

Munka: Példa Modell

Tervező:

Modell: **SteelFrame_Fire.axs**

2021. 01. 28.

1. oldal

ACÉL SZERKEZETI ELEM ELLENŐRZÉSE TŰZHATÁSSAL

54 méretezési elem

Csomópontok: **8-20**Szabvány: **Eurocode-H**

MSZ EN 1993-1-1:2009 + AC:2009, MSZ EN 1993-1-5:2007, EN 1993-1-2:2005

Anyag: **S 235**Szelvény: **IPE 240**Tehereset: **lineáris,(ULS (rendkívüli)) Mértékadó**Földrengés igénybevételek szorzója: **1,0****1. Normálereő-Hajlítás-Nyírás (szilárdsági interakció):**

EN 1993-1-2: 4.2.3, EN 1993-1-1: 6.2.1, 6.2.8, 6.2.9

Mértékadó teherkombináció: **[Self weight] {FIRE} {0,2*Snow}**Szelvényosztály: **3** (Rugalmas tervezés)Tűzgörbe: **ISO tűzgörbe**Tervezési hőmérséklet $\theta = 641,63$ °CMértékadó keresztmetszet: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 609,60 = 609,60$ cm

$$N_{Ed_{11}} = 0,01 \text{ kN} \quad V_{y,Ed_{11}} = 0 \text{ kN} \quad V_{z,Ed_{11}} = 6,34 \text{ kN} \quad M_{y,Ed_{11}} = 701,61 \text{ kNcm} = 7,02 \text{ kNm} \quad M_{z,Ed_{11}} = 1,28 \text{ kNcm} = 0,01 \text{ kNm}$$

$$\eta_{NMV_{ed_{fi}}} = \frac{N_{Ed_{11}}}{A \cdot \frac{f_y \cdot k_{y,\theta}}{\gamma_{MFi}}} + \frac{M_{y,Ed_{11}}}{W_{el,y} \cdot \frac{f_y \cdot k_{y,\theta}}{\gamma_{MFi}}} + \frac{M_{z,Ed_{11}}}{W_{el,z} \cdot \frac{f_y \cdot k_{y,\theta}}{\gamma_{MFi}}} = \frac{0,01}{39,12 \cdot \frac{23,50 \cdot 0,37}{1}} + \frac{701,61}{324,30 \cdot \frac{23,50 \cdot 0,37}{1}} + \frac{1,28}{47,27 \cdot \frac{23,50 \cdot 0,37}{1}} = 25,2 \%$$

Kritikus hőmérséklet $\theta_{cr} = 834,00$ °C**megfelel****2. Normálereő-Hajlítás-Kihajlás (stabilitási interakció):**

EN 1993-1-2: 4.2.3.5

Mértékadó teherkombináció: **[Self weight] {FIRE} {0,5*Wind}**Szelvényosztály: **3** (Rugalmas tervezés)Tűzgörbe: **ISO tűzgörbe**Tervezési hőmérséklet $\theta = 641,63$ °CMértékadó keresztmetszet: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 609,60 = 609,60$ cm

$$\beta_{My} = 1,44 \quad \text{4.2. ábra}$$

$$\beta_{Mz} = 1,8 \quad \text{4.2. ábra}$$

$$\mu_y = (2 \cdot \beta_{My} - 5) \cdot \lambda_{y,\theta}^* + 0,44 \cdot \beta_{My} + 0,29 = (2 \cdot 1,44 - 5) \cdot 0,82 + 0,44 \cdot 1,44 + 0,29 = -0,81$$

$$\mu_z = (1,2 \cdot \beta_{Mz} - 3) \cdot \lambda_{z,\theta}^* + 0,71 \cdot \beta_{Mz} - 0,29 = (1,2 \cdot 1,8 - 3) \cdot 3,02 + 0,71 \cdot 1,8 - 0,29 = -1,55$$

$$k_{yy} = 1 - \left(\frac{\mu_y \cdot |N_{Ed_{11}}|}{\chi_{y,fi} \cdot A \cdot f_y \cdot k_{y,\theta}} \right) = 1 - \left(\frac{(-0,81) \cdot |(-1,80)|}{0,55 \cdot 39,12 \cdot 23,50 \cdot 0,37} \right) = 1,01$$

Munka: Példa Modell

Tervező:

Modell: **SteelFrame_Fire.axs**

2021. 01. 28.

2. oldal

$$k_{zz} = 1 - \left(\frac{\mu_z \cdot |N_{Ed11}|}{\chi_{z,fi} \cdot A \cdot f_y \cdot k_{y,\theta}} \right) = 1 - \left(\frac{(-1,55) \cdot |(-1,80)|}{\frac{0,09 \cdot 39,12 \cdot 23,50 \cdot 0,37}{1}} \right) = 1,09$$

$$\eta_{NMB,fi} = \frac{N_{Ed11}}{\chi_{min,fi} \cdot A \cdot f_y \cdot k_{y,\theta}} \pm k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed11}}{W_{el,y} \cdot f_y \cdot k_{y,\theta}} \pm k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed11}}{W_{el,z} \cdot f_y \cdot k_{y,\theta}} =$$

$$= \frac{(-1,80)}{\frac{0,09 \cdot 39,12 \cdot 23,50 \cdot 0,37}{1}} \pm 1,01 \cdot \frac{530,15}{\frac{324,30 \cdot 23,50 \cdot 0,37}{1}} \pm 1,09 \cdot \frac{(-6,14)}{\frac{47,27 \cdot 23,50 \cdot 0,37}{1}} = 26,6 \% \quad (4.21)$$

$$\eta_{NMBuckl,fi} = \eta_{NMB,fi} = 26,6 = 26,6 \%$$

Kritikus hőmérséklet $\theta_{cr} = 832,00 \text{ }^\circ\text{C}$ **megfelel****3. Normálerő-Hajlítás-Kifordulás (stabilitási interakció):**

EN 1993-1-2: 4.2.3.5

Mértékadó teherkombináció: [Self weight] {FIRE} {0,2*Snow}

Szelvényosztály: **3** (Rugalmas tervezés)Tűzgörbe: **ISO tűzgörbe**Tervezési hőmérséklet $\theta = 641,63 \text{ }^\circ\text{C}$ Mértékadó keresztmetszet: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 609,60 = 609,60 \text{ cm}$ $N_{Ed11} = 0,01 \text{ kN}$ (Húzott rúd)

$$M_{mod,y,Ed} = \max \left(W_{y,com} \cdot \left(\frac{M_{y,Ed11}}{W_{y,com}} - 0,8 \cdot \frac{N_{Ed11}}{A} \right); 0 \right) = \max \left(324,30 \cdot \left(\frac{701,61}{324,30} - 0,8 \cdot \frac{0,01}{39,12} \right); 0 \right) = 701,53 \text{ kNcm} \quad (5.50)$$

$$\eta_{NMLTBuckl,fi} = \frac{M_{mod,y,Ed}}{M_{b,Rd,fi}} + \frac{M_{z,Ed11}}{W_{el,z} \cdot f_y \cdot k_{y,\theta}} = \frac{701,53}{1017,14} + \frac{1,28}{\frac{47,27 \cdot 23,50 \cdot 0,37}{1}} = 69,3 \%$$

Kritikus hőmérséklet $\theta_{cr} = 685,00 \text{ }^\circ\text{C}$ **megfelel****4. Nyírás(y) (szilárdsági vizsgálat):**

EN 1993-1-1: 6.2.6, EN 1993-1-2: 4.2.3.3, 4.2.3.4

Mértékadó teherkombináció: [Self weight] {FIRE} {0,5*Wind}

Szelvényosztály: **3** (Rugalmas tervezés)Tűzgörbe: **ISO tűzgörbe**Tervezési hőmérséklet $\theta = 641,63 \text{ }^\circ\text{C}$ Mértékadó keresztmetszet: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 609,60 = 0 \text{ cm}$

Munka: Példa Modell

Tervező:

Modell: **SteelFrame_Fire.axs**

2021. 01. 28.

3. oldal

$$V_{el,fi,Rd,y} = \frac{\frac{I \cdot t}{S} \cdot f_y \cdot k_{y,\theta}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{MFi}} = \frac{A_{V,el,y} \cdot f_y \cdot k_{y,\theta}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{MFi}}$$

$$\rho_I = \frac{I_{z,1}}{I_{z,1} + I_{z,2}} = 0,5$$

$$A_{V,el,y} = \frac{I_{z,1} \cdot t_{f,1}}{\frac{b_1^2 \cdot t_{f,1}}{8} \cdot \rho_I} = 15,68 \text{ cm}^2$$

$$V_{el,fi,Rd,y} = \frac{A_{V,el,y} \cdot f_y \cdot k_{y,\theta}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{MFi}} = \frac{15,68 \cdot 23,50 \cdot 0,37}{\sqrt{3} \cdot 1} = 78,73 \text{ kN}$$

$$\eta_{V_{y,fi}} = \frac{|V_{y,Ed1}|}{V_{el,fi,Rd,y}} = \frac{|0,01|}{78,73} = 0 \%$$

Kritikus hőmérséklet > 1000 °C

megfelel**5. Gerinc nyírási horpadás (stabilitási vizsgálat):**

EN 1993-1-5: 5.1, 5.2, 5.3, 5.5, Annex A: A.3, EN 1993-1-2

Mértékadó teherkombináció: [Self weight] {FIRE} {0,2*Snow}

Szelvényosztály: **3** (Rugalmas tervezés)Tűzgörbe: **ISO tűzgörbe**Tervezési hőmérséklet $\theta = 641,63 \text{ °C}$ Mértékadó keresztmetszet: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 609,60 = 609,60 \text{ cm}$ $\eta_w = 1,2$ 5.2 (2) NOTE 2 $h_w = h - 2 \cdot t_f = 24,00 - 2 \cdot 0,98 = 22,04 \text{ cm}$ $\varepsilon = 0,85$ (EN 1993-1-2, 4.2)Nincs merevítés $\rightarrow k_\tau = 0$ (A.5)

$$\frac{h_w}{t_w} \leq \frac{31 \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k_\tau}}{\eta_w} \rightarrow V_{b,fi,Rd} = V_{el,fi,Rd,z} = 70,03 = 70,03 \text{ kN} \quad (5.1) (2)$$

$$\eta_{V_{w,fi}} = \frac{|V_{z,Ed11}|}{V_{z,fi,Rd}} = \frac{|6,34|}{70,03} = 9,0 \% \quad (5.10)$$

Kritikus hőmérséklet > 1000 °C

megfelel**6. Gerinc nyírási horpadás-Hajlítás-Normálerő (szilárdsági interakció):**

EN 1993-1-2: 4.2.3, EN 1993-1-1: 6.2.9; EN 1993-1-5: 7.1

Mértékadó teherkombináció: [Self weight] {FIRE} {0,2*Snow}

Szelvényosztály: **3** (Rugalmas tervezés)Tűzgörbe: **ISO tűzgörbe**Tervezési hőmérséklet $\theta = 641,63 \text{ °C}$

Munka: Példa Modell

Tervező:

Modell: **SteelFrame_Fire.axs**

2021. 01. 28.

4. oldal

Mértékadó keresztmetszet: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 609,60 = 609,60$ cm

$$M_{f,fi,Rd} = b \cdot t_f \cdot f_y \cdot k_{y,\theta} \cdot (h - t_f) = 12,00 \cdot 0,98 \cdot 23,50 \cdot 0,37 \cdot (24,00 - 0,98) = 2354,45 \text{ kNcm} = 23,54 \text{ kNm}$$

$$N_{Ed,11} < 0,25 \cdot N_{pl,fi,Rd}; \quad N_{Ed,11} < \frac{0,5 \cdot (A_x - 2 \cdot b \cdot t_f) \cdot f_y \cdot k_{y,\theta}}{\gamma_{MFi}}$$

$$V_{z,Ed,11} < 0,5 \cdot V_{bw,Rd};$$

$$\left| M_{y,Ed,11} \right| \leq M_{f,fi,Rd} \cdot \rho_{Nf} \rightarrow \eta_{V_w, MN, fi} = \frac{\left| M_{y,Ed,11} \right|}{M_{pl,fi,Rd,y}} = \frac{701,61}{3009,29} = 23,3 \%$$

Kritikus hőmérséklet $\theta_{cr} = 848,00$ °C**megfelel****Részeredmények****8. Normálerő (szilárdsági vizsgálat):**

EN 1993-1-2: 4.2.3.1

Mértékadó teherkombináció: [Self weight] {FIRE} {0,5*Wind}

Szelvényosztály: **3** (Rugalmas tervezés)Tűzgörbe: **ISO tűzgörbe**Tervezési hőmérséklet $\theta = 641,63$ °CMértékadó keresztmetszet: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 609,60 = 0$ cm

$$N_{pl,fi,Rd} = \frac{A \cdot f_y \cdot k_{y,\theta}}{\gamma_{MFi}} = \frac{39,12 \cdot 23,50 \cdot 0,37}{1} = 340,23 \text{ kN} \quad (4.3)$$

$$\eta_{N,fi} = \frac{\left| N_{Ed,11} \right|}{N_{pl,fi,Rd}} = \frac{\left| (-1,80) \right|}{340,23} = 0,5 \%$$

Kritikus hőmérséklet > 1000 °C**megfelel****9. Hajlítás(y) (szilárdsági vizsgálat):**

EN 1993-1-2: 4.2.3.3, 4.2.3.4

Mértékadó teherkombináció: [Self weight] {FIRE} {0,2*Snow}

Szelvényosztály: **3** (Rugalmas tervezés)Tűzgörbe: **ISO tűzgörbe**Tervezési hőmérséklet $\theta = 641,63$ °CMértékadó keresztmetszet: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 609,60 = 609,60$ cm

$$M_{el,fi,Rd,y} = \frac{W_{el,y} \cdot f_y \cdot k_{y,\theta}}{\kappa_1 \cdot \kappa_2 \cdot \gamma_{MFi}} = \frac{324,30 \cdot 23,50 \cdot 0,37}{1 \cdot 1 \cdot 1} = 2820,50 \text{ kNcm} = 28,21 \text{ kNm} \quad (6.14)$$

$$\eta_{M_{y,el,fi}} = \frac{\left| M_{y,Ed,11} \right|}{M_{el,fi,Rd,y}} = \frac{701,61}{2820,50} = 24,9 \% \quad (6.12)$$

Kritikus hőmérséklet $\theta_{cr} = 836,00$ °C

Munka: Példa Modell

Tervező:

Modell: **SteelFrame_Fire.axs**

2021. 01. 28.

5. oldal

megfelel**10. Hajlítás(z) (szilárdsági vizsgálat):**

EN 1993-1-2: 4.2.3.3, 4.2.3.4

Mértékadó teherkombináció: **[Self weight] {FIRE} {0,5*Wind}**Szelvényosztály: **3** (Rugalmas tervezés)Tűzgörbe: **ISO tűzgörbe**Tervezési hőmérséklet $\theta = 641,63$ °CMértékadó keresztmetszet: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 609,60 = 609,60$ cm

$$M_{el,fi,Rd,z} = \frac{W_{el,z} \cdot f_y \cdot k_{y,\theta}}{\gamma_{MFi}} = \frac{47,27 \cdot 23,50 \cdot 0,37}{1} = 411,13 \text{ kNcm} = 4,11 \text{ kNm} \quad (6.13)$$

$$\eta_{M_{z,el,fi}} = \frac{|M_{z,Ed_{11}}|}{M_{el,fi,Rd,z}} = \frac{|(-6,14)|}{411,13} = 1,5 \%$$

Kritikus hőmérséklet > 1000 °C

megfelel**11. Nyírás(z) (szilárdsági vizsgálat):**

EN 1993-1-1: 6.2.6, EN 1993-1-2: 4.2.3.3, 4.2.3.4

Mértékadó teherkombináció: **[Self weight] {FIRE} {0,2*Snow}**Szelvényosztály: **3** (Rugalmas tervezés)Tűzgörbe: **ISO tűzgörbe**Tervezési hőmérséklet $\theta = 641,63$ °CMértékadó keresztmetszet: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 609,60 = 609,60$ cm

$$V_{el,fi,Rd,z} = \frac{I \cdot t}{S} \cdot f_y \cdot k_{y,\theta} = \frac{A_{V,el,z} \cdot f_y \cdot k_{y,\theta}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{MFi}}$$

$$A_{V,el,z} = \frac{I_y \cdot t_w}{(b \cdot t_f) \cdot \left(h - z_c - \frac{t_f}{2} \right) + (h - z_c - t_f)^2 \cdot \frac{t_w}{2}} = 13,95 \text{ cm}^2$$

$$V_{el,fi,Rd,z} = \frac{A_{V,el,z} \cdot f_y \cdot k_{y,\theta}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{MFi}} = \frac{13,95 \cdot 23,50 \cdot 0,37}{\sqrt{3} \cdot 1} = 70,03 \text{ kN}$$

$$\eta_{V_{z,fi}} = \frac{|V_{z,Ed_{11}}|}{V_{el,fi,Rd,z}} = \frac{|6,34|}{70,03} = 9,0 \%$$

Kritikus hőmérséklet > 1000 °C

megfelel**13. Normálerő-Hajlítás (szilárdsági interakció):**

EN 1993-1-2: 4.2.3, EN 1993-1-1: 6.2.1, 6.2.8, 6.2.9

Mértékadó teherkombináció N-M-V szilárdsági interakció szerint: **[Self weight] {FIRE} {0,2*Snow}**Szelvényosztály: **3** (Rugalmas tervezés)

Munka: Példa Modell

Tervező:

Modell: **SteelFrame_Fire.axs**

2021. 01. 28.

6. oldal

Tűzgörbe: **ISO tűzgörbe**Tervezési hőmérséklet $\theta = 641,63 \text{ }^\circ\text{C}$ Mértékadó keresztmetszet: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 609,60 = 609,60 \text{ cm}$

$$\eta_{MN,fi} = \frac{N_{Ed,11}}{A \cdot \frac{f_y \cdot k_{y,\theta}}{\gamma_{MFi}}} + \frac{M_{y,Ed,11}}{W_{el,y} \cdot \frac{f_y \cdot k_{y,\theta}}{\gamma_{MFi}}} + \frac{M_{z,Ed,11}}{W_{el,z} \cdot \frac{f_y \cdot k_{y,\theta}}{\gamma_{MFi}}} = \frac{0,01}{39,12 \cdot \frac{23,50 \cdot 0,37}{1}} + \frac{701,61}{324,30 \cdot \frac{23,50 \cdot 0,37}{1}} + \frac{1,28}{47,27 \cdot \frac{23,50 \cdot 0,37}{1}} = 25,2 \%$$

Kritikus hőmérséklet $\theta_{cr} = 834,00 \text{ }^\circ\text{C}$ **megfelel****14. Kihajlás (stabilitási vizsgálat):**

EN 1993-1-1: 6.3.1, EN 1993-1-2: 4.2.3.2

Mértékadó teherkombináció N-M-Kihajlás interakció szerint: **[Self weight] {FIRE} {0,5*Wind}**Szelvényosztály: **3** (Rugalmas tervezés)Tűzgörbe: **ISO tűzgörbe**Tervezési hőmérséklet $\theta = 641,63 \text{ }^\circ\text{C}$ Mértékadó keresztmetszet: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 609,60 = 609,60 \text{ cm}$

$$K_{y,fi} = 1$$

$$K_{z,fi} = 1$$

$$L_{y,fi} = K_{y,fi} \cdot L = 1 \cdot 609,60 = 609,60 \text{ cm}$$

$$L_{z,fi} = K_{z,fi} \cdot L = 1 \cdot 609,60 = 609,60 \text{ cm}$$

$$\lambda_y^* = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,y,fi}}} = \sqrt{\frac{39,12 \cdot 23,50}{2170,49}} = 0,65 \quad (6.50)$$

$$\lambda_z^* = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,z,fi}}} = \sqrt{\frac{39,12 \cdot 23,50}{158,19}} = 2,41 \quad (6.50)$$

$$\lambda_{y,\theta}^* = \lambda_y^* \cdot \sqrt{\frac{k_{y,\theta}}{k_{E,\theta}}} = 0,65 \cdot \sqrt{\frac{0,37}{0,235}} = 0,82 \quad (4.7)$$

$$\lambda_{z,\theta}^* = \lambda_z^* \cdot \sqrt{\frac{k_{y,\theta}}{k_{E,\theta}}} = 2,41 \cdot \sqrt{\frac{0,37}{0,235}} = 3,02 \quad (4.7)$$

$$\alpha_\theta = 0,65 \cdot \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 0,65 \cdot \sqrt{\frac{23,50}{23,50}} = 0,65$$

$$\phi_{y,\theta} = \frac{1 + \alpha_\theta \cdot \lambda_{y,\theta}^* + \lambda_{y,\theta}^{*2}}{2} = \frac{1 + 0,65 \cdot 0,82 + 0,82^2}{2} = 0,8583$$

$$\phi_{z,\theta} = \frac{1 + \alpha_\theta \cdot \lambda_{z,\theta}^* + \lambda_{z,\theta}^{*2}}{2} = \frac{1 + 0,65 \cdot 3,02 + 3,02^2}{2} = 4,1242$$

$$\chi_{y,fi} = \min \left(\frac{1}{\phi_{y,\theta} + \sqrt{\phi_{y,\theta}^2 - \lambda_{y,\theta}^{*2}}}; 1 \right) = \min \left(\frac{1}{(0,8583 + \sqrt{0,8583^2 - 0,82^2})}; 1 \right) = 0,55 \quad (4.6)$$

Munka: Példa Modell

Tervező:

Modell: **SteelFrame_Fire.axs**

2021. 01. 28.

7. oldal

$$\chi_{z,fi} = \min \left(\frac{1}{\phi_{z,\theta} + \sqrt{\phi_{z,\theta}^2 - \lambda_{z,\theta}^{*2}}}; 1 \right) = \min \left(\frac{1}{4,1242 + \sqrt{4,1242^2 - 3,02^2}}; 1 \right) = 0,09 \quad (4.6)$$

$$\chi_{fi} = \min(\chi_{y,fi}; \chi_{z,fi}) = \min(0,55; 0,09) = 0,09 \leq 1,0$$

$$N_{b,fi,Rd} = \frac{\chi_{fi} \cdot A \cdot f_y \cdot k_{y,\theta}}{\gamma_{MFi}} = \frac{0,09 \cdot 39,12 \cdot 23,50 \cdot 0,37}{1} = 30,09 \text{ kN} \quad (4.5)$$

$$\eta_{N_{b,fi}} = \frac{|N_{Ed11}|}{N_{b,fi,Rd}} = \frac{|(-1,80)|}{30,09} = 6,0 \% \quad (6.46)$$

Kritikus hőmérséklet > 1000 °C

megfelel**15. Kifordulás (stabilitási vizsgálat):**

EN 1993-1-1: 6.3.2, EN 1993-1-2: 4.2.3.3, 4.2.3.4

Mértékadó teherkombináció N-M-Kifordulás interakció szerint: **[Self weight] {FIRE} {0,2*Snow}**Szelvényosztály: **3** (Rugalmas tervezés)Tűzgörbe: **ISO tűzgörbe**Tervezési hőmérséklet $\theta = 641,63$ °CMértékadó keresztmetszet: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 609,60 = 609,60$ cm M_{cr} Számítási módszer: ENV 1993-1-1 Appendix F; C_1 : Lopez-képlet; C_2 , C_3 : Felhasználó által megadott értékek

$$C_{1,fi} = 1,78, \quad C_{2,fi} = 0, \quad C_{3,fi} = 0$$

$$L = 609,60 \text{ cm}, \quad K_{fi} = 1, \quad K_{w,fi} = 1$$

$$z_g = 0 \text{ cm}, \quad z_j = 0 \text{ cm}$$

$$M_{cr} = \frac{C_{1,fi} \cdot \pi^2 \cdot E \cdot I_z}{(K_{fi} \cdot L)^2} \cdot \left[\sqrt{\left(\frac{K_{fi}}{K_{w,fi}} \right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{(K_{fi} \cdot L)^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + (C_{2,fi} \cdot z_g + C_{3,fi} \cdot z_j)^2} - (C_{2,fi} \cdot z_g + C_{3,fi} \cdot z_j) \right] =$$

$$= \frac{1,78 \cdot \pi^2 \cdot 21000,00 \cdot 283,63}{(1 \cdot 609,60)^2} \cdot \left[\sqrt{\left(\frac{1}{1} \right)^2 \cdot \frac{37575,33}{283,63} + \frac{(1 \cdot 609,60)^2 \cdot 8076,92 \cdot 12,88}{\pi^2 \cdot 21000,00 \cdot 283,63} + (0 \cdot 0 + 0 \cdot 0)^2} - (0 \cdot 0 + 0 \cdot 0) \right] = 7895,26 \text{ kNcm}$$

$$= 78,95 \text{ kNm}$$

$$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{324,30 \cdot 23,50}{7895,26}} = 0,98$$

$$\lambda_{LT,\theta} = \lambda_{LT} \cdot \sqrt{\frac{k_{y,\theta}}{k_{E,\theta}}} = 0,98 \cdot \sqrt{\frac{0,37}{0,235}} = 1,23 \quad (4.15)$$

$$\alpha_\theta = 0,65 \cdot \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 0,65 \cdot \sqrt{\frac{23,50}{23,50}} = 0,65 \quad (4.14)$$

$$\phi_{LT,\theta} = \frac{1 + \alpha_\theta \cdot \lambda_{LT,\theta} + \lambda_{LT,\theta}^2}{2} = \frac{1 + 0,65 \cdot 1,23 + 1,23^2}{2} = 1,3405 \quad (4.13)$$

Munka: Példa Modell

Tervező:

Modell: **SteelFrame_Fire.axs**

2021. 01. 28.

8. oldal

$$\chi_{LT,fi} = \min \left(\frac{1}{\phi_{LT,\theta} + \sqrt{\phi_{LT,\theta}^2 - \lambda_{LT,\theta}^2}} ; 1 \right) = \min \left(\frac{1}{1,3405 + \sqrt{1,3405^2 - 1,23^2}} ; 1 \right) = 0,36 \quad (4.12)$$

$$M_{b,fi,Rd} = \frac{\chi_{LT,fi} \cdot W_y \cdot f_y \cdot k_{y,\theta}}{\gamma_{MFi}} = \frac{0,36 \cdot 324,30 \cdot 23,50 \cdot 0,37}{1} = 1017,14 \text{ kNcm} = 10,17 \text{ kNm} \quad (4.11, 4.19)$$

$$\eta_{M_{b,fi}} = \frac{|M_{y,Ed11}|}{M_{b,fi,Rd}} = \frac{|701,61|}{1017,14} = 69,0 \%$$

Kritikus hőmérséklet $\theta_{cr} = 685,00 \text{ °C}$ **megfelel**