

## **Geotechnisch bodemonderzoek, nieuwbouw**

Walem ong. te Walem

## Geotechnisch bodemonderzoek, nieuwbouw

Walem ong. te Walem

Rapportnummer: E230296.003/RKR

Datum: 22 februari 2023

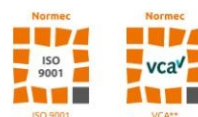
Naam opdrachtgever: [REDACTED]

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]  
[REDACTED]

T [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](http://www.aelmans.com)

# Inhoud

<b>1</b>	<b>Inleiding.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Projectbeschrijving.....</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Geotechnische gegevens .....</b>	<b>4</b>
3.1	Uitgevoerd grondonderzoek .....	4
3.2	Geotechnisch profiel .....	5
<b>4</b>	<b>Ontwerpadvies fundering.....</b>	<b>6</b>
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 + zakking

Bijlage 3 Algemene uitvoeringsrichtlijnen voor funderingen op staal

# 1 Inleiding

Aelmans Eco B.V. heeft van [REDACTED] het verzoek gekregen te adviseren omtrent de fundering nieuwbouw aan Walem ong. te Walem.

Het ten grondslag liggende grondonderzoek is uitgevoerd door onze eigen dienst. Dit rapport bevat de resultaten van het voornoemde grondonderzoek en het ontwerpadvies inzake de fundering voor het bovengenoemde project, vooralsnog uitgaande van een fundering op staal ([REDACTED]). De relevante resultaten van het uitgevoerde grondonderzoek zijn in figuur 1 alsmede bijlage 1.

## 2 Projectbeschrijving

Het project betreft de nieuwbouw van een woning met bovenwoning aan Walem ong. te Walem.

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

- SG BOUWADVIESBUREAU, projectcode 2021\_01, tekeningnummer G.2, d.d. 23-12-2022, Nieuwbouw van 1 levensloopbestendige en 1 starterswoning, ONTWERPFASE, situatie met plattegronden.

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

- Het bouwpeil nemen wij, gezien het maaiveldniveau, aan op NAP +143 m (*voor het exacte bouwpeil, is de opdrachtgever te contacteren*).
- Er wordt voorzien in een vrijstaand, twee-laags, bouwwerk.
- De geïmagineerde fundering bestaat vooralsnog uit een hooggelegen constructieve betonnen plaat van 300 mm dik.
- Momenteel bestaat géén inzicht in de te verwachten bouwlasten. De maximale rekenwaarde voor de belasting op de funderingen zijn door ons ingeschat als volgt; lijnlasten  $q_d = 150 \text{ kN/m}^1$  (sec druk, verticaal, centrisch belast, 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.

<sup>i</sup> 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 16 februari 2023 zijn 2 sonderingen tot op maximaal een diepte van maaiveld -8,05 meter geplaatst. Beide 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 kleeftmantel 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 %

0.3 - 1.5

1.5 - 2.5

2.5 - 5.0

> 5.0

#### Grondsoort

Zand, grof tot fijn

Silt (leem/löss)



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 S01 nog één handboring tot op maximaal een diepte van maaiveld -3 meter geplaatst. 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

De maaiveldhoogte ter plaatse van de sondeerpunten varieert van NAP +143,05 m tot NAP +142,99 m. Het maaiveld kent daarmee een minimaal hoogteverschil van 0,06 meter.

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

- Vanaf maaiveld tot op NAP +139,20 m à NAP +138,50 m wordt met name zwak zandige leem (= silt) aangetroffen, waarin conusweerstand (qc) van <0,5 tot 2,5 MPa zijn gemeten. De eerste meter in het profiel is trouwens belast met bodemvreemd materiaal (= geroerde grond). **Het betreft hier de Formatie van Boxtel, Laagpakket van Schimmert, een kleiige eenheid, hoofdzakelijk bestaande uit leem en een spoor klei, fijn en midden zand (bron; BRO REGIS Ilv2.2 en DGM v2.2).**
- Hieronder wordt tot op het maximaal verkende niveau van NAP +135 m een zandpakket aangetroffen, waarin conusweerstand van 5 tot meer dan 30 MPa zijn gemeten. **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; BRO REGIS Ilv2.2 en DGM v2.2).**

Tijdens de uitvoering van het grondonderzoek is in de sondeergaten naar het grondwater gepeild. Dit is tot op het maximaal verkende niveau van NAP +135 m 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 Ontwerpadvies fundering

### 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 een grondverbetering. 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 meter geadviseerd. Waar dit niet mogelijk is, zal moeten worden voorzien in een vorstrand. In dit rapport is uitgegaan van een aanlegniveau van het funderingselement van NAP +142,70 m.

In de 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.

Tabel 4-1: Minimaal vereiste ontgravingsniveaus, nieuwbouw aan Walem ong. te Walem

Sondering nummer	Maaiveldhoogte [NAP + m]	Aanlegniveau betonnen sloof	Minimaal vereist ontgravingsniveau	
		[NAP + m]	[NAP + m]	[maaiveld - m]
1	143,05	142,7	141,7	1,35
2	142,99	142,7	141,7	1,29

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 grondverbetering wordt aangebracht, moet het ontgravingsvlak goed worden afgetrild (met schapenpotenwals waar nodig).

#### 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 0,20 m, 0,25 m en 0,30 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 van een (hooggelegen) constructieve betonnen plaat van 300 mm dik bedraagt 1,5 meter. 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 optreden van circa 15 à 25 mm. Verder moeten zettingsverschillen van maximaal 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. Eén prognose is in bijlage 2 opgenomen.

#### 4.5 Beddingconstante

Voor de berekening van (een) op een zandbed aangelegde betonnen vloer(en) of funderingsplaten kan, bij een zorgvuldige uitvoering, alhier ( $F_{rep} = 115 \text{ kN/m}$  op meewerkende strook van 1,5 meter met daaronder  $\geq 1,00$  meter grondverbetering in 1:1 spreiding) een statische bedding constante van  $5.400 \text{ kN/m}^3$  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 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 ontwerpadvies fundering. Indien u dat aangeeft, dan kan worden nagegaan of de wijzigingen gevolgen hebben voor het voorliggende ontwerpadvies fundering en kan dit ontwerpadvies fundering zo nodig hierop worden aangepast.

Ubachsberg, gemeente Voerendaal, 22 februari 2023

**Aelmans Eco B.V.**



**Projectleider/geotechnisch adviseur**

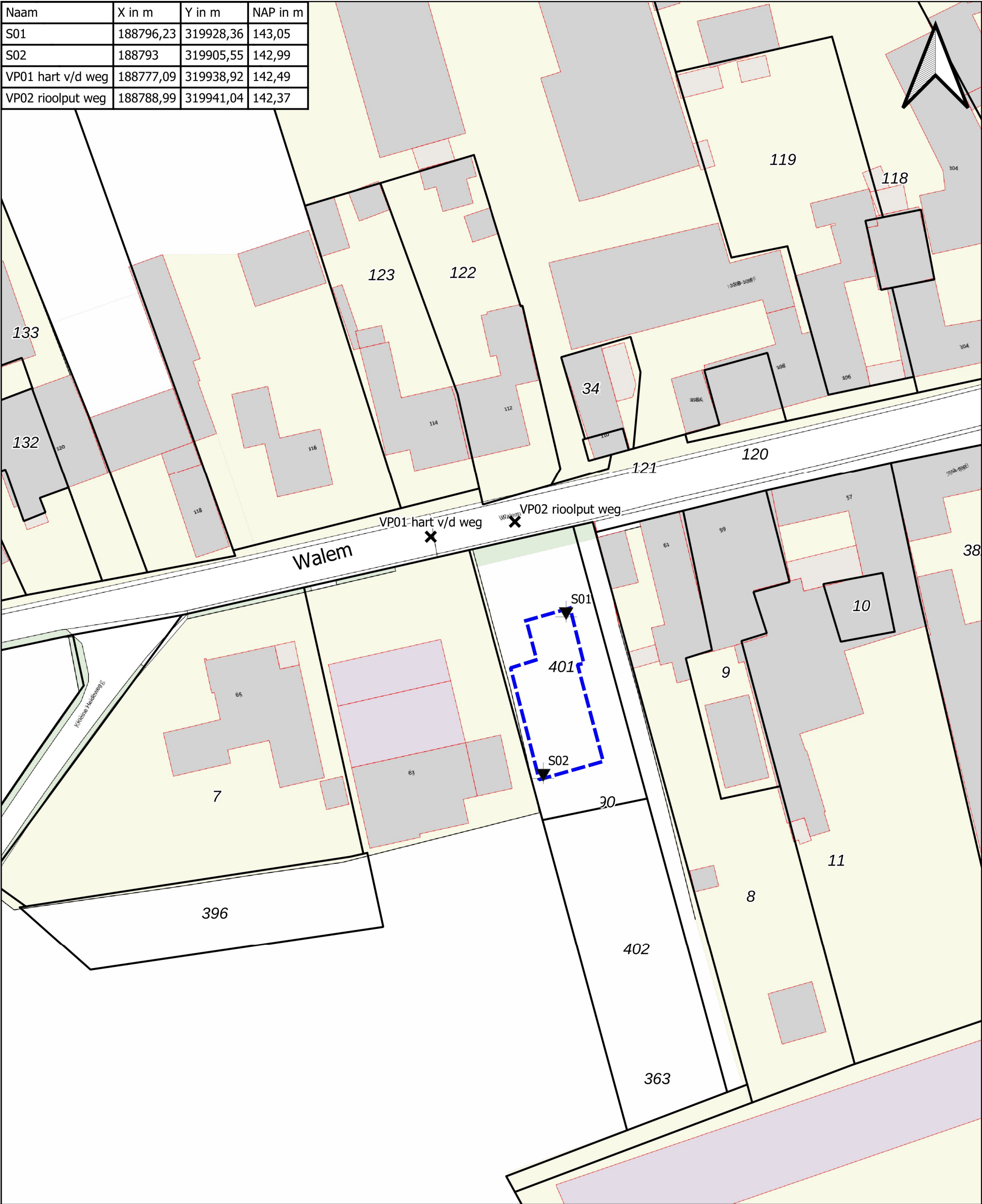
R  
eld door:



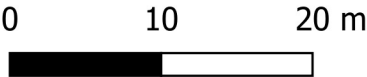
**Projectleider/geotechnisch adviseur**



Naam	X in m	Y in m	NAP in m
S01	188796,23	319928,36	143,05
S02	188793	319905,55	142,99
VP01 hart v/d weg	188777,09	319938,92	142,49
VP02 rioolput weg	188788,99	319941,04	142,37



Legenda



- B00= Handboring
- ✕ VP00= Vast punt
- ▼ S00= Sondering met kleef



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

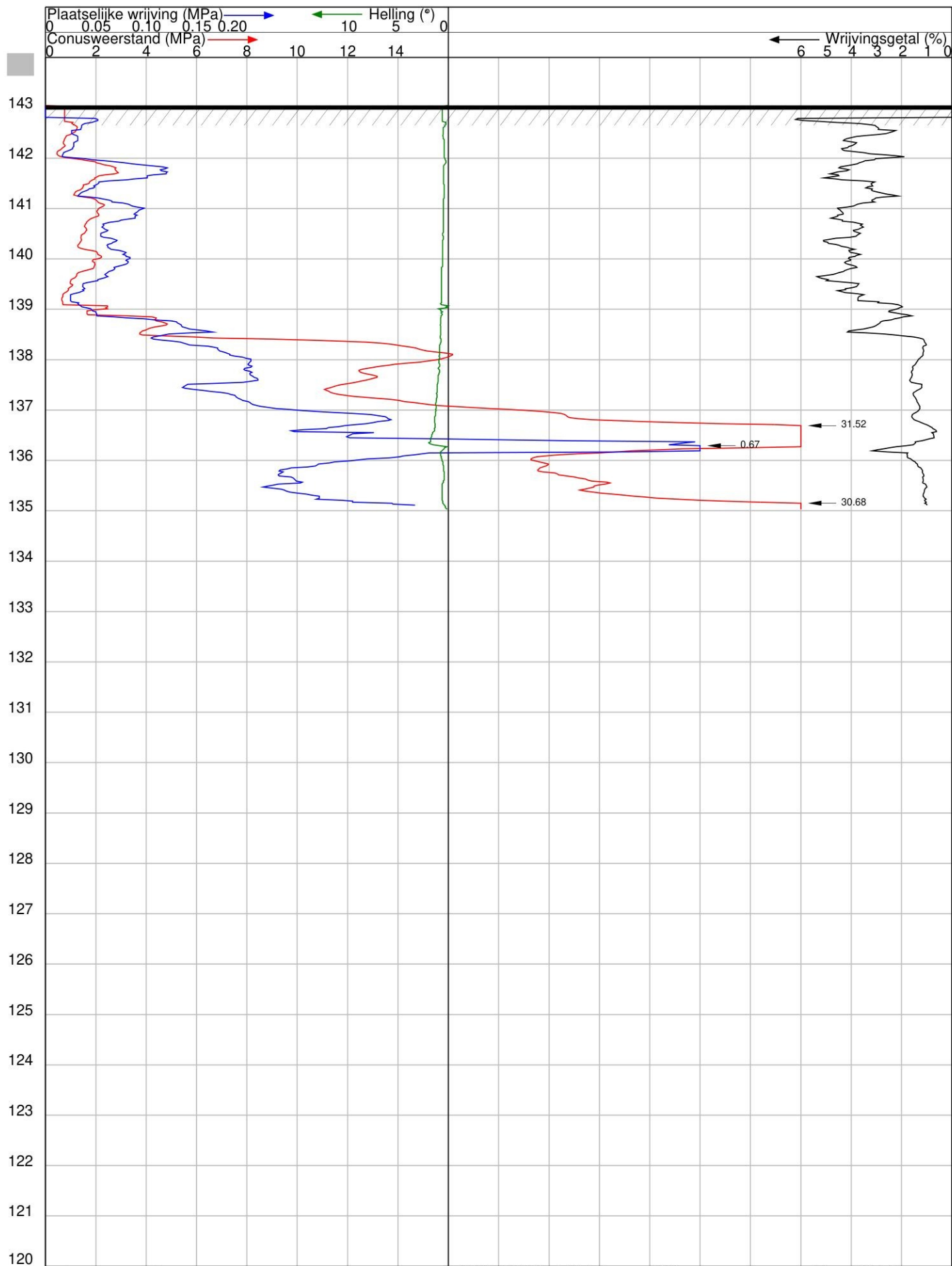
Kerkstraat 2  
6095 BE Baexem  
T: 0475-459260  
<https://www.aelmans.com>

Opdrachtgever	Fam. M. Hofman		
Onderwerp	Onderzoekslocatie		
Locatie	Walem ong. te Walem		
Projectnummer	E230296		
Datum	22-02-2023	Tekeningnr:	Figuur01
Getekend	L. Omid	Schaal	1:500
		Formaat	A3

## **Bijlage 1**

Relevante delen grondonderzoek

DIEPTE IN METERS T.O.V. NAP



OPDRACHT NR : E230296

SONDERING : 1

DATUM : 16-2-2023 TIJD : 15:15

OPDRACHTGEVER : [REDACTED]

OMSCHRIJVING : Walem te [REDACTED]

SONDEERMEESTER : JKR

REFERENTIE NIVO : 143.05 m t.o.v. NAP

CONUS TYPE : P15-CFII-15

HELLINGOPNEMER :

EINDWAARDE HELLING : 0.1

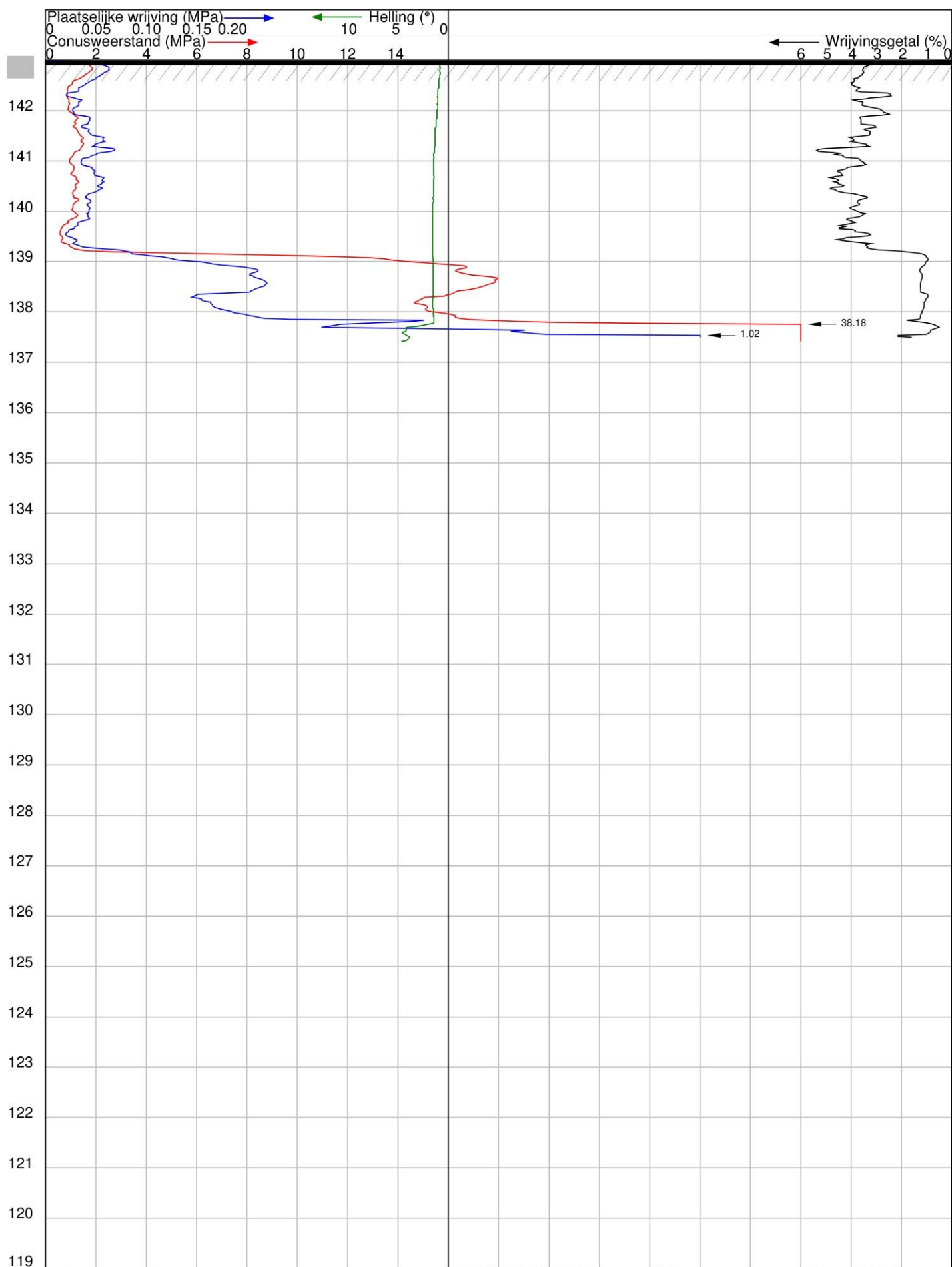
OPMERKING :

Nr. : 071211

Nr. :



DIEPTE IN METERS T.O.V. NAP



OPDRACHT NR : E230296  
SONDERING : 2  
DATUM : 16-2-2023 TIJD : 14:58  
OPDRACHTGEVER :   
OMSCHRIJVING : Walem te

SONDEERMEESTER : JKR  
REFERENTIE NIVO : 142.99 m t.o.v. NAP  
CONUS TYPE : P15-CFII-15  
HELLINGOPNEMER :  
EINDWAARDE HELLING : 4.67  
OPMERKING :  
Nr. : 071211  
Nr. :





**Projectcode: E230296**

**Projectnaam: T.b.v. nieuwbouw woning a/d Walem te Walem**

**Boring:**

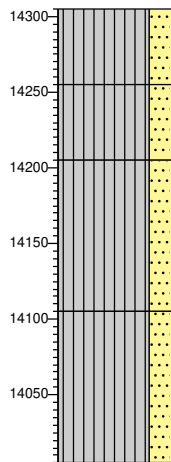
Datum:

**Boring bij S01**

22-2-2023

N.A.P.[m]

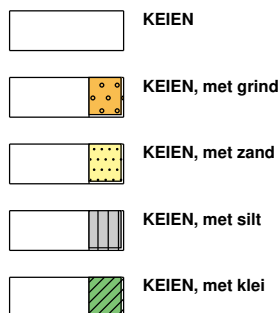
143.05



0	braak
▲	Silt, stevig, zwak zandig, zwak organisch, met grind, niet plastisch, sporen baksteen, sporen kolen, standaardbruin
50	
▲	Silt, stevig, zwak zandig, niet plastisch, sporen baksteen, sporen kolen, sporen roest, standaard beigebruin
100	
	Silt, stevig, zwak zandig, niet plastisch, standaard bruinbeige
200	
	Silt, stevig, zwak zandig, niet plastisch, sporen baksteen
▲	
300	

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

### KEIEN (KEITJES)



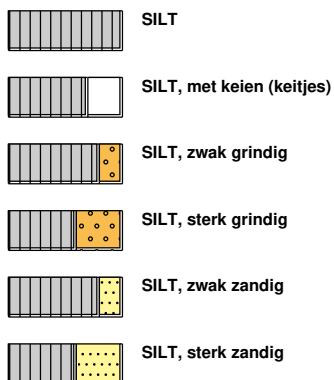
### GRIND



### ZAND



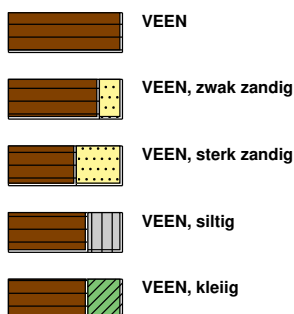
### SILT



### KLEI



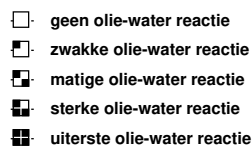
### VEEN (HUMUS, DETRITUS)



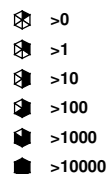
### geur



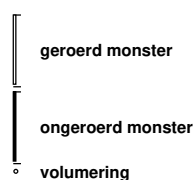
### olie



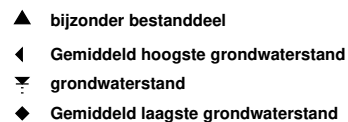
### p.i.d.-waarde



### monsters



### overig



## **Bijlage 2**

Maximale verticale weerstand + zakking

# Aelmans Advies Groep

Opdrachtnummer	E230296	Datum	22-2-2023
----------------	---------	-------	-----------

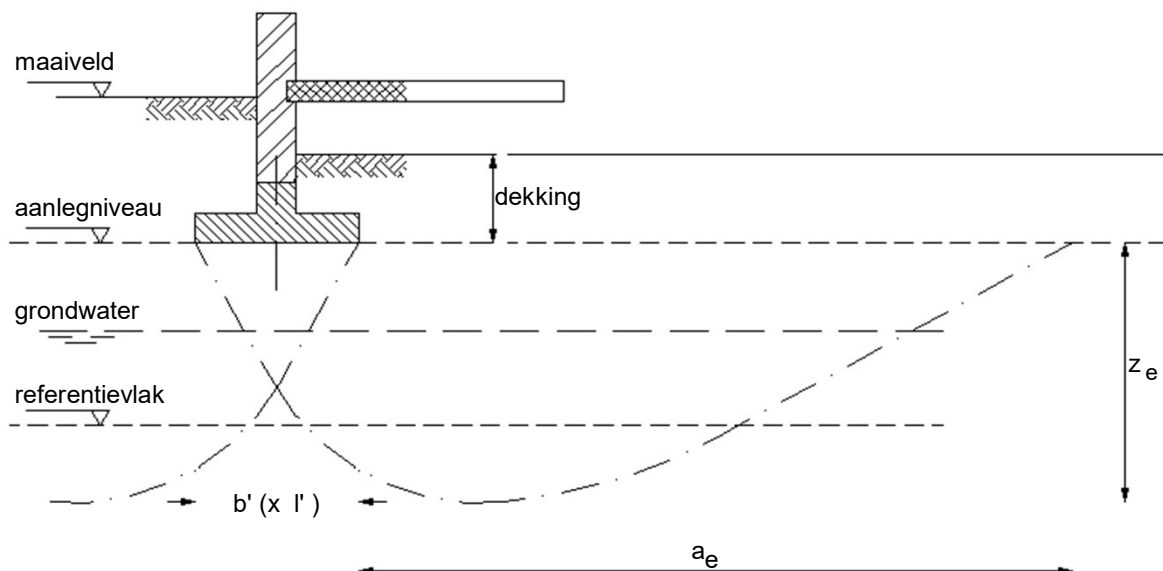
## MAXIMALE WEERSTAND VAN FUNDERINGEN OP STAAL

Referentievlak	NAP	Partiële materiaalfactoren	Project: nieuwbouw walem ong. walem
Maaiv. hoogte	[NAP + m] 143,05	$\gamma_{m;\gamma} = 1,10$	
Aanlegniveau	[NAP + m] 142,70	$\gamma_{m;\varphi'} = 1,15$	
Gw. stand	[NAP + m] 142,70	$\gamma_{m;c'} = 1,60$	

REPRESENTATIEVE WAARDEN VAN DE GRONDEIGENSCHAPPEN						
Laagnr.	bovenk. laag [NAP + m]	onderk. laag [NAP + m]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{sat;k}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi'_k$ [°]	$c'_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]
MV / dek.	143,05	142,70	17,0	19,0		
1	142,70	141,70	17,0	19,0	30,0	0,0
2	141,70		19,0	19,0	27,5	0,0
3						
4						
5						
6						
7						
8						

REKENWAARDEN GRONDEIGENSCH.			
$\gamma_d$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{sat;d}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi'_d$ [°]	$c'_d$ [kN/m <sup>2</sup> ]
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 : 0,20 m		dekking : 0,25 m		dekking : 0,30 m		Invloedsgebied	
b'	l'	$\sigma'_{max;d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$R_{v;d}$	$\sigma'_{max;d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$R_{v;d}$	$\sigma'_{max;d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$R_{v;d}$	$z_e$	$a_e$
[m]	[m]							[m]	[m]
0,40	strook	58	23 [kN/m']	68	27 [kN/m']	78	31 [kN/m']	0,57	1,43
0,50	strook	62	31 [kN/m']	72	36 [kN/m']	82	41 [kN/m']	0,71	1,79
0,60	strook	66	40 [kN/m']	76	46 [kN/m']	87	52 [kN/m']	0,85	2,15
0,70	strook	70	49 [kN/m']	80	56 [kN/m']	91	63 [kN/m']	0,99	2,50
0,80	strook	74	59 [kN/m']	84	67 [kN/m']	94	76 [kN/m']	1,13	2,86
0,90	strook	77	70 [kN/m']	87	79 [kN/m']	98	88 [kN/m']	1,27	3,20
1,00	strook	80	80 [kN/m']	91	91 [kN/m']	101	101 [kN/m']	1,41	3,54
1,25	strook	88	110 [kN/m']	98	122 [kN/m']	107	134 [kN/m']	1,75	4,37
1,50	strook	95	142 [kN/m']	104	156 [kN/m']	114	171 [kN/m']	2,09	5,19
0,75	0,75	79	45 [kN]	94	53 [kN]	108	61 [kN]	1,06	2,68
1,00	1,00	85	85 [kN]	99	99 [kN]	113	113 [kN]	1,41	3,54
1,25	1,25	89	139 [kN]	103	160 [kN]	116	182 [kN]	1,75	4,37
1,50	1,50	94	210 [kN]	107	240 [kN]	120	270 [kN]	2,09	5,19



# Aelmans ECO B.V.

Opdrachtnummer	E230296	Datum	22-2-2023	Sondering:	1
----------------	---------	-------	-----------	------------	---

## ZETTINGSBEREKENING (TERZAGHI)

Referentievlak	NAP			Betreft:	nieuwbouw walem ong. walem
Gw.stand	NAP +	135,00	m		
Mv.hoogte	NAP +	143,05	m		
Aanlegniveau	NAP +	142,70	m		
Type fundering	s	(= Strook)			
Breedte fundering	1,50	m			
Spreiding	1	: 1			
Frep;fundering	115	kN/m			

GEGEVENS GRONDLAGEN						KORRELSPANNINGEN			
Laag nr.	o.k. laag [NAP + m]	$\gamma_{ijk}$ [kN/m³]	$q_{c,ij,gem}$ [MPa]	Grond-soort	$C'_{10}^4$	$h_i$ [m]	$\sigma_{v,z,i,gem}$ [kN/m²]	$\Delta\sigma_{v,z,i,gem}$ [kN/m²]	$\Delta z_i$ [mm]
1	142,70	25,0		b		0,35	4,38		
2	141,70	18,0	5,0	z		1,00	17,75	46,00	
3	138,50	19,0	2,0	l	40,0	3,20	57,15	17,16	21,0
4	135,00	18,0	15,0	z		3,50	119,05	8,58	
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									

Eindzetting = 21 mm

## **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 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.