



Funderingsadvies

Nieuwbouw tank + loods aan de Aziëweg te Assen

VN-79924-2 | 21 oktober 2021



Wiertsema & Partners

RAADGEVEND INGENIEURS



Raadgevend Ingenieursbureau
Wiertsema & Partners B.V.
Feithspark 6, 9356 BZ Tolbert
Postbus 27, 9356 ZG Tolbert
Tel.: 0594 51 68 64
Fax: 0594 51 64 79
E-mail: info@wieritsema.nl
Internet: www.wiertsema.nl

Onderwerp: Nieuwbouw tank + loods aan de Aziëweg te Assen

Projectnummer: VN-79924-2

Opdrachtgever: GF Houtconstructies B.V.
Vogelshemweg 26
9514 BT Gasselternijveen

Versie	Datum	Omschrijving wijziging
1	21 oktober 2021	

Opgesteld door:	ing. M. van der Kaap
Handtekening:	
Documentnummer:	R79605
Status:	definitief
Vrijgegeven door:	




Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS


Inhoudsopgave

blad

1	Inleiding.....	4
1.1	Aanleiding en doel	4
1.2	Gehanteerde gegevens	4
1.3	Normen en richtlijnen	4
1.4	Kwaliteitswaarborging	4
2	Project.....	5
3	Bodemopbouw.....	6
3.1	Beschikbaar geotechnisch onderzoek	6
3.2	Maaiveldhoogte.....	6
3.3	Schematisch bodemopbouw.....	6
3.4	Grondwaterstand.....	6
4	Fundering	7
4.1	Aandachtspunten avegaarpalen	7
5	Fundering op palen	8
5.1	Geotechnisch draagvermogen.....	8
5.2	Gehanteerde uitgangspunten	8
5.3	Resultaten	8
6	Uitvoering.....	9
6.1	Schroefpalen type avegaar (mortelschroefpalen)	9
6.2	Werkniveau	9
6.3	Paalschachtcontrole	9
7	Slotopmerking.....	10

Bijlagen:

- 1 Draagvermogen paal
- 2 Detailberekening paal draagkracht



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

1 Inleiding

1.1 Aanleiding en doel

In opdracht van GF Houtconstructies B.V. gevestigd te Gasselternijveen, heeft Raadgevend Ingenieursbureau Wiertsema & Partners B.V. een funderingsadvies uitgebracht ten behoeve van de nieuwbouw van een tank en een loods aan de Aziëweg te Assen.

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

Wij benadrukken dat voorliggend advies niet voorziet in gedetailleerde engineering/uitwerking van de uitvoeringswijze, deze zijn ter keuze aannemer en maken derhalve geen onderdeel uit van het advies.

1.2 Gehanteerde gegevens

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

[1]. Geotechnisch onderzoek 'Aan de Aziëweg te Assen, projectnr. VN-79924-1, rapportnr. R79392, d.d. 8 oktober 2021

1.3 Normen en richtlijnen

Onderstaande normen en richtlijnen zijn van toepassing in voorliggende rapportage:

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

1.4 Kwaliteitswaarborging

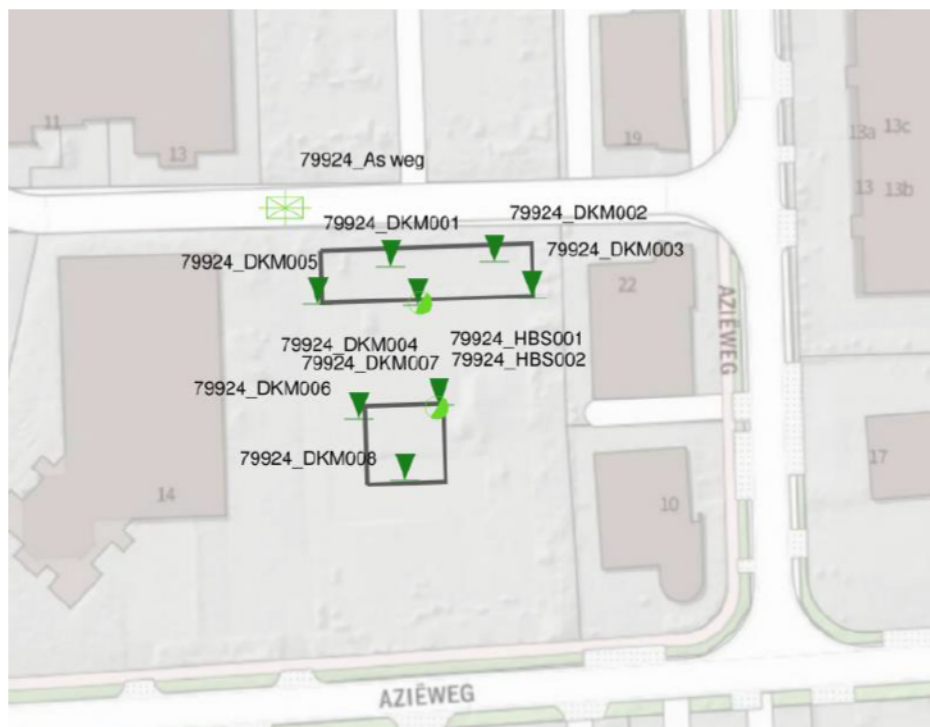
Het funderingsadvies is opgesteld onder ons kwaliteitssysteem NEN-EN-ISO-9001 en ons milieumanagementsysteem NEN-EN-ISO-14001. Wiertsema & Partners B.V. is in het bezit van een V&G-beheersysteem VCA**.



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

2 Project

Het project omvat de nieuwbouw van een tank en een loods aan de Aziëweg te Assen. In Figuur 2.1 zijn de projectlocatie en de locaties van het uitgevoerde grondonderzoek weergegeven in een situatietekening.



Figuur 2.1: Projectlocatie en locaties grondonderzoek

In de nabijheid van de projectlocatie is bestaande bebouwing aanwezig.

Voor zover bekend zullen er geen kelders en/of terreinophogingen worden gerealiseerd.



3 Bodemopbouw

3.1 Beschikbaar geotechnisch onderzoek

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

- 8 continue sonderingen met elektrische conus en met elektronische registratie uitgevoerd volgens NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3 tot ca. NAP +8,00/-17,00 m;
- 2 handboringen tot ca. 3,0 m-mv;

3.2 Maaiveldhoogte

De ingemeten maaiveldhoogte ter plaatse van de sondeerlocaties varieerde ten tijde van het grondonderzoek van NAP +12,28 tot +12,43 m.

De as van de weg tegenover de kavel is ingemeten op NAP +12,25 m.

3.3 Schematisch bodemopbouw

Op basis van het grondonderzoek kan de bodemopbouw geschematiseerd worden. Dit wordt in Tabel 3.1 weergegeven.

Tabel 3.1: Schematische bodemopbouw

Diepte (m NAP)		Bodembeschrijving
Maaiveld	tot +10,00/+11,25	(Antropogene) zandlaag
+10,00/+11,25	tot +8,75/+10,00	Leem en/of kleilaag
+8,75/+10,00	tot +5,50/+6,50	Kleiige zand- en/of zandige kleilaag, plaatselijk matig vast/ vast gepakte zandlaag
+5,50/+6,50	tot +3,00/+4,75	Leem en/of sterk zandige kleilaag
+3,00/+4,75	tot -3,75/-7,00	Kleiige- en/of siltige zandlaag, plaatselijk zandige kleilaag
-3,75/-7,00	tot -7,75/-10,25	Leem en/of (sterk) kleiige zandlaag, plaatselijke zandige kleilaag
-7,75/-10,25	tot -17,00*	Matig vast/ vast gepakte zandlagen

*Maximaal verkende diepte

3.4 Grondwaterstand

De grondwaterstand is ten tijde van het grondonderzoek op 4 oktober 2021 vastgesteld, in het boorgat van HSB001 en HSB002, op een niveau variërend van NAP +10,67 à +10,75 m.

Deze waarneming is een momentopname en zegt niets over het verloop van de grondwaterstand over een langere periode. De vastgestelde grondwaterstand kan zijn verstoord door de uitgevoerde boorwerkzaamheden. 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.

In dit rapport wordt uitgegaan van een grondwaterstand van NAP +11,55 m.



4 Fundering

Gezien de aangetroffen bodemgesteldheid en de aard van de belastingen op de fundering wordt een fundering op palen geadviseerd. In overleg met de opdrachtgever is in dit advies een fundering op avegaarpalen met de diameter van $\varnothing 300$ mm, $\varnothing 350$ mm en $\varnothing 400$ mm verder uitgewerkt.

Volgens de constructeur dient rekening te worden gehouden met paalbelastingen in een range van 300 tot 500 kN.

Voor sondering DKM008 geldt dat deze niet tot de gewenste diepte is gesondeerd. Door de harde laag is hier de maximale puntdruk bereikt. Het paaldraagvermogen ter plaatse van deze sondering kan hierdoor niet worden berekend. Door het verschil met de overige 7 sonderingen, is het advies om een extra sondering ter plaatse van DKM008 uit te voeren.

4.1 Aandachtspunten avegaarpalen

- Aangezien de palen op diepte worden geschroefd c.q. geboord, ontbreekt een duidelijke controle tijdens het inbrengen, zoals bijvoorbeeld een kalenderwaarde bij een geheid paalsysteem. Zodoende is het bijzonder lastig om tijdens de uitvoering, in de tussende sonderingen gelegen overgangsgebieden, een verantwoord paalpuntniveau en bijbehorend paaldraagvermogen te kunnen bepalen. Er wordt namelijk geen duidelijkheid verkregen over de vastheid van de zandlaag. Op basis van bovenstaande adviseren wij overgangen in het te hanteren paalpuntniveau tot een minimum te beperken en de palen op een eenduidig niveau te installeren. Daar waar overgangen onvermijdelijk zijn dient de overgang in het te hanteren paalpuntniveau zo dicht mogelijk bij de 'gunstige' sondering te worden gelegd en voor alle palen in het overgangsgebied het paalpuntniveau en draagvermogen van de 'ongunstige' sondering aan te worden houden;
- Uitgangspunt bij de keuze voor dit grond verwijderende paalsysteem is dat de palen in ongeroerde grond kunnen worden geschroefd, de grond vrij van puin en voldoende schoon is om het paalsysteem te kunnen toepassen;
- Een grondverwijderend paalsysteem, zoals schroefpalen type avegaar, kan in slappe bodemlagen resulteren in afwijkingen van de paalschacht. De palen kunnen mogelijk enigszins 'uitdijen' in de slappe klei- en veenlagen. Dit uitdijen kan/zal resulteren in een toename van het betonverbruik en een discontinuïteit in de paalschacht. Het uitdijen van de paal hoeft over het algemeen geen nadelige gevolgen voor de functionaliteit van de paal te hebben. Geadviseerd wordt om met een uitvoerende partij te overleggen wat betreft haalbaarheid in deze situatie.



5 Fundering op palen

5.1 Geotechnisch draagvermogen

Het geotechnisch draagvermogen van de ondergrond is beschouwd conform NEN-9997-1. Gezien de aard van de bovenbouw zijn op druk belaste palen behandeld. Het betreft hierbij uitsluitend centrisc belaste palen.

5.2 Gehanteerde uitgangspunten

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 onderkelderde;
- ▲ In de berekening is geen extra bovenbelasting, bijvoorbeeld als gevolg van een terreinophoging, in rekening gebracht;
- ▲ Het bouwpeil is aangenomen op NAP +13,00 m. Het toekomstige maaiveld is aangenomen op 0,1 m beneden bouwpeil op NAP +12,90 m. De bovenkant van de paal is aangenomen op NAP +12,37 m.
- ▲ In de berekening zijn de volgende trajecten van negatieve kleeft aangehouden:
 - Negatieve kleeft tot een niveau van NAP +9,00 à 9,50 m;
- ▲ In de berekening is positieve kleeft aangehouden vanaf de volgende niveaus:
 - Positieve kleeft vanaf een niveau van NAP +9,00 à 9,50 m;
- ▲ Toetsing volgens uiterste grenstoestand houdt in dat voldaan moet worden aan: $F_{c;d} \leq R_{c,netto;d}$
- ▲ In de berekeningen zijn de volgende paalfactoren aangehouden:

Paaltype	Installatiemethode	α_p	$\alpha_{s, \text{zand}}$	$\alpha_{s, \text{leem}}$	$\alpha_{s, \text{(pot)klei}}$	α_t	β
Avegaarpaal	Schroeven	0,56	0,006	0,020	0,020	0,0045	1,0

- ▲ In de berekeningen zijn de volgende factoren aangehouden:
 - correlatiefactoren ξ_3 en $\xi_4 = 1,39$ en partiële factor $\gamma_b = 1,20$, $\gamma_s = 1,20$;
- ▲ Met betrekking tot de vervorming zal in de regel de bruikbaarheidsgrenstoestand volgens NEN 9997-1+C2 bepalend zijn.

5.3 Resultaten

In Bijlage 1 is per sondeerpunt, paal(schacht)afmeting en paalpuntniveau de maximale rekenwaarde van het geotechnische draagvermogen van op druk belaste avegaarpalen weergegeven.

De genoemde rekenwaarden van de grondmechanische draagkracht van op druk belaste palen zijn opgebouwd uit de punt- en schachtweerstand en verminderd met de negatieve kleeftbelasting. In Bijlage 2 is een detailberekening weergegeven, inclusief het last-zakkingsdiagram.

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 Schroefpalen type avegaar (mortelschroefpalen)

Bij het op diepte brengen van de avegaarpalen adviseren wij een zo laag mogelijke schraapfactor te hanteren. Op deze wijze wordt de hoeveelheid af te voeren grond, alsmede de ontspanning in de ondergrond tot een minimum beperkt. De schraapfactor is het aantal omwentelingen van de avegaar dat nodig is om de avegaar over de lengte van $1 \times$ de spoed te doen zakken.

6.2 Werkniveau

In het algemeen kan worden gesteld dat, teneinde ieder risico op welvorming te voorkomen, grondverwijderende paalsystemen gemaakt dienen te worden vanaf een zodanig werkniveau dat de stijghoogte van het grondwater in dieper gelegen watervoerende lagen niet reikt tot boven de grondwaterstand in bovenliggende lagen en/of het werkniveau. Dit geldt alleen over het traject van de toe te passen paallengte. Van een dergelijke situatie kan sprake zijn indien in de grond gevormde palen worden geplaatst vanuit bijvoorbeeld een ontgraven bouwput of in poldersituaties.

Uitgaande van de situatie waarbij de palen worden geïnstalleerd vanaf het huidige maaiveldniveau, achten wij de kans op welvorming in dit geval niet aanwezig.

Wij adviseren dan ook alvorens een dergelijk paalttype wordt aangebracht de stijghoogten van de watervoerende lagen te verifiëren, opdat tijdig op eventueel nadelige gevolgen kan worden ingespeeld. Dit kan bijvoorbeeld middels het opvragen van stijghoogtegegevens van in de nabijheid van het werk aanwezige peilbuizen welke door TNO worden beheerd. Tevens is het plaatsen van één of meer peilfilters op het werk zelf een zeer nauwkeurige optie om informatie omtrent de heersende stijghoogtes te verkrijgen. Eventueel kan het achterhalen van deze gegevens ook door ons bureau worden verzorgd.

6.3 Paalschachtcontrole

Na installatie van in de grond gevormde palen (zoals het type avegaarpaal) adviseren wij de paalschachten op afwijkingen te laten controleren middels het uitvoeren van akoestische doormetingen. Dergelijke metingen kunnen desgewenst door ons bureau worden uitgevoerd.

Zoals reeds aangegeven in H3 'Bodemopbouw' kenmerkt de bodemopbouw zich door de aanwezigheid van slappe toplagen. Vanwege deze slappe toplagen dient tijdens het aanbrengen van de palen extra zorg te worden besteed aan de uitvoering als wel aan het bepalen van de wapening. Dit om mogelijke paalbreuk te voorkomen. Bovenbelasting, bijvoorbeeld als gevolg van het verplaatsen van de heistelling en overig materieel zoals rondrijdende kranen en/of dumpers, kan door de slappe bodemopbouw leiden tot een ontoelaatbare horizontale belasting op de (verse) palen, met paalbreuk als gevolg. De optredende bovenbelastingen moeten voldoende gespreid worden. Daarbij is onder andere een goede werkvolgorde nodig, waarbij van de verse palen af wordt gewerkt.

Verder merken wij op dat de toepassing van een grondverwijderend paalsysteem, zoals het type



avegaarpaal, in de aangetroffen bodemopbouw kan resulteren in afwijkingen van de paalschacht. De palen kunnen mogelijk enigszins 'uitdijen' in de slappe klei- en veenlagen. Dit uitdijen zal resulteren in een toename van het betonverbruik en een discontinuïteit in de paalschacht. Echter, het uitdijen van de paal heeft geen nadelige gevolgen voor de functionaliteit van de paal.

7 Slotopmerking

Indien in de loop van het project veranderingen optreden in het beschreven bouwplan of in de in dit advies gehanteerde uitgangspunten verzoeken wij u contact met ons bureau op te nemen, zodat wij ons rapport hierop kunnen toetsen.



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

Bijlage 1




Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS


OVERZICHT NETTO DRAAGVERMOGEN DRUKPALEN

Netto paal draagvermogen(s) zijn naar beneden toe afgerond op: 1.0 kN nauwkeurig
 Alle niveaus/hogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

sondering	maaiveld paalpunt		$R_{c; netto; d}$	[kN]		
	niveau	niveau		Ø300	Ø350	Ø400
DKM001	12.40	-2.50	305*	360	436	
		-2.75	297	365	418	
		-3.00	300	352	422	
		-3.25	287	351	418	
		-3.50	291	355	422	
		-10.50	640	806	965	
		-10.75	655	800	975	
		-11.00	650	812	991	
		-11.25	660	825	1006	
		-11.50	671	838	1020	
		-11.75	680	847	1030	
DKM002	12.41	-2.50	236	289	346	
		-2.75	242	301	368	
		-3.00	257	314	374	
		-3.25	260	311	360	
		-3.50	255	305	361	
		-10.50	625	795	983	
		-10.75	654	808	992	
		-11.00	649	819	1006	
		-11.25	656	825	975	
		-11.50	656	801	973	
		-11.75	647	806	980	
DKM003	12.43	-2.50	346	429	519	
		-2.75	356	438	528	
		-3.00	359	445	514	
		-3.25	357	435	510	
		-3.50	356	430	512	
		-10.50	749	934	1098	
		-10.75	755	908	1070	
		-11.00	735	888	1067	
		-11.25	726	892	1064	
		-11.50	732	889	1038	
		-11.75	724	871	1041	
DKM004	12.35	-2.50	282	344	411	
		-2.75	287	350	416	
		-3.00	289	351	417	
		-3.25	287	349	417	
		-3.50	298	362	429	
		-10.75	636	789	962	
		-11.00	641	801	978	
		-11.25	653	815	985	
		-11.50	666	820	984	
		-11.75	667	821	993	

* Zie berekeningsvoorbeeld Bijlage 2

Netto paal draagvermogen(s) zijn naar beneden toe afgerond op: 1.0 kN nauwkeurig
 Alle niveaus/hogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

sondering	maaiveld niveau	paalpunt niveau	$R_{c, netto; d}$ Ø300	[kN] Ø350	Ø400
DKM005	12.32	-2.50	295	344	413
		-2.75	287	353	424
		-3.00	292	359	430
		-3.25	298	366	438
		-3.50	303	371	443
		-11.25	724	916	1128
		-11.50	767	971	1193
		-11.75	783	987	1213
		-12.00	788	993	1220
		-12.25	817	1028	1254
DKM006	12.36	-8.50	676	845	1031
		-8.75	686	857	1039
		-9.00	702	868	1057
		-9.25	709	883	1074
		-9.50	720	895	1087
DKM007	12.28	-8.50	541	666	800
		-8.75	544	671	808
		-9.00	551	680	823
		-9.25	559	693	837
		-9.50	570	705	851



Bijlage 2




Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS


DETAIL BER. DRAAGVERMOGEN Ø300; DKM001; N.A.P.-2.50**Uitgangspunten**

- gehanteerde sondering : DKM001
- gehanteerde paal : Ø300
- paalpuntniveau : N.A.P.-2.50 m
- traject positieve kleef : N.A.P. 9.00 m
tot: N.A.P. -2.50 m

Maximale draagkracht van de paalpunt

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

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

$$= 2.891 \text{ MPa}$$

waarin : in dit geval :

$Q_{c;I;gem}$	= de gemiddelde waarde van de conusweerstand over traject I	= 12.19 MPa
$Q_{c;II;gem}$	= de gemiddelde waarde van de conusweerstand over traject II	= 4.46 MPa
$Q_{c;III;gem}$	= de gemiddelde waarde van de conusweerstand over traject III	= 2.00 MPa
α_p	= paalklassefactor	= 0.56 -
β	= factor voor de paalvoetvorm	= 1.00 -
φ	= hoek van de inwendige wrijving	= 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:

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

$$= 204 \text{ kN}$$

waarin : in dit geval :
 A_b = oppervlak van de paalvoet = 0.0707 m²

Maximale paalschachtwrijving

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

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

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

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

$$= 363 \text{ kN}$$



Per laag

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

Nr	Laag	Nivo [m]	$O_{s;gem}$ [m ¹]	α_s	PerC. [%]	$q_{c;z;a}$ [MPa]	$q_{s;max}$ [MPa]	d_z [m]	$R_{c;cal}$ [kN]
--	----	9.00	--	--	--	--	--	--	--
1	Zand - Schoon - Matig	-2.50	0.94	0.0060	100	5.58	0.034	11.50	363.1
totaal			0.94	0.0060		5.58	0.034	11.50	363.1

Maximale draagkracht

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

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

$$= 567 \text{ kN (= 204 + 363)}$$

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

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

$$= 408 \text{ kN}$$

waarin : in dit geval :

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

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

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

$$= 340 \text{ kN}$$

waarin : in dit geval :

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

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



DETAIL BER. NEGATIEVE KLEEF Ø300; DKM001; N.A.P.-2.50**Uitgangspunten**

- gehanteerde sondering : DKM001
- gehanteerde paal : Ø300
- paalpuntniveau : N.A.P. -2.50 m
- paalkopniveau : N.A.P. 12.37 m
- traject negatieve kleeftot : N.A.P. 12.37 m
- $p_{sur;k}$: 9.54 kN/m²

Berekening negatieve kleeft

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

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

$$= -35.0 \text{ kN}$$

waarin :

- $O_{s;gem}$ = omtrek van de dwarsdoorsnede van de paalschacht
- d_j = de dikte van de grondlaag i
- $K_{0;j;k}$ = de karakteristieke waarde van de neutrale gronddrukfactor in laag i
- $\delta_{j;k}$ = de karakteristieke waarde van de wrijvingshoek
- $\sigma'_{v;j;k}$ = de karakteristieke waarde van de effectieve verticale spanning onder in laag j

Per laag

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

Nr	Laag	Nivo [m]	Hoogte [m]	$O_{s;gem}$ [m ¹]	$K_{0;j} * \tan(\delta_i)$	$\sigma'_{v;j;k}$ [kN/m ²]
--	----	12.37	--	--	--	9.54
1	Zand - Schoon - Los	11.55	0.82	0.94	0.32	24.30
2	Zand - Schoon - Los	10.00	1.55	0.94	0.32	39.80
3	Leem - Sterk zandig	9.00	1.00	0.94	0.38	49.80

Rekenwaarde

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

$$F_{nk;d} = F_{nk;k} * \gamma_{f;nk} = -35.0 \text{ kN}$$

waarin :

in dit geval :

$$\gamma_{f;nk} = \text{belastingfactor voor de negatieve kleeft} \\ (\text{art. 7.3.2.2 (b)}) \quad 1.0 -$$



LAST_ZAKKINGSDIAGRAM Ø300**Uitgangspunten**

- gehanteerde sondering : DKM001
- gehanteerde paal : Ø300
- paalpuntniveau : N.A.P.-2.50 m

Last-zakkingsgedrag paal

paalzakking (mm)					draagvermogen 1B (kN)					paalzakking (mm)					draagvermogen 2 (kN)				
voet	kop	punt	wrijving	totaal	voet	kop	punt	wrijving	totaal	voet	kop	punt	wrijving	totaal	voet	kop	punt	wrijving	totaal
0.0	0.0	0	0	0	0.0	0.0	0	0	0	0.0	0.0	0	0	0	0.0	0.0	0	0	0
3.0	3.9	32	81	113	3.0	4.0	38	97	135	3.0	4.0	38	97	135	3.0	4.0	38	97	135
6.0	7.4	49	131	180	6.0	7.6	59	157	216	6.0	7.6	59	157	216	6.0	7.6	59	157	216
9.0	10.7	62	164	226	9.0	11.1	74	196	271	9.0	11.1	74	196	271	9.0	11.1	74	196	271
12.0	13.9	71	184	255	12.0	14.3	85	221	306	12.0	14.3	85	221	306	12.0	14.3	85	221	306
15.0	17.1	79	196	275	15.0	17.5	95	236	330	15.0	17.5	95	236	330	15.0	17.5	95	236	330
18.0	20.2	85	205	290	18.0	20.7	102	246	348	18.0	20.7	102	246	348	18.0	20.7	102	246	348
21.0	23.3	90	212	302	21.0	23.8	108	254	362	21.0	23.8	108	254	362	21.0	23.8	108	254	362
24.0	26.4	94	218	312	24.0	26.9	113	261	374	24.0	26.9	113	261	374	24.0	26.9	113	261	374
24.1	26.4	95	218	312	24.1	26.9	113	261	375	24.1	26.9	113	261	375	24.1	26.9	113	261	375
27.0	29.4	98	218	316	27.0	29.9	118	261	379	27.0	29.9	118	261	379	27.0	29.9	118	261	379
30.0	32.5	102	218	319	30.0	33.0	122	261	383	30.0	33.0	122	261	383	30.0	33.0	122	261	383
33.0	35.5	105	218	322	33.0	36.0	126	261	387	33.0	36.0	126	261	387	33.0	36.0	126	261	387
36.0	38.5	107	218	325	36.0	39.0	129	261	390	36.0	39.0	129	261	390	36.0	39.0	129	261	390
39.0	41.6	110	218	328	39.0	42.1	132	261	393	39.0	42.1	132	261	393	39.0	42.1	132	261	393
42.0	44.6	112	218	330	42.0	45.1	134	261	396	42.0	45.1	134	261	396	42.0	45.1	134	261	396
45.0	47.6	114	218	332	45.0	48.1	137	261	398	45.0	48.1	137	261	398	45.0	48.1	137	261	398
48.0	50.6	116	218	334	48.0	51.1	139	261	400	48.0	51.1	139	261	400	48.0	51.1	139	261	400
51.0	53.6	118	218	335	51.0	54.2	141	261	402	51.0	54.2	141	261	402	51.0	54.2	141	261	402
54.0	56.7	119	218	337	54.0	57.2	143	261	404	54.0	57.2	143	261	404	54.0	57.2	143	261	404
57.0	59.7	121	218	339	57.0	60.2	145	261	406	57.0	60.2	145	261	406	57.0	60.2	145	261	406
59.9	62.6	123	218	340	59.9	63.2	147	261	408	59.9	63.2	147	261	408	59.9	63.2	147	261	408
300.0	302.7	123	218	340	300.0	303.2	147	261	408	300.0	303.2	147	261	408	300.0	303.2	147	261	408

Last-zakkingsdiagram grenstoestand 1B en 2