



## 1. INVOER GRONDPARAMETERS PROFIEL Bergamabacht

## 1.1 Bodemschematisatie en grondparameters (huidige situatie)

grond laag	b.k. laag [m+NAP]	$g_{at}/g_{at}$ [kN/m³]	$c'_{eq}$ [kPa]	$j'_{eq}$ [°]	$c_u, t$ [kPa]	$q_c$ [kPa]	$E_{50}^{ref}$ [kPa]
OB Dijksmateriaal	5,0	18,45	6,1	14,04	40	700	18.252
Hollandveen	-5,7	10,35					
Pleistoceen	-8,0	20					

o.k. model -25,0

## 1.2 Aanvullende parameters bij vernageling

grond laag	b.k. laag [m+NAP]	$D_{grout}$ [m]	$A_{nagel}$ [m²]	$a_t$ [-]	$m$ [-]	$a$ [-]	$H^*$ [m]
OB Dijksmateriaal	5,0	0,180	3,60E-04	0,015	0,8	0,90	3,50

-25,0

## 1.3 Berekening invoerparameters TALREN bij vernageling

grond laag	$Z_{gem}$ [m+NAP]	$E_m$ [kPa]	$s'_{vgem}$ [kPa]	$k_s$ [kN/m³]	$k_s \cdot D$ [kPa]	$q_{s,k}$ [kPa]	$q_{s,d}$ [kPa]
OB Dijksmateriaal	-0,4	17111	92,3	95.000	17.100	10,50	6,82

## 1.4 Berekening invoerparameters TALREN bij vernageling

grond laag	$W_{nagel}$ [m³]	$f_{y,d,nagel}$ [MPa]	$EI$ [kNm²]	$s_c$ [-]	$d_c$ [-]	$p_{u,k}$ [kPa]	$p_{u,d}$ [kPa]
OB Dijksmateriaal	6,36E-06	650	9,41	0,053	0,61	292	216

## 2. INVOER PARTIELE FACTOREN

## 2.1 Materiaalfactoren bezwijken grond vernagelde grondconstructie

grondparameter		TAW	TAW beta	V <sub>i</sub>	a <sub>i</sub>
b - waarde		4,3	4,30	[ - ]	[ - ]
tan j	g <sub>anj</sub>	1,10	1,00	0,10	0,8
c'	g <sub>c</sub>	1,25	1,00	0,25	0,8
c <sub>u</sub>	g <sub>cu</sub>	1,35	1,35	0,20	0,8
g <sub>gunstig</sub>	g <sub>g</sub>	1,00	1,00	0,00	0,8
g <sub>ongunstig</sub>	g <sub>u</sub>	1,00	1,00	0,05	0,8

## 2.2 Partiele factoren trekdraagvermogen (slipcriterium) en vloeï nagel

beta-factor	TAW		beta-factor	b	
	b	beta		b	beta
	b - waarde	4,30		b - waarde	
grout (geen contr.)	$g_{s,t}$	1,35	kracht facing	$g_{add,facing,str}$	1,25
correl. (5 gesch.pr.)	x	1,14	belasting eff.	$g_{add,facing,geo}$	1,10
kracht grout	$g_{add,grout}$	1,10	3D-effect	$g_{add,3D}$	1,10
belasting eff. Lat.	$g_{add,grondbreuk}$	1,10	groepseffect	$a_{groep}$	0,95
kracht nagel	$g_{add,N,nagel}$	1,25	materiaal nagel	$g_{m,nagel}$	1,00
dwarskracht nagel	$g_{add,V,nagel}$	1,25	materiaal facing	$g_{m,facing}$	1,00
moment nagel	$g_{add,M,nagel}$	1,25			

## RESULTATEN 5 nagels (file: V3.4 met facing)

## profiel met 5 glasvezelnagels en facing

situatie	h.o.h. [m]	$D_{grout}$ [mm]	$A_{nagel}$ [m²]	nr. nagel	kop nagel [m+NAP]	begin x [m]	L [m]	hoek [°]	$L_{intern}$ [m]	$L_{extern}$ [m]	$N_{calc}$ [kN]	$V_{calc}$ [kN]	ITR/IPTR [-]	ICIS/IPC [-]	check [kN/m]	$F_s$ [-]
vernageld	1,20	180	3,60E-04	1	2,40	12,60	19,00	10,0	7,88	11,12	35,50	3,47	2 / 1	1 / 4	7,97	1,36
				2	1,75	14,50	21,50	10,0	9,06	12,44	39,72	3,47	2 / 1	1 / 4	7,75	
				3	1,10	16,40	24,00	10,0	10,16	13,84	44,18	3,47	2 / 1	1 / 4	7,69	
				4	0,45	18,30	26,50	10,0	11,18	15,32	48,90	3,47	2 / 1	1 / 4	7,73	
				5	-0,20	20,20	28,50	10,0	12,11	16,39	52,34	3,47	2 / 1	1 / 4	7,64	

## 3. TOETSING BEZWIJKCRITERIA NAGEL 1 (c1 t/m c4)

Toetsing C1 slipcriterium grout met rekenwaarden

grond	$q_{\text{add,grout}} + q_{\text{add,3D}}$	$F_{\text{n,max}}$	$F_{\text{n,max,d}}$	$L_{\text{extern}}$	$X_a ; q_t$	$q_{s,d}$	$R_{\text{rek,d}}$	u.c.
laag	[-]	[kN]	[kN]	[m]	[-]	[kPa]	[kN]	[-]
OB Dijksmateriaal	1,21	35,5	43,0	11,1	1,14 ; 1,35	5,6	42,9	1,00

Toetsing C2 laterale grondbreuk met rekenwaarden

grond	$q_{\text{nagel}}$	$F_{\text{d,max}}$	$F_{\text{d,max,d}}$	$l$	$q_{\text{u}}$	$p_{\text{u,d}}$	$R_{\text{lateral,d}}$	u.c.
laag	[-]	[kN]	[kN]	[m]	[-]	[kPa]	[kN]	[-]
OB Dijksmateriaal	1,21	3,5	4,2	1,36	1,35	216	4,2	1,00

Toetsing C3 dwarskracht en trek nagel met rekenwaarden

grond	$q_{\text{add,N,nagel}} + q_{\text{add}}$	$N_{\text{nagel,d}}$	$V_{\text{nagel,d}}$	$f_{\text{yd,nagel}}$	$N_{\text{r,d}}$	$V_{\text{r,d}}$	$S_{\text{n+d,nagel,d}}$	u.c.
laag	[-]	[kN]	[kN]	[MPa]	[kN]	[kN]	[MPa]	[-]
OB Dijksmateriaal	1,38	90,9	7,1	650	234	117	100	0,15

Toetsing C4 moment en trek nagel met rekenwaarden

grond	$q_{\text{add,N,nagel}} + q_{\text{add}}$	$N_{\text{nagel,d}}$	$V_{\text{nagel,d}}$	$f_{\text{yd,nagel}}$	$M_{\text{nagel,max}}$	$M_{\text{nagel,k}}$	$M_{\text{nagel,d}}$	u.c.
laag	[-]	[kN]	[kN]	[MPa]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[-]
OB Dijksmateriaal	1,38	90,9	7,1	650	0,49	4,13	3,51	0,14

$$p_u = c_u (p + 2) (1 + s_c + d_c)$$

$$l = 2 \times p \times \lambda_0 = \frac{2 \times p}{b} = 2 \times p \times \sqrt{\frac{4EI}{k_s \times D}}$$

$$s_c = 0,4 \times \frac{D}{l} \quad d_c = 0,4 \times \arctan \frac{H^*}{D}$$

$$F_d \leq p_u \cdot D \cdot \frac{\lambda}{4 \cdot \pi}$$

## 3.1 Resultaten glijcirkelanalyse

bezwijkcriterium	zonder	vernageld	vereist	voldoet?
G0 glijcirkel	1,05		1,24	nee
G1 glijcirkel		1,36	1,36	ja

## 3.2 Resultaten toetsing bezwijkcriteria nagel

bezwijkcriterium	belasting	weerstand	u.c.	voldoet?
C1 slipcriterium	43,0	42,9	1,00	ja
C2 grondbreuk	4,2	4,2	1,00	ja
C3 dwarskracht	0,0	0,00	0,15	ja
C4 moment	0,49	3,51	0,14	ja

## 3. TOETSING BEZWIJKCRITERIA NAGEL 5 (c1 t/m c4)

Toetsing C1 slipcriterium grout met rekenwaarden

grond	$q_{\text{add,grout}} + q_{\text{add,3D}}$	$F_{\text{n,max}}$	$F_{\text{n,max,d}}$	$L_{\text{extern}}$	$X_a ; q_t$	$q_{s,d}$	$R_{\text{rek,d}}$	u.c.
laag	[-]	[kN]	[kN]	[m]	[-]	[kPa]	[kN]	[-]
OB Dijksmateriaal	1,21	52,3	63,3	16,4	1,14 ; 1,35	5,6	63,2	1,00

Toetsing C2 laterale grondbreuk met rekenwaarden

grond	$q_{\text{nagel}}$	$F_{\text{d,max}}$	$F_{\text{d,max,d}}$	$l$	$q_{\text{u}}$	$p_{\text{u,d}}$	$R_{\text{lateral,d}}$	u.c.
laag	[-]	[kN]	[kN]	[m]	[-]	[kPa]	[kN]	[-]
OB Dijksmateriaal	1,21	3,5	4,2	1,36	1,35	216	4,2	1,00

Toetsing C3 dwarskracht en trek nagel met rekenwaarden

grond	$q_{\text{add,N,nagel}} + q_{\text{add}}$	$N_{\text{nagel,d}}$	$V_{\text{nagel,d}}$	$f_{\text{yd,nagel}}$	$N_{\text{r,d}}$	$V_{\text{r,d}}$	$S_{\text{n+d,nagel,d}}$	u.c.
laag	[-]	[kN]	[kN]	[MPa]	[kN]	[kN]	[MPa]	[-]
OB Dijksmateriaal	1,38	134,0	4,8	650	234	117	214	0,33

Toetsing C4 moment en trek nagel met rekenwaarden

grond	$q_{\text{add,N,nagel}} + q_{\text{add}}$	$N_{\text{nagel,d}}$	$V_{\text{nagel,d}}$	$f_{\text{yd,nagel}}$	$M_{\text{nagel,max}}$	$M_{\text{nagel,k}}$	$M_{\text{nagel,d}}$	u.c.
laag	[-]	[kN]	[kN]	[MPa]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[-]
OB Dijksmateriaal	1,38	134,0	4,8	650	0,33	4,13	2,78	0,12

$$p_u = c_u (p + 2) (1 + s_c + d_c)$$

$$l = 2 \times p \times \lambda_0 = \frac{2 \times p}{b} = 2 \times p \times \sqrt{\frac{4EI}{k_s \times D}}$$

$$s_c = 0,4 \times \frac{D}{l} \quad d_c = 0,4 \times \arctan \frac{H^*}{D}$$

## 3.1 Resultaten glijcirkelanalyse

bezwijkcriterium	zonder	vernageld	vereist	voldoet?
G0 glijcirkel	1,05		1,24	nee
G1 glijcirkel		0,00	1,36	nee

## 3.2 Resultaten toetsing bezwijkcriteria nagel

bezwijkcriterium	belasting	weerstand	u.c.	voldoet?
C1 slipcriterium	63,3	63,2	1,00	nee
C2 grondbreuk	4,2	4,2	1,00	ja
C3 dwarskracht	0,0	0,00	0,33	ja
C4 moment	0,33	2,78	0,12	ja

## Maatgevend bezwijkmechanisme vernageling

ITR	criteria voor trek in de nagel
1	vloei staaldoorsnede is maatgevend
2	schachtwrijving grout is maatgevend
ICIS	criteria voor dwarskracht in de nagel
1	lange stijve inklemming
2	lange flexibele inklemming
3	korte stijve inklemming
4	korte flexibele inklemming
IPTR	trekkracht in nagels:
0	geen kracht
1	voorgeschreven kracht op extern gedeelte
2	maatgevend op nageldeel buiten cirkel
3	maatgevend op nageldeel binnen cirkel
IPCI	dwarskracht in nagels:
0	geen kracht
1	voorgeschreven kracht op extern gedeelte
2	maatgevend op nageldeel buiten cirkel
3	maatgevend op nageldeel binnen cirkel
4	lange inklemming aan beide zijden
5	voorgeschreven dwarskracht

## Beziijkmechanismen

- C1 Grondbreuk via axiale interactie (slipcriterium schachtwrijving) tussen nagel en grond
- C2 Grondbreuk via laterale interactie (draagvermogen) tussen nagel en grond
- C3 Bezijken nagel op dwarskracht (inclusief normaalkracht) t.g.v. plastische vervorming
- C4 Bezijken nagel op moment (incl. normaalkracht en dwarskracht) t.g.v. plastische vervorming
- C5 Bezijken materiaal facing
- C6 Bezijken draagvermogen ondergrond onder facing

## 3. TOETSING BEZWIJKCRITERIA FACING (c5 t/m c6)

Toetsing C5 moment facing met rekenwaarden

nummer nagel	grondlaag draagkracht	$G_{add,facing+str}+G_{add,3}$ [ - ]	$N_{nagel,d}$ [kN]	breedte $b_{facing}$ [mm]	dikte $t_{facing}$ [mm]	$f_{y,d,facing}$ [MPa]	$M_{max,Ed}$ [kNm/m]	$M_{loc,Rd}$ [kNm]	u.c. [ - ]
1	OB Dijksmateriaal	1,38	90,90	810	30	270	22,72	40,50	0,56
2	OB Dijksmateriaal	1,38	101,70	810	30	270	25,43	40,50	0,63
3	OB Dijksmateriaal	1,38	113,12	810	30	270	28,28	40,50	0,70
4	OB Dijksmateriaal	1,38	125,21	810	30	270	31,30	40,50	0,77
5	OB Dijksmateriaal	1,38	134,02	810	30	270	33,50	40,50	0,83

Toetsing C6 grondbreuk facing

nummer nagel	grondlaag draagkracht	$G_{add,facing,geo,d}+G_{add,3}$ [ - ]	$N_{facing,geo,d}$ [kN]	$C_{u,k}$ [kPa]	$s_c$ [ - ]	$C_{u,d}$ [kPa]	$s'_{max,d,facing}$ [kPa]	$R_{d,facing}$ [kN]	u.c. [ - ]
1	OB Dijksmateriaal	1,21	79,99	40,0	1,2	29,6	183	119,94	0,67
2	OB Dijksmateriaal	1,21	89,50	40,0	1,2	29,6	183	119,94	0,75
3	OB Dijksmateriaal	1,21	99,55	40,0	1,2	29,6	183	119,94	0,83
4	OB Dijksmateriaal	1,21	110,18	40,0	1,2	29,6	183	119,94	0,92
5	OB Dijksmateriaal	1,21	117,94	40,0	1,2	29,6	183	119,94	0,98

Maximaal toelaatbare ankerkracht op facing:

vanuit criterium C5:

$$N_{nagel,d} = 134,02$$

vanuit criterium C6:

$$N_{facing,geo,d} = 109,04$$

maatgevend (via invoer Talren):

$$TR = 134,02$$

## 4.1 Resultaten toetsing bezwijkcriteria facing

beziijkcriterium facing nagel	belasting	weerstand	u.c.	voldoet?
C5 moment facing	22,7	40,5	0,56	ja
C6 draagkracht facing	80,0	119,9	0,67	ja
beziijkcriterium facing nagel 2	belasting	weerstand	u.c.	voldoet?
C5 moment facing	25,4	40,5	0,63	ja
C6 draagkracht facing	89,5	119,9	0,75	ja
beziijkcriterium facing nagel 3	belasting	weerstand	u.c.	voldoet?
C5 moment facing	28,3	40,5	0,70	ja
C6 draagkracht facing	99,5	119,9	0,83	ja
beziijkcriterium facing nagel 4	belasting	weerstand	u.c.	voldoet?
C5 moment facing	31,3	40,5	0,77	ja
C6 draagkracht facing	110,2	119,9	0,92	ja
beziijkcriterium facing nagel 5	belasting	weerstand	u.c.	voldoet?
C5 moment facing	33,5	40,5	0,83	ja
C6 draagkracht facing	117,9	119,9	0,98	ja