

## 2 Berekeningsresultaten

### 2.1 BEREKENING VAN UNITY CHECKS

De toetsing van de houtprofielen in de uiterste grenstoestand volgens EN 1995-1-1 is gebaseerd op een geometrische niet-lineaire krachtsverdeling (tweede orde analyse) inclusief de gegeven imperfecties volgens art.5.4.4.

#### Staaf 1 - 75 x 175 (C18 Klimaatklasse:1)

##### Druk evenwijdig aan de vezelrichting

art. 6.1.4

Combinatie : 1 x = 0 mm Nx = -58,671 kN Vz = 1,899 kN My = 0 kNm  
 Belastingsduurklasse : Middellang

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{c,Ed}}{A} = \frac{58671,0}{13125} = 4,5 \text{ N/mm}^2 < f_{c,0,d} = 11,1 \text{ N/mm}^2 \quad (6.2)$$

##### Afschuiving

art. 6.1.7

Combinatie : 1 x = 0 mm Nx = -58,671 kN Vz = 1,899 kN My = 0 kNm  
 Belastingsduurklasse : Middellang

$$\tau_d = \frac{V_{z,Ed} S}{b I_y} = \frac{1899,0 \times 287109}{75 \times 33496094} = 0,2 \text{ N/mm}^2 < f_{v,d} = 2,1 \text{ N/mm}^2 \quad (6.13)$$

##### Kolommen onderworpen aan druk of aan druk en buiging

art. 6.3.2

Combinatie : 1 x = 2700 mm Nx = -58,671 kN Vz = 1,899 kN My = 5,127 kNm  
 Belastingsduurklasse : Middellang

$$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i_y} = \frac{2700}{50,5} = 53,45 \quad \lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,005}}} = \frac{53,45}{\pi} \sqrt{\frac{18,0}{6000}} = 0,932 \quad (6.21)$$

$$\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} = \frac{2700}{21,7} = 124,71 \quad \lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,005}}} = \frac{124,71}{\pi} \sqrt{\frac{18,0}{6000}} = 2,174 \quad (6.22)$$

$$k_y = 0,5(1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2) = 0,5 \times (1 + 0,2 \times (0,932 - 0,3) + 0,932^2) = 1,00 \quad (6.27)$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = \frac{1}{1,00 + \sqrt{1,00^2 - 0,93^2}} = 0,74 \quad (6.25)$$

$$k_z = 0,5(1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2) = 0,5 \times (1 + 0,2 \times (2,174 - 0,3) + 2,174^2) = 3,05 \quad (6.28)$$

$$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = \frac{1}{3,05 + \sqrt{3,05^2 - 2,17^2}} = 0,19 \quad (6.26)$$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{c,Ed}}{A} = \frac{58671}{13125} = 4,5 \text{ N/mm}^2 \quad \sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,Ed}}{W_y} = \frac{5,127 \times 10^6}{383 \times 10^3} = 13,4 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{4,5}{0,74 \times 11,1} + \frac{13,4}{11,1} + 0,7 \times \frac{0,0}{12,7} = 1,76 > 1,00 \text{ voldoet niet!} \quad (6.23)$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{4,5}{0,19 \times 11,1} + 0,7 \times \frac{13,4}{11,1} + \frac{0,0}{12,7} = 2,94 > 1,00 \text{ voldoet niet!} \quad (6.24)$$

### Liggers onderworpen aan druk of aan druk en buiging

art. 6.3.3

Combinatie : 1                    x = 2700 mm    N<sub>x</sub> = -58,671 kN    V<sub>z</sub> = 1,899 kN    M<sub>y</sub> = 5,127 kNm  
 Belastingsduurklasse : Middellang

Aantal kipsteunen: 0    Op twee steunpunten: Gelijkmatic verdelde belasting

$$\rightarrow l_{ef} = 0,9 \times l = 0,9 \times 2700 = 2430 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 b^2}{h l_{ef}} E_{0,05} = \frac{0,78 \times 75^2}{175 \times 2430} \times 6000 = 61,9 \text{ N/mm}^2 \quad (6.32)$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}} = \sqrt{\frac{18}{61,9}} = 0,539 < 0,75 \quad \rightarrow k_{crit} = 1,00 \quad (6.30)(6.34)$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,Ed}}{W_y} = \frac{5,127 \times 10^6}{383 \times 10^3} = 13,4 \text{ N/mm}^2 \quad \sigma_{c,0,d} = \frac{N_{c,Ed}}{A} = \frac{58671}{13125} = 4,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} = \frac{2700}{21,7} = 124,71 \quad \lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,005}}} = \frac{124,71}{\pi} \sqrt{\frac{18,0}{6000}} = 2,174 \quad (6.22)$$

$$k_z = 0,5(1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,3)) + \lambda_{rel,z}^2 = 0,5 \times (1 + 0,2 \times (2,174 - 0,3)) + 2,174^2 = 3,05 \quad (6.28)$$

$$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = \frac{1}{3,05 + \sqrt{3,05^2 - 2,17^2}} = 0,19 \quad (6.26)$$

$$\left( \frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit} f_{m,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c,d}}{k_{c,d} f_{c,0,d}} = \left( \frac{13,4}{1,00 \times 11,1} \right)^2 + \frac{4,5}{0,19 \times 11,1} = 3,56 > 1,00 \text{ voldoet niet!} \quad (6.35)$$

### Doorbuiging

Combinatie : 4                    x = 1560 mm    N<sub>x</sub> = -46,7 kN    V<sub>z</sub> = 1,511 kN    M<sub>y</sub> = 2,357 kNm  
 Belastingsduurklasse : Middellang

**Lokale knoopverplaatsingen**  $d_{z1} = 0 \text{ mm}$   $d_{z2} = 0 \text{ mm}$

$$W_{eind,z} = W_z + k_{def} W_{BGT \text{ Quasi blijvend},z} = -6,3 + 0,6 \times 0 = -6,3 \text{ mm}$$

$$\frac{|W_{eind,z}|}{W_{eind,z,max}} = \frac{|-6,3|}{2700 / 333} = \frac{|-6,3|}{8,1} = 0,78 < 1,0$$

$$W_{bijk,z} = W_z - W_{BGT \text{ Blijvend},z} = -6,3 - 0 = -6,3 \text{ mm}$$

$$\frac{|W_{\text{bijk.,z}}|}{W_{\text{bijk.,z,max}}} = \frac{|-6,3|}{2700 / 333} = \frac{|-6,3|}{8,1} = 0,78 < 1,0$$

### Doorbuiging

Combinatie : 4                    x = 1560 mm   Nx = -46,7 kN   Vz = 1,511 kN   My = 2,357 kNm  
 Belastingduurklasse : Middellang

**Lokale knoopverplaatsingen  $d_{z1} = 0 \text{ mm}$   $d_{z2} = 0 \text{ mm}$**

$$W_{\text{eind,z}} = W_z + k_{\text{def}} W_{\text{BGT Quasi blijvend,z}} = -6,3 + 0,6 \times 0 = -6,3 \text{ mm}$$

$$\frac{|W_{\text{eind,z}}|}{W_{\text{eind,z,max}}} = \frac{|-6,3|}{2700 / 333} = \frac{|-6,3|}{8,1} = 0,78 < 1,0$$

$$W_{\text{bijk.,z}} = W_z - W_{\text{BGT Blijvend,z}} = -6,3 - 0 = -6,3 \text{ mm}$$

$$\frac{|W_{\text{bijk.,z}}|}{W_{\text{bijk.,z,max}}} = \frac{|-6,3|}{2700 / 333} = \frac{|-6,3|}{8,1} = 0,78 < 1,0$$