



Site VF14642 aan de Hornweg 187 te Aalsmeer

Documentnummer: 23ZP1506-adv-01

Ingenieursbureau Inpijn-Blokpoel Zuid B.V.
SOCOTEC Geotechnics

Ekkersrijt 2058 | 5692 BA Son en Breugel
Postbus 94 | 5690 AB Son en Breugel
T 0499-471792 | zuid@inpijn-blokpoel.com
KvK 17052457
www.socotec.nl

Site VF14642 aan de Hornweg 187 te Aalsmeer

Opdrachtnummer: 23ZP1506

Rapport betreffende
Resultaten geotechnisch onderzoek
Fundering

Documentnummer
23ZP1506-adv-01

Versie
1.0

Datum rapport
19 december 2023

Opdrachtgever
Bouwbedrijf Hendriks Gemert B.V.
Scheiweg 62
5421 XH Gemert

Opgesteld door:
Ir. P.W.S.M.P. Straver



Gecontroleerd door:
Ir. N.T. Debets



INHOUDSOPGAVE

1. INLEIDING	1
2. PROJECTGEGEVENS	2
2.1 Projectlocatie	2
2.2 Bouwplan	2
2.3 Overzicht gegevens zendmast	2
2.4 Historie projectlocatie	2
3. ONDERZOEK	3
3.1 Sondering	3
3.2 Boringen	3
3.3 Uitzetten en waterpassen	3
3.4 Foto's	3
4. BODEMOPBOUW EN GRONDWATER.....	4
4.1 Hoogteligging maaiveld	4
4.2 Beschrijving bodemopbouw.....	4
4.3 Grondwater	4
5. FUNDERING	5
5.1 Funderingswijze.....	5
5.2 Uitgangspunten.....	5
5.3 Beschrijving paalsysteem	5
5.4 Paalpuntniveau	6
5.5 Draagkracht op druk	6
5.6 Draagkracht op trek	6
5.7 Vervorming	7
5.8 Veercoëfficiënt	7
5.9 Richtlijnen uitvoering en kwaliteitszorg avegaarpalen.....	8

BIJLAGEN:

- A Situatietekening en foto's
- B Waterpasstaat
- C Sondeergrafiek
- D Boorstaten
- E Verklaring codering
- F Berekening fundering
- G Algemene richtlijnen uitvoering avegaarpalen

VERZENDLIJST:

Per mail aan Bouwbedrijf Hendriks Gemert BV te Gemert, t.a.v. dhr. H. Manders
(harrie@hendriksgemert.nl)

Per mail aan Leegte Bouwadvies te Waalre, t.a.v. dhr. T. van der Leegte
(info@leegtebouwadvies.nl)

1. INLEIDING

Op verzoek van Bouwbedrijf Hendriks Gemert B.V. is ten behoeve van een zendmast aan de Hornweg 187 te Aalsmeer (opstelpunt Site VF14642) een grondonderzoek uitgevoerd conform de namens de opdrachtgever aangegeven opzet en omvang. Op basis van het onderzoek wordt in het navolgende een funderingsadvies gegeven.

Parallel aan het geotechnisch onderzoek is een milieuonderzoek uitgevoerd. De resultaten van dit onderzoek zijn weergegeven in rapport 23ZP1506-adv-01-milieu, d.d. 15 december 2023.

2. PROJECTGEGEVENS

2.1 Projectlocatie

De projectlocatie is gelegen aan de Hornweg 187 te Aalsmeer.

De locatie is momenteel braakliggend. Voor de ligging van de projectlocatie wordt verwezen naar de situatietekening en de foto's onder bijlage A.

2.2 Bouwplan

Het plan omvat de bouw van een holle buisvakwerk zendmast. Volgens verstrekte gegevens wordt de zendmast geplaatst op een vierkante betonplaat met een grondvlak van 6,5 x 6,5 m². De zendmast reikt tot een hoogte van 40,0 m. De betonplaat heeft een dikte van 1,0 m en wordt op 0,9 m - omliggend maaiveld aangelegd.

De betonplaat inclusief zendmast zal op een viertal palen worden gefundeerd. De belasting van de palen komt voort uit het eigen gewicht van de constructie in combinatie met een uitwendig windmoment. De rekenwaarde van de drukbelasting op de palen bedraagt onder invloed van het eigen gewicht en de windbelasting volgens opgave maximaal 861 kN. De maximale trekbelasting bedraagt 364 kN.

Geadviseerd wordt genoemde belastingen en uitgangspunten te verifiëren voordat met de resultaten uit voorliggende rapportage wordt verder gewerkt.

2.3 Overzicht gegevens zendmast

Tabel 1. Overzicht gegevens zendmast

• Nummer zendmast	: Site VF14642
• Type zendmast	: holle buis vakwerkmast (VDL-mast (2021))
• Afmetingen betonplaat	: 6,5 x 6,5 x 1,0 m
• Eigen gewicht betonplaat (representatief)	: 1014 kN
• Rekenwaarde paalbelasting (druk)	: 861 kN (4 paalpoer)
• Rekenwaarde paalbelasting (trek)	: 364 kN (4 paalpoer)
• H.o.h. afstand palen	: 5,44 m
• Hoogte mast	: 40,0 m

2.4 Historie projectlocatie

Omtrent de historie van de projectlocatie zijn ons geen gegevens bekend. Als er om enige reden aanleiding is om te veronderstellen dat sprake kan zijn van bijvoorbeeld geroerde grond of obstakels en verontreinigingen, dan dient te worden nagegaan in hoeverre dit mogelijk een knelpunt is voor het ontwerp of de uitvoering.

3. ONDERZOEK

3.1 Sondering

Ter plaatse van het opstelpunt van de zendmast is één sondering gemaakt met een elektrische conus conform NEN-EN-ISO 22476-1. De sondering is uitgevoerd door een sondeertruck. De sondeerdiepte reikte tot 25 m minus maaiveld.

Bij de sondering is naast de conusweerstand tevens de plaatselijke wrijving gemeten en geregistreerd. De relatie tussen conusweerstand en plaatselijke wrijving, het wrijvingsgetal, geeft beneden het grondwaterniveau een indicatie van de verschillende grondsoorten.

Voor de sondeergrafiek wordt verwezen naar bijlage C; de locatie van het sondeerpunt is aangegeven op de situatietekening SIT-01 onder bijlage A.

Voor een verklaring van de op de tekening gebruikte tekens wordt verwezen naar de “Verklaring Codering” die onder bijlage E aan dit rapport is toegevoegd.

3.2 Boringen

Ter aanvulling op de sondering zijn twee boringen uitgevoerd. In de boorgaten is, indien mogelijk, de actuele grondwaterstand gemeten.

Voor de boorprofielen wordt verwezen naar bijlage D; de locatie van de boringen is aangegeven op de situatietekening SIT-01 onder bijlage A.

Voor een verklaring van de op de tekening en de boorprofielen gebruikte tekens wordt verwezen naar de “Verklaring Codering” die onder bijlage E aan dit rapport is toegevoegd.

3.3 Uitzetten en waterpassen

Met behulp van een GNSS meetsysteem zijn de locaties van de onderzoekspunten uitgezet in RD-coördinaten en is de hoogte van het maaiveld ter plaatse van ieder onderzoekspunt bepaald ten opzichte van NAP.

Voor de omschrijving van het referentiepunt en voor de resultaten van de inmeting en waterpassing wordt verwezen naar de inmeet- en waterpasstaat onder bijlage B.

Omdat er ter controle in de omgeving van het bouwproject geen andere NAP-hoogte beschikbaar was, is het nodig na te gaan of het resultaat van onze waterpassing overeenstemt met andere gegevens ten aanzien van de hoogteligging van het terrein.

3.4 Foto's

Tijdens de uitvoering van het veldwerk zijn enkele foto's gemaakt. Voor de foto's en een tekening waarop met pijlen is aangegeven vanuit welke positie en in welke richting de foto's zijn gemaakt wordt verwezen naar bijlage A.

4. BODEMOPBOUW EN GRONDWATER

4.1 Hoogteligging maaiveld

De hoogte van het maaiveld ter plaatse van het sondeerpunt en de boorpunten varieerde ten tijde van het onderzoek van 3,94 m - tot 3,82 m - NAP. Voor meer informatie over de hoogteligging wordt verwezen naar de waterpasstaat onder bijlage B.

4.2 Beschrijving bodemopbouw

Vanaf het maaiveld worden tot 10,5 m - NAP weinig vaste klei- en siltafzettingen gevonden met een geringe conusweerstand. Hieronder wordt tot de maximaal verkende diepte een matig vast tot vast zandpakket geregistreerd met een conusweerstand van 4 à 6 tot 8 à 30 MPa. Plaatselijk en op wisselende diepte komen in dit pakket teruggangen in de conusweerstand voor, die vermoedelijk worden veroorzaakt door afzettingen met een geringere pakkingsdichtheid of een grovere gradatie.

4.3 Grondwater

In het sondeergat en in de boorgaten werd tijdens het grondonderzoek op 7 december 2023 een grondwaterstand gepeild van 4,52 m - à 4,55 m - NAP. Er wordt op gewezen dat dit een momentopname is en dat de stand onder invloed van seizoensafhankelijke factoren zal fluctueren.

5. FUNDERING

5.1 Funderingswijze

De bodemopbouw in combinatie met de aard van de nieuwbouw geeft aanleiding uit te gaan van een fundering op palen. In dit rapport wordt een fundering op avegaarpalen nader uitgewerkt.

Tijdens de uitvoering worden bij dit paalttype nagenoeg geen trillingen opgewekt en is er vanuit dit oogpunt geen risico voor schade aan bebouwing in de omgeving.

De aanwezigheid van slappe lagen beneden maaiveld legt beperkingen op aan de vervaardiging van avegaarpalen. Van belang is dat de uitvoerende partij aantoonbare expertise heeft in vergelijkbare grondslag. De expertise dient eruit te bestaan dat men de betonsamenstelling en uitvoering (wijze van trekken, treksnelheid en betontoevoer) weet af te stemmen op de beperkte steundruk van de boorgatwand. Dit om 1) het beton omhoog te kunnen krijgen en het oververbruik te beperken, 2) te komen tot een schachtdoorsnede die zich laat controleren door middel van akoestisch doormeten en 3) te komen tot een paalschacht via welke de belasting op de diepere zandlagen kan worden overgedragen.

5.2 Uitgangspunten

- Projectgegevens zoals beschreven in hoofdstuk 2.
- Situering nieuwbouw zoals weergegeven op situatietekening onder bijlage A.
- Het project is ingedeeld in Geotechnische Categorie 2.
- Fundering op avegaarpalen.
- Funderingselementen worden verticaal centrisch belast.
- De berekening van het paal draagvermogen en de vervormingen is gebaseerd op NEN 9997-1:2017 (geotechnisch ontwerp van constructies).
- Voor de berekening van de draagkracht zijn de navolgende factoren aangehouden.
 - paalklasse punt $\alpha_p = 0,56$
 - paalvoetvorm $\beta = 1,0$
 - paalvoetdwarsdoorsnede $s = 1,0$
 - paalklasse schacht $\alpha_s = 0,006$
 - paalklasse schacht trek $\alpha_t = 0,0045$
- Er wordt aangenomen dat de oorspronkelijke, op natuurlijke wijze gesedimenteerde bodemopbouw aanwezig is.
- Het terrein zal niet significant worden opgehoogd of ontgraven.
- Er is rekening gehouden met negatieve kleef op de palen.
- De in dit rapport berekende draagkracht betreft het geotechnisch draagvermogen dat wordt ontleend aan de ondergrond. Door de constructeur moeten constructieve aspecten van de funderingspalen, waaronder de sterkte, worden beoordeeld.

5.3 Beschrijving paalsysteem

- Een avegaarpaal is een in de grond gevormde paal.
- De paal wordt gemaakt middels een avegaar die bestaat uit een holle as met daar omheen een doorgaand schroefblad.
- De avegaar die aan de onderzijde is voorzien van een losse afdichting (deksel), wordt op maaiveld geplaatst en vervolgens rechtsom draaiend en grondverwijderend op diepte geschroefd.
- De holle buis van de avegaar wordt vervolgens volgepompt met mortel- of betonspecie.
- Ten behoeve van het lossen van het deksel wordt de avegaar circa 0,1 m gelicht, waarna de avegaar stilstaand of langzaam rechtsom roterend uit de grond wordt getrokken en zodoende de paalschacht wordt gevormd. Gedurende dit proces moet het gehele systeem onder een voldoende speciedruk worden gehouden.

- Direct na het vervaardigen van de paalschacht wordt de wapening in de verse specie aangebracht. De paal wordt afgewerkt en de stelling kan worden verplaatst.
- In beginsel dienen de palen gemaakt te worden vanaf een zodanig werkniveau dat de stijghoogte van grondwater in de dieper gelegen watervoerende zandlagen niet hoger is dan de freatische grondwaterstand.
- Voor het opnemen van trekbelasting dienen de palen over de volledige lengte te zijn gewapend.

5.4 Paalpuntniveau

In de tabel wordt voor de sondering en het paalpuntniveau gegeven waarvoor de draagkracht is berekend.

Tabel 2. Paalpuntniveau.

Sondering nr.	Hoogte maaiveld * [m t.o.v. NAP]	Paalpuntniveau [m t.o.v. NAP]
DKM001	3,82 m -	23,0 m -

* Niveau ten tijde van onderzoek

5.5 Draagkracht op druk

Het draagvermogen van een paal bestaat uit de som van het puntdraagvermogen en het schachtdraagvermogen. Voor de berekening van het puntdraagvermogen is onder meer de paalklassefactor α_p benodigd.

Voor een voldoende draagkracht dient de centrisch aangrijpende maximale paalbelasting kleiner te zijn dan de netto draagkracht van de palen: $F_{c;d} \leq R_{c;d} - F_{nk;d}$ of te wel $F_{c;d} \leq R_{c;d;netto}$.

De draagkracht is weergegeven in de navolgende tabel.

Tabel 3. Draagkracht op druk.

Paalafmeting [m]	Maximale draagkracht ($R_{c;d}$) [kN]	Negatieve kleef ($F_{nk;d}$) [kN]	Netto draagkracht ($R_{c;d;netto}$) [kN]
0,45	1031	69	962
0,50	1188	77	1111
0,55	1354	85	1269

Voor de berekening wordt verwezen naar bijlage F op pagina 1 en op pagina 6 en 7 is aan de hand van een sondering een voorbeeldberekening gegeven met verwijzing naar de van toepassing zijnde artikelen uit genoemde norm.

De vermelde draagkracht betreft het geotechnisch draagvermogen dat wordt ontleend aan de ondergrond. Door de constructeur moeten constructieve aspecten van de funderingspalen, waaronder de sterkte, worden beoordeeld.

5.6 Draagkracht op trek

Voor een voldoende draagkracht dient de maximale trekbelasting kleiner te zijn dan de som van de draagkracht op trek en het eigen gewicht van een paal: $F_{t;d} \leq R_{t;d} + G_{paal;d}$.

Tabel 4. Draagkracht op trek.

Paalafmeting [m]	Maximale draagkracht op trek $R_{t;d}$ [kN]
0,45	338
0,50	380
0,55	422

Bij de berekening zijn de navolgende uitgangspunten gehanteerd:

- De trekkracht is berekend bij een paalpuntniveau van 23,0 m - NAP;
- Er is rekening gehouden met groepswerking. Maatgevend is gesteld een paal uit een paalgroep van vier paalspoer h.o.h.-afstand 5,44 m, waarbij de trekkracht van de poer door maximaal twee palen gelijktijdig kan worden opgenomen;
- Toegepast worden avegapalen;
- α_t = coëfficiënt voor schachtwrijving = 0,0045;
- $\xi_3 = \xi_4$ = factor afhankelijk van het aantal sonderingen en aantal palen = 1,39 (één sondering en één paal);
- $\gamma_{s,t}$ = materiaalfactor = 1,35;
- $\gamma_{m,var,qc}$ = factor invloed belastingwisseling = 1,5;
- De palen worden in de maatgevende situaties wisselend belast. De maatgevende trekkracht bedraagt 364 kN en maatgevende drukkracht bedraagt 861 kN;
- Het eigen gewicht van de paal is verdisconteerd in de draagkracht op trek.

Om deze trekkracht te kunnen overdragen dienen de palen daartoe voldoende gewapend te zijn, conform geldende richtlijnen.

Op bijlage F op pagina 5 zijn de uitgangspunten en de resultaten nogmaals weergegeven met verwijzing naar de NEN 9997-1 +C2 : 2017 (geotechnisch ontwerp van constructies).

5.7 Vervorming

De vervormingen binnen de funderingsconstructie dienen zodanig te zijn dat in de bouwconstructie geen uiterste grenstoestand of bruikbaarheidsgrenstoestand wordt overschreden.

Tenzij specifieke vervormingseisen zijn gesteld wordt voor de uiterste grenstoestand veelal een relatieve rotatie β van maximaal 1:100 aangehouden.

Voor de bruikbaarheidstoestand wordt in het algemeen aangenomen dat de scheefstand ω en/of de relatieve rotatie β de waarde van 1:300 niet mag overschrijden.

Uiterste Grenstoestand:	-Rotatiecriterium:	$\Delta s/l \leq 1:100$
Bruikbaarheidstoestand:	-Rotatiecriterium:	$\Delta s/l \leq 1:300$

Bij overschrijding van de bruikbaarheidstoestand zijn de vervormingen van dien aard dat binnen de bouwconstructie ongewenst verlies aan bruikbaarheid optreedt. In de regel zal deze toestand maatgevend zijn.

Vervormingen binnen de funderingsconstructie kunnen indicatief worden bepaald aan de hand van de last-zakkingsresultaten die zijn toegevoegd aan bijlage F op pagina 2 t/m 4.

5.8 Veercoëfficiënt

Voor de statische secant veercoëfficiënt van de kop van een vrijstaande op druk belaste paal geldt $k_{v,rep} = F_{c,rep} / s_{1,bgt.}$ waarbij s_1 de paalkopzakking betreft als zijnde de som van s_{el} , de elastische verkorting van de paal en s_b , de zakking van de paalpunt nodig voor het mobiliseren van het paal draagvermogen. De rekenwaarde van de veercoëfficiënt is bepaald als $k_{v,d} = k_{v,rep} / \gamma_{m,k}$ waarbij $\gamma_{m,k} = 1,3$.

Bij concentraties van palen waarbij de hart-op-hart-afstand kleiner is dan tien maal de kleinste paalvoetdoorsnede, dient in principe in de paalkopzakking, de zakking te worden verdisconteerd in de lagen beneden het niveau van vier maal de kleinste dwarsafmeting van de paalpunt. Voor de veercoëfficiënt geldt in dat geval $k_{v,rep} = F_{c,rep} / (s_{1,bgt.} + s_{2,bgt.})$ waarbij s_2 de extra zakking is als gevolg van het groepseffect in de dieper gelegen lagen.

Uitgaande van de last-zakkingsgrafiek voor de bruikbaarheidstoestand is sprake van een niet lineaire veer karakteristiek. In dit rapport is ter indicatie voor sondering DKM001 op een paalpuntniveau op 23,0 m - NAP in onderstaande tabel voor een vrijstaande paal de statische veerstijfheid gepresenteerd bij een representatieve belasting die 80 % van de paalcapaciteit bedraagt.

Tabel 5. Veercoëfficiënt vrijstaande paal.

Paalafmeting [m]	Statische veercoëfficiënt [kN/mm]	
	Representatief ($k_{v,rep}$)	Rekenwaarde ($k_{v,d}$)
0,45	70	55
0,50	80	60
0,55	90	70

Voor de veercoëfficiënten wordt verwezen naar bijlage F op pagina 2 t/m 4, met intervallen van 10% de statische veerstijfheid berekend voor een belasting variërend van 10 tot 100 % van de paalcapaciteit. Opgemerkt wordt dat de gepresenteerde veerstijfheden zijn berekend voor een vrijstaande paal waarbij het hiervoor genoemde groepseffect niet is meegenomen.

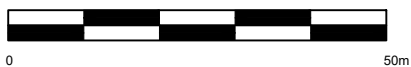
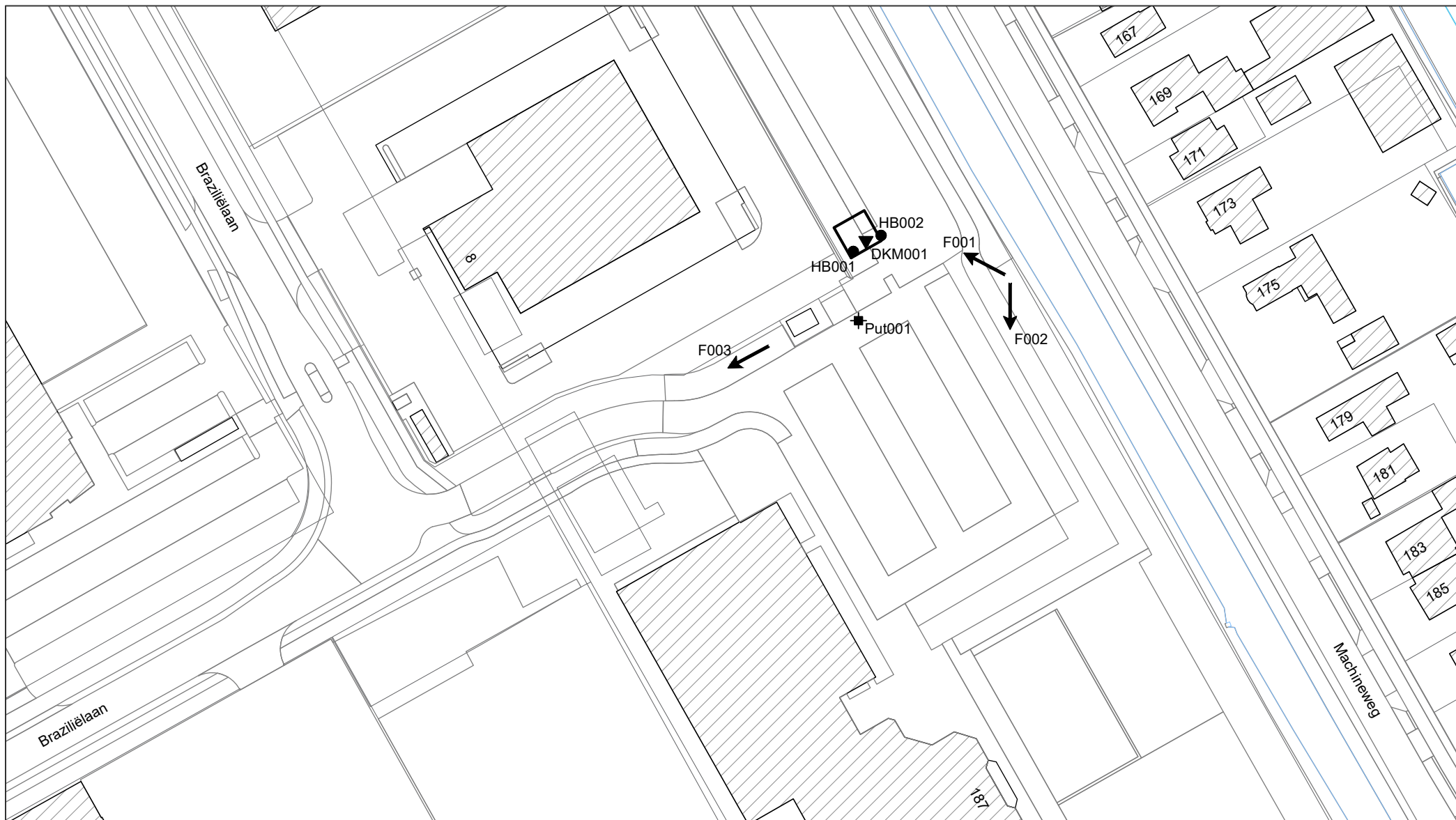
5.9 Richtlijnen uitvoering en kwaliteitszorg avegaarpalen

Onder bijlage G zijn met betrekking tot de toepassing van een fundering op avegaarpalen algemene richtlijnen gegeven. Onder meer wordt ingegaan op het belang van de controle van uitgangspunten en aannamen en op aspecten die van toepassing zijn op het werkterrein, de uitvoering en controle van de paalkwaliteit. Geadviseerd wordt hiervan kennis te nemen.

Bij toepassing van avegaarpalen vindt normaliter vijf dagen na het aanbrengen van de palen een kwaliteitscontrole plaats die onder meer inhoudt dat de palen akoestisch worden doorgemeten. Deze controle kan desgewenst door ons bureau worden verzorgd.

BIJLAGE A

Situatietekening en foto's



Opdrachtschrijving / locatie:

**Site VF14642 aan de Hornweg 187
te Aalsmeer**



Bewerkt: **CSS**

Datum: **5 december 2023**

Omschrijving tekening:

Situatietekening

Schaal: **1:1000**

Formaat: **A4**

Opdrachtnummer: **23ZP1506**

Bijlage: **SIT-01**



F001



F002



F003

BIJLAGE B

Waterpasstaat

OVERZICHT MEETPUNTEN

Horizontaal coördinatensysteem (X,Y) Rijksdriehoeksmeting (RD)
Verticale referentie (Z) Normaal Amsterdams Peil

Meetpunt	X-coördinaat [m]	Y-coördinaat [m]	Hoogte (Z) [m t.o.v. NAP]	GWS * [m t.o.v. NAP]	Datum uitvoering
DKM001	114483,96	476244,51	-3,82	-4,52	07-12-2023
HB001	114481,56	476243,96	-3,85	-4,55	07-12-2023
HB002	114486,83	476247,00	-3,94	-4,54	07-12-2023
Put001	114482,54	476230,82	-4,04	---	07-12-2023

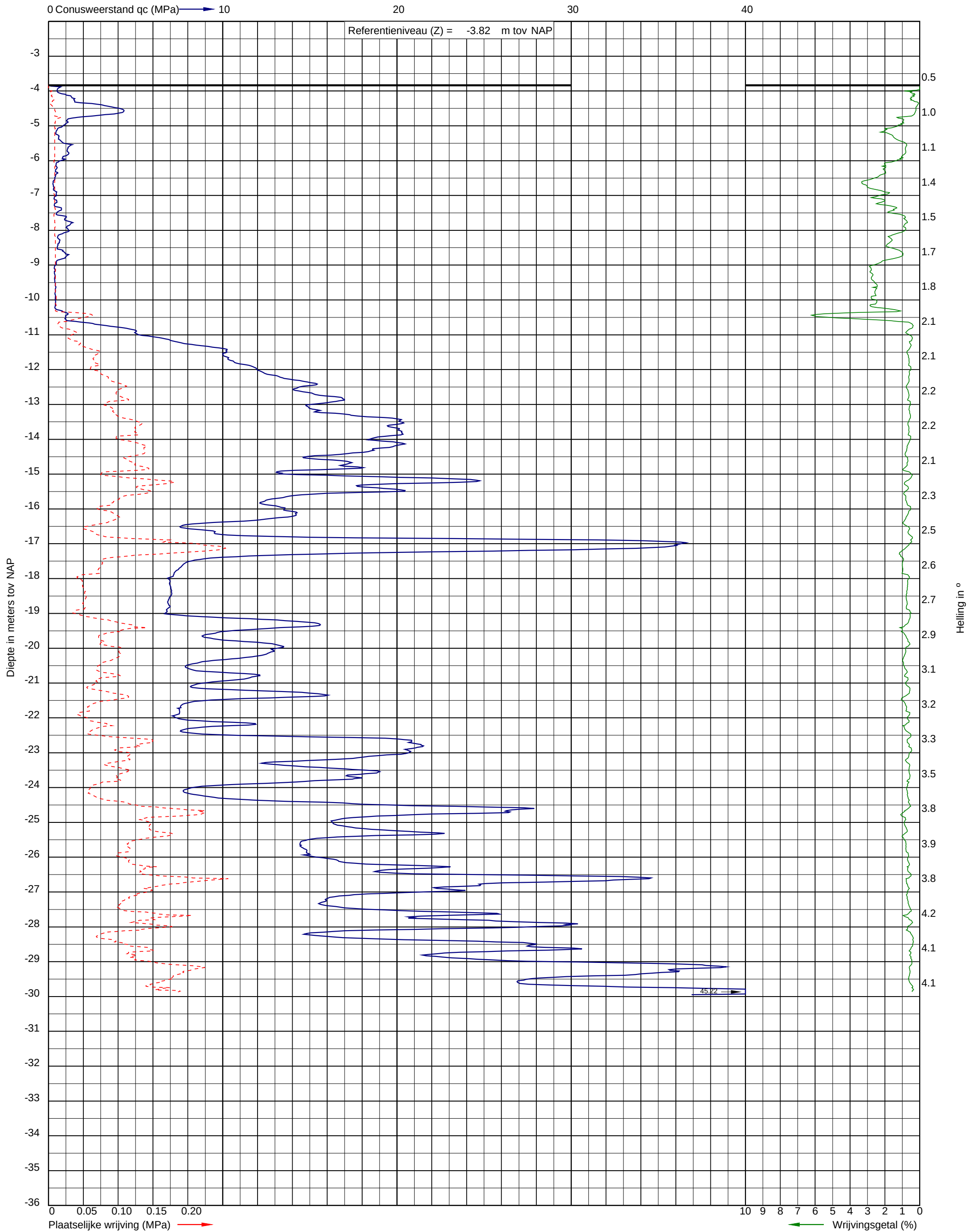
* Grondwaterstand ten tijde van het onderzoek

Let op:

Deze waterpasstaat dient om inzicht te geven in de hoogteligging en locaties van de meet- en onderzoeks-punten ten opzichte van een referentiepunt. Grondwaterstanden zijn ter indicatie en kunnen beïnvloed zijn door de uitgevoerde werkzaamheden. De resultaten dienen niet voor andere doeleinden te worden gebruikt.

BIJLAGE C

Sondeergrafiek



BIJLAGE D

Boorstaten

Project: Site VF14642 aan de Hornweg 187 te Aalsmeer
Opdracht: 23ZP1506
Betreft: Boorprofiel



Boring: HB001

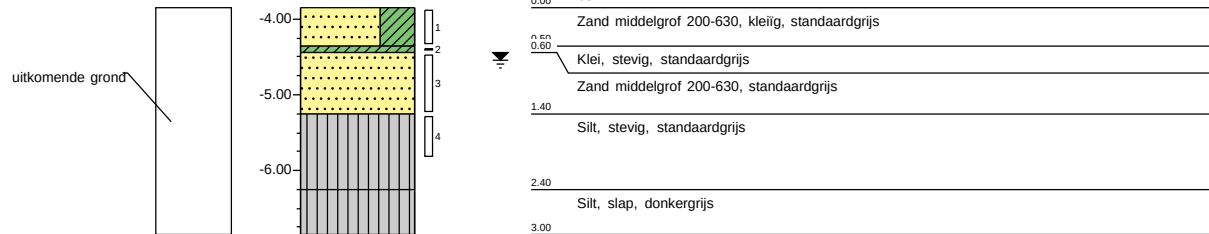
Uitvoering op: 7-12-2023
Uitvoering door: RBN
Werknummer: HB001

Boornorm: NEN-EN-ISO 22475-1

Grondwaterstand [cm-mv]: 70

Identificatie conform NEN-EN-ISO 14688-1

x-coördinaat [m RD]: 114481,55
y-coördinaat [m RD]: 476243,96
Referentiehoogte [m]: -3.85 . N.A.P.
Reden boring gestopt: Einddoel



Boring: HB002

Uitvoering op: 7-12-2023
Uitvoering door: RBN
Werknummer: HB002

Boornorm: NEN-EN-ISO 22475-1

Grondwaterstand [cm-mv]: 60

Identificatie conform NEN-EN-ISO 14688-1

x-coördinaat [m RD]: 114486,82
y-coördinaat [m RD]: 476247,00
Referentiehoogte [m]: -3.94 . N.A.P.
Reden boring gestopt: Einddoel



BIJLAGE E

Verklaring codering

LEGENDA TEKENINGEN EN VERKLARING AFKORTINGEN

SONDERING

▼	D	Sondering zonder kleefmeting
	DKM	Sondering met kleefmeting
	DKMP	Sondering met kleef- en waterspanningsmeting
	DM	Mechanische sondering
	DKMS	Seismische sondering met kleefmeting
	DKMPS	Seismische sondering met kleef- en waterspanningsmeting
	Dma	Magnetometer sondering
	Ma	Magnetometer (zonder conusweerstand)
	DB	Bolsondering
	DT	T-bar sondering
	FVT	Field vane test
	HPT	Hydraulic profiling tool
	DS	Slagsondering
	HM	Handsondering
	SPT	Standaard penetratie test
	DKM-EC	Geleidbaarheidssondering met kleefmeting
	DKMP-EC	Geleidbaarheidssondering met kleef- en waterspanningsmeting

▽ Niet uitgevoerd ▼ fase 2 ▼ fase 3 ▼ fase 4

BORING

●	HB	Handboring
	B	Mechanische boring

○ Niet uitgevoerd

PEILBUIS

●	Bpb	Mechanische boring met peilbuis
	HBpb	Handboring met peilbuis
	PB	Gedrukte peilbuis

MONITORING

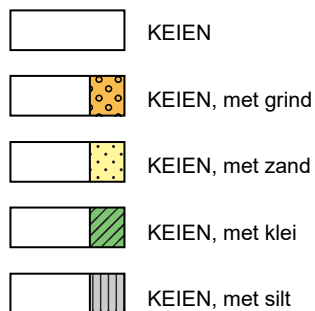
⊕	WSM	Waterspanningsmeter
▭	IMB	Inclinometerbuis
	IMS	Inclinometer SAAF
⊠	ZB	Zakbaak
⚙	DFB	Deformatiebout
⚙	SCM	Scheurmeter
⚙	EXM	Extensometer
⚙	TM	Tiltmeter
⚙	TRM	Trillingmeter
⊗	PDPs	Plaatdrukproef (statisch)
	PDPd	Plaatdrukproef (dynamisch)
⊗	PP	Pompput
⊗	PRP	Proefgat
⊗	PRS	Proefsleuf

ALGEMEEN

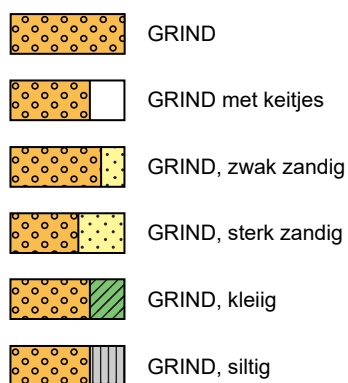
⚙	Meetpunt: brug, dorpel, kolk, meetbout, put, weg, water
→	Foto
▨	Bestaande bebouwing
↔	0-Punt lokaal assenstelsel

LEGENDA BOORPROFIELEN (conform NEN-EN-ISO 14688-1)

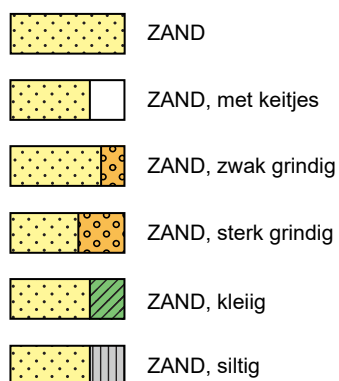
KEIEN / KEITJES



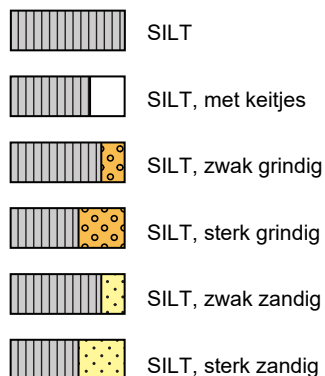
GRIND



ZAND



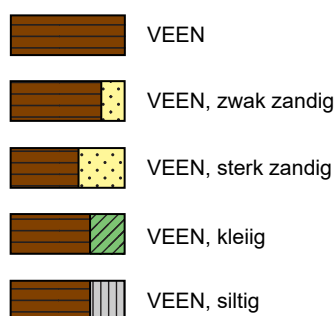
SILT



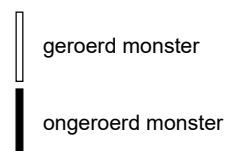
KLEI



VEEN / HUMUS / DETRITUS



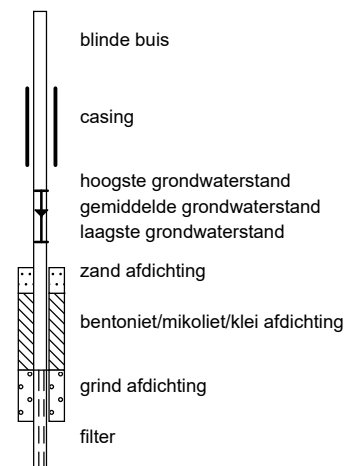
MONSTERS



KWALITEIT MONSTER

- QM1 = Ongeroid monster is geheel Intact Inclusief spanningstoestand
- QM2 = Ongeroid monster geheel Intact
- QM3 = Ongeroid monster intact maar monsterverstoring zichtbaar
- QM4 = Monster is ernstig verstoord
- QM5 = Monster is geroerd

PEILBUIS



OVERIG

- ▲ Bijzonder bestanddeel
- ◀ Gemiddeld hoogste grondwaterstand
- ≡ grondwaterstand
- ◆ Gemiddeld laagste grondwaterstand

BIJLAGE F

Berekening fundering

Rekenwaarde maximum draagkracht in kN voor groepen
Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 - 1 + C2 : 2017)

Paaltype : **Avegaarpaal**

Paalklassefactor punt	: $\alpha_p = 0,56$	Bouwwerk	: niet stijf
Paalvoetvormfactor	: $\beta = 1,00$	Aantal sonderingen	: $N = 1$
Paalvoetdwarsdoorsnedefactor	: $s = 1,0$	ξ -factor	: $\xi_3 = 1,39$; $\xi_4 = 1,39$
Paalklassefactor schacht	: $\alpha_s = 0,006$	Materiaalfactor	: $\gamma_b = \gamma_s = 1,2$
		Belastingsfactor neg.kleef	: $\gamma_{f,nk} = 1,0$

Site VF14642

Rekenwaarde maximum draagkracht

$R_{c;k} = \min\{(R_{c;cal})_{gem}/\xi_3, ((R_{c;cal})_{min}/\xi_4)\}$ -> maatgevend is $(R_{c;cal})_{min}/\xi_4$

paalafmeting	:	<u>0,450 m</u>	<u>0,500 m</u>	<u>0,550 m</u>
$R_{c;cal}$	:	1719	1981	2258
$R_{c;k}$	:	1237	1425	1624
$R_{c;d}$	:	1031	1188	1354
$F_{nk;d}^*$	:	69	77	85
$R_{c;d}$ netto	:	962	1111	1269

paalafmeting 0,450 m

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$q_{b,max}$ [MPa]	$R_{b;cal}$ [kN]	$R_{s;cal}$ [kN]	$R_{c;cal}$ [kN]
DKM001	-3,82	-23,00	3,6	577	1142	1719

paalafmeting 0,500 m

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$q_{b,max}$ [MPa]	$R_{b;cal}$ [kN]	$R_{s;cal}$ [kN]	$R_{c;cal}$ [kN]
DKM001	-3,82	-23,00	3,6	712	1269	1981

paalafmeting 0,550 m

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	$q_{b,max}$ [MPa]	$R_{b;cal}$ [kN]	$R_{s;cal}$ [kN]	$R_{c;cal}$ [kN]
DKM001	-3,82	-23,00	3,6	862	1396	2258

* Negatieve kleef bepaald voor alleenstaande paal, aan de rand van groep, in één rij en in groep met $D > \sqrt{(10 \times d \times h)}$

Toelichting

Maximum puntweerstand	: $q_{b,max} = 0,5 * \alpha_p * \beta * s * (0,5[q_{c;l;gem} + q_{c;ll;gem}] + q_{c;ll;gem})$	[par. 7.6.2.3(e)]
Maximum draagkracht punt	: $R_{b;cal} = A_b * q_{b,max}$	[par. 7.6.2.3(e)]
Maximum schachtwrijvingskracht	: $R_{s;cal} = O_p * \Delta L * \alpha_s * q_{c;z;a}$	[par. 7.6.2.3]
Berekende maximum draagkracht	: $R_{c;cal} = R_{b;cal} + R_{s;cal}$	[par. 7.6.2.3]
Representatieve maximum draagkracht	: $R_{c;k} = \min\{(R_{c;cal})_{gem}/\xi_3, ((R_{c;cal})_{min}/\xi_4)\}$; min is maatgevend	[par. 7.6.2.3]
Rekenwaarde max draagkracht punt	: $R_{b;d} = R_{b;k}/\gamma_b$ ($R_{b;k} = R_{b;cal}/\xi_{maatgevend}$)	[par. 7.6.2.3]
Rekenwaarde schachtwrijving	: $R_{s;d} = R_{s;k}/\gamma_s$ ($R_{s;k} = R_{s;cal}/\xi_{maatgevend}$)	[par. 7.6.2.3]
Rekenwaarde maximum draagkracht	: $R_{c;d} = R_{b;d} + R_{s;d}$	[par. 7.6.2.3]
Rekenwaarde negatieve kleef	: $F_{nk;d} = F_{nk} * \gamma_{f,nk}$	[par. 7.3.2.2]
Rekenwaarde netto draagkracht	: $R_{c;dnetto} = R_{c;d} - F_{nk;d}$	

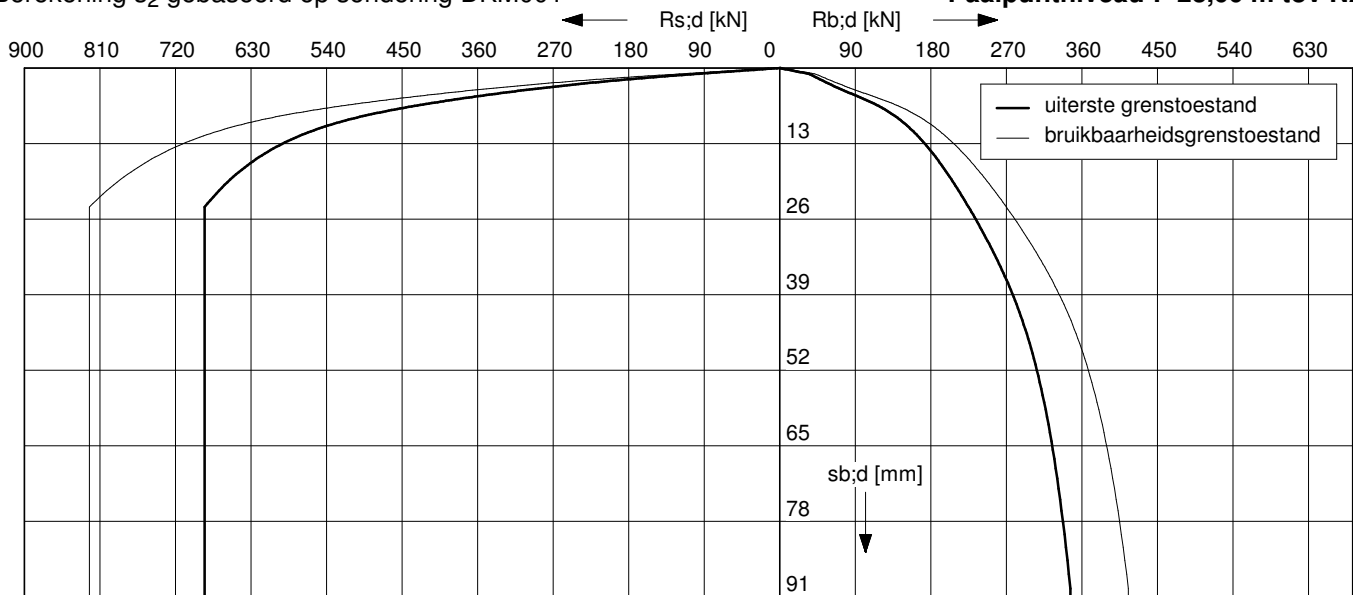
Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 - 1 + C2 : 2017)

Paaltype : Avegaarpaal

Sondeergroep : Site VF14642

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM001

Paalafmeting : 0,450 m
Paalpuntniveau : -23,00 m tov NAP



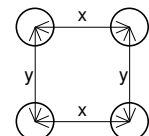
Uiterste grenstoestand

$F_{c;d,netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]
962	69	1031	87,0	5,4	92,4	0,0	92,4	49
866	69	935	30,2	4,8	35,0	0,0	35,0	53
770	69	839	17,5	4,2	21,7	0,0	21,7	55
673	69	742	11,9	3,7	15,6	0,0	15,6	58
577	69	646	8,5	3,2	11,7	0,0	11,7	60
481	69	550	6,4	2,7	9,1	0,0	9,1	63
385	69	454	4,9	2,3	7,1	0,0	7,1	66
289	69	358	3,5	1,8	5,2	0,0	5,2	69
192	69	261	2,3	1,3	3,6	0,0	3,6	72
96	69	165	1,3	0,8	2,1	0,0	2,1	74

Configuratie paalgroep

voor bepaling s_2

4-paalspoer



hoh-afstand $x=y$: 5,44 m

Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]
740	69	809	9,3	3,3	12,6	0,0	12,6	64
666	69	735	7,7	3,0	10,7	0,0	10,7	68
592	69	661	6,4	2,7	9,2	0,0	9,2	72
518	69	587	5,3	2,4	7,8	0,0	7,8	76
444	69	513	4,5	2,1	6,6	0,0	6,6	78
370	69	439	3,6	1,8	5,4	0,0	5,4	81
296	69	365	2,8	1,5	4,3	0,0	4,3	86
222	69	291	2,1	1,2	3,2	0,0	3,2	90
148	69	217	1,4	0,9	2,3	0,0	2,3	93
74	69	143	0,9	0,6	1,5	0,0	1,5	96

Toelichting

Paalbelasting	:	F_c	[par. 7.7.1]
Rekenwaarde negatieve kleef	:	$F_{nk;d}$	[par. 7.3.2.2]
Netto paalbelasting	:	$F_{c;netto} = F_c - F_{nk}$	[par. 7.3.2.2]
Rekenwaarde zakking boveinde paal	:	$s_{1;d} = s_{punt;d} + s_{el;d}$	[par. 7.6.4.2]
Rekenwaarde samendrukking diepere lagen	:	$s_{2;d}$	[par. 7.6.4.2]
Rekenwaarde paalkopzakking	:	$s_d = s_{1;d} + s_{2;d}$	[par. 7.6.4.2]
Representatieve statische secant veercoëfficiënt	:	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand = $F_{c;rep} / s_1$	
	:	$k_{v;rep}$ paal in groep = $F_{c;rep} / (s_1 + s_2)$	

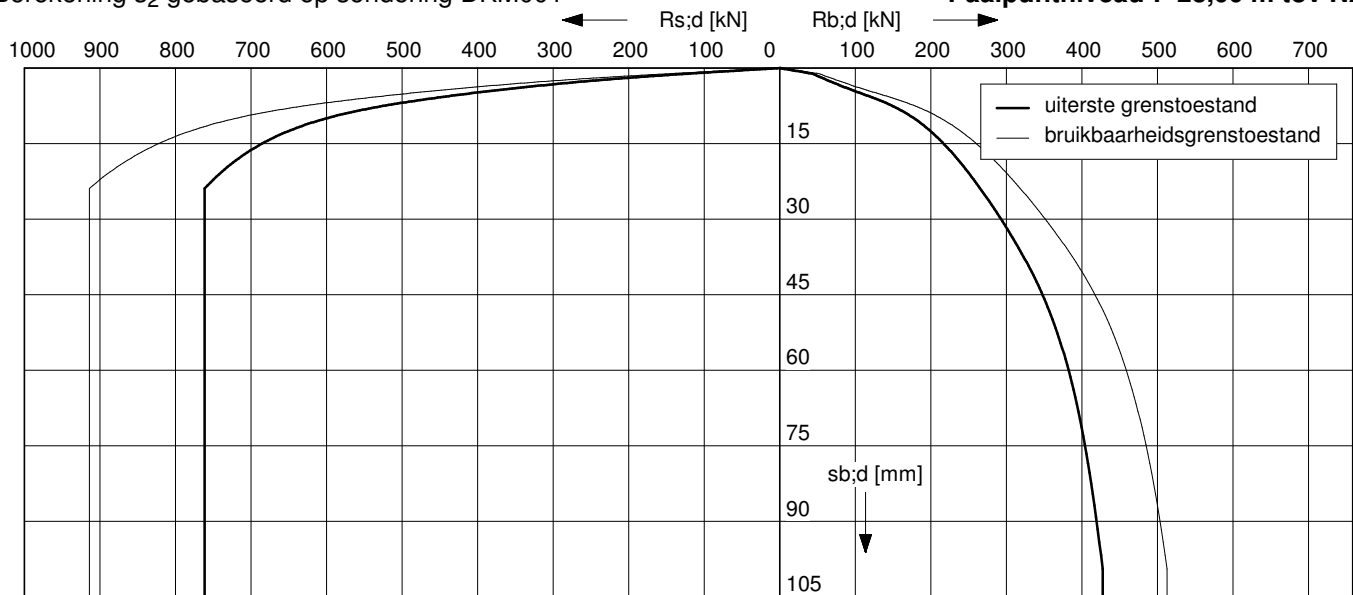
Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 - 1 + C2 : 2017)

Paaltype : Avegaarpaal

Sondeergroep : Site VF14642

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM001

Paalafmeting : 0,500 m
Paalpuntniveau : -23,00 m tov NAP

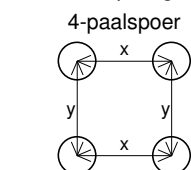


Uiterste grenstoestand

$F_{c,d;netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]
1111	77	1188	96,7	5,1	101,8	0,0	101,8	55
1000	77	1077	35,2	4,5	39,7	0,0	39,7	60
889	77	966	18,7	4,0	22,7	0,0	22,7	63
778	77	855	12,6	3,5	16,1	0,0	16,1	66
667	77	744	8,9	3,0	11,9	0,0	11,9	69
556	77	633	6,7	2,6	9,3	0,0	9,3	72
444	77	521	5,1	2,1	7,2	0,0	7,2	75
333	77	410	3,6	1,6	5,2	0,0	5,2	79
222	77	299	2,3	1,2	3,5	0,0	3,5	83
111	77	188	1,3	0,8	2,1	0,0	2,1	86

Configuratie paalgroep

voor bepaling s_2



hoh-afstand $x=y$: 5,44 m

Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]
855	77	932	9,9	3,1	13,0	0,0	13,0	72
769	77	846	8,1	2,8	10,9	0,0	10,9	78
684	77	761	6,7	2,6	9,3	0,0	9,3	82
598	77	675	5,6	2,3	7,9	0,0	7,9	85
513	77	590	4,6	2,0	6,6	0,0	6,6	89
427	77	504	3,7	1,7	5,4	0,0	5,4	94
342	77	419	2,9	1,4	4,3	0,0	4,3	98
256	77	333	2,1	1,1	3,3	0,0	3,3	102
171	77	248	1,5	0,8	2,3	0,0	2,3	107
85	77	162	0,9	0,6	1,4	0,0	1,4	112

Toelichting

Paalbelasting	:	F_c	[par. 7.7.1]
Rekenwaarde negatieve kleef	:	$F_{nk;d}$	[par. 7.3.2.2]
Netto paalbelasting	:	$F_{c;netto} = F_c - F_{nk}$	[par. 7.3.2.2]
Rekenwaarde zakking boveinde paal	:	$s_{1;d} = s_{punt;d} + s_{el;d}$	[par. 7.6.4.2]
Rekenwaarde samendrukking diepere lagen	:	$s_{2;d}$	[par. 7.6.4.2]
Rekenwaarde paalkopzakking	:	$s_d = s_{1;d} + s_{2;d}$	[par. 7.6.4.2]
Representatieve statische secant veercoëfficiënt	:	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand = $F_{c;rep} / s_1$	
	:	$k_{v;rep}$ paal in groep = $F_{c;rep} / (s_1 + s_2)$	

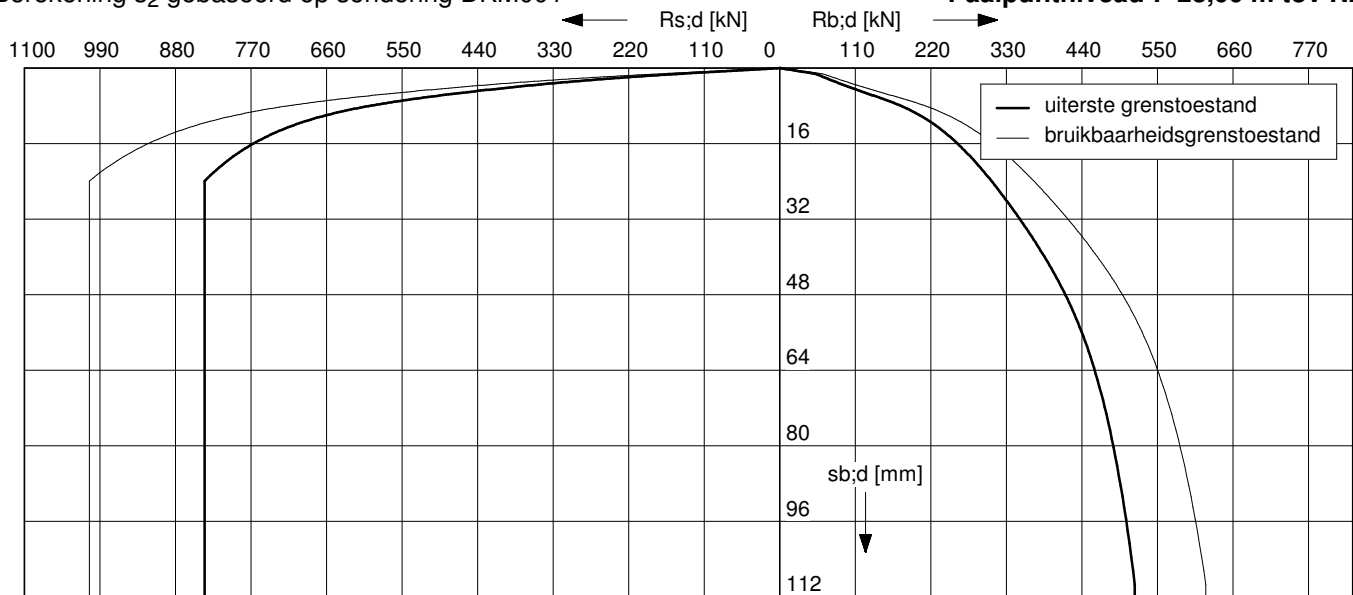
Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 - 1 + C2 : 2017)

Paaltype : Avegaarpaal

Sondeergroep : Site VF14642

Berekening s_2 gebaseerd op sondering DKM001

Paalafmeting : 0,550 m
Paalpuntniveau : -23,00 m tov NAP

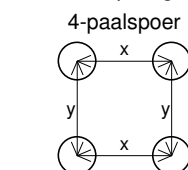


Uiterste grenstoestand

$F_{c;netto}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$F_{c;d}$ [kN]	$s_{b;d}$ [mm]	$s_{el;d}$ [mm]	$s_{1;d}$ [mm]	$s_{2;d}$ [mm]	s_d [mm]	$k_{v;d}$ paal vrijstaand [kN/mm]
1269	85	1354	106,3	4,9	111,2	3,8	115,0	61
1142	85	1227	40,5	4,3	44,8	3,4	48,2	66
1015	85	1100	20,3	3,8	24,0	3,1	27,1	70
888	85	973	13,6	3,3	16,9	2,7	19,6	74
761	85	846	9,4	2,8	12,3	2,4	14,6	77
635	85	720	7,1	2,4	9,5	2,0	11,5	81
508	85	593	5,3	2,0	7,3	1,7	8,9	85
381	85	466	3,7	1,6	5,3	1,3	6,6	90
254	85	339	2,4	1,1	3,6	0,9	4,5	94
127	85	212	1,3	0,7	2,0	0,6	2,6	99

Configuratie paalgroep

voor bepaling s_2



hoh-afstand $x=y$: 5,44 m

Bruikbaarheidsgrenstoestand

$F_{c;netto}$ [kN]	F_{nk} [kN]	$F_{c;rep}$ [kN]	s_b [mm]	s_{el} [mm]	s_1 [mm]	s_2 [mm]	s [mm]	$k_{v;rep}$ paal vrijstaand [kN/mm]
976	85	1061	10,5	3,0	13,4	3,0	16,4	79
879	85	964	8,5	2,7	11,2	2,7	13,9	86
781	85	866	7,1	2,4	9,5	2,4	11,9	92
683	85	768	5,9	2,1	8,0	2,1	10,2	96
586	85	671	4,9	1,9	6,7	1,9	8,6	100
488	85	573	3,9	1,6	5,5	1,6	7,1	105
390	85	475	3,0	1,3	4,3	1,3	5,6	111
293	85	378	2,2	1,0	3,2	1,1	4,3	117
195	85	280	1,5	0,8	2,3	0,8	3,1	122
98	85	183	0,9	0,5	1,4	0,5	1,9	128

Toelichting

Paalbelasting	: F_c	[par. 7.7.1]
Rekenwaarde negatieve kleef	: $F_{nk;d}$	[par. 7.3.2.2]
Netto paalbelasting	: $F_{c;netto} = F_c - F_{nk}$	[par. 7.3.2.2]
Rekenwaarde zakking boveinde paal	: $s_{1;d} = s_{punt;d} + s_{el;d}$	[par. 7.6.4.2]
Rekenwaarde samendrukking diepere lagen	: $s_{2;d}$	[par. 7.6.4.2]
Rekenwaarde paalkopzakking	: $s_d = s_{1;d} + s_{2;d}$	[par. 7.6.4.2]
Representatieve statische secant veercoëfficiënt	: $k_{v;rep}$ paal vrijstaand = $F_{c;rep} / s_1$	
	: $k_{v;rep}$ paal in groep = $F_{c;rep} / (s_1 + s_2)$	

Rekenwaarde maximum draagkracht op trek in kN per sondering
Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 - 1 + C2 : 2017)

Paaltype : **Avegaarpaal**

Schachtwrijvingsfactor	: $\alpha_t = 0,0045$	Effect verdichting	: $f_1 = 1,0$
ξ -factor	: $\xi_3 = \xi_4 = 1,39$	Materiaalfactor	: $\gamma_{s;t} = 1,35$
Bouwwerk	: niet stijf	Belastingwisselingfactor	: $\gamma_{m;var;q_c} = 1,5$
Aantal sonderingen	: $N = 1$	Partiële factor volume gewicht paalmateriaal	: $\gamma_\gamma = 1,1$

paalafmeting : **0,450 m**

2-paalspoer

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	Paal A $R_{t;d}$ [kN]	$G_{paal;d}$ [kN]
DKM001	-3,82	-23,00	301	37

paalafmeting : **0,500 m**

2-paalspoer

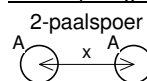
Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	Paal A $R_{t;d}$ [kN]	$G_{paal;d}$ [kN]
DKM001	-3,82	-23,00	334	46

paalafmeting : **0,550 m**

2-paalspoer

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	Paal A $R_{t;d}$ [kN]	$G_{paal;d}$ [kN]
DKM001	-3,82	-23,00	367	55

Configuratie paalgroep
voor bepaling s2



hoh-afstand x : 5,44 m

Toelichting

Rekenwaarde draagkracht op trek	: $R_{t;d} = \int_0^L O_{p;gem} * f_1 * f_2 * \alpha_t * q_{c;z;d} dz = R_{t;k} / \gamma_{s;t}$	[par. 7.6.3.3]
Gemiddelde paalomtrek	: $O_{p;gem}$	
Effect verdichting grondlagen door installatie paalgroep	: f_1	[par. 7.6.3.3]
Effect ontspanning grondlagen door paalgroep	: f_2	
Rekenwaarde conusweerstand	: $q_{c;z;d} = q_{c;z;a} / (\gamma_{s;t} * \gamma_{m;var;q_c} * \xi)$	
Rekenwaarde paalgewicht	: $G'_{paal;d} = V_{paal} * \gamma'_{paal;d}$	
Rekenwaarde effectief volume gewicht paal	: $\gamma'_{paal;d} = \gamma_{paal} / \gamma_\gamma - \gamma_{water}$	

Voorbeeldberekening gebaseerd op sondering DKM001
Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 - 1 + C2 : 2017)

Paaltype : **Avegaarpaal**
Paalpuntniveau : -23 meter tov NAP

paalafmeting : 0,500 m

Correctie conusweerstand bij ontgraving

Geen ontgraving, geen correctie van de conusweerstand.

Berekening maximum puntweerstand

$$q_{b;\max} = 0,5 * \alpha_p * \beta * s * (0,5[q_{c;I;\text{gem}} + q_{c;II;\text{gem}}] + q_{c;III;\text{gem}}) \quad [\text{par. 7.6.2.3(e)}]$$

Paalklassefactor : $\alpha_p = 0,56$ (f)
 Paalvoetvormfactor : $\beta = 1,0$ (g)
 Paalvoetdwarsdoorsnedefactor : $s = 1,0$ (h)
 Traject I / II / III : 14,0 / 7,9 / 2,0 MPa

$$q_{b;\max} = 3,6 \text{ MPa}$$

Berekening maximum schachtwrijving

$$R_{s;\text{cal}} = O_p * \Delta L * \alpha_s * q_{c;z;a} \quad [\text{par. 7.6.2.3(e)}]$$

Startdiepte schachtwrijving : -10,7 m tov NAP
 paalklassefactor : $\alpha_s = 0,006$ [tabel 7.d]
 O_p : omtrek dwarsdoorsnede paalschacht
 ΔL : traject schachtwrijving

diepte [m tov NAP]	$q_{c;z;a}$ [MPa]	O_p [m]	ΔL [m]	$R_{s;\text{cal}}$ [kN]	$\Sigma R_{s;\text{cal}}$ [kN]
-11,00	4,3	1,57	0,3	12	12
-12,50	10,7	1,57	1,5	151	163
-14,00	14,9	1,57	1,5	210	373
-15,50	14,2	1,57	1,5	200	573
-17,00	11,4	1,57	1,5	161	734
-18,50	8,6	1,57	1,5	122	855
-20,00	9,4	1,57	1,5	132	988
-21,50	10,4	1,57	1,5	147	1135
-23,00	9,5	1,57	1,5	135	1269

Berekening maximum draagkracht

$$R_{c;\text{cal}} = A_b * q_{b;\max} + R_{s;\text{cal}} \quad [\text{par. 7.6.2.3(e)}]$$

$$\text{Oppervlakte paalpunt} : A_b = 0,1963 \text{ m}^2$$

$$R_{c;\text{cal}} = 712 + 1269 = 1981 \text{ kN}$$

Voorbeeldberekening gebaseerd op sondering DKM001
Berekening volgens Eurocode 7-1 (NEN 9997 - 1 + C2 : 2017)

Paaltype : **Avegaarpaal**
Paalpuntniveau : -23 meter tov NAP

paalafmeting : 0,500 m

Berekening negatieve kleef, geen groepswerking

De representatieve waarde van de totale belasting ten gevolge van negatieve kleef ($F_{nk;rep}$) moet zijn bepaald met de formule:

$$F_{nk;rep} = O_s * \sum h_j * K_{0;j;rep} * \tan \delta_j * \frac{\sigma'_{v;j-1;rep} + \sigma'_{v;j;rep}}{2}$$

[par. 7.3.2.2(d)]

Dit geldt voor:

- alleenstaande palen;
- palen in één rij of aan de rand van een paalgroep;
- palen binnen een paalgroep waarbij de hart-op-hart afstand van de palen (D) voldoet aan:

$$D > \sqrt{10 \times d \times h}$$

waarin:

d is de middellijn van de paalschacht, of de equivalente middellijn van de paalschachten van de groep, in m.

h is de dikte van de laag of lagen waarin de negatieve kleef werkt, in m.

Uitgangspunten

Toekomstig maaiveld	:	-3,82 m tov NAP
Huidig maaiveld	:	-3,82 m tov NAP
Grondwater	:	-4,50 m tov NAP
Bovenbelasting	:	0 kN/m ²
Voorbeeldsondering	:	DKM001
O_s	:	omtrek dwarsdoorsnede paalschacht
$K_{v;j;rep}$	:	representatieve waarde van de neutrale gronddruk in laag j
$\tan \delta_j$	:	representatieve waarde van de wrijvingshoek tussen paalschacht en grond in laag j
$\sigma'_{0;j;rep}$	:	representatieve waarde van de effectieve verticale spanning onderin laag j

diepte [m tov NAP]	h_j [m]	O_s [m]	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	ϕ [graden]	$K_0 * \tan \delta_j$	$\sigma'_{v;j}$ [kN/m ²]	$F_{nk;j;rep}$ [kN]	$\Sigma F_{nk;rep}$ [kN]
-5,00	1,18	1,57	18,0	18,0	27,5	0,280	16	5	5
-7,50	2,50	1,57	15,0	15,0	22,5	0,256	29	23	28
-9,00	1,50	1,57	16,0	16,0	25,0	0,269	38	21	49
-10,00	1,00	1,57	15,0	15,0	22,5	0,256	43	16	65
-10,70	0,70	1,57	14,0	14,0	17,5	0,250	46	12	77

BIJLAGE G

Algemene richtlijnen uitvoering avegaarpalen

Controle uitgangspunten

Voorafgaand aan de uitvoering moet worden gecontroleerd:

- de relatie tussen: maaiveldhoogte, werkhoogte, bouwpeil t.o.v. Ref/NAP,
- diameter avegaar en te realiseren paallengte in relatie tot grondonderzoek en funderingsadvies,
- overige relevante uitgangspunten geotechnische rapportages.

Uitvoering in relatie tot omgeving

Voor zover het in het advies niet aan de orde is gesteld, dient te worden nagegaan of de palen gemaakt kunnen worden zonder risico's voor bebouwing en infrastructuur in de omgeving. Hiertoe is informatie noodzakelijk omtrent de constructieve opbouw van bebouwing en infra en over de funderingswijze. Uiteraard is ook de bouwkundige staat van belang.

Werkterrein/bouwput

Het werkterrein dient dermate droog en stabiel te zijn dat verantwoord kan worden gewerkt.

Voorkomen moet worden dat eenmaal gemaakte palen beschadigen doordat deze horizontaal worden belast door bijvoorbeeld het manoeuvreren van materieel of door graafwerk rond de paal. Dit geldt vooral bij gedeeltelijk gewapende palen.

Let op: in beginsel dienen de palen gemaakt te worden vanaf een zodanig werkniveau dat er geen potentiaalsprong is tussen de freatische grondwaterspiegel en de stijghoogte van het grondwater in dieper gelegen watervoerende lagen (hydrostatisch verloop vanaf het werkniveau).

De ondergrond dient vrij te zijn van obstakels en verstoringen die van invloed kunnen zijn op de uiteindelijke paalkwaliteit. De ligging van kabels en leidingen dient in beeld te zijn gebracht.

Uitvoering in relatie tot bodemopbouw

De aanwezigheid van slappe lagen beneden maaiveld legt beperkingen op aan de vervaardiging van avegaarpalen. Van belang is dat de uitvoerende partij aantoonbare expertise heeft in vergelijkbare grondslag. De expertise dient eruit te bestaan dat men de betonsamenstelling en uitvoering (wijze van trekken, treksnelheid en betontoevoer) weet af te stemmen op de beperkte steundruk van de boorgatwand. Dit om 1) het beton omhoog te kunnen krijgen en het oververbruik te beperken, 2) te komen tot een schachtdoorsnede die zich laat controleren door middel van akoestisch doormeten en 3) te komen tot een paalschacht via welke de belasting op de diepere zandlagen kan worden overgedragen.

Paalafstanden

Het maken van een paal mag de verse schacht van een naburige paal niet beïnvloeden. Wanneer twee palen onmiddellijk na elkaar worden vervaardigd moet volgens NEN-EN 1536 de onderlinge hart op hart afstand ten minste vier maal de paaldiameter bedragen met een minimum van 2 m. Een kleinere afstand is toegestaan indien de tijd tussen het maken van de nieuwe paal en de naburige paal zodanig lang is dat de naburige paal voldoende is uitgehard (minstens 4 uur).

Tijdens de uitvoering van de palen moet het niveau van de specie in de reeds gemaakte naburige paal worden gecontroleerd. Wanneer er nazakking of oppersing wordt geconstateerd, moet een andere uitvoeringsvolgorde of een langere verhardingstijd worden aangehouden. De paal waarbij oppersing of nazakking is geconstateerd moet, indien geen vervangende paal wordt gemaakt, na verharding worden gecontroleerd.

Overige uitvoeringsaspecten

- Op de avegaar moet een markering worden aangebracht waaruit de juiste paallengte kan worden afgeleid.
- De avegaar dient voordat met het boren wordt begonnen te worden gecontroleerd op rechtheid en rechtstand, dan wel op de juiste schoorstand. Tevens dient het functioneren van de klep aan de onderzijde van de avegaar te worden gecontroleerd.
- 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.
- De eerste paal moet zo dicht mogelijk bij of op een sondering worden gemaakt.
- Het inboren moet geleidelijk geschieden met zo min mogelijk opwaarts grondtransport. Hiervoor dient de boormotor voldoende vermogen te leveren opdat een zo gering mogelijke schraapfactor wordt verkregen.
- De schraapfactor is het aantal omwentelingen van de boor dat nodig is om de boor over de lengte van eenmaal de spoed te doen zakken. Als indicatie geldt dat een schraapfactor van 2 à 3 veelal voldoet.
- Zodra de avegaar op diepte is en gevuld is met beton onder voldoende overdruk mag, indien nodig, deze avegaar maximaal 0,1 meter worden gelicht om de deksel te lossen.
- De avegaar behoort tijdens het trekken óf dezelfde draairichting te hebben als bij het boren óf stil te staan.
- De treksnelheid dient in overeenstemming te zijn met de specietoever, zodanig dat een continu gevulde schacht verzekerd is. Met name in bodemlagen met een lage sondeerweerstand en een geringere stabiliteit van de boorgatwand is dit van belang.
- De betondruk moet gemeten en continu geregistreerd worden. Bij het meten aan de bovenzijde van de avegaar zal tijdens het trekken een continue overdruk van 10-20 kN/m² over het algemeen voldoende zijn. Bij toepassing van een avegaar met grote binnenbuisdiameter (type buisschroefpaal) dient de buis tot tenminste het werkniveau met beton gevuld te zijn.
- Na het vervaardigen van een paal moet de verwerkte hoeveelheid beton worden vergeleken met de berekende inhoud.
- Aan de hand van de opgeboorde grond ter plaatse 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.

Vastlegging uitvoeringgegevens

- Datum en nummer palenplan en overige relevante werktekeningen.
- Conditie werkterrein.
- Werkniveau t.o.v. Ref/NAP, aanwezigheid eventuele bemalingen.
- Ingezet materieel.
- Samenstelling boorploeg.
- Vermogen boormotor (oliedruk, toerental).
- Rechtheid avegaar, positie en functioneren van de klep.
- Boorvolgorde met data.
- Paaltype, schachtafmeting, paalpuntniveau en wapening(code).
- Samenstelling specie (sterkteklasse, milieuklasse, cementgehalte, hulpstoffen e.d.).
- Datum en tijdstip vervaardiging palen.
- Bereikt paalpuntniveau t.o.v. Ref/NAP.
- Schraapfactor per eenheid van diepte.
- Draaimoment en axiale druk per eenheid van diepte.
- Speciedrukstaten en plaats van meting per eenheid van diepte.
- Specieverbruik in relatie tot theoretisch paalvolume /mixerwissel.
- Inboor- en treksnelheid (begintijd en eindtijd boren en trekken).
- Wijze van trekken (draaiend of stilstaand).

- Opgeboorde grond ter plaatse van de paalpunt.
- Wijze afwerking paalkoppen.
- Bijzonderheden tijdens uitvoering (verschoven piketten, verloop van de avegaar, plaatsafwijkingen, scheefstand, onderbrekingen tijdens trekken of het niet lossen van de deksel en de vervolgens gehanteerde werkwijze, water en/of grond in de boorbuis, stagnatie tijdens uitvoering paal, mee omhoog trekken of wegzakken van de wapening, veranderingen in specieniveau van nabijgelegen palen, plaatsafwijkingen, welpalen, bleeding, rijp op de wapening e.d.).

Controle

Door middel van akoestisch doormeten dient de integriteit van palen te worden beoordeeld. Deze metingen kunnen desgewenst door ons bureau worden uitgevoerd vanaf 5 dagen na productie. De meetgegevens geven informatie over o.a. discontinuïteiten, zoals scheuren, insnoeringen en uitstulpingen, over de lengte van de paal en over de kwaliteit van de paalkop.

Aan palen waarbij tijdens de uitvoering bijzonderheden werden geconstateerd dient tijdens de kwaliteitscontrole extra aandacht te worden besteed. Visuele controle van de paalkop kan plaatsvinden door deze vrij te graven. Hiervoor dient de paal wel voldoende te zijn gewapend.

Indien twijfel bestaat ten aanzien van het draagvermogen van een paal kan afhankelijk van de situatie worden nagesondeerd binnen 1,0 m van de paal, of kan een paal worden proefbelast.

Boortoezicht

Gezien de vele factoren die het installatieproces en daarmee de kwaliteit van de palen kunnen beïnvloeden wordt geadviseerd om per project na te gaan of onafhankelijk deskundig boortoezicht gewenst is. Desgewenst kan toezicht door ons bureau worden verzorgd.

Milieu

Er wordt op gewezen dat milieu-aspecten met betrekking tot eventuele aan- en afvoer van grond en lozing van grondwater niet binnen het kader van deze opdracht vallen.

Tot slot

Voor meer algemene richtlijnen wordt verwezen naar:

- NEN-EN 1536 “uitvoering van bijzonder geotechnisch werk –boorpalen”,
 - CUR-aanbeveling 109 “akoestisch doormeten van betonnen funderingspalen”,
 - CUR 2004-1 “beoordelingssysteem voor de begaanbaarheid van bouwterreinen”,
 - CUR-aanbeveling 114 “toezicht op de realisatie van paalfunderingen”.
 - CROW Funderingshandboek
-
- NVN 6724 “in de grond gevormde funderingselementen van beton of mortel”, formeel ingetrokken.
 - BRL-2356 van het KIWA met bijlage A/B, formeel ingetrokken.

Juli 2022



Voor meer informatie zie: www.socotec.nl

SOCOTEC NEDERLAND SPECIALIST IN:

Geotechniek en milieu-expertise

Grondonderzoek
Geotechnisch laboratoriumonderzoek
Geotechnisch- en geohydrologisch advies
Bouwplaats- en grondwater monitoring

Waterveiligheid
Uitvoeringsbegeleiding
Milieutechniek

Risicobeheer, verzekering en inspecties

Claims
Controle van de omgeving

Risicoanalyses
Waardebepalingen

Gebouw veiligheid & duurzaamheid

Binnenklimaat
Drinkwaterveiligheid
Gebouw- en techniekinspecties

Gebouwprestatie
Gebouwinformatie