

# Funderingsadvies

Nieuwbouw appartementen aan de Heerestraat 228 te  
Roden

VN-79404-3 | 26 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](mailto:info@wieritsema.nl)  
Internet: [www.wiertsema.nl](http://www.wiertsema.nl)

Onderwerp: Nieuwbouw appartementen aan de Heerestraat 228 te Roden

Projectnummer: VN-79404-3

Opdrachtgever: HS228BV  
Fop I. Brouwerhof 11  
9751 TW Haren

| Versie | Datum           | Omschrijving wijziging |
|--------|-----------------|------------------------|
| 1      | 26 oktober 2021 |                        |
|        |                 |                        |

|                   |                                                                                     |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Opgesteld door:   | Ing. M. van der Kaap                                                                |
| Handtekening:     |  |
|                   |                                                                                     |
| Documentnummer:   | R79685                                                                              |
| Status:           | definitief                                                                          |
| Vrijgegeven door: | A.T. van Dijk                                                                       |



  
**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS

## 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       | Schematisch bodemopbouw.....                         | 6         |
| 3.4       | Grondwaterstand.....                                 | 7         |
| <b>4.</b> | <b>Fundering .....</b>                               | <b>8</b>  |
| <b>5.</b> | <b>Fundering op palen .....</b>                      | <b>9</b>  |
| 5.1       | Geotechnisch draagvermogen .....                     | 9         |
| 5.2       | Gehanteerde uitgangspunten .....                     | 9         |
| 5.3       | Resultaten .....                                     | 10        |
| <b>6.</b> | <b>Uitvoering.....</b>                               | <b>11</b> |
| 6.1       | Schroefpalen type avegaar (mortelschroefpalen) ..... | 11        |
| 6.2       | Werkniveau .....                                     | 11        |
| 6.3       | Paalschachtcontrole .....                            | 11        |
| <b>7.</b> | <b>Slotopmerking.....</b>                            | <b>12</b> |

### Bijlagen:

- 1 Detailberekening paal draagkracht



**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS

## 1. Inleiding

### 1.1 Aanleiding en doel

In opdracht van HS228BV gevestigd te Haren, heeft Raadgevend Ingenieursbureau Wiertsema & Partners B.V. een funderingsadvies uitgebracht ten behoeve van de nieuwbouw van een appartementengebouw aan de Heerestraat 228 te Roden.

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 Heerestraat 228 te Roden, projectnr. VN-79404-1, rapportnr. R78996, d.d. 17 september 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.

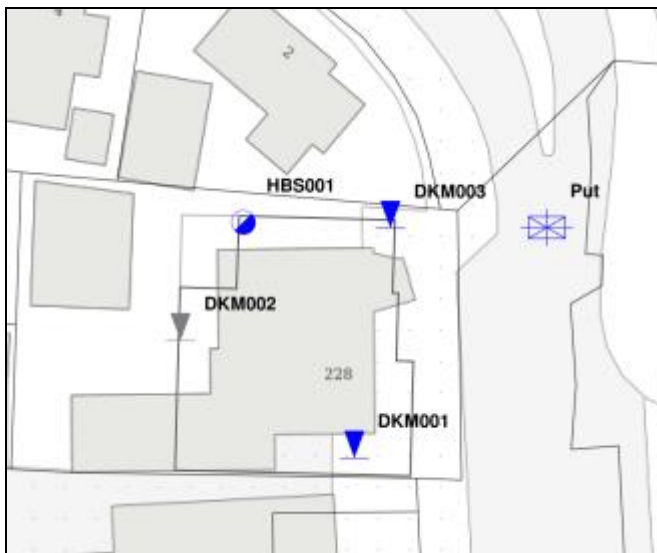
### 1.4 Kwaliteitswaarborging

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\*\*.



## 2. Project

Het project omvat de nieuwbouw van een appartementengebouw aan de Heerestraat 228 te Roden. In Figuur 2.1 zijn de projectlocatie en de locaties van het uitgevoerde grondonderzoek weergegeven.



*Figuur 2.1: Projectlocatie en locaties grondonderzoek*

Op de locatie is nog bestaande bebouwing aanwezig, welke t.z.t. gesloopt gaat worden. In de nabijheid van de appartementen is bebouwing aanwezig.

Er zullen geen kelders en/of terreinophogingen worden gerealiseerd.

De exacte belasting op de funderingselementen zijn bij ons niet bekend. In dit stadium van het project volstaat het geven van inzicht in het geotechnische draagvermogen ten behoeve van het ontwerp.



### 3. Bodemopbouw

#### 3.1 Beschikbaar geotechnisch onderzoek

De resultaten van het onderzoek zijn vastgelegd ten opzichte van NAP. Het grondonderzoek heeft bestaan uit het verrichten van:

- 2 continue sonderingen met elektrische conus en met elektronische registratie uitgevoerd volgens NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3 tot ca. NAP -12,00/-14,75 m;
- 1 handboring 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 +5,50 tot +5,55 m.

De put in de Heerestraat is ingemeten op NAP +5,29 m.

#### 3.3 Schematisch bodemopbouw

Op basis van het grondonderzoek kan de bodemopbouw geschematiseerd worden. Dit wordt in Tabel 3.1 en Tabel 3.2 weergegeven.

Tabel 3.1: Schematische bodemopbouw (t.p.v. DKM001)

| Diepte<br>(m NAP) |             | Bodembeschrijving               |
|-------------------|-------------|---------------------------------|
| Maaiveld          | tot +4,00   | (Siltig) zandlaag (antropogeen) |
| +4,00             | tot +2,50   | Organische klei                 |
| +2,50             | tot +2,00   | Silt(ig) (zand)                 |
| +2,00             | tot +0,75   | Potklei                         |
| +0,75             | tot -3,00   | Zand, matig vast/ vast gepakt   |
| -3,00             | tot -14,75* | Potklei                         |

\* Maximaal verkende diepte

Tabel 3.2: Schematische bodemopbouw (t.p.v. DKM003)

| Diepte<br>(m NAP) |             | Bodembeschrijving               |
|-------------------|-------------|---------------------------------|
| Maaiveld          | tot +4,25   | (Siltig) zandlaag (antropogeen) |
| +4,25             | tot +2,50   | Silt, sterk zandig              |
| +2,50             | tot -12,00* | Potklei                         |

\* Maximaal verkende diepte



### 3.4 Grondwaterstand

De grondwaterstand is ten tijde van het grondonderzoek op 27 augustus 2021 vastgesteld, in het boorgat van HBS001, op een niveau van ca. NAP +3,75 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 +3,75 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 verder uitgewerkt.

Dit oriënterende funderingsadvies is opgesteld aan de hand van de tweetal sonderingen die zijn uitgevoerd. Na de sloop van de huidige woning wordt geadviseerd nog 4 extra sonderingen uit te voeren tot 25 meter minus maaiveld, naar aanleiding van de grilligheid van de bodemopbouw van de huidige sonderingen.

- Aangezien de palen op diepte worden geschroefd c.q. geboord, ontbreekt een duidelijke controle tijdens het inbrengen, zoals bijvoorbeeld een kalenderwaarde bij een geheel paalsysteem. Zodoende is het bijzonder lastig om tijdens de uitvoering, in de tussen de sonderingen gelegen overgangsgebieden, een verantwoord paalpuntniveau en bijbehorend paal draagvermogen 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 centrisch 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 onderkelderd;
- ▲ In de berekening is geen extra bovenbelasting, bijvoorbeeld als gevolg van een terreinophoging, in rekening gebracht;
- ▲ Het bouwpeil is aangenomen op NAP +5,65 m NAP o.b.v. de ingemeten put;
- ▲ Het toekomstige maaiveld is aangenomen op 0,1 m beneden het bouwpeil op NAP +5,55 m;
- ▲ De bovenkant van de paal is aangenomen op 1,0 m beneden het bouwpeil op NAP +4,75 m;
- ▲ In de berekening is het volgende traject voor negatieve kleeft aangehouden:
  - Negatieve kleeft tot een niveau van NAP +2,50 m;
- ▲ In de berekening is positieve kleeft aangehouden vanaf het volgende niveau:
  - Positieve kleeft vanaf een niveau van NAP +2,50 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 | $\alpha_p$ | $\alpha_s$ , zand | $\alpha_s$ , leem | $\alpha_s$ , (pot)klei | $\alpha_t$ | $\beta$ |
|-------------|--------------------|------------|-------------------|-------------------|------------------------|------------|---------|
| Avegaarpaal | Schroeven          | 0,56       | 0,006             | 0,020             | 0,020                  | 0,0045     | 1,0     |

- ▲ In de berekeningen zijn de volgende factoren aangehouden:
  - correlatiefactoren  $\xi_3$  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 Tabel 5.1 is per sondeerpunt, paal(schacht)afmeting en paalpuntniveau de maximale rekenwaarde van het geotechnisch draagvermogen aangegeven. Dit geeft een indicatie van de draagvermogens op basis van de tweetal sonderingen.

Tabel 5.1: Overzichtstabel paal draagvermogen

| OVERZICHT NETTO DRAAGVERMOGEN DRUKPALEN                                          |                    |                    |                           |      |      |      |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|---------------------------|------|------|------|
| Netto paal draagvermogen(s) zijn naar beneden toe afgerond op: 1.0 kN nauwkeurig |                    |                    |                           |      |      |      |
| Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.                               |                    |                    |                           |      |      |      |
| sondering                                                                        | maaiveld<br>niveau | paalpunt<br>niveau | $R_{c, netto; d}$<br>[kN] | ø300 | ø350 | ø400 |
| DKM001                                                                           | 5.55               | -8.00              | 345                       | 412  | 483  | 556  |
|                                                                                  |                    | -8.25              | 352                       | 421  | 493  | 567  |
|                                                                                  |                    | -8.50              | 359                       | 430  | 503  | 580  |
|                                                                                  |                    | -8.75              | 367                       | 439  | 513  | 591  |
|                                                                                  |                    | -9.00              | 374                       | 447  | 523  | 602  |
|                                                                                  |                    | -9.25              | 382                       | 456  | 532  | 612  |
|                                                                                  |                    | -9.50              | 389                       | 464  | 542  | 623  |
|                                                                                  |                    | -9.75              | 396                       | 473  | 552  | 634  |
|                                                                                  |                    | -10.00             | 403*                      | 481  | 561  | 645  |
|                                                                                  |                    | -10.25             | 411                       | 490  | 572  | 657  |
|                                                                                  |                    | -10.50             | 418                       | 499  | 583  | 670  |
|                                                                                  |                    | -10.75             | 428                       | 510  | 595  | 684  |
|                                                                                  |                    | -11.00             | 436                       | 519  | 606  | 696  |
|                                                                                  |                    | -11.25             | 444                       | 529  | 617  | 708  |
|                                                                                  |                    | -11.50             | 452                       | 538  | 627  | 720  |
|                                                                                  |                    | -11.75             | 460                       | 547  | 637  | 731  |
|                                                                                  |                    | -12.00             | 467                       | 556  | 648  | 744  |
|                                                                                  |                    | -12.25             | 477                       | 567  | 661  | 758  |
|                                                                                  |                    | -12.50             | 486                       | 579  | 676  | 775  |
|                                                                                  |                    | -12.75             | 495                       | 590  | 687  | 788  |
|                                                                                  |                    | -13.00             | 504                       | 600  | 699  | 802  |
| DKM003                                                                           | 5.50               | -8.00              | 232                       | 281  | 333  | 388  |
|                                                                                  |                    | -8.25              | 241                       | 291  | 345  | 401  |
|                                                                                  |                    | -8.50              | 248                       | 300  | 354  | 411  |
|                                                                                  |                    | -8.75              | 255                       | 308  | 363  | 422  |
|                                                                                  |                    | -9.00              | 262                       | 316  | 373  | 433  |
|                                                                                  |                    | -9.25              | 269                       | 325  | 383  | 444  |
|                                                                                  |                    | -9.50              | 277                       | 333  | 393  | 455  |
|                                                                                  |                    | -9.75              | 284                       | 342  | 402  | 466  |
|                                                                                  |                    | -10.00             | 291                       | 350  | 412  | 478  |
|                                                                                  |                    | -10.25             | 301                       | 362  | 427  | 494  |

\* Zie berekeningsvoorbeeld Bijlage 1

De genoemde rekenwaarden van de grondmechanische draagkracht zijn opgebouwd uit de punt- en schachtweerstand en verminderd met de negatieve kleefbelasting. In Bijlage 1 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 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.

De draagvermogens in Tabel 5.1 behoren tot het oriënterende advies. Nadat de aanvullende sonderingen zijn uitgevoerd, zal dit advies moeten worden herzien.



# Bijlage 1



  
**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS  


**DETAIL BER. DRAAGVERMOGEN ø300\_VB; DKM001; N.A.P.-10.00****Uitgangspunten**

- gehanteerde sondering : DKM001
  - gehanteerde paal : ø300
  - paalpuntniveau : N.A.P.-10.00 m
  - traject positieve kleef : N.A.P. 2.50 m
- tot: N.A.P.-10.00 m

**Maximale draagkracht van de paalpunt**

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

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

$$= 1.246 \text{ MPa}$$

waarin : in dit geval :

|                 |                                                               |            |
|-----------------|---------------------------------------------------------------|------------|
| $q_{c;I;gem}$   | = de gemiddelde waarde van de conusweerstand over traject I   | = 2.46 MPa |
| $q_{c;II;gem}$  | = de gemiddelde waarde van de conusweerstand over traject II  | = 2.44 MPa |
| $q_{c;III;gem}$ | = de gemiddelde waarde van de conusweerstand over traject III | = 2.00 MPa |
| $\alpha_p$      | = paalklassefactor                                            | = 0.56 -   |
| $\beta$         | = factor voor de paalvoetvorm                                 | = 1.00 -   |
| $\varphi$       | = hoek van de inwendige wrijving                              | = 17.5 -   |
| $r$             | = 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:

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

$$= 88 \text{ kN}$$

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

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

$$= 615 \text{ kN}$$



**Per laag**

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

| Nr     | Laag                 | Nivo<br>[m] | $O_{s;gem}$<br>[m <sup>1</sup> ] | $\alpha_s$ | Perc.<br>[%] | $q_{c;z;a}$<br>[MPa] | $q_{s;max}$<br>[MPa] | $d_z$<br>[m] | $R_{c;cal}$<br>[kN] |
|--------|----------------------|-------------|----------------------------------|------------|--------------|----------------------|----------------------|--------------|---------------------|
| --     | ----                 | 2.50        | --                               | --         | --           | --                   | --                   | --           | --                  |
| 1      | Zand - Schoon - Los  | 2.00        | 0.94                             | 0.0060     | 100          | 2.27                 | 0.014                | 0.50         | 6.4                 |
| 2      | Klei - Schoon - Vast | 0.75        | 0.94                             | 0.0200     | 100          | 1.00                 | 0.020                | 1.25         | 23.5                |
| 3      | Zand - Schoon - Vast | -3.00       | 0.94                             | 0.0060     | 100          | 13.85                | 0.083                | 3.75         | 293.7               |
| 4      | Klei - Schoon - Vast | -10.00      | 0.94                             | 0.0200     | 100          | 2.21                 | 0.044                | 7.00         | 291.0               |
| totaal |                      |             | 0.94                             | 0.0093     |              | 5.58                 | 0.052                | 12.50        | 614.7               |

**Maximale draagkracht**

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

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

$$= 703 \text{ kN} (= 88 + 615)$$

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

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

$$= 506 \text{ kN}$$

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 :

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

$$= 421 \text{ kN}$$

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



**DETAIL BER. NEGATIEVE KLEEF ø300; DKM001; N.A.P.-10.00****Uitgangspunten**

- gehanteerde sondering : DKM001
- gehanteerde paal : ø300
- paalpuntniveau : N.A.P.-10.00 m
- paalkopniveau : N.A.P. 4.75 m
- traject negatieve kleeftot : N.A.P. 5.55 m
- tot : N.A.P. 2.50 m
- $p_{sur;k}$  : 15.20 kN/m<sup>2</sup>

**Berekening negatieve kleeft**

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

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

$$= -17.8 \text{ kN}$$

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/hogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

| Nr | Laag                         | Nivo<br>[m] | Hoogte<br>[m] | $O_{s;gem}$<br>[m <sup>1</sup> ] | $K_{0;j} * \tan(\delta_i)$ | $\sigma'_{v;j;k}$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] |
|----|------------------------------|-------------|---------------|----------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------|
| -- | ----                         | 4.75        | --            | --                               | --                         | 15.20                                     |
| 1  | Zand - Sterk siltig - Kleiig | 4.00        | 0.75          | 0.94                             | 0.33                       | 29.45                                     |
| 2  | Klei - Organisch - Slap      | 3.75        | 0.25          | 0.94                             | 0.25                       | 33.20                                     |
| 3  | Klei - Organisch - Slap      | 2.50        | 1.25          | 0.94                             | 0.25                       | 39.45                                     |

**Rekenwaarde**

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

$$F_{nk;d} = F_{nk;k} * \gamma_{f;nk} = -17.8 \text{ kN}$$

waarin :

in dit geval :

$\gamma_{f;nk}$  = belastingfactor voor de negatieve kleeft

(art. 7.3.2.2 (b))

1.0 -



**LAST\_ZAKKINGSDIAGRAM ø300****Uitgangspunten**

- gehanteerde sondering : DKM001
- gehanteerde paal : ø300
- paalpuntniveau : N.A.P.-10.00 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              | 4.0   | 14   | 137      | 151    | 3.0                   | 4.2   | 16   | 165      | 181    | 3.0              | 4.2   | 16   | 165      | 181    | 3.0                  | 4.2   | 16   | 165      | 181    |
| 6.0              | 7.6   | 21   | 221      | 243    | 6.0                   | 7.9   | 25   | 266      | 291    | 6.0              | 7.9   | 25   | 266      | 291    | 6.0                  | 7.9   | 25   | 266      | 291    |
| 9.0              | 10.9  | 27   | 277      | 304    | 9.0                   | 11.3  | 32   | 333      | 365    | 9.0              | 11.3  | 32   | 333      | 365    | 9.0                  | 11.3  | 32   | 333      | 365    |
| 12.0             | 14.2  | 31   | 311      | 342    | 12.0                  | 14.6  | 37   | 374      | 410    | 12.0             | 14.6  | 37   | 374      | 410    | 12.0                 | 14.6  | 37   | 374      | 410    |
| 15.0             | 17.4  | 34   | 332      | 366    | 15.0                  | 17.8  | 41   | 399      | 439    | 15.0             | 17.8  | 41   | 399      | 439    | 15.0                 | 17.8  | 41   | 399      | 439    |
| 18.0             | 20.5  | 37   | 347      | 384    | 18.0                  | 21.0  | 44   | 417      | 461    | 18.0             | 21.0  | 44   | 417      | 461    | 18.0                 | 21.0  | 44   | 417      | 461    |
| 21.0             | 23.6  | 39   | 358      | 397    | 21.0                  | 24.1  | 47   | 430      | 477    | 21.0             | 24.1  | 47   | 430      | 477    | 21.0                 | 24.1  | 47   | 430      | 477    |
| 24.0             | 26.6  | 41   | 368      | 409    | 24.0                  | 27.2  | 49   | 442      | 491    | 24.0             | 27.2  | 49   | 442      | 491    | 24.0                 | 27.2  | 49   | 442      | 491    |
| 24.1             | 26.7  | 41   | 368      | 409    | 24.1                  | 27.2  | 49   | 442      | 491    | 24.1             | 27.2  | 49   | 442      | 491    | 24.1                 | 27.2  | 49   | 442      | 491    |
| 27.0             | 29.7  | 42   | 368      | 411    | 27.0                  | 30.2  | 51   | 442      | 493    | 27.0             | 30.2  | 51   | 442      | 493    | 27.0                 | 30.2  | 51   | 442      | 493    |
| 30.0             | 32.7  | 44   | 368      | 412    | 30.0                  | 33.2  | 52   | 442      | 495    | 30.0             | 33.2  | 52   | 442      | 495    | 30.0                 | 33.2  | 52   | 442      | 495    |
| 33.0             | 35.7  | 45   | 368      | 414    | 33.0                  | 36.2  | 54   | 442      | 496    | 33.0             | 36.2  | 54   | 442      | 496    | 33.0                 | 36.2  | 54   | 442      | 496    |
| 36.0             | 38.7  | 46   | 368      | 415    | 36.0                  | 39.2  | 55   | 442      | 498    | 36.0             | 39.2  | 55   | 442      | 498    | 36.0                 | 39.2  | 55   | 442      | 498    |
| 39.0             | 41.7  | 47   | 368      | 416    | 39.0                  | 42.3  | 57   | 442      | 499    | 39.0             | 42.3  | 57   | 442      | 499    | 39.0                 | 42.3  | 57   | 442      | 499    |
| 42.0             | 44.7  | 48   | 368      | 417    | 42.0                  | 45.3  | 58   | 442      | 500    | 42.0             | 45.3  | 58   | 442      | 500    | 42.0                 | 45.3  | 58   | 442      | 500    |
| 45.0             | 47.7  | 49   | 368      | 418    | 45.0                  | 48.3  | 59   | 442      | 501    | 45.0             | 48.3  | 59   | 442      | 501    | 45.0                 | 48.3  | 59   | 442      | 501    |
| 48.0             | 50.7  | 50   | 368      | 418    | 48.0                  | 51.3  | 60   | 442      | 502    | 48.0             | 51.3  | 60   | 442      | 502    | 48.0                 | 51.3  | 60   | 442      | 502    |
| 51.0             | 53.7  | 51   | 368      | 419    | 51.0                  | 54.3  | 61   | 442      | 503    | 51.0             | 54.3  | 61   | 442      | 503    | 51.0                 | 54.3  | 61   | 442      | 503    |
| 54.0             | 56.8  | 51   | 368      | 420    | 54.0                  | 57.3  | 62   | 442      | 504    | 54.0             | 57.3  | 62   | 442      | 504    | 54.0                 | 57.3  | 62   | 442      | 504    |
| 57.0             | 59.8  | 52   | 368      | 421    | 57.0                  | 60.3  | 63   | 442      | 505    | 57.0             | 60.3  | 63   | 442      | 505    | 57.0                 | 60.3  | 63   | 442      | 505    |
| 59.9             | 62.7  | 53   | 368      | 421    | 59.9                  | 63.3  | 63   | 442      | 506    | 59.9             | 63.3  | 63   | 442      | 506    | 59.9                 | 63.3  | 63   | 442      | 506    |
| 300.0            | 302.8 | 53   | 368      | 421    | 300.0                 | 303.3 | 63   | 442      | 506    | 300.0            | 303.3 | 63   | 442      | 506    | 300.0                | 303.3 | 63   | 442      | 506    |



Last-zakkingsdiagram grenstoestand 1B en 2

