

## **TL3010 - 1.0 kN/m Top Mount**

**statische berekening aluminium profiel met verankering**

**4018-12001-TL3010 rev. C**



**TL3010 - 1.0 kN/m Top Mount**

**4018-12001-TL3010 rev. C**

**statische berekening aluminium profiel met verankering**

Opdrachtgever:

**ONLEVEL GmbH**

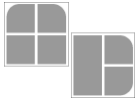
Budberger Straße 5  
46446 Emmerich am Rhein

| rev. | datum      | paraaf | omschrijving               |
|------|------------|--------|----------------------------|
| A    | 2013-01-28 | WG     |                            |
| B    | 2013-03-07 | WG     | verduideling windbelasting |
| C    | 2015-04-03 | WG     | correctie prentje §2       |

ing. W.L.G. van de Gaar

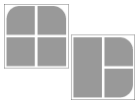
**ADVIESBUREAU BREKELMANS**

ingenieurs voor bouwconstructies  
wilhelminasingel 102  
6221 BL maastricht  
tel. +31 (0)43 3254637  
fax. +31 (0)43 3254190  
e-mail [info@adviesbureau-brekelmans.nl](mailto: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 ..... | 15 |
|     | Bijlage 3 - berekening boorankers .....           | 16 |
|     | Bijlage 4 - relevante profieldiktes .....         | 20 |



## 1 Van toepassing zijnde normen

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

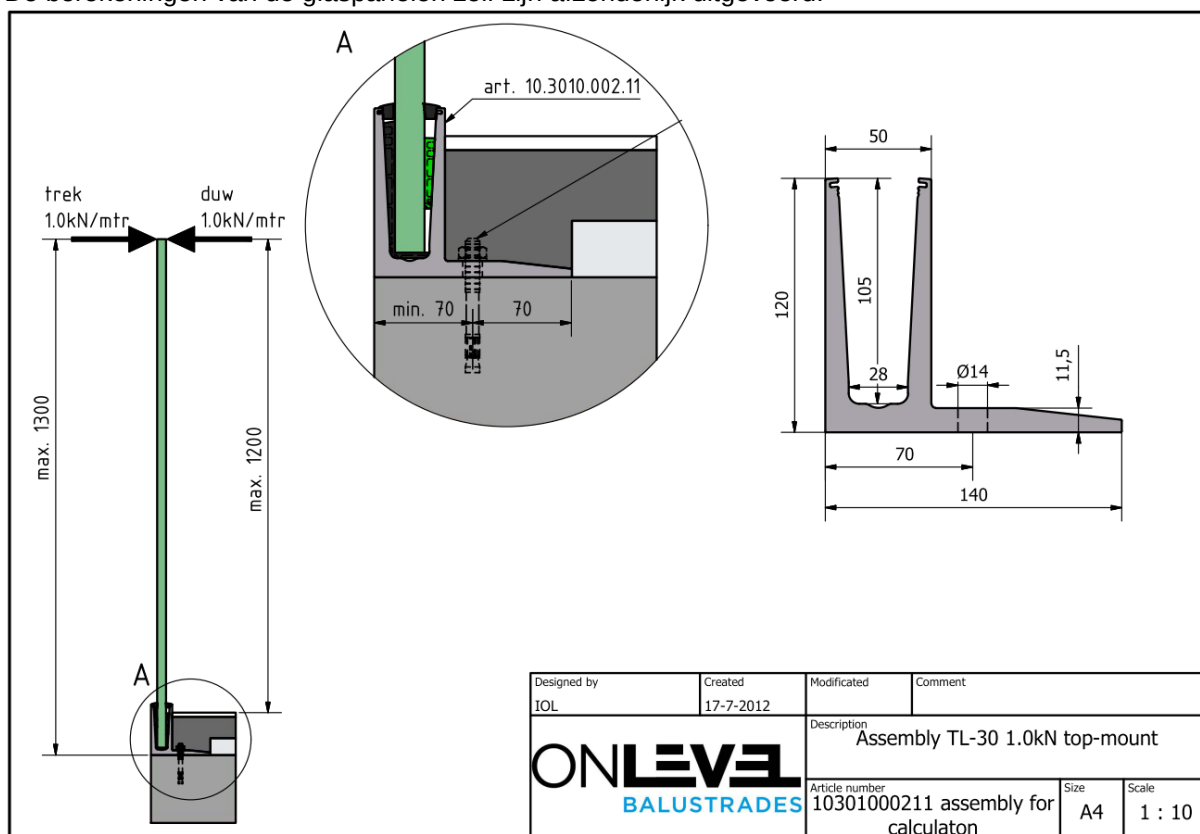
|                      |                                                              |
|----------------------|--------------------------------------------------------------|
| NEN-EN 1990:2011     | grondslagen voor het constructief ontwerp                    |
| NEN-EN 1991-1-1:2011 | algemene belastingen: 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

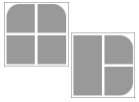
In dit rapport is de verankering met het aluminium vloerrandprofiel "TL3010 - 1.0 kN/m Top Mount" voor het Trans Level glasbalustrade-systeem nader berekend.

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  $q_{rep} = 1.0 \text{ kN/m}$

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

(hiermee worden alle toepassingen m.u.v. 3 kN/m gedekt en wordt aangesloten op de voorwaarden in enkele andere EU landen).

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

#### 3.2 Materialen

Geëxtrudeerde aluminium profielen: EN AW 6063-T6

$f_o = 160 \text{ N/mm}^2$

$f_u = 195 \text{ N/mm}^2$

Stalen onderdelen: S235

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

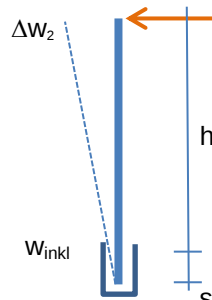
$f_{yb} = 600 \text{ N/mm}^2$

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

Minimaal vereiste betonkwaliteit voor boorankers: C20/25

## 4 Berekening

Voor de berekening van het aluminium profiel zelf zie bijlage 1.  
De beschouwde profiellengte is



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

De relatieve doorbuiging van het profiel is:  $w_{inkl} = 1.088 \text{ mm}$   
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 vloerrandprofiel.

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:

$$\Delta w_2 = w_{inkl} \cdot q_{rep} \cdot \frac{(h+s)^2}{(1290) \cdot s} = 1.088 \cdot q_{rep} \cdot \frac{(h+90)^2}{1290 \cdot 90}$$

$$\rightarrow h = 1.00 \text{ m:} \quad \Delta w_2 = 11.1 \cdot q_{rep} \quad [\text{mm}]$$

$$\rightarrow h = 1.20 \text{ m:} \quad \Delta w_2 = 15.6 \cdot q_{rep} \quad [\text{mm}]$$

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  $h = 1.00 \text{ m}$ :

$$q_p \leq \{1.00 \cdot (1.20 + 0.09) / \{1.8 \cdot 1.00 \cdot (0.5 \cdot 1.00 + 0.09)\}\} = 1.22 \text{ kN/m}^2$$

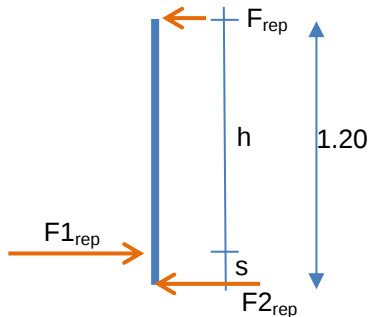
$\rightarrow$  extreme stuwdruk bij  $h = 1.20 \text{ m}$ :  $q_p \leq (q_{rep} \cdot 2.4 / (c_{p,net} \cdot h^2)^{0.5}$

$$q_p \leq \{1.00 \cdot (1.20 + 0.09) / \{1.8 \cdot 1.20 \cdot (0.5 \cdot 1.20 + 0.09)\}\} = 0.87 \text{ kN/m}^2$$

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



$$\begin{aligned} F_{\text{rep}} &= 1.00 \text{ kN/m} \\ h &= 1200 \text{ mm} \\ s &= 90 \text{ mm} \end{aligned}$$

Het profiel is berekend bij een lengte van  $l_s = 1080 \text{ mm}$ :

$$\begin{aligned} F1_{\text{rep}} &= F_{\text{rep}} \cdot (h+s) / s = 1.00 \cdot (1200+90)/90 = 14.33 \text{ kN/m} \cdot l_s = 15.48 \text{ kN} \\ F2_{\text{rep}} &= F1_{\text{rep}} - F_{\text{rep}} = 14.33 - 1.00 = 13.33 \text{ kN/m} \cdot l_s = 14.40 \text{ kN} \end{aligned}$$

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):

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

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

waarin:  $\gamma_{M2} = 1.25$

$\gamma_{M1} = 1.10$

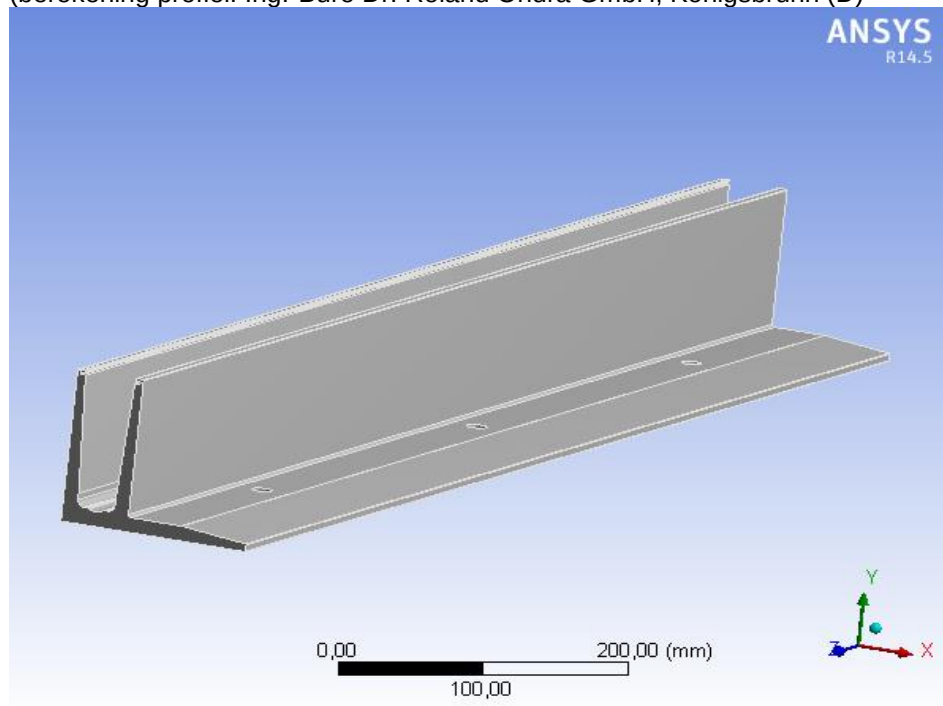
$\alpha = 1.5 = W_{\text{pl}} / W_{\text{el}}$  voor doorsnedeklasse 1 en 2 (massief, niet gelast)

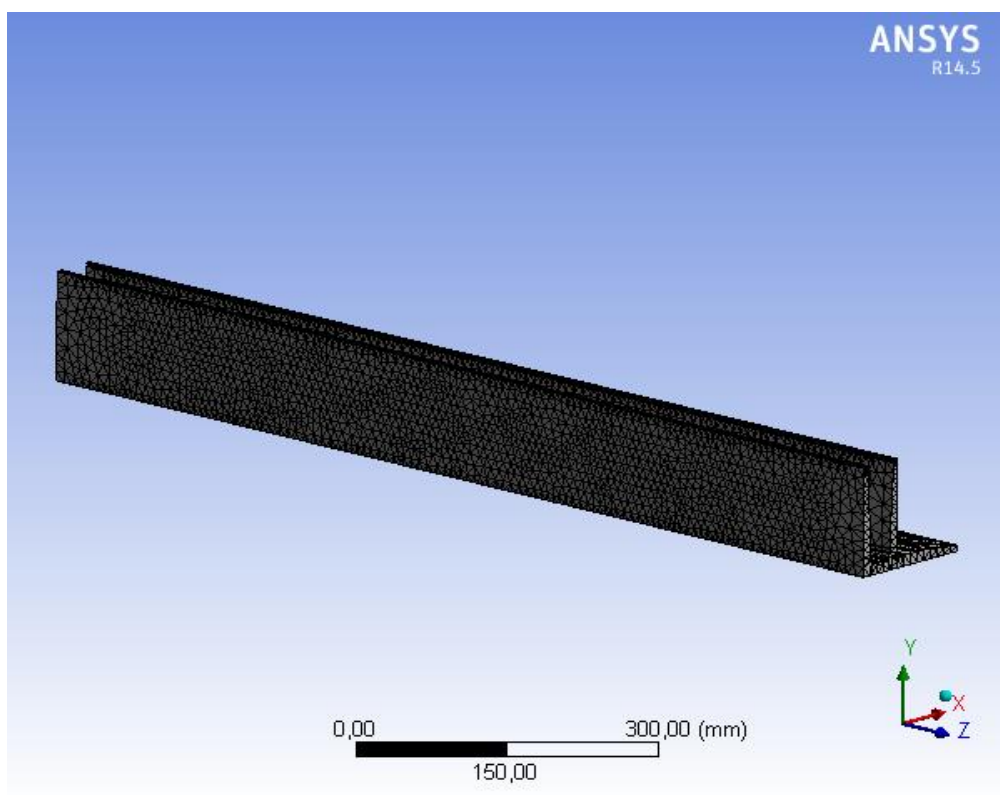
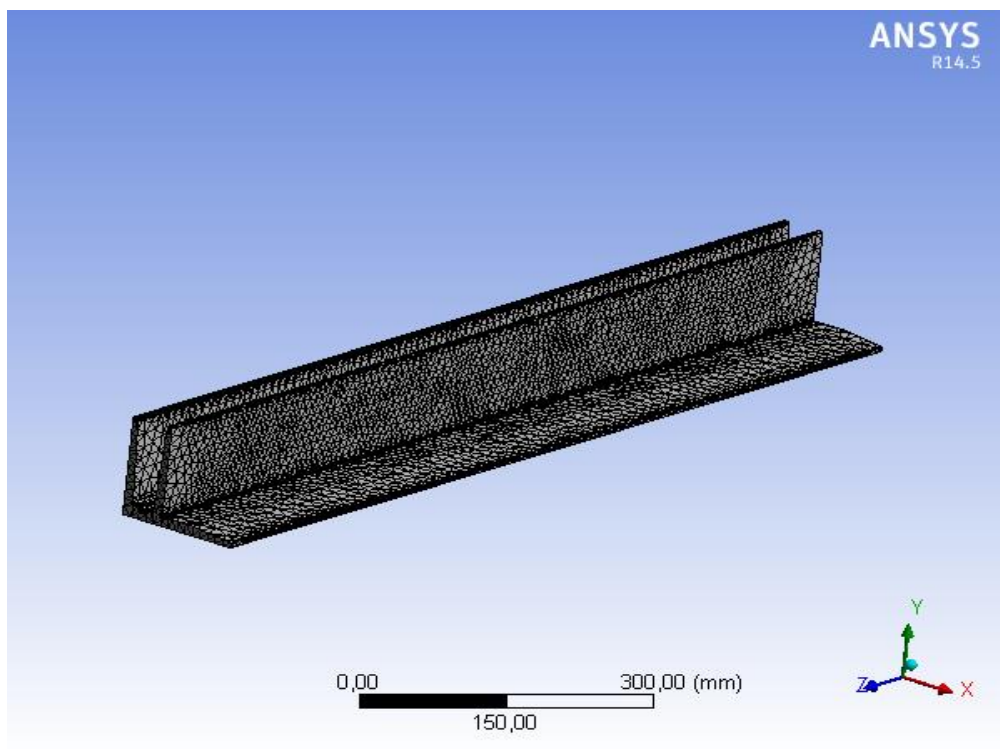
$\sigma_{\text{rep}} \leq$

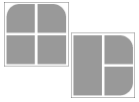
$$(f_u / \gamma_{M2}) / \gamma_Q = (195 / 1.25) / 1.50 = 104.0 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{\text{rep}} \leq (\alpha \cdot f_o / \gamma_{M1}) / \gamma_Q = (1.5 \cdot 160 / 1.10) / 1.50 = 145.4 \text{ N/mm}^2 \rightarrow \sigma_{\text{rep}} \leq 104.0 \text{ N/mm}^2$$

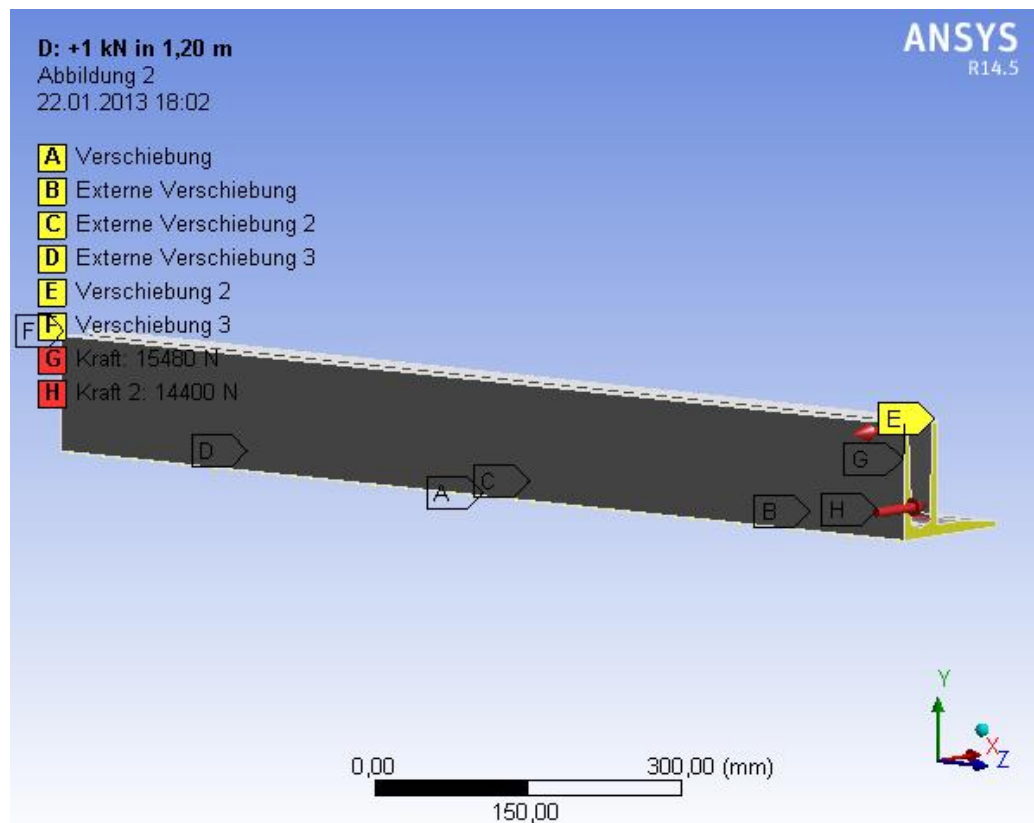
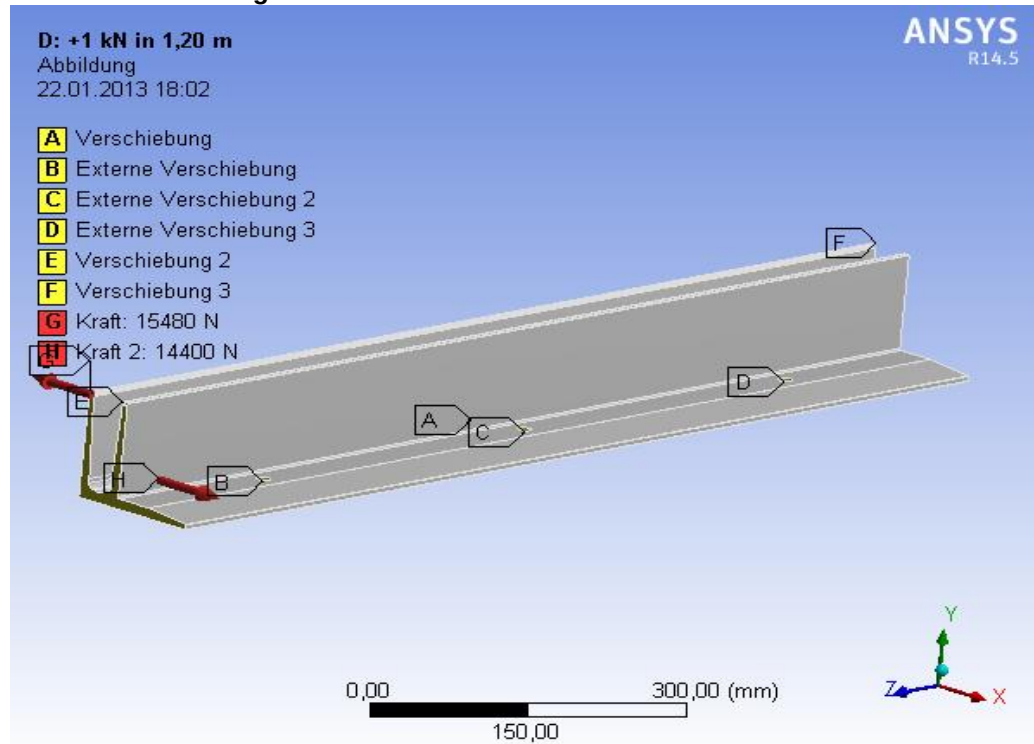
(berekening profiel: Ing.-Büro Dr. Roland Ondra GmbH, Königsbrunn (D))

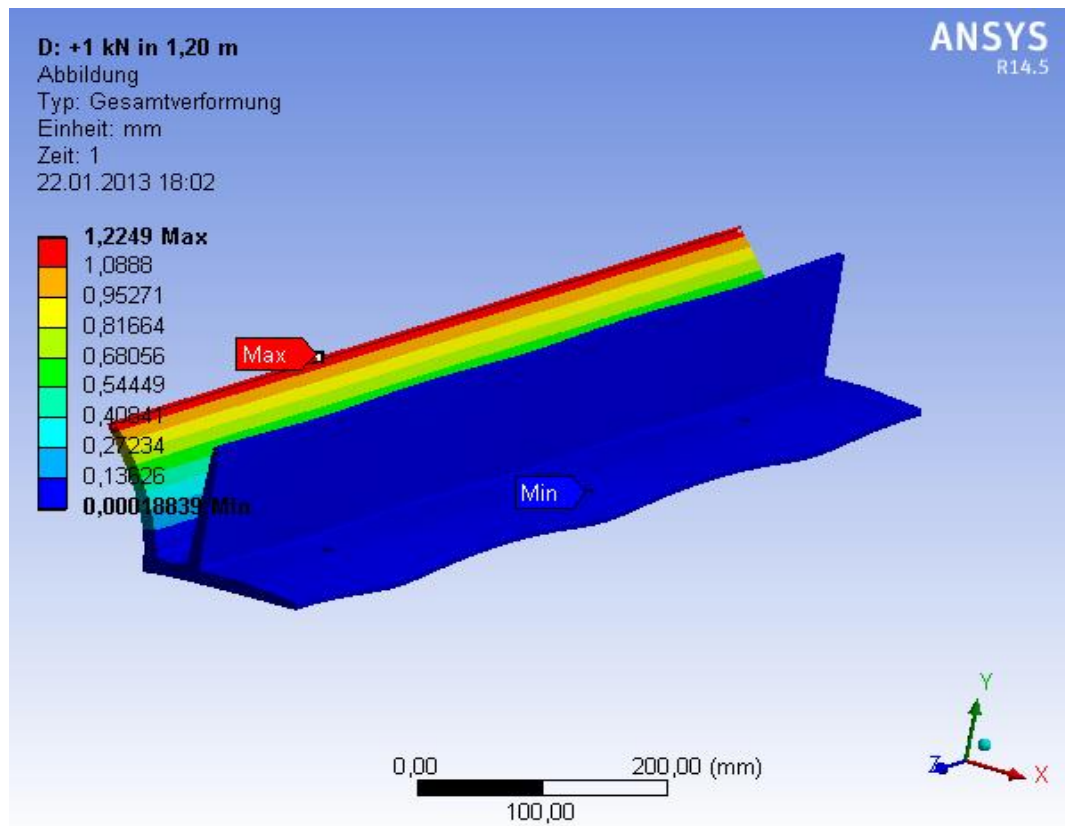
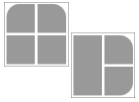




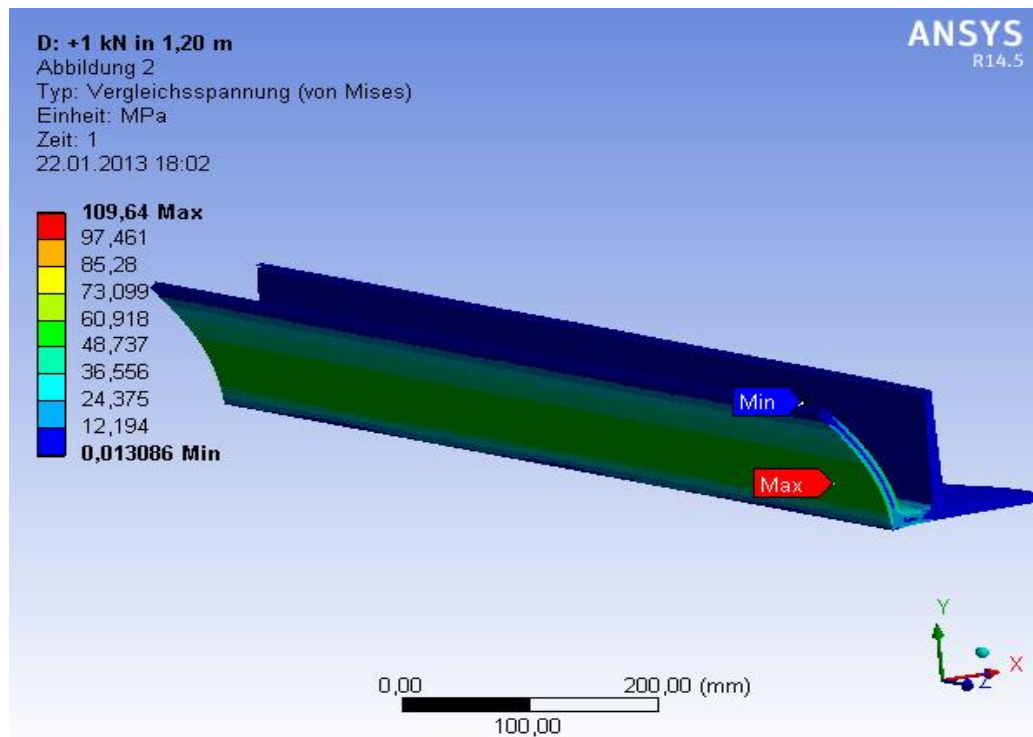
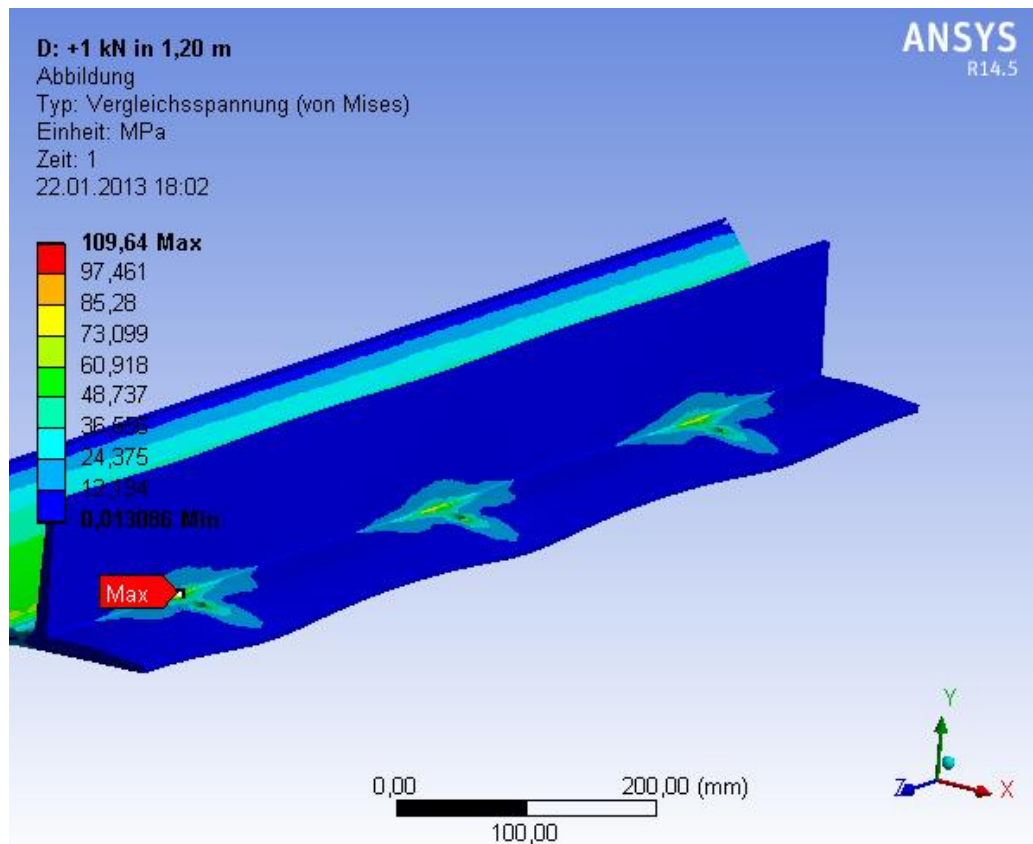
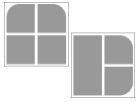


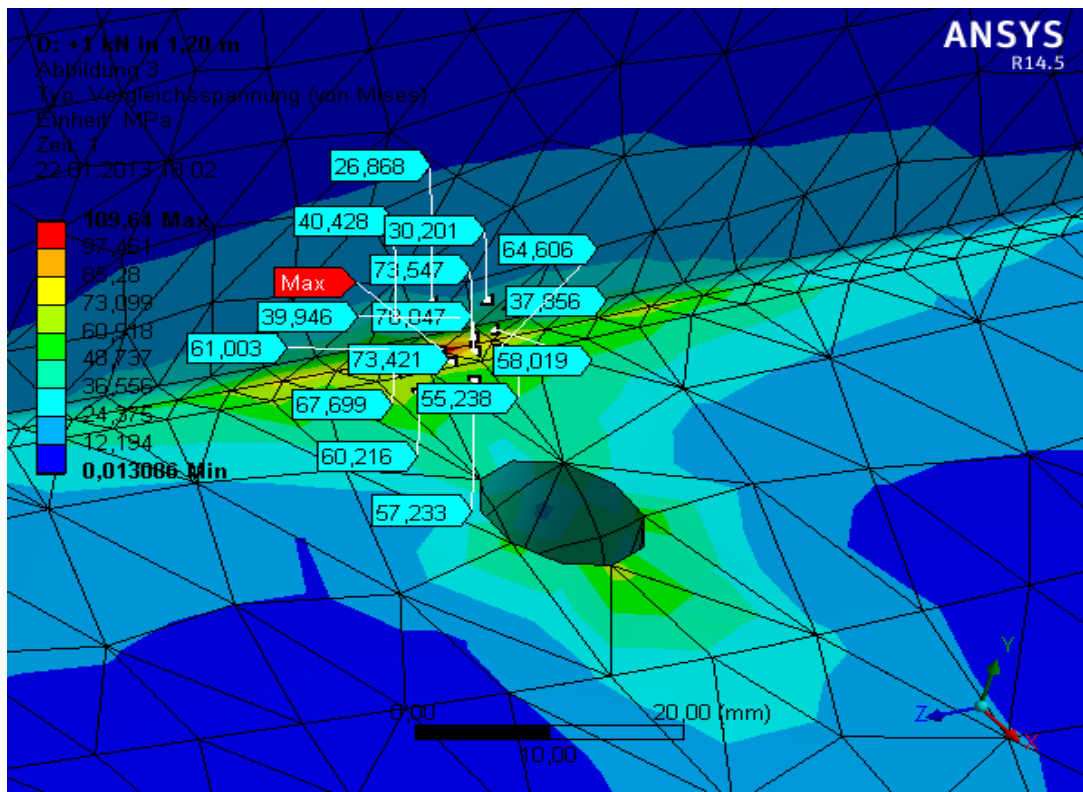
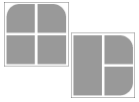
**Kracht naar buiten gericht**



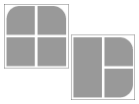


Bij 1 kN/m op (1.20) m hoogte →  $w = 1.088$  mm (in aangrijpingspunt belasting)

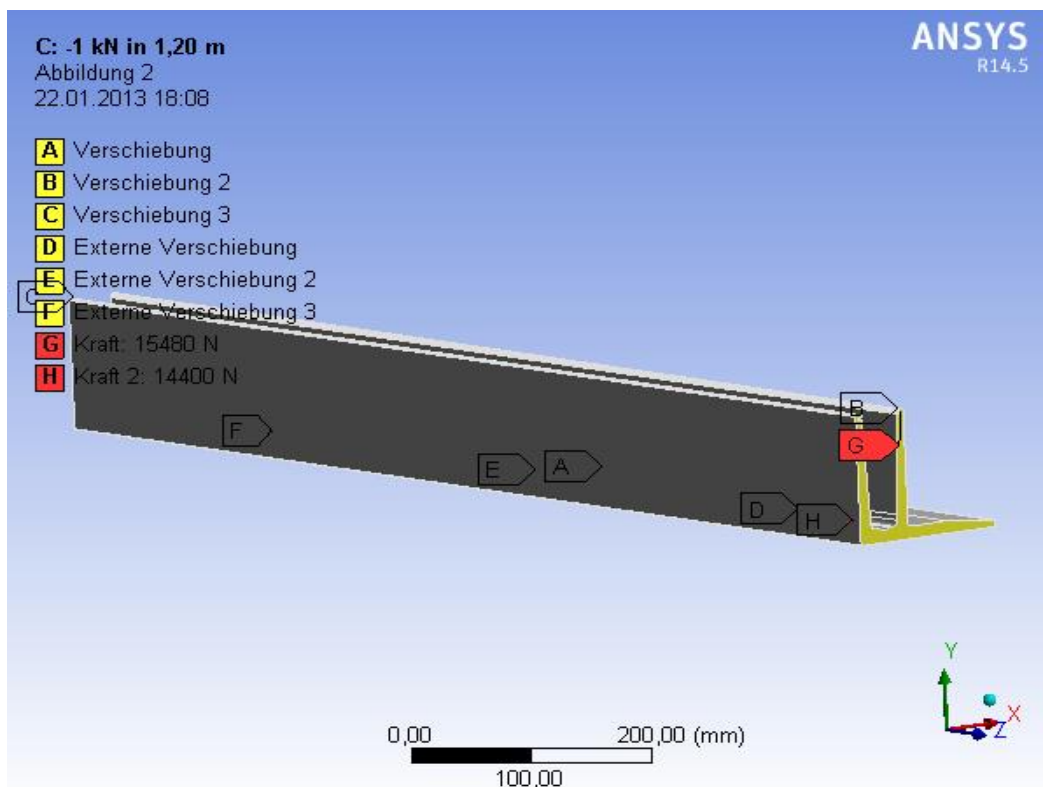
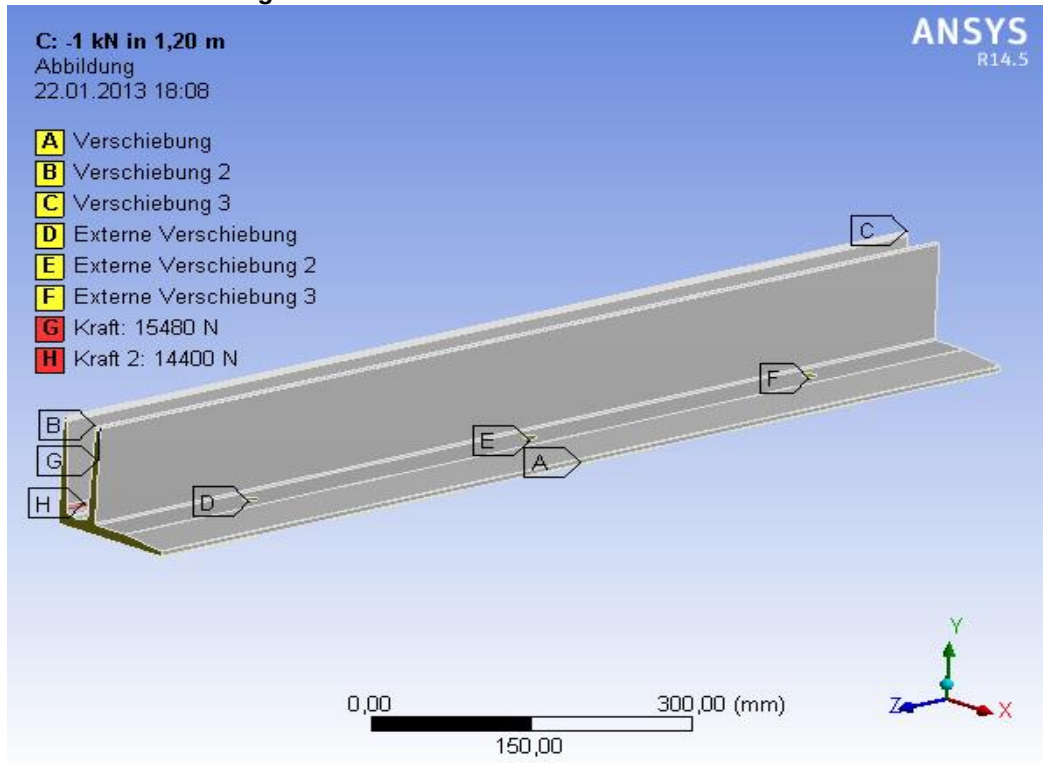


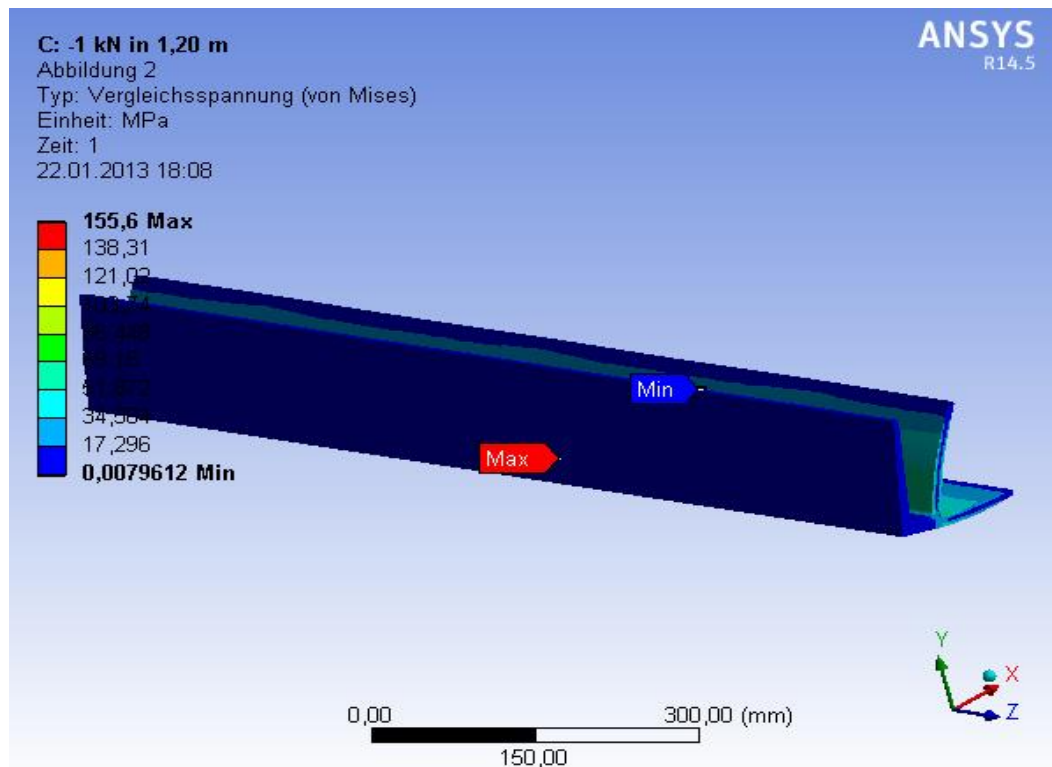
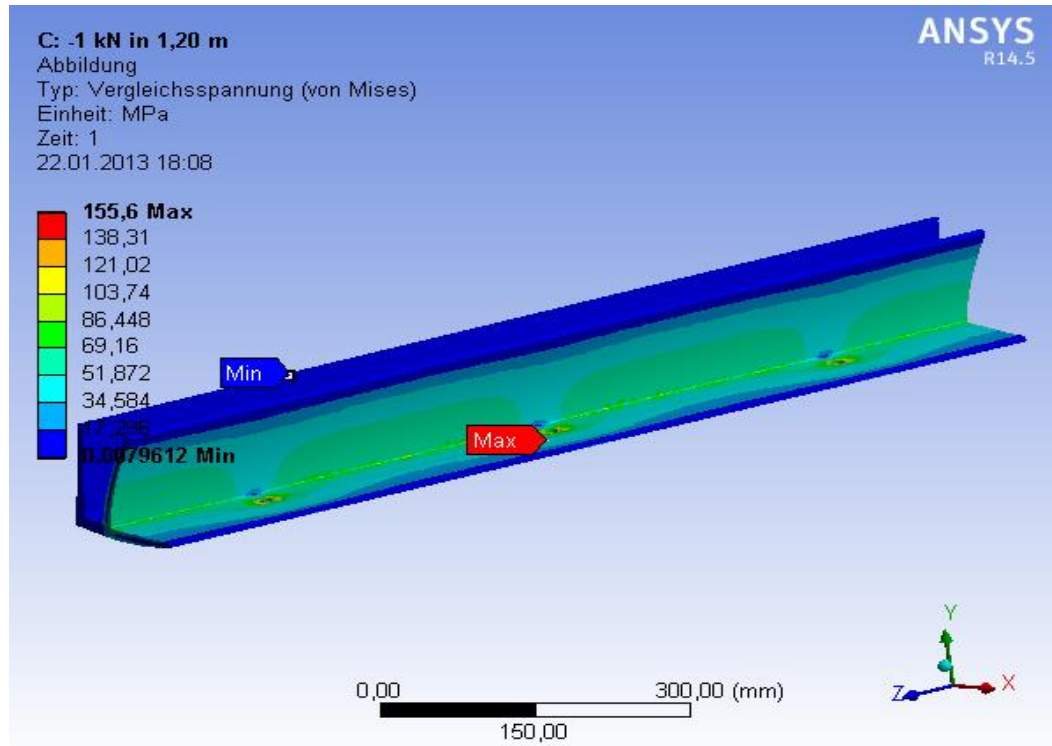
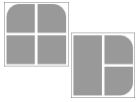


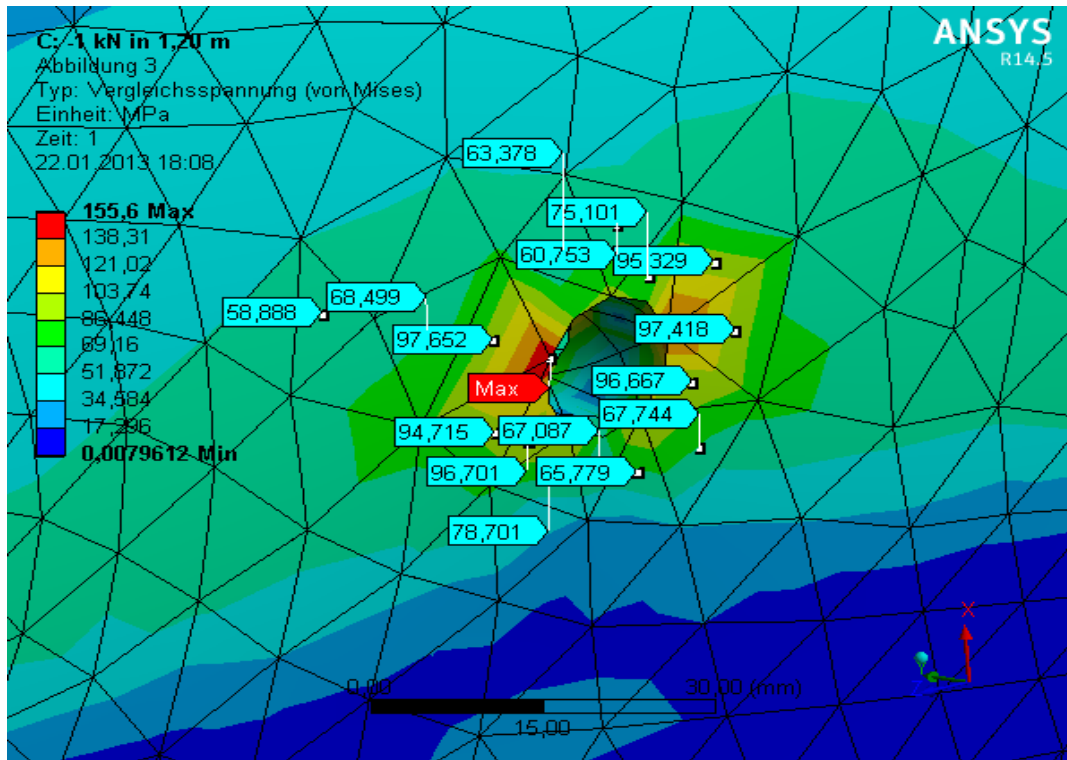
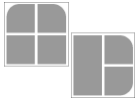
Er is sprake van een zeer geringe, zeer lokale overschrijding:  $109 \text{ N/mm}^2 > 104$ .  
In verband met plastische werking is dit toelaatbaar.



**Kracht naar binnen gericht**

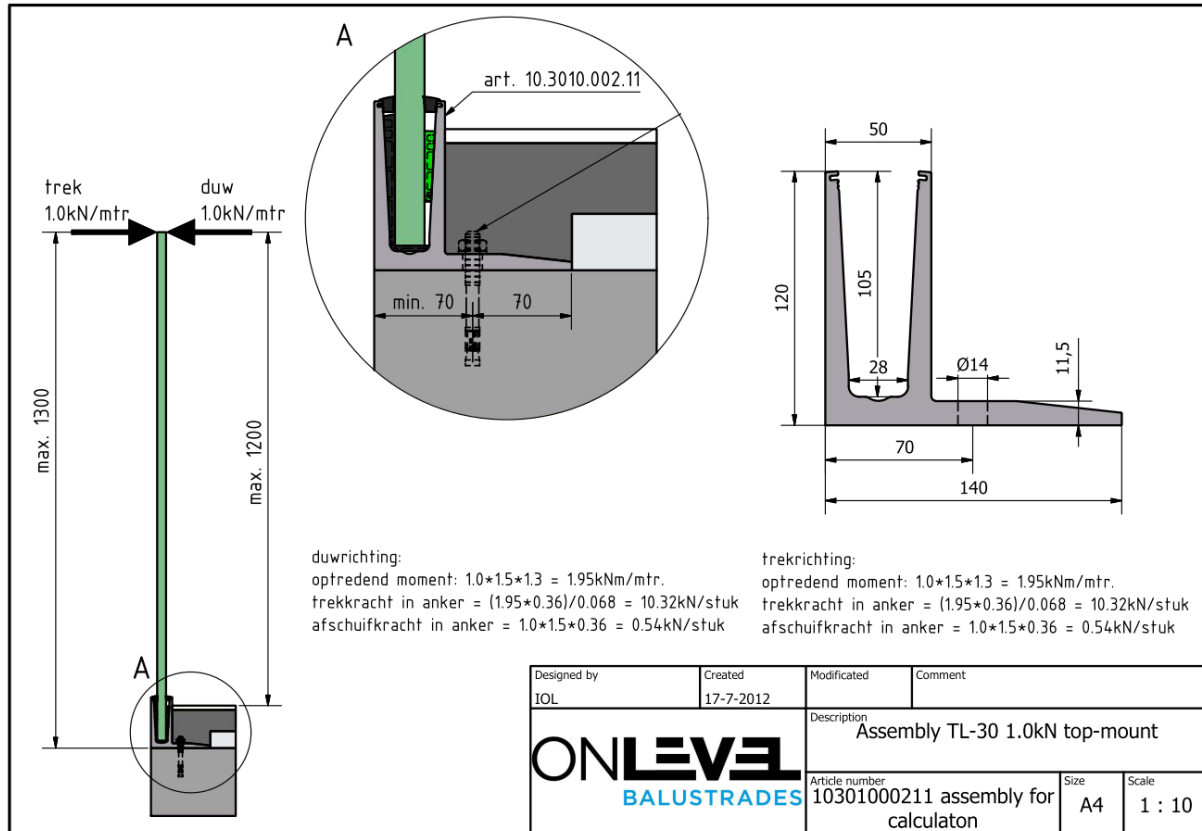






De constraints (oplegpunt) zijn in de wand van het gat aangenomen. Hierdoor ontstaan vlak naast het gat piekspanningen die in werkelijkheid niet optreden i.v.m. lastoverdracht door sluitring en bout.

## Bijlage 2 - berekening verankeringsmiddelen



### Boorankers in beton

Voor de berekening van de boorankers zie bijlage 3.  
Minimaal vereiste betonkwaliteit voor boorankers: C20/25

De benodigde boorankers:

- bij toepassing binnen:
  - anker h.o.h. 360 mm: **Fischer Ankerbout FAZ II 12/20**
- bij toepassing buiten:
  - anker h.o.h. 360 mm: **Fischer Ankerbout FAZ II 12/20 A4**

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.

Rekenwaarde drukspanning onder profielrand op vloer:

$$\sigma_{mEd} = 10320 / (8 \cdot 360) = 3.6 \text{ N/mm}^2 \quad \checkmark$$



### Bijlage 3 - berekening boorankers

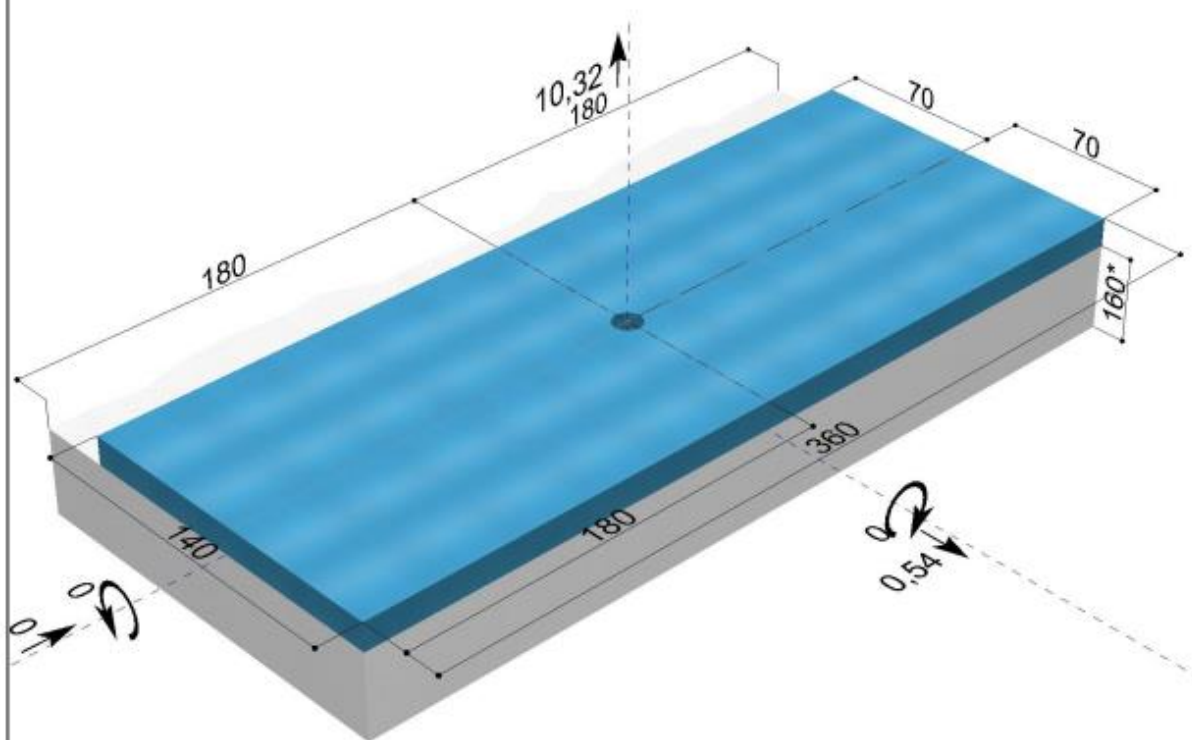
|                   |                                      |                                                                                                    |
|-------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bedrijf/Opsteller | OnLevel BV                           | <b>fischer</b>  |
| Straat            | Innovatielaan 25                     | BEVESTIGINGSSYSTEMEN                                                                               |
| Postcode / Plaats | 8466SN Nijehaske                     | COMPUFIX 8.4                                                                                       |
| Tel. / Fax        | +31-513-617073 / +31-513-645187      | 8.4.4671.15999/5c/1835                                                                             |
| Project           | OnLevel B.V.                         | Pagina 1 van afdruk nr. 92                                                                         |
| Bouwdeel          | art. 10.3010.002.11 - binnen gebruik | Datum: 9-1-2013                                                                                    |
| Opmerkingen       |                                      |                                                                                                    |

#### fischer COMPUFIX: Berekend conform ETAG, bijlage C

|                |                                                                                            |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| Belastingtype: | Statische belasting                                                                        |
| Anker:         | <b>fischer Ankerbout FAZ II 12 / 20</b> (Art. Nr. 95420) uit elektrolytisch verzinkt staal |
| Ondergrond:    | Gescheurd beton, normaal gewapend<br>Betonsterkteklasse: C 20/25                           |
| Randwapening:  | Zonder rand- / ophangwapening                                                              |
| Ankerbuiging:  | Niet aanwezig                                                                              |
| Ankerplaat::   | Geen berekening beschikbaar                                                                |

#### 1 Maten/Lasten:

Rekenwaarden  
(\*) Tekening niet op schaal  
[mm], [kN], [kNm]





|                   |                                      |                                                                                                                    |
|-------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bedrijf/Opsteller | OnLevel BV                           | <br><b>BEVESTIGINGSSYSTEMEN</b> |
| Project           | OnLevel B.V.                         |                                                                                                                    |
| Bouwdeel          | art. 10.3010.002.11 - binnen gebruik |                                                                                                                    |
| Anker             | fischer Ankerbout FAZ II 12 / 20     |                                                                                                                    |
|                   |                                      | Pagina 2 van afdruk nr. 92                                                                                         |

Let op:

- Als voorwaarde wordt aangenomen dat de ankerplaat plat is als de ankers belast worden. Hiervoor moet de ankerplaat voldoende stijf zijn. De in COMPUFIX beschikbare ankerplaatberekening is gebaseerd op staalspanningen en geeft geen uitsluitsel over de stijfheid van de ankerplaat. De stijfheid kan niet met COMPUFIX worden aangetoond.
- De ankerberekening is gebaseerd op omvangrijke voor het anker specifieke kengetallen. Bij een uitwisseling - ook met gelijkwaardige producten - moet in ieder geval een nieuwe berekening worden gemaakt.
- Bij het gebruik van slobbgaten wordt ervan uitgegaan, dat de ankers zich in het midden van de gaten bevinden.
- Controleer of de klemdikte van het anker voldoende groot is gekozen.
- Maximale doorvoergatdiameter in het constructiedeel: 14 mm.
- Om het draagvermogen van het bouwdeel te garanderen moeten de controles uit hoofdstuk 7 van de ETAG, bijlage C worden aangehouden. Dit houdt in dat de krachtoverbrenging van het anker in het beton is gecontroleerd, echter dient de ondergrond de belasting ook op te kunnen nemen.
- Alle overige voorwaarden van de goedkeuring dienen in acht te worden genomen.
- Er dient in het gebied ter hoogte van de verankeringsdiepte aan de rand van het bouwdeel een langswapening van minimaal 6 mm aanwezig te zijn.
- Slijten is om de volgende redenen niet maatgevend:
  - Gescheurd beton is aangenomen.
  - De aanwezige wapening reduceert scheurvorming tot  $w_k=0,3$  mm, volgens ETAG 001, bijlage C, hoofdstuk 7.3.

| Trekbelasting, Staalbreuk: |         |              |  | Afschuifbelasting, Staalbreuk: |         |              |  |
|----------------------------|---------|--------------|--|--------------------------------|---------|--------------|--|
|                            | Eenheid | $S_d$        |  |                                | Eenheid | $S_d$        |  |
| $N_{Rk,s}$                 | kN      | <b>41,50</b> |  | $V_{Rk,s}$                     | kN      | <b>29,50</b> |  |
| $\gamma_{Ms}$              | -       | <b>1,50</b>  |  | $\gamma_{Ms}$                  | -       | <b>1,25</b>  |  |
| $N_{Rd,s}$                 | kN      | <b>27,67</b> |  | $V_{Rd,s}$                     | kN      | <b>23,60</b> |  |
| $N_{Ed}$                   | kN      | <b>10,32</b> |  | $V_{Ed}$                       | kN      | <b>0,54</b>  |  |
| $\beta_{N,s}$              | -       | <b>0,37</b>  |  | $\beta_{V,s}$                  | -       | <b>0,02</b>  |  |

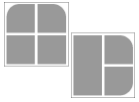
| Trekbelasting, Betonkegelbreuk: |                 |               |  | Afschuifbelasting, Betonachteruitbreken: |                 |               |  |
|---------------------------------|-----------------|---------------|--|------------------------------------------|-----------------|---------------|--|
|                                 | Eenheid         | $S_d$         |  |                                          | Eenheid         | $S_d$         |  |
| $N_{Rk,c}^0$                    | kN              | <b>21,08</b>  |  | $N_{Rk,c}^0$                             | kN              | <b>21,08</b>  |  |
| $A_{c,N}$                       | cm <sup>2</sup> | <b>367,50</b> |  | $A_{c,N}$                                | cm <sup>2</sup> | <b>367,50</b> |  |
| $A_{c,N}^0$                     | cm <sup>2</sup> | <b>441,00</b> |  | $A_{c,N}^0$                              | cm <sup>2</sup> | <b>441,00</b> |  |
| $A_{c,N} / A_{c,N}^0$           | -               | <b>0,83</b>   |  | $A_{c,N} / A_{c,N}^0$                    | -               | <b>0,83</b>   |  |
| $\psi_{s,N}$                    | -               | <b>0,90</b>   |  | $\psi_{s,N}$                             | -               | <b>0,90</b>   |  |
| $\psi_{ec1,N}$                  | -               | <b>1,00</b>   |  | $\psi_{ec1,N}$                           | -               | <b>1,00</b>   |  |
| $\psi_{ec2,N}$                  | -               | <b>1,00</b>   |  | $\psi_{ec2,N}$                           | -               | <b>1,00</b>   |  |
| $\psi_{ed,N}$                   | -               | <b>1,00</b>   |  | $\psi_{ed,N}$                            | -               | <b>1,00</b>   |  |
| $N_{Rk,c}$                      | kN              | <b>15,81</b>  |  | $k$                                      | -               | <b>2,40</b>   |  |
| $\gamma_{Mc}$                   | -               | <b>1,50</b>   |  | $V_{Rk,cp}$                              | kN              | <b>37,95</b>  |  |
| $N_{Rd,c}$                      | kN              | <b>10,54</b>  |  | $\gamma_{Mc,p}$                          | -               | <b>1,50</b>   |  |
| $N_{Ed}$                        | kN              | <b>10,32</b>  |  | $V_{Rd,cp}$                              | kN              | <b>25,30</b>  |  |
| $\beta_{N,c}$                   | -               | <b>0,98</b>   |  | $V_{Ed}$                                 | kN              | <b>0,54</b>   |  |
|                                 |                 |               |  | $\beta_{V,cp}$                           | -               | <b>0,02</b>   |  |

| Trekbelasting, Uittrekken: |         |              |  |
|----------------------------|---------|--------------|--|
|                            | Eenheid | $S_d$        |  |
| $N_{Rk,p}$                 | kN      | <b>16,00</b> |  |
| $\gamma_{Mp}$              | -       | <b>1,50</b>  |  |
| $N_{Rd,p}$                 | kN      | <b>10,67</b> |  |
| $N_{Ed}$                   | kN      | <b>10,32</b> |  |
| $\beta_{N,p}$              | -       | <b>0,97</b>  |  |



| Bedrijf/Opsteller                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | OnLevel BV                           | <b>fischer</b>  |                  |                         |                  |                  |                   |                  |                         |                  |             |        |             |                  |                 |        |                  |        |                               |                 |        |  |                                |                                                  |                       |       |  |  |                  |   |      |  |  |                  |   |      |  |  |                  |   |      |  |  |                   |   |      |  |  |                   |   |      |  |  |                   |    |      |  |  |                  |   |      |  |  |                   |    |      |  |  |                 |    |      |  |  |                  |   |      |  |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------------|------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------------|------------------|-------------|--------|-------------|------------------|-----------------|--------|------------------|--------|-------------------------------|-----------------|--------|--|--------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------|-------|--|--|------------------|---|------|--|--|------------------|---|------|--|--|------------------|---|------|--|--|-------------------|---|------|--|--|-------------------|---|------|--|--|-------------------|----|------|--|--|------------------|---|------|--|--|-------------------|----|------|--|--|-----------------|----|------|--|--|------------------|---|------|--|--|
| Project                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | OnLevel B.V.                         | BEVESTIGINGSSYSTEMEN                                                                               |                  |                         |                  |                  |                   |                  |                         |                  |             |        |             |                  |                 |        |                  |        |                               |                 |        |  |                                |                                                  |                       |       |  |  |                  |   |      |  |  |                  |   |      |  |  |                  |   |      |  |  |                   |   |      |  |  |                   |   |      |  |  |                   |    |      |  |  |                  |   |      |  |  |                   |    |      |  |  |                 |    |      |  |  |                  |   |      |  |  |
| Bouwdeel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | art. 10.3010.002.11 - binnen gebruik | Pagina 3 van afdruk nr. 92                                                                         |                  |                         |                  |                  |                   |                  |                         |                  |             |        |             |                  |                 |        |                  |        |                               |                 |        |  |                                |                                                  |                       |       |  |  |                  |   |      |  |  |                  |   |      |  |  |                  |   |      |  |  |                   |   |      |  |  |                   |   |      |  |  |                   |    |      |  |  |                  |   |      |  |  |                   |    |      |  |  |                 |    |      |  |  |                  |   |      |  |  |
| Anker                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | fischer Ankerbout FAZ II 12 / 20     |                                                                                                    |                  |                         |                  |                  |                   |                  |                         |                  |             |        |             |                  |                 |        |                  |        |                               |                 |        |  |                                |                                                  |                       |       |  |  |                  |   |      |  |  |                  |   |      |  |  |                  |   |      |  |  |                   |   |      |  |  |                   |   |      |  |  |                   |    |      |  |  |                  |   |      |  |  |                   |    |      |  |  |                 |    |      |  |  |                  |   |      |  |  |
| <div>Afschuifbelasting, Betonrandbreuk:</div> <table><tr><td></td><td>Eenheid</td><td>S<sub>d</sub></td><td></td><td></td></tr><tr><td>V<sub>Rk,c</sub></td><td>kN</td><td>8,60</td><td></td><td></td></tr><tr><td>A<sub>c,v</sub></td><td>cm<sup>2</sup></td><td>220,50</td><td></td><td></td></tr><tr><td>A<sub>c,v</sub><sup>0</sup></td><td>cm<sup>2</sup></td><td>220,50</td><td></td><td></td></tr><tr><td>A<sub>c,v</sub> / A<sub>c,v</sub><sup>0</sup></td><td>-</td><td>1,00</td><td></td><td></td></tr><tr><td>ψ<sub>s,v</sub></td><td>-</td><td>1,00</td><td></td><td></td></tr><tr><td>ψ<sub>h,v</sub></td><td>-</td><td>1,00</td><td></td><td></td></tr><tr><td>ψ<sub>a,v</sub></td><td>-</td><td>1,00</td><td></td><td></td></tr><tr><td>ψ<sub>ec,v</sub></td><td>-</td><td>1,00</td><td></td><td></td></tr><tr><td>ψ<sub>fb,v</sub></td><td>-</td><td>1,00</td><td></td><td></td></tr><tr><td>V<sub>Rk,c</sub></td><td>kN</td><td>8,60</td><td></td><td></td></tr><tr><td>γ<sub>M,c</sub></td><td>-</td><td>1,50</td><td></td><td></td></tr><tr><td>V<sub>Rd,c</sub></td><td>kN</td><td>5,74</td><td></td><td></td></tr><tr><td>V<sub>Ed</sub></td><td>kN</td><td>0,54</td><td></td><td></td></tr><tr><td>β<sub>v,c</sub></td><td>-</td><td>0,09</td><td></td><td></td></tr></table> |                                      |                                                                                                    |                  |                         | Eenheid          | S <sub>d</sub>   |                   |                  | V <sub>Rk,c</sub>       | kN               | 8,60        |        |             | A <sub>c,v</sub> | cm <sup>2</sup> | 220,50 |                  |        | A <sub>c,v</sub> <sup>0</sup> | cm <sup>2</sup> | 220,50 |  |                                | A <sub>c,v</sub> / A <sub>c,v</sub> <sup>0</sup> | -                     | 1,00  |  |  | ψ <sub>s,v</sub> | - | 1,00 |  |  | ψ <sub>h,v</sub> | - | 1,00 |  |  | ψ <sub>a,v</sub> | - | 1,00 |  |  | ψ <sub>ec,v</sub> | - | 1,00 |  |  | ψ <sub>fb,v</sub> | - | 1,00 |  |  | V <sub>Rk,c</sub> | kN | 8,60 |  |  | γ <sub>M,c</sub> | - | 1,50 |  |  | V <sub>Rd,c</sub> | kN | 5,74 |  |  | V <sub>Ed</sub> | kN | 0,54 |  |  | β <sub>v,c</sub> | - | 0,09 |  |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Eenheid                              | S <sub>d</sub>                                                                                     |                  |                         |                  |                  |                   |                  |                         |                  |             |        |             |                  |                 |        |                  |        |                               |                 |        |  |                                |                                                  |                       |       |  |  |                  |   |      |  |  |                  |   |      |  |  |                  |   |      |  |  |                   |   |      |  |  |                   |   |      |  |  |                   |    |      |  |  |                  |   |      |  |  |                   |    |      |  |  |                 |    |      |  |  |                  |   |      |  |  |
| V <sub>Rk,c</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | kN                                   | 8,60                                                                                               |                  |                         |                  |                  |                   |                  |                         |                  |             |        |             |                  |                 |        |                  |        |                               |                 |        |  |                                |                                                  |                       |       |  |  |                  |   |      |  |  |                  |   |      |  |  |                  |   |      |  |  |                   |   |      |  |  |                   |   |      |  |  |                   |    |      |  |  |                  |   |      |  |  |                   |    |      |  |  |                 |    |      |  |  |                  |   |      |  |  |
| A <sub>c,v</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | cm <sup>2</sup>                      | 220,50                                                                                             |                  |                         |                  |                  |                   |                  |                         |                  |             |        |             |                  |                 |        |                  |        |                               |                 |        |  |                                |                                                  |                       |       |  |  |                  |   |      |  |  |                  |   |      |  |  |                  |   |      |  |  |                   |   |      |  |  |                   |   |      |  |  |                   |    |      |  |  |                  |   |      |  |  |                   |    |      |  |  |                 |    |      |  |  |                  |   |      |  |  |
| A <sub>c,v</sub> <sup>0</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | cm <sup>2</sup>                      | 220,50                                                                                             |                  |                         |                  |                  |                   |                  |                         |                  |             |        |             |                  |                 |        |                  |        |                               |                 |        |  |                                |                                                  |                       |       |  |  |                  |   |      |  |  |                  |   |      |  |  |                  |   |      |  |  |                   |   |      |  |  |                   |   |      |  |  |                   |    |      |  |  |                  |   |      |  |  |                   |    |      |  |  |                 |    |      |  |  |                  |   |      |  |  |
| A <sub>c,v</sub> / A <sub>c,v</sub> <sup>0</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | -                                    | 1,00                                                                                               |                  |                         |                  |                  |                   |                  |                         |                  |             |        |             |                  |                 |        |                  |        |                               |                 |        |  |                                |                                                  |                       |       |  |  |                  |   |      |  |  |                  |   |      |  |  |                  |   |      |  |  |                   |   |      |  |  |                   |   |      |  |  |                   |    |      |  |  |                  |   |      |  |  |                   |    |      |  |  |                 |    |      |  |  |                  |   |      |  |  |
| ψ <sub>s,v</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | -                                    | 1,00                                                                                               |                  |                         |                  |                  |                   |                  |                         |                  |             |        |             |                  |                 |        |                  |        |                               |                 |        |  |                                |                                                  |                       |       |  |  |                  |   |      |  |  |                  |   |      |  |  |                  |   |      |  |  |                   |   |      |  |  |                   |   |      |  |  |                   |    |      |  |  |                  |   |      |  |  |                   |    |      |  |  |                 |    |      |  |  |                  |   |      |  |  |
| ψ <sub>h,v</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | -                                    | 1,00                                                                                               |                  |                         |                  |                  |                   |                  |                         |                  |             |        |             |                  |                 |        |                  |        |                               |                 |        |  |                                |                                                  |                       |       |  |  |                  |   |      |  |  |                  |   |      |  |  |                  |   |      |  |  |                   |   |      |  |  |                   |   |      |  |  |                   |    |      |  |  |                  |   |      |  |  |                   |    |      |  |  |                 |    |      |  |  |                  |   |      |  |  |
| ψ <sub>a,v</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | -                                    | 1,00                                                                                               |                  |                         |                  |                  |                   |                  |                         |                  |             |        |             |                  |                 |        |                  |        |                               |                 |        |  |                                |                                                  |                       |       |  |  |                  |   |      |  |  |                  |   |      |  |  |                  |   |      |  |  |                   |   |      |  |  |                   |   |      |  |  |                   |    |      |  |  |                  |   |      |  |  |                   |    |      |  |  |                 |    |      |  |  |                  |   |      |  |  |
| ψ <sub>ec,v</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | -                                    | 1,00                                                                                               |                  |                         |                  |                  |                   |                  |                         |                  |             |        |             |                  |                 |        |                  |        |                               |                 |        |  |                                |                                                  |                       |       |  |  |                  |   |      |  |  |                  |   |      |  |  |                  |   |      |  |  |                   |   |      |  |  |                   |   |      |  |  |                   |    |      |  |  |                  |   |      |  |  |                   |    |      |  |  |                 |    |      |  |  |                  |   |      |  |  |
| ψ <sub>fb,v</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | -                                    | 1,00                                                                                               |                  |                         |                  |                  |                   |                  |                         |                  |             |        |             |                  |                 |        |                  |        |                               |                 |        |  |                                |                                                  |                       |       |  |  |                  |   |      |  |  |                  |   |      |  |  |                  |   |      |  |  |                   |   |      |  |  |                   |   |      |  |  |                   |    |      |  |  |                  |   |      |  |  |                   |    |      |  |  |                 |    |      |  |  |                  |   |      |  |  |
| V <sub>Rk,c</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | kN                                   | 8,60                                                                                               |                  |                         |                  |                  |                   |                  |                         |                  |             |        |             |                  |                 |        |                  |        |                               |                 |        |  |                                |                                                  |                       |       |  |  |                  |   |      |  |  |                  |   |      |  |  |                  |   |      |  |  |                   |   |      |  |  |                   |   |      |  |  |                   |    |      |  |  |                  |   |      |  |  |                   |    |      |  |  |                 |    |      |  |  |                  |   |      |  |  |
| γ <sub>M,c</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | -                                    | 1,50                                                                                               |                  |                         |                  |                  |                   |                  |                         |                  |             |        |             |                  |                 |        |                  |        |                               |                 |        |  |                                |                                                  |                       |       |  |  |                  |   |      |  |  |                  |   |      |  |  |                  |   |      |  |  |                   |   |      |  |  |                   |   |      |  |  |                   |    |      |  |  |                  |   |      |  |  |                   |    |      |  |  |                 |    |      |  |  |                  |   |      |  |  |
| V <sub>Rd,c</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | kN                                   | 5,74                                                                                               |                  |                         |                  |                  |                   |                  |                         |                  |             |        |             |                  |                 |        |                  |        |                               |                 |        |  |                                |                                                  |                       |       |  |  |                  |   |      |  |  |                  |   |      |  |  |                  |   |      |  |  |                   |   |      |  |  |                   |   |      |  |  |                   |    |      |  |  |                  |   |      |  |  |                   |    |      |  |  |                 |    |      |  |  |                  |   |      |  |  |
| V <sub>Ed</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | kN                                   | 0,54                                                                                               |                  |                         |                  |                  |                   |                  |                         |                  |             |        |             |                  |                 |        |                  |        |                               |                 |        |  |                                |                                                  |                       |       |  |  |                  |   |      |  |  |                  |   |      |  |  |                  |   |      |  |  |                   |   |      |  |  |                   |   |      |  |  |                   |    |      |  |  |                  |   |      |  |  |                   |    |      |  |  |                 |    |      |  |  |                  |   |      |  |  |
| β <sub>v,c</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | -                                    | 0,09                                                                                               |                  |                         |                  |                  |                   |                  |                         |                  |             |        |             |                  |                 |        |                  |        |                               |                 |        |  |                                |                                                  |                       |       |  |  |                  |   |      |  |  |                  |   |      |  |  |                  |   |      |  |  |                   |   |      |  |  |                   |   |      |  |  |                   |    |      |  |  |                  |   |      |  |  |                   |    |      |  |  |                 |    |      |  |  |                  |   |      |  |  |
| <table><tr><th>Trekbelasting</th><th>Uitnuttingsgraad</th><th>Afschuifbelasting</th><th>Uitnuttingsgraad</th><th>gecombineerde belasting</th><th>Uitnuttingsgraad</th></tr><tr><td>Staalbreuk:</td><td>37,3 %</td><td>Staalbreuk:</td><td>2,3 %</td><td></td><td>89,4 %</td></tr><tr><td>Betonkegelbreuk:</td><td>97,9 %</td><td>Betonrandbreuk:</td><td>9,4 %</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Doortrekken /<br/>eruittrekken:</td><td>96,8 %</td><td>Betonachteruitbreken:</td><td>2,1 %</td><td></td><td></td></tr></table>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                      |                                                                                                    |                  |                         | Trekbelasting    | Uitnuttingsgraad | Afschuifbelasting | Uitnuttingsgraad | gecombineerde belasting | Uitnuttingsgraad | Staalbreuk: | 37,3 % | Staalbreuk: | 2,3 %            |                 | 89,4 % | Betonkegelbreuk: | 97,9 % | Betonrandbreuk:               | 9,4 %           |        |  | Doortrekken /<br>eruittrekken: | 96,8 %                                           | Betonachteruitbreken: | 2,1 % |  |  |                  |   |      |  |  |                  |   |      |  |  |                  |   |      |  |  |                   |   |      |  |  |                   |   |      |  |  |                   |    |      |  |  |                  |   |      |  |  |                   |    |      |  |  |                 |    |      |  |  |                  |   |      |  |  |
| Trekbelasting                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Uitnuttingsgraad                     | Afschuifbelasting                                                                                  | Uitnuttingsgraad | gecombineerde belasting | Uitnuttingsgraad |                  |                   |                  |                         |                  |             |        |             |                  |                 |        |                  |        |                               |                 |        |  |                                |                                                  |                       |       |  |  |                  |   |      |  |  |                  |   |      |  |  |                  |   |      |  |  |                   |   |      |  |  |                   |   |      |  |  |                   |    |      |  |  |                  |   |      |  |  |                   |    |      |  |  |                 |    |      |  |  |                  |   |      |  |  |
| Staalbreuk:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 37,3 %                               | Staalbreuk:                                                                                        | 2,3 %            |                         | 89,4 %           |                  |                   |                  |                         |                  |             |        |             |                  |                 |        |                  |        |                               |                 |        |  |                                |                                                  |                       |       |  |  |                  |   |      |  |  |                  |   |      |  |  |                  |   |      |  |  |                   |   |      |  |  |                   |   |      |  |  |                   |    |      |  |  |                  |   |      |  |  |                   |    |      |  |  |                 |    |      |  |  |                  |   |      |  |  |
| Betonkegelbreuk:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 97,9 %                               | Betonrandbreuk:                                                                                    | 9,4 %            |                         |                  |                  |                   |                  |                         |                  |             |        |             |                  |                 |        |                  |        |                               |                 |        |  |                                |                                                  |                       |       |  |  |                  |   |      |  |  |                  |   |      |  |  |                  |   |      |  |  |                   |   |      |  |  |                   |   |      |  |  |                   |    |      |  |  |                  |   |      |  |  |                   |    |      |  |  |                 |    |      |  |  |                  |   |      |  |  |
| Doortrekken /<br>eruittrekken:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 96,8 %                               | Betonachteruitbreken:                                                                              | 2,1 %            |                         |                  |                  |                   |                  |                         |                  |             |        |             |                  |                 |        |                  |        |                               |                 |        |  |                                |                                                  |                       |       |  |  |                  |   |      |  |  |                  |   |      |  |  |                  |   |      |  |  |                   |   |      |  |  |                   |   |      |  |  |                   |    |      |  |  |                  |   |      |  |  |                   |    |      |  |  |                 |    |      |  |  |                  |   |      |  |  |
| <b>Resultaat:</b> <b>Rekenteknische toetsing anker is succesvol</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                      |                                                                                                    |                  |                         |                  |                  |                   |                  |                         |                  |             |        |             |                  |                 |        |                  |        |                               |                 |        |  |                                |                                                  |                       |       |  |  |                  |   |      |  |  |                  |   |      |  |  |                  |   |      |  |  |                   |   |      |  |  |                   |   |      |  |  |                   |    |      |  |  |                  |   |      |  |  |                   |    |      |  |  |                 |    |      |  |  |                  |   |      |  |  |

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

