

Opdracht : 1901326
Plaats : Botlek Rotterdam
Project : Verladingsplaats aan de Welplaatweg 12

Betreft : Verladingsplaats in de tankputdijk voor een project
aan de Welplaatweg 12
te
BOTLEK ROTTERDAM

Opdrachtgever : Shin-Etsu PVC B.V.
T.a.v. Dhr. A. Vogelezang
Postbus 641
3190 AN HOOGVLIET ROTTERDAM
NL

Behandeld door : ir. J.C.M. de Jong (088 - 51 30 211)

Kenmerk : R1901326-03

Datum : 24 september 2020

MOS GRONDMECHANICA B.V.

Correspondentieadres:	Albert Plesmanweg 47, 3088 GB	Rotterdam	Telefoonnummer: +31(0)88-5130200
Hoofdkantoor Rotterdam	Albert Plesmanweg 47	3088 GB	Rotterdam
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	4
3. GEOTECHNISCHE GEGEVENS.....	6
3.1 Uitgevoerd grondonderzoek.....	6
3.2 Geotechnisch profiel.....	6
4. FUNDERINGSADVIES STAALCONSTRUCTIE	7
4.1 Keuze funderingstype	7
4.2 Paalpuntniveaus en maximum puntweerstand en paalschachtwrijvingen.....	7
4.3 Rekenwaarden netto paal <i>druk</i> weerstand en netto paal <i>trek</i> weerstand	8
4.4 Paalkopzakkingen en -rijzingen en axiale paalveerstijfheden	9
4.5 Het gedrag van de palen onder een horizontale paalkopbelasting.....	10
4.6 Uitvoering	12
5. FUNDERINGSADVIES BETONPLAAT TRUCKVERLADING	13
5.1 Keuze funderingstype	13
5.2 Minimaal vereiste ontgravingsniveaus	13
5.3 Berekening maximale weerstand	13
5.4 Zakkingen in de gebruikssituatie	14
5.5 Beddingsconstante	14
5.6 Uitvoering	14
 Bijlage A Berekeningsvoorbeeld paal <i>druk</i> weerstand	
Bijlage B Berekeningsvoorbeeld horizontale paalbelasting	
Bijlage C Berekeningsvoorbeeld staalfundering	
Bijlage D Uitvoeringsrichtlijnen	

1. INLEIDING

In opdracht van Shin-Etsu PVC B.V is door Mos Grondmechanica B.V. een grondonderzoek uitgevoerd en is op basis daarvan een advies opgesteld voor insnede in de tankputdijk en de terreinverharding ten behoeve van een laadplatform naast een tankput.

Van de resultaten van het uitgevoerde grondonderzoek is verslag gedaan in Mos Grondmechanica rapport R1901326-01, d.d. 23 augustus 2019.

Rapport R1901326-02 d.d. 30 augustus 2019 bevat het op de resultaten van het voornoemde grondonderzoek gebaseerde damwand en verhardingsadvies voor de bovengenoemde nieuwbouw.

In dit rapport R1901326-03 is de fundering voor de betonnen verladingsplaat en de staalconstructie uitgewerkt. De staalconstructie wordt op palen gefundeerd.

Als constructeur is KH engineering betrokken bij dit project.

2. PROJECTBESCHRIJVING

Het project betreft de herpositionering van het TAR verladersplatform.

Ten behoeve van dit project zijn de volgende documenten beschikbaar gesteld:

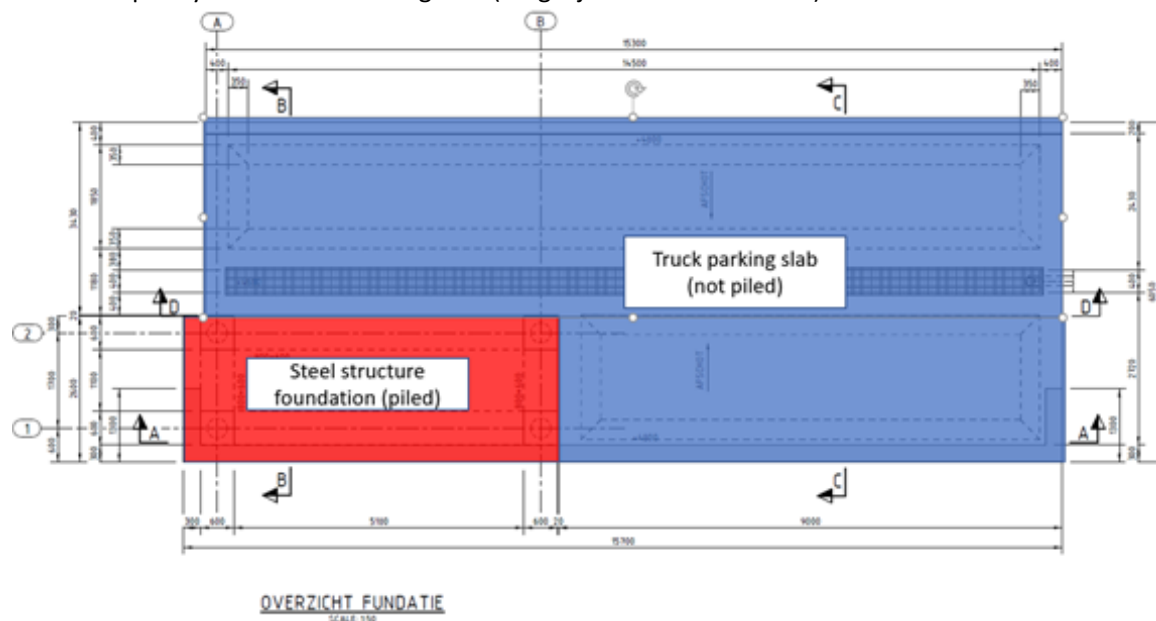
- KH-Engineering rapport 62596-102, 4.002.937, revisie 0 d.d. 9 april 2019 "Relocation TAR loading, Aanvraag grondmechanisch advies";
- KH-Engineering tekening 62596-102, 4.002.929, revisie 0A d.d. 5 april 2019 "Relocation TAR loading, Bestaande situatie";
- ShinEtsu tekening 4.007.215, "Relocation TAR loading, Nieuwe situatie" For Information Only;
- ShinEtsu tekening 4.007.223, "Relocation TAR loading, Palenplan Layout" For Information Only;
- ShinEtsu tekening 4.007.225, "Relocation TAR loading, Fundering verlaadstation" A0; Voor commentaar.

Uit deze documenten en aanvullende informatie van de constructeur zijn de volgende projectgegevens afgeleid:

- De verlading bestaat uit een op staal gefundeerde betonplaten een staalconstructie op palen zie figuur 2-1.
- Gewenste paalsysteem Tubex met groutinjectie (o.g.).
- Paalbelastingen (in kN):

	Druk		Trek		Horizontaal	
	UGT	BGT	UGT	BGT	UGT	BGT
Paal 1	780	500	-450	-250	35	25
Paal 2	600	400	-260	-135	20	15

- Paalkopniveau = NAP + 4,02 m.
- In verband met mogelijk vervuilde grond dient rekening te worden gehouden met de keuze van het paalsysteem en de ondergrond (mogelijk versnelde corrosie).

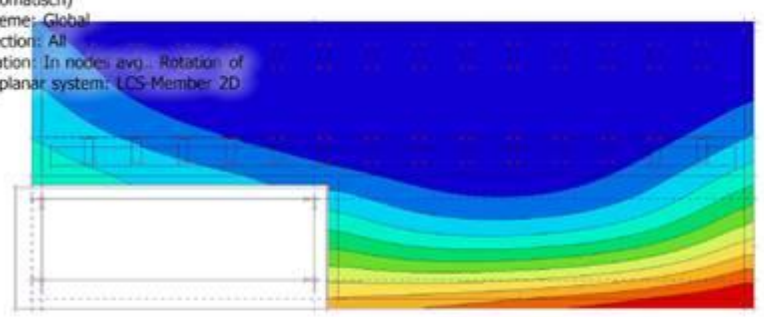


Figuur 2-1 Opstelling TAR verlading met staalconstructie

- BGT gronddruk onder de plaat: 24-37 kN/m²

5.7. 2D contact stresses; σ_z (RC_NC_BGT-quasi (automatisch))

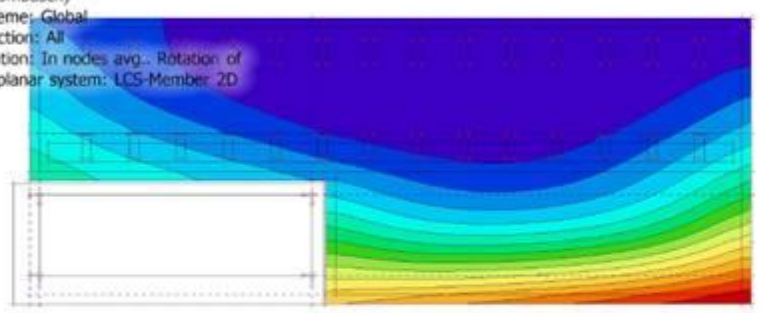
Values: σ_z
 Nonlinear calculation
 Class: RC_NC_BGT-quasi
 (automatisch)
 Extreme: Global
 Selection: All
 Location: In nodes avg.: Rotation of
 the planar system: LCS-Member 2D



- UGT gronddruk onder de plaat: 60-76 kN/m²

5.3. 2D contact stresses; σ_z (RC_NC_UGT-Set B (automatisch))

Values: σ_z
 Nonlinear calculation
 Class: RC_NC_UGT-Set B
 (automatisch)
 Extreme: Global
 Selection: All
 Location: In nodes avg.: Rotation of
 the planar system: LCS-Member 2D



Figuur 2-2 Overzicht gronddrukken in BGT en UGT

- Funderingsplaat in beton op staal gefundeerd.

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

3. GEOTECHNISCHE GEGEVENS

3.1 Uitgevoerd grondonderzoek

Op 18 juli 2019 zijn door Mos Grondmechanica de sonderingen 1 tot en met 4 uitgevoerd tot een diepte van maaiveld -30 m (maximaal NAP -25,7 m). Naast de conusweerstand (q_c) is de plaatselijke wrijving (f_s) en de helling (i) gemeten. Uit de plaatselijke wrijving en de conusweerstand is het wrijvingsgetal (R_f) berekend. Dit getal geeft nader inzicht in de aanwezige grondsoorten.

Tevens zijn een boring 1 tot en met 3 uitgevoerd tot maaiveld -3 m. De vrijgekomen grondslag is visueel geïdentificeerd, conform NEN 5104, en tot boorprofiel verwerkt.

Tijdens het boren is het grondwater aangetroffen op NAP +3,1 à NAP + 3,4 m. Deze waarneming is slechts een indicatie omdat spanningswater, het grondprofiel, lokale omstandigheden en seizoensafhankelijke factoren een invloed kunnen hebben.

De sondeer- en boorlocaties zijn door onze landmeetkundige afdeling in het terrein uitgezet en gewaterpast ten opzichte van NAP. Voor de resultaten van het veldwerk, de waterpassing en een situatietekening met de ligging van de onderzoekslocaties wordt verwezen naar veldwerkverslag R1901326-01, d.d. 23 augustus 2019.

3.2 Geotechnisch profiel

De maaiveldhoogte ter plaatse van de sondeerlocaties varieert van NAP +4,49 m tot NAP +4,48 m.

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

- Vanaf maaiveld tot NAP +1,5 m à NAP +1,0 m is matig fijn, zwak siltig zand aangetroffen waarin conusweerstand (q_c) zijn gemeten van 4 MPa tot 12 MPa.
- Vanaf NAP +1,5 m à NAP +1,0 m tot NAP +0,0 m à NAP -1,0 m is klei aangetroffen met een conusweerstand van ongeveer 1,0 MPa.
- Vanaf NAP +0,0 m à NAP -1,0 m tot NAP -2,5 m à NAP -5,3 m is zandige klei aangetroffen.
- Vanaf NAP -2,5 m à NAP -5,3 m tot NAP -17 m is een zandig pakket aangetroffen met conusweerstand van 4 tot 12 MPa en hoger, op verschillende diepten zijn lenzen en stoorlagen aanwezig bestaande uit siltig zand en lokale kleilenzen.
- Vanaf NAP -17 m tot circa NAP -19 m is een stijve kleilaag aanwezig waarin de conusweerstand 1,0 MPa à 1,5 MPa bedraagt.
- Hieronder tot aan de maximaal verkende diepte van NAP -25,6 m is een draagkrachtig zandpakket aangetroffen waarin conusweerstand zijn gemeten van 12 MPa tot 30 MPa en hoger. Terugvallen in de conusweerstand tot 8 MPa worden veroorzaakt door silthoudend of los gepakt zand.

4. FUNDERINGSADVIES STAALCONSTRUCTIE

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 Tubexpalen met groutinjectie (o.g.).

De berekeningen van de rekenwaarden van de maximale verticale *paaldruk*- en *-trek*weerstand zijn uitgevoerd voor Tubexpalen met groutinjectie en zijn voor de *paaldruk*weerstand en de *paaltrek*weerstand gebaseerd op de geotechnische norm NEN 9997-1:2017 "Geotechnisch ontwerp van constructies".

4.2 Paalpuntniveaus en maximum puntweerstand en paalschachtwrijvingen

In Tabel 4-1a (ondiep paalpuntniveau) en Tabel 4-1b (diep paalpuntniveau) is per sondering voor Tubexpalen met groutinjectie (o.g.) het voor de benodigde *paaldruk*weerstand geadviseerde paalpuntniveau aangegeven met de bijbehorende waarden voor de representatieve negatieve kleef, de maximum paalschachtwrijvingen en de maximum puntweerstand.

In de toekomst kunnen zettingen optreden in de samendrukbare lagen van de ondergrond. Deze zettingen leiden tot negatieve kleef langs de funderingspalen. Voor de berekening van de negatieve kleef is de grondwaterstand aangenomen op een niveau van NAP + 1,5 m. De negatieve kleef is vanaf maaiveld tot NAP – 2,4 m à NAP – 5,4 m in rekening gebracht.

De maximum paalschachtwrijving is met de procentenmethode berekend. Voor druk over het traject vanaf de bovenkant van de draagkrachtige zandlagen op NAP – 2,4 m à NAP – 5,4 m tot het geadviseerde paalpuntniveau, en voor trek over het traject vanaf NAP – 2,4 m à NAP – 5,4 m tot het geadviseerde paalpuntniveau. Voor het diepe paalpuntniveau is daarbij voor de drukbelasting over het traject van NAP – 2,4 m à NAP – 5,4 m tot NAP – 19,0 m à NAP – 19,3 m de schachtwrijving voor 50 % gereduceerd. Hierbij is voor Tubexpalen met groutinjectie (o.g.) een factor gehanteerd van $\alpha_s = 0,009$ voor druk en $\alpha_t = 0,009$ voor trek.

De maximum puntweerstand zijn voor Tubexpalen met groutinjectie (o.g.) berekend met een paalklassefactor $\alpha_p = 0,63$; voor de overige paalfactoren geldt: $\beta = s = 1,0$. Hierbij is uitgegaan dat door groutinjectie de diameter gelijk is aan de boorpunt over het traject waarvoor de positieve kleef is berekend.

Tabel 4-1a Paalpuntniveaus en maximum paalschachtwrijvingen en puntweerstand

Sondering Nr.	"ondiep" paalpuntniveau		Tubexpalen met groutinjectie (o.g.)			
	Maaiveldhoogte [NAP + m]	Paalpuntniveau [NAP + m]	$F_{nk,rep,i}$ [kN/m]	$q_{s,cal,max,i}$ [kN/m]		$q_{b,max,i}^{1)}$ [MPa]
				druk	trek ²⁾	
1	4,48	-14,5	135	685	685	5,5
2	4,49	-14,5	125	700	700	4,5
3	4,49	-14,5	165	565	565	4,4

	"ondiep" paalpuntniveau		Tubexpalen met groutinjectie (o.g.)			
Sondering Nr.	Maaiveldhoogte [NAP + m]	Paalpuntniveau [NAP + m]	$F_{nk,rep,i}$ [kN/m]	$q_{s,cal,max,i}$ [kN/m]		$q_{b,max,i}$ ¹⁾ [MPa]
				druk	trek ²⁾	
4	4,49	-14,5	90	730	730	5,2

Tabel 4-1b Paalpuntniveaus en maximum paalschachtwrijvingen en puntweerstand

	"diep" paalpuntniveau		Tubexpalen met groutinjectie (o.g.)			
Sondering Nr.	Maaiveldhoogte [NAP + m]	Paalpuntniveau [NAP + m]	$F_{nk,rep,i}$ [kN/m]	$q_{s,cal,max,i}$ [kN/m]		$q_{b,max,i}$ ¹⁾ [MPa]
				Druk	trek ²⁾	
1	4,48	-22,0	135	870	1400	9,9
2	4,49	-22,0	125	840	1325	6,3
3	4,49	-22,0	165	760	1185	5,9
4	4,49	-22,0	90	815	1325	6,4

$F_{nk,rep,i}$ 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, $\varnothing_{buis/punt}$: $\varnothing$ 324/450 mm;

2) deze waarden hebben betrekking op de maximale paalschachtwrijving voor een alleenstaande trekpaal, dus exclusief eventuele reducties voor groepseffecten.

4.3 Rekenwaarden netto paaldrukweerstand en netto paaltrekweerstand

Met de hiervoor aangegeven waarden van de negatieve kleef en de maximum paalschachtwrijving en de maximum puntweerstand zijn voor Tubexpalen met groutinjectie (o.g.) de rekenwaarden van de netto paaldrukweerstand en de netto paaltrekweerstand berekend. Hierbij zijn, conform NEN 9997-1, de volgende factoren gehanteerd; $\xi = 1,3$ (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 $\gamma_\gamma = 1,1$.

Dit geeft de volgende rekenwaarden voor de netto paaldruk- en -trekweerstand (Tabel 4-2):

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

Tubexpalen met groutinjectie (o.g.)				
Paalafmetingen $\varnothing_{\text{buis}} / \varnothing_{\text{punt}}$ [mm × mm]	Paalpuntniveau [NAP + m]	$R_{c;\text{net};d}$ [kN]	$R_{t;\text{net};1;d}$ [kN]	$R_{t;\text{net};\text{groep};d}$ [kN]
"Ondiep" paalpuntniveau				
$\varnothing 273 / 350$	- 14,5	525	250	240
$\varnothing 324 / 450$	- 14,5	780	330	310
$\varnothing 356 / 560$	- 14,5	1115	415	380
"Diep" paalpuntniveau				
$\varnothing 273 / 350$	- 22,0	785	515	475
$\varnothing 324 / 450$	- 22,0	1105	670	600
$\varnothing 356 / 560$	- 22,0	1515	840	740

$R_{c;\text{net};d}$ is de rekenwaarde van de netto paaldrukweerstand, na aftrek van de negatieve kleeft.

$R_{t;\text{net};1;d}$ is de rekenwaarde van de netto paaltrekweerstand voor een "alleenstaande trekpaal", inclusief de rekenwaarde van het effectieve gewicht van de paal (zonder paalgroep-effect);

$R_{t;\text{net};\text{groep};d}$ 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 rechthoekig stramien van 1,70 m × 5,78 m. De vermelde waarden betreffen een "hoekpaal";

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.

Berekeningsvoorbeelden zijn opgenomen onder bijlage A.

4.4 Paalkopzakkingen en -rijzingen en axiale paalveerstijfheden

De maximale paalkopzakkingen in de bruikbaarheidsgrenstoestand bedragen (bij de maximale karakteristieke paalbelastingen) circa 5 à 15 mm. Afhankelijk van de opbouw van de ondergrond en de gekozen paalafmetingen en paalpuntniveau 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:

Voor de ondiepe palen op paalpuntniveau NAP – 14,5 m bij een belasting tot 75 % van $R_{C;net;d}$ geldt:

- $k_{v;langd;k} = 71$ [MN/m] voor Tubex palen met groutinjectie $\varnothing 273 \times 6,3 / 350$ mm;
- $k_{v;langd;k} = 90$ [MN/m] voor Tubex palen met groutinjectie $\varnothing 324 \times 7,1 / 450$ mm;
- $k_{v;langd;k} = 108$ [MN/m] voor Tubex palen met groutinjectie $\varnothing 356 \times 8,0 / 560$ mm.

Voor de ondiepe palen op paalpuntniveau NAP – 22,0 m bij een belasting tot 75 % van $R_{C;net;d}$ geldt:

- $k_{v;langd;k} = 73$ [MN/m] voor Tubex palen met groutinjectie $\varnothing 273 \times 6,3 / 350$ mm;
- $k_{v;langd;k} = 96$ [MN/m] voor Tubex palen met groutinjectie $\varnothing 324 \times 7,1 / 450$ mm;
- $k_{v;langd;k} = 117$ [MN/m] voor Tubex palen met groutinjectie $\varnothing 356 \times 8,0 / 560$ mm.

Deze waarden zijn bepaald voor een relatief minder draagkrachtige funderingsgrondslag.

Noot: de wanddikte is een aanname, de daadwerkelijke wanddikte dient i.o.m. de aannemer van de palen te worden bepaald.

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.

4.5 Het gedrag van de palen onder een horizontale paalkopbelasting

De funderingspalen zullen op paalkopniveau niet alleen verticaal maar ook horizontaal worden belast. Door deze horizontale belasting zal de funderingspaal op buiging worden belast en zal de paal(kop) verplaatsen.

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 karakteristieke waarden); een en ander betekent dat de resultaten van deze berekeningen ook karakteristieke waarden betreffen.

Voor het gedrag van de horizontaal belaste palen zijn karakteristieke ($\approx$ representatieve) horizontale belastingen op de paalkop opgegeven ter grootte van 25 of 15 kN.

Het gedrag van de palen onder een horizontale belasting is berekend met behulp van de 'single pile' module van het programma D-SheetPiling (versie 19.3).

Daarbij is uitgegaan van de volgende factoren en aannamen:

- De buigstijfheid $EI = \frac{2}{3} \times E_{\text{beton}} I_{\text{beton; ongescheurd}} + E_{\text{staal}} I_{\text{staal}}$
- $E_{\text{paal}} = 25 \text{ GPa}$ voor Tubexpalen met groutinjectie (o.g.).
- Voor de werkende breedte van de palen is gerekend met $d_{\text{eq (schacht)}}$.
- De paalkop bevindt zich op paalkopniveau $\approx \text{NAP} + 4,1 \text{ m}$.
- 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"), dan wel ongehinderd ("scharnierend"); beide situaties worden berekend.
- In de berekeningen leveren de grondlagen *boven* paalkopniveau geen horizontale steundruk, maar hebben via het volumegewicht wel invloed op de effectieve verticale korrelspanningen van dieper aanwezige grondlagen.
- De berekeningen zijn uitgevoerd voor alleenstaande palen met een karakteristieke ($\approx$ representatieve) horizontale belastingen op paalkopniveau ter grootte van 25 en 15 kN/paal.

De berekeningsresultaten van het gedrag van alleenstaande horizontaal belaste Tubex groutinjectie palen zijn tabellarisch samengevat in:

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

*Tabel 4-3 Berekeningsresultaten voor alleenstaande horizontaal belaste Tubexpalen met groutinjectie (o.g.) met paalkop die vrij kan transleren en waarvan de rotatie is verhinderd ("ingeklemd") **

Tubexpalen met groutinjectie (o.g.), Ø _{buis} x t / Ø _{boorpunt} [mm x mm/ mm]	Karakteristieke horizontale paalkopbelasting [kN]	"ingeklemde" paalkop; translatie is vrij			
		M _{paalkop;max} * [kNm]	M _{veld;max} * [kNm]	Niveau M _{veld;max} [NAP + m]	U _{max;paalkop} [mm]
"ondiep" p.p.n.					
273 x 6,3 / 350	15	12,8	2,6	1,7	1
324 x 7,1 / 450	15	14,3	2,8	1,3	1
356 x 8,0 / 560	15	15,3	2,9	1,0	1
"diep" p.p.n.					
273 x 6,3 / 350	25	22,3	4,5	1,7	2
324 x 7,1 / 450	25	24,7	4,9	1,2	2
356 x 8,0 / 560	25	26,2	5,0	1,2	1

* 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 Tubexpalen met groutinjectie (o.g.) met een paalkop die vrij kan transleren en roteren ("scharnierend") **

Tubexpalen met groutinjectie (o.g.), Ø _{buis} x t / Ø _{boorpunt} [mm x mm/ mm]	Karakteristieke horizontale paalkopbelasting [kN]	"scharnierende" paalkop; translatie is vrij			
		M _{veld;max} * [kNm]	Niveau M _{veld;max} [NAP + m]	θ _{paalkop} [10 ⁻³ rad]	U _{max;paalkop} [mm]
"ondiep" p.p.n.					
273 x 6,3 / 350	15	9,8	2,7	1,8	3
324 x 7,1 / 450	15	10,5	2,6	1,2	2
356 x 8,0 / 560	15	10,9	2,6	0,8	2
"diep" p.p.n.					
273 x 6,3 / 350	25	19,0	2,7	3,7	6
324 x 7,1 / 450	25	19,3	2,7	2,3	4
356 x 8,0 / 560	25	20,0	2,9	1,7	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.

Berekeningsvoorbeelden zijn opgenomen onder bijlage B.

De karakteristieke veerstijfheden voor het gedrag van palen onder een horizontale paalkopbelasting kunnen worden bepaald uit $k_{u;F_h;k} = F_h / u_{\text{max};\text{paalkop}}$ en uit $k_{\theta;F_h;k} = F_h / \theta_{\text{paalkop}}$. De hoge respectievelijk lage waarden van de veerstijfheden kunnen worden bepaald door vermenigvuldiging, respectievelijk deling van deze karakteristieke veerstijfheden door een onzekerheidsfactor ter grootte van 1,5.

4.6 Uitvoering

Voor het inbrengen van trillingsvrij en grondverdringend ingeschroefde palen, Tubex groutinjectiepaal, moet een boormotor worden gebruikt met een voldoende capaciteit. De keuze van de capaciteit van de boormotor dient voor uitvoering van het boorwerk met de leverancier afgestemd te worden. Wij adviseren om dit 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). Verder dient bij dit paalttype altijd extra aandacht te worden besteed aan een goede kwaliteit van het grout (-mengsel) en van de verbindingen van de buizen alsmede de wanddikte.

Voor algemene richtlijnen voor de uitvoering van heiwerven wordt verwezen naar bijlage D (Verdringingsschroefpalen).

5. FUNDERINGSADVIES BETONPLAAT TRUCKVERLADING

5.1 Keuze funderingstype

Gelet op de projectgegevens en de opbouw en samenstelling van de ondergrond is een fundering op staal goed mogelijk, zeker in onderhavig geval waar de permanente belasting niet leidt tot een al te grote belasting toename in de ondergrond.

5.2 Minimaal vereiste ontgravingsniveaus

Voor een vorstvrij aanlegniveau van de funderingselementen wordt een diepte van ten minste toekomstig maaiveld – 0,80 m geadviseerd.

In tabel 4-1 is per sondeerlocatie het minimaal vereiste ontgravingsniveau aangegeven. Indien dit ontgravingsniveau beneden het aanlegniveau ligt, dient een grondverbetering te worden uitgevoerd.

Tabel 4-1 Minimaal vereiste ontgravingsniveaus

Sondering nummer	Maaiveldhoogte [NAP + m]	Minimaal vereist ontgravingsniveau	
		[NAP + m]	[maaiveld - m]
1	4,48	-	-
2	4,49	-	-
3	4,49	-	-
4	4,49	-	-

- Ondergrond bestaat tot circa NAP + 1,0 m uit zand. Volstaan kan worden met verwijderen eventuele leeflaag en vlakken ondergrond.

5.3 Berekening maximale weerstand

De berekening van de maximale weerstand (weerstandskracht) van de fundering is gebaseerd op de geotechnische norm NEN 9997-1. De berekening van de rekenwaarden van de maximale verticale weerstand van staalfunderingen met een horizontaal funderingsoppervlak is gebaseerd op artikel 6.5.2.2 van NEN 9997-1.

Bij de berekening van de maximale verticale weerstandskracht is een hoogste grondwaterstand aangenomen op een niveau gelijk aan NAP + 3,8 m (uitgaande van enige drooglegging op het terrein).

De maximale verticale weerstandskrachten ($R_{v,d}$) zijn berekend voor verschillende strookbreedten en of poerafmetingen en voor een dekking van 0,00 m (in verband aanleg leidingen juist naast de betonnen funderingsplaat), 0,20 m en 0,40 m. Onder gronddekking wordt verstaan het minimale hoogteverschil tussen het aanlegniveau van funderingselementen en het (toekomstige) naastliggende maaiveld of de bodem van een kruipruimte. De berekeningsresultaten zijn opgenomen in bijlage C.

5.4 Zakkingen in de gebruikssituatie

Gezien de grondopbouw en uitgaande van een goed uitgevoerde grondverbetering kunnen, door zettingen van de onderliggende samendrukbare lagen, in de bruikbaarheidsgrenstoestand eindzakkingen van de funderingselementen optreden van circa 10 mm. Verder moeten zettingsverschillen van maximaal 5 mm worden verwacht. Een en ander is mede afhankelijk van de werkelijk optredende belastingen en belastingsverschillen en de verschillen in opbouw van de ondergrond. Hierbij is ervan uitgegaan dat het terrein niet of nauwelijks wordt opgehoogd. Ook is geen rekening gehouden met restzettingen van in het verleden uitgevoerde terreinophogingen.

5.5 Beddingsconstante

Voor de berekening van (een) op een zandbed aangelegde betonnen vloer(en) of funderingsplaten kan, bij een zorgvuldige uitvoering, een statische beddingsconstante van 10.000 kN/m³ worden aangehouden.

5.6 Uitvoering

Gezien de tijdens het grondonderzoek aangetroffen grondwaterstand is ter plaatse van de diepere ontgravingsniveaus mogelijk een bemaling vereist.

Voor algemene richtlijnen voor de uitvoering van ontgravingen en grondverbeteringen voor staalfunderingen wordt verwezen naar bijlage D.

Opgesteld door:

ir. J.C.M. de Jong (088 - 51 30 211)

Rotterdam, 24 september 2020

Mos Grondmechanica B.V.

Contr. : g.s.



Bijlage A

Berekeningsvoorbeeld paaldrukweerstand



Berekening weerstand trekpalen

Tubex-groutinjectionpaal

NEN 9997-1

Opdrachtnummer: 1901326

Printdatum: 22-9-2020

Project: Project aan de Welplaatweg 12 te Botlek Rotterdam

Versie 6.0.1.0

Sondering: 3

Maaiveld hoogte: NAP + 4,49 m

Omschrijving:

Grondwaterstand: NAP + 1,50 m

Putbodem:

Afmetingen ontgraving:

Terreinbelasting: 0 kN/m²

Geotechnisch profiel						Terreinspanningen			incl. G' _{stb;paal;d}	
laag nr.	ok. laag [NAP +m]	γ [kN/m ³]	$q_{c,gem}$ [MPa]	grondsoort	trek J / N	$\sigma_{v,z,i,gem}$ [kN/m ²]	$\sigma_{v,z,i,ontgr}$ [kN/m ²]	$q_{c,i,corr}$ [MPa]	$\Sigma R_{c,\alpha 1;d}$ [kN]	$\Sigma R_{c,Gmax1;d}$ [kN]
1	4,28	17,5	2,0	Voorboren /Klinker etc	n	2	2	2,0	20	43
2	4,27	13,0	0,0	Slap	n	4	4	0,0	20	43
3	3,73	20,0	12,5	Zand	n	9	9	12,5	19	48
4	3,59	18,6	4,6	Klei	n	16	16	4,6	19	52
5	2,15	20,0	8,9	Zand	n	32	32	8,9	17	148
6	2,01	18,9	3,3	Leem	n	47	47	3,3	17	165
7	1,50	19,4	5,0	Zand	n	54	54	5,0	16	237
8	1,15	19,4	4,3	Zand	n	60	60	4,3	16	299
9	1,01	17,1	1,9	Leem	n	62	62	1,9	16	326
10	0,87	17,7	1,5	Leem	n	63	63	1,5	16	354
11	0,51	15,3	0,6	Klei	n	65	65	0,6	15	432
12	0,47	16,5	0,7	Leem	n	66	66	0,7	15	441
13	0,15	17,8	1,0	Leem	n	67	67	1,0	15	519
14	-0,09	16,8	0,9	Klei	n	69	69	0,9	15	582
15	-0,21	13,7	0,3	Klei/Veen	n	70	70	0,3	15	615
16	-0,37	15,0	0,3	Klei	n	71	71	0,3	14	660
17	-0,49	17,0	0,6	Leem	n	72	72	0,6	14	695
18	-1,43	15,3	0,4	Klei	n	75	75	0,4	13	993
19	-1,85	17,1	0,7	Leem	n	79	79	0,7	13	1137
20	-2,11	15,0	0,4	Klei	n	81	81	0,4	12	1230
21	-2,31	17,0	0,7	Leem	n	82	82	0,7	12	1304
22	-2,47	15,3	0,4	Klei	n	83	83	0,4	12	1363
23	-2,75	18,9	2,1	Zand	n	85	85	2,1	12	1470
24	-3,19	15,8	0,6	Klei	n	87	87	0,6	11	1643
25	-3,45	18,9	2,7	Zand	n	90	90	2,7	11	1750
26	-3,97	17,2	1,3	Leem	n	93	93	1,3	10	1972
27	-5,23	16,1	0,7	Klei	n	99	99	0,7	9	2571
28	-5,35	17,2	1,0	Leem	n	103	103	1,0	9	2633
29	-5,43	17,8	2,4	Klei	n	104	104	2,4	9	2675
30	-6,65	19,8	8,0	Zand	j	110	110	8,0	46	3373
31	-7,47	16,7	1,9	Klei	j	119	119	1,9	52	3904
32	-7,59	17,8	2,8	Leem	j	122	122	2,8	54	3986
33	-7,95	19,6	6,9	Zand	j	124	124	6,9	63	4236
34	-8,21	14,2	1,0	Klei/Veen	j	126	126	1,0	64	4423
35	-8,33	16,7	1,4	Klei	j	127	127	1,4	65	4511





Berekening weerstand trekpalen

Tubex-groutinjectiepaal

NEN 9997-1

Opdrachtnummer: 1901326

Printdatum: 22-9-2020

Project: Project aan de Welplaatweg 12 te Botlek Rotterdam

Versie 6.0.1.0

Sondering: 3

Maaiveld hoogte: NAP + 4,49 m

Omschrijving:

Grondwaterstand: NAP + 1,50 m

Putbodem:

Afmetingen ontgraving:

Terreinbelasting: 0 kN/m²

Geotechnisch profiel						Terreinspanningen			incl. G' _{stb;paal;d}	
laag nr.	ok. laag [NAP +m]	γ [kN/m ³]	$q_{c,gem}$ [MPa]	grondsoort	trek J / N	$\sigma_{v,z,i,gem}$ [kN/m ²]	$\sigma_{v,z,i,ontgr}$ [kN/m ²]	$q_{c,i,corr}$ [MPa]	$\Sigma R_{c,\alpha 1;d}$ [kN]	$\Sigma R_{c,Gmax1;d}$ [kN]
36	-8,53	18,9	3,7	Leem	j	129	129	3,7	68	4659
37	-8,73	20,0	9,0	Zand	j	130	130	9,0	75	4811
38	-9,45	18,5	4,0	Leem	j	135	135	4,0	86	5381
39	-9,87	18,1	3,0	Leem	j	139	139	3,0	91	5732
40	-9,99	19,0	3,7	Leem	j	142	142	3,7	93	5835
41	-10,43	19,1	4,4	Leem	j	144	144	4,4	100	6224
42	-10,95	19,0	5,4	Leem	j	148	148	5,4	111	6706
43	-11,63	19,8	11,1	Zand	j	154	154	11,1	137	7373
44	-12,11	19,3	7,9	Leem	j	160	160	7,9	151	7871
45	-12,35	19,9	9,3	Zand	j	163	163	9,3	159	8128
46	-12,49	19,0	8,0	Leem	j	165	165	8,0	163	8280
47	-12,89	20,0	13,6	Zand	j	168	168	13,6	180	8724
48	-13,09	19,1	9,7	Leem	j	170	170	9,7	186	8951
49	-13,21	18,0	5,2	Klei	j	172	172	5,2	189	9089
50	-13,49	20,0	11,7	Zand	j	174	174	11,7	200	9416
51	-13,63	19,4	8,1	Leem	j	176	176	8,1	204	9582
52	-13,97	20,0	15,9	Zand	j	178	178	15,9	218	9992
53	-14,05	19,0	12,3	Leem	j	180	180	12,3	222	10090
54	-14,50	20,0	15,5	Zand	j	183	183	15,5	240	10425

Parameters	
α_t (in zand)	0,009
ξ_3	1,32
$\gamma_{s,t}$	1,35
$\gamma_{m,var,qc}$	1,50
γ_v	24,00 [kN/m ³]
$\gamma_{f,g}$	1,10

Paalgroep
Rechthoekig stramien, hoekpaal.
$X_1 = 1,70$ m.
$Y_1 = 5,78$ m.
$X_2 = 1000,00$ m.
$Y_2 = 1000,00$ m.

Heiverdichting
Geen heiverdichting.





Berekening weerstand trekpalen Tubex-groutinjectiepaal

NEN 9997-1

Opdrachtnummer: 1901326

Printdatum: 22-9-2020

Project: Project aan de Welplaatweg 12 te Botlek Rotterdam

Versie 6.0.1.0

Sondering: 3

Maaiveld hoogte: NAP + 4,49 m

Omschrijving:

Grondwaterstand: NAP + 1,50 m

Putbodem:

Afmetingen ontgraving:

Terreinbelasting: 0 kN/m²

Rekenwaarde trekweerstand op een diepte van NAP - 14,50 m								
Buisdiam. [mm]	Puntdiam. [mm]	O _s [mm]	β	q _{s;cal;max} [kN/m]	R _{t;wrijving;d} [kN]	R _{t;kluit;d} [kN]	G' _{stb;paal;d} [kN]	R _{c;d;trek} [kN]
273	350	1100	1,00	0	221	10406	19	240
324	450	1414	1,00	0	280	10505	29	309
356	560	1759	1,00	0	341	10612	41	382

Rekenvoorbeeld:

$$R_{c;d;trek} = \min(R_{t;wrijving;d}, R_{t;kluit;d}) + G'_{stb;paal;d} = \min(221 ; 10405,8) + 18,9 = 240 \text{ kN}$$



Berekening paaldrukweerstand Sond. 3

Conform NEN 9997-1 (α_p -factoren per 1-1-2017)

Tubex-groutinjectiepaal

Opdracht: 1901326

Printdatum: 22-9-2020

Project: Project aan de Welplaatweg 12 te Botlek Rotterdam

Versie 6.0.1.0

Maaiveld hoogte: NAP + 4,49 m

Grondwaterstand: NAP + 1,50 m

Putbodem:

Omschrijving:

Afmetingen ontgraving:

Terreinbelasting: 0 kN/m²

Percentages schachtwrijving: 100,0 % vanaf NAP -5,43 m; 100,0 % vanaf NAP -19,12 m;

Geotechnisch profiel						Terreinspanningen		F _{pos}	F _{neg}
laag nr.	ok. laag [NAP +m]	γ [kN/m ³]	Q _{c,gem} [MPa]	K _o tan δ	grondsoort	$\sigma_{v,z;i,gem}$ [kN/m ²]	$\sigma_{v,z;i,ontgr}$ [kN/m ²]	Q _{s,cal,max;i} [kN/m]	F _{nk,rep} [kN/m]
1	4,28	17,5	2,0	0,25	Voorboren/ Klinker etc	1,84	1,84	0	0
2	4,27	13,0	0,0	0,25	Slap	3,74	3,74	0	0
3	3,73	20,0	12,5	0,25	Zand	9,21	9,21	0	1
4	3,59	18,6	4,6	0,25	Klei	15,90	15,90	0	2
5	2,15	20,0	8,9	0,25	Zand	31,58	31,58	0	13
6	2,01	18,9	3,3	0,25	Leem	47,27	47,27	0	15
7	1,50	19,4	5,0	0,25	Zand	53,52	53,52	0	22
8	1,15	19,4	4,3	0,25	Zand	60,09	60,09	0	27
9	1,01	17,1	1,9	0,25	Leem	62,23	62,23	0	29
10	0,87	17,7	1,5	0,25	Leem	63,27	63,27	0	31
11	0,51	15,3	0,6	0,25	Klei	64,76	64,76	0	37
12	0,47	16,5	0,7	0,25	Leem	65,84	65,84	0	38
13	0,15	17,8	1,0	0,25	Leem	67,22	67,22	0	43
14	-0,09	16,8	0,9	0,25	Klei	69,28	69,28	0	47
15	-0,21	13,7	0,3	0,25	Klei/Veen	70,31	70,31	0	50
16	-0,37	15,0	0,3	0,25	Klei	70,93	70,93	0	52
17	-0,49	17,0	0,6	0,25	Leem	71,75	71,75	0	55
18	-1,43	15,3	0,4	0,25	Klei	74,66	74,66	0	72
19	-1,85	17,1	0,7	0,25	Leem	78,63	78,63	0	80
20	-2,11	15,0	0,4	0,25	Klei	80,76	80,76	0	86
21	-2,31	17,0	0,7	0,25	Leem	82,11	82,11	0	90
22	-2,47	15,3	0,4	0,25	Klei	83,23	83,23	0	93
23	-2,75	18,9	2,1	0,25	Zand	84,89	84,89	0	99
24	-3,19	15,8	0,6	0,25	Klei	87,40	87,40	0	109
25	-3,45	18,9	2,7	0,25	Zand	89,83	89,83	0	114
26	-3,97	17,2	1,3	0,25	Leem	92,86	92,86	0	126
27	-5,23	16,1	0,7	0,25	Klei	98,59	98,59	0	158
28	-5,35	17,2	1,0	0,25	Leem	102,88	102,88	0	161
29	-5,43	17,8	2,4	0,25	Klei	103,62	103,62	0	163
30	-6,65	19,8	8,0		Zand	109,91	109,91	88	
31	-7,47	16,7	1,9		Klei	118,64	118,64	101	
32	-7,59	17,8	2,8		Leem	121,86	121,86	105	
33	-7,95	19,6	6,9		Zand	124,05	124,05	127	
34	-8,21	14,2	1,0		Klei/Veen	126,31	126,31	129	
35	-8,33	16,7	1,4		Klei	127,25	127,25	131	
36	-8,53	18,9	3,7		Leem	128,54	128,54	138	
37	-8,73	20,0	9,0		Zand	130,43	130,43	154	
38	-9,45	18,5	4,0		Leem	134,50	134,50	180	
39	-9,87	18,1	3,0		Leem	139,27	139,27	191	
40	-9,99	19,0	3,7		Leem	141,52	141,52	195	
41	-10,43	19,1	4,4		Leem	144,05	144,05	212	
42	-10,95	19,0	5,4		Leem	148,39	148,39	238	

Berekening paaldrukweerstand Sond. 3

Conform NEN 9997-1 (α_p -factoren per 1-1-2017)

Tubex-groutinjectiepaal

Opdracht: 1901326

Printdatum: 22-9-2020

Project: Project aan de Welplaatweg 12 te Botlek Rotterdam

Versie 6.0.1.0

Maaiveld hoogte: NAP + 4,49 m

Grondwaterstand: NAP + 1,50 m

Putbodem:

Omschrijving:

Afmetingen ontgraving:

Terreinbelasting: 0 kN/m²

Percentages schachtwrijving: 100,0 % vanaf NAP -5,43 m; 100,0 % vanaf NAP -19,12 m;

Geotechnisch profiel						Terreinspanningen		F _{pos}	F _{neg}
laag nr.	ok. laag [NAP +m]	γ [kN/m ³]	q _{c,gem} [MPa]	K _o tan δ	grondsoort	$\sigma_{v,z,i,gem}$ [kN/m ²]	$\sigma_{v,z,i,ontgr}$ [kN/m ²]	q _{s,cal,max,i} [kN/m]	F _{nk,rep} [kN/m]
43	-11,63	19,8	11,1		Zand	154,07	154,07	304	
44	-12,11	19,3	7,9		Leem	159,63	159,63	339	
45	-12,35	19,9	9,3		Zand	163,06	163,06	359	
46	-12,49	19,0	8,0		Leem	164,88	164,88	369	
47	-12,89	20,0	13,6		Zand	167,51	167,51	411	
48	-13,09	19,1	9,7		Leem	170,42	170,42	428	
49	-13,21	18,0	5,2		Klei	171,81	171,81	434	
50	-13,49	20,0	11,7		Zand	173,69	173,69	463	
51	-13,63	19,4	8,1		Leem	175,75	175,75	473	
52	-13,97	20,0	15,9		Zand	178,11	178,11	510	
53	-14,05	19,0	12,3		Leem	180,17	180,17	519	
54	-14,50	20,0	15,5		Zand	182,78	182,78	567	

Parameters	
α_s (in zand)	0,009
α_p	0,63
ξ_3	1,32
γ_t	1,20
$\gamma_{f,nk}$	1,00
OCR	1,0

F _{nk,rep}	163 kN/m
q _{s,cal,max}	567 kN/m

Rekenwaarde drukweerstand op een diepte van NAP - 14,50 m									
Buisdiam. [mm]	Punt diam. [mm]	A _{punt} [mm ²]	O _s [mm]	β	q _{b,max} [MPa]	R _{b,cal,max} [kN]	R _{s,cal,max} [kN]	F _{nk,rep} [kN]	R _{c,net;d} [kN]
273	350	96211	1100	1,00	4,42	426	624	140	523
324	450	159043	1414	1,00	4,39	699	802	166	782
356	560	246301	1759	1,00	4,29	1056	998	182	1114

Rekenvoorbeeld (onderste paalafmeting):

$$q_{c,I,gem} = 13,06 \text{ MPa} \quad q_{c,II,gem} = 5,39 \text{ MPa} \quad q_{c,III,gem} = 4,38 \text{ MPa} \quad q_{b,max} = 4,29 \text{ MPa}$$

$$R_{c,cal,max} = A_{punt} q_{b,max} + O_s q_{s,cal,max} = 1056 + 998 = 2053 \text{ kN}$$

$$R_{c,d,net} = R_{c,cal,max} / (\xi_3 \cdot \gamma_t) - F_{nk,rep} \gamma_{f,nk} = 1296 - 182 = 1114 \text{ kN}$$

Berekening paaldrukweerstand Sond. 3

Conform NEN 9997-1 (α_p -factoren per 1-1-2017)

Tubex-groutinjectiepaal

Opdracht: 1901326

Printdatum: 22-9-2020

Project: Project aan de Welplaatweg 12 te Botlek Rotterdam

Versie 6.0.1.0

Maaiveld hoogte: NAP + 4,49 m

Grondwaterstand: NAP + 1,50 m

Putbodem:

Omschrijving:

Afmetingen ontgraving:

Terreinbelasting: 0 kN/m²

Percentages schachtwrijving: 50,0 % vanaf NAP -5,43 m; 100,0 % vanaf NAP -19,12 m;

Geotechnisch profiel						Terreinspanningen		F _{pos}	F _{neg}
laag nr.	ok. laag [NAP +m]	γ [kN/m ³]	Q _{c,gem} [MPa]	K _{otan} δ	grondsoort	$\sigma_{v,z;i,gem}$ [kN/m ²]	$\sigma_{v,z;i,ontgr}$ [kN/m ²]	Q _{s,cal,max;i} [kN/m]	F _{nk,rep} [kN/m]
1	4,28	17,5	2,0	0,25	Voorboren/ Klinker etc	1,84	1,84	0	0
2	4,27	13,0	0,0	0,25	Slap	3,74	3,74	0	0
3	3,73	20,0	12,5	0,25	Zand	9,21	9,21	0	1
4	3,59	18,6	4,6	0,25	Klei	15,90	15,90	0	2
5	2,15	20,0	8,9	0,25	Zand	31,58	31,58	0	13
6	2,01	18,9	3,3	0,25	Leem	47,27	47,27	0	15
7	1,50	19,4	5,0	0,25	Zand	53,52	53,52	0	22
8	1,15	19,4	4,3	0,25	Zand	60,09	60,09	0	27
9	1,01	17,1	1,9	0,25	Leem	62,23	62,23	0	29
10	0,87	17,7	1,5	0,25	Leem	63,27	63,27	0	31
11	0,51	15,3	0,6	0,25	Klei	64,76	64,76	0	37
12	0,47	16,5	0,7	0,25	Leem	65,84	65,84	0	38
13	0,15	17,8	1,0	0,25	Leem	67,22	67,22	0	43
14	-0,09	16,8	0,9	0,25	Klei	69,28	69,28	0	47
15	-0,21	13,7	0,3	0,25	Klei/Veen	70,31	70,31	0	50
16	-0,37	15,0	0,3	0,25	Klei	70,93	70,93	0	52
17	-0,49	17,0	0,6	0,25	Leem	71,75	71,75	0	55
18	-1,43	15,3	0,4	0,25	Klei	74,66	74,66	0	72
19	-1,85	17,1	0,7	0,25	Leem	78,63	78,63	0	80
20	-2,11	15,0	0,4	0,25	Klei	80,76	80,76	0	86
21	-2,31	17,0	0,7	0,25	Leem	82,11	82,11	0	90
22	-2,47	15,3	0,4	0,25	Klei	83,23	83,23	0	93
23	-2,75	18,9	2,1	0,25	Zand	84,89	84,89	0	99
24	-3,19	15,8	0,6	0,25	Klei	87,40	87,40	0	109
25	-3,45	18,9	2,7	0,25	Zand	89,83	89,83	0	114
26	-3,97	17,2	1,3	0,25	Leem	92,86	92,86	0	126
27	-5,23	16,1	0,7	0,25	Klei	98,59	98,59	0	158
28	-5,35	17,2	1,0	0,25	Leem	102,88	102,88	0	161
29	-5,43	17,8	2,4	0,25	Klei	103,62	103,62	0	163
30	-6,65	19,8	8,0		Zand	109,91	109,91	44	
31	-7,47	16,7	1,9		Klei	118,64	118,64	51	
32	-7,59	17,8	2,8		Leem	121,86	121,86	52	
33	-7,95	19,6	6,9		Zand	124,05	124,05	63	
34	-8,21	14,2	1,0		Klei/Veen	126,31	126,31	64	
35	-8,33	16,7	1,4		Klei	127,25	127,25	65	
36	-8,53	18,9	3,7		Leem	128,54	128,54	69	
37	-8,73	20,0	9,0		Zand	130,43	130,43	77	
38	-9,45	18,5	4,0		Leem	134,50	134,50	90	
39	-9,87	18,1	3,0		Leem	139,27	139,27	96	
40	-9,99	19,0	3,7		Leem	141,52	141,52	98	
41	-10,43	19,1	4,4		Leem	144,05	144,05	106	
42	-10,95	19,0	5,4		Leem	148,39	148,39	119	

Berekening paaldrukweerstand Sond. 3

Conform NEN 9997-1 (α_p -factoren per 1-1-2017)

Tubex-groutinjectiepaal

Opdracht: 1901326

Printdatum: 22-9-2020

Project: Project aan de Welplaatweg 12 te Botlek Rotterdam

Versie 6.0.1.0

Maaiveld hoogte: NAP + 4,49 m

Grondwaterstand: NAP + 1,50 m

Putbodem:

Omschrijving:

Afmetingen ontgraving:

Terreinbelasting: 0 kN/m²

Percentages schachtwrijving: 50,0 % vanaf NAP -5,43 m; 100,0 % vanaf NAP -19,12 m;

Geotechnisch profiel						Terreinspanningen		F _{pos}	F _{neg}
laag nr.	ok. laag [NAP +m]	γ [kN/m ³]	Q _{c,gem} [MPa]	K _o tan δ	grondsoort	$\sigma_{v,z,i,gem}$ [kN/m ²]	$\sigma_{v,z,i,ontgr}$ [kN/m ²]	Q _{s,cal,max;i} [kN/m]	F _{nk,rep} [kN/m]
43	-11,63	19,8	11,1		Zand	154,07	154,07	152	
44	-12,11	19,3	7,9		Leem	159,63	159,63	169	
45	-12,35	19,9	9,3		Zand	163,06	163,06	179	
46	-12,49	19,0	8,0		Leem	164,88	164,88	184	
47	-12,89	20,0	13,6		Zand	167,51	167,51	206	
48	-13,09	19,1	9,7		Leem	170,42	170,42	214	
49	-13,21	18,0	5,2		Klei	171,81	171,81	217	
50	-13,49	20,0	11,7		Zand	173,69	173,69	232	
51	-13,63	19,4	8,1		Leem	175,75	175,75	237	
52	-13,97	20,0	15,9		Zand	178,11	178,11	255	
53	-14,05	19,0	12,3		Leem	180,17	180,17	259	
54	-14,95	20,0	15,3		Zand	185,03	185,03	308	
55	-15,09	19,0	11,5		Leem	190,16	190,16	315	
56	-15,21	18,5	6,8		Klei	191,30	191,30	319	
57	-15,85	19,9	15,2		Zand	195,00	195,00	353	
58	-15,95	19,0	9,1		Leem	198,63	198,63	357	
59	-16,07	19,8	11,8		Zand	199,67	199,67	363	
60	-16,49	19,3	10,0		Leem	202,22	202,22	382	
61	-16,73	20,0	13,9		Zand	205,37	205,37	395	
62	-17,09	19,3	9,9		Leem	208,24	208,24	411	
63	-17,37	16,9	2,5		Klei	210,89	210,89	414	
64	-17,85	17,8	1,1		Leem	213,73	213,73	416	
65	-18,03	16,0	1,3		Klei	216,15	216,15	417	
66	-18,17	18,0	1,6		Leem	217,25	217,25	418	
67	-18,83	16,7	1,9		Klei	220,02	220,02	424	
68	-19,23	18,0	1,5		Leem	223,81	223,81	428	
69	-22,00	20,4	17,1		Zand	239,84	239,84	758	

Parameters	
α_s (in zand)	0,009
α_p	0,63
ξ_3	1,32
γ_t	1,20
$\gamma_{f,nk}$	1,00
OCR	1,0

F _{nk,rep}	163 kN/m
Q _{s,cal,max}	758 kN/m

Rekenwaarde drukweerstand op een diepte van NAP - 22,00 m									
Buisdiam. [mm]	Puntdiam. [mm]	A _{punt} [mm ²]	O _s [mm]	β	Q _{b,max} [MPa]	R _{b,cal,max} [kN]	R _{s,cal,max} [kN]	F _{nk,rep} [kN]	R _{c,net;d} [kN]
273	350	96211	1100	1,00	6,53	629	834	140	784
324	450	159043	1414	1,00	5,92	942	1072	166	1106
356	560	246301	1759	1,00	5,49	1353	1334	182	1515

Berekening paaldrukweerstand Sond. 3

Conform NEN 9997-1 (α_p -factoren per 1-1-2017)

Tubex-groutinjectiepaal

Opdracht:	1901326	Printdatum: 22-9-2020
Project:	Project aan de Welplaatweg 12 te Botlek Rotterdam	Versie 6.0.1.0
Maaiveld hoogte:	NAP + 4,49 m	Omschrijving:
Grondwaterstand:	NAP + 1,50 m	
Putbodem:		
Afmetingen ontgraving:		
Terreinbelasting:	0 kN/m ²	
Percentages schachtwrijving:	50,0 % vanaf NAP -5,43 m; 100,0 % vanaf NAP -19,12 m;	

Rekenvoorbeeld (onderste paalafmeting):

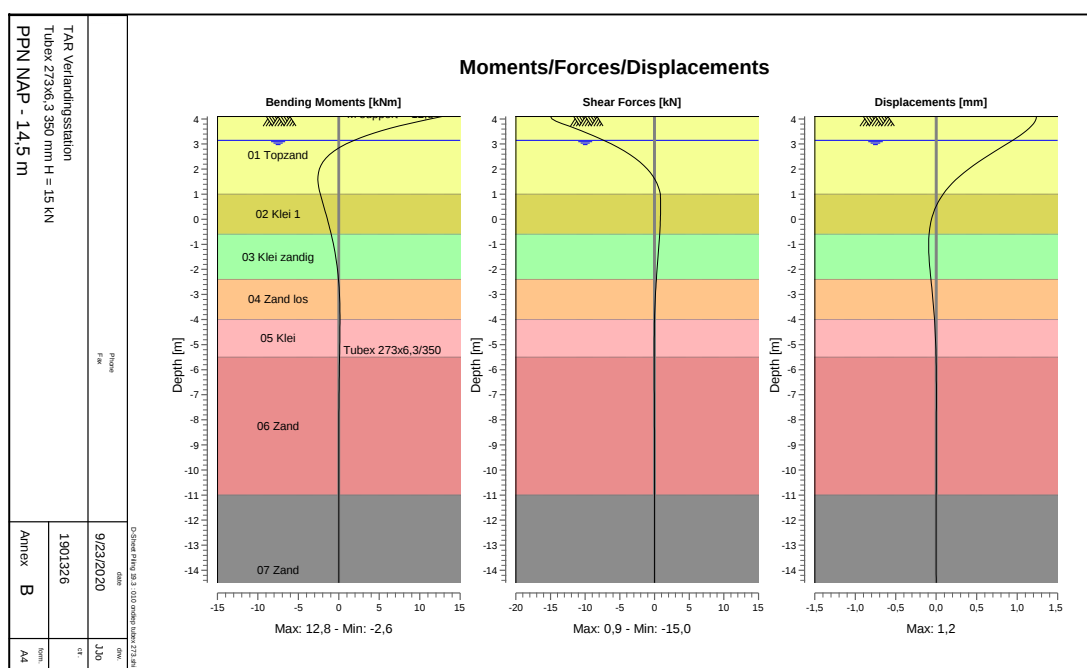
$$q_{c,I;gem} = 11,11 \text{ MPa} \quad q_{c,II;gem} = 10,42 \text{ MPa} \quad q_{c,III;gem} = 6,68 \text{ MPa} \quad q_{b;max} = 5,49 \text{ MPa}$$

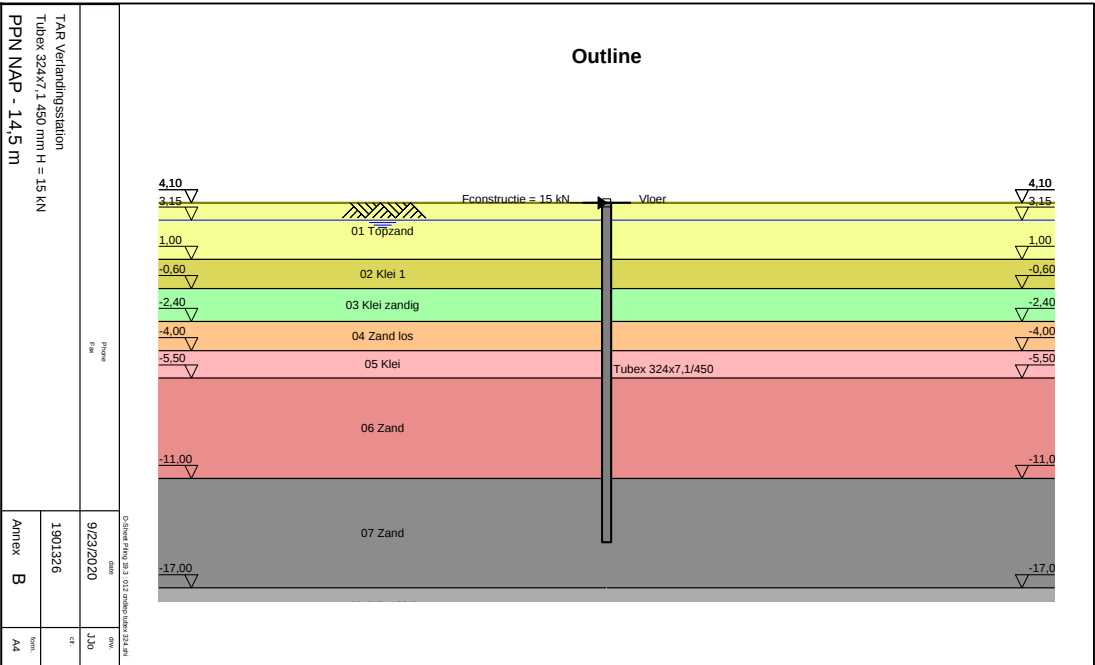
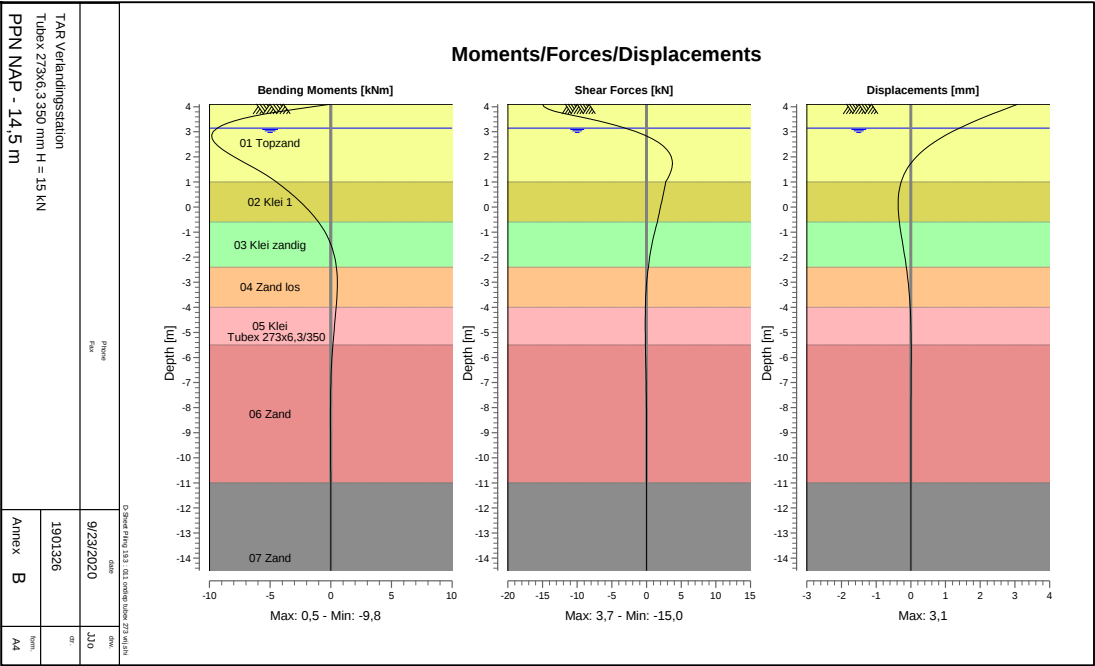
$$R_{c;cal;max} = A_{punt} q_{b;max} + O_s q_{s;cal;max} = 1353 + 1334 = 2687 \text{ kN}$$

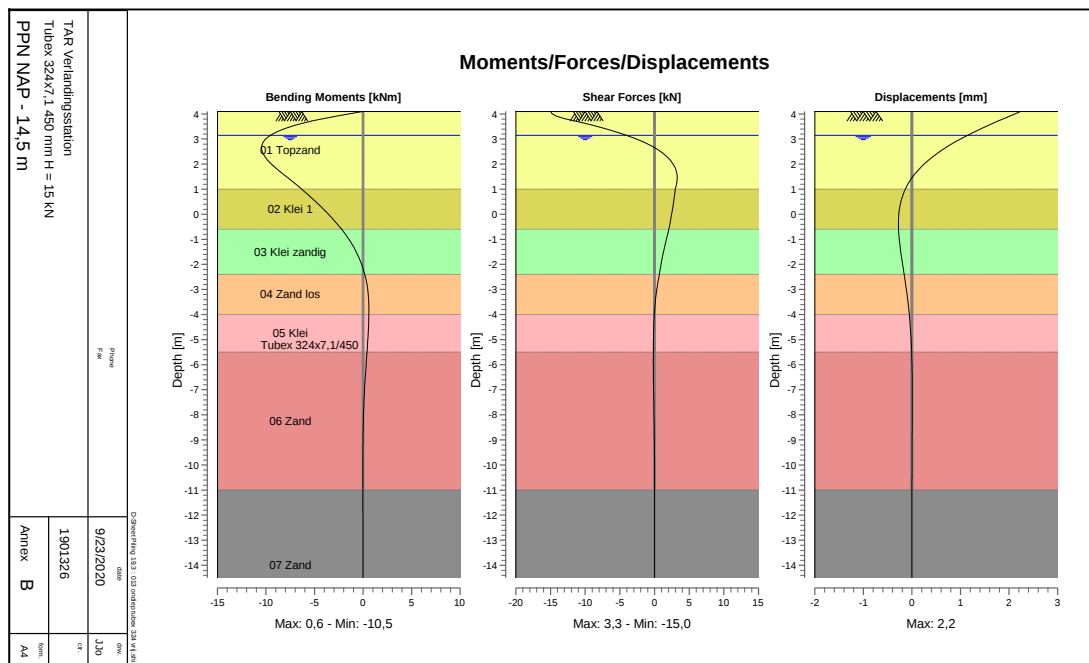
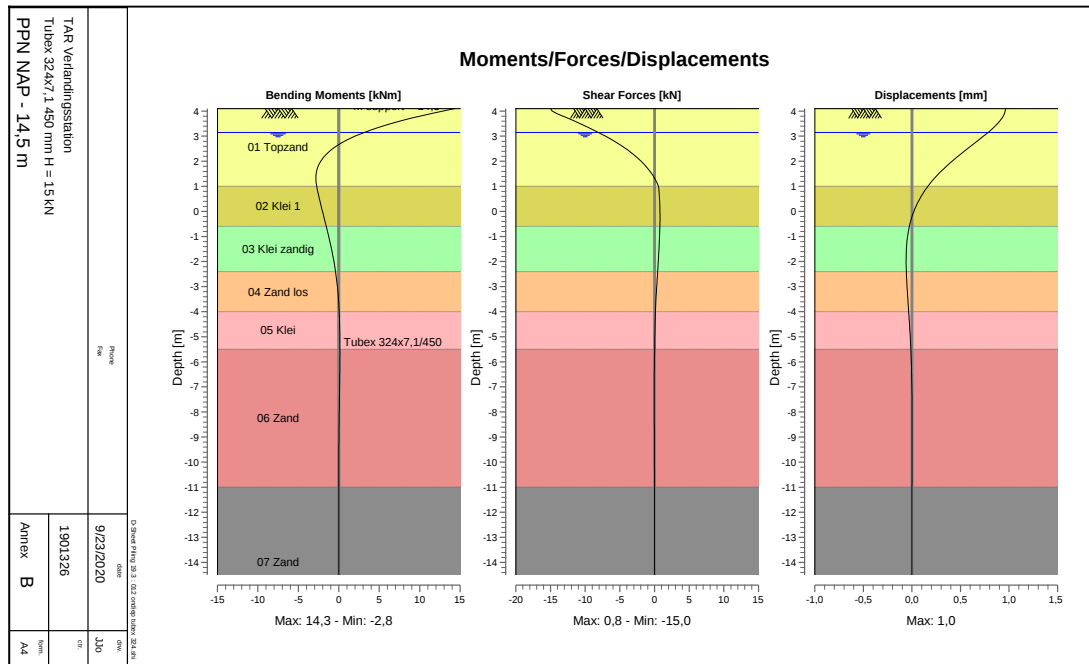
$$R_{c;d;net} = R_{c;cal;max} / (\xi_3 \cdot \gamma_t) - F_{nk;rep} \gamma_{f;nk} = 1697 - 182 = 1515 \text{ kN}$$

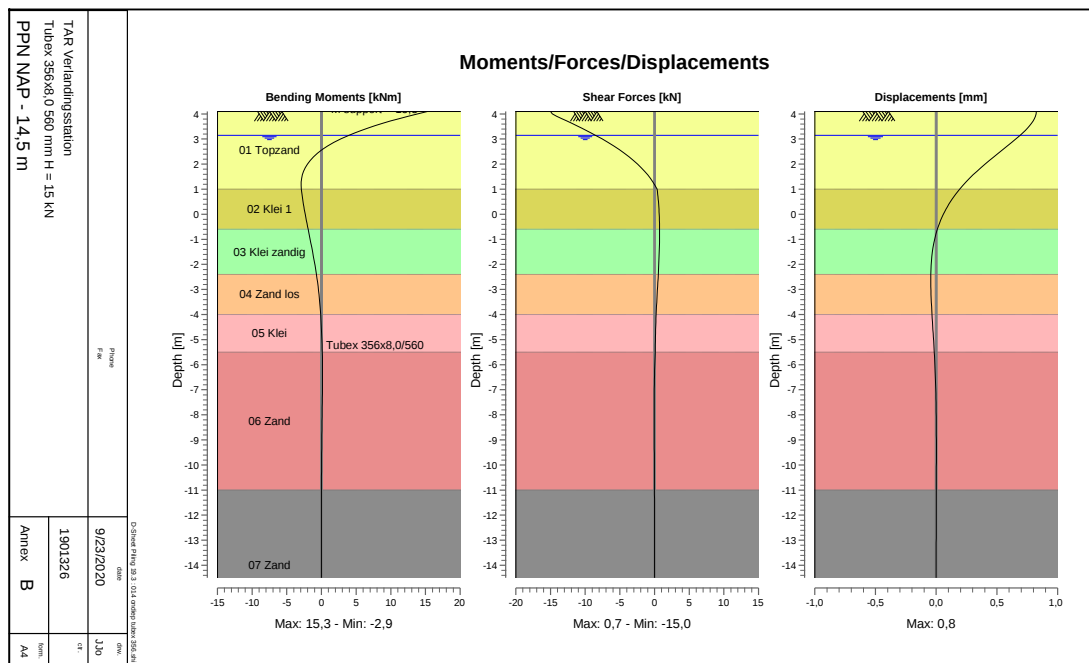
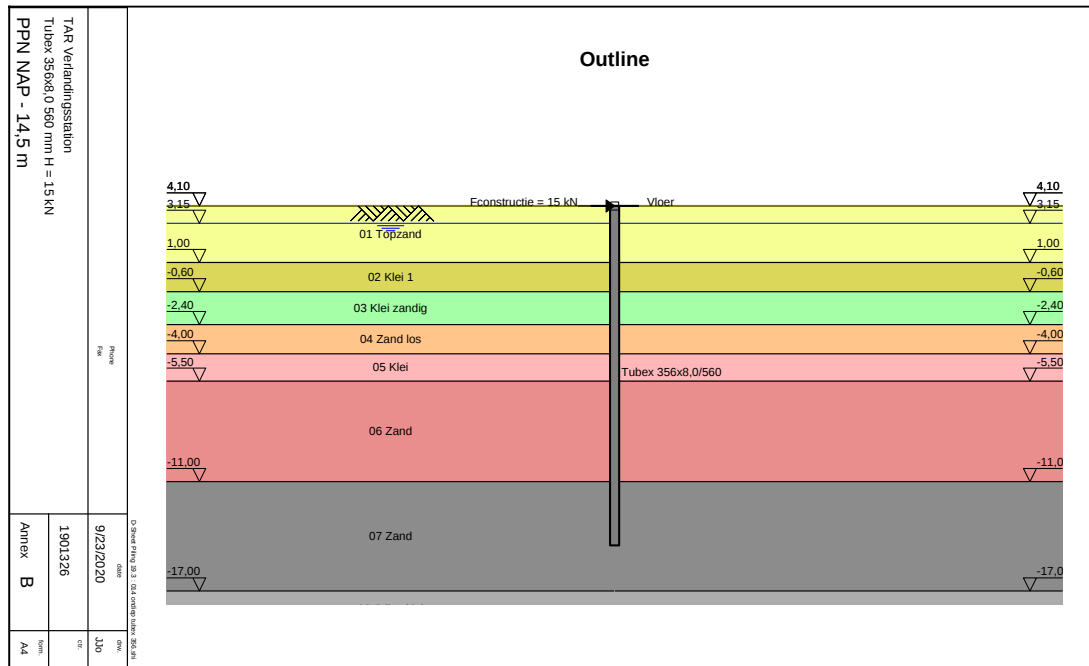
Bijlage B

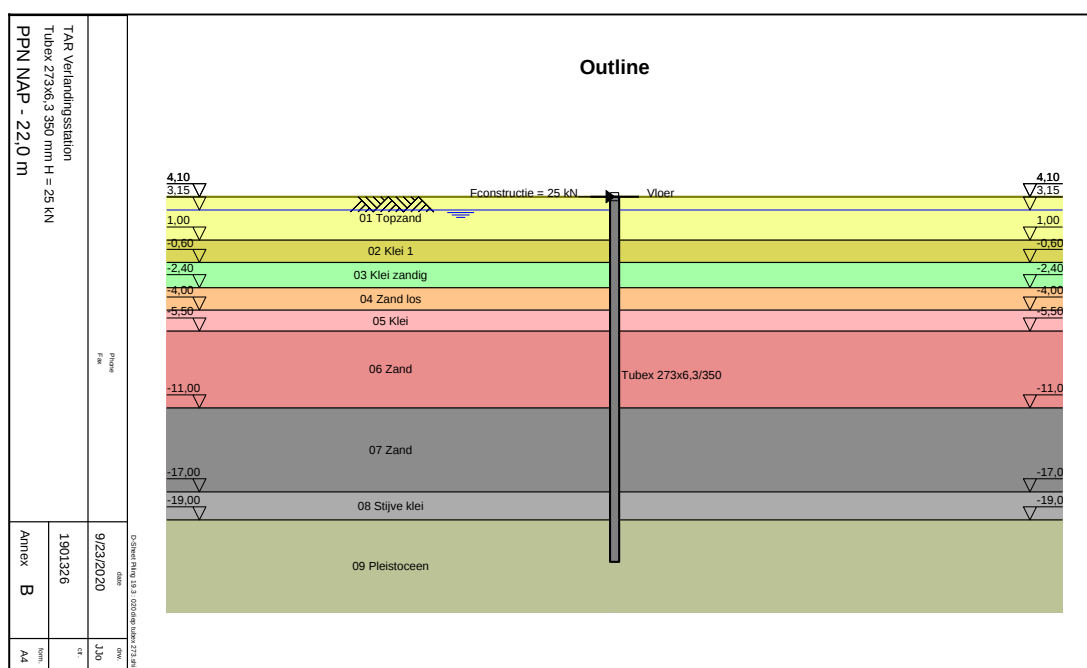
Berekeningsvoorbeeld horizontale paalbelasting

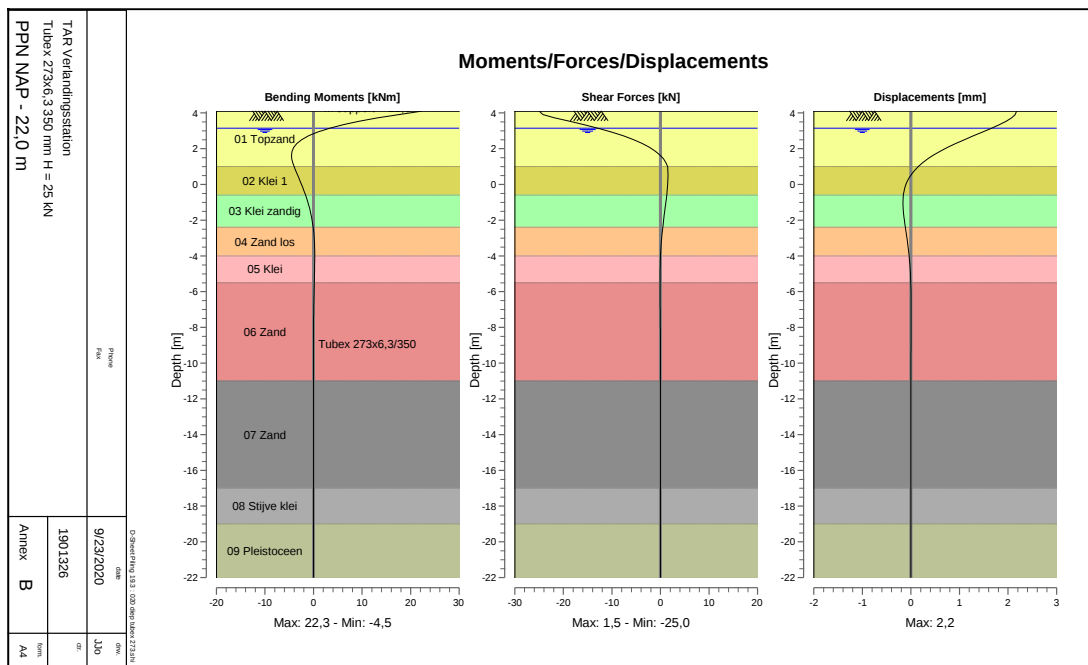
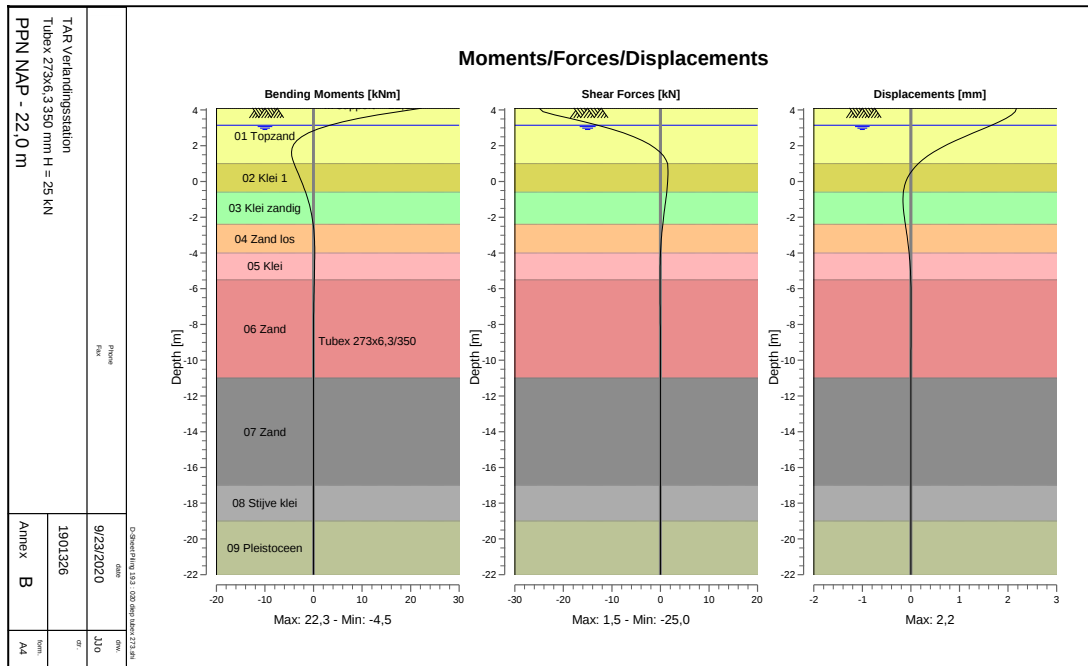


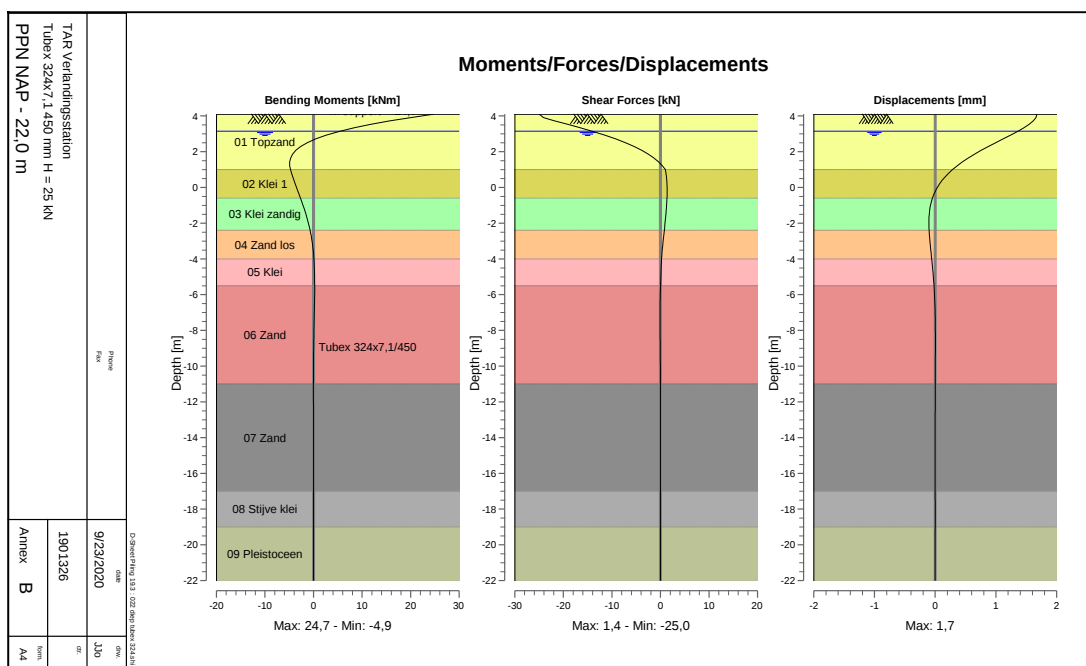
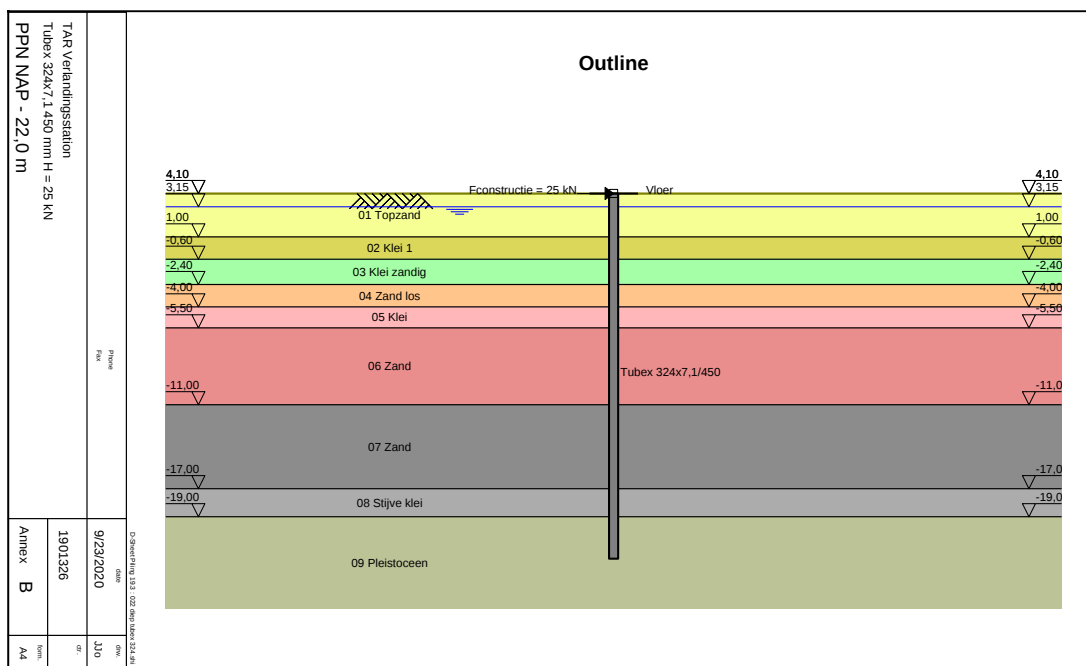


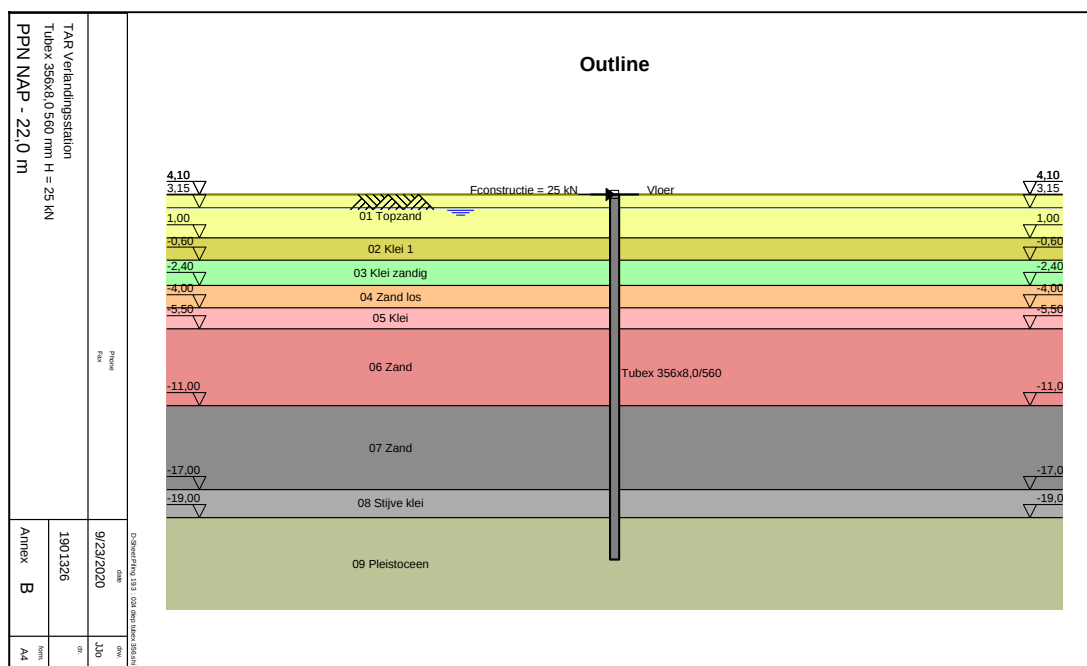


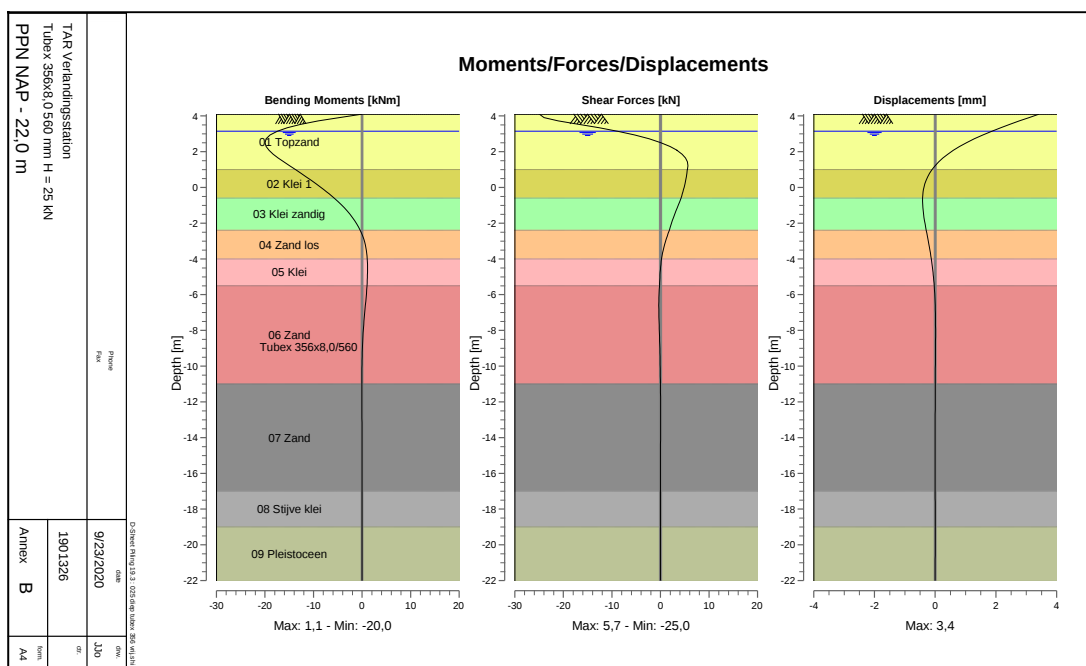
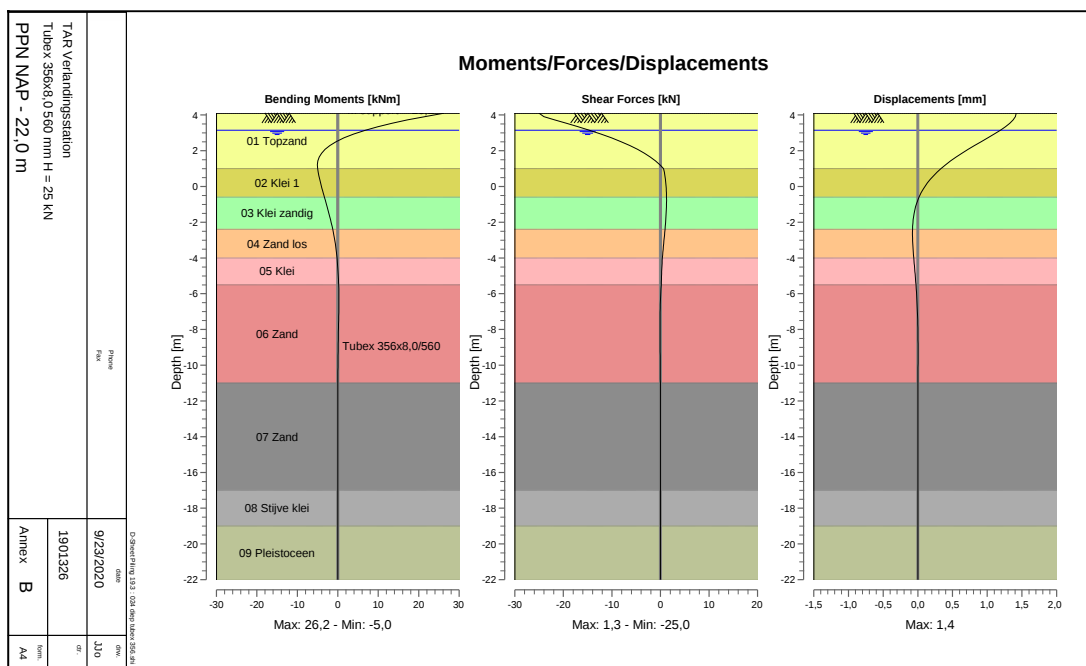












Bijlage C

Berekeningsvoorbeeld staalfundering

Mos Grondmechanica

Albert Plesmanweg 47

3088 GB Rotterdam

Tel. +31 (0)88 5130200

Opdrachtnummer

1901326

Datum 23-9-2020

ver 20180307

MAXIMALE WEERSTAND VAN FUNDERINGEN OP STAAL

Referentievlaak	NAP		Partiële materiaalfactoren	Project:
Maaiv. hoogte	[NAP + m]	4,67	$\gamma_{m;\gamma} = 1,10$	
Aanlegniveau	[NAP + m]	4,18	$\gamma_{m;\phi'} = 1,15$	
Gw. stand	[NAP + m]	3,80	$\gamma_{m;c'} = 1,60$	

KARAKTERISTIEKE WAARDEN VAN DE GRONDEIGENSCHAPPEN

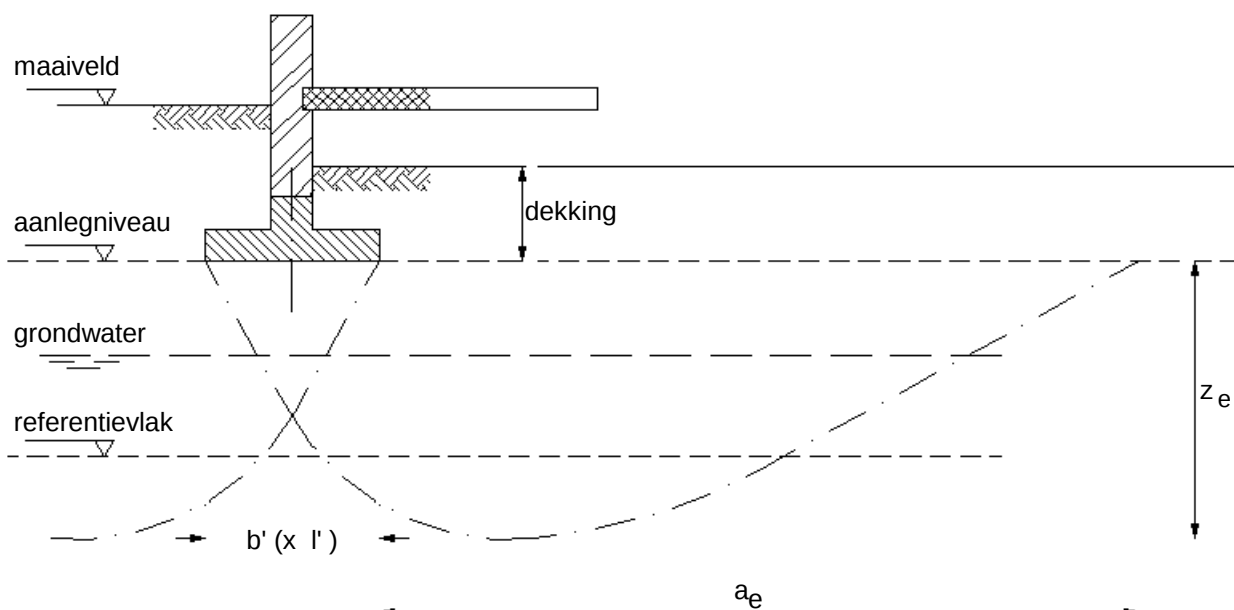
Laagnr.	bovenk. laag [NAP + m]	onderk. laag [NAP + m]	γ_k [kN/m ³]	$\gamma_{sat;k}$ [kN/m ³]	ϕ'_k [°]	c'_k [kN/m ²]
MV / dek.	4,67	4,18	17,0	19,0		
1	4,18	3,80	18,0	20,0	32,5	0,0
2	3,80	1,00	18,0	20,0	30,0	0,0
3	1,00		16,0	16,0	20,0	2,5
4						
5						
6						
7						
8						

REKENWAARDEN GRONDEIGENSCH.

γ_d [kN/m ³]	$\gamma_{sat;d}$ [kN/m ³]	ϕ'_d [°]	c'_d [kN/m ²]
15,45			
16,36		28,99	0,00
	18,18	26,66	0,00
	14,55	17,56	1,56

REKENWAARDEN VAN DE VERTICALE WEERSTAND OP EEN HORIZONTAAL FUNDERINGSOPPERVLAK ($R_{v;d}$)

Effectief funderingsopp.		dekking : 0,00 m		dekking : 0,20 m		dekking : 0,40 m		Invloedsgebied	
b' [m]	l' [m]	$\sigma'_{max;d}$ [kN/m ²]	$R_{v;d}$	$\sigma'_{max;d}$ [kN/m ²]	$R_{v;d}$	$\sigma'_{max;d}$ [kN/m ²]	$R_{v;d}$	z_e [m]	a_e [m]
0,40	strook	48	19 [kN/m']	99	40 [kN/m']	151	60 [kN/m']	0,61	1,60
0,50	strook	54	27 [kN/m']	104	52 [kN/m']	154	77 [kN/m']	0,75	1,97
0,60	strook	60	36 [kN/m']	109	65 [kN/m']	158	95 [kN/m']	0,90	2,34
0,70	strook	65	46 [kN/m']	113	79 [kN/m']	161	113 [kN/m']	1,04	2,70
0,80	strook	70	56 [kN/m']	118	94 [kN/m']	165	132 [kN/m']	1,18	3,06
0,90	strook	75	68 [kN/m']	122	110 [kN/m']	168	152 [kN/m']	1,33	3,42
1,00	strook	80	80 [kN/m']	126	126 [kN/m']	172	172 [kN/m']	1,47	3,79
1,10	strook	85	93 [kN/m']	131	144 [kN/m']	176	194 [kN/m']	1,61	4,15
1,20	strook	90	108 [kN/m']	135	162 [kN/m']	180	217 [kN/m']	1,75	4,51
1,25	strook	92	115 [kN/m']	137	172 [kN/m']	183	228 [kN/m']	1,82	4,69
1,50	strook	104	156 [kN/m']	149	223 [kN/m']	193	290 [kN/m']	2,18	5,58
3,40	14,50	157	7717 [kN]	197	9717 [kN]	238	11718 [kN]	4,73	11,77



Bijlage D

Uitvoeringsrichtlijnen

- Verdringingsschroefpalen
- Staalfundering

ALGEMENE RICHTLIJNEN VOOR DE UITVOERING VAN TRILLINGVRIJ EN GRONDVERDRINGEND IN DE GROND GESCHROEFDE PALEN

Trillingvrij en grondverdringend ingeschroefde palen zijn te verdelen in:

- In de grond gevormde geschroefde palen (zoals de Fundexpaal of de schroefinjectiepaal).
- Geprefabriceerde ingeschroefde palen (zoals de Tubexpaal).

Voor de aanvang van het inschroeven van de palen moeten de volgende zaken bekend zijn:

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

Bij de uitvoering van trillingvrij en grondverdringend ingeschroefde palen moeten de volgende punten in acht worden genomen:

- De "verloren" of terug te winnen casingbuis moet recht zijn.
- De diameter van de casingbuis moet over de volle lengte gelijk zijn.
- Bij het nabij belendingen inschroeven van palen verdient het (veelal) de voorkeur het inschroeven te starten op de kleinste afstand van de belendingen en vervolgens een inschroefvolgorde te hanteren met een ten opzichte van de belendingen toenemende afstand.
- Indien een verschil in paalpuntniveau is voorgeschreven, dan verdient het (veelal) aanbeveling het inschroeven van de palen te starten ter plaatse van het diepste paalpuntniveau en vervolgens van het diepste naar het hoogste niveau te werken.
- Omdat de funderingsgrondslag tussen sondeerlocaties kan variëren is een controle hierop gewenst. Dit kan door de oliedruk tijdens het inschroeven van de palen te registreren en de waarden van de maximale oliedruk per 0,25 m indringing vervolgens uit te zetten tegen de inschroefdiepte; het zo verkregen diagram wordt een oliedrukdiagram ¹⁾ genoemd. Bij een goede keuze van de boormotor (met een voldoende groot boormoment) zal onder gelijke omstandigheden meestal een duidelijke correlatie te zien zijn tussen het oliedrukdiagram en het sondeerdiagram.
- Om de verkregen oliedrukdiagrammen goed te kunnen vergelijken verdient het aanbeveling de eerste paal op of nabij een sondeerlocatie in te schroeven ("ijken"). Bij de eerste paal en alle overige dichtst nabij een sondeerlocatie gesitueerde palen, dient een volledig oliedrukdiagram te worden gemaakt.
- Bij de overige palen kan worden volstaan met een diagram waaruit de overgang naar de draagkrachtige zandformatie blijkt en dat wordt doorgezet tot paalpuntniveau. De oliedrukdiagrammen dienen te worden vergeleken met de diagrammen van de bijbehorende sondering(en), waarbij een maximale afwijking in ongunstige zin van $\frac{1}{3}$ is toegestaan.
- Na het bereiken van het geadviseerde paalpuntniveau dient controle op 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 inschroefniveau van de afgekeurde paal.

- De wapening moet gecentreerd worden geplaatst.
- In geval van een terug te winnen casingbuis mag pas met het trekken worden begonnen als de specie het paalpuntniveau heeft bereikt en onder druk staat; de casingbuis moet geleidelijk worden getrokken.
- De hoeveelheid verbruikte specie moet ten minste overeenkomen met de theoretische inhoud van de paal.
- De palen kunnen onmiddellijk na elkaar worden vervaardigd, indien de onderlinge hart op hart afstand ten minste 4 maal de paalpuntdiameter 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. Voor genoemde tijd moet minimaal 20 uur worden aangehouden. Indien een vertragende hulpstof wordt toegepast, moet de tijdsduur zonodig worden verlengd.

Verder wordt verwezen naar:

- NEN-EN 12699 "Uitvoering van bijzonder geotechnische werken - Verdringingspalen".
- BRL 2356 (1992-06-01) "In de grond gevormde palen", bijlage E (1992-08-01) "Werkwijze bij het vervaardigen van trillingvrij, grondverdringend ingebrachte palen".
- CUR-Aanbeveling 114 (2009) "Toezicht op de realisatie van paalfunderingen".

In twijfelgevallen is het raadzaam de geotechnische adviseur te raadplegen. Deze kan aangeven of het zinvol is om controlesonderingen te laten maken.

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).

Noot:

- ¹⁾ Een oliedrukdiagram wordt verkregen door de per 0,25 m diepte gemeten maximale oliedruk grafisch uit te zetten tegen de corresponderende inschroefdiepte. De maximale oliedruk dient daartoe tijdens het (steeds weer) over een vaste afstand van 0,25 m inschroeven van de paal te worden gemeten en geregistreerd. Het zo verkregen oliedrukdiagram wordt bij voorkeur getekend in het sondeerdiagram van de sondering die zo dicht mogelijk bij de paal werd uitgevoerd.

(1 augustus 2017)

ALGEMENE RICHTLIJNEN VOOR DE UITVOERING VAN ONTGRAVINGEN EN GRONDVERBETERINGEN VOOR STAALFUNDERINGEN

Voor de aanvang van de uitvoering van ontgravingen / grondverbeteringen voor staalfunderingen moeten de volgende zaken bekend zijn:

- Het funderingsplan met de afmetingen en aanlegniveau's van de funderingselementen, hierop dienen de locaties waar de sonderingen (en boringen) zijn gemaakt te zijn aangegeven.
- De maaiveldhoogten ter plaatse van de te maken funderingen.
- De maaiveldhoogten ter plaatse van de sondeer(- en boor)locaties.
- Het grondonderzoek en het bijbehorende funderingsadvies.

Indien het geadviseerde ontgravingsniveau lager ligt dan het aanlegniveau moet een grondverbetering worden toegepast. Voor elk bouwdeel moet het graafwerk worden begonnen bij de sondering, waarvoor het diepste ontgravingsniveau is geadviseerd. Op deze wijze kunnen in het werk de overgangen naar minder diepe ontgravingsniveaus worden vastgesteld. Deze overgangen moeten geleidelijk of (bij abrupte overgangen in ontgravingsniveaus) terrasgewijs worden uitgevoerd in samenhang met de laagdikten van de grondverbetering.

De ontgravingen kunnen in het algemeen worden uitgevoerd onder een talud van circa 1:1. Bij een grondprofiel waarbij water uit het talud kan treden zijn extra maatregelen nodig. Verder is verondersteld dat langs de insteek van het talud geen zwaar materieel wordt geplaatst of zware materialen worden opgeslagen en dat de grondwaterstand permanent ten minste 0,5 m beneden het actuele ontgravingsniveau blijft of wordt gehouden.

Nadat de geadviseerde ontgravingsniveaus zijn bereikt, moet bij een staalfundering op zand met een handsondeerapparaat worden gecontroleerd of zich direct onder dit niveau nog samendrukbare laagjes bevinden. Deze controle moet vooral tussen de sonderingen (en boringen) intensief worden uitgevoerd. Worden dergelijke laagjes aangetroffen, dan moeten ze worden verwijderd en vervangen door zand of een ander hiervoor goedgekeurd materiaal. Vervolgens moet de bodem van de put of sleuf worden verdicht met een trilapparaat. Het te verdichten materiaal dient een vochtgehalte te hebben dat rond het optimum ligt van de Proctorproef. De mate van verdichting moet worden gecontroleerd, bijvoorbeeld met een handsondeerapparaat. Daarbij geldt als criterium dat de conusweerstand met de diepte moet toenemen tot minimaal 2,5 MPa op 0,10 m en 5 MPa op 0,30 m diepte. De mate van verdichting kan ook worden gerelateerd aan de uit (vooraf gemaakte!) Proctorproeven verkregen maximale Proctor-dichtheid. Hierbij moet de dichtheid, die in situ wordt gecontroleerd, ten minste 98% bedragen met een gemiddelde dichtheid van ten minste 100%. Hierna kan de werkvloer voor de fundering worden gestort of - bij een ontgravingsniveau beneden het aanlegniveau - de eerste laag van de grondverbetering worden aangebracht.

Soms blijkt (ook na verdichten) dat de hiervoor gestelde verdichtingseis niet (of niet meteen) wordt bereikt. Dit kan door diverse redenen of door een combinatie van dergelijke redenen worden veroorzaakt. Hierbij valt onder meer te denken aan een onvoldoende drooglegging, een te hoog vochtgehalte, een minder gunstige gradatie en of het gebruik van te zware verdichtingsapparatuur die minder goed in staat is om de zeer oppervlakkige lagen goed te verdichten.

In geval van twijfel dient in overleg met de geotechnisch adviseur te worden bepaald hoe hier verder mee omgegaan moet worden. De geotechnisch adviseur zal dan veelal op basis van eenvoudige metingen eerst willen weten of het aanwezige materiaal in principe geschikt is (controle via

handboringen, in geval van twijfel korrelverdelingen laten bepalen en of een in situ geschiktheidsproef uitvoeren) en dat de drooglegging voldoende is (peilbuismetingen).

Het zand voor de grondverbetering moet mineraal, matig grof materiaal zijn en mag ten hoogste 5 gewichtsprocenten (van de korrels) aan korrels kleiner dan $16\text{ }\mu\text{m}$ en ten hoogste 10 gewichtsprocenten aan korrels kleiner dan $63\text{ }\mu\text{m}$ bevatten. Het gehalte aan organische stof (gloeiverlies) moet kleiner zijn dan of gelijk zijn aan 3 gewichtsprocenten. De grondverbetering moet in lagen met een dikte van maximaal 0,3 m worden aangebracht. Iedere laag moet in minimaal 4 gangen, die elkaar kruisen en overlappen, mechanisch worden verdicht, waarbij voor iedere laag de reeds geformuleerde verdichtingseis geldt. Indien de bovenlaag door het gebruik van relatief zware trilapparatuur is losgeschud, moet het funderingsniveau met een lichte trilplaat worden afgetrild, voordat de werkvloer van de fundering wordt gestort. Voor de controle van de mate van verdichting gelden de bovenvermelde criteria.

De breedte van de grondverbetering moet op de bodem van de put of sleuf ten minste $B + 2d$ respectievelijk $L + 2d$ bedragen. Hierbij zijn B en L respectievelijk de breedte en de lengte van de fundering en d de dikte van de grondverbetering.

Soms wordt een staalfundering op klei (bijvoorbeeld op potklei), leem of löss aangelegd. In dit geval moet de laatste 0,1 m zo voorzichtig worden afgeschaafd, dat de klei, leem of löss beneden het ontgravingsniveau niet wordt geroerd. Om vervolgens verweking van de grondslag door neerslag te voorkomen moet zo snel mogelijk na ontgraving op de bodem van de ontgraving een beschermlaag (van bijvoorbeeld folie of 0,1 m stampbeton) worden aangebracht.

Extra aandacht moet worden besteed aan ontgravingen naast, dan wel nabij een bestaande, op staal gefundeerde belending. Dit geldt in het bijzonder voor ontgravingen dieper dan het aanlegniveau van de bestaande fundering. Dergelijke ontgravingen verminderen de draagkracht van de bestaande fundering en dienen daarom zo veel mogelijk te worden vermeden. Indien dergelijke ontgravingen noodzakelijk zijn dan moet worden nagegaan of speciale maatregelen moeten worden genomen.

Tijdens het verdichten van grondlagen moet de grondwaterstand zich minimaal 0,5 m beneden het ontgravingsniveau bevinden. Is dit niet het geval dan moet een bemaling worden geïnstalleerd, die in staat moet zijn de grondwaterstand tot ten minste dit niveau te verlagen. Deze verlaging moet zijn gerealiseerd voordat met ontgraven het vereiste niveau is bereikt.

Ter controle van de stijghoogte van het grondwater kan worden overwogen vooraf een of meer peilbuizen te plaatsen.

In twijfelgevallen ten aanzien van de uitvoering of andere omstandigheden is het raadzaam de geotechnische adviseur te raadplegen.

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

- Deskundig opzichters voor de begeleiding van alle grond- en funderingswerken.
- Goede apparatuur en medewerkers voor het controleren van de gerealiseerde verdichting(en).
- Laboratoriumfaciliteiten voor het keuren van de geschiktheid van het materiaal voor de grondverbetering.

(7 april 2015)

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, elektrisch, waterspanning, dissipatie, seismisch, magnetisch, geleidbaarheid, Bolconus, T-bar en slagsonderen

Geotechnisch boren en (on)geroerde monsternamen
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)
Akoestisch doormeten van palen (CUR 109)
Online meetgegevens via portal

MILIEU (MOS MILIEU B.V.)

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

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

GEOTECHNISCH ADVIES

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

GEOHYDROLOGISCH ADVIES

Bemalingen (incl. retourbemalingen)
Vergunningsaanvragen
Pompproeven
Omgekeerde Osmose
Barrièrewerking
Drainage
Infiltratie hemelwater

BEMALINGEN (MOS GRONDWATERTECHNIEK)

Bronbemaling
Ondergrondse energie-opslag
Pomp- en leidingsystemen
Brandputten

OVERIG

Uitvoeringsbegeleiding

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.

MOS GRONDMECHANICA B.V.

Correspondentieadres :	Albert Plesmanweg 47, 3088 GB, Rotterdam	Centraal telefoonnummer :	+31(0)88-5130200
Hoofdkantoor	Albert Plesmanweg 47	3088 GB	Rotterdam
Vestiging Helmond	Vossenbeemd 90B	5705 CL	Helmond
Vestiging Enter	De Bleek 40	7468 DL	Enter
Vestiging Amsterdam	Pleimuiden 8B	1046 AG	Amsterdam
Mosgeo B.V.	Albert Plesmanweg 47	3088 GB	Rotterdam

