



FUNDERINGSADVIES

Project : Nieuwbouw woning
Zwaagweg 80
Woldendorp

Opdrachtgever : Sigma Geo- & Milieutechniek BV
Phileas Foggstraat 153
7825 AW Emmen

Constructeur : MS Constructie – advies

Projectnummer : **W2023.047**

Volgnummer : 1

Datum : 19 januari 2023

Opgesteld door : ing. H.F.C. Weijde





Inhoudsopgave

1	INLEIDING en BOUWPLAN	1
1.1	Algemeen	1
1.2	Project gegevens	1
2	GRONDONDERZOEK en BODEMOPBOUW	2
2.1	Inleiding	2
2.2	Uitzetten en waterpassen	2
2.3	Sonderingen	2
2.4	Boringen	2
2.5	Grondwaterstand	3
2.6	Bodemprofiel	3
3	FUNDERINGSADVIES	3
3.1	Gekozen funderingstype	3
3.1.1	Geheide stalen buispalen ("Trillingsarm" geïnstalleerd)	3
3.1.2	Avegaarpalen (Trillingsvrij geïnstalleerd)	4
3.2	Uitgangspunten bepaling paaldrukweerstand	4
3.3	Negatieve kleeft	5
3.4	Paalschachtwrijvingen	5
3.4.1	Inleiding	5
3.4.2	Geheide stalen buispalen ("Trillingsarm" geïnstalleerd).	5
3.4.3	Avegaarpalen (Trillingsvrij geïnstalleerd)	5
3.5	Paalpuntweerstand	6
3.5.1	Geheide stalen buispalen ("Trillingsarm" geïnstalleerd).	6
3.5.2	Avegaarpalen (Trillingsvrij geïnstalleerd)	6
3.6	Paaldrukweerstand	6
3.7	Paalkopzakking	6
3.7.1	Inleiding	6
3.7.2	Geheide stalen buispalen ("Trillingsarm" geïnstalleerd)	6
3.7.3	Avegaarpalen (Trillingsvrij geïnstalleerd)	6
4	Slotopmerkingen	7
4.1.1	Inleiding	7
4.1.2	Geheide stalen buispalen ("Trillingsarm" geïnstalleerd)	7
4.1.3	Avegaarpalen (Trillingsvrij geïnstalleerd)	7
Bijlage 1.	Berekening van de rekenwaarden van de paaldrukweerstand	1
Bijlage 2.	Voorbeeldberekening van de rekenwaarden van de paaldrukweerstand	2
Bijlage 3.	Algemene richtlijnen voor de uitvoering van heiwerk	3
Bijlage 4.	Algemene richtlijnen voor de uitvoering van Avegaarpalen	4





1 INLEIDING en BOUWPLAN

1.1 Algemeen

Sigma Geo– en Milieutechniek BV te Emmen heeft H.F.C. Weijde [Geo]advies & Expertise, de opdracht verstrekt een funderingsadvies op te stellen ten behoeve van de nieuwbouw van een woning. Navolgend wordt in dit rapport het funderingsadvies weergegeven.

Als constructeur is MS Constructie – advies betrokken bij dit project.

1.2 Project gegevens

Het project is gelegen aan de Zwaagweg 80 te Woldendorp.

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

- MS Constructie – advies, projectnummer '22026', werk ' Nieuwbouw Zwaagweg 80 Woldendorp', tekeningnr. '22026–CO–01', onderwerp 'Constructie overzichten', blad '1 t/m 4 ', d.d. 19–12–2022;
- Sigma Geo– en Milieutechniek, opdrachtnummer '23–B7170', project 'Zwaagweg 80 te Woldendorp', rapportage 'Sondeeronderzoek', d.d. 05–01–2021.

Op basis van de, door de constructeur, verstrekte (aanvullende) informatie zijn de volgende projectgegevens afgeleid:

- De nieuwbouw zal op palen worden gefundeerd, waarbij de voorkeur van de uitgaat naar een fundering op "trillingsarm" grondverdringend (inwendig) geheide stalen buispalen (Ø 168, Ø 219 en Ø 273 mm), dan wel naar een fundering op trillingvrij en grondverwijderend ingeschroefde, in de grond gevormde betonpalen, type Avegaarpaal;
- Palen worden alleen op druk belast, rekenwaarden $F_d = 100$ tot 250 kN;
- Onder de nieuwbouw is geen ondergrondse bouwlaag (kelderconstructie) voorzien, zodat er geen rekening hoeft gehouden te worden met reductie van de gemeten conusweerstand als gevolg van de ontgraving;
- Er vindt geen significante ontgraving, dan wel ophoging van het omringende terrein plaats.

Geadviseerd wordt deze uitgangspunten te verifiëren, voordat met de resultaten van het funderingsadvies wordt verder gewerkt.

H.F.C. Weijde [Geo]advies & Expertise staat niet in voor de juistheid en volledigheid van gegevens van derden, alsmede neemt het geen verantwoordelijkheid voor de juistheid van andere, dan de hieronder gerapporteerde conclusies en interpretaties.



2 GRONDONDERZOEK en BODEMOPBOUW

2.1 Inleiding

Voor de resultaten van het grondonderzoek, de locatie(s) en de hoogteligging van het maaiveld ter plaatse van de sonderingen en/of boringen wordt verwezen naar het grondonderzoek van Sigma Geo- en Milieutechniek, opdracht nummer '23-B7170'.

2.2 Uitzetten en waterpassen

De sondeer- en/of boorpunten zijn in het terrein uitgezet en gewaterpast ten opzichte van NAP. De gepresenteerde inmeet- en waterpasresultaten zijn alleen ten behoeve van het grondonderzoek te gebruiken; zij kunnen niet als basis voor de realisatie van het bouwproject of andere doeleinden gebruikt worden.

2.3 Sonderingen

Door Sigma Geo- en Milieutechniek zijn op 4 januari 2023, de sonderingen 01 en 02 uitgevoerd tot een diepte van circa maaiveld –20,4 m à maaiveld –20,6 m (maximaal circa NAP –21,5 m). De sonderingen zijn uitgevoerd met een elektrische kleefmantelconus, conform NEN-EN-ISO 22476-1:2012/C1:2013, klasse 3 (uitgezonderd eventueel vernoemde afwijkingen op de norm.).

Naast de conusweerstand (q_c), is tevens de plaatselijke wrijving (R_f) gemeten. De sondeergegevens worden in een grafiek weergegeven waarbij het wrijvingsgetal (verhouding plaatselijke wrijving/conusweerstand in %) is berekend en gepresenteerd. Het wrijvingsgetal geeft samen met de conusweerstand over het algemeen een goed beeld van de bodemopbouw onder de grondwaterstand.

In Tabel 1 zijn voor de gladde elektrische kleefmantelconus enige indicatieve waarden hiervoor aangegeven.

Tabel 1. Indicatie van de grondsoorten op basis van het wrijvingsgetal

Grondsoort	Conusweerstand q_c [MPa]	Wrijvingsgetal $R_f = f_s/q_c$ [%]
Grind, grof zand	> 10	0,2 – 0,6
Zand	> 4	0,6 – 1,4
Silt, leem, löss	1 – 4	1,2 – 4,0
Klei	0 – 4	3,0 – 5,0
Veen	0 – 4	5,0 – 10,0

R_f = wrijvingsgetal

f_s = plaatselijke wrijving

q_c = conusweerstand

2.4 Boringen

Teneinde meer inzicht te verkrijgen in de grondwaterstand en bodemsamenstelling van de bovenlagen is, ter plaatse van sondering 01, tot circa maaiveld –2,0 m (maximaal circa NAP –2,8 m), een grondboring uitgevoerd. De vrijgekomen grondslag is visueel geclassificeerd en tot boorprofiel verwerkt.

2.5 Grondwaterstand

Tijdens het uitvoeren van het grondonderzoek is, in het boorgat van de grondboring ter plaatse van sondering 01, grondwater aangetroffen op een diepte maaiveld $-1,2$ m (circa NAP $-2,1$ m). Deze waarneming is slechts een momentopname omdat spanningswater, lagenopbouw, lokale omstandigheden en seizoensafhankelijke factoren, een storende invloed kunnen hebben.

2.6 Bodemprofiel

Op basis van de onderzoeksresultaten is de bodemopbouw geïnterpreteerd. Tabel 2 geeft hiervan een beknopt overzicht.

Tabel 2. Geïnterpreteerd bodemprofiel

diepte vanaf circa (m t.o.v. NAP)	Bodembeschrijving
$-0,72$ à $-0,88$	Maaiveldhoogtes van de sondeerpunten Zand, matig fijn, zwak silthoudend.
$-2,1$	Grondwaterstand
$-1,2$	Gelaagd pakket, bestaande uit veen en (slappe en/of silthoudend) klei
$-8,6$ à $-8,9$	Zand, los tot matig gepakt, lokaal silthoudend
$-16,0$ à $-17,3$	Gelaagd pakket, humeuze en/of (zandhoudende) en kleilagen, welke worden doorsneden door enkele dunne, gepakte zandlagen/lenzen
$-21,5$	Maximaal verkende diepte

3 FUNDERINGSADVIES

3.1 Gekozen funderingstype

3.1.1 Geheide stalen buispalen ("Trillingsarm" geïnstalleerd)

Op basis van de sondeerresultaten komt een fundering op palen in aanmerking. In verband met de beperkte bereikbaarheid van de locatie is, een fundering op "trillingsarm" (inwendig) geheide stalen buispalen, vanuit geotechnisch oogpunt, een goede mogelijkheid.

Voorwaarde voor het toepassen van een geheid paalsysteem is, dat (enige) heitrillingen en geluidshinder in de (directe) omgeving toelaatbaar moeten zijn. Het voorgestelde paaltype, (inwendig) geheide stalen buispalen, is een relatief trillingsarm paalsysteem, maar niet geheel trillingsvrij. Als gevolg van de heiwerkzaamheden kunnen heitrillingen ontstaan, zowel op maaiveldniveau, als in de funderingszandlaag, die invloed kunnen hebben op staat van de belending en de bestaande fundering. De mate waarin trillingen optreden is echter afhankelijk van de gekozen paaldiameter en paalpuntniveau. Zo zal de toepassing van een relatief grote paaldiameter en/of een relatief diep paalpuntniveau in het draagkrachtige zandpakket meer trillingen opwekken dan een relatief kleine paaldiameter en/of een relatief ondiep paalpuntniveau. Bij heiwerkzaamheden van de stalen buispalen is schade aan belending(en) om deze reden niet uitgesloten.

Het advies daarom om bij, bijvoorbeeld de gemeente, navraag te doen naar lokale ervaringen aangaande de uitvoerbaarheid van (inwendig) geheide stalen buispalen en dit met het beoogde funderingsbedrijf te overleggen. Evenals de mogelijkheden voor een probleemloze installatie waarbij rekening dient te worden gehouden met de lokale omstandigheden (zoals toegang, werkruimte, etc.).

3.1.2 Avegaarpalen (Trillingsvrij geïnstalleerd)

Gelet op de projectgegevens en de opbouw en samenstelling van de ondergrond is een fundering op, trillingvrij en grondverwijderend ingeschroefde, in de grond gevormde betonpalen, type Avegaarpaal, een goede mogelijkheid.

Volgens het grondonderzoek, worden in het bodemprofiel lagen met een (vrij) slappe consistentie (ongedraineerde schuifsterkte ≤ 30 kPa) aangetroffen. Als gevolg hiervan is er een (gerede) kans aanwezig, dat er voor de betonspecie te weinig steundruk kan worden gemobiliseerd. Bij de keuze van de betonsamenstelling voor de in de grond gevormde palen, dient hiermee rekening gehouden te worden.

Het uitgevoerde grondonderzoek geeft geen informatie over de freatische grondwaterstand en de stijghoogtes in de (watervoerende) diepere (zand-)pakketten. Indien het verschil tussen de stijghoogte(s) in de diepere (zand-)pakketten en de freatische grondwaterstand en/of het niveau waarvan af de palen worden geïnstalleerd, meer dan één (1) meter bedraagt, dan bestaat het risico van uitspoeling van het cement uit de betonspecie.

Het verdient aanbeveling om, bij bijvoorbeeld de gemeente, navraag te doen naar lokale ervaringen aangaande de uitvoerbaarheid van Avegaarpalen en dit met het beoogde funderingsbedrijf te overleggen. Evenals de mogelijkheden voor een probleemloze installatie waarbij rekening dient te worden gehouden met de lokale omstandigheden (zoals toegang, werkruimte, etc.).

3.2 Uitgangspunten bepaling paaldrukweerstand

De berekening van de paaldrukweerstand is op de volgende uitgangspunten gebaseerd:

- het project valt in de geotechnische categorie 2;
- er wordt uitgegaan van een niet–stijf bouwwerk;
- de correlatiefactoren ξ_3 en ξ_4 zijn afhankelijk van het aantal proeven n , en de herverdelingscapaciteit van de constructie, c.q. het constructiedeel (het vermogen om belastingen van ‘zwakke’ naar ‘sterke’ palen over te dragen) zijn ξ_3 en ξ_4 . Voor de waarden van ξ_3 en ξ_4 wordt in geval van een niet–stijf bouwwerk verwezen naar NEN 9997–1:2016/C2:2017, tabel A.10a, en in geval van een stijf bouwwerk naar NEN 9997–1:2016/C2:2017, tabel A.10b;
- de palen worden verticaal, centrisch, op druk belast. Momenten, trekbelastingen en horizontale belastingen zijn niet beschouwd;
- in de berekening van de paaldrukweerstand van de geheide stalen buispaal, is geen rekening gehouden met eventuele verdichting door het groepseffect;
- de toetsing, om aan te tonen dat de paalfundering de rekenwaarde van de belasting met voldoende veiligheid tegen bezwijken op druk kan weerstaan, $F_{c;d} (=F_d + F_{nk;d}) \leq R_{c;d}$, hiermee is tevens voldaan aan grenstoestand 1A.
- de vervormingsgrenstoestanden zijn, gezien de zeer geringe zakking van de palen onder invloed van de belasting, niet maatgevend.

In het ontwerpstadium zijn in het algemeen geen gedetailleerde gegevens beschikbaar met betrekking tot het palenplan, de exacte paalbelastingen, de gebouwstijfheid en de vervormingseisen. Derhalve wordt in dit stadium van het project volstaan met de toetsing van de uiterste grenstoestand (UGT) type B op sterkte. Voor de meeste paaltypen, zoals grondverdringende palen en Avegaarpalen met relatief kleine diameter, is deze grenstoestand veelal maatgevend, zodat hiermee ook de andere grenstoestanden worden ondervangen.

3.3 Negatieve kleeft

Gezien de bodemopbouw, is de verwachting dat de maaiveldzakking, na installatie van de palen meer dan 0,1 m kan bedragen, daarom is in de berekening paaldrukweerstand van de funderingspalen, rekening gehouden met het optreden van negatieve kleeft. Bij de verificatie van de grenstoestanden moet bij op druk belaste palen, de maximumwaarde van de negatieve kleeft F_{nk} zijn beschouwd als een belasting op de paal. Als gevolg van de aanwezigheid van samendrukbare lagen worden de palen met negatieve kleeft belast en wordt de paaldrukweerstand en het last-zakkinggedrag van de palen ongunstig beïnvloed.

De representatieve waarde van de negatieve kleeft $F_{nk,rep}$ is berekend volgens hoofdstuk § 7.3.2.2 van NEN 9997-1:2016/C2:2017. Op deze representatieve waarde van de negatieve kleeft moeten voor de bepaling van de rekenwaarde de volgende partiële factoren voor de belasting zijn toegepast:

- uiterste grenstoestanden : $\gamma_{f,nk} = 1,4$;
- bruikbaarheidstoestanden: $\gamma_{f,nk} = 1,0$;

De berekening van de representatieve waarde van de negatieve kleeft $F_{nk,rep}$ is berekend volgens § 7.3.2.2 van NEN 9997-1:2016/C2:2017 (slipmethode). Voor de partiële belastingsfactor $\gamma_{f,nk}$ is, conform § 7.3.2.2 (b) van NEN 9997-1:2016/C2:2017, de waarde 1,0 in plaats van 1,4 aangehouden.

Voor de berekening van de negatieve kleeft is de grondwaterstand aangenomen op een niveau van circa NAP –2,5 m. De negatieve kleeft $F_{nk,d}$ is berekend voor een bodemprofiel, waarbij vanaf maaiveld tot maximaal NAP –8,6 m à NAP –8,9 m, een samendrukbaar pakket aanwezig is.

Opmerking

Bij de toetsing van de paalschachtspanning dient de rekenwaarde van de negatieve kleeft $F_{nk,d}$ bij de rekenwaarde van de paalbelasting F_d opgeteld te worden.

3.4 Paalschachtwrijvingen

3.4.1 Inleiding

De maximumpaalschachtwrijving ($q_{s,cal,max;z,i}$) is met de procentenmethode voor 100 % berekend vanaf de bovenkant van het draagkrachtige zandpakket, beginnend op NAP –8,6 m à NAP –8,9 m tot de aangegeven paalpuntniveaus.

3.4.2 Geheide stalen buispalen ("Trillingsarm" geïnstalleerd).

Hierbij is voor (inwendig) geheide stalen buispalen een factor gehanteerd van $\alpha_s = 0,010$. Conform de eis in NEN 9997-1:2016/C2:2017, § 7.6.2.3, tabel 7c, noot b, mag de voetplaat van de stalen buispaal met gesloten voet niet meer dan 10 mm uitsteken buiten de buis.

3.4.3 Avegaarpalen (Trillingsvrij geïnstalleerd)

Hierbij is voor trillingvrij, grondverwijderend ingeschroefde, in de grond gevormde betonpalen, type Avegaarpaal, een factor gehanteerd van $\alpha_s = 0,006$.

3.5 Paalpuntweerstanden

3.5.1 Geheide stalen buispalen ("Trillingsarm" geïnstalleerd).

De maximumpuntweerstanden ($q_{b,max;i}$) zijn, voor de (inwendig) geheide stalen buispalen, berekend met een paalklassefactor $\alpha_p = 0,70$; voor de overige paalfactoren geldt: $\beta = 0,87$ à $0,88$ en $s = 1,0$.

3.5.2 Avegaarpalen (Trillingsvrij geïnstalleerd)

De maximumpuntweerstanden ($q_{b,max;i}$) zijn, voor de Avegaarpalen, berekend met een paalklassefactor $\alpha_p = 0,56$ en $q_{c,III,gem} \leq 2,0$ MPa; voor de overige paalfactoren geldt: $\beta = s = 1,0$

Een aanvullende bepaling bij berekening van de draagkracht van avegaarpalen:

Voor het traject 8d boven de paalpunt moet een maximale conusweerstand van 2,0 MPa in rekening worden gebracht; Hiervan mag worden afgeweken als uit na-sonderingen, is gebleken dat er geen achteruitgang van de conusweerstand op paalpuntniveau is opgetreden. Deze na-sonderingen of wel controlesonderingen moeten zijn uitgevoerd op ten hoogste 1 meter vanaf de zijkant van al in de grond gebrachte palen die zich het dichtst bij de sonderingen bevinden die vóór het inbrengen van de palen ten behoeve van het ontwerp op de bouwplaats zijn gemaakt. Met betrekking tot het aantal na-sonderingen, alsmede de spreiding ervan op de bouwplaats, moet zijn voldaan aan § 3.2.3 van NEN 9997-1:2016/C2:2017.

3.6 Paaldrukweerstand

De paaldrukweerstand van een axiaal belaste paal of axiaal belaste palen, zijn berekend volgens NEN 9997-1: 2016/C2:2017 "Geotechnisch ontwerp van constructies – Deel 1 Algemene regels", waarbij de volgende factoren zijn gehanteerd:

- $\xi_3 = \xi_4 = 1,39$ (o.b.v. 1 sondering, niet-stijf bouwwerk);
- materiaalfactoren $\gamma_s = \gamma_t = \gamma_b = 1,20$.

De resultaten van de berekening van de paaldrukweerstand worden tabellarisch gepresenteerd in Bijlage 1. In de berekening zijn per sondering de negatieve kleeft, de maximumpaalschachtwrijving en de maximumpuntweerstand, de rekenwaarden van de netto paaldrukweerstand $R_{c,net;d}$ (op paalkopniveau) berekend.

Bijlage 2 geeft een voorbeeld van een uitgewerkte berekening van de paaldrukweerstand.

3.7 Paalkopzakking

3.7.1 Inleiding

Als gevolg van de paalbelasting zal de paalkop zich in verticale zin verplaatsen. Deze verplaatsing bestaat uit de elastische verkorting van de palen enerzijds en uit de vervorming van de grond rondom de paalschacht en de paalpunt anderzijds.

3.7.2 Geheide stalen buispalen ("Trillingsarm" geïnstalleerd)

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

3.7.3 Avegaarpalen (Trillingsvrij geïnstalleerd)

De paalkopzakkingen in de bruikbaarheidsgrenstoestand bedragen (bij de maximale representatieve paalbelastingen) maximaal circa 10 à 20 mm. Afhankelijk van de opbouw van de ondergrond en de belastingsverschillen bedragen de zettingsverschillen, uitgaande van praktisch gelijke paalbelastingen, circa 5 à 10 mm.

4 Slotopmerkingen

4.1.1 Inleiding

Geadviseerd wordt dat er deskundig toezicht tijdens de uitvoering aanwezig is, ten einde de kwaliteit van de fundering en uiteindelijke constructie c.q. bebouwing te waarborgen. Richtlijnen die hiervoor gehanteerd kunnen worden, zijn vastgelegd in CUR-aanbeveling 114 'Toezicht op de realisatie van paalfunderingen'.

4.1.2 Geheide stalen buispalen ("Trillingsarm" geïnstalleerd)

Het op diepte heien van de stalen buispalen zal naar verwachting kunnen worden uitgevoerd met een inwendig valblok, met een minimaal gewicht van 600 kg voor de Ø 168 mm, 1.000 à 1.200 kg voor de Ø 219 mm en 1.200 kg à 1.500 kg voor de Ø 273 mm. Het advies is om blokgewicht en toe te passen valhoogte vooraf met de (beoogde) paalleverancier te bespreken, evenals de mogelijkheden voor een probleemloze installatie, waarbij rekening dient te worden gehouden met de lokale omstandigheden (o.a. toegang en werkruimte). Verder dient bij dit paaltype altijd extra aandacht te worden besteed aan de segmentlengtes, wanddiktes van de buizen, alsmede een goede kwaliteit van het lassen van de verbindingen.

Geadviseerd wordt om de stalen buispalen door een gerenommeerd, in dit paalsysteem gespecialiseerd en ervaren bedrijf te laten installeren.

Voor de uitvoering van de (inwendig) geheide stalen buispalen wordt verwezen naar de KIWA-beoordelingsrichtlijn BRL 1710 "Het aanbrengen van stalen buissegmentpalen" en naar Bijlage 3 (Algemene richtlijnen voor de uitvoering van heiwerk).

4.1.3 Avegaarpalen (Trillingsvrij geïnstalleerd)

Voor het inbrengen van trillingvrij en grondverwijderend ingeschroefde palen, type Avegaarpaal, moet een boormotor worden gebruikt met voldoende capaciteit; De keuze van de capaciteit van de boormotor dient voor uitvoering van het boorwerk met de leverancier afgestemd te worden.

Per paal dienen alle verzamelde gegevens te worden vastgelegd, zoals paalnummer, boordatum, het uiteindelijk bereikte paalpuntniveau, betonverbruik, wapening, boortijd en het toegepaste boormoment, eventuele onregelmatigheden en overige bijzonderheden;

Tot slot is het advies om alle palen akoestisch door te laten meten; dit als controle van de integriteit van de paalschacht van de palen, ofwel de kwaliteit van de paalschacht van de palen. Via de akoestische metingen kunnen de meeste ernstige gebreken in de integriteit van betonnen palen worden gedetecteerd.

Voor algemene richtlijnen voor de uitvoering van Avegaarpalen wordt verwezen naar Bijlage 4 (Algemene richtlijnen voor de uitvoering van Avegaarpalen).

Almere, 19 januari 2023

H.F.C. Weijde [Geo]advies & Expertise

ing. H.F.C. Weijde



Bijlage 1. Berekening van de rekenwaarden van de paaldrukweerstand



ALGEMENE GEGEVENS

Project : W2023.047 Woldendorp - Zwaagweg 80 - Nieuwbouw woonhuis
Onderdeel : Geheide stalen buispalen (SB) en Avegaarpalen -
Paaldrukweerstand
Datum : 18-01-2023
Berekeningstype : Verticaal belaste paal
Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

Toegepaste normen volgens Eurocode met Nederlandse NB

Geotechniek	EN 1997-1:2004	AC:2009	
	NEN-EN 1997-1:2005	C1+A1:2013	NB:2016
	NEN 9997-1:2016	C2:2017	

SONDERINGSGEGEVENS ALGEMEEN: 01

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.
Hoogte maaiveld [m] : -0.88 Bodemprofiel: 01
Traject negatieve kleef : -0.88 tot -8.90 [m]
Traject positieve kleef : -8.90 tot -21.52 [m]

SONDERINGSGEGEVENS ALGEMEEN: 02

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.
Hoogte maaiveld [m] : -0.72 Bodemprofiel: 02
Traject negatieve kleef : -0.72 tot -8.60 [m]
Traject positieve kleef : -8.60 tot -20.69 [m]



PAALGEGEVENS SB Ø 168/185 mm

Type : Stalen buispaal (gesloten)
Wijze van installeren : Heien
Diameter [m] : 0.168
Wanddikte t [mm] : 4.0
Elasticiteitsmodulus [N/mm²] : 210000 (Staal)
Elasticiteitsmodulus [N/mm²] : 20000 (Beton)
Factor α_s (tabel 7.c EC 7.1) : 0.010 (tabel 7.d is niet gebruikt.)
Factor α_t (tabel 7.c EC 7.1) : 0.0070 (zandlagen; voor kleilagen zie tabel 7.d)
Paalklassefactor α_p : 0.70
Paalvoetvormfactor β : 0.87
Type lastzakingsdiagram : Grondverdringende paal
Verm.factor * $\phi'_{j,k}$: 0.75
Groutomhulling : NEE
Verzwaarde voet - Vorm : Rond
Hoogte [m] : 0.006
Diameter [m] : 0.185
Verm.factor * $\phi'_{j,k}$: 0.75

PAALGEGEVENS SB Ø 219/235 mm

Type : Stalen buispaal (gesloten)
Wijze van installeren : Heien
Diameter [m] : 0.219
Wanddikte t [mm] : 4.0
Elasticiteitsmodulus [N/mm²] : 210000 (Staal)
Elasticiteitsmodulus [N/mm²] : 20000 (Beton)
Factor α_s (tabel 7.c EC 7.1) : 0.010 (tabel 7.d is niet gebruikt.)
Factor α_t (tabel 7.c EC 7.1) : 0.0070 (zandlagen; voor kleilagen zie tabel 7.d)
Paalklassefactor α_p : 0.70
Paalvoetvormfactor β : 0.88
Type lastzakingsdiagram : Grondverdringende paal
Verm.factor * $\phi'_{j,k}$: 0.75
Groutomhulling : NEE
Verzwaarde voet - Vorm : Rond
Hoogte [m] : 0.006
Diameter [m] : 0.235
Verm.factor * $\phi'_{j,k}$: 0.75

PAALGEGEVENS SB Ø 273/290 mm

Type : Stalen buispaal (gesloten)
Wijze van installeren : Heien
Diameter [m] : 0.273
Wanddikte t [mm] : 4.0
Elasticiteitsmodulus [N/mm²] : 210000 (Staal)
Elasticiteitsmodulus [N/mm²] : 20000 (Beton)
Factor α_s (tabel 7.c EC 7.1) : 0.010 (tabel 7.d is niet gebruikt.)
Factor α_t (tabel 7.c EC 7.1) : 0.0070 (zandlagen; voor kleilagen zie tabel 7.d)
Paalklassefactor α_p : 0.70
Paalvoetvormfactor β : 0.88
Type lastzakingsdiagram : Grondverdringende paal
Verm.factor * $\phi'_{j,k}$: 0.75
Groutomhulling : NEE
Verzwaarde voet - Vorm : Rond
Hoogte [m] : 0.008
Diameter [m] : 0.290
Verm.factor * $\phi'_{j,k}$: 0.75



PAALGEGEVENS Avegaarpaal Ø 300 mm

Type : Avegaarpaal
Wijze van installeren : Schroeven
Diameter [m] : 0.300
Elasticiteitsmodulus [N/mm²] : 20000 (Beton)
Factor α_s (tabel 7.c EC 7.1) : 0.006 (tabel 7.d is niet gebruikt.)
Factor α_t (tabel 7.c EC 7.1) : 0.0045 (zandlagen; voor kleilagen zie tabel 7.d)
Paalklassefactor α_p : 0.56
Paalvoetvormfactor β : 1.00
Type lastzakingsdiagram : Avegaarpaal
Verm.factor * $\phi'_{j,k}$: 1.00

PAALGEGEVENS Avegaarpaal Ø 350 mm

Type : Avegaarpaal
Wijze van installeren : Schroeven
Diameter [m] : 0.350
Elasticiteitsmodulus [N/mm²] : 20000 (Beton)
Factor α_s (tabel 7.c EC 7.1) : 0.006 (tabel 7.d is niet gebruikt.)
Factor α_t (tabel 7.c EC 7.1) : 0.0045 (zandlagen; voor kleilagen zie tabel 7.d)
Paalklassefactor α_p : 0.56
Paalvoetvormfactor β : 1.00
Type lastzakingsdiagram : Avegaarpaal
Verm.factor * $\phi'_{j,k}$: 1.00

PAALGEGEVENS Avegaarpaal Ø 400 mm

Type : Avegaarpaal
Wijze van installeren : Schroeven
Diameter [m] : 0.400
Elasticiteitsmodulus [N/mm²] : 20000 (Beton)
Factor α_s (tabel 7.c EC 7.1) : 0.006 (tabel 7.d is niet gebruikt.)
Factor α_t (tabel 7.c EC 7.1) : 0.0045 (zandlagen; voor kleilagen zie tabel 7.d)
Paalklassefactor α_p : 0.56
Paalvoetvormfactor β : 1.00
Type lastzakingsdiagram : Avegaarpaal
Verm.factor * $\phi'_{j,k}$: 1.00



REKENGEGEVENS SB Ø 168

Berekening : Ontwerpend
 Rekenmethode : Drukpalen volgens NEN-EN 1997-1, art. 7.6.2
 Sondering(en) : 01, 02

Stijf bouwwerk : NEE
 Paalgroep : NEE
 Aantal sonderingen : 2
 Factor ξ_3 (n=1) : 1.39 (handmatig)
 Factor ξ_3 (gem) : 1.39 (handmatig)
 Factor ξ_4 (min) : 1.39 (handmatig)
 Weerstandsfactor γ_R : 1.20
 $\gamma_{f,nk}$: 1.0
 $R_{s,cal,max,i}$ begrenzen op $0.75 * R_{b,cal,max,i}$: NEE
 Beperking paalschachtwrijving art. 7.6.2.3 (i) : NEE
 UGT draagvermogen zonder negatieve kleef : NEE

Paal : SB Ø 168/185 mm
 Niveau paalkop [m] : N.A.P. -0.70
 Bovenbel. [kN/m²] : 0.00

PAALPUNTNIVEAUS SB Ø 168/185 mm

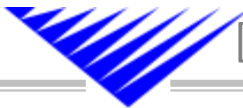
Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v. : N.A.P.

Nr	Beginniveau [m]	Eindniveau [m]	Stapgrootte [m]
1	-10.00	-13.00	0.25

RESULTATEN SB Ø 168 (n=1)

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

Sondering	01	02
Niveau	$F_{netto;d}$	$F_{netto;d}$
[m]	[kN]	[kN]
-10.00	48	89
-10.25	61	93
-10.50	80	99
-10.75	92	101
-11.00	100	107
-11.25	109	113
-11.50	114	118
-11.75	126	150
-12.00	133	158
-12.25	139	169
-12.50	137	173
-12.75	126	170
-13.00	127	163


SAMENVATTINGSTABEL SB Ø 168 (n=1)
Uitgangspunten

- paal	:	SB Ø 168/185 mm
- paaltype	:	Stalen buispaal (gesloten)
- schachtafmeting	:	168 mm
Paalklassefactor α_p	:	0.70
Factor α_s (tabel 7.c EC 7.1)	:	0.010 (zandlagen; voor kleilagen zie tabel 7.d)
Correlatiefactor $\xi_{3(n=1)}$	:	1.39

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

sondering	maaiveld paalpunt		Bezwijkdraagvermogen			Rekenwaarden		
	niveau	niveau	$R_{b,cal}$ [kN]	$R_{s,cal}$ [kN]	$R_{c,cal}$ [kN]	$R_{c,d}$ [kN]	$F_{nk,d}$ [kN]	$R_{c,netto,d}$ [kN]
01	-0.88	-10.00	128.1	33.2	161.3	96.7	-48.9	47.8
		-10.25	134.1	48.8	183.0	109.7	-48.9	60.8
		-10.50	153.9	61.4	215.3	129.1	-48.9	80.2
		-10.75	159.1	75.1	234.2	140.4	-48.9	91.5
		-11.00	159.2	89.6	248.7	149.1	-48.9	100.2
		-11.25	160.3	102.8	263.1	157.8	-48.9	108.9
		-11.50	155.9	116.2	272.2	163.2	-48.9	114.3
		-11.75	163.1	128.2	291.3	174.6	-48.9	125.7
		-12.00	159.2	143.4	302.6	181.4	-48.9	132.5
		-12.25	157.5	156.1	313.6	188.0	-48.9	139.1
		-12.50	141.6	167.8	309.4	185.5	-48.9	136.6
		-12.75	108.6	182.9	291.6	174.8	-48.9	125.9
02	-0.72	-13.00	95.2	198.5	293.7	176.1	-48.9	127.2
		-10.00	170.1	55.7	225.8	135.4	-46.2	89.1
		-10.25	161.0	71.5	232.6	139.4	-46.2	93.2
		-10.50	154.4	87.3	241.7	144.9	-46.2	98.7
		-10.75	142.3	102.6	244.9	146.8	-46.2	100.6
		-11.00	139.7	115.2	254.9	152.8	-46.2	106.6
		-11.25	138.4	126.5	264.9	158.8	-46.2	112.6
		-11.50	137.7	137.0	274.7	164.7	-46.2	118.4
		-11.75	179.9	148.1	328.0	196.6	-46.2	150.4
		-12.00	177.6	163.8	341.4	204.7	-46.2	158.4
		-12.25	178.9	179.6	358.5	214.9	-46.2	168.7
		-12.50	170.6	195.2	365.8	219.3	-46.2	173.1
		-12.75	152.0	209.2	361.2	216.6	-46.2	170.3
		-13.00	124.1	224.6	348.7	209.1	-46.2	162.8

REKENGEGEVENS SB Ø 219

Berekening : Ontwerpend
 Rekenmethode : Drukpalen volgens NEN-EN 1997-1, art. 7.6.2
 Sondering(en) : 01, 02

Stijf bouwwerk : NEE
 Paalgroep : NEE
 Aantal sonderingen : 2
 Factor ξ_3 (n=1) : 1.39 (handmatig)
 Factor ξ_3 (gem) : 1.39 (handmatig)
 Factor ξ_4 (min) : 1.39 (handmatig)
 Weerstandsfactor γ_R : 1.20
 $\gamma_{f,nk}$: 1.0
 $R_{s,cal,max,i}$ begrenzen op $0.75 * R_{b,cal,max,i}$: NEE
 Beperking paalschachtwrijving art. 7.6.2.3 (i) : NEE
 UGT draagvermogen zonder negatieve kleef : NEE

Paal : SB Ø 219/235 mm
 Niveau paalkop [m] : N.A.P. -0.70
 Bovenbel. [kN/m²] : 0.00

PAALPUNTNIVEAUS SB Ø 219/235 mm

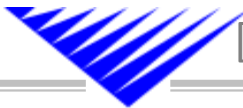
Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v. : N.A.P.

Nr	Beginniveau [m]	Eindniveau [m]	Stapgrootte [m]
1	-10.00	-13.00	0.25

RESULTATEN SB Ø 219 (n=1)

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

Sondering	01	02
Niveau	$F_{netto;d}$	$F_{netto;d}$
[m]	[kN]	[kN]
-10.00	81	122
-10.25	96	136
-10.50	122	147
-10.75	137	157
-11.00	155	167
-11.25	170	174
-11.50	180	183
-11.75	197	227
-12.00	205	241
-12.25	206	248
-12.50	181	245
-12.75	180	232
-13.00	184	224


SAMENVATTINGSTABEL SB Ø 219 (n=1)
Uitgangspunten

- paal	: SB Ø 219/235 mm
- paaltype	: Stalen buispaal (gesloten)
- schachtafmeting	: 219 mm
Paalklassefactor α_p	: 0.70
Factor α_s (tabel 7.c EC 7.1)	: 0.010 (zandlagen; voor kleilagen zie tabel 7.d)
Correlatiefactor ξ_3 (n=1)	: 1.39

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

sondering	maaiveld paalpunt		Bezwijkdraagvermogen			Rekenwaarden		
	niveau	niveau	$R_{b,cal}$ [kN]	$R_{s,cal}$ [kN]	$R_{c,cal}$ [kN]	$R_{c,d}$ [kN]	$F_{nk,d}$ [kN]	$R_{c,netto,d}$ [kN]
01	-0.88	-10.00	198.3	43.2	241.5	144.8	-63.7	81.1
		-10.25	203.2	63.7	266.9	160.0	-63.7	96.2
		-10.50	230.6	80.1	310.6	186.2	-63.7	122.5
		-10.75	236.5	97.8	334.4	200.5	-63.7	136.7
		-11.00	247.7	116.8	364.5	218.5	-63.7	154.8
		-11.25	256.1	134.1	390.2	233.9	-63.7	170.2
		-11.50	255.1	151.5	406.7	243.8	-63.7	180.1
		-11.75	267.1	167.1	434.1	260.3	-63.7	196.5
		-12.00	260.7	186.9	447.6	268.3	-63.7	204.6
		-12.25	246.4	203.5	449.9	269.7	-63.7	206.0
		-12.50	188.9	218.8	407.7	244.4	-63.7	180.7
		-12.75	167.7	238.5	406.2	243.5	-63.7	179.8
02	-0.72	-10.00	231.5	72.6	304.1	182.3	-60.3	122.0
		-10.25	233.8	93.2	327.0	196.0	-60.3	135.8
		-10.50	231.4	113.7	345.2	206.9	-60.3	146.7
		-10.75	229.3	133.7	363.0	217.6	-60.3	157.3
		-11.00	228.5	150.2	378.7	227.1	-60.3	166.8
		-11.25	226.6	164.9	391.6	234.8	-60.3	174.5
		-11.50	227.0	178.6	405.5	243.1	-60.3	182.9
		-11.75	285.4	193.0	478.4	286.8	-60.3	226.6
		-12.00	288.6	213.5	502.1	301.0	-60.3	240.7
		-12.25	279.6	234.1	513.7	308.0	-60.3	247.7
		-12.50	254.8	254.5	509.3	305.3	-60.3	245.1
		-12.75	214.5	272.7	487.2	292.1	-60.3	231.8
		-13.00	181.5	292.8	474.3	284.3	-60.3	224.1



REKENGEGEVENS SB Ø 273

Berekening : Ontwerpend
 Rekenmethode : Drukpalen volgens NEN-EN 1997-1, art. 7.6.2
 Sondering(en) : 01, 02

Stijf bouwwerk : NEE
 Paalgroep : NEE
 Aantal sonderingen : 2
 Factor ξ_3 (n=1) : 1.39 (handmatig)
 Factor ξ_3 (gem) : 1.39 (handmatig)
 Factor ξ_4 (min) : 1.39 (handmatig)
 Weerstandsfactor γ_R : 1.20
 $\gamma_{f,nk}$: 1.0
 $R_{s,cal,max,i}$ begrenzen op $0.75 * R_{b,cal,max,i}$: NEE
 Beperking paalschachtwrijving art. 7.6.2.3 (i) : NEE
 UGT draagvermogen zonder negatieve kleef : NEE

Paal : SB Ø 273/290 mm
 Niveau paalkop [m] : N.A.P. -0.70
 Bovenbel. [kN/m²] : 0.00

PAALPUNTNIVEAUS SB Ø 273/290 mm

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

Nr	Beginniveau [m]	Eindniveau [m]	Stapgrootte [m]
1	-10.00	-13.00	0.25

RESULTATEN SB Ø 273 (n=1)

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

Sondering	01	02
Niveau [m]	$F_{netto;d}$ [kN]	$F_{netto;d}$ [kN]
-10.00	127	169
-10.25	144	185
-10.50	170	203
-10.75	195	224
-11.00	219	242
-11.25	242	255
-11.50	260	270
-11.75	287	330
-12.00	298	342
-12.25	247	338
-12.50	244	317
-12.75	249	303
-13.00	255	300


SAMENVATTINGSTABEL SB Ø 273 (n=1)
Uitgangspunten

- paal	:	SB Ø 273/290 mm
- paaltype	:	Stalen buispaal (gesloten)
- schachtafmeting	:	273 mm
Paalklassefactor α_p	:	0.70
Factor α_s (tabel 7.c EC 7.1)	:	0.010 (zandlagen; voor kleilagen zie tabel 7.d)
Correlatiefactor $\xi_{3(n=1)}$	:	1.39

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

sondering	maaiveld paalpunt		Bezwijkdraagvermogen			Rekenwaarden		
	niveau	niveau	$R_{b,cal}$ [kN]	$R_{s,cal}$ [kN]	$R_{c,cal}$ [kN]	$R_{c,d}$ [kN]	$F_{nk,d}$ [kN]	$R_{c,netto,d}$ [kN]
01	-0.88	-10.00	290.5	53.9	344.3	206.4	-79.5	127.0
		-10.25	293.3	79.4	372.6	223.4	-79.5	144.0
		-10.50	316.6	99.8	416.4	249.6	-79.5	170.2
		-10.75	336.2	122.0	458.1	274.7	-79.5	195.2
		-11.00	352.6	145.5	498.1	298.6	-79.5	219.2
		-11.25	369.6	167.1	536.7	321.8	-79.5	242.3
		-11.50	377.4	188.9	566.3	339.5	-79.5	260.1
		-11.75	403.2	208.3	611.5	366.6	-79.5	287.1
		-12.00	396.5	233.0	629.5	377.4	-79.5	298.0
		-12.25	290.2	253.7	543.9	326.1	-79.5	246.6
		-12.50	267.3	272.7	540.0	323.7	-79.5	244.3
		-12.75	251.3	297.3	548.6	328.9	-79.5	249.4
02	-0.72	-13.00	235.1	322.6	557.7	334.4	-79.5	254.9
		-10.00	316.9	90.5	407.5	244.3	-75.1	169.1
		-10.25	317.0	116.2	433.3	259.8	-75.1	184.6
		-10.50	322.0	141.8	463.8	278.0	-75.1	202.9
		-10.75	332.2	166.6	498.8	299.0	-75.1	223.9
		-11.00	342.2	187.2	529.4	317.4	-75.1	242.2
		-11.25	344.7	205.6	550.3	329.9	-75.1	254.8
		-11.50	352.6	222.6	575.2	344.8	-75.1	269.7
		-11.75	435.4	240.6	676.0	405.3	-75.1	330.2
		-12.00	429.1	266.1	695.2	416.8	-75.1	341.6
		-12.25	398.1	291.8	690.0	413.6	-75.1	338.5
		-12.50	337.7	317.3	654.9	392.6	-75.1	317.5
		-12.75	291.5	340.0	631.5	378.6	-75.1	303.4
		-13.00	260.0	365.0	625.0	374.7	-75.1	299.6

REKENGEGEVENS Avegaarpaal Ø 300

Berekening : Ontwerpend
 Rekenmethode : Drukpalen volgens NEN-EN 1997-1, art. 7.6.2
 Sondering(en) : 01, 02

Stijf bouwwerk : NEE
 Paalgroep : NEE
 Aantal sonderingen : 2
 Factor ξ_3 (n=1) : 1.39 (handmatig)
 Factor ξ_3 (gem) : 1.39 (handmatig)
 Factor ξ_4 (min) : 1.39 (handmatig)
 Weerstandsfactor γ_R : 1.20
 $\gamma_{f;nk}$: 1.0
 $R_{s;cal;max;i}$ begrenzen op $0.75 * R_{b;cal;max;i}$: NEE
 UGT draagvermogen zonder negatieve kleef : NEE

Paal : Avegaarpaal Ø 300 mm
 Niveau paalkop [m] : N.A.P. -0.70
 Bovenbel. [kN/m²] : 0.00

PAALPUNTNIVEAUS Avegaarpaal Ø 300 mm

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

Nr	Beginniveau [m]	Eindniveau [m]	Stapgrootte [m]
1	-10.00	-13.00	0.25

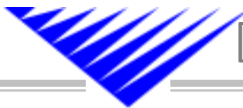
RESULTATEN Avegaarpaal Ø 300 (n=1)

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

Sondering 01 02

Niveau [m]	$F_{netto;d}$ [kN]	$F_{netto;d}$ [kN]
---------------	-----------------------	-----------------------

-10.00	80	98
-10.25	82	101
-10.50	95	107
-10.75	107	115
-11.00	117	123
-11.25	127	129
-11.50	132	140
-11.75	149	195
-12.00	153	195
-12.25	142	188
-12.50	143	180
-12.75	144	177
-13.00	145	176


SAMENVATTINGSTABEL Avegaarpaal Ø 300 (n=1)
Uitgangspunten

- paal	:	Avegaarpaal Ø 300 mm
- paaltype	:	Avegaarpaal
- schachtafmeting	:	300 mm
Paalklassefactor α_p	:	0.56
Factor α_s (tabel 7.c EC 7.1)	:	0.006 (zandlagen; voor kleilagen zie tabel 7.d)
Correlatiefactor ξ_3 ($n=1$)	:	1.39

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

sondering	maaiveld paalpunt		Bezwijkdraagvermogen			Rekenwaarden		
	niveau	niveau	$R_{b;cal}$ [kN]	$R_{s;cal}$ [kN]	$R_{c;cal}$ [kN]	$R_{c;d}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$R_{c;netto;d}$ [kN]
01	-0.88	-10.00	242.5	39.3	281.8	168.9	-88.7	80.2
		-10.25	228.7	56.2	284.9	170.8	-88.7	82.1
		-10.50	235.8	71.2	307.0	184.1	-88.7	95.3
		-10.75	238.7	87.4	326.2	195.5	-88.7	106.8
		-11.00	238.4	104.3	342.7	205.5	-88.7	116.7
		-11.25	239.4	120.1	359.5	215.5	-88.7	126.8
		-11.50	232.7	136.0	368.7	221.1	-88.7	132.3
		-11.75	246.6	150.2	396.8	237.9	-88.7	149.1
		-12.00	236.3	167.2	403.5	241.9	-88.7	153.1
		-12.25	202.8	182.3	385.1	230.9	-88.7	142.1
		-12.50	190.6	196.3	386.9	231.9	-88.7	143.2
		-12.75	175.8	212.9	388.6	233.0	-88.7	144.3
02	-0.72	-10.00	236.7	66.0	302.7	181.5	-83.6	97.8
		-10.25	224.4	83.0	307.3	184.3	-83.6	100.6
		-10.50	218.6	99.9	318.5	190.9	-83.6	107.3
		-10.75	214.6	116.9	331.4	198.7	-83.6	115.1
		-11.00	212.4	132.0	344.4	206.5	-83.6	122.8
		-11.25	209.2	145.4	354.6	212.6	-83.6	129.0
		-11.50	215.9	157.9	373.8	224.1	-83.6	140.5
		-11.75	293.3	171.0	464.3	278.4	-83.6	194.7
		-12.00	277.0	188.0	465.0	278.8	-83.6	195.2
		-12.25	248.8	205.0	453.7	272.0	-83.6	188.4
		-12.50	217.6	221.9	439.5	263.5	-83.6	179.9
		-12.75	196.2	238.6	434.8	260.7	-83.6	177.0
		-13.00	177.0	255.5	432.6	259.3	-83.6	175.7



REKENGEGEVENS Avegaarpaal Ø 350

Berekening : Ontwerpend
 Rekenmethode : Drukpalen volgens NEN-EN 1997-1, art. 7.6.2
 Sondering(en) : 01, 02

Stijf bouwwerk : NEE
 Paalgroep : NEE
 Aantal sonderingen : 2
 Factor ξ_3 (n=1) : 1.39 (handmatig)
 Factor ξ_3 (gem) : 1.39 (handmatig)
 Factor ξ_4 (min) : 1.39 (handmatig)
 Weerstandsfactor γ_R : 1.20
 $\gamma_{f,nk}$: 1.0
 $R_{s,cal,max,i}$ begrenzen op $0.75 * R_{b,cal,max,i}$: NEE
 UGT draagvermogen zonder negatieve kleeft : NEE

Paal : Avegaarpaal Ø 350 mm
 Niveau paalkop [m] : N.A.P. -0.70
 Bovenbel. [kN/m²] : 0.00

PAALPUNTNIVEAUS Avegaarpaal Ø 350 mm

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

Nr	Beginniveau [m]	Eindniveau [m]	Stapgrootte [m]
1	-10.00	-13.00	0.25

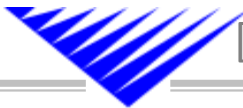
RESULTATEN Avegaarpaal Ø 350 (n=1)

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

Sondering 01 02

Niveau [m]	$F_{netto;d}$ [kN]	$F_{netto;d}$ [kN]
---------------	-----------------------	-----------------------

-10.00	120	132
-10.25	120	137
-10.50	136	147
-10.75	150	156
-11.00	161	165
-11.25	172	174
-11.50	184	195
-11.75	203	254
-12.00	182	246
-12.25	183	232
-12.50	185	223
-12.75	186	222
-13.00	187	218


SAMENVATTINGSTABEL Avegaarpaal Ø 350 (n=1)
Uitgangspunten

- paal	: Avegaarpaal Ø 350 mm
- paaltype	: Avegaarpaal
- schachtafmeting	: 350 mm
Paalklassefactor α_p	: 0.56
Factor α_s (tabel 7.c EC 7.1)	: 0.006 (zandlagen; voor kleilagen zie tabel 7.d)
Correlatiefactor ξ_3 (n=1)	: 1.39

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

sondering	maaiveld paalpunt		Bezwijkdraagvermogen			Rekenwaarden		
	niveau	niveau	$R_{b;cal}$ [kN]	$R_{s;cal}$ [kN]	$R_{c;cal}$ [kN]	$R_{c;d}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$R_{c;netto;d}$ [kN]
01	-0.88	-10.00	326.9	45.8	372.7	223.4	-103.5	119.9
		-10.25	307.3	65.6	372.9	223.6	-103.5	120.0
		-10.50	316.8	83.1	399.8	239.7	-103.5	136.2
		-10.75	320.1	102.0	422.1	253.1	-103.5	149.5
		-11.00	319.1	121.7	440.8	264.3	-103.5	160.7
		-11.25	320.3	140.1	460.4	276.0	-103.5	172.5
		-11.50	320.1	158.7	478.8	287.1	-103.5	183.5
		-11.75	335.5	175.2	510.8	306.2	-103.5	202.7
		-12.00	280.5	195.0	475.5	285.1	-103.5	181.6
		-12.25	265.6	212.7	478.3	286.8	-103.5	183.2
		-12.50	252.3	229.0	481.3	288.6	-103.5	185.0
		-12.75	235.3	248.3	483.6	289.9	-103.5	186.4
		-13.00	215.7	268.1	483.8	290.1	-103.5	186.5
02	-0.72	-10.00	305.2	77.0	382.2	229.1	-97.6	131.5
		-10.25	295.1	96.8	391.9	235.0	-97.6	137.4
		-10.50	292.1	116.6	408.7	245.0	-97.6	147.4
		-10.75	286.2	136.4	422.5	253.3	-97.6	155.8
		-11.00	283.9	153.9	437.9	262.5	-97.6	164.9
		-11.25	283.3	169.6	452.9	271.5	-97.6	174.0
		-11.50	303.7	184.2	487.8	292.5	-97.6	194.9
		-11.75	387.5	199.6	587.1	352.0	-97.6	254.4
		-12.00	353.6	219.3	572.9	343.5	-97.6	245.9
		-12.25	309.9	239.1	549.0	329.2	-97.6	231.6
		-12.50	276.5	258.9	535.5	321.0	-97.6	223.5
		-12.75	254.9	278.3	533.3	319.7	-97.6	222.1
		-13.00	229.0	298.1	527.1	316.0	-97.6	218.5



**REKENGEGEVENS Avegapaal Ø 400**

Berekening : Ontwerpend
 Rekenmethode : Drukpalen volgens NEN-EN 1997-1, art. 7.6.2
 Sondering(en) : 01, 02

Stijf bouwwerk : NEE
 Paalgroep : NEE
 Aantal sonderingen : 2
 Factor ξ_3 (n=1) : 1.39 (handmatig)
 Factor ξ_3 (gem) : 1.39 (handmatig)
 Factor ξ_4 (min) : 1.39 (handmatig)
 Weerstandsfactor γ_R : 1.20
 $\gamma_{f;nk}$: 1.0
 $R_{s;cal;max;i}$ begrenzen op $0.75 * R_{b;cal;max;i}$: NEE
 UGT draagvermogen zonder negatieve kleeft : NEE

Paal : Avegapaal Ø 400 mm
 Niveau paalkop [m] : N.A.P. -0.70
 Bovenbel. [kN/m²] : 0.00

PAALPUNTNIVEAUS Avegapaal Ø 400 mm

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

Nr	Beginniveau [m]	Eindniveau [m]	Stapgrootte [m]
1	-10.00	-13.00	0.25

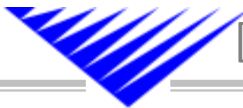
RESULTATEN Avegapaal Ø 400 (n=1)

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

Sondering 01 02

Niveau [m]	$F_{netto;d}$ [kN]	$F_{netto;d}$ [kN]
---------------	-----------------------	-----------------------

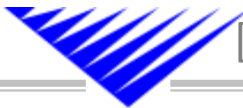
-10.00	156	172
-10.25	166	183
-10.50	184	194
-10.75	199	202
-11.00	212	212
-11.25	225	222
-11.50	245	258
-11.75	227	310
-12.00	222	293
-12.25	227	279
-12.50	232	271
-12.75	233	270
-13.00	230	268


SAMENVATTINGSTABEL Avegaarpaal Ø 400 (n=1)
Uitgangspunten

- paal	:	Avegaarpaal Ø 400 mm
- paaltype	:	Avegaarpaal
- schachtafmeting	:	400 mm
Paalklassefactor α_p	:	0.56
Factor α_s (tabel 7.c EC 7.1)	:	0.006 (zandlagen; voor kleilagen zie tabel 7.d)
Correlatiefactor ξ_3 (n=1)	:	1.39

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

sondering	maaiveld paalpunt		Bezwijkdraagvermogen			Rekenwaarden		
	niveau	niveau	$R_{b,cal}$ [kN]	$R_{s,cal}$ [kN]	$R_{c,cal}$ [kN]	$R_{c,d}$ [kN]	$F_{nk,d}$ [kN]	$R_{c,netto,d}$ [kN]
01	-0.88	-10.00	404.4	52.3	456.8	273.9	-118.3	155.5
		-10.25	398.6	75.0	473.6	283.9	-118.3	165.6
		-10.50	409.1	94.9	504.1	302.2	-118.3	183.9
		-10.75	413.0	116.6	529.5	317.5	-118.3	199.1
		-11.00	411.2	139.1	550.3	329.9	-118.3	211.6
		-11.25	412.4	160.2	572.6	343.3	-118.3	224.9
		-11.50	424.8	181.4	606.2	363.4	-118.3	245.1
		-11.75	376.0	200.3	576.3	345.5	-118.3	227.2
		-12.00	344.6	222.9	567.5	340.2	-118.3	221.9
		-12.25	332.9	243.1	575.9	345.3	-118.3	227.0
		-12.50	322.7	261.7	584.4	350.4	-118.3	232.0
		-12.75	302.7	283.8	586.5	351.6	-118.3	233.3
02	-0.72	-13.00	274.2	306.4	580.6	348.1	-118.3	229.8
		-10.00	384.3	88.0	472.3	283.2	-111.5	171.7
		-10.25	381.0	110.6	491.6	294.7	-111.5	183.2
		-10.50	376.0	133.2	509.3	305.3	-111.5	193.8
		-10.75	367.7	155.9	523.5	313.9	-111.5	202.4
		-11.00	364.3	175.9	540.2	323.9	-111.5	212.4
		-11.25	363.2	193.9	557.1	334.0	-111.5	222.5
		-11.50	406.4	210.5	616.9	369.9	-111.5	258.3
		-11.75	474.9	228.1	703.0	421.5	-111.5	310.0
		-12.00	423.7	250.7	674.3	404.3	-111.5	292.8
		-12.25	378.0	273.3	651.3	390.5	-111.5	279.0
		-12.50	342.4	295.9	638.3	382.7	-111.5	271.1
		-12.75	318.1	318.1	636.2	381.4	-111.5	269.9
		-13.00	292.7	340.7	633.4	379.7	-111.5	268.2


OVERZICHT NETTO DRAAGVERMOGEN DRUKPALEN

Netto paal draagvermogen(s) zijn naar beneden toe afgerond op: 5.0 kN nauwkeurig
 Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

sondering	maaiveld paalpunt		$R_{c; netto; d}$ [kN]				
	niveau	niveau	SB Ø 168	SB Ø 219	SB Ø 273	A Ø 300	A Ø 350
01	-0.88	-10.00	45	80	125	80	115
		-10.25	60	95	140	80	120
		-10.50	80	120	170	95	135
		-10.75	90	135	195	105	145
		-11.00	100	150	215	115	160
		-11.25	105	170	240	125	170
		-11.50	110	180	260	130	180
		-11.75	125	195	285	145	200
		-12.00	130	200	295	150	180
		-12.25	135	205	245	140	180
		-12.50	135	180	240	140	185
		-12.75	125	175	245	140	185
		-13.00	125	180	250	145	185
02	-0.72	-10.00	85	120	165	95	130
		-10.25	90	135	180	100	135
		-10.50	95	145	200	105	145
		-10.75	100	155	220	115	155
		-11.00	105	165	240	120	160
		-11.25	110	170	250	125	170
		-11.50	115	180	265	140	190
		-11.75	150	225	330	190	250
		-12.00	155	240	340	195	245
		-12.25	165	245	335	185	230
		-12.50	170	245	315	175	220
		-12.75	170	230	300	175	220
		-13.00	160	220	295	175	215





Netto paal draagvermogen(s) zijn naar beneden toe afgerond op: 5.0 kN nauwkeurig
Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

sondering	maaiveld niveau	paalpunt niveau	$R_{c; netto; d}$ A Ø 400	[kN]
-----------	--------------------	--------------------	------------------------------	------

01	-0.88	-10.00	155	
		-10.25	165	
		-10.50	180	
		-10.75	195	
		-11.00	210	
		-11.25	220	
		-11.50	245	
		-11.75	225	
		-12.00	220	
		-12.25	225	
		-12.50	230	
		-12.75	230	
		-13.00	225	
02	-0.72	-10.00	170	
		-10.25	180	
		-10.50	190	
		-10.75	200	
		-11.00	210	
		-11.25	220	
		-11.50	255	
		-11.75	305	
		-12.00	290	
		-12.25	275	
		-12.50	270	
		-12.75	265	
		-13.00	265	





Bijlage 2. Voorbeeldberekening van de rekenwaarden van de paaldrukweerstand



ALGEMENE GEGEVENS

Project : W2023.047 Woldendorp - Zwaagweg 80 - Nieuwbouw woonhuis
 Onderdeel : Geheide stalen buispalen (SB) en Avegaarpalen -
 Voorbeeldberekening
 Datum : 18-01-2023
 Berekeningstype : Verticaal belaste paal
 Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

Toegepaste normen volgens Eurocode met Nederlandse NB

Geotechniek	EN 1997-1:2004	AC:2009	
	NEN-EN 1997-1:2005	C1+A1:2013	NB:2016
	NEN 9997-1:2016	C2:2017	

BODEMPROFIELGEGEVENS: 01

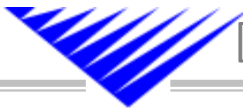
Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

d50-reductie is meegenomen overeenkomstig NEN-EN 9997 art. 7.6.2.3 (i)

Hoogte maaiveld [m] : -0.88 Grondwaterstand [m] : -2.50

Laag	Van [m]	Tot [m]	Omschrijving	OCR	Aandeel pos. kleef [%]	α_s	d_{50} [mm]
1	-0.88	-1.20	Zand - Zwak siltig - Kleiig	1.0	0.0		
2	-1.20	-1.39	Zand - Schoon - Los	1.0	0.0		
3	-1.39	-1.62	Leem - Zwak zandig - Vast	1.0	0.0		
4	-1.62	-1.74	Klei - Zwak zandig - Vast	1.0	0.0		
5	-1.74	-1.96	Klei - Zwak zandig - Matig	1.0	0.0		
6	-1.96	-2.09	Klei - Schoon - Vast	1.0	0.0		
7	-2.09	-2.23	Klei - Zwak zandig - Matig	1.0	0.0		
8	-2.23	-2.36	Klei - Schoon - Matig	1.0	0.0		
9	-2.36	-2.54	Klei - Zwak zandig - Matig	1.0	0.0		
10	-2.54	-2.66	Klei - Schoon - Matig	1.0	0.0		
11	-2.66	-2.87	Klei - Zwak zandig - Slap	1.0	0.0		
12	-2.87	-3.06	Klei - Schoon - Matig	1.0	0.0		
13	-3.06	-3.18	Klei - Zwak zandig - Slap	1.0	0.0		
14	-3.18	-3.30	Klei - Organisch - Matig	1.0	0.0		
15	-3.30	-3.42	Klei - Zwak zandig - Slap	1.0	0.0		
16	-3.42	-3.55	Klei - Organisch - Matig	1.0	0.0		
17	-3.55	-3.67	Klei - Zwak zandig - Slap	1.0	0.0		
18	-3.67	-3.80	Klei - Schoon - Matig	1.0	0.0		
19	-3.80	-3.97	Klei - Zwak zandig - Slap	1.0	0.0		
20	-3.97	-4.10	Klei - Schoon - Matig	1.0	0.0		
21	-4.10	-4.22	Klei - Zwak zandig - Slap	1.0	0.0		
22	-4.22	-4.36	Klei - Organisch - Matig	1.0	0.0		
23	-4.36	-4.48	Klei - Zwak zandig - Slap	1.0	0.0		
24	-4.48	-4.60	Klei - Organisch - Matig	1.0	0.0		
25	-4.60	-4.81	Klei - Zwak zandig - Slap	1.0	0.0		
26	-4.81	-4.96	Klei - Organisch - Matig	1.0	0.0		
27	-4.96	-5.08	Klei - Zwak zandig - Slap	1.0	0.0		
28	-5.08	-5.22	Veen - Matig voorbelast - Matig	1.0	0.0		
29	-5.22	-5.39	Klei - Organisch - Matig	1.0	0.0		
30	-5.39	-5.62	Veen - Matig voorbelast - Matig	1.0	0.0		
31	-5.62	-5.79	Klei - Organisch - Matig	1.0	0.0		

Laag	Van [m]	Tot [m]	Omschrijving	OCR	Aandeel pos. kleef [%]	α_s	d_{50} [mm]
32	-5.79	-6.01	Veen - Matig voorbelast - Matig	1.0	0.0		
33	-6.01	-6.13	Klei - Organisch - Matig	1.0	0.0		
34	-6.13	-6.33	Veen - Matig voorbelast - Matig	1.0	0.0		
35	-6.33	-6.45	Klei - Organisch - Matig	1.0	0.0		
36	-6.45	-6.57	Veen - Matig voorbelast - Matig	1.0	0.0		
37	-6.57	-6.75	Klei - Organisch - Matig	1.0	0.0		
38	-6.75	-6.87	Klei - Zwak zandig - Slap	1.0	0.0		
39	-6.87	-7.11	Klei - Organisch - Matig	1.0	0.0		
40	-7.11	-7.23	Klei - Zwak zandig - Slap	1.0	0.0		
41	-7.23	-7.45	Klei - Organisch - Matig	1.0	0.0		
42	-7.45	-7.66	Veen - Matig voorbelast - Matig	1.0	0.0		
43	-7.66	-8.21	Klei - Organisch - Matig	1.0	0.0		
44	-8.21	-8.65	Klei - Zwak zandig - Slap	1.0	0.0		
45	-8.65	-8.78	Klei - Organisch - Matig	1.0	0.0		
46	-8.78	-8.90	Klei - Schoon - Matig	1.0	0.0		
47	-8.90	-13.20	Zand, los tot matig gepakt	1.0	100.0		
48	-13.20	-15.38	Zand - Schoon - Los	1.0	100.0		
49	-15.38	-16.13	Zand - Schoon - Matig	1.0	100.0		
50	-16.13	-17.33	Zand - Zwak siltig - Kleiig	1.0	100.0		
51	-17.33	-17.45	Klei - Zwak zandig - Vast	1.0	0.0		
52	-17.45	-17.58	Klei - Schoon - Matig	1.0	0.0		
53	-17.58	-17.70	Klei - Zwak zandig - Matig	1.0	0.0		
54	-17.70	-17.94	Klei - Schoon - Vast	1.0	0.0		
55	-17.94	-18.06	Klei - Zwak zandig - Vast	1.0	0.0		
56	-18.06	-18.36	Klei - Zwak zandig - Matig	1.0	0.0		
57	-18.36	-18.53	Klei - Schoon - Vast	1.0	0.0		
58	-18.53	-18.79	Klei - Zwak zandig - Matig	1.0	0.0		
59	-18.79	-18.91	Klei - Schoon - Vast	1.0	0.0		
60	-18.91	-19.04	Klei - Zwak zandig - Matig	1.0	0.0		
61	-19.04	-19.37	Klei - Schoon - Vast	1.0	0.0		
62	-19.37	-19.49	Klei - Zwak zandig - Vast	1.0	0.0		
63	-19.49	-19.61	Klei - Zwak zandig - Matig	1.0	0.0		
64	-19.61	-20.06	Klei - Schoon - Matig	1.0	0.0		
65	-20.06	-20.18	Klei - Zwak zandig - Matig	1.0	0.0		
66	-20.18	-21.52	Zand - Schoon - Matig	1.0	100.0		

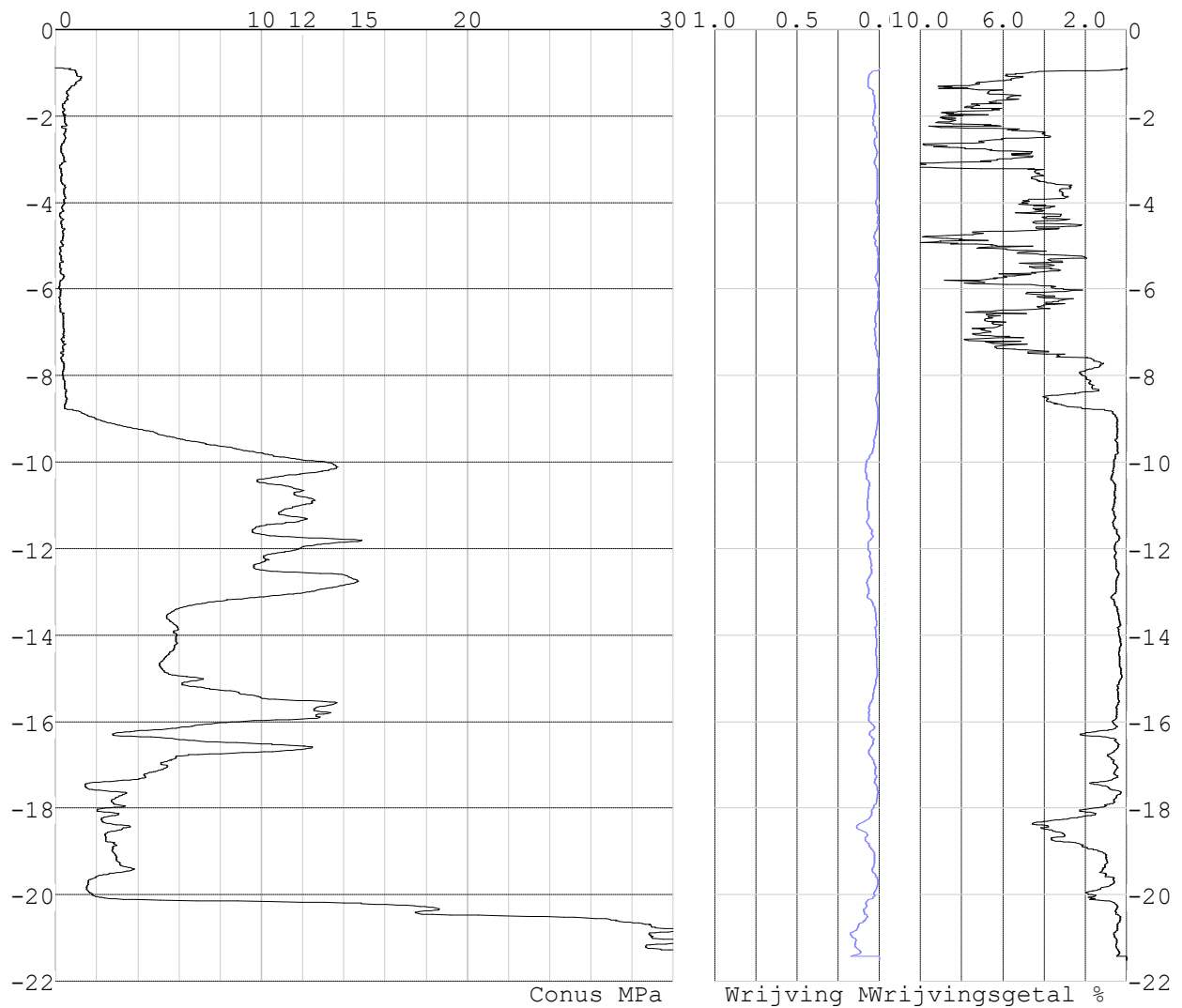
**SONDERINGSGEGEVENS ALGEMEEN: 01**

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

Hoogte maaiveld [m] : -0.88 Bodemprofiel: 01

Traject negatieve kleef : -0.88 tot -8.90 [m]

Traject positieve kleef : -8.90 tot -21.52 [m]

SONDERINGSGEGEVENS GRAFIEK: 01


PAALGEGEVENS SB Ø 273/290 mm

Type	:	Stalen buispaal (gesloten)
Wijze van installeren	:	Heien
Diameter [m]	:	0.273
Wanddikte t [mm]	:	4.0
Elasticiteitsmodulus [N/mm ²]	:	210000 (Staal)
Elasticiteitsmodulus [N/mm ²]	:	20000 (Beton)
Factor α_s (tabel 7.c EC 7.1)	:	0.010 (tabel 7.d is niet gebruikt.)
Factor α_t (tabel 7.c EC 7.1)	:	0.0070 (zandlagen; voor kleilagen zie tabel 7.d)
Paalklassefactor α_p	:	0.70
Paalvoetvormfactor β	:	0.88
Type lastzakingsdiagram	:	Grondverdringende paal
Verm.factor * $\phi'_{j,k}$	:	0.75
Groutomhulling	:	NEE
Verzwaarde voet - Vorm	:	Rond
Hoogte [m]	:	0.008
Diameter [m]	:	0.290
Verm.factor * $\phi'_{j,k}$	:	0.75

PAALGEGEVENS Avegaarpaal Ø 350 mm

Type	:	Avegaarpaal
Wijze van installeren	:	Schroeven
Diameter [m]	:	0.350
Elasticiteitsmodulus [N/mm ²]	:	20000 (Beton)
Factor α_s (tabel 7.c EC 7.1)	:	0.006 (tabel 7.d is niet gebruikt.)
Factor α_t (tabel 7.c EC 7.1)	:	0.0045 (zandlagen; voor kleilagen zie tabel 7.d)
Paalklassefactor α_p	:	0.56
Paalvoetvormfactor β	:	1.00
Type lastzakingsdiagram	:	Avegaarpaal
Verm.factor * $\phi'_{j,k}$	:	1.00

REKENGEGEVENS SB Ø 273

Berekening	:	Controlerend
Rekenmethode	:	Drukpalen volgens NEN-EN 1997-1, art. 7.6.2
Sondering(en)	:	01

Stijf bouwwerk	:	NEE
Paalgroep	:	NEE
Aantal sonderingen	:	1
Factor ξ_3 (n=1)	:	1.39 (handmatig)
Factor ξ_3 (gem)	:	1.39 (handmatig)
Factor ξ_4 (min)	:	1.39 (handmatig)
Weerstandsfactor γ_R	:	1.20
$\gamma_{f,nk}$	:	1.0
$R_{s,cal,max,i}$ begrenzen op $0.75 * R_{b,cal,max,i}$	:	NEE
Beperking paalschachtwrijving art. 7.6.2.3 (i)	:	NEE
UGT draagvermogen zonder negatieve kleef	:	NEE

Paal	:	SB Ø 273/290 mm
Niveau paalkop [m]	:	N.A.P. -0.70
Paalpuntniveau	:	N.A.P. -11.50
$E_{d,1}$ [kN]	:	-250.00
$S_{req,1}$ [m]	:	0.15
Bovenbel. [kN/m ²]	:	0.00
$E_{d,2}$ [kN]	:	-192.00
$S_{req,2}$ [m]	:	0.05



**RESULTATEN SB Ø 273 (n=1)****Sondering : 01**

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

Niveau [m]	R _b [kN]	R _s [kN]	R _{c;cal} [kN]	R _{c;k} [kN]	R _{c;d} [kN]	F _{nk;d} [kN]	R _{cnd} [kN]	F _{c;tot;1} [kN]	U.C.	S _{1;1} [mm]	S _{1;2} [mm]
-11.50	377.4	188.9	566.3	407.4	339.5	-79.5	260.1	-329.5	0.97	-26.5	-7.0

DETAIL BER. DRAAGVERMOGEN SB Ø 273; 01; N.A.P.-11.50**Uitgangspunten**

- gehanteerde sondering : 01
- gehanteerde paal : SB Ø 273/290 mm
- paalpuntniveau : N.A.P.-11.50 m
- traject positieve kleef : N.A.P. -8.90 m
tot: N.A.P.-11.50 m

Maximale draagkracht van de paalpunt

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

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

$$= 5.714 \text{ MPa}$$

waarin :	in dit geval :
Q _{c;I;gem} = de gemiddelde waarde van de conusweerstand over traject I	= 9.75 MPa
Q _{c;II;gem} = de gemiddelde waarde van de conusweerstand over traject II	= 9.71 MPa
Q _{c;III;gem} = de gemiddelde waarde van de conusweerstand over traject III	= 8.75 MPa
α _p = paalklassefactor	= 0.70 -
β = factor voor de paalvoetvorm	= 0.88 -
φ = hoek van de inwendige wrijving	= 30.0 -
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.

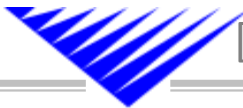
De maximale draagkracht van de paalpunt volgens art. 7.6.2.3 (c) bedraagt:

$$R_{b;cal;max;i} = A_b * Q_{b;max;i}$$

$$= 377 \text{ kN}$$

waarin :	in dit geval :
A _b = oppervlak van de paalvoet	= 0.0661 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:

$$R_{s;cal;max;i} = O_{s;\Delta l;gem} * \sum q_{s;max;z;i} * d_z$$

$$= 189 \text{ kN}$$

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]
--	----	-8.90	--	--	--	--	--	--	--
1	Zand, los tot matig gepakt	-11.49	0.86	0.0100	100	8.47	0.085	2.59	188.3
2	Zand, los tot matig gepakt	-11.50	0.91	0.0100	100	8.83	0.088	0.01	0.6
totaal			0.86	0.0100		8.47	0.085	2.60	188.9

Maximale draagkracht

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

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

$$= 566 \text{ kN } (= 377 + 189)$$

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

$$R_{c;k} = R_{c;cal} / \xi_3 \text{ (n=1)}$$

$$= 407 \text{ kN}$$

waarin : in dit geval :

$$\xi_3 \text{ (n=1)} = \text{factor volgens art. A.3.3.3 bij 1 sondering} = 1.39 -$$

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

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

$$= 340 \text{ kN}$$

waarin : in dit geval :

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

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



DETAIL BER. NEGATIEVE KLEEF SB Ø 273; 01; N.A.P.-11.50**Uitgangspunten**

- gehanteerde sondering : 01
- gehanteerde paal : SB Ø 273/290 mm
- paalpuntniveau : N.A.P.-11.50 m
- paalkopniveau : N.A.P. -0.70 m
- traject negatieve kleeftot : N.A.P. -0.88 m
- tot : N.A.P. -8.90 m
- $p_{sur;k}$: 0.00 kN/m²

Berekening negatieve kleeft

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

$$F_{nk;k} = O_{s;gem} * \sum d_j * K_{0;j;k} * \tan \delta_{j;k} * (\sigma'_{v;j-1;k} + \sigma'_{v;j;k}) / 2.0$$

$$= -79.5 \text{ kN}$$

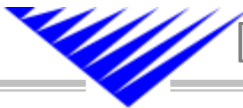
waarin :

- $O_{s;gem}$ = omtrek van de dwarsdoorsnede van de paalschacht
- d_j = de dikte van de grondlaag i
- $K_{0;j;k}$ = de karakteristieke waarde van de neutrale gronddrukfactor in laag i
- $\delta_{j;k}$ = de karakteristieke waarde van de wrijvingshoek
- $\sigma'_{v;j;k}$ = de karakteristieke 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]	$K_{0;j} * \tan(\delta_i)$	$\sigma'_{v;j;k}$ [kN/m ²]
--	----	-0.88	--	--	--	0.00
1	Zand - Zwak siltig - Kleiig	-1.20	0.32	0.86	0.25	6.08
2	Zand - Schoon - Los	-1.39	0.19	0.86	0.25	9.50
3	Leem - Zwak zandig - Vast	-1.62	0.23	0.86	0.27	14.56
4	Klei - Zwak zandig - Vast	-1.74	0.12	0.86	0.25	17.08
5	Klei - Zwak zandig - Matig	-1.96	0.22	0.86	0.25	21.48
6	Klei - Schoon - Vast	-2.09	0.13	0.86	0.25	24.08
7	Klei - Zwak zandig - Matig	-2.23	0.14	0.86	0.25	26.88
8	Klei - Schoon - Matig	-2.36	0.13	0.86	0.25	29.35
9	Klei - Zwak zandig - Matig	-2.50	0.14	0.86	0.25	32.15
10	Klei - Zwak zandig - Matig	-2.54	0.04	0.86	0.25	32.55
11	Klei - Schoon - Matig	-2.66	0.12	0.86	0.25	33.63
12	Klei - Zwak zandig - Slap	-2.87	0.21	0.86	0.25	35.31
13	Klei - Schoon - Matig	-3.06	0.19	0.86	0.25	37.02
14	Klei - Zwak zandig - Slap	-3.18	0.12	0.86	0.25	37.98
15	Klei - Organisch - Matig	-3.30	0.12	0.86	0.25	38.70
16	Klei - Zwak zandig - Slap	-3.42	0.12	0.86	0.25	39.66

**Per laag**

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

Nr Laag		Nivo [m]	Hoogte [m]	$O_{s, \text{gem}}$ [m ¹]	$K_{0, j} * \tan(\delta_i)$	$\sigma'_{v, j, k}$ [kN/m ²]
17	Klei - Organisch - Matig	-3.55	0.13	0.86	0.25	40.44
18	Klei - Zwak zandig - Slap	-3.67	0.12	0.86	0.25	41.40
19	Klei - Schoon - Matig	-3.80	0.13	0.86	0.25	42.57
20	Klei - Zwak zandig - Slap	-3.97	0.17	0.86	0.25	43.93
21	Klei - Schoon - Matig	-4.10	0.13	0.86	0.25	45.10
22	Klei - Zwak zandig - Slap	-4.22	0.12	0.86	0.25	46.06
23	Klei - Organisch - Matig	-4.36	0.14	0.86	0.25	46.90
24	Klei - Zwak zandig - Slap	-4.48	0.12	0.86	0.25	47.86
25	Klei - Organisch - Matig	-4.60	0.12	0.86	0.25	48.58
26	Klei - Zwak zandig - Slap	-4.81	0.21	0.86	0.25	50.26
27	Klei - Organisch - Matig	-4.96	0.15	0.86	0.25	51.16
28	Klei - Zwak zandig - Slap	-5.08	0.12	0.86	0.25	52.12
29	Veen - Matig voorbelast - Mati	-5.22	0.14	0.86	0.25	52.54
30	Klei - Organisch - Matig	-5.39	0.17	0.86	0.25	53.56
31	Veen - Matig voorbelast - Mati	-5.62	0.23	0.86	0.25	54.25
32	Klei - Organisch - Matig	-5.79	0.17	0.86	0.25	55.27
33	Veen - Matig voorbelast - Mati	-6.01	0.22	0.86	0.25	55.93
34	Klei - Organisch - Matig	-6.13	0.12	0.86	0.25	56.65
35	Veen - Matig voorbelast - Mati	-6.33	0.20	0.86	0.25	57.25
36	Klei - Organisch - Matig	-6.45	0.12	0.86	0.25	57.97
37	Veen - Matig voorbelast - Mati	-6.57	0.12	0.86	0.25	58.33
38	Klei - Organisch - Matig	-6.75	0.18	0.86	0.25	59.41
39	Klei - Zwak zandig - Slap	-6.87	0.12	0.86	0.25	60.37
40	Klei - Organisch - Matig	-7.11	0.24	0.86	0.25	61.81
41	Klei - Zwak zandig - Slap	-7.23	0.12	0.86	0.25	62.77
42	Klei - Organisch - Matig	-7.45	0.22	0.86	0.25	64.09
43	Veen - Matig voorbelast - Mati	-7.66	0.21	0.86	0.25	64.72
44	Klei - Organisch - Matig	-8.21	0.55	0.86	0.25	68.02
45	Klei - Zwak zandig - Slap	-8.65	0.44	0.86	0.25	71.54
46	Klei - Organisch - Matig	-8.78	0.13	0.86	0.25	72.32
47	Klei - Schoon - Matig	-8.90	0.12	0.86	0.25	73.40

Rekenwaarde

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

$$F_{nk; d} = F_{nk; k} * \gamma_{f; nk} = -79.5 \text{ kN}$$

waarin :

in dit geval :

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

1.0 -



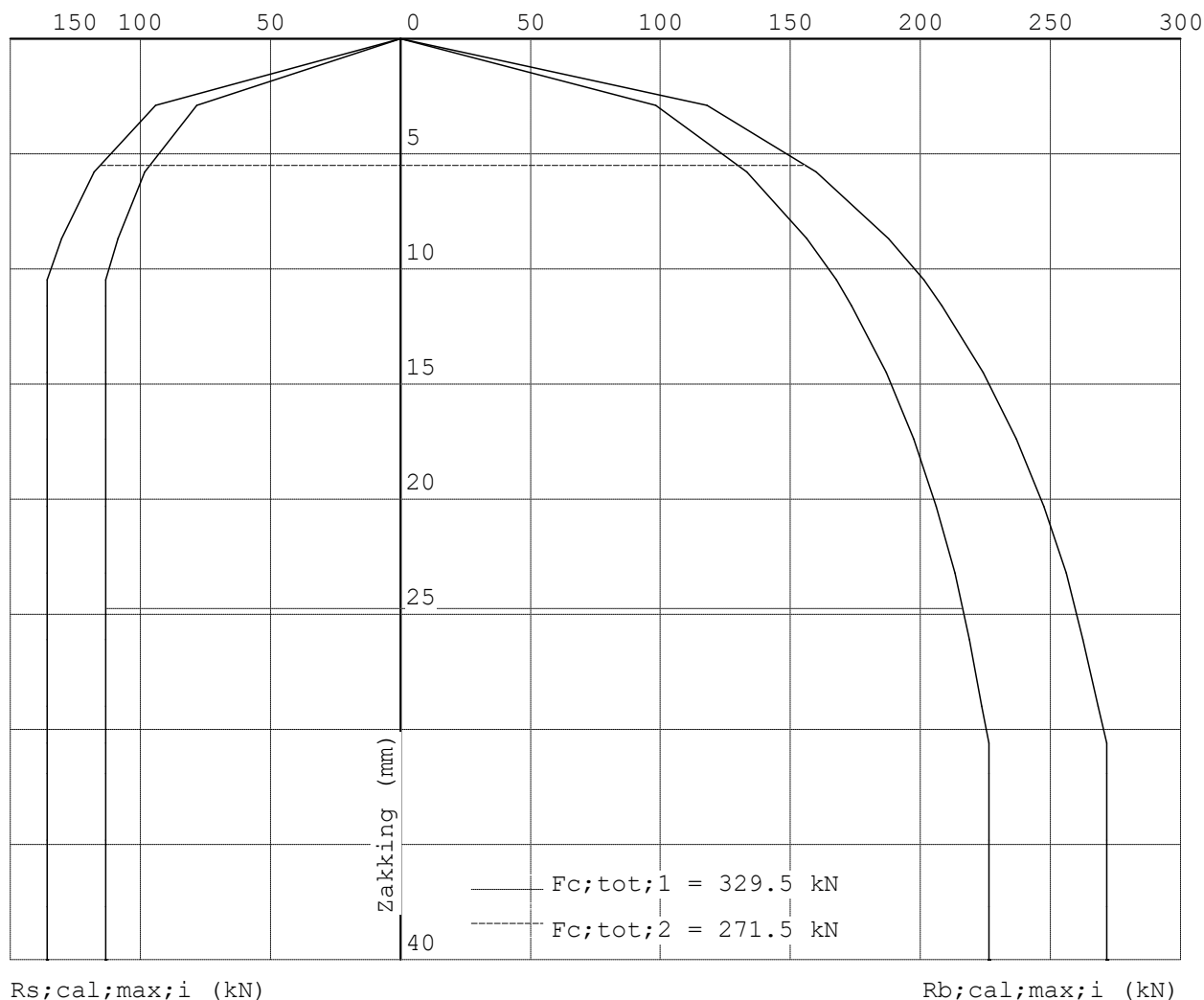


LAST_ZAKKINGSDIAGRAM SB Ø 273

Uitgangspunten

- gehanteerde sondering : 01
- gehanteerde paal : SB Ø 273/290 mm
- paalpuntniveau : N.A.P.-11.50 m

Last-zakkingsdiagram grenstoestand 1B en 2



SAMENVATTINGSTABEL SB Ø 273 (n=1)

Uitgangspunten

- paal : SB Ø 273/290 mm
- paaltype : Stalen buispaal (gesloten)
- schachtafmeting : 273 mm
- Paalklassefactor α_p : 0.70
- Factor α_s (tabel 7.c EC 7.1) : 0.010 (zandlagen; voor kleilagen zie tabel 7.d)
- Correlatiefactor ξ_3 (n=1) : 1.39

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

sondering	maaiveld paalpunt		Bezuigdraagvermogen			Rekenwaarden		
	niveau	niveau	$R_{b;cal}$ [kN]	$R_{s;cal}$ [kN]	$R_{c;cal}$ [kN]	$R_{c;d}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$R_{c;netto;d}$ [kN]
01	-0.88	-11.50	377.4	188.9	566.3	339.5	-79.5	260.1

**REKENGEGEVENS Avegaarpaal Ø 350**

Berekening : Controlerend
 Rekenmethode : Drukpalen volgens NEN-EN 1997-1, art. 7.6.2
 Sondering(en) : 01

Stijf bouwwerk : NEE
 Paalgroep : NEE
 Aantal sonderingen : 1
 Factor ξ_3 (n=1) : 1.39 (handmatig)
 Factor ξ_3 (gem) : 1.39 (handmatig)
 Factor ξ_4 (min) : 1.39 (handmatig)
 Weerstandsfactor γ_R : 1.20
 $\gamma_{f,nk}$: 1.0
 $R_{s,cal,max,i}$ begrenzen op $0.75 * R_{b,cal,max,i}$: NEE
 UGT draagvermogen zonder negatieve kleeft : NEE

Paal : Avegaarpaal Ø 350 mm
 Niveau paalkop [m] : N.A.P. -0.70
 Paalpuntniveau : N.A.P. -12.00
 $E_{d,1}$ [kN] : -180.00 $E_{d,2}$ [kN] : -138.00
 $S_{req,1}$ [m] : 0.15 $S_{req,2}$ [m] : 0.05
 Bovenbel. [kN/m²] : 0.00

RESULTATEN Avegaarpaal Ø 350 (n=1)**Sondering : 01**

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

Niveau	R_b	R_s	$R_{c,cal}$	$R_{c,k}$	$R_{c,d}$	$F_{nk,d}$	R_{cnd}	$F_{c,tot,1}$	U.C.	$S_{1,1}$	$S_{1,2}$
[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]		[mm]	[mm]
-12.00	280.5	195.0	475.5	342.1	285.1	-103.5	181.6	-283.5	0.99	-69.0	-15.5

DETAIL BER. DRAAGVERMOGEN Avegaarpaal Ø 350; 01; N.A.P.-12.00**Uitgangspunten**

- gehanteerde sondering : 01
- gehanteerde paal : Avegaarpaal Ø 350 mm
- paalpunte-niveau : N.A.P.-12.00 m
- traject positieve kleef : N.A.P. -8.90 m
tot: N.A.P.-12.00 m

Maximale draagkracht van de paalpunte

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

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

$$= 2.916 \text{ MPa}$$

waarin : in dit geval :

$q_{c;I;gem}$	= de gemiddelde waarde van de conusweerstand over traject I	= 10.95 MPa
$q_{c;II;gem}$	= de gemiddelde waarde van de conusweerstand over traject II	= 5.88 MPa
$q_{c;III;gem}$	= de gemiddelde waarde van de conusweerstand over traject III	= 2.00 MPa
α_p	= paalklassefactor	= 0.56 -
β	= factor voor de paalvoetvorm	= 1.00 -
φ	= hoek van de inwendige wrijving	= 30.0 -
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 paalpunte volgens art. 7.6.2.3 (c) bedraagt:

$$R_{b;cal;max;i} = A_b * Q_{b;max;i}$$

$$= 281 \text{ kN}$$

waarin : in dit geval :
 A_b = oppervlak van de paalvoet = 0.0962 m²

Maximale paalschachtwrijving

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

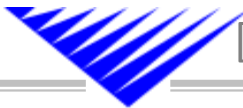
$$Q_{s;max;z} = \alpha_s * q_{c;z;a}$$

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

$$R_{s;cal;max;i} = O_{s;\Delta I;gem} * \sum Q_{s;max;z;i} * d_z$$

$$= 195 \text{ kN}$$



**Per laag**

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

Nr Laag	Nivo	$O_{s;gem}$	α_s	Perc.	$q_{c;z;a}$	$q_{s;max}$	d_z	$R_{c;cal}$
	[m]	[m ¹]		[%]	[MPa]	[MPa]	[m]	[kN]
--	----	-8.90	--	--	--	--	--	--
1 Zand, los tot matig gepakt	-12.00	1.10	0.0060	100	9.54	0.057	3.10	195.0
totaal		1.10	0.0060		9.54	0.057	3.10	195.0

Maximale draagkracht

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

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

$$= 476 \text{ kN } (= 281 + 195)$$

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

$$R_{c;k} = R_{c;cal} / \xi_3 \quad (n=1)$$

$$= 342 \text{ kN}$$

waarin : in dit geval :

$$\xi_3 \quad (n=1) = \text{factor volgens art. A.3.3.3 bij 1 sondering} = 1.39 \quad -$$

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

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

$$= 285 \text{ kN}$$

waarin : in dit geval :

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

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



DETAIL BER. NEGATIEVE KLEEF Avegaarpaal Ø 350; 01; N.A.P.-12.00**Uitgangspunten**

- gehanteerde sondering : 01
- gehanteerde paal : Avegaarpaal Ø 350 mm
- paalpuntniveau : N.A.P.-12.00 m
- paalkopniveau : N.A.P. -0.70 m
- traject negatieve kleef : N.A.P. -0.88 m
tot : N.A.P. -8.90 m
- $p_{sur;k}$: 0.00 kN/m²

Berekening negatieve kleef

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

$$F_{nk;k} = O_{s;gem} * \sum d_j * K_{0;j;k} * \tan \delta_{j;k} * (\sigma'_{v;j-1;k} + \sigma'_{v;j;k}) / 2.0$$

$$= -103.5 \text{ kN}$$

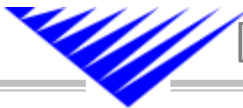
waarin :

- $O_{s;gem}$ = omtrek van de dwarsdoorsnede van de paalschacht
- d_j = de dikte van de grondlaag i
- $K_{0;j;k}$ = de karakteristieke waarde van de neutrale
gronddrukfactor in laag i
- $\delta_{j;k}$ = de karakteristieke waarde van de wrijvingshoek
- $\sigma'_{v;j;k}$ = de karakteristieke 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]	$K_{0;j} * \tan(\delta_i)$	$\sigma'_{v;j;k}$ [kN/m ²]
--	----	-0.88	--	--	--	0.00
1	Zand - Zwak siltig - Kleiig	-1.20	0.32	1.10	0.35	6.08
2	Zand - Schoon - Los	-1.39	0.19	1.10	0.32	9.50
3	Leem - Zwak zandig - Vast	-1.62	0.23	1.10	0.38	14.56
4	Klei - Zwak zandig - Vast	-1.74	0.12	1.10	0.32	17.08
5	Klei - Zwak zandig - Matig	-1.96	0.22	1.10	0.26	21.48
6	Klei - Schoon - Vast	-2.09	0.13	1.10	0.33	24.08
7	Klei - Zwak zandig - Matig	-2.23	0.14	1.10	0.26	26.88
8	Klei - Schoon - Matig	-2.36	0.13	1.10	0.25	29.35
9	Klei - Zwak zandig - Matig	-2.50	0.14	1.10	0.26	32.15
10	Klei - Zwak zandig - Matig	-2.54	0.04	1.10	0.26	32.55
11	Klei - Schoon - Matig	-2.66	0.12	1.10	0.25	33.63
12	Klei - Zwak zandig - Slap	-2.87	0.21	1.10	0.26	35.31
13	Klei - Schoon - Matig	-3.06	0.19	1.10	0.25	37.02
14	Klei - Zwak zandig - Slap	-3.18	0.12	1.10	0.26	37.98
15	Klei - Organisch - Matig	-3.30	0.12	1.10	0.25	38.70
16	Klei - Zwak zandig - Slap	-3.42	0.12	1.10	0.26	39.66

**Per laag**

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

Nr Laag		Nivo [m]	Hoogte [m]	$O_{s, \text{gem}}$ [m ¹]	$K_{0, j} * \tan(\delta_i)$	$\sigma'_{v, j, k}$ [kN/m ²]
17	Klei - Organisch - Matig	-3.55	0.13	1.10	0.25	40.44
18	Klei - Zwak zandig - Slap	-3.67	0.12	1.10	0.26	41.40
19	Klei - Schoon - Matig	-3.80	0.13	1.10	0.25	42.57
20	Klei - Zwak zandig - Slap	-3.97	0.17	1.10	0.26	43.93
21	Klei - Schoon - Matig	-4.10	0.13	1.10	0.25	45.10
22	Klei - Zwak zandig - Slap	-4.22	0.12	1.10	0.26	46.06
23	Klei - Organisch - Matig	-4.36	0.14	1.10	0.25	46.90
24	Klei - Zwak zandig - Slap	-4.48	0.12	1.10	0.26	47.86
25	Klei - Organisch - Matig	-4.60	0.12	1.10	0.25	48.58
26	Klei - Zwak zandig - Slap	-4.81	0.21	1.10	0.26	50.26
27	Klei - Organisch - Matig	-4.96	0.15	1.10	0.25	51.16
28	Klei - Zwak zandig - Slap	-5.08	0.12	1.10	0.26	52.12
29	Veen - Matig voorbelast - Mati	-5.22	0.14	1.10	0.25	52.54
30	Klei - Organisch - Matig	-5.39	0.17	1.10	0.25	53.56
31	Veen - Matig voorbelast - Mati	-5.62	0.23	1.10	0.25	54.25
32	Klei - Organisch - Matig	-5.79	0.17	1.10	0.25	55.27
33	Veen - Matig voorbelast - Mati	-6.01	0.22	1.10	0.25	55.93
34	Klei - Organisch - Matig	-6.13	0.12	1.10	0.25	56.65
35	Veen - Matig voorbelast - Mati	-6.33	0.20	1.10	0.25	57.25
36	Klei - Organisch - Matig	-6.45	0.12	1.10	0.25	57.97
37	Veen - Matig voorbelast - Mati	-6.57	0.12	1.10	0.25	58.33
38	Klei - Organisch - Matig	-6.75	0.18	1.10	0.25	59.41
39	Klei - Zwak zandig - Slap	-6.87	0.12	1.10	0.26	60.37
40	Klei - Organisch - Matig	-7.11	0.24	1.10	0.25	61.81
41	Klei - Zwak zandig - Slap	-7.23	0.12	1.10	0.26	62.77
42	Klei - Organisch - Matig	-7.45	0.22	1.10	0.25	64.09
43	Veen - Matig voorbelast - Mati	-7.66	0.21	1.10	0.25	64.72
44	Klei - Organisch - Matig	-8.21	0.55	1.10	0.25	68.02
45	Klei - Zwak zandig - Slap	-8.65	0.44	1.10	0.26	71.54
46	Klei - Organisch - Matig	-8.78	0.13	1.10	0.25	72.32
47	Klei - Schoon - Matig	-8.90	0.12	1.10	0.25	73.40

Rekenwaarde

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

$$F_{nk; d} = F_{nk; k} * \gamma_{f; nk} = -103.5 \text{ kN}$$

waarin :

in dit geval :

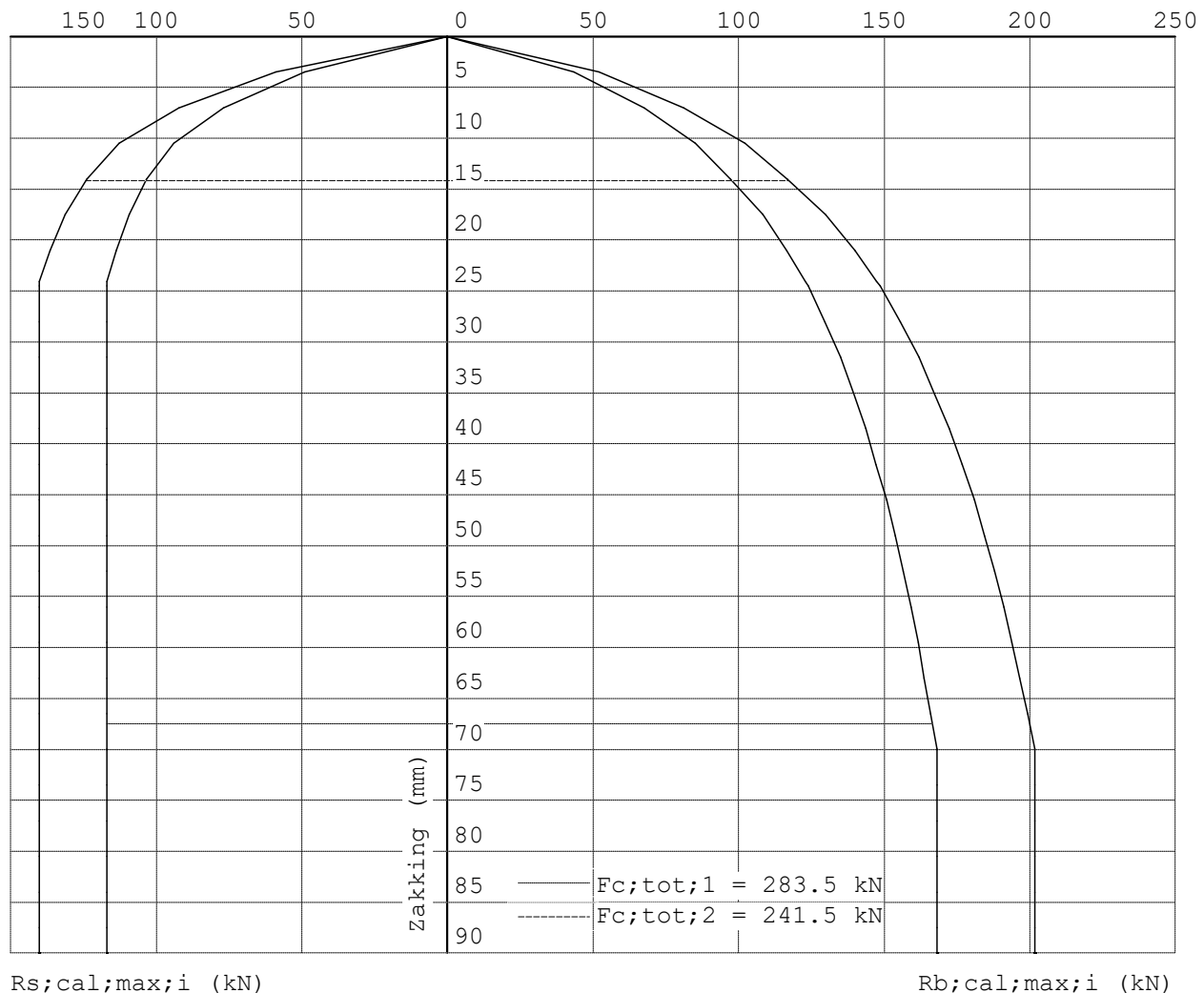
$\gamma_{f; nk}$ = belastingfactor voor de negatieve kleeft
(art. 7.3.2.2 (b))

1.0 -




LAST_ZAKKINGSDIAGRAM Avegaarpaal Ø 350
Uitgangspunten

- gehanteerde sondering : 01
- gehanteerde paal : Avegaarpaal Ø 350 mm
- paalpuntniveau : N.A.P.-12.00 m

Last-zakkingsdiagram grenstoestand 1B en 2

SAMENVATTINGSTABEL Avegaarpaal Ø 350 (n=1)
Uitgangspunten

- paal : Avegaarpaal Ø 350 mm
- paaltype : Avegaarpaal
- schachtafmeting : 350 mm
- Paalklassefactor α_p : 0.56
- Factor α_s (tabel 7.c EC 7.1) : 0.006 (zandlagen; voor kleilagen zie tabel 7.d)
- Correlatiefactor ξ_3 ($n=1$) : 1.39

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

sondering	maaiveld paalpunt		Bezuikdraagvermogen			Rekenwaarden		
	niveau	niveau	$R_{b;cal}$ [kN]	$R_{s;cal}$ [kN]	$R_{c;cal}$ [kN]	$R_{c;d}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$R_{c;netto;d}$ [kN]
01	-0.88	-12.00	280.5	195.0	475.5	285.1	-103.5	181.6





Bijlage 3. Algemene richtlijnen voor de uitvoering van heiwerk





ALGEMENE RICHTLIJNEN VOOR DE UITVOERING VAN GEHEIDE STALEN BUISPALEN

Inleiding

Voor algemene richtlijnen betreffende de installatie van de (inwendig) geheide stalen buispalen, wordt verwezen naar:

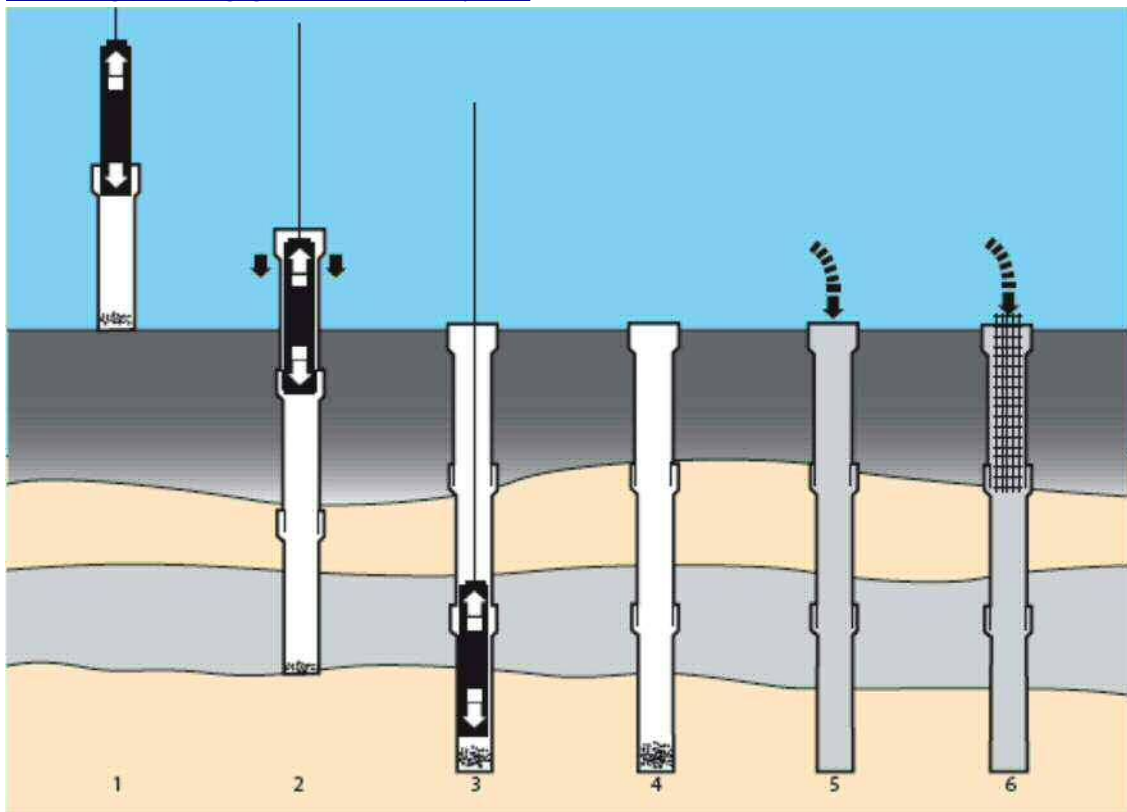
- NEN-EN 206: Beton – Specificatie, eigenschappen, vervaardiging en conformiteit;
- NEN – EN 1536: 2010 +A1: 2015 "Uitvoering van bijzonder geotechnisch werk – Boorpalen";
- NEN-EN 1992-2-1+C2 Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies,
 - Deel 1.1: Algemene regels en regels voor gebouwen;
 - Nationale bijlage;
- NEN-EN 1993 Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies,
 - Deel 1: Algemene regels en regels voor gebouwen;
 - Deel 5: Palen en damwanden;
 - Deel 8: Ontwerp en berekening van verbindingen;
- NEN-EN 1994-1-1+C1 Eurocode 4: Ontwerp en berekening van staal-betonconstructies,
 - Deel 1.1: Algemene regels en regels voor gebouwen;
 - NB Nationale bijlage;
- NEN 9997-1+C1: Geotechnisch ontwerp van constructies – Deel 1: Algemene regels;
- NEN-EN 12699: Uitvoering van bijzonder geotechnisch werk – Verdringingspalen;
- NPR 2053: Nationale praktijkrichtlijn NPR 2053 Lasverbindingen met betonstaal en stalen strippen;
- NVN 6724: Voorschriften beton – In de grond gevormde funderingselementen van beton of mortel – maart 2001;
- NEN-EN 10025: Koudvervaardigde gelaste buisprofielen voor constructiedoeleinden, deel 1 tot en met deel 5;
- NEN-EN 10080: Staal voor het wapenen van beton, Lasbaar betonstaal – Algemeen;
- NEN-EN 10219: Koudvervaardigde gelaste buisprofielen voor constructiedoeleinden, deel 1 tot en met deel 3.
- CUR 114: Toezicht op realisatie van paalfunderingen;
- CUR 162: Construeren met grond;
- CUR 228: Ontwerprichtlijn door grond horizontaal belaste palen;
- CUR 229 Axiaal draagvermogen van palen;
- CUR 2004-1: Beoordelingssysteem voor de begaanbaarheid van bouwterreinen;
- Nationale Beoordelingsrichtlijn BRL 1710: Het aanbrengen van stalen buissegmentpalen.

Omschrijving paalsysteem (inwendig) geheide stalen buispalen

Stalen buispalen bestaan uit stalen buissegmenten met een lengte van circa 1,0 à 6,0 meter (lengte is afhankelijk van de situatie en beschikbare ruimte). Het eerste buissegment, voorzien van een aangelaste voetplaat, wordt de grond in geheid middels een inwendig valblok, dan wel met een heiblok op de paal, tot het maaiveld ingeheid. Wanneer de bovenzijde van het buissegment zich vlak boven het werkniveau bevindt, wordt het heien onderbroken. Vervolgens wordt hierop het volgende segment geplaatst en aan het eerste buissegment rondom met een doorgaande elektrisch vastgelast. In de regel is de verbinding een trompverbinding, echter alternatieve verbindingen zijn mogelijk. Deze werkwijze wordt herhaald tot het vereiste paalpuntniveau is bereikt. Tenslotte wordt de (verloren) stalen buis gevuld met beton en wordt, indien nodig, een wapeningskorf (kopnet) geplaatst.



Uitvoering (inwendig) geheide stalen buispalen:



1. Een stalen buis wordt geplaatst op het maaiveld. De buis is in het algemeen aan de onderzijde voorzien van een aangelaste stalen voetplaat. In bepaalde gevallen, vooral bij inwendig geheide buispalen kan ook een heiprop van grind of aardvochtige betonspecie in de voet worden geformeerd;
2. De buis wordt op diepte gebracht door heien. Er kan op de buis worden geheid of er kan gebruik worden gemaakt van een inwendig valblok. Bij een beperkte werkhooft kan de buis in segmenten worden aangebracht, waarbij de verbinding in het algemeen wordt gelast;
3. Vervolgens wordt hierop het volgende segment geplaatst en aan het eerste buissegment rondom met een doorgaande elektrisch vastgelast. In de regel is de verbinding een trompverbinding, echter alternatieve verbindingen zijn mogelijk. Deze werkwijze wordt herhaald tot het vereiste paalpuntniveau is bereikt; Indien het onderste segment geen aangelaste voetplaat heeft, kan desgewenst na het bereiken van het vereiste paalpuntniveau een bolvoet onder de buis worden geformeerd;
4. Het op (gewenste/vereiste) hoogte afbranden of afsnijden van de de stalen buis. De palen kunnen, indien de situatie het toelaat direct op hoogte worden geheid. Uitvoering controle op gebreken, verontreinigingen, water en/of grond in de stalen buispaal;
5. De buis wordt gevuld met betonspecie;
6. Aanbrengen van de wapening. Bij lange wapeningslengtes kan deze eerst opgehangen worden en aansluitend kan de buis met betonspecie worden gevuld.

Voor aanvang van het heiwerk

De installatie van de palen moet zijn gebaseerd op een palenplan. Het plan behoort de volgende informatie te bevatten en dient voor aanvang van het installeren van de palen bekend te zijn:

- Het palenplan daarop aangegeven paaltype, paalafmetingen, paallengte, paalkop- en paalpuntniveaus ten opzichte van een vast peil, paalnummering en vereiste paal drukweerstand van de paal. Op het palenplan dienen de sondeerlocaties en de gedachte installatievolgorde tevens te zijn aangegeven, locatie en helling van iedere paal, inbegrepen de plaatsing toleranties;



- De relatie tussen maaiveldhoogte, werkhoogte, paalkop – en paalpuntniveaus t.o.v. een vast peil zoals Ref., NAP, etc.;
- Het grondonderzoek en het bijbehorende funderingsadvies;
- In te zetten materieel, valhoogte, (inwendig) valblok, type heiblok en/of snelslaghamer met bijbehorende massa en aantal slagen per minuut;
- De maaiveldhoogten ter plaatse van de te installeren palen en van de sondeerlocaties;
- Segmentlengtes, wanddiktes, staalkwaliteit, voetplaten, voetplaatdiktes, eventuele certificaten van de stalen buissegmenten;
- Gegevens over de wapening: aantal staven, staaflengte, beugels, h.o.h.– afstanden van de beugels, korfdiameter, certificaten, etc.;
- Gegevens over de betonvulling: leverancier, kwaliteit (C-waarde), consistentiegebied, milieuklasse, betondekking, etc.;
- De aanwezigheid van (mogelijke) obstructies in de ondergrond, aanwezigheid van archeologische restanten, mogelijke vervuiling in de ondergrond.

Installatievolgorde

In principe dient het heiwerk per locatie te worden gestart ter plaatse van het diepst geadviseerde paalpuntniveau, en vervolgens dient van het diepste naar het hoogste niveau te worden geheid. De eerste paal dient zo dicht mogelijk bij een sondering te worden geïnstalleerd ("IJken"). Het waargenomen installatiegedrag kan, in combinatie met het sondeerbeeld, een indicatie geven voor de tussen de sondering te installeren palen. Dit kan door de palen tijdens het inheien te kalenderen en de daarbij verkregen kalenderwaarden vervolgens uit te zetten tegen de inheidiepte. Het zo verkregen kalenderbeeld wordt een slagdiagram genoemd. Bij eerste paal en alle overige nabij een sondeerlocatie gesitueerde palen, kalendert men bij voorkeur over een zo groot mogelijk traject tussen het maaiveld en het te bereiken paalpuntniveau. Nadat de kalenderwaarden van de eerste paal zijn verkregen wordt door de heibaas contact opgenomen met de constructeur en/of geotechnisch adviseur om het slagdiagram te beoordelen, dan wel een goedkeuring te verkrijgen. Tevens wordt dan vastgesteld aan de hand van dit slagdiagram, over welk traject de overige palen minimaal moeten worden gekalenderd.

Installatie van de palen

De diameter, gewicht, valhoogte van het blok dient te worden afgestemd op de beschikbare werkhoogte(s),–ruimte(s), buisdiameter en de verwachten zwaarte van het heiwerk, zodanig dat het kapot heien van de palen en/of niet op diepte heien wordt vermeden, dan wel tot een minimum wordt beperkt.

Afwijkingen kalenderwaarden tijdens het heien

Tijdens het inheien van de palen kunnen de kalenderwaarden worden gevonden die beter of slechter zijn dan de vereiste, dan wel verwachte kalenderwaarden. Een afwijkende kalenderwaarde kan worden veroorzaakt door hieronder beschreven factoren, te weten:

- Verandering van de bodemopbouw;
- Verschil in versheid van de heiprop;
- Wijziging lengte en/of samenstelling en/of vochtigheid van de heiprop;
- Scheefstand en/of kromheid van de paal;
- Optreden tijdelijke wateroverspanning op tijdens het heien;
- Verdichting zandpakket;





- Paalbreuk;
- Wisselde valhoogte heiblok.

Relatief lage kalenderwaarden

Een relatief lage waarde van de (eind-) kalender hoeft niet direct aanleiding te zijn dat er sprake kan zijn van een te lage draagkracht. Wateroverspanning als gevolg van het heien van de paal kan de oorzaak zijn. Bij twijfel is het noodzakelijk contact op te nemen met de constructeur en/of de grondmechanisch adviseur. Het eventueel optreden van wateroverspanning verdient bij het heien naast belendingen extra aandacht, omdat het optreden van wateroverspanning kan leiden tot het tijdelijk afnemen van het draagvermogen van de bestaande (paal-)fundering.

In onderling overleg kan dan tot één of meer van de volgende maatregelen worden besloten:

- Naheien van de paal (na circa 1 à 8 uur) en te kalenderen over een traject van 2 tochten van 0,05 m; op deze wijze kan worden onderzocht in hoeverre wateroverspanning de oorzaak is;
- Uitvoeren van controlesonderingen, liefst binnen 1 m van de paal, om te onderzoeken in hoeverre een afwijkende bodemopbouw de oorzaak is;
- De stalen buispaal visueel inspecteren om een mogelijke paalbreuk vast te stellen;
- Het installeren van één of meer extra palen;
- Uitvoeren van een statische en/of dynamische proefbelasting om de daadwerkelijke paaldrukweerstand van de paal vast te stellen.

In acht te nemen punten

Bij de installatie van de palen dienen de volgende punten in acht te worden genomen:

- Van de eerste paal en alle overige dichtst nabij sondeerlocatie gesitueerde palen, dient een volledig slagdiagram gemaakt te worden;
- Voor de overige palen moet worden gekalenderd vanaf een zodanig niveau dat de overgang naar de draagkrachtige laag waarneembaar is of over een hoogte van minimaal $8 \times D_{eq}$. Zodoende ontstaat door een onderlinge vergelijking inzicht in de betrouwbaarheid van de inheiddiepte van palen tussen de sonderingen;
- Bij een verschil in inheinniveau tussen sonderingen dient bij voorkeur van "laag naar hoog" te worden gewerkt. Hiermee wordt voor de palen tussen deze sonderingen, een zo betrouwbaar mogelijk inheinniveau bereikt;
- Bij het nabij belendingen inheien van palen verdient het (veelal) de voorkeur het installeren van de palen te starten op de kleinste afstand van de belendingen en/of belendende funderingen en vervolgens een installatievolgorde te hanteren met, ten opzichte van de belendingen en/of belendende funderingen, toenemende afstand;
- Indien de funderingsgrondslag tussen de sondeerlocaties kan variëren, is controle hierop gewenst. Dit kan door om van de palen het aantal slagen per 0,25 m indringing vervolgens uit te zetten tegen heiddiepte; het verkregen diagram wordt een slagdiagram genoemd. Bij een goede keuze van heiblok (met voldoende slagenergie) zal onder gelijke omstandigheden meestal een duidelijke correlatie te zien zijn tussen slag- en sondeerdiagram;
- Opslag, transport en het onder de stelling brengen van de stalen buizen dient te geschieden conform de verwerkingsrichtlijnen van de leverancier;
- De stalen buizen dienen vooraf te worden gecontroleerd op (zichtbare) gebreken, de rechtheid van de buizen, de rondte van de stalen buizen, de voetplaat, etc.;
- Tijdens het heien van de palen dient gelet te worden op het in verticale zin verlopen en/of in horizontale vlak wegvloeden van de paal. Als gevolg van obstakels in de grond, gelaagdheid van de ondergrond, verschil in pakkingsdichtheid van de zandpakketten, kan de paalpunt uit de goede richting verlopen. De stalen buispaal kan





dan "gekromd" in de grond komen te staan. Een zekere afwijking van de ideale verticale lijn kan worden geaccepteerd (zie art. 5.12 BRL 1710). De controle op de grootte van de kromming van de paal kan worden uitgevoerd door het in de stalen buis laten zakken van een (zak-)lamp. Een gedeelte van de op de bodem van de stalen buispaal aanwezige heiprop moet nog te zien zijn. Door een berekening kan worden aangetoond dat de stalen buispaal voldoende capaciteit heeft of er aanvullende maatregelen nodig zijn.

- Om nodeloos zwaar heiwerk te vermijden dient sluitend geheid te worden. Bij bouwputten, paalgroepen, e.d. moet dus bij voorkeur van binnen naar buiten worden geheid;
- De heiprop is een buffer tussen de voetplaat en het valgewicht, dat als doel heeft de voetplaat te beschermen tegen de grote impact van het inwendige valblok. De heiprop dient te bestaan uit grind, met een mogelijke toevoeging van cement;
- De heiprop moet zo vaak als nodig worden "ververst" om de paal op diepte te kunnen heien;
- Stalen buispalen worden doorgaans op diepte geheid middels een inwendig valblok. De diameter van het valblok kan daarom niet groter zijn dan de inwendige diameter van de stalen buis. De diameter van het valblok moet niet te groot worden gekozen aangezien anders hei-energie verloren gaat, door wrijving van het blok langs de buiswand en/of doordat de lucht niet voldoende snel langs het valblok kan ontsnappen (luchtkussen- en/of zuigereffect). Het benodigde gewicht van het valblok moet daarom gezocht worden in de lengte, eventueel het toepassen van schakelblokken, mogelijk in combinatie met een loden kern stalen
- De volgorde van uitvoering dient zodanig te zijn dat door het aanbrengen van een paal, de positie, de draagkracht en de integriteit van nabij gelegen palen niet negatief wordt beïnvloed;
- Bij de overige palen kan worden volstaan met een slagdiagram waaruit de overgang naar de draagkrachtige (zand-)formatie blijkt en dat wordt doorgezet tot het paalpuntniveau. De slagdiagrammen dienen te worden vergeleken met de slagdiagrammen van de bijbehorende sondering(-en), waarbij de maximale afwijking in ongunstige zin van 1/3 is toegestaan;
- Als de stalen buispaal het gewenste paalpuntniveau heeft bereikt, dient de stalen buis te worden gevuld met beton en een wapeningskorf te worden aangebracht. Voordat de beton wordt gestort, dient de buis te worden gecontroleerd dat de paal schoon is en/of dat er geen water in de paal staat. In een buis waar meer dan 0,25 m water staat mag niet met beton worden gevuld. De stalen buis kan voor het heien al een gebrek hebben gehad, tijdens de installatie zijn lek geraakt, van bovenaf ingestroomd water, etc. In principe is het niet altijd nodig om de paal af te keuren. Er zijn diverse methodes om de paal te dichten en aansluitend de stalen buis leeg te pompen. De constructeur dient van deze situatie op de hoogte worden gesteld.

Heitoezicht

Gezien de vele factoren die het heiwerk kunnen beïnvloeden, is deskundig toezicht dan ook gewenst. Toezicht kan plaats te vinden op basis van CUR Aanbeveling 114 'Toezicht op de realisatie van paalfunderingen'.

Bijzondere uitvoering

Voor het installeren van de palen diep in relatief vaste lagen, kan overwogen worden om aanvullende maatregelen te nemen, zoals:

- Waterinjectie; de indringingsweerstand wordt hierdoor (tijdelijk) gereduceerd. Een zeer beperkte hoeveelheid water wordt onder hogedruk via de paalpunt in de grond geïnjecteerd voor een tijdelijke verlaging van de wrijvingsweerstand. Hierbij mag geen grondtransport plaats vinden!
- Groutinjectie; een bepaalde hoeveelheid grout wordt onder hogedruk iets boven de punt geïnjecteerd, voor zowel een tijdelijke verlaging van de wrijvingsweerstand als een permanente verhoging van de draagkracht van de schachtwrijving;





Naastliggende gebouwen en omgeving

Het installeren van de palen gaat gepaard met trillingen en geluid. Voor zover in het advies niet aan de orde is gesteld, dient te worden nagegaan of dit met het oog op de omgeving kan worden geaccepteerd. Voor de beoordeling van de toelaatbaarheid van trillingen voor wat betreft de kans op schade, is informatie noodzakelijk omtrent de constructieve opbouw, de bouwkundige staat en de funderingswijze van de bebouwing in de omgeving. Op basis hiervan kunnen aan de hand van SBR richtlijn Deel A "Schade aan gebouwen" trillingsnelheden worden bepaald (grenswaarden) waarvan in de praktijk is gebleken dat als deze niet worden overschreden de kans zeer klein is dat schade optreedt (<1%). Tijdens de uitvoering kunnen de trillingen –desgewenst door ons bureau– worden gemonitord. Voorafgaand aan de uitvoering kan eventueel een trillingsprognose worden uitgevoerd. Naast Deel A Schade aan gebouwen bevat de SBR-richtlijn een Deel B hinder voor personen en Deel C storing aan apparatuur. Regelgeving ten aanzien van geluid is opgenomen in onder meer de Wet Geluidhinder, gemeentelijke bepalingen in de APV, Circulaire Bouwlawaaai VROM, Wet Milieubeheer (stiltegebieden), Nationaal Milieubeleidsplan 4 (doelstellingen voor geluidsbelasting binnen de ecologische hoofdstructuur).

Het eventueel optreden van wateroverspanning verdient bij het heien naast belendingen extra aandacht, omdat het optreden van wateroverspanning kan leiden tot het tijdelijk afnemen van het draagvermogen van de bestaande (paal-) fundering. Het "meeheien" van de bestaande palen onder de belendingen en/of het optreden van ongewenste vervormingen van de bestaande funderingspalen en/of verdichting van de funderingslaag, leidt een risico op bouwkundige schade van de bestaande belendingen.

Controle

Bij de geheide stalen buispalen, kan de kwaliteit te worden gecontroleerd middels een visuele inspectie. Eventuele onregelmatigheden in en van de stalen buis kunnen hiermede worden vastgesteld. Het aantal te inspecteren palen wordt mede bepaald door eventuele onregelmatigheden tijdens de uitvoering.

De installatie van alle palen moet door metingen zijn gemonitord en de meetresultaten moeten zijn vastgelegd. Het rapport voor iedere paal behoort de uitvoeringsaspecten te bevatten, zoals die zijn aangegeven in de uitvoeringsnorm NEN-EN 12699 "Uitvoering van bijzonder geotechnische werken – verdringingspalen" en Nationale Beoordelingsrichtlijn BRL 1710, voor het KOMO-procescertificaat voor "het aanbrengen van stalen buissegmentpalen"

Tot slot

Bij twijfel omtrent de kwaliteit c.q. het draagvermogen, dient contact te worden opgenomen met de constructeur en/of Bouw- en woningtoezicht en/of grondmechanisch adviseur. In onderling overleg kan dan tot één of meer maatregelen worden besloten.





Bijlage 4. Algemene richtlijnen voor de uitvoering van Avegaarpalen





ALGEMENE RICHTLIJNEN VOOR DE UITVOERING VAN TRILLINGVRIJ EN GRONDVERWIJDEREND INGESCHROEFDE, IN DE GROND GEVORMDE BETONPALEN, TYPE AVEGAARPAAL

Inleiding

Voor algemene richtlijnen betreffende de installatie van de trillingvrij en grondverwijderend ingeschroefde, in de grond gevormde betonpalen, type Avegaarpaal, wordt verwezen naar:

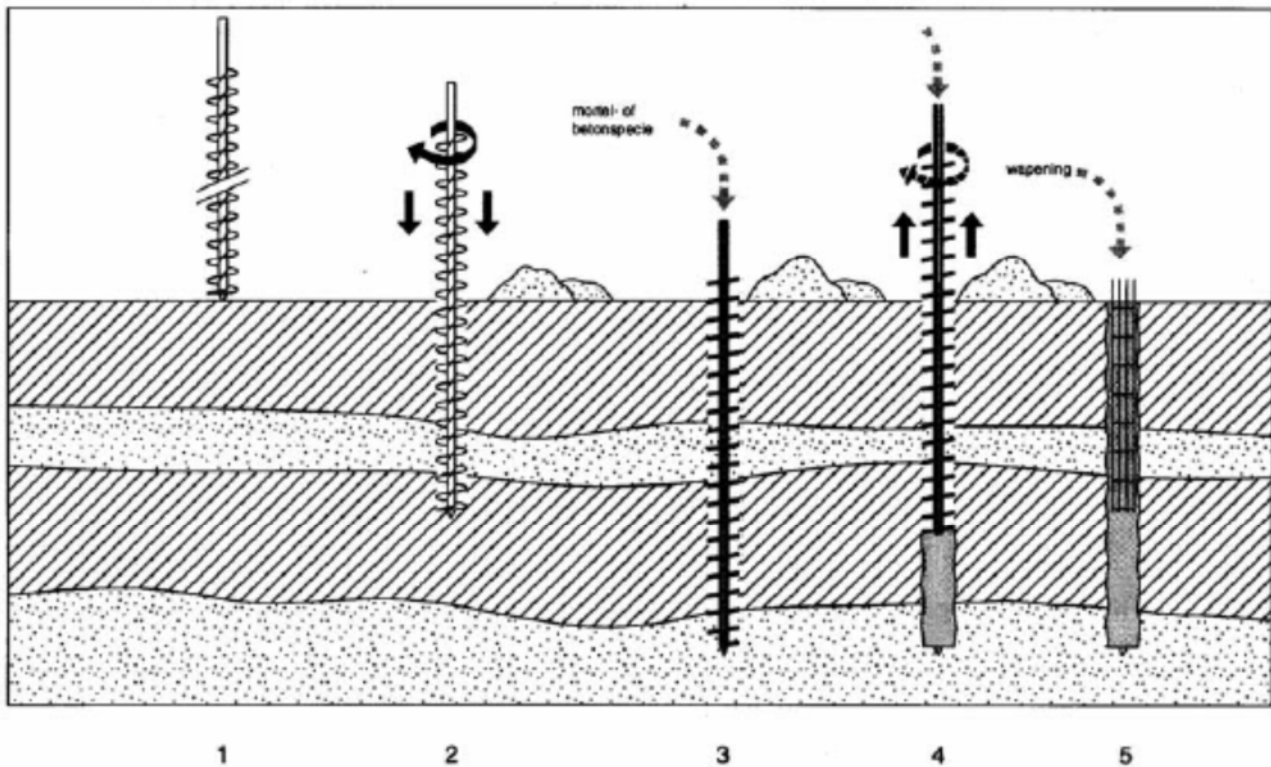
- NEN-EN 206: Beton – Specificatie, eigenschappen, vervaardiging en conformiteit;
- NEN-EN 1536: 2010 +A1: 2015 "Uitvoering van bijzonder geotechnisch werk – Boorpalen"
- NEN-EN 1992-2-1+C2 Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies,
 - Deel 1.1: Algemene regels en regels voor gebouwen;
 - Nationale bijlage;
- NEN 9997-1+C1: Geotechnisch ontwerp van constructies – Deel 1: Algemene regels;
- NVN 6724: Voorschriften beton – In de grond gevormde funderingselementen van beton of mortel – maart 2001;
- NEN-EN 10080: Staal voor het wapenen van beton, Lasbaar betonstaal – Algemeen;
- CUR 109: Akoestisch doormeten funderingspalen;
- CUR 114: Toezicht op realisatie van paalfunderingen;
- CUR 2004-1: Beoordelingssysteem voor de begaanbaarheid van bouwterreinen;
- Nationale Beoordelingsrichtlijn BRL 0501: Betonstaal;
- Nationale Beoordelingsrichtlijn BRL 2356,
 - Algemeen: In de grond gevormde palen;
 - Bijlage A: Werkwijze bij het vervaardigen van schroefpalen, type Avegaarpalen;
- Dienst Stadsontwikkeling Gemeente Utrecht, nummer 05: Uitvoering van schroefpalen; type Avegaar;
- Gemeente Breda, Richtlijn in de grond gevormde palen 'type avegaarpalen (vervaardiging van in de grond gevormde palen), status 'definitief', uitgave 'augustus 2004'.

Omschrijving paalsysteem

Avegaarpalen worden ook gemaakt onder andere namen zoals schroef(boor)palen, betonschroefpalen, buisschroefpalen en (buis-)mortelschroefpalen. Een schroefpaal wordt gemaakt door een zogenaamde avegaar in de bodem te schroeven. Een avegaar bestaat uit een holle as die rondom is voorzien van een schroefblad. De holle as is tijdens het inschroeven aan de onderkant afgedicht ter voorkoming van het binnendringen van grond en water. De bovenkant van de as is aangesloten op een speciepomp. Na het op de vereiste diepte inschroeven van de avegaar kan een centrale wapeningsstaaf, alleen bij trekpalen, in de as worden aangebracht. Hierna wordt de hele as volgepompt met specie (zand/cementspecie of betonspecie). Door het opvoeren van de speciedruk en het over een kleine afstand trekken van de avegaar stroomt de specie uit. Door het verder langzaam trekken van de avegaar onder het met overdruk verpompen van specie wordt de paal in de grond gevormd. Nadat de paal is gevormd kan de korfwapening volgens de paaltekening in de verse specie worden aangebracht.



Uitvoeringswijze



Uitvoering schroefpaal:

1. Het plaatsen van de avegaar op de juiste plaats, onderzijde afgedicht;
2. De avegaar rechtsonder draaiend op diepte schroeven;
3. Het eventueel plaatsen van een centrale wapeningsstaaf, waarna de holle buis wordt volgepompt met specie;
4. De avegaar wordt ca. 0,1 meter gelicht om de afdichting te openen, daarna wordt de avegaar stilstaand of langzaam rechtsonder draaiend getrokken bij voortdurend onder overdruk verpompen van specie;
5. Direct na het vervaardigen van de paalschacht de korfwapening aanbrengen en de paalkop afwerken.

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

- De relatie tussen maaiveldhoogte, werkhoogte, paalkop – en paalpuntniveaus t.o.v. Ref. en/of NAP;
- 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 en de sondeerlocaties;
- De paalnummering;
- De paallocaties;
- Toe te passen avegaardiameter(s);
- Toe te passen wapening: aantal staven, staaflengte, beugels, h.o.h. – afstanden van de beugels, korfdiameter;
- Toe te passen beton: kwaliteit (C-waarde), consistentiegebied, milieuklasse, etc.;
- Wijze van afwerking van de paalkoppen;
- Het grondonderzoek en het bijbehorende funderingsadvies;
- De (grondwater)standen en eventuele stijghoogtes in de watervoerende pakketten;
- De aanwezigheid van (mogelijke) obstructies in de ondergrond;
- De (mogelijke) aanwezigheid van archeologische restanten;
- Mogelijke aanwezige vervuiling in de ondergrond;
- Eventuele ervaring met avegaarpalen in de (directe) omgeving van de boorlocatie.



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

- De avegaar moet recht zijn;
- De diameter en 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;
- Van de eerste paal en alle overige dichtst nabij sondeerlocatie gesitueerde palen, dient een volledig oliedrukdiagram gemaakt te worden;
- Indien de funderingsgrondslag tussen de sondeerlocaties kan variëren, is controle hierop gewenst. Dit kan door de oliedruk tijdens het inschroeven van de palen en de waarden van de maximale oliedruk per 0,25 m indringing vervolgens uit te zetten tegen inboordiepte; het verkregen diagram wordt een oliedrukdiagram genoemd. Bij een goede keuze van boormotor (met voldoende groot boormoment) zal onder gelijke omstandigheden meestal een duidelijke correlatie te zien zijn tussen oliedruk- en sondeerdiagram;
- Bij de overige palen kan worden volstaan met een oliedrukdiagram waaruit de overgang naar de draagkrachtige (zand-) formatie blijkt en dat wordt doorgezet tot het paalpuntniveau. De oliedrukdiagrammen dienen te worden vergeleken met de oliedruk-diagrammen van de bijbehorende sondering(-en), waarbij de maximale afwijking in ongunstige zin van 1/3 is toegestaan
- 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 2 à 3;
- Zodra de boorpunt met de avegaar op diepte is, dient de boormotor te worden gestopt. Alvorens met het trekken van de avegaar, dient de betonspecie het puntniveau te hebben bereikt en onder overdruk te staan. Tijdens het trekken van de avegaar moet de betondruk continu gemeten en geregistreerd worden. Bij het meten aan de bovenzijde van de avegaar dient tijdens het trekken een overdruk (10 à 20 kN/m²) op de betonspecie gehandhaafd te blijven;
- Het boren in een reeds geheel of gedeeltelijk vervaardigde paal is, behoudens bijzondere omstandigheden niet toegestaan. Bij onderbrekingen van het trekken, b.v. bij onderbreking van de aanvoer van de betonspecie, moet voor de hervatting van het trekken van de avegaar eerst circa 0,25 m à 0,50 m naar beneden in de verse specie worden geboord;
- De avegaar mag tijdens het trekken nimmer worden teruggedraaid;
- De avegaar moet geleidelijk worden getrokken. Het trekken moet stilstaand of langzaam roterend in dezelfde draairichting als voor het inboren geschieden;
- De treksnelheid dient in overeenstemming te zijn met met toevoer van de betonspecie, zodanig dat een continu gevulde schacht verzekerd is. Met name in bodemlagen met een lage sondeerweerstand (geringe steundruk) en een geringe stabiliteit van de boorwand van belang;
- 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 zo nodig worden verlengd;
- De wapening moet gecentreerd worden geplaatst;
- Bij een centrale staaf, die voor het trekken van de avegaar is aangebracht, mag tijdens het trekken van de avegaar niet omhoog komen;
- De grond die tijdens het inboren naar boven komt dient direct te worden verwijderd. De reeds gemaakte palen dienen op een doelmatige wijze te worden afgedekt, om verontreiniging van de onverharde betonspecie in de kop te





voorkomen;

- Aan de hand van de opgeboorde grond ter plaatse van van de punt wordt inzicht verkregen in grondsoort ter hoogte van het gekozen paalpuntniveau. Deze grond moet overeenkomen met hetgeen kan worden afgeleid uit het grondonderzoek;
- Horizontale belastingen op de palen, door b.v. het verplaatsen van boorstelling, transport van beton en/of wapening, etc., in de bouwput, alsmede het ontgraven van de bouwput, dienen te worden vermeden in verband met de kans op het ontstaan van schade aan de palen. Dit geldt vooral voor gedeeltelijk gewapende palen.

Heitoezicht

Gezien de vele factoren die het heiwerk kunnen beïnvloeden, is deskundig toezicht een vereiste. Toezicht dient plaats te vinden op basis van CUR Aanbeveling 114 'Toezicht op de realisatie van paalfunderingen'.

Controle

De installatie van alle palen moet door metingen zijn gemonitord en de meetresultaten moeten zijn vastgelegd. Het rapport voor iedere paal behoort de uitvoeringsaspecten te bevatten, zoals die zijn aangegeven in de uitvoeringsnorm NEN-EN 1536: 2010 +A1: 2015 "Uitvoering van bijzonder geotechnisch werk – Boorpalen" en in de Nationale Beoordelingsrichtlijn BRL 2356 "Algemeen: In de grond gevormde palen" en "Bijlage A: Werkwijze bij het vervaardigen van schroefpalen, type Avegapalen";

Bij in de grond gevormde palen, dient de kwaliteit te worden gecontroleerd met behulp van akoestische metingen, conform CUR 109 "Akoestisch doormeten funderingspalen", zo nodig in combinatie met ontgraven van de bovenste deel van de paalschacht. Eventuele discontinuïteiten in de betondoorsnede kunnen hiermede worden vastgesteld. Het aantal door te maten palen wordt mede bepaald door eventuele onregelmatigheden tijdens de uitvoering.

Tot slot

Bij twijfel omtrent de kwaliteit c.q. het draagvermogen, dient contact te worden opgenomen met de constructeur en/of Bouw- en woningtoezicht en/of grondmechanisch adviseur. In onderling overleg kan dan tot één of meer maatregelen worden besloten:

- Uitvoering van aanvullende en/of controlesonderingen, om te onderzoeken of er sprake is van een afwijkende bodemopbouw;
- Uitvoering van dynamische en/of statische proefbelasting om het werkelijk draagvermogen van de paal vast te kunnen stellen;
- Het installeren van één of meer extra palen.

