



FUNDERINGSADVIES

project : Brug 155
Zuiderweg (Houtrakpolder)
Halfweg

opdrachtgever : Geomechanica B.V.
Wieder 11
1648 GA De Goorn

constructeur : Tebodin Netherlands B.V.
Postbus 43
1950 AA Velsen – Noord

projectnummer : **W2014.174**

versie : 1

datum : 13 mei 2014

opgesteld door : ing. H.F.C. Weijde



**INHOUDSOPGAVE**

bladzijde

1	INLEIDING en BOUWPLAN	2
1.1	Algemeen	2
1.2	Project gegevens	2
2	GRONDONDERZOEK en BODEMOPBOUW	3
2.1	Uitzetten en waterpassen	3
2.2	Sonderingen	3
2.3	Grondwaterstand	3
2.4	Bodemprofiel	4
3	FUNDERINGSADVIES	4
3.1	Gekozen funderingstype	4
3.2	Uitgangspunten	4
3.3	Negatieve kleeft	5
3.4	Paaldrukweerstand	6
3.5	Paalkopzakking	6
3.6	Horizontale belasting	6
3.6.1	Inleiding	6
3.6.2	Geotechnisch profiel en representatieve grondparameters	7
3.6.3	Resultaten	8
4	Slotopmerkingen	8

BIJLAGEN

- Bijlage 1.** Berekening van de netto rekenwaarde van de paaldrukweerstand van een alleenstaande paal volgens NEN 9997-1: 2011
- Bijlage 2.** Berekening horizontaal belaste paal middels D-Sheet Piling
- Bijlage 3.** Algemene richtlijnen voor de uitvoering van heikwerk





1 INLEIDING en BOUWPLAN

1.1 Algemeen

Geomechanica BV te De Goorn heeft H.F.C. Weijde [Geo]advies & Expertise, de opdracht verstrekt een funderingsadvies op te stellen ten behoeve van de brug 155. Navolgend wordt in dit rapport het funderingsadvies weergegeven.

1.2 Project gegevens

Het project is gelegen aan Zuiderweg in de Houtrakpolder te Halfweg.

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

- Tebodin, ordernummer 46706, project 'Onderhoud bruggen Spaarnwoude, brug 155'
 - tekeningnummer 1851155, titel 'Brug 155, bestaande brug', wijziging 0, d.d. 07-03-2014;
 - tekeningnummer 1344155, titel 'Brug 155, dwarsdoorsnede en detail', blad 1 van 3, wijziging 0, d.d. 24-03-2014;
 - tekeningnummer 1344155, titel 'Brug 155, dwarsdoorsnede en detail', blad 2 van 3, wijziging 0, d.d. 24-03-2014;
 - tekeningnummer 1344155, titel 'Brug 155, dwarsdoorsnede en detail', blad 3 van 3, wijziging 0, d.d. 24-03-2014.

Op basis van bovengenoemde tekeningen en (aanvullende) informatie van de constructeur zijn de volgende uitgangspunten afgeleid:

- Vervanging van de bestaande brug;
- Bestaande brug is gefundeerd op houten palen (basralocus) $\varnothing$ 350 mm;
- De bestaande houten palen worden afgezaagd op circa NAP -4,57 m;
- Voor de nieuwe landhoofden wordt een fundering op palen toegepast, waarbij de voorkeur uit naar gaat (inwendig) geheide stalen buispalen;
- Paalbelastingen stalen buispalen:
 - Druk ($\downarrow$) : $F_d = \text{ca. } 200 \text{ kN}$;
 - Horizontaal ($\rightarrow$) : $V_{\text{hor,d}} = \text{ca. } 20 \text{ kN}$;
- Bovenkant paalkop bevindt zich op circa NAP -2,60 m;
- De paalkoppen zullen scharnierend worden verbonden met de bovenliggende constructie;
- De (grond-)waterstand is circa NAP -4,17 m;
- Bodempeil watergang is circa Bovenkant paalkop bevindt zich op circa NAP -5,20 m.

Geadviseerd wordt deze uitgangspunten te verifiëren, voordat met de resultaten van het funderingsadvies wordt verder gewerkt.





2 GRONDONDERZOEK en BODEMOPBOUW

2.1 Uitzetten en waterpassen

De sondeerpunten zijn door Geomechanica BV in het terrein uitgezet en gewaterpast ten opzichte van NAP. Voor informatie over de hoogteligging van het maaiveld ter plaatse van de sondeerpunten wordt verwezen naar het grondonderzoek van Geomechanica BV, werknummer 3624-14.

De gepresenteerde inmeet- en waterpasresultaten zijn alleen ten behoeve van het grondonderzoek te gebruiken; zij kunnen niet als basis voor de realisatie van het bouwproject of andere doeleinden gebruikt worden.

2.2 Sonderingen

Voor dit project is op 21 maart 2014 door Geomechanica BV één (1) sondering uitgevoerd (DSKM1). De sonderingen is tot maximaal circa maaiveld -28,5 m (maximaal NAP -30,2 m) uitgevoerd. De sondering is uitgevoerd met een elektrische kleefmantelconus, conform NEN 5140. Naast de conusweerstand, is tevens de plaatselijke wrijving gemeten. De sondeergegevens worden in een grafiek weergegeven waarbij het wrijvingsgetal (verhouding plaatselijke wrijving/conusweerstand in %) is berekend en gepresenteerd. Het wrijvingsgetal geeft samen met de conusweerstand over het algemeen een goed beeld van de bodemopbouw onder de grondwaterstand.

In navolgende tabel zijn voor de gladde elektrische kleefmantelconus enige indicatieve waarden hiervoor aangegeven.

Tabel 1. Indicatie van de grondsoorten op basis van het wrijvingsgetal

Grondsoort	Conusweerstand q_c [MPa]	Wrijvingsgetal $R_f = f_s/q_c$ [%]
Grind, grof zand	> 10	0,2 - 0,6
Zand	> 4	0,6 - 1,4
Silt, leem, löss	1 - 4	1,2 - 4,0
Klei	0 - 4	3,0 - 5,0
Veen	0 - 4	5,0 - 10,0

R_f = wrijvingsgetal

f_s = plaatselijke wrijving

q_c = conusweerstand

2.3 Grondwaterstand

Het uitgevoerde grondonderzoek geeft geen informatie over de grondwaterstand.



2.4 Bodemprofiel

Op basis van de onderzoeksresultaten is de bodemopbouw geïnterpreteerd. Tabel 2 geeft hiervan een beknopt overzicht.

Tabel 2. Geïnterpreteerd bodemprofiel

diepte vanaf (m t.o.v. NAP)	Bodembeschrijving
-1,66	maaiveldhoogte van het sondeerpunt Zand, matig fijn, zwak silthoudend.
-3,0	Gelaagd pakket, dat geleet op de conusweerstand en wrijvingsgetallen bestaat uit veen- en (slappe) kleilagen, welke worden doorsneden door enkele dunne, gepakte zandlagen/-lenzen
-4,2	(Grond-)waterstand
-14,5	Zand, los tot (vast) matig gepakt, lokaal silt- / kleihoudend
-30,2	Maximaal verkende diepte

3 FUNDERINGSADVIES

3.1 Gekozen funderingstype

Op basis van de sondeerresultaten komt een fundering op palen in aanmerking. In verband met de beperkte bereikbaarheid van de locatie is gekozen voor een fundering op “trillingarm” geheide stalen buispalen. Voorwaarde voor het toepassen van een geheel paalsysteem is, dat (enige) heitruïlingen en geluidshinder in de (directe) omgeving toelaatbaar moeten zijn.

3.2 Uitgangspunten

De berekening van de paal draagkracht is op de volgende uitgangspunten gebaseerd:

- het project valt in de geotechnische categorie 2;
- er wordt uitgegaan van een niet-stijf bouwwerk (§ 5.3.2.2 van NEN6743-1);
- de palen worden heidend, zonder toevoeging van water en/of boren tot de geadviseerde diepte in de grond gebracht;
- de paal *druk* weerstand van een axiaal belaste, alleenstaande paal, is berekend volgens NEN-EN 9997-1 “Geotechnisch ontwerp van constructies – Deel 1 Algemene regels”;
- de materiaalfactor (indien de paal weerstand is berekend uit sonderingen), conform NEN-EN 9997-1, tabel A.6 voor geheide palen is $\gamma_s = \gamma_t = \gamma_b = 1,20$;
- de correlatiefactoren zijn afhankelijk van het aantal proeven n , en de herverdelingscapaciteit van de constructie, c.q. het constructiedeel (het vermogen om belastingen van ‘zwakke’ naar ‘sterke’ palen over te dragen) zijn ξ_3 en ξ_4 . Voor de waarden van ξ_3 en ξ_4 wordt in geval van een niet-stijf bouwwerk verwezen naar NEN-EN 9997-1, tabel A.10a, en in geval van een stijf bouwwerk naar NEN 9997 1, tabel A.10b; In het voorliggende rapport is uitgegaan van $\xi_3 = 1,39$ (o.b.v. 1 sondering);



- de volgende paalkarakteristieken zijn aangehouden:

Paaltype	α_p	α_s	β	s	L-Z diagram
(inwendig) geheide stalen buispalen	1,0	0,010	0,9	1,00	type 1

- verwacht wordt dat de maaiveldzakking na installatie van de palen meer dan 0,1 m kan bedragen; de negatieve kleeft F_{nk} beïnvloedt daarmee het draagvermogen en het zakkingsgedrag van de paal en wordt daarom, conform § 7.3.2.2 van NEN-EN 9997-1, in rekening gebracht;
- de toetsing, om aan te tonen dat de paalfundering de rekenwaarde van de belasting met voldoende veiligheid tegen bezwijken op druk kan weerstaan, $F_{cd} (=F_d + F_{nk,d}) \leq R_{cd}$, hiermee is tevens voldaan aan grenstoestand 1A.
- de vervormingsgrenstoestanden zijn, gezien de zeer geringe zakking van de palen onder invloed van de belasting, niet maatgevend.

3.3 Negatieve kleeft

Gezien de bodemopbouw, is de verwachting dat de maaiveldzakking, na installatie van de palen meer dan 0,1 m kan bedragen, daarom is in de berekening paaldrukweerstand van de funderingspalen, rekening gehouden met het optreden van negatieve kleeft. Bij de verificatie van de grenstoestanden moet bij op druk belaste palen, de maximum waarde van de negatieve kleeft F_{nk} zijn beschouwd als een belasting op de paal. Als gevolg van de aanwezigheid van samendrukbare lagen worden de palen met negatieve kleeft belast en wordt de paaldrukweerstand en het last-zakkinggedrag van de palen ongunstig beïnvloed.

De representatieve waarde van de negatieve kleeft $F_{nk,rep}$ is berekend volgens hoofdstuk § 7.3.2.2 van NEN-EN 9997-1. Op deze representatieve waarde van de negatieve kleeft moeten voor de bepaling van de rekenwaarde de volgende partiële factoren voor de belasting zijn toegepast:

- uiterste grenstoestanden : $\gamma_{f,nk} = 1,4$;
- bruikbaarheidstoestanden : $\gamma_{f,nk} = 1,0$;

De berekening van de representatieve waarde van de negatieve kleeft $F_{nk,rep}$ is berekend volgens § 7.3.2.2 van NEN-EN 9997-1 [slipmethode]. Voor de partiële belastingsfactor $\gamma_{f,nk}$ is, conform § 7.3.2.2 (b) van NEN-EN 9997-1, de waarde 1,0 in plaats van 1,4 aangehouden.

De negatieve kleeft F_{nk} is berekend voor een bodemprofiel, waarbij onder het huidig maaiveld tot NAP -14,5 m een samendrukbaar pakket aanwezig is.

De berekende waarden worden in tabel 3 gepresenteerd.

Tabel 3. rekenwaarde van de negatieve kleeft ($F_{nk,d}$) op een alleenstaande paal

Paaltype	Afmetingen [mm/mm]	$F_{nk,d}$ [kN]
(inwendig) geheide stalen buispaal	Ø 273/285	189

N.B. bij de toetsing van de paalschachtspanning dient de rekenwaarde van de negatieve kleeft $F_{nk,d}$ bij de rekenwaarde van de paalbelasting F_d opgeteld te worden.



3.4 Paaldrukweerstand

Aan de hand van de sondering is een paalpuntniveau geselecteerd. Vervolgens zijn, op basis van de uitgangspunten (§ 3.2), voor deze niveaus de netto rekenwaarden van de paaldrukweerstand bepaald. Tabel 4 presenteert de geadviseerde paalpuntniveaus en de daarvoor berekende netto rekenwaarden van de paaldrukweerstand.

Tabel 4. netto paaldrukweerstand voor een alleenstaande paal

(inwendig) geheide stalen buispaal [mm/mm]	paalpuntniveau [m t.o.v. NAP]	$R_{c,d,netto}$ * [kN]
Ø 273/285	-20,25	215

* Dit betreft de, aan de funderingsgrondslag te ontlelen, netto paal*druk*draagkracht (negatieve kleef is in mindering gebracht). De constructieve sterkte dient separaat te worden beoordeeld door de constructeur

Bijlage 1 bevat de uitgewerkte berekening voor een op druk belaste paal.

3.5 Paalkopzakking

Als gevolg van de paalbelasting zal de paalkop zich in verticale zin verplaatsen. Deze verplaatsing bestaat uit de elastische verkorting van de palen enerzijds en uit de vervorming van de grond rondom de paalschacht en de paalpunt anderzijds.

De te verwachten paalkopzakking behorend bij de bruikbaarheidsgrenstoestand BGT2 en de veerstijfheden behorende bij de bruikbaarheidsgrenstoestand BGT2 en de uiterste grenstoestand BGT1 zijn, conform § 7.6.4 van NEN-EN 9997-1 berekend.

Tabel 5. paalkopzakking en veerstijfheid

Geheide stalen buispaal $\varnothing_{schacht}/\varnothing_{voetplaat}$ [mm/mm]	Paalpuntniveau t.o.v. NAP [m]	[Afgeleide] repr. belasting F_{rep} [kN]	Paalkopzakking S_d [mm]	veerstijfheid BGT2 $k_{v,rep}$ [kN/m]
Ø 273/285	-20,25	343	10,7	32.035

3.6 Horizontale belasting

3.6.1 Inleiding

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 paalkop verplaatsen. Volgens § 7.7 van NEN 9997-1: 2011 dient het ontwerp van de palen, waarop een horizontale belasting werkt, voor zover van toepassing, consistent te zijn met de ontwerpregels gegeven in § 7.4 en § 7.5 van NEN 9997-1: 2011. Bij de berekening van de draagkracht in horizontale richting van een paal of paalgroep moet zijn uitgegaan van de verenigbaarheid van de belastingseffecten, de grondreacties en de verplaatsingen. Voor de berekening van horizontaal belaste palen is nog geen (door geotechnische normen voorgestane wijze) berekeningsmethode beschikbaar. Daarom zijn deze berekeningen van het gedrag van de horizontaal belaste palen uitgevoerd met representatieve waarden (BGT) en rekenwaarden (UGT).

Het gedrag van de palen onder een horizontale belasting is berekend met behulp van het programma D-Sheet Piling (versie 9.3).

Daarbij is uitgegaan van de volgende factoren en aannamen:

- Betonkwaliteit van de palen is C20/25 aangehouden;
- De buigstijfheid $EI_{\text{paal}} = \frac{\pi}{8} \times EI_{\text{beton, ongescheurd}} + EI_{\text{stalen buis}}$;
- Voor de werkende breedte van de palen is gerekend met $D_{\text{eq (schacht)}}$;
- De paalkop bevindt is gekozen op paalkopniveau (= bovenkant poer) = NAP –2,6 m;
- De verbinding van de palen (paalkop) met de bovenliggende "buigstijve" constructie wordt scharnierend beschouwd, waarbij rotatie is vrij en translatie is vrij;
- De berekeningen zijn uitgevoerd voor alleenstaande palen met op paalkopniveau een horizontale belasting:
 - BGT: $V_{\text{rep}} = 15,4 \text{ kN/paal}$;
 - UGT: $V_d = 20,0 \text{ kN/paal}$;

3.6.2 Geotechnisch profiel en representatieve grondparameters

De geschematiseerde bodemopbouw met de representatieve waarden van de grondparameters voor de verschillende lagen zijn weergegeven in tabel 6. De parameters zijn bepaald op basis van het uitgevoerde grondonderzoek, aan de hand van ervaringswaarden en tabel 2b van NEN 9997 – 1: 2011.

Tabel 6. Geotechnisch profiel en representatieve grondparameters

Laag nr.	b.k. laag [m tov NAP]	Grond	$\gamma_{\text{rep}} / \gamma_{\text{sat,rep}}$ [kN/m ³]	ϕ'_{rep} [°]	c'_{rep} [kPa]	α_p [–]	K_q [–]	K_q^* [–]	$k_{h,\text{menard}}$ [kN/m ³]	$k_{h,\text{menard}}^*$ [kN/m ³]
1	–2,6	Zand	17,0/19,0	30,0	0,0	0,62	6,03	3,75	10.316	6.396
2	–3,0	Klei	13,0/13,0	15,0	0,0	0,55	2,78	1,53	9.951	5.473
3	–3,8	Veen	11,0/12,0	15,0	0,0	0,55	3,48	1,91	6.749	3.712
4	–5,0	Klei	13,0/13,0	15,0	0,0	0,63	4,97	3,11	8.292	5.224
5	–6,5	Klei	15,0/15,0	17,5	0,0	0,64	8,21	5,24	6.634	4.246
6	–7,5	Klei	15,0/15,0	17,5	0,0	0,64	8,51	5,43	8.292	5.307
7	–8,5	Klei	15,0/15,0	17,5	0,0	0,64	8,74	5,58	8.292	5.307
8	–9,5	Klei	15,0/15,0	17,5	0,0	0,64	8,91	5,69	8.292	5.307
9	–10,5	Klei	15,0/15,0	17,5	0,0	0,64	9,05	5,78	8.292	5.307
10	–11,5	Klei	15,0/15,0	17,5	0,0	0,64	9,17	5,85	8.292	5.307
11	–12,5	Klei	15,0/15,0	17,5	0,0	0,64	9,26	5,91	8.292	5.307
12	–13,5	Klei	15,0/15,0	17,5	0,0	0,64	9,34	5,97	16.585	10.164
13	–14,5	Zand	18,0/20,0	30,0	0,0	0,62	19,41	12,07	33.528	20.787
14	–15,5	Zand	18,0/20,0	30,0	0,0	0,62	19,60	12,19	41.265	25.584
15	–16,5	Zand	18,0/20,0	30,0	0,0	0,62	19,77	12,39	25.791	15.990
16	–17,5	Zand	18,0/20,0	30,0	0,0	0,62	19,92	12,39	33.528	19.188
17	–18,5	Zand	18,0/20,0	30,0	0,0	0,62	20,05	12,47	30.949	22.386
18	–19,5	Zand	18,0/20,0	30,0	0,0	0,62	20,16	12,54	41.265	25.584

Hierin is:

$\gamma / \gamma_{\text{sat}}$ = aardvochtig / verzadigd volumegewicht;

ϕ = hoek van inwendige wrijving;

c = cohesie;

α_p = reductiefactor om de aanwezigheid van het talud in rekening te brengen conform methode Muller-Breslau;

K_q = horizontale gronddrukcoëfficiënt conform methode Brinch Hansen; handmatig bepaald;

K_q^* = horizontale gronddrukcoëfficiënt conform methode Brinch Hansen; handmatig bepaald, gereduceerd voor de aanwezigheid van het talud;

$k_{h,\text{menard}}$ = horizontale beddingconstante bepaald volgens Ménard;

$k_{h,\text{menard}}^*$ = horizontale beddingconstante bepaald volgens Ménard, gereduceerd voor de aanwezigheid van het talud;

3.6.3 Resultaten

In onderstaande Tabel 7 zijn de berekeningsresultaten opgenomen.

Tabel 7. Resultaten berekening middels D-Sheet Piling

BGT				UGT	
D_{rep} [→] [kN]	M_{rep} [↺] [kN.m]	δ [mm]	θ [°]	D_{rep} [→] [kN]	M_{rep} [↺] [kN.m]
15,4	21,0	25	0,5	20,0	31,4

Bijlage 2 bevat de berekening voor een horizontaal belaste paal (UGT en BGT).

4 Slotopmerkingen

Voor de definitieve keuze van wijze van uitvoering, heiblok, segmentlengtes en wanddiktes van de buis, dient voor aanvang van de heiwerkzaamheden in overleg met het uitvoerende bedrijf bepaald te worden.

Almere, 13 mei 2014

H.F.C. Weijde [Geo]advies & Expertise

ing. H.F.C. Weijde



**Bijlage 1. Berekening van de netto rekenwaarde van de paaldrukweerstand van een
alleenstaande paal volgens NEN 9997-1: 2011**



Drukpaalfunderingen

sondering: 3624-14_01.SNX

draagkracht alleenstaande paal inheinveld -20,25 m N.A.P.

algemene gegevens

soort paal	stalen buispaal met gesloten punt	met stalen plaat onder paalvoet
categorie	grondverdringend	
maten ten opzichte van	N.A.P.	
maaiveld	-1,66 m	N.A.P.
grondwaterstand	-4,17 m	N.A.P.
onderzijde fundering	-1,66 m	N.A.P.

bepaling ξ volgens NEN-EN1997-1 art. 7.6.2.3

aantal palen	1
aantal sonderingen	1
bouwwerk	niet stijf
ξ	1,39

belastingen, belasting- en materiaalfactoren

uiterste grenstoestand	$F_{s;d}$	200,0 kN
bruikbaarheidsgrenstoestand	$F_{r;d}$	153,9 kN
bovenbelasting op maaiveld	$P_{a;rep}$	0,00 kN/m ²
materiaalfactor (NEN-EN1997-1 Tabel A.6 - A.8)	$\gamma_{m;b4}$	1,20 -
belastingfactor negatieve kleeft	$\gamma_{m;fnk}$	1,00 -

opgegeven kleefttrajecten

negatieve kleefttraject	-1,66 tot -15,00 N.A.P.
positieve kleefttraject	-15,00 tot -22,50 N.A.P.

(NEN-EN1997-1 art. 7.3.2.2: Negatieve kleeft werkt over de volle hoogte van de paal boven de draagkrachtige laag)

gegevens paalsysteem

inwendige buisdiameter	265,0 mm	uitwendige buisdiameter	273,0 mm
$A_{ef,schacht}$	0,0585 m ²	$O_{schacht}$	0,86 m
$D_{voetplaat}$	285,0 mm	β	0,9
$A_{voetplaat}$	0,0638 m ²	$O_{voetplaat}$	0,90 m
$t_{voetplaat}$	8,0 mm		
$E_{p,mat;d}$	20000 N/mm ²		
α_s (zand, grindh.)	0,0100	α_p	1,00
α_s (klei)	0,0300	$q_{c,gem} \geq 3$	
α_s (klei)	0,0200	$q_{c,gem} < 3$	
α_s (leem sterk zandig)	0,0250		
α_s (leem zwak zandig)	0,0250		
α_s (veen)	0,0000		

punt draagvermogen vlgs NEN-EN1997-1 art. 7.6.2.3 (10) e)

traject I	-20,25 m tot -21,39 m	$q_{c,lgem}$	9,2 N/mm ²
traject II	-21,39 m tot -20,25 m	$q_{c,IIlgem}$	6,4 N/mm ²
traject III	-20,25 m tot -17,97 m	$q_{c,IIIlgem}$	4,8 N/mm ²
$p_{r,max;punt}$	$0,5 * 1,00 * 0,90 * [(9,2 + 6,4)/2 + 4,8]$		5,7 N/mm ²
$p_{r,max;punt,red}$	$1,00 * 5,7$		5,7 N/mm ²
$R_{b,cal,i}$	$0,0638 * 5,7 * 1000$		361,4 kN

paalschachtwrijving per sector vlgs NEN-EN1997-1 art. 7.6.2.3 (10) i)

sector	van m	tot m	O_s m	h_i m	$p_{r,max;schaft}$ kN/m ²	α_s -	$q_{c,z;a}$ N/mm ²	$f_{reductie}$ -	$R_{s;cal,i}$ kN
162	-14,96	-15,01	0,86	0,01	73,8	0,010	7,4	1,00	0,6
163	-15,01	-15,16	0,86	0,15	73,4	0,010	7,3	1,00	9,1
164	-15,16	-15,31	0,86	0,15	81,4	0,010	8,1	1,00	10,5
165	-15,31	-15,36	0,86	0,05	75,7	0,010	7,6	1,00	3,2
166	-15,36	-15,61	0,86	0,25	67,6	0,010	6,8	1,00	14,5
167	-15,61	-15,66	0,86	0,05	71,6	0,010	7,2	1,00	3,1
168	-15,66	-15,81	0,86	0,15	83,0	0,010	8,3	1,00	10,7
169	-15,81	-15,86	0,86	0,05	85,9	0,010	8,6	1,00	3,7
170	-15,86	-16,01	0,86	0,15	94,5	0,010	9,4	1,00	12,2
171	-16,01	-16,11	0,86	0,10	100,2	0,010	10,0	1,00	8,6
172	-16,11	-16,16	0,86	0,05	95,3	0,010	9,5	1,00	4,1
173	-16,16	-16,21	0,86	0,05	94,0	0,010	9,4	1,00	4,0
174	-16,21	-16,26	0,86	0,05	89,7	0,010	9,0	1,00	3,8
175	-16,26	-16,31	0,86	0,05	76,5	0,010	7,7	1,00	3,3
176	-16,31	-16,41	0,86	0,10	63,9	0,010	6,4	1,00	5,5
177	-16,41	-16,46	0,86	0,05	70,0	0,010	7,0	1,00	3,0
178	-16,46	-16,51	0,86	0,05	72,4	0,010	7,2	1,00	3,1
179	-16,51	-16,56	0,86	0,05	72,3	0,010	7,2	1,00	3,1
180	-16,56	-16,61	0,86	0,05	68,4	0,010	6,8	1,00	2,9
181	-16,61	-16,71	0,86	0,10	67,6	0,010	6,8	1,00	5,8
182	-16,71	-16,76	0,86	0,05	65,4	0,010	6,5	1,00	2,8
183	-16,76	-16,81	0,86	0,05	60,8	0,010	6,1	1,00	2,6
184	-16,81	-16,86	0,86	0,05	51,0	0,010	5,1	1,00	2,2
185	-16,86	-17,11	0,86	0,25	39,0	0,010	3,9	1,00	8,4
186	-17,11	-17,16	0,86	0,05	49,6	0,010	5,0	1,00	2,1
187	-17,16	-17,21	0,86	0,05	50,5	0,010	5,1	1,00	2,2
188	-17,21	-17,31	0,86	0,10	57,4	0,010	5,7	1,00	4,9
189	-17,31	-17,36	0,86	0,05	68,4	0,010	6,8	1,00	2,9
190	-17,36	-17,41	0,86	0,05	66,5	0,010	6,6	1,00	2,9
191	-17,41	-17,56	0,86	0,15	58,7	0,010	5,9	1,00	7,6
192	-17,56	-17,66	0,86	0,10	68,9	0,010	6,9	1,00	5,9
193	-17,66	-17,76	0,86	0,10	55,7	0,010	5,6	1,00	4,8
194	-17,76	-17,96	0,86	0,20	62,5	0,010	6,3	1,00	10,7
195	-17,96	-18,06	0,86	0,11	67,2	0,010	6,7	1,00	6,0
196	-18,06	-18,11	0,86	0,05	57,6	0,010	5,8	1,00	2,5
197	-18,11	-18,16	0,86	0,05	51,0	0,010	5,1	1,00	2,2
198	-18,16	-18,36	0,86	0,20	58,4	0,010	5,8	1,00	10,0
199	-18,36	-18,51	0,86	0,15	64,3	0,010	6,4	1,00	8,3
200	-18,51	-18,56	0,86	0,05	51,2	0,010	5,1	1,00	2,2
201	-18,56	-18,66	0,86	0,10	50,1	0,010	5,0	1,00	4,3
202	-18,66	-18,76	0,86	0,10	77,6	0,010	7,8	1,00	6,7
203	-18,76	-18,81	0,86	0,05	73,3	0,010	7,3	1,00	3,1
204	-18,81	-18,86	0,86	0,05	88,0	0,010	8,8	1,00	3,8
205	-18,86	-18,91	0,86	0,05	88,2	0,010	8,8	1,00	3,8
206	-18,91	-19,06	0,86	0,15	77,4	0,010	7,7	1,00	10,0
207	-19,06	-19,21	0,86	0,15	56,1	0,010	5,6	1,00	7,2
208	-19,21	-19,26	0,86	0,05	55,1	0,010	5,5	1,00	2,4
209	-19,26	-19,31	0,86	0,05	78,2	0,010	7,8	1,00	3,4
210	-19,31	-19,36	0,86	0,05	90,5	0,010	9,0	1,00	3,9
211	-19,36	-19,46	0,86	0,10	100,9	0,010	10,1	1,00	8,7
212	-19,46	-19,56	0,86	0,10	100,2	0,010	10,0	1,00	8,6
213	-19,56	-19,66	0,86	0,10	90,4	0,010	9,0	1,00	7,8

paalschachtwrijving per sector vlgs NEN-EN1997-1 art. 7.6.2.3 (10) i)

sector	van m	tot m	O_s m	h_i m	$p_{r;max;schacht}$ kN/m ²	α_s -	$q_{c;z;a}$ N/mm ²	$f_{reductie}$ -	$R_{s;cal;i}$ kN
214	-19,66	-19,81	0,86	0,15	81,5	0,010	8,2	1,00	10,5
215	-19,81	-19,86	0,86	0,05	69,5	0,010	7,0	1,00	3,0
216	-19,86	-19,91	0,86	0,05	62,0	0,010	6,2	1,00	2,7
217	-19,91	-20,01	0,86	0,10	50,1	0,010	5,0	1,00	4,3
218	-20,01	-20,06	0,86	0,05	68,1	0,010	6,8	1,00	2,9
219	-20,06	-20,11	0,86	0,05	75,6	0,010	7,6	1,00	3,2
220	-20,11	-20,31	0,86	0,14	78,5	0,010	7,9	1,00	9,1
									$R_{s;cal}$ 315,0

negatieve kleef per sector vlgs NEN-EN1997-1 art. 7.3.2.2 (7) d)

sector	van m	tot m	O_s m	h_i m	K_o -	δ_i °	$\sigma_{v(i-1)}$ N/mm ²	$\sigma_{v(i)}$ N/mm ²	$f_{reductie}$ -	$F_{nk;d}$ kN
1	-1,66	-1,76	0,86	0,10	0,39	28,1	0,0	1,9	1,00	0,0
2	-1,76	-1,81	0,86	0,04	0,54	20,6	1,9	2,8	1,00	0,0
3	-1,81	-1,86	0,86	0,05	0,54	20,6	2,8	3,9	1,00	0,0
4	-1,86	-1,96	0,86	0,10	0,58	18,8	3,9	5,7	1,00	0,1
5	-1,96	-2,01	0,86	0,05	0,55	20,3	5,7	6,6	1,00	0,1
6	-2,01	-2,06	0,86	0,05	0,50	22,5	6,6	7,5	1,00	0,1
7	-2,06	-2,11	0,86	0,05	0,46	24,4	7,5	8,4	1,00	0,1
8	-2,11	-2,21	0,86	0,10	0,43	26,3	8,4	10,4	1,00	0,2
9	-2,21	-2,26	0,86	0,05	0,50	22,5	10,4	11,3	1,00	0,1
10	-2,26	-2,31	0,86	0,05	0,55	20,3	11,3	12,2	1,00	0,1
11	-2,31	-2,36	0,86	0,05	0,54	20,6	12,2	13,2	1,00	0,1
12	-2,36	-2,41	0,86	0,05	0,46	24,4	13,2	14,2	1,00	0,1
13	-2,41	-2,51	0,86	0,10	0,43	26,3	14,2	16,2	1,00	0,3
14	-2,51	-2,56	0,86	0,05	0,50	22,5	16,2	17,1	1,00	0,2
15	-2,56	-2,61	0,86	0,05	0,50	22,5	17,1	17,9	1,00	0,2
16	-2,61	-2,66	0,86	0,05	0,55	20,3	17,9	18,8	1,00	0,2
17	-2,66	-2,71	0,86	0,05	0,46	24,4	18,8	19,7	1,00	0,2
18	-2,71	-2,76	0,86	0,05	0,46	24,4	19,7	20,7	1,00	0,2
19	-2,76	-2,86	0,86	0,10	0,50	22,5	20,7	22,5	1,00	0,5
20	-2,86	-2,96	0,86	0,10	0,46	24,4	22,5	24,3	1,00	0,5
21	-2,96	-3,01	0,86	0,05	0,55	20,3	24,3	25,2	1,00	0,3
22	-3,01	-3,06	0,86	0,05	0,54	20,6	25,2	26,2	1,00	0,3
23	-3,06	-3,11	0,86	0,05	0,70	13,1	26,2	27,1	1,00	0,3
24	-3,11	-3,21	0,86	0,10	0,74	11,3	27,1	28,6	1,00	0,6
25	-3,21	-3,31	0,86	0,10	0,70	13,1	28,6	30,5	1,00	0,6
26	-3,31	-3,36	0,86	0,05	0,70	13,1	30,5	31,3	1,00	0,3
27	-3,36	-3,46	0,86	0,10	0,70	13,1	31,3	32,7	1,00	0,7
28	-3,46	-3,66	0,86	0,20	0,74	11,3	32,7	35,7	1,00	1,5
29	-3,66	-3,76	0,86	0,10	0,74	11,3	35,7	37,0	1,00	0,7
30	-3,76	-3,81	0,86	0,05	0,74	11,3	37,0	37,8	1,00	0,4
31	-3,81	-3,86	0,86	0,05	0,62	16,9	37,8	38,8	1,00	0,4
32	-3,86	-3,91	0,86	0,05	0,70	13,1	38,8	39,7	1,00	0,4
33	-3,91	-3,96	0,86	0,05	0,74	11,3	39,7	40,5	1,00	0,4
34	-3,96	-4,46	0,86	0,20	0,74	11,3	40,5	43,2	1,00	1,8
34	-3,96	-4,46	0,86	0,29	0,74	11,3	43,2	44,1	1,00	2,8
35	-4,46	-4,76	0,86	0,30	0,74	11,3	44,1	44,7	1,00	2,9
36	-4,76	-4,81	0,86	0,05	0,74	11,3	44,7	44,8	1,00	0,5
37	-4,81	-4,86	0,86	0,05	0,74	11,3	44,8	44,9	1,00	0,5
38	-4,86	-4,96	0,86	0,10	0,74	11,3	44,9	45,2	1,00	1,0
39	-4,96	-6,36	0,86	1,40	0,74	11,3	45,2	52,2	1,00	14,6
40	-6,36	-6,86	0,86	0,50	0,70	13,1	52,2	54,2	1,00	5,7
41	-6,86	-6,91	0,86	0,05	0,70	13,1	54,2	54,6	1,00	0,6
42	-6,91	-6,96	0,86	0,05	0,70	13,1	54,6	54,8	1,00	0,6
43	-6,96	-7,01	0,86	0,05	0,62	16,9	54,8	55,0	1,00	0,6
44	-7,01	-7,06	0,86	0,05	0,70	13,1	55,0	55,3	1,00	0,6
45	-7,06	-7,11	0,86	0,05	0,70	13,1	55,3	55,6	1,00	0,6
46	-7,11	-7,26	0,86	0,15	0,70	13,1	55,6	56,6	1,00	1,8

negatieve kleef per sector vlgs NEN-EN1997-1 art. 7.3.2.2 (7) d)

sector	van m	tot m	O_s m	h_i m	K_o -	δ_i °	$\sigma_{v(i-1)}$ N/mm ²	$\sigma_{v(i)}$ N/mm ²	$f_{reductie}$ -	$F_{nk;d}$ kN
47	-7,26	-7,31	0,86	0,05	0,70	13,1	56,6	57,0	1,00	0,6
48	-7,31	-7,36	0,86	0,05	0,62	16,9	57,0	57,3	1,00	0,6
49	-7,36	-7,41	0,86	0,05	0,70	13,1	57,3	57,7	1,00	0,6
50	-7,41	-7,46	0,86	0,05	0,70	13,1	57,7	58,1	1,00	0,6
51	-7,46	-7,51	0,86	0,05	0,70	13,1	58,1	58,5	1,00	0,6
52	-7,51	-7,61	0,86	0,10	0,70	13,1	58,5	59,2	1,00	1,3
53	-7,61	-7,66	0,86	0,05	0,70	13,1	59,2	59,7	1,00	0,6
54	-7,66	-7,71	0,86	0,05	0,54	20,6	59,7	60,2	1,00	0,6
55	-7,71	-7,76	0,86	0,05	0,62	16,9	60,2	60,7	1,00	0,6
56	-7,76	-7,81	0,86	0,05	0,70	13,1	60,7	61,1	1,00	0,7
57	-7,81	-7,86	0,86	0,05	0,70	13,1	61,1	61,5	1,00	0,7
58	-7,86	-7,91	0,86	0,05	0,54	20,6	61,5	62,0	1,00	0,7
59	-7,91	-7,96	0,86	0,05	0,70	13,1	62,0	62,4	1,00	0,7
60	-7,96	-8,06	0,86	0,10	0,54	20,6	62,4	63,3	1,00	1,3
61	-8,06	-8,11	0,86	0,05	0,70	13,1	63,3	63,7	1,00	0,7
62	-8,11	-8,16	0,86	0,05	0,54	20,6	63,7	64,1	1,00	0,7
63	-8,16	-8,21	0,86	0,05	0,70	13,1	64,1	64,5	1,00	0,7
64	-8,21	-8,26	0,86	0,05	0,70	13,1	64,5	64,9	1,00	0,7
65	-8,26	-8,31	0,86	0,05	0,62	16,9	64,9	65,3	1,00	0,7
66	-8,31	-8,36	0,86	0,05	0,70	13,1	65,3	65,7	1,00	0,7
67	-8,36	-8,41	0,86	0,05	0,70	13,1	65,7	66,1	1,00	0,7
68	-8,41	-8,46	0,86	0,05	0,54	20,6	66,1	66,5	1,00	0,7
69	-8,46	-8,56	0,86	0,10	0,58	18,8	66,5	67,5	1,00	1,4
70	-8,56	-8,61	0,86	0,05	0,70	13,1	67,5	68,0	1,00	0,7
71	-8,61	-8,66	0,86	0,05	0,70	13,1	68,0	68,3	1,00	0,7
72	-8,66	-8,71	0,86	0,05	0,62	16,9	68,3	68,8	1,00	0,7
73	-8,71	-8,76	0,86	0,05	0,70	13,1	68,8	69,3	1,00	0,7
74	-8,76	-8,81	0,86	0,05	0,54	20,6	69,3	69,8	1,00	0,7
75	-8,81	-8,86	0,86	0,05	0,54	20,6	69,8	70,3	1,00	0,8
76	-8,86	-8,91	0,86	0,05	0,70	13,1	70,3	70,8	1,00	0,8
77	-8,91	-8,96	0,86	0,05	0,62	16,9	70,8	71,0	1,00	0,8
78	-8,96	-9,01	0,86	0,05	0,54	20,6	71,0	71,6	1,00	0,8
79	-9,01	-9,06	0,86	0,05	0,54	20,6	71,6	72,1	1,00	0,8
80	-9,06	-9,16	0,86	0,10	0,70	13,1	72,1	73,0	1,00	1,6
81	-9,16	-9,21	0,86	0,05	0,70	13,1	73,0	73,2	1,00	0,8
82	-9,21	-9,36	0,86	0,15	0,70	13,1	73,2	74,5	1,00	2,4
83	-9,36	-9,41	0,86	0,05	0,70	13,1	74,5	74,9	1,00	0,8
84	-9,41	-9,46	0,86	0,05	0,54	20,6	74,9	75,3	1,00	0,8
85	-9,46	-9,51	0,86	0,05	0,58	18,8	75,3	75,8	1,00	0,8
86	-9,51	-9,56	0,86	0,05	0,54	20,6	75,8	76,4	1,00	0,8
87	-9,56	-9,61	0,86	0,05	0,70	13,1	76,4	76,8	1,00	0,8
88	-9,61	-9,71	0,86	0,10	0,74	11,3	76,8	77,3	1,00	1,7
89	-9,71	-9,91	0,86	0,20	0,70	13,1	77,3	78,7	1,00	3,3
90	-9,91	-10,01	0,86	0,10	0,74	11,3	78,7	79,2	1,00	1,7
91	-10,01	-10,06	0,86	0,05	0,70	13,1	79,2	79,7	1,00	0,9
92	-10,06	-10,11	0,86	0,05	0,62	16,9	79,7	79,9	1,00	0,9
93	-10,11	-10,16	0,86	0,05	0,62	16,9	79,9	80,3	1,00	0,9
94	-10,16	-10,21	0,86	0,05	0,54	20,6	80,3	80,9	1,00	0,9
95	-10,21	-10,31	0,86	0,10	0,58	18,8	80,9	81,9	1,00	1,7
96	-10,31	-10,36	0,86	0,05	0,70	13,1	81,9	82,3	1,00	0,9
97	-10,36	-10,41	0,86	0,05	0,62	16,9	82,3	82,6	1,00	0,9
98	-10,41	-10,46	0,86	0,05	0,58	18,8	82,6	83,1	1,00	0,9
99	-10,46	-10,51	0,86	0,05	0,54	20,6	83,1	83,5	1,00	0,9
100	-10,51	-10,56	0,86	0,05	0,70	13,1	83,5	83,7	1,00	0,9
101	-10,56	-10,66	0,86	0,10	0,74	11,3	83,7	84,2	1,00	1,8
102	-10,66	-10,71	0,86	0,05	0,70	13,1	84,2	84,6	1,00	0,9
103	-10,71	-10,76	0,86	0,05	0,70	13,1	84,6	85,0	1,00	0,9
104	-10,76	-10,81	0,86	0,05	0,70	13,1	85,0	85,4	1,00	0,9
105	-10,81	-10,86	0,86	0,05	0,70	13,1	85,4	85,6	1,00	0,9
106	-10,86	-10,96	0,86	0,10	0,70	13,1	85,6	86,3	1,00	1,8
107	-10,96	-11,01	0,86	0,05	0,70	13,1	86,3	86,7	1,00	0,9

negatieve kleef per sector vlgs NEN-EN1997-1 art. 7.3.2.2 (7) d)

sector	van m	tot m	O_s m	h_i m	K_o -	δ_i °	$\sigma_{v(i-1)}$ N/mm ²	$\sigma_{v(i)}$ N/mm ²	$f_{reductie}$ -	$F_{nk;d}$ kN
108	-11,01	-11,06	0,86	0,05	0,70	13,1	86,7	86,9	1,00	0,9
109	-11,06	-11,11	0,86	0,05	0,74	11,3	86,9	87,2	1,00	0,9
110	-11,11	-11,31	0,86	0,20	0,70	13,1	87,2	88,0	1,00	3,8
111	-11,31	-11,36	0,86	0,05	0,70	13,1	88,0	88,4	1,00	0,9
112	-11,36	-11,46	0,86	0,10	0,70	13,1	88,4	88,8	1,00	1,9
113	-11,46	-11,51	0,86	0,05	0,70	13,1	88,8	89,3	1,00	1,0
114	-11,51	-11,56	0,86	0,05	0,70	13,1	89,3	89,5	1,00	1,0
115	-11,56	-11,61	0,86	0,05	0,74	11,3	89,5	89,7	1,00	1,0
116	-11,61	-11,66	0,86	0,05	0,70	13,1	89,7	90,1	1,00	1,0
117	-11,66	-11,71	0,86	0,05	0,70	13,1	90,1	90,5	1,00	1,0
118	-11,71	-11,81	0,86	0,10	0,70	13,1	90,5	91,2	1,00	1,9
119	-11,81	-11,96	0,86	0,15	0,70	13,1	91,2	92,6	1,00	3,0
120	-11,96	-12,01	0,86	0,05	0,70	13,1	92,6	92,9	1,00	1,0
121	-12,01	-12,06	0,86	0,05	0,70	13,1	92,9	93,1	1,00	1,0
122	-12,06	-12,11	0,86	0,05	0,70	13,1	93,1	93,5	1,00	1,0
123	-12,11	-12,16	0,86	0,05	0,70	13,1	93,5	93,9	1,00	1,0
124	-12,16	-12,21	0,86	0,05	0,74	11,3	93,9	94,2	1,00	1,0
125	-12,21	-12,26	0,86	0,05	0,70	13,1	94,2	94,6	1,00	1,0
126	-12,26	-12,31	0,86	0,05	0,70	13,1	94,6	95,0	1,00	1,0
127	-12,31	-12,36	0,86	0,05	0,70	13,1	95,0	95,4	1,00	1,0
128	-12,36	-12,41	0,86	0,05	0,62	16,9	95,4	95,8	1,00	1,0
129	-12,41	-12,51	0,86	0,10	0,70	13,1	95,8	96,5	1,00	2,1
130	-12,51	-12,56	0,86	0,05	0,70	13,1	96,5	97,0	1,00	1,0
131	-12,56	-12,61	0,86	0,05	0,54	20,6	97,0	97,4	1,00	1,0
132	-12,61	-12,66	0,86	0,05	0,62	16,9	97,4	97,9	1,00	1,0
133	-12,66	-12,71	0,86	0,05	0,54	20,6	97,9	98,3	1,00	1,1
134	-12,71	-12,76	0,86	0,05	0,54	20,6	98,3	98,9	1,00	1,1
135	-12,76	-12,81	0,86	0,05	0,62	16,9	98,9	99,3	1,00	1,1
136	-12,81	-12,86	0,86	0,05	0,70	13,1	99,3	99,5	1,00	1,1
137	-12,86	-12,91	0,86	0,05	0,74	11,3	99,5	99,7	1,00	1,1
138	-12,91	-12,96	0,86	0,05	0,70	13,1	99,7	99,9	1,00	1,1
139	-12,96	-13,11	0,86	0,15	0,70	13,1	99,9	101,0	1,00	3,2
140	-13,11	-13,21	0,86	0,10	0,70	13,1	101,0	101,4	1,00	2,2
141	-13,21	-13,31	0,86	0,10	0,70	13,1	101,4	102,1	1,00	2,2
142	-13,31	-13,46	0,86	0,15	0,70	13,1	102,1	103,4	1,00	3,3
143	-13,46	-13,51	0,86	0,05	0,54	20,6	103,4	103,9	1,00	1,1
144	-13,51	-13,56	0,86	0,05	0,70	13,1	103,9	104,4	1,00	1,1
145	-13,56	-13,61	0,86	0,05	0,70	13,1	104,4	104,6	1,00	1,1
146	-13,61	-13,66	0,86	0,05	0,74	11,3	104,6	104,8	1,00	1,1
147	-13,66	-13,71	0,86	0,05	0,70	13,1	104,8	105,0	1,00	1,1
148	-13,71	-13,76	0,86	0,05	0,70	13,1	105,0	105,5	1,00	1,1
149	-13,76	-13,86	0,86	0,10	0,54	20,6	105,5	106,6	1,00	2,3
150	-13,86	-13,96	0,86	0,10	0,70	13,1	106,6	107,5	1,00	2,3
151	-13,96	-14,01	0,86	0,05	0,54	20,6	107,5	108,0	1,00	1,2
152	-14,01	-14,06	0,86	0,05	0,54	20,6	108,0	108,5	1,00	1,2
153	-14,06	-14,16	0,86	0,10	0,62	16,9	108,5	109,5	1,00	2,3
154	-14,16	-14,21	0,86	0,05	0,54	20,6	109,5	110,0	1,00	1,2
155	-14,21	-14,26	0,86	0,05	0,62	16,9	110,0	110,4	1,00	1,2
156	-14,26	-14,41	0,86	0,15	0,58	18,8	110,4	111,9	1,00	3,6
157	-14,41	-14,46	0,86	0,05	0,54	20,6	111,9	112,3	1,00	1,2
158	-14,46	-14,51	0,86	0,05	0,62	16,9	112,3	112,5	1,00	1,2
159	-14,51	-14,71	0,86	0,20	0,58	18,8	112,5	114,5	1,00	4,9
160	-14,71	-14,76	0,86	0,05	0,50	22,5	114,5	115,0	1,00	1,2
161	-14,76	-14,96	0,86	0,20	0,50	22,5	115,0	117,0	1,00	5,0
162	-14,96	-15,01	0,86	0,04	0,43	26,3	117,0	117,5	1,00	1,0

F_{nk;d} 188,93

grenstoestand 1A

$R_{b,ki} + R_{s,ki}$	361,4 + 315,0	676,4 kN
$R_{c,k}$	$1 / 1,39 * 676,4$	486,6 kN
$R_{c,cal}$	$486,6 / 1,20$	405,5 kN
$F_{c,tot}$	(NEN-EN1997-1 art. 7.3.2.2)	200,0 kN
$F_{c,tot} \leq R_{c,cal}$	grenstoestand 1A voldoet	

grenstoestand 1B

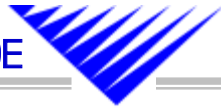
$R_{b,cal}$		200,1 kN	
$R_{s,cal}$		188,9 kN	
$F_{c,tot}$	$R_{b,cal} + R_{s,cal}$	$200,0 + 1,0 * 188,9$	388,9 kN
F_{gem}	$(388,9 * 18,6 + 0,50 * (388,9 + 200,1) * 0,0) / 18,6$		388,9 kN
S_b	(NEN-EN1997-1 art. 7.6.4.2 (4) i))		20,8 mm
S_{el}	$18,6 * 388,9 / (0,0585 * 20E+06) * 1000$		6,2 mm
S_1	(NEN-EN1997-1 art. 7.6.4.2 (4) h))	$20,8 + 6,2$	27,0 mm
S_2	(NEN-EN1997-1 art. 7.6.4.2 (4) k))		0,0 mm
S	(NEN-EN1997-1 art. 7.6.4.2 (4) a))	$27,0 + 0,0$	27,0 mm
minimaal in rekening brengen (NEN-EN1997-1 art. 7.6.4.2 (4) d))			9,0 mm

grenstoestand 2

$\gamma_{m,grond}$		1.00 -	
$R_{b,cal}$		150,7 kN	
$R_{s,cal}$		192,1 kN	
$F_{c,tot}$		342,8 kN	
S_b	(NEN-EN1997-1 art. 7.6.4.2 (4) i))		5,3 mm
S_{el}	$18,6 * 342,8 / (0,0585 * 20E+06) * 1000$		5,4 mm
S_1	(NEN-EN1997-1 art. 7.6.4.2 (4) h))	$5,3 + 5,4$	10,7 mm
S_2	(NEN-EN1997-1 art. 7.6.4.2 (4) k))		0,0 mm
S	(NEN-EN1997-1 art. 7.6.4.2 (4) a))	$10,7 + 0,0$	10,7 mm

Opmerkingen

- reductiefactor puntweerstand ivm met OCR-waarde = 1,00
- conusweerstand afgesneden tbv paalschachtwrijving



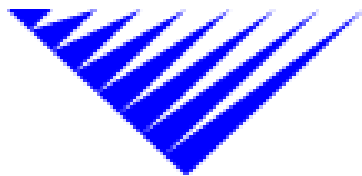
Bijlage 2. Berekening horizontaal belaste paal middels D-Sheet Piling



Rapport voor D-Sheet Piling 9.3

Ontwerp van Damwanden

Ontwikkeld door Deltares



Bedrijfsnaam: HFC Weijde [Geo]Advies & Expertise

Datum van rapport: 12-5-2014

Tijd van rapport: 17:33:24

Datum van berekening: 12-5-2014

Tijd van berekening: 17:32:13

Bestandsnaam: \.\weijde\documents\W2014.174 Halfweg -Zuiderweg -Brug 155\UGT

Projectbeschrijving: Halfweg -Zuiderweg -Houtrakpolder -Brug 155
Paalkop rotatie = vrij, translatie = vrij
UGT



1 Inhoudsopgave

1 Inhoudsopgave	2
2 Overzicht	3
2.1 Overzicht van de Maxima	3
3 Invoergegevens	4
3.1 Algemene Invoergegevens	4
3.2 Paaleigenschappen	4
3.3 Overzicht	4
3.4 Horizontale Krachten	5
3.5 Waterniveau	5
3.6 Maaiveld	5
3.7 Eigenschappen van de grondmaterialen	5
3.8 Eigenschappen van de grondmaterialen berekend met Brinch Hansen	6
3.9 Beddingsconstanten	6
4 Berekeningsresultaten	7
4.1 Grafieken van Momenten, Krachten en Verplaatsingen	7
4.2 Momenten, Krachten en Verplaatsingen	7
4.3 Spanningen	8



2 Overzicht

2.1 Overzicht van de Maxima

Verplaatsing [mm]	Moment [kNm]	Dwarskracht [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. weerstand [%]
40,0	-31,4	-20,0	0,0	1,2



3 Invoergegevens

3.1 Algemene Invoergegevens

Model
Soortelijk gewicht van water
Enkele paal; Paal belast door krachten
9,81 kN/m³

3.2 Paaleigenschappen

Lengte
Bovenkant
Aantal secties
17,65 m
-2,60 m
1

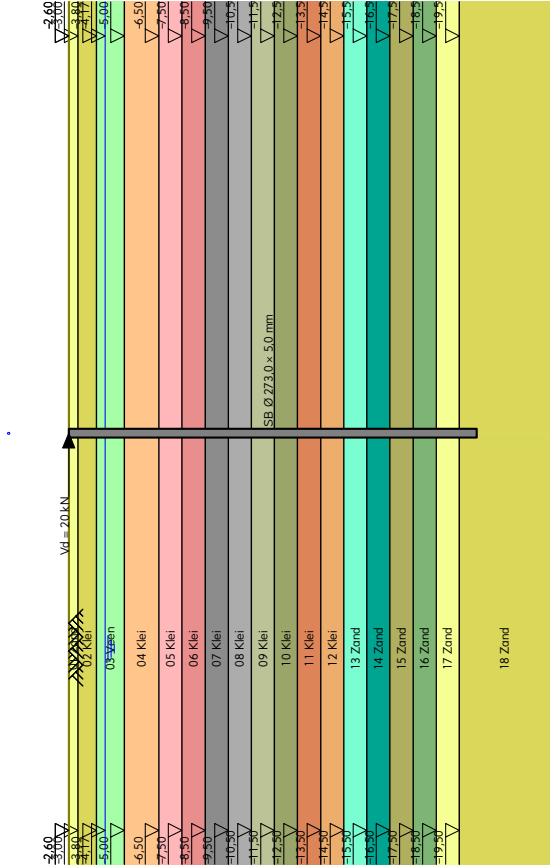
Snede naam	Van [m]	Tot [m]	Stijfheid EI [kNm ²]	Diameter [m]	Maximum moment [kNm]
SB Ø 273,0 × 5,...	-20,25	-2,60	8,1910E+03	0,27	0,00

Snede naam	Van [m]	Tot [m]	Red. factor EI [–]	Red. factor max. moment [–]	Toelichting op reductiefactor
SB Ø 273,0 × 5,...	-20,25	-2,60	1,00	1,00	

Snede naam	Van [m]	Tot [m]	Gecorrig. stijfheid EI [kNm ²]	Gecorrig. max. moment [kNm]
SB Ø 273,0 × 5,...	-20,25	-2,60	8,1910E+03	0,00

3.3 Overzicht

Overzicht





3.4 Horizontale Krachten

Naam	Niveau [m]	Belasting [kN]
Vd = 20 kN	-2,60	20,00

3.5 Waterniveau

Freatisch niveau: -4,17 [m]

3.6 Maaiveld

Maaiveldniveau: -2,60 [m]

3.7 Eigenschappen van de grondmaterialen

Laag naam	Niveau [m]	Volumegewicht		Cohesie [kN/m ²]	Wrijvingshoek phi [grad]	Brinch Hansen gebruikt
		Onverz. [kN/m ³]	Verz. [kN/m ³]			
01 Zand	-2,60	17,00	19,00	0,00	30,00	Nee
02 Klei	-3,00	13,00	13,00	0,00	15,00	Nee
03 Veen	-3,80	11,00	12,00	0,00	15,00	Nee
04 Klei	-5,00	13,00	13,00	0,00	15,00	Nee
05 Klei	-6,50	15,00	15,00	0,00	17,50	Nee
06 Klei	-7,50	15,00	15,00	0,00	17,50	Nee
07 Klei	-8,50	15,00	15,00	0,00	17,50	Nee
08 Klei	-9,50	15,00	15,00	0,00	17,50	Nee
09 Klei	-10,50	15,00	15,00	0,00	17,50	Nee
10 Klei	-11,50	15,00	15,00	0,00	17,50	Nee
11 Klei	-12,50	15,00	15,00	0,00	17,50	Nee
12 Klei	-13,50	15,00	15,00	0,00	17,50	Nee
13 Zand	-14,50	18,00	20,00	0,00	30,00	Nee
14 Zand	-15,50	18,00	20,00	0,00	30,00	Nee
15 Zand	-16,50	18,00	20,00	0,00	30,00	Nee
16 Zand	-17,50	18,00	20,00	0,00	30,00	Nee
17 Zand	-18,50	18,00	20,00	0,00	30,00	Nee
18 Zand	-19,50	18,00	20,00	0,00	30,00	Nee

Laag naam	Niveau [m]	Gronddrukcoëfficiënten			Wateroverspanning	
		Actief [t]	Neutraal [t]	Passief [t]	Boven [kN/m ²]	Onder [kN/m ²]
01 Zand	-2,60	0,00	0,00	3,75	0,00	0,00
02 Klei	-3,00	0,00	0,00	1,53	0,00	0,00
03 Veen	-3,80	0,00	0,00	1,91	0,00	0,00
04 Klei	-5,00	0,00	0,00	3,11	0,00	0,00
05 Klei	-6,50	0,00	0,00	5,24	0,00	0,00
06 Klei	-7,50	0,00	0,00	5,43	0,00	0,00
07 Klei	-8,50	0,00	0,00	5,58	0,00	0,00
08 Klei	-9,50	0,00	0,00	5,69	0,00	0,00
09 Klei	-10,50	0,00	0,00	5,78	0,00	0,00
10 Klei	-11,50	0,00	0,00	5,85	0,00	0,00
11 Klei	-12,50	0,00	0,00	5,91	0,00	0,00
12 Klei	-13,50	0,00	0,00	5,97	0,00	0,00
13 Zand	-14,50	0,00	0,00	12,07	0,00	0,00
14 Zand	-15,50	0,00	0,00	12,19	0,00	0,00
15 Zand	-16,50	0,00	0,00	12,30	0,00	0,00
16 Zand	-17,50	0,00	0,00	12,39	0,00	0,00
17 Zand	-18,50	0,00	0,00	12,47	0,00	0,00
18 Zand	-19,50	0,00	0,00	12,54	0,00	0,00



3.8 Eigenschappen van de grondmaterialen berekend met Brinch Hansen

Laag naam	Niveau [m]	Fictieve cohesie [kN/m ²]
01 Zand	-2,60	n.a.
02 Klei	-3,00	n.a.
03 Veen	-3,80	n.a.
04 Klei	-5,00	n.a.
05 Klei	-6,50	n.a.
06 Klei	-7,50	n.a.
07 Klei	-8,50	n.a.
08 Klei	-9,50	n.a.
09 Klei	-10,50	n.a.
10 Klei	-11,50	n.a.
11 Klei	-12,50	n.a.
12 Klei	-13,50	n.a.
13 Zand	-14,50	n.a.
14 Zand	-15,50	n.a.
15 Zand	-16,50	n.a.
16 Zand	-17,50	n.a.
17 Zand	-18,50	n.a.
18 Zand	-19,50	n.a.

3.9 Beddingsconstanten

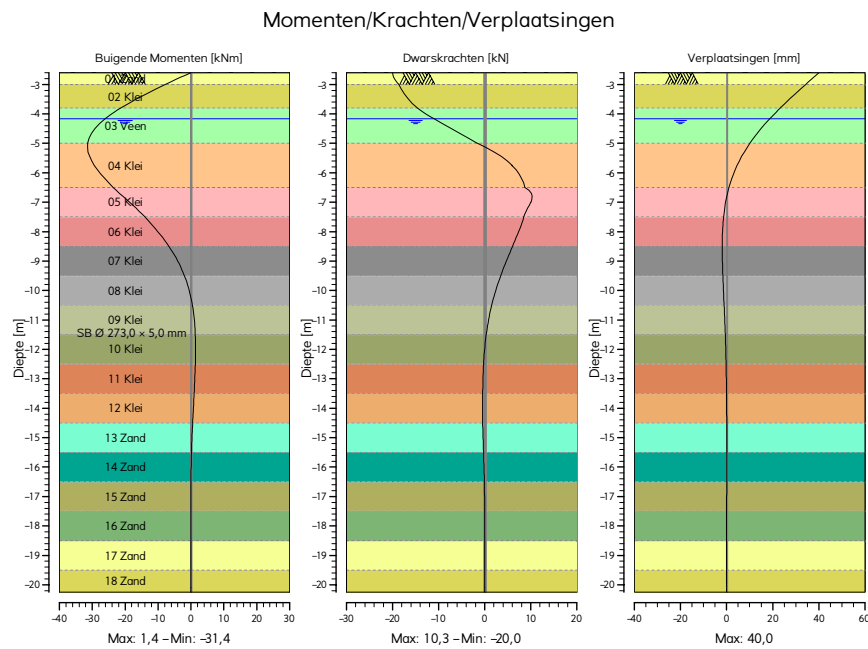
Laag naam	Niveau [m]	Menard gebruikt	E-Mod Menard [kN/m ²]	Grondtype Menard	Tak 1	
					Boven [kN/m ³]	Onder [kN/m ³]
01 Zand	-2,60	Nee	n.a.	n.a.	6396,00	6396,00
02 Klei	-3,00	Nee	n.a.	n.a.	5473,00	5473,00
03 Veen	-3,80	Nee	n.a.	n.a.	3712,00	3712,00
04 Klei	-5,00	Nee	n.a.	n.a.	5224,00	5224,00
05 Klei	-6,50	Nee	n.a.	n.a.	42463,00	4246,00
06 Klei	-7,50	Nee	n.a.	n.a.	5307,00	5307,00
07 Klei	-8,50	Nee	n.a.	n.a.	5307,00	5307,00
08 Klei	-9,50	Nee	n.a.	n.a.	5307,00	5307,00
09 Klei	-10,50	Nee	n.a.	n.a.	5307,00	5307,00
10 Klei	-11,50	Nee	n.a.	n.a.	5307,00	5307,00
11 Klei	-12,50	Nee	n.a.	n.a.	5307,00	5307,00
12 Klei	-13,50	Nee	n.a.	n.a.	10614,00	10614,00
13 Zand	-14,50	Nee	n.a.	n.a.	20787,00	20787,00
14 Zand	-15,50	Nee	n.a.	n.a.	25584,00	25584,00
15 Zand	-16,50	Nee	n.a.	n.a.	15990,00	15990,00
16 Zand	-17,50	Nee	n.a.	n.a.	19188,00	19188,00
17 Zand	-18,50	Nee	n.a.	n.a.	22386,00	22386,00
18 Zand	-19,50	Nee	n.a.	n.a.	25584,00	25584,00



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	-2,60	0,0	-20,0	40,0
1	-3,00	-7,8	-18,6	34,2
2	-3,00	-7,8	-18,6	34,2
2	-3,80	-21,4	-14,7	23,3
3	-3,80	-21,4	-14,7	23,3
3	-4,17	-26,1	-11,0	18,7
4	-4,17	-26,1	-11,0	18,7
4	-5,00	-31,4	-1,6	10,1
5	-5,00	-31,4	-1,6	10,1
5	-5,75	-29,4	6,0	4,6
6	-5,75	-29,4	5,9	4,6
6	-6,50	-23,6	8,7	1,0
7	-6,50	-23,6	8,7	1,0
7	-7,00	-18,6	10,0	-0,4
8	-7,00	-18,6	10,0	-0,4
8	-7,50	-14,0	8,5	-1,3
9	-7,50	-14,0	8,5	-1,3
9	-8,00	-10,1	7,4	-1,8



Segment nummer	Niveau [m]	Moment [kNm]	Dwarskracht [kN]	Verplaatsing [mm]
10	-8,00	-10,1	7,4	-1,8
10	-8,50	-6,7	6,0	-1,9
11	-8,50	-6,7	6,0	-1,9
11	-9,00	-4,0	4,7	-1,8
12	-9,00	-4,0	4,7	-1,8
12	-9,50	-2,0	3,5	-1,6
13	-9,50	-2,0	3,5	-1,6
13	-10,00	-0,5	2,4	-1,4
14	-10,00	-0,5	2,4	-1,4
14	-10,50	0,4	1,5	-1,1
15	-10,50	0,4	1,5	-1,1
15	-11,00	1,0	0,8	-0,8
16	-11,00	1,0	0,8	-0,8
16	-11,50	1,3	0,3	-0,6
17	-11,50	1,3	0,3	-0,6
17	-12,00	1,4	0,0	-0,4
18	-12,00	1,4	0,0	-0,4
18	-12,50	1,3	-0,2	-0,2
19	-12,50	1,3	-0,2	-0,2
19	-13,00	1,2	-0,4	-0,1
20	-13,00	1,2	-0,4	-0,1
20	-13,50	1,0	-0,4	0,0
21	-13,50	1,0	-0,4	0,0
21	-14,00	0,7	-0,5	0,0
22	-14,00	0,7	-0,5	0,0
22	-14,50	0,5	-0,4	0,0
23	-14,50	0,5	-0,4	0,0
23	-15,00	0,3	-0,4	0,0
24	-15,00	0,3	-0,4	0,0
24	-15,50	0,2	-0,3	0,0
25	-15,50	0,2	-0,3	0,0
25	-16,00	0,1	-0,2	0,0
26	-16,00	0,1	-0,2	0,0
26	-16,50	0,0	-0,1	0,0
27	-16,50	0,0	-0,1	0,0
27	-17,00	0,0	0,0	0,0
28	-17,00	0,0	0,0	0,0
28	-17,50	0,0	0,0	0,0
29	-17,50	0,0	0,0	0,0
29	-18,00	0,0	0,0	0,0
30	-18,00	0,0	0,0	0,0
30	-18,50	0,0	0,0	0,0
31	-18,50	0,0	0,0	0,0
31	-19,00	0,0	0,0	0,0
32	-19,00	0,0	0,0	0,0
32	-19,50	0,0	0,0	0,0
33	-19,50	0,0	0,0	0,0
33	-20,25	0,0	0,0	0,0
Max		-31,4	-20,0	40,0
Max incl. tussenknopen		-31,4	-20,0	40,0

4.3 Spanningen

Knoop nummer	Niveau [m]	Links				Rechts			
		Eff. spanning [kN/m²]	Water span. [kN/m²]	Stat* A	Mob* [%]	Eff. spanning [kN/m²]	Water span. [kN/m²]	Stat* P	Mob* [%]
1	-2,60	0,00	0,00	A		0,00	0,00	P	
1	-3,00	0,00	0,00	A		25,50	0,00	P	
2	-3,00	0,00	0,00	A		10,40	0,00	P	



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	-3,80	0,00	0,00	A		26,32	0,00	P	
3	-3,80	0,00	0,00	A		32,85	0,00	P	
3	-4,17	0,00	0,00	A		40,63	0,00	P	
4	-4,17	0,00	0,00	A		40,63	0,00	P	
4	-5,00	0,00	8,14	A		37,48	8,14	-	85
5	-5,00	0,00	8,14	A		52,75	8,14	-	73
5	-5,75	0,00	15,50	A		23,77	15,50	-	30
6	-5,75	0,00	15,50	A		23,77	15,50	-	30
6	-6,50	0,00	22,86	A		5,22	22,86	-	6
7	-6,50	0,00	22,86	A		42,41	22,86	-	29
7	-7,00	10,38	27,76	-	7	0,00	27,76	A	
8	-7,00	10,38	27,76	-	7	0,00	27,76	A	
8	-7,50	5,59	32,67	-	3	0,00	32,67	A	
9	-7,50	6,99	32,67	-	4	0,00	32,67	A	
9	-8,00	9,34	37,57	-	5	0,00	37,57	A	
10	-8,00	9,34	37,57	-	5	0,00	37,57	A	
10	-8,50	10,05	42,48	-	5	0,00	42,48	A	
11	-8,50	10,05	42,48	-	5	0,00	42,48	A	
11	-9,00	9,66	47,38	-	4	0,00	47,38	A	
12	-9,00	9,66	47,38	-	4	0,00	47,38	A	
12	-9,50	8,61	52,29	-	4	0,00	52,29	A	
13	-9,50	8,61	52,29	-	3	0,00	52,29	A	
13	-10,00	7,23	57,19	-	3	0,00	57,19	A	
14	-10,00	7,23	57,19	-	3	0,00	57,19	A	
14	-10,50	5,76	62,10	-	2	0,00	62,10	A	
15	-10,50	5,76	62,10	-	2	0,00	62,10	A	
15	-11,00	4,36	67,00	-	1	0,00	67,00	A	
16	-11,00	4,36	67,00	-	1	0,00	67,00	A	
16	-11,50	3,11	71,91	-	1	0,00	71,91	A	
17	-11,50	3,11	71,91	-	1	0,00	71,91	A	
17	-12,00	2,08	76,81	-	1	0,00	76,81	A	
18	-12,00	2,08	76,81	-	1	0,00	76,81	A	
18	-12,50	1,27	81,72	-		0,00	81,72	A	
19	-12,50	1,27	81,72	-		0,00	81,72	A	
19	-13,00	0,67	86,62	-		0,00	86,62	A	
20	-13,00	0,67	86,62	-		0,00	86,62	A	
20	-13,50	0,26	91,53	-		0,00	91,53	A	
21	-13,50	0,53	91,53	-		0,00	91,53	A	
21	-14,00	0,02	96,43	-		0,00	96,43	A	
22	-14,00	0,02	96,43	-		0,00	96,43	A	
22	-14,50	0,00	101,34	A		0,25	101,34	-	
23	-14,50	0,00	101,34	A		0,49	101,34	-	
23	-15,00	0,00	106,24	A		0,69	106,24	-	
24	-15,00	0,00	106,24	A		0,69	106,24	-	
24	-15,50	0,00	111,15	A		0,69	111,15	-	
25	-15,50	0,00	111,15	A		0,85	111,15	-	
25	-16,00	0,00	116,05	A		0,72	116,05	-	
26	-16,00	0,00	116,05	A		0,72	116,05	-	
26	-16,50	0,00	120,96	A		0,55	120,96	-	
27	-16,50	0,00	120,96	A		0,35	120,96	-	
27	-17,00	0,00	125,86	A		0,24	125,86	-	
28	-17,00	0,00	125,86	A		0,24	125,86	-	
28	-17,50	0,00	130,77	A		0,15	130,77	-	
29	-17,50	0,00	130,77	A		0,18	130,77	-	
29	-18,00	0,00	135,67	A		0,10	135,67	-	
30	-18,00	0,00	135,67	A		0,10	135,67	-	
30	-18,50	0,00	140,58	A		0,03	140,58	-	
31	-18,50	0,00	140,58	A		0,04	140,58	-	
31	-19,00	0,01	145,48	-		0,00	145,48	A	



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*
32	-19,00	0,01	145,48	-		0,00	145,48	A	
32	-19,50	0,05	150,39	-		0,00	150,39	A	
33	-19,50	0,06	150,39	-		0,00	150,39	A	
33	-20,25	0,12	157,74	-		0,00	157,74	A	

*

Stat

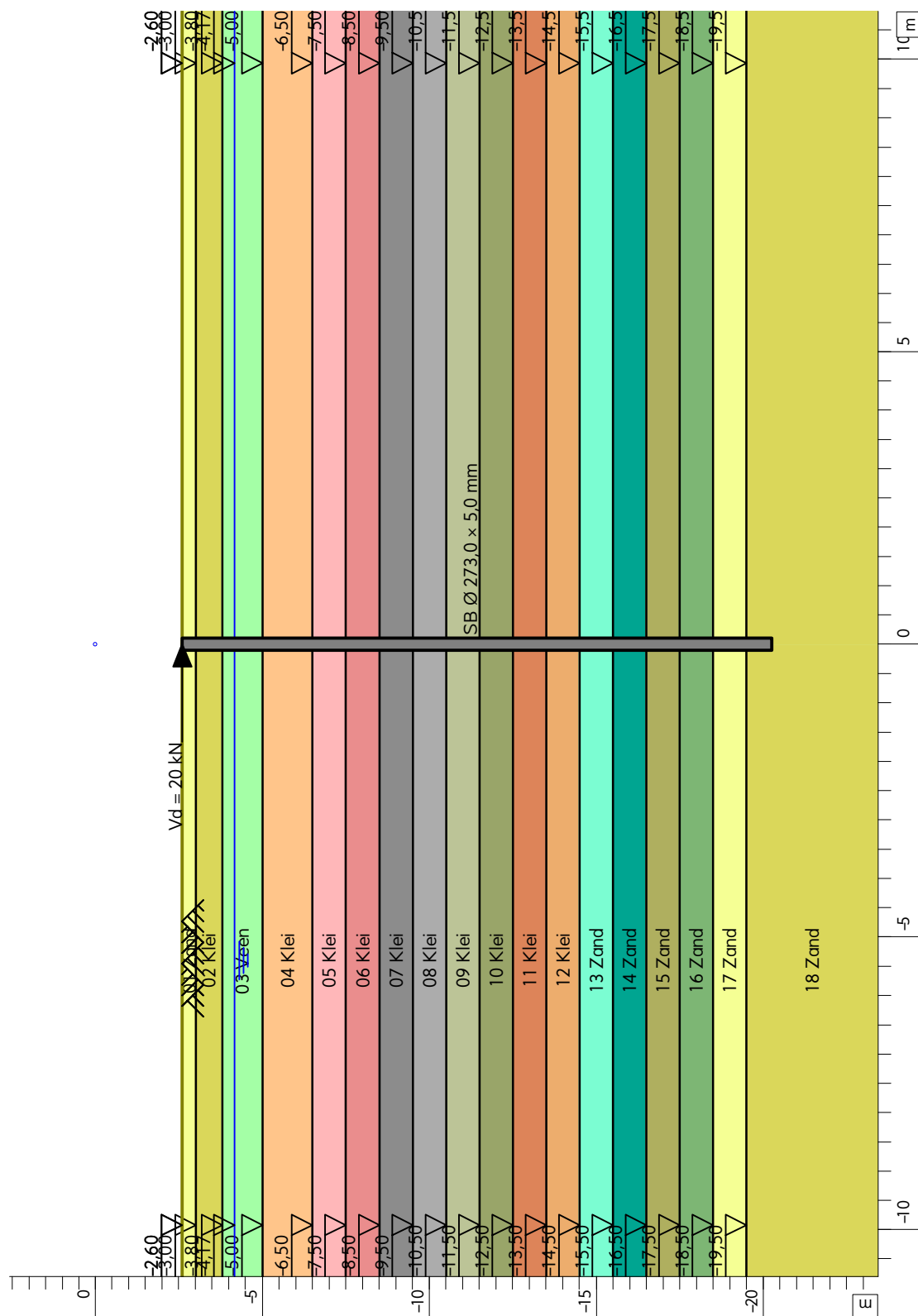
Status (A=actief, P=passief, Nummer is tak, 0 is ontlastend)

Mob

Percentage passief gemobiliseerd

Einde Rapport

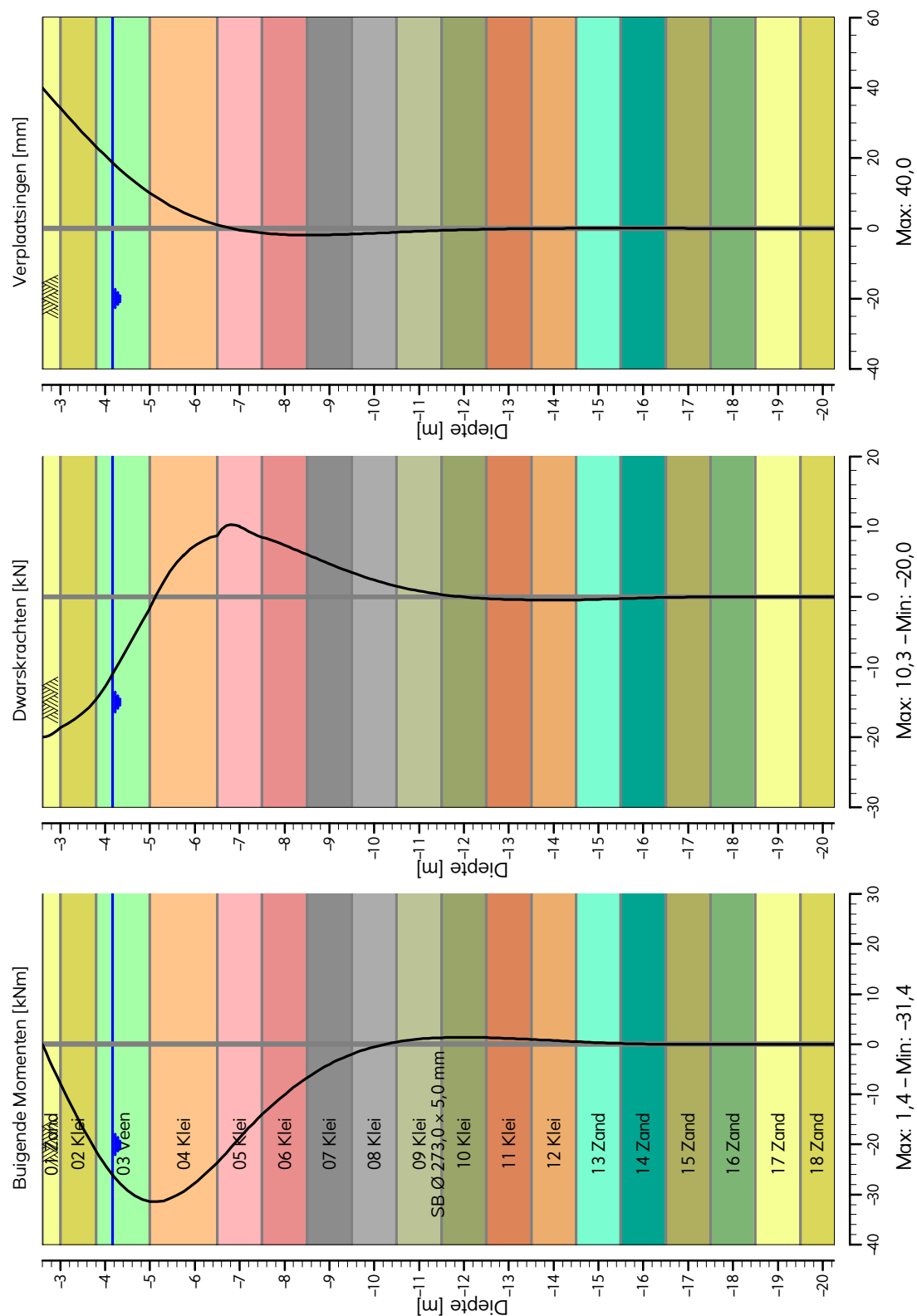
Overzicht



D-Sheet Piling 9.3 : UGT.shi

 Blikveldweg 9 1359 KA Almere Tel 036 -52 45 229 Fax	datum	get.
	12-5-2014	CW
	W2014.174	ctr.
Halfweg -Zuiderweg -Houtrakpolder -Brug 155 Paalkop rotatie = vrij, translatie = vrij	Bijl.	form.
UGT		A3

Momenten/Krachten/Verplaatsingen



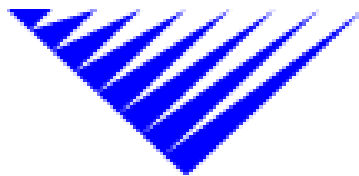
D-Sheet Piling 9.3 : UGT.shi

 Halfweg -Zuiderweg -Houtrakpolder -Brug 155 Paalkop rotatie = vrij, translatie = vrij UGT	Blickveldweg 9 1359 KA Almere	TELEPHONE 036 -52 45 229 TELEFAX	date 12-5-2014	drw. CW
			W2014.174	ctr.
				form. A3

Rapport voor D-Sheet Piling 9.3

Ontwerp van Damwanden

Ontwikkeld door Deltares



Bedrijfsnaam: HFC Weijde [Geo]Advies & Expertise

Datum van rapport: 12-5-2014

Tijd van rapport: 17:34:37

Datum van berekening: 12-5-2014

Tijd van berekening: 17:34:00

Bestandsnaam: \.\weijde\documents\W2014.174 Halfweg -Zuiderweg -Brug 155\BGT

Projectbeschrijving: Halfweg -Zuiderweg -Houtrakpolder -Brug 155

Paalkop rotatie = vrij, translatie = vrij

BGT



1 Inhoudsopgave

1 Inhoudsopgave	2
2 Overzicht	3
2.1 Overzicht van de Maxima	3
3 Invoergegevens	4
3.1 Algemene Invoergegevens	4
3.2 Paaleigenschappen	4
3.3 Overzicht	4
3.4 Horizontale Krachten	5
3.5 Waterniveau	5
3.6 Maaiveld	5
3.7 Eigenschappen van de grondmaterialen	5
3.8 Eigenschappen van de grondmaterialen berekend met Brinch Hansen	6
3.9 Beddingsconstanten	6
4 Berekeningsresultaten	7
4.1 Grafieken van Momenten, Krachten en Verplaatsingen	7
4.2 Momenten, Krachten en Verplaatsingen	7
4.3 Spanningen	8



2 Overzicht

2.1 Overzicht van de Maxima

Verplaatsing [mm]	Moment [kNm]	Dwarskracht [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. weerstand [%]
25,0	-21,0	-15,4	0,0	0,9



3 Invoergegevens

3.1 Algemene Invoergegevens

Model
Soortelijk gewicht van water

Enkele paal; Paal belast door krachten
9,81 kN/m³

3.2 Paaleigenschappen

Lengte 17,65 m
Bovenkant -2,60 m
Aantal secties 1

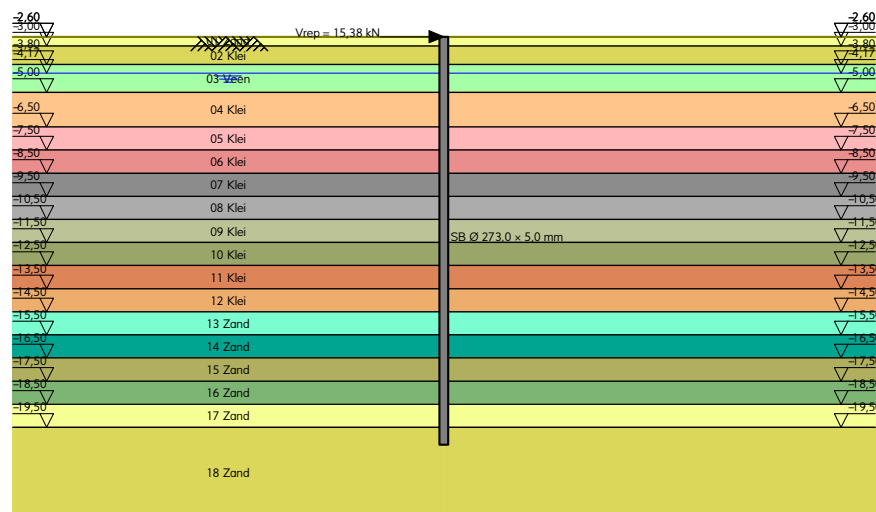
Snede naam	Van [m]	Tot [m]	Stijfheid EI [kNm ²]	Diameter [m]	Maximum moment [kNm]
SB Ø 273,0 × 5,...	-20,25	-2,60	8,1910E+03	0,27	0,00

Snede naam	Van [m]	Tot [m]	Red. factor EI [-]	Red. factor max. moment [-]	Toelichting op reductiefactor
SB Ø 273,0 × 5,...	-20,25	-2,60	1,00	1,00	

Snede naam	Van [m]	Tot [m]	Gecorrig. stijfheid EI [kNm ²]	Gecorrig. max. moment [kNm]
SB Ø 273,0 × 5,...	-20,25	-2,60	8,1910E+03	0,00

3.3 Overzicht

Overzicht





3.4 Horizontale Krachten

Naam	Niveau [m]	Belasting [kN]
Vrep = 15,38 kN	-2,60	15,38

3.5 Waterniveau

Freatisch niveau: -4,17 [m]

3.6 Maaiveld

Maaiveldniveau: -2,60 [m]

3.7 Eigenschappen van de grondmaterialen

Laag naam	Niveau [m]	Volumegewicht		Cohesie [kN/m ²]	Wrijvingshoek phi [grad]	Brinch Hansen gebruikt
		Onverz. [kN/m ³]	Verz. [kN/m ³]			
01 Zand	-2,60	17,00	19,00	0,00	30,00	Nee
02 Klei	-3,00	13,00	13,00	0,00	15,00	Nee
03 Veen	-3,80	11,00	12,00	0,00	15,00	Nee
04 Klei	-5,00	13,00	13,00	0,00	15,00	Nee
05 Klei	-6,50	15,00	15,00	0,00	17,50	Nee
06 Klei	-7,50	15,00	15,00	0,00	17,50	Nee
07 Klei	-8,50	15,00	15,00	0,00	17,50	Nee
08 Klei	-9,50	15,00	15,00	0,00	17,50	Nee
09 Klei	-10,50	15,00	15,00	0,00	17,50	Nee
10 Klei	-11,50	15,00	15,00	0,00	17,50	Nee
11 Klei	-12,50	15,00	15,00	0,00	17,50	Nee
12 Klei	-13,50	15,00	15,00	0,00	17,50	Nee
13 Zand	-14,50	18,00	20,00	0,00	30,00	Nee
14 Zand	-15,50	18,00	20,00	0,00	30,00	Nee
15 Zand	-16,50	18,00	20,00	0,00	30,00	Nee
16 Zand	-17,50	18,00	20,00	0,00	30,00	Nee
17 Zand	-18,50	18,00	20,00	0,00	30,00	Nee
18 Zand	-19,50	18,00	20,00	0,00	30,00	Nee

Laag naam	Niveau [m]	Gronddrukcoëfficiënten			Wateroverspanning	
		Actief [-]	Neutraal [-]	Passief [-]	Boven [kN/m ²]	Onder [kN/m ²]
01 Zand	-2,60	0,00	0,00	3,75	0,00	0,00
02 Klei	-3,00	0,00	0,00	1,53	0,00	0,00
03 Veen	-3,80	0,00	0,00	1,91	0,00	0,00
04 Klei	-5,00	0,00	0,00	3,11	0,00	0,00
05 Klei	-6,50	0,00	0,00	5,24	0,00	0,00
06 Klei	-7,50	0,00	0,00	5,43	0,00	0,00
07 Klei	-8,50	0,00	0,00	5,58	0,00	0,00
08 Klei	-9,50	0,00	0,00	5,69	0,00	0,00
09 Klei	-10,50	0,00	0,00	5,78	0,00	0,00
10 Klei	-11,50	0,00	0,00	5,85	0,00	0,00
11 Klei	-12,50	0,00	0,00	5,91	0,00	0,00
12 Klei	-13,50	0,00	0,00	5,97	0,00	0,00
13 Zand	-14,50	0,00	0,00	12,07	0,00	0,00
14 Zand	-15,50	0,00	0,00	12,19	0,00	0,00
15 Zand	-16,50	0,00	0,00	12,30	0,00	0,00
16 Zand	-17,50	0,00	0,00	12,39	0,00	0,00
17 Zand	-18,50	0,00	0,00	12,47	0,00	0,00
18 Zand	-19,50	0,00	0,00	12,54	0,00	0,00



3.8 Eigenschappen van de grondmaterialen berekend met Brinch Hansen

Laag naam	Niveau [m]	Fictieve cohesie [kN/m ²]
01 Zand	-2,60	n.a.
02 Klei	-3,00	n.a.
03 Veen	-3,80	n.a.
04 Klei	-5,00	n.a.
05 Klei	-6,50	n.a.
06 Klei	-7,50	n.a.
07 Klei	-8,50	n.a.
08 Klei	-9,50	n.a.
09 Klei	-10,50	n.a.
10 Klei	-11,50	n.a.
11 Klei	-12,50	n.a.
12 Klei	-13,50	n.a.
13 Zand	-14,50	n.a.
14 Zand	-15,50	n.a.
15 Zand	-16,50	n.a.
16 Zand	-17,50	n.a.
17 Zand	-18,50	n.a.
18 Zand	-19,50	n.a.

3.9 Beddingsconstanten

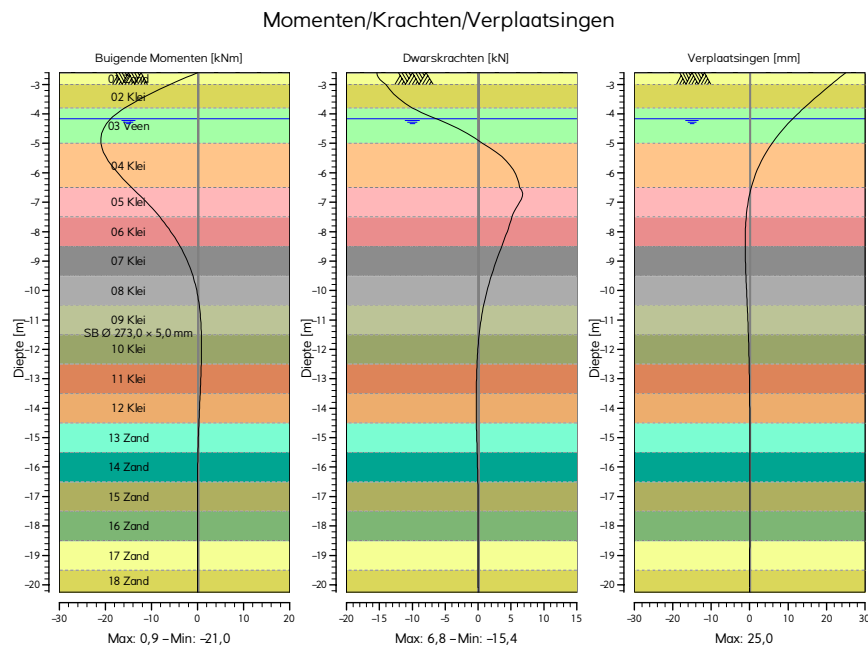
Laag naam	Niveau [m]	Menard gebruikt	E-Mod Menard [kN/m ²]	Grondtype Menard	Tak 1	
					Boven [kN/m ³]	Onder [kN/m ³]
01 Zand	-2,60	Nee	n.a.	n.a.	6396,00	6396,00
02 Klei	-3,00	Nee	n.a.	n.a.	5473,00	5473,00
03 Veen	-3,80	Nee	n.a.	n.a.	3712,00	3712,00
04 Klei	-5,00	Nee	n.a.	n.a.	5224,00	5224,00
05 Klei	-6,50	Nee	n.a.	n.a.	42463,00	4246,00
06 Klei	-7,50	Nee	n.a.	n.a.	5307,00	5307,00
07 Klei	-8,50	Nee	n.a.	n.a.	5307,00	5307,00
08 Klei	-9,50	Nee	n.a.	n.a.	5307,00	5307,00
09 Klei	-10,50	Nee	n.a.	n.a.	5307,00	5307,00
10 Klei	-11,50	Nee	n.a.	n.a.	5307,00	5307,00
11 Klei	-12,50	Nee	n.a.	n.a.	5307,00	5307,00
12 Klei	-13,50	Nee	n.a.	n.a.	10614,00	10614,00
13 Zand	-14,50	Nee	n.a.	n.a.	20787,00	20787,00
14 Zand	-15,50	Nee	n.a.	n.a.	25584,00	25584,00
15 Zand	-16,50	Nee	n.a.	n.a.	15990,00	15990,00
16 Zand	-17,50	Nee	n.a.	n.a.	19188,00	19188,00
17 Zand	-18,50	Nee	n.a.	n.a.	22386,00	22386,00
18 Zand	-19,50	Nee	n.a.	n.a.	25584,00	25584,00



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	-2,60	0,0	-15,4	25,0
1	-3,00	-6,0	-14,0	21,2
2	-3,00	-6,0	-14,0	21,2
2	-3,80	-15,8	-10,0	14,1
3	-3,80	-15,8	-10,0	14,1
3	-4,17	-18,9	-6,4	11,2
4	-4,17	-18,9	-6,3	11,2
4	-5,00	-21,0	0,6	5,8
5	-5,00	-21,0	0,6	5,8
5	-5,75	-18,7	4,9	2,5
6	-5,75	-18,7	4,9	2,5
6	-6,50	-14,3	6,3	0,4
7	-6,50	-14,3	6,3	0,4
7	-7,00	-11,0	6,3	-0,4
8	-7,00	-11,0	6,3	-0,4
8	-7,50	-8,2	5,2	-0,9
9	-7,50	-8,2	5,2	-0,9
9	-8,00	-5,8	4,4	-1,1



Segment nummer	Niveau [m]	Moment [kNm]	Dwarskracht [kN]	Verplaatsing [mm]
10	-8,00	-5,8	4,4	-1,1
10	-8,50	-3,8	3,6	-1,2
11	-8,50	-3,8	3,6	-1,2
11	-9,00	-2,2	2,8	-1,1
12	-9,00	-2,2	2,8	-1,1
12	-9,50	-1,0	2,0	-1,0
13	-9,50	-1,0	2,0	-1,0
13	-10,00	-0,2	1,4	-0,8
14	-10,00	-0,2	1,4	-0,8
14	-10,50	0,4	0,8	-0,6
15	-10,50	0,4	0,8	-0,6
15	-11,00	0,7	0,4	-0,5
16	-11,00	0,7	0,4	-0,5
16	-11,50	0,8	0,2	-0,3
17	-11,50	0,8	0,2	-0,3
17	-12,00	0,9	0,0	-0,2
18	-12,00	0,9	0,0	-0,2
18	-12,50	0,8	-0,2	-0,1
19	-12,50	0,8	-0,2	-0,1
19	-13,00	0,7	-0,2	-0,1
20	-13,00	0,7	-0,2	-0,1
20	-13,50	0,6	-0,3	0,0
21	-13,50	0,6	-0,3	0,0
21	-14,00	0,4	-0,3	0,0
22	-14,00	0,4	-0,3	0,0
22	-14,50	0,3	-0,3	0,0
23	-14,50	0,3	-0,3	0,0
23	-15,00	0,2	-0,2	0,0
24	-15,00	0,2	-0,2	0,0
24	-15,50	0,1	-0,2	0,0
25	-15,50	0,1	-0,2	0,0
25	-16,00	0,0	-0,1	0,0
26	-16,00	0,0	-0,1	0,0
26	-16,50	0,0	0,0	0,0
27	-16,50	0,0	0,0	0,0
27	-17,00	0,0	0,0	0,0
28	-17,00	0,0	0,0	0,0
28	-17,50	0,0	0,0	0,0
29	-17,50	0,0	0,0	0,0
29	-18,00	0,0	0,0	0,0
30	-18,00	0,0	0,0	0,0
30	-18,50	0,0	0,0	0,0
31	-18,50	0,0	0,0	0,0
31	-19,00	0,0	0,0	0,0
32	-19,00	0,0	0,0	0,0
32	-19,50	0,0	0,0	0,0
33	-19,50	0,0	0,0	0,0
33	-20,25	0,0	0,0	0,0
Max		-21,0	-15,4	25,0
Max incl. tussenknopen		-21,0	-15,4	25,0

4.3 Spanningen

Knoop nummer	Niveau [m]	Links				Rechts			
		Eff. spanning [kN/m²]	Water span. [kN/m²]	Stat* A	Mob* [%]	Eff. spanning [kN/m²]	Water span. [kN/m²]	Stat* P	Mob* [%]
1	-2,60	0,00	0,00	A		0,00	0,00	P	
1	-3,00	0,00	0,00	A		25,50	0,00	P	
2	-3,00	0,00	0,00	A		10,40	0,00	P	



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	-3,80	0,00	0,00	A		26,32	0,00	P	
3	-3,80	0,00	0,00	A		32,85	0,00	P	
3	-4,17	0,00	0,00	A		40,63	0,00	P	
4	-4,17	0,00	0,00	A		40,63	0,00	P	
4	-5,00	0,00	8,14	A		21,64	8,14	-	49
5	-5,00	0,00	8,14	A		30,46	8,14	-	42
5	-5,75	0,00	15,50	A		12,97	15,50	-	16
6	-5,75	0,00	15,50	A		12,97	15,50	-	16
6	-6,50	0,00	22,86	A		2,12	22,86	-	2
7	-6,50	0,00	22,86	A		17,21	22,86	-	12
7	-7,00	9,67	27,76	-	6	0,00	27,76	A	
8	-7,00	9,67	27,76	-	6	0,00	27,76	A	
8	-7,50	3,80	32,67	-	2	0,00	32,67	A	
9	-7,50	4,75	32,67	-	3	0,00	32,67	A	
9	-8,00	5,97	37,57	-	3	0,00	37,57	A	
10	-8,00	5,97	37,57	-	3	0,00	37,57	A	
10	-8,50	6,25	42,48	-	3	0,00	42,48	A	
11	-8,50	6,25	42,48	-	3	0,00	42,48	A	
11	-9,00	5,90	47,38	-	3	0,00	47,38	A	
12	-9,00	5,90	47,38	-	3	0,00	47,38	A	
12	-9,50	5,19	52,29	-	2	0,00	52,29	A	
13	-9,50	5,19	52,29	-	2	0,00	52,29	A	
13	-10,00	4,31	57,19	-	2	0,00	57,19	A	
14	-10,00	4,31	57,19	-	2	0,00	57,19	A	
14	-10,50	3,40	62,10	-	1	0,00	62,10	A	
15	-10,50	3,40	62,10	-	1	0,00	62,10	A	
15	-11,00	2,54	67,00	-	1	0,00	67,00	A	
16	-11,00	2,54	67,00	-	1	0,00	67,00	A	
16	-11,50	1,79	71,91	-	1	0,00	71,91	A	
17	-11,50	1,79	71,91	-	1	0,00	71,91	A	
17	-12,00	1,18	76,81	-		0,00	76,81	A	
18	-12,00	1,18	76,81	-		0,00	76,81	A	
18	-12,50	0,70	81,72	-		0,00	81,72	A	
19	-12,50	0,70	81,72	-		0,00	81,72	A	
19	-13,00	0,36	86,62	-		0,00	86,62	A	
20	-13,00	0,36	86,62	-		0,00	86,62	A	
20	-13,50	0,12	91,53	-		0,00	91,53	A	
21	-13,50	0,25	91,53	-		0,00	91,53	A	
21	-14,00	0,00	96,43	A		0,03	96,43	-	
22	-14,00	0,00	96,43	A		0,03	96,43	-	
22	-14,50	0,00	101,34	A		0,18	101,34	-	
23	-14,50	0,00	101,34	A		0,35	101,34	-	
23	-15,00	0,00	106,24	A		0,44	106,24	-	
24	-15,00	0,00	106,24	A		0,44	106,24	-	
24	-15,50	0,00	111,15	A		0,42	111,15	-	
25	-15,50	0,00	111,15	A		0,52	111,15	-	
25	-16,00	0,00	116,05	A		0,43	116,05	-	
26	-16,00	0,00	116,05	A		0,43	116,05	-	
26	-16,50	0,00	120,96	A		0,32	120,96	-	
27	-16,50	0,00	120,96	A		0,20	120,96	-	
27	-17,00	0,00	125,86	A		0,14	125,86	-	
28	-17,00	0,00	125,86	A		0,14	125,86	-	
28	-17,50	0,00	130,77	A		0,08	130,77	-	
29	-17,50	0,00	130,77	A		0,10	130,77	-	
29	-18,00	0,00	135,67	A		0,05	135,67	-	
30	-18,00	0,00	135,67	A		0,05	135,67	-	
30	-18,50	0,00	140,58	A		0,02	140,58	-	
31	-18,50	0,00	140,58	A		0,02	140,58	-	
31	-19,00	0,01	145,48	-		0,00	145,48	A	



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*
32	-19,00	0,01	145,48	-		0,00	145,48	A	
32	-19,50	0,03	150,39	-		0,00	150,39	A	
33	-19,50	0,04	150,39	-		0,00	150,39	A	
33	-20,25	0,07	157,74	-		0,00	157,74	A	

*

Stat

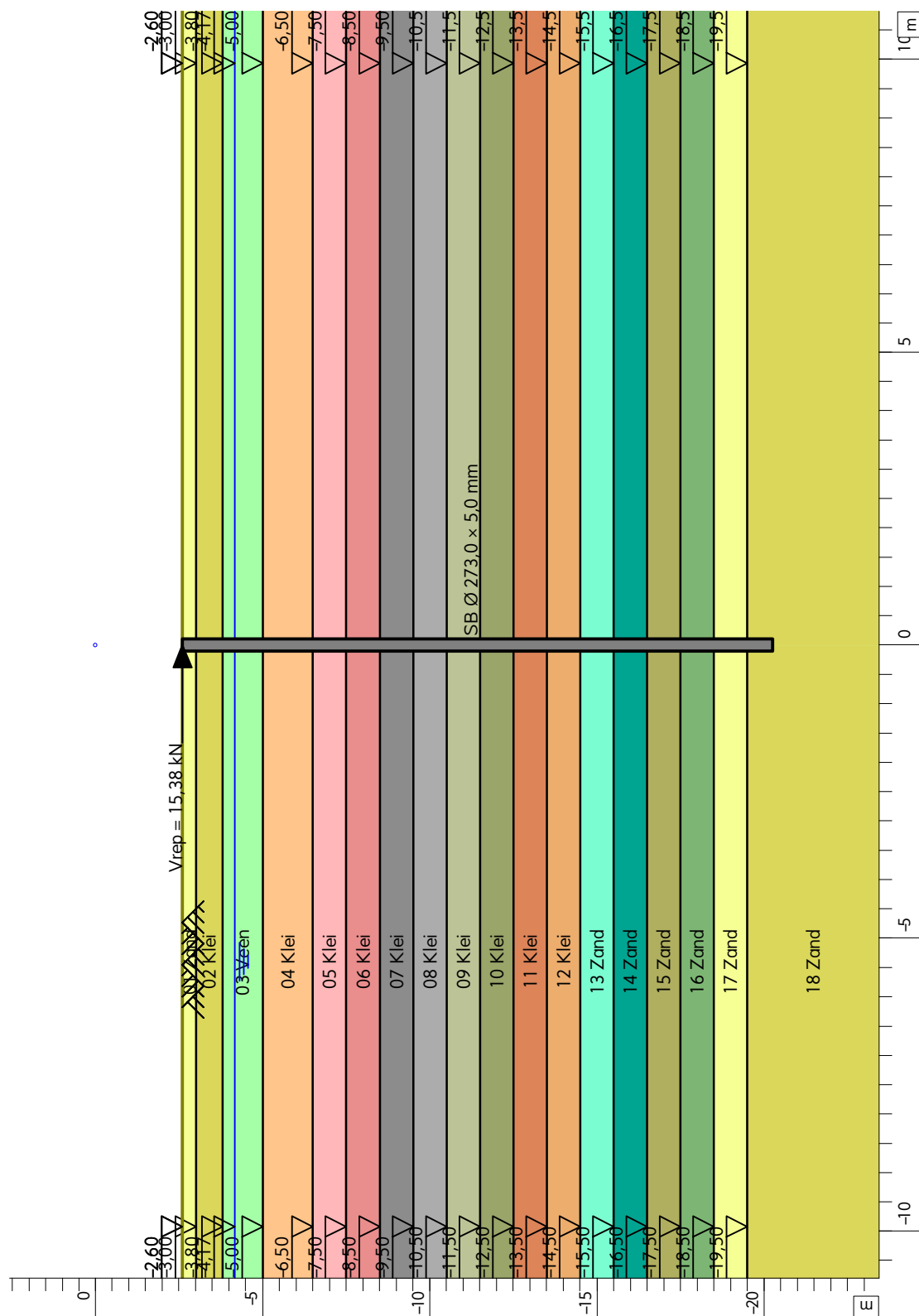
Status (A=actief, P=passief, Nummer is tak, 0 is ontlastend)

Mob

Percentage passief gemobiliseerd

Einde Rapport

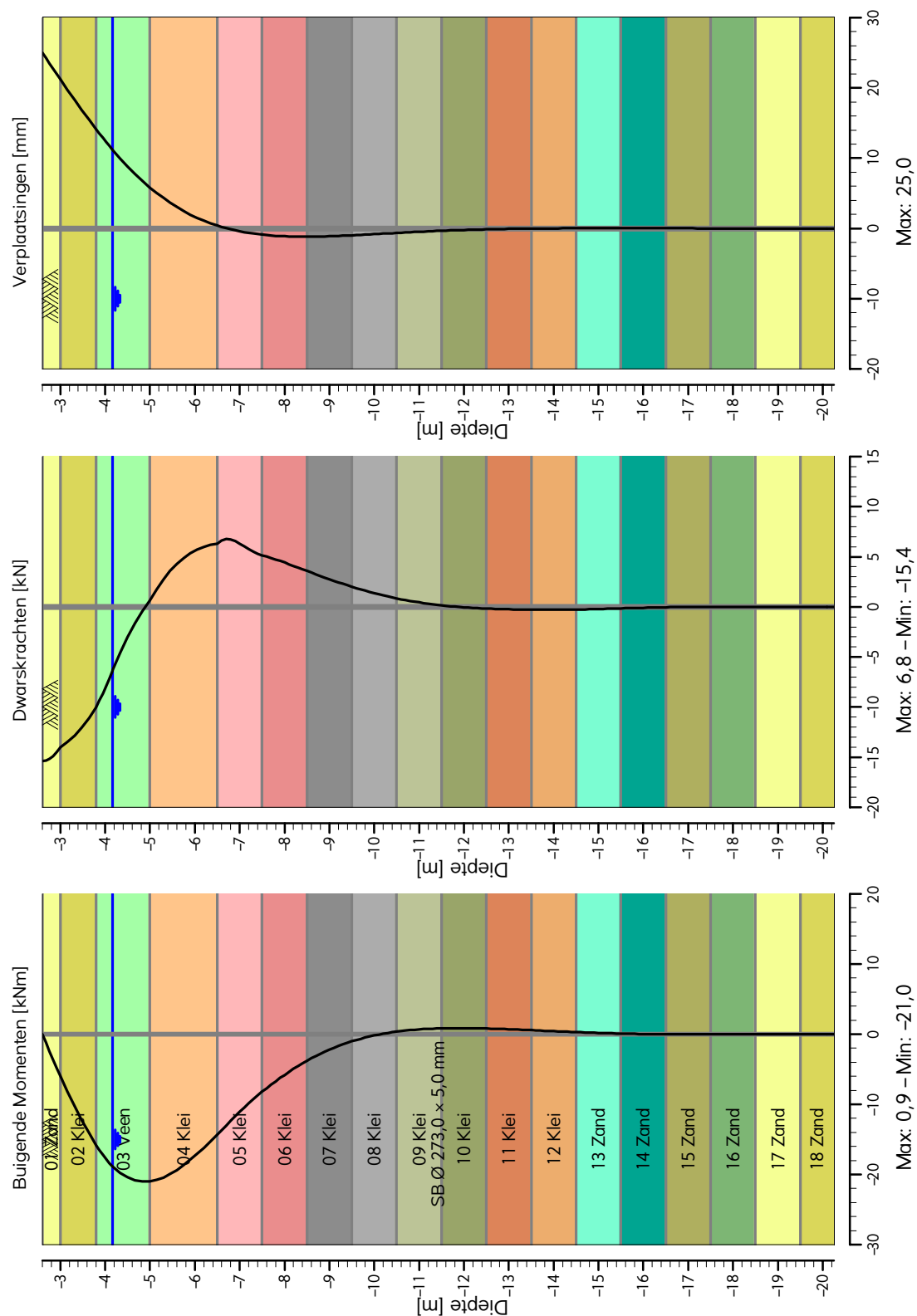
Overzicht



D-Sheet Piling 9.3 : BGT.shi

 Blikveldweg 9 1359 KA Almere Tel 036 -52 45 229 Fax	datum	get.
	12-5-2014	CW
	W2014.174	ctr.
Halfweg -Zuiderweg -Houtrakpolder -Brug 155 Paalkop rotatie = vrij, translatie = vrij BGT	Bijl.	form. A3

Momenten/Krachten/Verplaatsingen



D-Sheet Piling 9.3 : BGT.shi



Blikveldweg 9
1359 KA Almere

TELEPHONE 036 - 52 45 229
TELEFAX

Halfweg - Zuiderweg - Houtrakpolder - Brug 155
Paalkop rotatie = vrij, translatie = vrij

BGT

date	drw.
12-5-2014	CW
W2014.174	ctr.
	form.
	A3



Bijlage 3. Algemene richtlijnen voor de uitvoering van heiwerk



Voor algemene richtlijnen betreffende de installatie van de geprefabriceerde betonpalen, wordt verwezen naar:

- NEN 9997-1: 2011 "Geotechnisch ontwerp van constructies – Deel 1 Algemene regels";
- NEN-EN 12699: 2000 "Uitvoering van bijzonder geotechnische werken – verdringingspalen".

Voor aanvang van het heiwerk

De installatie van de palen moet zijn gebaseerd op een palenplan. Het plan behoort de volgende informatie te bevatten en dient voor aanvang van het installeren van de palen bekend te zijn:

- paaltype;
- locatie en helling van iedere paal, inbegrepen de plaatsing toleranties;
- dwarsdoorsnede van de paal;
- voor in het werk gestorte paal, gegevens over de wapening;
- paallengte;
- paalnummer;
- vereiste draagkracht van de paal;
- paalpuntniveau (ten opzichte van een vast peil op of dichtbij de bouwplaats
- volgorde van installatie;
- bekende obstakels en eventuele andere beperkingen voor de paalinstallatie;
- sondeerlocaties;
- grondonderzoek en het bijbehorende funderingsadvies.

Installatievolgorde

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

De eerste paal dient zo dicht mogelijk bij een sondering te worden geïnstalleerd ("IJken"). Het waargenomen installatiegedrag kan, in combinatie met het sondeerbeeld, een indicatie geven voor de tussen de sondering te installeren palen. Dit kan door de palen tijdens het inheien te kalenderen en de daarbij verkregen kalenderwaarden vervolgens uit te zetten tegen de inheidiepte. Het zo verkregen kalenderbeeld wordt een slagdiagram genoemd. Bij 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 zijn verkregen wordt door de heibaas contact opgenomen met de constructeur en/of geotechnisch adviseur om het slagdiagram te beoordelen, dan wel een goedkeuring te verkrijgen. Tevens wordt dan vastgesteld aan de hand van dit slagdiagram, over welk traject de overige palen minimaal moeten worden gekalenderd.

Installatie van de palen

De slagenergie van het heiblok dient te worden afgestemd op de het gewicht van de paal en de verwachten zwaarte van het heiwerk. De capaciteit van het heiblok dient derhalve te zijn gerelateerd aan de bodemopbouw en de paalafmeting, zodat het kapot heien van de palen en/of niet op diepte heien wordt vermeden, dan wel tot een minimum wordt beperkt.

Tijdens het inheien van de palen kunnen de kalenderwaarden worden gevonden die slechter zijn dan de vereiste dan wel verwachte kalenderwaarden. Een afwijkende kalenderwaarde kan worden veroorzaakt door hieronder beschreven factoren, te weten:

- Verandering van de bodemopbouw;



- Verschil in versheid van de heimutsvulling;
- Scheefstand en/of kromheid van de paal;
- Er treedt tijdelijke wateroverspanning op tijdens het heien

Bij de installatie van de palen dienen de volgende punten in acht te worden genomen:

- De zijden en kopse en voeteneinde dienen haaks te zijn;
- Tijdens het heien van de palen dient gelet te worden op het in verticale zin verlopen en/of in horizontale vlak weglopen van de paal.
- Om nodeloos zwaar heiwerk te vermijden dient sluitend geheid te worden. Bij bouwputten, poeren e.d. moet dus bij voorkeur van binnen naar buiten worden geheid,
- Bij het nabij belendingen inheien van palen verdient het (veelal) de voorkeur het installeren van de palen te starten op de kleinste afstand van de belendingen en/of belendende funderingen en vervolgens een installatievolgorde te hanteren met, ten opzichte van de belendingen en/of belendende funderingen, toenemende afstand;
- Indien de funderingsgrondslag tussen de sondeerlocaties kan variëren, is controle hierop gewenst. Dit kan door om van de palen het aantal slagen per 0,25 m indringing vervolgens uit te zetten tegen heidiepte; het verkregen diagram wordt een slagdiagram genoemd. Bij een goede keuze van heiblok (met voldoende slagenergie) zal onder gelijke omstandigheden meestal een duidelijke correlatie te zien zijn tussen slag- en sondeerdiagram;
- Van de eerste paal en alle overige dichtst nabij sondeerlocatie gesitueerde palen, dient een volledig slagdiagram gemaakt te worden;
- Bij de overige palen kan worden volstaan met een slagdiagram waaruit de overgang naar de draagkrachtige (zand-) formatie blijkt en dat wordt doorgezet tot het paalpuntniveau. De slagdiagrammen dienen te worden vergeleken met de slagdiagrammen van de bijbehorende sondering(-en), waarbij de maximale afwijking in ongunstige zin van $1/3$ is toegestaan.

Bijzondere uitvoering

Voor het installeren van de palen diep in relatief vaste lagen, kan overwogen worden om aanvullende maatregelen te nemen, zoals:

- Waterinjectie; de indringingsweerstand wordt hierdoor (tijdelijk) gereduceerd. Een zeer beperkte hoeveel water wordt onder hoge druk via de paalpunt in de grond geïnjecteerd voor een tijdelijke verlaging van de wrijvingsweerstand. Hierbij mag geen grondtransport plaats vinden!
- Groutinjectie; een bepaalde hoeveelheid grout wordt onder hoge druk iets boven de punt geïnjecteerd, voor zowel een tijdelijke verlaging van de wrijvingsweerstand als een permanente verhoging van de draagkracht van de schachtwrijving;



Controle

Bij in de geheide palen, kan de kwaliteit te worden gecontroleerd met behulp van akoestische metingen. Eventuele breuken in de betondoorsnede kunnen hiermede worden vastgesteld. Het aantal door te meten palen wordt mede bepaald door eventuele onregelmatigheden tijdens de uitvoering.

De installatie van alle palen moet door metingen zijn gemonitord en de meetresultaten moeten zijn vastgelegd. Het rapport voor iedere paal behoort de uitvoeringsaspecten te bevatten, zoals die zijn aangegeven in de uitvoeringsnorm NEN-EN 12699: 2000 "Uitvoering van bijzonder geotechnische werken – verdringingspalen", waaronder:

- paalnummer;
- installatiematerieel;
- dwarsdoorsnede en lengte van de paal;
- datum en tijd van installatie (inclusief onderbrekingen in het installatieproces);
- betonsamenstelling, gebruikte volume beton en methode van betonstorten van in de grondgevormde palen;
- voor in het werk gestorte paal, gegevens over de wapening;
- waarden die een maat zijn voor de heilweerstand, zoals gewicht en valhoogte of energieniveau van de hamer, slagfrequentie en aantal slagen per 0,25 m indringing;
- paalpuntniveau (ten opzichte van een vast peil op of dichtbij de bouwplaats
- volgorde van installatie;
- obstakels en eventuele andere beperkingen voor de paalinstallatie;
- afwijkingen van de plaats, de richting en de bereikte paalpuntniveaus.

Tot slot

Bij twijfel omtrent de kwaliteit c.q. het draagvermogen, dient contact te worden opgenomen met de constructeur en/of Bouw- en woningtoezicht en/of grondmechanisch adviseur. In onderling overleg kan dan tot één of meer maatregelen worden besloten:

- Uitvoering van aanvullende en/of controlesonderingen, om te onderzoeken of er sprake is van een afwijkende bodemopbouw;

Uitvoering van dynamische en/of statische proefbelasting om het werkelijk draagvermogen van de paal vast te kunnen stellen.

