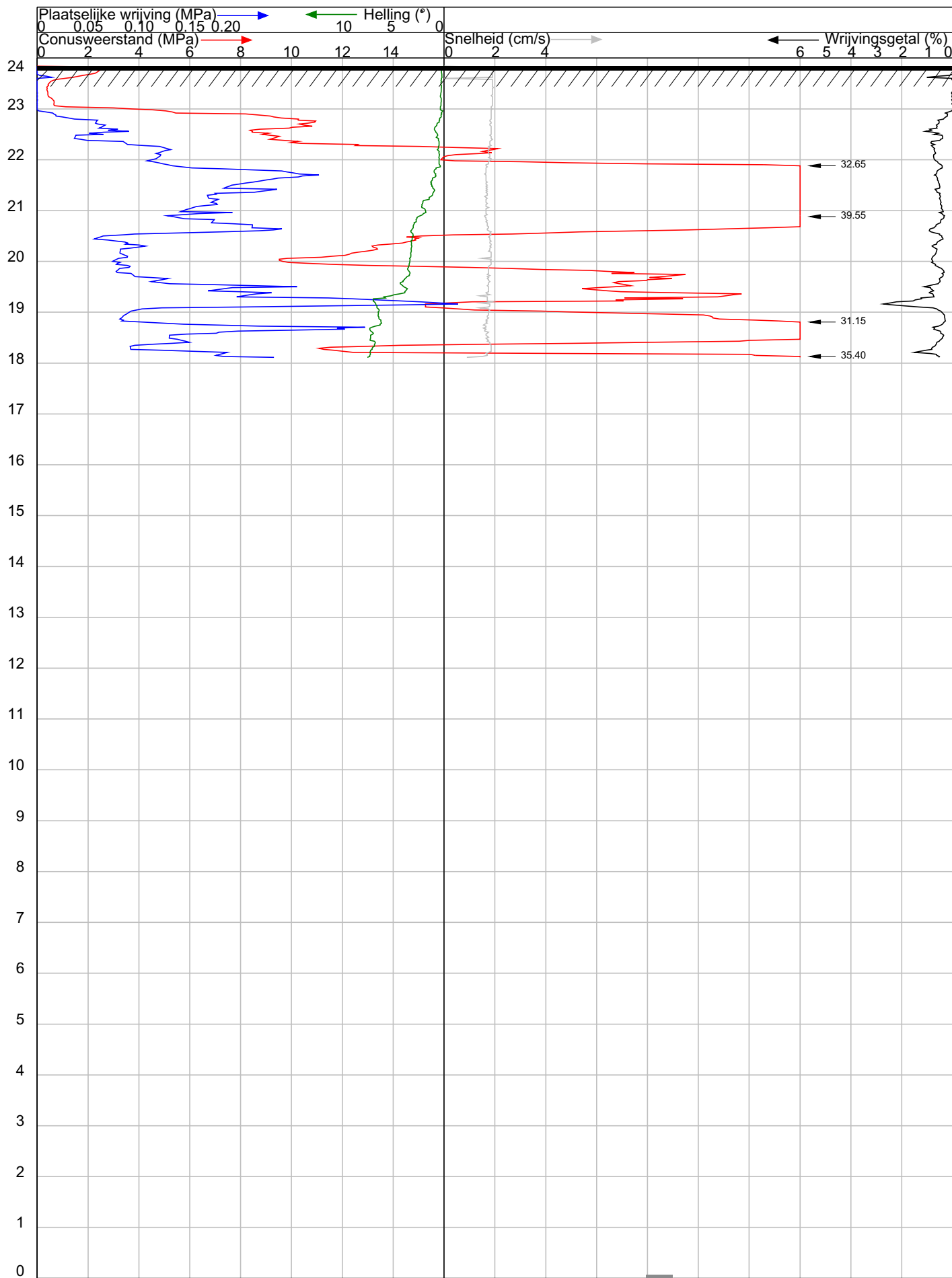
aelmans Kerkstraat 4
6367 JE Voerendaal
T: 045-5753255
E: info@aelmans.com
Kerkstraat 2
6095 BE Baexem
T: 0475-459260
https://www.aelmans.com

Opdrachtgever	HKO Wessem B.V.		
Onderwerp	Onderzoekslocatie		
Locatie	Maasstraat 4, 6019 BB te Wessem		
Projectnummer	E224343		
Datum	14-04-2023	Tekeningnr:	Figuur01
Getekend	5.1.2e	Schaal	1:500
		Formaat	A3

Bijlage 1

Relevante delen grondonderzoek

DIEPTE IN METERS T.O.V. NAP



OPDRACHT NR : E224343

SONDERING : 1

DATUM : 12-4-2023 TIJD : 9:56

OPDRACHTGEVER : HKO Wessem B.V.

OMSCHRIJVING : Maasstraat 4, 6019 BB te Wessem

SONDEERMEESTER : 5.1.2e

REFERENTIE NIVO : 23.84 m t.o.v. NAP

CONUS TYPE : I-CFXY-15

HELLINGOPNEMER :

EINDWAARDE HELLING : 7.539697

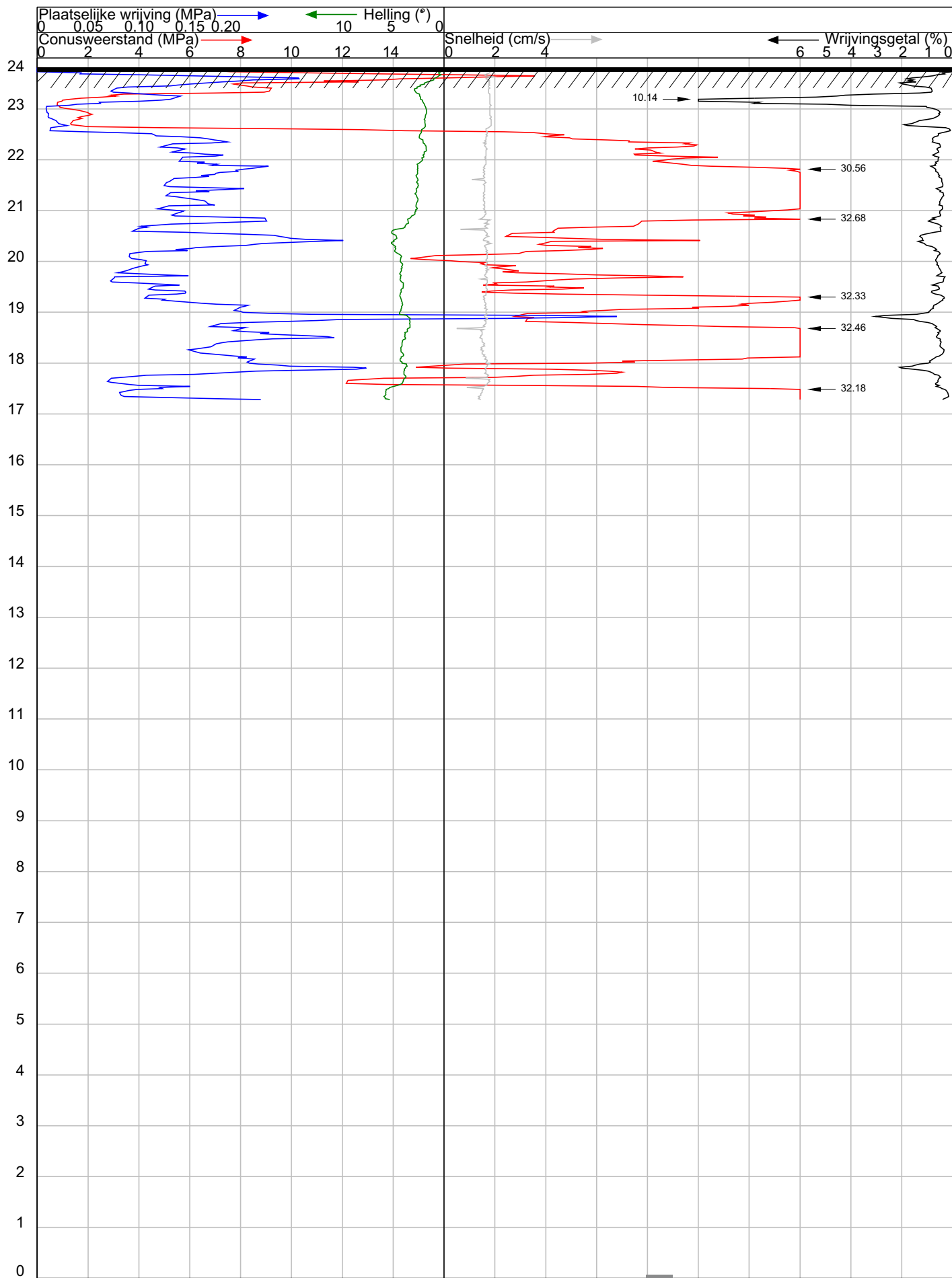
OPMERKING :

Nr. : 221035

Nr. :



DIEPTE IN METERS T.O.V. NAP



OPDRACHT NR : E224343

SONDERING : 2

DATUM : 12-4-2023 TIJD : 11:06

OPDRACHTGEVER : HKO Wessem B.V.

OMSCHRIJVING : Maasstraat 4, 6019 BB te Wessem

SONDEERMEESTER : 5.1.2e

REFERENTIE NIVO : 23.81 m t.o.v. NAP

CONUS TYPE : I-CFXY-15

HELLINGOPNEMER :

EINDWAARDE HELLING : 5.335522

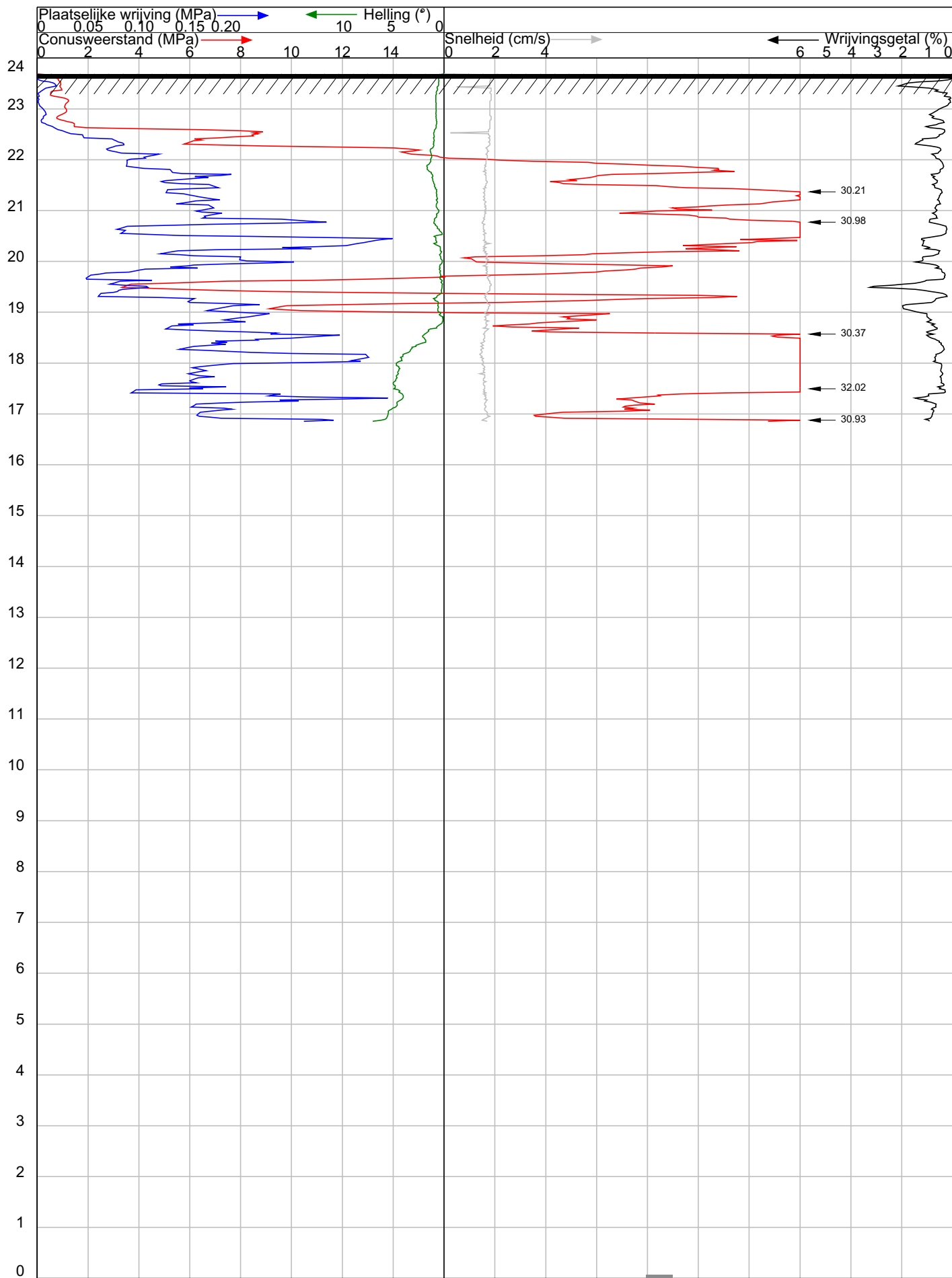
OPMERKING :

Nr. : 221035

Nr. :



DIEPTE IN METERS T.O.V. NAP



OPDRACHT NR : E224343

SONDERING : 3

DATUM : 12-4-2023 TIJD : 11:39

OPDRACHTGEVER : HKO Wessem B.V.

OMSCHRIJVING : Maasstraat 4, 6019 BB te Wessem

SONDEERMEESTER : 5.1.2e

REFERENTIE NIVO : 23.69 m t.o.v. NAP

CONUS TYPE : I-CFXY-15

HELLINGOPNEMER :

EINDWAARDE HELLING : 7.010301

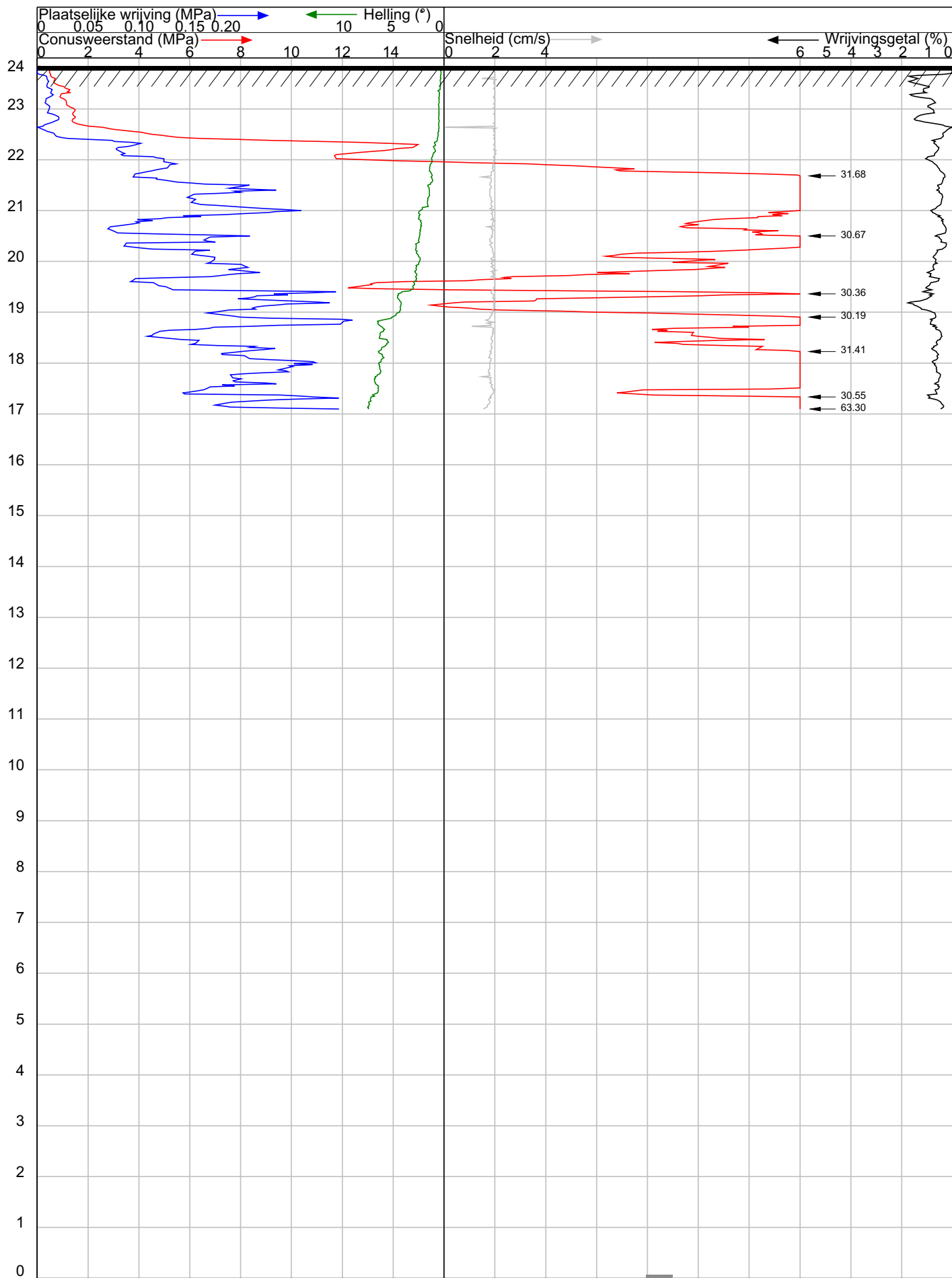
OPMERKING :

Nr. : 221035

Nr. :



DIEPTE IN METERS T.O.V. NAP



OPDRACHT NR : E224343

SONDERING : 4

DATUM : 12-4-2023 TIJD : 12:11

OPDRACHTGEVER : HKO Wessem B.V.

OMSCHRIJVING : Maasstraat 4, 6019 BB te Wessem

SONDEERMEESTER : 5.1.2e

REFERENTIE NIVO : 23.84 m t.o.v. NAP

CONUS TYPE : I-CFXY-15

HELLINGOPNEMER :

EINDWAARDE HELLING : 7.469278

OPMERKING :

Nr. : 221035

Nr. :



Bijlage 2

Maximale verticale weerstand

Aelmans Advies Groep

Opdrachtnummer	E224343	Datum	19-4-2023
----------------	---------	-------	-----------

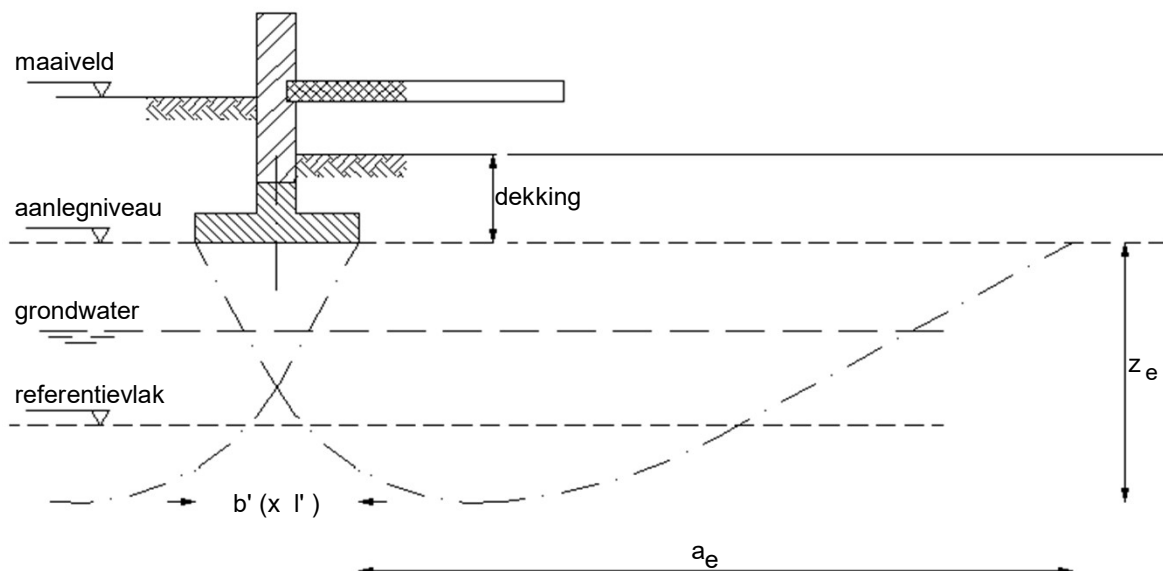
MAXIMALE WEERSTAND VAN FUNDERINGEN OP STAAL

Referentievlak	NAP	Partiële materiaalfactoren	Project: nieuwbouw maasstraat 4a-4b wessem
Maaiv. hoogte	[NAP + m] 23,69	$\gamma_{m,\gamma} = 1,10$	
Aanlegniveau	[NAP + m] 23,10	$\gamma_{m,\varphi'} = 1,15$	
Gw.stand	[NAP + m] 23,10	$\gamma_{m,c} = 1,60$	

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.	23,69	23,10	17,0	19,0		
1	23,10		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 : 0,30 m		dekking : 0,40 m		dekking : 0,50 m		Invloedsgebied	
b'	l'	$\sigma'_{max;d}$ [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	a_e
[m]	[m]							[m]	[m]
0,40	strook	78	31 [kN/m']	99	40 [kN/m']	119	48 [kN/m']	0,57	1,43
0,50	strook	82	41 [kN/m']	103	51 [kN/m']	123	62 [kN/m']	0,71	1,79
0,60	strook	87	52 [kN/m']	107	64 [kN/m']	128	77 [kN/m']	0,85	2,15
0,70	strook	91	63 [kN/m']	111	78 [kN/m']	132	92 [kN/m']	0,99	2,50
0,80	strook	95	76 [kN/m']	115	92 [kN/m']	136	109 [kN/m']	1,14	2,86
0,90	strook	99	89 [kN/m']	120	108 [kN/m']	140	126 [kN/m']	1,28	3,22
1,00	strook	103	103 [kN/m']	124	124 [kN/m']	144	144 [kN/m']	1,42	3,58
1,10	strook	107	118 [kN/m']	128	141 [kN/m']	148	163 [kN/m']	1,56	3,94
1,20	strook	111	134 [kN/m']	132	158 [kN/m']	153	183 [kN/m']	1,70	4,29
0,75	0,75	108	61 [kN]	136	77 [kN]	165	93 [kN]	1,06	2,68
1,00	1,00	115	115 [kN]	144	144 [kN]	172	172 [kN]	1,42	3,58
1,25	1,25	123	192 [kN]	151	237 [kN]	180	281 [kN]	1,77	4,47
1,50	1,50	130	293 [kN]	159	357 [kN]	187	422 [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 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 $16\text{ }\mu\text{m}$ en ten hoogste 10 gewichtsprocenten aan korrels kleiner dan $63\text{ }\mu\text{m}$ 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 Milieu 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.

Legenda toegepaste uitzonderingsgrondslagen

In dit document zijn gegevens geanonimiseerd op grond van:

Wet	Artikel	Omschrijving	Pagina's
Wet open overheid	Art. 5.1 lid 2 sub e	De eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer	2, 11, 12, 14, 15, 16, 17