

M20 5.8 30 mm adjustment space

Ing. bureau: *
Door: *
Projectnaam:
Functie:
Projectnummer:

Datum: 8-2-2022

Invoerwaarde:

Bladzijde 1 / 3

Beton:

Ongescheurd (Drukzone)
Drukvastheid: C30/37
Langdurige/kortstondig temperatuur $\leq 50/80$ °C

Wapening:

dichtheid wapening
Met rand- en ophangwapening

Ankerbuiging:

Het te bevestigende deel is niet gemaakt van metaal of met drukvaste tussenlaag $e = 30$ mm
(drukvastheid ≥ 30 N/mm²)
Mate van inklemming $\alpha_M = 2,00$

Montage voorschriften:

Gat geboord met boorhamer
Droog boorgat

Statisch / Overwegend statisch Belasting

Trekbelasting:

$N_{Sd} = 0,00$ kN

Afschuifkracht:

$V_{x,Sd} = 0,00$ kN

$V_{y,Sd} = 100$ kN

Moment:

$M_{x,Sd} = 0,00$ kNm

$M_{y,Sd} = 0,00$ kNm

$M_{z,Sd} = 0,00$ kNm

Excentrische belasting

$e_x = 0,0$ mm

$e_y = 0,0$ mm

Ankerplaat:

$x = 300$ mm
 $y = 300$ mm
 $l_{x1} = 50$ mm
 $l_{x2} = 50$ mm
 $l_{y1} = 50$ mm
 $l_{y2} = 50$ mm
 $t = 10$ mm

Ankerafstand:

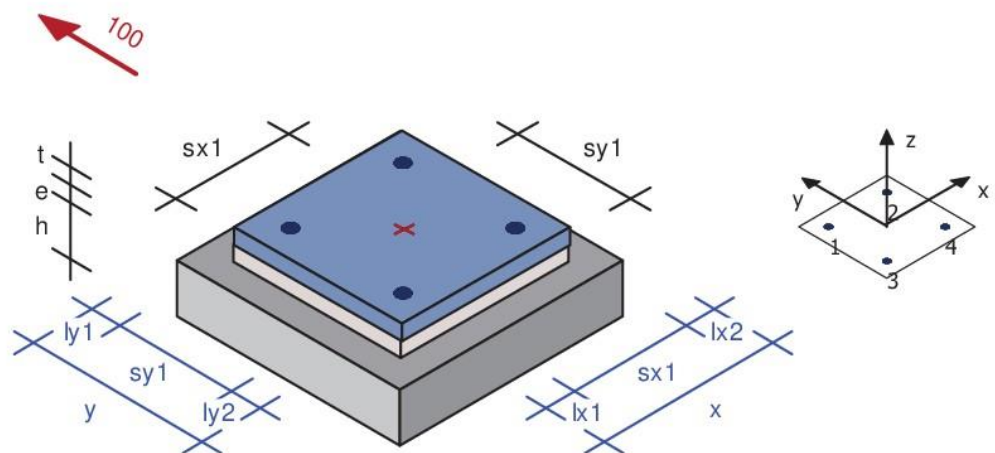
$s_{x1} = 200$ mm
 $s_{y1} = 200$ mm

Randafstand:

Zonder randafstand

Bouwdeeldikte:

$h = 500$ mm



[kN, kNm]

Chemisch Anker HB-V-P + HB-V-A GV (5.8) M20

Ontwerp methode A, ETAG 001, Bijlage C

Goedkeuring ETA-07/0257

De verankering kan niet worden geverifieerd met de ingevoerde gegevens

	Trek β_N [%] 1)	Afschuif β_V [%] 216,3	Interactie $\beta_{N,V}$ [%] -	Rand voorwaarden: OK
Statisch / Overwegend statisch Belasting				

1) Controle niet noodzakelijk.

De berekening is van toepassing indien de gebruikshandleiding op de laatste pagina in acht worden genomen.

Ing. bureau: *

Door: *

Projectnaam:

Functie:

Projectnummer:

Datum: 8-2-2022

Chemisch Anker HB-V-P + HB-V-A GV (5.8) M20
Goedkeuring ETA-07/0257

Bladzijde 2 / 3

Controle bij afschuifkrachten

Optredende belasting

Anker	1	2	3	4
V_{Sd} [kN]	25,00	25,00	25,00	25,00
$V_{x,Sd}$ [kN]	0,00	0,00	0,00	0,00
$V_{y,Sd}$ [kN]	25,00	25,00	25,00	25,00

Staalbreuk zonder hefboomarm

V_{Sd}^h	$\leq$	$V_{Rk,s}$	$/$	γ_{Ms}	$=$	$V_{Rd,s}$	Belasting:
25,00	$\leq$	61,00	$/$	1,25	$=$	48,80	51,2%

Staalbreuk met hefboomarm

V_{Sd}^h	$\leq$	$V_{Rk,s}$	$/$	γ_{Ms}	$=$	$V_{Rd,s}$	Belasting:
25,00	$>$	14,44	$/$	1,25	$=$	11,56	216,3%
$1-\beta_{Ns}$	$M_{Rk,s}^0$	$M_{Rk,s}$	l	α_M			
1,00	325,00 Nm	325,00 Nm	45,0 mm	2,0			

Betonachteruitbreken

V_{Sd}^0	$\leq$	$V_{Rk,cp}$	$/$	γ_{Mc}	$=$	$V_{Rd,cp}$	Belasting:
100,00	$\leq$	378,37	$/$	1,50	$=$	252,25	39,6%
$N_{Rk,c}^0$	$\Psi_{C(C30/37)}$	$\Psi_{A,c,N}$	$\Psi_{s,N}$	$\Psi_{re,N}$	$\Psi_{ec,N}$	k	
75,00 kN	1,00	2,52	1,00	1,00	1,00	2,00	
$A_{c,N}$	$A_{c,N}^0$	$c_{cr,N}$	$e_{c1,N}$	$e_{c2,N}$			
2916 cm ²	1156 cm ²	170,0 mm	0,0 mm	0,0 mm			

Betonrandbreuk (ongunstigste rand)

Berekening voor het betonrandbreuk van het anker is niet nodig daar:

- a) $c \geq 10h_{ef}$ en $c \geq 60d$
- b) Geen dwarskracht richting betonrand.

h_{ef}	d
170 mm	25 mm



www.hilti.nl

Firma: Ads-Ertner
Adres: Filosofentuin 1a
Tel. | Fax: 010-4580204 |
berekening: beton - 7 feb. 2022
Sub-Project | Pos. Nr.:

Bladzijde: 1
Constructeur: J.A. de Gelder
E-mail: engineering@ads-ertner.nl
Datum: 07-02-2022

Opmerkingen van de constructeur:

1 Invoergegevens

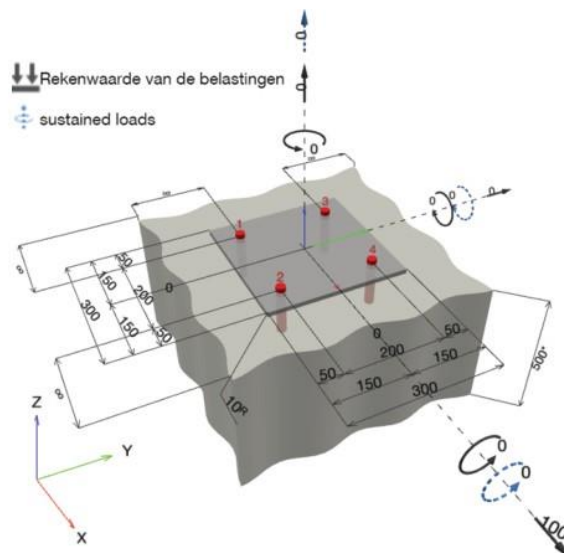
Ankertype en -afmeting:	HIT-HY 200-A + HAS-U 5.8 M20
Retourperiode (levensduur in jaren):	50
Artikelnummer:	2223873 HAS-U 5.8 M20x180 (insert) / 2022696 HIT-HY 200-A (mortel)
Effectieve verankeringsdiepte:	$h_{ef, opti} = 90,0 \text{ mm}$ ($h_{ef, limit} = 400,0 \text{ mm}$)
Materiaal:	5.8
Goedkeuring nr.:	ETA 11/0493
Uitgegeven Geldig:	14-12-2020 -
Aantoning:	rekenmethode EN 1992-4, chemisch
Afstandsmontage:	$e_b = 0,0 \text{ mm}$ (geen afstandsmontage); $t = 10,0 \text{ mm}$
Voetplaat ^R :	$l_x \times l_y \times t = 300,0 \text{ mm} \times 300,0 \text{ mm} \times 10,0 \text{ mm}$; (Aanbevolen voetplaatdikte: niet berekend)
Staalprofiel:	geen profiel
Ondergrond:	gescheurd beton, C30/37, $f_{c, cyl} = 30,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 500,0 \text{ mm}$, Temp. kort/lang: 40/24 °C, Door de gebruiker gedefinieerde partiële materiaalveiligheidsfactor $\gamma_c = 1,500$
Plaatsing:	hamergeboord gat, plaatsingsconditie: droog
Wapening:	Geen wapening of wapening met staafafstand $\geq 150 \text{ mm}$ (elke $\emptyset$) of ≥ 100 ($\emptyset \leq 10 \text{ mm}$) geen rechte randwapening Wapening om spleten te controleren volgens EN 1992-4,-7.2 1.7 (2) b) 2) aanwezig



Toepassing ook mogelijk met HVU2 + HAS-U 5.8 M20 onder de geselecteerde randvoorwaarden.
Meer informatie in sectie Alternatieve bevestiging gegevens van dit verslag.

^R - De ankerberekening wordt gebaseerd op de aanname van een rigide voetplaat.

Geometrie [mm] & Belastingen [kN, kNm]



www.hilti.nl

Firma:	Ads-Ertner	Bladzijde:	4
Adres:	Filosofentuin 1a	Constructeur:	J.A. de Gelder
Tel. Fax:	010-4580204	E-mail:	engineering@ads-ertner.nl
berekening:	beton - 7 feb. 2022	Datum:	07-02-2022
Sub-Project Pos. Nr.:			

4 Afschuifbelasting (EN 1992-4, sectie 7.2.2)

	Belasting [kN]	Capaciteit [kN]	Benutting β_v [%]	Status
Staalbreuk (zonder hefboomsarm)*	25,000	49,040	51	OK
Staalbreuk (met hefboomsarm)*	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.
Betonachteruitbreken**	100,000	145,486	69	OK
Betonrandbreuk in richting **	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.

* ongunstigste anker **ankergroep (geactiveerde ankers)

4.1 Staalbreuk (zonder hefboomsarm)

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s} = \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{M,s}} \quad \text{EN 1992-4, tabel 7.2}$$

$$V_{Rk,s} = k_7 \cdot V_{Rk,s}^0 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.35)}$$

$V_{Rk,s}^0$ [kN]	k_7	$V_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
61,300	1,000	61,300	1,250	49,040	25,000

4.2 Betonachteruitbreken (door betonkegelbreuk)

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,cp} = \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{M,c,p}} \quad \text{EN 1992-4, tabel 7.2}$$

$$V_{Rk,cp} = k_8 \cdot \min \{N_{Rk,c}^0; N_{Rk,p}\} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.39c)}$$

$$N_{Rk,c}^0 = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.1)}$$

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1.5} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.2)}$$

$$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.3)}$$

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.4)}$$

$$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{v,1}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$

$$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{v,2}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$

$$\psi_{M,N} = 1 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.7)}$$

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k_8	$f_{c,cyl}$ [N/mm ²]	
220.900	72.900	135,0	270,0	2,000	30,00	
$e_{c1,V}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	$\psi_{M,N}$
0,0	1,000	0,0	1,000	1,000	1,000	1,000
k_1	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c,p}$	$V_{Rd,cp}$ [kN]	V_{Ed} [kN]		
7,700	36,009	1,500	145,486	100,000		
Groepsanker-ID						
1-4						

www.hilti.nl

Firma: Ads-Ertner
 Adres: Filosofentuin 1a
 Tel. | Fax: 010-4580204 |
 berekening: beton - 7 feb. 2022
 Sub-Project | Pos. Nr.:

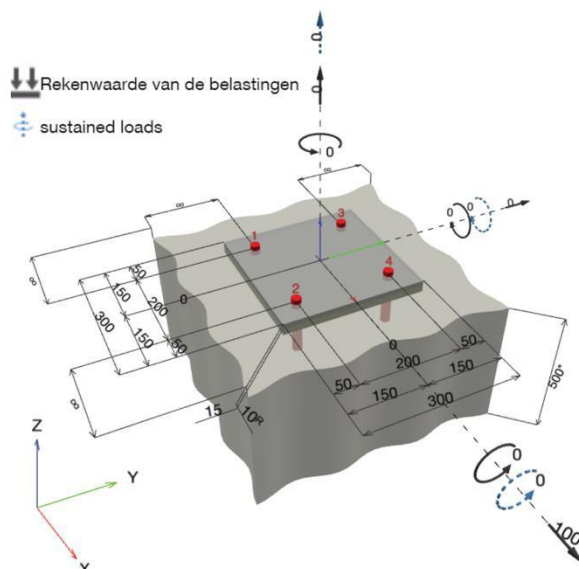
Bladzijde: 1
 Constructeur: J.A. de Gelder
 E-mail: engineering@ads-ertner.nl
 Datum: 04-03-2022

Opmerkingen van de constructeur:

1 Invoergegevens

Ankertype en -afmeting:	HIT-HY 200-A + HIT-V (5.8) M20	
Retourperiode (levensduur in jaren):	50	
Artikelnummer:	387068 HIT-V-5.8 M20x180 (insert) / 2022696 HIT-HY 200-A (mortel)	
Effectieve verankeringsdiepte:	$h_{ef, opti} = 90,0 \text{ mm}$ ($h_{ef, limit} = 400,0 \text{ mm}$)	
Materiaal:	5.8	
Goedkeuring nr.:	ETA 11/0493	
Uitgegeven Geldig:	14-12-2020 -	
Aantoning:	rekenmethode EN 1992-4, chemisch	
Afstandsmontage:	zonder voorspanning van het anker met moer en ring; vrijheidsgraad voor voetplaatrotatie: 2,00; $e_b = 15,0 \text{ mm}$; $t = 10,0 \text{ mm}$ Hilti Mortel: , universeel, $f_{c, Grou} = 30,00 \text{ N/mm}^2$	
Voetplaat ^R :	$l_x \times l_y \times t = 300,0 \text{ mm} \times 300,0 \text{ mm} \times 10,0 \text{ mm}$; (Aanbevolen voetplaatdikte: niet berekend)	
Staalprofiel:	geen profiel	
Ondergrond:	gescheurd beton, C30/37, $f_{c, cyl} = 30,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 500,0 \text{ mm}$, Temp. kort/lang: 40/24 °C, Door de gebruiker gedefinieerde partiële materiaalseveiligheidsfactor $\gamma_c = 1,500$	
Plaatsing:	hamergeboord gat, plaatsingsconditie: droog	
Wapening:	Geen wapening of wapening met staafafstand $\geq 150 \text{ mm}$ (elke $\emptyset$) of ≥ 100 ($\emptyset \leq 10 \text{ mm}$) geen rechte randwapening Wapening om spleten te controleren volgens EN 1992-4,-7.2 1.7 (2) b) 2) aanwezig	

^R - De ankerberekening wordt gebaseerd op de aanname van een rigide voetplaat.



www.hilti.nl

Firma:	Ads-Ertner	Bladzijde:	5
Adres:	Filosofentuin 1a	Constructeur:	J.A. de Gelder
Tel. Fax:	010-4580204	E-mail:	engineering@ads-ertner.nl
berekening:	beton - 7 feb. 2022	Datum:	04-03-2022
Sub-Project Pos. Nr.:			

4 Afschuifbelasting (EN 1992-4, sectie 7.2.2)

	Belasting [kN]	Capaciteit [kN]	Benutting β_v [%]	Status
Staalbreuk (zonder hefboomsarm)*	25,000	49,040	51	OK
Staalbreuk (met hefboomsarm)*	25,000	17,307	145	niet geadviseerd
Betonachteruitbreken**	100,000	145,486	69	OK
Betonrandbreuk in richting **	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.

* ongunstigste anker **ankergroep (geactiveerde ankers)

4.1 Staalbreuk (zonder hefboomsarm)

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s} = \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{M,s}} \quad \text{EN 1992-4, tabel 7.2}$$

$$V_{Rk,s} = k_7 \cdot V_{Rk,s}^0 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.35)}$$

$V_{Rk,s}^0$ [kN]	k_7	$V_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
61,300	1,000	61,300	1,250	49,040	25,000

4.2 Staalbreuk (met hefboomsarm)

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s,M} = \frac{V_{Rk,s,M}}{\gamma_{M,s}} \quad \text{EN 1992-4, tabel 7.2}$$

$$V_{Rk,s,M} = \frac{\alpha_M \cdot M_{Rk,s}}{l_a} \quad \text{EN 1992-4, Eq. 7.37}$$

$$M_{Rk,s} = M_{Rk,s}^0 \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{Rd,s}}\right) \quad \text{EN 1992-4, Eq. 7.38}$$

$$l_a = e_c + \frac{t}{2} + a_3 \quad \text{EN 1992-4, Eq. 6.2}$$

l [mm]	α_M				
30,0	2,00				
$N_{Ed} / N_{Rd,s}$	$1 - N_{Ed} / N_{Rd,s}$	$M_{Rk,s}^0$ [kNm]	$M_{Rk,s} = M_{Rk,s}^0 (1 - N_{Ed} / N_{Rd,s})$ [kNm]		
0,000	1,000	0,325	0,325		
$V_{Rk,s}^M = \alpha_M \cdot M_{Rk,s} / l$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$V_{Rd,s}^M$ [kN]	V_{Ed} [kN]		
21,633	1,250	17,307	25,000		

www.hilti.nl

Firma: Ads-Ertner
 Adres: Filosofentuin 1a
 Tel. | Fax: 010-4580204 |
 berekening: beton - 7 feb. 2022
 Sub-Project | Pos. Nr.:

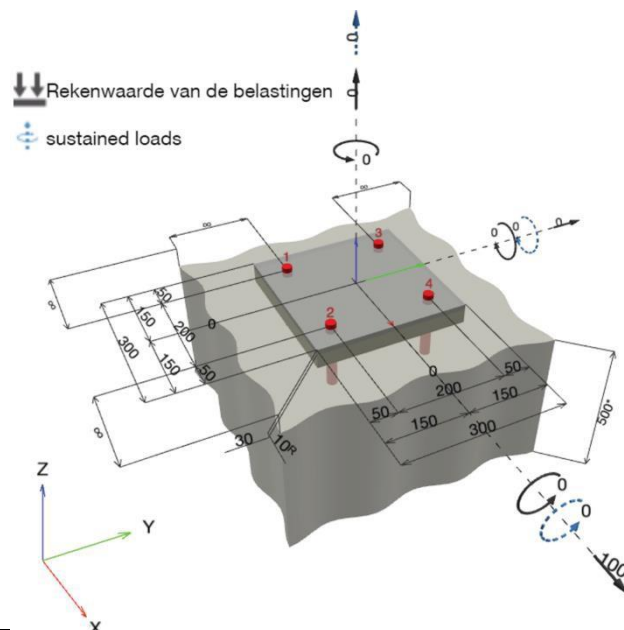
Bladzijde: 1
 Constructeur: J.A. de Gelder
 E-mail: engineering@ads-ertner.nl
 Datum: 07-02-2022

Opmerkingen van de constructeur:

1 Invoergegevens

Ankertype en -afmeting:	HIT-HY 200-A + HAS-U 5.8 M20	
Retourperiode (levensduur in jaren):	50	
Artikelnummer:	2223873 HAS-U 5.8 M20x180 (insert) / 2022696 HIT-HY 200-A (mortel)	
Effectieve verankeringsdiepte:	$h_{ef, opti} = 90,0 \text{ mm}$ ($h_{ef, limit} = 400,0 \text{ mm}$)	
Materiaal:	5.8	
Goedkeuring nr.:	ETA 11/0493	
Uitgegeven Geldig:	14-12-2020 -	
Aantoning:	rekenmethode EN 1992-4, chemisch	
Afstandsmontage:	zonder voorspanning van het anker met moer en ring; vrijheidsgraad voor voetplaatrotatie: 2,00; $e_b = 30,0 \text{ mm}$; $t = 10,0 \text{ mm}$ Hilti Mortel: , universeel, $f_{c, Grot} = 30,00 \text{ N/mm}^2$ $l_x \times l_y \times t = 300,0 \text{ mm} \times 300,0 \text{ mm} \times 10,0 \text{ mm}$; (Aanbevolen voetplaatdikte: niet berekend)	
Voetplaat ^R :		
Staalprofiel:	geen profiel	
Ondergrond:	gescheurd beton, C30/37, $f_{c, cyl} = 30,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 500,0 \text{ mm}$, Temp. kort/lang: 40/24 °C, Door de gebruiker gedefinieerde partiële materiaalveiligheidsfactor $\gamma_c = 1,500$	
Plaatsing:	hamergeboord gat, plaatsingsconditie: droog	
Wapening:	Geen wapening of wapening met staafafstand $\geq 150 \text{ mm}$ (elke $\emptyset$) of ≥ 100 ($\emptyset \leq 10 \text{ mm}$) geen rechte randwapening Wapening om spleten te controleren volgens EN 1992-4,-7.2 1.7 (2) b) 2) aanwezig	

^R - De ankerberekening wordt gebaseerd op de aanname van een rigide voetplaat.



www.hilti.nl

Firma:	Ads-Ertner	Bladzijde:	5
Adres:	Filosofentuin 1a	Constructeur:	J.A. de Gelder
Tel. Fax:	010-4580204	E-mail:	engineering@ads-ertner.nl
berekening:	beton - 7 feb. 2022	Datum:	07-02-2022
Sub-Project Pos. Nr.:			

4 Afschuifbelasting (EN 1992-4, sectie 7.2.2)

	Belasting [kN]	Capaciteit [kN]	Benutting β_v [%]	Status
Staalbreuk (zonder hefboomsarm)*	25,000	49,040	51	OK
Staalbreuk (met hefboomsarm)*	25,000	11,538	217	niet geadviseerd
Betonachteruitbreken**	100,000	145,486	69	OK
Betonrandbreuk in richting **	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.

* ongunstigste anker **ankergroep (geactiveerde ankers)

4.1 Staalbreuk (zonder hefboomsarm)

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s} = \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{M,s}} \quad \text{EN 1992-4, tabel 7.2}$$

$$V_{Rk,s} = k_7 \cdot V_{Rk,s}^0 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.35)}$$

$V_{Rk,s}^0$ [kN]	k_7	$V_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
61,300	1,000	61,300	1,250	49,040	25,000

4.2 Staalbreuk (met hefboomsarm)

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s,M} = \frac{V_{Rk,s,M}}{\gamma_{M,s}} \quad \text{EN 1992-4, tabel 7.2}$$

$$V_{Rk,s,M} = \frac{\alpha_M \cdot M_{Rk,s}}{l_a} \quad \text{EN 1992-4, Eq. 7.37}$$

$$M_{Rk,s} = M_{Rk,s}^0 \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{Rd,s}}\right) \quad \text{EN 1992-4, Eq. 7.38}$$

$$l_a = e_c + \frac{t}{2} + a_3 \quad \text{EN 1992-4, Eq. 6.2}$$

l [mm]	α_M				
45,0	2,00				
$N_{Ed} / N_{Rd,s}$	$1 - N_{Ed} / N_{Rd,s}$	$M_{Rk,s}^0$ [kNm]	$M_{Rk,s} = M_{Rk,s}^0 (1 - N_{Ed} / N_{Rd,s})$ [kNm]		
0,000	1,000	0,325	0,325		
$V_{Rk,s}^M = \alpha_M \cdot M_{Rk,s} / l$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$V_{Rd,s}^M$ [kN]	V_{Ed} [kN]		
14,422	1,250	11,538	25,000		

www.hilti.nl

Firma: Ads-Ertner
 Adres: Filosofentuin 1a
 Tel. | Fax: 010-4580204 |
 berekening: beton - 7 feb. 2022
 Sub-Project | Pos. Nr.:

Bladzijde: 1
 Constructeur: J.A. de Gelder
 E-mail: engineering@ads-ertner.nl
 Datum: 07-02-2022

Opmerkingen van de constructeur:

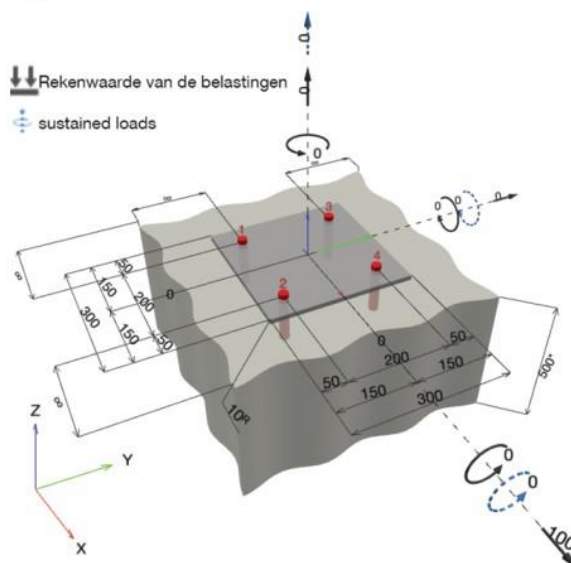
1 Invoergegevens

Ankertype en -afmeting:	HIT-HY 200-A + HIT-V (8.8) M20	
Retourperiode (levensduur in jaren):	50	
Artikelnummer:	2147195 HIT-V-8.8 M20x180 (insert) / 2022696 HIT-HY 200-A (mortel)	
Effectieve verankeringsdiepte:	$h_{ef, opti} = 90,0 \text{ mm}$ ($h_{ef, limit} = 400,0 \text{ mm}$)	
Materiaal:	8.8	
Goedkeuring nr.:	ETA 11/0493	
Uitgegeven Geldig:	14-12-2020 -	
Aantoning:	rekenmethode EN 1992-4, chemisch	
Afstandsmontage:	$e_b = 0,0 \text{ mm}$ (geen afstandsmontage); $t = 10,0 \text{ mm}$	
Voetplaat ^R :	$l_x \times l_y \times t = 300,0 \text{ mm} \times 300,0 \text{ mm} \times 10,0 \text{ mm}$; (Aanbevolen voetplaatdikte: niet berekend)	
Staalprofiel:	geen profiel	
Ondergrond:	gescheurd beton, C30/37, $f_{c, cyl} = 30,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 500,0 \text{ mm}$, Temp. kort/lang: 40/24 °C, Door de gebruiker gedefinieerde partiële materiaalseveiligheidsfactor $\gamma_c = 1,500$	
Plaatsing:	hamergeboord gat, plaatsingsconditie: droog	
Wapening:	Geen wapening of wapening met staafafstand $\geq 150 \text{ mm}$ (elke $\emptyset$) of ≥ 100 ($\emptyset \leq 10 \text{ mm}$) geen rechte randwapening Wapening om spleten te controleren volgens EN 1992-4,-7.2 1.7 (2) b) 2) aanwezig	

Toepassing ook mogelijk met HVU2 + HAS(-E) (8.8) M20 onder de geselecteerde randvoorwaarden.
 Meer informatie in sectie Alternatieve bevestiging gegevens van dit verslag.

^R - De ankerberekening wordt gebaseerd op de aanname van een rigide voetplaat.

Geometrie [mm] & Belastingen [kN, kNm]



www.hilti.nl

Firma:	Ads-Ertner	Bladzijde:	4
Adres:	Filosofentuin 1a	Constructeur:	J.A. de Gelder
Tel. Fax:	010-4580204	E-mail:	engineering@ads-ertner.nl
berekening:	beton - 7 feb. 2022	Datum:	07-02-2022
Sub-Project Pos. Nr.:			

4 Afschuifbelasting (EN 1992-4, sectie 7.2.2)

	Belasting [kN]	Capaciteit [kN]	Benutting β_v [%]	Status
Staalbreuk (zonder hefboomsarm)*	25,000	78,400	32	OK
Staalbreuk (met hefboomsarm)*	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.
Betonachteruitbreken**	100,000	145,486	69	OK
Betonrandbreuk in richting **	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.

* ongunstigste anker **ankergroep (geactiveerde ankers)

4.1 Staalbreuk (zonder hefboomsarm)

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s} = \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{M,s}} \quad \text{EN 1992-4, tabel 7.2}$$

$$V_{Rk,s} = k_7 \cdot V_{Rk,s}^0 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.35)}$$

$V_{Rk,s}^0$ [kN]	k_7	$V_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
98,000	1,000	98,000	1,250	78,400	25,000

4.2 Betonachteruitbreken (door betonkegelbreuk)

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,cp} = \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{M,c,p}} \quad \text{EN 1992-4, tabel 7.2}$$

$$V_{Rk,cp} = k_8 \cdot \min \{ N_{Rk,c}; N_{Rk,p} \} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.39c)}$$

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.1)}$$

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.2)}$$

$$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.3)}$$

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.4)}$$

$$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{V,1}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$

$$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{V,2}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$

$$\psi_{M,N} = 1 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.7)}$$

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k_8	$f_{c,gyt}$ [N/mm ²]	
220.900	72.900	135,0	270,0	2,000	30,00	
$e_{c1,V}$ [mm]	$\Psi_{ec1,N}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\Psi_{ec2,N}$	$\Psi_{s,N}$	$\Psi_{re,N}$	$\Psi_{M,N}$
0,0	1,000	0,0	1,000	1,000	1,000	1,000
k_1	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c,p}$	$V_{Rd,cp}$ [kN]	V_{Ed} [kN]		
7,700	36,009	1,500	145,486	100,000		

Groepsanker-ID

1-4

www.hilti.nl

Firma: Ads-Ertner
 Adres: Filosofentuin 1a
 Tel. | Fax: 010-4580204 |
 berekening: beton - 7 feb. 2022
 Sub-Project | Pos. Nr.:

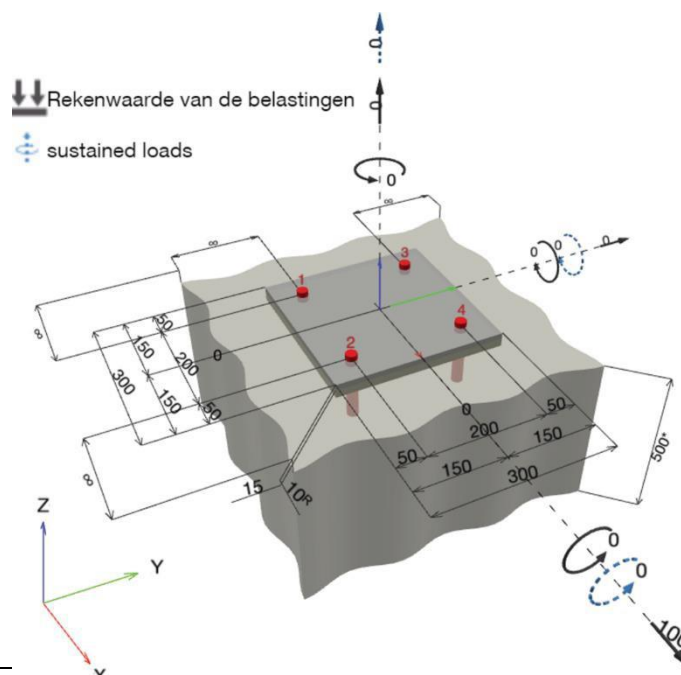
Bladzijde: 1
 Constructeur: J.A. de Gelder
 E-mail: engineering@ads-ertner.nl
 Datum: 04-03-2022

Opmerkingen van de constructeur:

1 Invoergegevens

Ankertype en -afmeting:	HIT-HY 200-A + HIT-V (8.8) M20	
Retourperiode (levensduur in jaren):	50	
Artikelnummer:	2147195 HIT-V-8.8 M20x180 (insert) / 2022696 HIT-HY 200-A (mortel)	
Effectieve verankeringsdiepte:	$h_{ef, opti} = 90,0 \text{ mm}$ ($h_{ef, limit} = 400,0 \text{ mm}$)	
Materiaal:	8.8	
Goedkeuring nr.:	ETA 11/0493	
Uitgegeven Geldig:	14-12-2020 -	
Aantoning:	rekenmethode EN 1992-4, chemisch	
Afstandsmontage:	zonder voorspanning van het anker met moer en ring; vrijheidsgraad voor voetplaatrotatie: 2,00; $e_b = 15,0 \text{ mm}$; $t = 10,0 \text{ mm}$ Hilti Mortel: , universeel, $f_{c, Grot} = 30,00 \text{ N/mm}^2$	
Voetplaat ^R :	$l_x \times l_y \times t = 300,0 \text{ mm} \times 300,0 \text{ mm} \times 10,0 \text{ mm}$; (Aanbevolen voetplaatdikte: niet berekend)	
Staalprofiel:	geen profiel	
Ondergrond:	gescheurd beton, C30/37, $f_{c, cyl} = 30,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 500,0 \text{ mm}$, Temp. kort/lang: 40/24 °C, Door de gebruiker gedefinieerde partiële materiaalveiligheidsfactor $\gamma_c = 1,500$	
Plaatsing:	hamergeboord gat, plaatsingsconditie: droog	
Wapening:	Geen wapening of wapening met staafafstand $\geq 150 \text{ mm}$ (elke $\emptyset$) of ≥ 100 ($\emptyset \leq 10 \text{ mm}$) geen rechte randwapening Wapening om spleten te controleren volgens EN 1992-4,-7.2 1.7 (2) b) 2) aanwezig	

^R - De ankerberekening wordt gebaseerd op de aanname van een rigide voetplaat.



www.hilti.nl

Firma:	Ads-Ertner	Bladzijde:	5
Adres:	Filosofentuin 1a	Constructeur:	J.A. de Gelder
Tel. Fax:	010-4580204	E-mail:	engineering@ads-ertner.nl
berekening:	beton - 7 feb. 2022	Datum:	04-03-2022
Sub-Project Pos. Nr.:			

4 Afschuifbelasting (EN 1992-4, sectie 7.2.2)

	Belasting [kN]	Capaciteit [kN]	Benutting β_v [%]	Status
Staalbreuk (zonder hefboomsarm)*	25,000	78,400	32	OK
Staalbreuk (met hefboomsarm)*	25,000	27,696	91	OK
Betonachteruitbreken**	100,000	145,486	69	OK
Betonrandbreuk in richting **	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.

* ongunstigste anker **ankergroep (geactiveerde ankers)

4.1 Staalbreuk (zonder hefboomsarm)

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s} = \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{M,s}} \quad \text{EN 1992-4, tabel 7.2}$$

$$V_{Rk,s} = k_7 \cdot V_{Rk,s}^0 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.35)}$$

$V_{Rk,s}^0$ [kN]	k_7	$V_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
98,000	1,000	98,000	1,250	78,400	25,000

4.2 Staalbreuk (met hefboomsarm)

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s,M} = \frac{V_{Rk,s,M}}{\gamma_{M,s}} \quad \text{EN 1992-4, tabel 7.2}$$

$$V_{Rk,s,M} = \frac{\alpha_M \cdot M_{Rk,s}}{l_a} \quad \text{EN 1992-4, Eq. 7.37}$$

$$M_{Rk,s} = M_{Rk,s}^0 \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{Rd,s}}\right) \quad \text{EN 1992-4, Eq. 7.38}$$

$$l_a = e_c + \frac{t}{2} + a_3 \quad \text{EN 1992-4, Eq. 6.2}$$

l [mm]	α_M				
30,0	2,00				
$N_{Ed} / N_{Rd,s}$	$1 - N_{Ed} / N_{Rd,s}$	$M_{Rk,s}^0$ [kNm]	$M_{Rk,s} = M_{Rk,s}^0 (1 - N_{Ed} / N_{Rd,s})$ [kNm]		
0,000	1,000	0,519	0,519		
$V_{Rk,s}^M = \alpha_M \cdot M_{Rk,s} / l$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$V_{Rd,s}^M$ [kN]	V_{Ed} [kN]		
34,620	1,250	27,696	25,000		

www.hilti.nl

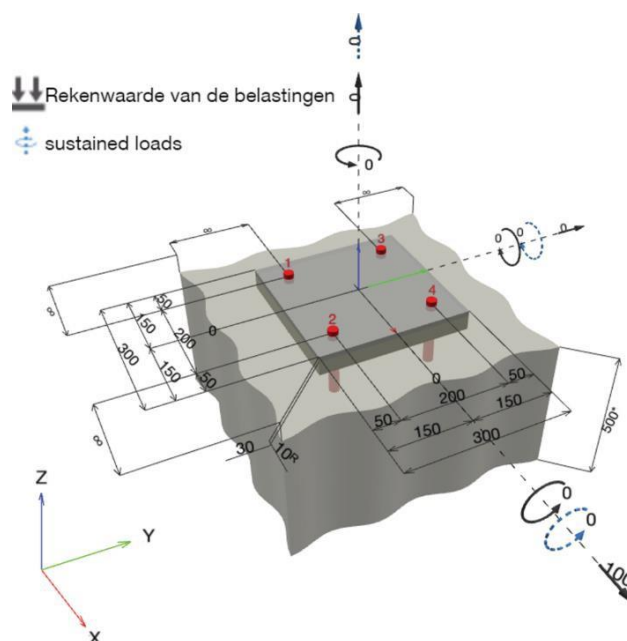
Firma: Ads-Ertner
 Adres: Filosofentuin 1a
 Tel. | Fax: 010-4580204 |
 berekening: beton - 7 feb. 2022
 Sub-Project | Pos. Nr.:

Bladzijde: 1
 Constructeur: J.A. de Gelder
 E-mail: engineering@ads-ertner.nl
 Datum: 07-02-2022

Opmerkingen van de constructeur:

1 Invoergegevens

Ankertype en -afmeting:	HIT-HY 200-A + HIT-V (8.8) M20	
Retourperiode (levensduur in jaren):	50	
Artikelnummer:	2147195 HIT-V-8.8 M20x180 (insert) / 2022696 HIT-HY 200-A (mortel)	
Effectieve verankeringsdiepte:	$h_{ef, opti} = 90,0 \text{ mm}$ ($h_{ef, limit} = 400,0 \text{ mm}$)	
Materiaal:	8.8	
Goedkeuring nr.:	ETA 11/0493	
Uitgegeven Geldig:	14-12-2020 -	
Aantoning:	rekenmethode EN 1992-4, chemisch	
Afstandsmontage:	zonder voorspanning van het anker met moer en ring; vrijheidsgraad voor voetplaatrotatie: 2,00; $e_b = 30,0 \text{ mm}$; $t = 10,0 \text{ mm}$	
Voetplaat ^R :	Hilti Mortel: , universeel, $f_{c, Groot} = 30,00 \text{ N/mm}^2$ $I_x \times I_y \times t = 300,0 \text{ mm} \times 300,0 \text{ mm} \times 10,0 \text{ mm}$; (Aanbevolen voetplaatdikte: niet berekend)	
Staalprofiel:	geen profiel	
Ondergrond:	gescheurd beton, C30/37, $f_{c, cyl} = 30,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 500,0 \text{ mm}$, Temp. kort/lang: 40/24 °C, Door de gebruiker gedefinieerde partiële materiaalseveiligheidsfactor $\gamma_c = 1,500$	
Plaatsing:	hamergeboord gat, plaatsingsconditie: droog	
Wapening:	Geen wapening of wapening met staafafstand $\geq 150 \text{ mm}$ (elke $\emptyset$) of ≥ 100 ($\emptyset \leq 10 \text{ mm}$) geen rechte randwapening Wapening om spleten te controleren volgens EN 1992-4,-7.2 1.7 (2) b) 2) aanwezig	

^R - De ankerberekening wordt gebaseerd op de aanname van een rigide voetplaat.

www.hilti.nl

Firma:	Ads-Ertner	Bladzijde:	5
Adres:	Filosofentuin 1a	Constructeur:	J.A. de Gelder
Tel. Fax:	010-4580204	E-mail:	engineering@ads-ertner.nl
berekening:	beton - 7 feb. 2022	Datum:	07-02-2022
Sub-Project Pos. Nr.:			

4 Afschuifbelasting (EN 1992-4, sectie 7.2.2)

	Belasting [kN]	Capaciteit [kN]	Benutting β_v [%]	Status
Staalbreuk (zonder hefboomsarm)*	25,000	78,400	32	OK
Staalbreuk (met hefboomsarm)*	25,000	18,464	136	niet geadviseerd
Betonachteruitbreken**	100,000	145,486	69	OK
Betonrandbreuk in richting **	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.

* ongunstigste anker **ankergroep (geactiveerde ankers)

4.1 Staalbreuk (zonder hefboomsarm)

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s} = \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{M,s}} \quad \text{EN 1992-4, tabel 7.2}$$

$$V_{Rk,s} = k_7 \cdot V_{Rk,s}^0 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.35)}$$

$V_{Rk,s}^0$ [kN]	k_7	$V_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
98,000	1,000	98,000	1,250	78,400	25,000

4.2 Staalbreuk (met hefboomsarm)

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s,M} = \frac{V_{Rk,s,M}}{\gamma_{M,s}} \quad \text{EN 1992-4, tabel 7.2}$$

$$V_{Rk,s,M} = \frac{\alpha_M \cdot M_{Rk,s}}{l_a} \quad \text{EN 1992-4, Eq. 7.37}$$

$$M_{Rk,s} = M_{Rk,s}^0 \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{Rd,s}}\right) \quad \text{EN 1992-4, Eq. 7.38}$$

$$l_a = e_c + \frac{t}{2} + a_3 \quad \text{EN 1992-4, Eq. 6.2}$$

l [mm]	α_M				
45,0	2,00				
$N_{Ed} / N_{Rd,s}$	$1 - N_{Ed} / N_{Rd,s}$	$M_{Rk,s}^0$ [kNm]	$M_{Rk,s} = M_{Rk,s}^0 (1 - N_{Ed} / N_{Rd,s})$ [kNm]		
0,000	1,000	0,519	0,519		
$V_{Rk,s}^M = \alpha_M \cdot M_{Rk,s} / l$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$V_{Rd,s}^M$ [kN]	V_{Ed} [kN]		
23,080	1,250	18,464	25,000		

3. Specification of commonly used mortars

Bruil Pouring Mortar GTM501

Versie 7: 09-2020

Bruil Gietmortel GTM501



Bruil gietmortel GTM501 is een fabrieksmatig vervaardigde cementgebonden droge mortel, conform CUR 24: Krimparme cementgebonden mortels.

Toepassing

Bruil gietmortel GTM501 voldoet aan de sterkteklasse K50 en is toe te passen binnen alle milieuklassen (X0, XC4, XF4, XS3, XD3 en XA3).

Bruil Gietmortel is geschikt voor het vastzetten van horizontale en verticale verankeringen, vullen van gains, aangieten van verankeringen en ondergieten van machinefundaties. Giet/laagdikte >5 mm.

Voordelen

Ook leverbaar met Bruil Silo-service:

- > Constante hoogwaardige mortelkwaliteit
- > Geen afval op de bouwplaats
- > Snel en stofarm mengen
- > Minder arbeidsintensief



Ca. 25 kg



Ca. 1.000 kg



Ca. 2.000 kg

Ca. 7.000 kg

Ca. 22.000 kg

Producteigenschappen

Bindmiddel	Cement	(NEN-EN 197-1)
Toeslagmateriaal	Zand 0-1 mm	(NEN-EN 13139)
Vulstof	Kalksteenmeel	(NEN-EN 13139)
Toevoegingen	Hulpstoffen	(NEN-EN 934-3)
Waterbehoefte	15,5 ± 0,5%	
Vloeimaat na 5 minuten	> 550mm	
Vloeimaat na 30 minuten	> 450mm	
Volumieke massa	2.300 ± 50 kg/m ³	
Verwerkingstijd	> 20 min	
Zwelling		

bruil® beton & mix

T 088 811 87 17
W www.bruil.nl

Plastische fase	0,1 - 2,0 %(V/V)
na 24 uur:	tussen 70 en 100% t.o.v. maximale zwelling
na 24 uur:	> zwelling op tijdstip 20 min.
Stabiliteit	Stabiel, geen waterscheiding, geen schuimvorming
Buigtreksterkte na 24 uur	$\geq 6,0 \text{ N/mm}^2$
Buigtreksterkte na 7 dagen	$\geq 10,0 \text{ N/mm}^2$
Druksterkte na 24 uur	$\geq 30,0 \text{ N/mm}^2$
Druksterkte na 7 dagen	$\geq 50,0 \text{ N/mm}^2$
Krimp	< 0,5 mm/m

Gebruiksaanwijzing

Vorbereiding

Alle voor de hechting nadelige invloeden verwijderen. Ondergrond bevochtigen met water om uitdroging van de mortel tegen te gaan. Eventueel overtollig water voor het aanbrengen van de mortel verwijderen.

Verwerking

Doseer 3,8 tot 4,0 liter schoon leidingwater per zak van 25 kg in een schone kuip of speciemolen. Voeg hier de mortel aan toe. Meng machinaal ca. 3 minuten met een geschikte mortelmixer tot een homogene klontvrije vloeispecie is verkregen. Verwerk de gietmortel binnen 20 minuten bij een omgevingstemperatuur van 5°C tot 30°C. Vermeng geen oude en verse gietmortel. Gereedschap direct na gebruik reinigen met water.

Nabehandeling

Bescherm de aangebrachte specie tegen ongunstige weersinvloeden (regen, tocht, vorst en zon) en in het bijzonder uitdroging. Bijvoorbeeld

door het afgewerkte oppervlak af te dekken met folie, regelmatig te bevochtigen met leidingwater of het aanbrengen van een curing compound.

Verbruik

Het verbruik is sterk afhankelijk van de toepassing van het product.

- > Eén zak Bruil gietmortel GTM501 van 25 kg levert ca. 12,5 liter specie op.

Ecologie/ toxicologie

Bij normaal gebruik levert het product geen gevaar op voor mens en milieu. De verpakking helemaal leegmaken, productresten laten drogen en/of verhard en als normaal bouwafval afvoeren.

Veiligheidsvoorschriften

Van alle Bruil beton & mix producten is een separaat veiligheidsinformatieblad beschikbaar. Neem deze informatie altijd van tevoren door. Niet in combinatie met andere middelen gebruiken tenzij nadrukkelijk vermeld in deze documentatie.

bruil® beton & mix

T 088 811 87 17
W www.bruil.nl

Bruil Gietmortel

GTM701



Bruil gietmortel GTM701 is een fabrieksmatig vervaardigde cementgebonden droge mortel, conform CUR 24: Krimparme cementgebonden mortels.

Toepassing

Bruil gietmortel GTM701 voldoet aan de sterkteklasse K70 en is toe te passen binnen alle milieuklassen (X0, XC4, XF4, XS3, XD3 en XA3). Bruil Gietmortel is geschikt voor het vastzetten van horizontale en verticale verankeringen, vullen van gains, aangieten van verankeringen en ondergieten van machinefundaties. Giet/laagdikte >5 mm.

Voordelen

Ook leverbaar met Bruil Silo-service:

- > Constante hoogwaardige mortelkwaliteit
- > Geen afval op de bouwplaats
- > Snel en stofarm mengen
- > Minder arbeidsintensief



Ca. 25 kg



Ca. 1.000 kg



Ca. 2.000 kg
Ca. 7.000 kg
Ca. 22.000 kg

Producteigenschappen

Bindmiddel	Cement	(NEN-EN 197-1)
Toeslagmateriaal	Zand 0-1 mm	(NEN-EN 13139)
Vulstof	Kalksteenmeel	(NEN-EN 13139)
Toevoegingen	Hulpstoffen	(NEN-EN 934-3)
Waterbehoefte	15,5 ± 0,5%	
Vloeimaat na 5 minuten	> 550mm	
Vloeimaat na 30 minuten	> 450mm	
Volumieke massa	2.300 ± 50 kg/m ³	
Verwerkingstijd	> 20 min	
Zwelling		
Plastische fase	0,1 - 2,0 %(V/V)	
na 24 uur:	tussen 70 en 100% t.o.v. maximale zwelling	
na 24 uur:	> zwelling op tijdstip 20 min.	
Stabiliteit	Stabiel, geen waterscheiding, geen schuimvorming	
Buigtreksterkte na 24 uur	≥ 6,0 N/mm ²	
Buigtreksterkte na 7 dagen	≥ 9,0 N/mm ²	
Buigtreksterkte na 28 dagen	≥ 10,0 N/mm ²	
Druksterkte na 24 uur	≥ 40,0 N/mm ²	
Druksterkte na 7 dagen	≥ 70,0 N/mm ²	
Druksterkte na 28 dagen	≥ 90,0 N/mm ²	
Krimp	< 0,5 mm/m	

bruil® beton & mix

T 088 811 87 17
W www.bruil.nl

Bruil Gietmortel GTM704



Bruil gietmortel GTM704 is een fabrieksmatig vervaardigde cementgebonden droge mortel, conform CUR 24: Krimparme cementgebonden mortels.

Toepassing

Bruil gietmortel GTM704 voldoet aan de sterkteklasse K70 en is toe te passen binnen alle milieuklassen (X0, XC4, XF4, XS3, XD3 en XA3).

Bruil Gietmortel is geschikt voor het vastzetten van horizontale en verticale verankeringen, vullen van gains, aangieten van verankeringen en ondergieten van machinefundaties. Giet/laagdikte >20 mm.

Voordelen

Ook leverbaar met Bruil Silo-service:

- > Constante hoogwaardige mortelkwaliteit
- > Geen afval op de bouwplaats
- > Snel en stofarm mengen
- > Minder arbeidsintensief



Ca. 25 kg



Ca. 1.000 kg



Ca. 2.000 kg
Ca. 7.000 kg
Ca. 22.000 kg

Producteigenschappen

Bindmiddel	Cement	(NEN-EN 197-1)
Toeslagmateriaal	Zand 0-4 mm	(NEN-EN 13139)
Vulstof	Kalksteenmeel	(NEN-EN 13139)
Toevoegingen	Hulpstoffen	(NEN-EN 934-3)
Waterbehoefte	15,5 ± 0,5%	
Vloeimaat na 5 minuten	> 550mm	
Vloeimaat na 30 minuten	> 450mm	
Volumieke massa	2.300 ± 50 kg/m ³	
Verwerkingstijd	> 20 min	
Zwelling		
Plastische fase	0,1 - 2,0 % (V/V)	
na 24 uur:	tussen 70 en 100% t.o.v. maximale zwelling	

bruil[®] beton & mix

T 088 811 87 17
W www.bruil.nl

na 24 uur:	> zwelling op tijdstip 20 min.
------------	--------------------------------

Stabiliteit	Stabiel, geen waterscheiding, geen schuimvorming
-------------	--

Buigtreksterkte na 24 uur	$\geq 6,0 \text{ N/mm}^2$
Buigtreksterkte na 7 dagen	$\geq 9,0 \text{ N/mm}^2$
Buigtreksterkte na 28 dagen	$\geq 10,0 \text{ N/mm}^2$
Druksterkte na 24 uur	$\geq 40,0 \text{ N/mm}^2$
Druksterkte na 7 dagen	$\geq 70,0 \text{ N/mm}^2$
Druksterkte na 28 dagen	$\geq 90,0 \text{ N/mm}^2$

Krimp	< 1,0 mm/m
-------	------------

Gebruiksaanwijzing

Vorbereiding

Alle voor de hechting nadelige invloeden verwijderen. Ondergrond bevochtigen met water om uitdroging van de mortel tegen te gaan. Eventueel overtollig water voor het aanbrengen van de mortel verwijderen.

Verwerking

Doseer 3,8 tot 4,0 liter schoon leidingwater per zak van 25 kg in een schone kuip of speciemen. Voeg hier de mortel aan toe. Meng machinaal ca. 3 minuten met een geschikte mortelmixer tot een homogene klontvrije vloeispecie is verkregen. Verwerk de gietmortel binnen 20 minuten bij een omgevingstemperatuur van 5°C tot 30°C. Vermeng geen oude en verse gietmortel. Gereedschap direct na gebruik reinigen met water.

Nabehandeling

Bescherm de aangebrachte specie tegen ongunstige weersinvloeden (regen, tocht, vorst en zon) en in het bijzonder uitdroging. Bijvoorbeeld door het afgewerkte oppervlak af te dekken met

folie, regelmatig te bevochtigen met leidingwater of het aanbrengen van een curing compound.

Verbruik

Het verbruik is sterk afhankelijk van de toepassing van het product.

- > Eén zak Bruil gietmortel GTM704 van 25 kg levert ca. 12,5 liter specie op.

Ecologie/ toxicologie

Bij normaal gebruik levert het product geen gevaar op voor mens en milieu. De verpakking helemaal leegmaken, productresten laten drogen en/of verhard en als normaal bouwafval afvoeren.

Veiligheidsvoorschriften

Van alle Bruil beton & mix producten is een separaat veiligheidsinformatieblad beschikbaar. Neem deze informatie altijd van tevoren door. Niet in combinatie met andere middelen gebruiken tenzij nadrukkelijk vermeld in deze documentatie.

bruil[®] beton & mix

T 088 811 87 17
W www.bruil.nl

CUGLATON® TIKSO K50

- CUGLATON TIKSO K50 is een krimparme cementgebonden mortel met thixotrope eigenschappen, speciaal ontwikkeld voor het monteren van prefab montagesystemen, zonder gebruik van bekisting.
- CUGLATON TIKSO K50 heeft een uitstekende verpompbaarheid, stabiliteit en hechtcracht.
- CUGLATON TIKSO K50 kan worden toegepast in laagdikten tot ca. 60 mm.

Toepassingsgebied

Burgerlijke- en utiliteitsbouw / prefab montage	Vullen van stelruimten onder prefab betonnen elementen d.m.v. pompen. Plaatsen van prefab betonnen elementen in een speciebed. Vullen van verticale voegen tussen prefab betonnen elementen.
Industriebouw	Horizontaal verlijmen van ankers. Vullen van kraanbanen onder helling. Onderpompen van stalen baseplates
Beton- en waterbouw	Horizontaal verlijmen van ankers. Vullen van verticale voegen tussen prefab betonnen elementen.

Classificatie volgens CUR-Aanbeveling 24 KRIMPARME CEMENTGEBONDEN MORTELS



Mortelsoort	Troffelmortel
Morteltype	0,5 mm
Sterkteklasse	K 50
Milieuklasse	X0 t/m XA3
Zwelling	> 0,1% < 2,0 %
Gemiddelde krimp	< 0,80 mm/m

Gebruiksaanwijzing

Voorbehandeling

Het oppervlak waarop CUGLATON TIKSO K50 moet worden aangebracht dient schoon te zijn, cementhuid verwijderen en er mag geen vrij water aanwezig zijn.

- Voorbehandeling met water.

Het oppervlak dient alleen voorbevochtigd te worden met water (Let op: geen vrij water!).

of

- Voorbehandeling met CUGLACRETE HECHTPRIMER CEMENTGEBONDEN of CUGLACRETE HECHTPRIMER EPOXY SEALER. Voor een optimale hechting adviseren wij het gebruik van CUGLACRETE HECHTPRIMER CEMENTGEBONDEN, een cementgebonden polymeergemodificeerd systeem, of CUGLACRETE HECHTPRIMER EPOXY SEALER, een systeem op epoxy basis.

Mengen

CUGLATON TIKSO K50 machinaal mengen tot een homogeen mengsel.

Mengtijd afhankelijk van het type menger, ca. 3 minuten.

Waterdosering

Waterbandbreedte: 3,0 – 3,4 ltr/20 kg mortel. Doseer, binnen de aangegeven waterbandbreedte, zodanig veel water dat een halfplastische mortelspecie met een spreidmaat van ca. 140 mm wordt bereikt.

Nabehandeling

Het afgewerkte vlak moet zorgvuldig tegen uitdrogen worden beschermd met CUGLA CURING COMPOUND, of afdekken met plastic folie.

Opslag en houdbaarheid

Indien droog opgeslagen, houdbaar tot 6 maanden na productiedatum, zoals vermeld op de verpakking.

Technische gegevens bij 20°C/65% r.v.

Maximale korrel		0,3	mm
Cementsoort		Portland	
Waterbandbreedte		3,0 – 3,4	ltr/20 kg mortel
Verbruik per m ³ circa		1780	kg
Volumieke massa		2050	kg/m
Laagdikte		60	mm max.
Spreadmaat	t = 0 min.	140	mm
Verwerkingstijd		30	minuten
Zwelling v/v ASTM C827		> 0,1 en < 2,0	%
Uitdrogingskrimp NEN 3534	24 uur	< 0,3	mm/m
	28 dagen	< 1,3	mm/m
Bleeding		geen	
Brandklasse (NEN-EN 13501-1)		A1	

Sterkteontwikkeling ISO 679		16 uur	24 uur	7 dagen	28 dagen	91 dagen
Buigtreksterkte	N/mm ²	2	4	7	9	
Druksterkte	N/mm ²	32	44	65	80	90

Cuglaton® bevat geen chloride, noch enige andere corrosie activerende stof. Voor toepassing bij een temperatuur < 0°C dient men contact op te nemen met Cugla B.V.

Gezondheidsaspecten

Cugla adviseert:

- Geschikte handschoenen en veiligheidsbril te dragen.
- Contact met ogen en huid te vermijden.
- Indien het product in de ogen komt onmiddellijk te spoelen met water en medisch advies in te winnen.
- Bij inslikken onmiddellijk een arts te raadplegen en de verpakking of het veiligheidsinformatieblad te tonen.

Voor gedetailleerde informatie verwijzen wij naar het veiligheidsinformatieblad, VIB Cuglaton Tikso K50, op onze website.

Wijzigingen van deze documentatie worden u niet automatisch verstrekt. Voorgaande productinformatie vervalt hierbij. Bovenstaande waarden worden naar beste weten verstrekt. Het betreft daar laboratoriumomstandigheden. Wij kunnen t.a.v. de bereikte resultaten op het werk geen aansprakelijkheid aanvaarden, nu wij geen invloed hebben op de verwerking, noch op de specifieke omstandigheden op het werk.

Op al onze transacties zijn onze algemene verkoop-, leverings- en betalingsvoorwaarden van toepassing, zie www.cugla.nl.

CUGLATON® STELMORTEL K70

- CUGLATON STELMORTEL K70 is een krimparme cementgebonden mortel met thixotrope eigenschappen die speciaal ontwikkeld is voor de prefab montage.

Toepassingsgebied

Prefab montage

Stellen van prefab betonnen elementen.

Plaatsen van prefab betonnen elementen in een speciebed.

Classificatie volgens CUR-Aanbeveling 24 KRIMPARME CEMENTGEBONDEN MORTELS



Mortelsoort	Troffelmortel
Morteltype	2 mm
Sterkteklasse	K 70
Milieuklasse	X0 t/m XA3
Zwelling	> 0,1% < 2,0 %
Gemiddelde krimp	< 0,72 mm/m

Gebruiksaanwijzing

Voorbehandeling

Het oppervlak waarop CUGLATON STELMORTEL K70 moet worden aangebracht dient schoon te zijn, cementhuid verwijderen en er mag geen vrij water aanwezig zijn.

- Voorbehandeling met water.
Het oppervlak dient alleen voorbevochtigd te worden met water (Let op: geen vrij water!).
- of
- Voorbehandeling met CUGLACRETE HECHTPRIMER CEMENTGEBONDEN of CUGLACRETE HECHTPRIMER EPOXY SEALER.
Voor een optimale hechting adviseren wij het gebruik van CUGLACRETE HECHTPRIMER CEMENTGEBONDEN, een cementgebonden polymeergemodificeerd systeem, of CUGLACRETE HECHTPRIMER EPOXY SEALER, een systeem op epoxy basis.

Mengen

CUGLATON STELMORTEL K70 machinaal mengen tot een homogeen mengsel.
Mengtijd afhankelijk van het type menger, ca. 3 minuten.

Waterdosering

Waterbandbreedte: 2,4 – 2,8 ltr/20 kg mortel. Doseer, binnen de aangegeven waterbandbreedte, zodanig veel water dat een mortelspecie met een spreidmaat van ca. 140 mm wordt bereikt.

Nabehandeling

Het afgewerkte vlak moet zorgvuldig tegen uitdrogen worden beschermd met CUGLA CURING COMPOUND, of afdekken met plastic folie.

Opslag en houdbaarheid

Indien droog opgeslagen, houdbaar tot 6 maanden na productiedatum, zoals vermeld op de verpakking.

Technische gegevens bij 20°C/65% r.v.

Maximale korrel	2	mm
Cementsoort	Portland	
Waterbandbreedte	2,4 – 2,8	ltr/20 kg mortel
Verbruik per m ³ circa	1980	kg
Volumieke massa	2250	kg/m ³
Laagdikte	80	mm max.
Volumieke massa	2250	kg/m ³
Spreidmaat	t = 0 min.	140
Verwerkingstijd	30	minuten
Zwelling v/v ASTM C827	> 0,1 en < 2,0	%
Uitdrogingskrimp NEN 3534	24 uur	< 0,3
	28 dagen	< 1,0

Sterkteontwikkeling ISO 679		16 uur	24 uur	7 dagen	28 dagen	91 dagen
Buigtreksterkte	N/mm ²	2	3	8	9	
Druksterkte	N/mm ²	35	45	75	85	90
Druksterkte (150x150x150 mm)	N/mm ²				84	

Cuglaton[®] bevat geen chloride, noch enige andere corrosie activerende stof. Voor toepassing bij een temperatuur < 0°C dient men contact op te nemen met Cugla B.V.

Gezondheidsaspecten

Cugla adviseert:

- Geschikte handschoenen en veiligheidsbril te dragen.
- Contact met ogen en huid te vermijden.
- Indien het product in de ogen komt onmiddellijk te spoelen met water en medisch advies in te winnen.
- Bij inslikken onmiddellijk een arts te raadplegen en de verpakking of het veiligheidsinformatieblad te tonen.

Voor gedetailleerde informatie verwijzen wij naar het veiligheidsinformatieblad, VIB Cuglaton Stelmortel K70, op onze website.

Wijzigingen van deze documentatie worden u niet automatisch verstrekt. Voorgaande productinformatie vervalt hierbij. Bovenstaande waarden worden naar beste weten verstrekt. Het betreft daar laboratoriumomstandigheden. Wij kunnen t.a.v. de bereikte resultaten op het werk geen aansprakelijkheid aanvaarden, nu wij geen invloed hebben op de verwerking, noch op de specifieke omstandigheden op het werk.

Op al onze transacties zijn onze algemene verkoop-, leverings- en betalingsvoorwaarden van toepassing, zie www.cugla.nl.

HOGESTERKTE GIETMORTEL K70 (C80/95)

V3/50 HOGESTERKTE GIETMORTEL K70

TESTRAPPORTEN EN CERTIFICATEN

- › overeenstemmingscertificaat conform Duitse DAfStb-Richtlijn (VeBMR) "productie en toepassing van krimparme cementgebonden gietbeton en gietmortel "
- › voldoet aan CUR-Aanbeveling 24
- › voldoet als betonherstelsysteem R4 aan DIN EN 1504-3 voor statisch en niet statisch relevante toepassingen
- › hoge vorst- en dooizoutbestendigheid aangetoond volgens de CDF-methode
- › bestand tegen vermoeiing door constant wisselende belasting, in droge toestand en onder water (testrapport beschikbaar)
- › externe kwaliteitsbewaking door EU geaccrediteerd certificeringsinstituut QDB (Nr. 0921) (vergelijkbaar met Nederlandse KIWA)
- › fabriekseigen productiecontrole in overeenstemming met DIN EN 1504-3
- › kwaliteitssysteem van de onderneming gecertificeerd conform DIN EN ISO 9001:2015

TOEPASSINGSVOORBEELD

Aangieten van de last-verdeelplaat onder de mast van een windturbinetoren met **V3/50** hogesterkte gietmortel C80/95



TECHNISCHE GEGEVENS

TYPE			V3/50
Korrel	mm		0-5
Laagdikte	mm		20-125 (300)***
Waterdosering	max.	%	10,5
Verbruik ca.		kg/m ³	2.100
Soortelijk gewicht ca.		kg/m ³	2.350
Verwerkingstijd ca.	+ 20 °C	min	90
Zwelling	24 h	Vol.-%	≥ 0,1
Spreidmaat	5 min	mm	≥ 700
	30 min	mm	≥ 620
Druksterkte*	1 d	N/mm ²	≥ 50
	7 d	N/mm ²	≥ 65
	28 d	N/mm ²	≥ 95
Buigtreksterkte**	1 d	N/mm ²	≥ 6
	7 d	N/mm ²	≥ 9
	28 d	N/mm ²	≥ 12
E-modulus (statisch)	28 d	N/mm ²	≥ 35.000
Classificatie volgens EN 1504-3			R4

* betondruksterkte cfm. DIN EN 12390-3

** buigtreksterkte cfm. DIN EN 12390-5

*** cfm. E DIN 18088-5:2017-12

Opmerking: Alle waardebepalingen zijn uitgevoerd overeenkomstig de DAfStb VeBMR-Richtlijn.

Zowel de verse als uitgeharde proefmonsters zijn getest bij 20 °C ± 2 °C. Prisma's en kubussen werden vanaf 24 uur na de aanmaak tot het moment van beproeving onder water bewaard bij 20 °C ± 2 °C. Hogere en lagere temperaturen leiden tot afwijkende morteleigenschappen en testresultaten. Afhankelijk van de temperatuur dient de consistentie aangepast te worden door reductie van de waterhoeveelheid.

Opslag: Tenminste 12 maanden. Koel, droog en vorstvrij in originele verpakking.

Verpakking: 25-kg-zakgoed op europallet 1.000 kg

Gevarenklasse: Geen gevaar. Zie verpakking.

PAGEL-PRODUCTSAMENSTELLING:

Cement: DIN EN 197-1

Toeslagmateriaal: DIN EN 12620

Vulstoffen: DIN EN 450

DIN EN 13263 (vliegas, microsilica)

Hulpstoffen: DIN EN 934-4

4. Trial Results

Sample No.		Diameter	Anchor quality	joint thickness (mm)	Mortar type	f_u of anchor material (N/mm ²)	Deflection shear force test (kN)	number of anchors	Failure shear force F_h per anchor (kN)	limit of strength F_h per anchor (kN)	collapsing limit	Displacement δx (mm)	standardized f_u calculation value (N/mm ²)	correction f_u	corrected failure shear force F_h (kN)	shear capacity according to bolt calculation NEN-EN 1993-1-8 (kN)	β
D7	Trial Series II	M20	4.6	30	z-c	423	310	4	77,50	31	2,5	32,0	400	0,95	73,3	47,0	1,56
D8		M20	4.6	30	z-c	423	310	4	77,50	31	2,5	27,0	400	0,95	73,3	47,0	1,56
D9		M20	4.6	30	pagel VI	423	260	4	65,00	31	2,1	18,5	400	0,95	61,5	47,0	1,31
D10		M20	8.8	30	pagel VI	1196	295	2	147,50	59	2,5	24,0	800	0,67	98,7	94,1	1,05
D11		M20	4.6	30	pagel VI	411	234	4	58,50	30	2,0	22,5	400	0,97	56,9	47,0	1,21
D12		M20	8.8	60	z-c	1176	300	2	150,00	58	2,6	27,0	800	0,68	102,0	94,1	1,08
DT3	Trial Series III	M20	4.6	30	no	423	240	4	60,00	31	1,9		400	0,95	56,7	47,0	1,21
DT4		M20	4.6	30	z-c	423	240	4	60,00	31	1,9	24,5	400	0,95	56,7	47,0	1,21
DT5		M20	8.8	30	pagel VI	1152	178	2	89,00	56	1,6	16,0	800	0,69	61,8	94,1	0,66
DT6		M20	8.8	30	z-c	1076	200	2	100,00	53	1,9	18,0	800	0,74	74,3	94,1	0,79
DT7		M20	8.8	30	pagel VI	1070	190	2	95,00	52	1,8	20,0	800	0,75	71,0	94,1	0,75
DT8		M20	8.8	60	pagel VI	1045	230	2	115,00	51	2,3	32,0	800	0,77	88,0	94,1	0,94
DT10		M20	8.8	60	pagel VI	1049	228	2	114,00	51	2,2	35,0	800	0,76	86,9	94,1	0,92
DT12		M20	8.8	15	pagel VI	1176	255	2	127,50	58	2,2	17,0	800	0,68	86,7	94,1	0,92
DT13		M20	4.6	60	z-c	414	320	4	80,00	30	2,7	40,0	400	0,97	77,3	47,0	1,64
DT14		M20	4.6	60	pagel VI	411	305	4	76,25	30	2,5	50,0	400	0,97	74,2	47,0	1,58
DT15		M20	8.8	30	pagel VI	1089	200	2	100,00	53	1,9	17,5	800	0,73	73,5	94,1	0,78
DT16		M20	4.6	30	Pagel VI	443	255	4	63,75	33	1,9	27,5	400	0,90	57,6	47,0	1,22

Table 4-1 Numerical results of the tests performed by L. Bouwman et al [1] where steel fracture is the failure mechanism z-c = sand cement

Sample no.	Diameter (inch)	Diameter Equivalent (mm)	Hole diameter (inch)	Hole diameter (mm)	Number	Class designation	Set space ratio *	Adjustment space (mm)	Setting space ratio	Adjustment space (mm)	T _u (chicken)	T _u (kN)	Vu bout (chicken)	Vu bolt (kN)	Vu/Tu ratio	β
T7	0,625	M16	0,81	20,6	6	F1554-G55	2,0	32	2,0	41	20,7	92,1	11,0	48,9	0,53	0,89
T9	0,625	M16	0,81	20,6	6	F1554-G55	4,0	64	4,0	82	20,7	92,1	13,3	59,2	0,64	1,07
T25	0,625	M16	0,81	20,6	3	F1554-G55	4,2	67	4,2	86	20,0	89,0	9,5	42,3	0,48	0,79
LS2	1,250	M30	1,75	44,5	6	F1554-G55	2,2	70	1,0	32	84,4	375,4	59,1	262,9	0,70	1,17
LS3	1,250	M30	1,75	44,5	6	F1554-G55	3,0	95	3,0	95	84,4	375,4	46,9	208,6	0,56	0,93
LS4	1,250	M30	1,75	44,5	6	F1554-G55	3,0	95	3,0	95	84,4	375,4	52,8	234,9	0,63	1,04
ES23	0,625	M16	0,81	20,6	2	F1554-G55	1,2	19	1,2	25	20,0	89,0	11,2	49,8	0,56	0,93
ES24	0,625	M16	0,81	20,6	2	F1554-G55	2,2	35	2,2	45	20,0	89,0	12,1	53,8	0,61	1,01
Es25	0,625	M16	0,81	20,6	2	F1554-G55	4,2	67	4,2	86	20,0	89,0	15,7	69,8	0,79	1,31
ES26	0,625	M16	0,81	20,6	2	F1554-G55	2,2	35	2,2	45	20,0	89,0	7,6	33,8	0,38	0,63
ES27	0,625	M16	0,81	20,6	2	F1554-G55	2,2	35	4,2	86	20,0	89,0	8,2	36,5	0,41	0,68
ES28	0,625	M16	0,81	20,6	2	F1554-G55	2,2	35	2,2	45	20,0	89,0	14,2	63,2	0,71	1,18
ES30	0,625	M16	0,81	20,6	2	F1554-G55	4,2	67	2,2	45	20,0	89,0	10,4	46,3	0,52	0,87
ES31	0,625	M16	0,81	20,6	4	F1554-G55	4,2	67	4,2	86	20,0	89,0	10,0	44,5	0,50	0,83

Table 4-2 Numerical results tests of K. McBride [2] in which steel fracture is the failure mechanism.

Sample no.		Diameter	joint thickness (mm)	fu of anchor material (N/mm²)	Deflection shear force test(kN)	number of anchors	Failure shear force Fh per anchor (kN)	Displacement δx (mm)	standardized fu calculation value (N/mm²)	correction fu	corrected failure shear force Fh (kN)	shear capacity according to bolt calculation NEN-EN 1993-1-8 (kN)	β
1	Pitch S1=S2 = 65mm	M12	0	713	143,1	4	35,8	9,1	800	1,12	40,1	32,4	1,24
2		M12	0	713	141,2	4	35,3	9,4	800	1,12	39,6	32,4	1,22
3		M12	6	713	128,1	4	32,0	13,0	800	1,12	35,9	32,4	1,11
4		M12	6	713	135,9	4	34,0	11,6	800	1,12	38,1	32,4	1,18
5		M12	6	713	130,3	4	32,6	12,2	800	1,12	36,5	32,4	1,13
6		M12	14	713	119	4	29,8	14,4	800	1,12	33,4	32,4	1,03
7		M12	14	713	113,3	4	28,3	13,8	800	1,12	31,8	32,4	0,98
8		M12	14	713	115,2	4	28,8	15,2	800	1,12	32,3	32,4	1,00
9		M12	20	713	106,6	4	26,7	20,8	800	1,12	29,9	32,4	0,92
10		M12	20	713	110,7	4	27,7	19,9	800	1,12	31,1	32,4	0,96
11		M12	20	713	105,1	4	26,3	20,2	800	1,12	29,5	32,4	0,91
12		M12	30	713	102,7	4	25,7	21,7	800	1,12	28,8	32,4	0,89
13		M12	30	713	99,1	4	24,8	24,4	800	1,12	27,8	32,4	0,86
14		M12	30	713	102,3	4	25,6	23,8	800	1,12	28,7	32,4	0,89
15	Pitch S1=S2 = 190mm	M12	0	713	142	4	35,5	11,3	800	1,12	39,8	32,4	1,23
16		M12	6	713	127,7	4	31,9	11,7	800	1,12	35,8	32,4	1,11
17		M12	6	713	117,7	4	29,4	11,6	800	1,12	33,0	32,4	1,02
18		M12	6	713	125,2	4	31,3	10,5	800	1,12	35,1	32,4	1,08
19		M12	14	713	105,8	4	26,5	13,5	800	1,12	29,7	32,4	0,92
20		M12	14	713	107,7	4	26,9	12,3	800	1,12	30,2	32,4	0,93
21		M12	14	713	110	4	27,5	11,0	800	1,12	30,9	32,4	0,95
22		M12	20	713	106,5	4	26,6	15,2	800	1,12	29,9	32,4	0,92
23		M12	20	713	92,5	4	23,1	13,6	800	1,12	25,9	32,4	0,80
24		M12	20	713	101,5	4	25,4	15,2	800	1,12	28,5	32,4	0,88
25		M12	30	713	106,6	4	26,7	20,4	800	1,12	29,9	32,4	0,92
26		M12	30	713	110,7	4	27,7	21,9	800	1,12	31,1	32,4	0,96
27		M12	30	713	115	4	28,8	18,1	800	1,12	32,3	32,4	1,00
28	1 anchor	M12	0	713	38	1	38,0	5,3	800	1,12	42,6	32,4	1,32
29		M12	0	713	41,1	1	41,1	7,4	800	1,12	46,1	32,4	1,42

Table 4-3 Numerical results of tests conducted by Fischer [3] in which steel fracture is the failure mechanism

5. EEM results

5.1. Python script of parameterized variables

```
#-----
#GEOMETRY
#-----
#declaring different parameters of your model when you are finished with building it
and cleaning.
'''
length = 5# 5 m (default)
SFRC= True # True (default) / False
'''

#Taxation
Fvsd = 100                                #Offset shear force
Nsd = 0                                    #Occurring traction force
Preload = 0.25                             #preload

#STEEL COLUMN
#Column HE300B:
#          h,    b, tf, tw,          H
#mm        , mm, mm, mm, mm,      mm
HEB = [ 300, 300, 19, 11, 1000 ]

#Footplate:
platequality = "S235"                      #choice of S235 or S355
#          b,    L,    t
#mm        , mm, mm, mm,
vplate = [ 240, 240, 15]
#Friction between baseplate and grout
Frictionbg = "yes "                        #"yes"/"no"

#ANCHORS:
diam = 20#choose                           from M6 to M80 with the standard sizes
Anchorquality = "8.8"                      #choose from 4.6 5.8 or 8.8.
No. = 4                                     #number of anchors
Hole clearance = 2#Has                      no function yet
Anchordepth = 800
pitchx = 120
pitchy = 120

anchor_dict = {}
#          d      A      ds      As
#mm        , mm,   mm,      mm
anchor_dict["M6"]   = [ 6, 28, 5.06, 20.1]
anchor_dict["M8"]   = [ 8, 50, 6.83, 36.6]
anchor_dict["M10"]  = [10, 79, 8.59, 58 ]
anchor_dict["M12"]  = [12, 113, 10.36, 84.3]
anchor_dict["M16"]  = [16, 201, 14.14, 157 ]
anchor_dict["M20"]  = [20, 314, 17.66, 245 ]
anchor_dict["M24"]  = [24, 452, 21.20, 353 ]
anchor_dict["M27"]  = [27, 573, 24.17, 459 ]
anchor_dict["M30"]  = [30, 707, 26.73, 561 ]
anchor_dict["M36"]  = [36, 1018, 32.25, 817 ]
anchor_dict["M42"]  = [42, 1385, 37.76, 1120]
anchor_dict["M49"]  = [48, 1810, 43.26, 1470]
anchor_dict["M56"]  = [56, 2463, 50.84, 2030]
anchor_dict["M64"]  = [64, 3217, 58.37, 2676]
anchor_dict["M80"]  = [80, 5027, 74.37, 4344]

d          =          anchor_dict["M
"+str(diam)][0]          A          =
anchor_dict["M "+str(diam)][1].
dres          =          anchor_dict["M
"+str(diam)][2]          Ares          =
anchor_dict["M "+str(diam)][3] dhole
```

= d + Hole clearance


```

#          d, A, dres, Ares, dgaten, depth,          Lintx,          Linty, Lextx, Lexty
#          mm, mm2,mm, mm,          mm,          mm,          mm, mm
anchor = [ d, A, dres, Ares, dhole, Anchordepth, pitchx/2, pitchy/2, 200, 75 ]

#Anchorplate:
#          b,          L,          t
#mm          , mm, mm
aplate = [ 70, 70, 10 ]

#CONCRETE BASE
Concretequality = "C30/37"          #choice of C20/25 or C30/37 Friction
angle = 30#friction angle          concrete-concrete tan 0.56 to 0.7
= #          b,          L,          h
#          mm,          mm,          mm
bpoer = [ 1000, 1000, 1000 ]

#Add:
Groutquality = "K30"          #choice of K30/K50 or K70
back = 0          #Back distance joint to footplate
runout = 0          #outflow of the joint

#          b,          L,          t, tEN1992 outlet joint
#          mm,          mm,          mm,
mm,jointm = [ vplate[0]-back, vplate[1]-back, 40,
12,outlet ]

#Moer:
#          d,          h,
#          mm,          mm,
Nut = [ 2*anchor[2],
0.9*anchor[2]] #Ltop =
2*anchor[2].
#Ttop = 0.9*anchor[2] #0.9*d = nutheight

```

5.2. Input data

Below are the properties of elements, materials, couplings and loads for the analysis of M20 8.8 with casting mortar K70 and a 35-mm adjustment space as constructed in Diana.

Input: DIANA_M208_8_steek_120mm_K7035mm_Wrijvingshoek_30_no_Nonlinear

Units

The following units are applied:

Quantity	Unit	Symbol
Length	millimeter	mm
Mass	ton	T
Force	newton	N
Angle	degree	°

Directions

The following directions are defined:

Name	X	Y	Z
X	1	0	0
Y	0	1	0
Z	0	0	1

Material:C_SLS

Name	Value
Material class	Concrete and masonry
Material model	Total strain based crack model
Young's modulus	10000 N/mm ²
Poisson's ratio	0.2
Mass density	2 .4e-09 T/mm ³
Crack orientation	Rotating
Tensile curve	Elastic
Compression curve	Elastic

Material:Grout_SLS

Name	Value
Material class	Concrete and masonry
Material model	Total strain based crack model
Young's modulus	42638 .6 N/mm ²
Poisson's ratio	0.2
Mass density	2 .4e-09 T/mm ³
Crack orientation	Rotating
Tensile curve	Hordijk
Tensile strength	3.56685N/mm ²
Mode-I tensile fracture energy	0.159919N/mm
Crack bandwidth specification	Govindjee Residual
tensile strength	0 N/mm ²
Reduction model	Damage based
Compression curve	Ideal
Compressive strength	78 N/mm ²
Reduction model	Vecchioand Collins 1993
Lower bound reduction curve	0.4
Confinement model	Selby and Vecchio

Material: Interface_Anchor_3D

Name	Value
Material class	Interface elements
Material model	Nonlinear elasticity
Type	3D surface interface
Normal stiffness modulus-z	10000N/mm ³
Shear stiffness modulus-x	1e-09 N/mm ³
Shear stiffness modulus-y	1e-09 N/mm ³
No-tension or diagram	No-tensionwith constant shearstiffness
No tension parameters	0 0 mm

Material: Interface_Anchor_3D_C

Name	Value
Material class	Interface elements
Material model	Nonlinear elasticity
Type	3D surface interface
Normal stiffness modulus-z	1000 N/mm ³
Shear stiffness modulus-x	1e-09 N/mm ³
Shear stiffness modulus-y	1e-09 N/mm ³
No-tension or diagram	No-tension with constant shear stiffness
No tension parameters	0 0 mm

Material: Interface_Anchor_Plate_Bot

Name	Value
Material class	Interface elements
Material model	Nonlinear elasticity
Type	3D surface interface
Normal stiffness modulus-z	100 N/mm ³
Shear stiffness modulus-x	10 N/mm ³
Shear stiffness modulus-y	10 N/mm ³
No-tension or diagram	No-tension with constant shear stiffness
No tension parameters	0 0 mm

Material: Interface_Anchor_Plate_Top

Name	Value
Material class	Interface elements
Material model	Nonlinear elasticity
Type	3D surface interface
Normal stiffness modulus-z	1000 N/mm ³
Shear stiffness modulus-x	100 N/mm ³
Shear stiffness modulus-y	100 N/mm ³
No-tension or diagram	No-tension with constant shear stiffness
No tension parameters	0 0 mm

Material: Interface_Clamping

Name	Value
Material class	Interface elements
Material model	Nonlinear elasticity
Type	3D surface interface
Normal stiffness modulus-z	10000 N/mm ³
Shear stiffness modulus-x	1000 N/mm ³
Shear stiffness modulus-y	1000 N/mm ³
No-tension or diagram	No-tension with constant shear stiffness
No tension parameters	0 0 mm

Material: Interface_Grout_Bot

Name	Value
Material class	Interface elements
Material model	Coulomb friction
Type	3D surface interface
Normal stiffness modulus-z	10000 N/mm ³
Shear stiffness modulus-x	10 N/mm ³
Shear stiffness modulus-y	10 N/mm ³
Friction	True
Cohesion	0
Friction angle	30 °
Dilatancy angle	0 °
Interface opening model	Gapping model
Gap criterion	True
Tensile strength	0
Model for gap appearance	Brittle

Material: Interface_Grout_Top

Material classInterface elements

Material modelCoulomb friction

Type3D surface interface

Normal stiffness modulus-z 10000N/mm3

Shear stiffness modulus-x 10 N/mm3

Shear stiffness modulus-y10 N/mm3

Fricti True

Cohesion0 .001 N/mm2

Friction angle30 °

Dilatancy angle0 °

Interface opening modelGapping model

Gap criterion True

Tensile strength0 .001 N/mm2

Model for gap appearance Brittle

Material: Interface_Grout_Top_No_friction

Material classInterface elements

Material modelNonlinear elasticity

Type3D surface interface

Normal stiffness modulus-z 10000N/mm3

Shear stiffness modulus-x 1e-09 N/mm3

Shear stiffness modulus-y 1e-09 N/mm3

No-tension or diagram No-tensionwith constant shearstiffness

No tension parameters 0 0 mm

Material:Interface_Plate

Material classInterface elements

Material modelNonlinear elasticity

Type3D surface interface

Normal stiffness modulus-z 100N/mm3

Shear stiffness modulus-x 10 N/mm3

Shear stiffness modulus-y10 N/mm3

No-tension or diagram No-tensionwith constant shearstiffness

No tension parameters 0 0 mm

Material:Interface_Top

Material classInterface elements

Material modelNonlinear elasticity

Type3D surface interface

Normal stiffness modulus-z10000 N/mm3

Shear stiffness modulus-x1000 N/mm3

Shear stiffness modulus-y1000 N/mm3

No-tension or diagramNo-tension with shear stiffness reduction

Tension reduction parameters 00mm

Reduction parameters in first shear direction 00 mm

Reduction parameters in second shear direction 0 0 mm

Material: Steel

Material class Steel

Material modelVon Mises and Tresca plasticity

Young's modulus210000 N/mm2

Poisson's ratio 0.3

Mass density7 .85e-09 T/mm3

Plasticity modelVon Mises plasticity

Hardening functionPlastic strain-yield stress

Hardening hypothesisStrain hardening

plastic strain-Yield stress0 235 0.0658 360 0. 0675 0 0.1 0 N/mm2

Hardening type Mixedisotropic-kinematic hardening

Distribution between isotropic and kinematic hardening 0

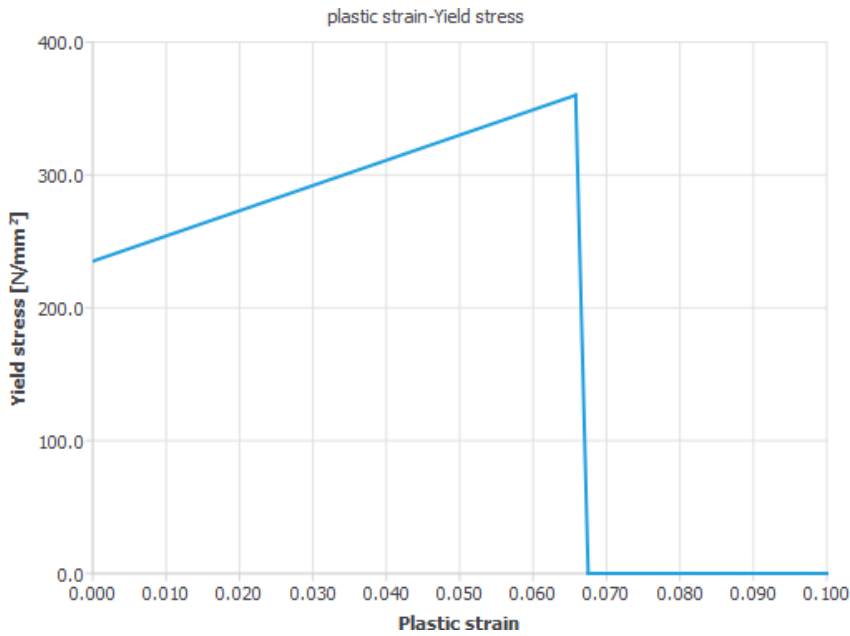


Figure 5-1 plastic strain-Yield stress material: Steel

Material: Steel_Anchor_3D

Material class	Steel
Material model	Von Mises and Tresca plasticity
Young's modulus	210000 N/mm ²
Poisson's ratio	0.3
Mass density	7.85e-09 T/mm ³
Plasticity model	Von Mises plasticity
Hardening function	Plastic strain-yield stress
Hardening hypothesis	Work hardening
plastic strain-Yield stress	0 640 0.024 800 0.12 800 0.13 0 0.5 0 N/mm ²
Hardening type	Mixed isotropic-kinematic hardening
Distribution between isotropic and kinematic hardening	0

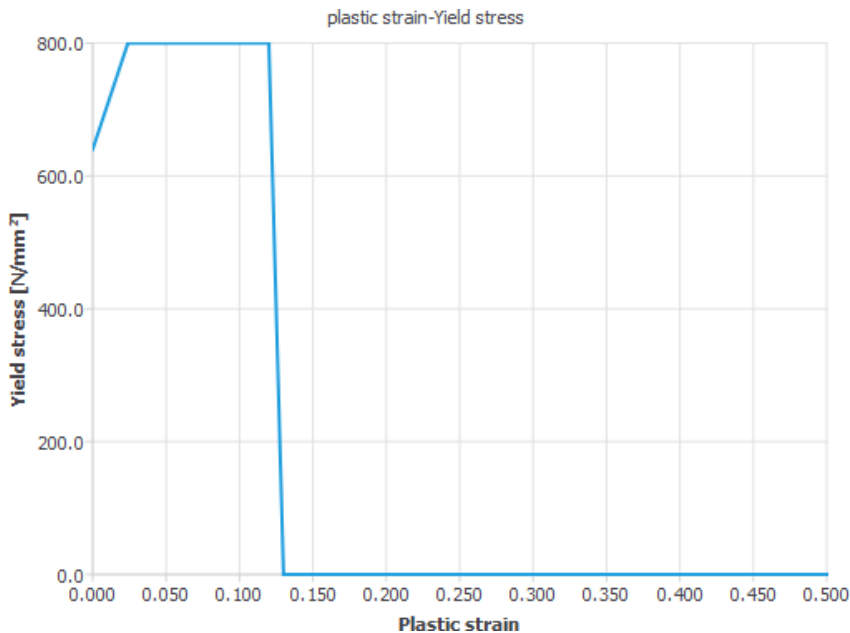


Figure 5-2 plastic strain-Yield stress material: steel_Anchor_3D

Geometry: Composed_line_Anchor_1

Name	Value
Geometry class	Lines
Geometry model	Composedline elements
Selection domain shape	Cylindrical
Diameter	20 mm
Element z axis	1 0 0

Geometry: Composed_line_Anchor_2

Name	Value
Geometry class	Lines
Geometry model	Composedline elements
Selection domain shape	Cylindrical
Diameter	20 mm
Element z axis	1 0 0

Geometry: anchor

Name	Value
Geometry class	Reinforcement lines
Geometry model	Bar reinforcements
Reinforcement type	Circularbeambond-slip
Diameter of circle	17.66 mm
Element Z-axis	1 0 0
Surface area	55480 .5 mm ²

Geometry: interface

Name	Value
Geometry class	Sheets
Geometry model	Structuralsurface interface elements
Element x axis	1 0 0

Geometry: interface_anchor_1

Name	Value
Geometry class	Sheets
Geometry model	Structuralsurface interface elements
Element x axis	0 1 0
Shape	Cylindrical
Cylinder origin	-60 -60 -800 mm
Cylinder axis	0 0 1
Cylinder tolerance	10 mm

Geometry: interface_anchor_2

Name	Value
Geometry class	Sheets
Geometry model	Structuralsurface interface elements
Element x axis	0 1 0
Shape	Cylindrical
Cylinder origin	60 -60 -800 mm
Cylinder axis	0 0 1
Cylinder tolerance	10 mm

Geometry: t_anchorp

Name	Value
Geometry class	Sheets
Geometry model	Regularcurved shell elements
Thickness	10 mm
Element x axis	1 0 0

Geometry:

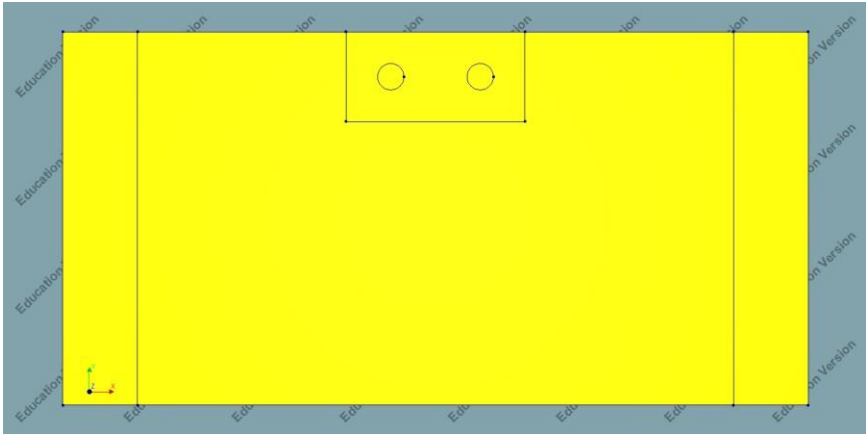


figure 5-3 TOP view

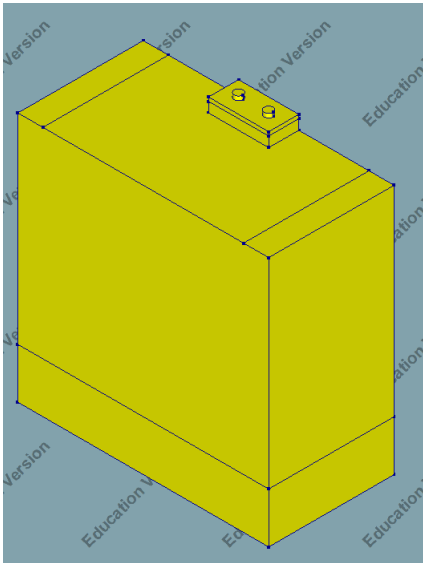


figure 5-4 figure 5 5 ISO view

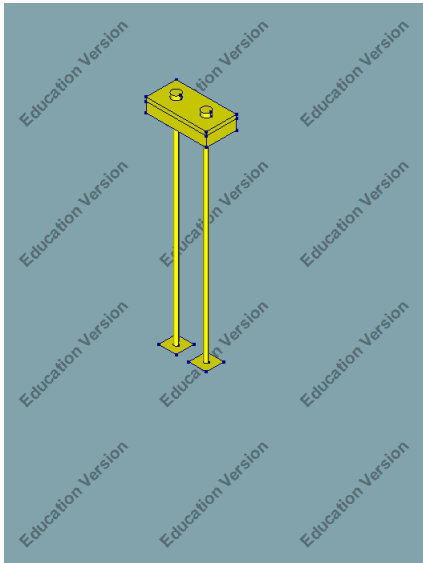


figure 5-5 ISO anchors

Boundary conditions, mesh and loads:

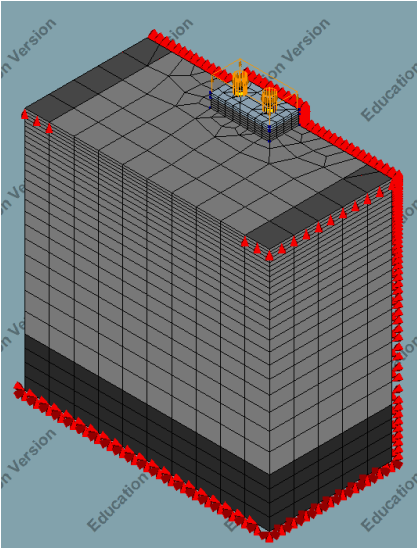


figure 5-6 Performance stress

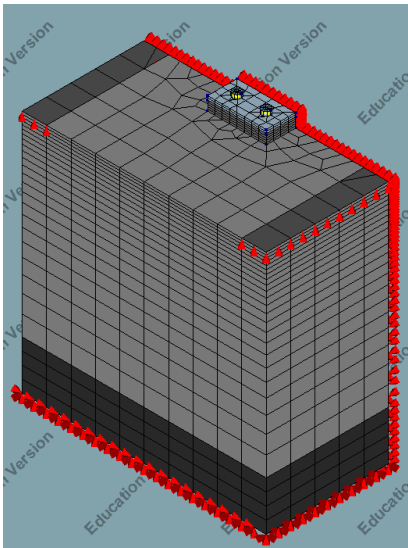


figure 5-7 Selfweight

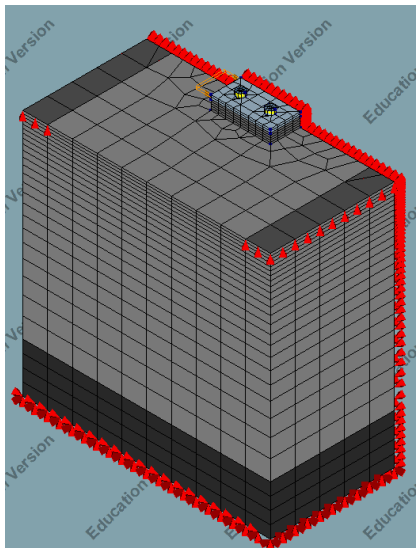


Figure 5-8 Shear Force

5.3. Results

5.3.1. Overview of analyses performed

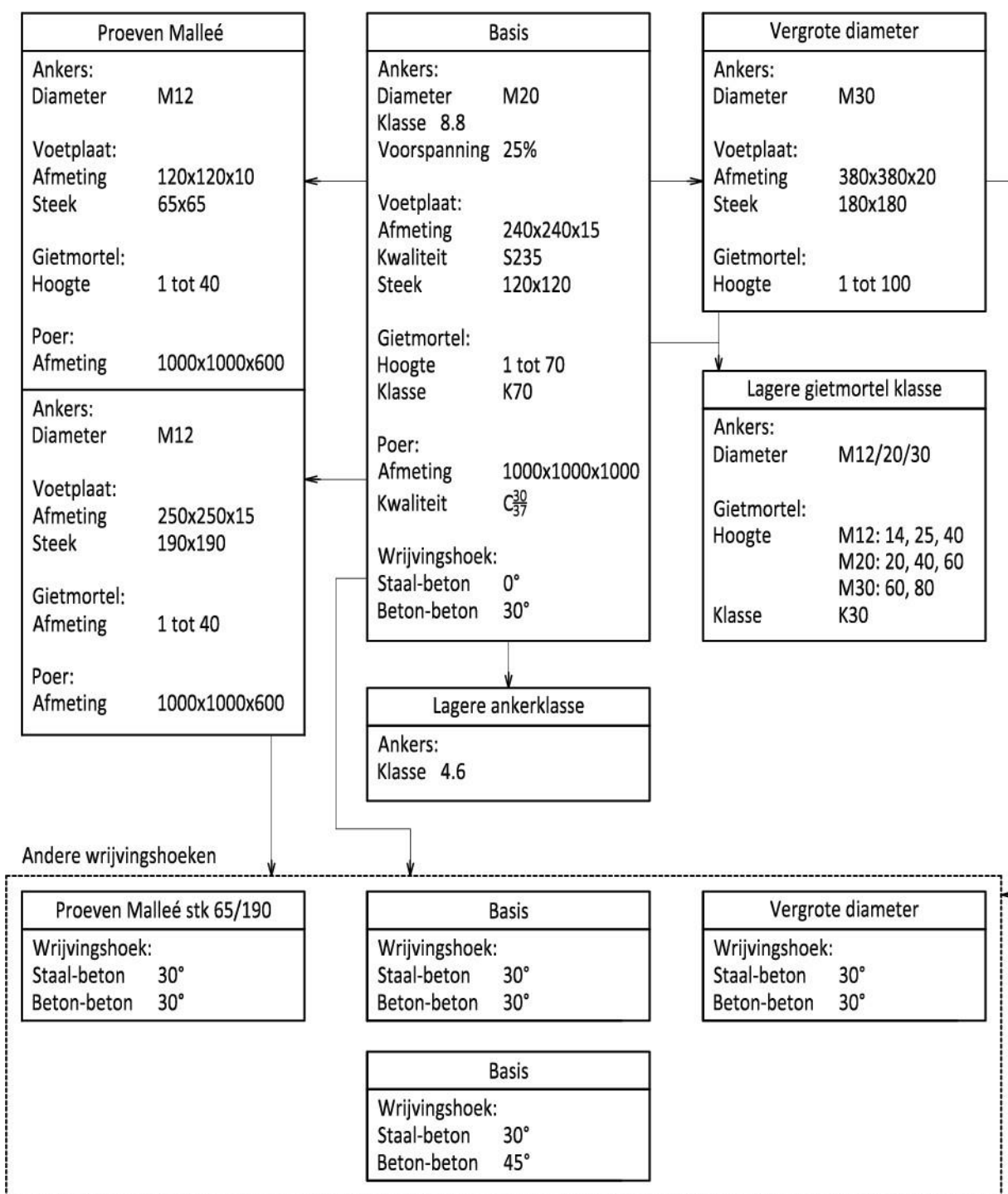


Figure 5-9 Overview of the calculation performed in Diana, all dimensions in mm

5.3.2. M20 8.8

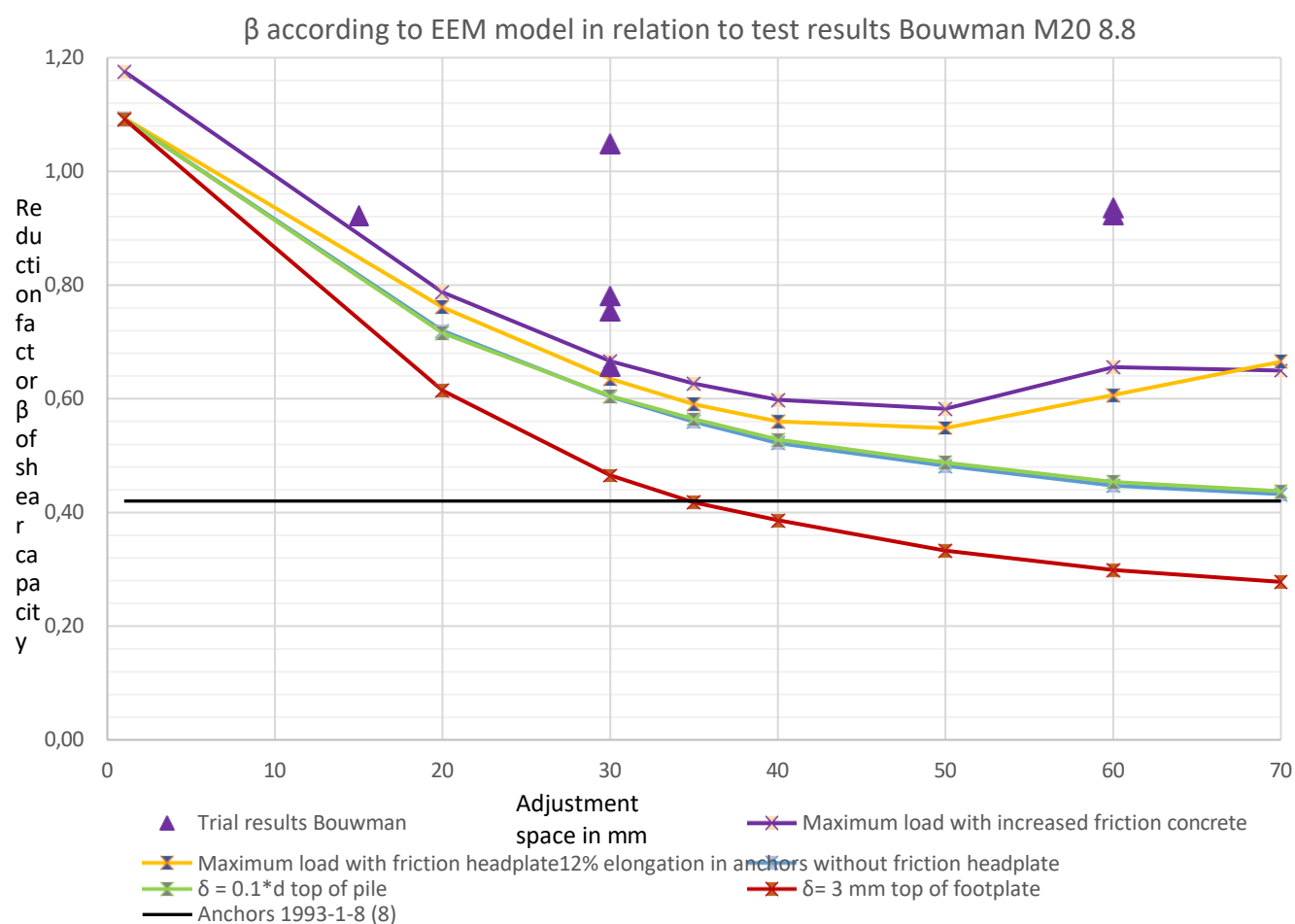
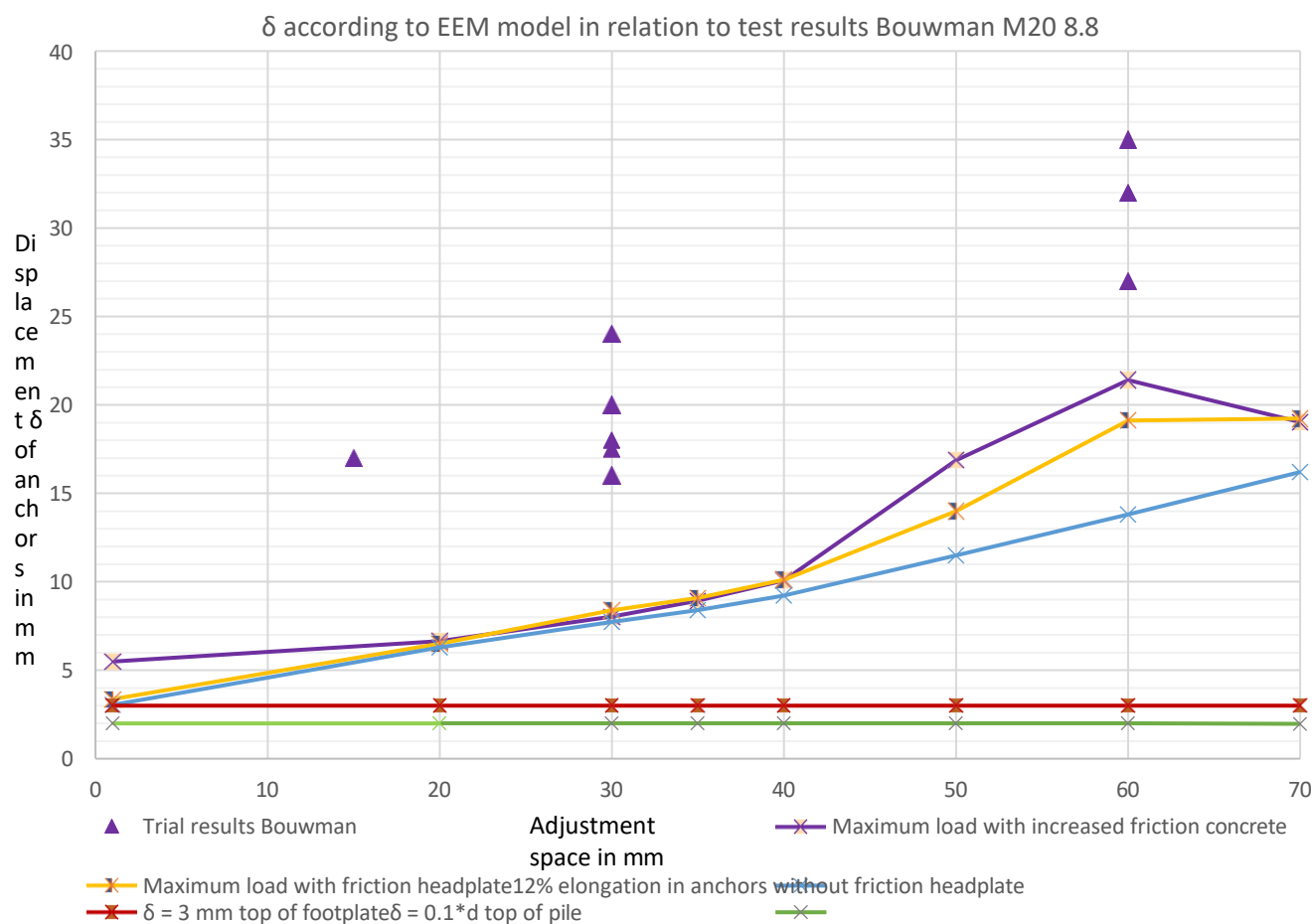


Figure 5-10 β according to EEM model in relation to test results Bouwman M20 8.8



4xM20 8.8 without friction footplate						
Shear force (kN)	Traction force (kN)	Preload / anchor (kN)	Mortar class	Adjustment space (mm)	Friction concrete-concrete (°)	Friction steel-concrete (°)
100	0	35,25	K70	1	30	0
100	0	35,25	K70	20	30	0
100	0	35,25	K70	30	30	0
100	0	35,25	K70	35	30	0
100	0	35,25	K70	40	30	0
100	0	35,25	K70	50	30	0
100	0	35,25	K70	60	30	0
100	0	35,25	K70	70	30	0

I) Maximum plastic strain in anchor				II) Maximum collapse load				III) $\delta = 3$ mm top of footplate				IV) $\delta = 0.1 \cdot d$ top of pile			
Load-step	Load-factor	Rack in anchor (%)	δ (mm)	Load-step	Load-factor	Rack in anchor (%)	δ (mm)	Load-step	Load-factor	Rack in anchor (%)	δ (mm)	Load-step	Load-factor	Rack in anchor (%)	δ (mm)
16	4,110	6,9	3,05	16	4,110	6,9	3,00	16	4,110	6,9	2,00	16	4,110	6,9	3,05
34	2,707	11,8	6,30	17	2,311	3,7	3,00	32	2,693	10,7	2,00	36	2,732	13,7	6,66
41	2,272	12,2	7,74	16	1,750	2,5	3,00	42	2,275	13,5	2,00	42	2,275	13,5	7,94
45	2,104	11,8	8,40	16	1,571	2,2	3,00	47	2,124	13,6	2,00	47	2,124	13,6	8,79
50	1,965	11,8	9,23	17	1,453	2,1	3,00	54	1,987	15,1	2,00	54	1,987	15,1	9,99
64	1,813	11,8	11,50	17	1,253	1,7	3,00	68	1,835	14,0	2,00	69	1,839	14,5	12,41
77	1,682	12,0	13,82	17	1,124	1,4	3,00	82	1,706	14,3	2,00	82	1,706	14,3	14,91
89	1,626	12,0	16,21	17	1,045	1,3	3,00	95	1,646	14,3	1,97	95	1,646	14,3	17,31

Results by anchor - maximum plastic strain											
Acting shear (kN)	Traction force (kN)		Shear force (kN)		Moment (kNm)		Friction (kN)	Share of friction (%)	Pressure force on mortar (kN)	Friction factor	
	Anchor 1	Anchor 2	Anchor 1	Anchor 2	Anchor 1	Anchor 2					
410,98	48,94	41,75	102,77	100,68	0,000	0,000	2,73	1	20,19	0,14	
270,66	50,59	46,81	61,37	60,28	0,668	0,660	13,68	10	26,90	0,51	
227,17	50,89	43,33	49,81	51,40	0,744	0,729	12,38	11	23,72	0,52	
210,42	51,83	41,81	44,66	48,37	0,757	0,740	12,18	12	23,14	0,53	
196,45	52,98	42,56	41,05	44,76	0,780	0,764	12,42	13	25,04	0,50	
181,29	56,10	44,49	36,57	40,74	0,793	0,787	13,34	15	30,09	0,44	
168,16	60,22	50,75	32,59	37,39	0,803	0,801	14,10	17	40,47	0,35	
162,55	68,79	63,79	30,20	35,54	0,810	0,807	15,54	19	62,08	0,25	

Reduction factor due to headroom				
Bolt capacity NEN-EN 1993-1-8	β I)	β II)	β III)	β IV)
94,1	1,09	1,09	1,09	1,09
94,1	0,72	0,73	0,61	0,72
94,1	0,60	0,60	0,47	0,60
94,1	0,56	0,56	0,42	0,56
94,1	0,52	0,53	0,39	0,53
94,1	0,48	0,49	0,33	0,49
94,1	0,45	0,45	0,30	0,45
94,1	0,43	0,44	0,28	0,44

Table 5-1 Numerical results 4xM20 8.8 without friction footplate

4xM20 8.8 with friction footplate						
Slide (kN)	pull (kN)	Preload / anchor (kN)	Mortar class	Adjustment space (mm)	Friction concrete-concrete (°)	Friction steel-concrete (°)
100	0	35,25	K70	1	30	30
100	0	35,25	K70	20	30	30
100	0	35,25	K70	30	30	30
100	0	35,25	K70	35	30	30
100	0	35,25	K70	40	30	30
100	0	35,25	K70	50	30	30
100	0	35,25	K70	60	30	30
100	0	35,25	K70	70	30	30

I) Maximum plastic strain in anchor				II) Maximum collapse load				III) $\delta = 3$ mm top of footplate				IV) $\delta = 0.1 \cdot d$ top of pile			
Load-step	Load factor	Elongation in anchor (%)	δ (mm)	Load-step	Load factor	Elongation in anchor (%)	δ (mm)	Load-step	Load factor	Elongation in anchor (%)	δ (mm)	Load-step	Load factor	Elongation in anchor (%)	δ (mm)
22	4,116	5,1	3,36	20	4,034	4,2	3,00	22	4,116	5,1	2,00	22	4,116	5,1	3,36
43	2,851	12,0	6,33	21	2,365	3,6	3,00	40	2,823	10,9	2,00	44	2,864	12,9	6,50
51	2,382	12,2	7,71	20	1,809	2,6	3,00	50	2,368	11,7	2,00	53	2,391	14,1	8,38
56	2,203	12,0	8,46	20	1,626	2,3	3,00	56	2,203	12,0	2,00	60	2,222	15,3	9,09
62	2,081	12,0	9,35	21	1,509	2,2	3,00	63	2,090	12,6	2,00	67	2,108	15,6	10,12
78	1,983	12,0	11,58	21	1,323	1,8	3,00	76	1,958	11,6	2,00	94	2,065	21,1	14,00
92	1,950	12,0	13,78	21	1,121	1,5	3,00	90	1,927	11,6	2,00	127	2,283	36,1	19,12
104	2,121	12,0	15,89	20	1,131	1,2	3,00	100	2,033	11,3	2,00	118	2,503	24,3	19,23

Results by anchor - maximum plastic strain										
Acting shear (kN)	Traction force (kN)		Shear force (kN)		Moment (kNm)		Friction (kN)	Share of friction (%)	Pressure force on mortar (kN)	Friction factor
	Anchor 1	Anchor 2	Anchor 1	Anchor 2	Anchor 1	Anchor 2				
411,6	48,05	41,76	98,90	97,40	0,000	0,000	9,50	5	19,31	0,49
285,1	50,83	44,35	62,85	66,10	0,661	0,632	13,60	10	24,68	0,55
238,2	51,90	40,90	50,45	56,19	0,740	0,710	12,46	10	22,30	0,56
220,33	52,72	41,24	45,49	52,03	0,756	0,730	12,65	11	23,46	0,54
208,14	53,59	41,72	41,88	48,78	0,780	0,757	13,41	13	24,81	0,54
198,25	58,16	44,86	37,33	45,60	0,791	0,780	16,20	16	32,52	0,50
195,01	63,33	53,52	34,16	42,80	0,797	0,794	20,55	21	46,35	0,44
212,06	70,59	71,71	31,94	41,22	0,792	0,784	32,87	31	71,80	0,46

Reduction factor due to headroom				
Bolt capacity NEN-EN 1993-1-8	β I)	β II)	β III)	β IV)
94,1	1,09	1,09	1,07	1,09
94,1	0,76	0,76	0,63	0,75
94,1	0,63	0,64	0,48	0,63
94,1	0,59	0,59	0,43	0,59
94,1	0,55	0,56	0,40	0,56
94,1	0,53	0,55	0,35	0,52
94,1	0,52	0,61	0,30	0,51
94,1	0,56	0,67	0,30	0,54

Table 5-2 Numerical results 4xM20 8.8 with friction footplate

4xM20 8.8 with increased friction footplate						
Slide (kN)	pull (kN)	Preload / anchor (kN)	Mortar class	Adjustment space (mm)	Friction concrete-concrete (°)	Friction steel-concrete (°)
100	0	35,25	K70	1	45	30
100	0	35,25	K70	20	45	30
100	0	35,25	K70	30	45	30
100	0	35,25	K70	35	45	30
100	0	35,25	K70	40	45	30
100	0	35,25	K70	50	45	30
100	0	35,25	K70	60	45	30
100	0	35,25	K70	70	45	30

I) Maximum plastic strain in anchor				II) Maximum collapse load				III) $\delta = 3$ mm top of footplate				IV) $\delta = 0.1 \cdot d$ top of pile			
Load-step	Load factor	Elongation in anchor (%)	δ (mm)	Load-step	Load factor	Elongation in anchor (%)	δ (mm)	Load-step	Load factor	Elongation in anchor (%)	δ (mm)	Load-step	Load factor	Elongation in anchor (%)	δ (mm)
40	4,425	9,8	5,49	23	4,251	5,8	3,00	23	4,251	5,8	2,00	40	4,425	9,8	5,49
44	2,935	12,2	6,50	21	2,427	3,6	3,00	40	2,909	10,8	2,00	45	2,962	13,4	6,65
51	2,495	12,2	7,71	20	1,872	2,6	3,00	51	2,495	12,2	2,00	53	2,506	14,0	8,02
56	2,341	12,0	8,46	20	1,692	2,3	3,00	57	2,352	8,1	2,00	59	2,358	14,5	8,93
62	2,230	12,1	9,35	20	1,550	2,0	3,00	65	2,246	14,3	2,00	67	2,251	15,8	10,07
78	2,142	12,0	11,58	21	1,400	1,8	3,00	80	2,160	12,8	2,00	113	2,191	35,3	16,87
92	2,130	12,1	13,79	21	1,294	1,5	3,00	96	2,161	13,5	2,00	142	2,467	40,2	21,40
105	2,184	12,0	16,05	20	1,222	1,3	3,00	103	2,153	11,7	2,00	125	2,445	27,0	19,03

Results by anchor - maximum plastic strain										
Acting shear (kN)	Traction force (kN)		Shear force (kN)		Moment (kNm)		Friction (kN)	Share of friction (%)	Pressure force on mortar (kN)	Friction factor
	Anchor 1	Anchor 2	Anchor 1	Anchor 2	Anchor 1	Anchor 2				
442,53	51,51	49,10	99,80	94,80	0,297	0,284	26,67	12	30,11	0,89
293,45	50,997	47,13	61,81	62,37	0,672	0,656	22,55	15	27,63	0,82
249,50	51,92	42,70	50,00	53,30	0,742	0,719	21,45	17	24,12	0,89
234,10	52,63	42,74	45,10	49,08	0,757	0,738	22,87	20	24,87	0,92
223,00	53,58	43,65	41,46	45,74	0,781	0,763	24,30	22	26,73	0,91
214,20	57,45	46,87	36,97	41,87	0,792	0,784	28,26	26	33,82	0,84
213,01	62,20	53,25	33,25	37,80	0,799	0,798	35,46	33	44,95	0,79
218,38	68,62	77,73	31,42	39,11	0,794	0,772	38,66	35	75,85	0,51

Reduction factor due to headroom				
Bolt capacity NEN-EN 1993-1-8	β I)	β II)	β III)	β IV)
94,1	1,18	1,18	1,13	1,13
94,1	0,78	0,79	0,64	0,77
94,1	0,66	0,67	0,50	0,66
94,1	0,62	0,63	0,45	0,62
94,1	0,59	0,60	0,41	0,60
94,1	0,57	0,58	0,37	0,57
94,1	0,57	0,66	0,34	0,57
94,1	0,58	0,65	0,32	0,57

Table 5-3 Numerical results 4xM20 8.8 with increased friction footplate

5.3.3. M20 4.6

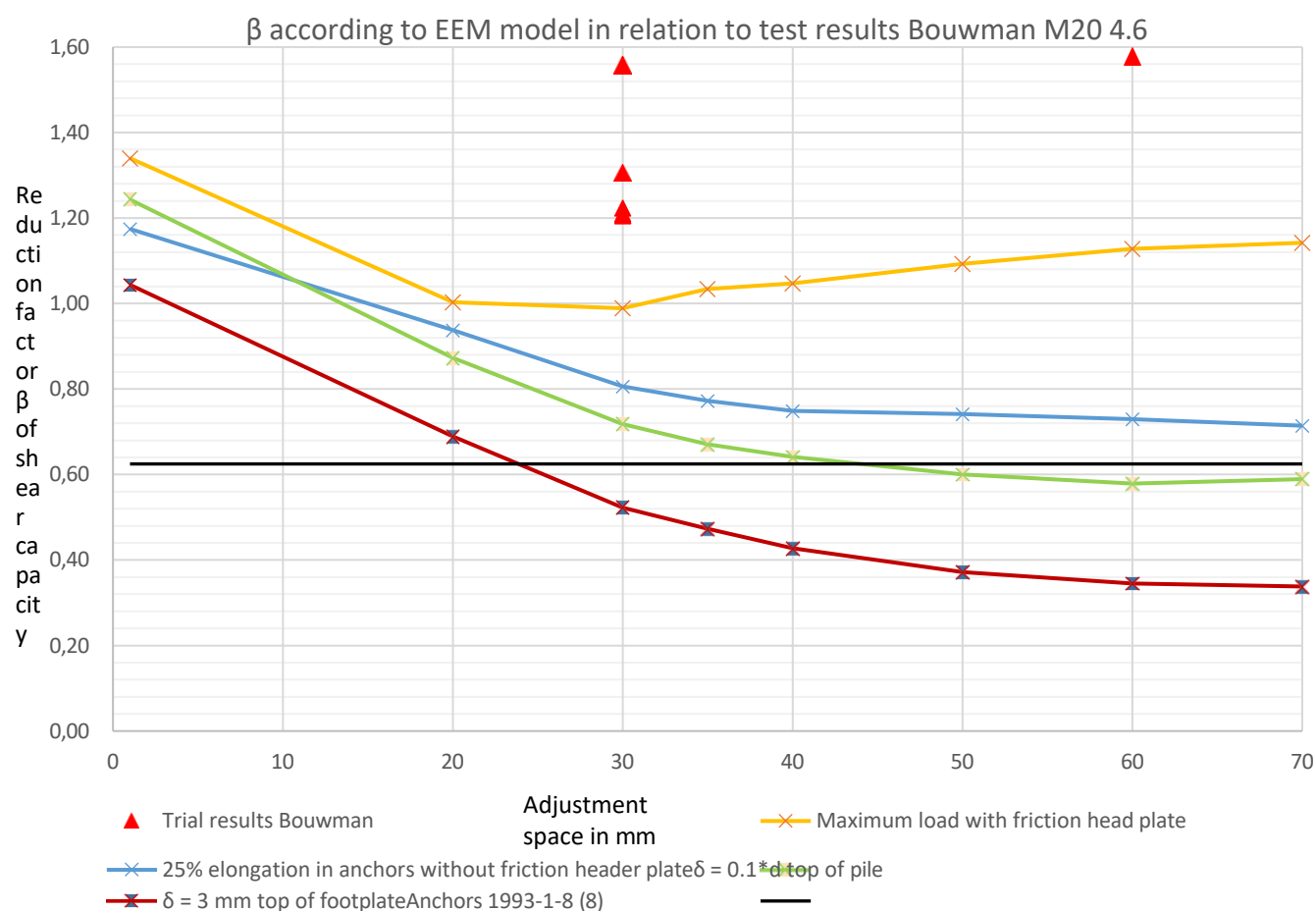


Figure 5-12 β according to EEM model in relation to test results Bouwman M20 4.6

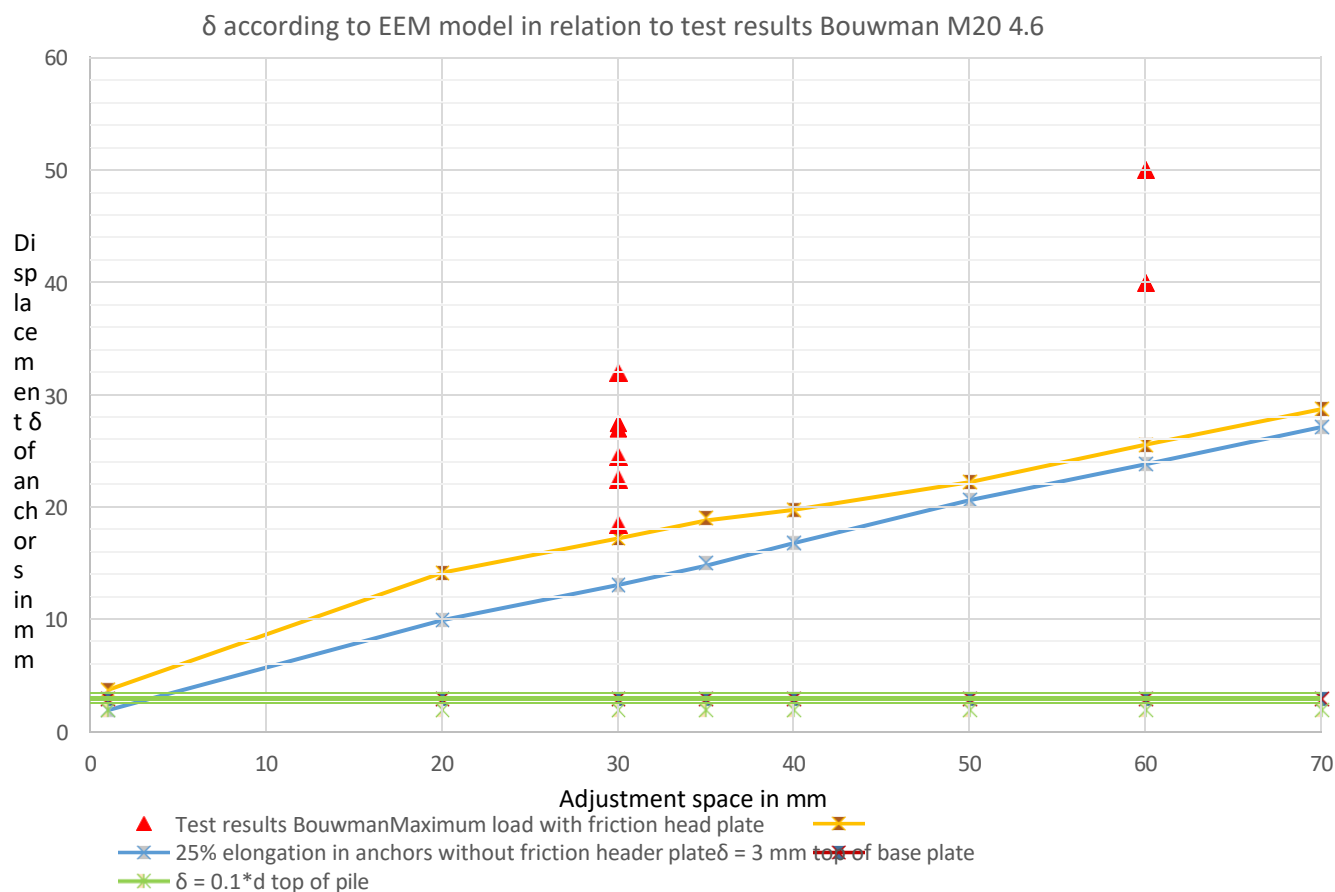


Figure 5-13 δ according to EEM model in relation to test results Bouwman M20 4.6

4xM20 4.6 without friction footplate						
Shear force (kN)	Traction force (kN)	Preload / anchor (kN)	Mortar class	Adjustment space (mm)	Friction concrete-concrete (°)	Friction steel-concrete (°)
100	0	17,64	K70	1	30	0
100	0	17,64	K70	20	30	0
100	0	17,64	K70	30	30	0
100	0	17,64	K70	35	30	0
100	0	17,64	K70	40	30	0
100	0	17,64	K70	50	30	0
100	0	17,64	K70	60	30	0
100	0	17,64	K70	70	30	0

I) Maximum plastic strain in anchor				II) Maximum collapse load				III) $\delta = 3$ mm top of footplate				IV) $\delta = 0.1 \cdot d$ top of pile			
Load-step	Load factor	Elongation in anchor (%)	δ (mm)	Load-step	Load factor	Elongation in anchor (%)	δ (mm)	Load-step	Load factor	Elongation in anchor (%)	δ (mm)	Load-step	Load factor	Elongation in anchor (%)	δ (mm)
11	2,210	23,3	2,042	16	1,964	5,7	3,00	18	2,339	58,5	2,00	28	2,564	62,6	5,47
53	1,764	25,0	10,03	16	1,298	4,9	3,00	35	1,643	14,3	2,00	59	1,802	30,4	11,18
68	1,516	25,1	13,15	16	0,983	3,8	3,00	46	1,351	14,9	2,00	81	1,572	37,2	15,68
78	1,453	25,0	14,86	17	0,890	3,6	3,00	53	1,262	15,1	2,00	91	1,527	34,8	17,34
90	1,409	25,1	16,88	17	0,805	3,1	3,00	61	1,207	15,1	2,00	105	1,496	35,8	19,70
114	1,395	24,9	20,68	17	0,699	2,5	3,00	77	1,129	16,8	2,00	119	1,426	27,1	21,59
132	1,372	25,0	23,88	17	0,650	2,3	3,00	92	1,089	17,7	2,00	138	1,395	27,2	24,97
148	1,344	24,9	27,18	17	0,636	2,2	3,00	109	1,109	19,0	1,99	154	1,376	27,2	28,28

Results by anchor - maximum plastic strain											
Acting shear (kN)	Traction force (kN)		Shear force (kN)		Moment (kNm)		Friction (kN)	Share of friction (%)	Pressure force on mortar (kN)	Friction factor	
	Anchor 1	Anchor 2	Anchor 1	Anchor 2	Anchor 1	Anchor 2					
221,01	28,70	21,16	52,85	54,21	0,027	0,024	3,45	3	14,58	0,24	
176,43	28,20	17,42	40,45	41,99	0,417	0,399	5,78	7	10,34	0,56	
151,62	29,87	24,85	32,63	34,98	0,452	0,436	8,20	11	19,44	0,42	
145,27	33,98	31,28	30,55	32,66	0,446	0,432	9,43	13	29,98	0,31	
140,86	39,25	38,65	29,46	31,58	0,454	0,438	9,39	13	42,62	0,22	
139,46	50,73	50,35	28,29	30,60	0,419	0,402	10,84	16	65,80	0,16	
137,24	55,56	55,09	26,59	29,06	0,408	0,394	12,97	19	75,37	0,17	
134,40	56,88	56,30	24,79	27,53	0,407	0,396	14,88	22	77,90	0,19	

Reduction factor due to headroom				
Bolt capacity NEN-EN 1993-1-8	β I)	β II)	β III)	β IV)
47,0	1,17	1,36	1,04	1,24
47,0	0,94	0,96	0,69	0,87
47,0	0,81	0,84	0,52	0,72
47,0	0,77	0,81	0,47	0,67
47,0	0,75	0,79	0,43	0,64
47,0	0,74	0,76	0,37	0,60
47,0	0,73	0,74	0,35	0,58
47,0	0,71	0,73	0,34	0,59

Table 5-4 Numerical results 4xM20 4.6 without friction footplate

4xM20 4.6 with friction footplate						
Slide (kN)	pull (kN)	Preload / anchor (kN)	Mortar class	Adjustment space (mm)	Friction concrete-concrete (°)	Friction steel-concrete (°)
100	0	17,64	K70	1	30	30
100	0	17,64	K70	20	30	30
100	0	17,64	K70	30	30	30
100	0	17,64	K70	35	30	30
100	0	17,64	K70	40	30	30
100	0	17,64	K70	50	30	30
100	0	17,64	K70	60	30	30
100	0	17,64	K70	70	30	30

I) Maximum plastic strain in anchor				II) Maximum collapse load				III) $\delta = 3$ mm top of footplate				IV) $\delta = 0.1 \cdot d$ top of pile			
Load-step	Load factor	Elongation in anchor (%)	δ (mm)	Load-step	Load factor	Elongation in anchor (%)	δ (mm)	Load-step	Load factor	Elongation in anchor (%)	δ (mm)	Load-step	Load factor	Elongation in anchor (%)	δ (mm)
16	2,255	24,3	2,07	23	1,847	57,0	3,00	26	2,229	59,0	2,00	29	2,521	59,8	3,83
67	1,818	25,0	10,11	21	1,340	5,3	3,00	43	1,660	20,0	2,00	94	1,887	52,0	14,23
85	1,614	24,9	13,12	20	0,994	3,9	3,00	56	1,376	14,4	2,00	112	1,861	48,5	17,28
97	1,611	25,0	14,88	20	0,900	3,4	3,00	63	1,290	14,4	2,00	123	1,945	44,3	18,86
111	1,691	24,9	16,92	20	0,815	3,0	3,00	72	1,257	14,5	2,00	130	1,970	34,9	19,81
142	2,008	24,9	21,22	20	0,729	2,5	3,00	87	1,209	15,3	2,00	149	2,056	27,5	22,27
161	2,054	24,9	24,26	21	0,706	2,4	3,00	101	1,241	15,8	2,00	170	2,123	27,8	25,61
178	2,097	25,0	27,38	20	0,695	2,1	3,00	113	1,470	16,3	2,00	187	2,149	27,7	28,76

Results by anchor - maximum plastic strain											
Acting shear (kN)	Traction force (kN)		Shear force (kN)		Moment (kNm)		Friction (kN)	Share of friction (%)	Pressure force on mortar (kN)	Friction factor	
	Anchor 1	Anchor 2	Anchor 1	Anchor 2	Anchor 1	Anchor 2					
225,45	25,78	18,62	53,65	55,52	0,020	0,030	3,56	3	9,12		0,39
181,84	28,25	17,89	41,20	43,93	0,419	0,392	5,79	6	10,80		0,54
161,35	30,29	25,49	33,34	37,58	0,450	0,430	9,75	12	20,50		0,48
161,14	34,36	31,52	31,26	35,87	0,444	0,429	13,44	17	30,60		0,44
169,13	40,22	38,50	30,72	35,48	0,450	0,440	18,37	22	43,43		0,42
200,82	54,50	53,00	31,15	35,41	0,402	0,401	33,85	34	72,22		0,47
205,37	56,22	56,45	29,86	33,16	0,401	0,405	39,67	39	77,40		0,51
209,69	57,85	58,97	28,80	32,91	0,399	0,404	43,14	41	81,54		0,53

Reduction factor due to headroom				
Bolt capacity NEN-EN 1993-1-8	β I)	β II)	β III)	β IV)
47,0	1,20	1,34	0,98	1,18
47,0	0,97	1,00	0,71	0,88
47,0	0,86	0,99	0,53	0,73
47,0	0,86	1,03	0,48	0,69
47,0	0,90	1,05	0,43	0,67
47,0	1,07	1,09	0,39	0,64
47,0	1,09	1,13	0,38	0,66
47,0	1,11	1,14	0,37	0,78

Table 5-5 Numerical results 4xM20 4.6 with friction footplate

5.3.4. M12 8.8 pitch 65 mm

β from EEM model in relation to test results Mallée M12 8.8 pitch 65 mm

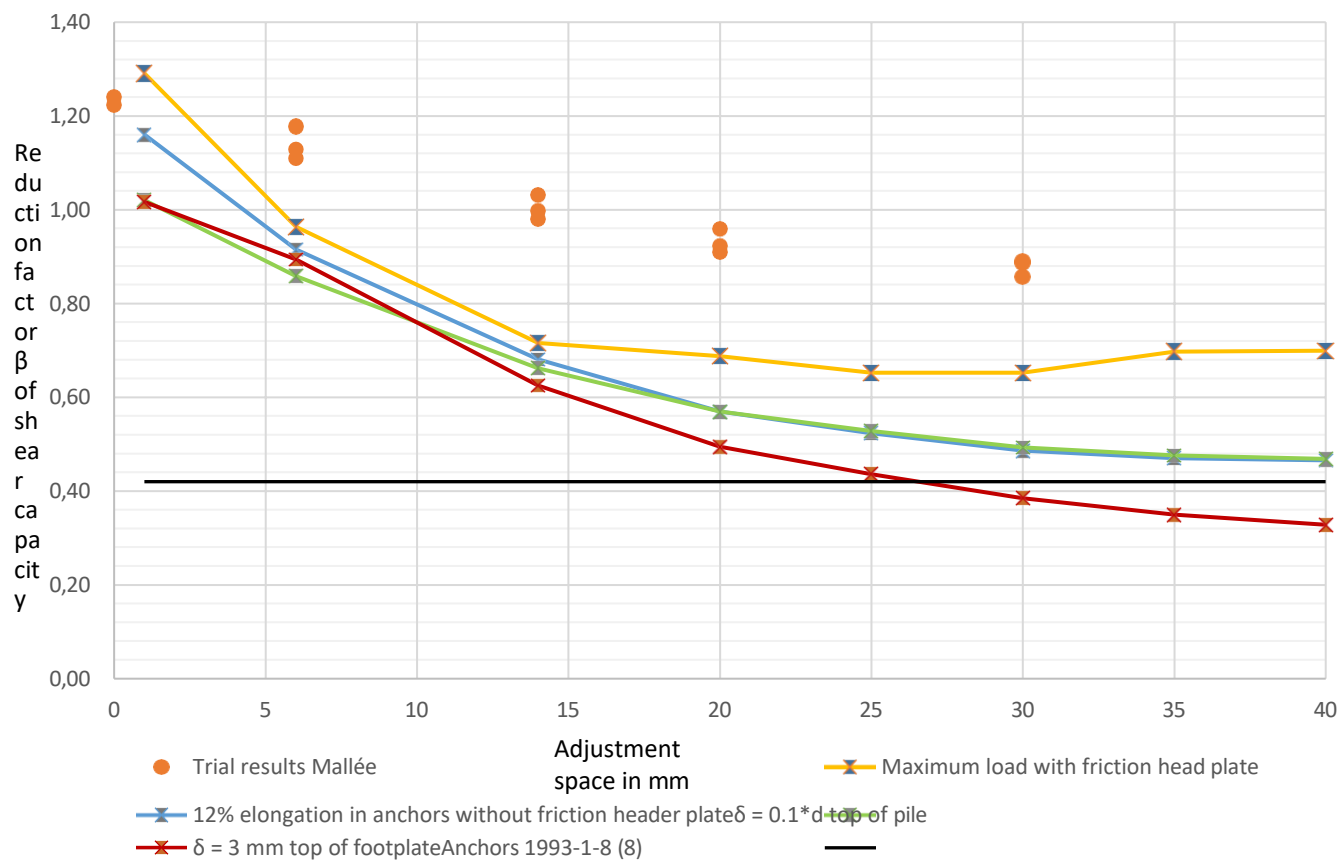


Figure 5-14 β according to EEM model in relation to test results Mallée M12 8.8 pitch 65 mm

δ according to EEM model in relation to test results Mallée M12 8.8 pitch 65 mm

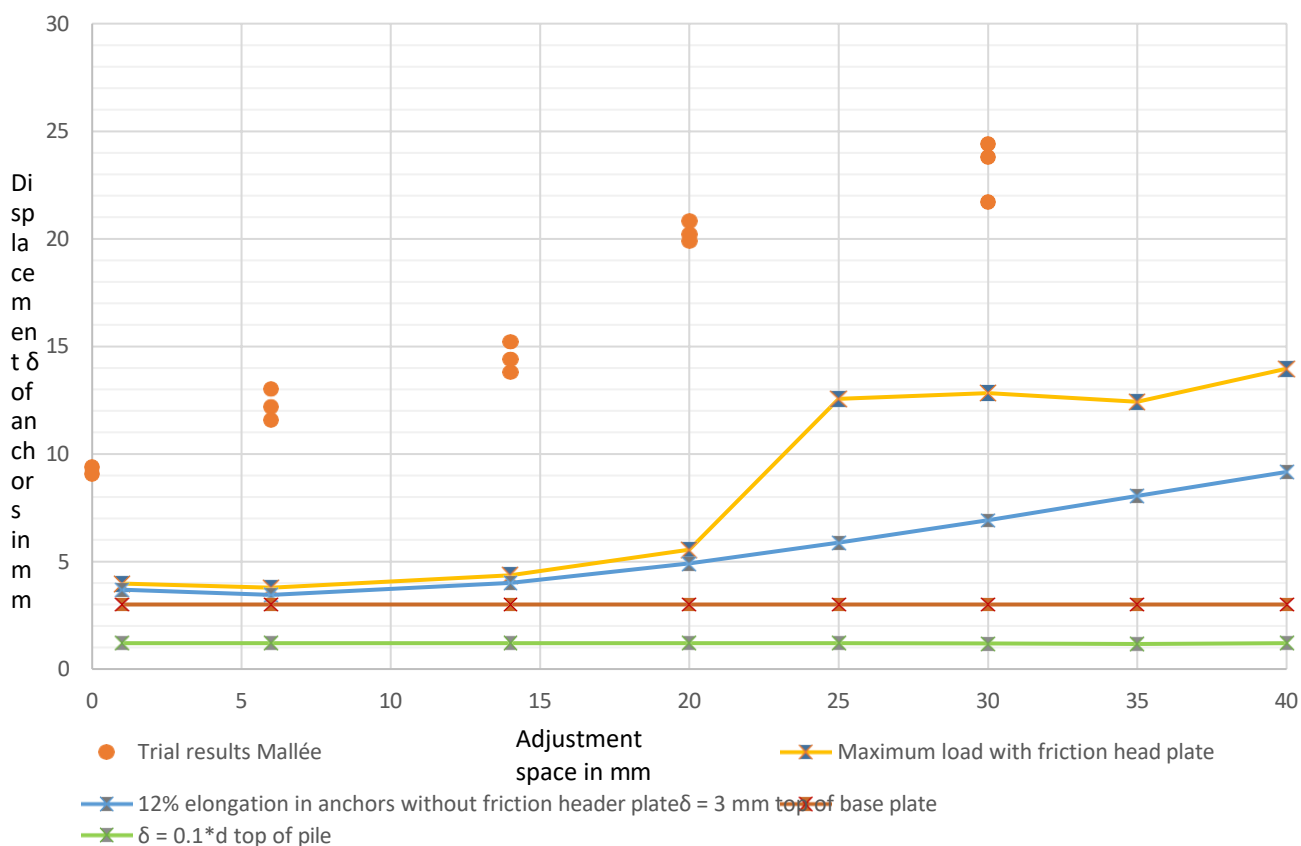


Figure 5-15 δ according to EEM model in relation to test results Mallée M12 8.8 pitch 65 mm

M12 8.8 pitch 65 without friction footplate						
Shear force (kN)	Traction force (kN)	Preload / anchor (kN)	Mortar class	Adjustment space (mm)	Friction concrete-concrete (°)	Friction steel-concrete (°)
100	0	12,14	K70	1	30	0
100	0	12,14	K70	6	30	0
100	0	12,14	K70	14	30	0
100	0	12,14	K70	20	30	0
100	0	12,14	K70	25	30	0
100	0	12,14	K70	30	30	0
100	0	12,14	K70	35	30	0
100	0	12,14	K70	40	30	0

I) Maximum plastic strain in anchor				II) Maximum collapse load				III) $\delta = 3$ mm top of footplate				IV) $\delta = 0.1 \cdot d$ top of pile			
Load-step	Load factor	Elongation in anchor (%)	δ (mm)	Load-step	Load factor	Elongation in anchor (%)	δ (mm)	Load-step	Load factor	Elongation in anchor (%)	δ (mm)	Load-step	Load factor	Elongation in anchor (%)	δ (mm)
15	1,503	11,0	3,68	21	1,317	8,9	3,00	7	1,321	5,4	1,20	16	1,553	13,2	3,97
11	1,185	11,8	3,44	10	1,158	10,3	3,00	8	1,112	7,3	1,20	12	1,194	15,6	3,76
11	0,882	11,3	4,00	8	0,809	6,4	3,00	10	0,857	9,6	1,20	12	0,891	14,6	4,39
13	0,738	11,1	4,90	8	0,641	4,9	3,00	13	0,738	11,1	1,20	14	0,753	13,6	5,31
16	0,677	11,7	5,87	9	0,565	4,6	3,00	17	0,684	14,1	1,20	17	0,684	14,1	6,26
19	0,630	11,7	6,92	9	0,498	3,8	3,00	20	0,639	13,5	1,19	20	0,639	13,5	7,30
17	0,608	11,8	8,05	7	0,453	3,2	3,00	18	0,617	14,3	1,16	18	0,617	14,3	8,55
19	0,603	12,0	9,16	7	0,425	2,9	3,00	20	0,607	14,5	1,20	20	0,607	14,5	9,66

Results by anchor - maximum plastic strain											
Acting shear (kN)	Traction force (kN)		Shear force (kN)		Moment (kNm)		Friction (kN)	Share of friction (%)	Pressure force on mortar (kN)	Friction factor	
	Anchor 1	Anchor 2	Anchor 1	Anchor 2	Anchor 1	Anchor 2					
150,27	19,09	18,75	37,21	37,22	0,059	0,056	0,70	1	13,56		0,05
118,50	18,80	16,93	27,54	26,98	0,112	0,109	4,73	8	11,45		0,41
88,231	18,63	14,36	19,28	20,40	0,149	0,141	4,44	10	8,71		0,51
73,768	18,99	14,40	15,52	16,75	0,160	0,155	4,61	13	9,11		0,51
67,745	20,36	15,14	13,49	15,02	0,173	0,167	5,36	16	11,22		0,48
62,996	21,59	16,71	11,82	13,47	0,173	0,170	6,20	20	14,02		0,44
60,835	23,89	19,07	10,59	12,11	0,170	0,170	7,72	25	18,68		0,41
60,28	25,50	22,79	9,560	11,37	0,175	0,174	9,21	31	24,01		0,38

Reduction factor due to headroom				
Bolt capacity NEN-EN 1993-1-8	β I)	β II)	β III)	β IV)
32,4	1,16	1,20	1,02	1,02
32,4	0,92	0,92	0,89	0,86
32,4	0,68	0,69	0,62	0,66
32,4	0,57	0,58	0,49	0,57
32,4	0,52	0,53	0,44	0,53
32,4	0,49	0,49	0,38	0,49
32,4	0,47	0,48	0,35	0,48
32,4	0,47	0,47	0,33	0,47

Table 5-6 Numerical results M12 8.8 pitch 65 without friction footplate

M12 8.8 pitch 65 with friction footplate						
Slide (kN)	pull (kN)	Preload / anchor (kN)	Mortar class	Adjustment space (mm)	Friction concrete-concrete (°)	Friction steel-concrete (°)
100	0	12,14	K70	1	30	30
100	0	12,14	K70	6	30	30
100	0	12,14	K70	14	30	30
100	0	12,14	K70	20	30	30
100	0	12,14	K70	25	30	30
100	0	12,14	K70	30	30	30
100	0	12,14	K70	35	30	30
100	0	12,14	K70	40	30	30

I) Maximum plastic strain in anchor				II) Maximum collapse load				III) $\delta = 3$ mm top of footplate				IV) $\delta = 0.1 \cdot d$ top of pile			
Load-step	Load factor	Elongation in anchor (%)	δ (mm)	Load-step	Load factor	Elongation in anchor (%)	δ (mm)	Load-step	Load factor	Elongation in anchor (%)	δ (mm)	Load-step	Load factor	Elongation in anchor (%)	δ (mm)
17	1,627	11,1	3,72	14	1,428	8,9	3,00	8	1,401	5,7	1,20	18	1,672	13,1	3,97
12	1,239	12,1	3,71	10	1,183	9,5	3,00	9	1,153	8,0	1,20	13	1,248	15,8	3,78
12	0,911	11,3	4,00	9	0,839	6,7	3,00	11	0,886	9,7	1,20	13	0,927	14,0	4,35
15	0,789	12,0	5,16	9	0,664	5,1	3,00	14	0,770	10,8	1,20	16	0,891	15,0	5,54
18	0,747	12,6	6,12	9	0,566	4,0	3,00	17	0,727	11,2	1,20	36	0,845	69,0	12,56
21	0,739	11,9	7,13	9	0,506	3,3	3,00	20	0,722	11,1	1,20	37	0,845	60,8	12,82
19	0,769	12,0	8,27	7	0,464	2,8	3,00	18	0,744	11,0	1,20	28	0,903	49,0	12,42
21	0,792	11,8	9,32	7	0,440	2,5	3,00	20	0,763	11,0	1,20	31	0,906	26,2	13,96

Results by anchor - maximum plastic strain											
Acting shear (kN)	Traction force (kN)		Shear force (kN)		Moment (kNm)		Friction (kN)	Share of friction (%)	Pressure force on mortar (kN)		Friction factor
	Anchor 1	Anchor 2	Anchor 1	Anchor 2	Anchor 1	Anchor 2					
162,70	19,14	18,69	37,42	37,62	0,059	0,053	6,31	8	13,55		0,47
123,93	18,74	16,25	28,11	28,58	0,110	0,105	5,28	9	10,71		0,49
91,10	19,15	14,30	19,55	21,22	0,147	0,138	4,78	10	9,17		0,52
78,90	19,78	14,74	15,83	18,49	0,172	0,164	5,13	13	10,24		0,50
74,67	21,14	15,67	14,22	16,40	0,174	0,168	6,72	18	12,53		0,54
73,86	23,24	18,15	12,90	15,14	0,172	0,170	8,89	24	17,11		0,52
76,90	25,39	20,99	11,81	14,47	0,167	0,168	12,17	32	22,10		0,55
79,20	29,07	25,10	11,69	14,51	0,173	0,177	13,40	34	29,89		0,45

Reduction factor due to headroom				
Bolt capacity NEN-EN 1993-1-8	β I)	β II)	β III)	β IV)
32,4	1,26	1,29	1,10	1,08
32,4	0,96	0,96	0,91	0,89
32,4	0,70	0,72	0,65	0,68
32,4	0,61	0,69	0,51	0,59
32,4	0,58	0,65	0,44	0,56
32,4	0,57	0,65	0,39	0,56
32,4	0,59	0,70	0,36	0,57
32,4	0,61	0,70	0,34	0,59

Table 5-7 Numerical results M12 8.8 pitch 65 with friction footplate

5.3.5. M12 8.8 pitch 190 mm

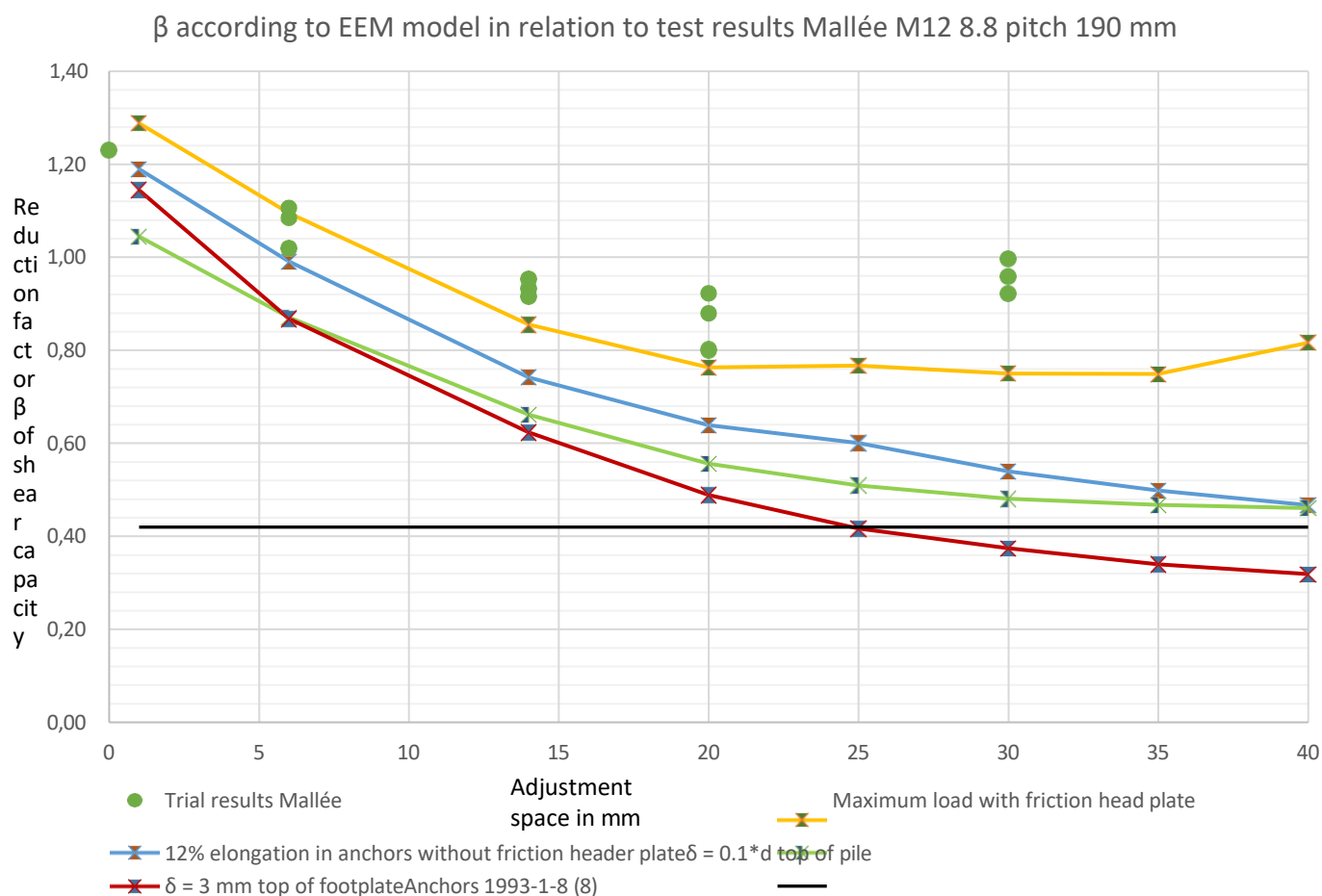
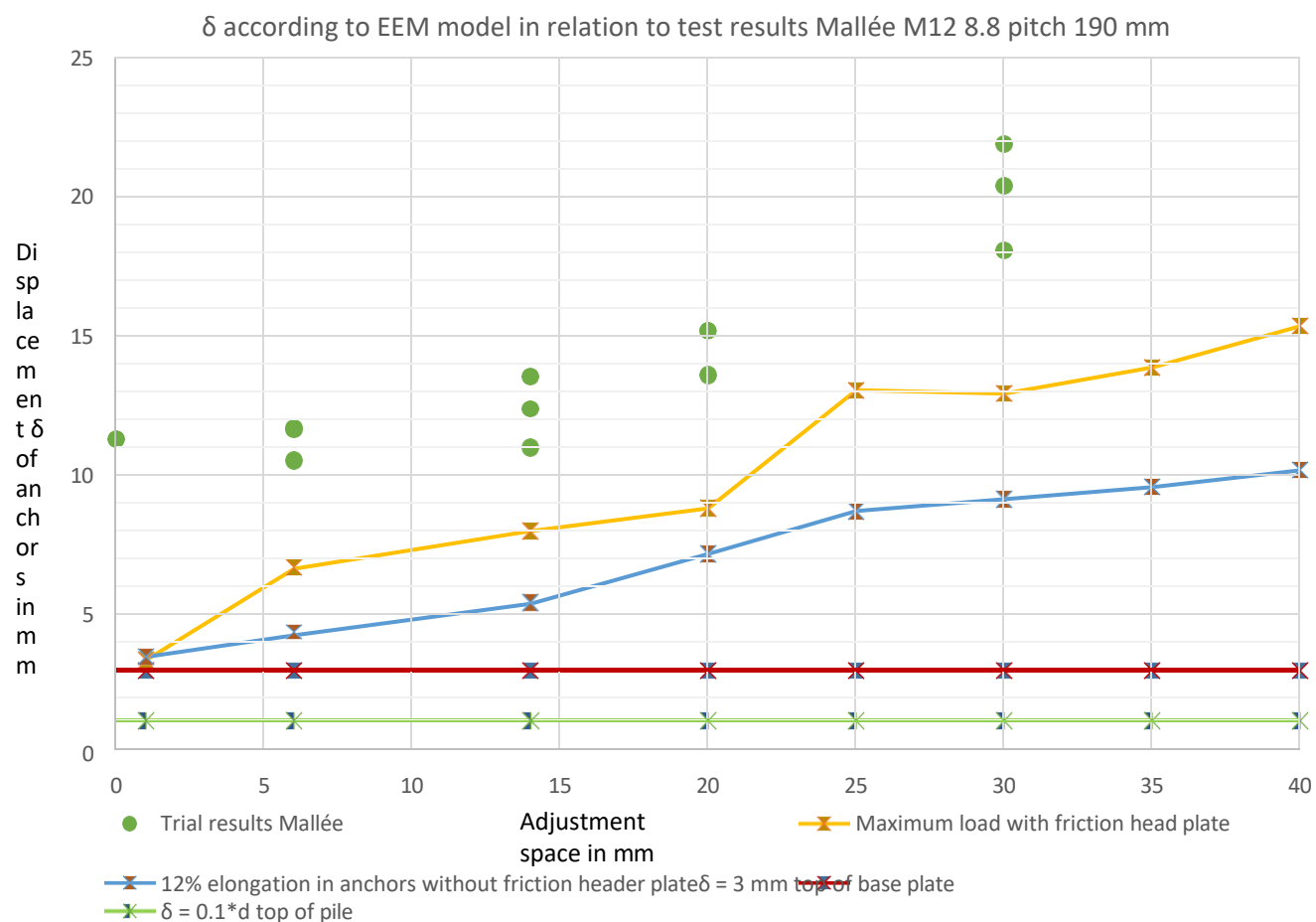


Figure 5-16 β according to EEM model in relation to test results Mallée M12 8.8 pitch 190 mm



M12 8.8 pitch 190 without friction footplate						
Shear force (kN)	Traction force (kN)	Preload / anchor (kN)	Mortar class	Adjustment space (mm)	Friction concrete-concrete (°)	Friction steel-concrete (°)
100	0	12,14	K70	1	30	0
100	0	12,14	K70	6	30	0
100	0	12,14	K70	14	30	0
100	0	12,14	K70	20	30	0
100	0	12,14	K70	25	30	0
100	0	12,14	K70	30	30	0
100	0	12,14	K70	35	30	0
100	0	12,14	K70	40	30	0

I) Maximum plastic strain in anchor				II) Maximum collapse load				III) $\delta = 3$ mm top of footplate				IV) $\delta = 0.1 \cdot d$ top of pile			
Load-step	Load factor	Elongation in anchor (%)	δ (mm)	Load-step	Load factor	Elongation in anchor (%)	δ (mm)	Load-step	Load factor	Elongation in anchor (%)	δ (mm)	Load-step	Load factor	Elongation in anchor (%)	δ (mm)
14	1,541	11,2	3,50	12	1,482	9,3	3,00	9	1,353	6,1	1,20	14	1,541	11,2	3,50
20	1,283	12,0	4,27	14	1,124	7,5	3,00	13	1,128	6,8	1,20	30	1,378	28,0	6,52
23	0,961	11,8	5,41	13	0,807	5,2	3,00	16	0,857	7,1	1,20	33	1,025	24,9	7,87
30	0,827	12,1	7,19	13	0,633	4,4	3,00	20	0,721	7,0	1,20	35	0,869	16,9	8,43
37	0,778	12,0	8,73	13	0,540	3,8	3,00	24	0,660	7,8	1,20	42	0,814	15,7	9,94
39	0,699	12,0	9,16	13	0,485	2,9	3,00	29	0,623	8,8	1,20	44	0,726	15,8	10,36
41	0,646	12,2	9,59	13	0,440	2,7	3,00	35	0,606	10,4	1,20	45	0,658	15,3	10,54
43	0,605	11,8	10,19	13	0,413	2,4	3,00	41	0,597	11,5	1,20	59	0,634	24,4	14,03

Results by anchor - maximum plastic strain											
Acting shear (kN)	Traction force (kN)		Shear force (kN)		Moment (kNm)		Friction (kN)	Share of friction (%)	Pressure force on mortar (kN)	Friction factor	
	Anchor 1	Anchor 2	Anchor 1	Anchor 2	Anchor 1	Anchor 2					
154,06	17,35	14,18	38,05	38,36	0,045	0,044	0,62	1	7,25		0,09
128,29	17,79	14,44	30,21	30,25	0,119	0,116	3,69	6	7,95		0,46
96,101	18,57	15,18	21,03	22,13	0,166	0,160	4,89	10	9,47		0,52
82,744	19,87	17,46	17,58	19,11	0,180	0,176	4,68	11	13,05		0,36
77,80	22,04	20,33	15,98	17,30	0,197	0,194	5,62	14	18,09		0,31
69,90	21,57	19,87	13,77	15,91	0,188	0,185	5,27	15	17,16		0,31
64,60	22,54	21,16	12,06	14,10	0,181	0,179	6,14	19	19,42		0,32
60,50	23,80	22,55	10,89	12,91	0,183	0,182	6,45	21	22,07		0,29

Reduction factor due to headroom				
Bolt capacity NEN-EN 1993-1-8	β I)	β II)	β III)	β IV)
32,4	1,19	1,19	1,14	1,04
32,4	0,99	1,06	0,87	0,87
32,4	0,74	0,79	0,62	0,66
32,4	0,64	0,67	0,49	0,56
32,4	0,60	0,63	0,42	0,51
32,4	0,54	0,56	0,37	0,48
32,4	0,50	0,51	0,34	0,47
32,4	0,47	0,49	0,32	0,46

Table 5-8 Numerical results M12 8.8 pitch 190 without friction footplate

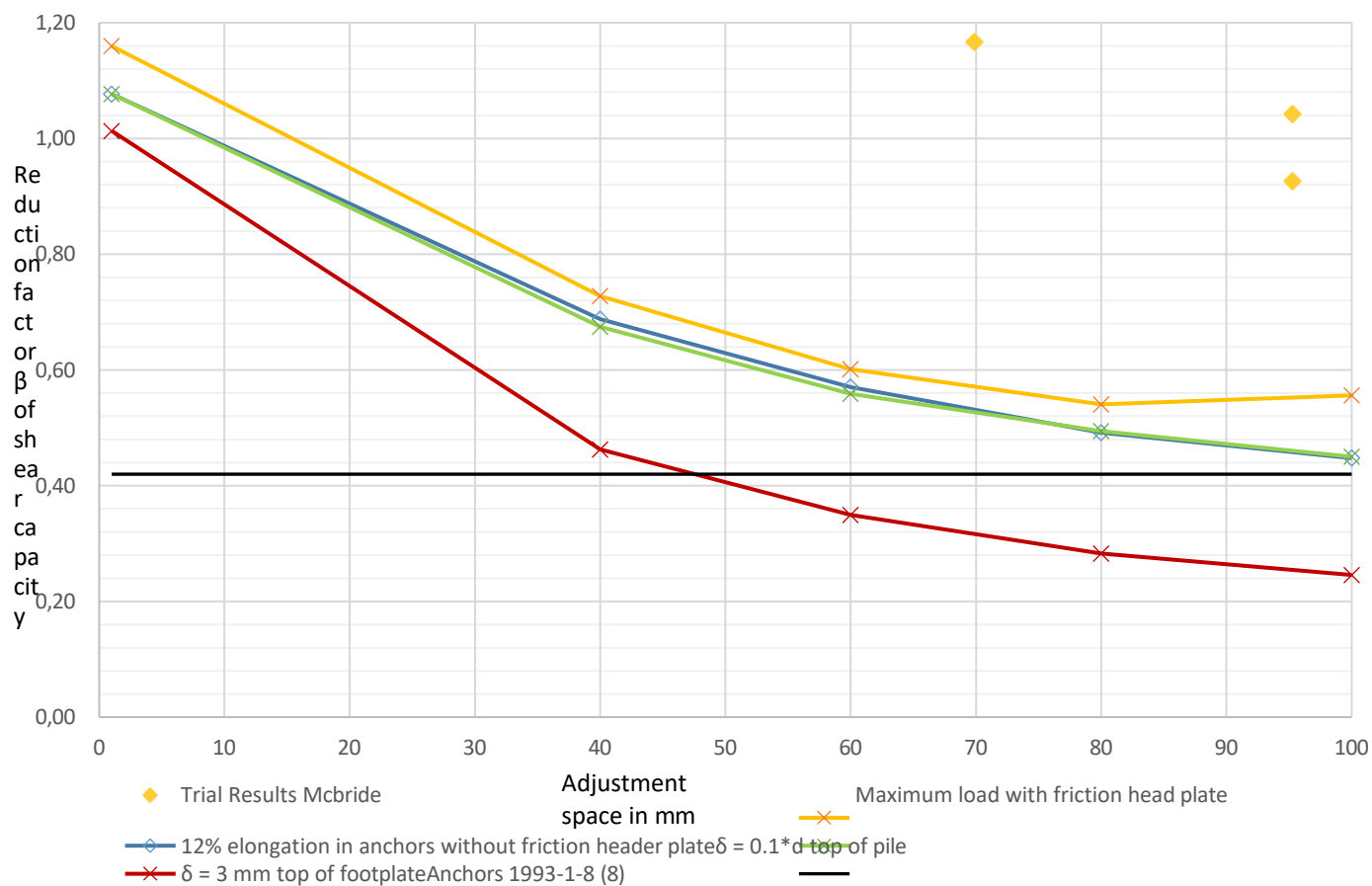
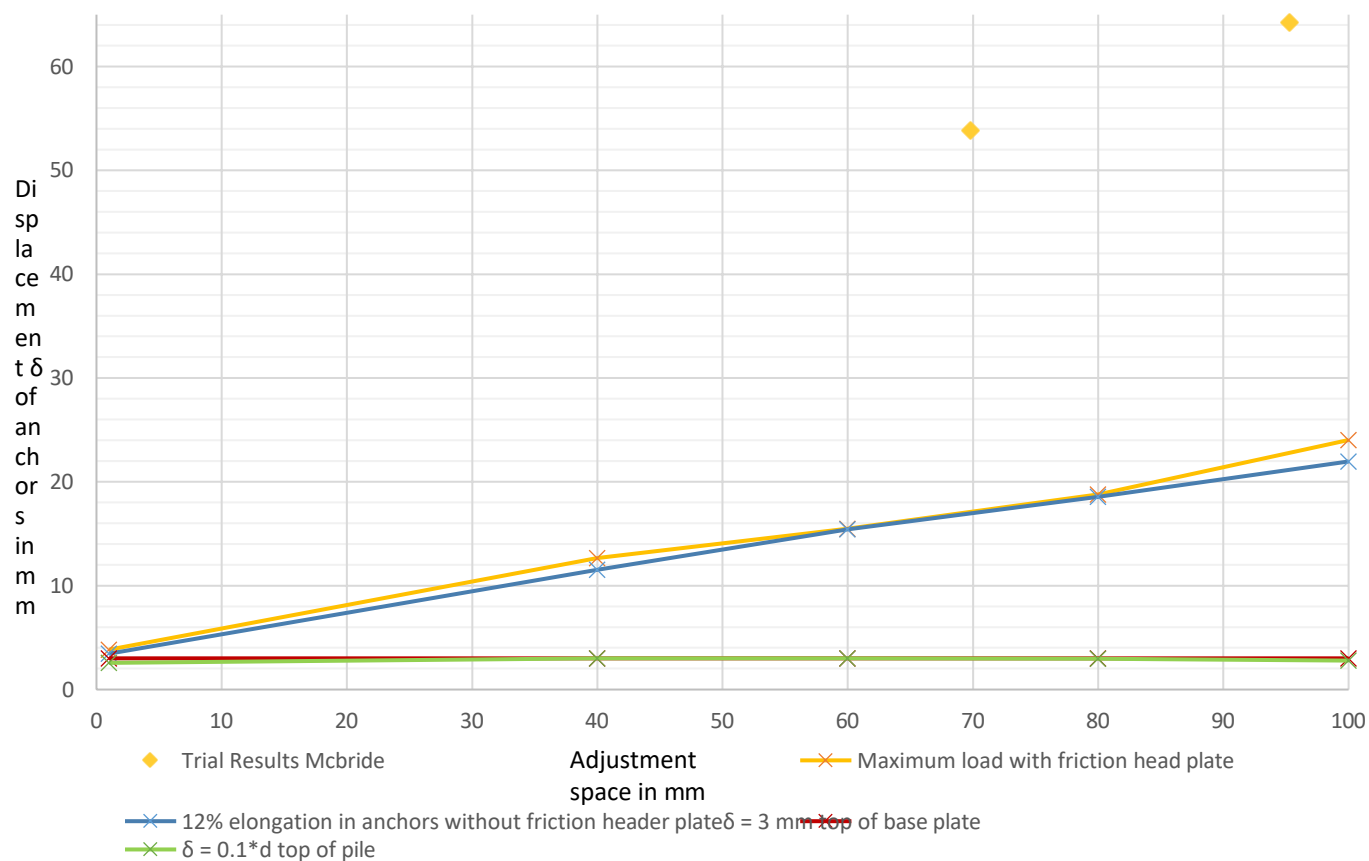
M12 8.8 pitch 190 with friction footplate						
Slide (kN)	pull (kN)	Preload / anchor (kN)	Mortar class	Adjustment space (mm)	Friction concrete-concrete (°)	Friction steel-concrete (°)
100	0	12,14	K70	1	30	30
100	0	12,14	K70	6	30	30
100	0	12,14	K70	14	30	30
100	0	12,14	K70	20	30	30
100	0	12,14	K70	25	30	30
100	0	12,14	K70	30	30	30
100	0	12,14	K70	35	30	30
100	0	12,14	K70	40	30	30

I) Maximum plastic strain in anchor				II) Maximum collapse load				III) $\delta = 3$ mm top of footplate				IV) $\delta = 0.1 \cdot d$ top of pile			
Load-step	Load factor	Elongation in anchor (%)	δ (mm)	Load-step	Load factor	Elongation in anchor (%)	δ (mm)	Load-step	Load factor	Elongation in anchor (%)	δ (mm)	Load-step	Load factor	Elongation in anchor (%)	δ (mm)
15	1,630	10,1	3,13	15	1,630	10,1	3,00	14	1,564	4,7	1,20	16	1,668	22,3	3,38
30	1,300	11,7	4,20	22	1,152	7,8	3,00	19	1,126	6,5	1,20	47	1,418	28,5	6,65
37	1,006	11,9	5,55	20	0,829	5,0	3,00	25	0,873	7,0	1,20	53	1,107	25,1	8,02
49	0,919	12,2	7,43	20	0,654	4,3	3,00	31	0,756	7,2	1,20	58	0,988	17,8	8,82
59	0,901	12,0	8,91	20	0,557	3,8	3,00	37	0,695	7,8	1,20	86	0,993	31,6	13,07
56	0,755	12,1	8,40	21	0,500	3,2	3,00	44	0,654	8,7	1,20	86	0,971	28,6	12,94
61	0,744	11,9	9,18	20	0,456	2,7	3,00	51	0,651	9,5	1,20	92	0,970	33,1	13,88
68	0,791	11,9	10,32	20	0,436	2,3	3,00	59	0,694	10,1	1,20	101	1,057	32,3	15,36

Results by anchor - maximum plastic strain										
Acting shear (kN)	Traction force (kN)		Shear force (kN)		Moment (kNm)		Friction (kN)	Share of friction (%)	Pressure force on mortar (kN)	Friction factor
	Anchor 1	Anchor 2	Anchor 1	Anchor 2	Anchor 1	Anchor 2				
162,99	23,01	19,21	36,69	36,82	0,033	0,021	7,98	10	17,94	0,45
130,00	17,51	14,18	30,37	30,51	0,116	0,112	4,12	6	7,41	0,56
100,60	18,55	15,04	21,61	23,48	0,166	0,158	5,21	10	9,31	0,56
91,90	19,77	17,29	18,76	20,63	0,180	0,176	6,56	14	12,78	0,51
90,10	22,08	19,82	17,04	19,06	0,197	0,194	8,95	20	17,62	0,51
75,458	20,32	18,43	14,19	16,69	0,182	0,181	6,85	18	14,47	0,47
74,40	22,25	20,84	13,29	15,42	0,176	0,179	8,49	23	18,81	0,45
79,128	25,63	25,13	13,45	14,77	0,181	0,186	11,34	29	26,48	0,43

Reduction factor due to headroom				
Bolt capacity NEN-EN 1993-1-8	β I)	β II)	β III)	β IV)
32,4	1,26	1,29	1,26	1,21
32,4	1,00	1,10	0,89	0,87
32,4	0,78	0,85	0,64	0,67
32,4	0,71	0,76	0,51	0,58
32,4	0,70	0,77	0,43	0,54
32,4	0,58	0,75	0,39	0,50
32,4	0,57	0,75	0,35	0,50
32,4	0,61	0,82	0,34	0,54

Table 5-9 Numerical results M12 8.8 pitch 190 with friction footplate

β according to EEM model in relation to test results McBride M30 8.8Figure 5-18 β according to EEM model in relation to test results McBride M30 8.8 δ according to EEM model in relation to test results McBride M30 8.8

M30 8.8 pitch 180 without friction footplate						
Shear force (kN)	Traction force (kN)	Preload / anchor (kN)	Mortar class	Adjustment space (mm)	Friction concrete-concrete (°)	Friction steel-concrete (°)
100	0	80,75	K70	1	30	0
100	0	80,75	K70	40	30	0
100	0	80,75	K70	60	30	0
100	0	80,75	K70	80	30	0
100	0	80,75	K70	100	30	0

I) Maximum plastic strain in anchor				II) Maximum collapse load				III) $\delta = 3$ mm top of footplate				IV) $\delta = 0.1 \cdot d$ top of pile			
Load-step	Load factor	Elongation in anchor (%)	δ (mm)	Load-step	Load factor	Elongation in anchor (%)	δ (mm)	Load-step	Load factor	Elongation in anchor (%)	δ (mm)	Load-step	Load factor	Elongation in anchor (%)	δ (mm)
24	9,262	8,7	3,45	21	8,714	4,7	3,00	24	9,262	8,7	2,56	24	9,262	8,7	3,45
96	5,918	11,9	11,53	26	3,980	1,5	3,00	86	5,805	10,2	3,00	104	5,989	14,5	12,51
134	4,908	12,0	15,41	27	3,010	1,0	3,00	125	4,806	10,9	3,00	136	4,928	12,4	15,65
165	4,228	11,9	18,56	27	2,436	0,7	3,00	168	4,254	12,5	2,95	168	4,254	12,5	18,90
192	3,852	11,9	21,96	27	2,115	0,6	3,00	196	3,871	12,7	2,78	196	3,871	12,7	22,42

Results by anchor - maximum plastic strain											
Acting shear (kN)	Traction force (kN)		Shear force (kN)		Moment (kNm)		Friction (kN)	Share of friction (%)	Pressure force on mortar (kN)		Friction factor
	Anchor 1	Anchor 2	Anchor 1	Anchor 2	Anchor 1	Anchor 2					
926,23	115,97	80,12	227,54	231,48	0,482	0,523	4,10	1	34,59		0,12
591,82	124,29	76,15	135,19	139,27	2,477	2,475	21,45	7	38,94		0,55
490,83	125,70	87,82	106,52	113,27	2,671	2,672	25,63	10	52,02		0,49
422,78	132,40	109,16	84,35	95,05	2,699	2,690	31,99	15	80,06		0,40
385,20	144,77	134,98	71,33	84,45	2,686	2,666	36,82	19	118,25		0,31

Reduction factor due to headroom				
Bolt capacity NEN-EN 1993-1-8	β I)	β II)	β III)	β IV)
215,0	1,08	1,08	1,01	1,08
215,0	0,69	0,70	0,46	0,67
215,0	0,57	0,57	0,35	0,56
215,0	0,49	0,49	0,28	0,49
215,0	0,45	0,45	0,25	0,45

table 5-10 Numerical results M30 8.8 pitch 180 without friction footplate

M30 8.8 pitch 180 with friction footplate						
Slide (kN)	pull (kN)	Preload / anchor (kN)	Mortar class	Adjustment space (mm)	Friction concrete-concrete (°)	Friction steel-concrete (°)
100	0	80,75	K70	1	30	30
100	0	80,75	K70	40	30	30
100	0	80,75	K70	60	30	30
100	0	80,75	K70	80	30	30
100	0	80,75	K70	100	30	30

I) Maximum plastic strain in anchor				II) Maximum collapse load				III) $\delta = 3$ mm top of footplate				IV) $\delta = 0.1 \cdot d$ top of pile			
Load-step	Load factor	Elongation in anchor (%)	δ (mm)	Load-step	Load factor	Elongation in anchor (%)	δ (mm)	Load-step	Load factor	Elongation in anchor (%)	δ (mm)	Load-step	Load factor	Elongation in anchor (%)	δ (mm)
46	9,865	11,6	3,74	37	9,002	4,3	3,00	47	9,975	13,9	2,82	47	9,975	13,9	3,82
130	6,164	12,0	11,66	34	4,034	1,5	3,00	111	5,919	9,7	3,00	141	6,260	14,6	12,66
171	5,134	12,0	15,13	34	3,080	1,0	3,00	156	4,962	10,6	3,00	175	5,173	12,9	15,48
239	4,607	12,0	18,17	40	2,630	0,8	3,00	247	4,650	13,5	3,00	247	4,650	13,5	18,79
283	4,602	12,0	21,64	40	2,369	0,6	3,00	310	4,777	19,3	3,00	314	4,783	20,9	24,02

Results by anchor - maximum plastic strain											
Acting shear (kN)	Traction force (kN)		Shear force (kN)		Moment (kNm)		Friction (kN)	Share of friction (%)	Pressure force on mortar (kN)		Friction factor
	Anchor 1	Anchor 2	Anchor 1	Anchor 2	Anchor 1	Anchor 2					
986,47	116,45	78,47	234,47	238,97	0,446	0,493	19,80	4	33,42		0,59
616,37	126,74	75,59	137,66	147,24	2,468	2,439	23,29	8	40,83		0,57
513,40	127,75	85,11	103,84	117,27	2,597	2,582	35,59	14	51,36		0,69
460,71	138,85	116,235	86,711	104,12	2,679	2,654	39,52	17	93,59		0,42
460,19	153,48	158,448	75,35	96,63	2,649	2,588	58,12	25	150,43		0,39

Reduction factor due to headroom				
Bolt capacity NEN-EN 1993-1-8	β I)	β II)	β III)	β IV)
215,0	1,15	1,16	1,05	1,16
215,0	0,72	0,73	0,47	0,69
215,0	0,60	0,60	0,36	0,58
215,0	0,54	0,54	0,31	0,54
215,0	0,54	0,56	0,28	0,56

Table 5-11 Numerical results M30 8.8 pitch 180 with friction footplate

5.3.7. Lower mortar class K30

β according to EEM model of casting mortar K30 relative to K70 M12 8.8 pitch 190 mm

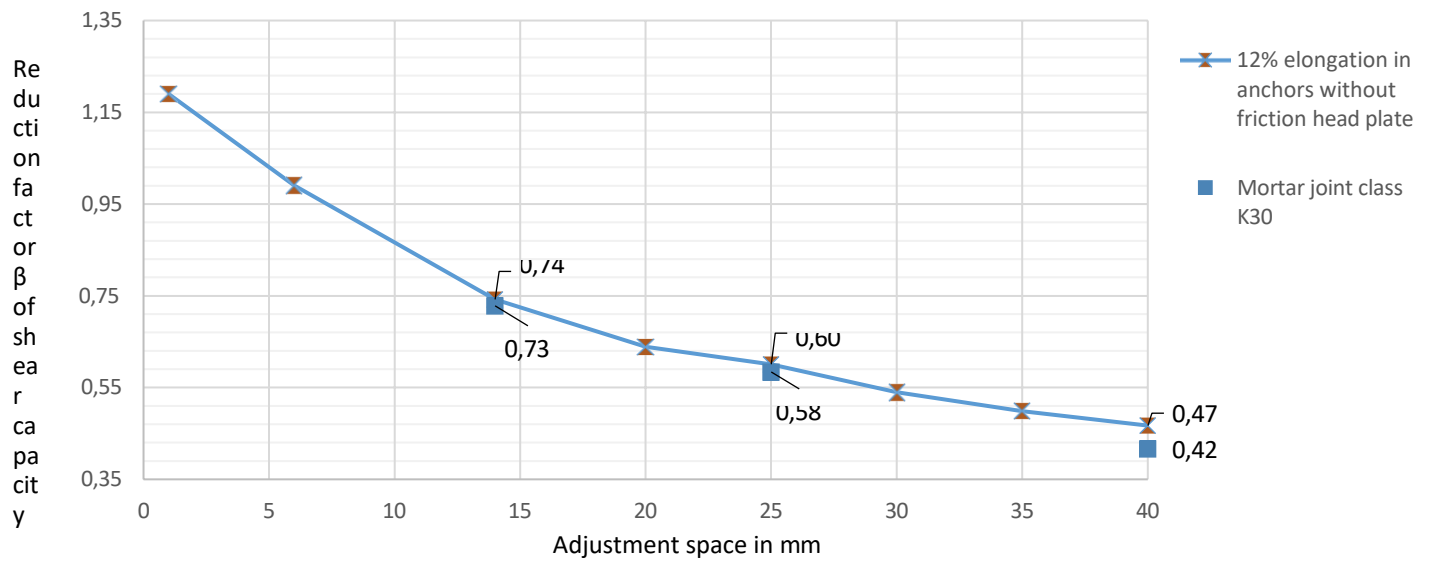


Figure 5-20 β according to EEM model of anchors with cast mortar K30 compared to K70 for M12 8.8

β according to EEM model of casting mortar K30 relative to K70 M20 8.8

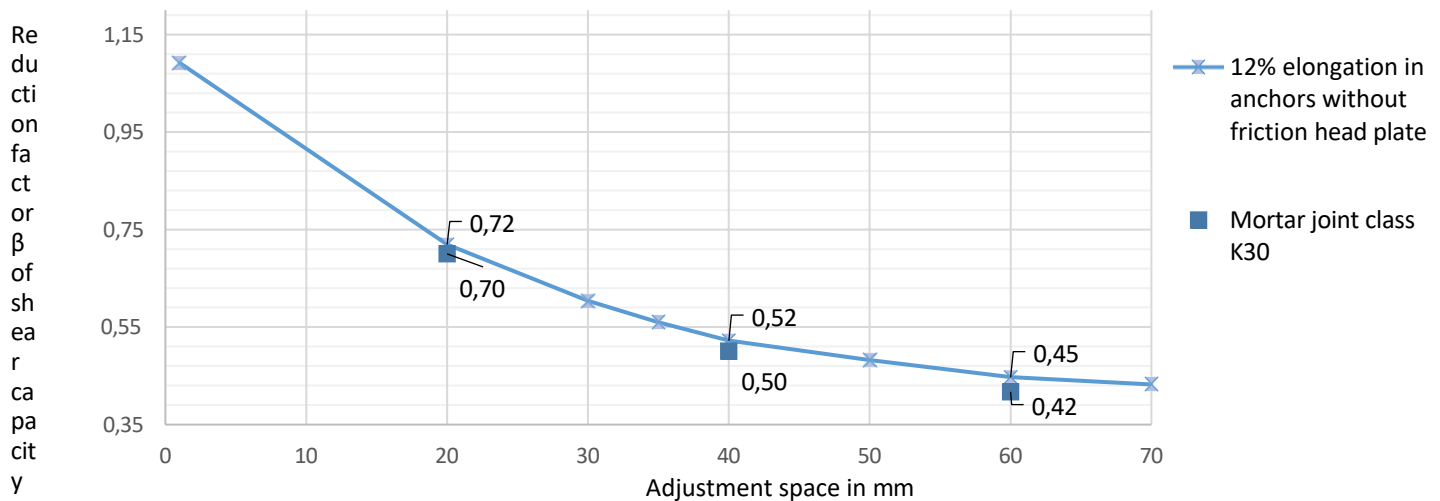


Figure 5-21 β according to EEM model of anchors with casting mortar K30 compared to K70 for M20 8.8

β according to EEM model of casting mortar K30 relative to K70 M30 8.8

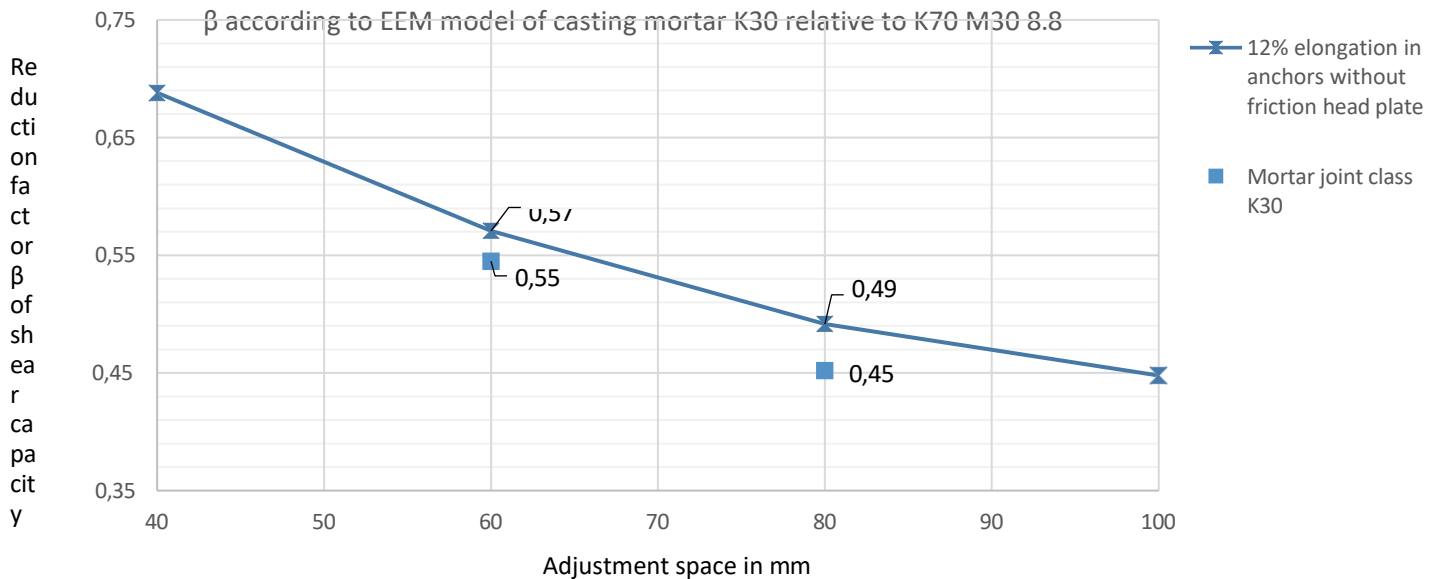


Figure 5-22 β according to EEM model of anchors with casting mortar K30 compared with K70 for M30 8.8

M12 8.8 pitch 190 without friction footplate						
Shear force (kN)	Traction (kN)	Preload / anchor (kN)	Mortar class	Setting space (mm)	Friction concrete-concrete (°)	Friction steel-concrete (°)
100	0	12,14	K30	14	30	0
100	0	12,14	K30	25	30	0
100	0	12,14	K30	40	30	0
4xM20 8.8 without friction footplate						
100	0	35,25	K30	20	30	0
100	0	35,25	K30	40	30	0
100	0	35,25	K30	60	30	0
M30 8.8 pitch 180 without friction footplate						
100	0	80,75	K30	60	30	0
100	0	80,75	K30	80	30	0

I) Maximum plastic strain in anchor				II) Maximum collapse load				III) $\delta = 3$ mm top of footplate				IV) $\delta = 0.1 \cdot d$ top of pile			
Load-step	Load-factor	Rack in anchor (%)	δ (mm)	Load-step	Load-factor	Rack in anchor (%)	δ (mm)	Load-step	Load-factor	Rack in anchor (%)	δ (mm)	Load-step	Load-factor	Rack in anchor (%)	δ (mm)
23	0,943	12,1	5,58	13	0,802	5,3	3,00	16	0,850	7,3	1,20	32	0,991	24,1	7,61
37	0,756	11,8	9,11	13	0,526	4,2	3,00	26	0,664	8,3	1,20	40	0,774	14,1	9,87
40	0,539	11,9	9,88	13	0,377	2,6	3,00	41	0,546	12,6	1,20	59	0,601	32,5	14,65
34	2,635	11,6	6,43	16	2,243	3,4	3,00	31	2,624	10,5	2,00	36	2,661	13,8	6,81
49	1,883	11,8	9,40	16	1,375	2,0	3,00	63	2,090	12,6	2,00	51	1,895	13,1	10,04
77	1,570	11,9	14,37	17	1,025	1,3	3,00	84	1,587	14,9	2,00	83	1,589	14,5	15,50
126	4,688	11,9	15,28	25	2,855	0,9	3,00	123	4,659	11,5	3,00	129	4,716	12,6	15,78
156	3,887	12,0	18,31	26	2,247	0,7	3,00	160	3,912	13,0	2,82	160	3,912	13,0	18,78

Results by anchor - maximum plastic strain										
Acting shear (kN)	Traction force (kN)		Shear force (kN)		Moment (kNm)		Friction (kN)	Share of friction (%)	Pressure force on mortar (kN)	Friction factor
	Anchor 1	Anchor 2	Anchor 1	Anchor 2	Anchor 1	Anchor 2				
94,30	17,60	15,08	21,716	21,41	0,167	0,166	4,03	9	8,40	0,48
75,62	21,24	20,21	16,94	17,05	0,200	0,199	3,82	10	17,17	0,22
53,87	23,80	22,55	10,89	12,91	0,183	0,182	3,14	12	22,07	0,14
263,49	49,16	46,87	62,17	60,66	0,671	0,671	8,92	7	25,53	0,35
188,29	50,60	42,36	42,05	41,80	0,785	0,784	10,30	11	22,46	0,46
156,98	58,00	52,25	34,41	34,71	0,815	0,815	9,37	12	39,75	0,24
468,79	122,38	86,16	107,44	106,08	2,664	2,704	20,88	9	47,04	0,44
388,73	126,02	107,74	85,93	86,61	2,7078	2,727	21,83	11	72,26	0,30

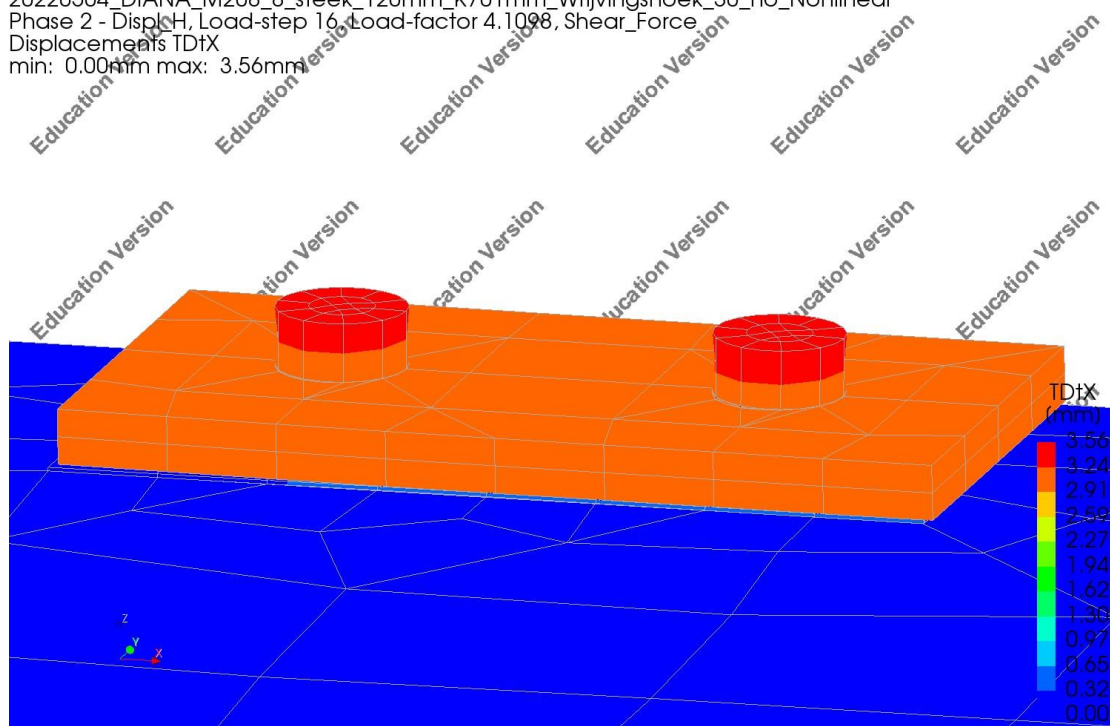
Reduction factor due to headroom				
Bolt Capacity EN 1993-1-8	β I)	β II)	β III)	β IV)
32,4	0,73	0,77	0,62	0,66
32,4	0,58	0,60	0,41	0,51
32,4	0,42	0,46	0,29	0,42
94,1	0,70	0,71	0,60	0,70
94,1	0,50	0,50	0,37	0,56
94,1	0,42	0,42	0,27	0,42
215,0	0,55	0,55	0,33	0,54
215,0	0,45	0,45	0,26	0,45

Table 5-12 Numerical results tests performed with casting mortar class K30

5.4. Visual output

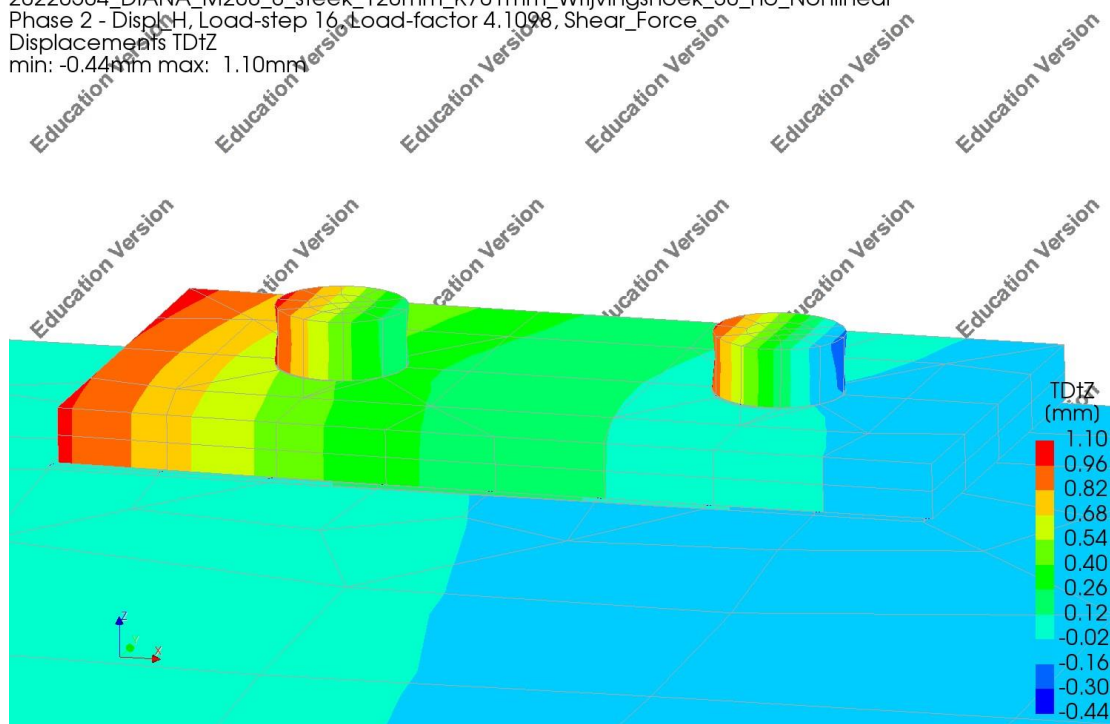
5.4.1. M20 8.8 K70 1 mm adjustment space

20220504_DIANA_M208_8_steek_120mm_K701mm_Wrijvingshoek_30_no_Nonlinear
Phase 2 - Displ_H, Load-step 16, Load-factor 4.1098, Shear_Force
Displacements TDtX
min: 0.00mm max: 3.56mm



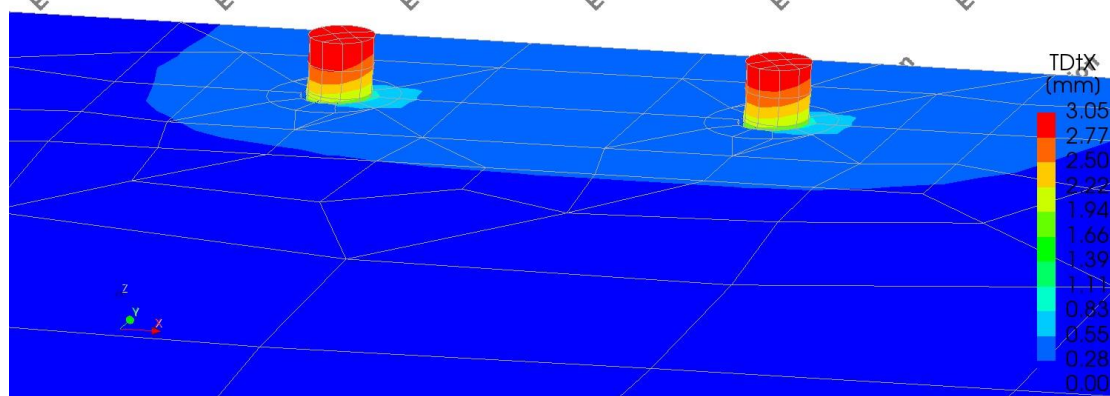
Displacements TDtX at Phase 2 - Displ_H, Load-step 16, Load-factor 4.1098, Shear_Force

20220504_DIANA_M208_8_steek_120mm_K701mm_Wrijvingshoek_30_no_Nonlinear
Phase 2 - Displ_H, Load-step 16, Load-factor 4.1098, Shear_Force
Displacements TDtZ
min: -0.44mm max: 1.10mm



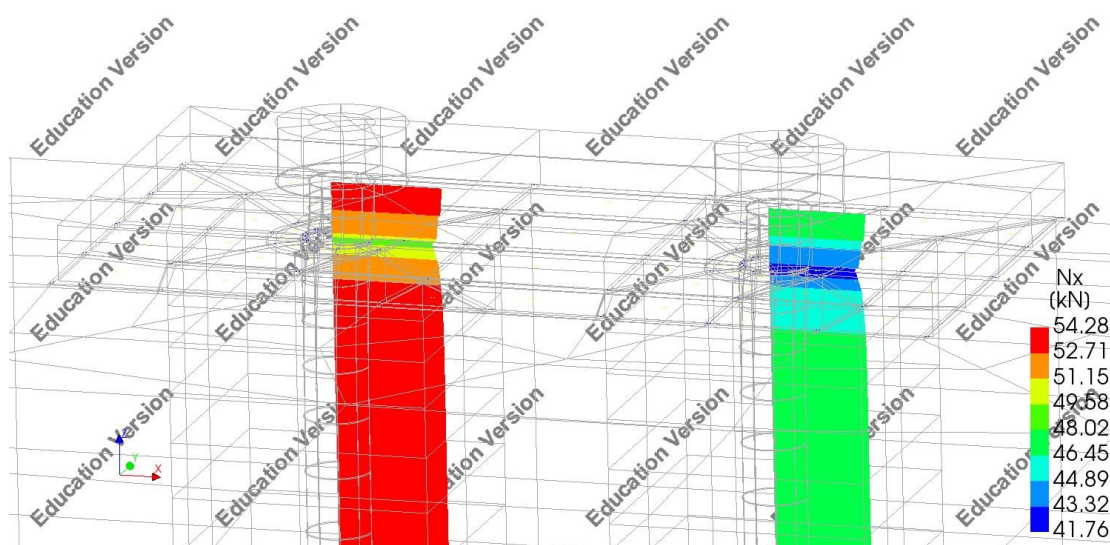
Displacements TDtZ at Phase 2 - Displ_H, Load-step 16, Load-factor 4.1098, Shear_Force

20220504_DIANA_M208_8_steek_120mm_K701mm_Wrijvingshoek_30_no_Nonlinear
 Phase 2 - Displ_H, Load-step 16, Load-factor 4.1098, Shear_Force
 Displacements TDtX
 min: 0.00mm max: 3.05mm



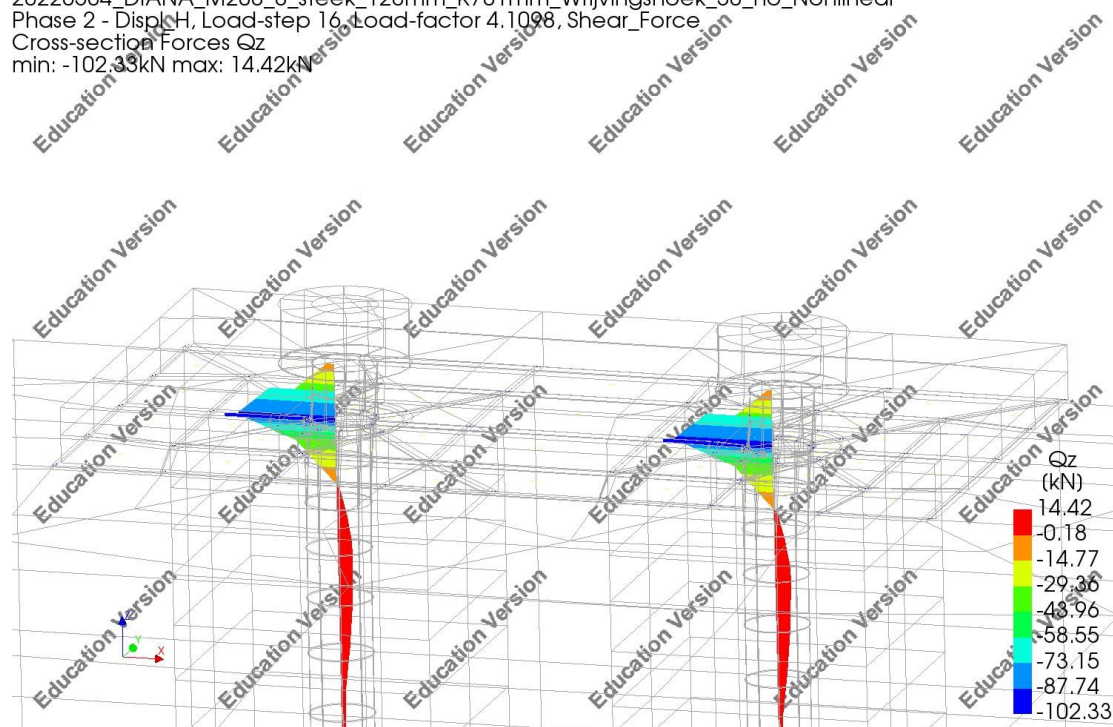
Displacements TDtX at Phase 2 - Displ_H, Load-step 16, Load-factor 4.1098, Shear_Force

20220504_DIANA_M208_8_steek_120mm_K701mm_Wrijvingshoek_30_no_Nonlinear
 Phase 2 - Displ_H, Load-step 16, Load-factor 4.1098, Shear_Force
 Cross-section Forces Nx
 min: 41.76kN max: 54.28kN



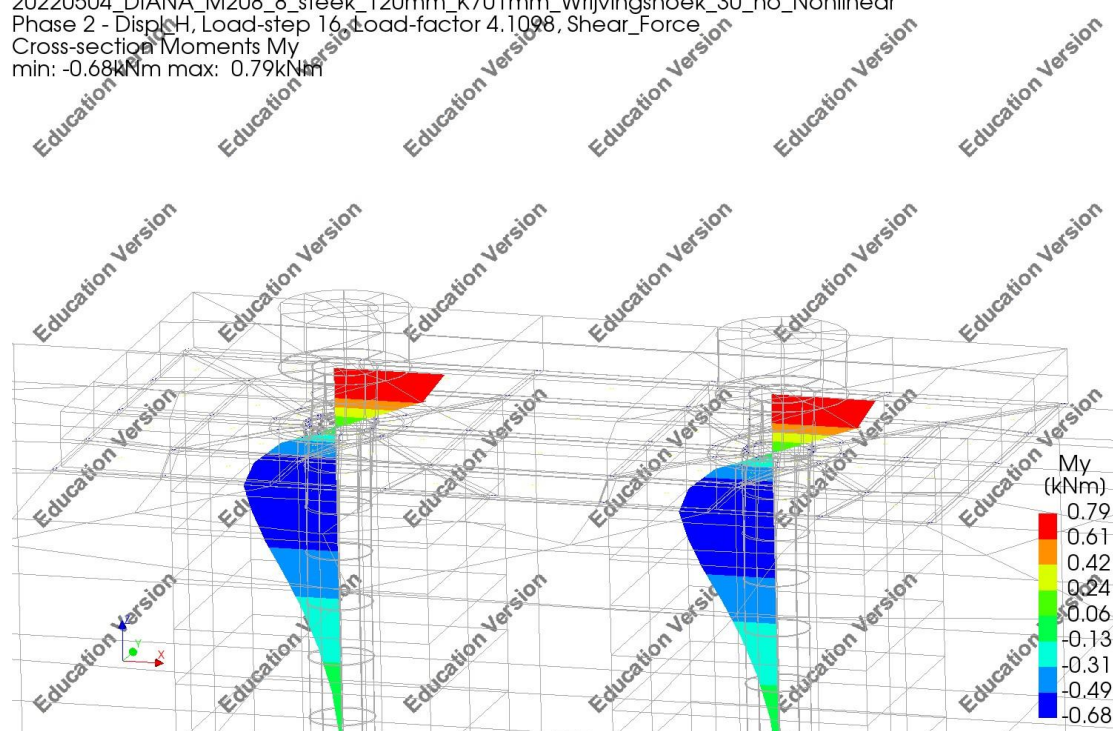
Cross-section Forces Nx at Phase 2 - Displ_H, Load-step 16, Load-factor 4.1098, Shear_Force

20220504_DIANA_M208_8_steek_120mm_K701mm_Wrijvingshoek_30_no_Nonlinear
 Phase 2 - Displ_H, Load-step 16, Load-factor 4.1098, Shear_Force
 Cross-section Forces Qz
 min: -102.33kN max: 14.42kN



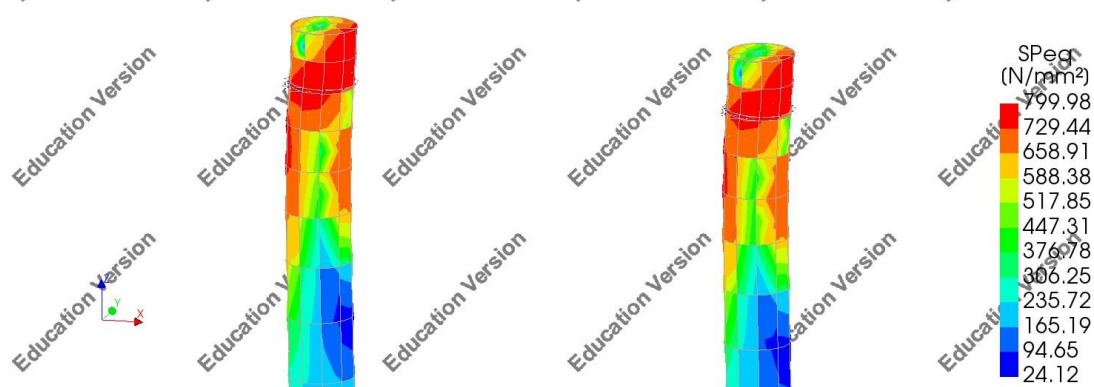
Cross-section Forces Q_z at Phase 2 - Displ_H, Load-step 16, Load-factor 4.1098, Shear_Force

20220504_DIANA_M208_8_steek_120mm_K701mm_Wrijvingshoek_30_no_Nonlinear
 Phase 2 - Displ_H, Load-step 16, Load-factor 4.1098, Shear_Force
 Cross-section Moments My
 min: -0.68kNm max: 0.79kNm



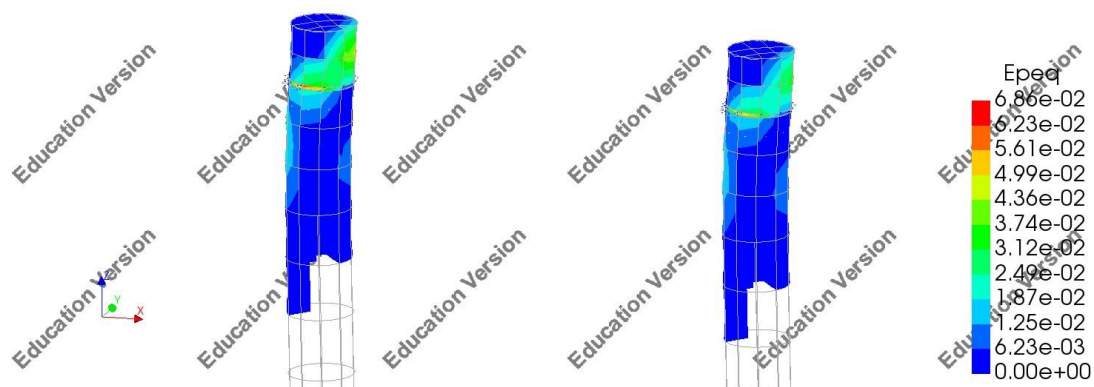
Cross-section Moments M_y at Phase 2 - Displ_H, Load-step 16, Load-factor 4.1098, Shear_Force

20220504_DIANA_M208_8_steek_120mm_K701mm_Wrijvingshoek_30_no_Nonlinear
 Phase 2 - Displ_H, Load-step 16, Load-factor 4.1098, Shear_Force
 Piola-Kirchhoff Total Stresses SPEq layer 1
 min: 24.12N/mm² max: 799.98N/mm²



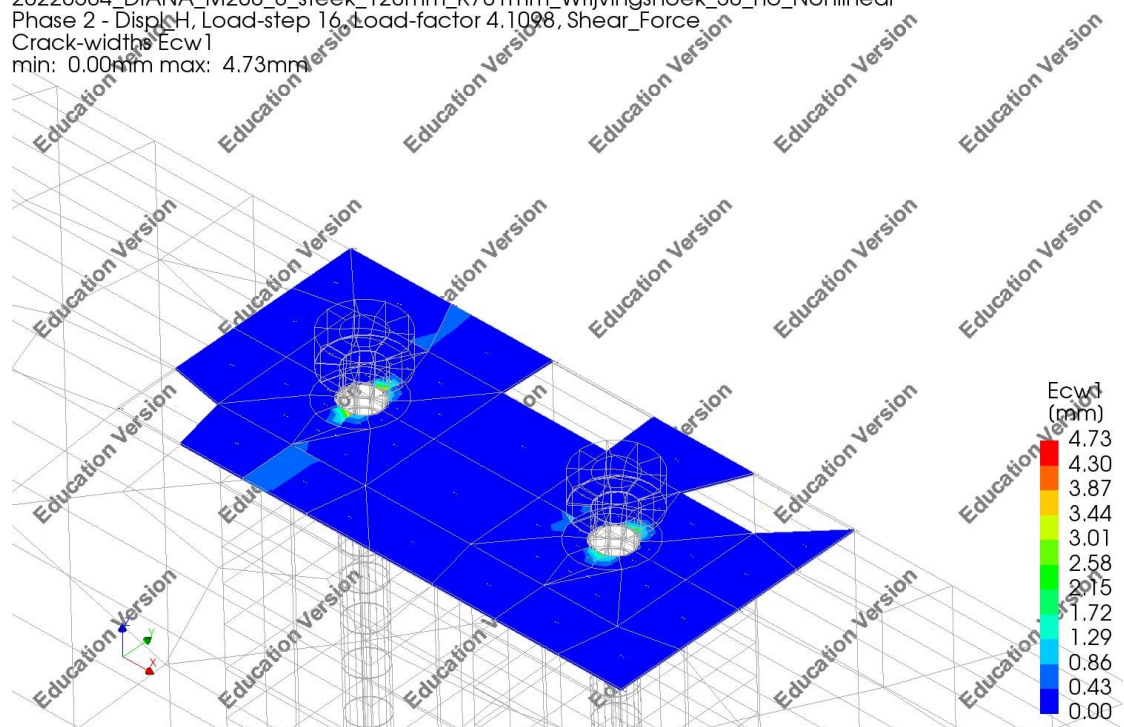
Piola-Kirchhoff Total Stresses SPEq at Phase 2 - Displ_H, Load-step 16, Load-factor 4.1098, Shear_Force

20220504_DIANA_M208_8_steek_120mm_K701mm_Wrijvingshoek_30_no_Nonlinear
 Phase 2 - Displ_H, Load-step 16, Load-factor 4.1098, Shear_Force
 Plastic Strains Epeq layer 1
 min: 0.00e+00 max: 6.86e-02

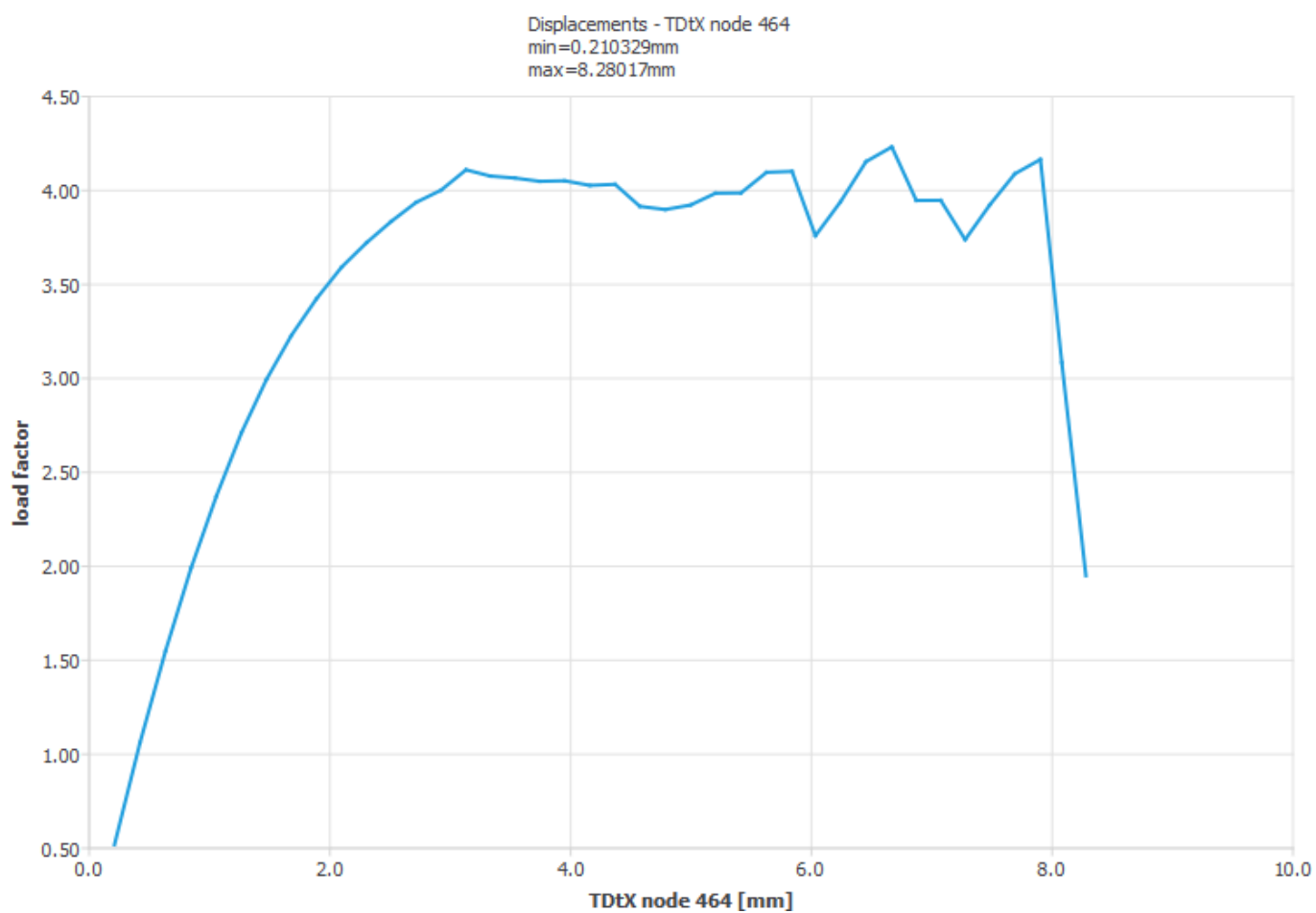


Plastic Strains Epeq at Phase 2 - Displ_H, Load-step 16, Load-factor 4.1098, Shear_Force

20220504_DIANA_M208_8_steek_120mm_K701mm_Wrijvingshoek_30_no_Nonlinear
 Phase 2 - Displ_H, Load-step 16, Load-factor 4.1098, Shear_Force
 Crack-widths Ecw1
 min: 0.00mm max: 4.73mm



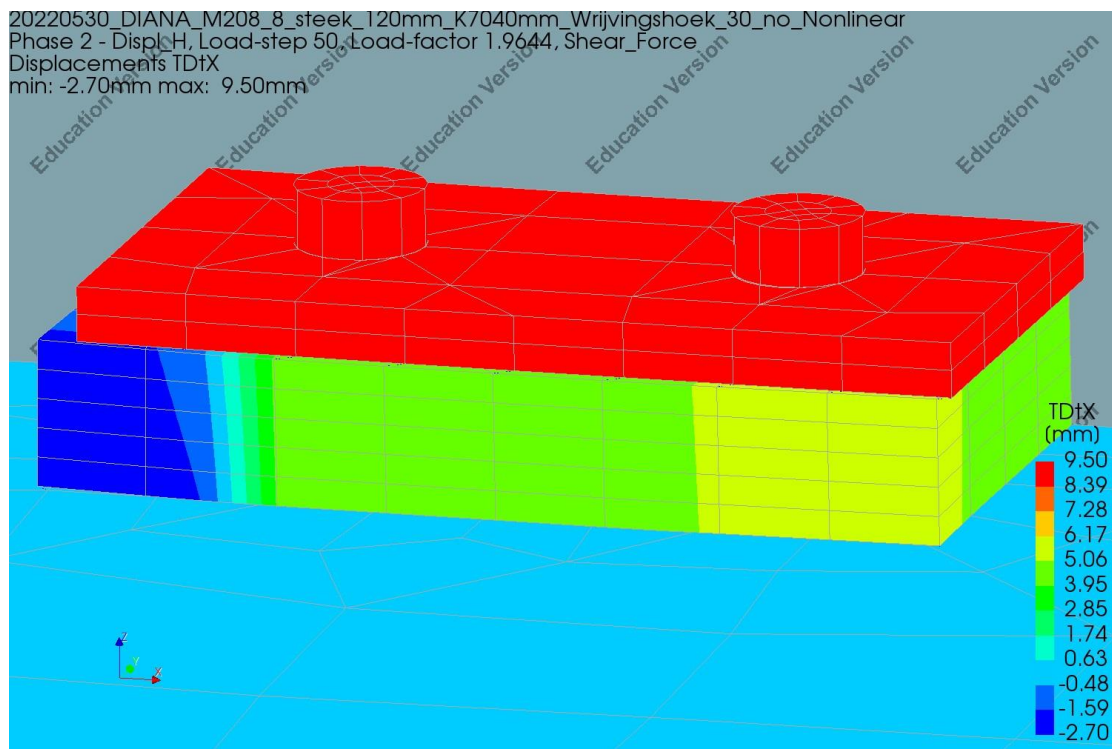
Crack-widths Ecw1 at Phase 2 - Displ_H, Load-step 16, Load-factor 4.1098, Shear_Force



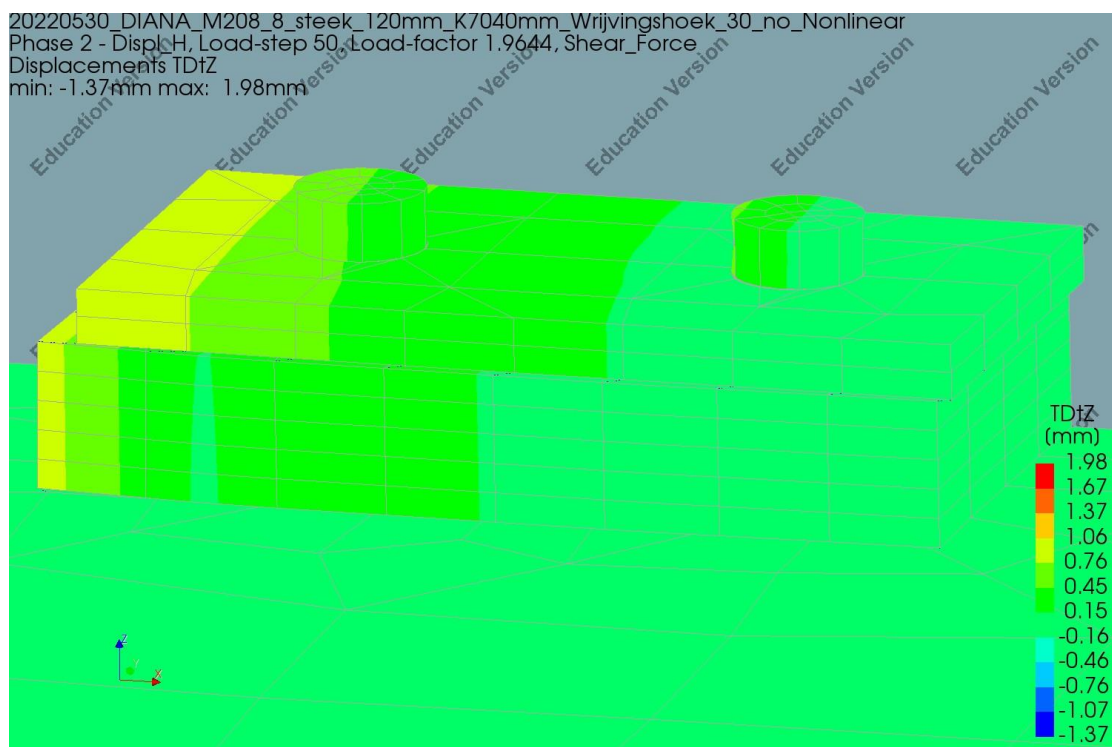
Stress-strain diagram top of base-plate

5.4.1. M20 8.8 K70 40 mm adjustment space

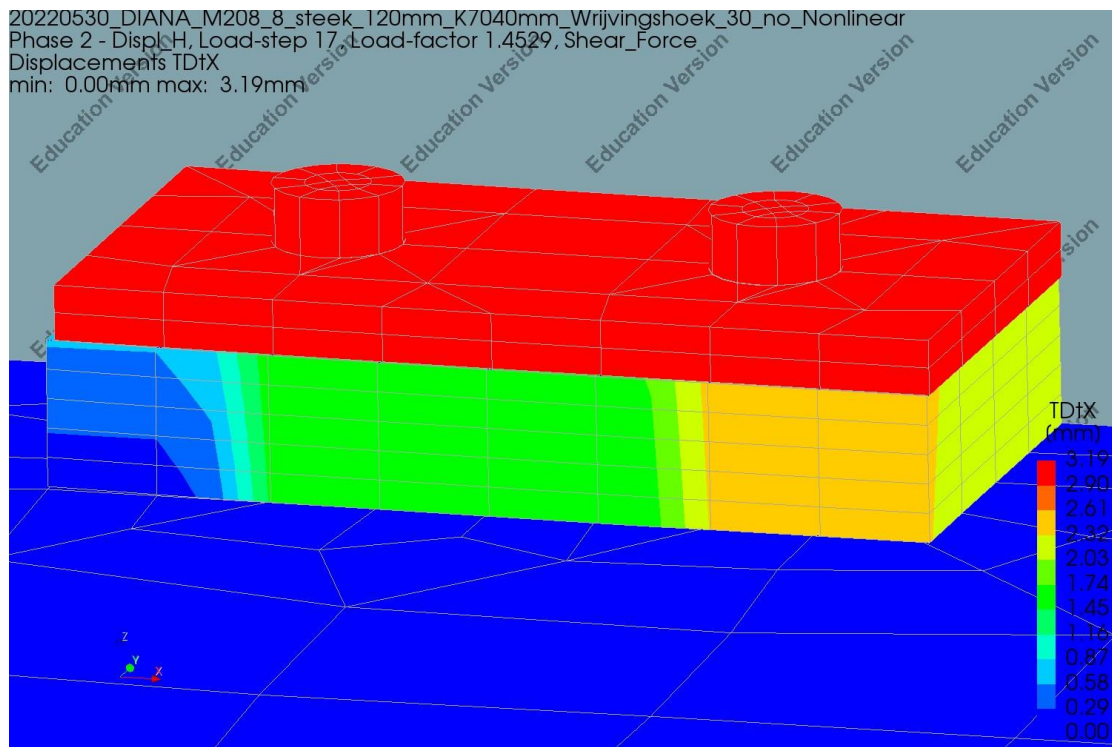
For the visual results below, the EEM model was analyzed again. In them there are marginal differences from the table value of Section 5.3.2.



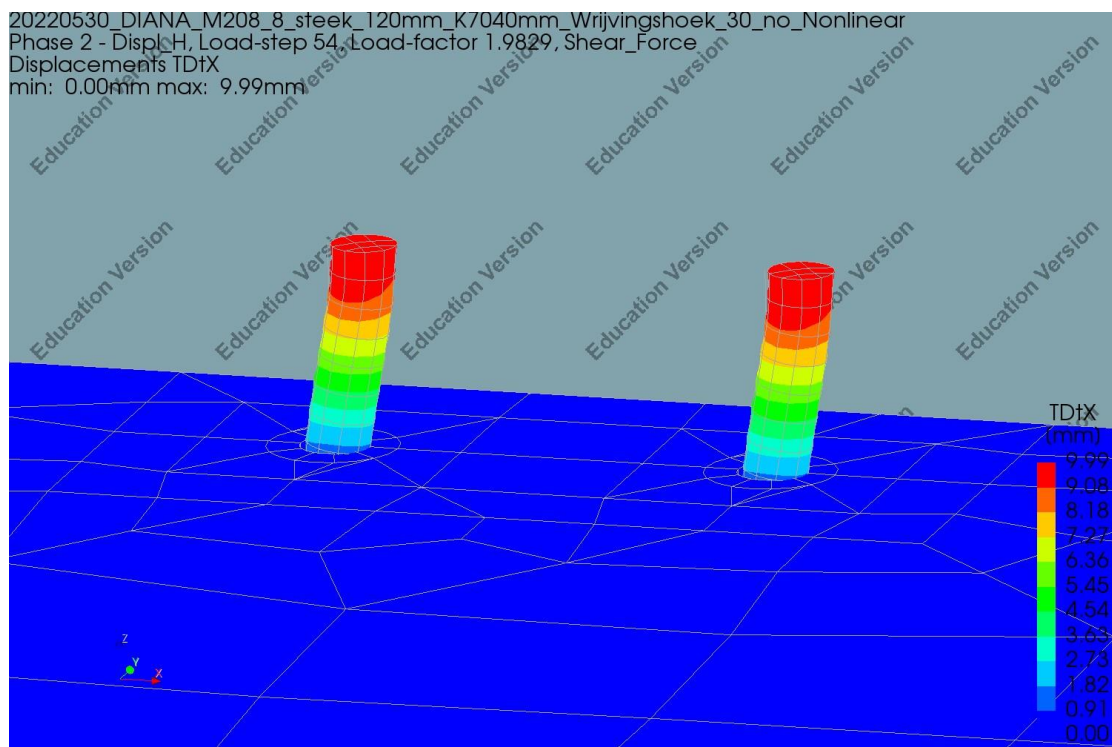
Displacements TDtX at Phase 2 - Displ_H, Load-step 50, Load-factor 1.9644, Shear_Force



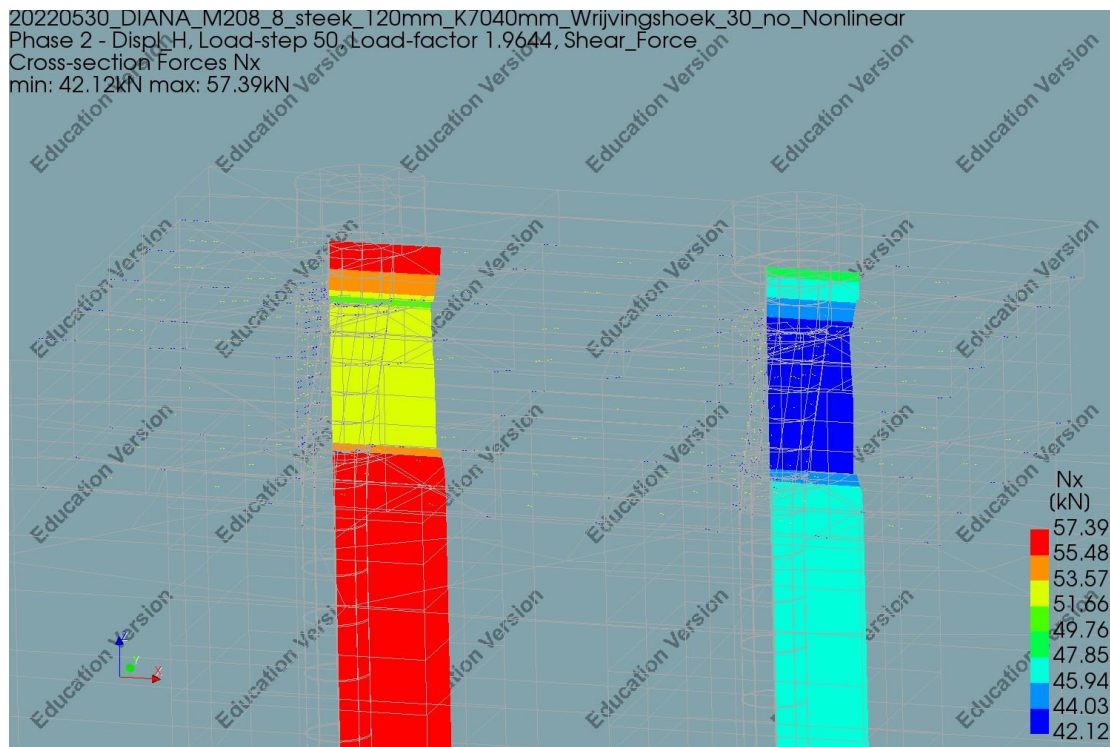
Displacements TDtZ at Phase 2 - Displ_H, Load-step 50, Load-factor 1.9644, Shear_Force



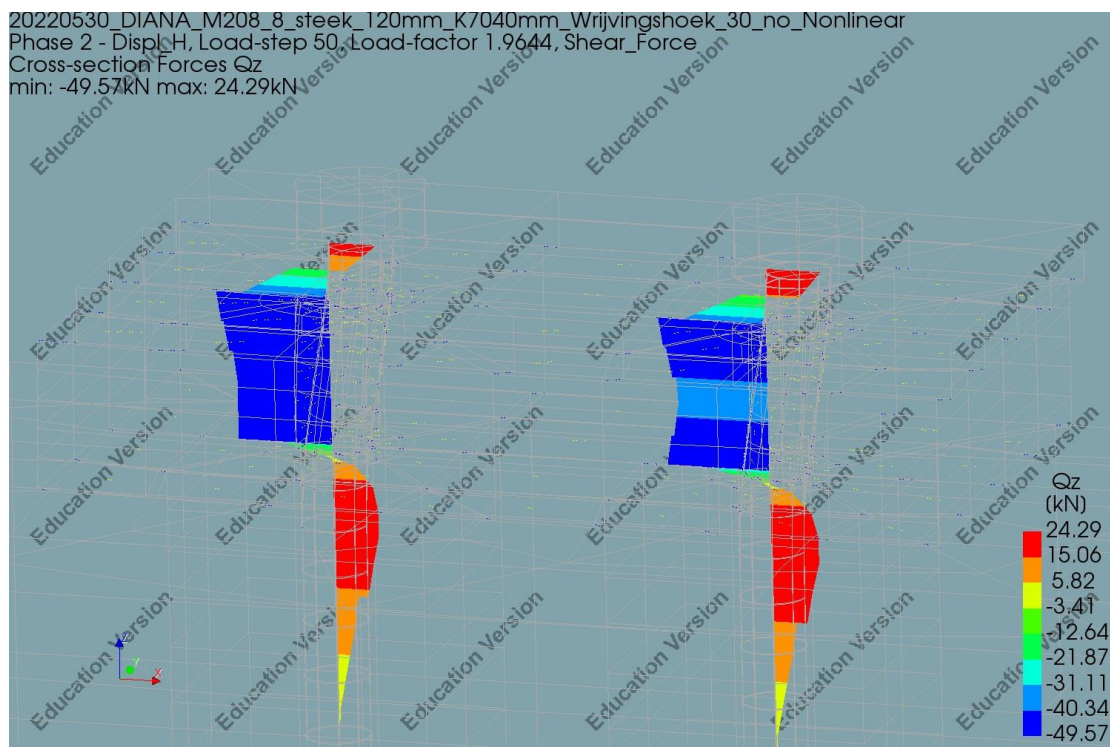
Displacements TDtX at Phase 2 - Displ_H, Load-step 17, Load-factor 1.4529, Shear_Force



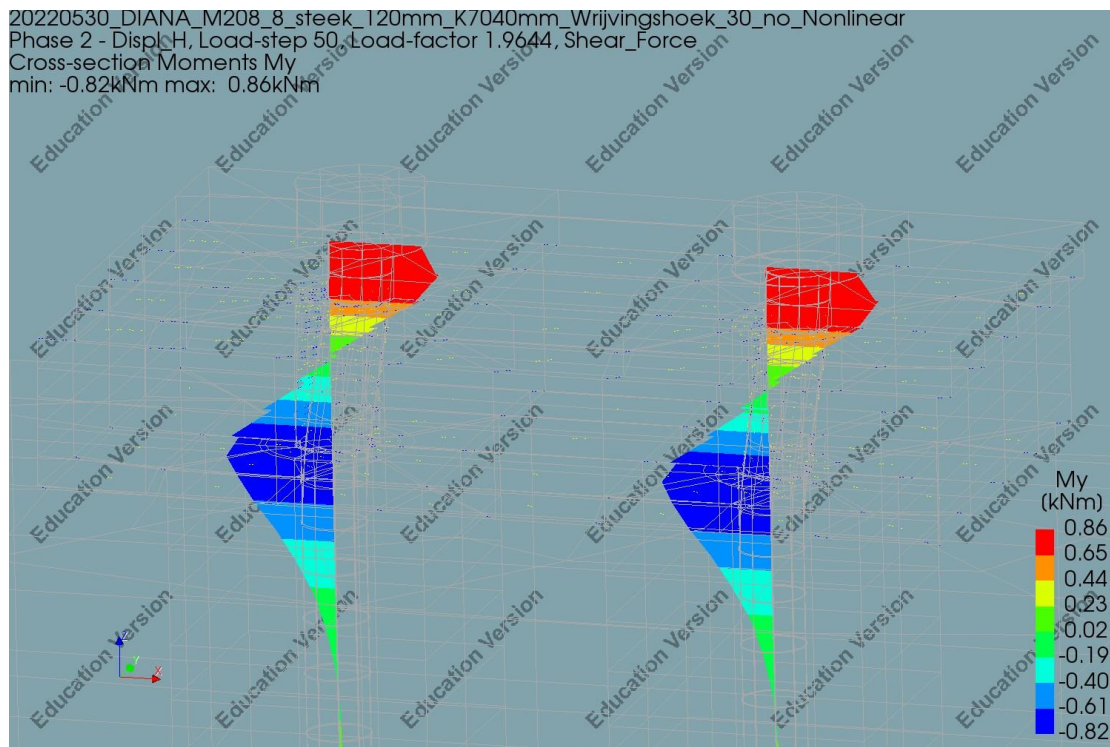
Displacements TDtX at Phase 2 - Displ_H, Load-step 54, Load-factor 1.9829, Shear_Force



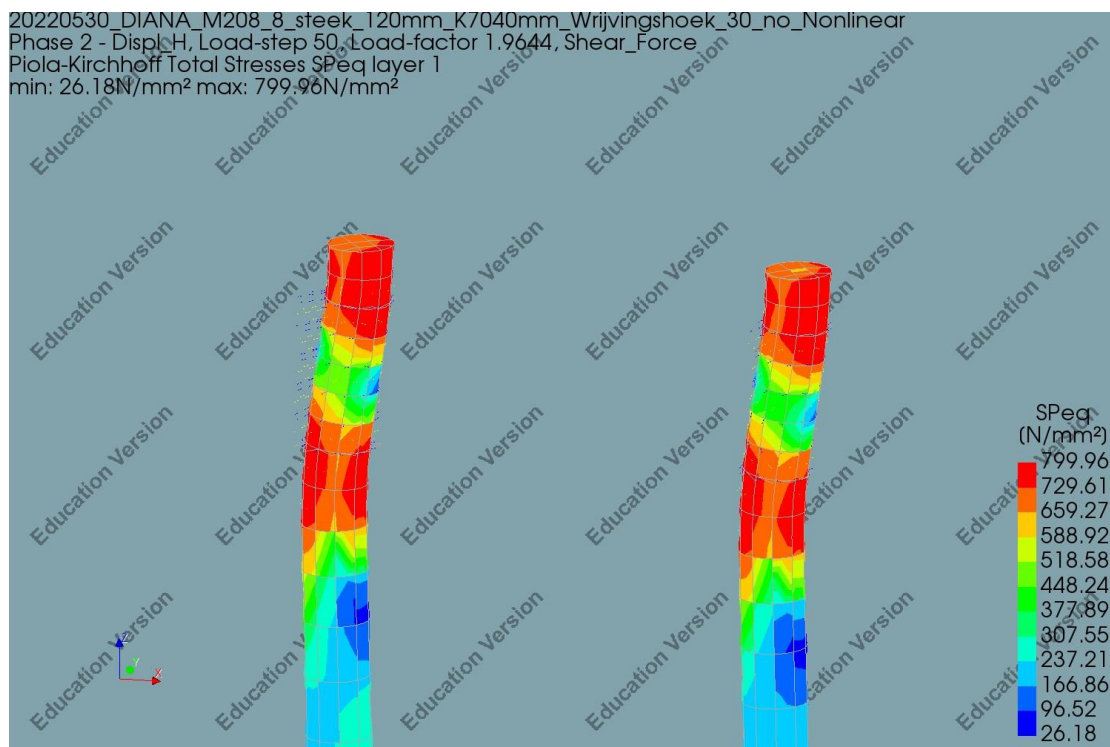
Cross-section Forces Nx at Phase 2 - Displ_H, Load-step 50, Load-factor 1.9644, Shear_Force



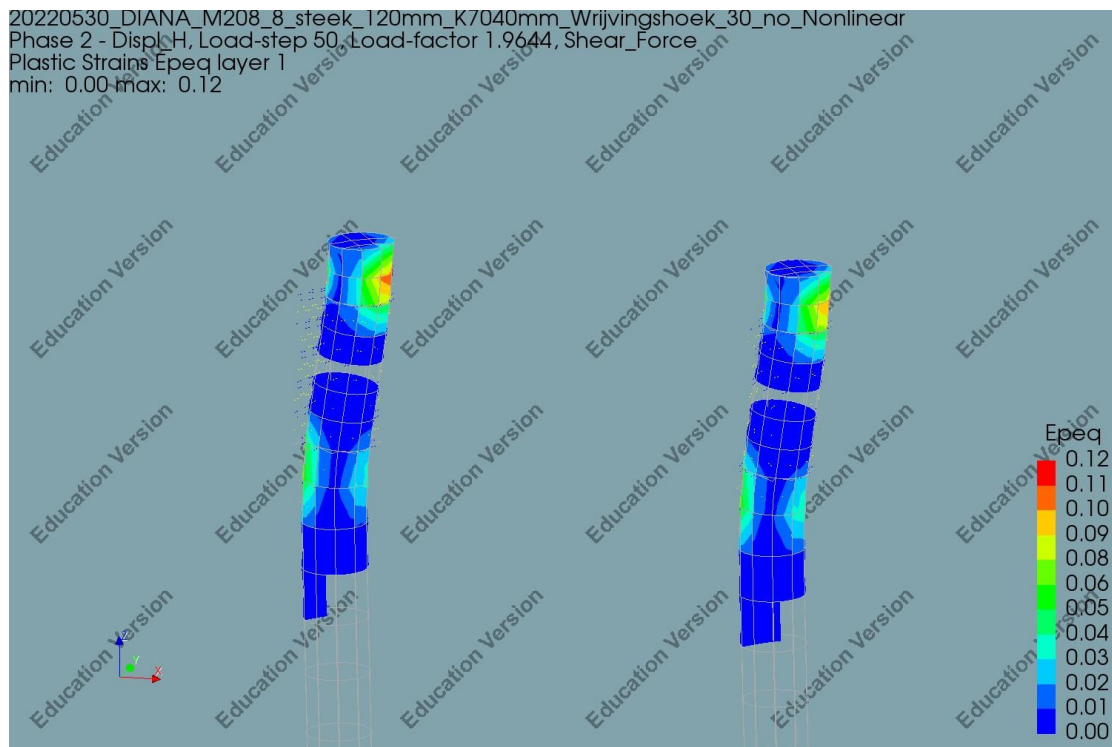
Cross-section Forces Qz at Phase 2 - Displ_H, Load-step 50, Load-factor 1.9644, Shear_Force



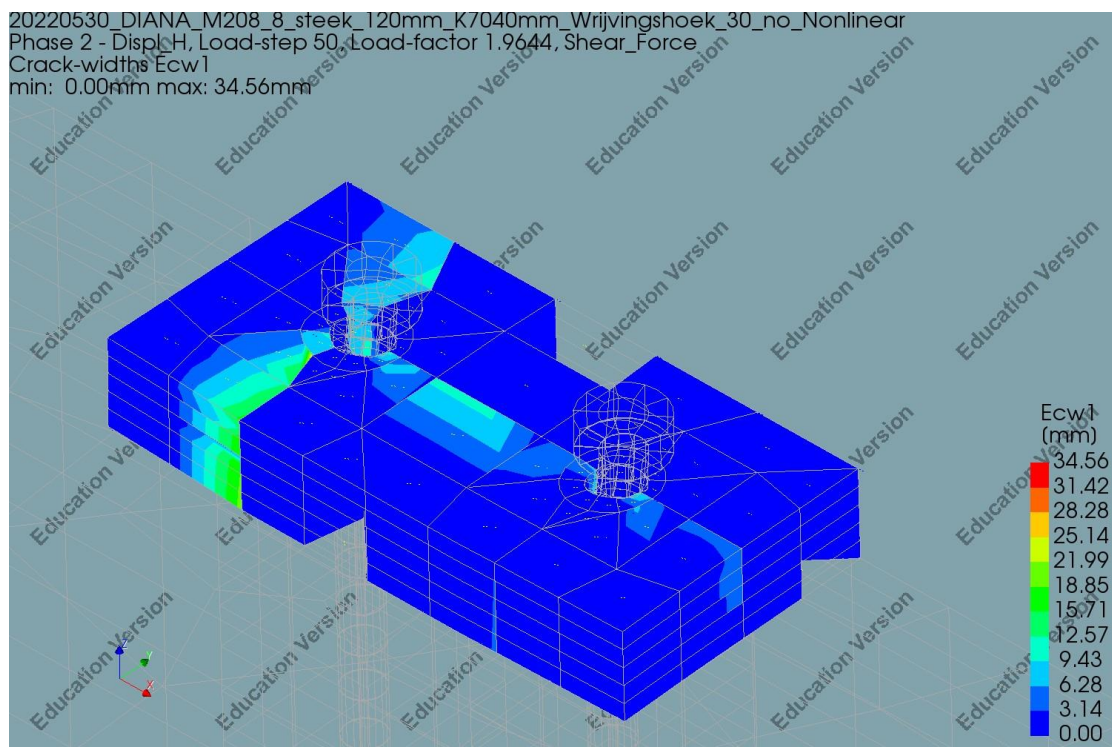
Cross-section Moments My at Phase 2 - Displ_H, Load-step 50, Load-factor 1.9644, Shear_Force



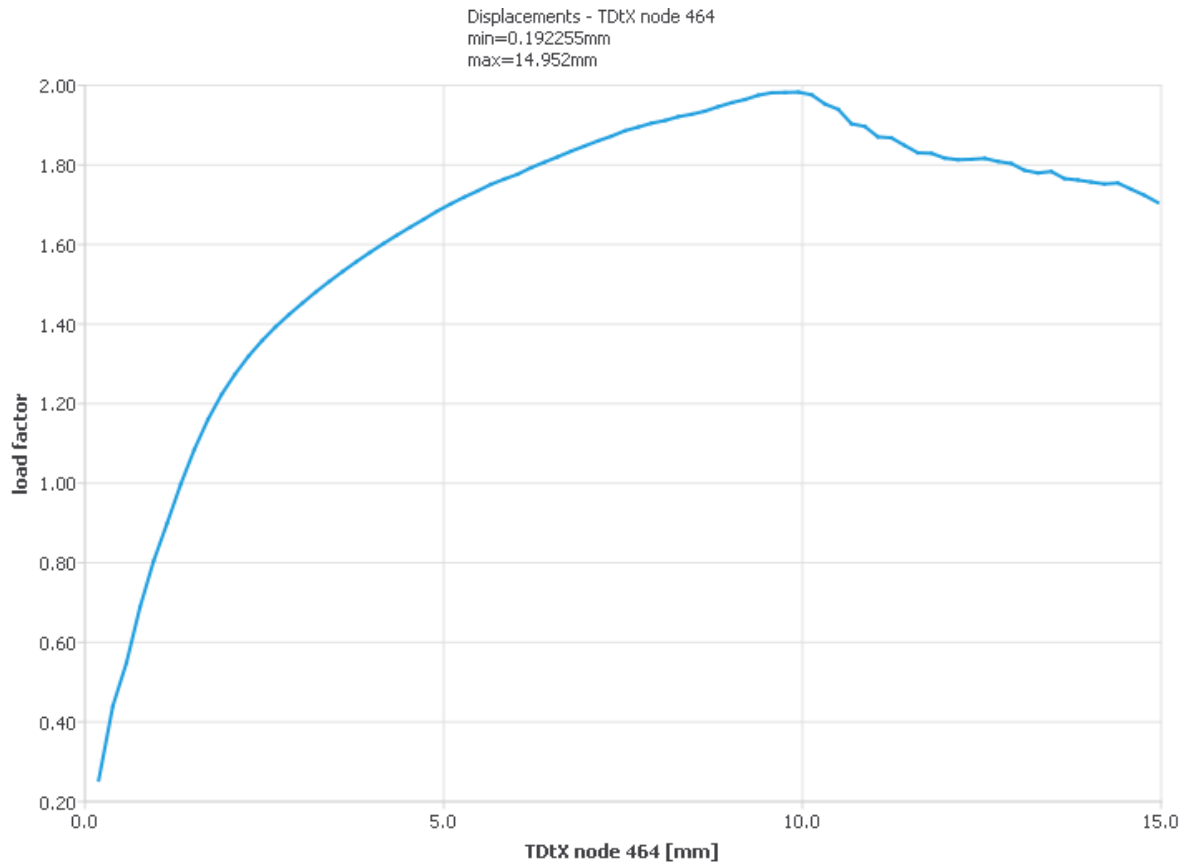
Piola-Kirchhoff Total Stresses SPEq at Phase 2 - Displ_H, Load-step 50, Load-factor 1.9644, Shear_Force



Plastic Strains Epeq at Phase 2 - Displ_H, Load-step 50, Load-factor 1.9644, Shear_Force



Crack-widths Ecw1 at Phase 2 - Displ_H, Load-step 50, Load-factor 1.9644, Shear_Force

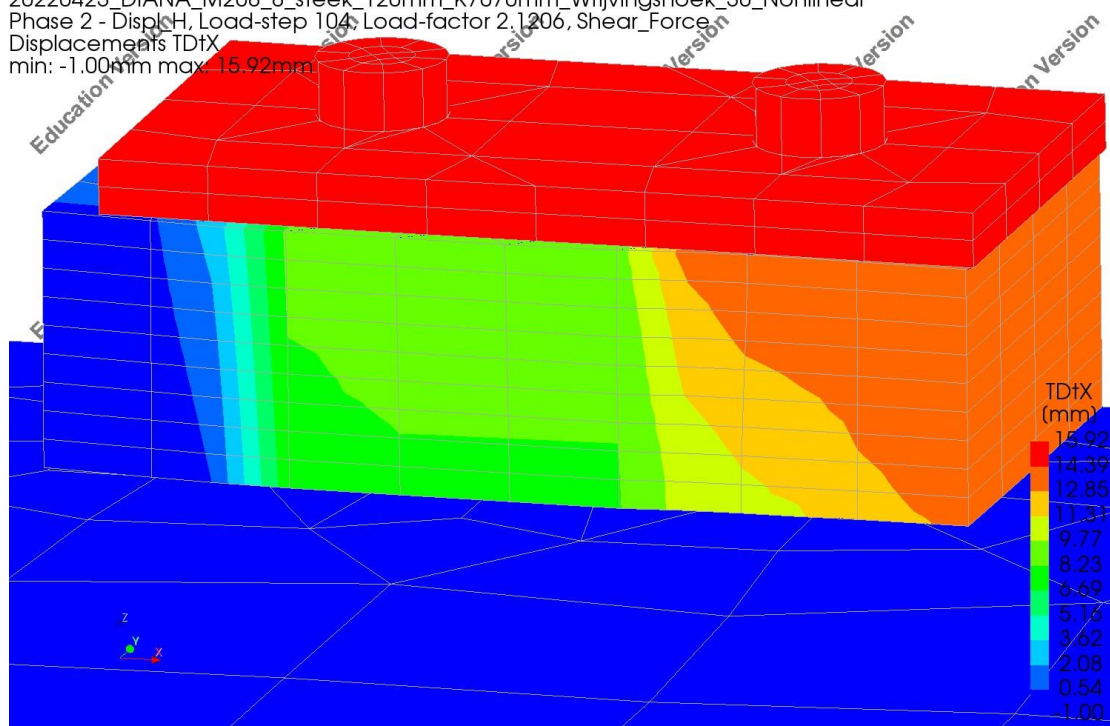


Stress-strain diagram top of base-plate

5.4.1. M20 8.8 K70 70 mm adjustment space with friction footplate

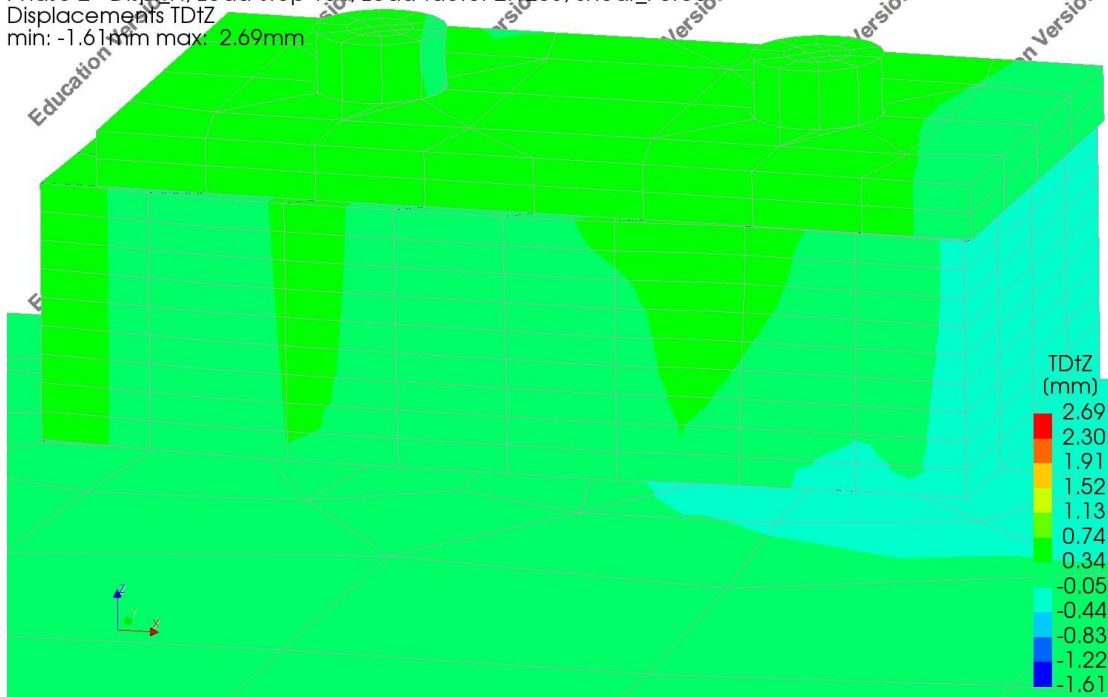
20220423_DIANA_M208_8_steek_120mm_K7070mm_Wrijvingshoek_30_Nonlinear_Results

20220423_DIANA_M208_8_steek_120mm_K7070mm_Wrijvingshoek_30_Nonlinear
Phase 2 - Displ_H, Load-step 104, Load-factor 2.1206, Shear_Force
Displacements TdTX
min: -1.00mm max: 15.92mm



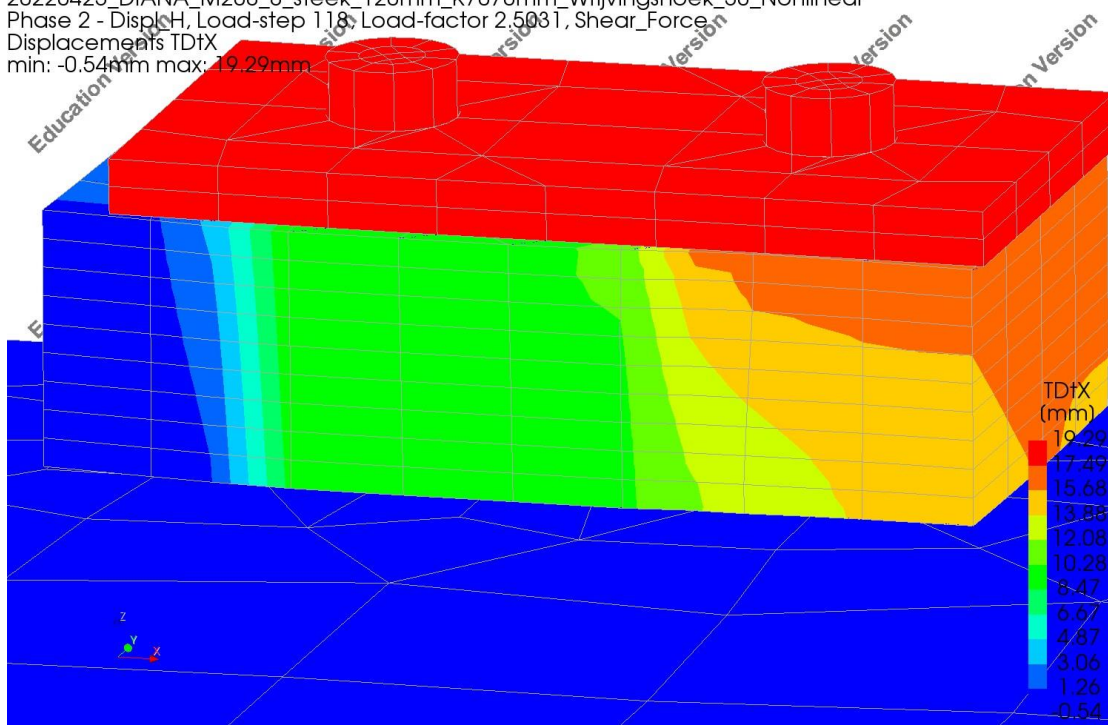
Displacements TdTX at Phase 2 - Displ_H, Load-step 104, Load-factor 2.1206, Shear_Force

20220423_DIANA_M208_8_steek_120mm_K7070mm_Wrijvingshoek_30_Nonlinear
 Phase 2 - Displ_H, Load-step 104, Load-factor 2.1206, Shear_Force
 Displacements TDtZ
 min: -1.61mm max: 2.69mm



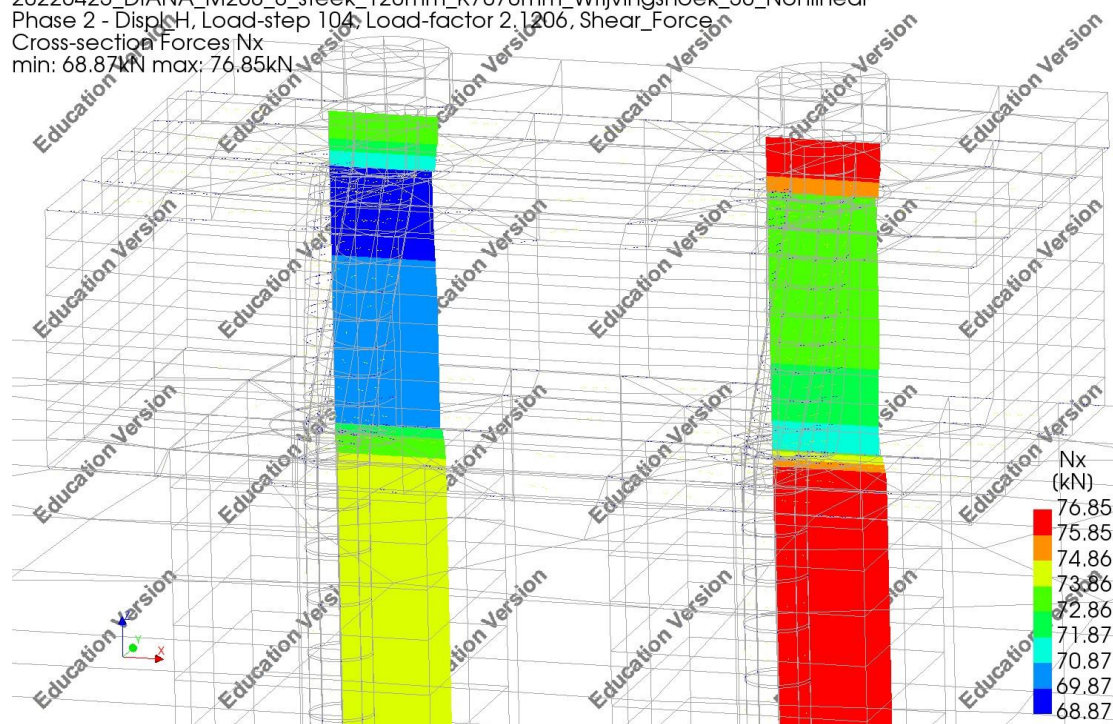
Displacements TDtZ at Phase 2 - Displ_H, Load-step 104, Load-factor 2.1206, Shear_Force

20220423_DIANA_M208_8_steek_120mm_K7070mm_Wrijvingshoek_30_Nonlinear
 Phase 2 - Displ_H, Load-step 118, Load-factor 2.5031, Shear_Force
 Displacements TDtX
 min: -0.54mm max: 19.29mm



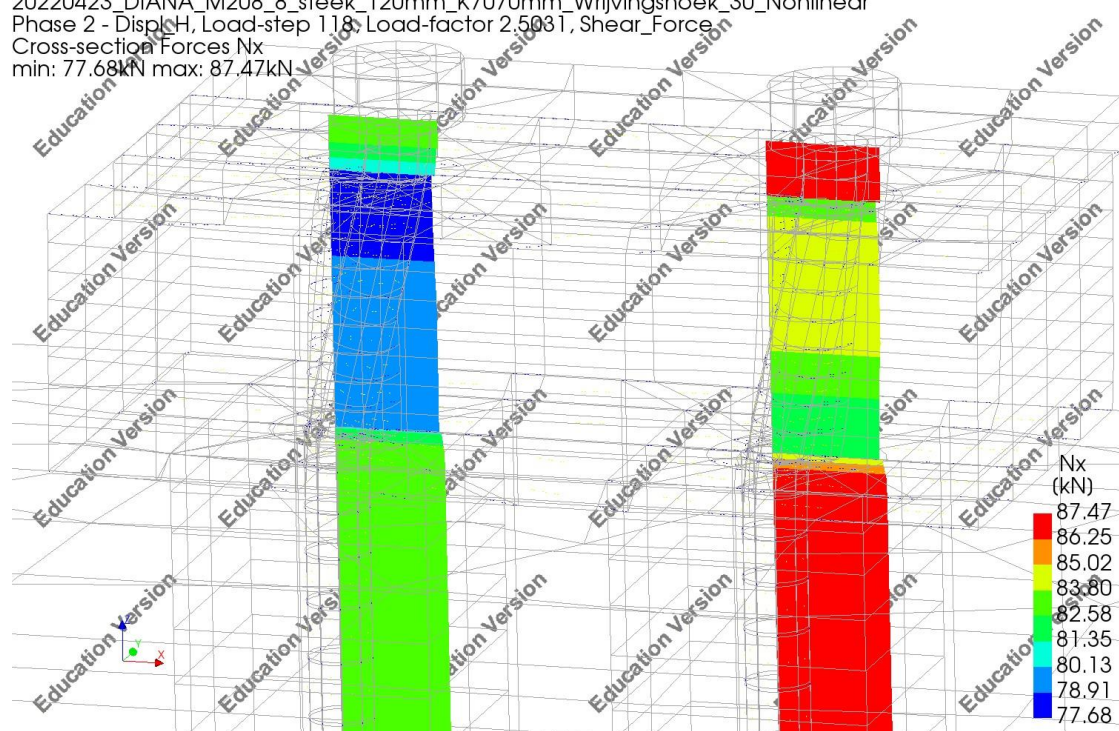
Displacements TDtX at Phase 2 - Displ_H, Load-step 118, Load-factor 2.5031, Shear_Force

20220423_DIANA_M208_8_steek_120mm_K7070mm_Wrijvingshoek_30_Nonlinear
 Phase 2 - Displ_H, Load-step 104, Load-factor 2.1206, Shear_Force
 Cross-section Forces Nx
 min: 68.87kN max: 76.85kN



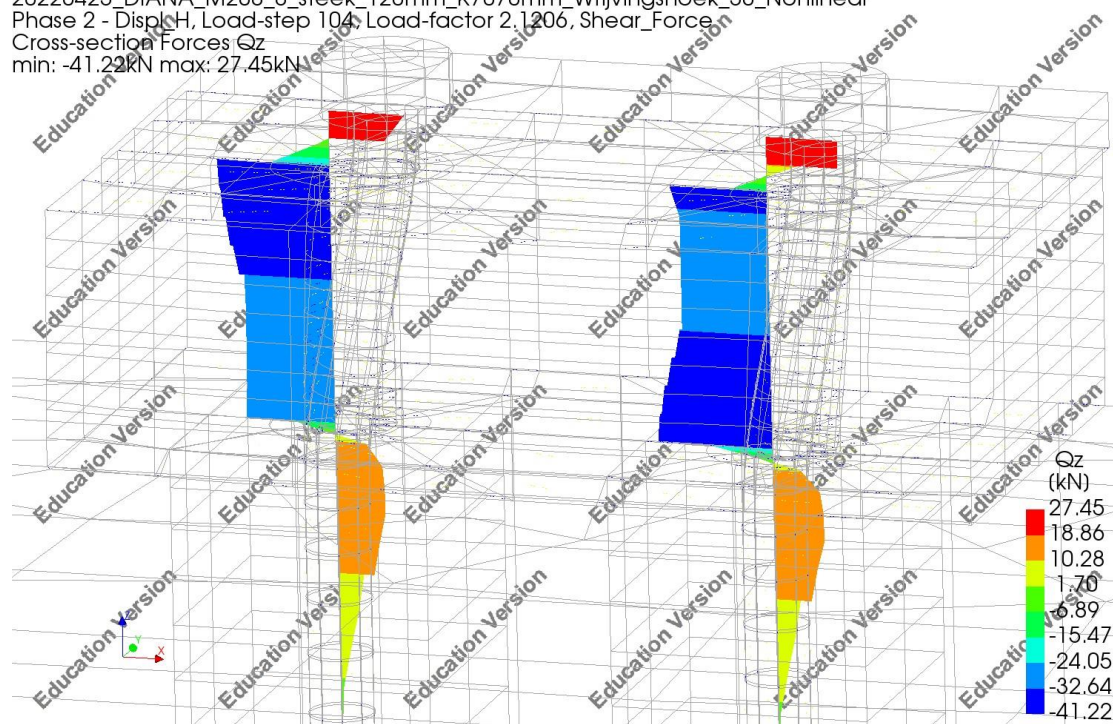
Cross-section Forces Nx at Phase 2 - Displ_H, Load-step 104, Load-factor 2.1206, Shear_Force

20220423_DIANA_M208_8_steek_120mm_K7070mm_Wrijvingshoek_30_Nonlinear
 Phase 2 - Displ_H, Load-step 118, Load-factor 2.5031, Shear_Force
 Cross-section Forces Nx
 min: 77.68kN max: 87.47kN



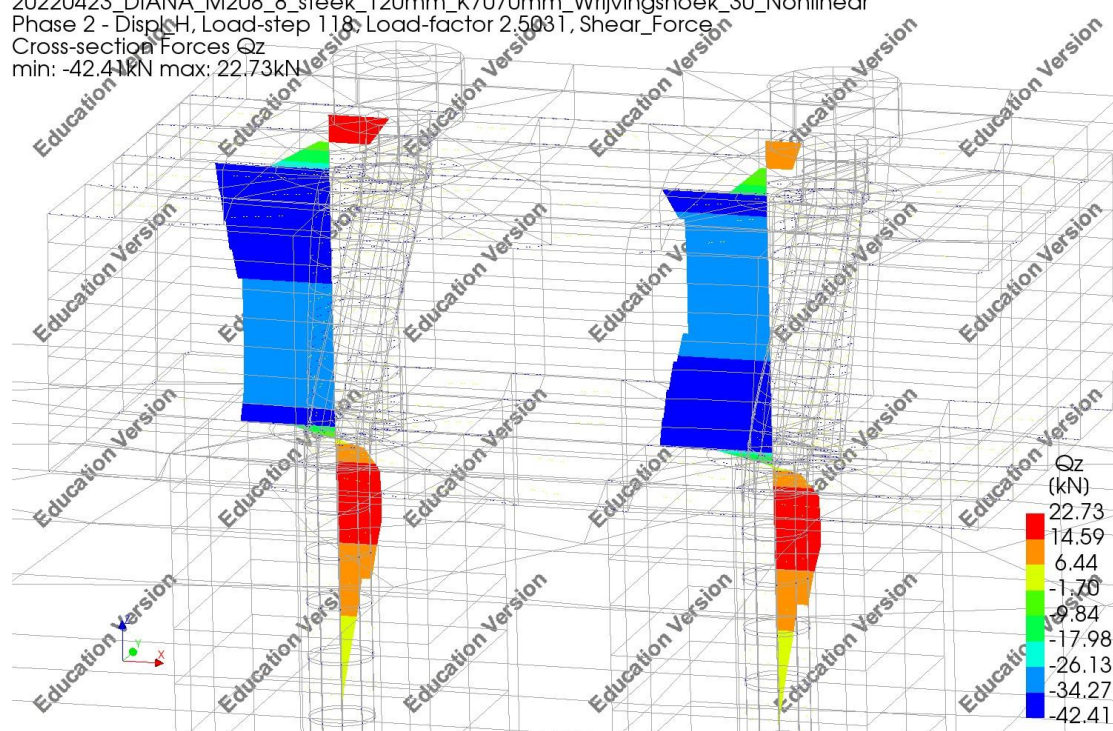
Cross-section Forces Nx at Phase 2 - Displ_H, Load-step 118, Load-factor 2.5031, Shear_Force

20220423_DIANA_M208_8_steek_120mm_K7070mm_Wrijvingshoek_30_Nonlinear
 Phase 2 - Displ_H, Load-step 104, Load-factor 2.1206, Shear_Force
 Cross-section Forces Qz
 min: -41.22kN max: 27.45kN



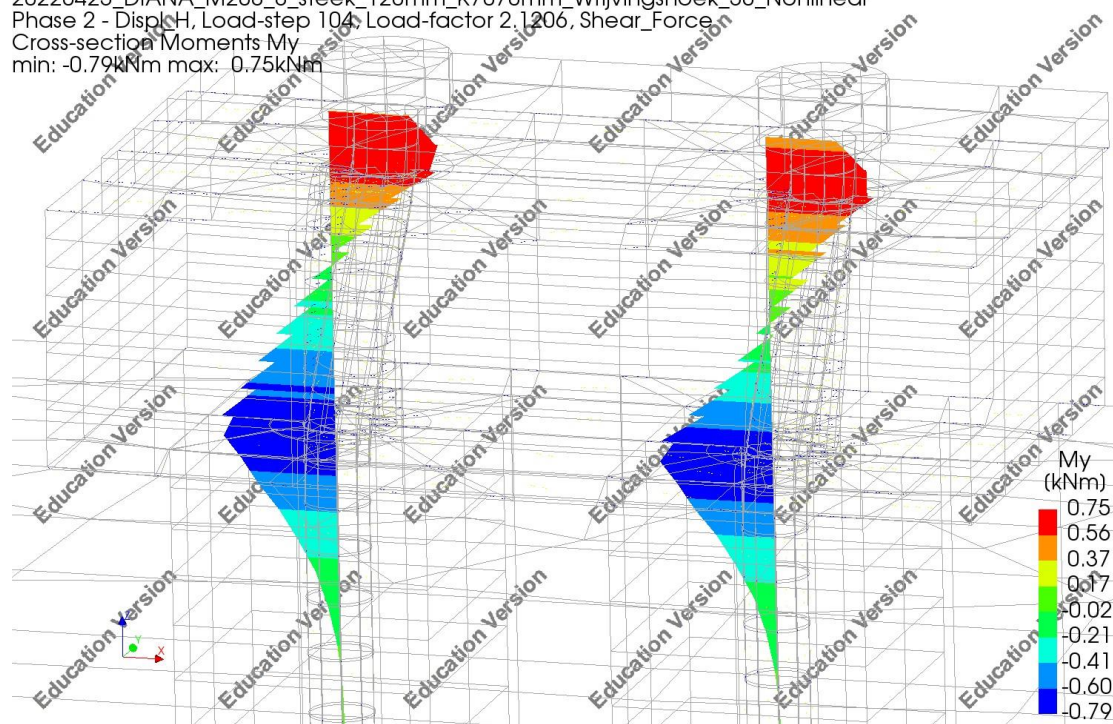
Cross-section Forces Qz at Phase 2 - Displ_H, Load-step 104, Load-factor 2.1206, Shear_Force

20220423_DIANA_M208_8_steek_120mm_K7070mm_Wrijvingshoek_30_Nonlinear
 Phase 2 - Displ_H, Load-step 118, Load-factor 2.5031, Shear_Force
 Cross-section Forces Qz
 min: -42.41kN max: 22.73kN



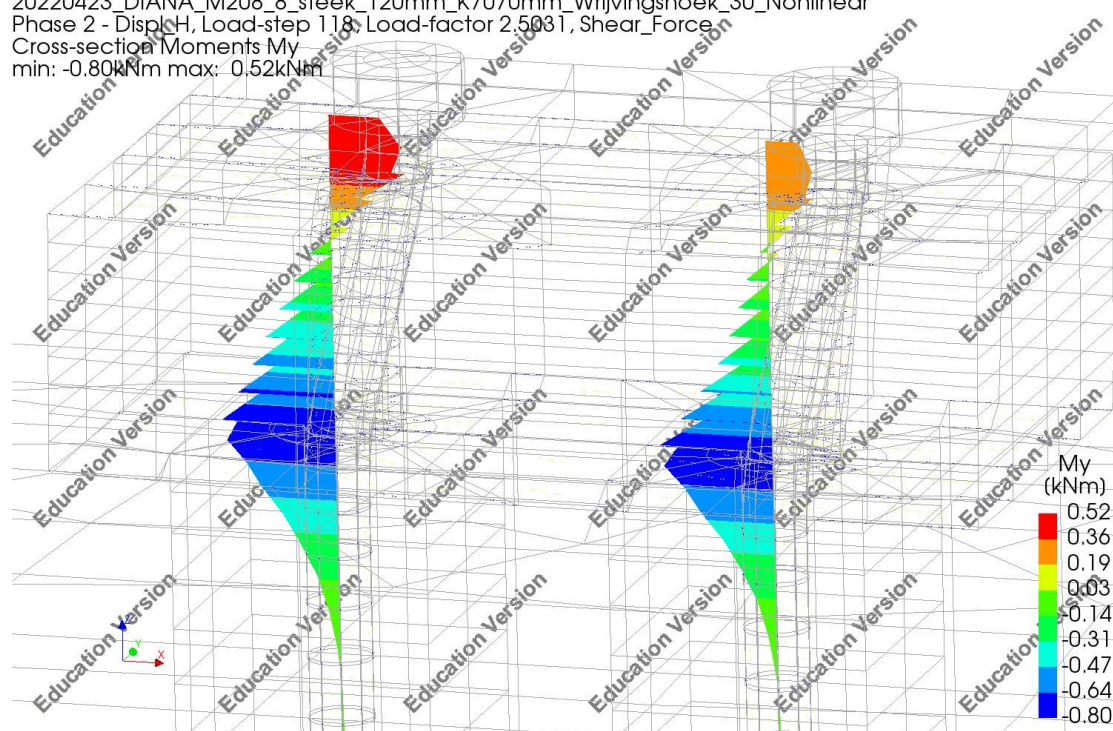
Cross-section Forces Qz at Phase 2 - Displ_H, Load-step 118, Load-factor 2.5031, Shear_Force

20220423_DIANA_M208_8_steek_120mm_K7070mm_Wrijvingshoek_30_Nonlinear
 Phase 2 - Displ_H, Load-step 104, Load-factor 2.1206, Shear_Force
 Cross-section Moments My
 min: -0.79kNm max: 0.75kNm



Cross-section Moments M_y at Phase 2 - Displ_H, Load-step 104, Load-factor 2.1206, Shear_Force

20220423_DIANA_M208_8_steek_120mm_K7070mm_Wrijvingshoek_30_Nonlinear
 Phase 2 - Displ_H, Load-step 118, Load-factor 2.5031, Shear_Force
 Cross-section Moments My
 min: -0.80kNm max: 0.52kNm



Cross-section Moments M_y at Phase 2 - Displ_H, Load-step 118, Load-factor 2.5031, Shear_Force