



Geotechnisch bodemonderzoek, (ver)nieuwbouw

Vorstweg 60 te Velden

Geotechnisch bodemonderzoek, (ver)nieuwbouw

Vorstweg 60 te Velden

Rapportnummer: E231027.004/LOM

Datum: 19 juni 2023

Naam opdrachtgever: Plantencentrum Velden B.V., mevrouw S. Dings

Adres opdrachtgever: Vorstweg 60, 5941 NV te VELDEN

Contactpersoon
Aelmans Milieu: ing. L. Omid

Collegiale toets: ing. R.M.E. Kroonen

Aelmans Milieu
Is een handelsnaam van

Aelmans Eco B.V.

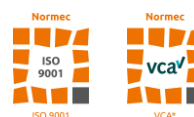
KvK 14048216
BTW NL8022.45.262.B.01
Bankrekening 15.48.06.137
BIC RABONL2U
IBAN NL27 RABO 0154 8061 37

Aelmans Milieu

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

Kerkstraat 2
6095 BE Baexem
T (0475) 459 260

info@aelmans.com www.aelmans.com



Op onze dienstverlening zijn de algemene voorwaarden van Aelmans Milieu 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
3.3	Grondwater	4
4	Ontwerpadvies fundering.....	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.....	6
4.6	Vloeren	7
5	Uitvoering.....	8

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 Milieu heeft van mevrouw S. Dings, namens Plantencentrum Velden B.V, het verzoek gekregen om een geotechnisch onderzoek uit te voeren en het ontwerpadvies inzake de fundering op te stellen voor de (ver)nieuwbouw van een loods + kantoor aan de Vorstweg 60 te Velden.

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

2 Projectbeschrijving

Het project betreft de (ver)nieuwbouw van een loods + kantoor aan de Vorstweg 60 te Velden. De loods heeft een grondgebonden oppervlakte van circa 18,5 x 14,2 meter en zal bestaan uit twee bouwlagen met een zolder.

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

- Het bouwpeil is, gezien de maaiveldhoogten, door ons op NAP +17,5 m aangenomen (*voor het exacte bouwpeil, is de opdrachtgever te contacteren*).
- Het aanlegniveau van de fundering (o.k. poeren) nemen wij aan op NAP +16,5 m.
- De maximale rekenwaarden voor de belastingen op de funderingen zijn door ons ingeschat als volgt; puntlasten $F_d = 550$ kN (UGT, sec druk, verticaal, centrisch belast en horizontaal maaiveld).
- In dit rapport is aangenomen dat de nieuwbouw niet zal worden voorzien van een kelder/souterrain en/of kruipruimte.
- 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.

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 13 juni 2023 zijn 3 sonderingen tot op maximaal een diepte van maaiveld -15 meter geplaatst. 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 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 S03 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+NEN 8990:2020 nl; 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

Het maaiveld ter plaatse van de sondeerpunten is nagenoeg vlak en ingemeten op NAP +17,5 m.

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

Diepte in NAP + [m]		Bodem beschrijving
Vanaf	Tot	
Vanaf maaiveld	13,7 à 13,5	Zand los, sterk siltig, zwak humeus met sporen van klei
13,7 à 13,5	11,7 à 11,6	Klei sterk zandig matig vast,
11,7 à 11,6	7,3 à 7,0	Zand grof zeer matig vast, zwak siltig met sporen van klei/leem
7,3 à 7,0	6,3 à 6,0	Klei sterk zandig matig vast,
6,3 à 6,0	2,6 à 2,5	Zand grof, matig vast tot vast, met sporen van grind en bruinkool

De BRO documenteert de bodemopbouw als volgt

Vanaf maaiveld tot NAP +16,09 m

Holocene afzettingen, complexe eenheid; bestaande uit een afwisseling van zandige klei, midden en fijn zand, klei en veen en een weinig grof zand.

Van N.A.P. +16,09 m tot NAP +6,83 m

Formatie van Beegden, 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.

Van N.A.P. +6,83 m tot NAP +4,05 m

Kiezeloöliet Formatie, kleiige eenheid; hoofdzakelijk bestaande uit zandige klei, klei en midden zand, met weinig bruinkool en fijn en grof zand en een spoor grind.

Van N.A.P. +4,05 m tot NAP +2,5 m

Kiezeloöliet Formatie, zandige eenheid; hoofdzakelijk bestaande uit midden en grof zand, met weinig klei, zandige klei, fijn zand en grind en een spoor bruinkool.

3.3 Grondwater

Tijdens de uitvoering van het grondonderzoek is in de sondeergaten naar het grondwater gepeild.

Dit is op maaiveld -1,6 meter oftewel op NAP +15,9 m 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 Ontwerpadvies fundering

4.1 Keuze funderingstype

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

Bij de berekening van de maximale verticale weerstandskracht is een hoogste grondwaterstand aangenomen op een niveau gelijk aan het aanlegniveau van de funderingselementen. Eén en ander vanuit conservatieve redenen.

In verband met de **grondwaterstand op ca. NAP + 15,9 m** zal bij de uitvoering van de werkzaamheden een bemaling nodig zijn om de werkzaamheden in den droge te kunnen uitvoeren. Dit is verder ook afhankelijk van de uitvoeringswijze van de bouwput. Bij het verdere constructieve ontwerp dient rekening gehouden te worden met de hoge grondwaterstand.

Een verdiepte aanzet middels schrale beton is toegestaan. Bovendien kan een verdiepte aanzet ook worden toegepast op plaatsen waar geen grondspreiding mogelijk is.

4.2 Minimaal vereiste ontgravingsniveaus

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

In tabel 4-1 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	Maaiveldhoogte	Aanlegniveau betonnen sloof [o.k poeren]	Minimaal vereist ontgravingsniveau	Aanlegniveau verdiepte aanzet
nummer	[NAP + m]	[NAP + m]	[NAP + m]	[NAP + m]
S01	17,5	16,5	15,8	15,7
S02	17,5		16,0	15,5
S03	17,5		16,0	14,8

Op het aanlegniveau van een/de grondverbetering c.q. de ophoging moet, met name tussen de sondeerpunten gecontroleerd worden of zich direct beneden het ontgravingsniveau nog **los gepakte zand, geroerde materiaal, 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 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.

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.

De maximale verticale weerstandskrachten ($R_{v;d}$) zijn berekend voor verschillende strookbreedten en/of poerafmetingen en voor een dekking van 0,3 m, 0,4 m en 0,5 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.

4.4 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 van circa 25 à 30 mm 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.

4.5 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 10.000 kN/m^3 bij poeren worden aangehouden en een bedding constante van 2.600 kN/m^3 bij stroken.

4.6 Vloeren

De vloeren kunnen, nadat de teelaarde, losse geroerde grond, humeuze grond en andere ongerechtigheden zijn verwijderd, op een grondverbetering van 0,3 meter worden aangelegd. Hierbij zijn we uitgegaan van belasting op de vloer van ca. 10 kN/m². De optredende zettingen bedragen dan ca. 5 à 10 mm. De hierbij behorende bedingconstante bedraagt 1.000 kN/m³. Wij adviseren in dit geval de vloeren los te houden van de overige constructies, zodat de eventuele zettingen ongestoord kunnen optreden.

Eventueel vereiste wapening dient door de constructeur te worden bepaald.

5 Uitvoering

Bij het uitvoeren van funderings- en grondverbeteringswerkzaamheden is het noodzakelijk, dat het grondwater zich op minimaal 0,5 meter beneden het ontgravingvlak bevindt. **Aangezien er grondwater op de relevante niveaus is aangetroffen, is een bemaling 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 funderingen op staal wordt naar bijlage 3 verwezen.

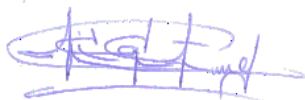
Indien het bouwplan en/of de uitgangspunten alsnog worden gewijzigd, heeft dit consequenties voor dit funderingsadvies. Indien u dat aangeeft, dan kan worden nagegaan of de wijzigingen gevolgen hebben voor het voorliggende funderingsadvies en kan dit funderingsadvies zo nodig hierop worden aangepast.

Ubachsberg, gemeente Voerendaal, 19 juni 2023

Aelmans Milieu

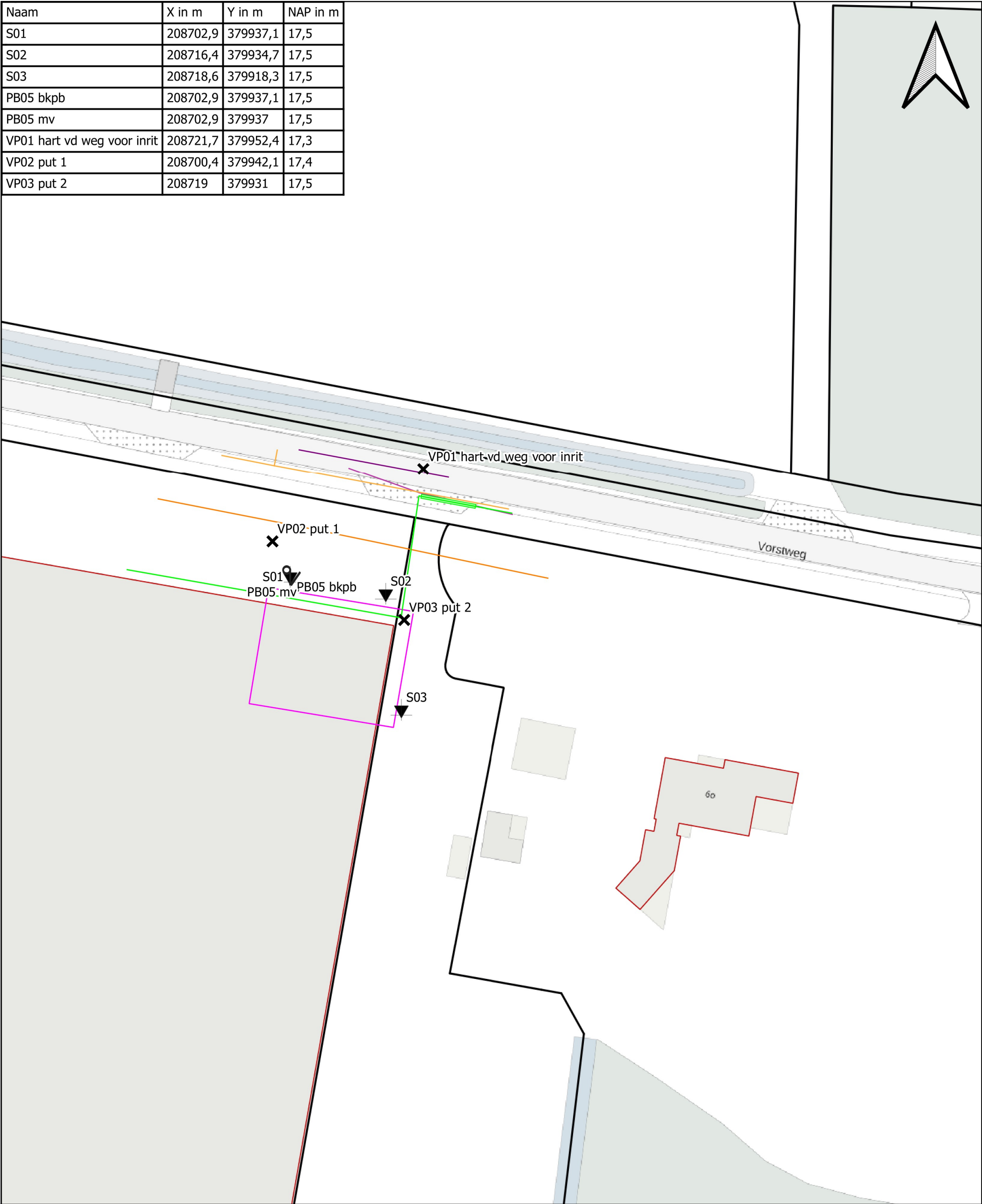
ing. R.M.E. Kroonen
Projectleider/geotechnisch adviseur

Rapport opgesteld door:

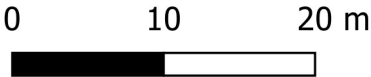
A handwritten signature in blue ink, appearing to read "L. Omid".

ing. L. Omid
Projectleider/geotechnisch adviseur

Naam	X in m	Y in m	NAP in m
S01	208702,9	379937,1	17,5
S02	208716,4	379934,7	17,5
S03	208718,6	379918,3	17,5
PB05 bkpb	208702,9	379937,1	17,5
PB05 mv	208702,9	379937	17,5
VP01 hart vd weg voor inrit	208721,7	379952,4	17,3
VP02 put 1	208700,4	379942,1	17,4
VP03 put 2	208719	379931	17,5



Legenda



- ✕ VP00 = Vast punt
- 📍 PB00 = Peilbuis
- ▼ S00 = Sondering met kleeft



Kerkstraat 4
6367 JE Voerendaal
T: 045-5753255
E: info@aelmans.com

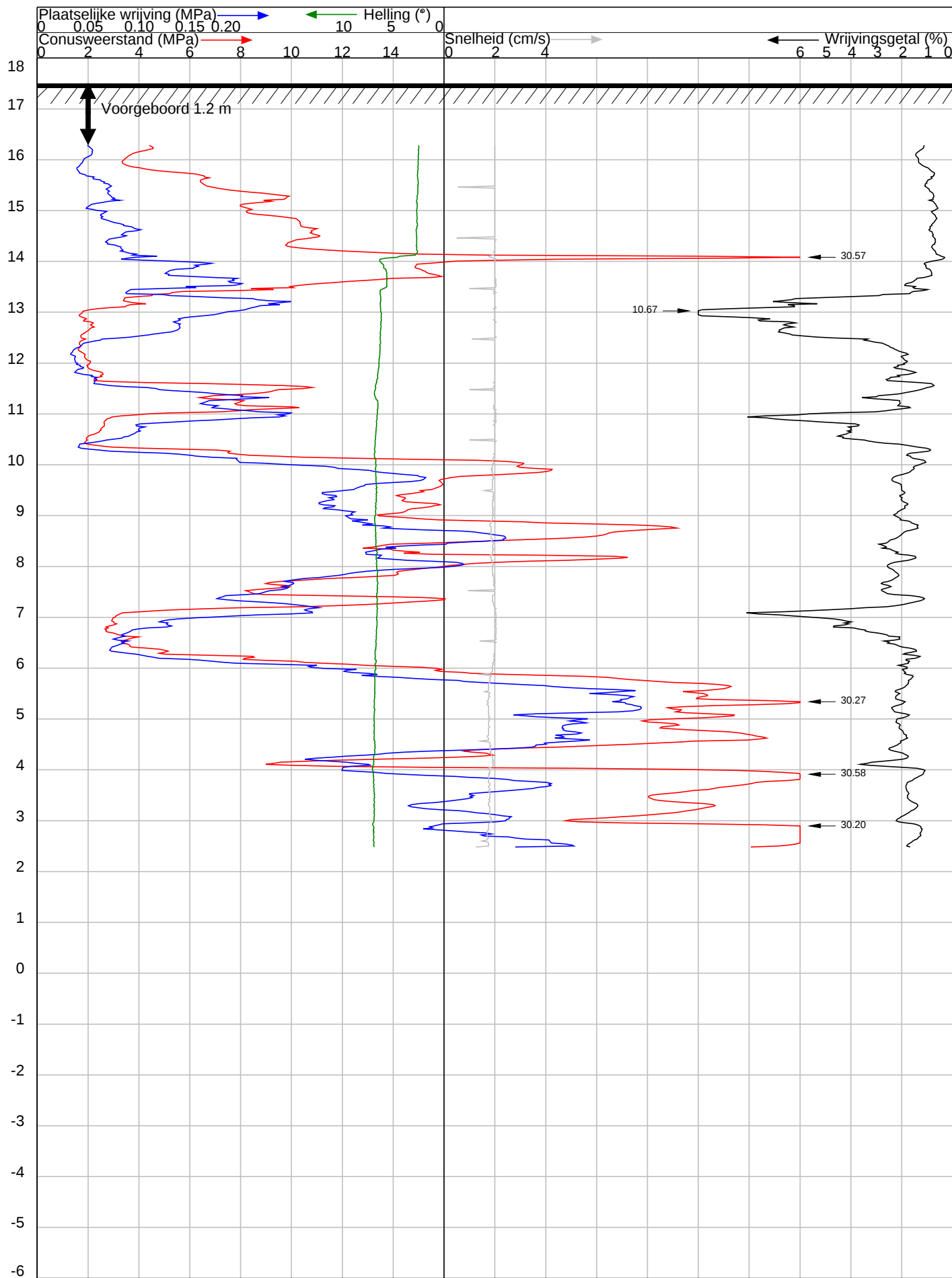
Kerkstraat 2
6095 BE Baexem
T: 0475-459260
<https://www.aelmans.com>

Opdrachtgever	Plantencentrum Velden B.V.		
Onderwerp	Onderzoekslocatie		
Locatie	Vorstweg 60 te Velden		
Projectnummer	E231027		
Datum	14-06-2023	Tekeningnr:	Figuur01
Getekend	L. Omid	Schaal	1:500
		Formaat	A3

Bijlage 1

Relevante delen grondonderzoek

DIEPTE IN METERS T.O.V. NAP



OPDRACHT NR : E231027

SONDERING : 1

DATUM : 13-6-2023 TIJD : 11:44

OPDRACHTGEVER : Plantencentrum Velden B.V.

OMSCHRIJVING : Vorstweg 60 te Velden

SONDEERMEESTER : Erik

REFERENTIE NIVO : 17.5 m t.o.v. NAP

CONUS TYPE : I-CFXY-15

HELLINGOPNEMER :

EINDWAARDE HELLING : 6.872484

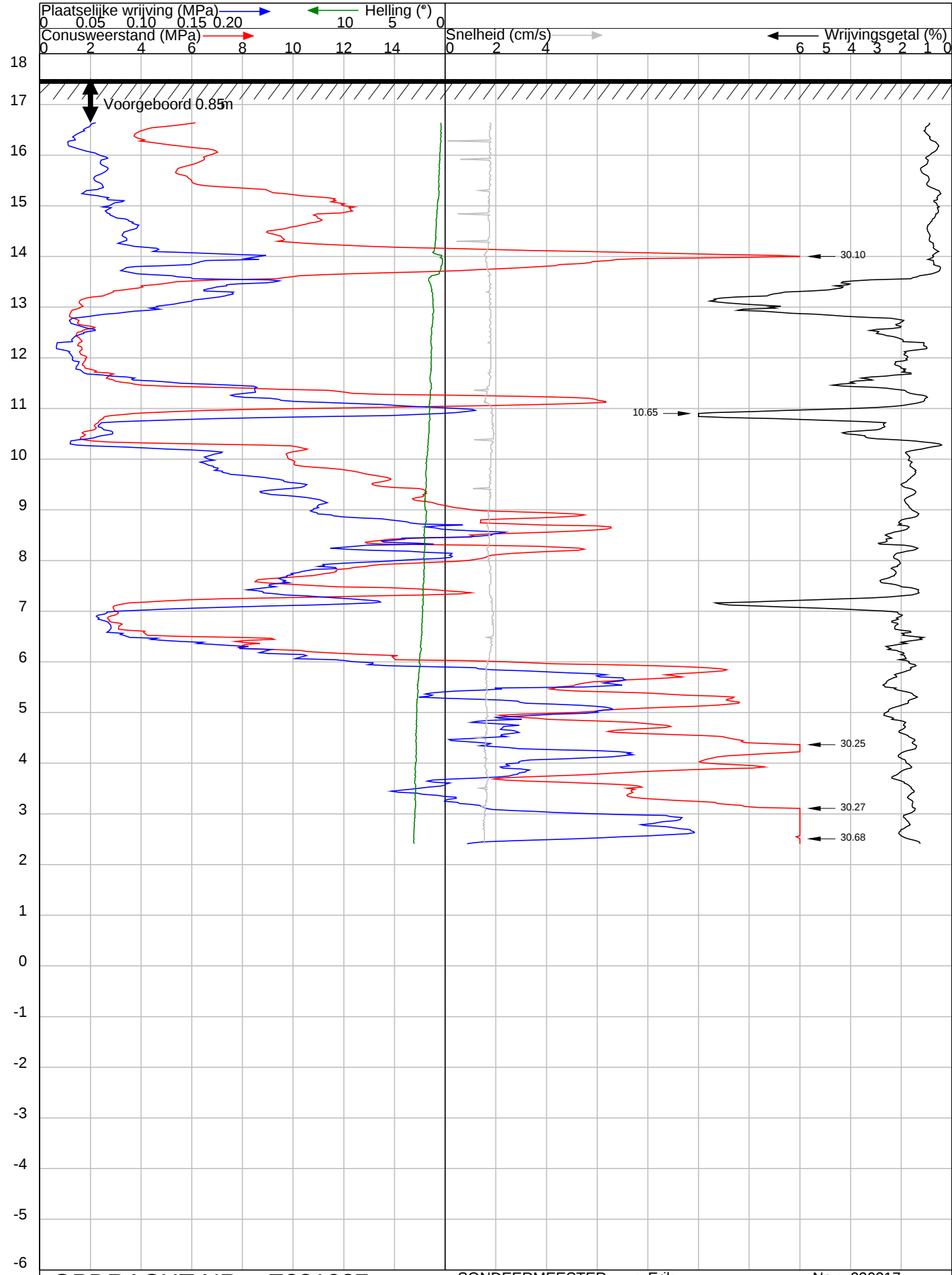
OPMERKING :

Nr. : 230317

Nr. :



DIEPTE IN METERS T.O.V. NAP

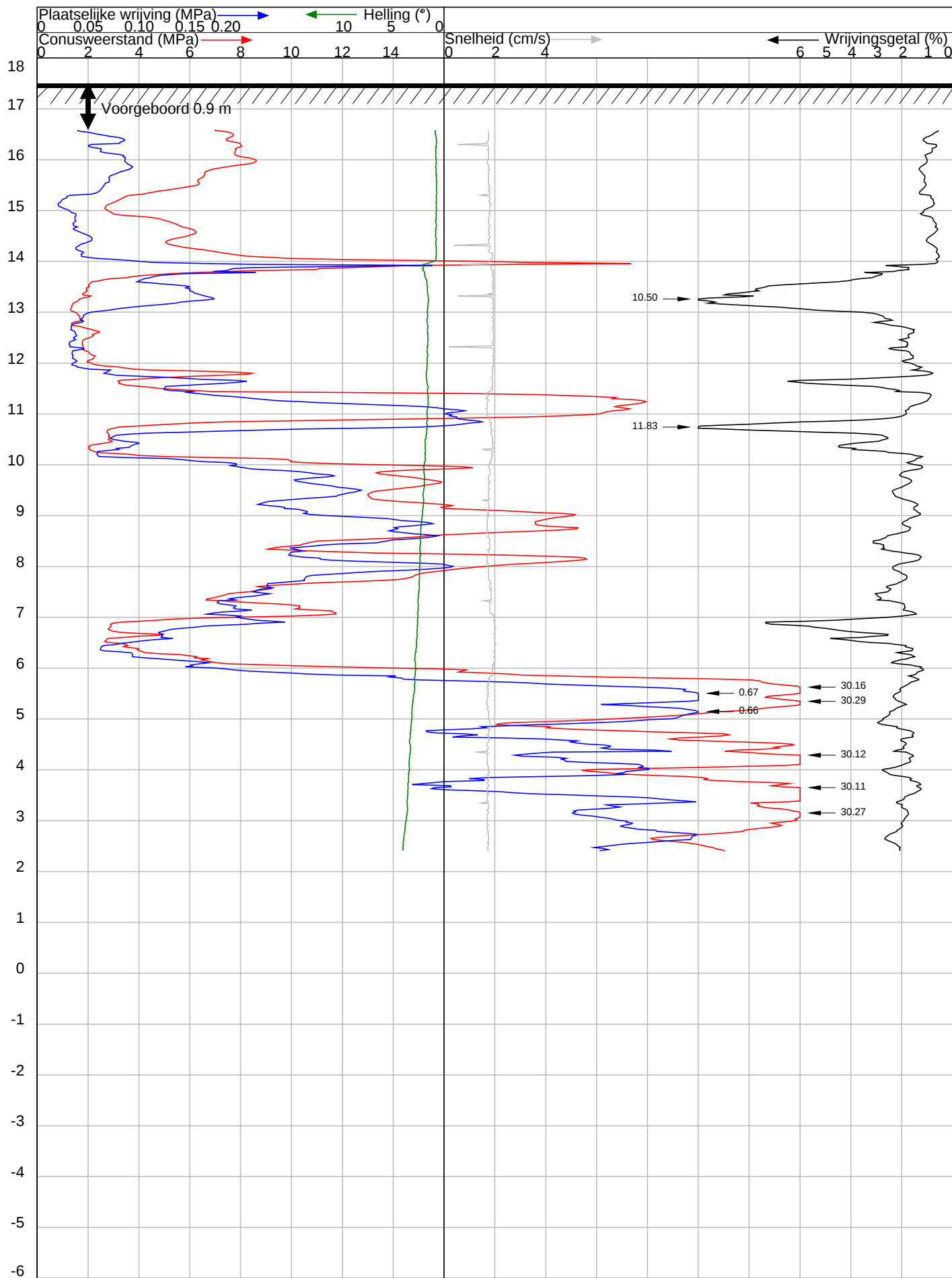


OPDRACHT NR : E231027
SONDERING : 2
DATUM : 13-6-2023 TIJD : 13:15
OPDRACHTGEVER : Plantencentrum Velden B.V.
OMSCHRIJVING : Vorstweg 60 te Velden

SONDEERMEESTER : Erik
REFERENTIE NIVO : 17.5 m t.o.v. NAP
CONUS TYPE : I-CFXY-15
HELLINGOPNEMER :
EINDWAARDE HELLING : 3.055774
OPMERKING :
Nr. : 230317
Nr. :



DIEPTE IN METERS T.O.V. NAP



OPDRACHT NR : E231027

SONDERING : 3

DATUM : 13-6-2023 TIJD : 14:24

OPDRACHTGEVER : Plantencentrum Velden B.V.

OMSCHRIJVING : Vorstweg 60 te Velden

SONDEERMEESTER : Erik

REFERENTIE NIVO : 17.5 m t.o.v. NAP

CONUS TYPE : I-CFXY-15

HELLINGOPNEMER :

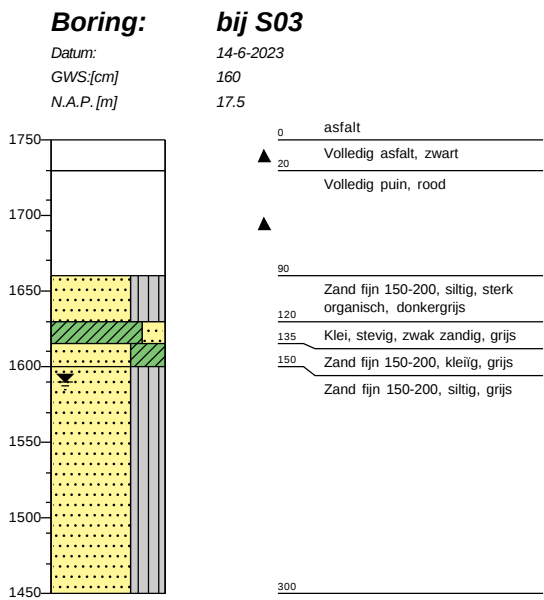
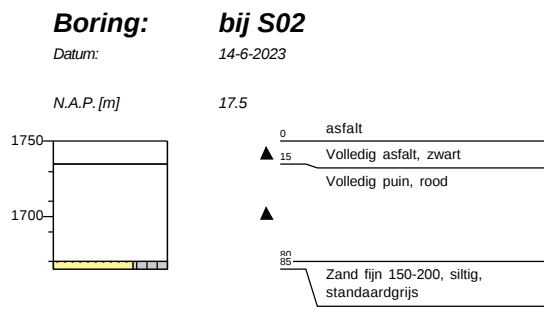
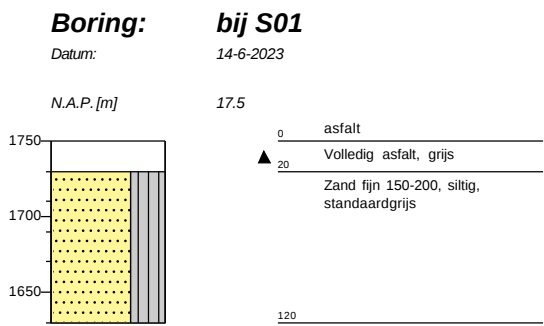
EINDWAARDE HELLING : 3.998433

OPMERKING :

Nr. : 230317

Nr. :





Legenda (conform NEN-EN-ISO 14688-1)

KEIEN (KEITJES)



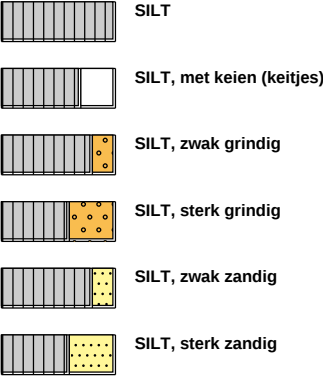
GRIND



ZAND



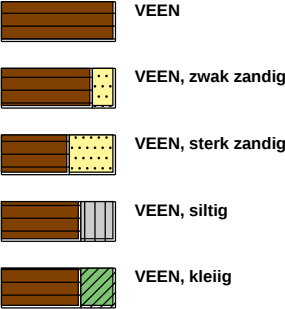
SILT



KLEI



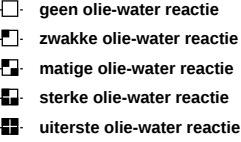
VEEN (HUMUS, DETRITUS)



geur



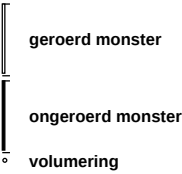
olie



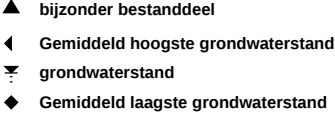
p.i.d.-waarde



monsters



overig



Bijlage 2

Berekening maximale verticale
weerstand

Aelmans Advies Groep

Opdrachtnummer E231027 Datum 14-6-2023

MAXIMALE WEERSTAND VAN FUNDERINGEN OP STAAL

Referentievlak	NAP	Partiële materiaalfactoren	Project: Nieuwbouw loods
Maaiv. hoogte	[NAP + m] 17,50	$\gamma_{m;\gamma} = 1,10$	Vorstweg 60 5941 NV VELDEN
Aanlegniveau	[NAP + m] 16,50	$\gamma_{m;\varphi} = 1,15$	
Gw.stand	[NAP + m] 16,50	$\gamma_{m;c} = 1,60$	

REPRESENTATIEVE WAARDEN VAN DE GRONDEIGENSCHAPPEN

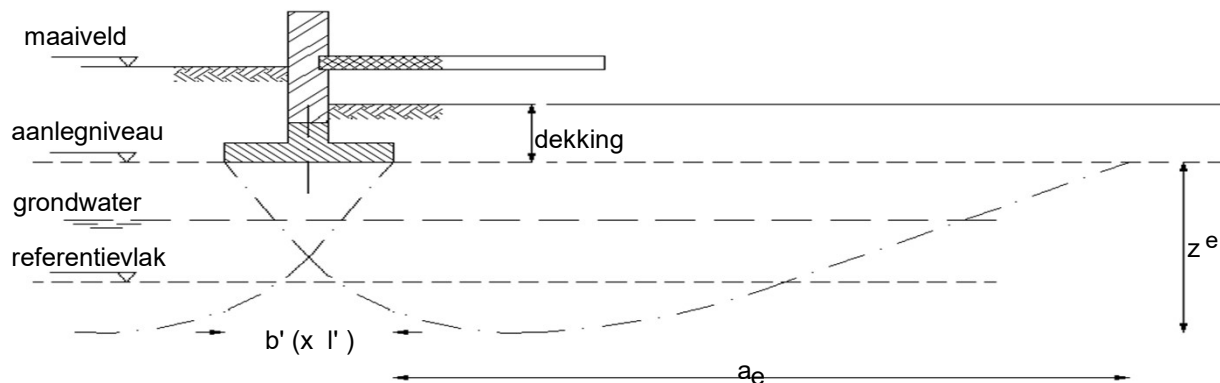
Laagnr.	bovenk. laag [NAP + m]	onderk. laag [NAP + m]	γ_k [kN/m ³]	$\gamma_{sat;k}$ [kN/m ³]	φ'_k [°]	c'_k [kN/m ²]
MV / dek.	17,50	16,50	17,0	19,0		
1	16,50	14,00	17,0	19,0	30,0	0,0
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						

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' [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	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
Poeren									
0,80	0,80	109	70 [kN]	138	88 [kN]	166	106 [kN]	1,14	2,86
1,00	1,00	115	115 [kN]	144	144 [kN]	172	172 [kN]	1,42	3,58
1,20	1,20	121	175 [kN]	150	216 [kN]	178	257 [kN]	1,70	4,29
1,30	1,30	124	210 [kN]	153	258 [kN]	181	306 [kN]	1,85	4,65
1,40	1,40	127	250 [kN]	156	306 [kN]	184	361 [kN]	1,99	5,01
1,50	1,50	130	293 [kN]	159	357 [kN]	187	422 [kN]	2,13	5,37
1,60	1,60	133	341 [kN]	162	414 [kN]	190	487 [kN]	2,27	5,72
1,70	1,70	136	394 [kN]	165	476 [kN]	193	559 [kN]	2,41	6,08



- 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 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 $16\text{ }\mu\text{m}$ 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.