



Geotechnisch bodemonderzoek, nieuwbouw

Raadhuisstraat ong. te Brunssum

Geotechnisch bodemonderzoek, nieuwbouw

Raadhuisstraat ong. te Brunssum

Rapportnummer: E215468.004/RKR

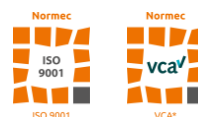
Datum: 10 maart 2021

Naam opdrachtgever: Planburo B B.V., de heer M. Mulders

Adres opdrachtgever: Mauritslaan 65, 6161 HR te GELEEN

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
3.3	Veldtesten	5
3.4	Classificatie resultaten.....	6
4	Mogelijkheden voor infiltratie.....	7
4.1	Algemeen.....	7
4.2	Toetsing	7
5	Funderingsadvies	8
5.1	Keuze funderingstype.....	8
5.2	Minimaal vereiste ontgravingsniveaus.....	8
5.3	Berekening maximale weerstand	9
5.4	Zakkingen in de gebruikssituatie	9
5.5	Beddingconstante.....	9
5.6	Uitvoering.....	10

Figuur 1 Ligging onderzoekslocatie met situering sondeer- en boorpunten

Bijlage 1 Relevante delen grondonderzoek

Bijlage 2 Berekening maximale verticale weerstand

Bijlage 3 Algemene uitvoeringsrichtlijnen voor funderingen op staal

Bijlage 4 Meetwaarden veldtesten en uitwerking middels Hooghoudt

1 Inleiding

Aelmans Eco B.V. heeft van de heer M. Mulders, namens Planburo B B.V., het verzoek gekregen te adviseren omtrent de fundering nieuwbouw op het adres Raadhuisstraat ong. te Brunssum.

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 indicatieve funderingsadvies voor de bovengenoemde nieuwbouw, uitgaande van vooralsnog een fundering op staal.

Tegelijkertijd is / wordt onderzoek gedaan naar de waterdoorlatendheid van de ondergrond ter plaatse. Het doel van een onderzoek naar de waterdoorlatendheid van de ondergrond, is vaststellen of infiltratie van regenwater in de bodem ter plaatse van de onderzoekslocatie opportuun is. Een en ander in het kader van duurzaam bouwen en het ontwerpen met regenwater.

2 Projectbeschrijving

Het project betreft de nieuwbouw van een woning aan de Raadhuisstraat ong. te Brunssum.

Ten behoeve van dit project zijn de volgende documenten beschikbaar gesteld:

- WIJNEN ARCHITECTEN, projectnummer 1933, tekeningnummer BT02, d.d. 22-12-2020, Bungalow Raadhuisstraat Brunssum, plattegronden, gevels, doorsneden.
- PLANBURO B B.V., KADASTRALE ONDERLEGGER met duiding perceel Brunssum C6319.
- PLANBURO B B.V., SITUATIE met duiding bouwblok.

Uit deze documenten en uit aanvullende informatie van de opdrachtgever zijn de volgende projectgegevens afgeleid:

- Er vindt nieuwbouw plaats van een woning, grondgebonden over circa 17x14 meter.
- Er wordt voorzien in een kelder (circa 12x10 meter) en een begane grond niveau onder plat dak.
- De geviseerde fundering bestaat, vooralsnog, uit stroken en / of poeren. Beneden de kelder wordt sowieso voorzien in een constructieve betonnen plaat ≥ 200 mm.
- **Het bouwpeil bedraagt, ons inziens, NAP +81 meter.**
- Vooralsnog worden géén significante ophogingen of afgravingen van het perceel verwacht, dan die benodigd voor de bouw zelf (ingraven kelder, egalisatie).
- 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:

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 2 maart 2021 zijn 2 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 beide sondering 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 én teneinde inzicht te verkrijgen in de waterdoorlatendheid van de ondergrond zijn op het achteraan op het perceel nog een tweetal handboringen verricht tot maximaal een diepte van maaiveld -3 m. Deze boringen zijn 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 waterdoorlatendheid c.q. het infiltratievermogen kan op verschillende manieren worden onderzocht o.a.;

- ex-situ, off-site; labotesten (o.a. constant head of falling head test, afhankelijk van de grondslag);
- in-situ, on-site; veldtesten (bijv. omgekeerde boorgatmethode, Ksat, soak away).

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 sondeer- en boorlocaties varieert van NAP +82,42 m tot NAP +80,16 m.

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

- Vanaf maaiveld tot aan de maximaal verkende diepte van NAP +71,21 m wordt een zandpakket aangetroffen waarin conusweerstand zijn gemeten van 5 tot meer dan 30 MPa. Terugvallen in de conusweerstand (tot 1,5 MPa) worden veroorzaakt door silthoudend en / of losgepakt zand. ***Circa de eerste 4 meter betreft het hier de Formatie van Boxtel, een zandige eenheid, hoofdzakelijk bestaande uit midden en fijn zand, met weinig zandige klei en grof zand en een spoor klei, veen en grind. Daarbeneden zit een laag van circa 0,5 meter dik behorende tot 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. Deze is tenslotte gelegen op de Kiezeloëliet Formatie, eveneens een zandige eenheid, hoofdzakelijk bestaande uit midden en grof zand, met weinig klei, zandige klei, fijn zand en grind en een spoor bruinkool (bron; BRO REGIS II v2.2 en DGM v2.2).***

Tijdens de uitvoering van het grondonderzoek kon tot op een diepte van maaiveld -3,8 m à -5,3 m (NAP +77,41 m à NAP +74,86 m) **géén grondwater** waargenomen worden. Beneden dit niveau waren de sondeergaten dichtgevallen, mogelijk onder invloed van het grondwater. 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.

3.3 Veldtesten

Middels veldtesten vindt afleiding plaats van de doorlaatfactor voor infiltratie. Op de projectlocatie zijn (in-situ) doorlatendheidsproeven uitgevoerd. Hiertoe zijn tot op een bepaalde diepte boringen met bekende boordiameter uitgevoerd in de onverzadigde zone (= boven het grondwater). Vervolgens is in korte tijd het boorgat gevuld met een vooraf vastgestelde hoeveelheid water. De zakking van de waterstand in het boorgat is in de tijd waargenomen. Indien opportuun wordt de test één tot tweemaal herhaald (een eerste meting geeft meestal een hogere doorlatendheid omdat de aanwezige grond dan nog niet verzadigd is, bij de volgende metingen raakt de grond langzaam verzadigd waarbij de laatste meting normaliter maatgevend is voor de doorlatendheid). De proef is uitgewerkt conform de omgekeerde Hooghoudt. In tabel 3-1 is het resultaat van de beide proeven weergegeven. De meetwaarden zijn in bijlage 4 opgenomen. Situering van het infiltratiepunten volgens figuur 1.

Tabel 3-1 Resultaten doorlatendheidsproeven

		Nummer proef/boring		
		IP01	IP02	
Site		Raadhuisstraat ong. Brunssum		
Coördinaten	X	195847	195862	
	Y	328815	328816	
	Z (m+NAP)	82,42	81,76	
Diepte boring (m-mv)		3	3	
Grondwater (m-mv)		>3,5	>3,5	
Testdiepte (m-mv)		3	3	
Diameter boring (mm)		70		
Grondsoort		Tot op maaiveld -1,50 meter zwakzandige leem, daaronder sterk zandige leem	Tot op maaiveld -1,10 meter zwakzandige leem, daaronder sterk zandige leem	
Doorlaatfactor (m / d) Hooghoudt		1,01	1,58	

3.4 Classificatie resultaten

De doorlatendheid van de ondergrond kan worden geclassificeerd als vermeld in tabel 3-2 (bron: Cultuurtechnisch Vademecum). De **doorlaatfactor** van de geteste laag op de locatie is volgens deze classificatie en de Hooghoudt-uitwerking **goed**. De doorlaatfactoren komen overeen met de waarden van k voor fijn zand ($k = 10 - 1 \text{ m/d}$).

Tabel 3-2 Classificatie doorlatendheid

k (m/d)		klasse
van	tot	
	< 0,01	Zeer slecht
0,01	0,10	Slecht
0,10	0,50	Matig
0,50	1,00	Vrij goed
1,00	10	Goed
>10		Zeer goed

4 Mogelijkheden voor infiltratie

4.1 Algemeen

Over het algemeen wordt gesteld dat infiltratie van neerslagwater interessant is indien:

- De doorlatendheid groter is dan ca. 0,3 m/d*;
 - Het grondwater dieper dan 0,5 à 0,7 meter minus maaiveld aanwezig is;
 - Het in te leiden neerslagwater niet is verontreinigd.
- * Infiltratie van neerslagwater behoort bij lagere doorlatendheden ook tot de mogelijkheden, mits hiervoor voldoende ruimte gereserveerd wordt om de geringe doorlatendheid te compenseren. Bij lagere doorlatendheden, zal een voorziening voornamelijk als buffer dienen

4.2 Toetsing

In tabel 3-1 is de maatgevende doorlatendheid weergegeven ter plaatse van de geteste bodemlaag in de boring. De bodem is geclassificeerd en **de doorlatendheid voldoet** ter hoogte van beide boorpunten.

Aan de tweede eis wordt voldaan, aangezien het grondwater zich op een diepte van $\geq 3,5$ meter min maaiveld bevindt.

Aan de derde eis kan worden voldaan door alleen schoon regenwater te infiltreren. Voor infiltratie van het water zal een zand- en slibvangsysteem moeten worden aangebracht.

De mogelijkheden voor infiltratie zijn als volgt:

1. Oppervlakkige infiltratie via doorlatende verharde oppervlakten. Hierbij zal rekening moeten worden gehouden met een geroerde toplaag. Deze zal moeten worden verwijderd en vervangen door goed doorlatend materiaal. Oppervlakkige infiltratie is sterk onderhoudsgevoelig en over het algemeen geen economisch aantrekkelijke optie. Uitzondering hierop betreft een zogenaamde waterbergende weg (Aquaflow).
2. Infiltratie in de ondiepe ondergrond. Hierbij valt te denken aan infiltratie via een greppel (wadi) infiltratiekoffers, putten en of infiltratieriool. Dit behoort tot de mogelijkheden, de doorlatendheid van de ondiepe ondergrond is ter hoogte van de boringen (sec) goed.
3. Infiltratie naar de diepere ondergrond. Dit kan middels grindpalen etc. naar diepere zand - / grindlagen. Dit behoort tot de mogelijkheden en zelfs infiltratie beneden de waterspiegel is opportuun. Uit ervaring weten wij, dat de waterdoorlatendheid significant toeneemt met de diepte.

5 Funderingsadvies

5.1 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.

5.2 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 het funderingselement van NAP +77,80 m. Stroken en poeren worden daarentegen aangezet op NAP +80 m.

In tabel 5-1 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 5-1 Minimaal vereiste ontgravingsniveaus, nieuwbouw Raadhuisstraat ong. te Brunssum

Sondering nummer	Maaiveldhoogte [NAP + m]	Aanlegniveau betonnen sloof	Minimaal vereist ontgravingsniveau	
		[NAP + m]	[NAP + m]	[maaiveld - m]
1	80,16	77,8 (80)	77,8 (79,7)	2,36 (0,46)
2	81,21	77,8 (80)	77,8 (80)	3,41 (1,21)
IP01	82,42			
IP02	81,76			

(80) niveaus bij funderen op stroken en / of poeren.

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.

5.3 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, 0,20 m, 0,25 m, 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 200 mm dik bedraagt 1,0 meter. De berekeningsresultaten zijn in bijlage 2 opgenomen.

5.4 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 20 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.

5.5 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.

5.6 Uitvoering

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

Ubachsberg, gemeente Voerendaal, 10 maart 2021

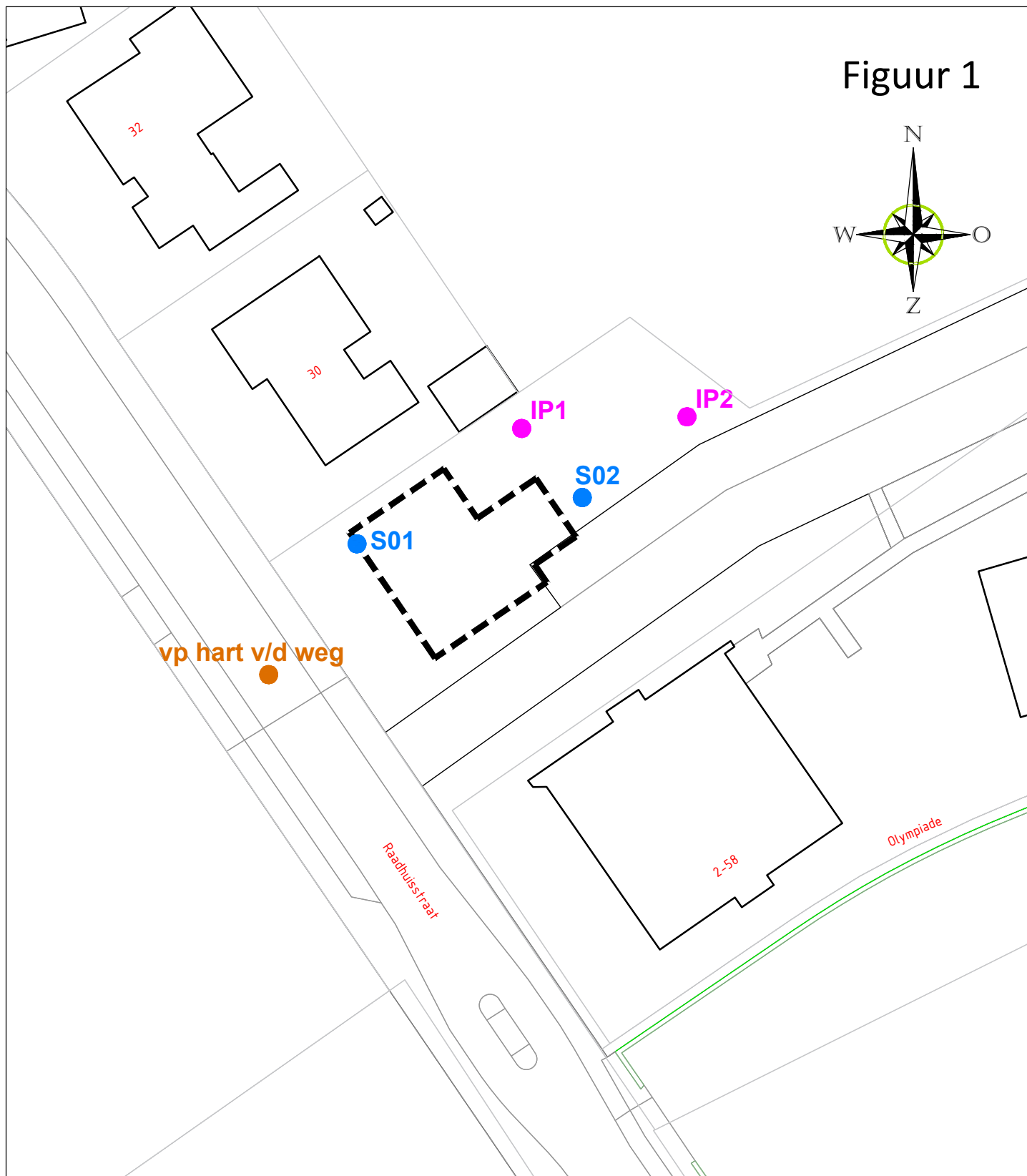
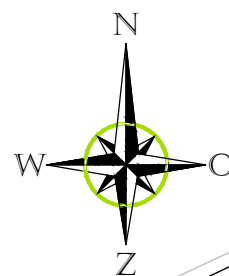
Aelmans Eco B.V.



De heer G.A.P. Hamers

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

Figuur 1



LEGENDA



Kerkstraat 4
6367 JE Voerendaal
T. 045-575 32 55
F. 045-575 15 09
E. info@aelmans.com

Kerkstraat 2
6095 BE Baexem
T. 0475-45 92 60
F. 0475-45 92 82
I. www.aelmans.com

S01

sondeerpunt

IP1

infiltratieproef

vp

vast punt

44

bestaande bebouwing

- - -

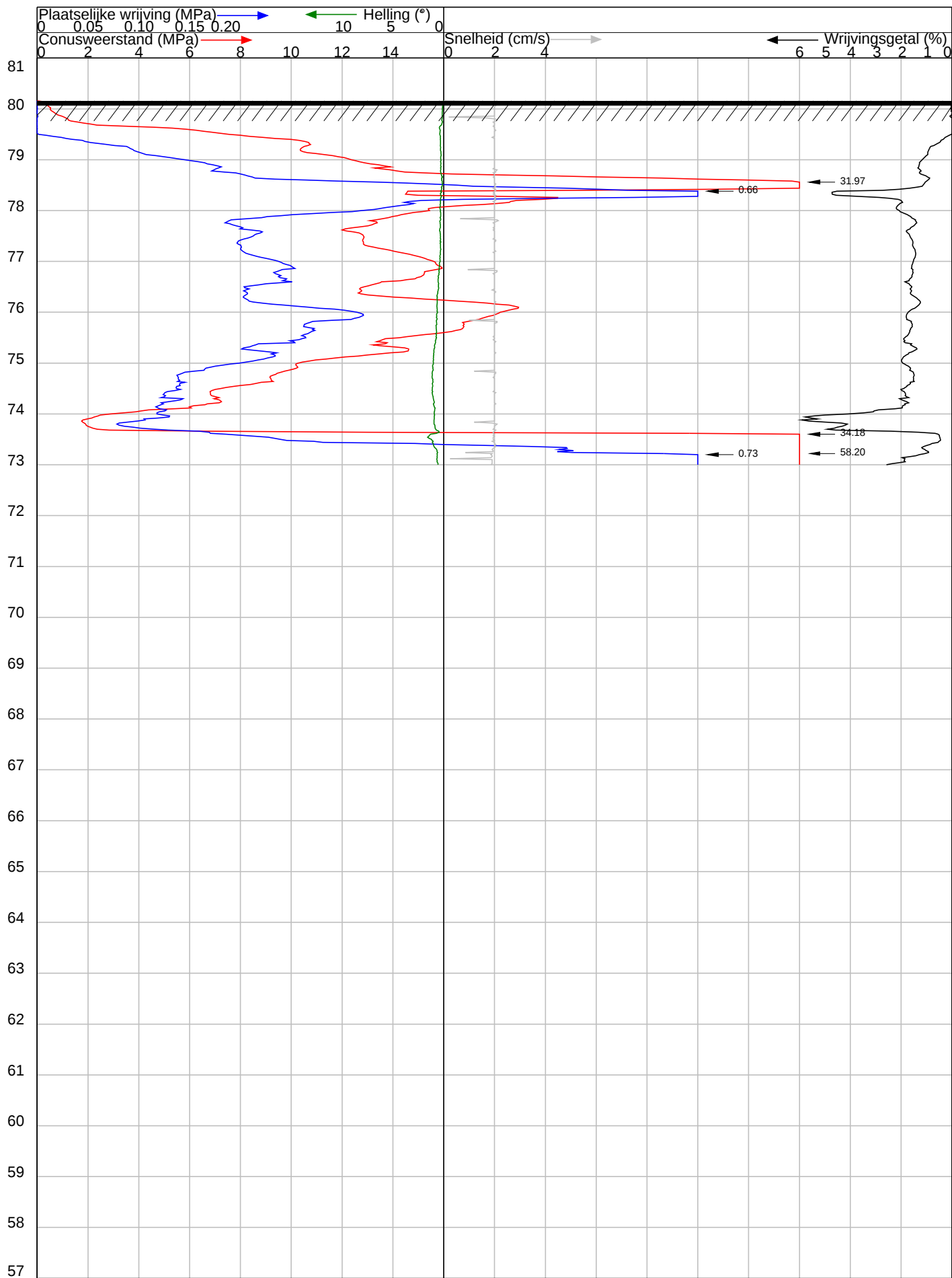
geplande nieuwbouw

Opdrachtgever	Planburo B B.V.			
Onderwerp	Onderzoekslocatie met ligging sondeerpunten			
Locatie	Raadhuisstraat te Brunssum			
Projectnummer	E215468			
Datum	10-03-2021	A:	-	B: -
Getekend	CHA	Schaal	1:500	Formaat A4

Bijlage 1

Relevante delen grondonderzoek

DIEPTE IN METERS T.O.V. NAP



OPDRACHT NR : E215468

SONDERING : 1

DATUM : 2-3-2021 TIJD : 10:19

OPDRACHTGEVER : Planburo B B.V.

OMSCHRIJVING : Raadhuisstraat ong. Brunssum

SONDEERMEESTER :

REFERENTIE NIVO : 80.16 m t.o.v. NAP

CONUS TYPE : I-CFXY-15

HELLINGOPNEMER :

EINDWAARDE HELLING : 0.5772816

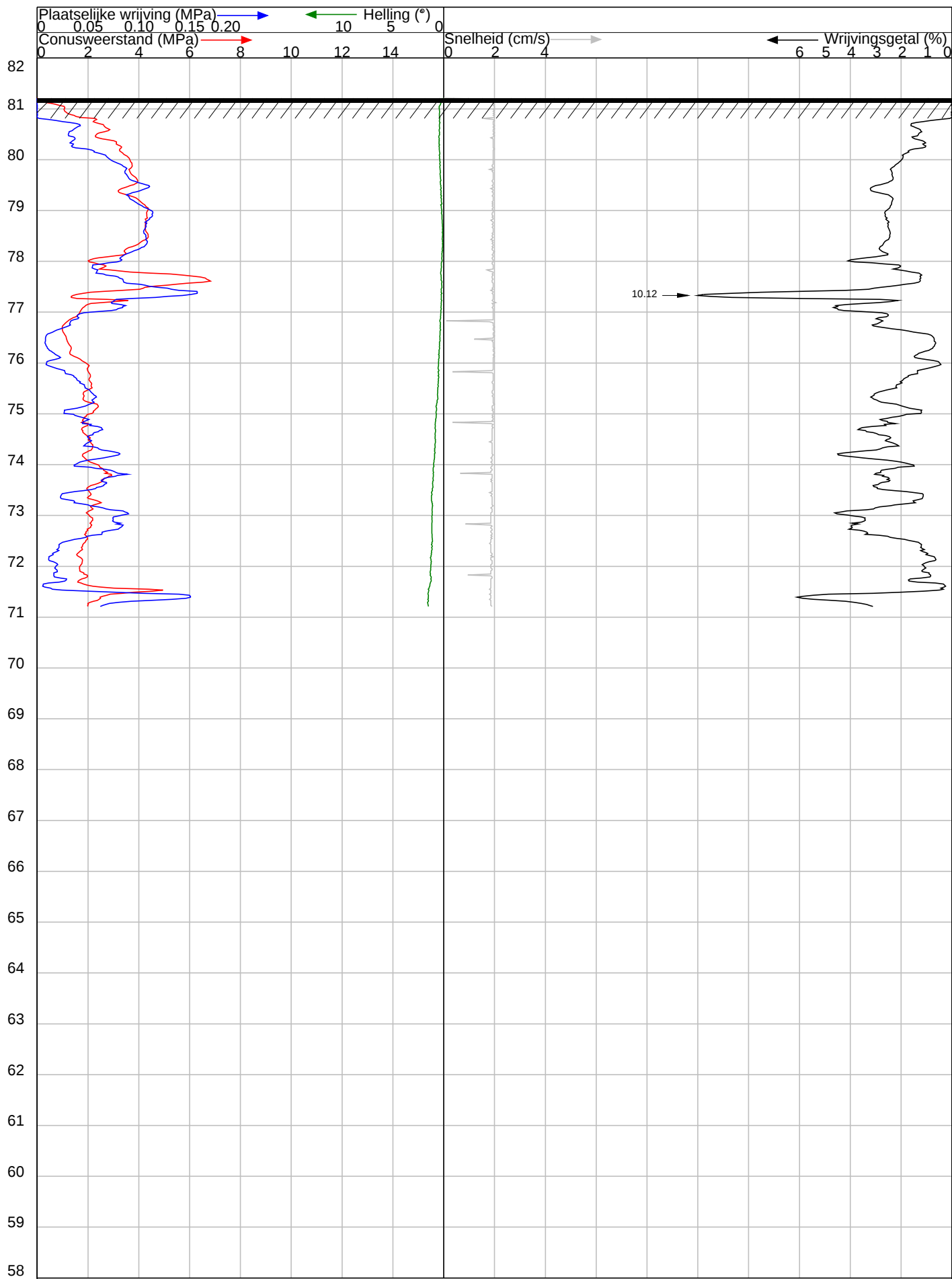
OPMERKING :

Nr. : 190525

Nr. :



DIEPTE IN METERS T.O.V. NAP



OPDRACHT NR : E215468

SONDERING : 2

DATUM : 2-3-2021 TIJD : 10:58

OPDRACHTGEVER : Planburo B.B.V.

OMSCHRIJVING : Raadhuisstraat ong. Brunssum

SONDEERMEESTER :

REFERENTIE NIVO : 81.21 m t.o.v. NAP

CONUS TYPE : I-CFXY-15

HELLINGOPNEMER :

EINDWAARDE HELLING : 1.50139

OPMERKING :

Nr. : 190525

Nr. :



Naam	Feature_kl	Nummer	Easting	Northing	Elevation	Length	Diepte	Antenneh	nauwkeurij	Recording_	Height_off	Gemaakt_c	Gemaakt_c	Editor	Laatst_gew	Tijdzone	Organisatie	Project	Adres	Bron	Actief
IP 1	Infiltratiepi	IP 1	195847	328815,3	82,415	0	0	2	0,035511	GPS	-2	Aelmans	Er 2-3-2021 1	Aelmans	Er 2-3-2021 1		E215468			1	true
IP 2	Infiltratiepi	IP 2	195862,3	328816,4	81,764	0	0	2	0,014866	GPS	-2	Aelmans	Er 2-3-2021 1	Aelmans	Er 2-3-2021 1		E215468			1	true
	1 Sondering	1	195831,7	328804,7	80,158	0	0	2	0,011662	GPS	-2	Aelmans	Er 2-3-2021 1	Aelmans	Er 2-3-2021 1		E215468			1	true
	2 Sondering	2	195852,6	328809	81,209	0	0	2	0,011662	GPS	-2	Aelmans	Er 2-3-2021 1	Aelmans	Er 2-3-2021 1		E215468			1	true
hart v/d wi	Vastpunt	hart v/d weg	195823,6	328792,6	78,453	0	0	2	0,011662	GPS	-2	Aelmans	Er 2-3-2021 1	Aelmans	Er 2-3-2021 1		E215468			1	true

Bijlage 2

Maximale verticale weerstand

Aelmans Advies Groep

Opdrachtnummer E215468 Datum 10-3-2021

MAXIMALE WEERSTAND VAN FUNDERINGEN OP STAAL

Referentievlaak	NAP		Partiële materiaalfactoren	Project: nieuwbouw raadhuisstraat ong. brunssum
Maaiv. hoogte	[NAP + m]	80,70	$\gamma_{m;\gamma} = 1,10$	plaat beneden kelder
Aanlegniveau	[NAP + m]	77,80	$\gamma_{m;\phi'} = 1,15$	
Gw.stand	[NAP + m]	77,80	$\gamma_{m;c'} = 1,60$	

REPRESENTATIEVE WAARDEN VAN DE GRONDEIGENSCHAPPEN

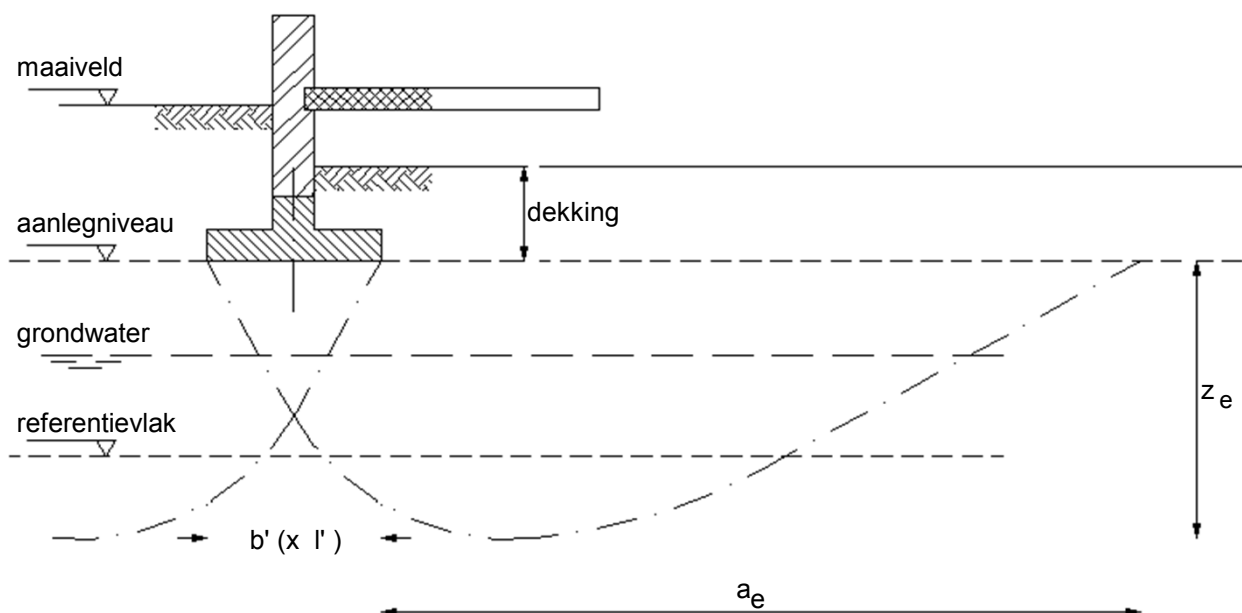
Laagnr.	bovenk. laag [NAP + m]	onderk. laag [NAP + m]	γ_k [kN/m ³]	$\gamma_{sat;k}$ [kN/m ³]	ϕ'_k [°]	c'_k [kN/m ²]
MV / dek.	80,70	77,80	17,0	19,0		
1	77,80		17,0	19,0	30,0	0,0
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						

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 : 0,20 m		dekking : 0,25 m		dekking : 0,30 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	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']	85	68 [kN/m']	95	76 [kN/m']	1,14	2,86
0,90	strook	78	71 [kN/m']	89	80 [kN/m']	99	89 [kN/m']	1,28	3,22
1,00	strook	83	83 [kN/m']	93	93 [kN/m']	103	103 [kN/m']	1,42	3,58
1,25	strook	93	116 [kN/m']	103	129 [kN/m']	114	142 [kN/m']	1,77	4,47
1,50	strook	103	155 [kN/m']	114	170 [kN/m']	124	186 [kN/m']	2,13	5,37
0,75	0,75	79	45 [kN]	94	53 [kN]	108	61 [kN]	1,06	2,68
1,00	1,00	87	87 [kN]	101	101 [kN]	115	115 [kN]	1,42	3,58
1,25	1,25	94	148 [kN]	109	170 [kN]	123	192 [kN]	1,77	4,47
1,50	1,50	102	229 [kN]	116	261 [kN]	130	293 [kN]	2,13	5,37



Aelmans Advies Groep

Opdrachtnummer	E215468	Datum	10-3-2021
----------------	---------	-------	-----------

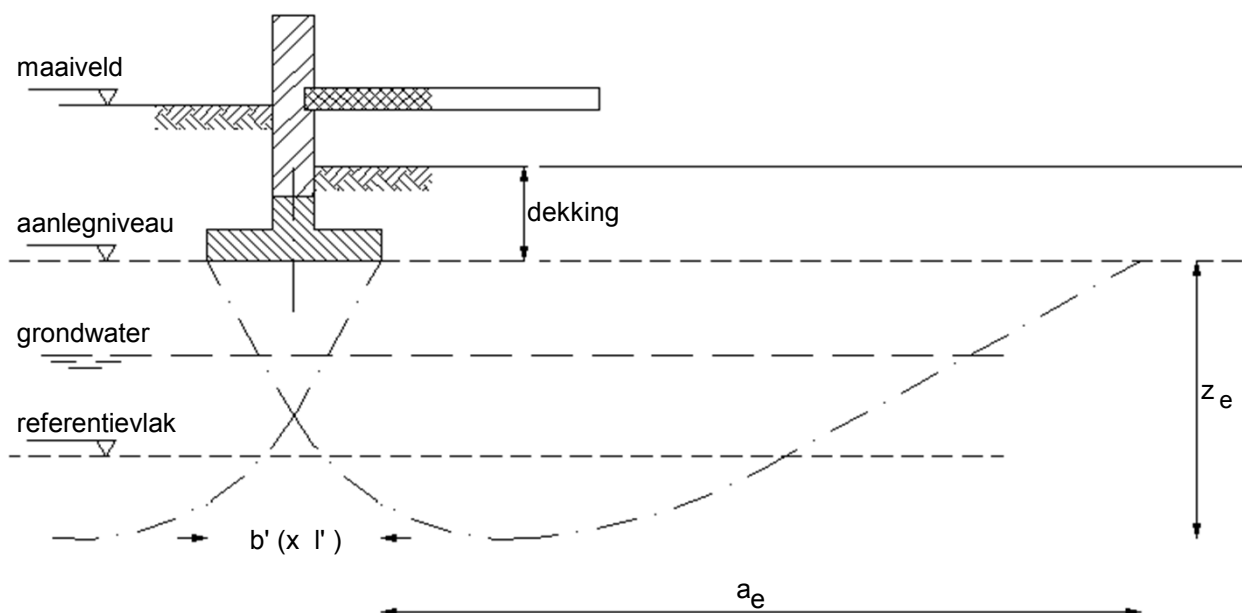
MAXIMALE WEERSTAND VAN FUNDERINGEN OP STAAL

Referentievlaak	NAP	Partiële materiaalfactoren	Project: nieuwbouw raadhuisstraat ong. brunssum
Maaiv. hoogte	[NAP + m] 80,70	$\gamma_{m;\gamma} = 1,10$	stroken, hooggelegen
Aanlegniveau	[NAP + m] 80,00	$\gamma_{m;\phi} = 1,15$	
Gw.stand	[NAP + m] 80,00	$\gamma_{m;c} = 1,60$	

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.	80,70	80,00	17,0	19,0		
1	80,00		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 : 0,00 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 $16\text{ }\mu\text{m}$ 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.

Bijlage 4

Meetwaarden veldtesten en uitwerking
middels Hooghoudt

Opdracht: E215468
Plaats: brunssum
Project: k-waarde raadhuisstraat ong.

tijd [s]	handpeilingen [cm-mv]		waterkolom in boorgat [cm]	
	IP01	IP02	IP01	IP02
0	110	105	190	195
10	115	110	185	190
20	118	114	182	186
30	119	118	181	182
40	120	121	180	179
50	122	124	178	176
60	124	127	176	173
90	127	132	173	168
120	132	137	168	163
150	138	144	162	156
180	143	149	157	151
210	147	154	153	146
240	150	160	150	140
270	153	165	147	135
300	155	170	145	130
330	157	173	143	127
360	159	175	141	125
390	161	178	139	122
420	163	182	137	118
450	165	185	135	115
480	167	189	133	111
510	169	192	131	108
540	172	195	128	105
570	174	198	126	102
600	177	201	123	99
900	192	224	108	76

	IP01	IP02
diameter boorgat [cm]	7	7
diepte boorgat [m-mv]	3	3
hoeveelheid toegevoegd water [l]	10	10

bepaling doorlatendheid

	IP01	IP02
tan alpha:	0,00029	0,0004543
k-waarde (Hooghoudt)	1,01 m/d	1,58 m/d

