



Wiertsema & Partners

RAADGEVEND INGENIEURS

# Funderingsadvies

Nieuwbouw digestaatopslag en hoofdvergister bij  
Attero a.d. Vamweg 7 te Wijster

VN-86503-3 | 21 oktober 2024



Grondonderzoek



Geotechnisch  
Laboratorium



Geomonitoring



GeoICT



Advies

Wilt u meer informatie over één van onze diensten, kijk dan op [wiertsema.nl](https://www.wiertsema.nl)



Onderwerp: Nieuwbouw digestaatopslag en hoofdvergister bij Attero a.d. Vamweg 7  
te Wijster  
Projectnummer: VN-86503-3  
Opdrachtgever: Attero

Versie	Datum	Omschrijving wijziging
1	21 oktober 2024	

Opgesteld door:	
Handtekening:	
Documentnummer:	R98882
Status:	Definitief
Vrijgegeven door:	ing.



## Inhoudsopgave

blad

<b>1</b>	<b>Inleiding .....</b>	<b>4</b>
1.1	Aanleiding en doel.....	4
1.2	Gehanteerde gegevens .....	4
1.3	Normen en richtlijnen .....	4
1.4	Kwaliteitswaarborging .....	4
<b>2</b>	<b>Project .....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Bodemopbouw .....</b>	<b>6</b>
3.1	Beschikbaar geotechnisch onderzoek.....	6
3.2	Maaiveldhoogte.....	6
3.3	Schematische bodemopbouw .....	6
3.4	Grondwaterstand.....	6
<b>4</b>	<b>Funderingsadvies .....</b>	<b>7</b>
4.1	Aandachtspunten algemeen .....	7
4.2	Aandachtspunten fundering op prefab betonnen heipalen .....	7
<b>5</b>	<b>Fundering op palen.....</b>	<b>9</b>
5.1	Uitgangspunten paalbelastingen .....	9
5.2	Geotechnisch draagvermogen .....	9
5.2.1	Gehanteerde uitgangspunten paal draagvermogen .....	9
5.2.2	Negatieve kleef .....	10
5.2.3	Positieve kleef.....	10
5.3	Berekeningsresultaten geotechnisch draagvermogen.....	10
<b>6</b>	<b>Uitvoering.....</b>	<b>11</b>
6.1	Heiblok.....	11
6.2	Heiwijze.....	11
6.2.1	Heitrillingen .....	11

### Bijlagen:

- 1 Overzichtstabel paal draagvermogen – prefab betonnen heipaal
- 2 Detailberekening paal draagkracht





## 1 Inleiding

In opdracht van Attero, gevestigd te Wijster, heeft Raadgevend Ingenieursbureau Wiertsema & Partners B.V. een funderingsadvies uitgebracht ten behoeve van de nieuwbouw van een digestaatopslag en hoofdvergister bij Attero a.d. Vamweg 7 te Wijster.

### 1.1 Aanleiding en doel

In dit rapport wordt ten behoeve van de ontwerpfase, inzicht gegeven in de toelaatbare draagkracht op funderingsniveau en het bijbehorend zettingsgedrag.

Wiertsema en Partners benadrukt dat voorliggend advies niet voorziet in gedetailleerde engineering/uitwerking van de uitvoeringswijze. Deze zijn ter keuze van de aannemer en maken derhalve geen onderdeel uit van het advies.

Indien in de loop van het project veranderingen optreden in het bouwplan of in de in dit advies gehanteerde uitgangspunten dient contact te worden opgenomen met Wiertsema & Partners, zodat de uitgangspunten en (berekenings-)resultaten zoals beschreven in voorliggend rapport hierop kunnen worden getoetst.

### 1.2 Gehanteerde gegevens

Het advies is opgesteld aan de hand van het door Wiertsema & Partners B.V. uitgevoerde grondonderzoek ten behoeve van onderhavig project. Het grondonderzoek is gerapporteerd in het volgende rapport:

- [1] Geotechnisch onderzoek 'Nieuwbouw digestaatopslag en hoofdvergister bij Attero a.d. Vamweg 7 te Wijster', projectnr. VN-86503-3, documentnr. R98804, d.d. 16 oktober 2024.

### 1.3 Normen en richtlijnen

Onderstaande normen en richtlijnen zijn van toepassing in voorliggende rapportage:

- NEN 9997+C2:2017, Geotechnisch ontwerp van Constructies – Deel 1: Algemene regels, november 2017.

### 1.4 Kwaliteitswaarborging

Het funderingsadvies is opgesteld onder het kwaliteitssysteem NEN-EN-ISO-9001 en het milieumanagementsysteem NEN-EN-ISO-14001. Wiertsema & Partners B.V. is in het bezit van een VGM-beheersysteem VCA\*\* en Veiligheidsladder Trede 3.

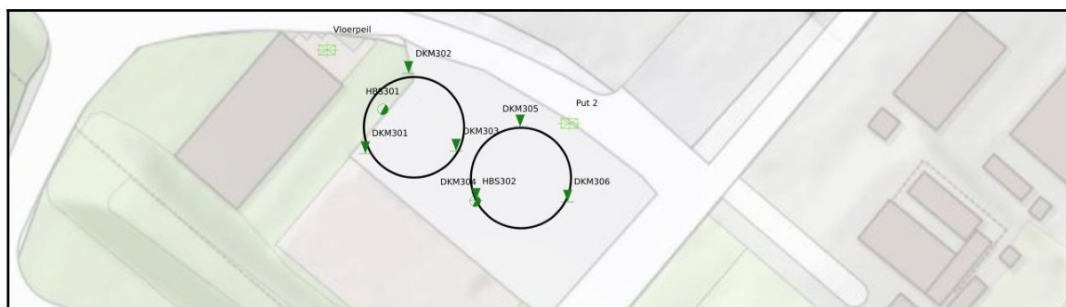
## 2 Project

Het project betreft de nieuwbouw van een digestaatopslag en een hoofdvergister (een tweetal silo's) bij Attero aan de Vamweg 7 te Wijster.

Direct naast de silo's is aan de zuidzijde een bestaande fundering aanwezig (betonplaten, gefundeerd op staal), waarop een silphievezelopslag wordt gerealiseerd. Conform opgave van de opdrachtgever is de toekomstige belasting vanuit de nieuwe opslag lager dan de oorspronkelijke belastingen. Deze silphievezelopslag valt vooralsnog buiten het kader van dit funderingsadvies, één en ander in overleg met de opdrachtgever.

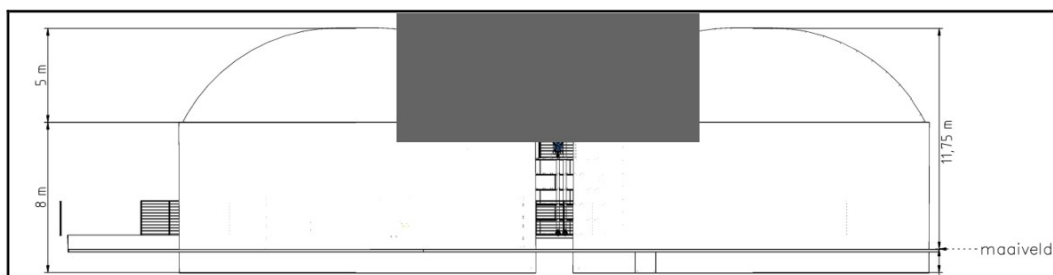
Wel dient te worden opgemerkt dat wanneer de belastingen op de bestaande fundering door de silphievezelopslag hoger worden dan bij de voormalige bebouwing, dan adviseert Wiertsema en Partners om een indicatieve zettingsberekening uit te voeren, e.e.a. ter beoordeling door de constructeur van het werk.

In de nabijheid van de projectlocatie van de nieuwe silo's is eveneens bestaande bebouwing aanwezig in de vorm van diverse loodsen en kantoorgebouwen. In figuur 2.1 zijn de projectlocatie en de locaties van het uitgevoerde grondonderzoek weergegeven.



Figuur 2.1: Projectlocatie en locaties grondonderzoek.

De silo's zijn identiek aan elkaar en krijgen een inhoud van circa 2000 m<sup>3</sup> met een diameter van 18,5 m en een hoogte van 11,75 m ten opzichte van het maaiveld. De fundering van de silo's komt te bestaan uit een funderingsplaat die is ondersteund middels funderingspalen. In figuur 2.2 is een doorsnede van de 2 silo's getoond.



Figuur 2.2: Doorsnede digestaatopslag en hoofdvergister.

### 3 Bodemopbouw

#### 3.1 Beschikbaar geotechnisch onderzoek

De resultaten van het beschikbare grondonderzoek [1] zijn vastgelegd ten opzichte van NAP. Het grondonderzoek heeft bestaan uit het verrichten van:

- 6 continue sonderingen met elektrische conus en met elektronische registratie uitgevoerd volgens NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3 tot circa NAP +2,3 m à NAP +1,5 m.
- 2 handboringen uitgevoerd volgens NEN-EN-ISO 22475-1 klasse 3 tot circa -3,0 m ten opzichte van maaiveld.

#### 3.2 Maaiveldhoogte

De ingemeten maaiveldhoogte ter plaatse van de boor- en sondeerlocaties varieerde ten tijde van het grondonderzoek van NAP +15,22 tot +15,72 m. De hoogtebepaling van de onderzoekspunten is uitgevoerd met als doel de bodemopbouw in te meten ten opzichte van NAP. De gerapporteerde hoogtes zijn niet geschikt voor andere doeleinden dan dit onderzoek. Tevens zijn de volgende onderdelen ingemeten:

- Put, naastgelegen weg: NAP +15,05 m;
- Vloerpeil, naastgelegen loods: NAP +15,16 m.

#### 3.3 Schematische bodemopbouw

Op basis van het uitgevoerde grondonderzoek, waaronder metingen van de plaatselijke mantelwrijving en handboringen, is globaal de onderstaande schematische bodembeschrijving vastgesteld, zoals weergegeven in tabel 3.1.

Tabel 3.1: Schematische bodemopbouw

Diepte [m NAP]			Bodembeschrijving
maaiveld	tot	+14,6/+12,5	(Kleiige) zandlaagtoplaag
+14,6/+12,5	tot	+14,0/+12,5	(Humeuze) klei- en/of veenlaag
+14,0/+12,5	tot	+11,0/+9,3	Afwisselend (zandige) silt- en/of (kleiige/siltige) zandlagen
+11,0/+9,3	tot	+2,3/+1,5*	Zandpakket met wisselende pakking

\* Maximaal verkende diepte

#### 3.4 Grondwaterstand

Ten tijde van het grondonderzoek op 30 september 2024 is de grondwaterstand in de boorgaten van handboringen HBS301 en HBS302 direct na uitvoering vastgesteld op NAP +13,13 m en NAP +13,22 m. Deze waarnemingen betreffen momentopnames en zeggen niets over het verloop van de grondwaterstand over een langere periode. De vastgestelde grondwaterstand kan zijn verstoord door de uitgevoerde werkzaamheden. Door onder andere de weersgesteldheid en het heersende seizoen kan de grondwaterstand tevens fluctueren. De ingemeten grondwaterstand betreft een indicatie die zonder aanvullend onderzoek niet geschikt is voor welke conclusie en/of toepassing dan ook.



## 4 Funderingsadvies

Gezien de aangetroffen bodemgesteldheid en de aard van de belastingen op de fundering wordt een fundering op palen geadviseerd. In dit advies is in overleg met de opdrachtgever een fundering op prefab betonnen heipalen verder uitgewerkt.

De prefab betonnen heipaal is een geprefabriceerde betonnen paal, vervaardigd in hoogwaardig voorgespannen beton. Doordat de paal vooraf in de fabriek vervaardigd is bestaat er geen risico op het uitvloeien van het beton. De prefab betonnen heipaal is een grondverdringend paalsysteem dat door middel van een regelbare heihamer in de grond wordt geheid.

Bij het toepassen van prefab betonnen heipalen dient rekening te worden gehouden met de onderstaande aandachtspunten.

### 4.1 Aandachtspunten algemeen

- Het uitgangspunt is dat de grond ter plaatse van de voorgenomen projectlocatie vrij is van puin en/of obstakels en voldoende schoon is.
- Indien in de loop van het project veranderingen optreden in het ontwerp en/of locatie van de silo's wordt geadviseerd om contact op te nemen met Wiertsema en Partners, zodat kan worden beoordeeld dit advies blijft volstaan voor de nieuwe situatie of dat er aanvullend(e) grondonderzoek en/of advieswerkzaamheden uitgevoerd dienen te worden.
- Direct naast de projectlocatie is een bestaande fundering (betonplaten, gefundeerd op staal) aanwezig die wordt hergebruikt om de silphievezelopslag op te funderen, wanneer de belastingen op de bestaande fundering door de silphievezelopslag hoger worden dan bij de voormalige bebouwing, adviseert Wiertsema en Partners om een indicatieve zettingsberekening uit te voeren, e.e.a. ter beoordeling door de constructeur van het werk.
- Opgemerkt dient te worden dat de palen niet zijn gecontroleerd op de slankheid en de maximale (beton)spanning in de paalschacht. Uit de berekening van het paal draagvermogen volgt een grote toelaatbare belasting per paal. Bij toepassing van een hoge belasting en een kleine paaldiameter loopt, indien er enige paalafwijking in de bouw optreedt, het moment zeer snel op. Het criterium voor wat er op een paal kan volgen dan uit de toelaatbare paalafwijking en het moment wat door de paal opgenomen kan worden.

### 4.2 Aandachtspunten fundering op prefab betonnen heipalen

- Het heien van prefab betonpalen veroorzaakt trillingen. Naast de bodemopbouw bepalen onder meer de wijze van funderen, de bouwkundige staat waarin de belastingen zich bevinden en de afstand tot het heiwerk de kans op schadelijke effecten als gevolg van deze heitrillingen. De belastingen liggen op een korte afstand van op zijn minst circa 4 à 5 meter van de heiwerkzaamheden, waardoor de kans op overschrijding van de conform Stichting Bouwresearch (SBR) gestelde grenswaarden niet valt uit te sluiten. Bij het opstellen van dit funderingsadvies is ervan uitgegaan dat er in de directe omgeving van het heiwerk geen trillings- en/of zettingsgevoelige belastingen en/of objecten aanwezig zijn en er geheid kan en mag worden. In hoeverre dat in de gegeven situatie correct is, is niet door Wiertsema & Partners beoordeeld. In twijfelgevallen is overleg met Wiertsema & Partners gewenst. Indien gewenst kan door Wiertsema & Partners een trillingspredictie worden opgesteld, zodat meer

inzicht wordt verkregen in de verwachtingswaarden van de trillingen en overschrijdingskansen.

- Gezien de aanwezigheid van belendingen en teneinde de kans op schade aan de belendingen tijdens het heien te beperken, wordt geadviseerd om:
  - Meer palen met een kleinere schachtafmeting en geringere draagkracht in plaats van minder palen met een grotere schachtafmeting en meer draagkracht toe te passen.
  - Een voldoende zwaar heiblok toe te passen, één en ander te bepalen nadat het palenplan gereed is.
  - Een bouwkundige vooropname van de omliggende bebouwing uit te laten voeren en deze aan de betrokkenen (relevante omwonenden) ter beschikking te stellen.
  - Tijdens het heiwerk trillingsmetingen uit te laten voeren. Door middel van deze metingen kan het niveau van de trillingsintensiteit worden vastgesteld. Indien nodig kan door het aanpassen van de valhoogte van het heiblok één en ander worden bijgesteld. Mocht de trillingsintensiteit echter onaanvaardbaar hoog zijn dan zal alsnog gekozen moeten worden voor een trillingsarm/-vrij grondverdringend paalsysteem.
- Indien er bezwaren zijn tegen een traditioneel geheid paalsysteem, dient gekozen worden voor een trillingsarm/-vrij systeem. Het hanteren van met name grondverdringende palen veroorzaakt een (horizontale) opspanning van de ondergrond. Afhankelijk van de mate van verdichting kan deze opspanning resulteren in ophef-effecten. Reeds aangebrachte, onbelaste of licht belaste palen kunnen door de daarna ingebrachte palen (en de hiermee veroorzaakte verdringing en/of opspanning) door een opwaartse en zijdelingse grondverplaatsing worden belast. Tevens kan door de opspanning in de ondergrond een toename van de waterspanning ontstaan. Gezien de (lokale) aanwezigheid van zandige lagen in de ondergrond kan het ontstaan van welvorming langs de paalschacht niet volledig worden uitgesloten. Om risico's op nadelige gevolgen van de opspanning van de ondergrond te beperken adviseert Wiertsema & Partners om:
  - De prefab betonnen heipalen over de gehele lengte te voorzien van voldoende wapening, om eventueel optredende trekkrachten op te kunnen nemen. De opwaartse grondverplaatsing kan resulteren in een opwaartse trekkracht in de palen. Door deze opwaartse trekkracht kunnen de palen omhoogkomen of in geval van onvoldoende wapening zelfs scheuren. Een en ander is afhankelijk van de definitieve paalconfiguratie (hart-op-hart afstanden, paalpuntniveaus et cetera).
  - Het al dan niet optreden van ophef vast te stellen door de hoogte van de palen, direct na het op diepte brengen, vast te leggen en nadien te controleren. Afhankelijk van de geconstateerde effecten kan tijdens het heiwerkwerk, in overleg met Wiertsema & Partners, worden besloten tot het nemen van maatregelen.
  - Tijdens het heien van de palen monitoringswerkzaamheden uit te laten voeren, zodat tijdig op eventueel nadelige effecten kan worden geanticipeerd.





## 5 Fundering op palen

### 5.1 Uitgangspunten paalbelastingen

Uitgangspunt in voorliggende rapportage is axiaal op druk belaste palen. Belastingen door gronddruk en/of grondverplaatsingen (bijvoorbeeld ten gevolge van verschil in bovenbelasting aan weerszijden van de paalfundering/eenzijdige ophoging/palen in een talud) zijn uitgesloten.

De exacte belastingen op de funderingselementen zijn ten tijde van opstellen van het advies nog niet bekend. In dit stadium van het project volstaat het geven van inzicht in het geotechnische draagvermogen ten behoeve van het ontwerp.

### 5.2 Geotechnisch draagvermogen

Het geotechnisch draagvermogen van de ondergrond is beschouwd conform NEN9997-1+C2. De draagkracht is voor een statische situatie beschouwd.

#### 5.2.1 Gehanteerde uitgangspunten paal draagvermogen

Voor de berekening van het geotechnisch draagvermogen zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Het project valt in de geotechnische categorie 2.
- De constructie is beschouwd als zijnde een niet-stijf bouwwerk.
- De nieuwbouw wordt niet onderkelderd.
- Het bouwpeil is aangenomen op: NAP +15,60 m.  
Het toekomstige maaiveld is aangenomen op: NAP +15,50 m.  
De bovenkant van de paal is aangenomen op: NAP +14,25 m (circa 1,35 meter minus P).
- Paalfactoren:

Paalfactor	Betonnen heipaal
$\alpha_p$	0,70
$\alpha_s$ ; zand (tabel 7.c)	0,01
$\alpha_s$ ; klei/leem (tabel 7.d)	$\leq 0,03$ indien $q_{c,gem} \geq 2,5$ $0,02 \times (q_{c,gem} - 1)$ indien $q_{c,gem} \geq 2,0$ en $< 2,5$ $0,02$ indien $q_{c,gem} \leq 2$
$\alpha_t$	0,007
$\beta$	1,0
s	1,0
$q_{c,III,gem}$	-

- Partiële factoren:

Partiële factor	
$\gamma_b$	1,20
$\gamma_s$	1,20
$\gamma_{s,t}$	1,35
$\gamma_{m,var;q_c}$	1,50



- Correlatiefactoren:
 

$\xi_3$	1,39	tabel A.10.a, voor $n = 1$ en een niet stijf bouwwerk;
$\xi_4$	1,39	
- Toetsing volgens uiterste grenstoestand houdt in dat voldaan moet worden aan:
  - $F_{c;d} \leq R_{c;netto;d}$      $R_{c;netto;d} = R_{c;d} - F_{nk;d}$     voor drukpalen;
- Met betrekking tot de vervorming zal in de regel de bruikbaarheidsgrenstoestand volgens NEN 9997-1+C2 bepalend zijn. Deze vervormingen zijn, gezien de zeer geringe vervorming van de palen niet maatgevend.

### 5.2.2 Negatieve kleeft

Uitgangspunt voor dit project is dat de zakking van het maaiveld klein is en zal blijven. Dit betekent dat er voor wat betreft de paalbelasting door negatieve kleeft van uitgegaan mag worden dat deze eveneens klein is en zal blijven.

Voor dit project is rekening gehouden met een beperkte praktische paalbelasting door negatieve kleeft met een rekenwaarden ( $F_{nk;d}$ ) van 20 kN/m-schachtomtrek. De waarde is verwerkt in de tabel met paalpuntniveaus en rekenwaarden netto draagkracht in bijlage 1.

### 5.2.3 Positieve kleeft

Samendrukbare lagen boven het basisniveau en eventueel daarop rustende zandlagen hebben geen aandeel in de schachtwrijving van op druk belaste palen. Schachtwrijving wordt ontleend aan de grondlagen beneden circa NAP +11,0 m à NAP +9,3 m.

## 5.3 Berekeningsresultaten geotechnisch draagvermogen

In bijlage 1 is per sondeerpunt, paal(schacht)afmeting en paalpuntniveau de maximale rekenwaarde ( $R_{c;netto;d} = R_{c;d} - F_{nk;d}$ ) van het geotechnisch draagvermogen weergegeven.

De genoemde rekenwaarden van de grondmechanische draagkracht zijn opgebouwd uit de punt- en schachtweerstand en verminderd met de negatieve kleeft belasting. De genoemde draagkrachten gelden voor verticaal en centrisch op druk belaste palen.

In bijlage 2 is een detailberekening van de draagkracht weergegeven, inclusief het last-zakkingsgedrag.

Opgemerkt dient te worden dat de palen niet zijn gecontroleerd op de slankheid en de maximale (beton)spanning in de paalschacht.

## 6 Uitvoering

### 6.1 Heiblok

Bij het op diepte brengen van de prefab betonpalen wordt geadviseerd gebruik te maken van een hydraulisch valblok met een voldoende zwaar gewicht. Een ander type heiblok met vergelijkbare energieafgifte kan ook voldoen. Definitieve blokkeus te maken nadat het palenplan gereed is en in overleg met de heier.

Het energieniveau dient zodanig te worden ingesteld dat op het geadviseerde paalpuntniveau goed interpreteerbare kalenderwaardes kunnen worden gerealiseerd. Goed interpreteerbare kalenderwaardes zijn kalenderwaardes waarbij voor een zakking van de paalkop van 0,25 m 15 à 40 slagen nodig zijn.

### 6.2 Heiwijze

De eerste paal dient ter plaatse van een sondering te worden geheid en over de volledige lengte te worden gekalenderd. Het opgenomen slagdiagram kan dan als richtlijn dienen voor de inheiniveaus van de tussen de sonderingen te heien palen.

Van alle palen dienen de kalenderwaarden van de laatste twee meter, het bereikte puntniveau en de gehanteerde hei-energie te worden vastgelegd in een heiregister. Tevens dient het heimiddel (in geval van een hydroblok: valgewicht en valhoogte en aantal slagen per minuut), het paalnummer, de paalafmeting en het bereikte inheiniveau te worden genoteerd

Indien meerdere puntniveaus worden gehanteerd, wordt geadviseerd het heiwerk te beginnen bij de sondering met het diepste paalpuntniveau en te heien in de richting van de ondiepere niveaus.

#### 6.2.1 Heitrillingen

Bij het heien van palen zullen in de ondergrond trillingen worden veroorzaakt. Naast de bodemopbouw bepalen onder meer de wijze van funderen, de bouwkundige staat waarin de eventuele belendingen zich bevinden en de afstand tot het heiwerk de kans op schadelijke effecten als gevolg van deze heitrillingen.

Bij het opstellen van dit funderingsadvies is ervan uitgegaan dat in de directe omgeving van het heiwerk geen trillings- en/of zettingsgevoelige belendingen en/of objecten aanwezig zijn en er dus geheid kan en mag worden. In hoeverre dat in de gegeven situatie al dan niet correct is, is niet door Wiertsema & Partners beoordeeld. In twijfelgevallen is overleg met Wiertsema & Partners gewenst.

Indien gewenst kan door Wiertsema & Partners ook nog een trillingspredictie worden opgesteld, zodat meer inzicht wordt verkregen in de verwachtingswaarden van de trillingen en overschrijdingskansen.



Door de trillingsniveaus tijdens het heiwerk te registeren kan een uitspraak worden gedaan over deze kans op schade aan bouwwerken (evenals inzicht in de hinder voor personen in gebouwen en schade aan apparatuur). Desgewenst kunnen dergelijke metingen door Wiertsema & Partners worden verricht.

# Bijlage 1

Opgemerkt dient te worden dat de palen niet zijn gecontroleerd op de slankheid en de maximale (beton)spanning in de paalschacht.

### OVERZICHT NETTO DRAAGVERMOGEN (DRUK) PREFAB BETONNEN HEIPALEN

Netto paal draagvermogen(s) zijn naar beneden toe afgerond op: 1.0 kN nauwkeurig

Alle niveaus/hogtes/peilmaten zijn t.o.v.: NAP

sondering	maaiveld niveau	paalpunt niveau	$R_{c; netto; d}$ #250	[kN] #290	#320	#350
DKM301	15.36	9.75	600*	801	970	1155
		9.50**	623	827	999	1187
		9.25**	645	853	1028	1218
		9.00**	668	879	1056	1250
DKM302	15.22	9.75	330	473	607	767
		9.50	603	804	974	1159
		9.25**	626	830	1002	1191
		9.00**	648	856	1031	1222
DKM303	15.45	9.25	470	637	787	959
		9.00	615	818	989	1176
		8.75**	638	844	1018	1175
		8.50**	660	870	1035	1140
		8.25**	683	871	1010	1161
		8.00**	705	891	1037	1185
		7.75**	728	924	1058	1215
		7.50**	750	953	1109	1272
		7.25**	773	1001	1160	1304
7.00**	795	1027	1174	1324		
DKM304	15.71	8.25	444	584	701	828
		8.00	502	650	774	908
		7.75**	549	703	830	968
		7.50**	602	763	895	1038
		7.25**	677	857	1005	1164
		7.00**	700	917	1098	1269
DKM305	15.31	7.50	505	655	779	913
		7.25	549	705	834	974
		7.00	595	758	892	1037
DKM306	15.64	7.75	428	585	720	869
		7.50	558	730	874	1030
		7.25**	610	789	938	1100
		7.00**	657	847	1002	1169

\* Zie detailberekening bijlage 2.

\*\* Let op, kans op zwaar(der) heiwerk! Geadviseerd wordt om met de uitvoerende partij te overleggen, wat betreft de haalbaarheid van dit paalpuntniveau.





# Bijlage 2

**DETAIL BER. DRAAGVERMOGEN #250; DKM301; NAP +9.75****Uitgangspunten**

- gehanteerde sondering : DKM301
- gehanteerde paal : #250
- paalpunte niveau : NAP +9.75 m
- traject positieve kleef : NAP +11.00 m  
tot: NAP +9.75 m

**Maximale draagkracht van de paalpunt**

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

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

$$= 15.000 \text{ MPa}$$

waarin : in dit geval :

$q_{c;I;gem}$	= de gemiddelde waarde van de conusweerstand over traject I	= 52.57 MPa
$q_{c;II;gem}$	= de gemiddelde waarde van de conusweerstand over traject II	= 52.57 MPa
$q_{c;III;gem}$	= de gemiddelde waarde van de conusweerstand over traject III	= 7.25 MPa
$\alpha_p$	= paalklassefactor	= 0.70 -
$\beta$	= factor voor de paalvoetvorm	= 1.00 -
$\phi$	= hoek van de inwendige wrijving	= 32.5 -
$r$	= verhouding b/a	= 1.00 -
$s$	= factor voor de vorm van de voet	= 1.00 -

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

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

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

$$= 938 \text{ kN}$$

waarin : in dit geval :  
 $A_b$  = oppervlak van de paalvoet = 0.0625 m<sup>2</sup>

**Maximale paalschachtwrijving**

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

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

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

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

$$= 98 \text{ kN}$$

**Per laag**

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: NAP

Nr	Laag	Nivo [m]	$O_{s,gem}$ [m <sup>1</sup> ]	$\alpha_s$	Perc. [%]	$q_{c,z;a}$ [MPa]	$q_{s,max}$ [MPa]	$d_z$ [m]	$R_{c,cal}$ [kN]
--	----	11.00	--	--	--	--	--	--	--
1	Zand - Schoon - Matig	9.75	1.00	0.0100	100	7.83	0.078	1.25	97.9
totaal			1.00	0.0100		7.83	0.078	1.25	97.9

**Maximale draagkracht**

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

$$R_{c,cal;i} = R_{b,cal,max;i} + R_{s,cal,max;i} \\ = 1035 \text{ kN} (= 938 + 98)$$

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

$$R_{c;k} = R_{c,cal} / \xi_3 \quad (n=1) \\ = 745 \text{ kN}$$

waarin : in dit geval :

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

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

$$R_{c;d} = R_{c;k} / \gamma_R \\ = 621 \text{ kN}$$

waarin : in dit geval :

$$\gamma_R = \text{partiële weerstandsfactor volgens art. A.3.3.2} \\ \text{tabel A.6, A.7 of A.8} = 1.20 -$$





**LAST\_ZAKKINGSDIAGRAM #250****Uitgangspunten**

- gehanteerde sondering : DKM301
- gehanteerde paal : #250
- paalpuntniveau : NAP +9.75 m

**Last-zakkinggedrag paal**

paalzakking (mm) draagvermogen 1B (kN)					paalzakking (mm) draagvermogen 2 (kN)				
voet	kop	punt	wrijving	totaal	voet	kop	punt	wrijving	totaal
0.0	0.0	0	0	0	0.0	0.0	0	0	0
2.8	3.8	244	40	284	2.8	4.0	293	48	341
5.6	7.0	331	51	382	5.6	7.3	397	61	458
8.5	10.0	388	56	444	8.5	10.3	466	67	533
10.5	12.2	421	59	480	10.5	12.5	506	70	576
11.3	13.0	431	59	490	11.3	13.4	518	70	588
14.1	16.0	464	59	523	14.1	16.3	557	70	627
16.9	18.9	491	59	549	16.9	19.3	589	70	659
19.7	21.8	512	59	571	19.7	22.2	614	70	685
22.6	24.7	530	59	589	22.6	25.1	636	70	706
25.4	27.5	543	59	602	25.4	28.0	652	70	722
28.2	30.4	555	59	614	28.2	30.8	667	70	737
29.8	32.0	562	59	621	29.8	32.4	674	70	745
282.1	284.3	562	59	621	282.1	284.7	674	70	745

Last-zakkingsdiagram grenstoestand 1B en 2

