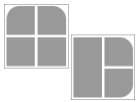


TL3031 - 3.0 kN/m Side Mount

statische berekening aluminium profiel met verankering

4018-12001-TL3031 rev. D



TL3031 - 3.0 kN/m Side Mount

4018-12001-TL3031 rev. D

statische berekening aluminium profiel met verankering

Opdrachtgever:

ONLEVEL GmbH

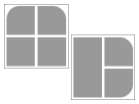
Budberger Straße 5
46446 Emmerich am Rhein

rev.	datum	paraaf	omschrijving
A	2013-01-25	WG	
B	2013-03-07	WG	verduideling windbelasting
C	2015-04-03	WG	correctie prentje §2
D	2016-12-08	WG	lijmanker gewijzigd in Hilti

ing. W.L.G. van de Gaar

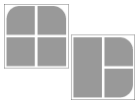
ADVIESBUREAU BREKELMANS

ingenieurs voor bouwconstructies
wilhelminasingel 102
6221 BL maastricht
tel. +31 (0)43 3254637
e-mail info@adviesbureau-brekelmans.nl



Inhoud

1	Van toepassing zijnde normen.....	3
2	Omschrijving	3
3	Uitgangspunten berekening	4
3.1	Belastingen	4
3.2	Materialen.....	4
4	Berekening	5
5	Conclusie en ontwerp-instructies	5
	Bijlage 1 - berekening aluminium profiel	6
	Bijlage 2 - berekening verankeringsmiddelen	12
	Bijlage 3 - berekening boorankers	13
	Bijlage 4 - relevante profieldiktes	20



1 Van toepassing zijnde normen

De berekening is gebaseerd op de Eurocodes, in het bijzonder:

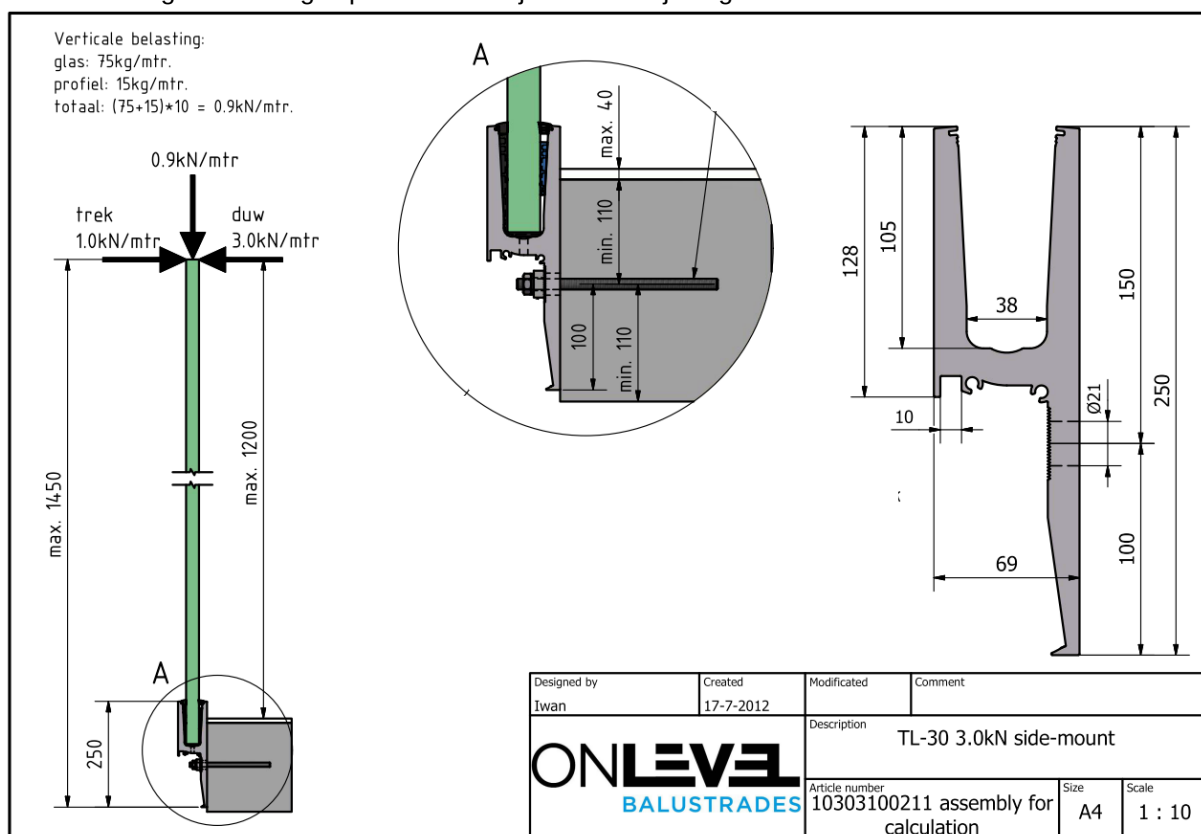
NEN-EN 1990:2011	grondslagen voor het constructief ontwerp
NEN-EN 1991-1-1:2011	algemene belastingen: eigen gewicht en opgelegde belastingen
NEN-EN 1991-1-4:2011	algemene belastingen: windbelastingen
NEN-EN 1993-1-1:2011	ontwerp en berekening van staalconstructies: algemeen
NEN-EN 1993-1-8:2011	ontwerp en berekening van staalconstructies: verbindingen
NEN-EN 1999-1-1:2011	ontwerp en berekening van aluminiumconstructies

Bij deze normen is consequent de Nederlandse nationale bijlage (NB) gebruikt.

2 Omschrijving

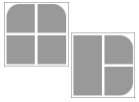
In dit rapport is de verankering met het aluminium vloerrandprofiel "TL3031 - 3.0 kN/m Side Mount" voor het Trans Level glasbalustrade-systeem nader berekend.

De berekeningen van de glaspanelen zelf zijn afzonderlijk uitgevoerd.



Voor de benodigde boorankers zie bijlage 2.

Voor de relevante profieldiktes zie bijlage 4.



3 Uitgangspunten berekening

3.1 Belastingen

Gevolgklasse CC2 (vlg. H.2 van NEN 2608)

Gehanteerde belastingfactoren op basis van gevolgklasse CC2:

Formule (6.10b) maatgevend: $\gamma_G = 1.2$ $\gamma_Q = 1.5$

Horizontale belastingen op afscheidingen bij een hoogteverschil vlg. bijlage NB.A van NEN 1991-1-1(NB):
In afwijking van tabel NB.6 is de verankering berekend op onderstaande afzonderlijke belastingen:

lijnlust $q_{rep} = 3.0 \text{ kN/m}$ (naar "buiten" gericht)
 $q_{rep} = -1.0 \text{ kN/m}$ (naar "binnen"gericht)

geconcentreerde belasting $F_{rep} = 1.0 \text{ kN}$

(hiermee worden alle toepassingen gedekt en wordt aangesloten op de voorwaarden in enkele andere EU landen).

De verankering is berekend bij de maximale voorgeschreven hoogte van **1.20 m**.

3.2 Materialen

Geëxtrudeerde aluminium profielen: EN AW 6063-T6

$$f_o = 150 \text{ N/mm}^2$$

$$f_u = 185 \text{ N/mm}^2$$

(aangepast vlg. opgave producent i.v.m. totale profieldikte)

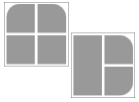
Stalen onderdelen: S235

Bouten/moeren: 8.8 (indien RVS: A4-80)

$$f_{yb} = 600 \text{ N/mm}^2$$

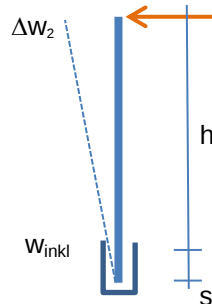
$$f_{ub} = 800 \text{ N/mm}^2$$

Minimaal vereiste betonkwaliteit voor boorankers: C25/30



4 Berekening

Voor de berekening van het aluminium profiel zelf zie bijlage 1.



De insteekmaat is: $s = 90 \text{ mm}$

De relatieve doorbuiging van het profiel is: $w_{inkl} = 1.33 \text{ mm}$
bij $q_{rep} = 1.0 \text{ kN}$ en $h = 1,20 \text{ m}$

Voor de berekening van de verankeringen van het profiel aan de bouwkundige constructie, zie bijlage 2.

5 Conclusie en ontwerp-instructies

Het berekende profiel met zijn verankeringen voldoet bij de gegeven belastingen.

Horizontale doorbuiging:

De doorbuiging van de glasbalustrade is de som van de doorbuiging van de glasplaat zelf en de doorbuiging ten gevolge van het swing-effect door vervorming van het vloerendprofiel.

Voor de berekening van de doorbuiging van de glasbalustrade dient, bij afzonderlijke berekening van het glaspaneel, de doorbuiging van het glaspaneel te worden gesuperponeerd met:

$$\Delta w_2 = w_{inkl} \cdot q_{rep} \cdot \frac{(h + s)^2}{1290 \cdot s} = 1.33 \cdot q_{rep} \cdot \frac{(h + 90)^2}{1290 \cdot 90}$$

$$\rightarrow h = 1.00 \text{ m:} \quad \Delta w_2 = 13.6 \cdot q_{rep} \quad [\text{mm}]$$

$$\rightarrow h = 1.20 \text{ m:} \quad \Delta w_2 = 19.1 \cdot q_{rep} \quad [\text{mm}]$$

waarin q_{rep} (F_{rep}) de belasting vlg. tabel NB.6 in de beschouwde toepassing

Windbelasting:

De maximale extreme stuwdruk q_p vlg. NEN-EN 1991-1-4(NB) in een buitentoepassing is, gerelateerd aan de lijnlast q_{rep} :

uitgaande van: $\gamma_Q = 1.5$

Volgens tabel NB 17-7.9 van NEN-EN 1991-1-4(NB) voor borstweringen met omgezette randen:

$c_{p,net} = \pm 1,8$ (panelen binnen 2h van rand maatgevend)

$$q_{rep} \cdot (h_{ontw} + s) = c_{p,net} \cdot q_p \cdot h \cdot (0.5h + s)$$

$$q_p \leq \{q_{rep} \cdot (h_{ontw} + s)\} / \{c_{p,net} \cdot h \cdot (0.5h + s)\}$$

$\rightarrow$ extreme stuwdruk bij $h = 1.00 \text{ m}$:

$$q_p \leq \{3.00 \cdot (1.20 + 0.09) / \{1.8 \cdot 1.00 \cdot (0.5 \cdot 1.00 + 0.09)\}\} = 3.65 \text{ kN/m}^2$$

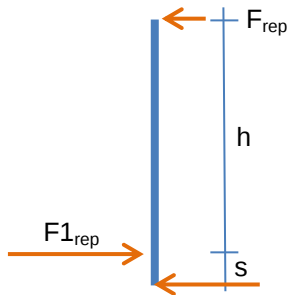
$\rightarrow$ extreme stuwdruk bij $h = 1.20 \text{ m}$: $q_p \leq (q_{rep} \cdot 2.4 / (c_{p,net} \cdot h^2)^{0.5}$

$$q_p \leq \{3.00 \cdot (1.20 + 0.09) / \{1.8 \cdot 1.20 \cdot (0.5 \cdot 1.20 + 0.09)\}\} = 2.61 \text{ kN/m}^2$$

De maximale hoogte waarop het borstweringprofiel kan worden toegepast, kan per windgebied worden bepaald m.b.v. tabel NB.5 van NEN-EN 1991-1-4(NB).

Hierbij dient wel rekening te zijn gehouden met de voorwaarden die bij de toepassing van deze tabel zijn gesteld.

Bijlage 1 - berekening aluminium profiel



$$F_{rep} = 3.00 \text{ kN/m} \\ \text{resp. } -1.00 \text{ kN/m (niet maatgevend)}$$

$$h = 1200 \text{ mm} \\ s = 90 \text{ mm}$$

Het profiel is berekend bij een lengte van $l_s = 750 \text{ mm}$:

$$F1_{rep} = F_{rep} \cdot (h+s) / s = 3.00 \cdot (1200+90)/90 = 43.00 \text{ kN/m} \cdot l_s = 32.25 \text{ kN} \\ F2_{rep} = F1_{rep} - F_{rep} = 43.00 - 3.00 = 40.00 \text{ kN/m} \cdot l_s = 30.00 \text{ kN}$$

Het profiel wordt elastisch berekend met de representatieve waarde van de optredende krachten, waarbij de spanningen in de BGT begrensd worden op:

Herleiding van 6.2.5 van NEN-EN 1999-1-1(NB):

$$M_{u,Rd} = W_{net} \cdot f_u / \gamma_{M2}$$

$$M_{c,Rd} = \alpha \cdot W_{el} \cdot f_o / \gamma_{M1}$$

$$\text{waarin: } \gamma_{M2} = 1.25$$

$$\gamma_{M1} = 1.10$$

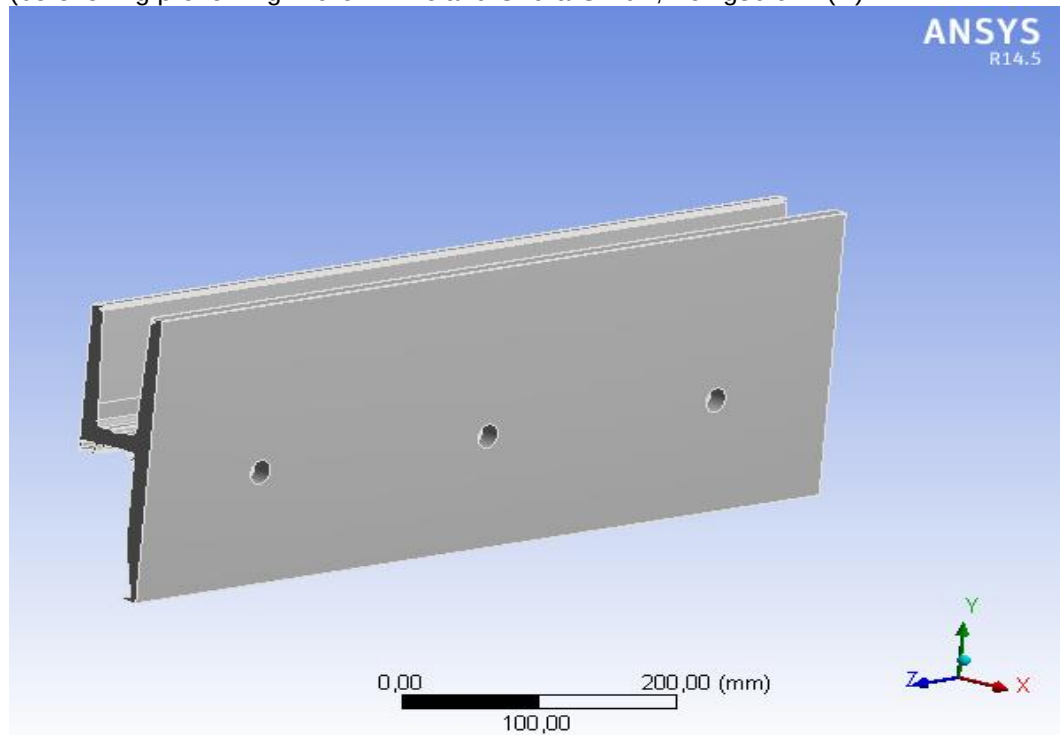
$$\alpha = 1.5 = W_{pl} / W_{el} \text{ voor doorsnede klasse 1 en 2 (massief, niet gelast)}$$

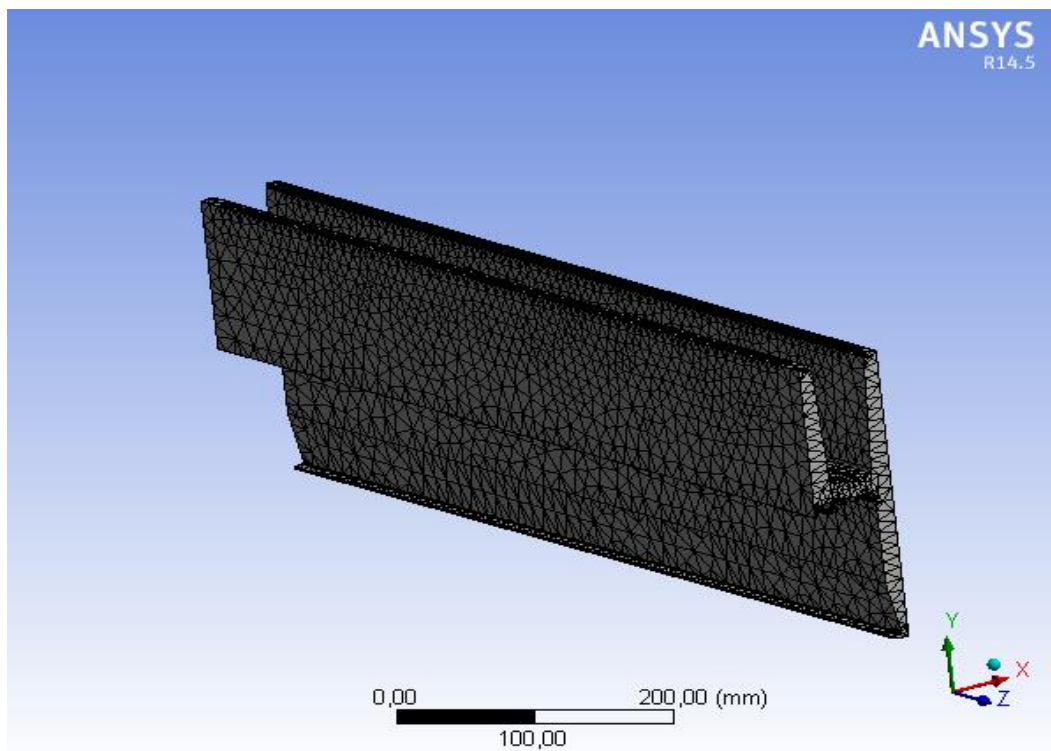
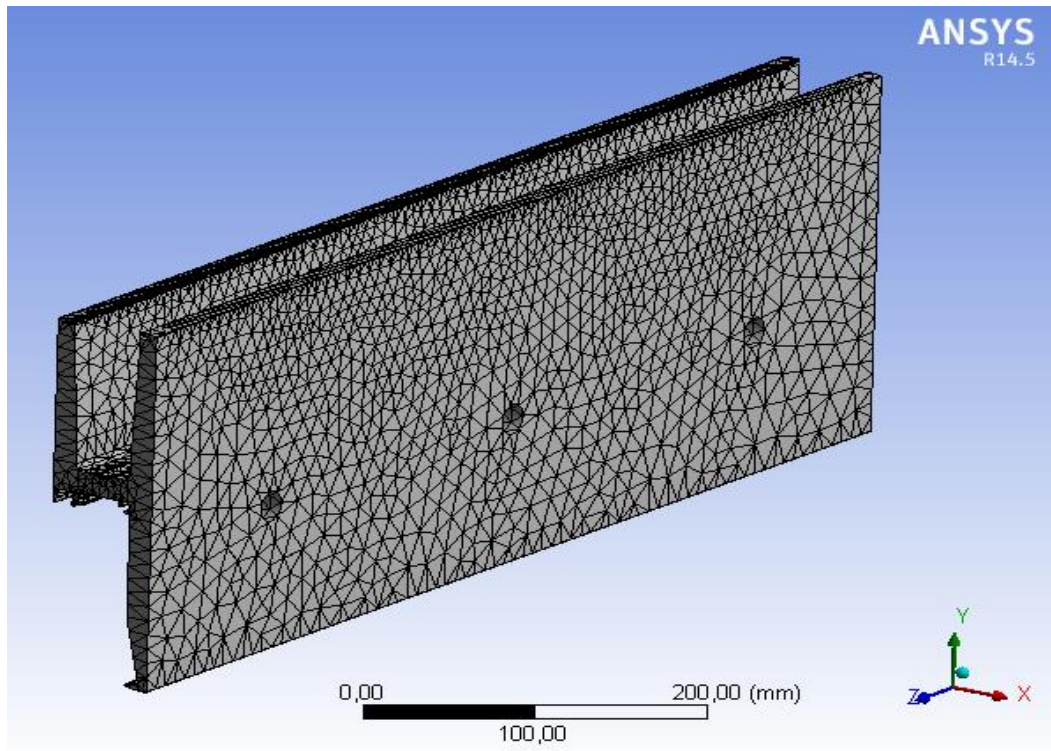
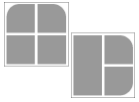
$$\sigma_{rep} \leq$$

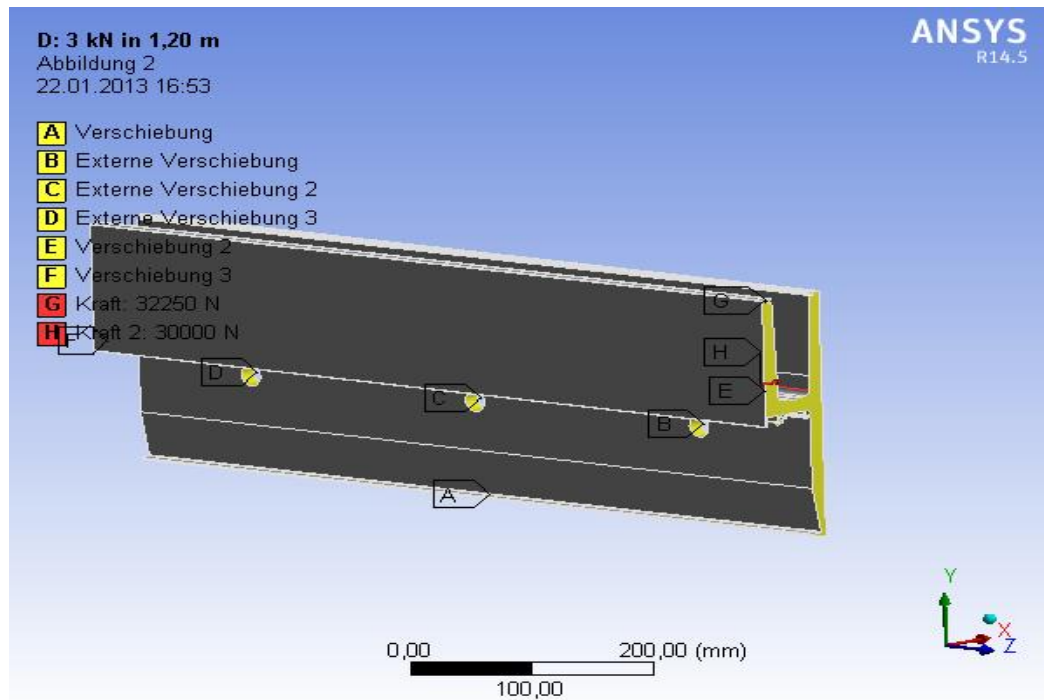
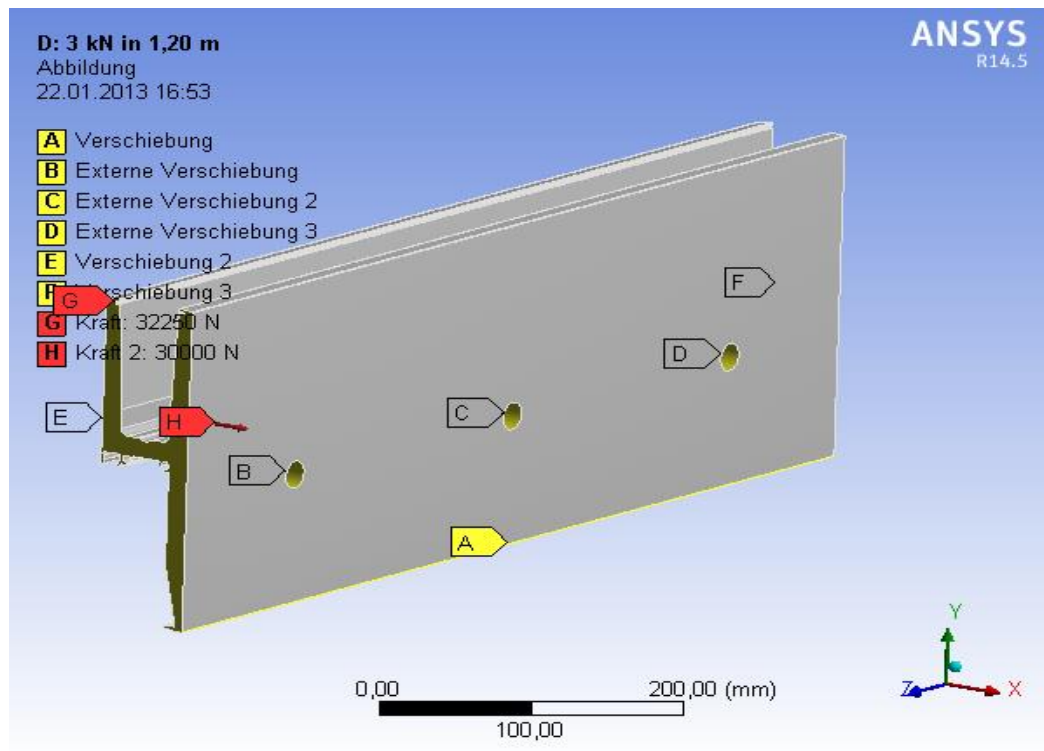
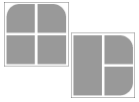
$$(f_u / \gamma_{M2}) / \gamma_Q = (185 / 1.25) / 1.50 = 98.7 \text{ N/mm}^2$$

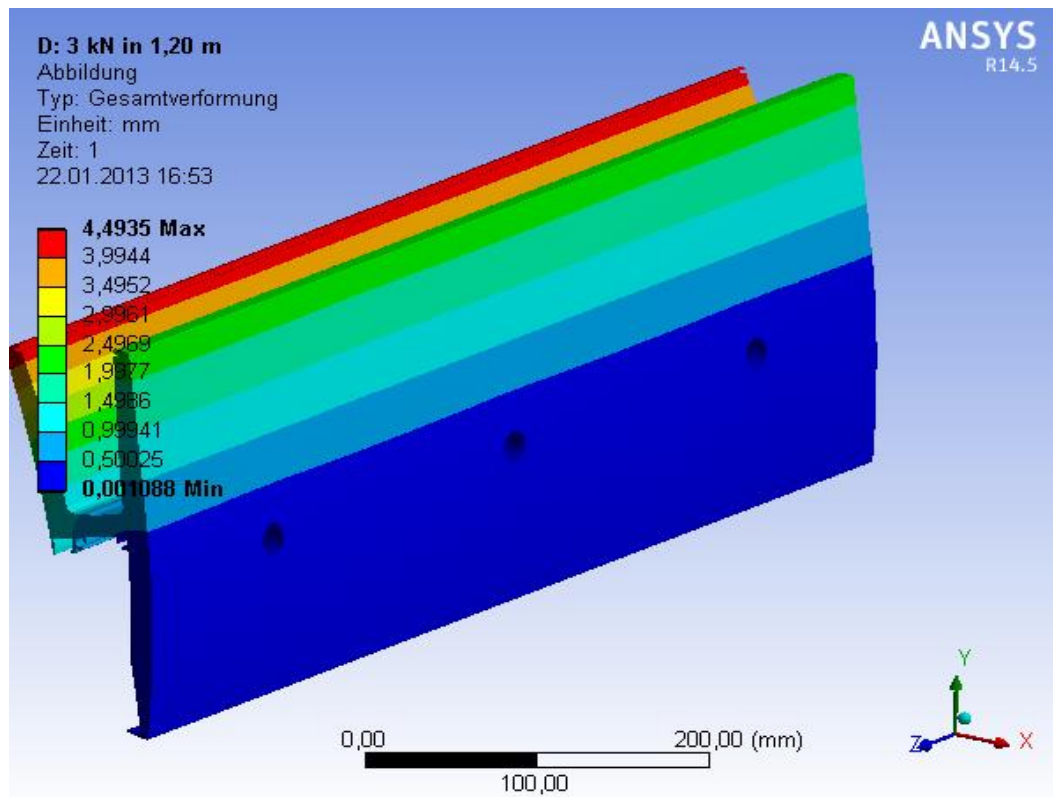
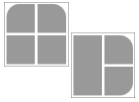
$$\sigma_{rep} \leq (\alpha \cdot f_o / \gamma_{M1}) / \gamma_Q = (1.5 \cdot 150 / 1.10) / 1.50 = 136.4 \text{ N/mm}^2 \rightarrow \sigma_{rep} \leq 98.7 \text{ N/mm}^2$$

(berekening profiel: Ing.-Büro Dr. Roland Ondra GmbH, Königsbrunn (D))

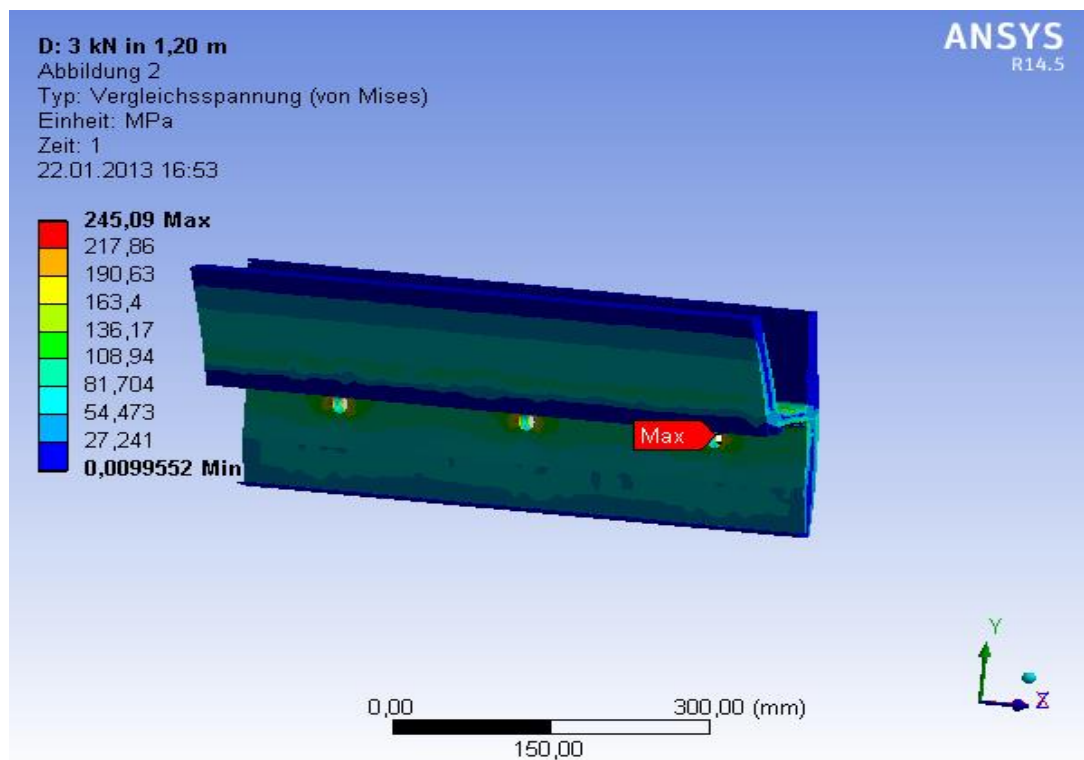
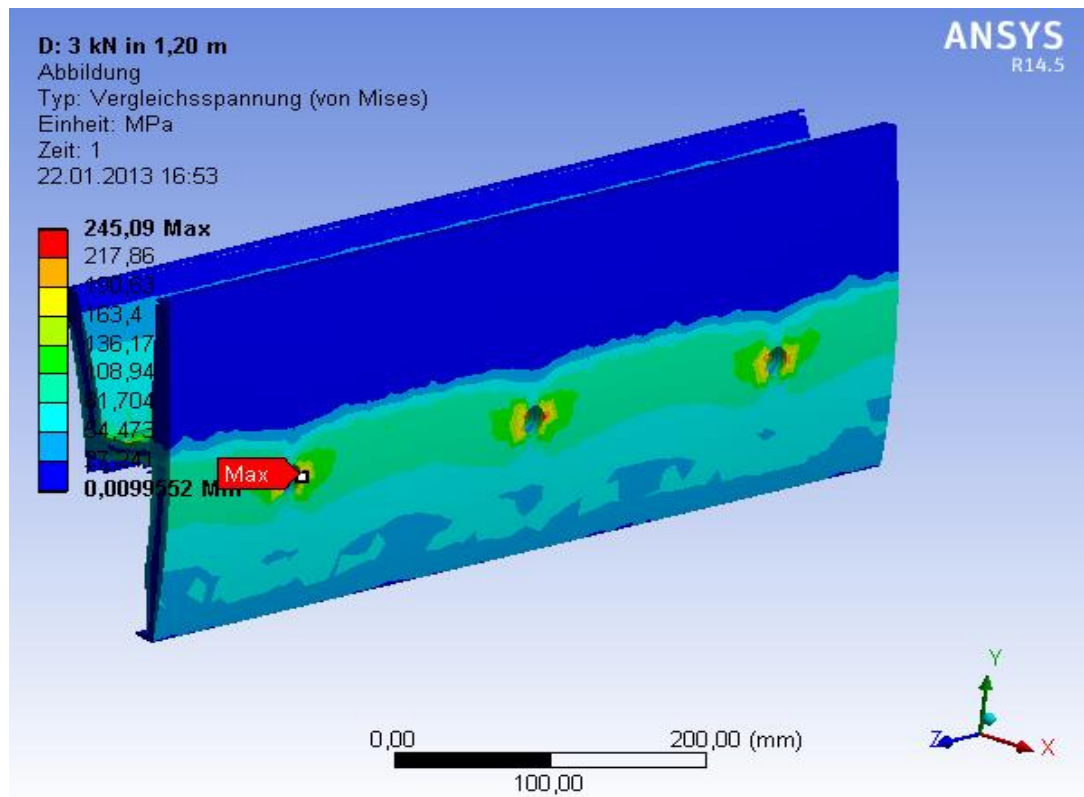
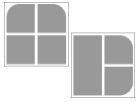


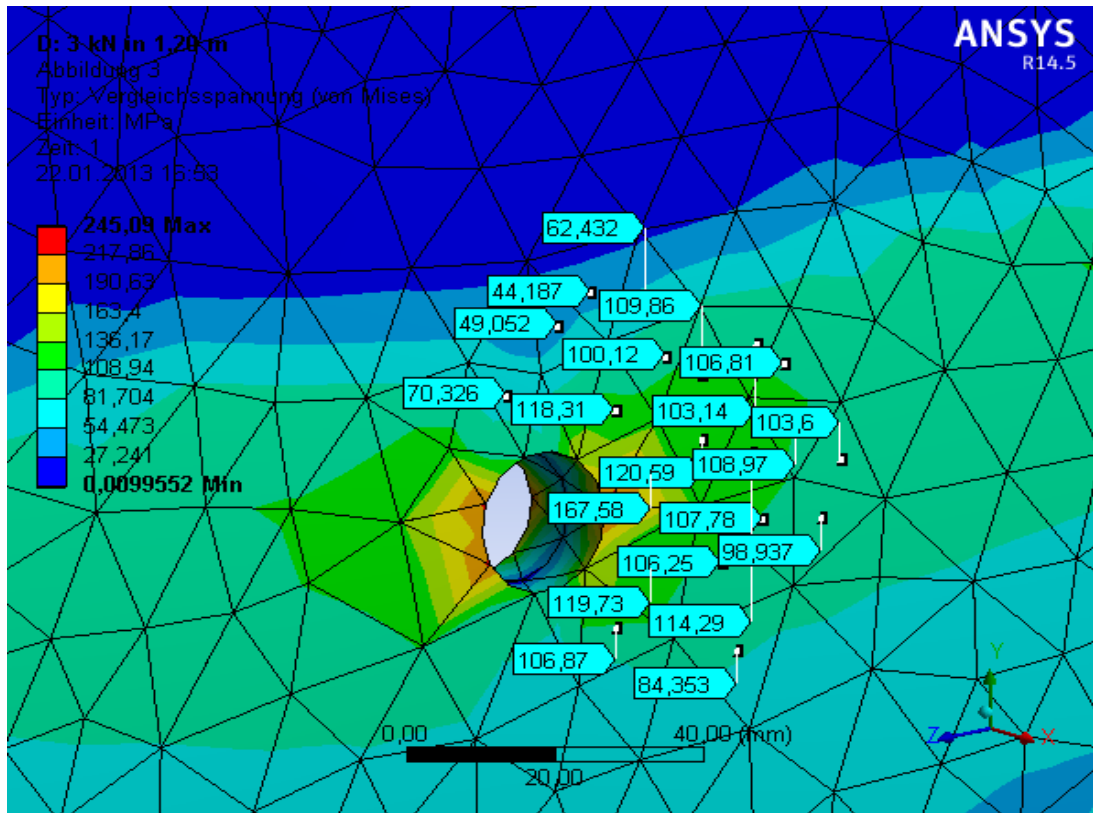






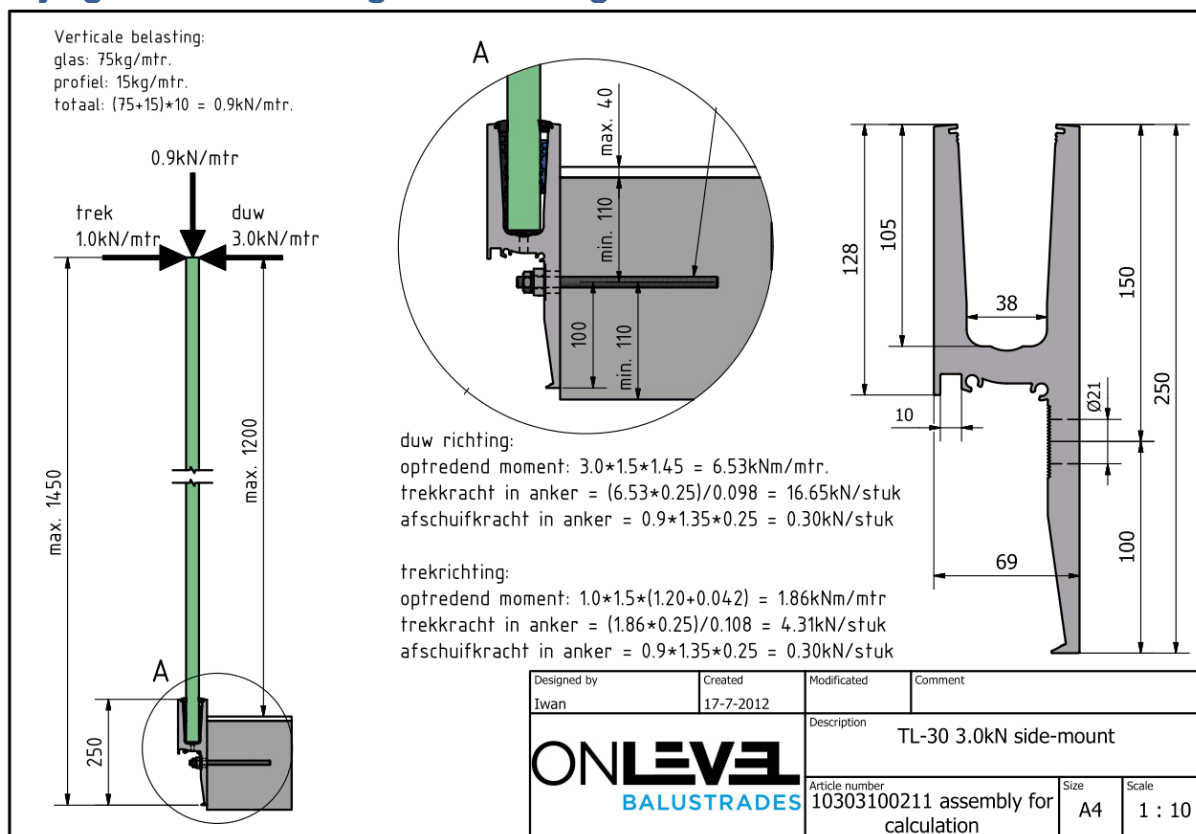
Bij 1 kN/m $\rightarrow w = 3.9944/3 = 1.33$ mm





De constraints (oplegpunt) zijn in de wand van het gat aangenomen. Hierdoor ontstaan vlak naast het gat piekspanningen die in werkelijkheid niet optreden i.v.m. lastoverdracht door de dikke volgplaat en bout.

Bijlage 2 - berekening verankeringsmiddelen



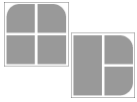
Boorankers in beton

Voor de berekening van de boorankers zie bijlage 3.
Minimaal vereiste betonkwaliteit voor boorankers: C25/30

De benodigde boorankers:

- bij toepassing binnen: **Hilti HIT-HY 200-A + HIT-V-F (5.8) M10 ($h_{ef} = 152\text{mm}$) h.o.h. 250 mm**
- bij toepassing buiten: **Hilti HIT-HY 200-A + HIT-V-R M10 ($h_{ef} = 152\text{mm}$) h.o.h. 250 mm**

Voor de boorankers kunnen alternatieve ankers worden toegepast, mits voor deze ankers door berekening op basis van ETAG bijlage C is aangetoond, dat de ankers bij de optredende krachten en in de gegeven situatie voldoen.



www.hilti.nl

Profis Anchor 2.7.1

Firma:

Bladzijde:

2

Constructeur:

Project:

Adres:

Sub-Project I Pos. Nr.:

Tel. / Fax:

Datum:

04-01-2017

E-mail:

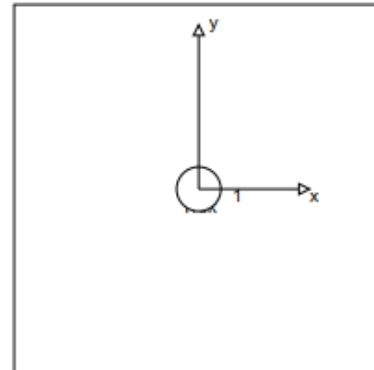
2 Belastingsituatie/Resultierende ankerlasten

Belasting situatie: Rekenwaarden belasting

Ankerreacties [kN]

Trekkkracht: (+ Trek, - Druk)

Anker	Trekkkracht	Afschuifkracht	Afschuifkracht x	Afschuifkracht y
1	16.650	0.300	0.300	0.000
max. stuik van het beton:		- [%σ]		
max. betondrukspanning:		- [N/mm ²]		
resulterende trekkkracht in (x/y)=(0/0):	16.650 [kN]			
resulterende drukkracht in (x/y)=(0/0):	0.000 [kN]			



3 Treklast (EOTA TR 029, paragraaf 5.2.2)

	Belasting [kN]	Capaciteit [kN]	Benutting β _k [%]	Status
Staalbreuk*	16.650	19.333	87	OK
Gecombineerd bezwijken door uittrekken en betonkegelbreuk**	16.650	16.674	100	OK
Betonkegelbreuk**	16.650	16.966	99	OK
Splijten**	16.650	43.879	38	OK

* ongunstigste anker **ankergroep (ankers onder trekbelasting)

3.1 Staalbreuk

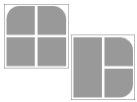
N _{Ed,s} [kN]	γ _{M,s}	N _{Ed,s} [kN]	N _{Sd} [kN]
29.000	1.500	19.333	16.650

3.2 Gecombineerd bezwijken door uittrekken en betonkegelbreuk

A _{p,N} [mm ²]	A _{c,N} [mm ²]	τ _{Rk,Ed,25} [N/mm ²]	s _{cr,Np} [mm]	c _{cr,Np} [mm]	c _{min} [mm]
55000	62500	18.00	310	155	110
h _{ef} [mm]	c _{cr,Np} [mm]	s _{cr,Np} [mm]			
123	125	250			
ψ _c	τ _{Rk,cr} [N/mm ²]	k	ψ _{g,Np} ⁰	ψ _{g,Np}	
1.020	7.65	2.300	1.000	1.000	
e _{c1,N} [mm]	ψ _{ec1,Np}	e _{c2,N} [mm]	ψ _{ec2,Np}	ψ _{s,Np}	ψ _{re,Np}
0	1.000	0	1.000	0.964	1.000
N _{Ed,s} ⁰ [kN]	N _{Rk,p} [kN]	γ _{M,p}	N _{Ed,p} [kN]	N _{Sd} [kN]	
29.483	25.011	1.500	16.674	16.650	

3.3 Betonkegelbreuk

A _{c,N} [mm ²]	A _{c,N} ⁰ [mm ²]	c _{cr,N} [mm]	s _{cr,N} [mm]		
55000	62500	228	456		
h _{ef} [mm]	c _{cr,N} [mm]	s _{cr,N} [mm]			
83	125	250			
e _{c1,N} [mm]	ψ _{ec1,N}	e _{c2,N} [mm]	ψ _{ec2,N}	ψ _{s,N}	ψ _{re,N}
0	1.000	0	1.000	0.964	1.000
k ₁	N _{Ed,s} ⁰ [kN]	γ _{M,s}	N _{Ed,s} [kN]	N _{Sd} [kN]	
7.200	30.000	1.500	16.966	16.650	



www.hilti.nl

Profis Anchor 2.7.1

Firma:

Bladzijde:

3

Constructeur:

Project:

Adres:

Sub-Project I Pos. Nr.:

Tel. I Fax:

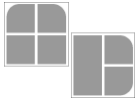
Datum:

04-01-2017

E-mail:

3.4 Splijten

$A_{s,N}$ [mm ²]	$A_{s,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,sp}$ [mm]	$s_{cr,sp}$ [mm]	$\psi_{s,sp}$		
55000	62500	152	304	1.408		
h_{ef} [mm]	$c'_{cr,sp}$ [mm]	$s'_{cr,sp}$ [mm]				
125	125	250				
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	k_t
0	1.000	0	1.000	0.964	1.000	7.200
$N_{Rd,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,sp}$	$N_{Rd,sp}$ [kN]	N_{Sd} [kN]			
55.114	1.500	43.879	16.650			



www.hilti.nl

Profis Anchor 2.7.1

Firma:

Bladzijde:

4

Constructeur:

Project:

Adres:

Sub-Project I Pos. Nr.:

Tel. / Fax:

Datum:

04-01-2017

E-mail:

4 Afschuifbelasting (EOTA TR 029, paragraaf 5.2.3)

	Belasting [kN]	Capaciteit [kN]	Benutting β_v [%]	Status
Staalbreuk (zonder hefboomsarm)*	0.300	12.000	3	OK
Staalbreuk (met hefboomsarm)*	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.
Betonachteruitbreken**	0.300	33.348	1	OK
Betonrandbreuk in richting x+**	0.300	8.606	4	OK

* ongunstigste anker **ankergroep (geactiveerde ankers)

4.1 Staalbreuk (zonder hefboomsarm)

$V_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
15.000	1.250	12.000	0.300

4.2 Betonachteruitbreken (door bezwijken lijmverbinding)

$A_{p,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$\tau_{Rk,act,25}$ [N/mm ²]	$c_{cr,Np}$ [mm]	$s_{cr,Np}$ [mm]	c_{min} [mm]
55000	62500	18.00	155	310	110
$c_{cr,Np}$ [mm]	$s_{cr,Np}$ [mm]				
125	250				
ψ_c	$\tau_{Rk,cr}$ [N/mm ²]	k	k-factor	$\psi_{g,Np}^0$	$\psi_{g,Np}$
1.020	7.65	2.300	2.000	1.000	1.000
$\psi_{s,Np}$	$e_{c1,V}$ [mm]	$\psi_{ec1,Np}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\psi_{ec2,Np}$	$\psi_{re,Np}$
0.964	0	1.000	0	1.000	1.000
$N_{Rk,p}^0$ [kN]	$N_{Rk,p}$ [kN]	$\gamma_{M,c,p}$	$V_{Rd,cp}$ [kN]	V_{Ed} [kN]	
29.483	25.011	1.500	33.348	0.300	

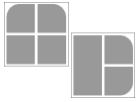
4.3 Betonrandbreuk in richting x+

h_{ef} [mm]	d_{nom} [mm]	k_1	α	β	
120	10.0	1.700	0.104	0.062	
c_1 [mm]	$A_{c,V}$ [mm ²]	$A_{c,V}^0$ [mm ²]			
110	41250	54450			
$\psi_{s,V}$	$\psi_{h,V}$	$\psi_{u,V}$	$e_{c,V}$ [mm]	$\psi_{ec,V}$	$\psi_{re,V}$
0.927	1.000	1.000	0	1.000	1.000
$V_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c}$	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Ed} [kN]		
18.376	1.500	8.606	0.300		

5 Combinatie van trek en afschuiving (EOTA TR 029, paragraaf 5.2.4)

β_u	β_v	α	Benutting $\beta_{u,v}$ [%]	Status
0.999	0.035	1.000	87	OK

$$(\beta_u + \beta_v) / 1.2 \leq 1$$



www.hilti.nl

Firma:
Constructeur:
Adres:
Tel. | Fax:
E-mail:

|

Bladzijde:
Project:
Sub-Project | Pos. Nr.:
Datum:

Profis Anchor 2.7.1

5

04-01-2017

6 Verplaatsingen (hoogst belaste anker)

Kortdurende belastingen

N_{sk}	=	12.333 [kN]	δ_N	=	0.181 [mm]
V_{sk}	=	0.222 [kN]	δ_V	=	0.013 [mm]
			δ_{NV}	=	0.181 [mm]

Langeduur-belastingen

N_{sk}	=	12.333 [kN]	δ_N	=	0.413 [mm]
V_{sk}	=	0.222 [kN]	δ_V	=	0.018 [mm]
			δ_{NV}	=	0.414 [mm]

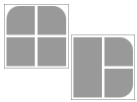
NB: Verplaatsingen t.g.v. trekbelasting zijn gebaseerd op de helft van het vereiste aandraaimoment voor ongescheurd beton! Verplaatsingen t.g.v. afschuiving zijn bepaald zonder inachtneming van wrijving tussen beton en ankerplaat! De spelling als gevolg van toleranties in boorgatdiameter en gatdiameter in ankerplaat wordt niet beschouwd in deze berekening!

Hoeveel verplaatsing toelaatbaar is, hangt af van de verbinding en dient door de constructeur te worden bepaald!

7 Waarschuwingen

- De ankerplaat wordt verondersteld voldoende stijf te zijn zodat geen vervorming optreedt onder invloed van de optredende belastingen!
- De overdracht van de belastingen in de ondergrond moet worden gecontroleerd volgens EOTA TR 029 paragraaf 7!
- De berekening is enkel geldig indien het boutgat in de ankerplaat niet groter is dan de waarde die is opgegeven in Tabel 4.1 van EOTA TR 029! Voor grotere boutgatdiameters zie Hoofdstuk 1.1 van EOTA TR029!
- De lijst van benodigdheden is slechts ter informatie voor de gebruiker. In elk geval, dienen de gebruiksinstructies behorende bij het produkt opgevolgd te worden om een juiste installatie te bewerkstelligen.
- Boorgatreiniging moet volgens de gebruiksaanwijzingen worden uitgevoerd (2x blazen met olievrije perslucht (min. 6 bar), 2x borstelen, 2x blazen met olievrije perslucht (min. 6 bar)).
- Karakteristieke hechtspanningen zijn afhankelijk van korte en lange termijn temperaturen.
- Neem contact op met Hilti om leverbaarheid van HIT-V ankerstang te controleren.
- Er is geen randwapening vereist om spijten te voorkomen

Verbinding is VEILIG!



www.hilti.nl

Firma:

Constructeur:

Adres:

Tel. / Fax:

E-mail:

|

Bladzijde:

Project:

Sub-Project / Pos. Nr.:

Datum:

Profis Anchor 2.7.1

6

04-01-2017

8 Plaatsingsgegevens

Ankerplaat, staal: -

Staalprofiel: geen profiel

Gatdiameter in ankerplaat: $d_g = 12$ mm

Ankerplaatdikte (invoer): 15 mm

Aanbevolen ankerplaatdikte: niet berekend

Boormethode: Hamergeboord

Boorgatreiniging: Premium boorgatreiniging is vereist

Ankertype en -afmeting: HIT-HY 200-A + HIT-V-F (5.8) M10

Aandraaimoment: 0.020 kNm

Boorgatdiameter: 12 mm

Boorgatdiepte in ondergrond: 152 mm

Minimale dikte van de ondergrond: 182 mm

8.1 Vereiste toebehoren

Boren

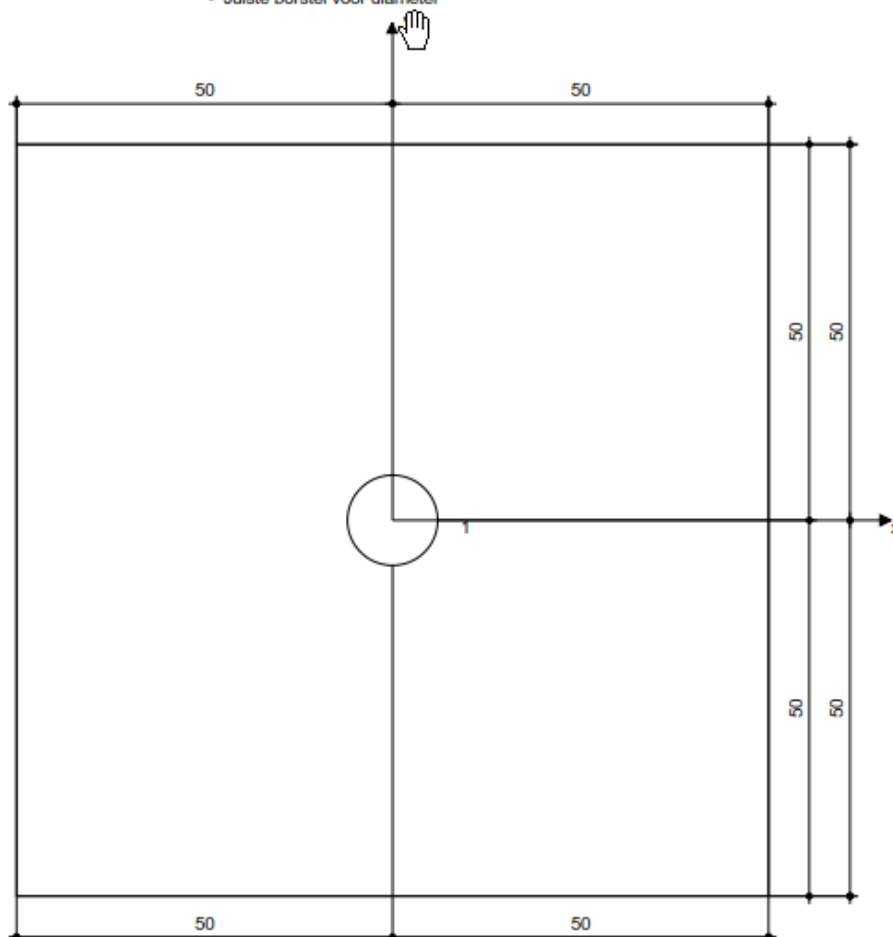
- Hamerboormachine
- Juiste boordiameter

Boorgatreiniging

- Perslucht met benodigde toebehoren om van onder in het gat te blazen.
- Juiste borstel voor diameter

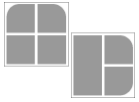
Plaatsing

- Dispenser inclusief cassette en mixtuit
- Momentsleutel



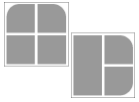
Ankercoördinaten [mm]

Anker	x	y	c_x	c_{xz}	c_y	c_{yz}
1	0	0	110	110	125	125



Toepassing "buiten"

Uit berekening blijkt dat hetzelfde anker in A4 kwaliteit identieke resultaten oplevert.
Deze zijn derhalve niet nader in deze berekeningen opgenomen.



Bijlage 4 - relevante profieldiktes

