

| | | |
|-----------------------|--|-------------------|
| Opdrachtgever : | Gemeente Zaanstad | Blad :3- 2 |
| Projectomschrijving : | Bergbezinkbassin Mientekade te Halfweg | |
| Onderdeel : | DO-berekening bergbezinkbassin | |
| Projectleider : | Pascal Creyghton | |
| Constructeur : | ing. André R. de Groot | |
| Projectnummer : | 110403001343001 | Datum : 2-11-2009 |

| Totaal Eigen gewicht constructie | | | |
|----------------------------------|--------------------|----------|-------|
| | uitwendig | inwendig | oor |
| Abeton l | = | | 2,46 |
| A beton oren | | | 0,09 |
| lengte bak | | 1 | |
| | | 2,55 | 64 kN |
| kopwanden | hoogte | 1800 mm | |
| | dikte | 200 mm | |
| | lengte | 2500 mm | |
| Gewicht 2 kopwanden | | | 0 kN |
| tussenwand | | | |
| | lengte | 0,00 m | |
| | dikte | 0,00 m | |
| | hoogte | 0,00 m | |
| | Gewicht tussenwand | | 0 kN |
| Totaal gewicht constructie | | | 64 kN |

| Totaal Rustend in de bak | | |
|--------------------------|-----|-------|
| b = | 2,5 | |
| h = | 1,8 | |
| l = | 0,6 | |
| γ = | 10 | |
| Gewicht water in de bak | | 27 kN |

| Ballast boven op de bak | | |
|-------------------------|-----|---------|
| l = | 1 | |
| b = | 2,9 | |
| G kN/m ² | 4,5 | 13 HGWS |
| G kN/m ² | 4,5 | 13 LGWS |

| Opwaartse belasting grondwater | | |
|--------------------------------|--------------------------|------|
| l = | 1 m | |
| b = | 3,2 m | |
| waterdruk | -19,50 kN/m ² | HGWS |
| waterdruk | -9,50 kN/m ² | LGWS |
| Totaal Q | -62 | HGWS |
| Totaal Q | -30 | LGWS |

| Mobiele belasting | |
|--|--|
| Voor opdrijven geldt minimaal. Dit houdt in geen aslastbelasting | |

| | | |
|-----------------------|--|-------------------|
| Opdrachtgever : | Gemeente Zaanstad | Blad : 3-3 |
| Projectomschrijving : | Bergbezinkbassin Mientekade te Halfweg | |
| Onderdeel | DO-berekening bergbezinkbassin | |
| Projectleider : | Pascal Creyghton | |
| Constructeur : | ing. André R. de Groot | |
| Projectnummer : | 110403001343001 | Datum : 2-11-2009 |

| | | |
|----------------------|-------|-----------|
| Grond op het oor | | |
| l = | 1 | |
| b = | 0,15 | |
| aantal = | 2 | |
| gronddruk op het oor | | 50,6 HGWS |
| gronddruk op het oor | | 48,6 LGWS |
| Totaal Q | 15 kN | HGWS |
| Totaal Q | 15 kN | LGWS |

| | | |
|--|-------|------|
| Grondwrijving | | |
| l = | 1 m | |
| meenemen (0=nee, 1=ja) | 1 | |
| q per m ¹ per 2 wanden HGWS | 35 kN | HGWS |
| q per m ¹ per 2 wanden LGWS | 41 kN | LGWS |

Controle opdrijven

Gesloten deel belasting totale constructie

Qtotaal

| Belastinggeval | R _{rep} (kN) | Yongunstig | R _{sd,min} (kN) | |
|-------------------------------|-----------------------|------------|--------------------------|-----|
| 1 eigen gew. Beton | -64 | 1 | -64 | -64 |
| 2 Rustend in bergbezinkbassin | -27 | 0 | 0 | 0 |
| 3 ballast op bergbezinkbassin | -13 | 1 | -13 | -13 |
| 4 hoge grondwaterstand | 62 | 1 | 62 | 62 |
| 5 lage grondwaterstand | -30 | 0 | 0 | 0 |
| 6 mobiel op de constructie | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 grond op het neusje HGWS | -15 | 1 | -15 | -15 |
| 9 grond op het neusje LGWS | -15 | 0 | 0 | 0 |
| 9 Grondwrijving HGWS | -35 | 1 | -35 | -35 |
| 10 Grondwrijving LGWS | -41 | 0 | 0 | 0 |
| | | | -64 | -64 |

Er ontstaat geen trek

veiligheid tegen opdrijven 2,0

| | | |
|-----------------------|--|-------------------|
| Opdrachtgever : | Gemeente Zaanstad | Blad : 3-4 |
| Projectomschrijving : | Bergbezinkbassin Mientekade te Halfweg | |
| Onderdeel | DO-berekening bergbezinkbassin | |
| Projectleider : | Pascal Creyghton | |
| Constructeur : | ing. André R. de Groot | |
| Projectnummer : | 110403001343001 | Datum : 2-11-2009 |

Berekening maximale afdracht naar de wand

Voor de berekening van de maximale funderingsdruk is de afdracht naar de buitenwand maatgevend.

De afdracht van het eigen gewicht bestaat uit afdracht van een half dek en vloerveld + eigen gewicht wand.

| | | | |
|---|---|-------|------------------------|
| Afdracht eigen gewicht constructie half dek en halve vloer | | | |
| breedte 1/2 dek / breedte 1/2 vloer = | 1,25 m / | 1,6 m | |
| lengte = | 1 m. De afdracht wordt beschouwd per strekkende meter | | |
| dikte dek / dikte vloer = | 0,3 m / | 0,3 m | $G_{1/2dek} = 9,38$ |
| wandhoogte $B_{vloer} - B_{dek}$ | 2,1 m | | $G_{1/2vloer} = 12,00$ |
| dikte wanden | 0,2 m | | $G_{1wand} = 10,50$ |
| Afdracht naar en van de wand | 32 kN/m | | 31,88 |

| | |
|-----------------------------------|---|
| Afdracht rustend in de bak | |
| hoogte | 1,8 m |
| breedte = | 2,5 m |
| lengte = | 1 m. De afdracht wordt beschouwd per strekkende meter |
| soortelijk gewicht maximaal | 10 kN/m ³ |
| afdracht per m1 | 23 kN/m |

| | |
|-----------------------------------|---|
| Afdracht rustend op de bak | |
| hoogte grondpakket | 250 mm |
| breedte = | 1,25 m |
| lengte = | 1 m. De afdracht wordt beschouwd per strekkende meter |
| afdracht grond maximaal | 20 kN/m ³ |
| afdracht per m1 | 6,25 kN/m |

| | |
|--------------------------------|---|
| Minimaal opwaarts | |
| breedte vloer t.b.v. opdrijven | 1600 mm |
| lengte = | 1 m. De afdracht wordt beschouwd per strekkende meter |
| opwaartse druk (LGWS) | -9,50 kN/m ² |
| Afdracht opwaarts per m | -15,2 kN/m1 |

| | |
|--------------------------------|---|
| Maximaal opwaarts | |
| breedte vloer t.b.v. opdrijven | 1600 mm |
| lengte = | 1 m. De afdracht wordt beschouwd per strekkende meter |
| opwaartse druk (LGWS) | -19,50 kN/m ² |
| Afdracht opwaarts per m | -31,2 kN/m1 |

| | |
|-----------------------------------|---|
| Afdracht mobiele belasting | |
| afdracht gelijkm verd | 3 kN/m ² |
| breedte = | 1,4 m |
| lengte = | 1 m. De afdracht wordt beschouwd per strekkende meter |
| afdracht gelijkm verd | 4,20 kN/m ¹ |
| Afdracht aslasten | 53,97 kN/m |
| Totaal mobiel | 58,17 kN/m |

| | | |
|-----------------------|--|-------------------|
| Opdrachtgever : | Gemeente Zaanstad | Blad : 3-5 |
| Projectomschrijving : | Bergbezinkbassin Mientekade te Halfweg | |
| Onderdeel | DO-berekening bergbezinkbassin | |
| Projectleider : | Pascal Creyghton | |
| Constructeur : | ing. André R. de Groot | |
| Projectnummer : | 110403001343001 | Datum : 2-11-2009 |

Maximale strookbelasting onder de wand

Gesloten deel belasting op de strook onder de wand per str. meter neerwaarts opwaarts

| Belastinggeval | R _{rep} (kN/m) | γ _{ongunstig} | R _{rep} (kN/m) | R _{sd,max} (kN/m ¹) |
|--|-------------------------|------------------------|-------------------------|--|
| 1 eigen gew. Beton | 32 | 1,2 | 32 | 38 |
| 2 Rustend in bergbezinkbassin | 23 | 1,2 | 23 | 27 |
| 3 ballast op bergbezinkbassin | 6 | 1,2 | 6 | 8 |
| 4 hoge grondwaterstand | -31 | NVT | 0 | 0 |
| 5 lage grondwaterstand | -15 | 0,9 | -15 | -14 |
| 6 mobiel op de constructie | 58 | 1,5 | 58 | 87 |
| 8 grond op het neusje | 7 | 1,2 | 7 | 9 |
| 9 Grondwrijving HGWS | 17 | NVT | 0 | 0 |
| 10 Grondwrijving LGWS | 21 | 1,2 | 21 | 25 |
| Maximale strookbelasting onder de wand | | | 131 | 180 |

| | | |
|-----------------------|--|--------------------|
| Opdrachtgever : | Gemeente Zaanstad | Blad: 3-6 |
| Projectomschrijving : | Bergbezinkbassin Mientekade te Halfweg | |
| Projectleider : | Pascal Creyghton | |
| Constructeur : | ing. André R. de Groot | |
| Projectnummer : | 110403.001343.005B | Datum : 30-10-2009 |

Gronddruk LGWS

Alle hoogtes t.o.v. NAP

Bovenzijde maaiveld

0,20 m

-1,50 m

-0,05 m

-0,05 m

-1,50

-2,41 m

-2,41 m

10,00 kN/m³

$\gamma_{\text{water}} =$

$\lambda_{\text{neutraal}} =$

0,50

$\gamma_{\text{droog}} =$

$\gamma_{\text{nat}} =$

18 kN/m³

20 kN/m³

Gronddruk HGWS

| punt | hoogte | $\gamma_{\text{droog}} =$ | $\gamma_{\text{nat}} =$ | ΔH per laag | $\sigma_{\text{grond,vert}}$ | σ_{water} | $\sigma_{\text{konrel,vert}}$ | $\sigma_{\text{konrel,horiz}}$ | $\sigma_{\text{grond,horiz}}$ |
|----------------------------|--------|---------------------------|-------------------------|---------------------|------------------------------|-------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| Bovenzijde maaiveld | 0,20 | 18,00 | | 0,00 | 5,00 | 0,00 | 5,00 | 2,50 | 2,50 |
| laagscheiding 1 | -0,05 | 18,00 | | 0,25 | 9,5 | 0,00 | 9,50 | 4,75 | 4,75 |
| bovenzijde constructie | -0,05 | 18,00 | | 0,00 | 9,5 | 0,00 | 9,50 | 4,75 | 4,75 |
| scheiding 2 | -1,50 | 18,00 | | 1,45 | 35,6 | 0,00 | 35,60 | 17,80 | 17,80 |
| bovenzijde funderingsplaat | -2,11 | | 20,00 | 0,61 | 47,7 | 6,05 | 41,65 | 20,83 | 26,88 |
| scheiding 3 | -2,41 | | 20,00 | 0,30 | 53,7 | 9,05 | 44,65 | 22,33 | 31,38 |
| onderzijde funderingsplaat | -2,41 | | 20,00 | 0,00 | 53,7 | 9,05 | 44,65 | 22,33 | 31,38 |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

Aanhangende grond

Aanhangende grond wordt berekend als een wrijvingskracht langs de wand

| | | |
|------------------------------|---|---------------------------|
| Opdrachtgever : | Gemeente Zaanstad | Blad: 3-7 |
| Projectomschrijving : | Bergbezinkbassin Mientekade te Halfweg | |
| Projectleider : | Pascal Creighton | |
| Constructeur : | ing. André R. de Groot | |
| Projectnummer : | 110403.001343.005B | Datum : 30-10-2009 |

Indien aan de tunnel geen oor zit, dan wordt de afschuiving beschouwd van grond langs beton en wordt δ is $2/3 \phi$ aangehouden

Tevens wordt ervan uitgegaan dat er naast de wand sprake is van een aanvulling en dat de aangehouden hoek van inwendige inwendige wrijving bij deze grondsoort hoort

Dit zal 30° zijn (deze waarde dient wel ingevuld te worden).

Uitgegaan wordt van de formule $\tau = \sigma_{\text{korrel;horizontaal}} \times \tan \delta + c$ (uitgaande van niet cohesieve grond $c = 0$)

$\sigma_{\text{korrel;horizontaal}}$ is reeds berekend in de tabel met de horizontale gronddruk.

Indien aan de tunnel een oor zit, dan wordt de afschuiving beschouwd van grond langs grond en wordt δ is 1ϕ aangehouden

Indien aan de tunnel geen oor zit, dan wordt de afschuiving beschouwd van grond langs beton en wordt δ is $2/3 \phi$ aangehouden

Tevens wordt ervan uitgegaan dat er naast de wand sprake is van een aanvulling en dat de aangehouden hoek van inwendige inwendige wrijving bij deze grondsoort hoort

Dit zal 30° zijn (deze waarde dient wel ingevuld te worden).

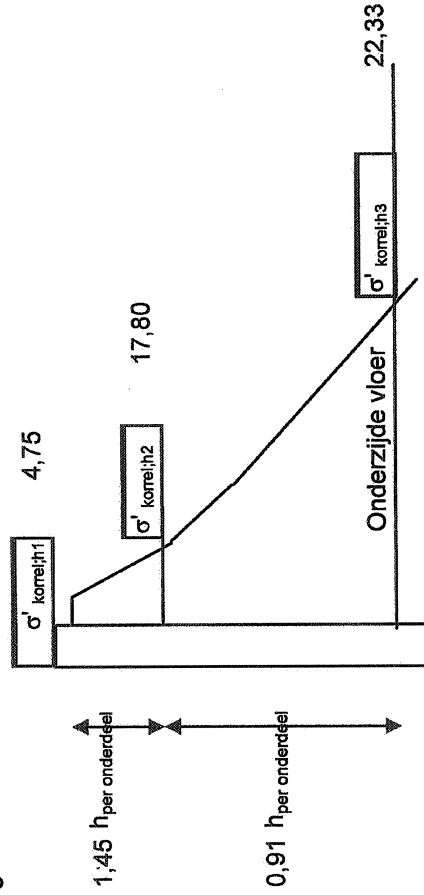
Uitgegaan wordt van de formule $\tau = \sigma_{\text{korrel;horizontaal}} \times \tan \delta + c$ (uitgaande van niet cohesieve grond $c = 0$)

| | | |
|-----------------------|--|--------------------|
| Opdrachtgever : | Gemeente Zaanstad | Blad: 3-8 |
| Projectomschrijving : | Bergbezinkbassin Mientekade te Halfweg | |
| Projectleider : | Pascal Creyghton | |
| Constructeur : | Ing. André R. de Groot | |
| Projectnummer : | 110403.001343.005B | Datum : 30-10-2009 |

$\sigma_{\text{korrel;horizontaal}}$ is reeds berekend in de tabel met de horizontale gronddruk.

Aanname hoek φ
 tunnel heeft een oor
 tunnel heeft geen oor

Gekozen is voor $d = \delta = \varphi$
 $\tan \delta =$



| | $\sigma_{\text{korrel;hor;gem}}$ | h | $F = \tan \delta \times \sigma_{\text{korrel;hor;gem}} \times h$ |
|------------------------------------|----------------------------------|------|--|
| korrelspanning boven gemiddeld = | 11,28 | 1,45 | 9,44 |
| korrelspanning onder gemiddeld = | 20,06 | 0,91 | 10,48 |
| Aanhangend totaal representatief = | | | 19,92 |
| | | | kN/m |

| | | |
|-----------------------|--|--------------------|
| Opdrachtgever : | Gemeente Zaanstad | Blad:3- 9 |
| Projectomschrijving : | Bergbezinkbassin Mientekade te Halfweg | |
| Projectleider : | Pascal Creyghton | |
| Constructeur : | ing. André R. de Groot | |
| Projectnummer : | 110403.001343.005B | Datum : 30-10-2009 |

Gronddruk HGWS

Alle hoogtes t.o.v. NAP

Bovenzijde maaiveld

HGWS

0,2 m

-0,5 m

1 $\gamma_{droog} =$

3 $\gamma_{nat} =$

18 kN/m³

20 kN/m³

bovenzijde betonconstructie

bovenzijde betonneusje

onderzijde betonconstructie

2

4

5

-0,05 m

-2,105 m

-2,405 m

$\gamma_{water} =$

10 kN/m³

$\lambda_{neutraal} =$

0,5

Gronddruk HGWS

| punt | hoogte | $\gamma_{droog} =$ | $\gamma_{nat} =$ | ΔH per laag | $\sigma_{grond,vert}$ | σ_{water} | $\sigma_{kornel,vert}$ | $\sigma_{kornel,horiz}$ | $\sigma_{grond,horiz}$ |
|----------------------------|--------|--------------------|------------------|---------------------|-----------------------|------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|
| Bovenzijde maaiveld | 0,20 | 18,00 | 18,00 | 0,00 | 5,00 | 0,00 | 5,00 | 2,50 | 2,50 |
| bovenzijde betondek | -0,05 | 18,00 | | 0,25 | 9,50 | -4,50 | 14,00 | 7,00 | 2,50 |
| HGWS | -0,5 | 18,00 | | 0,45 | 17,60 | 0,00 | 17,60 | 8,80 | 8,80 |
| bovenzijde betonneusje | -2,105 | | 20,00 | 1,61 | 49,70 | 16,05 | 33,65 | 16,83 | 32,88 |
| Onderzijde funderingsplaat | -2,41 | | 20,00 | 0,30 | 55,70 | 19,05 | 36,65 | 18,33 | 37,38 |

Aanhangende grond

Aanhangende grond wordt berekend als een wrijvingskracht langs de wand
 Indien aan de tunnel een oor zit, dan wordt de afschuiving beschouwd van grond langs grond en wordt δ is 1φ aangehouden
 Indien aan de tunnel geen oor zit, dan wordt de afschuiving beschouwd van grond langs beton en wordt δ is $2/3 \varphi$ aangehouden

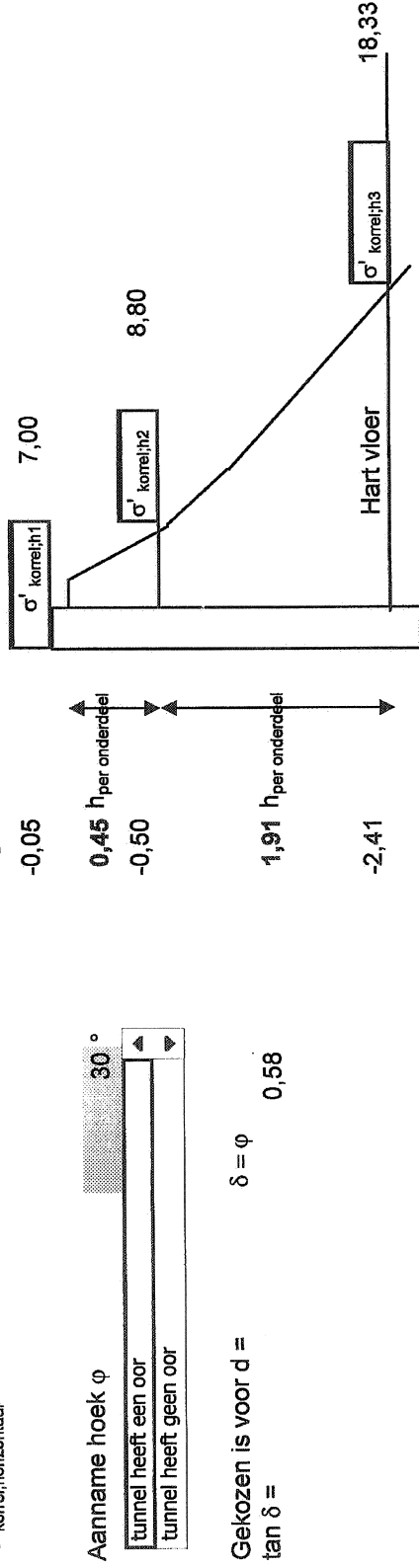
| | | |
|------------------------------|---|---------------------------|
| Opdrachtgever : | Gemeente Zaanstad | Blad: 3-10 |
| Projectomschrijving : | Bergbezinkbassin Mientekade te Halfweg | |
| Projectleider : | Pascal Creyghton | |
| Constructeur : | ing. André R. de Groot | |
| Projectnummer : | 110403.001343.005B | Datum : 30-10-2009 |

Tevens wordt ervan uitgegaan dat er naast de wand sprake is van een aanvulling en dat de aangehouden hoek van inwendige inwendige wrijving bij deze grondsoort hoort

Dit zal 30° zijn (deze waarde dient wel ingevuld te worden).

Uitgegaan wordt van de formule $\tau = \sigma_{\text{korrel;horizontaal}} \times \tan \delta + c$ (uitgaande van niet cohesieve grond $c = 0$)

$\sigma_{\text{korrel;horizontaal}}$ is reeds berekend in de tabel met de horizontale gronddruk.



Aanname hoek φ

tunnel heeft een oor 30°

tunnel heeft geen oor

Gekozen is voor $d =$

$\delta = \varphi$ 0,58

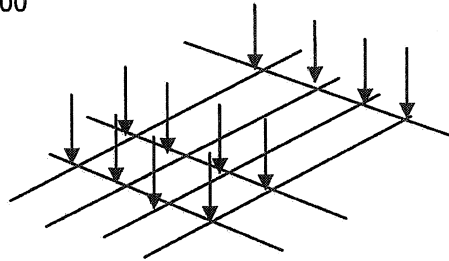
$\tan \delta =$

| $\sigma_{\text{korrel;hor;gem}}$ | h | $F = \tan \delta \times \sigma_{\text{korrel;hor;gem}} \times h$ |
|----------------------------------|------|--|
| 7,90 | 0,45 | 2,05 |
| 13,56 | 1,91 | 14,92 |
| | | 16,97 kN/m |

| | | |
|-----------------------|--|------------------|
| Opdrachtgever : | Gemeente Zaanstad | Blad : 3-11 |
| Projectomschrijving : | Bergbezinkbassin Mientekade te Halfweg | |
| Projectleider : | Pascal Creyghton | |
| Constructeur : | ing. André R. de Groot | |
| Projectnummer : | 110403.001343.005B | Datum : 30-10-09 |

Invoer betondek

(5.4.12) Belastingeval 24 Veranderlijke belasting Fietspad verticaal en horizontaal
 Verkeersbelasting VBB 1995 NEN6723
 hart op hart afstanden in dwarsrichting zijn resp. 500, 750 en 500
 hart op hart afstanden in langsrichting zijn resp. 1000 en 4000

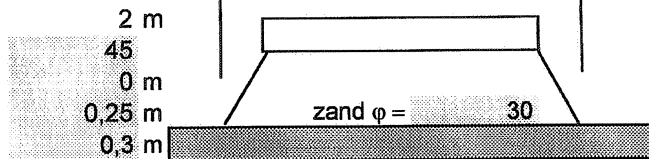


klasse 45 VBB bijlage A art. A.2.4

| P _{q,verdeeld} | aslasten | wiellasten | wielbreedte | prent |
|-------------------------|----------|------------|-------------|-------|
| kN/m ² | kN | kN | mm | mm |
| 3 | 150 | 37,5 | 250 | 240 |

Verticaal

In dwarsrichting :
 breedte lastvlak
 spreidingshoek verharding
 dikte verharding
 dikte grondpakket
 dikte dek



Stootcoëfficiënt en lastlengtefactor C=SxB

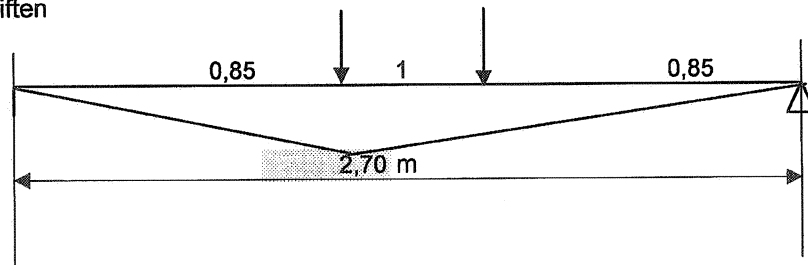
1,08

60

$$\text{spreidingsbreedte} = b_{\text{lastvlak}} + b_{\text{wiel}} + 2 \times h_{\text{verharding}} + (2 \times h_{\text{grond}} / \tan(\alpha)) + h_{\text{vloer}} = 2,59 \text{ m}$$

$$\text{spreidingslengte} = 1000 + b_{\text{prent}} + 2 \times h_{\text{verharding}} + (2 \times h_{\text{grond}} / \tan(\alpha)) + h_{\text{vloer}} = 1,59 \text{ m}$$

Spreiding volgens voorschriften



Spreiding F1 =

a =

0 is al verwerkt in de spreidingsbreedte tot hart dek

d =

0 is al verwerkt in de spreidingsbreedte tot hart dek

a1 =

0,85

a2 =

1,85

lo =

2,70

Spreidingsbreedte =

2,33 m

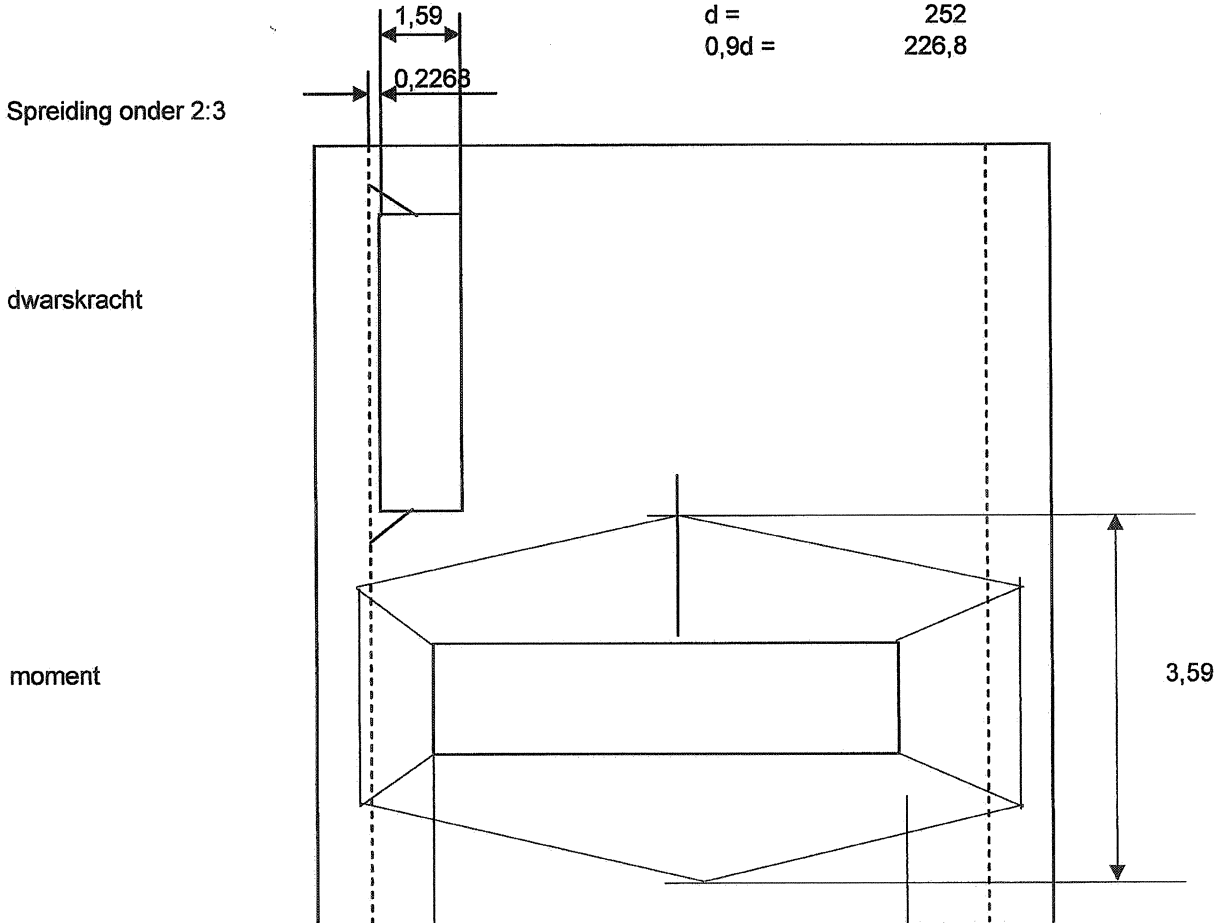
Veiligheidshalve is gekozen voor een maximale spreidingsbreedte van

2 m

| | | |
|-----------------------|--|------------------|
| Opdrachtgever : | Gemeente Zaanstad | Blad : 3-12 |
| Projectomschrijving : | Bergbezinkbassin Mientekade te Halfweg | |
| Projectleider : | Pascal Creyghton | |
| Constructeur : | ing. André R. de Groot | |
| Projectnummer : | 110403.001343.005B | Datum : 30-10-09 |

Maximale krachtsverdeling

dikte dek = 300
d = 252
0,9d = 226,8



$F = 150$
gespreide belasting = $C \times 2 \times F / (b \times l) =$
 $b = 3,59$
 $l = 2,59$
 $35,03 \text{ kN/m}$
 $2,253979 \text{ kN/m}$

Maximale mometen dek
Bepalen eigen gewicht

| onderdeel | dikte (m) | massa (kN/m ³) | pq (kN/m ²) |
|---------------|-----------|----------------------------|-------------------------|
| bestrating | 0,045 | 25 | 1,125 |
| grond | 0,205 | 23 | 4,715 |
| beton dek | 0,3 | 25 | 7,5 |
| onvoorzien | | | 0 |
| totaal | | | 13,34 |

Mobiel over volledige lengte 3,25 kN/m²
Mobiel over gedeelte 35,03 kN/m² over L = 2,59 m

| | | |
|-----------------------|--|------------------|
| Opdrachtgever : | Gemeente Zaanstad | Blad : 3-13 |
| Projectomschrijving : | Bergbezinkbassin Mientekade te Halfweg | |
| Projectleider : | Pascal Creyghton | |
| Constructeur : | ing. André R. de Groot | |
| Projectnummer : | 110403.001343.005B | Datum : 30-10-09 |

Maximale krachtsverdeling

scharnierend BGT

| | | | γ | BGT |
|--|-----------|--------|---|-------|
| Momenten eigen gewicht | 12,16 kNm | x | 1 | 12,16 |
| Moment gelijkmatig verdeelt veranderlijk | 2,97 kNm | x | 1 | 2,97 |
| Moment gespreide aslasten | 31,86 kNm | x | 1 | 31,86 |
| | | totaal | | 46,99 |

scharnierend UGT

| | | | γ | UGT |
|--|-----------|---|-----|-------|
| Momenten eigen gewicht | 12,16 kNm | x | 1,2 | 14,59 |
| Moment gelijkmatig verdeelt veranderlijk | 2,97 kNm | x | 1,5 | 4,45 |
| Moment gespreide aslasten | 31,86 kNm | x | 1,5 | 47,80 |
| | | | | 66,83 |

100% Ingeklemd t.p.v. steunpunt BGT

| | | | γ | BGT |
|--|------------|--------|---|--------|
| Momenten eigen gewicht | -8,10 kNm | x | 1 | -8,10 |
| Moment gelijkmatig verdeelt veranderlijk | -1,98 kNm | x | 1 | -1,98 |
| Moment gespreide aslasten | -19,95 kNm | x | 1 | -19,95 |
| | | totaal | | -30,03 |

100% Ingeklemd t.p.v. steunpunt UGT

| | | | γ | UGT |
|--|------------|---|-----|--------|
| Momenten eigen gewicht | -8,10 kNm | x | 1,2 | -9,72 |
| Moment gelijkmatig verdeelt veranderlijk | -1,98 kNm | x | 1,5 | -2,97 |
| Moment gespreide aslasten | -19,95 kNm | x | 1,5 | -29,93 |
| | | | | -42,62 |

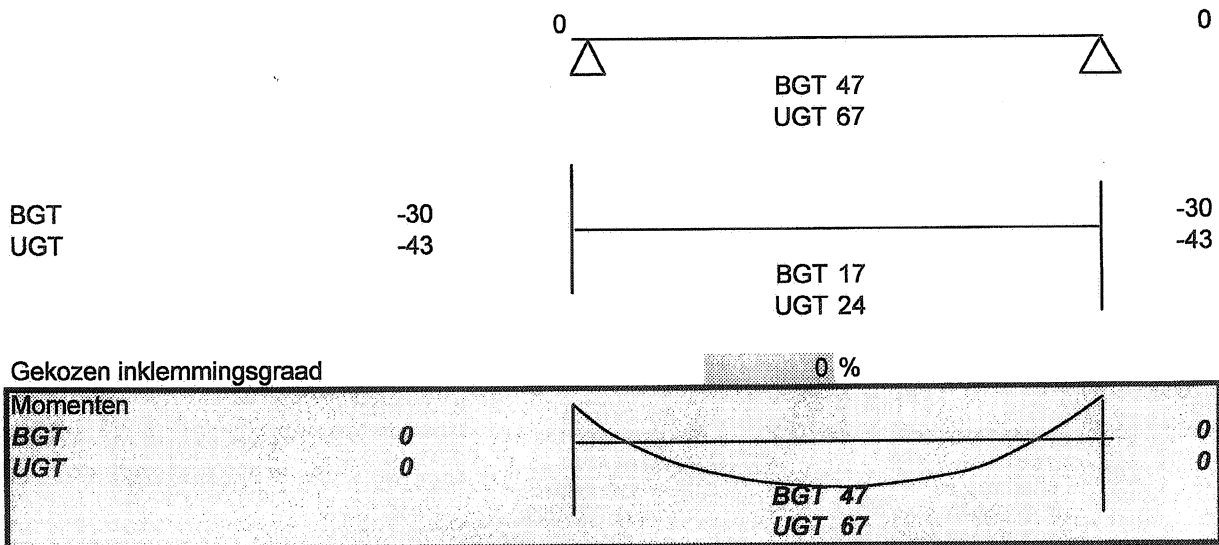
100% Ingeklemd t.p.v. veld BGT

| | | | γ | BGT |
|--|-----------|--------|---|-------|
| Momenten eigen gewicht | 4,05 kNm | x | 1 | 4,05 |
| Moment gelijkmatig verdeelt veranderlijk | 0,99 kNm | x | 1 | 0,99 |
| Moment gespreide aslasten | 11,91 kNm | x | 1 | 11,91 |
| | | totaal | | 16,95 |

100% Ingeklemd t.p.v. veld UGT

| | | | γ | UGT |
|--|-----------|---|-----|-------|
| Momenten eigen gewicht | 4,05 kNm | x | 1,2 | 4,86 |
| Moment gelijkmatig verdeelt veranderlijk | 0,99 kNm | x | 1,5 | 1,48 |
| Moment gespreide aslasten | 11,91 kNm | x | 1,5 | 17,87 |
| | | | | 24,22 |

| | | |
|-----------------------|--|------------------|
| Opdrachtgever : | Gemeente Zaanstad | Blad : 3-14 |
| Projectomschrijving : | Bergbezinkbassin Mientekade te Halfweg | |
| Projectleider : | Pascal Creyghton | |
| Constructeur : | ing. André R. de Groot | |
| Projectnummer : | 110403.001343.005B | Datum : 30-10-09 |



Maximale dwarskracht dek

Spreidingshoek

1:1 ▲
2:3 ▼

$h = 300$ mm
 $d = 250$ mm
 $0,9d = 225$ mm
 opleglengte 100 mm
 $L_t = 2700$ mm
 $a_1 / b_1 = 325$ mm / 2375 mm
 $a_2 / b_2 = 1325$ mm / 1375 mm
 Spreidingsbreedte 1 2950 mm
 Spreidingsbreedte 2 4950 mm
 $F_{rep} = 150$
 Afdracht as 1 132 ' / spreidingsbreedte = $2950 = 45$
 Afdracht as 2 76 ' / spreidingsbreedte = $4950 = 15$
 Dwarskracht is maximaal $45 + 15 = 60$ kN/m
 Lt t.b.v. dwarskracht gelijkmatig verdeeld 2050 mm

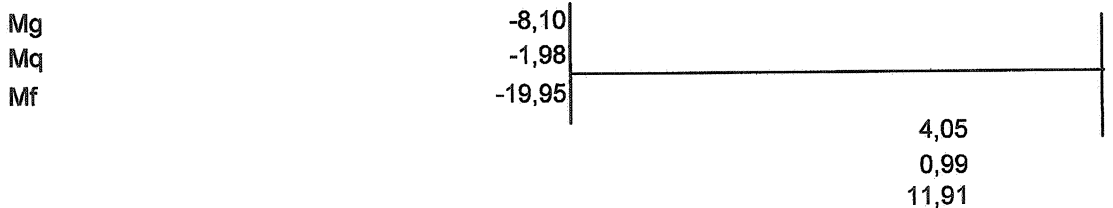
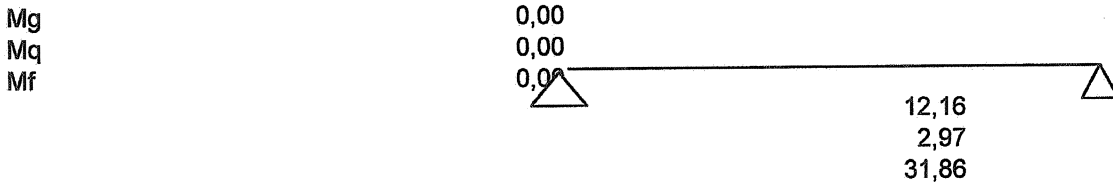
$R_F = 325,3979062$ kN $\gamma =$

| | | | |
|--------------------|------------|-----|----|
| $R_{F,gespreid} =$ | 60 kN/m | 1,5 | 90 |
| $R_{ag} =$ | 13,67 kN/m | 1,2 | 16 |
| $R_{aq} =$ | 3,34 kN/m | 1,5 | 5 |
| $V_{d,dek} =$ | 112 kN/m | | |

| | | |
|-----------------------|--|------------------|
| Opdrachtgever : | Gemeente Zaanstad | Blad : 3-15 |
| Projectomschrijving : | Bergbezinkbassin Mientekade te Halfweg | |
| Projectleider : | Pascal Creyghton | |
| Constructeur : | ing. André R. de Groot | |
| Projectnummer : | 110403.001343.005B | Datum : 30-10-09 |

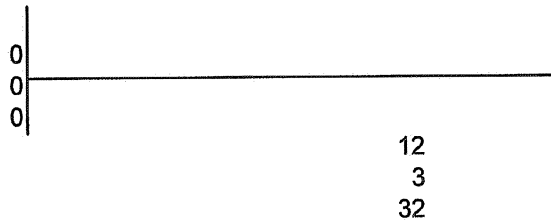
Maximale doorbuiging dek

Egescheurd 6300 N/mm²
 $I = 2250000000$ mm⁴
 $EI = 1,41749E+13$



Inklemmingsgraad

0 %



$\delta_g = 0,65$ mm
 $\delta_q = 0,16$ mm
 $\delta_F = 1,71$ mm

Stel maximale verplaatsing = L/x

$x = 400$

$L/400 = 6,75$ mm
 $\delta_{\text{totaal}} = 2,52$ mm
 $\delta_{\text{bijkomend}} = 1,87$ mm

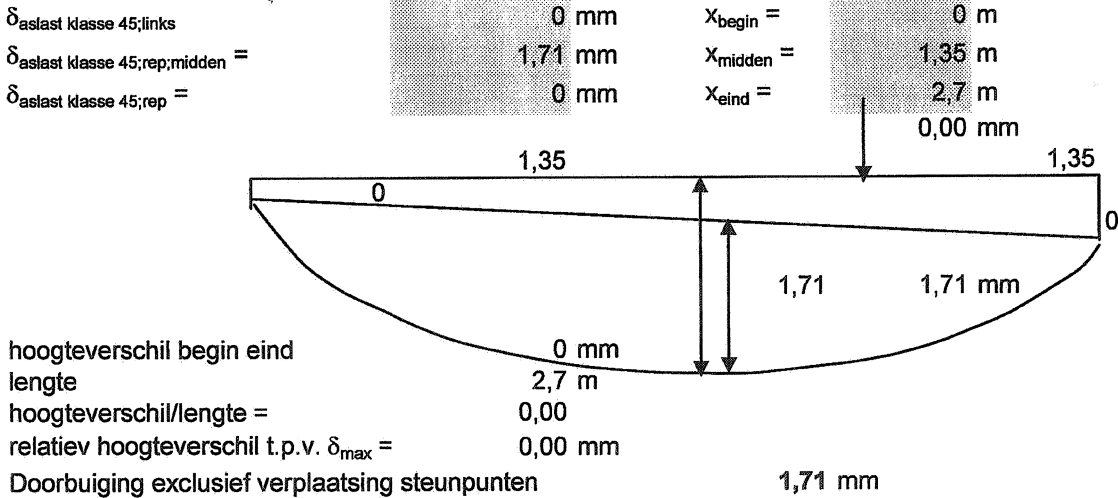
eis $\delta_{\text{totaal}} = 6,75$ mm
eis $\delta_{\text{bijkomend}} = 5,4$ mm

doorbuiging voldoet

| | | |
|-----------------------|--|------------------|
| Opdrachtgever : | Gemeente Zaanstad | Blad : 3-16 |
| Projectomschrijving : | Bergbezinkbassin Mientekade te Halfweg | |
| Projectleider : | Pascal Creyghton | |
| Constructeur : | ing. André R. de Groot | |
| Projectnummer : | 110403.001343.005B | Datum : 30-10-09 |

Trillingseis verkeersdekken

Dit is de totale verplaatsing van F+q



Uitgangspunt berekening was:

| | |
|-----------------------------------|-------------------|
| verkeersklasse | 45 (30, 45 of 60) |
| Stootcoefficient (S) | 1,10 |
| Last-lengtefactor (B) | 0,99 |
| $B \times \delta_{\text{mobiel}}$ | 1,69 |

In het raamwerkprogramma zijn de verplaatsingen berekend met $E = 6300 \text{ N/mm}^2$
 $E_{\text{gescheurd}} = 6300 \text{ N/mm}^2$

De elastische vervorming = $\delta_{\text{mobiel}} \times B \times (E_{\text{raamwerk}}/E_{\text{gescheurd}}) = 1,69 \text{ mm}$

Controle overeenkomstig wegverkeer

| | | | |
|------------------------------|--------------------------------------|-----------|---------|
| $L \leq 3,00 \text{ m}$ | $\delta_{\text{elastisch}} < 1/1000$ | 0,001 | 2,70 mm |
| $3,00 < L < 10,00 \text{ m}$ | $\delta_{\text{elastisch}} < L/3000$ | 0,0009 | 2,43 mm |
| $L \geq 10 \text{ m}$ | $\delta_{\text{elastisch}} < 1/300$ | 0,0033333 | 9,00 mm |

$L = 2,7 \text{ m}$
 $\delta_{\text{elastisch}} < 0,001 = 2,70 \text{ mm}$

Unity check = 0,63

voldoet

| | | |
|-----------------------|--|------------------|
| Opdrachtgever : | Gemeente Zaanstad | Blad : 3-17 |
| Projectomschrijving : | Bergbezinkbassin Mientekade te Halfweg | |
| Projectleider : | Pascal Creyghton | |
| Constructeur : | ing. André R. de Groot | |
| Projectnummer : | 110403.001343.005B | Datum : 30-10-09 |

trillingseis voor bruggen wegverkeer + voetgangers

Invullen de verplaatsing afkomstig van F

$\delta_{\text{aslast klasse 45;links}}$

0 mm

$x_{\text{begin}} = 0$

$\delta_{\text{aslast klasse 45;rep;midden}} =$

1,71 mm

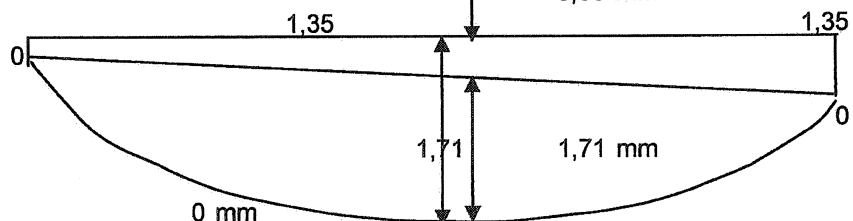
$x_{\text{midden}} = 1,35$

$\delta_{\text{aslast klasse 45;rep}}$

0 mm

$x_{\text{eind}} = 2,70$

0,00 mm



hoogteverschil begin eind

0 mm

lengte

2,7 m

hoogteverschil/lengte =

0,00

relatief hoogteverschil t.p.v. δ_{max} =

0,00 mm

Doorbuiging exclusief verplaatsing steunpunten

1,71 mm

Uitgangspunt berekening was:

verkeer op fiets-en voetbruggen V

45 (30, 45 of 60)

0,69922

Stootcoefficient

1,08

Last-lengtefactor

1

Voor de mobiele belasting ter toetsing van de trillingseis geldt een belasting van 200 kN

De bijbehorende verplaatsing = $[200/(450)] \times$ berekende verplaatsing

berekende verplaatsing $\delta_{\text{mobiel}} \times B =$

1,57 mm

$\delta_{\text{mobiel};200} =$

0,70 mm

| | begin | midden | eind |
|--------------------------------|-------|--------|------|
| eigen gewicht | 0 | 2,00 | 0 |
| rustend op het dek | 0 | 0 | 0 |
| totaal eigen gewicht + rustend | 0 | 2 | 0 |

hoogteverschil begin eind

0 mm

lengte

2,7 m

hoogteverschil/lengte =

0,00

relatief hoogteverschil t.p.v. δ_{max} =

0,00 mm

Doorbuiging exclusief verplaatsing steunpunten

2,00 mm

$\delta_{\text{max};\text{eigen gew} + \text{rustend}} =$

2,00 mm

$\delta_{\text{max};\text{mobiel};200} =$

0,70 mm

| | | |
|------------------------------|---|-------------------------|
| Opdrachtgever : | Gemeente Zaanstad | Blad : 3-18 |
| Projectomschrijving : | Bergbezinkbassin Mientekade te Halfweg | |
| Projectleider : | Pascal Creyghton | |
| Constructeur : | ing. André R. de Groot | |
| Projectnummer : | 110403.001343.005B | Datum : 30-10-09 |

$$f_e = 0,5/\delta_{stat}$$

$$\delta_{stat} = 0,0020 \text{ m}$$

$$f_e = 11,18 \text{ Hz}$$

$$\delta_a = (S-1)/10 \times \delta_{mobiel} =$$

$$\delta_a = [(S-1)/10] \times \delta_{mobiel} = 0,006$$

$$\log \delta_a = -2,23 \quad A$$

$$2/3 - 2,2 \log f_e = -1,64 \quad B$$

Eis dek A<=B

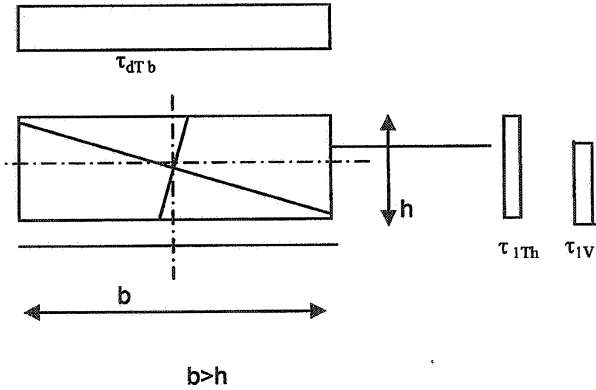
$$\text{dek voldoet} \quad uc = 0,736152$$

voldoet

| | | |
|-----------------------|--|------------------|
| Opdrachtgever : | Gemeente Zaanstad | Blad : 3-19 |
| Projectomschrijving : | Bergbezinkbassin Mientekade te Halfweg | |
| Projectleider : | Pascal Creyghton | |
| Constructeur : | ing. André R. de Groot | |
| Projectnummer : | 110403.001343.005B | Datum : 30-10-09 |

Constructie is niet gedrongen

| | | |
|--------------------------|-----|---------|
| sterkteklasse | B | 35 |
| staalkwaliteit | FeB | 500 |
| milieuklasse | | 3 |
| plaat =1 balk =2 kolom=3 | | 1 |
| toeslag dekking | | 0 mm |
| minimale dekking= | | 30 mm |
| gekozen dekking | | 30 mm |
| gekozen beugels | | 12 mm |
| gekozen ϕ_{HW} | | 16 mm |
| b= | | 1000 mm |
| h= | | 300 mm |
| d = | | 250 mm |
| T_d | | 0 kNm |
| V_d | | 112 kN |
| normaalkracht ==druk | | 0 kN |



Berekening:

| | | |
|--|------------------------|--|
| $\tau_{1T} =$ | 0,42 N/mm ² | $\tau_{2,max} = 4,2$ N/mm ² |
| $\tau_{1V} =$ | 0,56 N/mm ² | |
| τ_{dT} over de hoogte = τ_{dTh} | 0,00 N/mm ² | |
| τ_{dT} over de breedte = τ_{dTb} | 0,00 N/mm ² | |
| $\tau_{dV} =$ | 0,45 N/mm ² | |

Controle 1 over de hoogte;

| | |
|--|------|
| $\tau_{dTh}/\tau_{1T} + \tau_{dV}/\tau_{1V} =$ | 0,80 |
| $\tau_{dTh}/\tau_{1T} =$ | 0 |

Controle 2; over de breedte

| | |
|--------------------------|------|
| $\tau_{dTb}/\tau_{1T} =$ | 0,00 |
|--------------------------|------|

maximale schuifspanning wordt niet overschreden

wapening benodigd voor dwarskracht;

As;bgls= 0 mm²
 Er is geen dwarskracht en wringwapening nodig

BIJLAGE 4

Berekening maximaal toelaatbare paalbelasting.
Berekening uit 2009.

Deze berekening is uitgevoerd in 2009. In 2012 is er nog gevraagd om een paaltafmeting en paalpuntniveau op te geven indien schroefpalen worden toegepast. Deze zijn weergegeven in de toegevoegde bijlage 5.

Sondering D47-01 2e blad 2.6
" " D47-02 " " 2-7

Level 01 wordt hier even omgekeerd
naar D47-01-02

Van het stuk naar bijlage 4 is een
beoordeling uitgevoerd m.b.t. afstand
dan naar bod of palen.



Onderdeel: Berekening maximaal toelaatbare paalbelasting sondering DKM-01-1 Naam A.R. de Groot Datum 2-11-09 Pag. 4-02

5.1 Berekening toelaatbare paaldrukkracht

Volgens NEN 6740 Basiseisen en belastingen. Geotechnische categorie = 2 en 3
NEN 6743 Berekeningsmethode voor funderingen op palen

Algemene gegevens

Aangehouden sondering die t.o.v. elkaar representatief zijn

Paal Beton, Staal of Hout B / S / H
 Paaltype Vierkant of Rond V / R
 Paalafmeting Afmeting zijde paalpunt
 Afmeting zijde schacht

| | | | | |
|--------|-----|------|---|---------------------|
| Algem. | 1 | | | |
| B | ok | A | = | 0,12 m ² |
| V | ok | O | = | 1,40 m |
| 350 | mm. | 4D | = | 1,58 m |
| 350 | mm. | 8D | = | 3,16 m |
| -2,00 | m. | 0,7D | = | 0,28 m |
| -13,50 | m. | | | |
| 1000:1 | | | | |
| 395 | mm. | | | |
| + | 500 | | | kN |
| + | 370 | | | kN |

Kopniveau NAP
 Puntniveau NAP
 Schoorstand 1000:1
 Equivalente paalpuntmiddellijn D_{eq} 395 mm.
 F_{s,tot-druk;d} Rekenwaarde uiterste grenstoestand op druk + 500 kN
 F_{s,tot-druk;rep} Rekenwaarde bruikbaarheidsgrenstoestand druk + 370 kN
 NEN 6743 art. 5.3.2 Representatieve waarden voor de maximale draagkracht
 M Aantal palen onder het beschouwde deel van het bouwwerk 11
 N Aantal sonderingen, volgens art. 11.6 van NEN 6740 1

Palen die verdeeld zijn geplaatst onder een

Gekozen paaltype

- prefab palen, rechte houten palen, stalen buispalen met gesloten voet
- vibro palen
- tapse houten palen
- geschroefde palen met gladde mantelbuis op schroefpunt die achterblijft beton tegen grond
- in grond geschroefd met groutinjectie of menging grond met grout
- prefab ingeschroefd met grout injectie langs schacht
- prefab ingeschroefd zonder injectie

Paalpuntsweerstand

$F_{r,max;punt,i} = A_{punt} \times \frac{1}{2} \times \alpha_p \times \beta \times s \times (\frac{1}{2}(q_{c,1,gem} + q_{c,2,gem}) + q_{c,3,gem})$ zie NEN 6743 art 5.3.3.

| | | | | |
|---------------------------|--------|-----------------|----------------------|---|
| A _{punt} | 122500 | mm ² | Opm. | q _{c,1,gem} > q _{c,2,gem} |
| α _p | 1 | | | q _{c,2,gem} > q _{c,3,gem} |
| β | 1,0 | | let op art. 5.3.3.3. | |
| s | 1,0 | 1 | | |
| q _{c,1,gem} | | 11,0 | | N/mm ² |
| q _{c,2,gem} | | 10,0 | | N/mm ² |
| q _{c,3,gem} | | 3,9 | | N/mm ² |
| F _{r,max;punt,i} | | 7,18 | 0,00 | 0,00 |
| | | 880 | 0 | 0 |
| | | ok | | 880 kN |

Positieve wrijving

$F_{r,max;schaft,i} = O_{p,gem} \times \Delta L \times \alpha_s \times q_{c,z,a}$ zie NEN 6743 art 5.3.3

| | | | | | | | | | |
|--------------------|-------|-----|---|---|---|---|---|---|-------------------|
| O _{p,gem} | 1400 | 1 | | | | | | | |
| ΔL | | 0,5 | | | | | | | m. |
| α _s | 0,010 | - | - | - | - | - | - | - | |
| q _{c,z,a} | | 5 | | | | | | | N/mm ² |
| | | 35 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | kN |
| | | | | | | | | | 35 kN |

Negatieve kleef

$F_{s,ink;rep} = O_s \times \sum [h_i \times K_{o,i;rep} \times \tan \delta_{i;rep} \times (\sigma'_{v,i-1;rep} + \sigma'_{v,i;rep}) \times 0,5]$

$F_{s,ink;rep} = A \times \sum [\sigma_{o,h,i;rep} - \sigma_{m,h,i;rep}]$

| | | |
|-------------------------|------|-------------------|
| O _s | 1400 | mm ¹ |
| h _i | | |
| K _{o,i;rep} | | |
| δ _{i;rep} | | |
| σ' _{v,i-1;rep} | | |
| σ' _{v,i;rep} | | |
| γ' _{i;rep} | | |
| φ _{i;rep} | | |
| P _{o,rep} | 15,0 | kN/m ² |
| A | 5,61 | m ² |

Voor enkele paal

Voor paalgroep

Bepaling sommatie per grondlaag

| nr | Hoogte h _i - m. van tot | γ _{i,rep} kN/m ³ | σ' _{v,i-1,rep} kN/m ² | σ' _{v,i,rep} kN/m ² | φ _{i,rep} graden | Con- trole | δ _{i,rep} graden | min waarde | Aandeel kN | | |
|----|---------------------------------------|---|--|--|------------------------------|---------------|------------------------------|---------------|-----------------------|--------------------------|-------|
| | | | P _{0,rep} = 15,0 | - | - | | - | - | - | T.g.v. bovenbelasting | |
| 1 | -2,0 -5,5 | 3,0 | 15,0 | 25,5 | 15,0 | ok | 11,3 | 0,25 | 0 | 25 T.g.v. grondlaag no 1 | |
| 2 | -5,5 -7,5 | 8,0 | 25,5 | 41,5 | 30,0 | ok | 22,5 | 0,25 | 0 | 23 T.g.v. grondlaag no 2 | |
| 3 | -7,5 | | 0,0 | 0,0 | | | 0,0 | 0,00 | 0 | 0 T.g.v. grondlaag no 3 | |
| 4 | 0,0 | | 0,0 | 0,0 | | | 0,0 | 0,00 | 0 | 0 T.g.v. grondlaag no 4 | |
| 5 | 0,0 | | 0,0 | 0,0 | | | 0,0 | 0,00 | 0 | 0 T.g.v. grondlaag no 5 | |
| | | | | | | | | | F _{s,nk,rep} | Voor enkele paal | 48 kN |
| | | | | | | | | | F _{s,nk,rep} | Voor paalgroep | 42 kN |
| | | | | | | | | | F _{s,nk,rep} | | 42 kN |

Resume belasting op druk

$F_{r,druk;d} = F_{r,fund,max-druk;d} = \xi_{1,N} \times (F_{r,max;punt} + F_{r,max;schacht}) / \gamma_m$
 $\gamma_m =$ materiaalfactor volgens NEN 6740 tabel 3 1,25
 $\xi_{1,N}$ of $\xi =$ factor volgens NEN 6743 tabel 1 0,82
 $F_{r,max;punt;gem}$ 880 kN
 $F_{r,max;schacht;gem}$ 35 kN
 $F_{r,druk;d} = F_{r,fund,max-druk;d} = \xi_{1,N} \times (F_{r,max;punt} + F_{r,max;schacht}) / \gamma_m$ 600 kN

$F_{s,druk;d} + F_{s,nk;d} < F_{r,druk;d}$ Grenstoestand 1B
 $F_{s,nk;d} = F_{s,nk,rep} \times \gamma_{f,nk}$ $\gamma_{f,nk} = 1,4$ NEN 6740 (art. 11.5.1)
 $F_{s,druk;d} + F_{s,nk;d} < F_{r,druk;d}$ 500 + 59 = 559 < 600 **Voldoet**

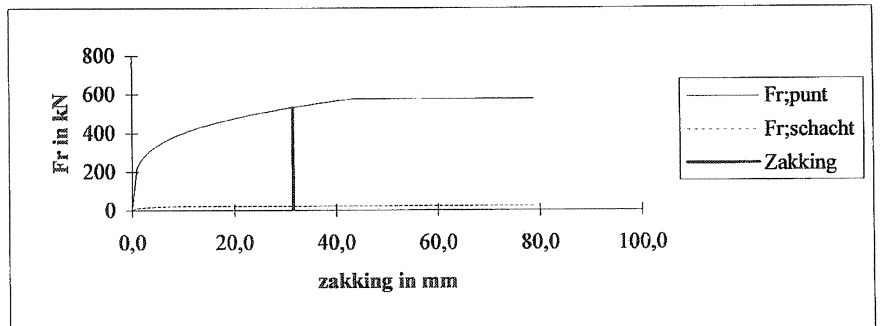
Bepaling van de rekenwaarde van de zakking t.g.v. druk

$w_d = w_{punt;d} + w_{el;d} + m^* \times \sigma_{v,4D} \times 0,9 \times \sqrt{A_{4D}} / 5 \times q_{c,z;gem}$ zie NEN 6743 art 6.1

| | | | |
|--|--|--------|---|
| w _{punt;d} | Rekenwaarde zakking paalpunt tgv de belasting op de paal | | |
| w _{el;d} | Rekenwaarde van de elastische zakking van de paal | | |
| w _{el;d} | $= (1 \times F_{s,tot;d} + 0,5(L-1) \times (F_{s,tot;d} + F_{r,punt;d})) / A_{schacht;d} \times E_{p,mat;d}$ | | |
| IB of 2 | Grenstoestand 1B of 2 | 1b | |
| L | Paallengte | 11,5 | m1 |
| l | Lengte zonder pos. wrijving | 11,0 | m1 |
| F _{s,tot;d} | Rekenwaarde tot. belasting kop | 559 | kN |
| F _{r,punt;d} | Rekenwaarde paalpuntbel. | 533 | kN |
| A _{schacht;d} | Schachtdoorsnede | 122500 | mm ² |
| E _{p,mat;d} | Elasticiteitsmodulus druk | 20000 | N/mm ² |
| | Paaltype | G | "G" rondverdringende of "B" oorpaal |
| w _{punt;d} | | 31,6 | mm. |
| w _{el;d} | | 2,6 | mm. |
| m* | Vorm punt volgens NEN 6743 tabel 5 | 0,95 | |
| σ _{v,4D} | Vert spanning tgv F _{s,fund;d} | 0,06 | N/mm ² |
| A _{4D} | Opp op 4D onder paalpunt | 9,92 | m ² |
| q _{c,z;gem} | Gem. sondeerw. onder paalpunt | 10,0 | N/mm ² |
| Min. toegepaste h.o.h. afstand van palen | | 2,00 | m. |
| w _{2;d} | Zakking onder paalpunt | 3,0 | mm. (is 0 als h.o.h. afst. palen ≥ 10D) |
| w _{d;druk} | Bij de relatieve rotatie minstens 1/3 meerekenen. NEN 6740-11.9 | | 37,2 mm. |

Resume verplaatsingen

| | |
|-----------------------------|-----------------|
| Deformatie grenst. 1B | β < 1/100 |
| Zakking grenst. 2 | w < 0,150 m. |
| Rotatie grenst. 2 | φ < 1/300 |
| Relatieve rotatie grenst. 2 | β < 1/300 |
| β = 1 / 161 | en w = 0,037 m. |
| | voldoet |



Bepalen van w_{punt;d}

$K = F/\delta$
 $F = 600 \text{ kN}$
 $\delta = 37,2 \text{ mm} = 0,037249 \text{ m}$
 $K = 16106 \text{ kN/m}$



Onderdeel: Berekening maximaal toelaatbare paalbelasting sondering DKM-02 Naam A.R. de Groot Datum 2-11-09 P3

5.1 Berekening toelaatbare paaldrukkraft

Volgens NEN 6740 Basiseisen en belastingen. Geotechnische categorie = 2 en 3
NEN 6743 Berekeningsmethode voor funderingen op palen

g-04

Algemene gegevens

Aangehouden sondering die t.o.v. elkaar representatief zijn

Paal Beton, Staal of Hout B / S / H
 Paaltype Vierkant of Rond V / R
 Paalafmeting Afmeting zijde paalpunt
 Afmeting zijde schacht
 Kopniveau NAP
 Puntniveau NAP
 Schoorstand 1000:1

| Algem. | 1 |
|--------|-----|
| B | ok |
| V | ok |
| 350 | mm. |
| 350 | mm. |
| -2,00 | m. |
| -13,50 | m. |
| 1000:1 | |
| 395 | mm. |
| 450 | kN |
| + 333 | kN |

| | | |
|------|---|------|
| A | = | 0,12 |
| O | = | 1,40 |
| 4D | = | 1,58 |
| 8D | = | 3,16 |
| 0,7D | = | 0,28 |

Equivalentente paalpuntmiddellijn D_{eq} 395 mm.
 $F_{s,tot-druk;d}$ Rekenwaarde uiterste grenstoestand op druk 450 kN
 $F_{s,tot-druk;rep}$ Rekenwaarde bruikbaarheidsgrenstoestand druk + 333 kN
 NEN 6743 art. 5.3.2 Representatieve waarden voor de maximale draagkracht
 M Aantal palen onder het beschouwde deel van het bouwwerk 20
 N Aantal sonderingen, volgens art. 11.6 van NEN 6740 1

Palen die verdeeld zijn geplaatst onder een

Gekozen paaltype

- prefab palen, rechte houten palen, stalen buispalen met gesloten voet
- vibro palen
- tapse houten palen
- geschroefde palen met gladde mantelbuis op schroefpunt die achterblijft beton tegen grond
- in grond geschroefd met groutinjectie ef menging grond met grout
- prefab ingeschroefd met grout injectie langs schacht
- prefab ingeschroefd zonder injectie

Paalpuntweerstand

$F_{r,max;punt;i} = A_{punt} \times \frac{1}{2} \times \alpha_p \times \beta \times s \times (\frac{1}{2}(q_{c;1,gem} + q_{c;2,gem}) + q_{c;3,gem})$ zie NEN 6743 art 5.3.3.

A_{punt} 122500 mm²
 α_p Paalklassefactor volgens NEN 6743 tabel 2 1
 β Paalvoetvorm volgens NEN 6743 figuur 3 1,0
 s Dwarsdoorsnede paalvoet volgens NEN 6743 figuur 4 1,0
 $q_{c;1,gem}$ Gem. conusweerstand traject 1 min 0,7-max 4 D_{eq} 10,0
 $q_{c;2,gem}$ Gem.conusweerst.traject 2 (min waarde)min 0,7-max 4 D_{eq} 9,0
 $q_{c;3,gem}$ Gem. conusweerstand traject 3 (min waarde) 8 D_{eq} 2,6

$F_{r,max;punt;i}$ Max voor fijn-grof zand = 15 N/mm²
 $F_{r,max;punt;i} = A_{punt} \times P_{r,max;punt;i}$
 $F_{r,max;punt;gem}$

| | | | | |
|------|------|------|------|------|
| 10,0 | | | | |
| 9,0 | | | | |
| 2,6 | | | | |
| 6,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 739 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ok | | | | 739 |

Positieve wrijving

$F_{r,max;schacht;i} = O_{p,gem} \times \Delta L \times \alpha_s \times q_{c;z;a}$ zie NEN 6743 art 5.3.3

$O_{p,gem}$ Omtrek paalschacht 1400
 ΔL Lengte waarover paalschachtwrijving werkt 1
 α_s Invloed uitvoering volgens NEN 6743 tabel 3 en 4 0,010
 $q_{c;z;a}$ Afgesnoten conusweerstand bij een max. van 12/15 N/mm² 4

$F_{r,max;schacht;i}$
 $F_{r,max;schacht;gem}$

| | | | | |
|-------|---|---|---|----|
| 1 | | | | |
| 1 | | | | |
| 0,010 | - | - | - | - |
| 4 | | | | |
| 56 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | 56 |

Negatieve kleef

$F_{s,nk;rep} = O_s \times \sum [h_i \times K_{o,i;rep} \times \tan \delta_{i;rep} \times (\sigma'_{v;i-1;rep} + \sigma'_{v;i;rep}) \times 0,5]$

$F_{s,nk;rep} = A \times \sum [\sigma_{O,h,i;rep} - \sigma_{m,h,i;rep}]$

O_s Omtrek van de palen 1400 mm^t
 h_i Dikte van de grondlaag in m.
 $K_{o,i;rep}$ Representatieve waarde van de neutrale gronddrukfactor in laag i
 $\delta_{i;rep}$ Representatieve waarde voor de wrijvingshoek van laag i
 $\sigma'_{v;i-1;rep}$ Representatieve waarde van de effectieve verticale spanning boven in laag i in kN/m²
 $\sigma'_{v;i;rep}$ Representatieve waarde van de effectieve verticale spanning onder in laag i in kN/m²
 $\gamma'_{i;rep}$ Representatieve waarde volumieke gewicht grond in kN/m³ zie tabel 8.1 van NEN 6740-1991 (onder water)
 $\phi_{i;rep}$ Representatieve waarde hoek inwendige wrijving in laag i in graden zie tabel 8.1 NEN 6740-1991
 $P_{o;rep}$ Representatieve waarde perm. bovenbelasting 15,0 kN/m²
 A Oppervlak van gebied door paal bestreken 5,61 m²

Voor enkele paal
 Voor paalgroep

4.05

Bepaling sommatie per grondlaag

| nr | Hoogte h _i - m. van tot | γ _{i,rep} kN/m ³ | σ' _{v,i-1,rep} kN/m ² | σ' _{v,i,rep} kN/m ² | φ _{i,rep} graden | Con- trole | δ _{i,rep} graden | min waarde | Aandeel kN | | |
|----|---------------------------------------|---|--|--|------------------------------|---------------|------------------------------|---------------|------------------------|--------------------------|-------|
| . | | | P _{o,rep} = 15,0 | - | - | | - | - | - | T.g.v. bovenbelasting | |
| 1 | -2,0 -5,5 | 3,0 | 15,0 | 25,5 | 15,0 | ok | 11,3 | 0,25 | 0 | 25 T.g.v. grondlaag no 1 | |
| 2 | -5,5 -7,5 | 8,0 | 25,5 | 41,5 | 30,0 | ok | 22,5 | 0,25 | 0 | 23 T.g.v. grondlaag no 2 | |
| 3 | -7,5 | | 0,0 | 0,0 | | | 0,0 | 0,00 | 0 | 0 T.g.v. grondlaag no 3 | |
| 4 | 0,0 | | 0,0 | 0,0 | | | 0,0 | 0,00 | 0 | 0 T.g.v. grondlaag no 4 | |
| 5 | 0,0 | | 0,0 | 0,0 | | | 0,0 | 0,00 | 0 | 0 T.g.v. grondlaag no 5 | |
| | | | | | | | | | F _{s,stk;rep} | Voor enkele paal | 48 kN |
| | | | | | | | | | F _{s,stk;rep} | Voor paalgroep | 42 kN |
| | | | | | | | | | F _{s,stk;rep} | | 42 |

Resume belasting op druk

$F_{r,druk;d} = F_{r,fund,max-druk;d} = \xi_{1;N} \times (F_{r,max;punt} + F_{r,max;schaft}) / \gamma_m$

γ_m = materiaalfactor volgens NEN 6740 tabel 3

ξ_{1;N} of ξ = factor volgens NEN 6743 tabel 1

F_{r,max;punt;gem}

F_{r,max;schaft;gem}

| |
|--------|
| 1,25 |
| 0,82 |
| 739 kN |
| 56 kN |

$F_{r,druk;d} = F_{r,fund,max-druk;d} = \xi_{1;N} \times (F_{r,max;punt} + F_{r,max;schaft}) / \gamma_m$

522

$F_{s,druk;d} + F_{s,stk;d} < F_{r,druk;d}$ Grenstoestand 1B

$F_{s,stk;d} = F_{s,stk;rep} \times \gamma_{f,stk}$ γ_{f,stk} = 1,4 NEN 6740 (art. 11.5.1)

$F_{s,druk;d} + F_{s,stk;d} < F_{r,druk;d}$ 450 + 59 = 509 < 522 **Voldoet**

Bepaling van de rekenwaarde van de zakking t.g.v. druk

$w_d = w_{punt;d} + w_{el;d} + m^* \times \sigma_{v,4D} \times 0,9 \times \sqrt{A_{4D}} / 5 \times q_{c,z;gem}$ zie NEN 6743 art 6.1

w_{punt;d} Rekenwaarde zakking paalpunt tgv de belasting op de paal

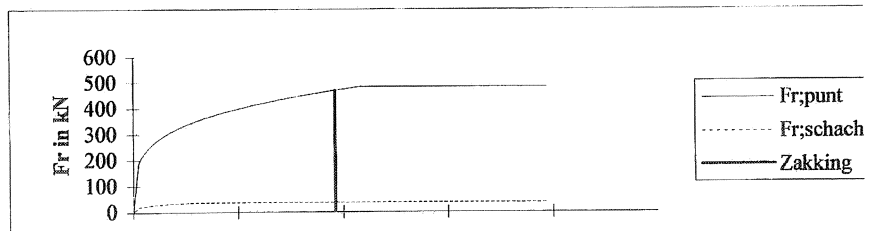
w_{el;d} Rekenwaarde van de elastische zakking van de paal

$w_{el;d} = (1 \times F_{s,tot;d} + 0,5(L-1) \times (F_{s,tot;d} + F_{r,punt;d})) / A_{schaft;d} \times E_{p,mat;d}$

| | 1B of 2 | Grenstoestand 1B of 2 | lb | | | |
|--|---|-----------------------|--------|---|-------------------------|-------------------|
| L | Paallengte | | 11,5 | m | Labda Paalle./Paalafin. | 33 |
| l | Lengte zonder pos. wrijving | | 10,5 | m | Max. | 65 Voldoet |
| F _{s,tot;d} | Rekenwaarde tot. belasting kop | | 509 | kN | | |
| F _{r,punt;d} | Rekenwaarde paalpuntbel. | | 471 | kN | | |
| A _{schaft;d} | Schachtdoorsnede | | 122500 | mm ² | | |
| E _{p,mat;d} | Elasticiteitsmodulus druk | | 20000 | N/mm ² | | |
| | Paaltype | | G | "G" rondverdringende of "B" oorpaal | | |
| w _{punt;d} | | | 38,5 | mm. | | |
| w _{el;d} | | | 2,4 | mm. | | |
| m* | Vorm punt volgens NEN 6743 tabel 5 | | 0,95 | | | |
| σ _{v,4D} | Vert spanning tgv F _{s,fund;d} | | 0,05 | N/mm ² | | |
| A _{4D} | Opp op 4D onder paalpunt | | 9,92 | m ² | | |
| q _{c,z;gem} | Gem. sondeerw. onder paalpunt | | 10,0 | N/mm ² | | |
| Min. toegepaste h.o.h. afstand van palen | | | 2,00 | m. | | |
| w _{2;d} | Zakking onder paalpunt | | 2,8 | mm. (is 0 als h.o.h. afst. palen ≥ 10D) | | |
| w _{d;druk} | Bij de relatieve rotatie minstens 1/3 meerekenen. NEN 6740-11.9 | | | | | 43,6 |

Resume verplaatsingen

| | |
|-----------------------------|--------------|
| Deformatie grenst. 1B | β < 1/100 |
| Zakking grenst. 2 | w < 0,150 m. |
| Rotatie grenst. 2 | φ < 1/300 |
| Relatieve rotatie grenst. 2 | β < 1/300 |
| β = 1 / 137 en w = 0,044 m. | |





Onderdeel: Berekening maximaal toelaatbare paalbelasting sondering DKM-02 Naam A.R. de Groot Datum 2-11-09 Pag.

4-06
14,00

5.1 Berekening toelaatbare paaldruckkracht

Volgens NEN 6740 Basiseisen en belastingen. Geotechnische categorie = 2 en 3
NEN 6743 Berekeningsmethode voor funderingen op palen

Algemene gegevens

Aangehouden sondering die t.o.v. elkaar representatief zijn

Paal Beton, Staal of Hout B / S / H
 Paaltype Vierkant of Rond V / R
 Paalafmeting Afmeting zijde paalpunt
 Afmeting zijde schacht

Kopniveau NAP
 Puntniveau NAP
 Schoorstand 1000:1

Equivalente paalpuntmiddellijn D_{eq} 395 mm.
 $F_{s,tot;druk;d}$ Rekenwaarde uiterste grenstoestand op druk + 475 kN
 $F_{s,tot;druk;rep}$ Rekenwaarde bruikbaarheidsgrenstoestand druk + 352 kN

NEN 6743 art. 5.3.2 Representatieve waarden voor de maximale draagkracht

M Aantal palen onder het beschouwde deel van het bouwwerk 20
 N Aantal sonderingen, volgens art. 11.6 van NEN 6740 1
 Palen die verdeeld zijn geplaatst onder een

1,12 m

Gekozen paaltype

| | |
|--------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> | prefab palen, rechte houten palen, stalen buispalen met gesloten voet |
| <input type="checkbox"/> | vibro palen |
| <input type="checkbox"/> | tapse houten palen |
| <input type="checkbox"/> | geschroefde palen met gladde mantelbuis op schroefpunt die achterblijft beton tegen grond |
| <input type="checkbox"/> | in grond geschroefd met groutinjectie of menging grond met grout |
| <input type="checkbox"/> | prefab ingeschroefd met grout injectie langs schacht |
| <input type="checkbox"/> | prefab ingeschroefd zonder injectie |

Paalpuntweerstand

$F_{r,max;punt;i} = A_{punt} \times \frac{1}{2} \times \alpha_p \times \beta \times s \times (\frac{1}{2}(q_{c;1,gem} + q_{c;2,gem}) + q_{c;3,gem})$ zie NEN 6743 art 5.3.3.

| | | | | | | | |
|--------------------|--|-----------------|----------------------------------|------|------|------|-------------------|
| A_{punt} | 122500 | mm ² | Opm. $q_{c;1,gem} > q_{c;2,gem}$ | | | | |
| α_p | 1 | | $q_{c;2,gem} > q_{c;3,gem}$ | | | | |
| β | 1,0 | | let op art. 5.3.3.3. | | | | |
| s | 1,0 | 1 | | | | | |
| $q_{c;1,gem}$ | Gem. conusweerstand traject 1 min 0,7-max 4 D_{eq} | 11,8 | | | | | N/mm ² |
| $q_{c;2,gem}$ | Gem.conusweerst.traject 2 (min waarde)min 0,7-max 4 D_{eq} | 10,0 | | | | | N/mm ² |
| $q_{c;3,gem}$ | Gem. conusweerstand traject 3 (min waarde) 8 D_{eq} | 2,4 | | | | | N/mm ² |
| $F_{r,max;punt;i}$ | Max voor fijn-grof zand = 15 N/mm ² | 6,64 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | N/mm ² |
| | $F_{r,max;punt;i} = A_{punt} \times P_{r,max;punt;i}$ | 814 | 0 | 0 | 0 | 0 | kN |
| | $F_{r,max;punt;gem}$ | ok | | | | | 814 kN |

Positieve wrijving

$F_{r,max;schacht;i} = O_{p,gem} \times \Delta L \times \alpha_s \times q_{c;z;a}$ zie NEN 6743 art 5.3.3

| | | | | | | | | |
|-------------|--|-------|-----|---|---|---|---|-------------------|
| $O_{p,gem}$ | Omtrek paalschacht | 1400 | 1 | | | | | |
| ΔL | Lengte waarover paalschachtwrijving werkt | 0,010 | 0,5 | | | | | m. |
| α_s | Invloed uitvoering volgens NEN 6743 tabel 3 en 4 | | - | - | - | - | - | |
| $q_{c;z;a}$ | Afgesnoten conusweerstand bij een max. van 12/15 N/mm ² | | 5 | | | | | N/mm ² |
| | $F_{r,max;schacht;i}$ | | 35 | 0 | 0 | 0 | 0 | kN |
| | $F_{r,max;schacht;gem}$ | | | | | | | 35 kN |

Negatieve kleef

$F_{s,nk;rep} = O_s \times \Sigma [h_i \times K_{o;i;rep} \times \tan \delta_{i;rep} \times (\sigma'_{v;i-1;rep} + \sigma'_{v;i;rep}) \times 0,5]$

$F_{s,nk;rep} = A \times \Sigma [\sigma_{o,h;i;rep} - \sigma_{m,h;i;rep}]$

| | | | |
|-----------------------|---|------|-------------------|
| O_s | Omtrek van de palen | 1400 | mm ¹ |
| h_i | Dikte van de grondlaag in m. | | |
| $K_{o;i;rep}$ | Representatieve waarde van de neutrale gronddrukfactor in laag i | | |
| $\delta_{i;rep}$ | Representatieve waarde voor de wrijvingshoek van laag i | | |
| $\sigma'_{v;i-1;rep}$ | Representatieve waarde van de effectieve verticale spanning boven in laag i in kN/m ² | | |
| $\sigma'_{v;i;rep}$ | Representatieve waarde van de effectieve verticale spanning onder in laag i in kN/m ² | | |
| $\gamma'_{i;rep}$ | Representatieve waarde volumieke gewicht grond in kN/m ³ zie tabel 8.1 van NEN 6740-1991 (onder water) | | |
| $\phi_{i;rep}$ | Representatieve waarde hoek inwendige wrijving in laag i in graden zie tabel 8.1 NEN 6740-1991 | | |
| $P_{o;rep}$ | Representatieve waarde perm. bovenbelasting | 15,0 | kN/m ² |
| A | Oppervlak van gebied door paal bestreken | 5,61 | m ² |

Voor enkele paal

Voor paalgroep



Onderdeel: Berekening maximaal toelaatbare paalbelasting sondering DKM-02 Naam A.R. de Groot Datum 2-11-09 Pag.

Bepaling sommatie per grondlaag

4-07

| nr | Hoogte h _i - m. van tot | γ _{i,rep} kN/m ³ | σ' _{v,i-1,rep} kN/m ² | σ' _{v,i,rep} kN/m ² | φ _{i,rep} graden | Controle | δ _{i,rep} graden | min waarde | Aandeel kN | |
|----|---------------------------------------|---|--|--|------------------------------|----------|------------------------------|------------|---|--------------------------|
| . | | | P _{0,rep} = 15,0 | - | - | | - | - | - | T.g.v. bovenbelasting |
| 1 | -2,0 -5,5 | 3,0 | 15,0 | 25,5 | 15,0 | ok | 11,3 | 0,25 | 0 | 25 T.g.v. grondlaag no 1 |
| 2 | -5,5 -7,5 | 8,0 | 25,5 | 41,5 | 30,0 | ok | 22,5 | 0,25 | 0 | 23 T.g.v. grondlaag no 2 |
| 3 | -7,5 | | 0,0 | 0,0 | | | 0,0 | 0,00 | 0 | 0 T.g.v. grondlaag no 3 |
| 4 | 0,0 | | 0,0 | 0,0 | | | 0,0 | 0,00 | 0 | 0 T.g.v. grondlaag no 4 |
| 5 | 0,0 | | 0,0 | 0,0 | | | 0,0 | 0,00 | 0 | 0 T.g.v. grondlaag no 5 |
| | | | | | | | | | F _{s,snk,rep} Voor enkele paal | 48 kN |
| | | | | | | | | | F _{s,snk,rep} Voor paalgroep | 42 kN |
| | | | | | | | | | F _{s,snk,rep} | 42 kN |

Resume belasting op druk

$F_{r,druk;d} = F_{r,fund,max-druk;d} = \xi_{1,N} \times (F_{r,max;punt} + F_{r,max;schaft}) / \gamma_m$

γ_m = materiaalfactor volgens NEN 6740 tabel 3

ξ_{1,N} of ξ = factor volgens NEN 6743 tabel 1

F_{r,max;punt;gem}

F_{r,max;schaft;gem}

$F_{r,druk;d} = F_{r,fund,max-druk;d} = \xi_{1,N} \times (F_{r,max;punt} + F_{r,max;schaft}) / \gamma_m$

$F_{s,druk;d} + F_{s,snk;d} < F_{r,druk;d}$

Grenstoestand 1B

$F_{s,snk;d} = F_{s,snk,rep} \times \gamma_{f,sk}$

γ_{f,sk} = 1,4

NEN 6740 (art. 11.5.1)

$F_{s,druk;d} + F_{s,snk;d} < F_{r,druk;d}$

475

59

=

534

<

557

Voldoet

| |
|--------|
| 1,25 |
| 0,82 |
| 814 kN |
| 35 kN |

557 kN

Bepaling van de rekenwaarde van de zakking t.g.v. druk

$w_d = w_{punt;d} + w_{el;d} + m^* \times \sigma_{v,4D} \times 0,9 \times \sqrt{A_{4D}} / 5 \times q_{c,z;gem}$ zie NEN 6743 art 6.1

w_{punt;d} Rekenwaarde zakking paalpunt tgv de belasting op de paal

w_{el;d} Rekenwaarde van de elastische zakking van de paal

$w_{el;d} = (1 \times F_{s,tot;d} + 0,5(L-l) \times (F_{s,tot;d} + F_{r,punt;d})) / A_{schaft;d} \times E_{p,mat;d}$

1B of 2

Grenstoestand 1B of 2

L

Paallengte

l

Lengte zonder pos. wrijving

F_{s,tot;d}

Rekenwaarde tot. belasting kop

F_{r,punt;d}

Rekenwaarde paalpuntbel.

A_{schaft;d}

Schachtdoorsnede

E_{p,mat;d}

Elasticiteitsmodulus druk

w_{punt;d}

Paaltype

w_{el;d}

m*

Vorm punt volgens NEN 6743 tabel 5

σ_{v,4D}

Vert spanning tgv F_{s,fund;d}

A_{4D}

Opp op 4D onder paalpunt

q_{c,z;gem}

Gen. sondeerw. onder paalpunt

Min. toegepaste h.o.h. afstand van palen

2,00

w_{z;d}

Zakking onder paalpunt

| | | | |
|--------|---|------------------------|----------------|
| 1b | | | |
| 11,5 | m1 | Labda Paalle./Paalafm. | 33 |
| 11,0 | m1 | Max. | 65 |
| 534 | kN | | Voldoet |
| 508 | kN | | |
| 122500 | mm ² | | |
| 20000 | N/mm ² | | |
| G | "G" rondverdringende of "B" oorpaal | | |
| 35,5 | mm. | | |
| 2,5 | mm. | | |
| 0,95 | | | |
| 0,05 | N/mm ² | | |
| 9,92 | m ² | | |
| 10,0 | N/mm ² | | |
| 2,00 | m. | | |
| 2,9 | mm. (is 0 als h.o.h. afst. palen ≥ 10D) | | |

w_{d,druk} Bij de relatieve rotatie minstens 1/3 meerekenen. NEN 6740-11.9

40,9 mm.

Resume verplaatsingen

Deformatie grenst. 1B β < 1/100

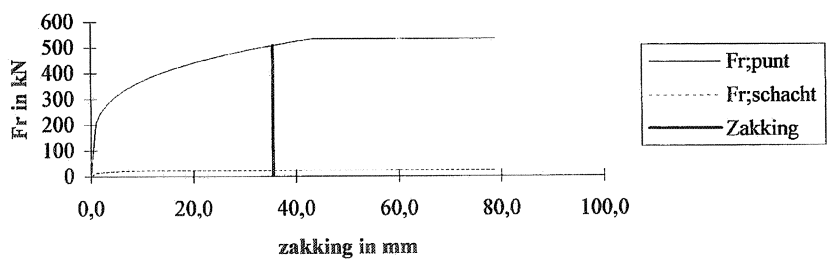
Zakking grenst. 2 w < 0,150 m.

Rotatie grenst. 2 φ < 1/300

Relatieve rotatie grenst. 2 β < 1/300

β = 1 / 147 en w = 0,041 m.

voldoet



Bepalen van w_{punt;d}

K = F/δ

F = 557 kN

δ = 40,9 mm = 0,040945 m

K = 13602 kN/m



4-00

Onderdeel: Berekening maximaal toelaatbare paalbelasting sondering DKM-01-1 Naam A.R. de Groot Datum 2-11-09 Pag.

5.1 Berekening toelaatbare paaldrukkraft

Volgens NEN 6740 Basiseisen en belastingen. Geotechnische categorie = 2 en 3
NEN 6743 Berekeningsmethode voor funderingen op palen

Algemene gegevens

Aangehouden sondering die t.o.v. elkaar representatief zijn

Paal Beton, Staal of Hout B / S / H
 Paaltype Vierkant of Rond V / R
 Paalafmeting Afmeting zijde paalpunt
 Afmeting zijde schacht

Kopniveaun NAP -2,00 m.
 Puntniveaun NAP -13,50 m.
 Schoorstand 1000:1

Equivalentente paalpuntmiddellijn D_{eq} 282 mm.
 $F_{s,tot-druk;d}$ Rekenwaarde uiterste grenstoestand op druk + 250 kN
 $F_{s,tot-druk;rep}$ Rekenwaarde bruikbaarheidsgrenstoestand druk + 185 kN

NEN 6743 art. 5.3.2 Representatieve waarden voor de maximale draagkraft

M Aantal palen onder het beschouwde deel van het bouwwerk 11
 N Aantal sonderingen, volgens art. 11.6 van NEN 6740 1
 Palen die verdeeld zijn geplaatst onder een stijf bouwwerk

| Algem. | | 1 | | | |
|--------|-----|------|---|------|----------------|
| B | ok | A | = | 0,06 | m ² |
| V | ok | O | = | 1,00 | m |
| 250 | mm. | 4D | = | 1,13 | m |
| 250 | mm. | 8D | = | 2,26 | m |
| -2,00 | m. | 0,7D | = | 0,20 | m |

Gekozen paaltype

- prefab palen, rechte houten palen, stalen buispalen met gesloten voet
- vibro palen
- tapse houten palen
- geschroefde palen met gladde mantelbuis op schroefpunt die achterblijft beton tegen grond
- in grond geschroefd met groutinjectie ef menging grond met grout
- prefab ingeschroefd met grout injectie langs schacht
- prefab ingeschroefd zonder injectie

Paalpuntweerstand

$F_{r,max;punt;i} = A_{punt} \times \frac{1}{2} \times \alpha_p \times \beta \times s \times ((\frac{1}{2}(q_{c,1,gem} + q_{c,2,gem}) + q_{c,3,gem}))$ zie NEN 6743 art 5.3.3.

| | | | | | | | | | |
|----------------------|--|-------|-----------------|----------------------|-----------------------------|------|------|------|-------------------|
| A_{punt} | Paalklassefactor volgens NEN 6743 tabel 2 | 62500 | mm ² | Opm. | $q_{c,1,gem} > q_{c,2,gem}$ | | | | |
| α_p | Paalvoetvorm volgens NEN 6743 figuur 3 | 1 | | | $q_{c,2,gem} > q_{c,3,gem}$ | | | | |
| β | Dwarsdoorsnede paalvoet volgens NEN 6743 figuur 4 | 1,0 | | let op art. 5.3.3.3. | | | | | |
| s | Gem. conusweerstand traject 1 min 0,7-max 4 D_{eq} | 1,0 | 1 | | | | | | |
| $q_{c,1,gem}$ | Gem.conusweerst.traject 2 (min waarde)min 0,7-max 4 D_{eq} | | 11,0 | | N/mm ² | | | | |
| $q_{c,2,gem}$ | Gem. conusweerstand traject 3 (min waarde) 8 D_{eq} | | 11,0 | | N/mm ² | | | | |
| $q_{c,3,gem}$ | Max voor fijn-grof zand = 15 N/mm ² | | 3,5 | | N/mm ² | | | | |
| $F_{r,max;punt;i}$ | $F_{r,max;punt;i} = A_{punt} \times P_{r,max;punt;i}$ | | 7,24 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | N/mm ² |
| $F_{r,max;punt;gem}$ | | | 452 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | kN |
| | | | ok | 452 kN | | | | | |

Positieve wrijving

$F_{r,max;schacht;i} = O_{p,gem} \times \Delta L \times \alpha_s \times q_{c,z;a}$ zie NEN 6743 art 5.3.3

| | | | | | | | | | |
|-------------------------|--|-------|-------|---|---|---|---|---|-------------------|
| $O_{p,gem}$ | Omtrek paalschacht | 1000 | 1 | | | | | | |
| ΔL | Lengte waarover paalschachtwrijving werkt | 0,010 | 0,5 | | | | | | m. |
| α_s | Invloed uitvoering volgens NEN 6743 tabel 3 en 4 | | - | - | - | - | - | - | |
| $q_{c,z;a}$ | Afgesnoten conusweerstand bij een max. van 12/15 N/mm ² | | 5 | | | | | | N/mm ² |
| $F_{r,max;schacht;i}$ | | | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | kN |
| $F_{r,max;schacht;gem}$ | | | 25 kN | | | | | | |

Negatieve kleef

$F_{s,nk;rep} = O_s \times \Sigma [h_i \times K_{o,i;rep} \times \tan \delta_{i;rep} \times (\sigma'_{v,i-1;rep} + \sigma'_{v,i;rep}) \times 0,5]$

$F_{s,nk;rep} = A \times \Sigma [\sigma_{O,h,i;rep} - \sigma_{m,h,i;rep}]$

| | | | |
|-----------------------|---|------|-------------------|
| O_s | Omtrek van de palen | 1000 | mm ¹ |
| h_i | Dikte van de grondlaag in m. | | |
| $K_{o,i;rep}$ | Representatieve waarde van de neutrale gronddrukfactor in laag i | | |
| $\delta_{i;rep}$ | Representatieve waarde voor de wrijvingshoek van laag i | | |
| $\sigma'_{v,i-1;rep}$ | Representatieve waarde van de effectieve verticale spanning boven in laag i in kN/m ² | | |
| $\sigma'_{v,i;rep}$ | Representatieve waarde van de effectieve verticale spanning onder in laag i in kN/m ² | | |
| $\gamma'_{i;rep}$ | Representatieve waarde volumieke gewicht grond in kN/m ³ zie tabel 8.1 van NEN 6740-1991 (onder water) | | |
| $\phi_{i;rep}$ | Representatieve waarde hoek inwendige wrijving in laag i in graden zie tabel 8.1 NEN 6740-1991 | | |
| $P_{o;rep}$ | Representatieve waarde perm. bovenbelasting | 15,0 | kN/m ² |
| A | Oppervlak van gebied door paal bestreken | 2,86 | m ² |

Voor enkele paal
Voor paalgroep



Onderdeel: Berekening maximaal toelaatbare paalbelasting sondering DKM-01-1 Naam A.R. de Groot Datum 2-11-09 Pag.

Bepaling sommatie per grondlaag

| nr | Hoogte h _i - m. van tot | γ _{i,rep} kN/m ³ | σ' _{v,i-1,rep} kN/m ² | σ' _{v,i,rep} kN/m ² | φ _{i,rep} graden | Con- trole | δ _{i,rep} graden | min waarde | Aandeel kN | | |
|----|---------------------------------------|---|--|--|------------------------------|---------------|------------------------------|---------------|---------------|--------------------------|-------|
| | | | P _{o,rep} = 15,0 | - | - | | - | - | - | T.g.v. bovenbelasting | |
| 1 | -2,0 -5,5 | 3,0 | 15,0 | 25,5 | 15,0 | ok | 11,3 | 0,25 | 0 | 18 T.g.v. grondlaag no 1 | |
| 2 | -5,5 -7,5 | 8,0 | 25,5 | 41,5 | 30,0 | ok | 22,5 | 0,25 | 0 | 17 T.g.v. grondlaag no 2 | |
| 3 | -7,5 | | 0,0 | 0,0 | | | 0,0 | 0,00 | 0 | 0 T.g.v. grondlaag no 3 | |
| 4 | 0,0 | | 0,0 | 0,0 | | | 0,0 | 0,00 | 0 | 0 T.g.v. grondlaag no 4 | |
| 5 | 0,0 | | 0,0 | 0,0 | | | 0,0 | 0,00 | 0 | 0 T.g.v. grondlaag no 5 | |
| | | | F _{s,stk,rep} | Voor enkele paal | | | | | | 34 | kN |
| | | | F _{s,stk,rep} | Voor paalgroep | | | | | | 28 | kN |
| | | | F _{s,stk,rep} | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | 28 kN |

Resume belasting op druk

$F_{r,druk;d} = F_{r,fund,max-druk;d} = \xi_{1,N} \times (F_{r,max;punt} + F_{r,max;schacht}) / \gamma_m$

γ_m = materiaalfactor volgens NEN 6740 tabel 3

ξ_{1,N} of ξ = factor volgens NEN 6743 tabel 1

F_{r,max;punt;gem}

F_{r,max;schacht;gem}

$F_{r,druk;d} = F_{r,fund,max-druk;d} = \xi_{1,N} \times (F_{r,max;punt} + F_{r,max;schacht}) / \gamma_m$

$F_{s,druk;d} + F_{s,stk;d} < F_{r,druk;d}$

Grenstoestand 1B

$F_{s,stk;d} = F_{s,stk,rep} \times \gamma_{f,stk}$

γ_{f,stk} = 1,4

NEN 6740 (art. 11.5.1)

$F_{s,druk;d} + F_{s,stk;d} < F_{r,druk;d}$

250

+

40

=

290

<

313

Voldoet

| |
|--------|
| 1,25 |
| 0,82 |
| 452 kN |
| 25 kN |

313 kN

Bepaling van de rekenwaarde van de zakking t.g.v. druk

$w_d = w_{punt;d} + w_{el;d} + m^* \times \sigma_{v,4D} \times 0,9 \times \sqrt{A_{4D}} / 5 \times q_{c,z;gem}$ zie NEN 6743 art 6.1

w_{punt;d} Rekenwaarde zakking paalpunt tgv de belasting op de paal

w_{el;d} Rekenwaarde van de elastische zakking van de paal

$w_{el;d} = (1 \times F_{s,tot;d} + 0,5(L-l) \times (F_{s,tot;d} + F_{r,punt;d})) / A_{schacht;d} \times E_{p,mat;d}$

1B of 2

Grenstoestand 1B of 2

L

Paallengte

l

Lengte zonder pos. wrijving

F_{s,tot;d}

Rekenwaarde tot. belasting kop

F_{r,punt;d}

Rekenwaarde paalpuntbel.

A_{schacht;d}

Schachtdoorsnede

E_{p,mat;d}

Elasticiteitsmodulus druk

Paaltype

w_{punt;d}

w_{el;d}

m*

Vorm punt volgens NEN 6743 tabel 5

σ_{v,4D}

Vert spanning tgv F_{s,fund;d}

A_{4D}

Opp op 4D onder paalpunt

q_{c,z;gem}

Gem. sondeerw. onder paalpunt

Min. toegepaste h.o.h. afstand van palen

w_{2;d}

Zakking onder paalpunt

w_{d;druk} Bij de relatieve rotatie minstens 1/3 meerekenen. NEN 6740-11.9

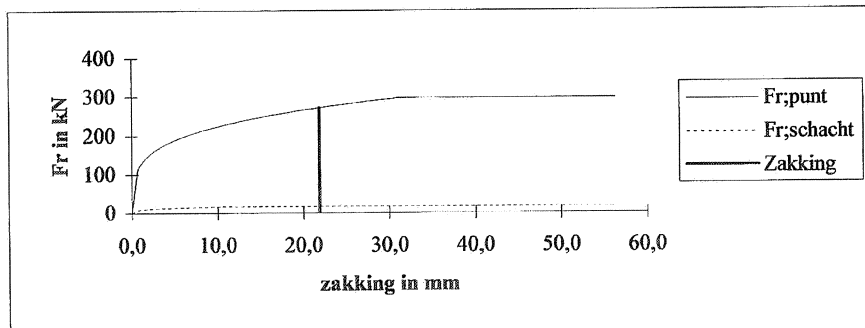
| | | | |
|-------|---|------------------------|---------|
| 1b | | | |
| 11,5 | m1 | Labda Paalle./Paalafm. | 46 |
| 11,0 | m1 | Max. | 65 |
| 290 | kN | | Voldoet |
| 272 | kN | | |
| 62500 | mm ² | | |
| 20000 | N/mm ² | | |
| G | "G" rondverdringende of "B" oorpaal | | |
| 21,9 | mm. | | |
| 2,7 | mm. | | |
| 0,95 | | | |
| 0,06 | N/mm ² | | |
| 5,06 | m ² | | |
| 10,0 | N/mm ² | | |
| 2,00 | m. | | |
| 2,2 | mm. (is 0 als h.o.h. afst. palen ≥ 10D) | | |

26,7 mm.

Resume verplaatsingen

- Deformatie grenst. 1B β < 1/100
- Zakking grenst. 2 w < 0,150 m.
- Rotatie grenst. 2 φ < 1/300
- Relatieve rotatie grenst. 2 β < 1/300

β = 1 / 224 en w = 0,027 m. voldoet



Bepalen van w_{punt;d}

K = F/δ

F = 313 kN

δ = 26,7 mm = 0,026728 m

K = 11716 kN/m



4-10

5.1 Berekening toelaatbare paaldrukkkracht

Volgens NEN 6740 Basiseisen en belastingen. Geotechnische categorie = 2 en 3
NEN 6743 Berekeningsmethode voor funderingen op palen

Algemene gegevens

Aangehouden sondering die t.o.v. elkaar representatief zijn

| | | |
|--------------|-------------------------|-----------|
| Paal | Beton, Staal of Hout | B / S / H |
| Paaltype | Vierkant of Rond | V / R |
| Paalafmeting | Afmeting zijde paalpunt | |
| | Afmeting zijde schacht | |

| | | | |
|-------------|-----|--------|----|
| Kopnivea | NAP | -2,00 | m. |
| Puntnivea | NAP | -13,50 | m. |
| Schoorstand | | 1000:1 | |

| | | | | |
|--------|-----|------|---|---------------------|
| Algem. | 1 | | | |
| B | ok | A | = | 0,06 m ² |
| V | ok | O | = | 1,00 m |
| 250 | mm. | 4D | = | 1,13 m |
| 250 | mm. | 8D | = | 2,26 m |
| -2,00 | m. | 0,7D | = | 0,20 m |

| | | | |
|--|--|-----|--------|
| Equivalente paalpuntmiddellijn D _{eq} | | 282 | mm. |
| F _{s,tot-druk;d} | Rekenwaarde uiterste grenstoestand op druk | + | 250 kN |
| F _{s,tot-druk;rep} | Rekenwaarde bruikbaarheidsgrenstoestand druk | + | 185 kN |

NEN 6743 art. 5.3.2 Representatieve waarden voor de maximale draagkracht

| | | |
|---|---|----------------|
| M | Aantal palen onder het beschouwde deel van het bouwwerk | 11 |
| N | Aantal sonderingen, volgens art. 11.6 van NEN 6740 | 1 |
| | Palen die verdeeld zijn geplaatst onder een | stijf bouwwerk |

Gekozen paaltype

- prefab palen, rechte houten palen, stalen buispalen met gesloten voet
- vibro palen
- tapse houten palen
- geschroefde palen met gladde mantelbuis op schroefpunt die achterblijft beton tegen grond
- in grond geschroefd met groutinjectie ef menging grond met grout
- prefab ingeschroefd met grout injectie langs schacht
- prefab ingeschroefd zonder injectie

Paalpuntweerstand

$F_{r,max;punt;i} = A_{punt} \times \frac{1}{2} \times \alpha_p \times \beta \times s \times ((\frac{1}{2}(q_{c;1,gem} + q_{c;2,gem}) + q_{c;3,gem}))$ zie NEN 6743 art 5.3.3.

| | | | | | | | | | |
|---------------------------|---|-------------------------------|----------------------|---|------|------|------|------|-------------------|
| A _{punt} | 62500 | mm ² | Opm. | q _{c;1,gem} > q _{c;2,gem} | | | | | |
| α _p | 1 | | | q _{c;2,gem} > q _{c;3,gem} | | | | | |
| β | 1,0 | | let op art. 5.3.3.3. | | | | | | |
| s | 1,0 | 1 | | | | | | | |
| q _{c;1,gem} | Gem. conusweerstand traject 1 | min 0,7-max 4 D _{eq} | 11,0 | N/mm ² | | | | | |
| q _{c;2,gem} | Gem.conusweerst.traject 2 (min waarde)min 0,7-max 4 D _{eq} | | 11,0 | N/mm ² | | | | | |
| q _{c;3,gem} | Gem. conusweerstand traject 3 (min waarde) 8 D _{eq} | | 3,5 | N/mm ² | | | | | |
| F _{r,max;punt;i} | Max voor fijn-grof zand = 15 N/mm ² | | 7,24 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | N/mm ² |
| | F _{r,max;punt;i} = A _{punt} x P _{r,max;punt;i} | | 452 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | kN |
| | F _{r,max;punt;gem} | | ok | 452 kN | | | | | |

Positieve wrijving

$F_{r,max;schacht;i} = O_{p,gem} \times \Delta L \times \alpha_s \times q_{c;z;a}$ zie NEN 6743 art 5.3.3

| | | | | | | | | | |
|--------------------|--|-------|-------|---|---|---|---|---|-------------------|
| O _{p,gem} | Omtrek paalschacht | 1000 | 1 | | | | | | |
| ΔL | Lengte waarover paalschachtwrijving werkt | 0,010 | 0,5 | | | | | | m. |
| α _s | Invloed uitvoering volgens NEN 6743 tabel 3 en 4 | | - | - | - | - | - | - | |
| q _{c;z;a} | Afgesnoten conusweerstand bij een max. van 12/15 N/mm ² | | 5 | | | | | | N/mm ² |
| | F _{r,max;schacht;i} | | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | kN |
| | F _{r,max;schacht;gem} | | 25 kN | | | | | | |

Negatieve kleef

$F_{s,nk;rep} = O_s \times \sum [h_i \times K_{o,i;rep} \times \tan \delta_{i;rep} \times (\sigma'_{v;i-1;rep} + \sigma'_{v;i;rep}) \times 0,5]$

$F_{s,nk;rep} = A \times \sum [\sigma_{o,h;i;rep} - \sigma_{m,h;i;rep}]$

| | | | |
|-------------------------|---|------|-------------------|
| O _s | Omtrek van de palen | 1000 | mm ¹ |
| h _i | Dikte van de grondlaag in m. | | |
| K _{o,i;rep} | Representatieve waarde van de neutrale gronddrukfactor in laag i | | |
| δ _{i;rep} | Representatieve waarde voor de wrijvingshoek van laag i | | |
| σ' _{v;i-1;rep} | Representatieve waarde van de effectieve verticale spanning boven in laag i in kN/m ² | | |
| σ' _{v;i;rep} | Representatieve waarde van de effectieve verticale spanning onder in laag i in kN/m ² | | |
| γ _{i;rep} | Representatieve waarde volumieke gewicht grond in kN/m ³ zie tabel 8.1 van NEN 6740-1991 (onder water) | | |
| φ _{i;rep} | Representatieve waarde hoek inwendige wrijving in laag i in graden zie tabel 8.1 NEN 6740-1991 | | |
| P _{o;rep} | Representatieve waarde perm. bovenbelasting | 15,0 | kN/m ² |
| A | Oppervlak van gebied door paal bestreken | 2,86 | m ² |

Voor enkele paal

Voor paalgroep



Onderdeel: Berekening maximaal toelaatbare paalbelasting sondering DKM-01-1 Naam A.R. de Groot Datum 2-11-09 Pag. 4-1

Bepaling sommatie per grondlaag

| nr | Hoogte h _i - m. van tot | γ _{i,rep} kN/m ³ | σ' _{v,j-1,rep} kN/m ² | σ' _{v,j,rep} kN/m ² | φ _{i,rep} graden | Con- trole | δ _{i,rep} graden | min waarde | Aandeel kN | |
|----|---------------------------------------|---|--|--|------------------------------|---------------|------------------------------|---------------|---------------|--------------------------|
| | | | P _{o,rep} = | 15,0 | - | - | - | - | - | T.g.v. bovenbelasting |
| 1 | -2,0 -5,5 | 3,0 | | 15,0 | 25,5 | 15,0 | ok | 11,3 | 0,25 0 | 18 T.g.v. grondlaag no 1 |
| 2 | -5,5 -7,5 | 8,0 | | 25,5 | 41,5 | 30,0 | ok | 22,5 | 0,25 0 | 17 T.g.v. grondlaag no 2 |
| 3 | -7,5 | | | 0,0 | 0,0 | | | 0,0 | 0,00 0 | 0 T.g.v. grondlaag no 3 |
| 4 | 0,0 | | | 0,0 | 0,0 | | | 0,0 | 0,00 0 | 0 T.g.v. grondlaag no 4 |
| 5 | 0,0 | | | 0,0 | 0,0 | | | 0,0 | 0,00 0 | 0 T.g.v. grondlaag no 5 |

| | | | |
|------------------------|------------------|----|----|
| F _{s,stk,rep} | Voor enkele paal | 34 | kN |
| F _{s,stk,rep} | Voor paalgroep | 28 | kN |
| F _{s,stk,rep} | | | |

28 kN

Resume belasting op druk

$F_{r,druk;d} = F_{r,fund,max;druk;d} = \xi_{1,N} \times (F_{r,max;punt} + F_{r,max;schacht}) / \gamma_m$

γ_m = materiaalfactor volgens NEN 6740 tabel 3

ξ_{1,N} of ξ = factor volgens NEN 6743 tabel 1

F_{r,max;punt;gem}

F_{r,max;schacht;gem}

| | |
|------|----|
| 1,25 | |
| 0,82 | |
| 452 | kN |
| 25 | kN |

$F_{r,druk;d} = F_{r,fund,max;druk;d} = \xi_{1,N} \times (F_{r,max;punt} + F_{r,max;schacht}) / \gamma_m$

313 kN

$F_{s,druk;d} + F_{s,stk;d} < F_{r,druk;d}$ Grenstoestand IB

$F_{s,stk;d} = F_{s,stk,rep} \times \gamma_{f,stk}$ γ_{f,stk} = 1,4 NEN 6740 (art. 11.5.1)

$F_{s,druk;d} + F_{s,stk;d} < F_{r,druk;d}$ 250 + 40 = 290 < 313 Voldoet

Bepaling van de rekenwaarde van de zakking t.g.v. druk

$w_d = w_{punt;d} + w_{el;d} + m^* \times \sigma_{v,4D} \times 0,9 \times \sqrt{A_{4D}} / 5 \times q_{c,z;gem}$ zie NEN 6743 art 6.1

w_{punt;d} Rekenwaarde zakking paalpunt tgv de belasting op de paal

w_{el;d} Rekenwaarde van de elastische zakking van de paal

$w_{el;d} = (1 \times F_{s,tot;d} + 0,5(L-1) \times (F_{s,tot;d} + F_{r,punt;d})) / A_{schacht;d} \times E_{p,mat;d}$

| | | | | |
|--|---|-------|---|------------------------|
| 1B of 2 | Grenstoestand 1B of 2 | 1b | | |
| L | Paallengte | 11,5 | m | Labda Paalle./Paalafm. |
| l | Lengte zonder pos. wrijving | 11,0 | m | Max. 65 |
| F _{s,tot;d} | Rekenwaarde tot. belasting kop | 290 | kN | Voldoet |
| F _{r,punt;d} | Rekenwaarde paalpuntbel. | 272 | kN | |
| A _{schacht;d} | Schachtdoorsnede | 62500 | mm ² | |
| E _{p,mat;d} | Elasticiteitsmodulus druk | 20000 | N/mm ² | |
| | Paaltype | G | "G" rondverdringende of "B" oorpaal | |
| w _{punt;d} | | 21,9 | mm. | |
| w _{el;d} | | 2,7 | mm. | |
| m* | Vorm punt volgens NEN 6743 tabel 5 | 0,95 | | |
| σ _{v,4D} | Vert spanning tgv F _{s,fund;d} | 0,06 | N/mm ² | |
| A _{4D} | Opp op 4D onder paalpunt | 5,06 | m ² | |
| q _{c,z;gem} | Gem. sondeerw. onder paalpunt | 10,0 | N/mm ² | |
| Mín. toegepaste h.o.h. afstand van palen | | 2,00 | m. | |
| w _{2;d} | Zakking onder paalpunt | 2,2 | mm. (is 0 als h.o.h. afst. palen ≥ 10D) | |

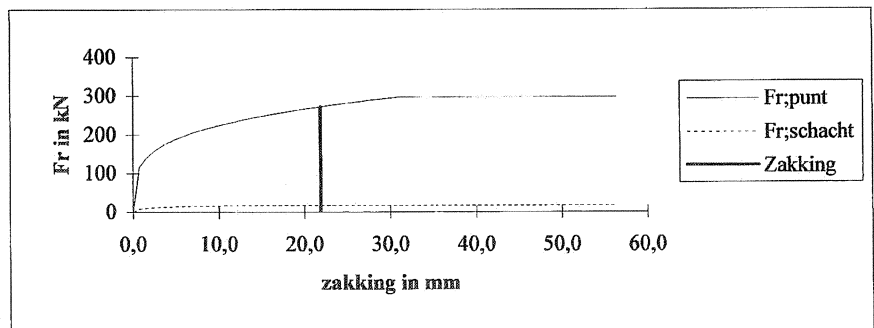
w_{d,druk} Bij de relatieve rotatie minstens 1/3 meerekenen. NEN 6740-11.9

26,7 mm.

Resume verplaatsingen

- Deformatie grenst. 1B β < 1/100
- Zakking grenst. 2 w < 0,150 m.
- Rotatie grenst. 2 φ < 1/300
- Relatieve rotatie grenst. 2 β < 1/300

β = 1 / 224 en w = 0,027 m. voldoet



Bepalen van w_{punt;d}

K = F/δ

F = 313 kN

δ = 26,7 mm = 0,026728 m

K = 11716 kN/m



Onderdeel: Berekening maximaal toelaatbare paalbelasting sondering DKM-02 Naam A.R. de Groot Datum 2-11-09 Pag. 6-13

Bepaling sommatie per grondlaag

| nr | Hoogte h _i - m. van tot | γ _{i,rep} kN/m ³ | σ' _{v,i-1,rep} kN/m ² | σ' _{v,i,rep} kN/m ² | φ _{i,rep} graden | Con- trole | δ _{i,rep} graden | min waarde | Aandeel kN | | |
|----|---------------------------------------|---|--|--|------------------------------|---------------|------------------------------|---------------|---------------|--------------------------|-------|
| | | | P _{0,rep} = 15,0 | - | - | | - | - | - | T.g.v. bovenbelasting | |
| 1 | -2,0 -5,5 | 3,0 | 15,0 | 25,5 | 15,0 | ok | 11,3 | 0,25 | 0 | 18 T.g.v. grondlaag no 1 | |
| 2 | -5,5 -7,5 | 8,0 | 25,5 | 41,5 | 30,0 | ok | 22,5 | 0,25 | 0 | 17 T.g.v. grondlaag no 2 | |
| 3 | -7,5 | | 0,0 | 0,0 | | | 0,0 | 0,00 | 0 | 0 T.g.v. grondlaag no 3 | |
| 4 | 0,0 | | 0,0 | 0,0 | | | 0,0 | 0,00 | 0 | 0 T.g.v. grondlaag no 4 | |
| 5 | 0,0 | | 0,0 | 0,0 | | | 0,0 | 0,00 | 0 | 0 T.g.v. grondlaag no 5 | |
| | | | F _{s,stk,rep} | Voor enkele paal | | | | | | 34 | kN |
| | | | F _{s,stk,rep} | Voor paalgroep | | | | | | 28 | kN |
| | | | F _{s,stk,rep} | | | | | | | | 28 kN |

Resume belasting op druk

$F_{r,druk;d} = F_{r,fund,max-druk;d} = \xi_{1,N} \times (F_{r,max;punt} + F_{r,max;schacht}) / \gamma_m$

γ_m = materiaalfactor volgens NEN 6740 tabel 3

ξ_{1,N} of ξ = factor volgens NEN 6743 tabel 1

F_{r,max;punt;gem}

F_{r,max;schacht;gem}

$F_{r,druk;d} = F_{r,fund,max-druk;d} = \xi_{1,N} \times (F_{r,max;punt} + F_{r,max;schacht}) / \gamma_m$

$F_{s,druk;d} + F_{s,stk;d} < F_{r,druk;d}$

Grenstoestand 1B

$F_{s,stk;d} = F_{s,stk,rep} \times \gamma_{f,stk}$

γ_{f,stk} = 1,4

NEN 6740 (art. 11.5.1)

$F_{s,druk;d} + F_{s,stk;d} < F_{r,druk;d}$

250

+ 40

=

290

<

298

Voldoet

| |
|--------|
| 1,25 |
| 0,82 |
| 429 kN |
| 25 kN |

298 kN

Bepaling van de rekenwaarde van de zakking t.g.v. druk

$w_d = w_{punt;d} + w_{el;d} + m^* \times \sigma_{v,4D} \times 0,9 \times \sqrt{A_{4D}} / 5 \times q_{c,z;gem}$ zie NEN 6743 art 6.1

w_{punt;d} Rekenwaarde zakking paalpunt tgv de belasting op de paal

w_{el;d} Rekenwaarde van de elastische zakking van de paal

$w_{el;d} = (1 \times F_{s,tot;d} + 0,5(L-1) \times (F_{s,tot;d} + F_{r,punt;d})) / A_{schacht;d} \times E_{p,mat;d}$

1B of 2

Grenstoestand 1B of 2

L

Paallengte

1

Lengte zonder pos. wrijving

F_{s,tot;d}

Rekenwaarde tot. belasting kop

F_{r,punt;d}

Rekenwaarde paalpuntbel.

A_{schacht;d}

Schachtdoorsnede

E_{p,mat;d}

Elasticiteitsmodulus druk

w_{punt;d}

Paaltype

w_{el;d}

m*

Vorm punt volgens NEN 6743 tabel 5

σ_{v,4D}

Vert spanning tgv F_{s,fund;d}

A_{4D}

Opp op 4D onder paalpunt

q_{c,z;gem}

Gem. sondeerw. onder paalpunt

Min. toegepaste h.o.h. afstand van palen

2,00

w_{z,d}

Zakking onder paalpunt

w_{d,druk}

Bij de relatieve rotatie minstens 1/3 meerekenen. NEN 6740-11.9

32,4 mm.

Resume verplaatsingen

Deformatie grenst. 1B

β < 1/100

Zakking grenst. 2

w < 0,150 m.

Rotatie grenst. 2

φ < 1/300

Relatieve rotatie grenst. 2

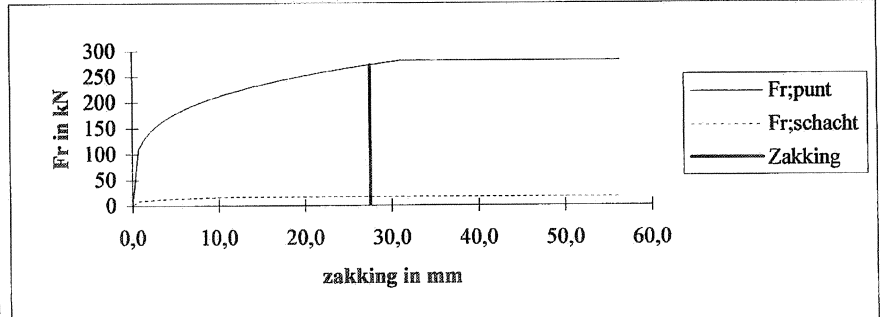
β < 1/300

β = 1 / 185

en w = 0,032 m.

voldoet

Bepalen van w_{punt;d}



K = F/δ

F = 298 kN

δ = 32,4 mm = 0,03237 m

K = 9190,7 kN/m

BIJLAGE 5

Berekening schroefpalen in 2012 (aanpassing)

5.1 Berekening toelaatbare paaldruckkracht

Volgens NEN 6740 Basiseisen en belastingen. Geotechnische categorie = 2 en 3
NEN 6743 Berekeningsmethode voor funderingen op palen

Algemene gegevens

Aangehouden sondering die t.o.v. elkaar representatief zijn

| | | | | |
|---|---|-----------|--------|-----|
| Paal | Beton, Staal of Hout | B / S / H | Algem. | 1 |
| Paaltype | Vierkant of Rond | V / R | B | ok |
| Paalafmeting | Diameter paalpunt | | R | ok |
| | Diameter schacht | | 400 | mm. |
| Kopniveau | | NAP | 400 | mm. |
| Puntniveau | | NAP | -2,00 | m. |
| Schoorstand | | | -16,00 | m. |
| Equivalente paalpuntmiddellijn D_{eq} | | | geen | |
| $F_{s;tot;druk;d}$ | Rekenwaarde uiterste grenstoestand op druk | + | 400 | mm. |
| $F_{s;tot;druk;rep}$ | Rekenwaarde bruikbaarheidsgrenstoestand druk | + | 450 | kN |
| NEN 6743 art. 5.3.2 Representatieve waarden voor de maximale draagkracht | | | | |
| M | Aantal palen onder het beschouwde deel van het bouwwerk | | 11 | |
| N | Aantal sonderingen, volgens art. 11.6 van NEN 6740 | | 1 | |
| Palen die verdeeld zijn geplaatst onder een <input type="text" value="stijf bouwwerk"/> | | | | |

| | | | |
|------|---|---------|----------------|
| A | = | 0,13 | m ² |
| O | = | 1256,64 | m |
| 4D | = | 1,60 | m |
| 8D | = | 3,20 | m |
| 0,7D | = | 0,28 | m |

Gekozen paaltype

- prefab ingeschoefd met grout injectie langs schacht
- prefab ingeschoefd zonder injectie
- stalen profielen
- open stalen buizen, uitwendige schacht
- avegaarpalen
- boorpalen
- pulspalen

Paalpuntsweerstand

| | |
|--|--|
| $F_{r,max;punt;i} = A_{punt} \times \frac{1}{2} \times \alpha_p \times \beta \times s \times (\frac{1}{2}(q_{c;1,gem} + q_{c;2,gem}) + q_{c;3,gem})$ | zie NEN 6743 art 5.3.3. |
| A_{punt} | 125664 mm ² |
| α_p Paalklassefactor volgens NEN 6743 tabel 2 | 1 |
| β Paalvoetvorm volgens NEN 6743 figuur 3 | 1,0 |
| s Dwarsdoorsnede paalvoet volgens NEN 6743 figuur 4 | 1,0 |
| $q_{c;1,gem}$ Gem. conusweerstand traject 1 min 0,7-max 4 D_{eq} | 11,0 N/mm ² |
| $q_{c;2,gem}$ Gem. conusweerst.traject 2 (min waarde)min 0,7-max 4 D_{eq} | 8,0 N/mm ² |
| $q_{c;3,gem}$ Gem. conusweerstand traject 3 (min waarde) 8 D_{eq} | 6,9 N/mm ² |
| $F_{r,max;punt;i}$ Max voor fijn-grof zand = 15 N/mm ² | 6,55 0,00 0,00 0,00 0,00 N/mm ² |
| $F_{r,max;punt;i} = A_{punt} \times P_{r,max;punt;i}$ | 823 0 0 0 0 kN |
| $F_{r,max;punt;gem}$ | ok 823 kN |

Positieve wrijving

| | |
|--|------------------------|
| $F_{r,max;schacht;i} = O_{p,gem} \times \Delta L \times \alpha_s \times q_{c;z;a}$ | zie NEN 6743 art 5.3.3 |
| $O_{p,gem}$ Omtrek paalschacht | 1257 |
| ΔL Lengte waarover paalschachtwrijving werkt | 1 |
| α_s Invloed uitvoering volgens NEN 6743 tabel 3 en 4 | 0,006 |
| $q_{c;z;a}$ Afgesnoten conusweerstand bij een max. van 12/15 N/mm ² | 5 |
| $F_{r,max;schacht;i}$ | 38 |
| $F_{r,max;schacht;gem}$ | 38 kN |

Negatieve kleef

| | |
|--|------------------------|
| $F_{s;nk;rep} = O_s \times \Sigma [h_i \times K_{o;i;rep} \times \tan \delta_{i;rep} \times (\sigma'_{v;i-1;rep} + \sigma'_{v;i;rep}) \times 0,5]$ | Voor enkele paal |
| $F_{s;nk;rep} = A \times \Sigma [\sigma_{o;h;i;rep} - \sigma_{m;h;i;rep}]$ | Voor paalgroep |
| O_s Omtrek van de palen | 1257 mm ¹ |
| h_i Dikte van de grondlaag in m. | |
| $K_{o;i;rep}$ Representatieve waarde van de neutrale gronddrukfactor in laag i | |
| $\delta_{i;rep}$ Representatieve waarde voor de wrijvingshoek van laag i | |
| $\sigma'_{v;i-1;rep}$ Representatieve waarde van de effectieve verticale spanning boven in laag i in kN/m ² | |
| $\sigma'_{v;i;rep}$ Representatieve waarde van de effectieve verticale spanning onder in laag i in kN/m ² | |
| $\gamma'_{i;rep}$ Representatieve waarde volumieke gewicht grond in kN/m ³ zie tabel 8.1 van NEN 6740-1991 (onder water) | |
| $\phi_{i;rep}$ Representatieve waarde hoek inwendige wrijving in laag i in graden zie tabel 8.1 NEN 6740-1991 | |
| $P_{o;rep}$ Representatieve waarde perm. bovenbelasting | 15,0 kN/m ² |
| A Oppervlak van gebied door paal bestreken | 5,76 m ² |

Bepaling sommatie per grondlaag

| nr | Hoogte h _i - m. van tot | γ _{i;rep} kN/m ³ | σ' _{v;i-1;rep} kN/m ² | σ' _{v;i;rep} kN/m ² | φ _{i;rep} graden | Con- trole | δ _{i;rep} graden | min waarde | Aandeel kN | |
|----|---------------------------------------|---|--|--|------------------------------|---------------|------------------------------|---------------|---------------|--------------------------|
| . | | | P _{0;rep} = 15,0 | - | - | | - | - | - | T.g.v. bovenbelasting |
| 1 | -2,0 -5,5 | 3,0 | 15,0 | 25,5 | 15,0 | ok | 11,3 | 0,25 | 0 | 22 T.g.v. grondlaag no 1 |
| 2 | -5,5 -7,5 | 8,0 | 25,5 | 41,5 | 30,0 | ok | 22,5 | 0,25 | 0 | 21 T.g.v. grondlaag no 2 |
| 3 | -7,5 | | 0,0 | 0,0 | | | 0,0 | 0,00 | 0 | 0 T.g.v. grondlaag no 3 |
| 4 | 0,0 | | 0,0 | 0,0 | | | 0,0 | 0,00 | 0 | 0 T.g.v. grondlaag no 4 |
| 5 | 0,0 | | 0,0 | 0,0 | | | 0,0 | 0,00 | 0 | 0 T.g.v. grondlaag no 5 |
| | | | F _{s;nk;rep} | Voor enkele paal | | | | | 43 | kN |
| | | | F _{s;nk;rep} | Voor paalgroep | | | | | 38 | kN |
| | | | F _{s;nk;rep} | | | | | | | 38 kN |

Resume belasting op druk

$F_{r;druk;d} = F_{r;fund;max;druk;d} = \xi_{1;N} \times (F_{r;max;punt} + F_{r;max;schacht}) / \gamma_m$

γ_m = materiaalfactor volgens NEN 6740 tabel 3

ξ_{1;N} of ξ = factor volgens NEN 6743 tabel 1

Fr;max;punt;gem

Fr;max;schacht;gem

| | |
|------|----|
| 1,25 | |
| 0,82 | |
| 823 | kN |
| 38 | kN |

$F_{r;druk;d} = F_{r;fund;max;druk;d} = \xi_{1;N} \times (F_{r;max;punt} + F_{r;max;schacht}) / \gamma_m$

$F_{s;druk;d} + F_{s;nk;d} < F_{r;druk;d}$ Grenstoestand 1B

$F_{s;nk;d} = F_{s;nk;rep} \times \gamma_{f;nk}$ γ_{f;nk} = 1,4 NEN 6740 (art. 11.5.1)

$F_{s;druk;d} + F_{s;nk;d} < F_{r;druk;d}$ 450 + 54 = 504 < 565 **Voldoet**

565 kN

Bepaling van de rekenwaarde van de zakking t.g.v. druk

$w_d = w_{punt;d} + w_{el;d} + m^* \times \sigma_{v;4D} \times 0,9 \times \sqrt{A_{4D}} / 5 \times q_{c;z;gem}$ zie NEN 6743 art 6.1

w_{punt;d} Rekenwaarde zakking paalpunt tgv de belasting op de paal

w_{el;d} Rekenwaarde van de elastische zakking van de paal

$w_{el;d} = (1 \times F_{s;tot;d} + 0,5(L-1) \times (F_{s;tot;d} + F_{r;punt;d})) / A_{schacht;d} \times E_{p;mat;d}$

1B of 2

Grenstoestand 1B of 2

1b

L

Paallengte

14,0

m1

Labda Paalle./Paalafm.

35

l

Lengte zonder pos. wrijving

13,0

m1

Max.

65

Voldoet

F_{s;tot;d}

Rekenwaarde tot. belasting kop

504

kN

F_{r;punt;d}

Rekenwaarde paalpuntbel.

478

kN

A_{schacht;d}

Schachtdoorsnede

125664

mm²

E_{p;mat;d}

Elasticiteitsmodulus druk

20000

N/mm²

Paaltype

"G" rondverdringende of "B" oorpaal

G

w_{punt;d}

27,0

mm.

w_{el;d}

2,8

mm.

m*

Vorm punt volgens NEN 6743 tabel 5

0,96

σ_{v;4D}

Vert spanning tgv F_{s;fund;d}

0,04

N/mm²

A_{4D}

Opp op 4D onder paalpunt

12,96

m²

q_{c;z;gem}

Gem. sondeerw. onder paalpunt

10,0

N/mm²

Min. toegepaste h.o.h. afstand van palen

2,50

m.

w_{2;d}

Zakking onder paalpunt

2,4

mm. (is 0 als h.o.h. afst. palen ≥ 10D)

w_{d;druk} Bij de relatieve rotatie minstens 1/3 meerekenen. NEN 6740-11.9

32,2 mm.

Resume verplaatsingen

Deformatie grenst. 1B β < 1/100

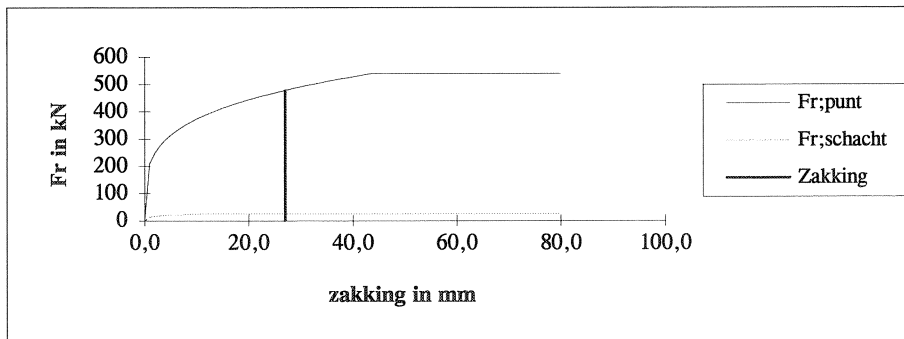
Zakking grenst. 2 w < 0,150 m.

Rotatie grenst. 2 φ < 1/300

Relatieve rotatie grenst. 2 β < 1/300

β = 1 / 233 en w = 0,032 m.

voldoet



Bepalen van w_{punt;d}

K = F/δ

F = 565 kN

δ = 32,2 mm = 0,032218 m

K = 17527 kN/m

5.1 Berekening toelaatbare paaldrukkraft

Volgens NEN 6740 Basiseisen en belastingen. Geotechnische categorie = 2 en 3
NEN 6743 Berekeningsmethode voor funderingen op palen

Algemene gegevens

| | | | | | |
|---|---|-----------|--------|----------------|-------------------------|
| Aangehouden sondering die t.o.v. elkaar representatief zijn | Algem. | 2 | | | |
| Paal | Beton, Staal of Hout | B / S / H | B | ok | A = 0,13 m ² |
| Paaltype | Vierkant of Rond | V / R | R | ok | O = 1256,64 m |
| Paalafmeting | Diameter paalpunt | | 400 | mm. | 4D = 1,60 m |
| | Diameter schacht | | 400 | mm. | 8D = 3,20 m |
| Kopniveau | NAP | | -2,00 | m. | 0,7D = 0,28 m |
| Puntniveau | NAP | | -16,00 | m. | |
| Schoorstand | | | geen | | |
| Equivalente paalpuntmiddellijn D _{eq} | | | 400 | mm. | |
| F _{s,tot;druk;d} | Rekenwaarde uiterste grenstoestand op druk | + | 450 | kN | |
| F _{s,tot;druk;rep} | Rekenwaarde bruikbaarheidsgrenstoestand druk | + | 328 | kN | |
| NEN 6743 art. 5.3.2 | Representatieve waarden voor de maximale draagkracht | | | | |
| M | Aantal palen onder het beschouwde deel van het bouwwerk | | 11 | | |
| N | Aantal sonderingen, volgens art. 11.6 van NEN 6740 | | 1 | | |
| | Palen die verdeeld zijn geplaatst onder een | | | stijf bouwwerk | |

Gekozen paaltype

- prefab ingeschoefd met grout injectie langs schacht
- prefab ingeschoefd zonder injectie
- stalen profielen
- open stalen buizen, uitwendige schacht
- avegaarpalen**
- boorpalen
- pulspalen

Paalpuntsweerstand

| | | | | | | |
|--|--|--------|-----------------|------|-----------------------------|-------------------|
| $F_{r,max;punt;i} = A_{punt} \times \frac{1}{2} \times \alpha_p \times \beta \times s \times (\frac{1}{2}(q_{c;1,gem} + q_{c;2,gem}) + q_{c;3,gem})$ | zie NEN 6743 art 5.3.3. | 125664 | mm ² | Opm. | $q_{c;1,gem} > q_{c;2,gem}$ | |
| A _{punt} | | 1 | | | $q_{c;2,gem} > q_{c;3,gem}$ | |
| α _p | Paalklassefactor volgens NEN 6743 tabel 2 | 1,0 | | | let op art. 5.3.3.3. | |
| β | Paalvoetvorm volgens NEN 6743 figuur 3 | 1,0 | 2 | | | |
| s | Dwarsdoorsnede paalvoet volgens NEN 6743 figuur 4 | | 9,5 | | N/mm ² | |
| q _{c;1,gem} | Gem. conusweerstand traject 1 min 0,7-max 4 D _{eq} | | 9,0 | | N/mm ² | |
| q _{c;2,gem} | Gem. conusweerst.traject 2 (min waarde)min 0,7-max 4 D _{eq} | | 7,4 | | N/mm ² | |
| q _{c;3,gem} | Gem. conusweerstand traject 3 (min waarde) 8 D _{eq} | | 6,68 | 0,00 | 0,00 | N/mm ² |
| F _{r,max;punt;i} | Max voor fijn-grof zand = 15 N/mm ² | | 839 | 0 | 0 | kN |
| | $F_{r,max;punt;i} = A_{punt} \times P_{r,max;punt;i}$ | | ok | | | 839 kN |
| | $F_{r,max;punt;gem}$ | | | | | |

Positieve wrijving

| | | | | | | |
|--|--|-------|----|---|-------------------|-------|
| $F_{r,max;schacht;i} = O_{p,gem} \times \Delta L \times \alpha_s \times q_{c;z;a}$ | zie NEN 6743 art 5.3.3 | 1257 | 2 | | | |
| O _{p,gem} | Omtrek paalschacht | | 1 | | m. | |
| ΔL | Lengte waarover paalschachtwrijving werkt | 0,006 | | | | |
| α _s | Invloed uitvoering volgens NEN 6743 tabel 3 en 4 | | 5 | | N/mm ² | |
| q _{c;z;a} | Afgesnoten conusweerstand bij een max. van 12/15 N/mm ² | | 38 | 0 | 0 | kN |
| | $F_{r,max;schacht;i}$ | | | | | 38 kN |
| | $F_{r,max;schacht;gem}$ | | | | | |

Negatieve kleef

| | | | | | |
|--|---|------|-------------------|--|--|
| $F_{s,nk;rep} = O_s \times \sum [h_i \times K_{o;i;rep} \times \tan \delta_{i;rep} \times (\sigma'_{v;i-1;rep} + \sigma'_{v;i;rep}) \times 0,5]$ | Voor enkele paal | | | | |
| $F_{s,nk;rep} = A \times \sum [\sigma_{O;i;rep} - \sigma_{m;i;rep}]$ | Voor paalgroep | | | | |
| O _s | Omtrek van de palen | 1257 | mm ¹ | | |
| h _i | Dikte van de grondlaag in m. | | | | |
| K _{o;i;rep} | Representatieve waarde van de neutrale gronddrukfactor in laag i | | | | |
| δ _{i;rep} | Representatieve waarde voor de wrijvingshoek van laag i | | | | |
| σ' _{v;i-1;rep} | Representatieve waarde van de effectieve verticale spanning boven in laag i in kN/m ² | | | | |
| σ' _{v;i;rep} | Representatieve waarde van de effectieve verticale spanning onder in laag i in kN/m ² | | | | |
| γ' _{i;rep} | Representatieve waarde volumieke gewicht grond in kN/m ³ zie tabel 8.1 van NEN 6740-1991 (onder water) | | | | |
| φ _{i;rep} | Representatieve waarde hoek inwendige wrijving in laag i in graden zie tabel 8.1 NEN 6740-1991 | | | | |
| P _{o;rep} | Representatieve waarde perm. bovenbelasting | 15,0 | kN/m ² | | |
| A | Oppervlak van gebied door paal bestreken | 5,76 | m ² | | |

Onderdeel: Berekening maximaal toelaatbare paalbelasting sondering DKM-02 Naam A.R. de Groot Datum 29-08-12 Pag.

Bepaling sommatie per grondlaag

| nr | Hoogte h _i - m. van tot | γ _{i,rep} kN/m ³ | σ' _{v,i-1,rep} kN/m ² | σ' _{v,i,rep} kN/m ² | φ _{i,rep} graden | Con- trole | δ _{i,rep} graden | min waarde | Aandeel kN | |
|----|---------------------------------------|---|--|--|------------------------------|---------------|------------------------------|---------------|---------------|--------------------------|
| . | | | P _{0,rep} = 15,0 | - | - | | - | - | - | T.g.v. bovenbelasting |
| 1 | -2,0 -5,5 | 3,0 | 15,0 | 25,5 | 15,0 | ok | 11,3 | 0,25 | 0 | 22 T.g.v. grondlaag no 1 |
| 2 | -5,5 -7,5 | 8,0 | 25,5 | 41,5 | 30,0 | ok | 22,5 | 0,25 | 0 | 21 T.g.v. grondlaag no 2 |
| 3 | -7,5 | | 0,0 | 0,0 | | | 0,0 | 0,00 | 0 | 0 T.g.v. grondlaag no 3 |
| 4 | 0,0 | | 0,0 | 0,0 | | | 0,0 | 0,00 | 0 | 0 T.g.v. grondlaag no 4 |
| 5 | 0,0 | | 0,0 | 0,0 | | | 0,0 | 0,00 | 0 | 0 T.g.v. grondlaag no 5 |
| | | | F _{s,nk,rep} | Voor enkele paal | | | | | 43 | kN |
| | | | F _{s,nk,rep} | Voor paalgroep | | | | | 38 | kN |
| | | | F _{s,nk,rep} | | | | | | | 38 kN |

Resume belasting op druk

$$F_{r,druk;d} = F_{r,fund,max-druk;d} = \xi_{1,N} \times (F_{r,max;punt} + F_{r,max;schacht}) / \gamma_m$$

$$\gamma_m = \text{materiaalfactor volgens NEN 6740 tabel 3}$$

$$\xi_{1,N} \text{ of } \xi = \text{factor volgens NEN 6743 tabel 1}$$

$$F_{r,max;punt;gem}$$

$$F_{r,max;schacht;gem}$$

$$F_{r,druk;d} = F_{r,fund,max-druk;d} = \xi_{1,N} \times (F_{r,max;punt} + F_{r,max;schacht}) / \gamma_m$$

$$F_{s;druk;d} + F_{s,nk;d} < F_{r;druk;d} \quad \text{Grenstoestand 1B}$$

$$F_{s,nk;d} = F_{s,nk,rep} \times \gamma_{f,nk} \quad \gamma_{f,nk} = 1,4 \quad \text{NEN 6740 (art. 11.5.1)}$$

$$F_{s;druk;d} + F_{s,nk;d} < F_{r;druk;d} \quad 450 + 54 = 504 < 575 \quad \text{Voldoet}$$

| |
|--------|
| 1,25 |
| 0,82 |
| 839 kN |
| 38 kN |

575 kN

Bepaling van de rekenwaarde van de zakking t.g.v. druk

$$w_d = w_{punt;d} + w_{el;d} + m^* \times \sigma_{v,4D} \times 0,9 \times \sqrt{A_{4D}} / 5 \times q_{c,z;gem} \quad \text{zie NEN 6743 art 6.1}$$

w_{punt;d} Rekenwaarde zakking paalpunt tgv de belasting op de paal

w_{el;d} Rekenwaarde van de elastische zakking van de paal

$$w_{el;d} = (1 \times F_{s,tot;d} + 0,5(L-1) \times (F_{s,tot;d} + F_{r,punt;d})) / A_{schacht;d} \times E_{p,mat;d}$$

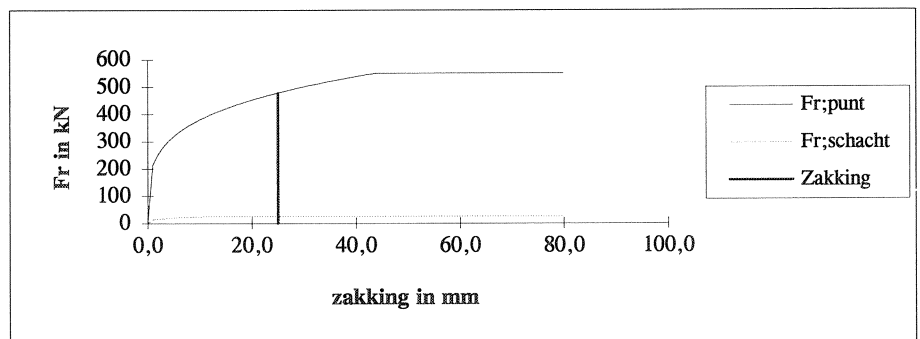
| | | | | | |
|--|---|--------|---|-------------------------------------|------------|
| 1B of 2 | Grenstoestand 1B of 2 | 1b | | | |
| L | Paallengte | 14,0 | m1 | Labda Paalle./Paalafm. | 35 |
| l | Lengte zonder pos. wrijving | 13,0 | m1 | Max. | 65 Voldoet |
| F _{s,tot;d} | Rekenwaarde tot. belasting kop | 504 | kN | | |
| F _{r,punt;d} | Rekenwaarde paalpuntbel. | 478 | kN | | |
| A _{schacht;d} | Schachtdoorsnede | 125664 | mm ² | | |
| E _{p,mat;d} | Elasticiteitsmodulus druk | 20000 | N/mm ² | | |
| | Paaltype | G | | "G" rondverdringende of "B" oorpaal | |
| w _{punt;d} | | 25,0 | mm. | | |
| w _{el;d} | | 2,8 | mm. | | |
| m* | Vorm punt volgens NEN 6743 tabel 5 | 0,96 | | | |
| σ _{v,4D} | Vert spanning tgv F _{s,fund;d} | 0,04 | N/mm ² | | |
| A _{4D} | Opp op 4D onder paalpunt | 12,96 | m ² | | |
| q _{c,z;gem} | Gem. sondeerw. onder paalpunt | 10,0 | N/mm ² | | |
| Min. toegepaste h.o.h. afstand van palen | | 2,50 | m. | | |
| w _{2;d} | Zakking onder paalpunt | 2,4 | mm. (is 0 als h.o.h. afst. palen ≥ 10D) | | |

$$w_{d;druk} \quad \text{Bij de relatieve rotatie minstens 1/3 meerekenen. NEN 6740-11.9} \quad \text{30,2 mm.}$$

Resume verplaatsingen

- Deformatie grenst. 1B β < 1/100
- Zakking grenst. 2 w < 0,150 m.
- Rotatie grenst. 2 φ < 1/300
- Relatieve rotatie grenst. 2 β < 1/300

$$\beta = 1 / 248 \quad \text{en} \quad w = 0,030 \text{ m.} \\ \text{voldoet}$$



Bepalen van w_{punt;d}

$$K = F/\delta$$

$$F = 575 \text{ kN}$$

$$\delta = 30,2 \text{ mm} = 0,030218 \text{ m}$$

$$K = 19028 \text{ kN/m}$$