



# Site VF12073-B aan de Postweg 145 te De Cocksdorp op Texel

Documentnummer: 24SP2077-adv-01

**SOCOTEC Geotechnics B.V.**  
Inpijn-Blokpoel ingenieurs

Ekkersrijt 2058 | 5692 BA Son en Breugel  
Postbus 94 | 5690 AB Son en Breugel  
T +31 499 471792 | [info@socotec-geotechnics.nl](mailto:info@socotec-geotechnics.nl)  
KvK 17068712  
[www.socotec-geotechnics.nl](http://www.socotec-geotechnics.nl)

Gemeente Texel **.txl**

Behoort bij besluit van  
Burgemeester en Wethouders van Texel,  
zaaknummer: 3587224  
kenmerk document: bijlage 5/6  
namens de burgemeester en wethouders van Texel,  
  
de heer L. Graanoogst  
teamleider Vergunningen, Toezicht & Handhaving a.i.

# **Site VF12073-B aan de Postweg 145 te De Cocksdorp op Texel**

Opdrachtnummer: 24SP2077

**Rapport betreffende**  
Resultaten geotechnisch onderzoek  
Fundering

**Documentnummer**  
24SP2077-adv-01

**Versie**  
1.0

**Datum rapport**  
18 december 2024

## INHOUDSOPGAVE

<b>1. INLEIDING .....</b>	<b>1</b>
<b>2. PROJECTGEGEVENS .....</b>	<b>2</b>
2.1 Projectlocatie .....	2
2.2 Bouwplan .....	2
2.3 Overzicht gegevens zendmast .....	2
2.4 Historie projectlocatie .....	2
<b>3. ONDERZOEK .....</b>	<b>3</b>
3.1 Sondering .....	3
3.2 Boringen .....	3
3.3 Uitzetten en waterpassen .....	3
3.4 Foto's .....	3
<b>4. BODEMOPBOUW EN GRONDWATER.....</b>	<b>4</b>
4.1 Hoogteligging maaiveld .....	4
4.2 Beschrijving bodemopbouw.....	4
4.3 Grondwater .....	4
<b>5. FUNDERING .....</b>	<b>5</b>
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:

## **1. INLEIDING**

Op verzoek van Bouwbedrijf Hendriks Gemert B.V. is ten behoeve van een zendmast aan de Postweg 145 te De Cocksdorp op Texel (opstelpunt Site VF12073-B) 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 24SP2077-adv-01-milieu, d.d. 29 augustus 2024.

## 2. PROJECTGEGEVENS

### 2.1 Projectlocatie

De projectlocatie is gelegen aan de Postweg 145 te De Cocksdorp op Texel.

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 7,05 x 7,05 m<sup>2</sup>. 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 negen 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 466 kN. De maximale trekbelasting bedraagt 132 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 VF12073-B
• Type zendmast	: holle buis vakwerkmast (VDL-mast (2021))
• Afmetingen betonplaat	: 7,05 x 7,05 x 1,0 m
• Eigen gewicht betonplaat (representatief)	: 1193 kN
• Rekenwaarde paalbelasting (druk)	: 466 kN (9 paalspoer)
• Rekenwaarde paalbelasting (trek)	: 132 kN (9 paalspoer)
• H.o.h. afstand palen	: 3,0 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 23 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 0,16 m + tot 0,21 m + NAP. Voor meer informatie over de hoogteligging wordt verwezen naar de waterpasstaat onder bijlage B.

### **4.2 Beschrijving bodemopbouw**

Onder een bovenlaag met zand worden tot 12,5 m - NAP weinig vaste zandhoudende kleiafzettingen en/of kleihoudende zandafzettingen met een geringe conusweerstand. In deze afzettingen wordt op 9,5 m - tot 11,0 m - NAP een ingesloten tussen zandlaag gevonden met een conusweerstand van 6 tot 10 à 16 MPa aan de bovenzijde en aan de onderzijde van deze tussen zandlaag worden dunne organische kleilagen danwel veenlagen aangetroffen. Vervolgens wordt tot de maximaal verkende diepte een matig vast tot zeer vast zandpakket geregistreerd met een conusweerstand van 6 tot 10 à 40 MPa. Plaatselijk en op wisselende diepte komen in dit pakket teruggangen in de conusweerstand voor, die vermoedelijk worden veroorzaakt door kleihoudende zand- en zandhoudende kleiafzettingen en 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 20 augustus 2024 een grondwaterstand gepeild van 1,89 m - à 1,94 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 de palen. 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 centrisc 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	0,17 m +	15,75 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  $\alpha_p$  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]
0,40	839	300	539
0,45	954	338	616
0,50	1066	375	691

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]
0,40	120
0,45	138
0,50	157

Bij de berekening zijn de navolgende uitgangspunten gehanteerd:

- De trekkracht is berekend bij een paalpuntniveau van 15,75 m - NAP;
- Er is rekening gehouden met groepswerking. Maatgevend is gesteld een paal uit een paalgroep van negen paalspoer h.o.h.-afstand 3 m;
- Middenpaal van de 9 paalspoer is maatgevend;
- Toegepast worden avegaarpalen;
- $\alpha_t$  = 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;
- $\gamma_{m,var;q;c}$  = factor invloed belastingwisseling = 1,5;
- De palen worden in de maatgevende situaties wisselend belast. De maatgevende trekkracht bedraagt 132 kN en maatgevende drukkracht bedraagt 466 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  $\beta$  van maximaal 1:100 aangehouden.

Voor de bruikbaarheidstoestand wordt in het algemeen aangenomen dat de scheefstand  $\omega$  en/of de relatieve rotatie  $\beta$  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 15,75 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 ( $k_{v,d}$ )
0,40	35	27,5
0,45	40	30
0,50	45	35

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.

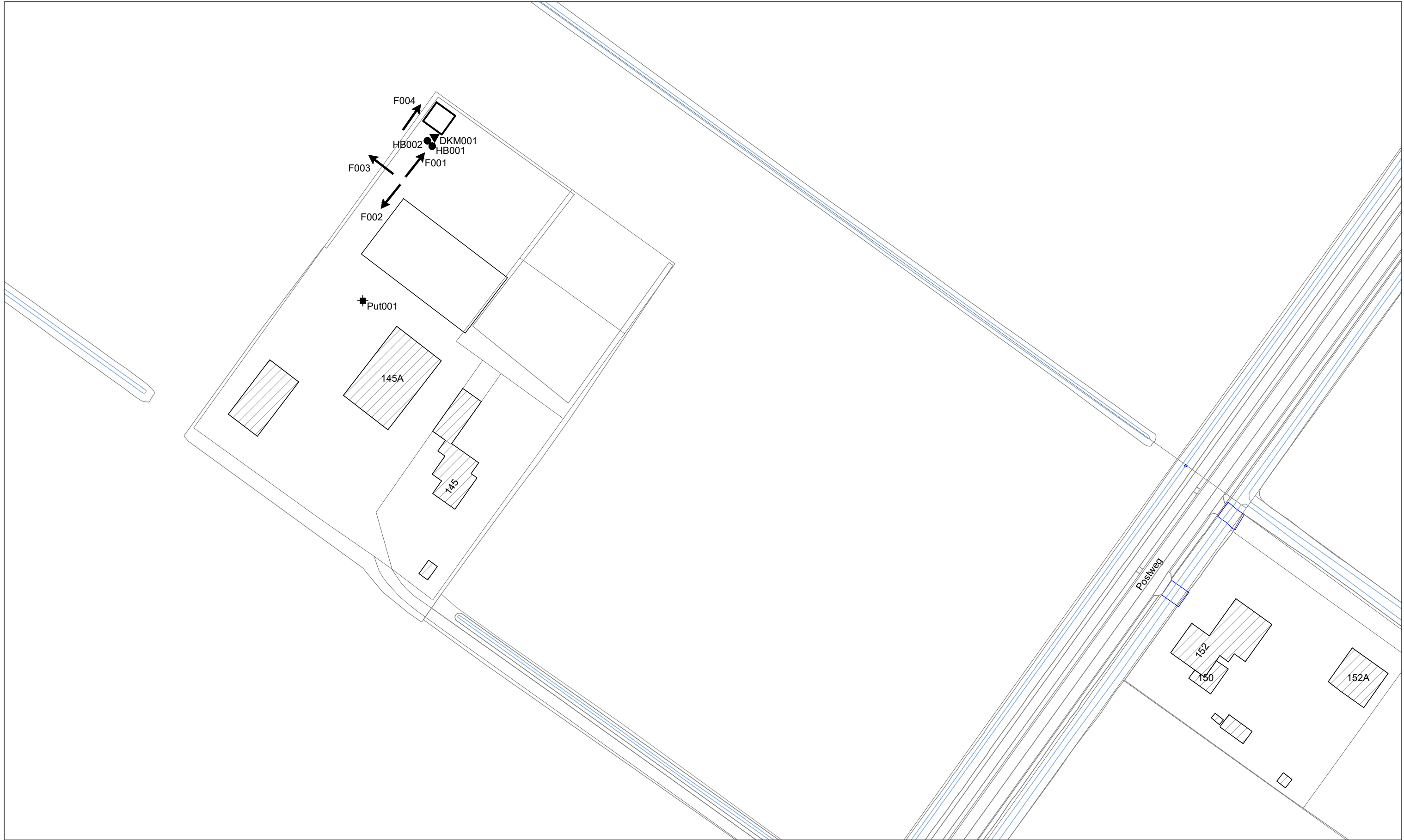
## 5.9 Richtlijnen uitvoering en kwaliteitszorg avegaarpalen

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 VF12073-B aan de Postweg 145  
te De Cocksdorp Texel**



Bewerkt: **CSS**  
Datum: **23 augustus 2024**

Omschrijving tekening:  
**Situatietekening**

Schaal: **1:1000**  
Formaat: **A3**  
Opdrachtnummer: **24SP2077**  
Bijlage: **SIT-01**



F001



F002



F003



F004

## **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	117894,09	571297,93	0,16	-1,94	20-08-2024
HB001	117893,42	571296,80	0,17	-1,93	20-08-2024
HB002	117892,05	571298,36	0,21	-1,89	20-08-2024
Put001	117873,56	571252,54	0,89	---	20-08-2024

\* Grondwaterstand ten tijde van het onderzoek

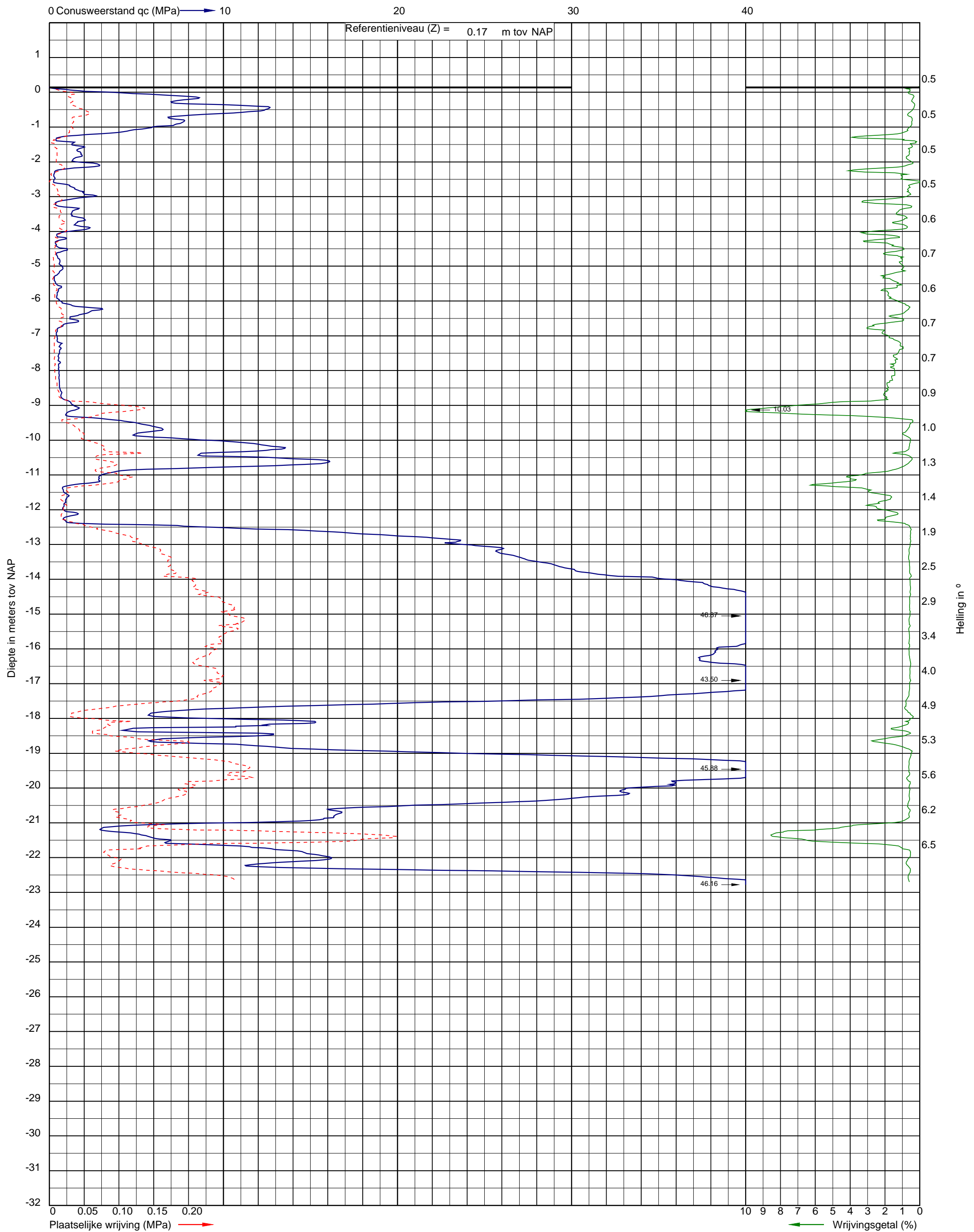
### Let op:

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**

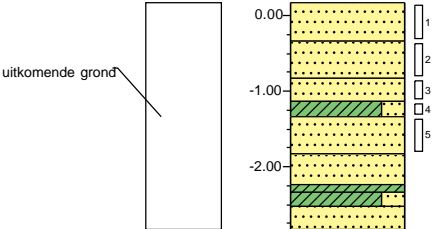
Project: Site VF12073-B aan de Postweg 145 te De Cocksdorp Texel  
Opdracht: 24SP2077  
Betreft: Boorprofiel



**Boring:** HB001  
Uitvoering op: 20-8-2024  
Uitvoering door: EDN  
Werknummer: HB001

**Boornorm: NEN-EN-ISO 22475-1**  
Grondwaterstand [cm-mv]: 210

**Identificatie conform NEN-EN-ISO 14688-1**  
x-coördinaat [m RD]: 117893,41  
y-coördinaat [m RD]: 571296,81  
Referentiehoogte [m]: 0.17 . N.A.P.  
Reden boring gestopt: Einddoel

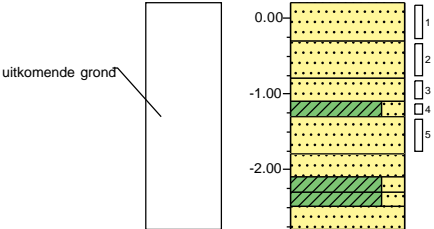


0.00	landbouwgrond
	Zand middelgrof 200-630, donkerbruin
0.50	
	Zand middelgrof 200-630, licht grijsbruin
1.00	
1.30	Zand middelgrof 200-630, standaard
1.50	Klei, stevig, zwak zandig, standaard
2.00	Zand middelgrof 200-630, standaard
2.40	Zand middelgrof 200-630, standaard
2.50	Klei, stevig, standaard
2.70	Klei, stevig, zwak zandig, standaard
3.00	Zand middelgrof 200-630, standaard

**Boring:** HB002  
Uitvoering op: 20-8-2024  
Uitvoering door: EDN  
Werknummer: HB002

**Boornorm:** NEN-EN-ISO 22475-1  
Grondwaterstand [cm-mv]: 210

**Identificatie conform NEN-EN-ISO 14688-1**  
x-coördinaat [m RD]: 117892,04  
y-coördinaat [m RD]: 571298,37  
Referentiehoogte [m]: 0.21 . N.A.P.  
Reden boring gestopt: Einddoel



0.00	landbouwgrond
	Zand middelgrof 200-630, weinig wortels, donkerbruin
0.50	
	Zand middelgrof 200-630, standaard grijsbruin
1.00	
1.30	Zand middelgrof 200-630, donker grijsbruin
1.50	Klei, stevig, zwak zandig, licht grijsbruin
2.00	Zand middelgrof 200-630, standaard
2.30	Zand middelgrof 200-630, standaard
2.50	
2.70	Klei, stevig, zwak zandig, standaard
3.00	Klei, stevig, zwak zandig, standaard
	Zand middelgrof 200-630, standaard

## **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

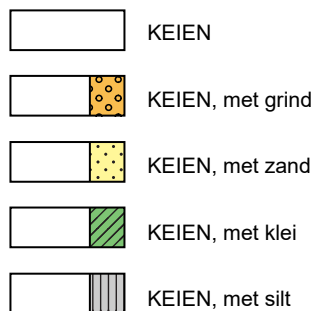
⊕	WSM	Waterspanningsmeter
▭	IMB	Inclinometerbuis
	IMS	Inclinometer SAAF
⊠	ZB	Zakbaak
⚙	DFB	Deformatiebout
⚙	SCM	Scheurmeter
⚙	EXM	Extensometer
⚙	TM	Tiltmeter
⚙	TRM	Trillingmeter
⊗	PDPs	Plaatdrukproef (statisch)
	PDPd	Plaatdrukproef (dynamisch)
⊗	PP	Pompput
⊗	PRP	Proefgat
⊗	PRS	Proefsleuf

### ALGEMEEN

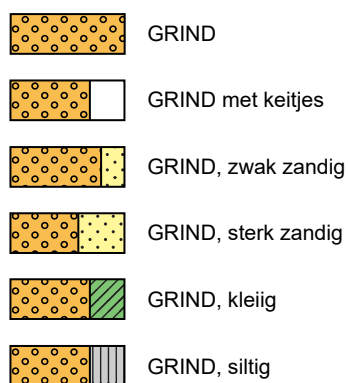
⚙	Meetpunt: brug, dorpel, kolk, meetbout, put, weg, water
→	Foto
▨	Bestaande bebouwing
↔	0-Punt lokaal assenstelsel

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

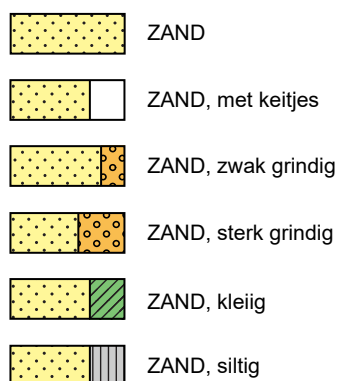
### KEIEN / KEITJES



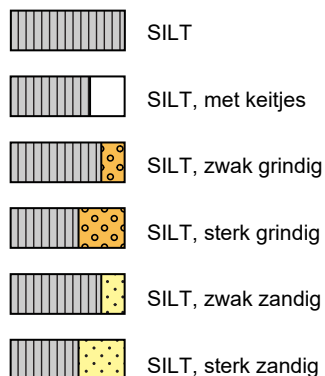
### GRIND



### ZAND



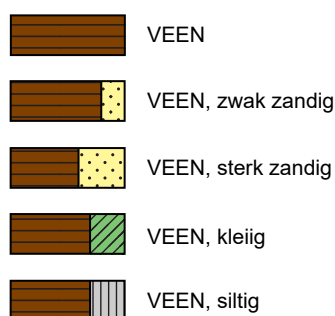
### SILT



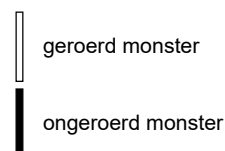
### KLEI



### VEEN / HUMUS / DETRITUS



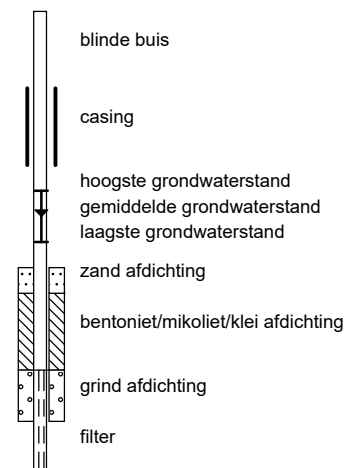
### MONSTERS



### 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	: $s = 1,0$	$\xi$ -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 VF12073-B**

**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>0,400 m</u>	<u>0,450 m</u>	<u>0,500 m</u>
$R_{c;cal}$	:	1399	1591	1778
$R_{c;k}$	:	1006	1145	1279
$R_{c;d}$	:	839	954	1066
$F_{nk;d}^*$	:	300	338	375
$R_{c;d}$ netto	:	<b>539</b>	<b>616</b>	<b>691</b>

**paalafmeting 0,400 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	0,17	-15,75	8,2	1030	368	1399

**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	0,17	-15,75	7,4	1177	415	1591

**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	0,17	-15,75	6,7	1318	461	1778

\* 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)**

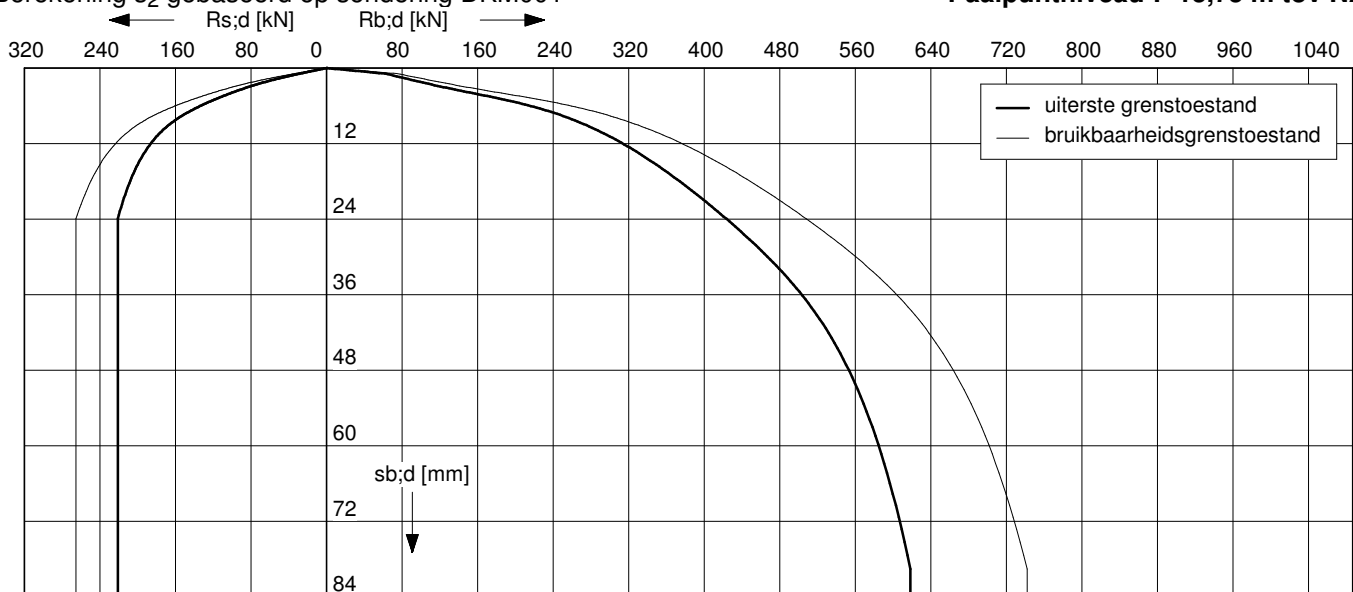
Paaltype : Avegaarpaal

Sonderingen: DKM001

Berekening  $s_2$  gebaseerd op sondering DKM001

Paalafmeting : 0,400 m

Paalpuntniveau : -15,75 m tov NAP

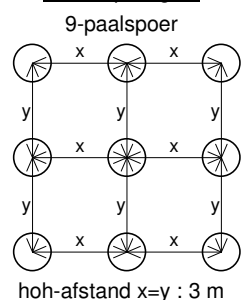


**Uiterste grenstoestand**

$F_{c,d;netto}$ [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]
539	300	839	77,3	5,7	83,1	6,5	89,6	24
485	300	785	51,1	5,4	56,4	6,1	62,5	26
431	300	731	36,7	5,0	41,7	5,6	47,3	28
377	300	677	28,1	4,6	32,7	5,2	38,0	31
323	300	623	21,6	4,2	25,9	4,8	30,7	33
269	300	569	16,7	3,9	20,6	4,4	25,0	35
215	300	515	12,8	3,5	16,3	4,0	20,3	37
162	300	462	9,9	3,1	13,0	3,6	16,6	39
108	300	408	7,6	2,8	10,4	3,1	13,5	40
54	300	354	6,0	2,4	8,4	2,7	11,2	41

**Configuratie paalgroep**

voor bepaling  $s_2$



**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]
414	300	714	19,1	4,0	23,1	5,5	28,6	31
373	300	673	16,0	3,8	19,8	5,2	25,0	34
331	300	631	13,5	3,5	17,1	4,9	21,9	37
290	300	590	11,4	3,3	14,7	4,6	19,2	40
249	300	549	9,7	3,1	12,8	4,2	17,0	43
207	300	507	8,2	2,8	11,0	3,9	14,9	46
166	300	466	7,0	2,6	9,6	3,6	13,2	49
124	300	424	6,0	2,4	8,4	3,3	11,7	50
83	300	383	5,2	2,1	7,4	3,0	10,3	52
41	300	341	4,5	1,9	6,4	2,6	9,1	53

**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)**

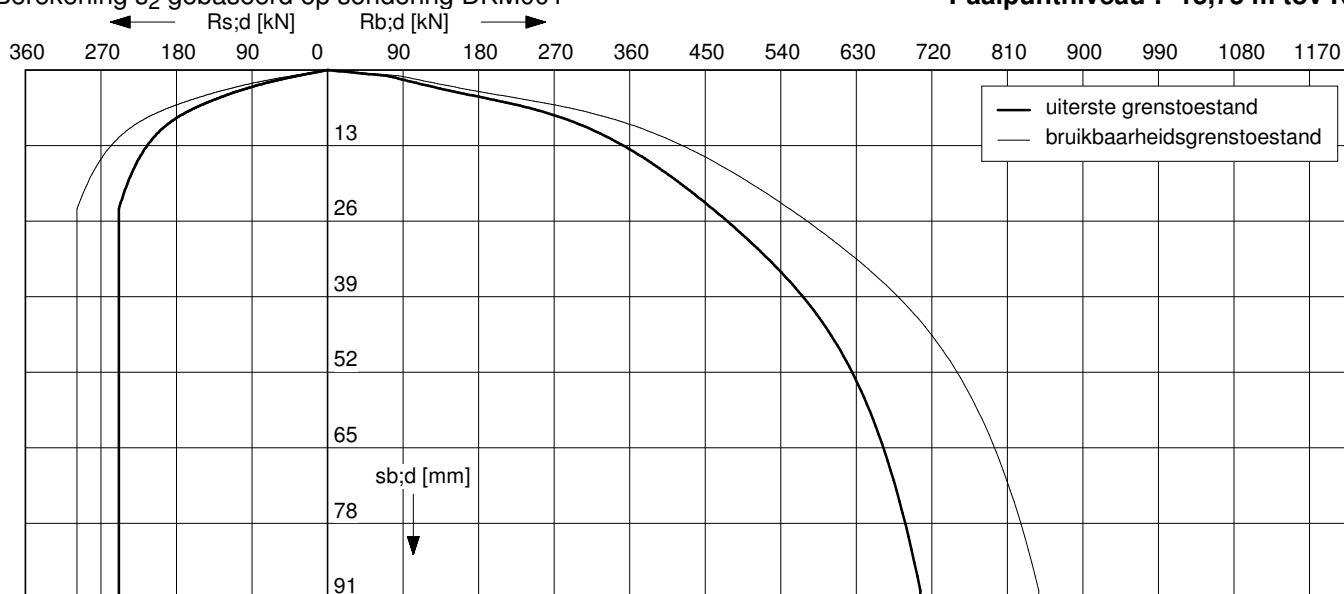
Paaltype : Avegaarpaal

Sonderingen: DKM001

Berekening  $s_2$  gebaseerd op sondering DKM001

Paalafmeting : 0,450 m

Paalpuntniveau : -15,75 m tov NAP

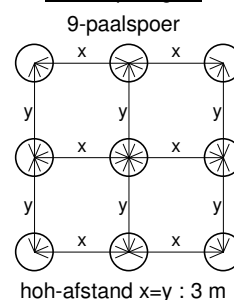


**Uiterste grenstoestand**

$F_{c,d;netto}$ [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]
617	338	954	87,0	5,2	92,2	7,2	99,3	26
555	338	892	57,5	4,8	62,3	6,7	69,0	28
493	338	831	41,3	4,5	45,8	6,2	52,0	31
432	338	769	31,6	4,1	35,8	5,8	41,5	34
370	338	708	23,5	3,8	27,3	5,3	32,6	36
309	338	646	18,4	3,5	21,8	4,8	26,7	39
247	338	584	14,0	3,1	17,1	4,4	21,5	41
185	338	523	10,5	2,8	13,3	3,9	17,3	43
124	338	461	8,2	2,5	10,7	3,5	14,1	44
62	338	400	6,5	2,1	8,7	3,0	11,7	46

**Configuratie paalgroep**

voor bepaling  $s_2$



hoh-afstand  $x=y : 3 \text{ m}$

**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]
474	338	812	20,6	3,6	24,2	6,1	30,3	33
427	338	764	17,6	3,4	21,0	5,7	26,7	36
379	338	717	14,7	3,2	17,9	5,4	23,3	40
332	338	670	12,3	3,0	15,3	5,0	20,3	44
285	338	622	10,4	2,7	13,2	4,7	17,9	47
237	338	575	8,8	2,5	11,3	4,3	15,6	51
190	338	527	7,5	2,3	9,9	4,0	13,8	53
142	338	480	6,5	2,1	8,6	3,6	12,2	55
95	338	432	5,6	1,9	7,6	3,2	10,8	57
47	338	385	4,8	1,7	6,5	2,9	9,4	59

**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)**

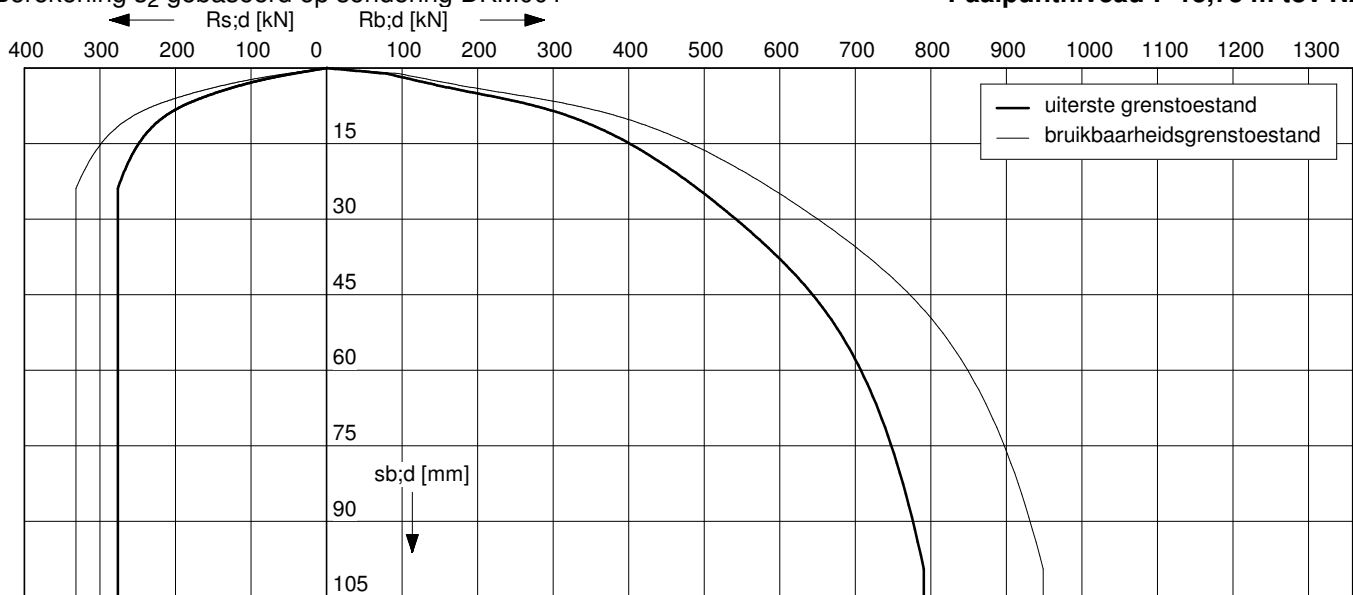
Paaltype : Avegaarpaal

Sonderingen: DKM001

Berekening  $s_2$  gebaseerd op sondering DKM001

Paalafmeting : 0,500 m

Paalpuntniveau : -15,75 m tov NAP

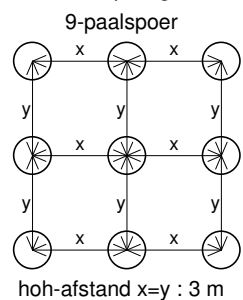


**Uiterste grenstoestand**

$F_{c,d,netto}$ [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]
691	375	1066	96,7	4,7	101,3	7,6	108,9	27
622	375	997	63,9	4,4	68,2	7,1	75,3	30
553	375	928	45,9	4,0	49,9	6,6	56,5	33
484	375	859	35,2	3,7	38,9	6,1	45,0	36
415	375	790	26,1	3,4	29,5	5,6	35,1	39
345	375	721	19,6	3,1	22,8	5,1	27,9	42
276	375	651	14,8	2,8	17,7	4,6	22,3	45
207	375	582	11,3	2,5	13,9	4,1	18,0	46
138	375	513	8,7	2,2	10,9	3,6	14,6	48
69	375	444	7,0	1,9	8,9	3,1	12,0	49

**Configuratie paalgroep**

voor bepaling  $s_2$



**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]
532	375	907	22,5	3,3	25,8	6,4	32,2	35
478	375	853	19,2	3,1	22,2	6,1	28,3	38
425	375	800	15,8	2,9	18,7	5,7	24,4	43
372	375	747	13,3	2,7	16,0	5,3	21,3	47
319	375	694	11,1	2,5	13,6	4,9	18,5	51
266	375	641	9,4	2,3	11,7	4,5	16,3	55
213	375	588	8,0	2,1	10,1	4,2	14,3	58
159	375	534	7,0	1,9	8,9	3,8	12,7	60
106	375	481	6,0	1,7	7,7	3,4	11,2	62
53	375	428	5,1	1,5	6,7	3,0	9,7	64

**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	: $f_1 = 1,0$
$\xi$ -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 : **0,400 m**

**9-paalspoer**

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	Paal A $R_{t;d}$ [kN]	Paal X $R_{t;d}$ [kN]	Paal Y $R_{t;d}$ [kN]	Paal B $R_{t;d}$ [kN]	$G_{paal;d}$ [kN]
DKM001	0,17	-15,75	95	94	94	94	26

paalafmeting : **0,450 m**

**9-paalspoer**

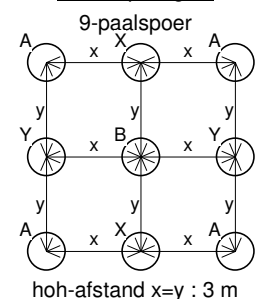
Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	Paal A $R_{t;d}$ [kN]	Paal X $R_{t;d}$ [kN]	Paal Y $R_{t;d}$ [kN]	Paal B $R_{t;d}$ [kN]	$G_{paal;d}$ [kN]
DKM001	0,17	-15,75	107	106	106	105	33

paalafmeting : **0,500 m**

**9-paalspoer**

Sonderingen	Hoogte m.v. [m tov NAP]	Paalpunt [m tov NAP]	Paal A $R_{t;d}$ [kN]	Paal X $R_{t;d}$ [kN]	Paal Y $R_{t;d}$ [kN]	Paal B $R_{t;d}$ [kN]	$G_{paal;d}$ [kN]
DKM001	0,17	-15,75	118	117	117	116	41

Configuratie paalgroep  
voor bepaling s2



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 : -15,75 meter tov NAP

paalafmeting : 0,450 m

**Correctie conusweerstand bij ontgraving**

Geen ontgraving, geen correctie van de conusweerstand.

**Berekening maximum puntweerstand**

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

Paalklassefactor :  $\alpha_p = 0,56$  (f)  
Paalvoetvormfactor :  $\beta = 1,0$  (g)  
Paalvoetdwarsdoorsnedefactor :  $s = 1,0$  (h)

$$q_{b,max} = 7,4 \text{ MPa}$$

**Berekening maximum schachtwrijving**

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

Startdiepte schachtwrijving : -12,4 m tov NAP  
paalklassefactor :  $\alpha_s = 0,006$  [tabel 7.d]  
 $O_p$  : omtrek dwarsdoorsnede paalschacht  
 $\Delta L$  : traject schachtwrijving

diepte [m tov NAP]	$q_{c,z;a}$ [MPa]	$O_p$ [m]	$\Delta L$ [m]	$R_{s,cal}$ [kN]	$\Sigma R_{s,cal}$ [kN]
-12,50	5,8	1,41	0,1	5	5
-13,00	14,4	1,41	0,5	61	65
-13,50	15,0	1,41	0,5	64	128
-14,00	15,0	1,41	0,5	64	192
-14,50	15,0	1,41	0,5	64	256
-15,00	15,0	1,41	0,5	64	319
-15,50	15,0	1,41	0,5	64	383
-15,75	15,0	1,41	0,3	32	415

**Berekening maximum draagkracht**

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

$$\text{Oppervlakte paalpunt} : A_b = 0,159 \text{ m}^2$$

$$R_{c,cal} = 1177 + 415 = 1591 \text{ kN}$$

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

Paaltype : **Avegaarpaal**  
Paalpuntniveau : -15,75 meter tov NAP

paalafmeting : 0,450 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	: 0,17 m tov NAP
Huidig maaiveld	: 0,17 m tov NAP
Grondwater	: -2,00 m tov NAP
Bovenbelasting	: 0 kN/m <sup>2</sup>
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]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{sat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [graden]	$K_0 * \tan \delta_j$	$\sigma'_{v;j}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$F_{nk;j;rep}$ [kN]	$\Sigma F_{nk;rep}$ [kN]
-1,00	1,17	1,41	17,0	19,0	30,0	0,289	20	5	5
-9,00	8,00	1,41	18,0	18,0	27,5	0,280	94	194	199
-9,50	0,50	1,41	14,0	14,0	17,5	0,250	96	17	216
-11,00	1,50	1,41	18,0	20,0	32,5	0,295	111	65	280
-11,50	0,50	1,41	14,0	14,0	17,5	0,250	113	20	300
-12,40	0,90	1,41	15,0	15,0	22,5	0,256	117	37	338



## 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.

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 en geohydrologie

De uitvoerende partij dient zich tijdig te vergewissen van de bodemopbouw, de geohydrologie en de condities van het terrein.

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.

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).

### 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/m<sup>2</sup> 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,
- CROW-CUR Richtlijn 3 Voorkomen van schade aan in de grond gevormde palen,
- NVN 6724 “in de grond gevormde funderingselementen van beton of mortel”, formeel ingetrokken,
- BRL-2356 van het KIWA met bijlage A/B, formeel ingetrokken.

December 2024



Voor meer informatie zie: [www.socotec.nl](http://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