



Geotechnisch advies voor:

**Nieuwbouw voet- en fietsbrug
nabij Lakenkoperweg, Aetsveld
te Weesp**

Opdrachtnummer **15-5098-6**

Opdrachtgever: Ros grondmechanica advies
Lange Voort 249
2343 CE Oegstgeest

Auteur: ir. A.M. Kool

Datum grondonderzoek: 17 juni 2015

Datum rapport

3 juli 2015

Status

Definitief

Vrijgave

J.A. Teeuw

Teeuw Grondmechanica v.o.f.

Lekdijk 134, 2865 LG Ammerstol
tel: 0182 - 672708



Inhoudsopgave

1. Inleiding	1
2. Geotechnisch bodemonderzoek	1
3. Terrein- en bodemgesteldheid	2
4. Advies	3
5. Aanbevelingen voor de uitvoering	5

Bijlagen

1. Grondonderzoek
 - Situatietekening
 - Waterpasstaat
 - Sondeergrafieken
 - Boorstaat
2. Overzicht netto draagvermogen
3. Detail berekening negatieve kleeft
4. Detail berekening draagvermogen



1. Inleiding

Op 1 juni 2015 ontving Teeuw Grondmechanica v.o.f. te Ammerstol van Ros grondmechanica advies te Oegstgeest opdracht voor het uitvoeren van een geotechnisch grondonderzoek en het geven van een geotechnisch advies voor de nieuwbouw van een voet- en fietspad aan de Lakenkoperweg. Aetsveld te Weesp.

Dit rapport bevat het geotechnisch advies en de resultaten van het grondonderzoek.

2. Geotechnisch bodemonderzoek

Het grondonderzoek heeft bestaan uit 2 sonderingen, waarvan 1 met meting van de plaatselijke mantelwrijving.

De sondeerresultaten zijn gegeven op de grafieken 1 en 2, waarop de diepte is uitgezet ten opzichte van NAP. Op de grafieken van de kleefmantelsonderingen is tevens het wrijvingsgetal weergegeven. Dit is de verhouding tussen de plaatselijke mantelwrijving en de conusweerstand ($W/C * 100\%$). Empirisch is vastgesteld dat het wrijvingsgetal een nauwe relatie heeft met de grondsoort, zodat een goede indicatie van de laagopbouw wordt verkregen.

De sonderingen zijn uitgevoerd met behulp van een elektrische kleefmantelconus met hellingmeter, conform norm NEN-EN-ISO 22476-1:2012 (Geotechnisch onderzoek en beproeving - Veldproeven - Deel 1: Elektrische sondering met en zonder waterspanningsmeting).

Het aantal en de locaties van de sonderingen zijn in overleg met de opdrachtgever vastgesteld. De aard en omvang van het grondonderzoek voldoen aan de eisen die gesteld worden in artikel 3.2.3 van de NEN 9997-1:2011 voor de desbetreffende geotechnische categorie, zodat de sonderingen gebruikt kunnen worden voor de toetsing van geotechnische constructies.

Ter aanvulling van het sondeeronderzoek is een ondiepe boring verricht ter nadere verkenning van de toplagen en bepaling van de actuele grondwaterstand. Op basis van een veldclassificatie is een boorprofiel gemaakt die als bijlage is toegevoegd aan het rapport.

De onderzoekslocaties zijn door de sondeerploeg uitgezet, gewaterpast en aangegeven op de bijgevoegde situatietekening. Hierbij heeft de, door opdrachtgever, aan ons verstrekte tekening als basis gediend.



3. Terrein- en bodemgesteldheid

De projectlocatie is gelegen aan de Lakenkoperweg, Aetsveld te Weesp. Ten tijde van het onderzoek bedroeg de maaiveldhoogte ter plaatse van de onderzoekslocaties NAP - 0,56 à -0,63 m.

In tabel 3.1 is de aangetroffen bodemgesteldheid globaal omschreven:

Tabel 3.1: globale bodemopbouw

Niveau bovenkant laag [NAP + ... m]	Grondsoort
maaiveld	ZAND;
- 1,5 à - 1,6	KLEI; humeus
- 2,8 à - 3,2	ZAND; los gepakt
- 4,2 à - 4,4	VEEN;
- 6,4 à - 6,5	ZAND; matig vast tot vast gepakt
maximaal verkende diepte is NAP - 16,7 m	

Ter plaatse van de uitgevoerde boringen is op 17 juni 2015 de grondwaterstand aangetroffen op een niveau van maaiveld - 1,31 m (circa NAP - 2,0 m). Dit betreft een éénmalige waarneming; o.a. door wisselingen in neerslagoverschot zijn fluctuaties van de grondwaterstand mogelijk.



4. Advies

Het funderingsadvies is opgesteld op basis van NEN-9997-1 (december 2011). Deze norm bevat de NEN-EN 1997-1 (Eurocode 7 - Deel 1) en de nationale bijlage.

Gezien de aangetroffen bodemopbouw komt voor dit project een fundering op palen in aanmerking. Hierbij is voor dit project gekozen voor prefab betonpalen. In bijlage 2 is de berekende netto draagkracht aangegeven, dit is de rekenwaarde van de maximale draagkracht minus de negatieve kleefbelasting. Hierbij is uitgegaan van een fundering op prefab betonpalen $\square$ 180 mm, $\square$ 220 mm en $\square$ 250 mm.

Bij de berekening van het draagvermogen is rekening gehouden met de ontwikkeling van negatieve kleef langs de paalschachten. Deze extra paalbelasting ($F_{s;nk;d}$) treedt op naast de constructiebelastingen ($F_{c;d}$).

Bij de berekeningen zijn de volgende paalfactoren, afkomstig van Tabel 7.c van NEN 9997-1, gehanteerd:

	prefab betonpalen
α_p = paalklassefactor voor de berekening van de draagkracht van de paalpunt	= 1,0
β = factor die de invloed van de paalvoetvorm in rekening brengt	= 1,0
s = factor die de invloed van de vorm van de dwarsdoorsnede van de paalvoet in rekening brengt	= 1,0
α_s = factor die de invloed van het paaltype op de schachtwrijving in rekening brengt	= 0,010



Ten behoeve van de bepaling van de rekenwaarde van de berekende draagvermogens zijn onderstaande factoren toegepast.

$\xi_{3/4}$ = Correlatiefactor voor de bepaling van karakteristieke waarden uit de resultaten van grondproeven. (bepaald volgens NEN 9997-1, Tabel A.10a, uitgaande van aantal sonderingen $N \leq 3$) = 1,32

γ_t = partiële weerstandsfactor op de totale weerstand voor op druk belaste palen = 1,20

Voor dit project uitgegaan van een niet-stijf bouwwerk, waarbij de constructie geplaatst is in veiligheidsklasse RC2 en geotechnische categorie 2.

Indien de rekenwaarde voor de paalbelasting, vermeerderd met de optredende negatieve kleeft, gelijk blijft of kleiner is dan de rekenwaarden van het paal draagvermogen ($F_{c;d} + F_{nk;d} \leq R_{c;d}$), wordt voldaan aan de sterkte-eis voor de uiterste grenstoestand (UGT). Tevens zal dan, in de meest voorkomende situaties, de paalkopopzakking relatief gering zijn. Door deze relatief geringe paalkopopzakkingen, wordt tevens voldaan aan de vervormingseisen voor de bruikbaarheidsgrenstoestand (BGT).



5. Aanbevelingen voor de uitvoering

De aannemer dient een werkplan op te stellen waarin tenminste de keuze van het materieel, de plaats van de eerste paal en de globale uitvoeringsvolgorde vermeld is. Hierbij dient de aannemer tenminste de beschikking te hebben over het geotechnisch advies en het uitgevoerde grondonderzoek. Er kan niet gestart worden met het inbrengen van de palen zonder goedkeuring van dit werkplan door de opdrachtgever.

Prefab betonpalen

Uitvoering van de heiwerkzaamheden dient te geschieden volgens de NEN-EN 12699.

Bij bepaling van het toe te passen heiblok en de energieafgifte van dit blok moet worden gestreefd naar een eindkalender van 15 à 25 slagen, uitgaande van een kalendertocht van 0,25 m. Hierbij wordt opgemerkt dat de kalender niet alleen door de draagkracht van de bodem wordt bepaald, maar dat ook factoren als de conditie van het heiblok en de korrelvorm/verdeling een grote invloed kunnen hebben. De definitieve instelling van het heiblok kan dan ook pas na het heien van de eerste palen worden vastgesteld.

De eerste paal dient ter plaatse van een sondering te worden geslagen en volledig worden gekalenderd. De op het geadviseerde inheiniveau gevonden kalender kan in combinatie met de sondering, een maatstaf vormen voor het bepalen van de juiste inheiniveaus van de tussen de sonderingen te heien palen. Ter plaatse van de opvolgende sondering moet deze maatstaf, middels een volledig slagdiagram, worden gecontroleerd en zo nodig worden aangepast.

Van elke paal moet het inheiniveau en ten minste de eindkalender genoteerd worden.

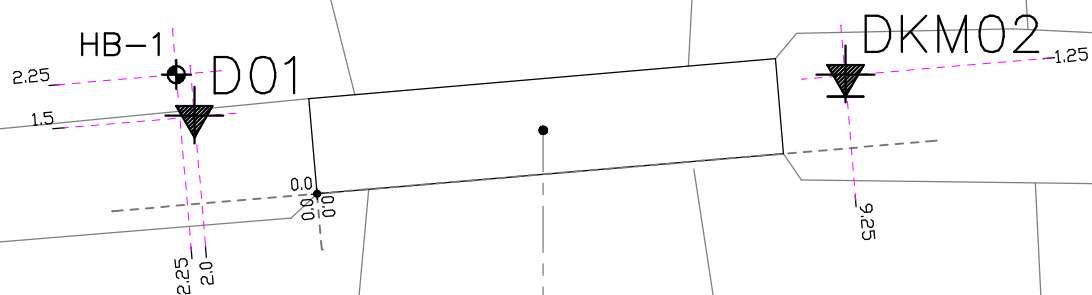


Opdracht 15-5098-6

Bijlage 1: Grondonderzoek

- Situatietekening
- Waterpasstaat
- Sondeergrafieken
- Boorstaat

Aetsveldseweg



midden brug = 0.54 - N.A.P.

Waterp = 1.99 - N.A.P.

Peilmaten indicatief, niet te gebruiken als uitgangshoogte

Voet en fietsbrug nabij Lakenkoperweg,
Aetsveld te Weesp

Opdr.nr. : 15-2129

Datum uitg. : 17-6-2015

Situatietekening

VERKLARING DER TEKENS

	SONDERING
	SONDERING MET PL.WRIJVING
	NIET UITGEVOERD
	SONDERING MET BORING
	BORING
	REEDS UITGEVOERDE SONDERING





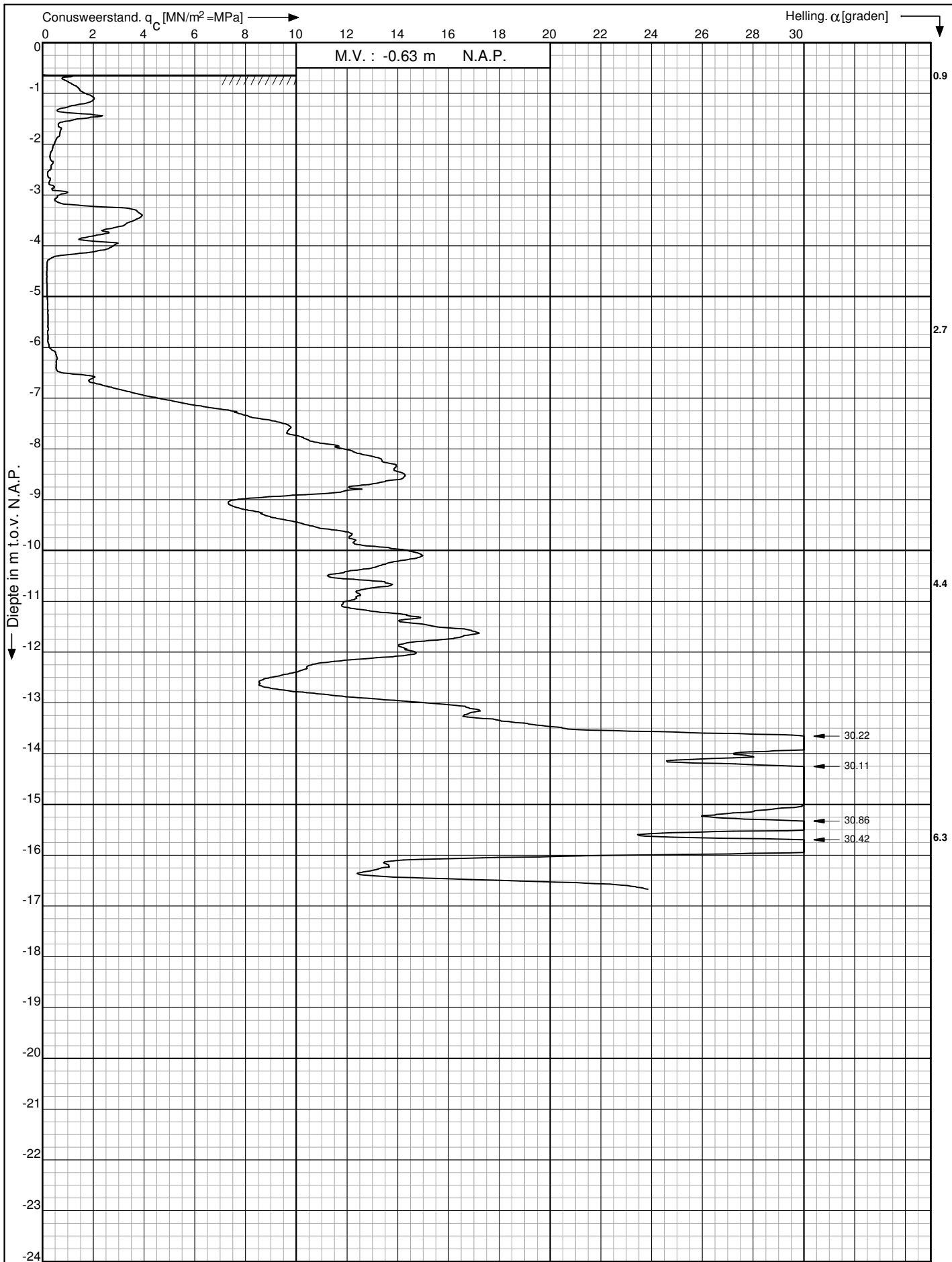
Waterpasstaat

Hoogte afkomstig van : dGPS
Datum uitvoering : 17 juni 2015

Meetpunt	Hoogte [m t.o.v. NAP]
sondering 1	- 0,63
sondering 2	- 0,56
boring 1	- 0,71

Opmerking

Hoogten in deze waterpasstaat zijn uitsluitend bedoeld om inzicht te verkrijgen in de maaiveldhoogten van de meetpunten. Zonder verificatie door de gebruiker mogen deze hoogten niet voor andere doeleinden worden gebruikt.



Voet- en fietsbrug nabij de Lakenkoperweg, Aetsveld te Weesp.

Sondering volgens : NEN 5140

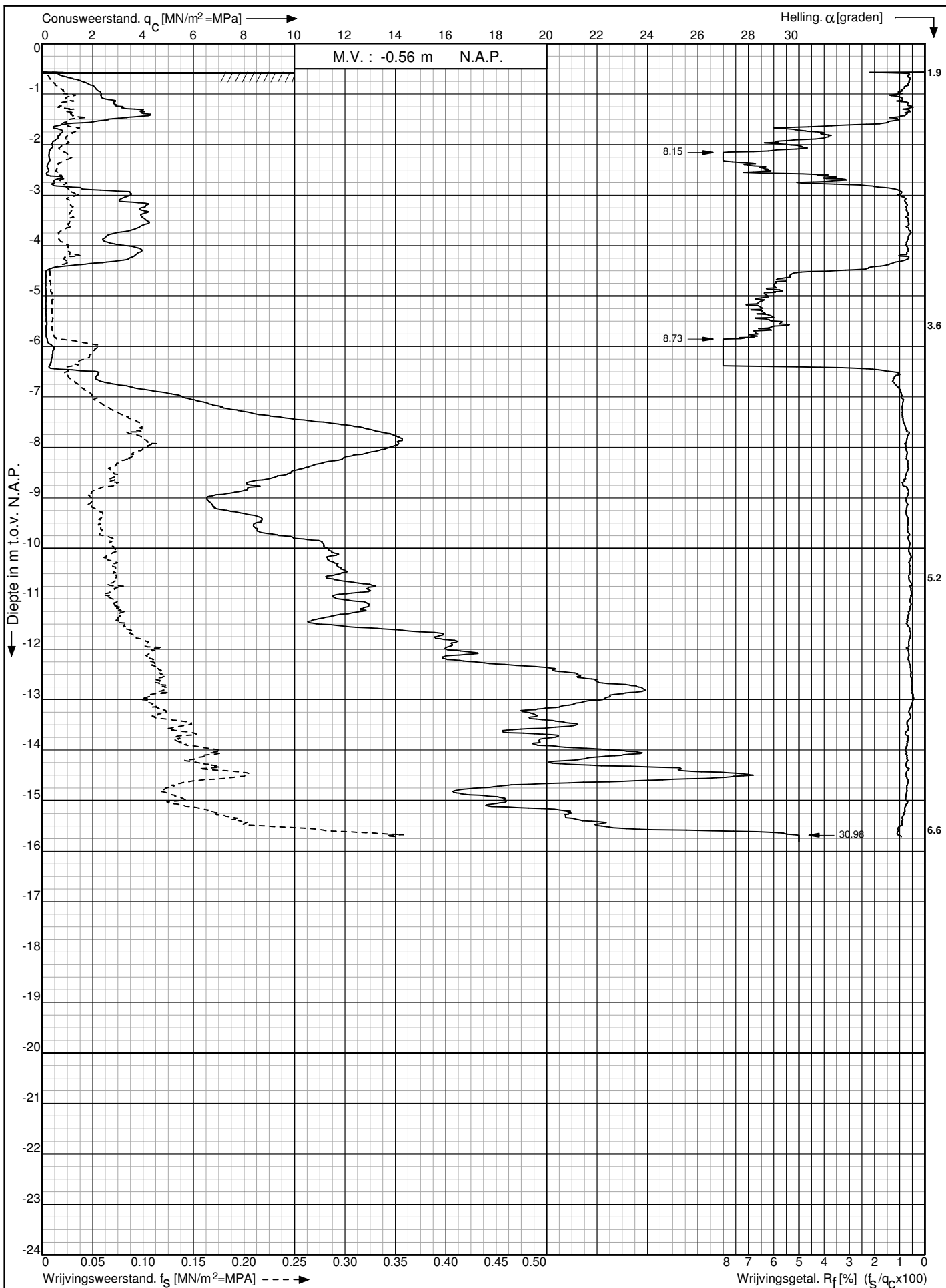
Oppervlakte conuspunt : 1000 mm²

Opdr. nr. : 15-2129

Datum uitv. : 17-6-2015

Sond. nr. : 1





Voet- en fietsbrug nabij de Lakenkoperweg, Aetsveld te Weesp.

Sondering volgens : NEN 5140

Oppervlakte conuspunt : 1000 mm²

Opdr. nr. : 15-2129

Datum uitv. : 17-6-2015

Sond. nr. : 2



Resultaten Handboring HB-1.

0.00	-	0.40	m-mv.	<u>Klei</u>	d.grijs, st.zandhoudend, zw.humeus.
0.40	-	0.60	m-mv.	<u>Klei</u>	d.grijs, zandhoudend, zw.humeus, plantenresten.
0.60	-	1.00	m-mv.	<u>Zand</u>	m.fijn, d.grijs, kleidelen, zw.oerhoudend.
1.00	-	1.50	m-mv.	<u>Klei</u>	d.grijs, zandhoudend, m.humeus.
1.50	-	2.50	m-mv.	<u>Zand</u>	m.fijn, d.grijs, kleihoudend.

Datum uitvoering : 17 juni 2015

Uitgevoerd t.p.v. :

Maaiveldhoogte : 0.71 m – N.A.P.

Grondwaterstand : ca. 1.31 m – mv.

**Bijlage 2: Overzicht netto draagvermogen**

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

sondering	maaiveld niveau	paalpunt niveau	$R_{c; netto; d}$ [kN]		
			v180	v220	v250
1	-0.63	-8.00	190	223	266
		-8.50	188	263	321
		-9.00	201	285	351
		-9.50	261	373	470
		-10.00	310	433	537
		-10.50	346	477	588
		-11.00	381	523	642
		-11.50	404	520	618
		-12.00	384	519	633
		-12.50	397	532	646
		-13.00	504	686	839
2	-0.56	-9.00	181	258	320
		-9.50	218	309	387
		-10.00	278	390	485
		-10.50	317	433	534
		-11.00	349	478	585
		-11.50	393	547	679
		-12.00	472	651	803
		-12.50	526	726	896
		-13.00	560	768	943

N.B.

Bij de berekeningen is uitgegaan van centrisch en op druk belasting palen, waarbij alleen rekening is gehouden met een verticale paalbelasting.

**Bijlage 3: Detail berekening negatieve kleef****Uitgangspunten**

- gehanteerde sondering : 1
- gehanteerde paal : v220
- paalpuntniveau : N.A.P. -9.00 m
- paalkopniveau : N.A.P. -1.05 m
- traject negatieve kleef : N.A.P. -0.63 m
tot : N.A.P. -6.50 m
- $p_{sur;rep}$: 17.56 kN/m²

Berekening negatieve kleef

De representatieve waarde van de maximale negatieve kleefbelasting v.e. alleenstaande paal volgens art. 7.3.2.2 (d) bedraagt:

$$F_{nk;rep} = O_{s;gem} * \sum d_j * K_{\theta;j;k} * \tan \delta_{j;k} * (\sigma'_{v;j-1;rep} + \sigma'_{v;j;rep}) / 2.0$$

$$= -50.7 \text{ kN}$$

waarin :

$O_{s;gem}$ = omtrek van de dwarsdoorsnede van de paalschacht

d_j = de dikte van de grondlaag i

$K_{\theta;j;k}$ = de representatieve waarde van de neutrale
gronddrukfactor in laag i

$\delta_{j;rep}$ = de representatieve waarde van de wrijvingshoek

$\sigma'_{v;j;rep}$ = de representatieve waarde van de effectieve
verticale spanning onder in laag j

Per laag

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

Nr Laag	Nivo [m]	Hoogte [m]	$O_{s;gem}$ [m ¹]	$K_{\theta;j} * \tan(\delta_i)$	$\sigma'_{v;j;rep}$ [kN/m ²]
--	----	-1.05	--	--	17.56
1 Zand - Schoon - Los	-1.50	0.45	0.88	0.25	25.66
2 Klei - Organisch - Slap	-2.00	0.50	0.88	0.25	33.16
3 Klei - Organisch - Slap	-3.20	1.20	0.88	0.25	39.16
4 Zand - Schoon - Los	-4.20	1.00	0.88	0.25	49.16
5 Veen - Niet voorbelast - Slap	-6.50	2.30	0.88	0.25	53.76

Rekenwaarde

De rekenwaarde van de maximale negatieve kleefbelasting van een alleenstaande paal bedraagt :

$$F_{nk;d} = F_{nk;rep} * \gamma_{f;nk} = -50.7 \text{ kN}$$

waarin :

in dit geval :

$\gamma_{f;nk}$ = belastingfactor voor de negatieve kleef
(art. 7.3.2.2 (b))

1.0 -

**Bijlage 4: Detail berekening draagvermogen****Uitgangspunten**

- gehanteerde sondering : 1
- gehanteerde paal : v220
- paalpuntniveau : N.A.P. -9.00 m
- traject positieve kleef : N.A.P. -6.50 m
tot: N.A.P. -9.00 m

Maximale draagkracht van de paalpunt

De maximale puntweerstand volgens art. 7.6.2.3 (e) bedraagt :

$$q_{b;max} = 0.5 * \alpha_p * \beta * s * ((q_{c;I;gem} + q_{c;II;gem})/2 + q_{c;III;gem})$$
$$= 7.304 \text{ MPa}$$

waarin :		in dit geval :
$q_{c;I;gem}$	= de gemiddelde waarde van de conusweerstand over traject I	= 7.45 MPa
$q_{c;II;gem}$	= de gemiddelde waarde van de conusweerstand over traject II	= 7.43 MPa
$q_{c;III;gem}$	= de gemiddelde waarde van de conusweerstand over traject III	= 7.16 MPa
α_p	= paalklassefactor	= 1.00 -
β	= factor voor de paalvoetvorm	= 1.00 -
φ	= hoek van de inwendige wrijving	= 32.5 -
r	= verhouding b/a	= 1.00 -
s	= factor voor de vorm van de voet	= 1.00 -

Voor een uitgebreide beschrijving van het bepalen van de gemiddelde conusweerstand in de gebieden I, II en III wordt verwezen naar art. 7.6.2.3 (e) in de norm.

De maximale draagkracht van de paalpunt volgens art. 7.6.2.3 (c) bedraagt:

$$R_{b;cal;max;i} = A_b * q_{b;max;i}$$
$$= 353 \text{ kN}$$

waarin :		in dit geval :
A_b	= oppervlak van de paalvoet	= 0.0484 m ²

Maximale paalschachtwrijving

De maximale paalschachtwrijving volgens art. 7.6.2.3 (i) bedraagt:

$$q_{s;max;z} = \alpha_s * q_{c;z;a}$$

De maximale schachtwrijvingskracht volgens art. 7.6.2.3 (c) bedraagt:

$$R_{s;cal;max;i} = 0_{s;\Delta l;gem} * \sum q_{s;max;z;i} * d_z$$
$$= 178 \text{ kN}$$

**Per laag**

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

Nr	Laag	Nivo [m]	$O_{s;gem}$ [m ¹]	α_s	Perc. [%]	$q_{c;z;a}$ [MPa]	$q_{s;max}$ [MPa]	d_z [m]	$R_{c;cal}$ [kN]
--	----	-6.50	--	--	--	--	--	--	--
1	Zand - Schoon - Matig	-9.00	0.88	0.01	100	8.10	0.081	2.50	178.3
totaal			0.88	0.01	100	8.10	0.081	2.50	178.3

Maximale draagkracht

De maximale draagkracht van de paal volgens art. 7.6.2.3 (c) bedraagt:

$$R_{c;cal;i} = R_{b;cal;max;i} + R_{s;cal;max;i}$$

$$= 532 \text{ kN } (= 353 + 178)$$

De representatieve waarde van de maximale draagkracht van de paal volgens art. 7.6.2.3 (b) bedraagt:

$$R_{c;k} = R_{c;cal;min} / \xi_{4 (min)}$$

$$= 403 \text{ kN}$$

waarin : in dit geval :

$$\xi_{3 (gem)} = \text{factor volgens art. A.3.3.3} = 1.32 -$$

$$\xi_{4 (min)} = \text{factor volgens art. A.3.3.3} = 1.32 -$$

Voor de rekenwaarde van de maximale draagkracht van de paal kan volgens art. 2.4.7.3.3 worden aangehouden :

$$R_{c;d} = R_{c;k} / \gamma_R$$

$$= 336 \text{ kN}$$

waarin : in dit geval :

$$\gamma_R = \text{partiële weerstandsfactor volgens art. A.3.3.2}$$

$$\text{tabel A.6, A.7 of A.8} = 1.20 -$$

Toetsing

Getoetst moet worden of $R_{c;d} - F_{s;nk;d} \geq F_{c;d}$

waarbij $F_{r;d} - F_{s;nk;d} = 336 - 51 = 285 \text{ kN}$, zodat moet worden voldaan aan:

$$F_{c;d} \leq 285 \text{ kN}.$$