

Opdracht : 1701470
Plaats : Cromvoirt
Project : Aanleg voetgangersbrug Golfbaan aan de Deutersestraat 37

Betreft : Funderingsadvies tbv de aanleg voetgangersbrug
voor de golfbaan aan de Deutersestraat 37
te
CROMVOIRT

Opdrachtgever : CAE Nederland BV
T.a.v. Dhr. S. Kieft
Postbus 9358
3007 AJ ROTTERDAM

Behandeld door : ing. R. Menkens (088 - 51 30 285)

Kenmerk : R1701470-01

Datum : 18 mei 2017

MOS GRONDMECHANICA B.V.

Correspondentieadres :	Postbus 801, 3160 AA Rhoon	Centraal telefoonnummer :	+31(0)88-5130200
Hoofdkantoor Rhoon	Kleidijk 35	3161 EK	Rhoon
Vestiging Helmond	Vossenbeemd 90B	5705 CL	Helmond
Vestiging Almelo	Het Wendelgoor 13	7604 PJ	Almelo
Vestiging Amsterdam	Pleimuiden 8B	1046 AG	Amsterdam
Vestiging Suriname	Ds Martin Luther Kingweg 150	District Wanica	Suriname Tel. +597-488188

Inhoudsopgave

	Pagina
1. INLEIDING	3
2. PROJECTBESCHRIJVING	3
3. GEOTECHNISCHE GEGEVENS.....	4
3.1 Uitgevoerd grondonderzoek.....	4
3.2 Geotechnisch profiel.....	4
4. FUNDERINGSADVIES	5
4.1 Keuze funderingstype	5
4.2 Fundering op geprefabriceerde betonpalen	5
4.2.1 Paalpuntniveaus en maximum puntweerstand en paalschachtwrijvingen.....	5
4.2.2 Rekenwaarden netto paal <i>druk</i> weerstand en netto paal <i>trek</i> weerstand	6
4.2.3 Paalkopzakkingen en -rijzingen en axiale paalveerstijfheden	7
4.2.4 Het gedrag van de palen onder een horizontale paalkopbelasting.....	8
4.2.5 Uitvoering	10
4.3 Fundering op inwendig geheide stalen buispalen	11
4.3.1 Paalpuntniveaus en maximum puntweerstand en paalschachtwrijvingen.....	11
4.3.2 Rekenwaarden netto paal <i>druk</i> weerstand en netto paal <i>trek</i> weerstand	11
4.3.3 Paalkopzakkingen en -rijzingen en axiale paalveerstijfheden	12
4.3.4 Het gedrag van de palen onder een horizontale paalkopbelasting.....	13
4.3.5 Uitvoering	15
 Bijlage A Voorbeeldberekening paal <i>druk</i> - en paal <i>trek</i> weerstand	
Bijlage B Last-zakkingsgedrag drukpalen	
Bijlage C Bepaling horizontale beddingconstante ondergrond	
Bijlage D Berekeningsresultaten en invoer D-Sheet Piling	
Bijlage E Algemene uitvoeringsrichtlijnen	

1. INLEIDING

Jos van den Bersselaar Constructie heeft Mos Grondmechanica B.V. opdracht verstrekt voor het opstellen van een funderingsadvies voor de bouw van een voetgangersbrug op de golfbaan aan de Deutersestraat te Cromvort.

Het grondonderzoek voor de brug is uitgevoerd door Van Dijk Geo- en Milieutechniek B.V. uit De Meern. Het grondonderzoek is op 2 verschillende locaties uitgevoerd en bestond uit 8 sonderingen (waarvan 4 handsonderingen) en 4 handboringen. De resultaten van dit grondonderzoek zijn gerapporteerd onder het opdrachtnummer 116285, d.d. 13 december 2016. Volgens opgave van de opdrachtgever zijn de sonderingen 5 t/m 8 en boringen B3 en B4 ter plaatse / in de nabijheid van de te realiseren voetgangersbrug uitgevoerd. De diepsonderingen 7 en 8 zijn toegepast bij het uitvoeren van de paalberekeringen.

CAE Nederland Adviseurs voor Bouwtechniek B.V. uit Rotterdam is als constructeur bij dit project betrokken.

In dit advies wordt uitgegaan van een fundering op palen.

2. PROJECTBESCHRIJVING

Aan de Deutersestraat in Cromvoirt wordt op de golfbaan een voetgangersbrug gerealiseerd over een bestaande watergang. De brug krijgt een overspanning van circa 20 m (gerekend vanaf de landhoofden). De brug wordt aan weerszijden middels onderheide landhoofden gefundeerd in de ondergrond.

Door de constructeur zijn de volgende (constructieve) tekeningen aangeleverd:

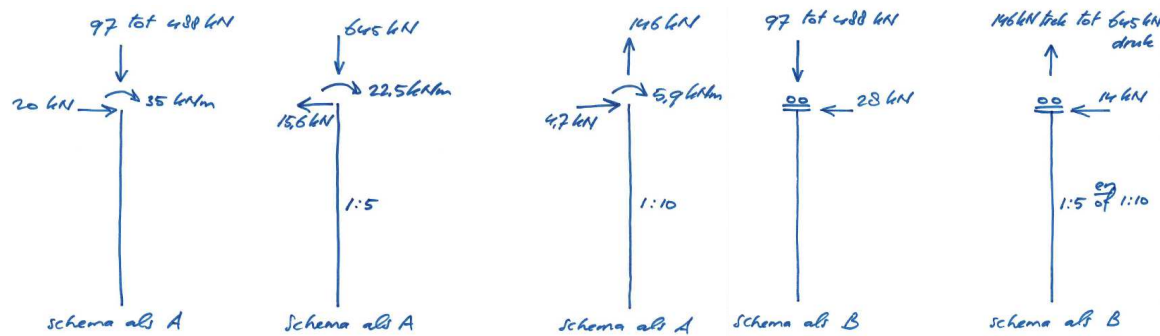
- Tekening "Voetgangersbrug Cromvoirt te Cromvoirt"; Onderdeel: Opgave paalbelastingen; Getekend door: CAE Nederland B.V.; Werk / Tek.: 17-011 / UO-002; datum: 2017-04-21.
- Tekening "Aanzicht Haaks"; Bestandsnaam: 20170324_Brug Cromvoirt V3_final 6.pdf

De landhoofden worden aan weerszijden gefundeerd op (geprefabriceerde) betonpalen. Enerzijds is men voornemens om "5 paalbokken" toe te passen (per bok 2 schoor geheide palen). Aan de andere zijde wordt het landhoofd gefundeerd op een palenrij bestaande uit 8 palen.

De onderkant van de landhoofden / paalkoppen liggen op NAP + 4,94 m en NAP + 4,64 m. De landhoofden zijn in het bestaande / nieuwe talud van de watergang aanwezig. Het bodempeil van de watergang bedraagt maximaal NAP + 2,8 m. Het (beheerste) waterpeil bedraagt (volgens opgave; Tekening Aanzicht Haaks) NAP + 4,3 m. De waterdiepte bedraagt hiermee maximaal 1,5 m.

Door de constructeur zijn 2 belastingschema's opgegeven (zie figuur 2-1). Belastingsschema A werkt loodrecht op de palenrij / paalbokken. Belastingsschema B werkt in de lengterichting van beide landhoofden.

Figuur 2-1: Belastingschema's A en B landhoofden voetgangersbrug



De fundering is op basis van bovenstaande projectgegevens ingedeeld in geotechnische categorie 2.

3. GEOTECHNISCHE GEGEVENS

3.1 Uitgevoerd grondonderzoek

Begin december 2016 zijn door Van Dijk Geo- en Milieutechniek B.V. de diepsonderingen 7 en 8 uitgevoerd tot een diepte van circa mv – 16,0 m à mv – 20,0 m (maximaal circa NAP – 15,6 m). Daarnaast zijn aan de andere zijde van de watergang de handsonderingen 5 en 6 tot een diepte van mv – 2,2 m à mv – 2,5 m (maximaal circa NAP + 2,40 m) verricht. De sondeergrafieken zijn opgenomen in het rapport van Van Dijk (zie inleiding).

Voor de verdere verkenning van de bodemopbouw zijn de (hand)boringen B3 en B4 uitgevoerd tot een diepte van mv – 2,0 m (maximaal circa NAP + 2,95 m). De boorprofielen zijn opgenomen in het hiervoor genoemde rapport.

De sondeer- en boorlocaties zijn door onze landmeetkundige afdeling in het terrein uitgezet en gewaterpast ten opzichte van NAP. Voor de situatietekening wordt verwezen naar het eerder genoemde rapport.

3.2 Geotechnisch profiel

Ter plaatse van de onderzoekspunten varieert het huidige maaiveldhoogte van NAP + 4,95 m tot NAP + 4,35 m.

Aan de hand van het uitgevoerde grondonderzoek is het volgende geotechnische profiel opgesteld:

- Vanaf het huidige maaiveld bestaat de ondergrond tot een diepte van circa NAP – 5,5 m hoofdzakelijk uit een los tot zeer dicht gepakt zandpakket. Vanaf circa NAP tot NAP – 1,0 m is een stoorlaag van vermoedelijk (zandige) klei of leem aanwezig. In het zand zijn conusweerstand gemeten van 2,0 MPa (los gepakt) tot maximaal circa > 30,0 MPa (zeer dicht gepakt). In de leem of klei vallen de conusweerstand terug tot 1,0 à 1,5 MPa.

- Hieronder is tot een diepte van circa NAP – 10,0 m een overwegend zeer dicht gepakt zandpakket aangetroffen waarin conusweerstand zijn gemeten van 20,0 MPa tot > 30,0 MPa.
- Vanaf circa NAP – 10,0 m is tot de maximaal verkende sondeerdiepte van NAP – 15,5 m een wisselend pakket van sterk zandige leem- of kleilagen en matig dicht tot zeer dicht gepakt zand aangetroffen. In het zand zijn conusweerstand gemeten van 6,0 MPa (matig dicht gepakt) tot > 30,0 MPa (zeer dicht gepakt). In de stoorlagen vallen de conusweerstand terug tot 2,0 à 4,0 MPa.

Tijdens het boren is het grondwater op een diepte van mv – 1,55 m à mv – 1,65 m (circa NAP + 3,45 m à NAP + 3,40 m) aangetroffen. Uiteraard is dit een momentopname.

4. FUNDERINGSADVIES

4.1 Keuze funderingstype

Gelet op de projectgegevens en de opbouw en samenstelling van de ondergrond, kunnen wij vanuit geotechnisch oogpunt instemmen met de keuze voor een fundering op geheide geprefabriceerde betonpalen of een fundering op inwendig geheide stalen buispalen, mits enige heitrillingen en geluidshinder in de (directe) omgeving toelaatbaar zijn.

De berekeningen van de rekenwaarden van de maximale verticale paaldruk- en -trekweerstand zijn op verzoek van de opdrachtgever uitgevoerd voor geprefabriceerde betonpalen en inwendig geheide stalen buispalen en zijn voor de paaldrukweerstand en de paaltrekweerstand gebaseerd op de geotechnische norm NEN 9997-1 “Geotechnisch ontwerp van constructies”, versie 2016.

4.2 Fundering op geprefabriceerde betonpalen

4.2.1 Paalpuntniveaus en maximum puntweerstand en paalschachtwrijvingen

In tabel 4-1 is per sondering voor geprefabriceerde betonpalen het voor de benodigde paaldrukweerstand geadviseerde paalpuntniveau aangegeven met de bijbehorende waarden voor de representatieve negatieve kleef, de maximum paalschachtwrijvingen en de maximum puntweerstand.

De ondergrond is op de onderhavige bouwlocatie vrij weinig zettingsgevoelig. Er is derhalve geen rekening gehouden met het tot ontwikkeling komen van negatieve kleef langs de funderingspalen.

De maximum paalschachtwrijving is met de procentenmethode berekend. Voor zowel druk als trek over het traject vanaf de bovenkant van de draagkrachtige zandlagen beginnend op NAP – 0,7 m à NAP – 0,9 m tot het geadviseerde paalpuntniveau. Hierbij is voor geprefabriceerde betonpalen een factor gehanteerd van $\alpha_s = 0,010$ voor druk en $\alpha_t = 0,007$ voor trek.

De maximum puntweerstand zijn voor geprefabriceerde betonpalen berekend met een paalklassefactor $\alpha_p = 0,7$; voor de overige paalfactoren geldt: $\beta = s = 1,0$.

Tabel 4-1 Paalpuntniveaus en maximum paalschachtwrijvingen en puntweerstand

Sondering Nr.	Maaiveldhoogte [NAP + m]	Paalpuntniveau [NAP + m]	Geprefabriceerde betonpalen			
			$F_{nk;rep;i}$ [kN/m]	$q_{s;cal;max;i}$ [kN/m]		$q_{b;max;i}^{1)}$ [MPa]
				druk	trek ²⁾	
7	4,40	- 6,5	-	614	390	15,0
8	4,38	- 6,5	-	669	424	15,0

$F_{nk;rep;i}$ is de representatieve waarde van de negatieve kleef bij sondering i, per meter paalomtrek;

$q_{s;cal;max;i}$ is de representatieve waarde van de maximumpaalschachtwrijvingskracht bij sondering i, per meter paalomtrek;

$q_{b;max;i}$ is de maximale puntweerstand bij sondering i;

1) deze waarden gelden voor palen, vierkant 290 x 290 mm;

2) deze waarden hebben betrekking op de maximale paalschachtwrijving voor een trek(midden)paal in een palenrij (paalgroep), waarbij de h.o.h. afstand tussen de trekpalen onderling tenminste 2,0 m bedraagt.

4.2.2 Rekenwaarden netto paaldrukweerstand en netto paaltrekweerstand

Met de hiervoor aangegeven waarden van de maximum paalschachtwrijving en de maximum puntweerstand zijn voor geprefabriceerde betonpalen de rekenwaarden van de netto paaldrukweerstand en de netto paaltrekweerstand berekend. Hierbij zijn, conform NEN 9997-1, de volgende factoren gehanteerd; $\xi = 1,32$ (2 sonderingen; niet-stijf bouwwerk), $\gamma_t (= \gamma_b = \gamma_{s;c}) = 1,20$, $\gamma_{f;nk} = 1,00$, $\gamma_{s;t} = 1,35$, $\gamma_{m;var;q_c} = 1,50$ en $\gamma_f = 1,1$.

Dit geeft de volgende rekenwaarden voor de netto paaldruk- en -trekweerstand:

Tabel 4-2 Rekenwaarden voor de netto paaldrukweerstand en de netto paaltrekweerstand

Geprefabriceerde betonpalen			
Paalafmetingen [mm x mm]	Paalpuntniveau [NAP + m]	$R_{c;net;d}$ [kN]	$R_{t;net;groep;d}$ [kN]
290 x 290	- 6,5	1245	180
	- 7,0	1300	200
320 x 320	- 6,5	1465	200
	- 7,0	1525	220
350 x 350	- 6,5	1700	215
	- 7,0	1765	240

$R_{c;net;d}$ is de rekenwaarde van de netto paaldrukweerstand;

$R_{t;net;groep;d}$ is de rekenwaarde van de netto paaltrekweerstand voor een paal in een paalgroep, *inclusief* de rekenwaarde van het effectieve gewicht van de paal en een reductie vanwege het groepeffect voor trekpalen, uitgaande van plaatsing in een rij met een onderlinge h.o.h. afstand van tenminste 2,0 m. De vermelde waarden betreffen een "middenpaal";

De vermelde rekenwaarden van de netto paaldruk- en -trekweerstand ($R_{c;net;d}$ en $R_{t;net;d}$) betreffen de rekenwaarden van de maximale paaldrukweerstand, c.q. de maximale paaltrekweerstand die door de paal op paalkopniveau aan de funderingsgrondslag kan worden ontleend. De constructieve sterkte moet separaat worden beoordeeld door de constructeur.

Wij adviseren om alle *trekpalen* over de gehele paallengte te wapenen op de rekenwaarde van de maximale paaltrekbelasting.

Berekeningsvoorbeelden zijn opgenomen onder bijlage A.

4.2.3 Paalkopzakkingen en -rijzingen en axiale paalveerstijfheden

De maximale paalkopzakkingen in de bruikbaarheidsgrenstoestand bedragen (bij de maximale karakteristieke paalbelastingen) circa 5 à 10 mm. Afhankelijk van de opbouw van de ondergrond en de gekozen paalafmetingen bedragen de maximale zettingsverschillen, uitgaande van praktisch gelijke paalbelastingen, 5 mm.

De maximale paalkoprijzingen in de bruikbaarheidsgrenstoestand bedragen (bij de maximale karakteristieke paaltrekbelastingen) circa 5 mm. Afhankelijk van de opbouw van de ondergrond en de belastingsverschillen bedragen de maximale rijzingsverschillen, uitgaande van praktisch gelijke paalbelastingen, circa enkele millimeters.

De werkelijk optredende zettingen en zettingsverschillen (van drukpalen), dan wel rijzingen en rijzingsverschillen (van trekpalen) zijn onder meer afhankelijk van de beschouwde locatie, de toegepaste paalafmetingen en de werkelijk optredende paalbelastingen.

Voor langdurig aanwezige (permanente) belastingen kan een karakteristieke verticale veerstijfheid worden aangehouden ter grootte van:

- $k_{v;langd;k} = 120$ [MN/m] voor geprefabriceerde betonpalen 290 x 290 mm;
- $k_{v;langd;k} = 145$ [MN/m] voor geprefabriceerde betonpalen 320 x 320 mm;
- $k_{v;langd;k} = 175$ [MN/m] voor geprefabriceerde betonpalen 350 x 350 mm.

Deze waarde is bepaald voor een relatief minder draagkrachtige funderingsgrondslag. Hierbij is rekening gehouden met een maximale representatieve paalbelasting ($F_{c;k}$) = 480 kN (= $F_{c;d} = 645$ kN / 1,33).

In verband met onzekerheden, waaronder variaties in de funderingsgrondslag adviseren wij rekening te houden met hoge respectievelijk lage waarden van de veerstijfheden welke uit voornoemde veerstijfheid kunnen worden bepaald door vermenigvuldiging met een onzekerheidsfactor 1,5, respectievelijk deling van voornoemde veerstijfheid door een onzekerheidsfactor ter grootte van 1,35.

De veerstijfheden in de uiterste grenstoestand worden verkregen door voornoemde veerstijfheden te delen door een factor ter grootte van 1,3.

Een berekeningsvoorbeeld van het karakteristieke last-zakkingsgedrag met het bijbehorende last-zakkingsdiagram (voor de bruikbaarheidsgrenstoestand) is opgenomen onder bijlage B.

4.2.4 Het gedrag van de palen onder een horizontale paalkopbelasting

De funderingspalen zullen op paalkopniveau niet alleen verticaal maar ook horizontaal (belastingschema's A en B) en door een kopmoment (belastingschema's A) worden belast. Door deze horizontale belasting en het kopmoment zal de funderingspaal op buiging worden belast en zal de paal(kop) verplaatsen.

Met de constructeur is afgestemd om de belastingschema's A en B te hanteren voor de horizontaal en door een kopmoment belaste alleenstaande palen. Belastingschema A werkt loodrecht op de palenrij. Belastingschema B werkt in de lengterichting van beide landhoofden.

Voor de berekening van horizontaal belaste palen is nog geen (door geotechnische normen voorgestane) berekeningsmethode beschikbaar. Daarom zijn deze berekeningen van het gedrag van de horizontaal belaste palen op traditionele wijze uitgevoerd (met rekenwaarden).

Voor het gedrag van de horizontaal belaste palen zijn horizontale belastingen (rekenwaarden) op de paalkop opgegeven ter grootte van 20 kN (belastingschema A) en 28 kN (belastingschema B). Op basis van belastingschema A treedt er gelijktijdig met de horizontale belasting een extern paalkopmoment op van circa 35 kNm.

Het gedrag van de palen onder een horizontale belasting is berekend met behulp van de 'single pile' module van het programma D-SheetPiling (versie 16.1).

Daarbij is uitgegaan van de volgende factoren en aannamen:

- $E_{\text{paal}} = 38,0 \text{ GPa}$ voor geprefabriceerde betonpalen.
- De buigstijfheid $EI = \frac{2}{3} \times E_{\text{beton}} I_{\text{beton; gescheurd}}$ ($EI = 14.780 \text{ kNm}^2$ voor palen $290 \times 290 \text{ mm}$).
- Voor de werkende breedte van de palen is gerekend met $d_{\text{eq (schacht)}}$.
- De paalkop bevindt zich op paalkopniveau $\approx \text{NAP} + 4,94 \text{ m}$.
- De verbinding van de palen met de bovenliggende "buigstijve" constructie wordt vrij met betrekking tot de translatie en de rotatie van de paalkop wordt verhinderd ("ingeklemd"; schema B), dan wel ongehinderd ("scharnierend"; schema A); beide situaties worden berekend.
- Gerekend is met een normaalkracht op de palen van 488 kN (rekenwaarde).
- Aangezien de landhoofden en daarmee de palen zich in het nieuwe / bestaande talud van de watergang bevinden dient er in principe een reductie op de horizontale (passieve) gronddruk door te worden gevoerd. Om deze reductie te benaderen is op basis van het belastingschema A een verlaagd maaiveld rondom de palen aangehouden met een hoogte van NAP + 4,0 m (niveau ca. halverwege talud tussen paalkopniveau (NAP + 4,94 m) en bodempeil watergang (NAP + 2,8 m). Aangezien het belastingschema B betrekking heeft op de belasting in de lengterichting van het landhoofd en hier in principe een "hoog" maaiveld (geen talud) geldt, is de maaiveldhoogte gelijk gesteld aan het paalkopniveau, oftewel NAP + 4,94 m.

De berekeningsresultaten van het gedrag van alleenstaande horizontaal belaste geprefabriceerde betonpalen zijn tabellarisch samengevat in:

- Tabel 4-3 voor palen met een paalkop die vrij kan transleren en waarvan de rotatie is verhinderd is ("ingeklemd"; belastingschema B);
- Tabel 4-4 voor palen met een paalkop die vrij kan transleren en roteren ("scharnierend"; belastingschema A).

Tabel 4-3 Berekeningsresultaten voor alleenstaande horizontaal belaste geprefabriceerde betonpalen met paalkop die vrij kan transleren en waarvan de rotatie is verhinderd ("ingeklemd"; belastingschema B)

Geprefabriceerde betonpalen, vierkant [mm]	Rekenwaarde horizontale paalkopbelasting [kN]	"ingeklemd" paalkop; translatie is vrij			
		$M_{\text{paalkop;max}}^*$ [kNm]	$M_{\text{veld;max}}^*$ [kNm]	Niveau $M_{\text{veld;max}}$ [NAP + m]	$U_{\text{max;paalkop}}$ [mm]
290 x 290	28	27	6	ca. 2,0	3

* LET OP: de vermelde waarden betreffen karakteristieke waarden.

De toelaatbaarheid van de deformaties en de constructieve sterkte (tevens rekening houdend met de normaalkracht) moet separaat worden beoordeeld door de constructeur.

*Tabel 4-4 Berekeningsresultaten voor alleenstaande horizontaal belaste geprefabriceerde betonpalen met een paalkop die vrij kan transleren en roteren ("scharnierend"; belastingschema A) **

Geprefabriceerde betonpalen, vierkant [mm]	Rekenwaarde horizontale paalkopbelasting [kN]	Rekenwaarde uitwendig paalkopmoment [kNm]	"scharnierende" paalkop; translatie is vrij		
			$M_{\text{veld;max}}^*$ [kNm]	Niveau $M_{\text{veld;max}}$ [NAP + m]	$U_{\text{max;paalkop}}^{1)}$ [mm]
290 x 290	20	35	91	ca. 2,5	49

* LET OP: de vermelde waarden betreffen karakteristieke waarden.

De toelaatbaarheid van de deformaties en de constructieve sterkte (tevens rekening houdend met de normaalkracht) moet separaat worden beoordeeld door de constructeur.

- ¹⁾ De paalkopverplaatsing is gebaseerd op de rekenwaarde van de horizontale belasting en de rekenwaarde van het kopmoment, daarnaast is de belasting als permanent aangenomen. Dit betreffen conservatieve aannames. De werkelijk optredende paalkopverplaatsingen zullen derhalve lager zijn en zijn o.a. afhankelijk van de intensiteit van de paalkopbelastingen, de representatieve waarden van de belastingen en de tijdsduur van de aanwezigheid van deze belastingen.

De bepaling van de horizontale beddingconstanten van de ondergrond zijn weergegeven in bijlage C.

De berekeningsvoorbeelden alsmede invoer van de berekeningen in D-Sheet Piling zijn opgenomen onder bijlage D.

4.2.5 Uitvoering

Het op diepte heien van de geprefabriceerde betonpalen zal naar verwachting kunnen worden uitgevoerd met bij voorkeur een (traploos regelbaar) hydraulisch heiblok met een netto slagenergie van globaal 25 à 30 kNm, een en ander afhankelijk van het paalpuntniveau en de paalafmetingen. De definitieve keuze van het heiblok kan het beste aan de aannemer worden overgelaten.

Voor algemene richtlijnen voor de uitvoering van heiwerken wordt verwezen naar bijlage E (heiwerk).

4.3 Fundering op inwendig geheide stalen buispalen

4.3.1 Paalpuntniveaus en maximum puntweerstanden en paalschachtwrijvingen

In tabel 4-5 is per sondering voor inwendig geheide stalen buispalen het voor de benodigde paaldrukweerstand geadviseerde paalpuntniveau aangegeven met de bijbehorende waarden voor de representatieve negatieve kleef, de maximum paalschachtwrijvingen en de maximum puntweerstand.

De ondergrond is op de onderhavige bouwlocatie vrij weinig zettingsgevoelig. Er is derhalve geen rekening gehouden met het tot ontwikkeling komen van negatieve kleef langs de funderingspalen.

De maximum paalschachtwrijving is met de procentenmethode berekend. Voor zowel druk als trek over het traject vanaf de bovenkant van de draagkrachtige zandlagen beginnend op NAP – 0,7 m à NAP – 0,9 m tot het geadviseerde paalpuntniveau. Hierbij is voor stalen buispalen een factor gehanteerd van $\alpha_s = 0,010$ voor druk en $\alpha_t = 0,007$ voor trek.

De maximum puntweerstanden zijn voor inwendig geheide stalen buispalen berekend met een paalklassefactor $\alpha_p = 0,7$; voor de overige paalfactoren geldt: $\beta \approx 0,9$ en $s = 1,0$.

Tabel 4-5 Paalpuntniveaus en maximum paalschachtwrijvingen en puntweerstanden

Sondering Nr.	Maaiveldhoogte [NAP + m]	Paalpuntniveau [NAP + m]	Stalen buispalen inwendig geheid			
			$F_{nk,rep,i}$ [kN/m]	$q_{s,cal,max,i}$ [kN/m]		$q_{b,max,i}^{1)}$ [MPa]
				druk	trek ²⁾	
7	4,40	- 6,5	-	614	401	15,0
8	4,38	- 6,5	-	669	435	14,5

$F_{nk,rep,i}$ is de representatieve waarde van de negatieve kleef bij sondering i, per meter paalomtrek;

$q_{s,cal,max,i}$ is de representatieve waarde van de maximumpaalschachtwrijvingskracht bij sondering i, per meter paalomtrek;

$q_{b,max,i}$ is de maximale puntweerstand bij sondering i;

1) deze waarden gelden voor palen, 324/340 mm;

2) deze waarden hebben betrekking op de maximale paalschachtwrijving voor een trek(midden)paal in een palenrij (paalgroep), waarbij de h.o.h. afstand tussen de trekpalen onderling tenminste 2,0 m bedraagt.

4.3.2 Rekenwaarden netto paaldrukweerstand en netto paaltrekweerstand

Met de hiervoor aangegeven waarden van de maximum paalschachtwrijving en de maximum puntweerstand zijn voor stalen buispalen de rekenwaarden van de netto paaldrukweerstand en de netto paaltrekweerstand berekend. Hierbij zijn, conform NEN 9997-1, de volgende factoren gehanteerd; $\xi = 1,32$ (2 sonderingen; niet-stijf bouwwerk), $\gamma_t (= \gamma_b = \gamma_{s,c}) = 1,20$, $\gamma_{f,nk} = 1,00$, $\gamma_{s,t} = 1,35$, $\gamma_{m,var;q_c} = 1,50$ en $\gamma_f = 1,1$.

Dit geeft de volgende rekenwaarden voor de netto paaldruk- en –trekweerstand:

Tabel 4-6 Rekenwaarden voor de netto paaldrukweerstand en de netto paaltrekweerstand

Stalen buispalen inwendig geheid			
Paalafmetingen $\varnothing_{\text{schacht}} / \varnothing_{\text{voetplaat}}$ [mm / mm]	Paalpuntniveau [NAP + m]	$R_{c;\text{net};d}$ [kN]	$R_{t;\text{net};\text{groep};d}$ [kN]
273 / 290	- 6,5	955	135
	- 7,0	1000	150
324 / 340	- 6,5	1250	160
	- 7,0	1300	180
356 / 370	- 6,5	1450	175
	- 7,0	1505	195

$R_{c;\text{net};d}$ is de rekenwaarde van de netto paaldrukweerstand;

$R_{t;\text{net};\text{groep};d}$ is de rekenwaarde van de netto paaltrekweerstand voor een paal in een paalgroep, *inclusief* de rekenwaarde van het effectieve gewicht van de paal en een reductie vanwege het groepeffect voor trekpalen, uitgaande van plaatsing in een rij met een onderlinge h.o.h. afstand van tenminste 2,0 m. De vermelde waarden betreffen een "middenpaal";

De vermelde rekenwaarden van de netto paaldruk- en -trekweerstand ($R_{c;\text{net};d}$ en $R_{t;\text{net};d}$) betreffen de rekenwaarden van de maximale paaldrukweerstand, c.q. de maximale paaltrekweerstand die door de paal op paalkopniveau aan de funderingsgrondslag kan worden ontleend. De constructieve sterkte moet separaat worden beoordeeld door de constructeur.

Wij adviseren om alle *trekpalen* over de gehele paallengte te wapenen op de rekenwaarde van de maximale paaltrekbelasting.

Berekeningsvoorbeelden zijn opgenomen onder bijlage A.

4.3.3 Paalkopzakkingen en -rijzingen en axiale paalveerstijfheden

De maximale paalkopzakkingen in de bruikbaarheidsgrenstoestand bedragen (bij de maximale karakteristieke paalbelastingen) circa 5 à 10 mm. Afhankelijk van de opbouw van de ondergrond en de gekozen paalafmetingen bedragen de maximale zettingsverschillen, uitgaande van praktisch gelijke paalbelastingen, 5 mm.

De maximale paalkoprijzingen in de bruikbaarheidsgrenstoestand bedragen (bij de maximale karakteristieke paaltrekbelastingen) circa 5 mm. Afhankelijk van de opbouw van de ondergrond en de belastingsverschillen bedragen de maximale rijzingsverschillen, uitgaande van praktisch gelijke paalbelastingen, circa enkele millimeters.

De werkelijk optredende zettingen en zettingsverschillen (van drukpalen), dan wel rijzingen en rijzingsverschillen (van trekpalen) zijn onder meer afhankelijk van de beschouwde locatie, de toegepaste paalafmetingen en de werkelijk optredende paalbelastingen.

Voor langdurig aanwezige (permanente) belastingen kan een karakteristieke verticale veerstijfheid worden aangehouden ter grootte van:

- $k_{v;langd;k} = 115$ [MN/m] voor stalen buispalen $\varnothing 273 / 290$ mm;
- $k_{v;langd;k} = 165$ [MN/m] voor stalen buispalen $\varnothing 324 / 340$ mm;
- $k_{v;langd;k} = 205$ [MN/m] voor stalen buispalen $\varnothing 356 / 370$ mm;

Deze waarde is bepaald voor een relatief minder draagkrachtige funderingsgrondslag. Hierbij is rekening gehouden met een maximale representatieve paalbelasting ($F_{c;k}$) = 480 kN (= $F_{c;d} = 645$ kN / 1,33).

In verband met onzekerheden, waaronder variaties in de funderingsgrondslag adviseren wij rekening te houden met hoge respectievelijk lage waarden van de veerstijfheden welke uit voornoemde veerstijfheid kunnen worden bepaald door vermenigvuldiging met een onzekerheidsfactor 1,5, respectievelijk deling van voornoemde veerstijfheid door een onzekerheidsfactor ter grootte van 1,35.

De veerstijfheden in de uiterste grenstoestand worden verkregen door voornoemde veerstijfheden te delen door een factor ter grootte van 1,3.

Een berekeningsvoorbeeld van het karakteristieke last-zakkingsgedrag met het bijbehorende last-zakkingsdiagram (voor de bruikbaarheidsgrenstoestand) is opgenomen onder bijlage B.

4.3.4 Het gedrag van de palen onder een horizontale paalkopbelasting

De funderingspalen zullen op paalkopniveau niet alleen verticaal maar ook horizontaal (belastingsschema's A en B) en door een kopmoment (belastingsschema's A) worden belast. Door deze horizontale belasting en het kopmoment zal de funderingspaal op buiging worden belast en zal de paal(kop) verplaatsen.

Met de constructeur is afgestemd om de belastingsschema's A en B te hanteren voor de horizontaal en door een kopmoment belaste alleenstaande palen. Belastingsschema A werkt loodrecht op de palenrij. Belastingsschema B werkt in de lengterichting van beide landhoofden.

Voor de berekening van horizontaal belaste palen is nog geen (door geotechnische normen voorgestane) berekeningsmethode beschikbaar. Daarom zijn deze berekeningen van het gedrag van de horizontaal belaste palen op traditionele wijze uitgevoerd (met rekenwaarden).

Voor het gedrag van de horizontaal belaste palen zijn horizontale belastingen (rekenwaarden) op de paalkop opgegeven ter grootte van 20 kN (belastingsschema A) en 28 kN (belastingsschema B). Op basis van belastingsschema A treedt er gelijktijdig met de horizontale belasting een extern paalkopmoment op van circa 35 kNm.

Het gedrag van de palen onder een horizontale belasting is berekend met behulp van de 'single pile' module van het programma D-SheetPiling (versie 16.1).

Daarbij is uitgegaan van de volgende factoren en aannamen:

- $E_{beton} = 38$ GPa en $E_{staal} = 200$ GPa voor stalen buispalen;
- De buigstijfheid $EI = E_{beton}I_{beton;niet-gescheurd} + E_{staal} + I_{staal}$ ($EI = 35.625$ kNm² voor palen 324 / 340 mm met een wanddikte van 7 mm exclusief of na corrosie)

- Voor de werkende breedte van de palen is gerekend met $d_{eq \text{ (schacht)}}$.
- De paalkop bevindt zich op paalkopniveau $\approx$ NAP + 4,94 m).
- De verbinding van de palen met de bovenliggende "buigstijve" constructie wordt vrij met betrekking tot de translatie en de rotatie van de paalkop wordt verhinderd ("ingeklemd"; schema B), dan wel ongehinderd ("scharnierend"; schema A); beide situaties worden berekend.
- Gerekend is met een normaalkracht op de palen van 488 kN (rekenwaarde).
- Aangezien de landhoofden en daarmee de palen zich in het nieuwe / bestaande talud van de watergang bevinden dient er in principe een reductie op de horizontale (passieve) gronddruk door te worden gevoerd. Om deze reductie te benaderen is op basis van het belastingschema A een verlaagd maaiveld rondom de palen aangehouden met een hoogte van NAP + 4,0 m (niveau ca. halverwege talud tussen paalkopniveau (NAP + 4,94 m) en bodempeil watergang (NAP + 2,8 m). Aangezien het belastingschema B betrekking heeft op de belasting in de lengterichting van het landhoofd en hier in principe een "hoog" maaiveld (geen talud) geldt, is de maaiveldhoogte gelijk gesteld aan het paalkopniveau, oftewel NAP + 4,94 m.

De berekeningsresultaten van het gedrag van alleenstaande horizontaal belaste stalen buispalen zijn tabellarisch samengevat in:

- Tabel 4-7 voor palen met een paalkop die vrij kan transleren en waarvan de rotatie is verhinderd is ("ingeklemd"; belastingschema B);
- Tabel 4-8 voor palen met een paalkop die vrij kan transleren en roteren ("scharnierend"; belastingschema A).

Tabel 4-7 Berekeningsresultaten voor alleenstaande horizontaal belaste stalen buispalen met een paalkop die vrij kan transleren en waarvan de rotatie is verhinderd ("ingeklemd"; belastingschema B)

Stalen buispalen, inwendig geheid $\emptyset_{\text{schacht}} / \emptyset_{\text{voetplaat}}$ [mm / mm]	Rekenwaarde horizontale paalkopbelasting [kN]	"ingeklemde" paalkop; translatie is vrij			
		$M_{\text{paalkop};\text{max}}^*$ [kNm]	$M_{\text{veld};\text{max}}^*$ [kNm]	Niveau $M_{\text{veld};\text{max}}$ [NAP + m]	$U_{\text{max};\text{paalkop}}$ [mm]
324 / 340	28	33	9	ca. 1,5	2

* LET OP: de vermelde waarden betreffen karakteristieke waarden.

De toelaatbaarheid van de deformaties en de constructieve sterkte (tevens rekening houdend met de normaalkracht) moet separaat worden beoordeeld door de constructeur.

Tabel 4-8 Berekeningsresultaten voor alleenstaande horizontaal belaste stalen buispalen met een paalkop die vrij kan transleren en roteren ("scharnierend"; belastingschema A) *

Stalen buispalen, inwendig geheid $\varnothing_{\text{schacht}} / \varnothing_{\text{voetplaat}}$ [mm / mm]	Rekenwaarde horizontale paalkopbelasting [kN]	Rekenwaarde uitwendig paalkopmoment [kNm]	"scharnierende" paalkop; translatie is vrij		
			$M_{\text{veld};\text{max}}^*$ [kNm]	Niveau $M_{\text{veld};\text{max}}$ [NAP + m]	$U_{\text{max};\text{paalkop}}^{1)}$ [mm]
324 / 340	20	35	80	ca. 2,5	21

* LET OP: de vermelde waarden betreffen karakteristieke waarden.

De toelaatbaarheid van de deformaties en de constructieve sterkte (tevens rekening houdend met de normaalkracht) moet separaat worden beoordeeld door de constructeur.

- ¹⁾ De paalkopverplaatsing is gebaseerd op de rekenwaarde van de horizontale belasting en de rekenwaarde van het kopmoment, daarnaast is de belasting als permanent aangenomen. Dit betreffen conservatieve aannames. De werkelijk optredende paalkopverplaatsingen zullen derhalve lager zijn en zijn o.a. afhankelijk van de intensiteit van de paalkopbelastingen, de representatieve waarden van de belastingen en de tijdsduur van de aanwezigheid van deze belastingen.

De bepaling van de horizontale beddingconstanten van de ondergrond zijn weergegeven in bijlage C.

De berekeningsvoorbeelden alsmede invoer van de berekeningen in D-Sheet Piling zijn opgenomen onder bijlage D.

4.3.5 Uitvoering

Het inwendig op diepte heien van de stalen buispalen met een gesloten punt zal naar verwachting kunnen worden uitgevoerd met een voldoende zwaar inwendig valblok. Wij adviseren om dit en de paalafmetingen (incl. wanddikten) vooraf met de (beoogde) paalleverancier te bespreken, evenals de mogelijkheden voor een probleemloze installatie waarbij rekening dient te worden gehouden met de lokale omstandigheden (o.a. toegang en werkruimte). De keuze voor het heiblok kan het beste aan de heiaannemer worden overgelaten. Verder dient bij dit paaltype altijd extra aandacht te worden besteed aan een goede kwaliteit van de lassen / of verbindingen evenals de wanddikte van de buizen.

Voor algemene richtlijnen voor de uitvoering van heiwerken wordt verwezen naar bijlage E (heiwerk).

Opgesteld door:

ing. R. Menkens (088 - 51 30 285)

Rijssen, 18 mei 2017

Mos Grondmechanica B.V.

Contr. : H.V.




Bijlage A

Voorbeeldberekening *paaldruk-* en *paaltrek*weerstand

Mos Grondmechanica

Postbus 801

3160 AA RHOON

Tel. +31 (0)88 513020

Opdrachtnummer 1701470 Datum 10-5-2017 Sondering: 7 ver 2017050

BEREKENING DRUKWEERSTAND VIERKANTE PALEN

Terreinbelasting	0,00	kN/m ²	Betreft: Realisatie voetgangersbrug Golfbaan te Cromvoirt
Referentievlak	NAP		
Gw.stand NAP +	3,00	m	
Mv.hoogte NAP +	4,40	m	
Putbodern NAP +	4,40	m	

GEGEVENS GRONDLAGEN					KORRELSPANNINGEN				$\Sigma q_{s,cal,max,i}$	$\Sigma F_{nk,rep}$
Laag nr.	o.k. laag [NAP + m]	$\gamma_{i,rep}$ [kN/m ³]	$q_{c,i,gem}$ [MPa]	$K_{0,i} \tan \delta_i$	h_i [m]	$\sigma_{v,z,i,gem}$ [kN/m ²]	$\sigma_{v,z,i,ontgr.}$ [kN/m ²]	red. σ_n/σ_o o.k. laag i	$q_{s,cal,max,i}$ [kN/m]	$F_{nk,rep}$ [kN/m]
1	3,00	17,0	4,0	0,000	1,40	11,90	11,90	1,00	0	0
2	2,00	17,0	3,5	0,000	1,00	27,30	27,30	1,00	0	0
3	1,50	19,0	2,0	0,000	0,50	33,05	33,05	1,00	0	0
4	0,00	20,0	12,0	0,000	1,50	42,80	42,80	1,00	0	0
5	-0,70	19,0	2,5	0,000	0,70	53,45	53,45	1,00	0	0
6	-1,00	20,0	4,0		0,30	58,10	58,10	1,00	12	
7	-2,00	20,0	11,5		1,00	64,60	64,60	1,00	127	
8	-3,00	20,0	12,0		1,00	74,60	74,60	1,00	247	
9	-4,00	20,0	12,0		1,00	84,60	84,60	1,00	367	
10	-5,00	20,0	11,0		1,00	94,60	94,60	1,00	477	
11	-5,80	19,0	4,0		0,80	103,20	103,20	1,00	509	
12	-6,50	20,0	15,0		0,70	110,30	110,30	1,00	614	
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										

Geheide geprefabriceerde betonpaal

Paaldoorsnede	V	(vierkant)
α_s (in zand:)	0,010	
$q_{b,max}$	15,00	MPa
reduct. $q_{b,max}$	1,00	
reduct. $\sigma_{i,rep}$	100	%
ξ	1,32	
γ_t ($= \gamma_b = \gamma_s$)	1,20	
$\gamma_{f,nk}$ (enkele paal)	1,00	
Paalgroep (J / N)	N	

Gekozen : $F_{nk,rep}$	=	0	[kN/m]
Gekozen : $q_{s,cal,max}$	=	614	[kN/m]

REKENWAARDE PAALDRUKWEERSTAND

Paal zijde 1 [mm]	Paal zijde 2 [mm]	Paalpuntniveau = NAP -6,5 m					
		Apunt [mm ²]	O_s [mm]	$R_{b,cal,max}$ [kN]	$R_{s,cal,max}$ [kN]	$F_{nk,rep}$ [kN]	$R_{c,net;d}$ [kN]
290	290	84100	1160	1262	712	0	1246

Rekenvoorbeeld:

$$R_{c,cal,max} = R_{b,cal,max} + R_{s,cal,max} = 1262 + 712 = 1974 \text{ kN}$$

$$R_{c,net;d} = R_{c,cal,max} / (\xi \times \gamma_t) - F_{nk,rep} \times \gamma_{f,nk} = 1246 - 0 = 1246 \text{ kN}$$

Mos Grondmechanica

Postbus 801

3160 AA RHOON

Tel. +31 (0)88 513020

Opdrachtnummer 1701470 Datum 18-5-2017 Sondering: 7 ver 2017051

BEREKENING DRUKWEERSTAND RONDE PALEN

Terreinbelasting	0,00	kN/m ²	Betreft: Realisatie voetgangersbrug Golfbaan te Cromvoirt
Referentievlak	NAP		
Gw.stand NAP +	3,00	m	
Mv.hoogte NAP +	4,40	m	
Putbodern NAP +	4,40	m	

GEGEVENS GRONDLAGEN					KORRELSPANNINGEN				$\Sigma q_{s,cal,max,i}$	$\Sigma F_{nk,k}$
Laag nr.	o.k. laag [NAP + m]	$\gamma_{i,k}$ [kN/m ³]	$q_{c,i,gem}$ [MPa]	$K_{0,i} \tan \delta_i$	h_i [m]	$\sigma_{v,z,i,gem}$ [kN/m ²]	$\sigma_{v,z,i,ontgr.}$ [kN/m ²]	red. σ_n/σ_o o.k. laag i	$q_{s,cal,max,i}$ [kN/m]	$F_{nk,k}$ [kN/m]
1	3,00	17,0	4,0	0,000	1,40	11,90	11,90	1,00	0	0
2	2,00	17,0	3,5	0,000	1,00	27,30	27,30	1,00	0	0
3	1,50	19,0	2,0	0,000	0,50	33,05	33,05	1,00	0	0
4	0,00	20,0	12,0	0,000	1,50	42,80	42,80	1,00	0	0
5	-0,70	19,0	2,5	0,000	0,70	53,45	53,45	1,00	0	0
6	-1,00	20,0	4,0		0,30	58,10	58,10	1,00	12	
7	-2,00	20,0	11,5		1,00	64,60	64,60	1,00	127	
8	-3,00	20,0	12,0		1,00	74,60	74,60	1,00	247	
9	-4,00	20,0	12,0		1,00	84,60	84,60	1,00	367	
10	-5,00	20,0	11,0		1,00	94,60	94,60	1,00	477	
11	-5,80	19,0	4,0		0,80	103,20	103,20	1,00	509	
12	-6,50	20,0	15,0		0,70	110,30	110,30	1,00	614	
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										

Geheide stalen buispaal met een gesloten punt

Paaldoorsnede	R	(rond)
α_s (in zand:)	0,010	
$q_{b,max}$	15,00	MPa
reduct. $q_{b,max}$	1,00	
reduct. $\sigma_{i,k}$	100	%
ξ	1,32	
γ_t ($= \gamma_b = \gamma_s$)	1,20	
$\gamma_{f,nk}$ (enkele paal)	1,00	
Paalgroep (J / N)	N	

Gekozen : $F_{nk,k}$	=	0	[kN/m]
Gekozen : $q_{s,cal,max}$	=	614	[kN/m]

REKENWAARDE PAALDRUKWEERSTAND

Schacht- diameter [mm]	Punt- diameter [mm]	Paalpuntniveau = NAP -6,5 m					
		A_{punt} [mm ²]	O_s [mm]	$R_{b,cal,max}$ [kN]	$R_{s,cal,max}$ [kN]	$F_{nk,k}$ [kN]	$R_{c,net;d}$ [kN]
324	340	90792	1018	1362	625	0	1254

Rekenvoorbeeld:

$$R_{c,cal,max} = R_{b,cal,max} + R_{s,cal,max} = 1362 + 625 = 1987 \text{ kN}$$

$$R_{c,net;d} = R_{c,cal,max} / (\xi \times \gamma_t) - F_{nk,k} \times \gamma_{f,nk} = 1254 - 0 = 1254 \text{ kN}$$

Mos Grondmechanica

Postbus 801

3160 AA RHOON

Tel. +31 (0)88 51302

Opdrachtnummer 1701470 Datum 10-5-2017 Sondering: 7 ver 201705

BEREKENING TREKWEERSTAND VIERKANTE PALEN

Referentievlak	NAP	Berekening volgens NEN 9997-1 (NEN-EN 1997-1 + NEN-EN 1997-1/NB + NEN 9097-1)
Gw.stand	NAP + 3,00 m	Betreft: Realisatie voetgangersbrug Golfbaan
Mv.hoogte	NAP + 4,40 m	te Cromvoirt
Putbodern	NAP + 4,40 m	
$F_{t,min;rep} / F_{t,max;rep} = -1,00$		

GEGEVENS GRONDLAGEN						KORRELSPANNINGEN				(incl. G'stb;paal;d	
Laag nr.	o.k. laag [NAP + m]	$\gamma_{i;rep}$ [kN/m ³]	$q_{c,i;gem}$ [MPa]	Grond-soort	Trek (J / N)	h_i [m]	$\sigma_{v,z,i;gem.}$ [kN/m ²]	$\sigma_{v,z,i;ontgr.}$ [kN/m ²]	$q_{c,i;corr.}$ [MPa]	$\Sigma R_{t,\alpha t1;d}$ [kN]	$\Sigma R_{t,Gmax}$ [kN]
1	3,00	17,0	4,0	Z	N	1,40	11,90	11,90	4,00	3	26
2	2,00	17,0	3,5	Z	N	1,00	27,30	27,30	3,50	4	98
3	1,50	19,0	2,0	Z	N	0,50	33,05	33,05	2,00	4	156
4	0,00	20,0	12,0	Z	N	1,50	42,80	42,80	12,00	6	442
5	-0,70	19,0	2,5	Z	N	0,70	53,45	53,45	2,50	6	645
6	-1,00	20,0	4,0	Z	J	0,30	58,10	58,10	4,00	10	747
7	-2,00	20,0	11,5	Z	J	1,00	64,60	64,60	11,50	46	1163
8	-3,00	20,0	12,0	Z	J	1,00	74,60	74,60	12,00	84	1706
9	-4,00	20,0	12,0	Z	J	1,00	84,60	84,60	12,00	121	2395
10	-5,00	20,0	11,0	Z	J	1,00	94,60	94,60	11,00	155	3246
11	-5,80	19,0	4,0	Z	J	0,80	103,20	103,20	4,00	166	4054
12	-6,50	20,0	15,0	Z	J	0,70	110,30	110,30	15,00	199	4862
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											
26											
27											
28											

α_t	0,0070	Geprefabriceerde betonpaal
reduct. $\sigma_{i;rep}$	100 %	
ξ	1,32	Heiverdichting (J / N) : N
$\gamma_{s;t}$	1,35	
$\gamma_{m,var;q_c}$	1,50	
γ_{paal}	24,0 kN/m ³	
γ_f	1,10	
Paalgroep (J / N)	J	

(Voor een alleenstaande paal:

$R_{t;net;1;d} = 199$ [kN])

Paalgroep van trekpalen met de naastgelegen trekpalen op:

X1 = 2,00 [m]

Y1 = [m]

X2 = 2,00 [m]

Y2 = [m]

Een lege stramienmaat = oneindig gr

REKENWAARDE PAALTREKWEERSTAND, INCL. PAALGROEPEFFECT

Paaldoorsn. (R / V)	Zijde [mm]	Paalpuntniveau [NAP + m]	O_s [mm]	($R_{t;wrijving;d} \leq R_{t;kluit;d}$) + $G'stb;paal;d$ = [kN]	$R_{t;net;d}$ [kN]
V	290	-6,50	1160	(165,7 $\leq$ 1394,9) + 12 =	178

Mos Grondmechanica

Postbus 801

3160 AA RHOON

Tel. +31 (0)88 51302

Opdrachtnummer 1701470 Datum 18-5-2017 Sondering: 7 ver 201705

BEREKENING TREKWEERSTAND RONDE PALEN

Referentievlak	NAP	Berekening volgens NEN 9997-1 (NEN-EN 1997-1 + NEN-EN 1997-1/NB + NEN 9097-1)
Gw.stand	NAP + 3,00 m	Betreft: Realisatie voetgangersbrug Golfbaan
Mv.hoogte	NAP + 4,40 m	te Cromvoirt
Putbodern	NAP + 4,40 m	
$F_{t,min;k} / F_{t,max;k} =$	-1,00	

GEGEVENS GRONDLAGEN						KORRELSPANNINGEN				(incl. G'stb;paal;d	
Laag nr.	o.k. laag [NAP + m]	$\gamma_{i;k}$ [kN/m ³]	$q_{c,i;gem}$ [MPa]	Grond-soort	Trek (J / N)	h_i [m]	$\sigma_{v,z,i;gem}$ [kN/m ²]	$\sigma_{v,z,i;ontgr}$ [kN/m ²]	$q_{c,i;corr}$ [MPa]	$\Sigma R_{t,\alpha t1;d}$ [kN]	$\Sigma R_{t,Gmax}$ [kN]
1	3,00	17,0	4,0	Z	N	1,40	11,90	11,90	4,00	3	26
2	2,00	17,0	3,5	Z	N	1,00	27,30	27,30	3,50	3	98
3	1,50	19,0	2,0	Z	N	0,50	33,05	33,05	2,00	4	156
4	0,00	20,0	12,0	Z	N	1,50	42,80	42,80	12,00	5	441
5	-0,70	19,0	2,5	Z	N	0,70	53,45	53,45	2,50	6	644
6	-1,00	20,0	4,0	Z	J	0,30	58,10	58,10	4,00	10	746
7	-2,00	20,0	11,5	Z	J	1,00	64,60	64,60	11,50	41	1161
8	-3,00	20,0	12,0	Z	J	1,00	74,60	74,60	12,00	74	1705
9	-4,00	20,0	12,0	Z	J	1,00	84,60	84,60	12,00	107	2393
10	-5,00	20,0	11,0	Z	J	1,00	94,60	94,60	11,00	137	3243
11	-5,80	19,0	4,0	Z	J	0,80	103,20	103,20	4,00	147	4051
12	-6,50	20,0	15,0	Z	J	0,70	110,30	110,30	15,00	175	4859
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											
26											
27											
28											

α_t	0,0070	Geheide stalen buispaal met gesloten punt
reduct. $\sigma_{i;k}$	100 %	
ξ	1,32	Heiverdichting (J / N) : N
$\gamma_{s;t}$	1,35	
$\gamma_{m,var;q_c}$	1,50	
γ_{paal}	24,0 kN/m ³	
γ_f	1,10	
Paalgroep (J / N)	J	

(Voor een alleenstaande paal:
 $R_{t,net;1;d} = 175$ [kN])
 Paalgroep van trekpalen met
 de naastgelegen trekpalen op:
 $X1 = 2,00$ [m]
 $Y1 =$ [m]
 $X2 = 2,00$ [m]
 $Y2 =$ [m]

Een lege stramienmaat = oneindig gr

REKENWAARDE PAALTREKWEERSTAND, INCL. PAALGROEPEFFECT					
Paaldoorsn. (R / V)	Paaldiameter [mm]	Paalpuntniveau [NAP + m]	O_s [mm]	($R_{t,wrijving;d} \leq R_{t,kluit;d}$) + + G'stb;paal;d = [kN]	$R_{t,net;d}$ [kN]
R	324	-6,50	1018	(147,6 $\leq$ 1394,6) + 11,8 =	159

N.B. De diameter van de voetplaat mag maximaal 20 mm groter zijn dan de buitendiameter van de casingbuis.

Bijlage B

Last-zakkingsgedrag drukpalen

Mos Grondmechanica

Postbus 801

3160 AA RHOON

Tel. +31 (0)88 5130200

Opdrachtnummer

1701470

Datum

18-5-2017

ver 20161201

LAST - ZAKKINGSGEDRAG VAN FUNDERINGSPALEN

Project: Realisatie voetgangersbrug Golfbaan
te Cromvoirt

Palen 290 x 290 mm; paalpuntniveau NAP - 6,5 m

PAALGEGEVENS

Paaltype (G / A / B)	G	(grondverdringende paal)	ξ	=	1,32	
Drasn.(R / V / Re / W / O)	V	(vierkante paal)	$\gamma_{f,nk}$	=	1,0	(grens.1B)
Paalzijde 1	=	290 [mm]	Paallengte L	=	11,00	[m]
Paalzijde 2	=	290 [mm]	Lengte negatieve kleef	=	0,00	[m]
			Lengte positieve kleef	=	5,80	[m]
Qb;max	=	15,00 [N/mm ²]	Elast.modulus: Epaal	=	2,00E+07	[kN/m ²]
Qs;cal;max	=	614 [kN/m]	Deq	=	327,2	[mm]
Fnk;rep	=	0 [kN/m]	Oschacht	=	1160	[mm]
Soort paalbelasting	D	(statische paaldrukbelasting)	Aschacht	=	84100	[mm ²]
			Apunt	=	84100	[mm ²]

BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTAND (2)

γ_t	=	1,00	Belastingen:			
			Fc;k	=	480	[kN]
Rb;max;k	=	956 [kN]	Fnk;rep	=	0	[kN]
Rs;max;k	=	540 [kN]	Fc;totaal;k	=	480	[kN]
Rc;k	=	1495 [kN]				
Rc;net;k	=	1495 [kN]	Sb;k	=	1,16	[mm]
			Sel;rep	=	2,71	[mm]
Rb;k	=	233 [kN]	S1;rep	=	3,9	[mm]
Rs;k	=	247 [kN]	S2;rep	=		[mm]
Rc;totaal;k	=	480 [kN]	Srep	=		[mm]

Verticale veerstijfheid voor langdurig aanwezige belasting K1;k = 124 MN/m.

UITERSTE GRENSTOESTAND (1B)

γ_t	=	1,20	Belastingen:			
			Fc;d	=	1246	[kN]
Rb;max;d	=	796 [kN]	Fnk;d	=	0	[kN]
Rs;max;d	=	450 [kN]	Fc;totaal;d	=	1246	[kN]
Rc;d	=	1246 [kN]				
Rc;net;d	=	1246 [kN]	Sb;d	=	34,36	[mm]
			Sel;d	=	7,25	[mm]
Rb;d	=	796 [kN]	S1;d	=	41,6	[mm]
Rs;d	=	450 [kN]	S2;d	=		[mm]
Rc;totaal;d	=	1246 [kN]	Sd	=		[mm]

Opdrachtnummer : 1701470

Last - zakkingsgedrag van funderingspalen in de bruikbaarheidsgrenstoestand (2)

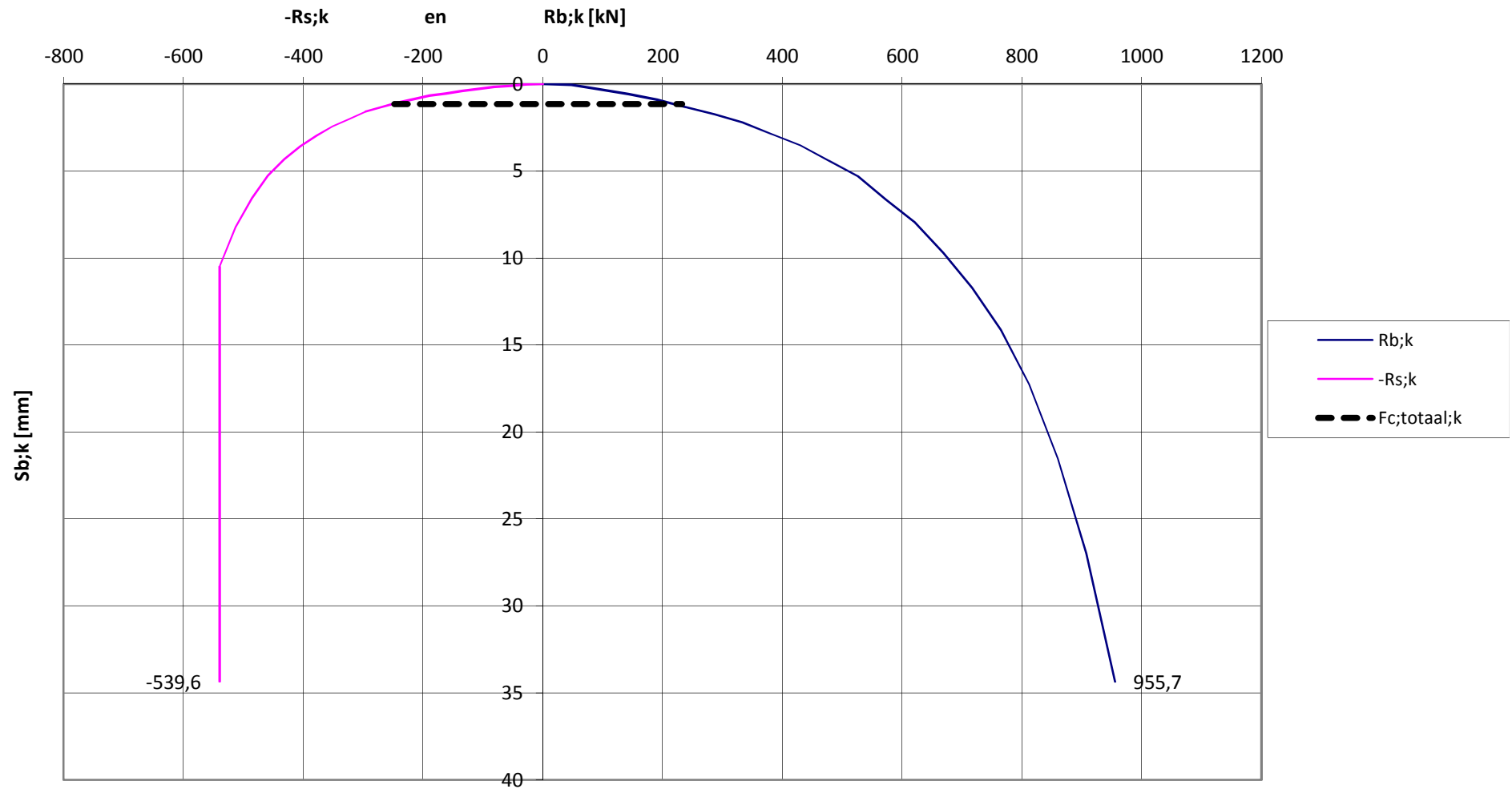
Realisatie voetgangersbrug Golfbaan
te Cromvoirt

$F_{c;totaal;k}$ 480 [kN]

$S_{b;k}$ 1,16 [mm]

Palen 290 x 290 mm; paalpuntniveau NAP - 6,5 m

(statische paaldrukbelasting)



Mos Grondmechanica

Postbus 801

3160 AA RHOON

Tel. +31 (0)88 5130200

Opdrachtnummer

1701470

Datum

18-5-2017

ver 20161201

LAST - ZAKKINGSGEDRAG VAN FUNDERINGSPALEN

Project: Realisatie voetgangersbrug Golfbaan
te Cromvoirt

Palen 324/340 mm wanddikte 7 mm; paalpuntniveau NAP - 6,5 m

PAALGEGEVENS

Paaltype (G / A / B)	G	(grondverdringende paal)	ξ	=	1,32	
Drasn.(R / V / Re / W / O)	R	(ronde paal)	$\gamma_{f,nk}$	=	1,0	(grens.1B)
Schachtdiameter	=	324 [mm]	Paallengte L	=	11,00	[m]
Paalpunt diameter	=	340 [mm]	Lengte negatieve kleeft	=	0,00	[m]
			Lengte positieve kleeft	=	5,80	[m]
Qb;max	=	15,00 [N/mm ²]	Elast.modulus: Epaal	=	2,00E+07	[kN/m ²]
Qs;cal;max	=	614 [kN/m]	Deq	=	340	[mm]
Fnk;rep	=	0 [kN/m]	Oschacht	=	1018	[mm]
Soort paalbelasting	D	(statische paaldrukbelasting)	Aschacht	=	82448	[mm ²]
			Apunt	=	90792	[mm ²]
Een paaldeel is: een stalen buis, diameter	=	324 [mm]	Wanddikte	=	7,00	[mm]
	Astaal =	6971 [mm ²]	Estaal	=	2,00E+08	[kN/m ²]

BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTAND (2)

γ_t	=	1,00	Belastingen:			
			Fc;k	=	480	[kN]
Rb;max;k	=	1032 [kN]	Fnk;rep	=	0	[kN]
Rs;max;k	=	473 [kN]	Fc;totaal;k	=	480	[kN]
Rc;k	=	1505 [kN]				
Rc;net;k	=	1505 [kN]	Sb;k	=	1,24	[mm]
			Sel;rep	=	1,59	[mm]
Rb;k	=	255 [kN]	S1;rep	=	2,8	[mm]
Rs;k	=	225 [kN]	S2;rep	=		[mm]
Rc;totaal;k	=	480 [kN]	Srep	=		[mm]

Verticale veerstijfheid voor langdurig aanwezige belasting K1;k = 169 MN/m.

UITERSTE GRENSTOESTAND (1B)

γ_t	=	1,20	Belastingen:			
			Fc;d	=	1254	[kN]
Rb;max;d	=	860 [kN]	Fnk;d	=	0	[kN]
Rs;max;d	=	395 [kN]	Fc;totaal;d	=	1254	[kN]
Rc;d	=	1254 [kN]				
Rc;net;d	=	1254 [kN]	Sb;d	=	35,70	[mm]
			Sel;d	=	4,29	[mm]
Rb;d	=	860 [kN]	S1;d	=	40,0	[mm]
Rs;d	=	395 [kN]	S2;d	=		[mm]
Rc;totaal;d	=	1254 [kN]	Sd	=		[mm]

Opdrachtnummer : 1701470

Last - zakkingsgedrag van funderingspalen in de bruikbaarheidsgrenstoestand (2)

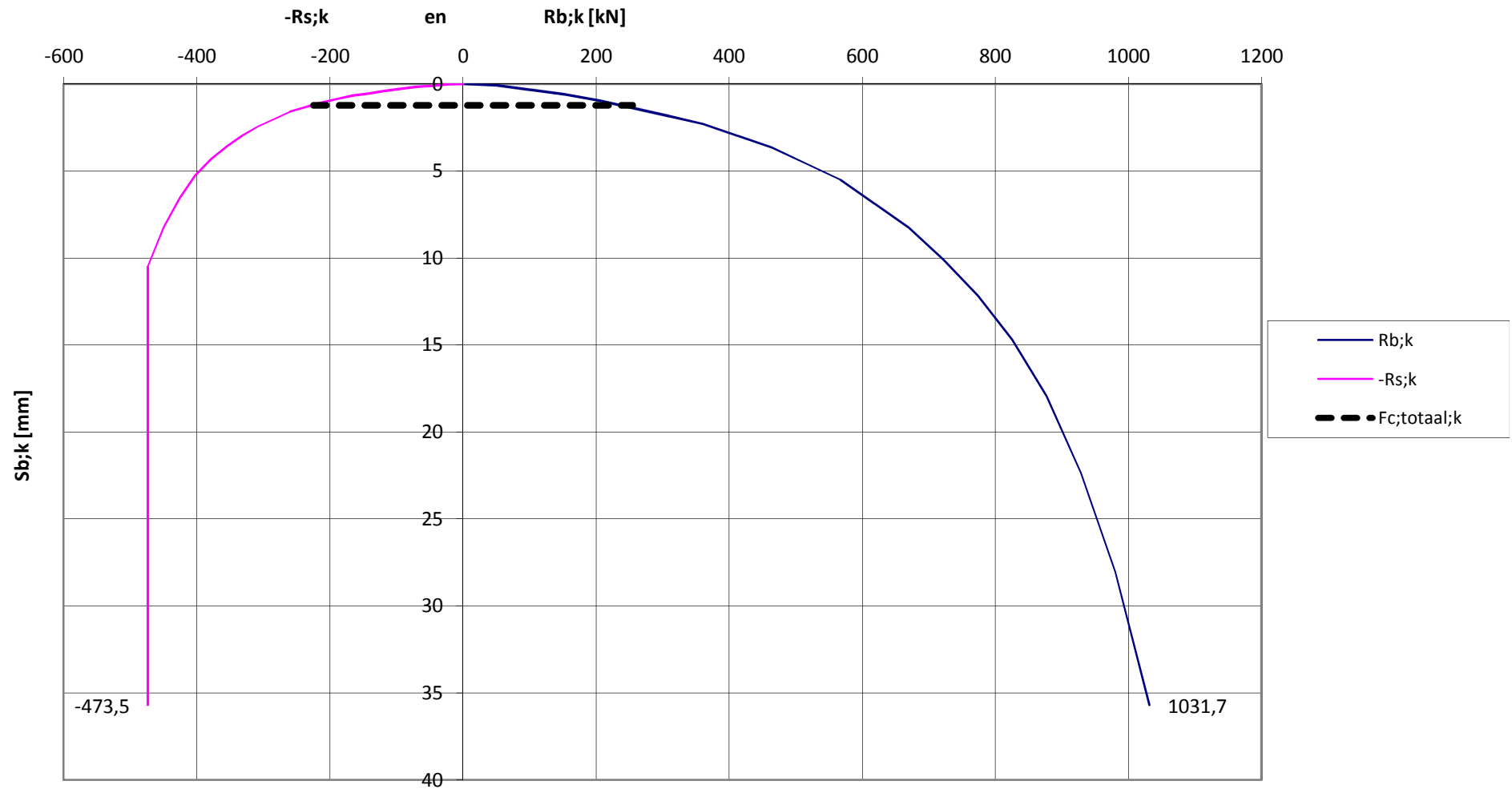
Realisatie voetgangersbrug Golfbaan
te Cromvoirt

$F_{c;totaal;k}$ 480 [kN]

$S_{b;k}$ 1,24 [mm]

Palen 324/340 mm wanddikte 7 mm; paalpuntniveau NAP - 6,5 m

(statische paaldrukbelasting)



Bijlage C

Bepaling horizontale beddingconstante ondergrond

Opdracht: 1701470 Sondering 7

Paaldrsn. & paaltype (A / V / R) V (= vierkante, geprefabriceerde betonpaal)
E_{beton} = 30 [GPa] E_{staal} = 200 [GPa]

Referentievlak NAP
Gw.stand NAP 2,30 m
Mv.hoogte NAP 4,90 m
O.k. Damwand / Paal -6,50 m

O.k. Damwand / Paal				-6,50	m		Op basis van vuistregels, incl. schelpwerking						Volgens Menard, "gemiddeld"					2		
									Horizontale beddingsconstante [kN/m³]					Horizontale beddingsconstante [kN/m³]					Menard	
Grondprofiel				γ _{i,rep}	γ _{s,i,rep}	c	φ	q _{c,gem}	B [m]	B [m]	B [m]	B [m]	Dam- wand	B [m]	B [m]	B [m]	B [m]	Dam- wand	α	β
Laag	Van	Tot	Grondsoort	[kN/m³]	[kN/m³]	[kN/m²]	[°]	[MPa]						0,290	0,320	0,350			alpha	beta
1	4,90	1,50	Zand					3,0					6000	21463	19451	17784		2005	0,33	0,85
2	1,50	0,00	Zand					14,0					28000	100161	90771	82991		9355	0,33	0,85
3	0,00	-1,00	Klei					1,5					4500	21354	19352	17693		2970	0,67	2,50
4	-1,00	-5,00	Zand					10,0					20000	71544	64837	59279		6682	0,33	0,85
5	-5,00	-5,70	Zand					4,0					8000	28618	25935	23712		2673	0,33	0,85
6	-5,70	-6,50	Zand					15,0					30000	107316	97255	88919		10023	0,33	0,85

Opdracht: 1701470 Sondering 7

Paaldrsn. & paaltype (A / V / R) R (= ronde, in het werk gestorte Vibro-, Fundex- of 'casingpaal')
E_{beton} = 25 [GPa] E_{staal} = 200 [GPa]

Referentievlak NAP
Gw.stand NAP 2,30 m
Mv.hoogte NAP 4,90 m
O.k. Damwand / Paal -6,50 m

Grondprofiel				$\gamma_{i,rep}$ [kN/m ³]	$\gamma_{s,i,rep}$ [kN/m ³]	c [kN/m ²]	ϕ [°]	q _{c,gem} [MPa]	Op basis van vuistregels, incl. schelpwerking					Volgens Menard, "gemiddeld" 2					Menard	
									Horizontale beddingsconstante [kN/m ³]					Horizontale beddingsconstante [kN/m ³]					α	β
Laag	Van	Tot	Grondsoort						Diam.[m]	Diam.[m]	Diam.[m]	Diam.[m]	Damwand	Diam.[m]	Diam.[m]	Diam.[m]	Diam.[m]	Damwand	alpha	beta
1	4,90	1,50	Zand					3,0					6000	21677				2005	0,33	0,85
2	1,50	0,00	Zand					14,0					28000	101160				9355	0,33	0,85
3	0,00	-1,00	Klei					1,5					4500	21567				2970	0,67	2,50
4	-1,00	-5,00	Zand					10,0					20000	72257				6682	0,33	0,85
5	-5,00	-5,70	Zand					4,0					8000	28903				2673	0,33	0,85
6	-5,70	-6,50	Zand					15,0					30000	108386				10023	0,33	0,85

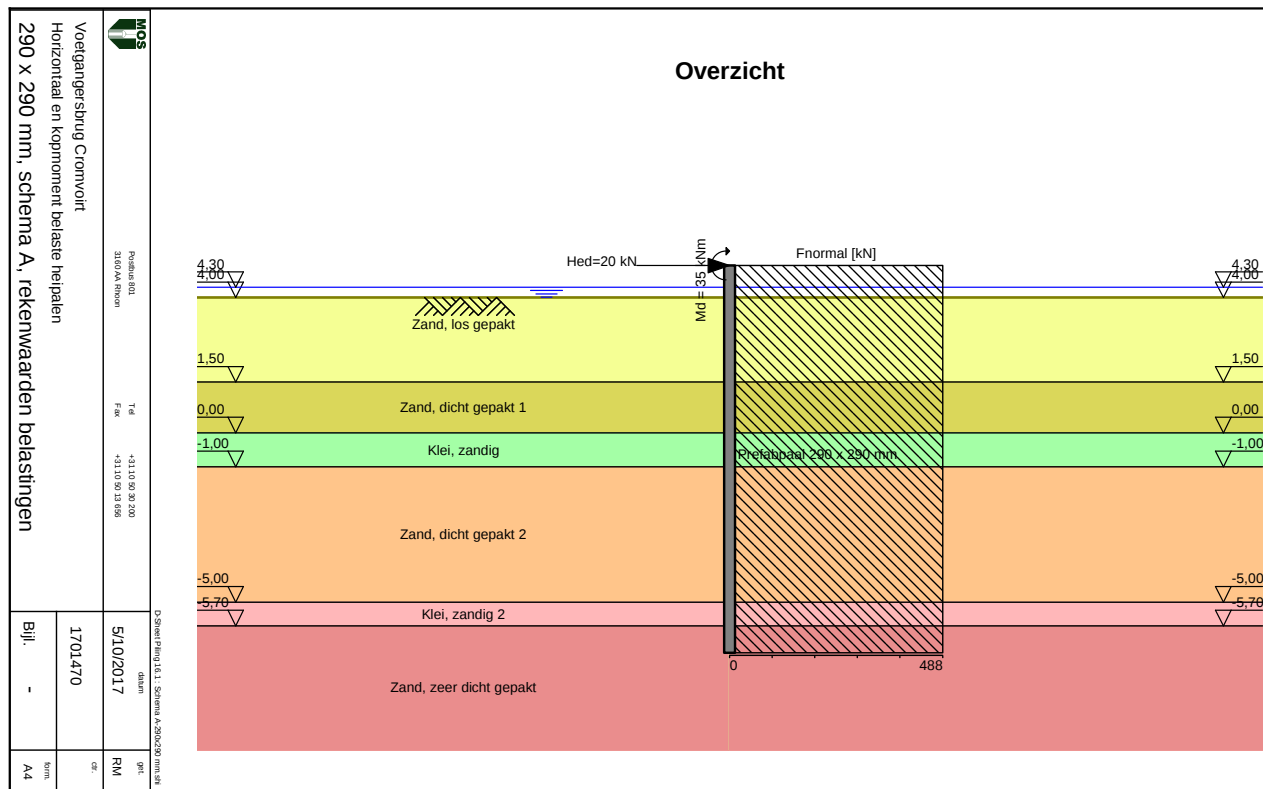
Bijlage D

Berekeningsresultaten en invoer D-Sheet Piling

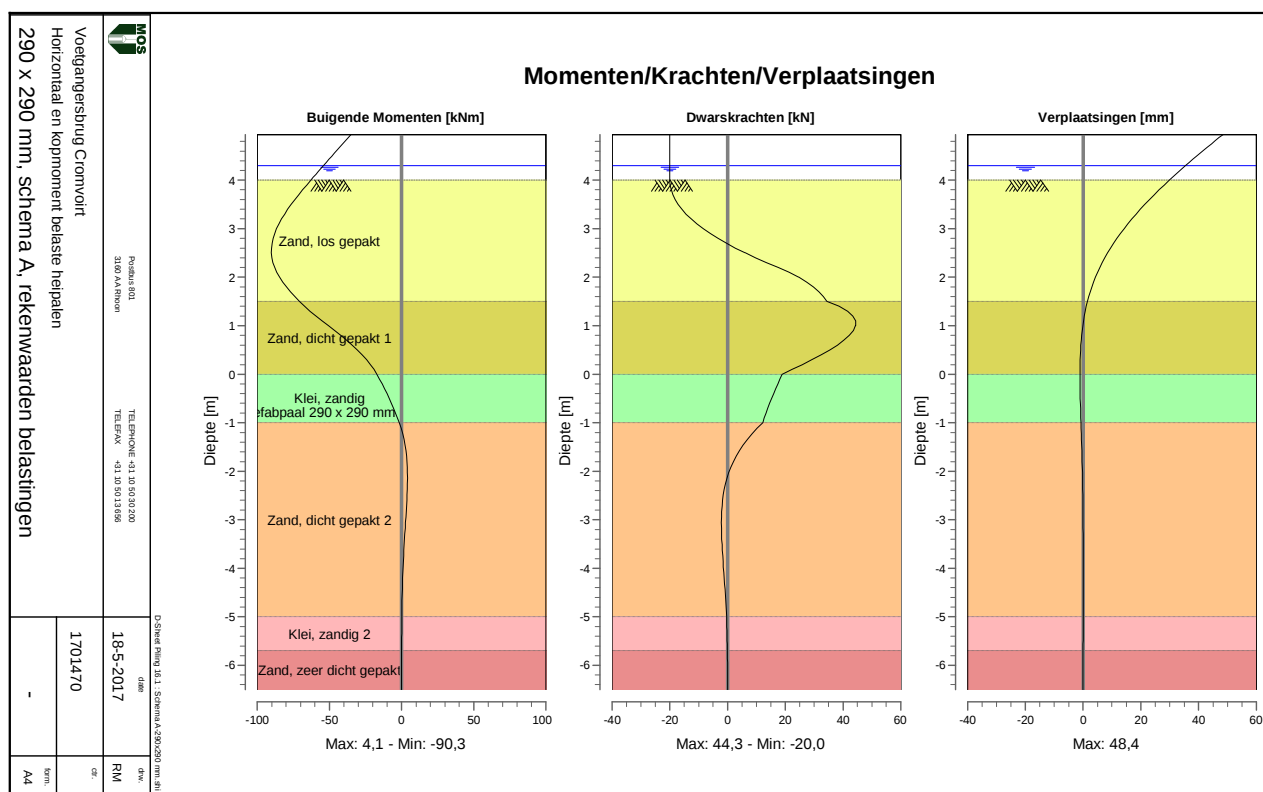
Horizontaal en door een kopmoment belaste palen
Geprefabriceerde betonpalen 290 x 290 mm
Stalen buispalen Ø324/340 mm

Geprefabriceerde betonpalen 290 x 290 mm

Invoer D-Sheet Piling belastingschema A (paalkop rotatie- translatievrij)

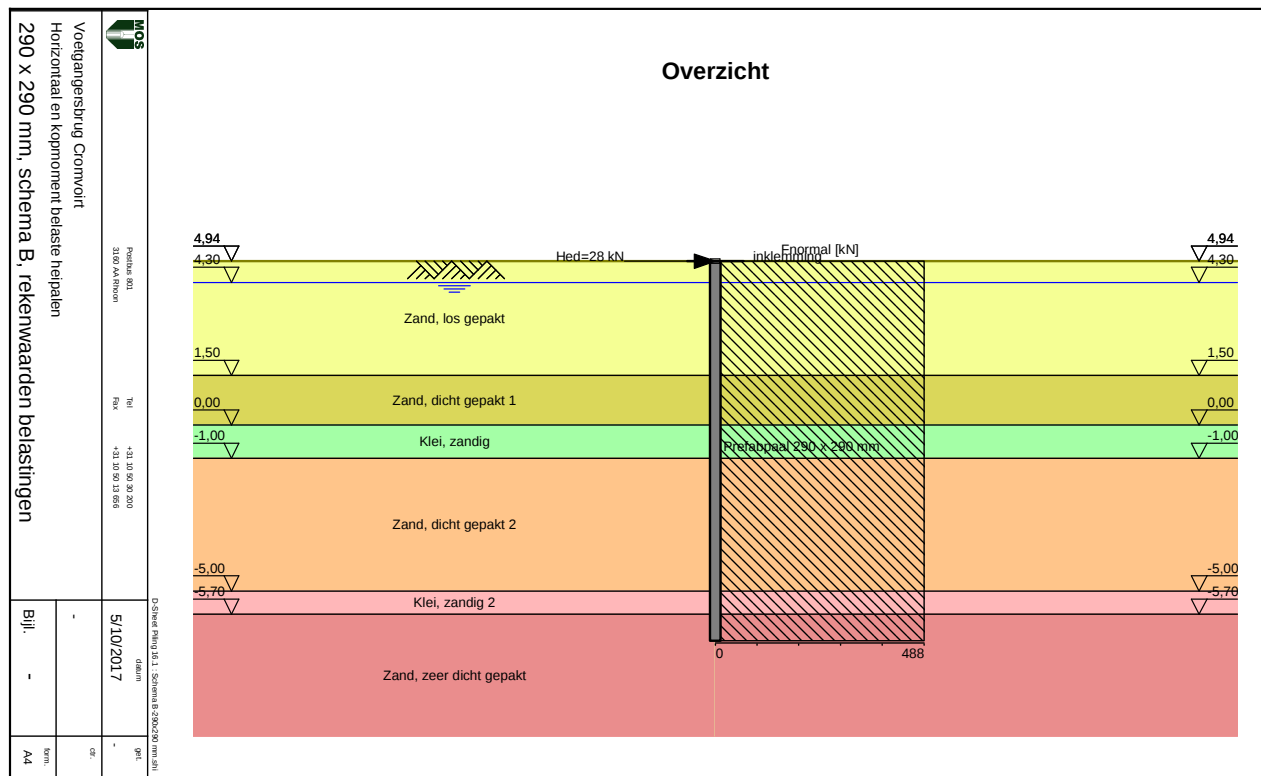


Berekeningsresultaten D-Sheet Piling belastingschema A (paalkop rotatie- translatievrij)

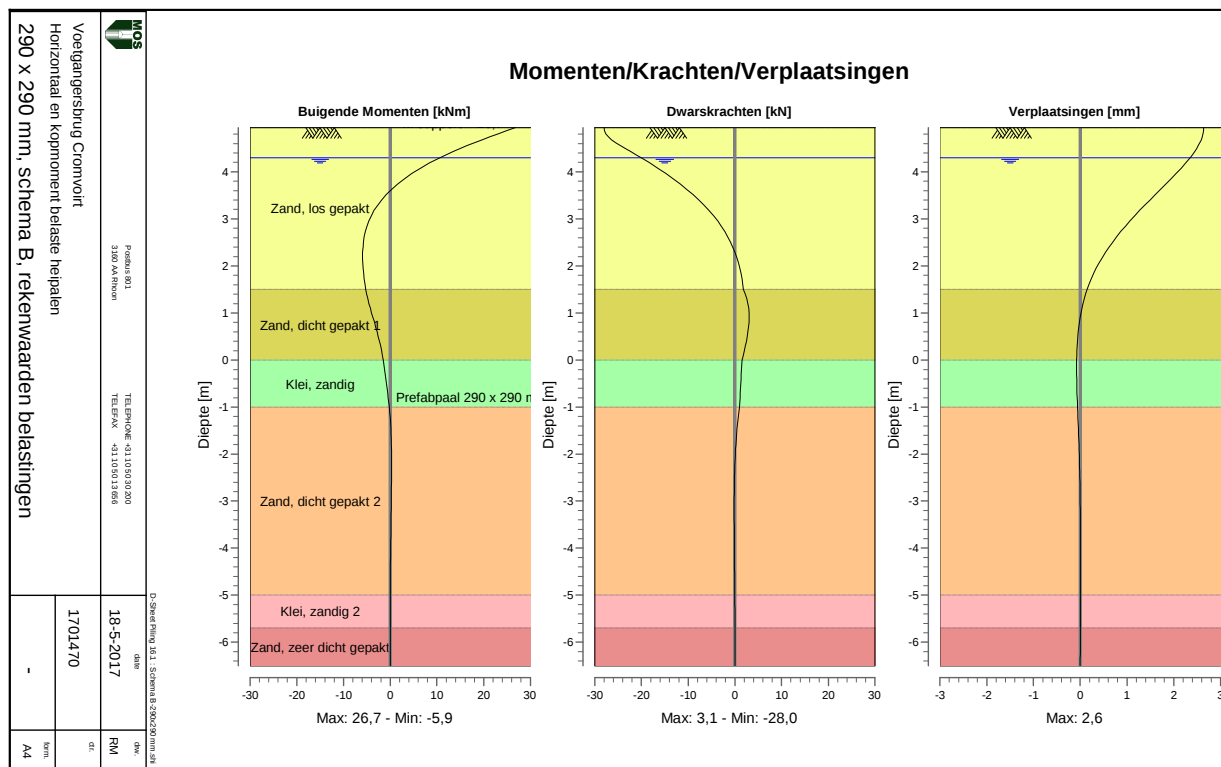


Geprefabriceerde betonpalen 290 x 290 mm

Invoer D-Sheet Piling belastingschema B (paalkop ingeklemd)

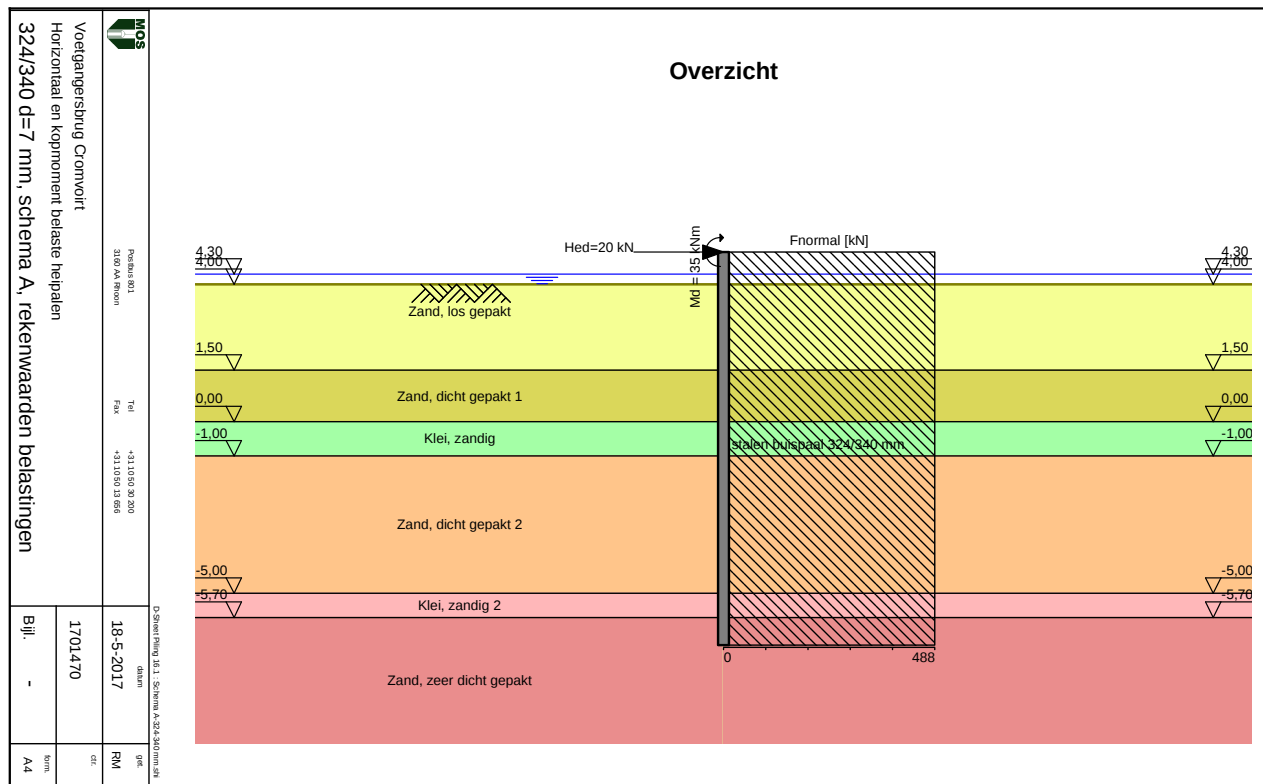


Berekeningsresultaten D-Sheet Piling belastingschema A (paalkop ingeklemd)

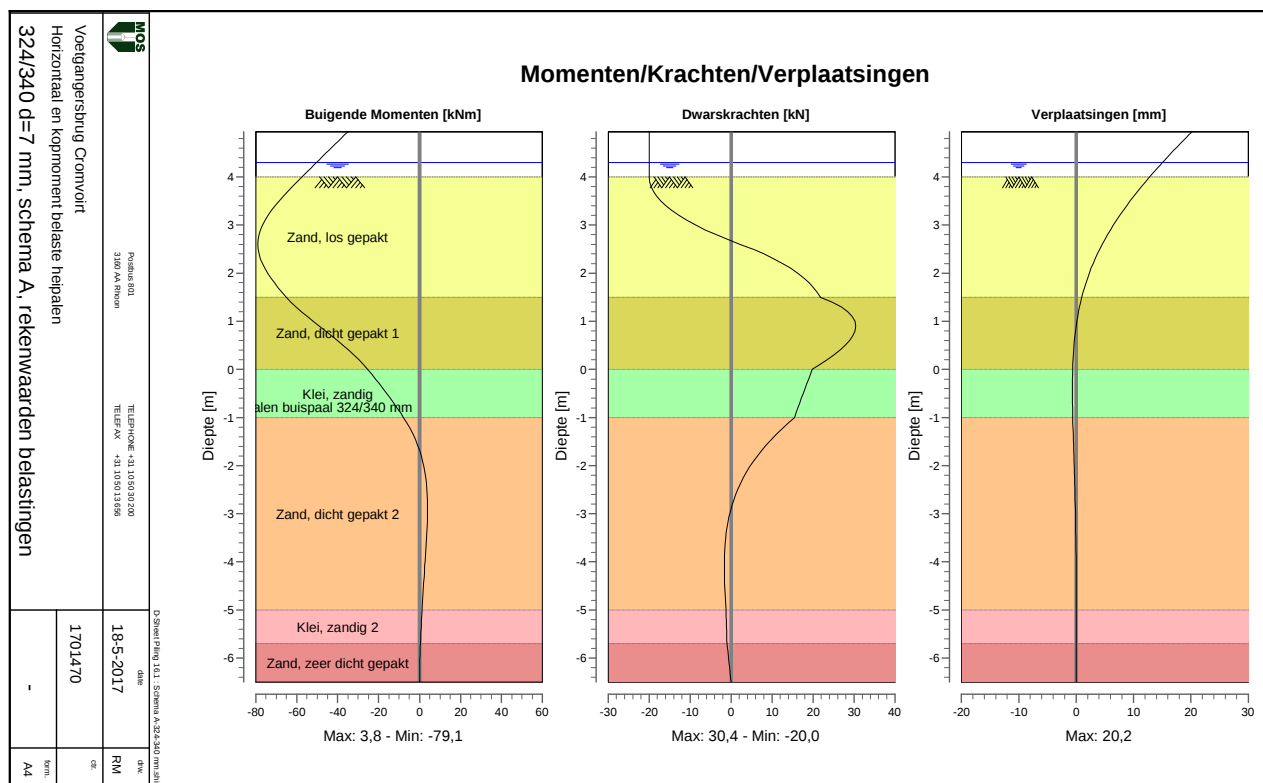


Stalen buispalen Ø 324 / 340 mm

Invoer D-Sheet Piling belastingschema A (paalkop rotatie- translatievrij)

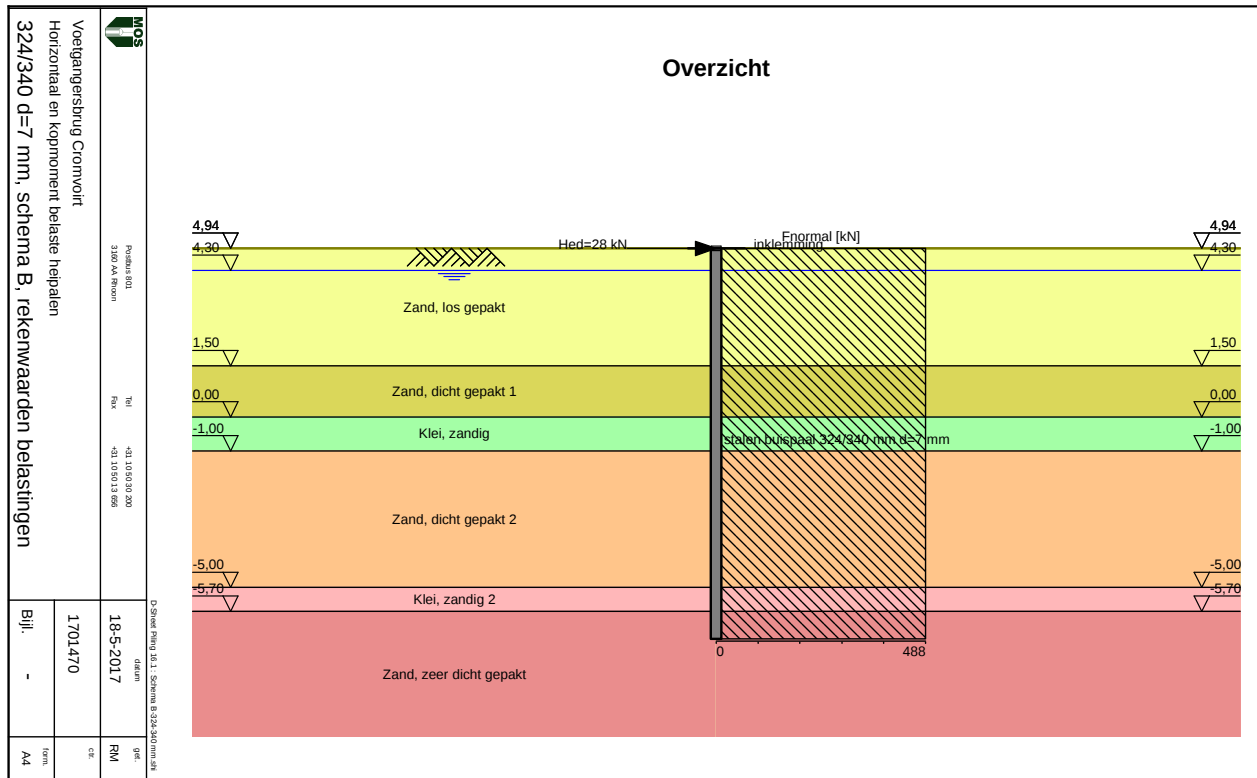


Berekeningsresultaten D-Sheet Piling belastingschema A (paalkop rotatie- translatievrij)

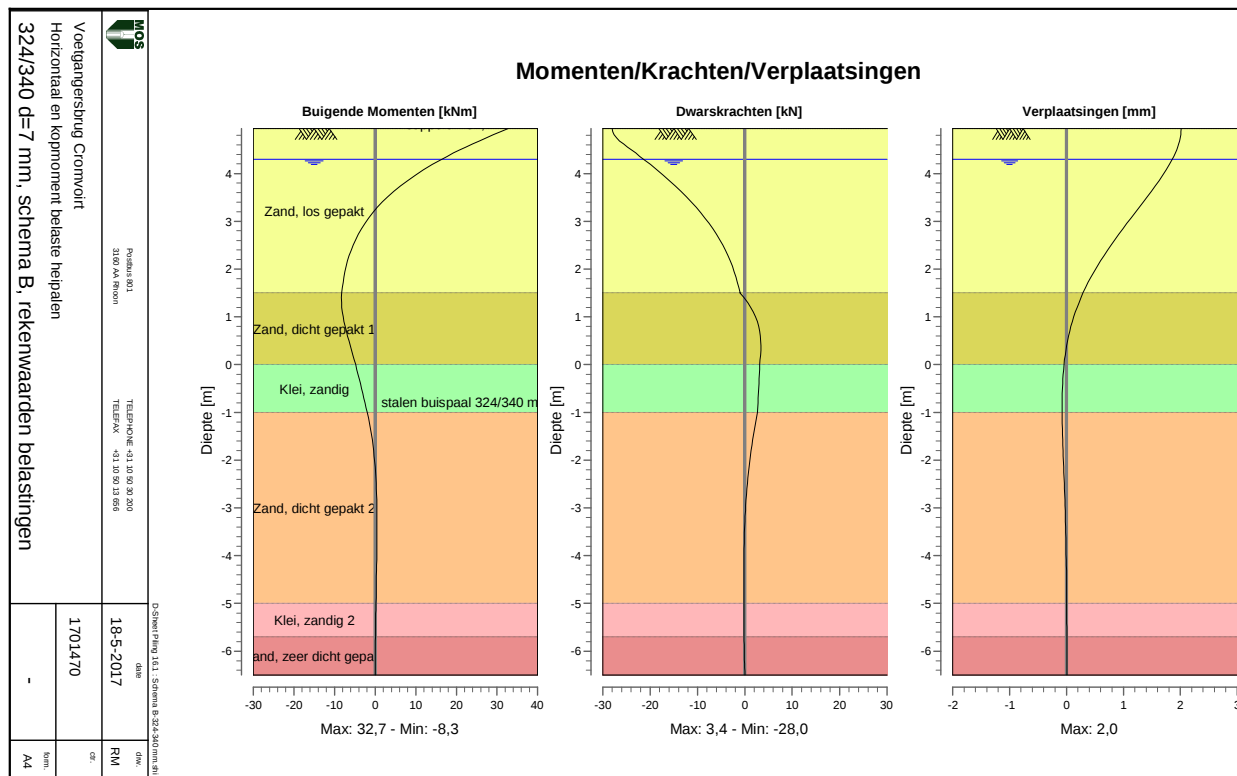


Stalen buispalen Ø 324 / 340 mm

Invoer D-Sheet Piling belastingschema A (paalkop rotatie- translatievrij)



Berekeningsresultaten D-Sheet Piling belastingschema A (paalkop rotatie- translatievrij)



Rapport voor D-Sheet Piling 16.1

Ontwerp van Diepwanden en Damwanden
Ontwikkeld door Deltares



Bedrijfsnaam: Mos Grondmechanica b.v.

Datum van rapport: 5/18/2017
Tijd van rapport: 5:01:54 PM

Datum van berekening: 18-5-2017
Tijd van berekening: 11:17:01

Bestandsnaam: H:\..\Advies\Geotechniek\DSheetpiling\Schema A-290x290 mm

Projectbeschrijving: Voetgangersbrug Cromvoirt
Horizontaal en kopmoment belaste heipalen
290 x 290 mm, schema A, rekenwaarden belastingen

1 Inhoudsopgave

- 1 Inhoudsopgave
- 2 Overzicht
 - 2.1 Overzicht van de Maxima
- 3 Invoergegevens
 - 3.1 Algemene Invoergegevens
 - 3.2 Paaleigenschappen
 - 3.2.1 Algemene eigenschappen
 - 3.2.2 Stijfheid EI (elastisch gedrag)
 - 3.2.3 Maximale toelaatbare momenten
 - 3.3 Overzicht
 - 3.4 Normaalkrachten
 - 3.5 Horizontale Krachten
 - 3.6 Momenten
 - 3.7 Waterniveau
 - 3.8 Maaiveld
 - 3.9 Eigenschappen van de grondmaterialen
 - 3.10 Eigenschappen van de grondmaterialen berekend met Brinch Hansen
 - 3.11 Beddingsconstanten
- 4 Berekeningsresultaten
 - 4.1 Grafieken van Momenten, Krachten en Verplaatsingen
 - 4.2 Momenten, Krachten en Verplaatsingen
 - 4.3 Grafieken van Spanningen
 - 4.4 Spanningen

2 Overzicht

2.1 Overzicht van de Maxima

Verplaatsing [mm]	Moment [kNm]	Dwarskracht [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. weerstand [%]
48,4	-90,29	44,33	0,0	2,4

3 Invoergegevens

3.1 Algemene Invoergegevens

Model Enkele paal; Paal belast door krachten
 Soortelijk gewicht van water 10,00 kN/m³

3.2 Paaleigenschappen

Lengte 11,44 m
 Bovenkant 4,94 m
 Aantal secties 1

3.2.1 Algemene eigenschappen

Snede naam	Van [m]	Tot [m]	Materiaal type	Diameter [m]
Prefabpaal 290 ...	-6,50	4,94	Beton	0,33

3.2.2 Stijfheid EI (elastisch gedrag)

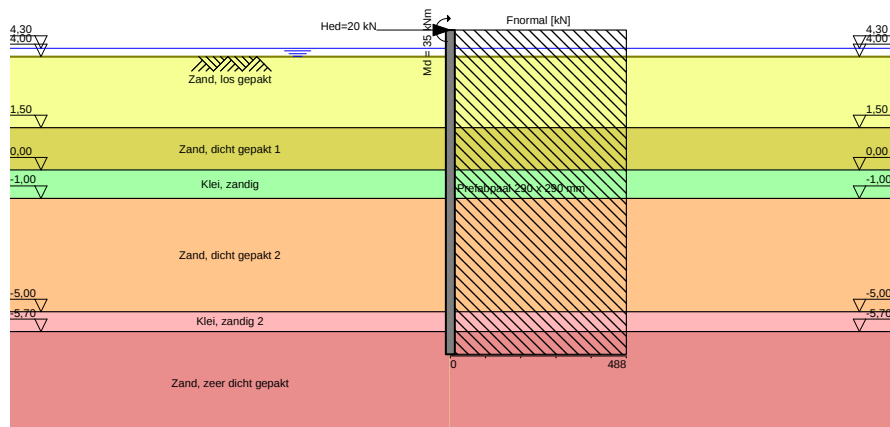
Snede naam	Elastische stijfheid EI [kNm ²]	Red. factor op EI [-]	Gecorrig. elas. stijfheid EI [kNm ²]	Toelichting op reductiefactor
Prefabpaal 290 ...	1,4780E+04	1,00	1,4780E+04	

3.2.3 Maximale toelaatbare momenten

Snede naam	Mr;kar;el [kNm]	Modificatie factor [-]	Materiaal factor [-]	Red. factor toelaat. moment [-]	Mr;d;el [kNm]
Prefabpaal 290 ...	0,00	1,00	1,10	1,00	0,00

3.3 Overzicht

Overzicht



3.4 Normaalkrachten

Naam	Kracht op bovenkant damwand [kN]	Kracht op maaiveld- niveau, linkerkant [kN]	Kracht op maaiveld- niveau, rechterkant [kN]	Kracht op onderkant damwand [kN]
Vd = 488 kN	488,00	488,00	488,00	488,00

3.5 Horizontale Krachten

Naam	Niveau [m]	Belasting [kN]
Hed=20 kN	4,94	20,00

3.6 Momenten

Naam	Niveau [m]	Moment [kNm]
Md = 35 kNm	4,94	-35,00

3.7 Waterniveau

Freatisch niveau: 4,30 [m]

3.8 Maaiveld

Maaiveldniveau: 4,00 [m]

3.9 Eigenschappen van de grondmaterialen

Laag naam	Niveau [m]	Volumegewicht		Cohesie [kN/m ²]	Wrijvingshoek phi [graad]	Brinch Hansen gebruikt
		Onverz. [kN/m ³]	Verz. [kN/m ³]			
Zand, los gepakt	4,94	17,00	19,00	0,00	29,00	Ja
Zand, dicht gep...	1,50	18,00	20,00	0,00	32,50	Ja
Klei, zandig	0,00	17,00	17,00	0,00	25,00	Ja
Zand, dicht gep...	-1,00	18,00	20,00	0,00	32,50	Ja
Klei, zandig 2	-5,00	17,00	17,00	0,00	25,00	Ja
Zand, zeer dich...	-5,70	18,00	20,00	0,00	35,00	Ja

Laag naam	Niveau [m]	Gronddrukcoëfficiënten			Wateroverspanning	
		Actief [-]	Neutraal [-]	Passief [-]	Boven [kN/m ²]	Onder [kN/m ²]
Zand, los gepakt	4,94	0,00	0,00	7,79	0,00	0,00
Zand, dicht gep...	1,50	0,00	0,00	14,43	0,00	0,00
Klei, zandig	0,00	0,00	0,00	7,66	0,00	0,00
Zand, dicht gep...	-1,00	0,00	0,00	17,96	0,00	0,00
Klei, zandig 2	-5,00	0,00	0,00	8,59	0,00	0,00
Zand, zeer dich...	-5,70	0,00	0,00	26,18	0,00	0,00

3.10 Eigenschappen van de grondmaterialen berekend met Brinch Hansen

Laag naam	Niveau [m]	Fictieve cohesie [kN/m ²]
Zand, los gepakt	4,94	0,00
Zand, dicht gep...	1,50	0,00
Klei, zandig	0,00	0,00
Zand, dicht gep...	-1,00	0,00
Klei, zandig 2	-5,00	0,00
Zand, zeer dich...	-5,70	0,00

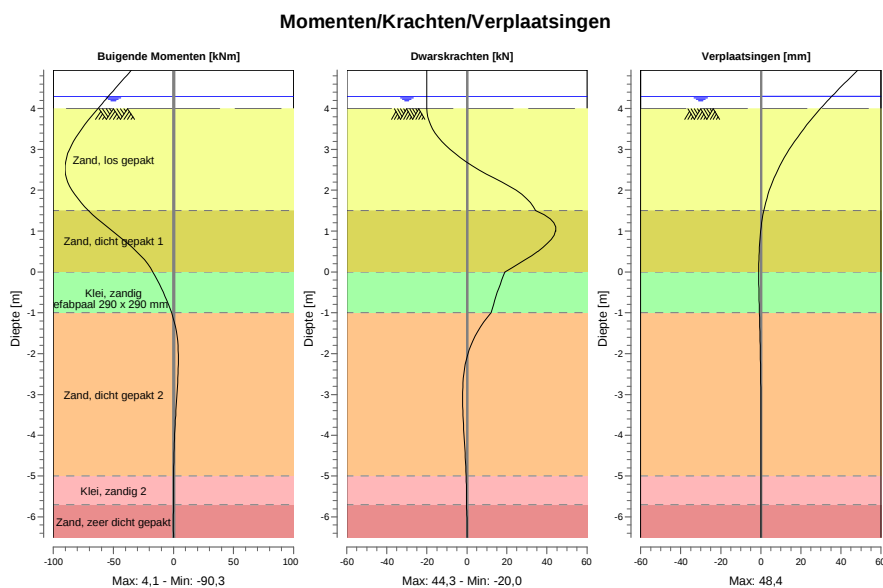
3.11 Beddingsconstanten

Laag naam	Niveau [m]	Ménard gebruikt	E-Mod Ménard [kN/m²]	Grondtype Ménard	Tak 1	
					Boven [kN/m³]	Onder [kN/m³]
Zand, los gepakt	4,94	Nee	n.a.	n.a.	21460,00	21460,00
Zand, dicht gep...	1,50	Nee	n.a.	n.a.	100160,00	100160,00
Klei, zandig	0,00	Nee	n.a.	n.a.	21350,00	21350,00
Zand, dicht gep...	-1,00	Nee	n.a.	n.a.	71540,00	71540,00
Klei, zandig 2	-5,00	Nee	n.a.	n.a.	28600,00	28600,00
Zand, zeer dich...	-5,70	Nee	n.a.	n.a.	107315,00	107315,00

4 Berekeningsresultaten

Aantal iteraties: 5

4.1 Grafieken van Momenten, Krachten en Verplaatsingen



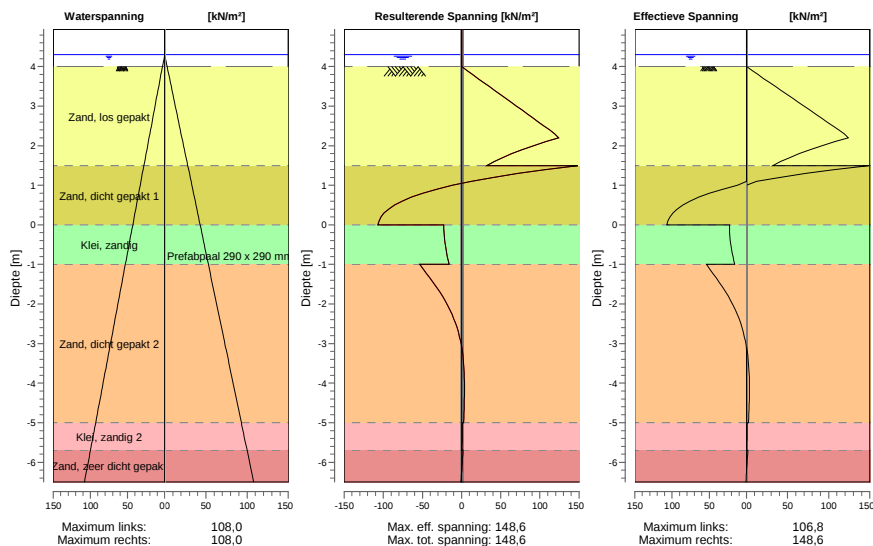
4.2 Momenten, Krachten en Verplaatsingen

Segment nummer	Niveau [m]	Moment [kNm]	Dwarskracht [kN]	Verplaatsing [mm]
1	4,94	-35,00	-20,00	48,4
1	4,62	-44,65	-20,00	41,8
2	4,62	-44,65	-20,00	41,8
2	4,30	-54,14	-20,00	35,4
3	4,30	-54,14	-20,00	35,4
3	4,00	-62,87	-20,00	29,8
4	4,00	-62,87	-20,00	29,8
4	3,50	-76,52	-17,11	21,4
5	3,50	-76,52	-17,11	21,4
5	3,00	-86,65	-8,43	14,2
6	3,00	-86,65	-8,43	14,2
6	2,50	-90,28	6,04	8,5
7	2,50	-90,29	6,09	8,5
7	2,00	-84,60	24,60	4,3
8	2,00	-84,59	24,63	4,3
8	1,50	-70,77	34,44	1,5
9	1,50	-70,77	34,41	1,5
9	1,00	-50,77	44,33	-0,1
10	1,00	-50,77	44,29	-0,1
10	0,50	-30,71	35,36	-0,9
11	0,50	-30,72	35,33	-0,9
11	0,00	-17,11	18,92	-1,1
12	0,00	-17,11	18,91	-1,1
12	-0,50	-8,55	15,24	-1,0
13	-0,50	-8,55	15,24	-1,0
13	-1,00	-1,62	12,17	-0,7

Segment nummer	Niveau [m]	Moment [kNm]	Dwarskracht [kN]	Verplaatsing [mm]
14	-1,00	-1,62	12,17	-0,7
14	-1,57	2,99	4,12	-0,4
15	-1,57	2,99	4,12	-0,4
15	-2,14	4,07	-0,23	-0,2
16	-2,14	4,07	-0,22	-0,2
16	-2,71	3,43	-1,93	-0,1
17	-2,71	3,43	-1,92	-0,1
17	-3,29	2,27	-2,09	0,0
18	-3,29	2,27	-2,09	0,0
18	-3,86	1,22	-1,58	0,0
19	-3,86	1,22	-1,57	0,0
19	-4,43	0,51	-0,89	0,0
20	-4,43	0,51	-0,89	0,0
20	-5,00	0,17	-0,31	0,0
21	-5,00	0,17	-0,31	0,0
21	-5,35	0,08	-0,20	0,0
22	-5,35	0,08	-0,20	0,0
22	-5,70	0,02	-0,13	0,0
23	-5,70	0,02	-0,13	0,0
23	-6,10	0,00	0,02	0,0
24	-6,10	0,00	0,02	0,0
24	-6,50	0,00	0,00	0,0
Max		-90,29	44,33	48,4
Max incl. tussenknopen		-90,29	44,33	48,4

4.3 Grafieken van Spanningen

Spanningstoestanden



4.4 Spanningen

Knoop nummer	Niveau [m]	Links				Rechts			
		Eff. spanning [kN/m²]	Water span. [kN/m²]	Stat* [%]	Mob* [%]	Eff. spanning [kN/m²]	Water span. [kN/m²]	Stat* [%]	Mob* [%]
1	4,94	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
1	4,62	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	4,62	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	

Knoop nummer	Niveau [m]	Links				Rechts			
		Eff. spanning [kN/m ²]	Water span. [kN/m ²]	Stat*	Mob* [%]	Eff. spanning [kN/m ²]	Water span. [kN/m ²]	Stat*	Mob* [%]
2	4,30	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	4,30	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	4,00	0,00	3,00	-		0,00	3,00	-	
4	4,00	0,00	3,00	A		0,00	3,00	P	
4	3,50	0,00	8,00	A		35,07	8,00	P	
5	3,50	0,00	8,00	A		35,07	8,00	P	
5	3,00	0,00	13,00	A		70,14	13,00	P	
6	3,00	0,00	13,00	A		70,14	13,00	P	
6	2,50	0,00	18,00	A		105,21	18,00	P	
7	2,50	0,00	18,00	A		105,21	18,00	P	
7	2,00	0,00	23,00	A		91,63	23,00	-	65
8	2,00	0,00	23,00	A		91,63	23,00	-	65
8	1,50	0,00	28,00	A		31,83	28,00	-	18
9	1,50	0,00	28,00	A		148,56	28,00	-	46
9	1,00	11,61	33,00	-	3	0,00	33,00	A	
10	1,00	11,61	33,00	-	3	0,00	33,00	A	
10	0,50	85,72	38,00	-	18	0,00	38,00	A	
11	0,50	85,72	38,00	-	18	0,00	38,00	A	
11	0,00	106,84	43,00	-	20	0,00	43,00	A	
12	0,00	22,77	43,00	-	8	0,00	43,00	A	
12	-0,50	20,94	48,00	-	7	0,00	48,00	A	
13	-0,50	20,94	48,00	-	7	0,00	48,00	A	
13	-1,00	15,97	53,00	-	5	0,00	53,00	A	
14	-1,00	53,53	53,00	-	7	0,00	53,00	A	
14	-1,57	32,12	58,71	-	4	0,00	58,71	A	
15	-1,57	32,12	58,71	-	4	0,00	58,71	A	
15	-2,14	14,98	64,43	-	1	0,00	64,43	A	
16	-2,14	14,98	64,43	-	1	0,00	64,43	A	
16	-2,71	4,05	70,14	-		0,00	70,14	A	
17	-2,71	4,05	70,14	-		0,00	70,14	A	
17	-3,29	0,00	75,86	A		1,53	75,86	-	
18	-3,29	0,00	75,86	A		1,53	75,86	-	
18	-3,86	0,00	81,57	A		3,50	81,57	-	
19	-3,86	0,00	81,57	A		3,50	81,57	-	
19	-4,43	0,00	87,29	A		3,50	87,29	-	
20	-4,43	0,00	87,29	A		3,50	87,29	-	
20	-5,00	0,00	93,00	A		2,63	93,00	-	
21	-5,00	0,00	93,00	A		1,05	93,00	-	
21	-5,35	0,00	96,50	A		0,77	96,50	-	
22	-5,35	0,00	96,50	A		0,77	96,50	-	
22	-5,70	0,00	100,00	A		0,48	100,00	-	
23	-5,70	0,00	100,00	A		1,79	100,00	-	
23	-6,10	0,00	104,00	A		0,49	104,00	-	
24	-6,10	0,00	104,00	A		0,49	104,00	-	
24	-6,50	0,81	108,00	-		0,00	108,00	A	

*

Stat
Mob

Status (A=actief, P=passief, Nummer is tak, 0 is ontlastend)
Percentage passief gemobiliseerd

Einde Rapport

Rapport voor D-Sheet Piling 16.1

Ontwerp van Diepwanden en Damwanden
Ontwikkeld door Deltares



Bedrijfsnaam: Mos Grondmechanica b.v.

Datum van rapport: 5/18/2017
Tijd van rapport: 5:02:36 PM

Datum van berekening: 5/18/2017
Tijd van berekening: 5:02:23 PM

Bestandsnaam: H:\..\Advies\Geotechniek\DSheetpiling\Schema B-290x290 mm

Projectbeschrijving: Voetgangersbrug Cromvoirt
Horizontaal en kopmoment belaste heipalen
290 x 290 mm, schema B, rekenwaarden belastingen

1 Inhoudsopgave

- 1 Inhoudsopgave
- 2 Overzicht
 - 2.1 Overzicht van de Maxima
 - 2.2 Steunpunten
- 3 Invoergegevens
 - 3.1 Algemene Invoergegevens
 - 3.2 Paaleigenschappen
 - 3.2.1 Algemene eigenschappen
 - 3.2.2 Stijfheid EI (elastisch gedrag)
 - 3.2.3 Maximale toelaatbare momenten
 - 3.3 Overzicht
 - 3.4 Normaalkrachten
 - 3.5 Starre Steunpunten
 - 3.6 Horizontale Krachten
 - 3.7 Waterniveau
 - 3.8 Maaiveld
 - 3.9 Eigenschappen van de grondmaterialen
 - 3.10 Eigenschappen van de grondmaterialen berekend met Brinch Hansen
 - 3.11 Beddingsconstanten
- 4 Berekeningsresultaten
 - 4.1 Grafieken van Momenten, Krachten en Verplaatsingen
 - 4.2 Momenten, Krachten en Verplaatsingen
 - 4.3 Grafieken van Spanningen
 - 4.4 Spanningen
 - 4.5 Stijve en Verende Steunpunten

2 Overzicht

2.1 Overzicht van de Maxima

Verplaatsing [mm]	Moment [kNm]	Dwarskracht [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. weerstand [%]
2,6	26,75	-28,00	0,2	0,9

2.2 Steunpunten

Steunpunt inklemming	
Kracht [kN]	Moment [kNm]
-	26,75

3 Invoergegevens

3.1 Algemene Invoergegevens

Model Enkele paal; Paal belast door krachten
 Soortelijk gewicht van water 10,00 kN/m³

3.2 Paaleigenschappen

Lengte 11,44 m
 Bovenkant 4,94 m
 Aantal secties 1

3.2.1 Algemene eigenschappen

Snede naam	Van [m]	Tot [m]	Materiaal type	Diameter [m]
Prefabpaal 290 ...	-6,50	4,94	Beton	0,33

3.2.2 Stijfheid EI (elastisch gedrag)

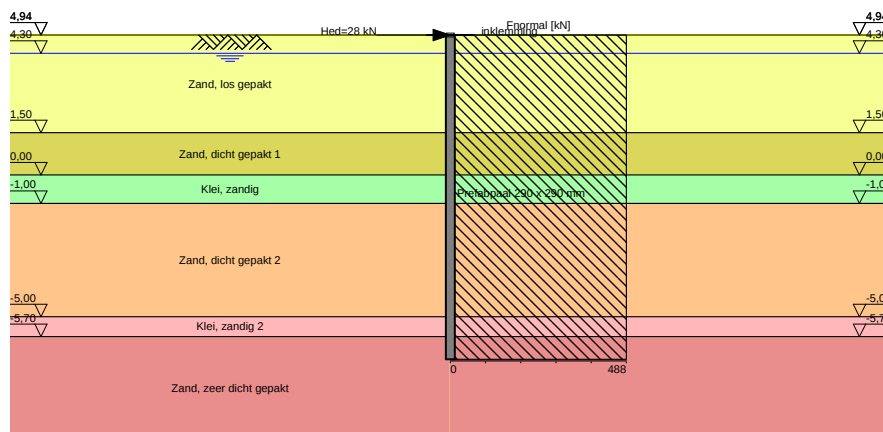
Snede naam	Elastische stijfheid EI [kNm ²]	Red. factor op EI [-]	Gecorrig. elas. stijfheid EI [kNm ²]	Toelichting op reductiefactor
Prefabpaal 290 ...	1,4780E+04	1,00	1,4780E+04	

3.2.3 Maximale toelaatbare momenten

Snede naam	Mr;kar;el [kNm]	Modificatie factor [-]	Materiaal factor [-]	Red. factor toelaat. moment [-]	Mr;d;el [kNm]
Prefabpaal 290 ...	0,00	1,00	1,10	1,00	0,00

3.3 Overzicht

Overzicht



3.4 Normaalkrachten

Naam	Kracht op bovenkant damwand [kN]	Kracht op maaiveld- niveau, linkerkant [kN]	Kracht op maaiveld- niveau, rechterkant [kN]	Kracht op onderkant damwand [kN]
Vd = 488 kN	488,00	488,00	488,00	488,00

3.5 Starre Steunpunten

Naam	Niveau [m]	Verhinderend van rotatie	Verhinderend van translatie
inklemming	4,94	Ja	Nee

3.6 Horizontale Krachten

Naam	Niveau [m]	Belasting [kN]
Hed=28 kN	4,94	28,00

3.7 Waterniveau

Freestisch niveau: 4,30 [m]

3.8 Maaiveld

Maaiveldniveau: 4,94 [m]

3.9 Eigenschappen van de grondmaterialen

Laag naam	Niveau [m]	Volumegewicht		Cohesie [kN/m ²]	Wrijvingshoek phi [graad]	Brinch Hansen gebruikt
		Onverz. [kN/m ³]	Verz. [kN/m ³]			
Zand, los gepakt	4,94	17,00	19,00	0,00	29,00	Ja
Zand, dicht gep...	1,50	18,00	20,00	0,00	32,50	Ja
Klei, zandig	0,00	17,00	17,00	0,00	25,00	Ja
Zand, dicht gep...	-1,00	18,00	20,00	0,00	32,50	Ja
Klei, zandig 2	-5,00	17,00	17,00	0,00	25,00	Ja
Zand, zeer dich...	-5,70	18,00	20,00	0,00	35,00	Ja

Laag naam	Niveau [m]	Gronddrukcoëfficiënten			Wateroverspanning	
		Actief [-]	Neutraal [-]	Passief [-]	Boven [kN/m ²]	Onder [kN/m ²]
Zand, los gepakt	4,94	0,00	0,00	8,59	0,00	0,00
Zand, dicht gep...	1,50	0,00	0,00	15,63	0,00	0,00
Klei, zandig	0,00	0,00	0,00	7,93	0,00	0,00
Zand, dicht gep...	-1,00	0,00	0,00	18,49	0,00	0,00
Klei, zandig 2	-5,00	0,00	0,00	8,69	0,00	0,00
Zand, zeer dich...	-5,70	0,00	0,00	26,72	0,00	0,00

3.10 Eigenschappen van de grondmaterialen berekend met Brinch Hansen

Laag naam	Niveau [m]	Fictieve cohesie [kN/m ²]
Zand, los gepakt	4,94	0,00
Zand, dicht gep...	1,50	0,00
Klei, zandig	0,00	0,00
Zand, dicht gep...	-1,00	0,00
Klei, zandig 2	-5,00	0,00
Zand, zeer dich...	-5,70	0,00

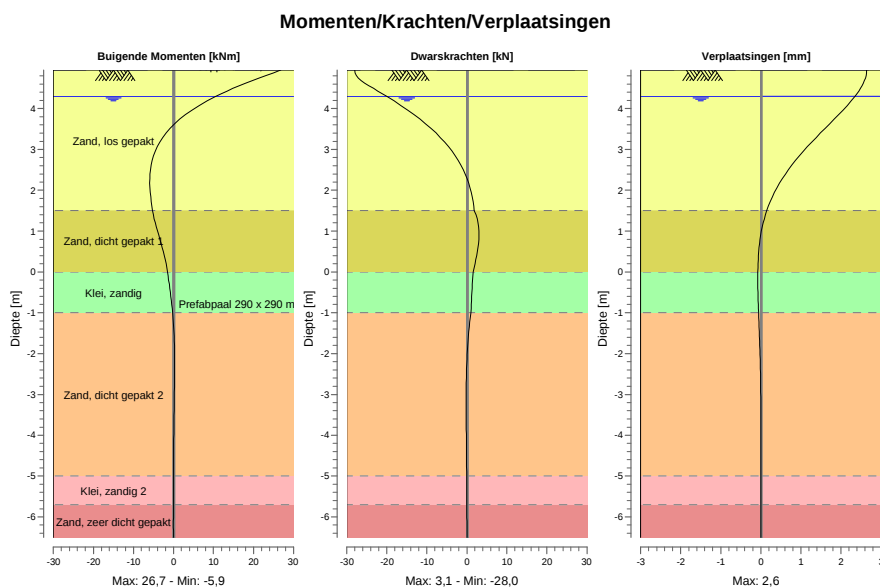
3.11 Beddingsconstanten

Laag naam	Niveau [m]	Ménard gebruikt	E-Mod Ménard [kN/m²]	Grondtype Ménard	Tak 1	
					Boven [kN/m³]	Onder [kN/m³]
Zand, los gepakt	4,94	Nee	n.a.	n.a.	21460,00	21460,00
Zand, dicht gep...	1,50	Nee	n.a.	n.a.	100160,00	100160,00
Klei, zandig	0,00	Nee	n.a.	n.a.	21350,00	21350,00
Zand, dicht gep...	-1,00	Nee	n.a.	n.a.	71540,00	71540,00
Klei, zandig 2	-5,00	Nee	n.a.	n.a.	28600,00	28600,00
Zand, zeer dich...	-5,70	Nee	n.a.	n.a.	107315,00	107315,00

4 Berekeningsresultaten

Aantal iteraties: 3

4.1 Grafieken van Momenten, Krachten en Verplaatsingen



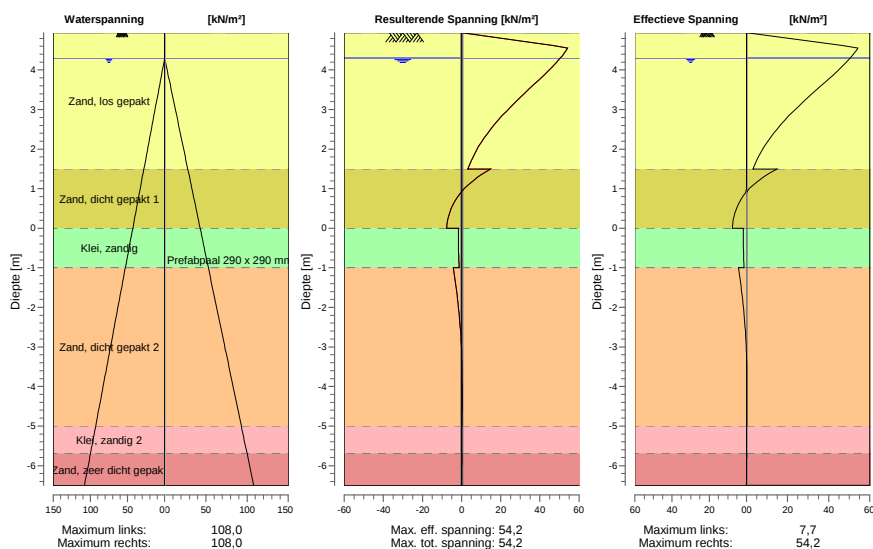
4.2 Momenten, Krachten en Verplaatsingen

Segment nummer	Niveau [m]	Moment [kNm]	Dwarskracht [kN]	Verplaatsing [mm]
1	4,94	26,75	-28,00	2,6
1	4,62	18,01	-25,53	2,6
2	4,62	18,01	-25,53	2,6
2	4,30	10,62	-20,04	2,4
3	4,30	10,62	-20,03	2,4
3	3,74	1,58	-11,70	1,8
4	3,74	1,58	-11,70	1,8
4	3,18	-3,42	-5,56	1,3
5	3,18	-3,42	-5,56	1,3
5	2,62	-5,56	-1,52	0,8
6	2,62	-5,56	-1,52	0,8
6	2,06	-5,88	0,78	0,4
7	2,06	-5,88	0,78	0,4
7	1,50	-5,22	1,83	0,1
8	1,50	-5,22	1,83	0,1
8	1,00	-3,98	3,06	0,0
9	1,00	-3,98	3,05	0,0
9	0,50	-2,54	2,65	-0,1
10	0,50	-2,54	2,65	-0,1
10	0,00	-1,49	1,53	-0,1
11	0,00	-1,49	1,53	-0,1
11	-0,50	-0,79	1,26	-0,1
12	-0,50	-0,79	1,26	-0,1
12	-1,00	-0,21	1,02	-0,1
13	-1,00	-0,21	1,02	-0,1
13	-1,57	0,19	0,38	0,0

Segment nummer	Niveau [m]	Moment [kNm]	Dwarskracht [kN]	Verplaatsing [mm]
14	-1,57	0,19	0,38	0,0
14	-2,14	0,30	0,02	0,0
15	-2,14	0,30	0,02	0,0
15	-2,71	0,27	-0,13	0,0
16	-2,71	0,27	-0,13	0,0
16	-3,29	0,18	-0,16	0,0
17	-3,29	0,18	-0,16	0,0
17	-3,86	0,10	-0,12	0,0
18	-3,86	0,10	-0,12	0,0
18	-4,43	0,05	-0,07	0,0
19	-4,43	0,05	-0,07	0,0
19	-5,00	0,02	-0,03	0,0
20	-5,00	0,02	-0,03	0,0
20	-5,35	0,01	-0,02	0,0
21	-5,35	0,01	-0,02	0,0
21	-5,70	0,00	-0,01	0,0
22	-5,70	0,00	-0,01	0,0
22	-6,10	0,00	0,00	0,0
23	-6,10	0,00	0,00	0,0
23	-6,50	0,00	0,00	0,0
Max		26,75	-28,00	2,6
Max incl. tussenknopen		26,75	-28,00	2,6

4.3 Grafieken van Spanningen

Spanningstoestanden



4.4 Spanningen

Knoop nummer	Niveau [m]	Links				Rechts			
		Eff. spanning [kN/m²]	Water span. [kN/m²]	Stat* [kN/m²]	Mob* [%]	Eff. spanning [kN/m²]	Water span. [kN/m²]	Stat* [kN/m²]	Mob* [%]
1	4,94	0,00	0,00	A		0,00	0,00	P	
1	4,62	0,00	0,00	A		46,74	0,00	P	
2	4,62	0,00	0,00	A		46,74	0,00	P	
2	4,30	0,00	0,00	A		50,44	0,00	-	54
3	4,30	0,00	0,00	A		50,44	0,00	-	54

Knoop nummer	Niveau [m]	Links				Rechts			
		Eff. spanning [kN/m²]	Water span. [kN/m²]	Stat*	Mob*	Eff. spanning [kN/m²]	Water span. [kN/m²]	Stat*	Mob*
3	3,74	0,00	5,60	A		39,30	5,60	-	29
4	3,74	0,00	5,60	A		39,30	5,60	-	29
4	3,18	0,00	11,20	A		27,29	11,20	-	15
5	3,18	0,00	11,20	A		27,29	11,20	-	15
5	2,62	0,00	16,80	A		16,73	16,80	-	7
6	2,62	0,00	16,80	A		16,73	16,80	-	7
6	2,06	0,00	22,40	A		8,63	22,40	-	3
7	2,06	0,00	22,40	A		8,63	22,40	-	3
7	1,50	0,00	28,00	A		3,17	28,00	-	1
8	1,50	0,00	28,00	A		14,79	28,00	-	3
8	1,00	0,00	33,00	A		1,37	33,00	-	
9	1,00	0,00	33,00	A		1,37	33,00	-	
9	0,50	5,33	38,00	-	1	0,00	38,00	A	
10	0,50	5,33	38,00	-	1	0,00	38,00	A	
10	0,00	7,68	43,00	-	1	0,00	43,00	A	
11	0,00	1,64	43,00	-		0,00	43,00	A	
11	-0,50	1,59	48,00	-		0,00	48,00	A	
12	-0,50	1,59	48,00	-		0,00	48,00	A	
12	-1,00	1,26	53,00	-		0,00	53,00	A	
13	-1,00	4,21	53,00	-		0,00	53,00	A	
13	-1,57	2,61	58,71	-		0,00	58,71	A	
14	-1,57	2,61	58,71	-		0,00	58,71	A	
14	-2,14	1,28	64,43	-		0,00	64,43	A	
15	-2,14	1,28	64,43	-		0,00	64,43	A	
15	-2,71	0,40	70,14	-		0,00	70,14	A	
16	-2,71	0,40	70,14	-		0,00	70,14	A	
16	-3,29	0,00	75,86	A		0,07	75,86	-	
17	-3,29	0,00	75,86	A		0,07	75,86	-	
17	-3,86	0,00	81,57	A		0,25	81,57	-	
18	-3,86	0,00	81,57	A		0,25	81,57	-	
18	-4,43	0,00	87,29	A		0,27	87,29	-	
19	-4,43	0,00	87,29	A		0,27	87,29	-	
19	-5,00	0,00	93,00	A		0,21	93,00	-	
20	-5,00	0,00	93,00	A		0,08	93,00	-	
20	-5,35	0,00	96,50	A		0,06	96,50	-	
21	-5,35	0,00	96,50	A		0,06	96,50	-	
21	-5,70	0,00	100,00	A		0,04	100,00	-	
22	-5,70	0,00	100,00	A		0,15	100,00	-	
22	-6,10	0,00	104,00	A		0,05	104,00	-	
23	-6,10	0,00	104,00	A		0,05	104,00	-	
23	-6,50	0,05	108,00	-		0,00	108,00	A	

*

Stat

Status (A=actief, P=passief, Nummer is tak, 0 is ontlasting)

Mob

Percentage passief gemobiliseerd

4.5 Stijve en Verende Steunpunten

Knoop nummer	Niveau [m]	Kracht [kN]	Moment [kNm]
1	4,94	0,00	26,75

Einde Rapport

Rapport voor D-Sheet Piling 16.1

Ontwerp van Diepwanden en Damwanden
Ontwikkeld door Deltares



Bedrijfsnaam: Mos Grondmechanica b.v.

Datum van rapport: 5/18/2017
Tijd van rapport: 5:03:16 PM

Datum van berekening: 18-5-2017
Tijd van berekening: 16:10:24

Bestandsnaam: H:\..\Advies\Geotechniek\DSheetpiling\Schema A-324-340 mm

Projectbeschrijving: Voetgangersbrug Cromvoirt
Horizontaal en kopmoment belaste heipalen
324/340 d=7 mm, schema A, rekenwaarden belastingen

1 Inhoudsopgave

- 1 Inhoudsopgave
- 2 Overzicht
 - 2.1 Overzicht van de Maxima
- 3 Invoergegevens
 - 3.1 Algemene Invoergegevens
 - 3.2 Paaleigenschappen
 - 3.2.1 Algemene eigenschappen
 - 3.2.2 Stijfheid EI (elastisch gedrag)
 - 3.2.3 Maximale toelaatbare momenten
 - 3.3 Overzicht
 - 3.4 Normaalkrachten
 - 3.5 Horizontale Krachten
 - 3.6 Momenten
 - 3.7 Waterniveau
 - 3.8 Maaiveld
 - 3.9 Eigenschappen van de grondmaterialen
 - 3.10 Eigenschappen van de grondmaterialen berekend met Brinch Hansen
 - 3.11 Beddingsconstanten
- 4 Berekeningsresultaten
 - 4.1 Grafieken van Momenten, Krachten en Verplaatsingen
 - 4.2 Momenten, Krachten en Verplaatsingen
 - 4.3 Grafieken van Spanningen
 - 4.4 Spanningen

2 Overzicht

2.1 Overzicht van de Maxima

Verplaatsing [mm]	Moment [kNm]	Dwarskracht [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. weerstand [%]
20,2	-79,06	30,43	0,0	1,9

3 Invoergegevens

3.1 Algemene Invoergegevens

Model Enkele paal; Paal belast door krachten
 Soortelijk gewicht van water 10,00 kN/m³

3.2 Paaleigenschappen

Lengte 11,44 m
 Bovenkant 4,94 m
 Aantal secties 1

3.2.1 Algemene eigenschappen

Snede naam	Van [m]	Tot [m]	Materiaal type	Diameter [m]
stalen buispaal ...	-6,50	4,94	Beton	0,32

3.2.2 Stijfheid EI (elastisch gedrag)

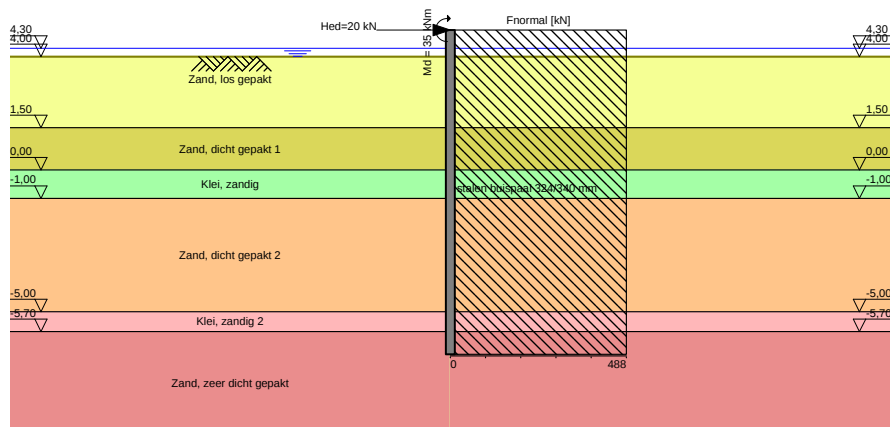
Snede naam	Elastische stijfheid EI [kNm ²]	Red. factor op EI [-]	Gecorrig. elas. stijfheid EI [kNm ²]	Toelichting op reductiefactor
stalen buispaal ...	3,5625E+04	1,00	3,5630E+04	

3.2.3 Maximale toelaatbare momenten

Snede naam	Mr;kar;el [kNm]	Modificatie factor [-]	Materiaal factor [-]	Red. factor toelaat. moment [-]	Mr;d;el [kNm]
stalen buispaal ...	0,00	1,00	1,10	1,00	0,00

3.3 Overzicht

Overzicht



3.4 Normaalkrachten

Naam	Kracht op bovenkant damwand [kN]	Kracht op maaiveld- niveau, linkerkant [kN]	Kracht op maaiveld- niveau, rechterkant [kN]	Kracht op onderkant damwand [kN]
Vd = 488 kN	488,00	488,00	488,00	488,00

3.5 Horizontale Krachten

Naam	Niveau [m]	Belasting [kN]
Hed=20 kN	4,94	20,00

3.6 Momenten

Naam	Niveau [m]	Moment [kNm]
Md = 35 kNm	4,94	-35,00

3.7 Waterniveau

Freatisch niveau: 4,30 [m]

3.8 Maaiveld

Maaiveldniveau: 4,00 [m]

3.9 Eigenschappen van de grondmaterialen

Laag naam	Niveau [m]	Volumegewicht		Cohesie [kN/m ²]	Wrijvingshoek phi [graad]	Brinch Hansen gebruikt
		Onverz. [kN/m ³]	Verz. [kN/m ³]			
Zand, los gepakt	4,94	17,00	19,00	0,00	29,00	Ja
Zand, dicht gep...	1,50	18,00	20,00	0,00	32,50	Ja
Klei, zandig	0,00	17,00	17,00	0,00	25,00	Ja
Zand, dicht gep...	-1,00	18,00	20,00	0,00	32,50	Ja
Klei, zandig 2	-5,00	17,00	17,00	0,00	25,00	Ja
Zand, zeer dich...	-5,70	18,00	20,00	0,00	35,00	Ja

Laag naam	Niveau [m]	Gronddrukcoëfficiënten			Wateroverspanning	
		Actief [-]	Neutraal [-]	Passief [-]	Boven [kN/m ²]	Onder [kN/m ²]
Zand, los gepakt	4,94	0,00	0,00	7,87	0,00	0,00
Zand, dicht gep...	1,50	0,00	0,00	14,58	0,00	0,00
Klei, zandig	0,00	0,00	0,00	7,71	0,00	0,00
Zand, dicht gep...	-1,00	0,00	0,00	18,09	0,00	0,00
Klei, zandig 2	-5,00	0,00	0,00	8,62	0,00	0,00
Zand, zeer dich...	-5,70	0,00	0,00	26,37	0,00	0,00

3.10 Eigenschappen van de grondmaterialen berekend met Brinch Hansen

Laag naam	Niveau [m]	Fictieve cohesie [kN/m ²]
Zand, los gepakt	4,94	0,00
Zand, dicht gep...	1,50	0,00
Klei, zandig	0,00	0,00
Zand, dicht gep...	-1,00	0,00
Klei, zandig 2	-5,00	0,00
Zand, zeer dich...	-5,70	0,00

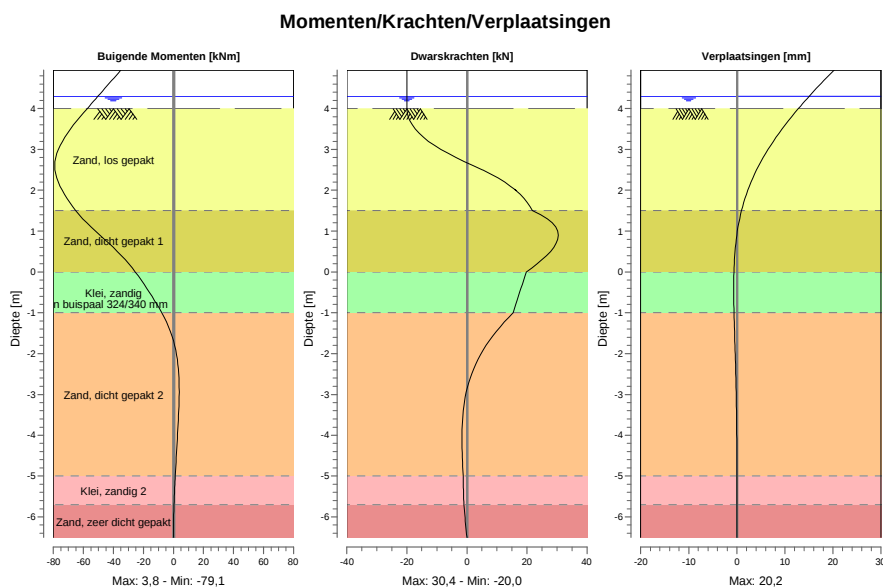
3.11 Beddingsconstanten

Laag naam	Niveau [m]	Ménard gebruikt	E-Mod Ménard [kN/m²]	Grondtype Ménard	Tak 1	
					Boven [kN/m³]	Onder [kN/m³]
Zand, los gepakt	4,94	Nee	n.a.	n.a.	21675,00	21675,00
Zand, dicht gep...	1,50	Nee	n.a.	n.a.	101160,00	101160,00
Klei, zandig	0,00	Nee	n.a.	n.a.	21565,00	21565,00
Zand, dicht gep...	-1,00	Nee	n.a.	n.a.	72255,00	72255,00
Klei, zandig 2	-5,00	Nee	n.a.	n.a.	28900,00	28900,00
Zand, zeer dich...	-5,70	Nee	n.a.	n.a.	108385,00	108385,00

4 Berekeningsresultaten

Aantal iteraties: 5

4.1 Grafieken van Momenten, Krachten en Verplaatsingen



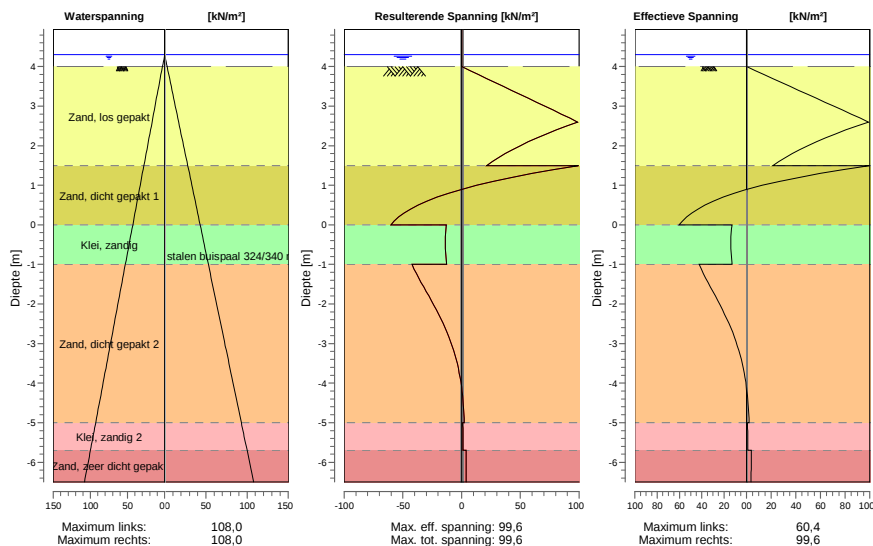
4.2 Momenten, Krachten en Verplaatsingen

Segment nummer	Niveau [m]	Moment [kNm]	Dwarskracht [kN]	Verplaatsing [mm]
1	4,94	-35,00	-20,00	20,2
1	4,62	-42,69	-20,00	17,6
2	4,62	-42,69	-20,00	17,6
2	4,30	-50,32	-20,00	15,0
3	4,30	-50,32	-20,00	15,0
3	4,00	-57,41	-20,00	12,8
4	4,00	-57,41	-20,00	12,8
4	3,50	-68,60	-17,17	9,4
5	3,50	-68,60	-17,17	9,4
5	3,00	-76,72	-8,67	6,5
6	3,00	-76,72	-8,66	6,5
6	2,50	-78,91	5,22	4,1
7	2,50	-78,91	5,26	4,1
7	2,00	-74,16	16,24	2,3
8	2,00	-74,16	16,24	2,3
8	1,50	-65,11	21,79	1,0
9	1,50	-65,11	21,78	1,0
9	1,00	-51,95	30,24	0,1
10	1,00	-51,95	30,22	0,1
10	0,50	-37,33	27,87	-0,4
11	0,50	-37,33	27,86	-0,4
11	0,00	-25,38	19,78	-0,6
12	0,00	-25,38	19,78	-0,6
12	-0,50	-16,06	17,59	-0,6
13	-0,50	-16,06	17,59	-0,6
13	-1,00	-7,78	15,44	-0,6

Segment nummer	Niveau [m]	Moment [kNm]	Dwarskracht [kN]	Verplaatsing [mm]
14	-1,00	-7,78	15,44	-0,6
14	-1,57	-0,93	8,59	-0,4
15	-1,57	-0,93	8,59	-0,4
15	-2,14	2,56	3,68	-0,3
16	-2,14	2,56	3,68	-0,3
16	-2,71	3,77	0,61	-0,2
17	-2,71	3,77	0,62	-0,2
17	-3,29	3,65	-0,99	-0,1
18	-3,29	3,65	-0,99	-0,1
18	-3,86	2,90	-1,59	0,0
19	-3,86	2,90	-1,59	0,0
19	-4,43	1,99	-1,57	0,0
20	-4,43	1,99	-1,57	0,0
20	-5,00	1,19	-1,24	0,0
21	-5,00	1,19	-1,24	0,0
21	-5,35	0,77	-1,13	0,0
22	-5,35	0,77	-1,13	0,0
22	-5,70	0,40	-1,01	0,0
23	-5,70	0,40	-1,01	0,0
23	-6,10	0,10	-0,50	0,0
24	-6,10	0,10	-0,50	0,0
24	-6,50	0,00	0,00	0,0
Max		-78,91	30,24	20,2
Max incl. tussenknopen		-79,06	30,43	20,2

4.3 Grafieken van Spanningen

Spanningstoestanden



4.4 Spanningen

Knoop nummer	Niveau [m]	Links				Rechts			
		Eff. spanning [kN/m²]	Water span. [kN/m²]	Stat* [%]	Mob* [%]	Eff. spanning [kN/m²]	Water span. [kN/m²]	Stat* [%]	Mob* [%]
1	4,94	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
1	4,62	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	4,62	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	

Knoop nummer	Niveau [m]	Links				Rechts			
		Eff. spanning [kN/m²]	Water span. [kN/m²]	Stat*	Mob*	Eff. spanning [kN/m²]	Water span. [kN/m²]	Stat*	Mob*
2	4,30	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	4,30	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	4,00	0,00	3,00	-		0,00	3,00	-	
4	4,00	0,00	3,00	A		0,00	3,00	P	
4	3,50	0,00	8,00	A		35,40	8,00	P	
5	3,50	0,00	8,00	A		35,40	8,00	P	
5	3,00	0,00	13,00	A		70,80	13,00	P	
6	3,00	0,00	13,00	A		70,80	13,00	P	
6	2,50	0,00	18,00	A		89,43	18,00	-	84
7	2,50	0,00	18,00	A		89,43	18,00	-	84
7	2,00	0,00	23,00	A		49,77	23,00	-	35
8	2,00	0,00	23,00	A		49,77	23,00	-	35
8	1,50	0,00	28,00	A		21,34	28,00	-	12
9	1,50	0,00	28,00	A		99,60	28,00	-	30
9	1,00	0,00	33,00	A		12,86	33,00	-	3
10	1,00	0,00	33,00	A		12,86	33,00	-	3
10	0,50	37,08	38,00	-	8	0,00	38,00	A	
11	0,50	37,08	38,00	-	8	0,00	38,00	A	
11	0,00	60,36	43,00	-	11	0,00	43,00	A	
12	0,00	12,87	43,00	-	4	0,00	43,00	A	
12	-0,50	13,95	48,00	-	4	0,00	48,00	A	
13	-0,50	13,95	48,00	-	4	0,00	48,00	A	
13	-1,00	12,60	53,00	-	4	0,00	53,00	A	
14	-1,00	42,21	53,00	-	5	0,00	53,00	A	
14	-1,57	32,27	58,71	-	4	0,00	58,71	A	
15	-1,57	32,27	58,71	-	4	0,00	58,71	A	
15	-2,14	21,54	64,43	-	2	0,00	64,43	A	
16	-2,14	21,54	64,43	-	2	0,00	64,43	A	
16	-2,71	12,37	70,14	-	1	0,00	70,14	A	
17	-2,71	12,37	70,14	-	1	0,00	70,14	A	
17	-3,29	5,63	75,86	-		0,00	75,86	A	
18	-3,29	5,63	75,86	-		0,00	75,86	A	
18	-3,86	1,27	81,57	-		0,00	81,57	A	
19	-3,86	1,27	81,57	-		0,00	81,57	A	
19	-4,43	0,00	87,29	A		1,19	87,29	-	
20	-4,43	0,00	87,29	A		1,19	87,29	-	
20	-5,00	0,00	93,00	A		2,32	93,00	-	
21	-5,00	0,00	93,00	A		0,93	93,00	-	
21	-5,35	0,00	96,50	A		1,03	96,50	-	
22	-5,35	0,00	96,50	A		1,03	96,50	-	
22	-5,70	0,00	100,00	A		1,06	100,00	-	
23	-5,70	0,00	100,00	A		3,99	100,00	-	
23	-6,10	0,00	104,00	A		3,94	104,00	-	
24	-6,10	0,00	104,00	A		3,94	104,00	-	
24	-6,50	0,00	108,00	A		3,84	108,00	-	

*

Stat
Mob

Status (A=actief, P=passief, Nummer is tak, 0 is ontlasting)
Percentage passief gemobiliseerd

Einde Rapport

Rapport voor D-Sheet Piling 16.1

Ontwerp van Diepwanden en Damwanden
Ontwikkeld door Deltares



Bedrijfsnaam: Mos Grondmechanica b.v.

Datum van rapport: 5/18/2017
Tijd van rapport: 5:03:46 PM

Datum van berekening: 5/18/2017
Tijd van berekening: 5:03:38 PM

Bestandsnaam: H:\..\Advies\Geotechniek\DSheetpiling\Schema B-324-340 mm

Projectbeschrijving: Voetgangersbrug Cromvoirt
Horizontaal en kopmoment belaste heipalen
324/340 d=7 mm, schema B, rekenwaarden belastingen

1 Inhoudsopgave

- 1 Inhoudsopgave
- 2 Overzicht
 - 2.1 Overzicht van de Maxima
- 3 Invoergegevens
 - 3.1 Algemene Invoergegevens
 - 3.2 Paaleigenschappen
 - 3.2.1 Algemene eigenschappen
 - 3.2.2 Stijfheid EI (elastisch gedrag)
 - 3.2.3 Maximale toelaatbare momenten
 - 3.3 Overzicht
 - 3.4 Normaalkrachten
 - 3.5 Horizontale Krachten
 - 3.6 Waterniveau
 - 3.7 Maaiveld
 - 3.8 Eigenschappen van de grondmaterialen
 - 3.9 Eigenschappen van de grondmaterialen berekend met Brinch Hansen
 - 3.10 Beddingsconstanten
- 4 Berekeningsresultaten
 - 4.1 Grafieken van Momenten, Krachten en Verplaatsingen
 - 4.2 Momenten, Krachten en Verplaatsingen
 - 4.3 Grafieken van Spanningen
 - 4.4 Spanningen

2 Overzicht

2.1 Overzicht van de Maxima

Verplaatsing [mm]	Moment [kNm]	Dwarskracht [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. weerstand [%]
2,0	32,70	-28,00	0,2	0,9

3 Invoergegevens

3.1 Algemene Invoergegevens

Model Enkele paal; Paal belast door krachten
 Soortelijk gewicht van water 10,00 kN/m³

3.2 Paaleigenschappen

Lengte 11,44 m
 Bovenkant 4,94 m
 Aantal secties 1

3.2.1 Algemene eigenschappen

Snede naam	Van [m]	Tot [m]	Materiaal type	Diameter [m]
stalen buispaal ...	-6,50	4,94	Beton	0,32

3.2.2 Stijfheid EI (elastisch gedrag)

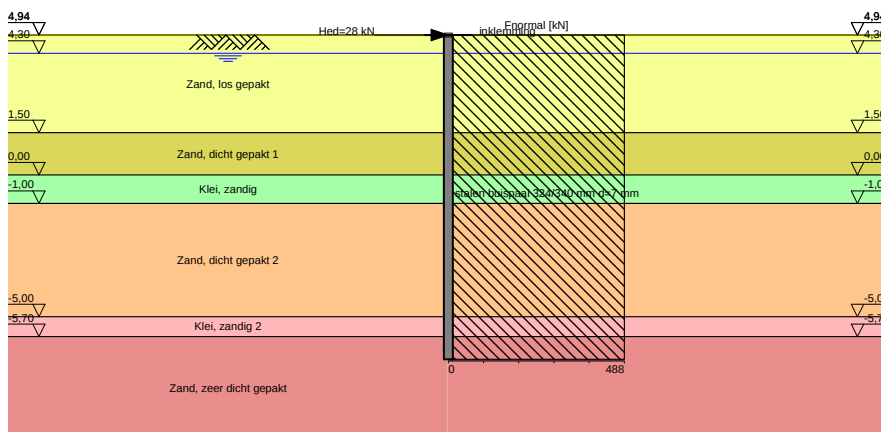
Snede naam	Elastische stijfheid EI [kNm ²]	Red. factor op EI [-]	Gecorrig. elas. stijfheid EI [kNm ²]	Toelichting op reductiefactor
stalen buispaal ...	3,5625E+04	1,00	3,5630E+04	

3.2.3 Maximale toelaatbare momenten

Snede naam	Mr;kar;el [kNm]	Modificatie factor [-]	Materiaal factor [-]	Red. factor toelaat. moment [-]	Mr;d;el [kNm]
stalen buispaal ...	0,00	1,00	1,10	1,00	0,00

3.3 Overzicht

Overzicht



3.4 Normaalkrachten

Naam	Kracht op bovenkant damwand [kN]	Kracht op maaiveld- niveau, linkerkant [kN]	Kracht op maaiveld- niveau, rechterkant [kN]	Kracht op onderkant damwand [kN]
Vd = 488 kN	488,00	488,00	488,00	488,00

3.5 Horizontale Krachten

Naam	Niveau [m]	Belasting [kN]
Hed=28 kN	4,94	28,00

3.6 Waterniveau

Freatisch niveau: 4,30 [m]

3.7 Maaiveld

Maaiveldniveau: 4,94 [m]

3.8 Eigenschappen van de grondmaterialen

Laag naam	Niveau [m]	Volumegewicht		Cohesie [kN/m ²]	Wrijvingshoek phi [graad]	Brinch Hansen gebruikt
		Onverz. [kN/m ³]	Verz. [kN/m ³]			
Zand, los gepakt	4,94	17,00	19,00	0,00	29,00	Ja
Zand, dicht gep...	1,50	18,00	20,00	0,00	32,50	Ja
Klei, zandig	0,00	17,00	17,00	0,00	25,00	Ja
Zand, dicht gep...	-1,00	18,00	20,00	0,00	32,50	Ja
Klei, zandig 2	-5,00	17,00	17,00	0,00	25,00	Ja
Zand, zeer dich...	-5,70	18,00	20,00	0,00	35,00	Ja

Laag naam	Niveau [m]	Gronddrukcoëfficiënten			Wateroverspanning	
		Actief [-]	Neutraal [-]	Passief [-]	Boven [kN/m ²]	Onder [kN/m ²]
Zand, los gepakt	4,94	0,00	0,00	8,67	0,00	0,00
Zand, dicht gep...	1,50	0,00	0,00	15,77	0,00	0,00
Klei, zandig	0,00	0,00	0,00	7,98	0,00	0,00
Zand, dicht gep...	-1,00	0,00	0,00	18,62	0,00	0,00
Klei, zandig 2	-5,00	0,00	0,00	8,72	0,00	0,00
Zand, zeer dich...	-5,70	0,00	0,00	26,90	0,00	0,00

3.9 Eigenschappen van de grondmaterialen berekend met Brinch Hansen

Laag naam	Niveau [m]	Fictieve cohesie [kN/m ²]
Zand, los gepakt	4,94	0,00
Zand, dicht gep...	1,50	0,00
Klei, zandig	0,00	0,00
Zand, dicht gep...	-1,00	0,00
Klei, zandig 2	-5,00	0,00
Zand, zeer dich...	-5,70	0,00

3.10 Beddingsconstanten

Laag naam	Niveau [m]	Ménard gebruikt	E-Mod Ménard [kN/m ²]	Grondtype Ménard	Tak 1	
					Boven [kN/m ³]	Onder [kN/m ³]
Zand, los gepakt	4,94	Nee	n.a.	n.a.	21675,00	21675,00
Zand, dicht gep...	1,50	Nee	n.a.	n.a.	101160,00	101160,00
Klei, zandig	0,00	Nee	n.a.	n.a.	21565,00	21565,00
Zand, dicht gep...	-1,00	Nee	n.a.	n.a.	72255,00	72255,00
Klei, zandig 2	-5,00	Nee	n.a.	n.a.	28900,00	28900,00



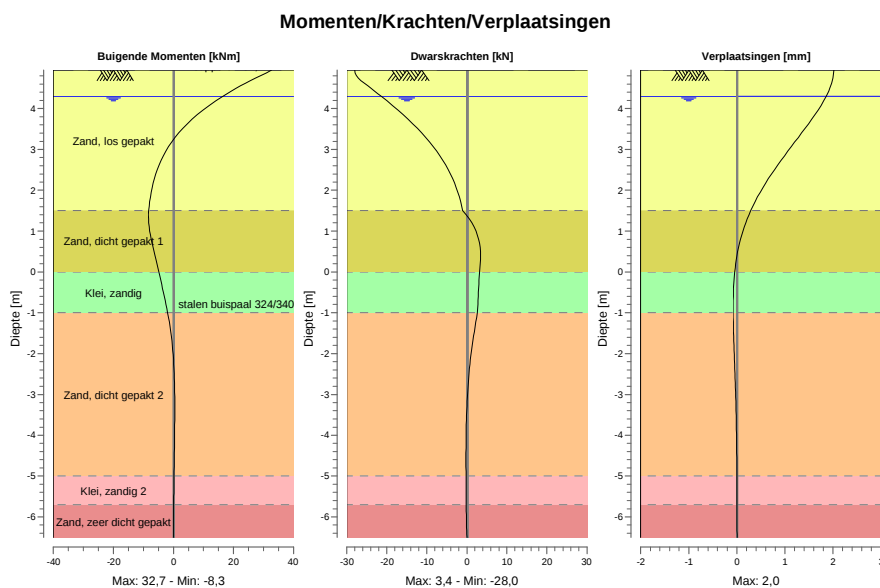
Laag naam	Niveau [m]	Ménard gebruikt	E-Mod Ménard [kN/m ²]	Grondtype Ménard	Tak 1	
					Boven [kN/m ³]	Onder [kN/m ³]
Zand, zeer dich...	-5,70	Nee	n.a.	n.a.	108385,00	108385,00



4 Berekeningsresultaten

Aantal iteraties: 3

4.1 Grafieken van Momenten, Krachten en Verplaatsingen



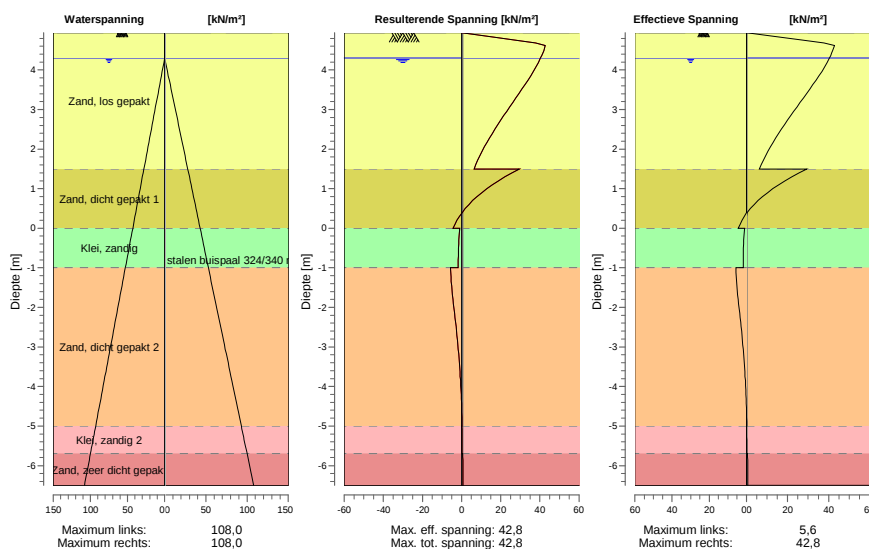
4.2 Momenten, Krachten en Verplaatsingen

Segment nummer	Niveau [m]	Moment [kNm]	Dwarskracht [kN]	Verplaatsing [mm]
1	4,94	32,70	-28,00	2,0
1	4,62	23,97	-25,63	2,0
2	4,62	23,97	-25,63	2,0
2	4,30	16,41	-21,36	1,9
3	4,30	16,41	-21,36	1,9
3	3,74	6,22	-14,69	1,6
4	3,74	6,22	-14,69	1,6
4	3,18	-0,61	-9,31	1,2
5	3,18	-0,61	-9,31	1,2
5	2,62	-4,81	-5,32	0,9
6	2,62	-4,81	-5,32	0,9
6	2,06	-7,13	-2,63	0,5
7	2,06	-7,13	-2,63	0,5
7	1,50	-8,24	-1,04	0,3
8	1,50	-8,24	-1,04	0,3
8	1,00	-7,90	2,26	0,1
9	1,00	-7,90	2,26	0,1
9	0,50	-6,47	3,38	0,0
10	0,50	-6,47	3,37	0,0
10	0,00	-4,84	3,12	0,0
11	0,00	-4,84	3,12	0,0
11	-0,50	-3,34	2,91	-0,1
12	-0,50	-3,34	2,91	-0,1
12	-1,00	-1,95	2,65	-0,1
13	-1,00	-1,95	2,65	-0,1
13	-1,57	-0,72	1,67	-0,1

Segment nummer	Niveau [m]	Moment [kNm]	Dwarskracht [kN]	Verplaatsing [mm]
14	-1,57	-0,72	1,67	-0,1
14	-2,14	0,01	0,89	-0,1
15	-2,14	0,01	0,89	-0,1
15	-2,71	0,36	0,34	0,0
16	-2,71	0,36	0,34	0,0
16	-3,29	0,46	0,01	0,0
17	-3,29	0,46	0,01	0,0
17	-3,86	0,41	-0,15	0,0
18	-3,86	0,41	-0,15	0,0
18	-4,43	0,31	-0,21	0,0
19	-4,43	0,31	-0,21	0,0
19	-5,00	0,19	-0,19	0,0
20	-5,00	0,19	-0,19	0,0
20	-5,35	0,13	-0,18	0,0
21	-5,35	0,13	-0,18	0,0
21	-5,70	0,07	-0,17	0,0
22	-5,70	0,07	-0,17	0,0
22	-6,10	0,02	-0,09	0,0
23	-6,10	0,02	-0,09	0,0
23	-6,50	0,00	0,00	0,0
Max		32,70	-28,00	2,0
Max incl. tussenknopen		32,70	-28,00	2,0

4.3 Grafieken van Spanningen

Spanningstoestanden



4.4 Spanningen

Knoop nummer	Niveau [m]	Links				Rechts			
		Eff. spanning [kN/m²]	Water span. [kN/m²]	Stat* [kN/m²]	Mob* [%]	Eff. spanning [kN/m²]	Water span. [kN/m²]	Stat* [kN/m²]	Mob* [%]
1	4,94	0,00	0,00	A		0,00	0,00	P	
1	4,62	0,00	0,00	A		42,75	0,00	-	91
2	4,62	0,00	0,00	A		42,75	0,00	-	91
2	4,30	0,00	0,00	A		40,33	0,00	-	43
3	4,30	0,00	0,00	A		40,33	0,00	-	43

Knoop nummer	Niveau [m]	Links				Rechts			
		Eff. spanning [kN/m²]	Water span. [kN/m²]	Stat*	Mob*	Eff. spanning [kN/m²]	Water span. [kN/m²]	Stat*	Mob*
3	3,74	0,00	5,60	A		33,85	5,60	-	25
4	3,74	0,00	5,60	A		33,85	5,60	-	25
4	3,18	0,00	11,20	A		26,12	11,20	-	14
5	3,18	0,00	11,20	A		26,12	11,20	-	14
5	2,62	0,00	16,80	A		18,47	16,80	-	8
6	2,62	0,00	16,80	A		18,47	16,80	-	8
6	2,06	0,00	22,40	A		11,71	22,40	-	4
7	2,06	0,00	22,40	A		11,71	22,40	-	4
7	1,50	0,00	28,00	A		6,29	28,00	-	2
8	1,50	0,00	28,00	A		29,36	28,00	-	5
8	1,00	0,00	33,00	A		12,87	33,00	-	2
9	1,00	0,00	33,00	A		12,87	33,00	-	2
9	0,50	0,00	38,00	A		1,92	38,00	-	
10	0,50	0,00	38,00	A		1,92	38,00	-	
10	0,00	4,44	43,00	-	1	0,00	43,00	A	
11	0,00	0,95	43,00	-		0,00	43,00	A	
11	-0,50	1,57	48,00	-		0,00	48,00	A	
12	-0,50	1,57	48,00	-		0,00	48,00	A	
12	-1,00	1,68	53,00	-		0,00	53,00	A	
13	-1,00	5,64	53,00	-	1	0,00	53,00	A	
13	-1,57	4,89	58,71	-		0,00	58,71	A	
14	-1,57	4,89	58,71	-		0,00	58,71	A	
14	-2,14	3,63	64,43	-		0,00	64,43	A	
15	-2,14	3,63	64,43	-		0,00	64,43	A	
15	-2,71	2,36	70,14	-		0,00	70,14	A	
16	-2,71	2,36	70,14	-		0,00	70,14	A	
16	-3,29	1,31	75,86	-		0,00	75,86	A	
17	-3,29	1,31	75,86	-		0,00	75,86	A	
17	-3,86	0,56	81,57	-		0,00	81,57	A	
18	-3,86	0,56	81,57	-		0,00	81,57	A	
18	-4,43	0,07	87,29	-		0,00	87,29	A	
19	-4,43	0,07	87,29	-		0,00	87,29	A	
19	-5,00	0,00	93,00	A		0,20	93,00	-	
20	-5,00	0,00	93,00	A		0,08	93,00	-	
20	-5,35	0,00	96,50	A		0,12	96,50	-	
21	-5,35	0,00	96,50	A		0,12	96,50	-	
21	-5,70	0,00	100,00	A		0,15	100,00	-	
22	-5,70	0,00	100,00	A		0,56	100,00	-	
22	-6,10	0,00	104,00	A		0,65	104,00	-	
23	-6,10	0,00	104,00	A		0,65	104,00	-	
23	-6,50	0,00	108,00	A		0,73	108,00	-	

*

Stat
Mob

Status (A=actief, P=passief, Nummer is tak, 0 is ontlasting)
Percentage passief gemobiliseerd

Einde Rapport

Bijlage E

Algemene uitvoeringsrichtlijnen

Heiwerk

ALGEMENE RICHTLIJNEN VOOR DE UITVOERING VAN HEIWERK

Voor de aanvang van het heiwerk moeten de volgende zaken bekend zijn:

- Het palenplan met de paalafmetingen en de paalpuntniveaus. Hierop dienen de sondeerlocaties en de gedachte heivolgorde tevens te zijn aangegeven.
- De maaiveldhoogten ter plaatse van de te heien palen.
- De maaiveldhoogten ter plaatse van de sondeerlocaties.
- Het grondonderzoek en het bijbehorende funderingsadvies.

In principe dient het heiwerk te worden gestart ter plaatse van het diepst geadviseerde paalpuntniveau, en vervolgens dient van het diepste naar het hoogste niveau te worden geheid.

Omdat de funderingsgrondslag tussen sondeerlocaties kan variëren is een controle hierop noodzakelijk. Dit kan door de palen tijdens het inheien te kalenderen¹⁾ en de daarbij verkregen kalenderwaarden²⁾ vervolgens uit te zetten tegen de inheidiepte. Het zo verkregen diagram wordt een slagdiagram³⁾ genoemd. Bij een goede keuze van het heiblok zal onder gelijke omstandigheden meestal een duidelijke correlatie te zien zijn tussen het slagdiagram en het sondeerdiagram.

Om de verkregen kalenderwaarden goed te kunnen vergelijken verdient het aanbeveling de eerste paal op of nabij een sondeerlocatie te heien ("ijken"). Bij de eerste paal en alle overige nabij een sondeerlocatie gesitueerde palen, kalendert men bij voorkeur over een zo groot mogelijk traject tussen het maaiveld en het te bereiken paalpuntniveau. Nadat de kalenderwaarden van de eerste paal tot een slagdiagram zijn verwerkt moet aan de hand van dit slagdiagram worden vastgesteld over welk traject de overige palen minimaal moeten worden gekalenderd.

Op de geadviseerde paalpuntniveaus kunnen kalenderwaarden worden gevonden die slechter zijn dan de vereiste of de verwachte normen. Dit is op zich nog geen reden om de palen naar een dieper paalpuntniveau te heien. Door het heien kunnen de waterspanningen in de poriën rondom de paalpunt namelijk tijdelijk oplopen. Door deze wateroverspanning kan de heiweerstand sterk afnemen. Bij geprefabriceerde palen kan dit tijdelijke verschijnsel eenvoudig worden geconstateerd door de betreffende paal na een voldoende lange pauze, veelal de volgende ochtend, na te heien. Ook bij het naheien moet worden gekalenderd; ditmaal echter over bijvoorbeeld 4 à 5 trajecten van elk 50 mm beneden het oorspronkelijk bereikte paalpuntniveau. Uit het naheien zal een verdwenen wateroverspanning moeten blijken uit hogere kalenderwaarden, die dan moeten aansluiten bij het verwachtingspatroon.

Het eventueel optreden van wateroverspanning verdient bij het heien naast belendingen extra aandacht omdat het optreden van wateroverspanning kan leiden tot het tijdelijk afnemen van het draagvermogen van de bestaande paalfundering.

In geval van in de grond gevormde palen kunnen de palen onmiddellijk na elkaar worden vervaardigd, indien de onderlinge hart op hart afstand ten minste 4 maal de paalschoendiameter bedraagt. Een kleinere afstand is toegestaan, als de tijd tussen het maken van de eerste en de tweede paal zodanig lang is dat de specie in de eerst gemaakte paal voldoende is opgestijfd. Hiervoor moet minimaal 20 uur worden aangehouden. Indien een vertragende hulpstof wordt toegepast, moet de tijdsduur zonodig worden verlengd.

In geval van in de grond gevormde palen dient na het bereiken van het geadviseerde paalpuntniveau een controle op de aanwezigheid van water of grond in de buis plaats te vinden. Bij afkeuring dient de buis voor het trekken te worden gevuld met beton, grout of - wanneer daar geen geohydrologische bezwaren tegen bestaan - een mengsel van zand en grind. Het paalpuntniveau van een nieuwe

(vervangende) paal dient ten minste zo diep te zijn als het bereikte paalpuntniveau van de afgekeurde paal.

Om nodeloos zwaar heiwerk te vermijden moet sluitend heien worden voorkomen. Bij poeren moet dus bij voorkeur van binnen naar buiten worden geheid.

Bij heien nabij belendingen verdient het (veelal) de voorkeur het heiwerk te starten op de kleinste afstand van de belendingen en vervolgens een heivolgorde te hanteren met een ten opzichte van de belendingen toenemende afstand.

Verder wordt verwezen naar:

- NEN-EN 12699 "Uitvoering van bijzonder geotechnische werken - Verdringingspalen".
Vervanger van de inmiddels ingetrokken normen:
 - NEN 6741 (1991) "Het uitvoeren van houten paalfunderingen".
 - NEN 6742 (1991) "Het uitvoeren van funderingen met geprefabriceerde betonnen palen".
- BRL 2356 (1992-06-01) "In de grond gevormde palen", bijlage C (1992-06-01) "Werkwijze bij het vervaardigen van ingeheide en schokkend of trillend getrokken palen".
- BRL 2356 (1992-06-01) "In de grond gevormde palen", bijlage D (1992-08-01) "Werkwijze bij het vervaardigen van ingeheide palen met een uitgeheide betonvoet".
- BRL 1710 (1996-07-01) "Het aanbrengen van stalen buissegmentpalen".

In twijfelgevallen is het raadzaam de geotechnische adviseur te raadplegen. Deze kan aangeven of het zinvol is om controlesonderingen te laten maken. Deze sonderingen mogen niet worden uitgevoerd wanneer in de nabijheid wordt geheid (wateroverspanning).

Tot slot maken wij u erop attent dat Mos Grondmechanica beschikt over:

- Deskundige opzichters voor de begeleiding van alle grond- en funderingswerken.
- Goede apparatuur en medewerkers voor:
- Het uitzetten en of het inmeten van palenvelden.
- Het sonisch doormeten van palen (controle op eventueel aanwezige ernstige gebreken).

Noten:

- ¹⁾ Kalenderen is het tellen en registreren van het aantal slagen dat nodig is om een paal (steeds weer) over een vaste afstand van 0,25 m te doen zakken. Deze vaste afstanden moeten op de paal zijn aangegeven met horizontale strepen, te beginnen bij de paalpunt.
- ²⁾ Een kalenderwaarde is het gemeten aantal slagen van het heiblok dat benodigd is voor de paalzakking over een traject van 0,25 m.
- ³⁾ Een slagdiagram wordt verkregen door de gemeten kalenderwaarden grafisch uit te zetten tegen de corresponderende paalpunt diepte. Het zo verkregen slagdiagram wordt bij voorkeur getekend in het sondeerdiagram van de sondering die zo dicht mogelijk bij de paal werd uitgevoerd.

(12 september 2016)

MOS GRONDMECHANICA B.V.

Hieronder treft u de dienstverlening van Mos Grondmechanica b.v. aan. Voor specifieke diensten die niet direct in het overzicht terug zijn te vinden kunt u uiteraard vrijblijvend contact met ons opnemen.



VELDWERK

Sonderen op land, water en in beperkte ruimte, electrisch, waterspanning, dissipatie, seismisch, magnetisch, geleidbaarheid, Bolconus, T-bar en slagsonderen
Geotechnisch boren en (on)geroerde monsternamen
Sonisch boren
Peilbuizen en waterspanningsmeters plaatsen
X, Y en Z metingen en Lintvoegmetingen
Plaatdruk-, CBR- en CPM proeven
In situ doorlatenheidspoeven

LABORATORIUM

Classificatie proeven (o.a. vol. gewicht, KVD, PI)
Samendrukkingsproeven (Oedometer en CRS)
Triaxiaalproeven
DS en DSS-proeven
Doorlatenheidspoeven
Dichtheidsbepaling (Proctor en CBR)
Cementbentoniet onderzoek

GEOMONITORING

Deformatiemeting (inclino- en extensometing)
(Grond)waterspanningsmeting
Zettingsmonitoring
Trillingsmonitoring (SBR)
Akoestische doormeten van palen (CUR 109)
Online meetgegevens via portal
Tankmonitoring (conform EEMUA 159)

MILIEU (MOS MILIEU B.V.)

Verkennd-, nader- en saneringsonderzoek
Partijkeuringen besluit bodemkwaliteit (Bbk)
Saneringsbegeleiding. Waterbodemonderzoek.
Vergunning aanvragen.
2nd Opinion / Contra-Expertise Bodemonderzoeken.

GEOTECHNISCH ADVIES

Paalfundering
Fundering op staal
Grondkerende constructies
Bouwputontwerp
Omgevingsbeïnvloeding (Plaxis)
Zettingsanalyse (bouwrijp maken, opslagtanks)
Taludstabiliteit
Tankbouwadvis
Trillingsprognose
Schade expertise
Review en 2nd Opinion

GEOHYDROLOGISCH ADVIES

Bemalingen (incl. retourbemalingen)
Vergunningsaanvragen
Pompproeven
Warmte Koude Opslag
Omgekeerde Osmose.
Barrierewerking
Drainage
Infiltratie hemelwater

BEMALINGEN (MOS GRONDWATERTECHNIEK)

Bronbemaling
Ondergrondse energie-opslag
Pomp- en leidingsystemen
Brandputten

OVERIG

Funderingsonderzoek (F30), Heitoezicht,
Uitvoeringsbegeleiding

Meer weten? Bezoek onze website www.mosgeo.com
Vragen? Mail ons op info@mosgeo.com
Offerte aanvragen? Mail ons op offerte@mosgeo.com

Mos Grondmechanica opereert structureel vanuit 5 vestigingen in Nederland en in Suriname. Via het zusterbedrijf Mosgeo b.v. worden wereldwijd projecten uitgevoerd, daar waar onze specifieke kennis en ervaring wordt gevraagd. In Liberia heeft Mosgeo b.v. een dochtermaatschappij: Mosgeo Liberia Inc.

MOS GRONDMECHANICA B.V.

Correspondentieadres :	Postbus 801, 3160 AA Rhoon	Centraal telefoonnummer :	+31(0)88-5130200
Hoofdkantoor Rhoon	Kleidijk 35	3161 EK	Rhoon
Vestiging Helmond	Vossenbeemd 90B	5705 CL	Helmond
Vestiging Almelo	Het Wendelgoor 13	7604 PJ	Almelo
Vestiging Amsterdam	Pleimuiden 8B	1046 AG	Amsterdam
Mosgeo B.V.	Kleidijk 35	3161 EK	Rhoon
Vestiging Suriname	Ds Martin Luther Kingweg 150	District Wanica	Suriname
			Tel. +597-488188

