

Berekening van een houten brug.

Werk Metrostation Sacharovlaan

Amstelveen

Prefazo® Type 1A

Projectnummer

20170366-172237

Bewerkt

K. Wiersma

Datum

18-01-2018

Herzien

06-04-2018

ING BANK NV, BIC: INGBNL2A REK. NR: 65.53.63.181; IBAN: NL31INGB0655363181
G-REK ING NR: 99.60.25.812 IBAN-NR: NL37INGB0996025812
KVK LEEUWARDEN NR: 010 39070, BTW NR: NL 0090.60.856.B01

Op al onze aanbiedingen, contracten en leveringen zijn de Algemene Verkoopvoorwaarden van Groot Lemmer B.V. van toepassing, zoals deze voorwaarden ter griffie van de Arrondissemmentrechtbank te Leeuwarden zijn gedeponeerd onder nummer 167/2003.



Alleen de producten
die als zodanig zijn
omschreven op dit
document zijn
FSC gecertificeerd.

Inhoud:

Specificatie:	3
Uitgangspunten:	4
Belastingfactoren en ψ -waarden	4
Dek:	6
Puntlast:	6
Hoofdligger:	7
Voetgangers:	7
Puntlast:	9
Leuning:	11
Wind:	12
Winddruk:	12
windbelasting:	13
Oplegging:	14
belastingen:	14
Oplegreakties:	14
Fundering:	15
Bijlage berekening geotechnische paal draagkracht	16
Sonderingen:	16

Tekening : **20170366 - 172273 G [1]**

Specificatie:

Totale lengte	$L_T =$	14,25 verdeeld in 3 velden 400 - 6,25 - 4,00 m
steunpuntsafst.	$L_S =$	6,07 m
Breedte	$B =$	2,52 m
Dek		incl. antislip (GLstrip)
Leuning	type C, Regel	
Leuninghoogte	$h =$	1,00 m
belasting		
eigen gew.	DL	$(D_{p\text{ rep}})$ KN/m ³ (incl. staaldelen)
nutt. bel.	LL	$q_{\text{rep}} = 5$ KN/m ² (EN 1991-2)
windbelasting	WL1	Brug zonder nutt. bel. (EN 1991-1-4)
	WL2	Brug met nutt. bel. (EN 1991-1-4)
leuningbelasting	PL	$q_p = 3$ KN/m ¹
Voertuig		
	VL =	Service KN AL =
	$\gamma_{f,F} =$	Accidental - KN
belastingduur		$\gamma_A =$
	$n =$	-
achteras	-	KN
vooras	-	KN
max. wiellast	$F_{\text{max}} =$	- KN
wielbreedte	$p =$	- mm
wielbasis	$c =$	- m
spoorbreedte	$s =$	- m
materiaal		
Ligger	D70	$D_{p\text{ rep}} = 12$ KN/m ³
Dek	D70	$D_{p\text{ rep}} = 12$ KN/m ³
Leuning	D50	
staaldelen		SC50 (RVS A2) (tenzij anders vermeld)
berekening		Eurocode

Uitgangspunten:

Levensduur 30 jaar
Constructieklasse Niet van toepassing bij hout
Klimaatklasse 3

Belastingfactoren en ψ -waarden

NEN-EN 1990+A1+A1/C2:2011/NB:2011

(Nationale bijlage bij NEN-EN 1990+A1+A1/C2: Eurocode: Grondslagen van het constructief ontwerp)

Tabel NB.13 – A2.4(B) — Belastingfactoren voor wegverkeersbruggen en bruggen voor langzaam verkeer en voetgangers- en fietsbruggen STR/GEO) (groep B):

Gevolgklasse	β	G			Verkeer (met $\psi = 1$)	Overig veranderlijk (met $\psi = 1$)
		$\gamma_{G,j,sup}$		$\gamma_{G,j,inf}$		
		6.10a	6.10b (incl. ξ)	6.10a en 6.10b		
CC1	3,3	1,20	1,10	0,9	1,20	1,35
CC2	3,8	1,30	1,20	0,9	1,35	1,5
CC3	4,3	1,40	1,25	0,9	1,5	1,65

$\gamma = 0$ voor gunstig werkende veranderlijke belastingen

Voor γ_F zie de aanbevelingen in de desbetreffende materiaalgebonden Eurocodes 1992 t.m. 1999.

Voor de berekening van het effect van ongelijkmatige zettingen geldt dat $\gamma_{G,set} = 1,20$ in het geval van een lineaire berekening en $\gamma_{G,set} = 1,35$ in het geval van een niet lineaire berekening. Gunstig werkende zettingsverschillen worden niet in rekening gebracht. De grootte van de zettingen is bepaald op basis van de karakteristieke belastingcombinatie en de karakteristieke waarden voor de grondeigenschappen.

OPMERKING De factor K_{FI} volgens B 3.3 is in de waarden van γ verwerkt; voor de zettingsberekening blijft de betrouwbaarheidsdifferentiatie achterwege.

Tabel NB.17 – A2.2 — ψ -waarden voor voetgangers- en fietsbruggen:

Belasting	Belastingscombinaties									
	gr1	gr2	Q_{fwk}	Onbedoeld voertuig ^b	W^c		T^d		S	$A1^{a,c}$
Gelijkmatig verdeelde belasting	1	0,8	0	0	0,4	0,32	0,4	0,32	0	0,4
Horizontale belasting	1	1,0	0	0	0,4	0,4	0,4	0,4	0	0,4
Dienstvoertuig Q_{serv}	0	1,0	0	0	0	0,4	0	0,4	0,8	0
Geconcentreerde belasting Q_{fwk}	0	0	1	0	0	0	0	0		0
Onbedoeld voertuig	0	0	0	1	0		0		0	0
Wind F_{wk}	0,3	0,3	0	0	1,0	1,0	0,3	0,3	0,3	0
Temperatuur	0,3	0,3	0	0	0,3	0,3	1,0	1,0	0,3	0
Sneeuw	0	0	0	0	0	0	0	0	1,0	0
Impact op of onder de brug	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Aardbevingsbelasting	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

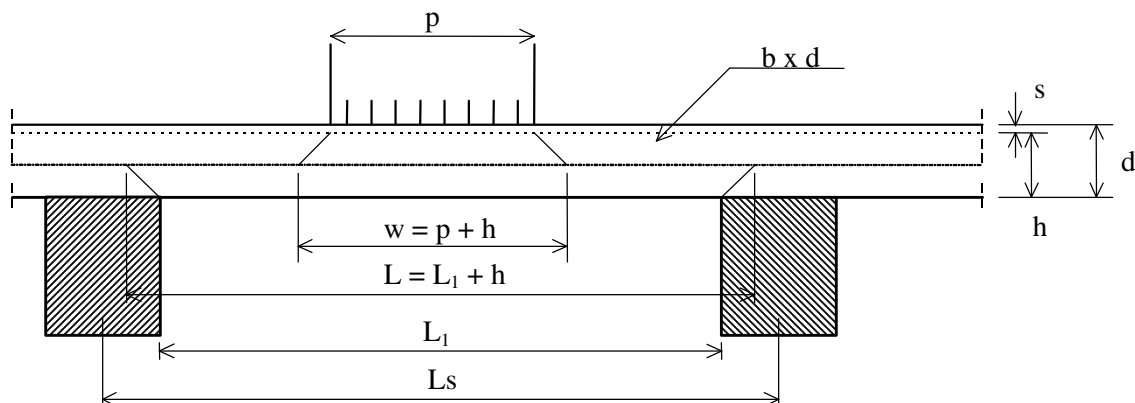
^a A1 = aanrijding op of onder de brug en aanvaring.

^b Te beschouwen als gewoon belastingsgeval (geen calamiteit); zie 5.6.3.

^c Bij deze combinatie is in eerste kolom de verticale belasting vermenigvuldigd met ψ_0 en de horizontale met ψ_0^2 ; in de tweede kolom is dat omgekeerd; dit is gedaan om consistent te zijn met het gebruik van de groepen verkeersbelastingen.

Dek:

Puntlast:



Dek	$L_s =$	790	mm	$b =$	190	mm	(minimum)
	$L_1 =$	690	mm	$d =$	40	mm	
	$L =$	728	mm	$s =$	2	mm	groeven
	$p =$	100	mm	$h =$	38	mm	netto dikte
				$w =$	138	mm	

belasting	$F_k =$	7	KN	$\gamma_{f,F} =$	1,35
-----------	---------	---	----	------------------	------

buiging	$M_d =$	$F_k * \gamma_{f,F} * (2L - w) / 8$
---------	---------	-------------------------------------

$$M_d = 1,557 \text{ KNm}$$

schuif	$V_d =$	$F_k * \gamma_{f,F} * (L_1 - 0,5 w) / L_1$
--------	---------	--

$$V_d = 8,51 \text{ KN}$$

Uiterste Grenstoestand (ULS)

sterkte klasse	D70	klimaatklasse	3	$\gamma_M =$	1,30
belastingsduur	4	ST	$k_{mod} =$	0,7	
(3.1)	$k_h =$	$(h_x/h)^{0,2}$	$h_x =$	150	$\max.k_h = 1$
	$k_{cr} =$	1,00	$k_{h,y} =$	1	

belasting

Moment	$M_{y,d} =$	1,557	KNm	$\sigma_{m,y,d} =$	34,05	N/mm ²	$= 6 * M_{y,d} / (b * h^2)$
	$f_{m,k} =$	70	N/mm ²	$f_{m,y,d} =$	37,69	N/mm ²	$= f_{m,k} * k_{h,y} * k_{mod} / \gamma_M$
(6.11)	$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} =$	0,903		\leq	1		

schuif

$V_d =$	8,51	KN	$\tau_d =$	1,77	N/mm ²	$= 1,5 V_d / (b * k_{cr} * h)$
$f_{v,k} =$	5	N/mm ²	$f_{v,d} =$	2,69	N/mm ²	$= f_{v,k} * k_{mod} / \gamma_M$
$\tau_d / f_{v,d} =$	0,658		\leq	1		

Bruikbaarheidsgrenstoestand (SLS)

doorbuiging	$E_{mean} =$	20000	N/mm ²
	$I =$	$bh^3 / 12 =$	868807 mm ⁴
	$W_{inst,g} =$	$F_k * (2L^3 - L * w^2 + 0,25 * w^3) / 96 E_{mean} I$	
	$W_{inst,g} =$	3,18	mm = $L / 229$

Hoofdligger:

Voetgangers:

Randligger

bel. breedte	0,47	m				
Dek	0,040	x 0,615	x 12,0	=	0,30	KN/m ¹
slijtlaag	0	x 0,470	x 1	=	0,00	KN/m ¹
Ligger	0,100	x 0,250	x 12,0	=	0,30	KN/m ¹
Leuning	0,35	KN/m ¹		=	0,35	KN/m ¹
				g _k =	0,95	KN/m ¹
nutt. bel.	5,00	x 0,470	=	q _k =	2,35	KN/m ¹

Middenligger

bel. breedte	0,79	m				
Dek	0,040	x 0,790	x 12,0	=	0,38	KN/m ¹
slijtlaag	1	x 0,790	x 0	=	0,00	KN/m ¹
Ligger	0,100	x 0,250	x 12,0	=	0,30	KN/m ¹
				g _k =	0,68	KN/m ¹
nutt. bel.	5,00	x 0,790	=	q _k =	3,95	KN/m ¹

maatgevend

g _k =	0,68	KN/m ¹	γ _{f,g} =	1,35
q _k =	3,95	KN/m ¹	γ _{f,q} =	1,35
L =	6,07	m		

Moment

M _{g,k} =	g _k * L ² / 8 =	3,13	KNm
M _{q,k} =	q _k * L ² / 8 =	18,19	KNm
M _d =	M _{g,k} * γ _{f,g} + M _{q,k} * γ _{f,q} =	28,78	KNm

Dwarskracht

V _{g,k} =	g _k * L / 2 =	2,06	KN
V _{q,k} =	q _k * L / 2 =	11,99	KN
V _d =	V _{g,k} * γ _{f,g} + V _{q,k} * γ _{f,q} =	18,97	KN

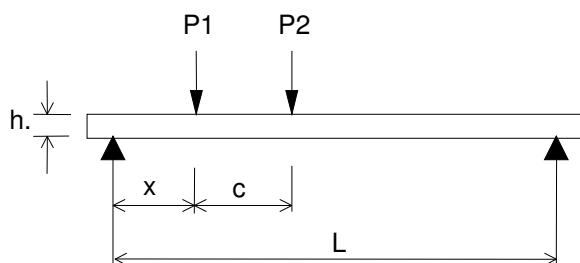
Uiterste Grenstoestand (ULS)

afm.:	b = 100 mm	$L_{buc,z} = 6070$ mm	$I_z = 20833333$ mm ⁴
	h = 250 mm	$L_{buc,y} = 6070$ mm	$I_y = 130208333$ mm ⁴
sterkte klasse	D70	$\gamma_M = 1,30$	$C_{tor} = 0,249$
klimaatklasse	3		$I_{tor} = C_{tor} * h * b^3$
	$G_{0,05} = 1050$ N/mm ²	$E_{0,05} = 16800$ N/mm ²	$I_{tor} = 62250000$ mm ⁴
	$k_{cr} = 1,00$	$k_m = 0,7$	
	$\ell_{ef} = 6070$ mm	$\ell_{ef} / \ell = 1$	
	$M_{crit,y} = 78,28$ KNm	$= n * (E_{0,05} * I_z * G_{0,05} * I_{tor})^{0,5} / \ell_{ef}$	
	$\sigma_{m,crit,y} = 75,1$ N/mm ²	$= 0,75 * E_{0,05} * b^2 / (h * L_{buc,y})$	
(6.30)	$\lambda_{rel,m,y} = 0,97$	$= (f_{m,k} / \sigma_{m,crit,y})^{0,5}$	
(6.34)	$k_{crit,y} = 0,83$		
(3.1)	$k_h = (h_x/h)^{0,2}$	$h_x = 150$	$max.k_h = 1$
		$k_{h,y} = 1$	
belastingsduur	4 ST	$k_{mod} = 0,7$	
belasting	$M_{y,d} = 28,78$ KNm	$\sigma_{m,y,d} = 27,63$ N/mm ²	$= 6 * M_{y,d} / (b * h^2)$
buiging	$f_{m,k} = 70$ N/mm ²	$f_{m,y,d} = 37,69$ N/mm ²	$= f_{m,k} * k_{h,y} * k_{mod} / \gamma_M$
(6.33)	$\sigma_{m,d} / (k_{crit} * f_{m,d}) = 0,883$	≤ 1	
schuif	$V_d = 18,97$ KN	$T_d = 1,14$ N/mm ²	$= 1,5 V_d / (b * h * k_{cr})$
	$f_{v,k} = 5$ N/mm ²	$f_{v,d} = 2,69$ N/mm ²	$= f_{v,k} * k_{mod} / \gamma_M$
	$T_d / f_{v,d} = 0,424$	≤ 1	

Bruikbaarheidsgrenstoestand (SLS)

Ligger	b = 100 mm		
	h = 250 mm		
sterkte klasse	D70	$E_{mean} = 20000$ N/mm ²	
	$I = bh^3 / 12 = 130208333$ mm ⁴		
doorbuiging	$L = 6,07$ m		
eigen gew.	$g_k = 0,68$ KN/m ¹	$k_{def} = 2$	
	$W_{inst,g} = 5g_k * L^4 / 384 E_{mean} I$		
	$W_{inst,g} = 4,62$ mm = L / 1314		
	$W_{cr,g} = W_{inst,g} * k_{def} = 9,24$ mm		
	$W_{fin,g} = W_{inst,g} + W_{cr,g} = 13,86$ mm		
nut. bel.	$q_k = 3,95$ KN/m ¹	$k_{def} = 2$	$\psi_2 = 0$
	$W_{inst,q} = 5q_k * L^4 / 384 E_{mean} I$		
	$W_{inst,q} = 26,81$ mm = L / 226		
	$W_{cr,q} = W_{inst,q} * \psi_2 * k_{def} = 0$ mm		
	$W_{fin,q} = W_{inst,q} + W_{cr,q} = 26,81$ mm		
totale bel.	$W_c = 0$ mm (extra zeeg)		
	$W_{net,fin} = W_{fin,g} + W_{fin,q} - W_c =$		
	$W_{net,fin} = 40,67$ mm = L / 149		
	$W_{fin} = W_{fin,g} + W_{fin,q} =$		
	$W_{fin} = 40,67$ mm = L / 149		

Puntlast:



Laststelsel	$L = 6,07 \text{ m}$	$h = 0,25 \text{ m}$
$P_1 \geq P_2$	$P_1 = 7 \text{ KN}$	$c = 10 \text{ m}$
	$P_2 = 7 \text{ KN}$	$\gamma_{f,F} = 1,35$
Dwarskracht	$x = 2h = 0,5 \text{ m}$	$L_{lim} = x + c = 10,5 \text{ m}$
$L > L_{lim}$	$D_{max} = (P_1 (L-x) + P_2 (L-x-c)) / L$	
$L < L_{lim}$	$D_{max} = P_1 (L-x) / L$	maatgevend
	$D_{max} = 6,42 \text{ KN}$	
Moment	$L_{lim} = c * (1 + (P_1 / (P_1 + P_2))^{0,5})$	$17,071 \text{ m}$
$L > L_{lim}$	$x = (P_1 L + P_2 (L-c)) / (2P_1 + 2P_2)$	$0,535 \text{ m}$
	$R_a = (P_1 (L-x) + P_2 (L-x-c)) / L$	$1,234 \text{ KN}$
	$M_{max} = R_a * x = 0,66 \text{ KNm}$	
$L < L_{lim}$	$M_{max} = P_1 L / 4 = 10,62 \text{ KNm}$	maatgevend
	$M_{max} = 10,62 \text{ KNm}$	
eigen gew.	$g_k = 0,68 \text{ KN/m}^1$	$\gamma_{f,g} = 1,35$
totale bel.		
Moment	$M_{g,k} = g_k * L^2 / 8 = 3,13 \text{ KNm}$	
	$M_{F,k} = 10,62 \text{ KNm}$	
	$M_d = M_{g,k} * \gamma_{f,g} + M_{F,k} * \gamma_{f,F} = 18,56 \text{ KNm}$	
Dwarskracht	$V_{g,k} = g_k * L / 2 = 2,06 \text{ KN}$	
	$V_{F,k} = 6,42 \text{ KN}$	
	$V_d = V_{g,k} * \gamma_{f,g} + V_{F,k} * \gamma_{f,F} = 11,45 \text{ KN}$	

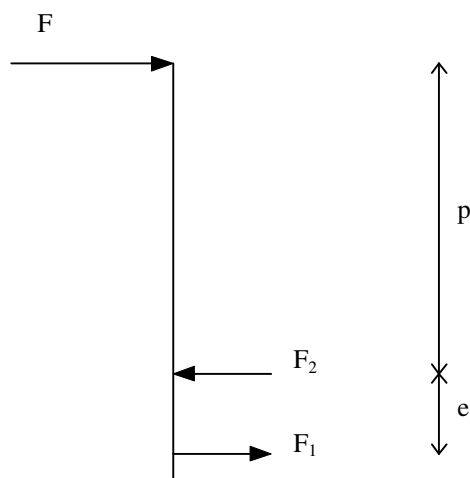
Uiterste Grenstoestand (ULS)

afm.:	b = 100 mm	$L_{buc,z} = 6070$ mm	$I_z = 20833333$ mm ⁴
	h = 250 mm	$L_{buc,y} = 6070$ mm	$I_y = 130208333$ mm ⁴
sterkte klasse	D70	$\gamma_M = 1,30$	$C_{tor} = 0,249$
klimaatklasse	3		$I_{tor} = C_{tor} * h * b^3$
	$G_{0,05} = 1050$ N/mm ²	$E_{0,05} = 16800$ N/mm ²	$I_{tor} = 62250000$ mm ⁴
	$k_{cr} = 1,00$	$k_m = 0,7$	
	$\ell_{ef} = 6070$ mm	$\ell_{ef} / \ell = 1$	
	$M_{crit,y} = 78,28$ KNm	$= \pi * (E_{0,05} * I_z * G_{0,05} * I_{tor})^{0,5} / \ell_{ef}$	
	$\sigma_{m,crit,y} = 75,1$ N/mm ²	$= 0,75 * E_{0,05} * b^2 / (h * L_{buc,y})$	
(6.30)	$\lambda_{rel,m,y} = 0,97$	$= (f_{m,k} / \sigma_{m,crit,y})^{0,5}$	
(6.34)	$k_{crit,y} = 0,83$		
(3.1)	$k_h = (h_x/h)^{0,2}$	$h_x = 150$	$max.k_h = 1$
		$k_{h,y} = 1$	
belastingsduur	4	$k_{mod} = 0,7$	
belasting			
buiging	$M_{y,d} = 18,56$ KNm	$\sigma_{m,y,d} = 17,82$ N/mm ²	$= 6 * M_{y,d} / (b * h^2)$
	$f_{m,k} = 70$ N/mm ²	$f_{m,y,d} = 37,69$ N/mm ²	$= f_{m,k} * k_{h,y} * k_{mod} / \gamma_M$
(6.33)	$\sigma_{m,d} / (k_{crit} * f_{m,d}) = 0,570$	≤ 1	
schuif	$V_d = 11,45$ KN	$T_d = 0,69$ N/mm ²	$= 1,5 V_d / (b * h * k_{cr})$
	$f_{v,k} = 5$ N/mm ²	$f_{v,d} = 2,69$ N/mm ²	$= f_{v,k} * k_{mod} / \gamma_M$
	$T_d / f_{v,d} = 0,257$	≤ 1	

Bruikbaarheidsgrenstoestand (SLS)

Ligger	b = 100 mm		
	h = 250 mm		
sterkte klasse	D70	$E_{mean} = 20000$ N/mm ²	
	$I = bh^3 / 12 = 130208333$ mm ⁴		
doorbuiging	$L = 6,07$ m		
eigen gew.	$g_k = 0,68$ KN/m ¹	$k_{def} = 2$	
	$W_{inst,g} = 5g_k * L^4 / 384 E_{mean} I$		
	$W_{inst,g} = 4,62$ mm = L / 1314		
	$W_{cr,g} = W_{inst,g} * k_{def} = 9,24$ mm		
	$W_{fin,g} = W_{inst,g} + W_{cr,g} = 13,86$ mm		
nut. bel.	$M_{F,k} = 10,62$ KNm	$k_{def} = 2$	$\psi_2 = 0$
	$W_{inst,q} = 5M_{F,k} * L^2 / 48 E_{mean} I$		
	$W_{inst,q} = 15,65$ mm = L / 388		
	$W_{cr,q} = W_{inst,q} * \psi_2 * k_{def} = 0$ mm		
	$W_{fin,q} = W_{inst,q} + W_{cr,q} = 15,65$ mm		
totale bel.	$w_c = 0$ mm	(extra zeeg)	
	$W_{net,fin} = W_{fin,g} + W_{fin,q} - w_c =$		
	$W_{net,fin} = 29,51$ mm = L / 206		
	$W_{fin} = W_{fin,g} + W_{fin,q} =$		
	$W_{fin} = 29,51$ mm = L / 206		

Leuning:



leuningbelasting

$$\begin{aligned} q_{p,k} &= 3 \text{ KN/m}^1 & \gamma_{sup} &= 1,5 \\ a &= 1,17 \text{ m} & \text{h.o.h.} & \text{Stijl} \\ p &= 1,09 \text{ m} \\ e &= 0,15 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_k &= q_{p,k} * a = 3,51 \text{ KN} \\ F_{1,k} &= F_k * p/e = 25,51 \text{ KN} & F_{1,d} &= 38,27 \text{ KN} = F_{1,k} * \gamma_{sup} \\ F_{2,k} &= F_{1,k} + F_k = 29,02 \text{ KN} & F_{2,d} &= 43,53 \text{ KN} = F_{2,k} * \gamma_{sup} \\ F_{ax,Ed} &= F_{2,d} / n = 43,53 \text{ KN} & n &= 1 \end{aligned}$$

bout

$$\begin{aligned} d &= 16 \text{ mm} & A_s &= 157 \text{ mm}^2 \\ \text{kw.} &: \text{SC50} & f_{ub} &= 500 \text{ N/mm}^2 \\ F_{ax,Ed} &= 43,53 \text{ KN} & \gamma_{M2} &= 1,25 \\ F_{t,Rd} &= k_2 f_{ub} A_s / \gamma_{M2} & k_2 &= 0,9 \\ F_{t,Rd} &= 56,52 \text{ KN} & & > F_{ax,Ed} \end{aligned}$$

Stijl

$$\begin{aligned} \text{afm.:} & \quad b = 95 \text{ mm} \\ & \quad h = 145 \text{ mm} \end{aligned}$$

sterkte klasse
klimaatklasse
belastingduur
buiging

$$\begin{aligned} D50 & \\ 3 & \quad \gamma_M = 1,30 \\ 4 & \quad ST \quad k_{mod} = 0,7 \\ M_d &= F_k * p * \gamma_{sup} = 5,74 \text{ KNm} \end{aligned}$$

(3.1)

$$\begin{aligned} W &= (b-d)h^2 / 6 = 276829 \text{ mm}^3 \\ k_h &= (h_x / h)^{0,2} = 1,007 & h_x &= 150 \text{ max. } k_h = 1,3 \end{aligned}$$

(6.11)
schuif

$$\begin{aligned} \sigma_{m,d} &= M_d / W = 20,73 \text{ N/mm}^2 & f_{m,d} &= 27,11 \text{ N/mm}^2 = f_{m,k} * k_h * k_{mod} / \gamma_M \\ f_{m,k} &= 50 \text{ N/mm}^2 & & \\ \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} &= 0,765 \leq 1 & & \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} e > 2h & \quad V_d = F_{1,d} & e < 2h & \quad V_d = F_{1,d} * e / 2h \\ A &= b * h = 13775 \text{ mm}^2 & k_{cr} &= 1,00 & k_v &= 1,00 \\ V_d &= 19,79 \text{ KN} & T_d &= 2,15 \text{ N/mm}^2 & &= 1,5V_d / A * k_{cr} \\ f_{v,k} &= 4 \text{ N/mm}^2 & f_{v,d} &= 2,15 \text{ N/mm}^2 & &= f_{v,k} * k_v * k_{mod} / \gamma_M \\ T_d / f_{v,d} &= 1,000 \leq 1 & & & & \end{aligned}$$

ring

$$\begin{aligned} d_o &= 56 \text{ mm} & \ell &= 95 \text{ mm} \\ k_c &= 1 & A_c &= 10314 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

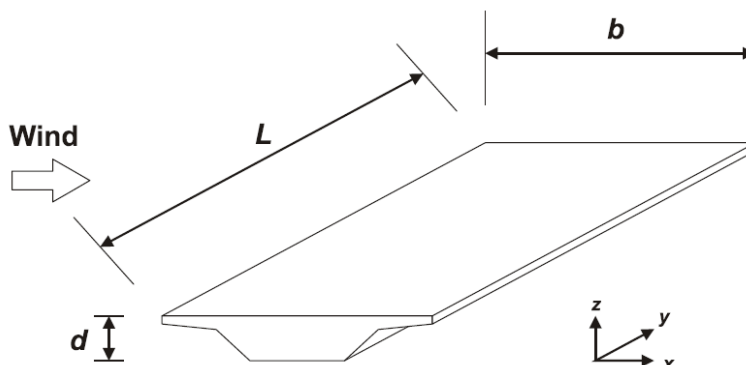
druk

$$\begin{aligned} F_{ax,Ed} &= 43,53 \text{ KN} & \sigma_{c,90,d} &= 4,22 \text{ N/mm}^2 = F_{ax,Ed} / A_c \\ f_{c,90,k} &= 9,3 \text{ N/mm}^2 & f_{c,90,d} &= 5,01 \text{ N/mm}^2 = f_{c,90,k} * k_{mod} / \gamma_M \end{aligned}$$

(6.3)

$$\sigma_{c,90,d} / (k_{c,90} * f_{c,90,d}) = 0,842 \leq 1$$

Wind:



Winddruk:

Brug zonder nutt. bel.
Brug met nutt. bel.

WL1
WL2

windbelasting

hoogte boven maaiveld
basiswindsnelheid.
richtingsfactor
seizoensfactor
Terrein categorie
ruwheidslengte

	WL1		WL2	
$z =$	5	m	5	m
$v_{b,0} =$	27	m/s	23	m/s
$C_{dir} =$	1		1	
$C_{season} =$	1		1	
	II		II	
$z_{0,II} =$	0,05	m	0,05	m
$z_0 =$	0,05	m	0,05	m
$z_{min} =$	2	m	2	m
$k_r =$	0,21		0,21	
$C_0 =$	1		1	
$k_l =$	1		1	

(T 4.1)

(T 4.1)

(T 4.1)

(4.5) $k_r = 0,19 * (z_0 / z_{0,II})^{0,07}$

terreinfactor
orografiefactor
turbulentiefactor

windsnelheid
hoogte boven maaiveld
ruigheidsfactor
gem. windsnelheid

$v_b =$	27	m/s	23	m/s	(4.1)
$z =$	5	m	5	m	
$C_r(z) =$	0,97		0,97		(4.4)
$v_m(z) =$	26,2	m/s	22,3	m/s	(4.3)
$\rho =$	1,25	kg/m ³	1,25	kg/m ³	
$q_b =$	456	N/m ²	331	N/m ²	(4.10)
$l_v(z) =$	0,217		0,217		(4.7)
$q_p(z) =$	1081	N/m ²	783	N/m ²	(4.8)
$C_e(z) =$	2,37		2,37		(4.9)

$$v_b = C_{dir} * C_{season} * v_{b,0}$$

$$= \max. (z, z_{min})$$

$$C_r(z) = k_r * \ln(z / z_0)$$

$$v_m(z) = C_r(z) * C_0(z) * v_b$$

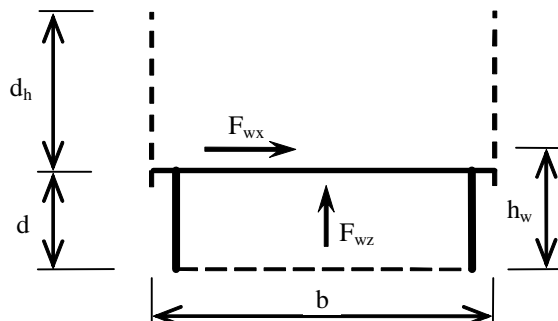
$$q_b = 0,5 \rho * v_b^2$$

$$l_v(z) = k_l / (C_0(z) * \ln(z / z_0))$$

$$q_p(z) = [1 + 7 * l_v(z)] * 0,5 \rho * v_m^2(z)$$

$$C_e(z) = q_p(z) / q_b$$

windbelasting:



Brug zonder nutt. bel.
Brug met nutt. bel.

WL1
WL2

windbelasting

hoogte boven maaiveld
extreme winddruk
Totale lengte
Breedte
konstruktiehoogte

leuning/verkeersband

	WL1	WL2
z =	5 m	5 m
q _p (z) =	1081 N/m ²	783 N/m ²
L =	6,25 m	6,25 m
b =	2,52 m	2,52 m
d =	0,29 m	0,29 m
φ =	0,6	1
d _h =	1,00 m	1 m
d ₁ =	0,6 m	1 m
d _{tot} =	0,89 m	1,29 m
b/d _{tot} =	2,83	1,95

x- richting (⊥)

	WL1	WL2
A _{ref,x} =	0,89 m ² /m ¹	1,29 m ² /m ¹
C _{fx,o} =	1,65	1,92
w _x =	1,78 KN/m ²	1,5 KN/m ²
q _{wx} =	1,58 KN/m ¹	1,94 KN/m ¹
F _{wx} =	9,88 KN	12,13 KN
h _w =	0,58 m	0,65 m

$$A_{ref,x} = d_{tot} * L$$

(F 8.3)

$$w_x = q_p(z) * C_{fx}$$

$$q_{wx} = w_x * A_{ref,x}$$

$$F_{wx} = q_{wx} * L$$

z- richting (↓↑)

	WL1	WL2
A _{ref,z} =	2,52 m ² /m ¹	2,52 m ² /m ¹
C _{fz,o} =	0,9	0,9
w _z =	0,41 KN/m ²	0,3 KN/m ²
q _{wz} =	1,03 KN/m ¹	0,76 KN/m ¹
F _{wz} =	6,44 KN	4,75 KN

(F 8.6)

$$A_{ref,z} = b * L$$

$$w_z = 0,5 \rho * v_b^2 * C_{fz}$$

$$q_{wz} = w_z * A_{ref,z}$$

$$F_{wz} = q_{wz} * L$$

y- richting (//)

q _{wy} =	0,4 KN/m ¹	0,49 KN/m ¹
F _{wy} =	2,5 KN	3,06 KN

$$q_{wy} = 0,25 * q_{wx}$$

$$F_{wy} = q_{wy} * L$$

Oplegging:

belastingen:

DL -eigen gew.	$g_k =$	3,26	KN/m ¹	
LL -nutt. bel.	$q_k =$	12,6	KN/m ¹	
VL -Voertuig	$V_L =$	0	KN	
AL -accidental	$A_L =$	0	KN	
WL1 -windbelasting	$q_{wx,k} =$	1,58	KN/m ¹	(\perp)
	$q_{wz,k} =$	1,03	KN/m ¹	($\downarrow \uparrow$)
	$q_{wy,k} =$	0,4	KN/m ¹	(//)
WL2 -windbelasting	$q_{wx,k} =$	1,94	KN/m ¹	(\perp)
	$q_{wz,k} =$	0,76	KN/m ¹	($\downarrow \uparrow$)
	$q_{wy,k} =$	0,49	KN/m ¹	(//)

$h = 0,58 \text{ m}$

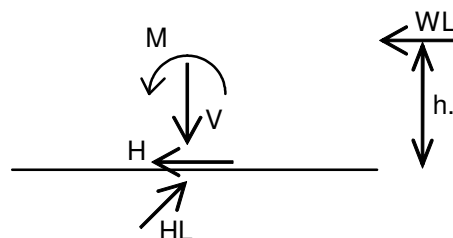
$h = 0,65 \text{ m}$

Oplegreacties:

nutt. bel.	$L =$	3,125	m
	$*L =$	6,25	m

Oplegkrachten

belasting	V_k [KN]	H_k [KN]	HL_k^* [KN]	M_k [KNm]
DL -eigen gew.	10,2	-	-	-
LL -nutt. bel.	39,4	-	-	-
VL -Voertuig	0,0	-	-	-
AL -accidental	0,0	-	-	-
WL1 -windbelasting	3,2	4,9	2,5	2,8
WL2 -windbelasting	2,4	6,1	3,1	4,0



Combi	$\gamma_{f,g}$	$\gamma_{f,q}$	ψ_0	$\gamma_{f,q}$	V_d [KN]	H_d [KN]	M_d [KNm]
1 (STR/GEO)	1,35	* DL			13,8	-	-
2 (STR/GEO)	1,35	* DL + 1,35		* LL	67	-	-
3 (STR/GEO)	1,35	* DL + 1,50		* WL1	18,6	7,4	4,2
4 (EQU)	0,95	* DL + 1,50		* WL1	4,9	7,4	4,2
5 (STR/GEO)	1,35	* DL + 1,35	* LL + 0,3	* 1,50 * WL2	68	2,7	1,8
6 (STR/GEO)	1,00	* DL + 1,50	* WL2 + 0,4	* 1,35 * LL	35,1	9,2	6
7 (STR/GEO)	1,35	* DL + 1,35		* VL	13,8	-	-
8 (ACC)	1,00	* DL + 1,00		* AL	10,2	-	-

Conform NEN-EN 1991-2+C1-2011 5.4 (2) en de nationale bijlage rekenen met een horizontale belasting in lengterichting groot 10% van de totale veranderlijke (verticale) belasting óf 30% van het totaalgewicht van het dienstvoertuig gelijktijdig aangrijpend met de overeenkomstige verticale belasting om de horizontale stabiliteit in lengterichting te waarborgen. De totale veranderlijke (verticale) belasting is $14,25 \times 2,52 \times 5,0 = 179,6 \text{ kN}$, 10% hiervan is $18,0 \text{ kN}$ rekenwaarde (voertuig niet maatgevend). De afdracht van deze kracht vindt plaats door de houten betimmering van $0,85 \text{ m}$ hoog aan ieder brugeinde naar het aansluitende grondlichaam met verharding.

De waarden in de tabel gelden voor een half brugveld van $6,25 \text{ m}$. De belasting op een middenjuk wordt verhoogd door een half brugveld van $4,00 \text{ m}$.

De waarden uit de tabel moeten voor het middenjuk worden verhoogd met $(6,25 + 4,00) / 6,25 = 1,64$.

Fundering:

De rekenwaarde van de maximale paalbelasting (Design load):

$$1,64 \times 68,0 / 2 = 55,8\text{kN (combinatie 5)}$$

De karakteristieke waarde van de gemiddelde paalbelasting (Service load):

$$1,64 \times (10,2 + 0,25 \times 39,4) / 2 = 16,4\text{kN (eigen gewicht met 25% van de nuttige belasting)}$$

Op ongeveer 80 meter uit elkaar zijn op 04 september 2017 door Fugro twee sonderingen gemaakt, S-SA-01 en 02 ten behoeve van de ombouw Amstelveenlijn (Fugro opdracht 1317-0190-211).

Beide sonderingen zijn aan deze rapportage toegevoegd.

De berekening van de geotechnische paal draagkracht is gedaan in het programma PILE CPT van Finesoftware.

Beide hierboven vermelde sonderingen zijn ingelezen. De rapportage (in het Engels) is als bijlage toegevoegd.

Zijdelingse krachten op het middenjuk, maximaal $1,64 \times 9,2 = 15,1\text{kN}$ (combi 6), worden door inklemming in de bodem opgenomen waarbij schoren het moment ten opzichte van de slootbodem omzetten naar meer en minder paalbelasting.

Bijlage berekening geotechnische paal draagkracht

Sonderingen:

Analysis of CPT pile

Input data

Project

Task : Draagkrachtberekening paalfundering
 Part : middenondersteuningen
 Customer : Vital v.o.f. Amstelveen
 Author : Klaas Wiersma
 Date : 6-4-2018
 Project ID : Werk Metrostation Sacharovlaan, Amstelveen
 Project number : 20170366

Settings

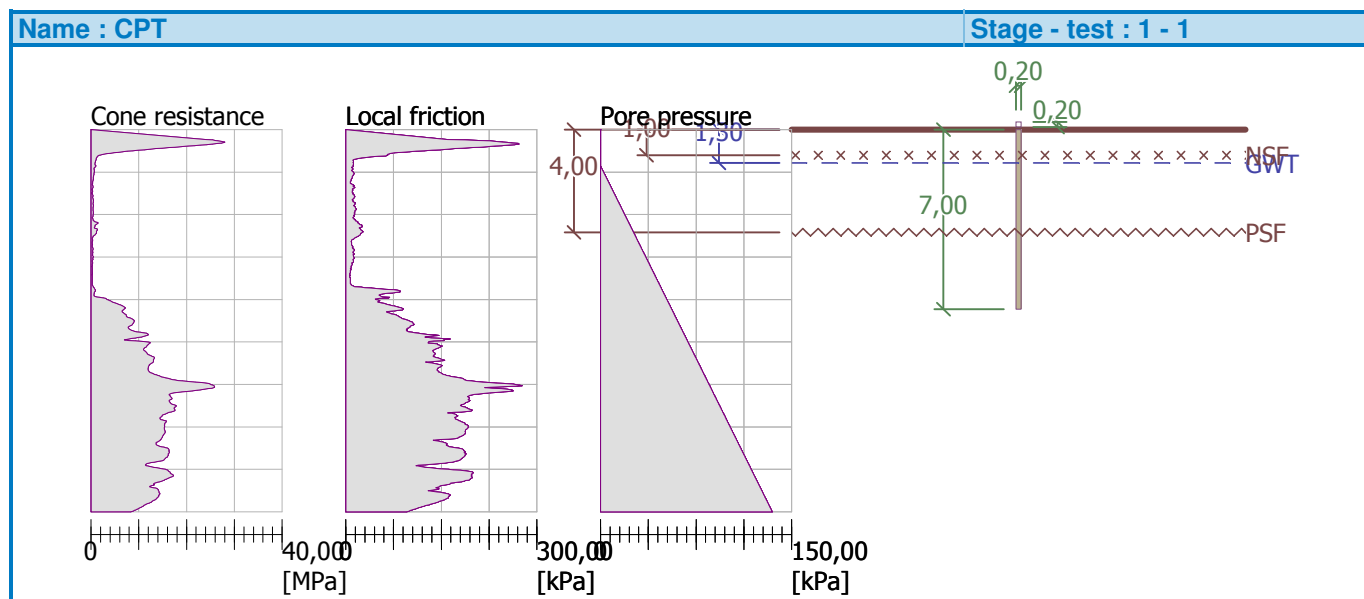
Netherlands - EN 1997 RC2

Pile CPT

Verification methodology : NEN 6743

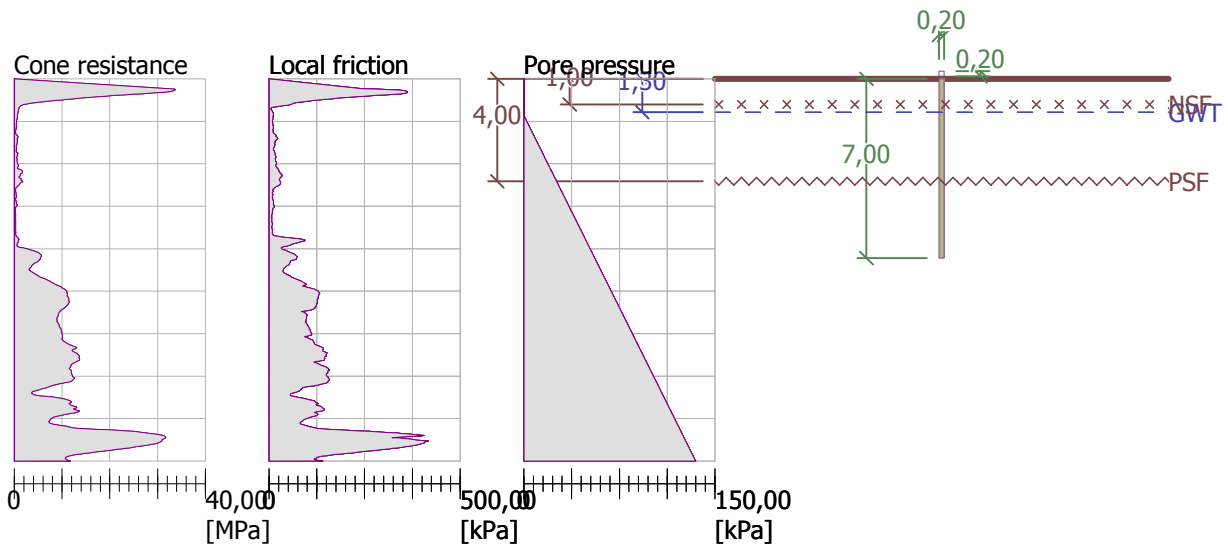
Tests

No.	Name of test:	Depth of the 1st point d_1 [m]	Overall depth d_{tot} [m]
1	S-SA-01_000-	0,00	14,90
2	S-SA-02_000-	0,00	14,92



Name : CPT

Stage - test : 1 - 2



Classification

Sourced CPT : S-SA-02_000-
 Classification type : Robertson 2010
 Penetrometer net area ratio : 0,75
 Unit weight : $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$

Classified soils

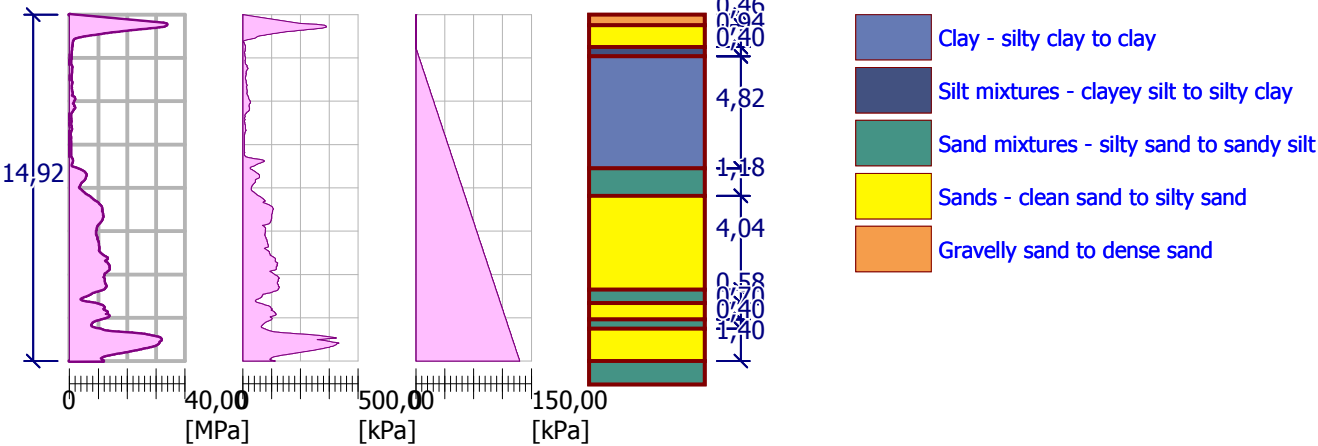
No.	Soil name
1	Clay - silty clay to clay
2	Silt mixtures - clayey silt to silty clay
3	Sand mixtures - silty sand to sandy silt
4	Sands - clean sand to silty sand
5	Gravelly sand to dense sand

Name : Soil classification

Stage - analysis : 1 - 0

Soil classification

Test : S-SA-02_000-

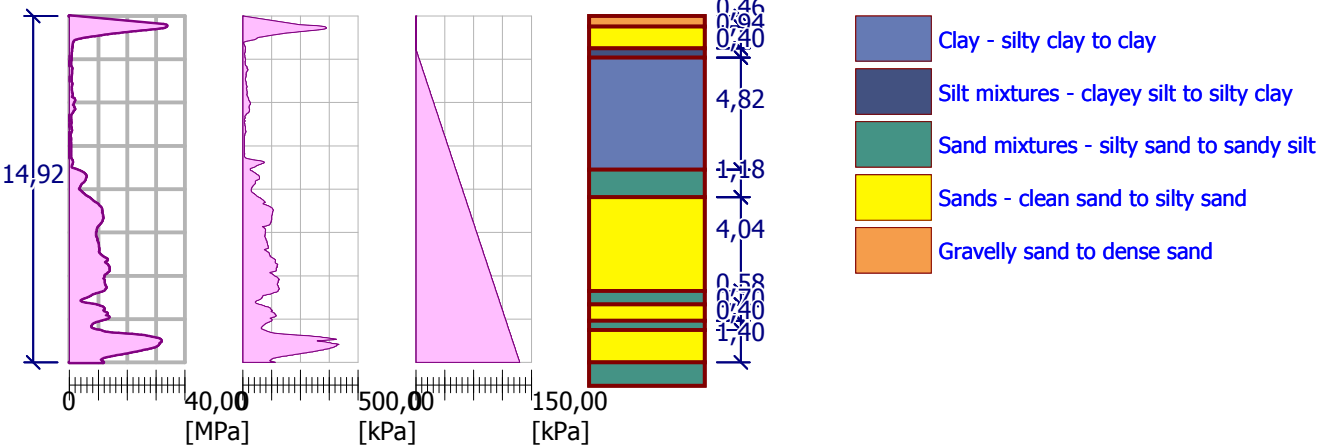


Name : Soil classification

Stage - analysis : 1 - 0





Soil classification

Test : S-SA-02_000-



Basic soil parameters

No.	Name	Pattern	φ_{ef} [°]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]
1	Clay - silty clay to clay		20,00	19,00	9,00

No.	Name	Pattern	φ_{ef} [°]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]
2	Silt mixtures - clayey silt to silty clay		23,00	19,00	9,00
3	Sand mixtures - silty sand to sandy silt		22,00	19,00	9,00
4	Sands - clean sand to silty sand		30,00	19,00	9,00
5	Gravelly sand to dense sand		34,00	19,00	9,00

Soil parameters**Clay - silty clay to clay**

Unit weight : $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$
Angle of internal friction : $\varphi_{ef} = 20,00^\circ$
Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 19,00 \text{ kN/m}^3$
Type of soil : clay

Silt mixtures - clayey silt to silty clay

Unit weight : $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$
Angle of internal friction : $\varphi_{ef} = 23,00^\circ$
Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 19,00 \text{ kN/m}^3$
Type of soil : clay

Sand mixtures - silty sand to sandy silt

Unit weight : $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$
Angle of internal friction : $\varphi_{ef} = 22,00^\circ$
Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 19,00 \text{ kN/m}^3$
Type of soil : silt

Sands - clean sand to silty sand

Unit weight : $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$
Angle of internal friction : $\varphi_{ef} = 30,00^\circ$
Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 19,00 \text{ kN/m}^3$
Type of soil : sand, gravel
Magnitude OCR : $OCR \leq 2$
Type of grains : sand finer than 600 nm

Gravelly sand to dense sand

Unit weight : $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$
Angle of internal friction : $\varphi_{ef} = 34,00^\circ$
Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 19,00 \text{ kN/m}^3$
Type of soil : sand, gravel
Magnitude OCR : $OCR \leq 2$
Type of grains : sand finer than 600 nm

Construction

Type of construction : single pile

Design load $F_{sd} = 55,80 \text{ kN}$
Service load $F_s = 16,40 \text{ kN}$
Terrain surcharge $F = 0,00 \text{ kPa}$

Geometry

Type of pile : timber pile

Pile material : timber

Coefficient of bearing capacity of pile base $\alpha_p = 0,70$.

Pile length in soil = 7,00 m

Pile head offset above terrain = 0,00 m

Depth of finished grade = 0,00 m

Pile dimensions - rectangularPile length in soil $l = 7,00$ mPile width $a = 0,20$ mPile height $b = 0,20$ m**GWT + NSF**

Ground water table = 1,30 m

Lower bound of negative skin friction = 1,00 m












Upper bound of negative skin friction = 4,00 m

Slip layer : None

Global settings

The analysis considers the influence of negative skin friction.

Geological profile and assigned soils

No.	Layer [m]	Assigned soil	Pattern
1	0,46	Gravelly sand to dense sand	
2	0,94	Sands - clean sand to silty sand	
3	0,40	Silt mixtures - clayey silt to silty clay	
4	4,82	Clay - silty clay to clay	
5	1,18	Sand mixtures - silty sand to sandy silt	
6	4,04	Sands - clean sand to silty sand	
7	0,58	Sand mixtures - silty sand to sandy silt	
8	0,70	Sands - clean sand to silty sand	
9	0,40	Sand mixtures - silty sand to sandy silt	
10	1,40	Sands - clean sand to silty sand	
11	-	Sand mixtures - silty sand to sandy silt	

Bearing capacity calculation - EN 1997-2**Calculation of vertical bearing capacity - intermediate results of tests****Intermediate results CPT - S-SA-01_000-**Total resistance $F_{r,max,i} = 177,93$ kN

Skin bearing capacity	$F_{r,max,shaft,i}$	=	63,83 kN
Base bearing capacity	$F_{r,max,base,i}$	=	114,10 kN
Medium magnitude of penetration resistance	$q_{cl,mean}$	=	6,64 MPa
Medium magnitude of penetration resistance	$q_{cII,mean}$	=	6,56 MPa
Medium magnitude of penetration resistance	$q_{cIII,mean}$	=	1,55 MPa
Maximum stress at pile base	$p_{max,base}$	=	2852,48 kPa
Reduced stress at pile base	$p_{max,base,red}$	=	2852,48 kPa

Intermediate results CPT - S-SA-02_000-

Total resistance	$F_{r,max,i}$	=	118,81 kN
Skin bearing capacity	$F_{r,max,shaft,i}$	=	55,62 kN
Base bearing capacity	$F_{r,max,base,i}$	=	63,18 kN
Medium magnitude of penetration resistance	$q_{cl,mean}$	=	4,04 MPa
Medium magnitude of penetration resistance	$q_{cII,mean}$	=	3,08 MPa
Medium magnitude of penetration resistance	$q_{cIII,mean}$	=	0,95 MPa
Maximum stress at pile base	$p_{max,base}$	=	1579,56 kPa
Reduced stress at pile base	$p_{max,base,red}$	=	1579,56 kPa

Calculation of vertical bearing capacity - intermediate results skin**Intermediate results CPT - S-SA-01_000-**

No.	Depth [m]	q_{cz} [MPa]	Coeff. [-]	Skin frict. [kPa]
1	0,00	0,00	0,0120	0,00
2	0,03	2,00	0,0120	24,00
3	0,24	15,00	0,0120	180,00
4	0,72	14,86	0,0120	178,32
5	0,74	13,54	0,0120	162,48
6	0,76	12,38	0,0120	148,56
7	0,78	11,21	0,0120	134,52
8	0,80	10,00	0,0120	120,00
9	0,82	8,77	0,0120	105,24
10	0,84	7,64	0,0120	91,68
11	0,86	6,63	0,0120	79,56
12	0,88	5,69	0,0120	68,28
13	0,90	4,78	0,0120	57,36
14	0,92	3,99	0,0120	47,88
15	0,94	3,24	0,0120	38,88
16	0,96	2,54	0,0120	30,48
17	0,98	2,02	0,0120	24,24
18	1,00	1,70	0,0120	20,40
19	1,02	1,50	0,0120	18,00
20	1,04	1,36	0,0120	16,32
21	1,06	1,29	0,0120	15,48
22	1,08	1,20	0,0120	14,40
23	1,10	1,11	0,0120	13,32
24	1,14	1,07	0,0120	12,84
25	1,16	1,05	0,0120	12,60
26	1,18	1,02	0,0120	12,24
27	1,20	0,98	0,0120	11,76
28	1,22	0,94	0,0120	11,28
29	1,24	0,90	0,0120	10,80
30	1,26	0,86	0,0120	10,32

No.	Depth [m]	q _{cz} [MPa]	Coeff. [-]	Skin frict. [kPa]
31	1,28	0,84	0,0120	10,08
32	1,30	0,81	0,0120	9,72
33	1,32	0,79	0,0120	9,48
34	1,36	0,80	0,0120	9,60
35	1,38	0,88	0,0120	10,56
36	1,40	0,98	0,0200	19,60
37	1,42	1,03	0,0200	20,60
38	1,44	0,94	0,0200	18,80
39	1,46	0,82	0,0200	16,40
40	1,48	0,71	0,0200	14,20
41	1,50	0,63	0,0200	12,60
42	1,54	0,61	0,0200	12,20
43	1,56	0,64	0,0200	12,80
44	1,58	0,66	0,0200	13,20
45	1,62	0,67	0,0200	13,40
46	1,64	0,68	0,0200	13,60
47	1,66	0,64	0,0200	12,80
48	1,68	0,62	0,0200	12,40
49	1,72	0,61	0,0200	12,20
50	1,76	0,59	0,0200	11,80
51	1,78	0,56	0,0200	11,20
52	1,80	0,53	0,0200	10,60
53	1,82	0,50	0,0200	10,00
54	1,84	0,46	0,0200	9,20
55	1,94	0,44	0,0200	8,80
56	1,96	0,42	0,0200	8,40
57	1,98	0,40	0,0200	8,00
58	2,00	0,37	0,0200	7,40
59	2,02	0,36	0,0200	7,20
60	2,04	0,35	0,0200	7,00
61	2,06	0,32	0,0200	6,40
62	2,08	0,31	0,0200	6,20
63	2,10	0,30	0,0200	6,00
64	2,16	0,31	0,0200	6,20
65	2,18	0,35	0,0200	7,00
66	2,20	0,37	0,0200	7,40
67	2,22	0,38	0,0200	7,60
68	2,24	0,39	0,0200	7,80
69	2,26	0,39	0,0200	7,80
70	2,28	0,36	0,0200	7,20
71	2,30	0,29	0,0200	5,80
72	2,32	0,23	0,0200	4,60
73	2,36	0,24	0,0200	4,80
74	2,38	0,30	0,0200	6,00
75	2,40	0,34	0,0200	6,80
76	2,42	0,31	0,0200	6,20
77	2,44	0,25	0,0200	5,00
78	2,48	0,21	0,0200	4,20

No.	Depth [m]	q _{cz} [MPa]	Coeff. [-]	Skin frict. [kPa]
79	2,50	0,24	0,0200	4,80
80	2,52	0,28	0,0200	5,60
81	2,54	0,34	0,0200	6,80
82	2,56	0,39	0,0200	7,80
83	2,58	0,41	0,0200	8,20
84	2,60	0,39	0,0200	7,80
85	2,62	0,36	0,0200	7,20
86	2,66	0,36	0,0200	7,20
87	2,68	0,38	0,0200	7,60
88	2,70	0,42	0,0200	8,40
89	2,72	0,45	0,0200	9,00
90	2,74	0,48	0,0200	9,60
91	2,76	0,50	0,0200	10,00
92	2,78	0,48	0,0200	9,60
93	2,80	0,45	0,0200	9,00
94	2,84	0,44	0,0200	8,80
95	2,86	0,42	0,0200	8,40
96	2,92	0,44	0,0200	8,80
97	2,94	0,49	0,0200	9,80
98	2,96	0,51	0,0200	10,20
99	2,98	0,49	0,0200	9,80
100	3,00	0,46	0,0200	9,20
101	3,02	0,43	0,0200	8,60
102	3,04	0,40	0,0200	8,00
103	3,08	0,40	0,0200	8,00
104	3,10	0,43	0,0200	8,60
105	3,12	0,42	0,0200	8,40
106	3,16	0,43	0,0200	8,60
107	3,18	0,44	0,0200	8,80
108	3,20	0,46	0,0200	9,20
109	3,22	0,48	0,0200	9,60
110	3,24	0,48	0,0200	9,60
111	3,28	0,44	0,0200	8,80
112	3,30	0,43	0,0200	8,60
113	3,32	0,41	0,0200	8,20
114	3,36	0,40	0,0200	8,00
115	3,38	0,38	0,0200	7,60
116	3,40	0,35	0,0200	7,00
117	3,42	0,29	0,0200	5,80
118	3,46	0,34	0,0200	6,80
119	3,48	0,40	0,0200	8,00
120	3,50	0,38	0,0200	7,60
121	3,54	0,46	0,0200	9,20
122	3,56	0,59	0,0200	11,80
123	3,58	0,65	0,0200	13,00
124	3,60	1,00	0,0200	20,00
125	3,62	1,41	0,0200	28,20
126	3,64	1,49	0,0200	29,80

No.	Depth [m]	q _{cz} [MPa]	Coeff. [-]	Skin frict. [kPa]
127	3,66	1,35	0,0200	27,00
128	3,68	1,18	0,0200	23,60
129	3,70	1,00	0,0200	20,00
130	3,72	0,88	0,0200	17,60
131	3,76	0,82	0,0200	16,40
132	3,78	0,81	0,0200	16,20
133	3,80	0,75	0,0200	15,00
134	3,84	0,75	0,0200	15,00
135	3,86	1,06	0,0200	21,20
136	3,88	1,34	0,0200	26,80
137	3,90	1,32	0,0200	26,40
138	3,92	1,26	0,0200	25,20
139	3,94	1,22	0,0200	24,40
140	3,96	1,15	0,0200	23,00
141	4,00	1,15	0,0200	23,00
142	4,02	1,16	0,0200	23,20
143	4,04	1,12	0,0200	22,40
144	4,06	1,03	0,0200	20,60
145	4,08	0,91	0,0200	18,20
146	4,10	0,78	0,0200	15,60
147	4,12	0,64	0,0200	12,80
148	4,14	0,53	0,0200	10,60
149	4,16	0,43	0,0200	8,60
150	4,18	0,38	0,0200	7,60
151	4,20	0,33	0,0200	6,60
152	4,22	0,28	0,0200	5,60
153	4,26	0,28	0,0200	5,60
154	4,28	0,30	0,0200	6,00
155	4,30	0,35	0,0200	7,00
156	4,32	0,36	0,0200	7,20
157	4,34	0,32	0,0200	6,40
158	4,36	0,27	0,0200	5,40
159	4,38	0,25	0,0200	5,00
160	4,44	0,26	0,0200	5,20
161	4,46	0,27	0,0200	5,40
162	4,48	0,30	0,0200	6,00
163	4,50	0,29	0,0200	5,80
164	4,52	0,27	0,0200	5,40
165	4,58	0,27	0,0200	5,40
166	4,60	0,31	0,0200	6,20
167	4,62	0,42	0,0200	8,40
168	4,64	0,43	0,0200	8,60
169	4,66	0,42	0,0200	8,40
170	4,68	0,38	0,0200	7,60
171	4,70	0,34	0,0200	6,80
172	4,72	0,33	0,0200	6,60
173	4,76	0,35	0,0200	7,00
174	4,78	0,38	0,0200	7,60

No.	Depth [m]	q _{cz} [MPa]	Coeff. [-]	Skin frict. [kPa]
175	4,80	0,35	0,0200	7,00
176	4,88	0,32	0,0200	6,40
177	4,92	0,34	0,0200	6,80
178	4,94	0,44	0,0200	8,80
179	4,96	0,49	0,0200	9,80
180	4,98	0,42	0,0200	8,40
181	5,04	0,41	0,0200	8,20
182	5,06	0,42	0,0200	8,40
183	5,08	0,32	0,0200	6,40
184	5,14	0,29	0,0200	5,80
185	5,16	0,30	0,0200	6,00
186	5,18	0,32	0,0200	6,40
187	5,19	0,33	0,0200	6,52
188	5,20	0,33	0,0200	6,60
189	5,22	0,31	0,0200	6,20
190	5,24	0,25	0,0200	5,00
191	5,26	0,24	0,0200	4,80
192	5,30	0,25	0,0200	5,00
193	5,32	0,23	0,0200	4,60
194	5,36	0,24	0,0200	4,80
195	5,40	0,24	0,0200	4,80
196	5,46	0,24	0,0200	4,80
197	5,58	0,26	0,0200	5,20
198	5,62	0,26	0,0200	5,20
199	5,64	0,24	0,0200	4,80
200	5,68	0,24	0,0200	4,80
201	5,72	0,25	0,0200	5,00
202	5,74	0,24	0,0200	4,80
203	5,78	0,24	0,0200	4,80
204	5,92	0,25	0,0200	5,00
205	5,94	0,26	0,0200	5,20
206	6,02	0,26	0,0200	5,20
207	6,06	0,26	0,0200	5,20
208	6,08	0,32	0,0200	6,40
209	6,10	0,42	0,0200	8,40
210	6,12	0,49	0,0200	9,80
211	6,16	0,57	0,0200	11,40
212	6,18	0,67	0,0200	13,40
213	6,20	0,76	0,0200	15,20
214	6,22	0,80	0,0200	16,00
215	6,24	0,86	0,0200	17,20
216	6,26	0,91	0,0200	18,20
217	6,28	0,89	0,0200	17,80
218	6,30	0,84	0,0200	16,80
219	6,32	0,75	0,0200	15,00
220	6,34	0,69	0,0200	13,80
221	6,36	0,66	0,0200	13,20
222	6,38	0,64	0,0200	12,80

No.	Depth [m]	q _{cz} [MPa]	Coeff. [-]	Skin frict. [kPa]
223	6,44	0,62	0,0200	12,40
224	6,48	0,62	0,0200	12,40
225	6,50	0,77	0,0200	15,40
226	6,52	1,20	0,0200	24,00
227	6,54	1,87	0,0200	37,40
228	6,56	2,60	0,0200	52,00
229	6,58	3,02	0,0300	90,60
230	6,60	3,22	0,0300	96,60
231	6,62	3,33	0,0250	83,25
232	6,64	3,58	0,0250	89,50
233	6,66	3,84	0,0250	96,00
234	6,66	3,85	0,0250	96,26
235	6,68	4,05	0,0250	101,25
236	6,70	4,25	0,0250	106,25
237	6,72	4,49	0,0250	112,25
238	6,74	4,75	0,0250	118,75
239	6,76	5,06	0,0250	126,50
240	6,78	5,37	0,0250	134,25
241	6,80	5,63	0,0250	140,75
242	6,82	5,94	0,0250	148,50
243	6,84	6,20	0,0250	155,00
244	6,86	6,43	0,0250	160,75
245	6,88	6,65	0,0250	166,25
246	6,90	6,83	0,0250	170,75
247	6,92	7,02	0,0250	175,50
248	6,94	7,14	0,0250	178,50
249	6,96	7,16	0,0250	179,00
250	6,98	7,05	0,0250	176,25
251	7,00	6,91	0,0250	172,75

Intermediate results CPT - S-SA-02 000-

No.	Depth [m]	q _{cz} [MPa]	Coeff. [-]	Skin frict. [kPa]
1	0,00	0,00	0,0120	0,00
2	0,02	2,00	0,0120	24,00
3	0,18	15,00	0,0120	180,00
4	0,74	14,55	0,0120	174,60
5	0,76	13,26	0,0120	159,12
6	0,78	12,06	0,0120	144,72
7	0,80	11,00	0,0120	132,00
8	0,82	10,01	0,0120	120,12
9	0,84	8,83	0,0120	105,96
10	0,86	7,52	0,0120	90,24
11	0,88	6,42	0,0120	77,04
12	0,90	5,54	0,0120	66,48
13	0,92	4,68	0,0120	56,16
14	0,94	3,92	0,0120	47,04
15	0,96	3,13	0,0120	37,56

No.	Depth [m]	q _{cz} [MPa]	Coeff. [-]	Skin frict. [kPa]
16	0,98	2,47	0,0120	29,64
17	1,00	1,95	0,0120	23,40
18	1,02	1,63	0,0120	19,56
19	1,04	1,40	0,0120	16,80
20	1,06	1,27	0,0120	15,24
21	1,08	1,15	0,0120	13,80
22	1,10	1,07	0,0120	12,84
23	1,12	1,03	0,0120	12,36
24	1,13	1,00	0,0120	12,06
25	1,14	0,98	0,0120	11,76
26	1,16	0,93	0,0120	11,16
27	1,18	0,90	0,0120	10,80
28	1,20	0,88	0,0120	10,56
29	1,22	0,87	0,0120	10,44
30	1,24	0,85	0,0120	10,20
31	1,26	0,83	0,0120	9,96
32	1,28	0,80	0,0120	9,60
33	1,30	0,77	0,0120	9,24
34	1,32	0,76	0,0120	9,12
35	1,34	0,75	0,0120	9,00
36	1,36	0,72	0,0120	8,64
37	1,38	0,70	0,0120	8,40
38	1,40	0,67	0,0200	13,40
39	1,42	0,64	0,0200	12,80
40	1,48	0,64	0,0200	12,80
41	1,50	0,65	0,0200	13,00
42	1,52	0,63	0,0200	12,60
43	1,54	0,59	0,0200	11,80
44	1,56	0,55	0,0200	11,00
45	1,58	0,52	0,0200	10,40
46	1,60	0,50	0,0200	10,00
47	1,62	0,49	0,0200	9,80
48	1,66	0,48	0,0200	9,60
49	1,68	0,46	0,0200	9,20
50	1,70	0,45	0,0200	9,00
51	1,72	0,44	0,0200	8,80
52	1,74	0,42	0,0200	8,40
53	1,76	0,41	0,0200	8,20
54	1,82	0,42	0,0200	8,40
55	1,84	0,43	0,0200	8,60
56	1,86	0,42	0,0200	8,40
57	1,88	0,39	0,0200	7,80
58	1,90	0,37	0,0200	7,40
59	1,92	0,35	0,0200	7,00
60	1,94	0,33	0,0200	6,60
61	1,96	0,32	0,0200	6,40
62	1,98	0,31	0,0200	6,20
63	2,00	0,30	0,0200	6,00

No.	Depth [m]	q _{cz} [MPa]	Coeff. [-]	Skin frict. [kPa]
64	2,02	0,29	0,0200	5,80
65	2,04	0,28	0,0200	5,60
66	2,10	0,29	0,0200	5,80
67	2,12	0,30	0,0200	6,00
68	2,16	0,32	0,0200	6,40
69	2,18	0,41	0,0200	8,20
70	2,20	0,55	0,0200	11,00
71	2,22	0,64	0,0200	12,80
72	2,24	0,71	0,0200	14,20
73	2,26	0,78	0,0200	15,60
74	2,28	0,73	0,0200	14,60
75	2,30	0,64	0,0200	12,80
76	2,32	0,59	0,0200	11,80
77	2,36	0,60	0,0200	12,00
78	2,38	0,61	0,0200	12,20
79	2,40	0,60	0,0200	12,00
80	2,46	0,61	0,0200	12,20
81	2,48	0,61	0,0200	12,20
82	2,50	0,59	0,0200	11,80
83	2,54	0,57	0,0200	11,40
84	2,56	0,56	0,0200	11,20
85	2,58	0,49	0,0200	9,80
86	2,60	0,43	0,0200	8,60
87	2,66	0,42	0,0200	8,40
88	2,68	0,44	0,0200	8,80
89	2,70	0,42	0,0200	8,40
90	2,72	0,40	0,0200	8,00
91	2,74	0,39	0,0200	7,80
92	2,76	0,38	0,0200	7,60
93	2,78	0,37	0,0200	7,40
94	2,84	0,38	0,0200	7,60
95	2,86	0,49	0,0200	9,80
96	2,88	0,62	0,0200	12,40
97	2,90	0,71	0,0200	14,20
98	2,92	0,72	0,0200	14,40
99	2,94	0,70	0,0200	14,00
100	2,96	0,66	0,0200	13,20
101	2,98	0,62	0,0200	12,40
102	3,00	0,60	0,0200	12,00
103	3,02	0,57	0,0200	11,40
104	3,04	0,53	0,0200	10,60
105	3,06	0,50	0,0200	10,00
106	3,10	0,51	0,0200	10,20
107	3,12	0,56	0,0200	11,20
108	3,14	0,57	0,0200	11,40
109	3,16	0,53	0,0200	10,60
110	3,20	0,55	0,0200	11,00
111	3,22	0,59	0,0200	11,80

No.	Depth [m]	q _{cz} [MPa]	Coeff. [-]	Skin frict. [kPa]
112	3,24	0,63	0,0200	12,60
113	3,26	0,65	0,0200	13,00
114	3,30	0,64	0,0200	12,80
115	3,32	0,69	0,0200	13,80
116	3,34	0,75	0,0200	15,00
117	3,36	0,83	0,0200	16,60
118	3,38	0,88	0,0200	17,60
119	3,40	0,85	0,0200	17,00
120	3,42	0,79	0,0200	15,80
121	3,44	0,72	0,0200	14,40
122	3,46	0,66	0,0200	13,20
123	3,50	0,66	0,0200	13,20
124	3,52	0,84	0,0200	16,80
125	3,54	1,21	0,0200	24,20
126	3,56	1,52	0,0200	30,40
127	3,58	1,63	0,0200	32,60
128	3,60	1,64	0,0200	32,80
129	3,62	1,70	0,0200	34,00
130	3,64	1,74	0,0200	34,80
131	3,66	1,67	0,0200	33,40
132	3,68	1,53	0,0200	30,60
133	3,70	1,37	0,0200	27,40
134	3,74	1,26	0,0200	25,20
135	3,76	1,25	0,0200	25,00
136	3,78	1,18	0,0200	23,60
137	3,80	1,05	0,0200	21,00
138	3,82	0,95	0,0200	19,00
139	3,86	1,04	0,0200	20,80
140	3,88	1,26	0,0200	25,20
141	3,90	1,43	0,0200	28,60
142	3,92	1,43	0,0200	28,60
143	3,96	1,41	0,0200	28,20
144	3,98	1,60	0,0200	32,00
145	4,00	1,72	0,0200	34,40
146	4,02	1,72	0,0200	34,40
147	4,04	1,51	0,0200	30,20
148	4,06	1,30	0,0200	26,00
149	4,08	1,19	0,0200	23,80
150	4,10	1,15	0,0200	23,00
151	4,12	1,10	0,0200	22,00
152	4,14	0,99	0,0200	19,80
153	4,16	0,83	0,0200	16,60
154	4,18	0,72	0,0200	14,40
155	4,20	0,62	0,0200	12,40
156	4,22	0,52	0,0200	10,40
157	4,24	0,42	0,0200	8,40
158	4,26	0,32	0,0200	6,40
159	4,28	0,26	0,0200	5,20

No.	Depth [m]	q _{cz} [MPa]	Coeff. [-]	Skin frict. [kPa]
160	4,32	0,29	0,0200	5,80
161	4,34	0,30	0,0200	6,00
162	4,36	0,27	0,0200	5,40
163	4,42	0,30	0,0200	6,00
164	4,44	0,32	0,0200	6,40
165	4,46	0,34	0,0200	6,80
166	4,48	0,36	0,0200	7,20
167	4,50	0,34	0,0200	6,80
168	4,54	0,34	0,0200	6,80
169	4,56	0,37	0,0200	7,40
170	4,58	0,40	0,0200	8,00
171	4,60	0,41	0,0200	8,20
172	4,62	0,38	0,0200	7,60
173	4,64	0,32	0,0200	6,40
174	4,66	0,28	0,0200	5,60
175	4,70	0,27	0,0200	5,40
176	4,74	0,29	0,0200	5,80
177	4,76	0,32	0,0200	6,40
178	4,78	0,34	0,0200	6,80
179	4,80	0,36	0,0200	7,20
180	4,82	0,46	0,0200	9,20
181	4,84	0,49	0,0200	9,80
182	4,88	0,45	0,0200	9,00
183	4,90	0,57	0,0200	11,40
184	4,92	0,58	0,0200	11,60
185	4,94	0,58	0,0200	11,60
186	4,96	0,48	0,0200	9,60
187	4,98	0,38	0,0200	7,60
188	5,00	0,29	0,0200	5,80
189	5,02	0,27	0,0200	5,40
190	5,04	0,26	0,0200	5,20
191	5,06	0,24	0,0200	4,80
192	5,08	0,22	0,0200	4,40
193	5,14	0,21	0,0200	4,20
194	5,18	0,22	0,0200	4,40
195	5,19	0,23	0,0200	4,52
196	5,20	0,23	0,0200	4,60
197	5,24	0,25	0,0200	5,00
198	5,26	0,26	0,0200	5,20
199	5,30	0,25	0,0200	5,00
200	5,36	0,24	0,0200	4,80
201	5,42	0,24	0,0200	4,80
202	5,50	0,25	0,0200	5,00
203	5,60	0,25	0,0200	5,00
204	5,62	0,26	0,0200	5,20
205	5,64	0,28	0,0200	5,60
206	5,66	0,29	0,0200	5,80
207	5,68	0,30	0,0200	6,00

No.	Depth [m]	q _{cz} [MPa]	Coeff. [-]	Skin frict. [kPa]
208	5,70	0,27	0,0200	5,40
209	5,76	0,27	0,0200	5,40
210	5,82	0,27	0,0200	5,40
211	5,88	0,28	0,0200	5,60
212	5,92	0,28	0,0200	5,60
213	5,94	0,29	0,0200	5,80
214	5,96	0,30	0,0200	6,00
215	5,98	0,31	0,0200	6,20
216	6,02	0,30	0,0200	6,00
217	6,08	0,30	0,0200	6,00
218	6,10	0,31	0,0200	6,20
219	6,12	0,33	0,0200	6,60
220	6,14	0,37	0,0200	7,40
221	6,16	0,50	0,0200	10,00
222	6,18	0,62	0,0200	12,40
223	6,20	0,75	0,0200	15,00
224	6,22	0,81	0,0200	16,20
225	6,24	0,88	0,0200	17,60
226	6,26	0,91	0,0200	18,20
227	6,28	0,91	0,0200	18,20
228	6,32	0,90	0,0200	18,00
229	6,34	0,87	0,0200	17,40
230	6,36	0,81	0,0200	16,20
231	6,38	0,74	0,0200	14,80
232	6,40	0,64	0,0200	12,80
233	6,42	0,60	0,0200	12,00
234	6,44	0,58	0,0200	11,60
235	6,46	0,56	0,0200	11,20
236	6,48	0,55	0,0200	11,00
237	6,54	0,58	0,0200	11,60
238	6,56	0,83	0,0200	16,60
239	6,58	1,30	0,0200	26,00
240	6,60	1,91	0,0200	38,20
241	6,62	2,34	0,0250	58,50
242	6,64	2,67	0,0250	66,75
243	6,66	3,07	0,0250	76,75
244	6,66	3,09	0,0250	77,24
245	6,68	3,46	0,0250	86,50
246	6,70	3,81	0,0250	95,25
247	6,72	4,14	0,0250	103,50
248	6,74	4,47	0,0250	111,75
249	6,76	4,78	0,0250	119,50
250	6,78	5,02	0,0250	125,50
251	6,80	5,19	0,0250	129,75
252	6,82	5,31	0,0250	132,75
253	6,84	5,46	0,0250	136,50
254	6,86	5,55	0,0250	138,75
255	6,88	5,63	0,0250	140,75

No.	Depth [m]	q_{cz} [MPa]	Coeff. [-]	Skin frict. [kPa]
256	6,90	5,67	0,0250	141,75
257	6,92	5,66	0,0250	141,50
258	6,94	5,60	0,0250	140,00
259	6,96	5,52	0,0250	138,00
260	6,98	5,46	0,0250	136,50
261	7,00	5,44	0,0250	136,00

Calculation of vertical pile bearing capacity - intermediate results

Negative skin friction	$F_{s,nk,rep} = 1,90 \text{ kN}$
Pile diameter	$d_{eq} = 0,23 \text{ m}$
Pile diameter at base	$d_{s,eq} = 0,23 \text{ m}$
Pile area at base	$A_b = 0,04 \text{ m}^2$
Coeff. of reduc. of pile base bear. capacity	$\alpha_p = 0,70$
Coeff. of influence of pile shape	$s = 1,00$
Coeff. of influence of pile widened base	$\beta = 1,00$

Calculation of vertical bearing capacity - results

Analysis carried out for all tests.

$$F_{r,found,max,d} = 95,04 \text{ kN} > F_{s,found,d} = 55,80 \text{ kN}$$

Limit state 1A is SATISFACTORY

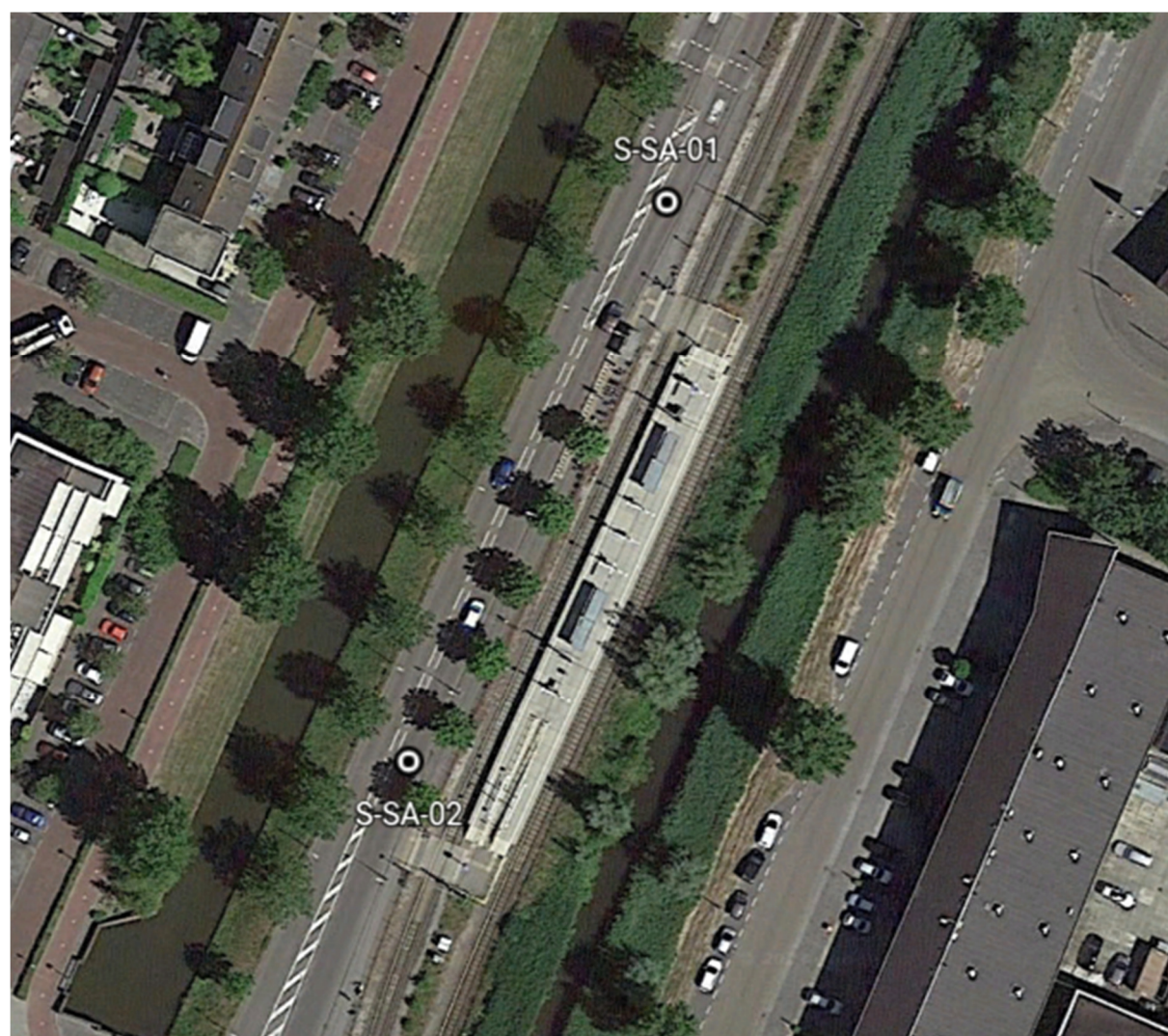
Settlement calculation - EN 1997-2

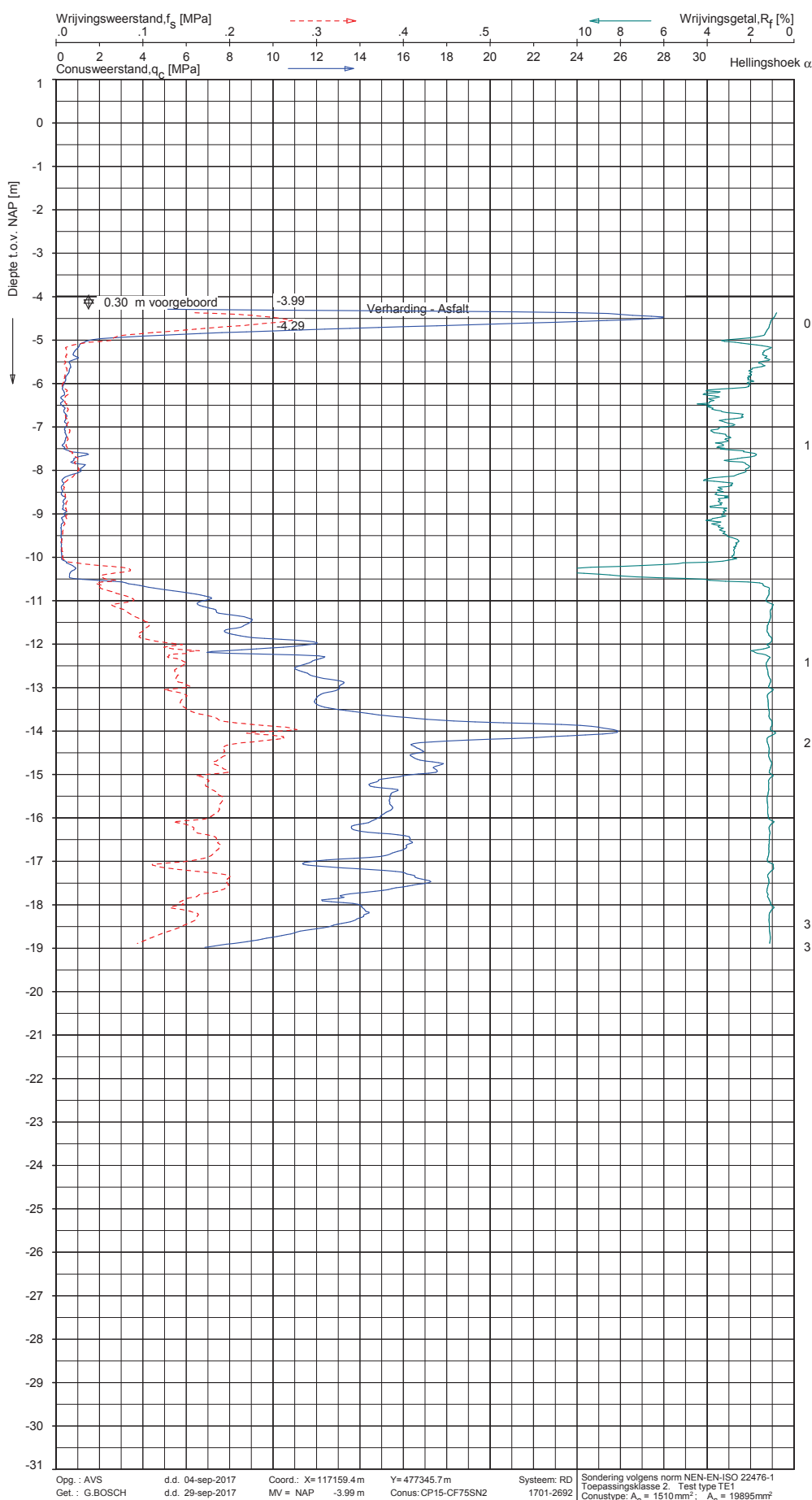
Settlement calculation:

Service load	$F_{s,d} + F_{n,k} = 18,30 \text{ kN}$
Skin bearing capacity	$F_{r,shaft,d} = 11,24 \text{ kN}$
Bearing capacity at base	$F_{r,base,d} = 7,06 \text{ kN}$
Pile base settlement	$w_{base} = 0,4 \text{ mm}$
Elastic deformation of pile	$w_{el,d} = 0,2 \text{ mm}$
Overall settlement	$w_{1,d} = 0,6 \text{ mm}$

Pile settlement calculation - results

For loading $F_s = 18,30 \text{ kN}$ the pile settlement is $= 0,6 \text{ mm}$





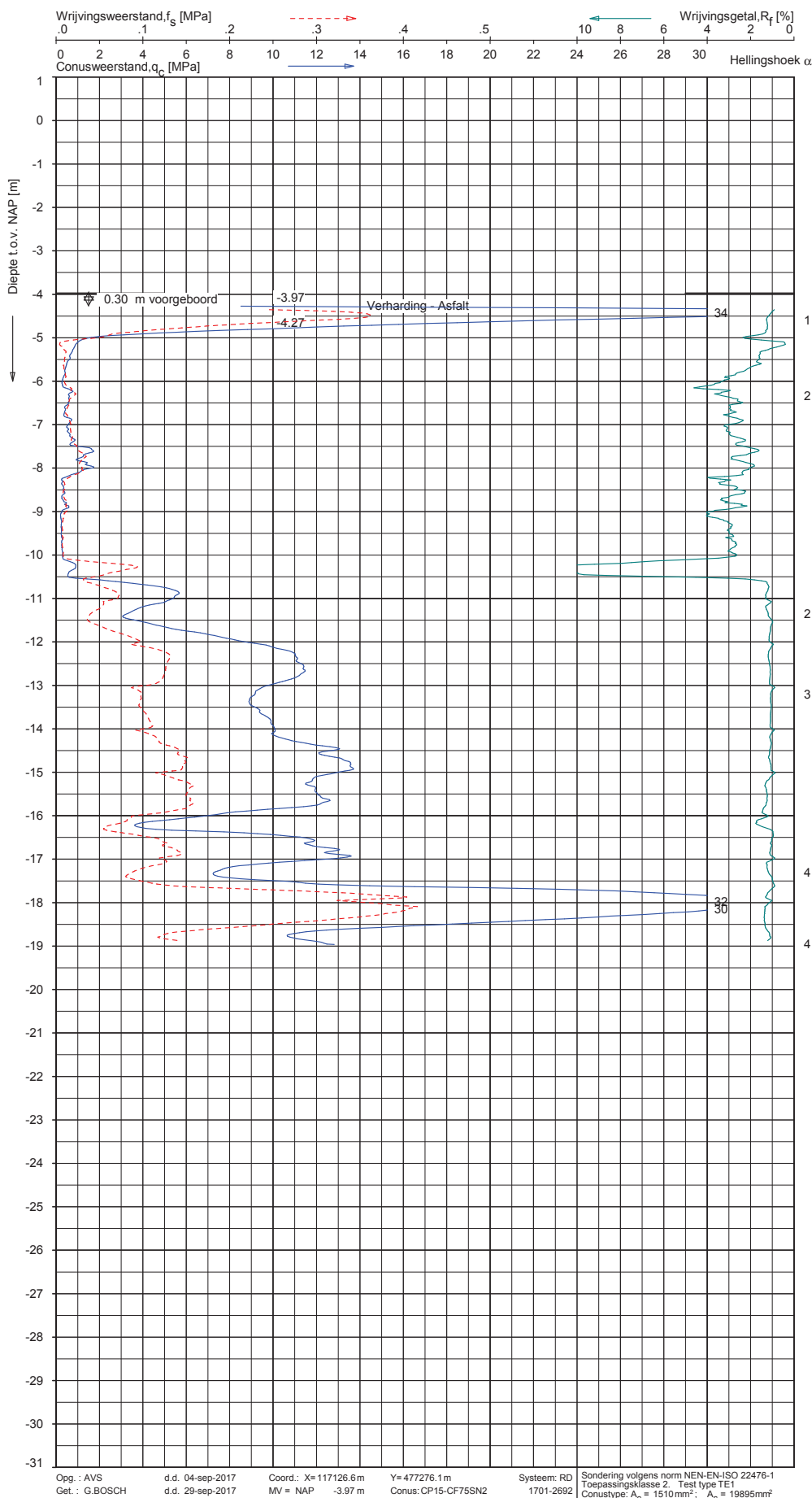
Indicatieve bodembeschrijving
 Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



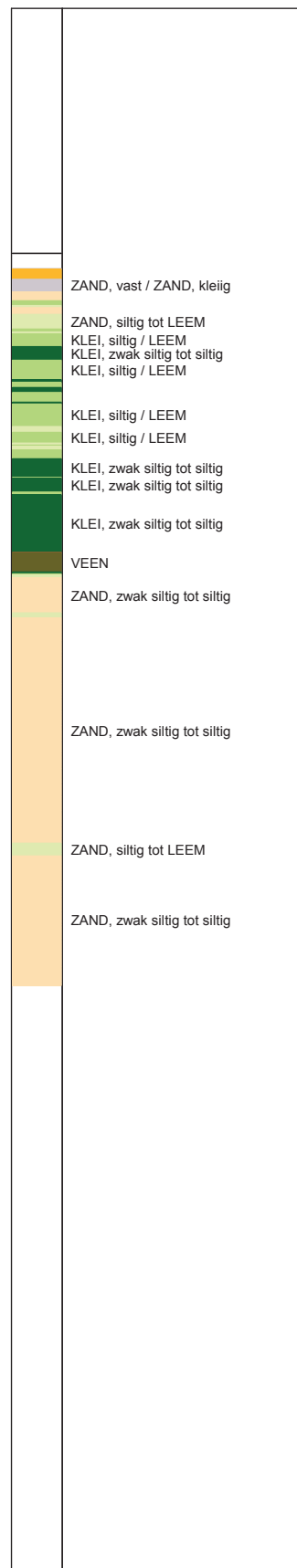
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PROJECT C11021 OMBOUW AMSTELVEENLIJN

Opdr. 1317-0190-211
 Sond. S-SA-01



Indicatieve bodembeschrijving
 Automatisch gegenereerd uit data
 van de sondering, geldig onder
 grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PROJECT C11021 OMBOUW AMSTELVEENLIJN

Opdr. 1317-0190-211
 Sond. S-SA-02