

Opdracht : 1400282  
Plaats : Hengelo (GLD)  
Project : Nieuwbouw woningen plan "De Kwekerij"

---

Betreft : Funderingsadvies voor de bouw van 64 woningen in  
het plan "De Kwekerij"  
te  
HENGELO (GLD)

Opdrachtgever : Bouwbedrijf Roosdom Tijhuis Rijssen b.v.  
T.a.v. Dhr. E. Dubbink  
Postbus 237  
7460 AE RIJSSEN

Behandeld door : ing. H. Veenstra (0548 51 23 63)

Kenmerk : R1400282-RY\_1

Datum : 24 januari 2014

#### MOS GRONDMECHANICA B.V.

Rhoon	Kleidijk 35	Postbus 801	3160 AA	Rhoon	Tel. 010-5030200
Helmond	Kanaaldijk N.O. 104a	Postbus 38	5700 AA	Helmond	Tel. 0492-535455
Rijssen	Kalanderstraat 10a	Postbus 153	7460 AD	Rijssen	Tel. 0548-512363
Amsterdam	Gyroscoopweg 120	-	1042 AZ	Amsterdam	Tel. 020-7537984
Maastricht	Sleperweg 18	Postbus 28	6240 AA	Bunde	Tel. 043-3653153
Suriname	Ds Martin Luther Kingweg 150	District Wanica	-	Suriname	Tel. +597-488188

## Inhoudsopgave

	Pagina
1. INLEIDING .....	3
2. PROJECTBESCHRIJVING .....	3
3. GEOTECHNISCHE GEGEVENS.....	3
3.1 Uitgevoerd grondonderzoek.....	3
3.2 Geotechnisch profiel.....	4
4. FUNDERINGSADVIES .....	4
4.1 Keuze funderingstype .....	4
4.2 Paalpuntniveaus en maximum puntweerstand en paalschachtwrijvingen.....	4
4.3 Rekenwaarden netto paal <i>druk</i> weerstand .....	6
4.4 Paalkopzakkingen .....	7
4.5 Uitvoering .....	7
 Bijlage A Voorbeeld berekening	
Bijlage B Algemene uitvoeringsrichtlijnen	

## 1. INLEIDING

In opdracht van Bouwbedrijf Roosdom Tijhuis B.V. uit Rijssen is door Mos Grondmechanica B.V. het funderingsadvies, waarin uitgegaan is van toepassing van geprefabriceerde betonnen palen, omgezet naar een advies voor een fundering op schroefboorpalen.

De resultaten van het uitgevoerde grondonderzoek, bestaande uit voorlopig 35 sonderingen en 3 boringen, zijn gerapporteerd onder ons kenmerk R6014211-RY\_1, d.d. 7-3-2011. Het eerder uitgebrachte funderingsadvies heeft het kenmerk R6014211-RY\_2, d.d. 18-03-2011.

Dit rapport bevat het omgezette funderingsadvies voor bovengenoemd project.

Grontmij Nederland B.V. uit Zwolle is als constructeur bij dit project betrokken.

In dit advies wordt uitgegaan van een fundering op palen.

## 2. PROJECTBESCHRIJVING

Het project betreft de bouw van woningen in het nieuwbouwplan "De Kwekerij" te Hengelo (gld). Het bouwplan wordt omsloten door de Vordenseweg, de Heurne, de Hofstraat en de Schoolstraat. In het plan worden 2/1 kapwoningen en rijtjeswoningen gerealiseerd. De woningen worden niet onderkelderd.

Op het moment van rapporteren zijn er (nog) geen gegevens voorhanden over het bouwpeil van de woningen.

Volgens opgave van de constructeur bedraagt de maximaal optredende paaldrukbelasting (rekenwaarde) circa 400 à 450 kN. Er komen geen paaltrekbelastingen tot ontwikkeling.

De fundering is op basis van bovenstaande projectgegevens ingedeeld in geotechnische categorie 2.

## 3. GEOTECHNISCHE GEGEVENS

### 3.1 Uitgevoerd grondonderzoek

Eind februari 2011 zijn door Mos Grondmechanica voorlopig 35 van de 75 geplande sonderingen uitgevoerd tot een diepte van circa mv – 10,0 m à mv – 13,0 m (maximaal circa NAP – 0,3 m). Naast de conusweerstand ( $q_c$ ) is bij 9 sonderingen de plaatselijke wrijving ( $f_s$ ) gemeten. Uit de plaatselijke wrijving en de conusweerstand is het wrijvingsgetal ( $R_f$ ) berekend. Dit getal geeft inzicht in de aanwezige grondsoorten. De sondeergrafieken zijn opgenomen in het in de inleiding genoemde rapport.

In totaal konden, in verband met de aanwezigheid van een houtopslag en moestuinen, 40 sonderingen niet worden uitgevoerd. Deze sonderingen moeten in een later stadium alsnog worden uitgevoerd.

Voor de verdere verkenning van de bodemopbouw zijn 3 boringen tot een diepte van mv – 2,8 m à mv – 3,3 m uitgevoerd. De tijdens het boren vrijgekomen grondslag is visueel geclassificeerd, conform

NEN 5104, en tot boorprofiel verwerkt. De boorprofielen zijn opgenomen in het eerder genoemde rapport.

De sondeer- en boorlocaties zijn door onze landmeetkundige afdeling in het terrein uitgezet en gewaterpast ten opzichte van NAP. Voor de resultaten van de waterpassing en de situatietekening wordt verwezen naar het eerder genoemde rapport.

### 3.2 Geotechnisch profiel

Uit de waterpassing van de onderzoekspunten blijkt dat de maaiveldhoogte ter plaatse van de sondeerlocaties varieert van NAP + 13,61 m tot NAP + 12,32 m.

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

- Vanaf het huidige maaiveld bestaat de ondergrond tot circa NAP + 10,5 m à NAP + 8,5 m uit een wisselend pakket van los gepakte (leemhoudende) tot lokaal dicht gepakte zandlagen en slappe tot matig slappe (zandige) leemlagen. In de zandlagen zijn conusweerstand gemeten van 2,0 MPa (los gepakt) tot lokaal circa 14,0 MPa (dicht gepakt). In de leemlagen zijn conusweerstand gemeten van 0,5 MPa tot 2,0 MPa.
- Hieronder bestaat de ondergrond tot de maximaal verkende sondeerdiepte van NAP – 0,3 m hoofdzakelijk uit een dicht tot zeer dicht gepakt zandpakket. In dit zandpakket zijn conusweerstand gemeten van 8,0 MPa (dicht gepakt) tot 30,0 MPa (zeer dicht gepakt).

Tijdens het boren is het grondwater aangetroffen op een diepte van mv – 0,90 m à mv – 1,20 m (circa NAP + 12,35 m à NAP + 11,90 m). Het spreekt voor zich dat dit momentopnames betreffen.

## 4. FUNDERINGSADVIES

### 4.1 Keuze funderingstype

Gelet op de projectgegevens en de opbouw en samenstelling van de ondergrond, kunnen wij vanuit geotechnisch oogpunt instemmen met een keuze voor een fundering op avegaarpalen.

De berekeningen van de rekenwaarden van de maximale verticale paaldrukweerstand zijn uitgevoerd voor avegaarpalen en zijn voor de paaldrukweerstand gebaseerd op de geotechnische norm NEN 9997-1 "Geotechnisch ontwerp van constructies".

### 4.2 Paalpuntniveaus en maximum puntweerstand en paalschachtwrijvingen

In tabel 4-1 is per sondering voor avegaarpalen het voor de benodigde paaldrukweerstand geadviseerde paalpuntniveau aangegeven met de bijbehorende waarden voor de representatieve negatieve kleef, de maximum paalschachtwrijving en de maximum puntweerstand.

De ondergrond is op de onderhavige bouwlocatie vrij weinig zettingsgevoelig. Er is derhalve geen rekening gehouden met het tot ontwikkeling komen van negatieve kleef langs de funderingspalen.

De maximum paalschachtwrijving is met de procentenmethode berekend vanaf de bovenkant van de draagkrachtige zandlagen beginnend op NAP + 10,5 m à NAP + 8,5 m tot het geadviseerde paalpunt-niveau. Hierbij is voor avegaarpalen een factor gehanteerd  $\alpha_s = 0,006$ .

De maximum puntweerstand zijn voor avegaarpalen berekend met een paalklassefactor  $\alpha_p = 0,8$  en  $q_{c,III,gem} \leq 2,0$  MPa; voor de overige paalfactoren geldt:  $\beta = s = 1,0$ .

Tabel 4-1 Paalpuntniveaus en maximum paalschachtwrijvingen en puntweerstand

Sondering Nr.	Maaiveldhoogte [NAP + m]	Avegaarpalen			
		Paalpuntniveau [NAP + m]	$F_{nk,rep,i}$ [kN/m]	$q_{s,cal,max,i}$ [kN/m]	$q_{b,max,i}^{1)}$ [MPa]
1	13,50	6,5	-	195	5,5
2	13,61	6,5	-	174	6,6
3	13,58	6,5	-	132	5,8
4	13,51	6,0	-	176	6,2
5	13,49	6,5 (6,0)	-	228 (269)	6,1 (7,6)
6	13,39	6,5	-	219	6,1
7	13,36	6,5 (6,0)	-	234 (271)	5,8 (5,8)
8	13,48	6,0	-	207	6,1
9	13,45	6,0	-	267	5,5
10	13,56	5,5	-	283	6,7
11	13,52	5,5	-	270	6,1
12	13,56	6,5 (6,0)	-	225 (262)	5,9 (6,6)
13	13,35	6,0	-	268	4,3
14	13,29	6,5 (6,0)	-	283 (326)	6,9 (6,6)
15	13,27	6,5	-	222	5,3
16	13,19	6,5	-	235	5,7
22	13,51	6,5	-	148	5,5
23	13,43	6,5	-	202	6,1
24	13,40	6,5	-	193	5,8
25	13,19	6,5	-	152	6,5
29	13,00	6,5	-	166	6,8
30	13,09	6,5	-	212	7,1
37	12,75	6,5	-	265	5,9

Sondering Nr.	Maaiveldhoogte [NAP + m]	Avegaarpalen			
		Paalpuntniveau [NAP + m]	$F_{nk;rep;i}$ [kN/m]	$q_{s;cal;max;i}$ [kN/m]	$q_{b;max;i}$ <sup>1)</sup> [MPa]
38	12,77	6,5	-	231	5,9
39	12,70	6,5 (5,5)	-	224 (299)	5,8 (5,3)
40	12,83	5,5	-	183	4,9
41	13,14	5,5	-	282	5,3
42	13,06	5,5	-	236	5,2
43	13,12	6,0 (5,5)	-	239 (271)	4,6 (6,1)
44	12,95	6,0	-	228	5,8
45	13,13	6,0	-	178	5,8
47	12,32	6,5	-	200	5,3
48	12,39	6,5 (5,5)	-	177 (252)	5,8 (5,5)
50	12,76	5,5	-	227	4,3
52	12,55	6,5 (5,5)	-	173 (259)	6,5 (5,0)

$F_{nk;rep;i}$  is de representatieve waarde van de negatieve kleef bij sondering i, per meter paalomtrek;

$q_{s;cal;max;i}$  is de representatieve waarde van de maximumpaalschachtwrijvingskracht bij sondering i, per meter paalomtrek;

$q_{b;max;i}$  is de maximale puntweerstand bij sondering i;

<sup>1)</sup> deze waarden gelden voor avegaarpalen, diameter 300 mm;

( ) de tussen haakjes vermelde paalpuntniveaus dienen om overgangen in paalpuntniveaus mogelijk te maken;

### 4.3 Rekenwaarden netto paaldrukweerstand

Met de hiervoor aangegeven waarden van de negatieve kleef en de maximum paalschachtwrijving en de maximum puntweerstand zijn voor avegaarpalen de rekenwaarden van de netto paaldrukweerstand berekend. Hierbij zijn, conform NEN 9997-1, de volgende factoren gehanteerd;  $\xi = 1,25$  (> 10 sonderingen; niet-stijf bouwwerk),  $\gamma_t$  ( $= \gamma_b = \gamma_{s;c}$ ) = 1,20 en  $\gamma_{f;nk} = 1,00$ .

Dit geeft de volgende rekenwaarden voor de paaldrukweerstand (tabel 4-2):

Tabel 4-2 Rekenwaarden voor de netto paaldrukdraagkracht ( $R_{c,net;d}$ )

Avegaarpalen (p.p.n. zie tabel 4-1)			
Sondeernummers	$R_{c,net;d}$ [kN]		
	Ø 300 mm	Ø 350 mm	Ø 400 mm
1 t/m 3	355	450	565
4 t/m 8	400	525	660
9 t/m 11	430	550	685
12 t/m 16	370	470	580
22 t/m 24	350	460	570
25	400	530	670
29, 30	425	550	700
37 t/m 45	345	445	560
47, 48, 50 en 52	345	445	560

Een berekeningsvoorbeeld is opgenomen onder bijlage A.

$R_{c,net;d}$  is de rekenwaarde van de netto paaldrukweerstand

De vermelde rekenwaarden van de netto paaldrukweerstand ( $R_{c,net;d}$ ) betreffen de rekenwaarden van de maximale paaldrukweerstand die door de paal op paalkopniveau aan de funderingsgrondslag kan worden ontleend. De constructieve sterkte moet separaat worden beoordeeld door de constructeur.

Een berekeningsvoorbeeld is opgenomen onder bijlage A.

#### 4.4 Paalkopzakkingen

De maximale paalkopzakkingen in de bruikbaarheidsgrenstoestand bedragen (bij de maximale representatieve paalbelastingen) circa 10 à 15 mm. Afhankelijk van de opbouw van ondergrond en de gekozen paalafmetingen bedragen de maximale zettingsverschillen, uitgaande van praktisch gelijke paalbelastingen, maximaal 5 mm.

De werkelijk optredende zettingen en zettingsverschillen zijn onder meer afhankelijk van de beschouwde locatie, de toegepaste paalafmetingen en de werkelijk optredende paalbelastingen.

#### 4.5 Uitvoering

Voor het inbrengen van de avegaarpalen moet een boormotor worden gebruikt met een boormoment van ten minste 35 à 50 kNm; een en ander is mede afhankelijk van de gekozen paaldiameter.

Voor algemene richtlijnen voor de uitvoering van avegaarpalen wordt verwezen naar bijlage B (avegaarpalen).

Opgesteld door:

ing. H. Veenstra (0548 51 23 63)

Rijssen, 24 januari 2014

Mos Grondmechanica B.V.

Contr. : R.M.





# Bijlage A

## Voorbeeld berekening

# Mos Grondmechanica

Postbus 801

3160 AA RHOON

tel. 010 - 5030200

Opdrachtnummer 1400282/6014211

Datum 27-1-2014

Sondering: 3

ver 20130215

## BEREKENING DRUKWEERSTAND RONDE PALEN

Terreinbelasting 0,00 kN/m<sup>2</sup>  
Referentievlak NAP  
Gw.stand NAP + 11,00 m  
Mv.hoogte NAP + 13,58 m  
Putbodern NAP + 13,58 m

Betreft: De Kwekerij  
Hengelo (Gld)

GEGEVENS GRONDLAGEN					TERREINSPANNINGEN				$\Sigma q_{s,cal,max;i}$	$\Sigma F_{nk,rep}$
Laag nr.	o.k. laag [NAP + m]	$\gamma_{i,rep}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$q_{c,i,gem}$ [MPa]	$K_{0,i} \tan \delta_i$	$h_i$ [m]	$\sigma_{v,z,i,gem}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_{v,z,i,ontgr.}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	red. $\sigma_n/\sigma_o$ o.k. laag i	$q_{s,cal,max;i}$ [kN/m]	$F_{nk,rep}$ [kN/m]
1	12,70	17,0	1,5	0,000	0,88	7,48	7,48	1,00	0	0
2	11,00	17,0	7,0	0,000	1,70	29,41	29,41	1,00	0	0
3	10,70	19,0	5,5	0,000	0,30	45,21	45,21	1,00	0	0
4	8,70	18,0	1,5	0,000	2,00	54,56	54,56	1,00	0	0
5	8,00	19,0	5,5		0,70	65,71	65,71	1,00	23	
6	7,00	19,0	12,0		1,00	73,36	73,36	1,00	95	
7	6,50	19,0	12,0		0,50	80,11	80,11	1,00	131	
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										

Avegapaal (schroefpaal, betonschroefpaal, buisschroefpaal)

Paaldoorsnede R (rond)  
 $\alpha_s$  (in zand: ) 0,006  
 $q_{b,max}$  5,50 MPa  
reduct.  $q_{b,max}$  1,00  
reduct.  $\sigma_{i,rep}$  100 %  
 $\xi$  1,25  
 $\gamma_t (= \gamma_b = \gamma_s)$  1,20  
 $\gamma_{f,nk}$  (enkele paal) 1,00  
Paalgroep (J/N) N

Gekozen :  $F_{nk,rep} = 0$  [kN/m]  
Gekozen :  $q_{s,cal,max} = 131$  [kN/m]

REKENWAARDE PAALDRUKWEERSTAND							
Schacht-diameter [mm]	Punt-diameter [mm]	RONDE PALEN					
		Apunt [mm <sup>2</sup> ]	$O_s$ [mm]	$R_{b,cal,max}$ [kN]	$R_{s,cal,max}$ [kN]	$F_{nk,rep}$ [kN]	$R_{c,net;d}$ [kN]
350	350	96211	1100	529	144	0	449

### Rekenvoorbeeld:

$$R_{c,cal,max} = R_{b,cal,max} + R_{s,cal,max} = 529 + 144 = 673 \text{ kN}$$

$$R_{c,net;d} = R_{c,cal,max} / (\xi \times \gamma_t) - F_{nk,rep} \times \gamma_{f,nk} = 449 - 0 = 449 \text{ kN}$$

## Bijlage B

# Algemene uitvoeringsrichtlijnen

## ALGEMENE RICHTLIJNEN VOOR DE UITVOERING VAN AVEGAARPALEN

Avegaarpalen worden ook gemaakt onder andere namen zoals schroef(boor)palen, betonschroefpalen, buisschroefpalen en (buis-)mortelschroefpalen.

Voor de aanvang van het vervaardigen van de palen moeten de volgende zaken bekend zijn:

- Het palenplan met de paalafmetingen en de paalpuntniveaus. Hierop dienen de sondeerlocaties en de gedachte installatievolgorde tevens te zijn aangegeven.
- De maaiveldhoogten ter plaatse van de te installeren palen.
- De maaiveldhoogten ter plaatse van de sondeerlocaties.
- Het grondonderzoek en het bijbehorende funderingsadvies.

Bij de uitvoering van schroefpalen moeten de volgende punten in acht worden genomen:

- De avegaar moet recht zijn.
- De diameter van de avegaar moet over de volle lengte gelijk zijn.
- De spoed van de avegaar moet over de volle lengte gelijk zijn.
- Bij het nabij belendingen vervaardigen van avegaarpalen verdient het (veelal) de voorkeur het inschroeven te starten op de kleinste afstand van de belendingen en vervolgens een werkvolgorde te hanteren met een ten opzichte van de belendingen toenemende afstand.
- Indien een verschil in paalpuntniveau is voorgeschreven, dan verdient het (veelal) aanbeveling het boren te starten ter plaatse van het diepste paalpuntniveau en vervolgens van het diepste naar het hoogste niveau te werken.
- De zakking van de avegaar moet per omwenteling ongeveer gelijk zijn aan de spoed ervan; dat wil zeggen een schraapfactor van circa 1.
- De wapening moet gecentreerd worden geplaatst.
- Met het trekken van de avegaar mag pas worden begonnen als de specie het paalpuntniveau heeft bereikt en onder druk staat.
- De avegaar moet geleidelijk worden getrokken. Het trekken moet stilstaand of langzaam roterend in dezelfde draairichting als voor het inboren geschieden.
- De speciedruk moet aan de bovenkant van de avegaar continu worden geregistreerd.
- De hoeveelheid verbruikte specie moet ten minste overeenkomen met de theoretische inhoud van de paal.
- De palen kunnen onmiddellijk na elkaar worden vervaardigd, indien de onderlinge hart op hart afstand ten minste 4 maal de paaldiameter bedraagt, met een minimum van 2 meter. Een kleinere afstand is toegestaan, als de tijd tussen het maken van de eerste en de tweede paal zodanig lang is dat de specie in de eerst gemaakte paal voldoende is opgestijfd. Voor genoemde tijd moet minimaal 4 uur worden aangehouden. Indien een vertragende hulpstof wordt toegepast, moet de tijdsduur zonodig worden verlengd.

Voor meer gedetailleerde informatie wordt verwezen naar BRL 2356 (1992-06-01) "In de grond gevormde palen", bijlagen A (1992-06-01) en B (1992-06-01).

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 Mos Grondmechanica beschikt over:

- Deskundige opzichters voor de begeleiding van alle grond- en funderingswerken.
- Goede apparatuur en medewerkers voor:
- Het uitzetten en of het inmeten van palenvelden.
- Het sonisch doormeten van palen (controle op eventueel aanwezige ernstige gebreken).

(28 mei 2001)