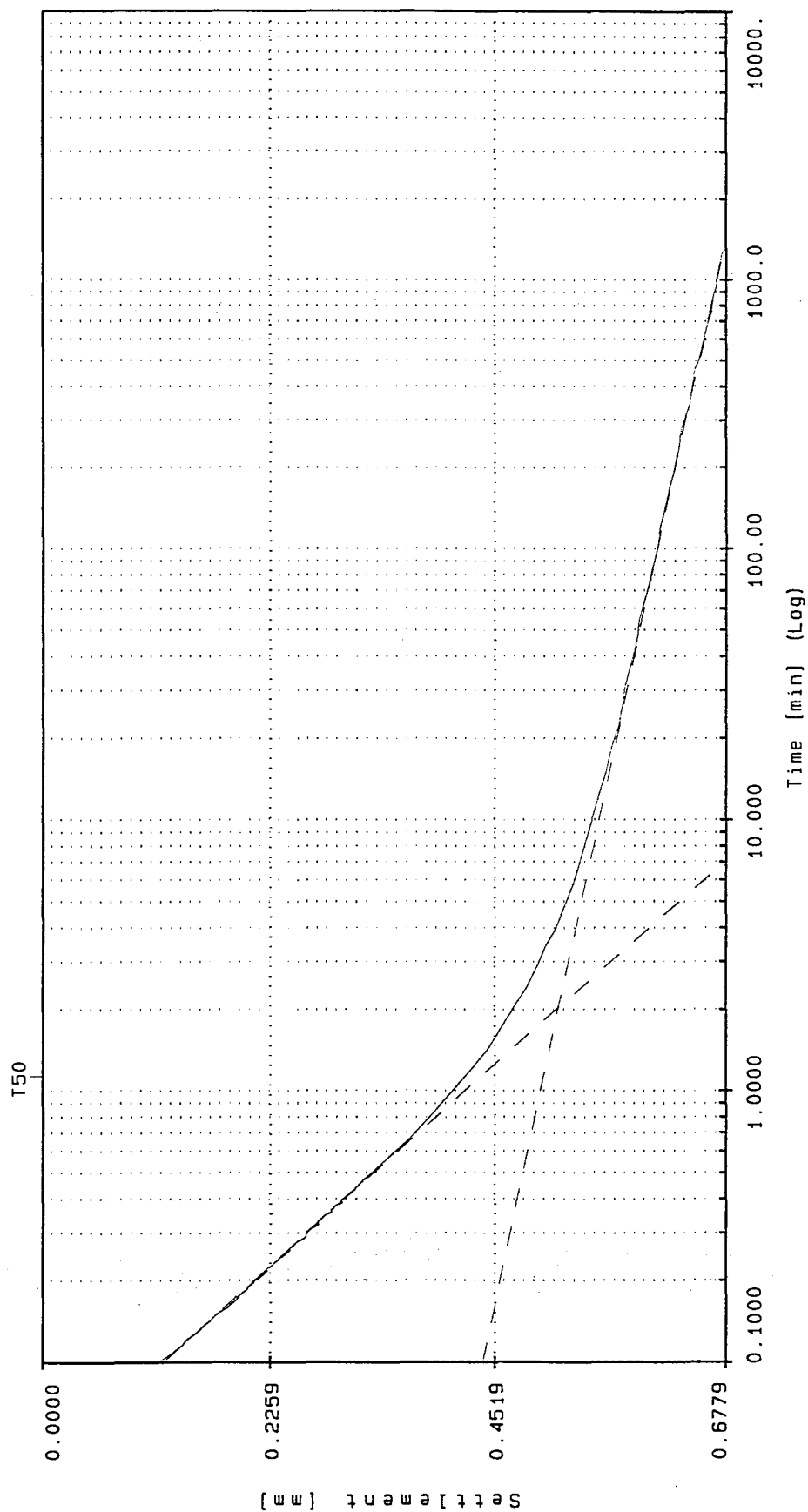


Bijlage A

Doorlatendheid Laag van Kedichem



Cv = 1.905E-07 [m²/s] Mv = 1.065E-05 [m²/kN]
 Ca = 3.102E-03 [-] K = 1.990E-11 [m/s]

MSAPRO [2.1.1]

File : 98050575



GRONDMEECHANICA
DELFT

POSTBUS 69
2600 AB DELFT

TELEFOON (015) 26 93 500
TELEFAX (015) 26 10 821

datum

1998-05-19

get.

Slag

GRONDOERZOEK PROEFPAAL SOPHIATUNNEL

Core: 04 & Sample: 46

SETTL./TIME (CASAGRANDE) STEP 10

CO-380730

gez.

[Signature]

BIJL. S5

form.

A4

Bijlage B

Parameterset model startschacht Sophiaspoortunnel

Hardening Soil - Material information

Number	Name	Bovenkant laag [m + N.A.P.]	Type	y_unsat [kN/m^3]	y_sat [kN/m^3]	k_x [m/day]	k_y [m/day]	k_z [m/day]	E_50ref [kN/m^2]	E_oedref [kN/m^2]	E_urref [kN/m^2]	c_ref [kN/m^2]	φ [°]	ψ [°]	v_ur [-]	p_ref [kN/m^2]	power (m) [-]	K_0nc [-]	c_incr [kN/m^3]	y_ref [m]	R_f [-]	Tensile-strength [kN/m^2]	R_inter [-]	δ_inter [-]	OCR
1	Ophoging	0,00	Drained	18,00	20,00	1,60E-04	4,00E-05	1,60E-04	1,00E+04	1,00E+04	5,00E+04	2,00	35,00	5,00	0,20	100,00	0,50	0,43	0,00	0,00	0,90	0,00	0,50	0,00	1,00
2	OB	-1,50	Drained	16,00	16,00	1,00E+00	1,00E+00	1,00E+00	5,60E+03	2,80E+03	2,50E+04	4,00	24,00	0,00	0,20	100,00	0,80	0,59	0,00	0,00	0,90	0,00	0,50	0,00	1,00
3	4/15	-2,00	Undrained	12,00	12,00	4,00E-02	1,00E-02	4,00E-02	2,20E+03	1,10E+03	1,00E+04	4,00	24,00	0,00	0,20	100,00	1,00	0,59	0,00	0,00	0,90	0,00	0,50	0,00	1,00
4	16/17	-6,50	Undrained	14,00	14,00	4,00E-03	1,00E-03	4,00E-03	2,80E+03	1,40E+03	1,25E+04	4,00	29,00	0,00	0,20	100,00	1,00	0,52	0,00	0,00	0,90	0,00	0,50	0,00	1,00
5	32A	-12,50	Drained	17,00	19,00	1,00E+00	1,00E+00	1,00E+00	3,44E+04	2,39E+04	1,38E+05	2,00	33,50	3,50	0,20	100,00	0,50	0,45	0,00	0,00	0,90	0,00	0,50	0,00	1,00
6	32C	-17,00	Drained	18,00	20,00	1,00E+00	1,00E+00	1,00E+00	4,78E+04	3,96E+04	1,91E+05	2,00	35,00	5,00	0,20	100,00	0,50	0,43	0,00	0,00	0,90	0,00	1,00	0,00	1,00
7	38A	-25,00	Drained	19,00	21,00	1,00E+00	1,00E+00	1,00E+00	3,03E+04	1,83E+04	1,21E+05	4,00	33,50	3,50	0,20	100,00	0,50	0,45	0,00	0,00	0,90	0,00	1,00	0,00	1,00
8	38D (Kedichem)	-29,00	Undrained	18,00	18,00	8,00E-05	2,00E-05	8,00E-05	5,60E+03	5,40E+03	3,20E+04	13,00	32,00	2,00	0,20	100,00	0,80	0,47	0,00	0,00	0,90	0,00	1,00	0,00	1,60
9	38B (Kedichem)	-30,50	Undrained	20,50	20,50	8,00E-06	2,00E-06	8,00E-06	8,50E+03	5,50E+03	3,80E+04	13,00	29,00	0,00	0,20	100,00	0,80	0,52	0,00	0,00	0,90	0,00	1,00	0,00	1,30
10	38C	-37,00	Drained	18,00	20,00	1,00E+00	1,00E+00	1,00E+00	4,50E+04	3,00E+04	1,80E+05	2,00	35,50	5,50	0,20	100,00	0,50	0,42	0,00	0,00	0,90	0,00	1,00	0,00	1,00
11	38B (diep)	-50,50	Undrained	20,50	20,50	8,00E-06	2,00E-06	8,00E-06	7,40E+03	7,30E+03	4,40E+04	13,00	29,00	0,00	0,20	100,00	0,80	0,52	0,00	0,00	0,90	0,00	1,00	0,00	1,00
12	38C (diep)	-52,00	Drained	18,00	20,00	1,00E+00	1,00E+00	1,00E+00	4,50E+04	3,00E+04	1,80E+05	2,00	35,50	5,50	0,20	100,00	0,50	0,42	0,00	0,00	0,90	0,00	1,00	0,00	1,00

Linear Elastic Beam

Number	Name	A [m^2]	ν [kN/m^3]	E [kN/m^2]	I_2 [m^4]	I_3 [m^4]	I_23 [m^4]
1	HE 1000x694 eq. (plat, geen gewicht)	9,00E-02	0,00	2,10E+08	1,50E-02	4,20E-04	0,00E+00

Linear Elastic Walls and Floors

Number	Name	d [m]	ν [kN/m^3]	E_1 [kN/m^2]	E_2 [kN/m^2]	G_12 [kN/m^2]	G_13 [kN/m^2]	G_23 [kN/m^2]	ν_12 [-]
1	Combiwall, not filled	4,65E-01	6,59	2,13E+08	1,06E+07	1,06E+07	3,37E+06	1,01E+06	0,00
2	Combiwall, filled with B25 concrete	9,71E-01	6,10	4,81E+07	4,81E+07	2,00E+07	2,00E+07	2,00E+07	0,20
3	Onderwaterbeton B25	1,30E+00	24,00	2,85E+07	2,85E+07	1,19E+07	1,19E+07	1,19E+07	0,20

Linear Elastic Springs

Number	Name	EA/L [kN/m]
1	Stempelraam perm. beton	3,80E+05
2	Stempelraam tijd. staal	5,60E+04
3	Stempelraam perm. beton	3,80E+05
4	Stempelraam tijd. staal	5,60E+04

Bijlage C

Berekening buigstijfheid combiwanden

Combiwand, niet gevuld

Constructieve parameters postdictie 2D (combiwand gemodeleerd als balk)

$$EI_{2D} := 1.76 \cdot 10^6 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^2$$

$$EA_{2D} := 9.21 \cdot 10^6 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$E_{\text{steel}} := 210 \cdot 10^3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 2.1 \times 10^8 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\rho_{\text{steel}} := 7850 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 78.5 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$\rho_{\text{water}} := 10 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

Damwandplank Larssen 607

$$L_{\text{sheet}} := 1200 \text{ mm} = 1.2 \text{ m}$$

$$I_{\text{sheet}} := 69600 \cdot \text{cm}^4 = 6.96 \times 10^{-4} \text{ m}^4$$

$$A_{\text{msheet}} := 243 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}} = 0.024 \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{m}}$$

$$A_{\text{sheet}} := A_{\text{msheet}} \cdot L_{\text{sheet}} = 0.029 \text{ m}^2$$

Buispaal 1420-20

$$d_{\text{pipe}} := 1420 \text{ mm} = 1.42 \text{ m}$$

$$r_{\text{out}} := \frac{d_{\text{pipe}}}{2} = 0.71 \text{ m} \quad r_{\text{out}} = 710 \cdot \text{mm}$$

$$d_{\text{shell}} := 20 \text{ mm} = 0.02 \text{ m}$$

$$I_{\text{pipe}} := \frac{1}{4} \left[r_{\text{out}}^4 - (r_{\text{out}} - d_{\text{shell}})^4 \right] = 0.022 \text{ m}^4$$

$$A_{\text{pipe}} := \pi \cdot r_{\text{out}}^2 - \pi (r_{\text{out}} - d_{\text{shell}})^2 = 0.088 \text{ m}^2$$

Gecombineerd wand per meter lengte

$$A_{\text{wall}} := \frac{A_{\text{sheet}} + A_{\text{pipe}}}{L_{\text{sheet}} + d_{\text{pipe}}} \cdot 1 \text{ m} = 0.045 \text{ m}^2$$

$$I_{\text{wall}} := \frac{I_{\text{sheet}} + I_{\text{pipe}}}{L_{\text{sheet}} + d_{\text{pipe}}} \cdot 1 \text{ m} = 8.493 \times 10^{-3} \text{ m}^4$$

$$d_{\text{wall_eq}} := \sqrt[3]{\frac{12EI_{2D}}{E_{\text{steel}} \cdot 1\text{m}}} = 0.465 \text{ m}$$

Controle parameters: $EI_{\text{composed}} := I_{\text{wall}} \cdot E_{\text{steel}} = 1.784 \times 10^6 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^2$

$$EI_{2D} = 1.76 \times 10^6 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^2$$

$$EA_{\text{composed}} := \frac{E_{\text{steel}} \cdot A_{\text{wall}}}{1\text{m}} = 9.388 \times 10^6 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$EA_{2D} = 9.21 \times 10^6 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

**Constructieve parameters t.b.v. Plaxis 3D Foundation analyse
(combiwand gemodelleerd als lineair elastische wand)**

$$E_{\text{wall1}} := \frac{12E_{\text{steel}} \cdot I_{\text{wall}}}{d_{\text{wall_eq}}^3 \cdot 1\text{m}} = 2.128 \times 10^8 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$E_{\text{wall2}} := \frac{E_{\text{wall1}}}{20} = 1.064 \times 10^7 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$G_{\text{wall12}} := \frac{6 \cdot E_{\text{steel}} \cdot I_{\text{wall}}}{10 \cdot d_{\text{wall_eq}}^3 \cdot 1\text{m}} = 1.064 \times 10^7 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \text{ (Naar Plaxis Manual, geringe dwarskracht vervorming)}$$

$$G_{\text{wall13}} := \frac{E_{\text{steel}} \cdot A_{\text{wall}}}{6 \cdot d_{\text{wall_eq}} \cdot 1\text{m}} = 3.365 \times 10^6 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$G_{\text{wall23}} := \frac{E_{\text{steel}} \cdot A_{\text{wall}}}{20 \cdot d_{\text{wall_eq}} \cdot 1\text{m}} = 1.009 \times 10^6 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$w_{\text{wall}} := \frac{(A_{\text{sheet}} + A_{\text{pipe}}) \cdot (\text{steel} - \text{water})}{L_{\text{sheet}} + d_{\text{pipe}}} = 3.062 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad \text{Onderwater gewicht per wand deel}$$

$$w_{\text{wall}} := \frac{w_{\text{wall}}}{d_{\text{wall_eq}}} = 6.585 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$w_{\text{wall}} := 0$$

Combiwand, gevuld met B25 beton

Constructieve parameters postdictie 2D (combiwaand gemodeled als balk)

$$EI_{2D} := 3.66 \cdot 10^6 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^2$$

$$EA_{2D} := 2.52 \cdot 10^7 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$E_{\text{steel}} := 210 \cdot 10^3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 2.1 \times 10^8 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\text{steel} := 7850 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 78.5 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$\text{water} := 10 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$E_{\text{concrete}} := 28500 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 2.85 \times 10^7 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\text{concrete} := 0.2$$

Damwandplank Larssen 607

$$L_{\text{sheet}} := 1200 \text{ mm} = 1.2 \text{ m}$$

$$I_{\text{sheet}} := 69600 \cdot \text{cm}^4 = 6.96 \times 10^{-4} \text{ m}^4$$

$$A_{\text{msheet}} := 243 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}} = 0.024 \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{m}}$$

$$A_{\text{sheet}} := A_{\text{msheet}} \cdot L_{\text{sheet}} = 0.029 \text{ m}^2$$

$$EI_{\text{sheet}} := E_{\text{steel}} \cdot I_{\text{sheet}} \cdot \frac{L_{\text{sheet}}}{1 \text{ m}} = 1.754 \times 10^5 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^2$$

Buispaal 1420-20

$$d_{\text{pipe}} := 1420 \text{ mm} = 1.42 \text{ m}$$

$$r_{\text{out}} := \frac{d_{\text{pipe}}}{2} = 0.71 \text{ m} \quad r_{\text{out}} = 710 \cdot \text{mm}$$

$$d_{\text{shell}} := 20 \text{ mm} = 0.02 \text{ m}$$

$$I_{\text{pipe}} := \frac{1}{4} \left[r_{\text{out}}^4 - (r_{\text{out}} - d_{\text{shell}})^4 \right] = 0.022 \text{ m}^4$$

$$A_{\text{pipe}} := \pi r_{\text{out}}^2 - \pi (r_{\text{out}} - d_{\text{shell}})^2 = 0.088 \text{ m}^2$$

Beton vulling buispalen

$$r_{\text{fill}} := r_{\text{out}} - d_{\text{shell}} = 0.69 \text{ m}$$

$$I_{\text{fill}} := \frac{r_{\text{fill}}^4}{4} = 0.178 \text{ m}^4$$

$$A_{\text{fill}} := \pi \cdot r_{\text{fill}}^2 = 1.496 \text{ m}^2$$

Gevulde buispalen (samengesteld)

$$I_{\text{composed}} := I_{\text{pipe}} + I_{\text{fill}} = 0.2 \text{ m}^4$$

$$EI_{\text{composed}} := E_{\text{steel}} \cdot I_{\text{pipe}} + E_{\text{concrete}} \cdot I_{\text{fill}} = 9.6 \times 10^6 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^2$$

$$E_{\text{composed}} := \frac{EI_{\text{composed}}}{I_{\text{composed}}} = 4.81 \times 10^7 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Nu wordt aangenomen dat de buigstijfheid van de Larssen damwandplanken verwaarloosd kunnen worden ten opzichte van buigstijfheid van de gevulde buispalen. Hierdoor kan de wand tevens als isotroop worden beschouwd.

**Constructieve parameters t.b.v. Plaxis 3D Foundation analyse
(combiwand gemodelleerd als lineair elastische wand)**

$$A_{\text{wall}} := \frac{A_{\text{pipe}} + A_{\text{fill}}}{L_{\text{sheet}} + d_{\text{pipe}}} \cdot 1\text{m} = 0.604 \text{ m}^2$$

(Naar Plaxis Manual,
geringe dwarskracht vervorming)

$$I_{\text{wall}} := \frac{I_{\text{composed}}}{L_{\text{sheet}} + d_{\text{pipe}}} \cdot 1\text{m} = 0.076 \text{ m}^4$$

$$d_{\text{wall_eq}} := \sqrt[3]{\frac{12 \cdot I_{\text{wall}}}{1\text{m}}} = 0.971 \text{ m}$$

$$E_{\text{wall1}} := \frac{EI_{2D}}{I_{\text{wall}}} = 4.805 \times 10^7 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$E_{\text{wall2}} := E_{\text{wall1}} = 4.805 \times 10^7 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$G_{\text{wall12}} := \frac{6 \cdot E_{\text{wall1}} \cdot I_{\text{wall}}}{(1 + \text{concrete}) d_{\text{wall_eq}}^3 \cdot 1\text{m}} = 2.002 \times 10^7 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$G_{\text{wall13}} := G_{\text{wall12}} = 2.002 \times 10^7 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$G_{\text{wall23}} := \frac{E_{\text{wall1}}}{2(1 + \text{concrete})} = 2.002 \times 10^7 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\text{concrete} := 24 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad \text{soil_average} := 19 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$w_{\text{wall}} := \frac{(A_{\text{sheet}} + A_{\text{pipe}}) \cdot (\text{steel} - \text{water}) + A_{\text{fill}} \cdot (\text{concrete} - \text{soil_average})}{L_{\text{sheet}} + d_{\text{pipe}}} = 5.917 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$w_{\text{wall}} := \frac{w_{\text{wall}}}{d_{\text{wall_eq}}} = 6.096 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$w_{\text{wall}} := \text{concrete} = 0.2$$

Bijlage D

Wekenschema bouw startschacht Sophiaspoortunnel

[illegible]

*wk 29 start deformatiemetingen

Delta tijd (d)	14
Totale tijd (d)	

42	35
56	91
t=56d	t = 21d (+56)

72	19	19
163	182	201
t= 70d (+21+t= 21	t=21d	
t=147d	t=168d	t=189d
		t=210d

52	14
252	266
t = 63	t = 14d
	t = 266d t = 280d

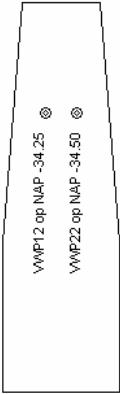
$$\begin{array}{c} | \text{ 98} \\ \text{364} \\ t = 98d (= \text{364} \\ | t = 364d \end{array}$$

Bijlage E

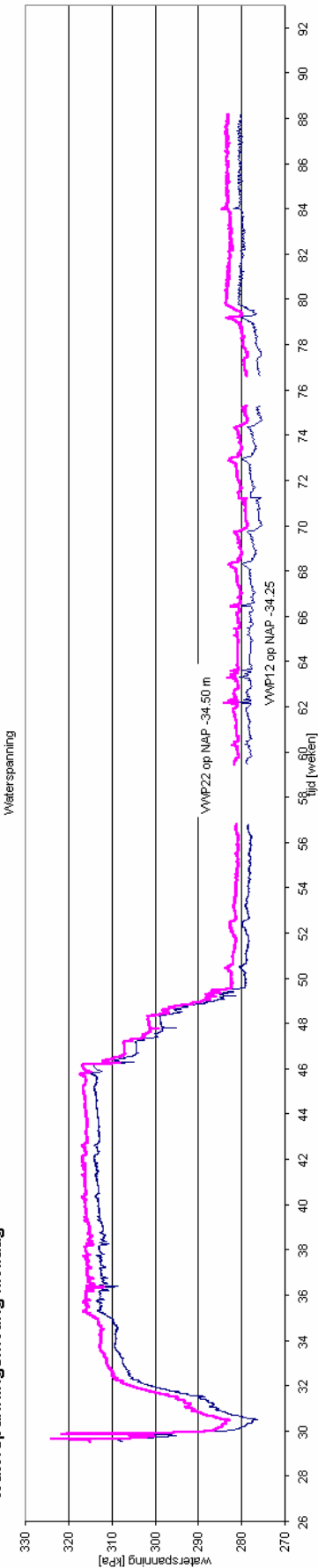
Waterspanningsmetingen startschacht Sophiaspoortunnel

◆ = pompproef

maand	juli	augustus	september	oktober	november	december	januari	februari	maart	april	mei	juni	juli	augustus	september																																																				
week	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40



Waterspanningsmeting kleilaag



Bijlage F

Ontwikkeling zwel: Terzargi, Plaxis

Benadering 1

E_{oed,ur,ke} 56564,02
k_y 1,00E-04
cv 0,57
h 7,5

U(t), Terzaghi (obv σ'y,i=281kN/m²)														
cv/(0,5h)²	t	8/π²	j=1	j=2	j=3	j=4	j=5	j=6	j=7	j=8	j=9	j=10	t _{ontgr}	Maximale zweibelasig op vloer
0,040223	0,00	0,81	0,000	1,00	0,11	0,04	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	40,00	1,00
0,040223	5,00	0,81	0,505	0,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	45,00	0,49
0,040223	10,00	0,81	0,700	0,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00	0,30
0,040223	15,00	0,81	0,817	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	55,00	0,18
0,040223	20,00	0,81	0,889	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	60,00	0,11
0,040223	25,00	0,81	0,932	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	65,00	0,07
0,040223	30,00	0,81	0,959	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	70,00	0,04
0,040223	35,00	0,81	0,975	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	75,00	0,03
0,040223	40,00	0,81	0,985	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	80,00	0,02
0,040223	45,00	0,81	0,991	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	85,00	0,01
0,040223	50,00	0,81	0,994	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	90,00	0,01
0,040223	55,00	0,81	0,997	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	95,00	0,00
0,040223	60,00	0,81	0,998	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00
0,040223	65,00	0,81	0,999	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	105,00	0,00
0,040223	70,00	0,81	0,999	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	110,00	0,00
0,040223	75,00	0,81	1,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	115,00	0,00
0,040223	80,00	0,81	1,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	120,00	0,00
0,040223	85,00	0,81	1,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	125,00	0,00
0,040223	90,00	0,81	1,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	130,00	0,00
0,040223	95,00	0,81	1,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	135,00	0,00
0,040223	100,00	0,81	1,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	140,00	0,00
0,040223	105,00	0,81	1,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	145,00	0,00
0,040223	110,00	0,81	1,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	150,00	0,00
0,040223	115,00	0,81	1,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	155,00	0,00

u_{zwe}/u_{zwe,max}
σ'_{zwe}/σ'_{zwe,max}

consolidatie [-]

Benadering 2

E_{oed,ur,ke} 37303,40
k_y 1,00E-04
cv 0,37
h 7,5

		U(t), Terzaghi (obv σ'y,ontgr=167kN/m²)											
cv/(0,5h)²	t	8/π²	j=1	j=2	j=3	j=4	j=5	j=6	j=7	j=8	j=9	j=10	
0,026527	0,00	0,81	0,000	1,00	0,11	0,04	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
0,026527	5,00	0,81	0,411	0,72	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,026527	10,00	0,81	0,579	0,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,026527	15,00	0,81	0,696	0,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,026527	20,00	0,81	0,781	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,026527	25,00	0,81	0,842	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,026527	30,00	0,81	0,886	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,026527	35,00	0,81	0,918	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,026527	40,00	0,81	0,941	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,026527	45,00	0,81	0,957	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,026527	50,00	0,81	0,969	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,026527	55,00	0,81	0,978	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,026527	60,00	0,81	0,984	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,026527	65,00	0,81	0,988	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,026527	70,00	0,81	0,992	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,026527	75,00	0,81	0,994	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,026527	80,00	0,81	0,996	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,026527	85,00	0,81	0,997	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,026527	90,00	0,81	0,998	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,026527	95,00	0,81	0,998	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,026527	100,00	0,81	0,999	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,026527	105,00	0,81	0,999	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,026527	110,00	0,81	0,999	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

linaire ontgraving

0,00 0

80,00 -20,2

stap ontgraving

0,00 0

40,00 0

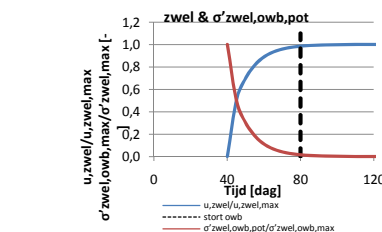
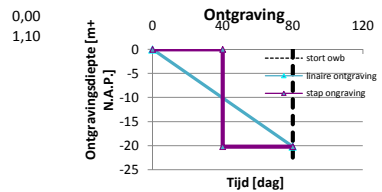
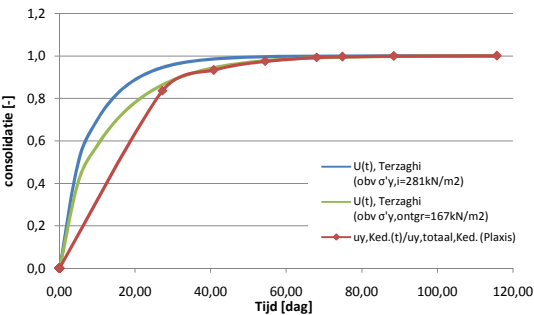
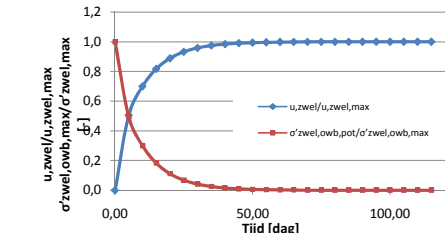
40,00 -20,2

80,00 -20,2

stort owb

80,00 0,00

80,00 -22,50



Bijlage G

Potentiële zwelbelasting en ontgravingsdiepte

Eoed,ur
ky
h

56564,02
0,00
7,50

y'zwe
p,ref
Eoed,ur,ref
k
m
y,zand

5,00 kN/m3
100,00
24750,00 4,5 · Eoed,ref,Ked.klei
0,00
0,90 m,dag
-30,00

$$\frac{\sigma'_{zwe,owb,pot}}{\sigma'_{zwe,owb,max}} = 1 - \sqrt[6]{\frac{\left(\frac{C_{v,ontlasten} \cdot (0,5 \cdot t_{ontgraving} + t_{rust})^3}{(0,5 \cdot h)^2}\right)}{\left(\frac{C_{v,ontlasten} \cdot (0,5 \cdot t_{ontgraving} + t_{rust})^3}{(0,5 \cdot h)^2}\right) + 0,5}}$$
$$= 1 - \sqrt[6]{\frac{\left(\frac{E_{oed,ur} \cdot k_y \cdot (0,5 \cdot t_{ontgraving} + t_{rust})^3}{\gamma_w \cdot (0,5 \cdot h)^2}\right)}{\left(\frac{E_{oed,ur} \cdot k_y \cdot (0,5 \cdot t_{ontgraving} + t_{rust})^3}{\gamma_w \cdot (0,5 \cdot h)^2}\right) + 0,5}}$$

																						σ'zwe,owb (incl b,pot t,rust)		
																						σ'zwe,owb,pot/σ'zwe,owb,max		
t _{ontgraving}	tcons	T	σ'pot,owb/σ'max,owb		tijdsfactor	σ'zwe,owb,pot/σ'zwe,owb,max		d	pw	σ'zwe,max	Eoed,ur	t _{ontgraven}	h	d - y _{gem}	Eoed,ur,h _{gem}	tijdsfactor	σ'zwe,owb,pot/σ'zwe,owb,max		σ'zwe,owb,pot/σ'zwe,owb,t,rust	tijdsfactor	σ'zwe,owb (incl t,rust) [%]			
0,00	0,00	0,00	1,00		0,00	1,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30,00	-15,00	19104,27	0,00	1,00	100,00	0,00	0,01	0,88	87,76	0,00	
5,00	2,50	0,10	0,64		0,10	0,65		-0,25	2,50	1,25	479,51	1,00	29,75	-15,13	19247,49	0,00	0,98	97,66	1,22	14,00	0,01	0,87	87,39	1,09
10,00	5,00	0,20	0,50		0,20	0,50		-0,50	5,00	2,50	894,79	2,00	29,50	-15,25	19390,59	0,00	0,97	96,65	2,42	14,00	0,01	0,87	87,02	2,18
15,00	7,50	0,30	0,39		0,30	0,39		-0,75	7,50	3,75	1288,85	3,00	29,25	-15,38	19533,58	0,00	0,96	95,85	3,59	14,00	0,01	0,87	86,65	3,25
20,00	10,00	0,40	0,30		0,40	0,30		-1,00	10,00	5,00	1669,74	4,00	29,00	-15,50	19676,45	0,00	0,95	95,14	4,76	14,00	0,01	0,86	86,26	4,31
25,00	12,50	0,50	0,23		0,50	0,24		-1,25	12,50	6,25	2041,11	5,00	28,75	-15,63	19819,21	0,00	0,95	94,50	5,91	14,00	0,02	0,86	85,88	5,37
30,00	15,00	0,60	0,18		0,60	0,18		-1,50	15,00	7,50	2405,08	6,00	28,50	-15,75	19961,85	0,00	0,94	93,90	7,04	14,00	0,02	0,85	85,49	6,41
35,00	17,50	0,70	0,14		0,70	0,14		-1,75	17,50	8,75	2763,01	7,00	28,25	-15,88	20104,37	0,00	0,93	93,33	8,17	14,00	0,02	0,85	85,09	7,45
40,00	20,00	0,80	0,11		0,80	0,11		-2,00	20,00	10,00	3115,84	8,00	28,00	-16,00	20246,79	0,00	0,93	92,78	9,28	14,00	0,02	0,85	84,69	8,47
45,00	22,50	0,91	0,08		0,90	0,08		-2,25	22,50	11,25	3464,28	9,00	27,75	-16,13	20389,10	0,00	0,92	92,25	10,38	14,00	0,02	0,84	84,29	9,48
50,00	25,00	1,01	0,06		1,00	0,07		-2,50	25,00	12,50	3808,85	10,00	27,50	-16,25	20531,29	0,01	0,92	91,73	11,47	14,00	0,02	0,84	83,88	10,48
55,00	27,50	1,11	0,05		1,10	0,05		-2,75	27,50	13,75	4150,00	11,00	27,25	-16,38	20673,38	0,01	0,91	91,22	12,54	14,00	0,02	0,83	83,46	11,48
60,00	30,00	1,21	0,04		1,20	0,04		-3,00	30,00	15,00	4488,05	12,00	27,00	-16,50	20815,35	0,01	0,91	90,71	13,61	14,00	0,02	0,83	83,04	12,46
65,00	32,50	1,31	0,03		1,30	0,03		-3,25	32,50	16,25	4823,29	13,00	26,75	-16,63	20957,22	0,01	0,90	90,21	14,66	14,00	0,02	0,83	82,61	13,42
70,00	35,00	1,41	0,03		1,40	0,03		-3,50	35,00	17,50	5155,96	14,00	26,50	-16,75	21098,98	0,01	0,90	89,70	15,70	14,00	0,03	0,82	82,17	14,38
75,00	37,50	1,51	0,02		1,50	0,02		-3,75	37,50	18,75	5486,26	15,00	26,25	-16,88	21240,64	0,01	0,89	89,21	16,73	14,00	0,03	0,82	81,72	15,32
80,00	40,00	1,61	0,02		1,60	0,02		-4,00	40,00	20,00	5814,36	16,00	26,00	-17,00	21382,19	0,01	0,89	88,71	17,74	14,00	0,03	0,81	81,27	16,25
85,00	42,50	1,71	0,02		1,70	0,02		-4,25	42,50	21,25	6140,42	17,00	25,75	-17,13	21523,64	0,01	0,88	88,21	18,74	14,00	0,03	0,81	80,81	17,17
90,00	45,00	1,81	0,01		1,80	0,01		-4,50	45,00	22,50	6464,57	18,00	25,50	-17,25	21664,99	0,01	0,88	87,71	19,73	14,00	0,03	0,80	80,35	18,08
95,00	47,50	1,91	0,01		1,90	0,01		-4,75	47,50	23,75	6786,92	19,00	25,25	-17,38	21806,23	0,01	0,87	87,20	20,71	14,00	0,03	0,80	79,87	18,97
100,00	50,00	2,01	0,01		2,00	0,01		-5,00	50,00	25,00	7107,57	20,00	25,00	-17,50	21947,37	0,01	0,87	86,70	21,67	14,00	0,03	0,79	79,39	19,85
105,00	52,50	2,11	0,01		2,10	0,01		-5,25	52,50	26,25	7426,63	21,00	24,75	-17,63	22088,41	0,02	0,86	86,19	22,62	14,00	0,04	0,79	78,90	20,71
110,00	55,00	2,21	0,01		2,20	0,01		-5,50	55,00	27,50	7744,17	22,00	24,50	-17,75	22229,35	0,02	0,86	85,67	23,56	14,00	0,04	0,78	78,40	21,56
115,00	57,50	2,31	0,01		2,30	0,01		-5,75	57,50	28,75	8060,26	23,00	24,25	-17,88	22370,19	0,02	0,85	85,15	24,48	14,00	0,04	0,78	77,89	22,39
120,00	60,00	2,41	0,01		2,40	0,01		-6,00	60,00	30,00	8374,99	24,00	24,00	-18,00	22511,01	0,02	0,85	84,63	25,39	14,00	0,04	0,77	77,37	23,21
125,00	62,50	2,51	0,01		2,50	0,01		-6,25	62,50	31,25	8688,41	25,00	23,75	-18,13	22651,83	0,02	0,85	84,09	26,28	14,00	0,04	0,77	76,84	24,01
130,00	65,00	2,61	0,00		2,60	0,00		-6,50	65,00	32,50	9000,57	26,00	23,50	-18,25	22792,65	0,02	0,85	83,56	27,16	14,00	0,04	0,76	76,30	24,80
135,00	67,50	2,72	0,00		2,70	0,00		-6,75	67,50	33,75	9311,54	27,00	23,25	-18,38	22933,47	0,02	0,85	83,01	28,02	14,00	0,05	0,76	75,75	25,57
140,00	70,00	2,82	0,00		2,80	0,00		-7,00	70,00	35,00	9621,36	28,00	23,00	-18,50	23074,29	0,02	0,85	82,46	28,86	14,00	0,05	0,75	75,19	26,32
145,00	72,50	2,92	0,00		2,90	0,00		-7,25	72,50	36,25	9930,07	29,00	22,75	-18,63	23215,11	0,02	0,85	81,90	29,69	14,00	0,05	0,75	74,62	27,05
150,00	75,00	3,02	0,00		3,00	0,00		-7,50	75,00	37,50	10237,72	30,00	22,50	-18,75	23355,93	0,02	0,85	81,33	30,50	14,00	0,05	0,74	74,04	27,76
								-7,75	77,50	38,75	10544,35	31,00	22,25	-18,88	23496,75	0,02	0,85	80,75	31,29	14,00	0,06	0,73	73,44	28,46
								-8,00	80,00	40,00	10849,99	32,00	22,00	-19,00	23637,57	0,02	0,85	80,16	32,06	14,00	0,0			

Bijlage H

Tabel 1, NEN 6740

Tabel 1 — Representatieve waarden^a van grondeigenschappen

Hoofd-naam	Bijmengsel	Consistentie ^b	γ^c kN/m ³	γ_{sat} kN/m ³	$q_a^{d,g}$ MPa	C'_p	C'_s	$C_e/(1 + e_0)$ [-]	C_α^f [-]	$C_{sw}/(1 + e_0)^e$ [-]	E_{100}^f MPa	φ'^f Graden	c' kPa	c_u kPa
Grind	zwak siltig	Los	17	19	15	500	∞	0,0046	0	0,0015	45	32,5	0	n.v.t.
		Matig	18	20	25	1000	∞	0,0023	0	0,0008	75	35,0	0	
		Vast	19	21	30	1200	1400	0,0019	0	0,0006	90	37,5	0	
	sterk siltig	Los	18	20	10	400	∞	0,0058	0	0,0019	30	30,0	0	n.v.t.
		Matig	19	21	15	600	∞	0,0038	0	0,0013	45	32,5	0	
		Vast	20	22	25	1000	1500	0,0023	0	0,0008	75	35,0	0	
Zand	schoon	Los	17	19	5	200	∞	0,0115	0	0,0038	15	30,0	0	n.v.t.
		Matig	18	20	15	600	∞	0,0038	0	0,0013	45	32,5	0	
		Vast	19	21	25	1000	1500	0,0023	0	0,0008	75	35,0	0	
	zwak siltig, kleilig		18	19	12	450	650	0,0051	0	0,0017	35	27,0	0	n.v.t.
			18	19	8	200	400	0,0115	0	0,0038	15	25,0	0	
			19	20	1	25	650	0,0920	0,0037	0,0307	2	27,5	0	
Leem ^a	zwak zandig	Slap	19	19	2	45	1300	0,0511	0,0020	0,0170	3	27,5	1	100
		Matig	20	20	3	70	1900	0,0329	0,0013	0,0110	5	27,5	2,5	
		Vast	21	22	3	100	2500	0,0329	0,0009	0,0110	7	27,5	3,8	
	sterk zandig		19	19	2	45	70	0,0511	0,0020	0,0170	3	27,5	0	50
			14	14	0,5	7	80	0,3286	0,0131	0,1095	1	17,5	0	
			17	17	1,0	15	160	0,1533	0,0061	0,0511	2	17,5	5	
Klei	schoon	Slap	19	19	2,0	25	320	0,0920	0,0037	0,0307	4	17,5	13	100
		Matig	15	15	0,7	10	110	0,2300	0,0092	0,0767	1,5	22,5	0	
		Vast	18	18	1,5	20	240	0,1150	0,0046	0,0383	3	22,5	5	
	zwak zandig	Slap	20	21	2,5	30	400	0,0767	0,0031	0,0256	5	22,5	13	120
		Matig	18	18	1,0	15	160	0,1150	0,0046	0,0383	3	22,5	5	
		Vast	20	21	2,5	30	400	0,0767	0,0031	0,0256	5	22,5	13	
	sterk zandig		18	18	1,0	25	140	0,0920	0,0037	0,0307	2	27,5	0	10
			13	13	0,2	7,5	30	0,3067	0,0153	0,1022	0,5	15,0	0	
			15	15	0,5	10	40	0,2300	0,0115	0,0767	1,0	15,0	0	
Veen	niet voorbelast	Slap	10	12	0,1	5	7,5	0,4800	0,0230	0,1533	0,2	15,0	1	20
		Matig	12	13	0,2	7,5	10	0,3067	0,0153	0,1022	0,5	15,0	2,5	
			12	12	0,2	7,5	10	0,3067	0,0153	0,1022	0,5	15,0	2,5	
Variatiecoëfficiënt			0,05		—			0,25			0,10			Zie vervolg

Tabel 1 (einde)

^a	De tabel geeft van de desbetreffende grondsoort de lage, respectievelijk hoge representatieve waarde van gemiddelden. Binnen een gebied, gedefinieerd door de rij van het bijmengsel en de kolom van de parameter (een cel), geldt: — als een verhoging van de waarde van een van de grondeigenschappen tot een ongunstiger situatie leidt dan de toepassing van de in de tabel geïllustreerde lagere representatieve waarde, moet de rechter waarde op dezelfde regel zijn gebruikt. Is er rechts geen waarde vermeld dan moet de waarde van de regel eronder zijn toegepast. Dit is bijvoorbeeld het geval bij negatieve kleeft op een paal waar een hogere waarde van φ', c' en c_u ook een hogere waarde van de negatieve kleeft oplevert. — voor $C_c/(1+e_0)$, C_α en $C_{sw}/(1+e_0)$ zijn in de tabel de hoge representatieve gemiddelde waarden vermeld.
^b	Los: $0 < R_n \leq 0,33$ Matig: $0,33 \leq R_n \leq 0,67$ Vast: $0,67 < R_n \leq 1,00$
^c	De γ -waarden zijn van toepassing bij een natuurlijk vochtgehalte.
^d	De hier gegeven q_c -waarden (conusweerstand) moeten dienen als ingang in de tabel en mogen niet in de berekeningen worden gebruikt.
^e	De waarden hebben betrekking op verzadigde leem.
^f	De C_c -waarden zijn geldig voor een spanningverhogingstraject van ten hoogste 100 %. (ook bij C_{sw} en andere C'_s)
^g	Voor grind, zand en in beperkte mate ook voor leem en sterk zandige klei zijn q_{c0} , E_{100} , φ' en de samendrukkingsparameters C'_{p0} , $C_c/(1+e_0)$ en $C_{sw}/(1+e_0)$ genormeerd voor een effectieve verticale grondspanning σ'_v van 100 kPa. Om voor de in het terrein gemeten waarden van q_c een juiste ingang in de tabel te verkrijgen, moeten deze waarden zijn geconverteerd naar het niveau van de effectieve verticale grondspanning σ'_v van 100 kPa. In dat kader moet de formule $q_{c,terrein} = q_{c,tabel} \times C_{qc}$ worden gebruikt, waarbij C_{qc} moet zijn ontleend aan $C_{qc} = (100/\sigma'_v)^{0,67}$. Voor de hoek van inwendige wrijving φ' en de cohesie c' geldt dat deze afhankelijk zijn van de consistentie van de grond. Dit betekent dat deze conversie ook nodig is voor φ' en c' .
De elasticiteitsmodulus bij belastingsherhalingen mag zijn aangenomen als zijnde driemaal de aangegeven waarde	
VOORBEELD In schoon zand op een diepte van 5 m onder water is gemeten: $q_{c,terrein} = 9$ MPa en $\sigma'_v = 50$ kPa. Uit de formule voor C_{qc} volgt dan $C_{qc} = 2^{0,67} \approx 1,6$. Volgens de formule voor $q_{c,tabel}$ geldt dan in dit voorbeeld $q_{c,tabel} = 9 \times 1,6 = 14,4$ MPa. Dit betekent dat $E = 45$ MPa, $\varphi' = 32,5$ graden, $C'_{p0} = 600$, $C_c/(1+e_0) = 0,0038$ en $C_{sw}/(1+e_0) = 0,0013$.	

Bijlage I

CUR 2001-4 qc-methode

8 REKENREGEL

8.1 Algemeen

De rekenregel geldt voor palen waarbij de draagkracht voor trekbelasting voor het grootste deel wordt ontleend aan zandlagen. Onderscheid wordt gemaakt tussen de enkele paal en de paalgroep.

Voorts wordt onderscheid gemaakt tussen de verschillende paaltypen, zoals ook geldt bij op druk belaste palen.

De rekenregel is opgesteld op basis van de beschikbare proefbelastingen. De geldigheid van de rekenregel is dan ook beperkt tot de geometrie en afmetingen waarvan proefbelastingresultaten bekend zijn. De minimale waarde van de lengte / diameter verhouding bij de proefbelastingen was 13,5 en de minimale paallengte 7 m. Als maximale paallengte wordt 50 m aangehouden. Voor afwijkende palen of paaltypen moet een nieuwe proefbelasting uitgevoerd worden of een extra veiligheid in de ontwerpmethode ingevoerd worden.

8.2 Enkele paal

De hieronder gegeven berekeningsmethode geldt alleen voor alleenstaande palen. In alle andere gevallen wordt de draagkracht berekend volgens par. 8.3 (Paal in paalgroep).

Een paal maakt vaak onderdeel uit van een paalgroep. Bij een grote h.o.h.-afstand binnen het palenplan is op voorhand niet te zeggen of sprake is van een alleenstaande paal of van een paal uit een paalgroep. Dit houdt in dat de draagkracht berekend moet worden voor een paal in een paalgroep.

De rekenwaarde van de draagkracht van een op trek belaste alleenstaande paal wordt bepaald met de volgende formule:

$$F_{r,trek;d} = \int_0^L O_{p,gem} \cdot p_{r,z;d} dz \quad (73)$$

waarin:

- $F_{r,trek;d}$ is de rekenwaarde van de draagkracht op trek van de paal in kN
- $O_{p,gem}$ is de gemiddelde omtrek van de paal in m (voor MV-paal en staalprofielen de omgeschreven omtrek)
- L is de lengte waarover schachtwrijving wordt berekend in m
- $p_{r,z;d}$ is de rekenwaarde van de schachtwrijving op diepte z in kPa
- z is de aanduiding van de diepte in m

De rekenwaarde van de schachtwrijving volgt uit:

$$p_{r,z;d} = \alpha_t \cdot q_{c,z;d} \quad (74)$$

waarin:

- α_t is de factor die, analoog aan NEN6743:1991, de invloed van het installatieproces in rekening brengt
- $q_{c,z;d}$ is de rekenwaarde van de conusweerstand op diepte z in kPa, zie par. 8.3. In geval van natuurlijk overconsolidatie of van een ontgraving dient een reductie in rekening te worden gebracht, zie par. 8.3.

Tabel 19. Maximale waarden van α_t in zand en grindhoudend zand.

paalklasse/type	$\alpha_t^{1)}$
<i>grondverdringende inbrengmethode:</i>	
- ingeheide gladde prefab betonpaal en stalen buispaal met gesloten punt ²⁾	0,007
- in de grond gemaakte paal, waarbij de betonkolom direct tegen de grond drukt en de buis terugheind uit de grond is verwijderd ³⁾	0,012
- idem, de buis trillend verwijderd	0,010
- heind ingebrachte MV palen	0,012
- ingeschroefde palen:	0,009
- met groutinjectie of menging	
<i>profielen met weinig grondverdringing</i>	
- stalen profielen geheel (inclusief open stalen buispalen en damwanden)	0,004
<i>palen gemaakt met grondverwijdering</i>	
- boorpalen (en avegaarpalen)	0,0045

- 1) De waarden gelden voor zeer fijn tot grof zand:
105 μm < M_z < 600 μm . Bij uiterst grof zand met M_z > 600 μm en grind met M_g > 2 mm, moet α_t gereduceerd worden met respectievelijk 0,75 en 0,5.
- 2) De voetplaat van de buispaal met gesloten voet mag niet meer dan 10 mm uitsteken buiten de buis.
- 3) Bij dit type paal mag de diameter van de voetplaat in principe 30 - 50 mm groter zijn dan de buitendiameter van de casing.

Niet van alle in NEN 6743:1991 genoemde paaltypen zijn waarden van α_t in zandlagen gegeven. Voor afwijkende paaltypen moet α_t worden bepaald aan de hand van proefbelastingen.

Voor palen die uitsluitend in kleilagen staan, zijn de hierboven gegeven factoren niet van toepassing. In deze gevallen worden de waarden volgens tabel 20 gehanteerd.

Tabel 20. Waarden van α_t voor klei/silt.

grondsoort	relatieve diepte z / D_{eq}	α_t
klei/silt $q_c \leq 1$ MPa	$0 < z / D_{eq} < 20$	0,02
klei/silt $q_c \leq 1$ MPa	$z / D_{eq} > 20$	0,025
klei/silt $q_c > 1$ MPa	-	0,025

Opmerking:

- De waarden voor α_t zijn niet gebaseerd op proefbelastingen doch op literatuur;
- Voor berekening in klei dient voor f_1 en f_2 de waarde 1,0 te worden gesteld.

Voor palen die het merendeel van de draagkracht ontleen aan een zandlaag mag het aandeel van cohesieve lagen (klei/silt) worden meegenomen, mits de waarde van α_t uit tabel 20, wordt verlaagd tot $0,5 \cdot \alpha_t$. Deze reductie is nodig in verband met het verschil in spannings-rek-gedrag van zand en cohesieve grond.

Indien draagkracht wordt ontleend aan cohesieve lagen (klei/silt), dient bovendien rekening gehouden te worden met de aanpassing van de waterspanning door verdringing van de grond. In kleilagen duurt het enige tijd voordat, na de paalinstallatie, de schachtwrijving daardoor zijn maximale waarde heeft bereikt.

In geval van een ontgraving van of boven een kleilaag dient tevens het zwelgedrag van deze laag te worden beschouwd, zie 7.4.4.

8.3 Paal in paalgroep

Bij de paalgroep speelt een tweetal aspecten een rol waardoor een van de alleenstaande paal afwijkende rekenregel wordt aangehouden:

- het effect van verdichting door installatie van de paalgroep;
- de ontspanning door de trekbelasting op de paalgroep.

Deze twee effecten worden door de factoren f_1 en f_2 in rekening gebracht. De rekenwaarde van de schachtwrijving van een paal in een paalgroep volgt uit:

$$P_{r,z;d} = f_1 \cdot f_2 \cdot \alpha_t \cdot q_{c,z;d} \quad (75)$$

waarin:

$P_{r,z;d}$ is de rekenwaarde van de schachtwrijving op diepte z in kN/m²

α_t is de factor, vermeld in tabellen 19 en 20, die de invloed van de uitvoering in rekening brengt

$q_{c,z;d}$ is de rekenwaarde van de conusweerstand op diepte z in kPa

f_1 en f_2 zijn factoren voor het effect van de verdichting respectievelijk het effect van de ontspanning door de trekbelasting van de paalgroep

Hieronder is de bepaling van $q_{c,z;d}$ en de factoren f_1 en f_2 stapsgewijs beschreven.

Opgemerkt wordt dat de factoren f_1 en f_2 gelden voor zanden. Deze zijn voor klei niet van toepassing en op $f_1 = f_2 = 1,0$ te worden gesteld. Dit geldt ook voor de reductie ten gevolge van ontgravingen volgens de formules (84) en (90). Verder dient in formule (64) $\sigma'_{v,z;d;2}$ aan de onderzijde van een kleilaag > 0 te zijn.

Stap 1 Bepaling van conusweerstand

De conusweerstand $q_{c,z}$ moet zijn vastgesteld door middel van sonderingen. Voor constructies behorend tot de geotechnische categorieën GC1 en GC2 (zie NEN 6740:1991) kan worden vol-

staan met sondeerklasse 3 of 4. Voor constructies behorend tot de geotechnische categorie GC3 is sondeerklasse 1 of 2 benodigd.

Indien de conusweerstand wordt bepaald in een geologisch gezien overgeconsolideerde situatie en de palen niet trillingsvrij zullen worden ingebracht, moet een reductie worden toegepast op de gemeten waarde. Met de uit formule 76 verkregen conusweerstand moeten de overige stappen van de berekening worden doorlopen.

$$q_{c,z;NC} = q_{c,z;OC} \cdot \sqrt{\frac{1}{OCR}} \quad (76)$$

waarin:

$q_{c,z;NC}$ is de voor de overconsolidatie gereduceerde conusweerstand in MPa

$q_{c,z;OC}$ is de gemeten conusweerstand in de overgeconsolideerde grond in MPa

OCR is de graad van overconsolidatie

Het bepalen van de overconsolidatiegraad kan geschieden op basis van geologische kennis over het betreffende gebied of met behulp van gidslagen. Gidslagen zijn kleilagen in een overgeconsolideerde bodem, waarmee de OCR bepaald kan worden.

Stap 2 Reductie van conusweerstand door ontgraven

In zandlagen moet, in geval een ontgraving plaatsvindt nadat de sonderingen zijn uitgevoerd, $q_{c,z}$ in zandlagen op de volgende wijze zijn gecorrigeerd:

- indien de palen worden niet-trillingsarm worden geïnstalleerd na het ontgraven, reductie conusweerstand conform NEN 6743:1991:

$$q_{c,z;ontgr} = q_{c,z} \cdot \frac{\sigma'_{v,z;ontgr}}{\sigma'_{v,z;0}} \quad \text{met} \quad q_{c,z;ontgr} \leq 12 \text{ of } 15 \text{ MPa} \quad (77)$$

waarin:

$q_{c,z}$ is de voor ontgraven gemeten conusweerstand op diepte z in MPa

$q_{c,z;ontgr}$ is de gecorrigeerde, berekende conusweerstand op diepte z onder de bodem van de ontgraving in MPa, waarbij de pieken in het sondeerdiagram bij waarden van 15 MPa zijn afgesnoten als deze waarden over een traject van ten minste 1 m optreden, en anders bij waarden van 12 MPa

$\sigma'_{v,z;ontgr}$ is de effectieve verticale spanning op diepte z onder de bodem van de ontgraving in kPa

$\sigma'_{v,z;0}$ is de initiële effectieve verticale spanning op diepte z tijdens het sonderen in kPa

- indien de palen zijn geïnstalleerd voorafgaand aan het ontgraven of indien deze aantoonbaar trillingsarm zijn ingebracht:

$$q_{c,z;ontgr} = q_{c,z} \cdot \sqrt{\frac{\sigma'_{v,z;ontgr}}{\sigma'_{v,z;0}}} \quad \text{met} \quad q_{c,z;ontgr} \leq 12 \text{ of } 15 \text{ MPa} \quad (78)$$

of op een andere wijze waarbij rekening zou kunnen worden gehouden met de minder dan evenredige afname van de effectieve horizontale spanning ten opzichte van de afname van de effectieve verticale spanning volgens formule (78);

Er mag in beide gevallen gerekend worden met spanningspreiding in de grond. Hierbij moet echter wel rekening worden gehouden met constructieve elementen zoals damwanden.

Korrelspanning

De reductie van de conusweerstand door een ontgraving wordt berekend met de representatieve waarde van de effectieve verticale spanning volgens:

$$\sigma'_{v,z;0} = \int \gamma'(z) dz \quad (79)$$

en:

$$\sigma'_{v,z;ontgr} = \sigma'_{v,z;0} - \Delta\sigma'_{ontgr} \quad (80)$$

waarin:

- $\sigma'_{v,z;0}$ is de initiële effectieve verticale spanning op diepte z tijdens het sonderen in kPa
- $\Delta\sigma'_{ontgr}$ is de afname van de effectieve verticale spanning op ontgravingsniveau kPa in de formule voor $\sigma'_{v,z;ontgr}$
- $\sigma'_{v,z;ontgr}$ is de effectieve verticale spanning op diepte z onder de bodem van de ontgraving in kPa
- z is aanduiding van de diepte in m
- $\gamma'(z)$ is de representatieve waarde van het effectief volumiek gewicht op diepte z in kN/m³

Stap 3 Bepaling rekenwaarde conusweerstand

De rekenwaarde van de conusweerstand wordt in het algemeen als volgt bepaald:

$$q_{c,z;rep} = \xi \cdot q_{c,z;max} \quad (81a)$$

en

$$q_{c;d} = \frac{q_{c,z;rep}}{\gamma_{m;b4} \cdot \gamma_{m;var;qc}} \quad (81b)$$

Als wordt ontgraven, geldt evenwel:

$$q_{c,z;rep;ontgr} = \xi \cdot q_{c,z;ontgr} \quad (82a)$$

en

$$q_{c;d} = \frac{q_{c,z;rep;ontgr}}{\gamma_{m;b4} \cdot \gamma_{m;var;qc}} \quad (82b)$$

waarin:

- $q_{c,z;max}$ is de conusweerstand op diepte z beneden maaiveld in MPa, waarbij de pieken in het sondeerdiagram bij waarden van 15 MPa zijn afgesnoten als deze waarden over een traject van ten minste 1 m optreden, en anders bij waarden van 12 MPa
- $q_{c,z;ontgr}$ is de conusweerstand inclusief effect ontgraving en afgesnoten op 12 resp. 15 MPa, zie vergelijking (77) en (78)
- $q_{c,z;rep}$ is de representatieve conusweerstand zonder effect ontgraving
- $q_{c,z;rep;ontgr}$ is de representatieve conusweerstand inclusief effect ontgraving
- ξ is de factor voor het aantal sonderingen en de herverdelingscapaciteit van de constructie
- $\gamma_{m;b4}$ is de materiaalfactor voor op trek belaste palen volgens tabel 3 van NEN 6740:1991; $\gamma_{m;b4} = 1,4$
- $\gamma_{m;var;qc}$ is een factor, die de invloed van het wisselen van belastingen weergeeft. De belastingvariaties bij de bepaling van $\gamma_{m;var;qc}$ moeten quasi statisch van aard zijn. Deze rekenregel geldt niet voor dynamische wisselingen.

Indien sprake is van een wisselende belasting, waarbij de paalbelasting wisselt tussen een maximale en een minimale waarde, zal de wrijving tussen paal en grond afnemen. Deze reductie wordt in rekening gebracht door een additionele materiaalfactor ($\gamma_{m;var;qc}$) op de conusweerstand. Deze factor is afhankelijk van de maximaal optredende belastingswisselingen. De factor voor wisselende belastingen wordt bepaald op basis van het grootste verschil in de optredende paalbelasting. Figuur 24 geeft de grootte van $\gamma_{m;var;qc}$. In formule:

$$\gamma_{m;var;qc} = 1 + 0,25 \cdot \frac{F_{s,max;rep} - F_{s,min;rep}}{F_{s,max;rep}} \quad \text{met: } \gamma_{m;var;qc} \leq 1,5 \quad (83)$$

waarin:

- $F_{s,max;rep}$ is de maximale representatieve waarde van de trekbelasting in kN (trek > 0)
- $F_{s,min;rep}$ is de minimale representatieve waarde van de belasting in kN. Als de paal ook op druk wordt belast, is de minimale optredende belasting negatief (druk < 0).

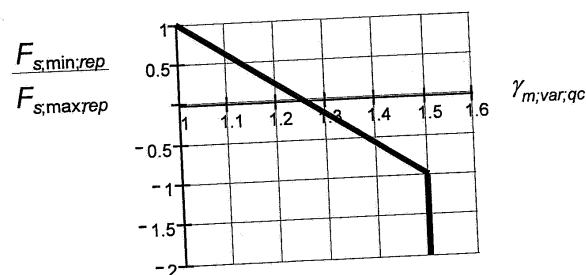


Fig. 24 Grootte van $\gamma_{m,var;q}$ als functie van de variatie in de belasting.

Opmerking

Soms treedt tijdens de bouwphase de grootste trekbelasting op. Dit is bijvoorbeeld het geval bij trekpalen ter verankering van een vloer van onderwaterbeton. In de gebruiksfase is de draagkracht op trek vaak beduidend lager. Het in rekening brengen van de factor ($\gamma_{m,var;q}$) in de bouwphase voor toekomstige belastingswisselingen (in de gebruiksfase) is dan niet nodig. Echter, voor bijvoorbeeld een scheepsdok, dat **regelmatig** droog gezet zal worden, moet dit juist wel geschieden.

Factor ξ

De waarde van de factor ξ kan worden bepaald volgens tabel 21.

Voor een niet-stijf bouwwerk moet worden aangehouden $M=1$. Alleen als een voldoende grote stijfheid van de constructie (of constructie-deel) aangetoond kan worden, mag van deze waarde worden afgeweken (stijf bouwwerk, $M>1$), zie art. 5.3.2.1 in NEN 6740:1991.

Tabel 21. Waarden voor ξ .

M	N						
	1	2	3	4	5	10	> 10
1	0,75	0,78	0,79	0,80	0,81	0,82	0,83
2	0,78	0,81	0,83	0,83	0,84	0,86	0,87
3-10	0,81	0,84	0,86	0,87	0,87	0,89	0,90
> 10	0,82	0,86	0,87	0,88	0,89	0,91	0,92

M is het aantal palen in het beschouwde deel van het bouwwerk.

N is het aantal sonderingen op het perceel waarvoor de rekenwaarde van de maximale draagkracht is vastgesteld, wat voldoet aan art. 11.6 van NEN 6740:1991.

Toelichting:

Met de factor ξ wordt in rekening gebracht:

- de capaciteit van het bouwwerk om krachten over te dragen van een punt met een 'zwak' funderingselement naar punten met een 'sterk' funderingselement
- de betere kennis van de variabiliteit en de kwaliteit van de grond, verkregen door het uitvoeren van meer sonderingen.

Stap 4 Effect van installatie (factor f_i)

Door het heien of intrillen van palen worden de zandlagen waarin de palen worden geheid verdicht en opgespannen. Dit effect, dat alleen bij grondverdringende palen in rekening mag worden gebracht, wordt in een factor f_i uitgedrukt die de toename van de conusweerstand door de paalinstallatie weergeeft:

$$q_{c,z;l} = f_i \cdot q_{c,z;d} \quad (84)$$

waarin:

$q_{c,z;l}$ is de rekenwaarde van de conusweerstand na paal-installatie in MPa
 $q_{c,z;d}$ is de rekenwaarde van de conusweerstand voor paal-installatie in MPa

Opmerkingen:

1. Indien voor f_i een waarde groter dan 1,0 wordt gehanteerd, dient na het installeren van het palenveld gecontroleerd te worden of de verhoging van de conusweerstand inderdaad is opgetreden;
2. Voor open stalen buispalen kan eventueel een pluggende werking in rekening worden gebracht. Zie hiervoor CUR-rapport 208 "Bearing capacity of steel pipe piles".

De factor f_i wordt bepaald uit de mate van verdichting door het installeren van het palenveld. Dit wordt uitgedrukt in een toename van de relatieve dichtheid R_e . De factor f_i kan worden bepaald volgens:

$$f_i = e^{3 \cdot \Delta R_e} \quad (85)$$

waarin:

ΔR_e is de toename van de relatieve dichtheid door paalinstallatie

De waarde van ΔR_e kan bepaald worden volgens:

$$\Delta R_e = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta e}{(e_{\max} - e_{\min})} \quad (86)$$

waarin:

Δe de afname van het poriëngetal ten gevolge van het inbrengen van een grondverdringende paal binnen een afstand van $6D_{eq}$

e_0 is het initiële poriëngetal van de grond

e_i is het poriëngetal van de grond na paalinstallatie

$e_{\max}$ en $e_{\min}$ zijn het maximale en minimale poriëngetal van de grond. De invloed van deze parameters is beperkt zodat kan worden volstaan met een globale schatting. Voor normaal geconsolideerde zanden in Nederland kan in de meeste gevallen worden uitgegaan van $e_{\max} = 0,80$ en $e_{\min} = 0,40$.

n is het aantal palen binnen een afstand van $6D_{eq}$.

De waarde van e_0 kan bepaald worden volgens:

$$e_0 = -R_e \cdot (e_{\max} - e_{\min}) + e_{\max} \quad (87)$$

waarin:

R_e is de initiële waarde van de relatieve dichtheid van de grond

De waarde van R_e kan uit de conusweerstand $q_{c;z}$ en de verticale effectieve spanning $\sigma'_{v;z}$ worden bepaald volgens:

$$R_e = 0,34 \cdot \ln \frac{q_{c;z}}{61 \cdot (\sigma'_{v;z;0})^{0,71}} \quad (88)$$

waarin:

$q_{c;z}$ is de waarde van de conusweerstand in kPa

$\sigma'_{v;z;0}$ is de initiële effectieve verticale spanning op diepte z tijdens het sonderen in kPa

De berekening van R_e geschiedt met de gemeten waarden van de conusweerstand en de effectieve verticale spanning zoals aanwezig op het moment van sonderen.

In figuur 25 is voor een aantal waarden van $q_{c;z}$ en $\sigma'_{v;z}$ grafisch het verloop weergegeven van R_e .

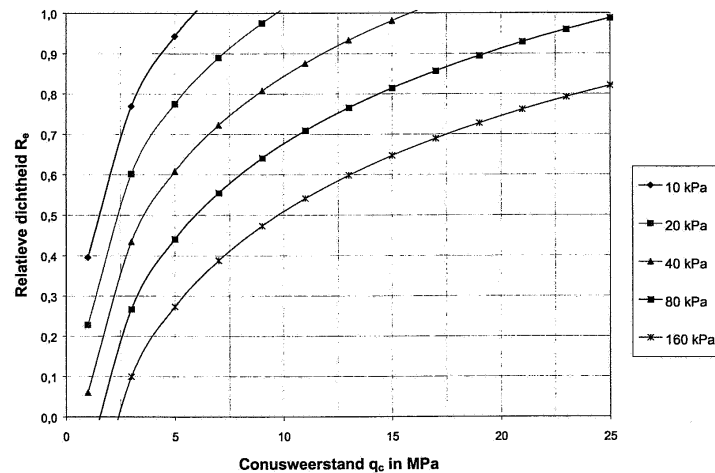


Fig. 25. R_e als functie van de conusweerstand bij de verschillende effectieve verticale spanningen $\sigma'_{v;0}$.

De waarde van Δe bij de te beschouwen paal (of het beschouwde punt) kan worden berekend uit de sommatie van de verdichtingseffecten van de omringende palen. Er kan hiermee onderscheid worden gemaakt tussen veldpalen, randpalen en hoekpalen.

$$\sum_1^n \Delta e = -\frac{(r-6)}{5,5} \cdot \frac{(1+e_0)}{50} \quad (89)$$

waarin:

r is de h.o.h. afstand uitgedrukt in D_{eq} van een paal tot de te beschouwen paal (of een ander willekeurig gelegen punt) met een maximum van $r = 6$. Indien $r > 6$ wordt geen verdichtingseffect verondersteld

n is het aantal palen binnen een afstand van $6 D_{eq}$.

Indien voor f_1 een waarde groter dan 1,0 wordt gehanteerd, dient na het installeren van het palenveld gecontroleerd te worden of de verhoging van de conusweerstand inderdaad is opgetreden. Daartoe wordt het berekende verdichtingseffect in het veld vergeleken met de conusweerstand op die plaats. Hiervoor moet in principe op de plaats van de beschouwde paal een sondering gemaakt worden op het moment dat de omringende palen geïnstalleerd zijn. In de praktijk kan ook een sondering tussen de palen in een compleet palenveld uitgevoerd worden. De verdichting door de omringende palen ter plaatse van de beschouwde paal moet dan hieruit teruggerekend worden. Voor minimaal 1% van het aantal palen moet de verdichting gecontroleerd worden, met een minimum van 3 sonderingen.

Stap 5 Effect van aanbrengen trekbelasting (factor f_2)

Door het belasten van de paalgroep treedt een afname van de korrelspanning op in de lagen waaraan de paal zijn draagkracht op trek ontleent. Deze afname wordt eveneens op de conusweerstand in rekening gebracht en wel door middel van een factor f_2 :

$$f_2 = \frac{q_{c;z;2}}{q_{c;z;1}} \quad (90)$$

waarin:

$q_{c;z;1}$ is de rekenwaarde van de conusweerstand na paal-installatie in MPa

$q_{c;z;2}$ is de rekenwaarde van de conusweerstand na aanbrengen van de trekbelasting op de paalgroep in MPa

De grootte van f_2 wordt bepaald uit de rekenwaarden van de parameters.

Voor de berekening van f_2 wordt de grond over de gehele lengte van de paal opgedeeld in lagen met constante conusweerstand $q_{c;z;1}$, elk met een dikte van ten hoogste 1 m. De waarde van f_2 wordt per laag i berekend volgens:

$$f_{2;i} = \frac{-M_i + \sqrt{M_i^2 + \left(2\sigma'_{v;d;i;0} + \gamma'_{d;i} \cdot d_i \right) \left(2\sigma'_{v;d;i;0} + \gamma'_{d;i} \cdot d_i - 2 \sum_{n=0}^{i-1} T_{d;n} \right)}}{\left(2\sigma'_{v;d;i;0} + \gamma'_{d;i} \cdot d_i \right)} \quad (91)$$

met:

$$M_i = \frac{f_{1,i} \cdot O_{p,i} \cdot \alpha_i \cdot q_{c,i} \cdot 1000 \cdot d_i}{A} \quad (92)$$

$$T_{d,i} = M_i \cdot f_{2,i} \quad (93)$$

waarin:

- M_i is een hulpfactor van laag i in kN/m²
 $T_{d,i}$ is de rekenwaarde van de bijdrage van de draagkracht op trek van laag i in kN/m²
 $\sigma'_{v,d,i,0}$ is de rekenwaarde van de effectieve verticale korrelspanning na ontgraven (indien van toepassing) in laagscheiding j in kN/m²
 $O_{p,gem,i}$ is de gemiddelde omtrek van de paal in laag i in m
 $q_{c,d,i}$ is de rekenwaarde van de gemiddelde conusweerstand in laag i in MPa
 d_i is de dikte van laag i in m
 A is het invloedsooppervlak van de paal in m² volgens 7.3.4 en 7.3.5
 $\gamma'_{d,i}$ is de rekenwaarde van het effectief volumiek gewicht van laag i in kN/m³

De korrelspanning wordt berekend met de rekenwaarde van het eigengewicht volgens:

$$\sigma'_{v,d,i,0} = \sum_{n=0}^{i-1} \gamma'_{d,n} \cdot d_n \quad (94)$$

waarin:

- $\sigma'_{v,d,i,0}$ is de rekenwaarde van de verticale effectieve spanning na ontgraven (indien van toepassing), van laag i in kN/m²
 $\gamma'_{d,i}$ is de rekenwaarde van het effectief volumiek gewicht van laag i in kN/m³

boven de freatische grondwaterstand : $\gamma'_d = \frac{\gamma}{\gamma_{m,g}}$

beneden de freatische grondwaterstand: $\gamma'_d = \frac{\gamma_{sat}}{\gamma_{m,g}} - \gamma_{water}$

waarbij $\gamma'_d \geq 0$

- $\gamma_{m,g}$ is de materiaalfactor voor het eigen gewicht van de grond. Deze is 1,0 indien een hoge waarde ongunstig is en 1,1 indien een lage waarde van het volumiek gewicht ongunstig is. Voor de volumiek gewicht tussen maaiveld en ontgravingsniveau geldt dus $\gamma_{m,g} = 1,0$. Vanaf het ontgravingsniveau geldt : $\gamma_{m,g} = 1,1$

Stap 6 Berekening draagkracht

De totale draagkracht op trek voor m lagen bedraagt:

$$F_{r,trek;d} = A \cdot \sum_{i=1}^m T_{d,i} \quad (95)$$

In verband met mogelijke uitvoeringson nauwkeurigheden, toekomstige werkzaamheden rondom de palen en andere verstoringen, wordt de bovenste meter grond rondom de paal als geroerd

beschouwd. De schachtwrijving in deze laag moet op 0 gesteld worden. Voor de bepaling van de effectieve verticale spanningen mag het gewicht van de betreffende laag wel meegenomen worden.

Stap 7 Controle op kluitgewicht, vorm van de te mobiliseren grond rondom de paal

Aangenomen wordt dat aan de onderzijde van een paalgroep niet het volledige gewicht van het zand kan worden gemobiliseerd voor het ontwikkelen van de draagkracht van de paal. Er wordt vanuit gegaan dat vanaf de paalpunt een kegelvormig breukvlak kan ontstaan.

Dit effect wordt in rekening gebracht door het gewicht van de grond in de kegel en cilindervorm te toetsen aan de berekende draagkracht van de paal in de paalgroep volgens:

$$F_{r,trek,max;d} = (V_{kegel} + V_{cilinder}) \cdot \gamma'_d \quad (96)$$

waarin:

- V_{kegel} is het volume van het kegelvormige grondvolume onderaan de paal in m³
 $V_{cilinder}$ is het volume van het geschematiseerde 'cilindervormige' grondvolume rondom het overige deel van de paal in m³.
 γ'_d is de rekenwaarde van het effectief volumiek gewicht van de grond in kN/m³. Bij gelaagde bodemopbouw moet het gewicht per laag in rekening worden gebracht.

Het gewicht van de paal mag hierbij niet in rekening worden gebracht.

De halve tophoek van de kegel is afhankelijk van het paalttype. Bovendien is de tophoek binnen de paalgroep groter dan aan de buitenzijde van de paalgroep. De grootte van de aan te houden tophoek is gegeven in tabel 22.

Tabel 22. Grootte van de tophoek van de grondkegel aan de onderzijde van de paal.

paalsoort (zie indeling in tabel 19)	halve tophoek binnen de paalgroep in graden	halve tophoek buiten de paalgroep in graden
grondverdringende palen	45	30
weinig grondverdringende palen	2/3 ϕ'	1/2 ϕ'
grondverwijderende palen	2/3 ϕ'	1/2 ϕ'

ϕ' is de hoek van inwendige wrijving van de grond op de diepte van de kegel

De vorm van de kegel onder aan de punt kan onregelmatig zijn, afhankelijk van de vorm van het palenveld. Het onregelmatige spanningspreidingsoppervlak tussen de palen mag omgerekend worden naar een cirkelvormig oppervlak dat als basis voor de kegel dient.

Stap 8 Paalgewicht

De totale berekende draagkracht op trek mag voor grondverdringende palen worden verhoogd met het effectieve eigengewicht van de paal volgens:

$$G_{paal;d} = V_{paal} \cdot \gamma'_{paal;d} \quad (97)$$

en:

$$\gamma'_{paal;d} = \frac{\gamma_{paal}}{\gamma_{m;g}} - \gamma_{water} \quad (98)$$

waarin:

$G_{paal;d}$ is de rekenwaarde van het gewicht van de paal in kN
 V_{paal} is het volume van de paal in m³
 γ_{paal} is het volumiek gewicht van de paal in kN/m³
 $\gamma'_{paal;d}$ is de rekenwaarde van het effectief volumiek gewicht van de paal in kN/m³
 γ_{water} is het volumiek gewicht van het grondwater in kN/m³
 $\gamma_{m;g}$ is de partiële factor voor het paalgewicht, in dit geval 1,1

8.4 Berekeningsvoorbeeld

Onderstaand is een berekeningsvoorbeeld gegeven voor een alleenstaande paal en een paal in een paalgroep:

<i>Paaltype</i>	geheide prefab betonpalen
<i>Schachtafmeting</i>	450 × 450 mm ($D_{eq} = 0,508$ m)
<i>Paallengte</i>	18 m (paalpuntniveau NAP -24,0 m)
<i>Belasting</i>	statische trekbelasting ($\gamma_{var} = 1,0$)
<i>Maaiveldniveau</i>	NAP - 0,7 m
<i>Ontgraving</i>	tot NAP -6,0 m; effectief gewicht ontgraven grond 54,1 kPa; conusweerstand gereduceerd conform art. 5.3.3.3 van NEN 6743:1991
<i>Bovenkant draagkrachtige zandlaag</i>	NAP -15,0 m; oorspronkelijke effectieve verticale spanning op dit niveau is 112,6 kPa
<i>α_t-waarde</i>	in de zandlagen geldt volgens tabel 19: $\alpha_t = 0,007$; in dit rekenvoorbeeld is het aandeel van de kleilagen niet meegenomen
<i>Partiële factoren</i>	$\xi = 0,8$ volgens tabel 21 bij M=1 en N=4, zijnde 4 sonderingen, alleenstaande paal of meerdere palen onder een niet stijf bouwwerk en $\gamma_{m;B4} = 1,4$;

In dit voorbeeld is de berekening voor één van de sonderingen nader uitgewerkt. Het betreffende sondeerresultaat is onderstaand gegeven.

Bijlage J

Dimensionering paallengte rekenvoorbeeld

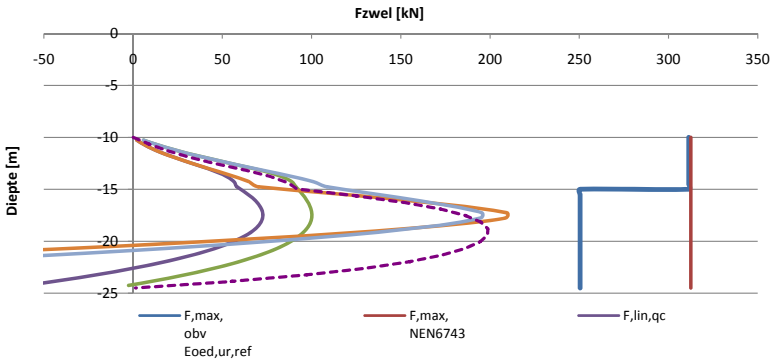
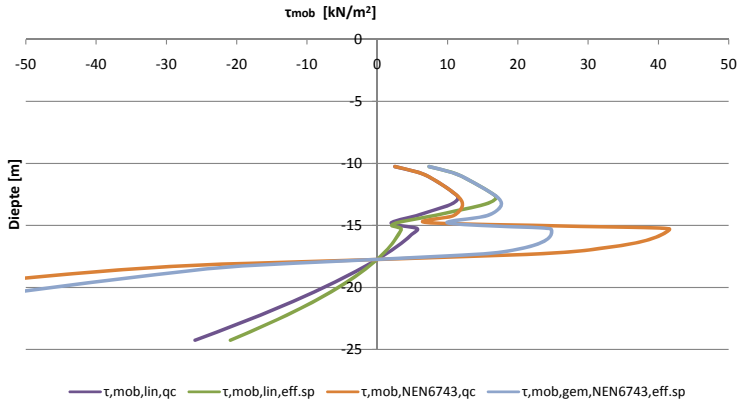
na installatie enkele paal																	Trekvermogen berekening, ontleend aan enkel het zandpakket																
verdichtingseffect installatie paalgroep																	ontgravingseffect op q _c en σ' _{h,z}																
																	effect trekbelasting qc-methode				effect trekbelasting eff.sp.methode				qc-methode		effectieve spanningsmethode						
Diepte b.k. laag	q _c	σ _{v,y,0}	p _{w,y,0}	σ' _{v,y,0}	σ' _{h,y,0}	σ' _{h,z,1}	τ _{1,qc-meth.}	τ _{1,eff.sp-meth.}	R _{e,i}	e ₀	ΣΔe	ΔR _e	f ₁	τ _{2,qc-meth.}	σ' _{h,y,2}	τ _{2,eff.sp-meth.}	σ' _{v,y,3}	√ (σ' _{v,y,3} / σ' _{v,y,i})	τ _{3,qc-meth.}	τ _{3,eff.sp-meth.}	M _i	f _{2,i}	ΔT _{d,i}	ΣT _{d,i}	M _i	f _{2,i}	ΔT _{d,i}	ΣT _{d,i}	F _{r,qc}	F _{r,eff.sp.}	τ _{A,gem,qc-met}	τ _{A,gem,eff.sp-meth.}	
[N.A.P. +m]	[MPa]	[kN/m²]	[kN/m²]	[kN/m²]	[kN/m²]	[kN/m²]	[kN/m²]	[kN/m²]	-	-	-	-	-	[kN/m²]	[kN/m²]	[kN/m²]	[kN/m²]	-	-	[kN/m²]	[kN/m²]	[kN/m²]	-	[kN/m²]	[kN/m²]	[kN/m²]	-	[kN/m²]	[kN/m²]	[kN]	[kN]	[kN/m²]	[kN/m²]
0,0	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,50	5,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-0,5	0,52	7,50	5,00	2,50	1,25	2,50	13,00	6,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-9,5	0,88	142,50	95,00	47,50	23,75	47,50	22,00	24,68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-10,0	0,90	150,00	100,00	50,00	25,00	50,00	22,50	25,71	-	-	-	-	1,00	22,50	50,00	25,71	0,00	0,00	0,00	5,00	0,33	0,88	0,29	0,29	0,96	0,69	0,66	0,66	1,73	3,98	2,20	5,07	
-10,5	0,92	157,50	105,00	52,50	26,25	52,50	23,00	26,75	-	-	-	-	1,00	23,00	52,50	26,75	2,50	0,22	5,02	9,75	0,79	0,86	0,68	0,96	1,40	0,74	1,04	1,70	5,83	10,27	5,22	8,00	
-11,0	0,94	165,00	110,00	55,00	27,50	55,00	23,50	27,78	-	-	-	-	1,00	23,50	55,00	27,78	5,00	0,30	7,09	11,87	1,02	0,84	0,86	1,82	1,65	0,73	1,21	2,90	11,04	17,58	6,63	9,32	
-11,5	0,96	172,50	115,00	57,50	28,75	57,50	24,00	28,82	-	-	-	-	1,00	24,00	57,50	28,82	7,50	0,36	8,67	13,60	1,21	0,82	1,00	2,82	1,86	0,72	1,34	4,24	17,07	25,69	7,68	10,32	
-12,0	0,98	180,00	120,00	60,00	30,00	60,00	24,50	29,85	-	-	-	-	1,00	24,50	60,00	29,85	10,00	0,41	10,00	15,15	1,37	0,81	1,11	3,93	2,06	0,70	1,45	5,69	23,78	34,44	8,54	11,15	
-12,5	1,00	187,50	125,00	62,50	31,25	62,50	25,00	30,89	-	-	-	-	1,00	25,00	62,50	30,89	12,50	0,45	11,18	16,58	1,52	0,79	1,20	5,13	2,24	0,69	1,54	7,23	31,07	43,78	9,27	11,88	
-13,0	1,02	195,00	130,00	65,00	32,50	65,00	25,50	31,92	-	-	-	-	1,00	25,50	65,00	31,92	15,00	0,48	12,25	17,93	1,65	0,78	1,29	6,42	2,41	0,67	1,63	8,86	38,85	53,62	9,91	12,54	
-13,5	1,04	202,50	135,00	67,50	33,75	67,50	26,00	32,96	-	-	-	-	1,00	26,00	67,50	32,96	17,50	0,51	13,24	19,24	1,78	0,76	1,36	7,78	2,58	0,66	1,70	10,56	47,08	63,93	10,48	13,13	
-14,0	1,06	210,00	140,00	70,00	35,00	70,00	26,50	33,99	-	-	-	-	1,00	26,50	70,00	33,99	20,00	0,53	14,16	20,50	1,89	0,75	1,43	9,20	2,74	0,65	1,77	12,34	55,72	74,67	10,99	13,68	
-14,5	1,08	217,50	145,00	72,50	36,25	72,50	27,00	35,03	-	-	-	-	1,00	27,00	72,50	35,03	22,50	0,56	15,04	21,73	2,01	0,74	1,49	10,69	2,90	0,63	1,84	14,18	64,72	85,81	11,46	14,18	
-15,0	1,10	225,00	150,00	75,00	37,50	75,00	27,50	36,07	-	-	-	-	1,00	27,50	75,00	36,07	25,00	0,58	15,88	22,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-15,0	15,00	225,00	150,00	75,00	37,50	150,00	180,00	105,03	0,83	0,47	0,02	0,05	1,17	211,27	176,06	123,28	25,00	0,58	121,98	71,17	16,59	0,74	12,32	12,32	9,84	0,84	8,24	8,24	74,59	49,86	94,98	63,49	
-15,5	15,50	235,00	155,00	80,00	40,00	160,00	186,00	112,03	0,83	0,47	0,02	0,05	1,17	218,35	187,83	131,52	30,00	0,61	133,71	80,54	18,06	0,56	10,07	22,39	11,04	0,71	7,85	16,08	135,56	97,37	77,62	60,49	
-16,0	16,00	245,00	160,00	85,00	42,50	170,00	192,00	119,04	0,82	0,47	0,02	0,05	1,17	225,43	199,60	139,76	35,00	0,64	144,66	89,68	19,44	0,43	8,29	30,68	12,22	0,61	7,46	23,54	185,74	142,50	63,89	57,46	
-16,5	16,50	255,00	165,00	90,00	45,00	180,00	198,00	126,04	0,82	0,47	0,02	0,05	1,17	232,51	211,37	148,01	40,00	0,67	155,01	98,67	20,75	0,34	6,99	37,67	13,38	0,53	7,07	30,61	228,07	185,33	53,90	54,53	
-17,0	17,00	265,00	170,00	95,00	47,50	190,00	204,00	133,04	0,81	0,47	0,02	0,05	1,17	239,59	223,15	156,25	45,00	0,69	164,90	107,54	22,01	0,28	6,14	43,81	14,52	0,46	6,72	37,33	265,21	226,00	47,29	51,78	
-17,5	17,50	275,00	175,00	100,00	50,00	200,00	210,00	140,04	0,81	0,48	0,02	0,05	1,17	246,66	234,92	164,49	50,00	0,71	174,42	116,31	23,23	0,24	5,62	49,43	15,65	0,41	6,40	43,73	299,22	264,73	43,31	49,32	
-18,0	18,00	285,00	180,00	105,00	52,50	210,00	216,00	147,04	0,81	0,48	0,02	0,05	1,17	253,73	246,69	172,73	55,00	0,72	183,64	125,01	24,41	0,22	5,33	54,76	16,78	0,36	6,12	49,85	331,49	301,78	41,08	47,17	
-18,5	18,50	295,00	185,00	110,00	55,00	220,00	222,00	154,05	0,81	0,48	0,02	0,05	1,17	260,80	258,45	180,97	60,00	0,74	192,62	133,66	25,56	0,20	5,18	59,94	17,90	0,33	5,89	55,74	362,83	337,42	39,91	45,38	
-19,0	19,00	305,00	190,00	115,00	57,50	230,00	228,00	161,05	0,81	0,48	0,02	0,05	1,17	267,87	270,22	189,21	65,00	0,75	201,39	142,25	26,69	0,19	5,10	65,04	19,01	0,30	5,70	61,44	393,70	371,91	39,31	43,92	
-19,5	19,50	315,00	195,00	120,00	60,00	240,00	234,00	168,05	0,81	0,48	0,02	0,05	1,17	274,94	281,99	197,45	70,00	0,76	209,99	150,81	27,79	0,18	5,06	70,10	20,12	0,28	5,55	66,98	424,34	405,50	39,01	42,77	
-20,0	20,00	325,00	200,00	125,00	62,50	250,00	240,00	175,05	0,80	0,48	0,02	0,05	1,18	282,00	293,75	205,69	75,00	0,77	218,44	159,33	28,88	0,17	5,04	75,14	21,22	0,26	5,43	72,42	454,86	438,40	38,86	41,88	
-20,5	20,50	335,00	205,00	130,00	65,00	260,00	246,00	182,05	0,80	0,48	0,02	0,05	1,18	289,07	305,52	213,93	80,00	0,78	226,76	167,82	29,95	0,17	5,03	80,17	22,32	0,24	5,35	77,77	485,33	470,77	38,79	41,21	
-21,0	21,00	345,00	210,00	135,00	67,50	270,00	252,00	189,06	0,80	0,48	0,02	0,05	1,18	296,13	317,28	222,16	85,00	0,79	234,98	176,28	31,01	0,16	5,03	85,20	23,42	0,23	5,28	83,05	515,77	502,75	38,76	40,72	
-21,5	21,50	355,00	215,00	140,00	70,00	280,00	258,00	196,06	0,80	0,48	0,02	0,05	1,18	303,19	329,04	230,40	90,00	0,80	243,09	184,73	32,06	0,16	5,03	90,23	24,51	0,21	5,23	88,28	546,20	534,43	38,74	40,34	
-22,0	22,00	365,00	220,00	145,00	72,50	290,00	264,00	203,06	0,80	0,48	0,02	0,05	1,18	310,25	340,81	238,63	95,00	0,81	251,13	193,16	33,10	0,15	5,03	95,25	25,61	0,20	5,20	93,48	576,62	565,90	38,74	40,07	
-22,5	22,50	375,00	225,00	150,00	75,00	300,00	270,00	210,06	0,80	0,48	0,02	0,05	1,18	317,31	352,57	246,87	100,00	0,82	259,08	201,57	34,13	0,15	5,03	100,28	26,70	0,19	5,17	98,65	607,04	597,21			

Bijlage K

Directe zwelbelasting op de paal

							Op basis van linear elastische veren										Op basis van veren naar NEN6743														
Eoed, gem,ur,y	ε _{E,oed,ur}	Δu _{laag}	Σ Δu _{laag,Eoed,ur}	U(t)	u _{grond} (t)	Eoed,ur,y	F _{max} , obv E _{oed,ur,ref}	F _{max} , NEN6743	NEN6743 (zonder verr. F2)			Diepte b.k. u _{rel} ,paal-grond,τ _{max}		u _{rel} /u _{ma} τ _{mob} /τ _{max}		τ _{mob,lin,qc}	delta N	F _{lin,qc}	τ _{mob,lin,eff.sp}	delta N	F _{lin,eff.sp}	fig.7 NEN 6	τ _{mob} /τ _{max}	τ _{mob,NEN6743}	delta N	F _{NEN6743,qc}	τ _{mob,gem,NEN}	delta N	F _{NEN6743,eff.sp}		
							α _{y,1} ≥ 0,05 α _{y,i} ≥ 0,02			[N.A.P. +m]		1,5000		qc.methode		eff.sp.methode								qc.methode		eff.sp.methode					
							o.b.v. τ _{3,qc} -meth. pos/neg ΔN N			x u _{paal} 1,0000 0,00099																					
							0,0																								
4025,3459	0,0124	0,0062	0,0540	1,00	0,0540	3936,88	311,3	312,50	1,00	0,00	0,00	-10,2500	0,0200	0,0540	0,0530	2,65	1,00	2,51	1,97	1,97	7,37	5,79	5,79	1,22	1,00	2,51	1,97	1,97	7,37	5,79	
4201,6449	0,0119	0,0060	0,0478	1,00	0,0478	4113,60	311,3	312,50	1,00	35,74	35,74	-10,7500	0,0200	0,0478	0,0468	2,34	1,00	6,05	4,75	6,72	10,81	8,49	14,28	1,19	1,00	6,05	4,75	6,72	10,81	8,49	
4377,1255	0,0114	0,0057	0,0419	1,00	0,0419	4289,48	311,3	312,50	1,00	36,52	72,26	-11,2500	0,0200	0,0419	0,0409	2,04	1,00	7,88	6,19	12,91	12,74	10,00	24,28	1,17	1,00	7,88	6,19	12,91	12,74	10,00	
4551,8277	0,0110	0,0055	0,0362	1,00	0,0362	4464,57	311,3	312,50	1,00	37,31	109,56	-11,7500	0,0200	0,0362	0,0352	1,76	1,00	9,33	7,33	20,24	14,37	11,29	35,57	1,13	1,00	9,33	7,33	20,24	14,37	11,29	
4725,7877	0,0106	0,0053	0,0307	1,00	0,0307	4638,90	311,3	312,50	1,00	38,09	147,65	-12,2500	0,0200	0,0307	0,0297	1,48	1,00	10,59	8,32	28,56	15,86	12,46	48,03	1,09	1,00	10,59	8,32	28,56	15,86	12,46	
4899,0390	0,0102	0,0051	0,0254	1,00	0,0254	4812,50	311,3	312,50	1,00	38,88	186,53	-12,7500	0,0200	0,0254	0,0244	1,22	1,00	11,50	9,03	37,59	16,94	13,30	61,33	1,05	1,00	11,65	9,15	37,71	17,16	13,48	
5071,6120	0,0099	0,0049	0,0203	1,00	0,0203	4985,41	311,3	312,50	1,00	39,66	226,19	-13,2500	0,0200	0,0203	0,0193	0,96	0,96	10,66	8,37	45,96	15,55	12,21	73,54	0,99	0,99	12,12	9,52	47,23	17,67	13,88	
5243,5349	0,0095	0,0048	0,0154	1,00	0,0154	5157,65	311,3	312,50	1,00	40,45	266,64	-13,7500	0,0200	0,0154	0,0144	0,72	0,72	8,15	6,40	52,36	11,82	9,28	82,83	0,91	0,91	11,80	9,26	56,49	17,11	13,44	
5414,8335	0,0092	0,0046	0,0106	1,00	0,0106	5329,26	311,3	312,50	1,00	41,23	307,88	-14,2500	0,0200	0,0106	0,0096	0,48	0,48	5,27	4,14	56,50	7,62	5,98	88,81	0,81	0,81	10,63	8,35	64,84	15,37	12,07	
5585,5321	0,0090	0,0045	0,0060	1,00	0,0060	5500,26	311,3	312,50	1,00	42,02	349,89	-14,7500	0,0200	0,0060	0,0050	0,25	0,25	2,07	1,62	58,12	2,99	2,35	91,15	0,65	0,65	6,87	5,40	70,23	9,93	7,80	
							0,0015	0,0015	1,00	42,80	392,70	-15,0000	0,0200	0,0015	0,0005	0,02	0,02	3,23	0,00	0,00	2,05	0,00		0,25	0,25	22,75	0,00		14,98	0,00	
253559,7213	0,0002	0,0001	0,0015	1,00	0,0015	248212,69	250,4	312,50	1,00		392,70	-15,2500	0,0100	0,0015	0,0005	0,05	0,05	5,69	4,47	62,59	3,37	2,65	93,80	0,34	0,34	41,42	32,53	102,77	24,56	19,29	
264076,1779	0,0002	0,0001	0,0014	1,00	0,0014	258846,71	250,4	312,50	1,00	239,55	632,25	-15,7500	0,0100	0,0014	0,0004	0,04	0,04	4,86	3,81	66,40	2,96	2,33	96,13	0,31	0,31	40,47	31,79	134,55	24,73	19,42	
274371,7502	0,0002	0,0001	0,0013	1,00	0,0013	269250,46	250,4	312,50	1,00	247,40	879,65	-16,2500	0,0100	0,0013	0,0003	0,03	0,03	3,84	3,02	69,42	2,41	1,89	98,02	0,27	0,27	37,88	29,75	164,30	23,78	18,68	
284463,3272	0,0002	0,0001	0,0012	1,00	0,0012	279442,07	250,4	312,50	1,00	255,25	1134,90	-16,7500	0,0100	0,0012	0,0002	0,02	0,02	2,67	2,10	71,52	1,72	1,35	99,37	0,23	0,23	33,09	25,99	190,29	21,30	16,73	
294365,6698	0,0002	0,0001	0,0011	1,00	0,0011	289437,30	250,4	312,50	1,00	263,11	1398,01	-17,2500	0,0100	0,0011	0,0001	0,01	0,01	1,37	1,08	72,59	0,90	0,71	100,07	0,18	0,18	24,24	19,04	209,33	15,95	12,52	
304091,7736	0,0002	0,0001	0,0010	1,00	0,0010	299250,00	250,4	312,50	1,00	270,96	1668,97	-17,7500	0,0100	0,0010	0,0000	0,00	0,00	-0,05	-0,04	72,55	-0,04	-0,03	100,04	0,11	0,11	-0,87	-0,68	208,65	-0,72	-0,56	
313653,1553	0,0002	0,0001	0,0010	1,00	0,0010	308892,39	250,4	312,50	1,00	278,82	1947,79	-18,2500	0,0100	0,0010	0,0000	0,00	0,00	-1,57	-1,23	71,32	-1,09	-0,85	99,19	-0,11	-0,11	-27,50	-21,60	187,05	-18,95	-14,89	
323060,0818	0,0002	0,0001	0,0009	1,00	0,0009	318375,33	250,4	312,50	1,00	286,67	2234,46	-18,7500	0,0100	0,0009	-0,0001	-0,01	-0,01	-3,19	-2,51	68,81	-2,24	-1,76	97,43	-0,18	-0,18	-40,25	-31,61	155,44	-28,21	-22,16	
332321,7547	0,0002	0,0001	0,0008	1,00	0,0008	327708,54	250,4	312,50	1,00	294,52	2528,98	-19,2500	0,0100	0,0008	-0,0002	-0,02	-0,02	-4,90	-3,85	64,96	-3,50	-2,75	94,69	-0,23	-0,23	-50,35	-39,55	115,89	-35,89	-28,19	
341446,4618	0,0001	0,0001	0,0007	1,00	0,0007	336900,74	250,4	312,50	-0,22	302,38	2831,36	-19,7500	0,0100	0,0007	-0,0003	-0,03	-0,03	-6,69	-5,26	59,71	-4,85	-3,81	90,88	-0,26	-0,26	-59,34	-46,60	69,29	-42,97	-33,75	
350441,7006	0,0001	0,0001	0,0006	1,00	0,0006	345959,82	250,4	312,50	-1,00	-66,76	2764,60	-20,2500	0,0100	0,0006	-0,0003	-0,03	-0,03	-8,56	-6,72	52,98	-6,30	-4,94	85,93	-0,29	-0,29	-67,67	-53,15	16,14	-49,74	-39,07	
359314,2821	0,0001	0,0001	0,0006	1,00	0,0006	354892,92	250,4	312,50	-1,00	-318,09	2446,52	-20,7500	0,0100	0,0006	-0,0004	-0,04	-0,04	-10,51	-8,25	44,73	-7,83	-6,15	79,78	-0,32	-0,32	-75,59	-59,37	-43,23	-56,34	-44,25	
368070,4167	0,0001	0,0001	0,0005	1,00	0,0005	363706,54	250,4	312,50	-1,00	-325,94	2120,58	-21,2500	0,0100	0,0005	-0,0005	-0,05	-0,05	-12,52	-9,83	34,90	-9,46	-7,43	72,35	-0,34	-0,34	-83,21	-65,35	-108,58	-62,85	-49,36	
376715,7873	0,0001	0,0001	0,0004	1,00	0,0004	372406,61	250,4	312,50	-1,00	-333,79	1786,78	-21,7500	0,0100	0,0004	-0,0006	-0,06	-0,06	-14,60	-11,47	23,43	-11,17	-8,77	63,58	-0,36	-0,36	-90,61	-71,16	-179,74	-69,29	-54,42	
385255,6107	0,0001	0,0001	0,0004	1,00	0,0004	380998,58	250,4	312,50	-1,00	-341,65	1445,13	-22,2500	0,0100	0,0004	-0,0006	-0,06	-0,06	-16,75	-13,15	10,28	-12,96	-10,18	53,40	-0,38	-0,38	-97,84	-76,84	-256,59	-75,70	-59,46	
393694,6902	0,0001	0,0001	0,0003	1,00	0,0003	389487,46	250,4	312,50	-1,00	-349,50	1095,63	-22,7500	0,0100	0,0003	-0,0007	-0,07	-0,07	-18,95	-14,89	-4,60	-14,83	-11,65	41,76	-0,39	-0,39	-104,94	-82,42	-339,01	-82,10	-64,48	
402037,4612	0,0001	0,0001	0,0002	1,00	0,0002	397877,85	250,4	312,50	-1,00	-357,36	738,27	-23,2500	0,0100	0,0002	-0,0008	-0,08	-0,08	-21,22	-16,67	-21,27	-16,78	-13,18	28,58	-0,41	-0,41	-111,93	-87,91	-426,92	-88,50	-69,51	
410288,0298	0,0001	0,0001	0,0002	1,00	0,0002	406174,03	250,4	312,50	-1,00	-365,21	373,06	-23,7500	0,0100	0,0002	-0,0008	-0,08	-0,08	-23,55	-18,49	-39,77	-18,81	-14,77	13,81	-0,42	-0,42	-118,84	-93,34	-520,26	-94,90	-74,54	
418450,2065	0,0001	0,0001	0,0001	1,00	0,0001	414379,94	250,4	312,50	-1,00	-373,06	0,00	-24,2500	0,0100	0,0001	-0,0009	-0,09	-0,09	-25,93	-20,37	-60,13	-20,91	-16,42	-2,61	-0,43	-0,43	-125,69	-98,71	-618,97	-101,32	-79,58	
426527,5359	0,0001	0,0001	0,0001	1,00	0,0001	422499,27	250,4	312,50	-1,00	0,00	0,00	-24,7500	0,0100	0,0001	-0,0009	-0,09	-0,09	x	x	x	x	x	x	-0,44	-0,44	x	x	x	x	x	

Gemobiliseerde schuifspanningen tgv zwel



Bijlage L

Invloed gewicht en moment van storten onderwaterbetonvloer

$\sigma'_{\text{zwe},\text{owb}}$ o.b.v. gemiddelde restspanning

$p_0 = \Delta\sigma_{\text{ontl},yy}$ 50,00
cvt 1,34
h/2 2,50

$t^+_{\text{ontgraven}}$

t^+_{start}

sigma z' 23,40
26,60

t^+_{start}

$\sigma'_{\text{zwe},\text{owb},\text{pot}}$	9,40
$\Delta\sigma'_{yy,\text{ger}}$	26,60

14 eigengewicht owb

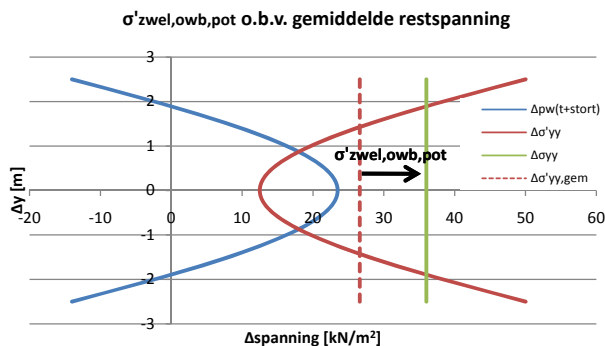
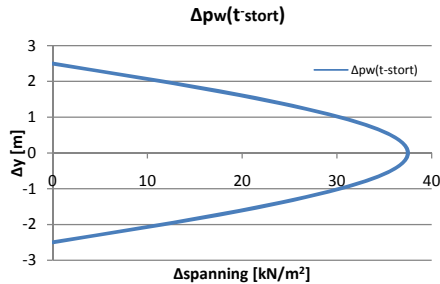
Δy [m]	$\Delta p_w(t^+_{\text{start}})$	U(t)	$\Delta\sigma_{yy}$	$\Delta\sigma'_{yy}$	$\Delta\sigma_{yy}$	Δp_w	$\Delta\sigma'_{yy}$	$\Delta\sigma_{yy}$	$\Delta p_w(t^+_{\text{stt}})$	$\Delta\sigma'_{yy}$	$\Delta\sigma'_{yy,ger}$	
2,5	0,00	0	50,00	50	0	50,00	0,00	50,00	36	-14,00	50,00	26,60
2,4	2,35	0,097645	50,00	50	0	50,00	2,35	47,65	36	-11,65	47,65	26,60
2,3	4,70	0,092945	50,00	50	0	50,00	4,70	45,30	36	-9,30	45,30	26,60
2,2	7,03	0,088273	50,00	50	0	50,00	7,03	42,97	36	-6,97	42,97	26,60
2,1	9,33	0,083647	50,00	50	0	50,00	9,33	40,67	36	-4,67	40,67	26,60
2	11,59	0,079086	50,00	50	0	50,00	11,59	38,41	36	-2,41	38,41	26,60
1,9	13,80	0,074607	50,00	50	0	50,00	13,80	36,20	36	-0,20	36,20	26,60
1,8	15,97	0,070229	50,00	50	0	50,00	15,97	34,03	36	1,97	34,03	26,60
1,7	18,07	0,065968	50,00	50	0	50,00	18,07	31,93	36	4,07	31,93	26,60
1,6	20,09	0,061841	50,00	50	0	50,00	20,09	29,91	36	6,09	29,91	26,60
1,5	22,04	0,057865	50,00	50	0	50,00	22,04	27,96	36	8,04	27,96	26,60
1,4	23,90	0,054055	50,00	50	0	50,00	23,90	26,10	36	9,90	26,10	26,60
1,3	25,67	0,050426	50,00	50	0	50,00	25,67	24,33	36	11,67	24,33	26,60
1,2	27,34	0,046993	50,00	50	0	50,00	27,34	22,66	36	13,34	22,66	26,60
1,1	28,89	0,043769	50,00	50	0	50,00	28,89	21,11	36	14,89	21,11	26,60
1	30,34	0,040768	50,00	50	0	50,00	30,34	19,66	36	16,34	19,66	26,60
0,9	31,66	0,038	50,00	50	0	50,00	31,66	18,34	36	17,66	18,34	26,60
0,8	32,86	0,035476	50,00	50	0	50,00	32,86	17,14	36	18,86	17,14	26,60
0,7	33,93	0,033207	50,00	50	0	50,00	33,93	16,07	36	19,93	16,07	26,60
0,6	34,87	0,031202	50,00	50	0	50,00	34,87	15,13	36	20,87	15,13	26,60
0,5	35,66	0,029469	50,00	50	0	50,00	35,66	14,34	36	21,66	14,34	26,60
0,4	36,32	0,028014	50,00	50	0	50,00	36,32	13,68	36	22,32	13,68	26,60
0,3	36,84	0,026842	50,00	50	0	50,00	36,84	13,16	36	22,84	13,16	26,60
0,2	37,20	0,02596	50,00	50	0	50,00	37,20	12,80	36	23,20	12,80	26,60
0,1	37,43	0,02537	50,00	50	0	50,00	37,43	12,57	36	23,43	12,57	26,60
0	37,50	halwege kleipakket 0,025074	50,00	50	0	50,00	37,50	12,50	36	23,50	12,50	26,60
-0,1	37,43	0,025074	50,00	50	0	50,00	37,43	12,57	36	23,43	12,57	26,60
-0,2	37,20	0,02596	50,00	50	0	50,00	37,20	12,80	36	23,20	12,80	26,60
-0,3	36,84	0,026842	50,00	50	0	50,00	36,84	13,16	36	22,84	13,16	26,60
-0,4	36,32	0,028014	50,00	50	0	50,00	36,32	13,68	36	22,32	13,68	26,60
-0,5	35,66	0,029469	50,00	50	0	50,00	35,66	14,34	36	21,66	14,34	26,60
-0,6	34,87	0,031202	50,00	50	0	50,00	34,87	15,13	36	20,87	15,13	26,60
-0,7	33,93	0,033207	50,00	50	0	50,00	33,93	16,07	36	19,93	16,07	26,60
-0,8	32,86	0,035476	50,00	50	0	50,00	32,86	17,14	36	18,86	17,14	26,60
-0,9	31,66	0,038	50,00	50	0	50,00	31,66	18,34	36	17,66	18,34	26,60
-1	30,34	0,040768	50,00	50	0	50,00	30,34	19,66	36	16,34	19,66	26,60
-1,1	28,89	0,043769	50,00	50	0	50,00	28,89	21,11	36	14,89	21,11	26,60
-1,2	27,34	0,046993	50,00	50	0	50,00	27,34	22,66	36	13,34	22,66	26,60
-1,3	25,67	0,050426	50,00	50	0	50,00	25,67	24,33	36	11,67	24,33	26,60
-1,4	23,90	0,054055	50,00	50	0	50,00	23,90	26,10	36	9,90	26,10	26,60
-1,5	22,04	0,057865	50,00	50	0	50,00	22,04	27,96	36	8,04	27,96	26,60
-1,6	20,09	0,061841	50,00	50	0	50,00	20,09	29,91	36	6,09	29,91	26,60
-1,7	18,07	0,065968	50,00	50	0	50,00	18,07	31,93	36	4,07	31,93	26,60
-1,8	15,97	0,070229	50,00	50	0	50,00	15,97	34,03	36	1,97	34,03	26,60
-1,9	13,80	0,074607	50,00	50	0	50,00	13,80	36,20	36	-0,20	36,20	26,60
-2	11,59	0,079086	50,00	50	0	50,00	11,59	38,41	36	-2,41	38,41	26,60
-2,1	9,33	0,083647	50,00	50	0	50,00	9,33	40,67	36	-4,67	40,67	26,60
-2,2	7,03	0,088273	50,00	50	0	50,00	7,03	42,97	36	-6,97	42,97	26,60
-2,3	4,70	0,092945	50,00	50	0	50,00	4,70	45,30	36	-9,30	45,30	26,60
-2,4	2,35	0,097645	50,00	50	0	50,00	2,35	47,65	36	-11,65	47,65	26,60
-2,5	0,00	0	50,00	50	0	50,00	0,00	50,00	36	-14,00	50,00	26,60

$\Delta p_w(t^+_{\text{start}})$

$\Delta p_w(t^+_{\text{start}})$

$\sigma'_{zwel,owb,pot}$ o.b.v. gemiddelde restspanning

$\sigma'_{zwel,owb,pot}$



Bijlage M

Plaxis 2D - Analyse grond-paal-onderwaterbeton interactie

REPORT

07/10/2009

User: Technische Universiteit Delft

Title: Plaxis 2D: Analyse grond-paal-onderwaterbeton interactie

Table of Contents

1. Geometry.....	3
2. Material data	4
3. Calculation phases	6
3.1. Total multipliers.....	9

1. Geometry

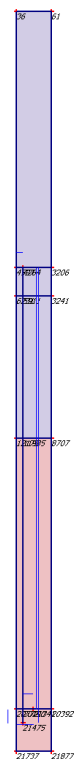


Fig. 1 Plot of geometry model with significant nodes

Table [1] Table of significant nodes

Node no.	x-coord.	y-coord.	Node no.	x-coord.	y-coord.
36	0,000	0,000	4284	0,250	-9,000
21737	0,000	-26,000	12175	0,000	-15,000
21877	1,250	-26,000	3241	1,250	-10,000
61	1,250	0,000	5911	0,250	-10,000
4597	0,000	-9,000	3206	1,250	-9,000
20772	0,000	-24,500	21475	0,250	-25,000
8707	1,250	-15,000	21341	0,600	-24,500
11935	0,250	-15,000	20392	1,250	-24,500
20790	0,250	-24,500	6231	0,000	-10,000

2. Material data

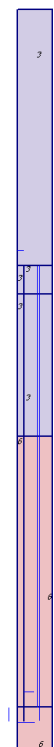


Fig. 2 Plot of geometry with material data sets

Table [2] Soil data sets parameters

<i>Linear Elastic</i>		2 B35 y=20 Non- porous tbv volume paal	4 Owb B25 (Ri=1, Non-porous)	5 Owb slap (E=100, Ri=0,01, Drained)	7 B35 y=15 Non- poreus tbv volume paal
Type		Non-porous	Non-porous	Drained	Non-porous
γ_{unsat}	[kN/m ³]	20,00	24,00	24,00	15,00
γ_{sat}	[kN/m ³]	20,00	24,00	24,00	15,00
k_x	[m/day]	0,000	0,000	0,000	0,000
k_y	[m/day]	0,000	0,000	0,000	0,000
e_{init}	[-]	0,500	0,500	0,500	0,500
c_k	[-]	1E15	1E15	1E15	1E15
E_{ref}	[kN/m ²]	33500000,00	28500000,00	100,00	33500000,00
ν	[-]	0,200	0,200	0,200	0,200
G_{ref}	[kN/m ²]	13958333,333	11875000,000	41,667	13958333,333
E_{oed}	[kN/m ²]	37222222,222	31666666,667	111,111	37222222,222
E_{incr}	[kN/m ² /m]	0,00	0,00	0,00	0,00
y_{ref}	[m]	0,000	0,000	0,000	0,000
R_{inter}	[-]	1,000	1,000	0,100	1,000
Interface permeability					

Linear Elastic		8 B35 y=15 Drained tbv volume paal	9 B35 y=20 Drained tbv volume paal
Type		Drained	Drained
γ_{unsat}	[kN/m ³]	15,00	20,00
γ_{sat}	[kN/m ³]	15,00	20,00
k_x	[m/day]	1,000	1,000
k_y	[m/day]	1,000	1,000
e_{init}	[-]	0,500	0,500
c_k	[-]	1E15	1E15
E_{ref}	[kN/m ²]	33500000,00	33500000,00
ν	[-]	0,200	0,200
G_{ref}	[kN/m ²]	13958333,333	13958333,333
E_{oed}	[kN/m ²]	37222222,222	37222222,222
E_{incr}	[kN/m ² /m]	0,00	0,00
y_{ref}	[m]	0,000	0,000
R_{inter}	[-]	1,000	1,000
Interface permeability		Neutral	Neutral

Hardening Soil		1 Pleistocene zandlaag (Ri =0,01 voor onder paal)	3 Kleipakket tbv analyse (Ri=0,8)	6 Pleistocene zandlaag (Ri=0,8)	10 Kleipakket tbv analyse (Ri=0,01)
Type		Drained	UnDrained	Drained	UnDrained
γ_{unsat}	[kN/m ³]	20,00	15,00	20,00	15,00
γ_{sat}	[kN/m ³]	20,00	15,00	20,00	15,00
k_x	[m/day]	1,000	0,000	1,000	0,000
k_y	[m/day]	1,000	0,000	1,000	0,000
e_{init}	[-]	0,50	0,50	0,50	0,50
e_{min}	[-]	0,00	0,00	0,00	0,00
e_{max}	[-]	999,00	999,00	999,00	999,00
c_k	[-]	1E15	1E15	1E15	1E15
E_{50}^{ref}	[kN/m ²]	66500,00	1375,00	66500,00	1375,00
$E_{\text{oed}}^{\text{ref}}$	[kN/m ²]	66500,00	687,50	66500,00	687,50
power (m)	[-]	0,65	0,90	0,65	0,90
c_{ref}	[kN/m ²]	2,00	5,00	2,00	5,00
ϕ	[°]	35,00	22,50	35,00	22,50
ψ	[°]	5,00	0,00	5,00	0,00
$E_{\text{ur}}^{\text{ref}}$	[kN/m ²]	299250,00	9625,00	299250,00	9625,00
$\nu_{\text{ur}}^{(\text{nu})}$	[-]	0,150	0,200	0,150	0,200
p^{ref}	[kN/m ²]	100,00	62,50	100,00	62,50
$c_{\text{increment}}$	[kN/m ²]	0,00	0,00	0,00	0,00
y_{ref}	[m]	0,00	0,00	0,00	0,00
R_f	[-]	0,90	0,90	0,90	0,90
$T_{\text{str.}}$	[kN/m ²]	0,00	0,00	0,00	0,00
R_{inter}	[-]	0,01	0,80	0,80	0,01
δ_{inter}	[m]	0,00	0,00	0,00	0,00
Interface permeability					

3. Calculation phases

Table [3] List of phases

Phase	Ph-No.	Start phase	Calculation type	Load input	First step	Last step
Initial phase	0	0	Plastic analysis	-	0	0
paalinstallatie	1	0	Plastic analysis	Staged construction	7	8
nil phase	2	1	Plastic analysis	Staged construction	9	10
ongedr	3	2	Plastic analysis	Staged construction	16	19
ontgraven						
ongedr belasting	4	3	Plastic analysis	Staged construction	20	21
owb slap						
ongedr owb	5	4	Plastic analysis	Staged construction	22	23
verhard						
consolidatie (restant)	6	5	Consolidation analysis	Minimum pore pressure	24	36
! 1/4	7	3	Consolidation analysis	Minimum pore pressure	37	44
consolidatie						
1/4	8	7	Plastic analysis	Staged construction	45	46
gedr.:belasting						
owb slap						
1/4 gedr.: owb	9	8	Plastic analysis	Staged construction	47	48
verhard						
1/4 gedr.: consolidatie	10	9	Consolidation analysis	Minimum pore pressure	49	64
restant						
1/4 gedr.: owb	24	8	Plastic analysis	Staged construction	258	280
verhard (vloer vast)*						
1/4 gedr.: consolidatie	25	24	Consolidation analysis	Minimum pore pressure	281	308
restant (vloer vast)						
!! 1/4 gedr.: owb	26	8	Plastic analysis	Staged construction	309	310
verhard (vloer vast, reset displ.)						
!!! 1/4 gedr.: consolidatie	27	26	Consolidation analysis	Minimum pore pressure	311	324
restant (na vloer vast & reset displ.)						
zonder paal/klei interactie:	11	0	Plastic analysis	Staged construction	139	144
ongedr.						
ontgraven						
! zonder paal/klei	12	11	Consolidation analysis	Minimum pore pressure	341	357
interactie: 1/4						
consolidatie						
zonder paal/klei	13	12	Plastic analysis	Staged construction	358	359
interactie:						
belasting owb						
slap						
zonder klei/paal	14	13	Plastic analysis	Staged construction	360	365
interactie: owb						

Ph-No.	Additional steps	Reset displacements to zero	Ignore undrained behaviour	Delete intermediate steps
1	250	Yes	Yes	Yes
2	250	Yes	Yes	Yes
3	250	No	No	Yes
4	250	No	No	Yes
5	250	No	No	Yes
6	250	No	No	No
7	250	No	No	No
8	250	No	No	Yes
9	250	No	No	Yes
10	250	No	No	No
24	250	No	No	Yes
25	250	No	No	No
26	250	Yes	No	Yes
27	250	No	No	No
11	250	No	No	Yes
12	250	No	No	No
13	250	No	No	Yes
14	250	No	No	Yes
23	250	No	No	No
28	250	Yes	No	Yes
29	250	No	No	No
20	250	No	No	Yes
21	250	No	No	No
22	250	No	No	No

Table [6] Control parameters 2

Ph-No.	Iterative procedure	Tolerated error	Over relaxation	Max. iterations	Desired min.	Desired max.	Arc-length control
1	Standard	0,010	1,200	60	6	15	Yes
2	Standard	0,010	1,200	60	6	15	Yes
3	Standard	0,010	1,200	60	6	15	Yes
4	Standard	0,010	1,200	60	6	15	Yes
5	Standard	0,010	1,200	60	6	15	Yes
6	Standard	0,010	1,200	60	6	15	Yes
7	Standard	0,010	1,200	60	6	15	Yes
8	Standard	0,010	1,200	60	6	15	Yes
9	Standard	0,010	1,200	60	6	15	Yes
10	Standard	0,010	1,200	60	6	15	Yes
24	Standard	0,010	1,200	60	6	15	Yes
25	Standard	0,010	1,200	60	6	15	Yes
26	Standard	0,010	1,200	60	6	15	Yes
27	Standard	0,010	1,200	60	6	15	Yes
11	Standard	0,010	1,200	60	6	15	Yes
12	Standard	0,010	1,200	60	6	15	Yes
13	Standard	0,010	1,200	60	6	15	Yes
14	Standard	0,010	1,200	60	6	15	Yes
23	Standard	0,010	1,200	60	6	15	Yes
28	Standard	0,010	1,200	60	6	15	Yes
29	Standard	0,010	1,200	60	6	15	Yes
20	Standard	0,010	1,200	60	6	15	Yes
21	Standard	0,010	1,200	60	6	15	Yes
22	Standard	0,010	1,200	60	6	15	Yes

Table [7] Incremental multipliers (input values)

Ph-No.	Displ.	Load A	Load B	Weight	Accel	Time	s-f
0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
4	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
5	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
6	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	142,6100	0,0000
7	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	5,9196	0,0000
8	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
9	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
10	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	83,6410	0,0000
24	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
25	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	146,5100	0,0000
26	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
27	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	68,3580	0,0000
11	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
12	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	19,4510	0,0000
13	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
14	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
23	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	322,3700	0,0000
28	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
29	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	117,8900	0,0000
20	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
21	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1597,1000	0,0000
22	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	503,2300	0,0000

3.1. Total multipliers

Table [8] Total multipliers - input values

Ph-No.	Displ.	Load A	Load B	Weight	Accel	Time	s-f
0	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000
1	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000
2	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000
3	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000
4	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000
5	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000
6	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	116,6800	1,0000
7	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	4,8433	1,0000
8	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	4,8433	1,0000
9	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	4,8433	1,0000
10	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	73,2770	1,0000
24	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	4,8433	1,0000
25	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	151,3500	1,0000
26	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	4,8433	1,0000
27	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	73,2010	1,0000
11	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000
12	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	14,5890	1,0000
13	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	14,5890	1,0000
14	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	14,5890	1,0000
23	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	482,6600	1,0000
28	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	14,5890	1,0000
29	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	131,8700	1,0000

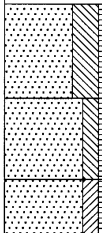
Ph-No.	Displ.	Load A	Load B	Weight	Accel	Time	s-f
20	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000
21	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	943,3000	1,0000
22	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	503,2300	1,0000

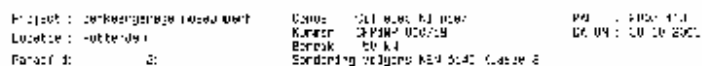
Table [9] Total multipliers - reached values

Ph-No.	Displ.	Load A	Load B	Weight	Accel	Time	s-f
0	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000
1	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000
2	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000
3	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000
4	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000
5	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000
6	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	116,6800	1,0000
7	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	4,8433	1,0000
8	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	4,8433	1,0000
9	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	4,8433	1,0000
10	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	73,2770	1,0000
24	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	4,8433	1,0000
25	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	151,3500	1,0000
26	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	4,8433	1,0000
27	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	73,2010	1,0000
11	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000
12	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	14,5890	1,0000
13	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	14,5890	1,0000
14	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	14,5890	1,0000
23	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	482,6600	1,0000
28	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	14,5890	1,0000
29	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	131,8700	1,0000
20	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000
21	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	943,3000	1,0000
22	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	503,2300	1,0000

Bijlage N

Grondboring en sondering, Museumparkgarage en ondergrondse waterberging

BOOR- / STEEKMETHODE		MONSTERKLASSE	GEOTECHNISCHE MONSTERS	HOOGTE - LIGGING [m] T.O.V.		GRONDSOORTBESCHRIJVING B/IH28		VOLUMIEK GEWICHT [kN/m3]		WATERGEHALTE [%]	PORIËNVOLUME [%]	PORIËNGETAAL	VERZADINGSGRAAD [%]	ONGEDR. SCHUIFSTERKTE [kPa]
				MAAIVELD	N.A.P.			NAT	DROOG					
	4 3 4 3 4 3 4 3 4			-48 -49 -49 -50 -50 -51 -51 -52 -52 -53 -53 -54 -54 -55 -55 -56		-49.45 Zand(1), matig siltig, zwak humeus, kleilagen								
						-50.23 Zand(1), Klei, zwak humeus, kleilagen								
						-50.75								
VERKLARING: ZIE LEGENDA BIJLAGE						VOLGENS NEN 5104, 5119		Uitwerkingsdatum: 14/11/07						
SCHAAL: 1: 50														
OPDRACHTGEVER: M. VRIES								FOTO NR.:		Maaveld N.A.P. -0.75 m.				
LABORANT: E. MIDDELBURG						KOSTENDRAGER:		BLADNR.: 7/7		BORING NR.: B/IH28				
TEAMLEIDER:						DATUM: 19/11/03		BIJL. NR.:		MAP NR.: 2003-113				
GEMEENTEWERKEN ROTTERDAM INGENIEURSBUREAU VELD- EN LABORATORIUMGROEP						 QUALIFIED BY STERYLAB		PROJECT: PARKEERGARAGE MUSEUMPARK GRONDBESCHRIJVING						



Bijlage 0

Plaxis 2D - Analyse grond-paal Museumparkgarage en ondergrondse waterberging

REPORT

07/10/2009

User: Technische Universiteit Delft

Title: Plaxis 2D: Analyse grond paal interactie, Museumparkgarage en
ondergrondse waterberging

Table of Contents

1. Geometry.....	3
2. Material data	4
3. Calculation phases	6

1. Geometry

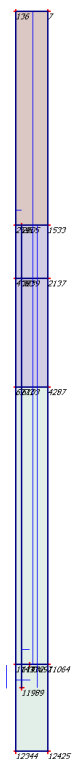


Fig. 1 Plot of geometry model with significant nodes

Table [1] Table of significant nodes

Node no.	x-coord.	y-coord.	Node no.	x-coord.	y-coord.
136	0,000	-0,750	2605	0,250	-10,000
12344	0,000	-32,750	6273	0,000	-17,000
12425	1,375	-32,750	2137	1,375	-12,300
7	1,375	-0,750	3839	0,250	-12,300
2595	0,000	-10,000	1533	1,375	-10,000
11433	0,000	-29,000	11989	0,250	-30,000
4287	1,375	-17,000	11697	0,600	-29,000
6103	0,250	-17,000	11064	1,375	-29,000
11432	0,250	-29,000	4083	0,000	-12,300

2. Material data



Fig. 2 Plot of geometry with material data sets

Table [2] Soil data sets parameters

Linear Elastic		1 B35 y=20 Non- porous tbv volume paal
Type		Non-porous
γ_{unsat}	[kN/m ³]	20,00
γ_{sat}	[kN/m ³]	20,00
k_x	[m/day]	0,000
k_y	[m/day]	0,000
e_{init}	[-]	0,500
c_k	[-]	1E15
E_{ref}	[kN/m ²]	33500000,00
ν	[-]	0,200
G_{ref}	[kN/m ²]	13958333,333
E_{oed}	[kN/m ²]	37222222,222
E_{incr}	[kN/m ² /m]	0,00
y_{ref}	[m]	0,000
R_{inter}	[-]	1,000
Interface permeability		

Hardening Soil		2	5	9	10
		Representatieve kleilaag	Eerste zandlaag	Representatieve toplaag	Eerste zandlaag (Ri=0.01)
Type		UnDrained	Drained	UnDrained	Drained
γ_{unsat}	[kN/m ³]	15,25	20,00	14,51	20,00
γ_{sat}	[kN/m ³]	15,25	20,00	14,51	20,00
k_x	[m/day]	0,000	1,000	0,000	1,000
k_y	[m/day]	0,000	1,000	0,000	1,000
e_{init}	[-]	0,50	0,50	0,50	0,50
e_{min}	[-]	0,00	0,00	0,00	0,00
e_{max}	[-]	999,00	999,00	999,00	999,00
c_k	[-]	1E15	1E15	1E15	1E15
E_{50}^{ref}	[kN/m ²]	1400,00	50000,00	1400,00	50000,00
$E_{\text{oed}}^{\text{ref}}$	[kN/m ²]	700,00	50000,00	700,00	50000,00
power (m)	[-]	0,90	0,65	0,90	0,65
c_{ref}	[kN/m ²]	5,00	2,00	5,00	2,00
ϕ	[°]	22,50	35,00	22,50	35,00
ψ	[°]	0,00	5,00	0,00	5,00
$E_{\text{ur}}^{\text{ref}}$	[kN/m ²]	9800,00	234782,61	9800,00	234782,61
$v_{\text{ur}}^{(\text{nu})}$	[-]	0,200	0,200	0,200	0,200
p^{ref}	[kN/m ²]	100,00	100,00	100,00	100,00
$c_{\text{increment}}$	[kN/m ²]	0,00	0,00	0,00	0,00
y_{ref}	[m]	0,00	0,00	0,00	0,00
R_f	[-]	0,90	0,90	0,90	0,90
$T_{\text{str.}}$	[kN/m ²]	0,00	0,00	0,00	0,00
R_{inter}	[-]	0,80	0,80	0,80	0,01
δ_{inter}	[m]	0,00	0,00	0,00	0,00
Interface permeability					

3. Calculation phases

Table [3] List of phases

Phase	Ph-No.	Start phase	Calculation type	Load input	First step	Last step
Initial phase	0	0	Plastic analysis	-	0	0
paalinstallatie & interfaces	1	0	Plastic analysis	Staged construction	1	6
nil phase	2	1	Plastic analysis	Staged construction	7	11
ongedraineerd	3	2	Plastic analysis	Staged construction	12	16
ontgraven	4	3	Consolidation analysis	Staged construction	17	31
32dagen consolidatie	5	3	Consolidation analysis	Staged construction	32	61
204dagen consolidatie	6	2	Plastic analysis	Staged construction	62	77
gedraineerd ontgraven						

Table [4] Control parameters 1

Ph-No.	Additional steps	Reset displacements to zero	Ignore undrained behaviour	Delete intermediate steps
1	250	Yes	Yes	Yes
2	250	Yes	Yes	Yes
3	250	Yes	No	Yes
4	250	No	No	No
5	250	No	No	No
6	250	Yes	Yes	Yes