

Tartószerkezeti szakértői vélemény

Készült: A Hajdúszoboszlói Polgármesteri Hivatal megbízásából.

A szakértés tárgya: **A Hajdúszoboszló, József Attila u. szabadtéri színpad,
zenekari árok lefedés.**

Tartalomjegyzék

Szöveges tervlapok, dokumentumok:

1. Aláírólap
2. Szakértői vélemény
3. Ellenőrző számítás

Aláírólap

Tervező: Móricz László Péter
okl. építőmérnök

Magyar Mérnöki Kamarai tagsági szám: 03-0517
Tervezői jogosultság: T-T/03-0517/2006.
Szakértői jogosultság: T-Sz/03-0517/2009.

Colostok Kft.
4200 Hajdúszoboszló
Debreceni útfél 11. sz.

Colostok Kft.

4200 Hajdúszoboszló, Debreceni útfél 11.sz. e-mail: colostok@netform.hu 30-342-2771

Tartószerkezeti szakértői vélemény

Készült: A Hajdúszoboszlói Polgármesteri Hivatal megbízásából.

A szakértés tárgya: **A Hajdúszoboszló, József Attila u. szabadtéri színpad, zenekari árok lefedés.**

1. Előzmények:

A megbízó a fenti címen álló szabadtéri színpad zenekari árkat 2009. tavaszán lefedte, hozzákapcsolta a színpad területéhez.

A szerkezeetről engedélyezési szintű alaprajz és metszet készült.

A színpad és a lefedett zenekari árok tartószerkezeteinek igénybevétele a korszerű színpadtechnika alkalmazásával megváltozott, mivel alkalmanként Flat roof kerül felépítésre, melynek négy tartóoszlopa 10 - 10 kN koncentrált terhet közvetít az alépítményre.

Megbízásom a megnövekedett terhek okozta igénybevételek hatásának vizsgálatára szólt, s az esetleges tennivalók számbavételére.

A szemlét 2015. december 7-én tartottam.

2. Megállapítások:

A helyszíni szemle alapján megállapítottam, hogy a tervlapokon ábrázolt szerkezet rendszerében nem egyezik meg a megépült szerkezettel.

Szerencsére az elkészített szerkezet rendszere jobb, teherbírása, merevsége nagyobb.

Leméreteztem a zenekari árok terébe épült 40.40.4 zártszelvényekből álló vázrendszert, a lefedő telifa gerendákkal és pallófedésekkel, az Eurocode szerinti 5 kN/m² hasznos teherrel, valamint a Flat roof 4 x10 kN koncentrált terhével.

Megállapítottam, hogy a szerkezet a vele szemben támasztott igénybevételeknek **megfelel**, a terhek okozta igénybevételeket biztonságosan elviseli, a kihasználtság mértéke nem éri el a 90%-ot.

3. Teendők:

A zenekari árkot lefedő fafödém acél tartószerkezete jelenleg még jó állapotban van, de a szerkezet felületén korróziós jelek mutatkoznak. Az acélszerkezetet rozsdamentesíteni, alap- és fedőmázolni kell.

A Flat roof felépítése előtt, a felállítandó oszlopok alá középre 1 - 1 db Lp800.5-800, míg a kitalpaló pontok alá 4x1 - 1 db Lp 400.5-400 teherelosztó acéllemezt kell helyezni a telifa pallók védelmére.

Móricz László Péter
okl. építőmérnök
T-T/03-0517/2006., T-Sz/03-0517/2006.

Munka: Hajdúszoboszló szabadtéri színpad

Tervező: Móricz László Péter, Colostok Kft.

Felülvizsgálat és megerősítés

AxisVM 13.0 R1g - Jogosult felhasználó: Colostok Kft.
Szabadtéri színpad.axs

Dokumentáció

<i>Tétel</i>	<i>Oldal</i>
Geometria	3
Elemek	3
[I], lineáris,(Auto) Mértékadó, eZ, Diagram	4
[I], lineáris,(Auto) Mértékadó, Sminmax, Diagram	4
[StI], lineáris,(Auto) Mértékadó, Kihasznátság, Diagram	5
[StI], lineáris,(Auto) Mértékadó, Kihasznátság, 121. méretezési elem, [Poz.: 1,500m;]	5
Acél méretezési számítás, 121. méretezési elem, lineáris,(Auto) Mértékadó	5
[StI], lineáris,(Auto) Mértékadó, Kihasznátság, 320. méretezési elem, [Poz.: 0,499m;]	12
Acél méretezési számítás, 320. méretezési elem, lineáris,(Auto) Mértékadó	12

Munka: Hajdúszoboszló szabadtéri színpad

Tervező: Móricz László Péter, Colostok Kft.

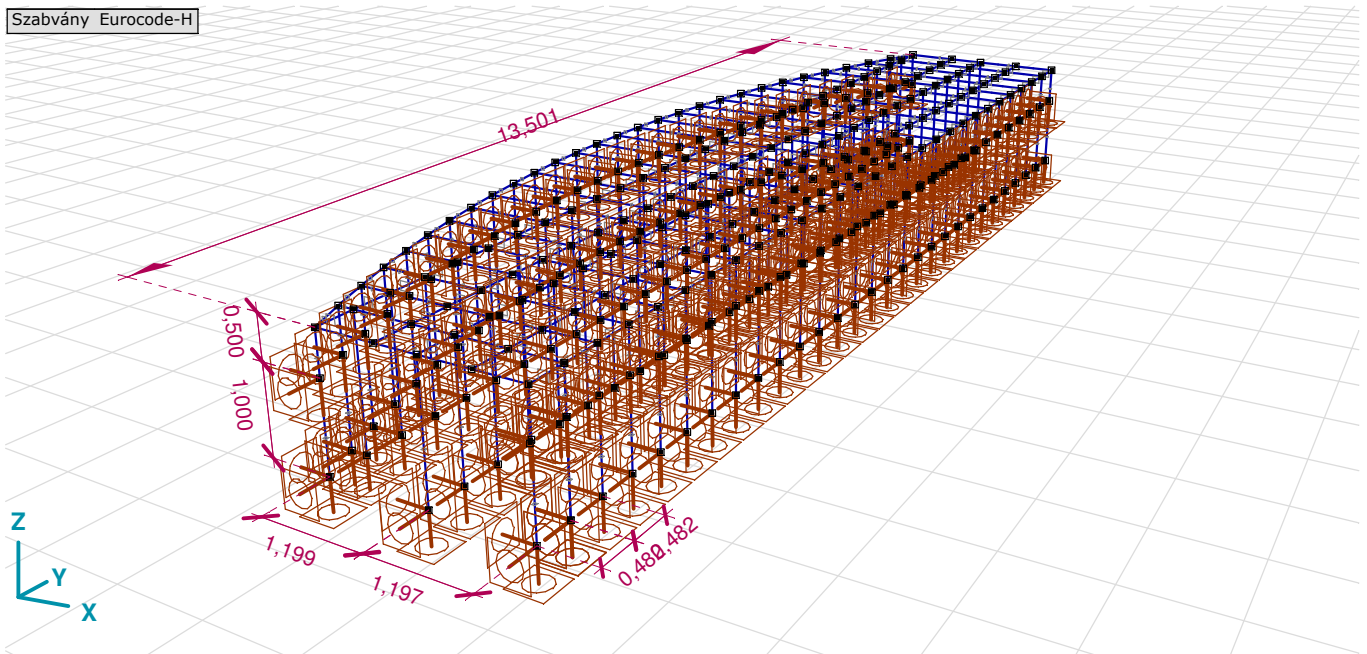
Felülvizsgálat és megerősítés

Modell: Szabadtéri színpad.axs

2015. 12. 23.

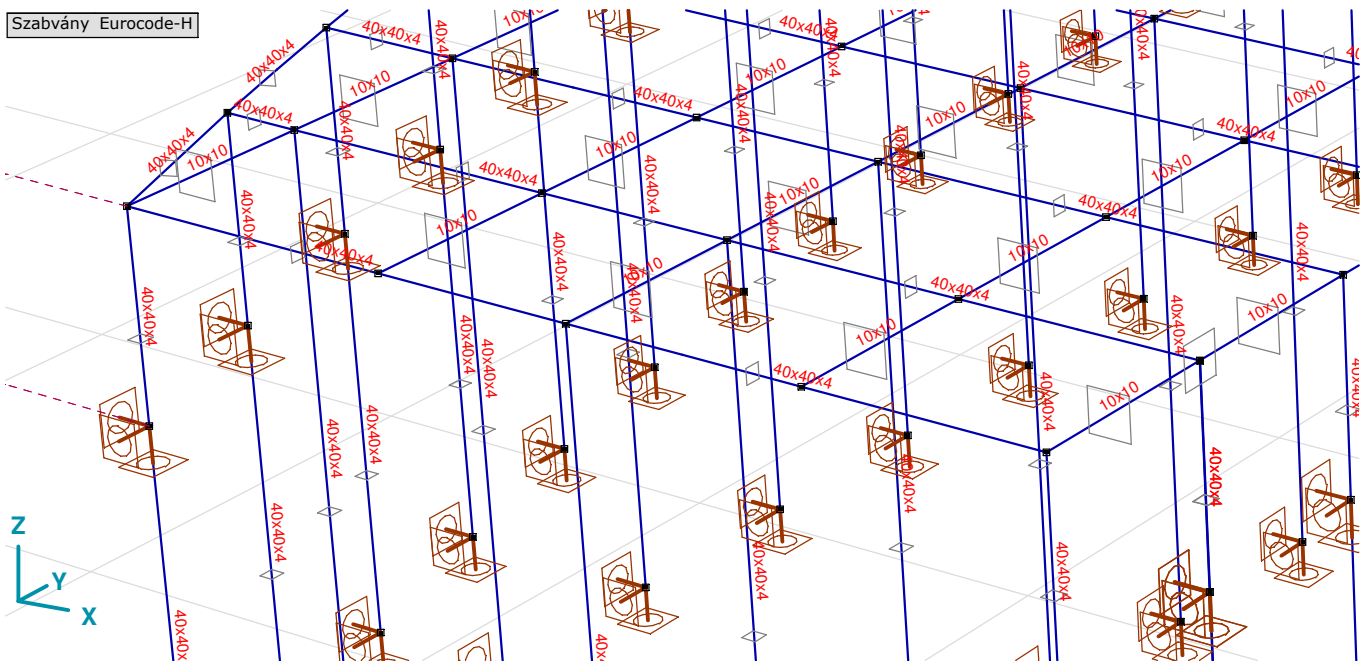
3. oldal

Szabvány Eurocode-H



Geometria

Szabvány Eurocode-H



Elemek

Munka: Hajdúszoboszló szabadtéri színpad

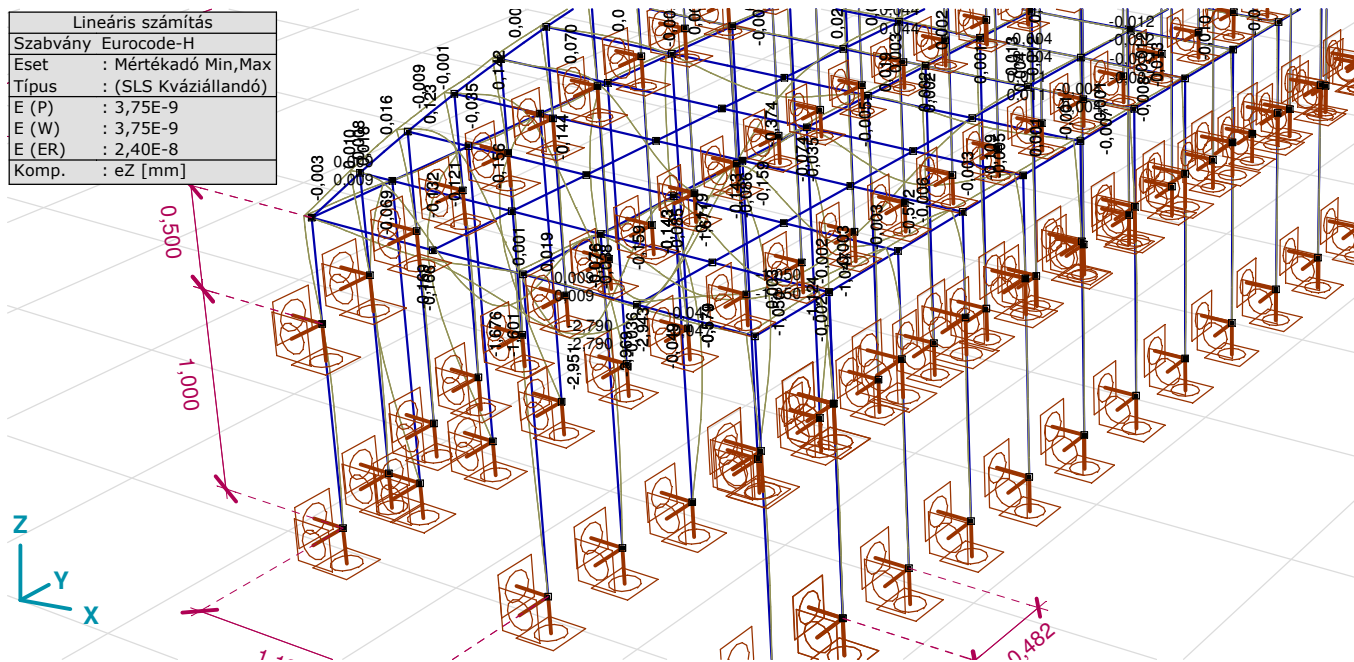
Tervező: Móricz László Péter, Colostok Kft.

Felülvizsgálat és megerősítés

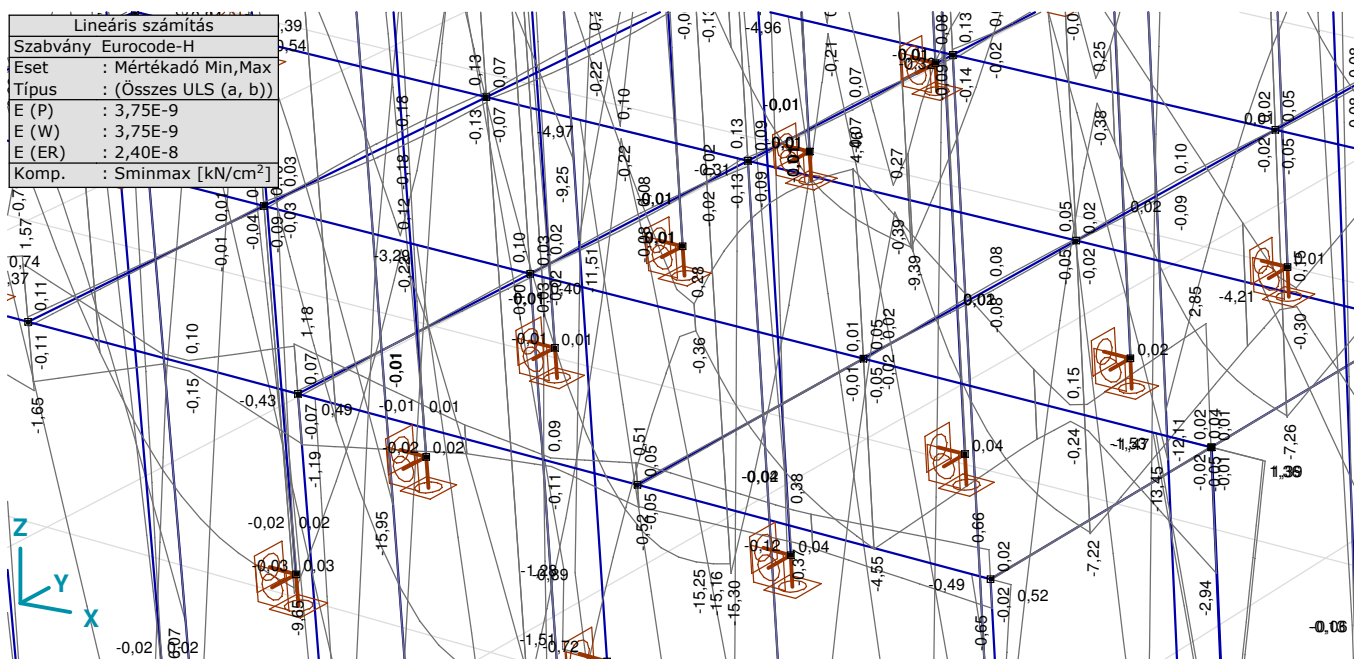
Modell: Szabadtéri színpad.axs

2015. 12. 23.

4. oldal



[I], lineáris,(Auto) Mértékadó, eZ, Diagram



[I], lineáris,(Auto) Mértékadó, Sminmax, Diagram

ACÉL SZERKEZETI ELEM ELLENŐRZÉSE

Munka: Hajdúszoboszló szabadtéri színpad

Tervező: Móricz László Péter, Colostok Kft.

Felülvizsgálat és megerősítés

Modell: **Szabadtéri színpad.axs**

2015. 12. 23.

6. oldal

121. acél méretezési elem

Csomópontok: **109-224**Szabvány: **Eurocode-H**

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

Anyag: **S 235**Szelvény: **40x40x4**Tehereset: **lineáris,(Auto) Mértékadó**Földrengés igénybevételek szorzója: **1,0**Szelvényosztály: **1** (Képlékeny tervezés)**1. Normálerő-Hajlítás-Nyírás**

EN 1993-1-1: 6.2.1, 6.2.8, 6.2.9.3

Mértékadó teherkombináció: **[1,35*díszlet+1,35*állványzat]**Mértékadó keresztmetszet: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 150,00 = 0 \text{ cm}$

$$N_{Ed_1} = -14,40 \text{ kN} \quad V_{y,Ed_1} = 0 \text{ kN} \quad V_{z,Ed_1} = 0,09 \text{ kN} \quad M_{y,Ed_1} = -0,91 \text{ kNcm} = -0,01 \text{ kNm} \quad M_{z,Ed_1} = 0,10 \text{ kNcm} = 0 \text{ kNm} \quad M_{x,Ed_1} = -0,04 \text{ kNcm} = 0 \text{ kNm}$$

$$\eta_{NMV_{pl}} = \eta_{MN} = 11,5 \% \quad \text{megfelel}$$

2. Normálerő-Hajlítás-Kihajlás

EN 1993-1-1: 6.3.3, Annex B: Method 2

Mértékadó teherkombináció: **[1,35*díszlet+1,35*állványzat]**Mértékadó keresztmetszet: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 150,00 = 150,00 \text{ cm}$

$$C_{my} = \max (0,2 + 0,8 \cdot \alpha_{Cm}, 0,4) = \max (0,2 + 0,8 \cdot 0,462, 0,4) = 0,57 \geq 0,4 \quad \text{B.3 táblázat}$$

$$C_{mz} = \max (0,2 + 0,8 \cdot \alpha_{Cm}, 0,4) = \max (0,2 + 0,8 \cdot 0,462, 0,4) = 0,565 \geq 0,4 \quad \text{B.3 táblázat}$$

$$f_{yy} = \min (\lambda_y^* - 0,2 ; 0,8) = \min (1,11 - 0,2 ; 0,8) = 0,8$$

$$f_{zz} = \max (\min (\lambda_z^* - 0,2 ; 0,8) ; 0) = \max (\min (1,11 - 0,2 ; 0,8) ; 0) = 0,8$$

$$k_{yy} = C_{my} \cdot \left(1 + f_{yy} \cdot \frac{|N_{Ed_{11}}|}{\chi_y \cdot N_{pl,Rd}} \right) = 0,57 \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{|(-14,40)|}{0,4789 \cdot 125,63} \right) = 0,679$$

$$k_{zy} = 0,6 \cdot k_{yy} = 0,6 \cdot 0,679 = 0,407 \quad \text{Annex B.1 táblázat}$$

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz} = 0,6 \cdot 0,673 = 0,404$$

$$k_{zz} = C_{mz} \cdot \left(1 + f_{zz} \cdot \frac{|N_{Ed_{11}}|}{\chi_z \cdot N_{pl,Rd}} \right) = 0,565 \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{|(-14,40)|}{0,4789 \cdot 125,63} \right) = 0,673 \quad \text{Annex B.1 táblázat}$$

$$\chi_y = \min \left(\frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y^{*2}}} ; 1 \right) = 0,4789 \quad (6.49)$$

$$\chi_z = \min \left(\frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z^{*2}}} ; 1 \right) = 0,4789 \quad (6.49)$$

Munka: Hajdúszoboszló szabadtéri színpad

Tervező: Móricz László Péter, Colostok Kft.

Felülvizsgálat és megerősítés

Modell: Szabadtéri színpad.axs

2015. 12. 23.

7. oldal

$$\eta_{NMBuckl_1} = \frac{N_{Ed_{11}}}{\chi_y \cdot N_{pl,Rd}} \pm k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed_{11}}}{M_{pl,Rd,y}} \pm k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed_{11}}}{M_{pl,Rd,z}} = \frac{(-14,40)}{0,4789 \cdot 125,63} \pm 0,679 \cdot \frac{11,98}{164,77} \pm 0,404 \cdot \frac{0,54}{164,77} = 29,0\% \quad (6.61)$$

$$\eta_{NMBuckl_2} = \frac{N_{Ed_{11}}}{\chi_z \cdot N_{pl,Rd}} \pm k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed_{11}}}{M_{pl,Rd,y}} \pm k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed_{11}}}{M_{pl,Rd,z}} = \frac{(-14,40)}{0,4789 \cdot 125,63} \pm 0,407 \cdot \frac{11,98}{164,77} \pm 0,673 \cdot \frac{0,54}{164,77} = 27,1\% \quad (6.62)$$

$$\eta_{NMBuckl} = 29,0\% \quad \text{megfelel}$$

3. Normálerő-Hajlítás-Kifordulás

EN 1993-1-1: 6.3.3, Annex B: Method 2

Mértékadó teherkombináció: [1,35***díszlet**+1,35***állványzat**]Mértékadó keresztmetszet: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 150,00 = 150,00$ cm

$$C_{my} = \max(0,2 + 0,8 \cdot \alpha_{Cm}, 0,4) = \max(0,2 + 0,8 \cdot 0,462, 0,4) = 0,57 \geq 0,4 \quad \text{B.3 táblázat}$$

$$C_{mz} = \max(0,2 + 0,8 \cdot \alpha_{Cm}, 0,4) = \max(0,2 + 0,8 \cdot 0,462, 0,4) = 0,565 \geq 0,4 \quad \text{B.3 táblázat}$$

$$C_{mLT} = \max(0,2 + 0,8 \cdot \alpha_{Cm}, 0,4) = \max(0,2 + 0,8 \cdot 0,462, 0,4) = 0,57 \geq 0,4 \quad \text{B.3 táblázat}$$

$$f_{yy} = \min(\lambda_y^* - 0,2; 0,8) = \min(1,11 - 0,2; 0,8) = 0,8$$

$$k_{yy} = C_{my} \cdot \left(1 + f_{yy} \cdot \frac{|N_{Ed_{11}}|}{\chi_y \cdot N_{pl,Rd}} \right) = 0,57 \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{|(-14,40)|}{0,4789 \cdot 125,63} \right) = 0,679$$

$$k_{zy} = 0,6 \cdot k_{yy} = 0,6 \cdot 0,679 = 0,407 \quad \text{Annex B.1, B.2 táblázat}$$

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz} = 0,6 \cdot 0,673 = 0,404$$

$$k_{zz} = C_{mz} \cdot \left(1 + f_{zz} \cdot \frac{|N_{Ed_{11}}|}{\chi_z \cdot N_{pl,Rd}} \right) = 0,565 \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{|(-14,40)|}{0,4789 \cdot 125,63} \right) = 0,673 \quad \text{Annex B.1, B.2 táblázat}$$

$$\chi_y = \min\left(\frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y^{*2}}}; 1\right) = 0,4789 \quad (6.49)$$

$$\chi_z = \min\left(\frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z^{*2}}}; 1\right) = 0,4789 \quad (6.49)$$

$$\chi_{LT} = 1 \quad (6.56)$$

$$\eta_{NMLTBuckl_1} = \frac{|N_{Ed_{11}}|}{\chi_y \cdot N_{pl,Rd}} + k_{yy} \cdot \frac{|M_{y,Ed_{11}}|}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} + k_{yz} \cdot \frac{|M_{z,Ed_{11}}|}{M_{pl,Rd,z}} = \frac{|(-14,40)|}{0,4789 \cdot 125,63} + 0,679 \cdot \frac{|11,98|}{1 \cdot 164,77} + 0,404 \cdot \frac{|0,54|}{164,77} = 29,0\%$$

(6.61)

$$\eta_{NMLTBuckl_2} = \frac{|N_{Ed_{11}}|}{\chi_z \cdot N_{pl,Rd}} + k_{zy} \cdot \frac{|M_{y,Ed_{11}}|}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}} + k_{zz} \cdot \frac{|M_{z,Ed_{11}}|}{M_{pl,Rd,z}} = \frac{|(-14,40)|}{0,4789 \cdot 125,63} + 0,407 \cdot \frac{|11,98|}{1 \cdot 164,77} + 0,673 \cdot \frac{|0,54|}{164,77} = 27,1\%$$

Munka: Hajdúszoboszló szabadtéri színpad

Tervező: Móricz László Péter, Colostok Kft.

Felülvizsgálat és megerősítés

Modell: Szabadtéri színpad.axs

2015. 12. 23.

8. oldal

(6.62)

$$\eta_{NMLTBuckl} = 29,0\% \quad \text{megfelel}$$

4. Nyírás (y) - szilárdsági vizsgálat:

EN 1993-1-1: 6.2.6

Mértékadó teherkombináció: [1,35*díszlet+1,35*állványzat]

Mértékadó keresztmetszet: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 150,00 = 0$ cm

$$V_{pl,Rd,y} = \frac{A_{V,y} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{2,67 \cdot 23,50}{\sqrt{3} \cdot 1} = 36,27 \text{ kN} \quad (6.18)$$

$$M_{x,Ed_1} = -0,04 \text{ kNcm}$$

$$V_{pl,T,Rd,y} = \left(\frac{1 - \tau_{w,xy,Ed}}{1,25 \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}}} \right) \cdot V_{pl,Rd,y} = \left(\frac{1 - 0}{1,25 \cdot \frac{23,50}{\sqrt{3} \cdot 1}} \right) \cdot 36,27 = 36,25 \text{ kN} \quad (6.28)$$

$$\eta_{V_y} = \frac{|V_{y,Ed_1}|}{V_{pl,T,Rd,y}} = \frac{101}{36,25} = 0\% \quad (6.17) \quad \text{megfelel}$$

5. Nyírási horpadási ellenállás:

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

Mértékadó teherkombináció: [1,35*díszlet+1,35*állványzat]

Mértékadó keresztmetszet: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 150,00 = 0$ cm

$$\eta_w = 1,2 \quad 5.2 (2) \text{ NOTE 2}$$

$$h_w = h - 2 \cdot t_f = 4,00 - 2 \cdot 0,40 = 3,20 \text{ cm}$$

$$\text{Nincs merevítés} \rightarrow k_\tau = 5,34 \quad (A.5)$$

$$\lambda_w = \frac{h_w}{37,4 \cdot t_w \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k_\tau}} = \frac{3,20}{37,4 \cdot 0,40 \cdot 1 \cdot \sqrt{5,34}} = 0,0926 \quad (5.6)$$

$$\chi_w = \eta_w = \eta_w = 1,2 \leftarrow \frac{h_w}{t_w} \leq \frac{31 \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k_\tau}}{\eta_w} \quad 5.1 (2)$$

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w \cdot f_y \cdot 2 \cdot h_w \cdot t_w}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}} = \frac{1,2 \cdot 23,50 \cdot 2 \cdot 3,20 \cdot 0,40}{\sqrt{3} \cdot 1} = 41,68 \text{ kN} \quad (5.1)$$

$$V_{b,Rd} = \min(V_{bw,Rd}, V_{pl,Rd,z}) = \min(41,68; 36,27) = 36,27 \text{ kN}$$

$$\eta_{V_w} = \frac{|V_{z,Ed_1}|}{V_{b,Rd}} = \frac{10,091}{36,27} = 0,2\% \quad (5.10) \quad \text{megfelel}$$

6. Nyírás-Hajlítás-Normálerő

EN 1993-1-1: 6.2.9; EN 1993-1-5: 7.1

Mértékadó teherkombináció: [1,35*díszlet+1,35*állványzat]

Mértékadó keresztmetszet: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 150,00 = 150,00$ cm

$$M_{f,Rd} = 135,36 \text{ kNcm} = 1,35 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}} + \left(1 - \frac{M_{f,Rd}}{M_{pl,Rd}} \right) \left(2 \cdot \frac{V_{Ed}}{V_{bw,Rd}} - 1 \right)^2 \leq 1,0 \quad (7.1)$$

Munka: Hajdúszoboszló szabadtéri színpad

Tervező: Móricz László Péter, Colostok Kft.

Felülvizsgálat és megerősítés

Modell: **Szabadtéri színpad.axs**

2015. 12. 23.

9. oldal

$$\frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}} \geq \frac{M_{f,Rd}}{M_{pl,Rd}}$$

$$\eta_{V_{w,MN}} = 7,3 \% \quad \text{megfelel}$$

Részeredmények**7. Normálerő - szilárdsági vizsgálat:**

EN 1993-1-1: 6.2.4

Mértékadó teherkombináció: **[1,35*díszlet+1,35*állványzat]**Mértékadó keresztmetszet: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 150,00 = 0 \text{ cm}$

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{5,35 \cdot 23,50}{1} = 125,63 \text{ kN} \quad (6.10)$$

$$\eta_N = \frac{|N_{Ed1}|}{N_{pl,Rd}} = \frac{|(-14,40)|}{125,63} = 11,5 \% \quad (6.9) \quad \text{megfelel}$$

8. Nyomaték (yy) - szilárdsági vizsgálat:

EN 1993-1-1: 6.2.5

Mértékadó teherkombináció: **[1,35*díszlet+1,35*állványzat]**Mértékadó keresztmetszet: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 150,00 = 150,00 \text{ cm}$

$$M_{pl,Rd,y} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{7,01 \cdot 23,50}{1} = 164,77 \text{ kNcm} = 1,65 \text{ kNm} \quad (6.13)$$

$$\eta_{M_{y,pl}} = \frac{|M_{y,Ed11}|}{M_{pl,Rd,y}} = \frac{111,981}{164,77} = 7,3 \% \quad (6.12) \quad \text{megfelel}$$

9. Nyomaték (zz) - szilárdsági vizsgálat:

EN 1993-1-1: 6.2.5

Mértékadó teherkombináció: **[1,35*díszlet+1,35*állványzat]**Mértékadó keresztmetszet: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 150,00 = 150,00 \text{ cm}$

$$M_{pl,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{7,01 \cdot 23,50}{1} = 164,77 \text{ kNcm} = 1,65 \text{ kNm} \quad (6.13)$$

$$\eta_{M_{z,pl}} = \frac{|M_{z,Ed11}|}{M_{pl,Rd,z}} = \frac{10,541}{164,77} = 0,3 \% \quad (6.12) \quad \text{megfelel}$$

10. Nyírás (z) - szilárdsági vizsgálat:

EN 1993-1-1: 6.2.6

Mértékadó teherkombináció: **[1,35*díszlet+1,35*állványzat]**Mértékadó keresztmetszet: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 150,00 = 0 \text{ cm}$

$$V_{pl,Rd,z} = \frac{A_{V,z} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{2,67 \cdot 23,50}{\sqrt{3} \cdot 1} = 36,27 \text{ kN} \quad (6.18)$$

$$M_{x,Ed1} = -0,04 \text{ kNcm}$$

$$V_{pl,T,Rd,z} = \left(\frac{1 - \tau_{w,xz,Ed}}{1,25 \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}}} \right) \cdot V_{pl,Rd,z} = \left(\frac{1 - 0}{1,25 \cdot \frac{23,50}{\sqrt{3} \cdot 1}} \right) \cdot 36,27 = 36,25 \text{ kN} \quad (6.28)$$

Munka: Hajdúszoboszló szabadtéri színpad

Tervező: Móricz László Péter, Colostok Kft.

Felülvizsgálat és megerősítés

Modell: **Szabadtéri színpad.axs**

2015. 12. 23.

10. oldal

$$\eta_{V_z} = \frac{|V_{z,Ed1}|}{V_{pl,T,Rd,z}} = \frac{10,09}{36,25} = 0,2 \% \quad (6.17) \quad \text{megfelel}$$

11. Hajlítás-nyírás interakciós vizsgálat

EN 1993-1-1: 6.2.1, 6.2.8, 6.2.9.3

Mértékadó teherkombináció: **[1,35*díszlet+1,35*állványzat]**Mértékadó keresztmetszet: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 150,00 = 0 \text{ cm}$
 $V_{z,Ed1} = 0,09 \text{ kN} \leq V_{pl,Rd,z}/2 = 18,13 \text{ kN} \rightarrow \text{A hajlítás és a vele egyidejű nyírás hatását nem kell számításba venni.} \quad 6.2.8 (2)$
 $V_{y,Ed1} = 0 \text{ kN} \leq V_{pl,Rd,y}/2 = 18,13 \text{ kN} \rightarrow \text{A hajlítás és a vele egyidejű nyírás hatását nem kell számításba venni.} \quad 6.2.8 (2)$
12. Hajlítás-normálerő interakciós vizsgálat

EN 1993-1-1: 6.2.1, 6.2.8, 6.2.9.3

Mértékadó teherkombináció: **[1,35*díszlet+1,35*állványzat]**Mértékadó keresztmetszet: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 150,00 = 0 \text{ cm}$

$$n = \frac{|N_{Ed1}|}{N_{pl,Rd}} = \frac{14,40}{125,63} = 11,5 \% \leq 25\%$$

$$|N_{Ed1}| = 14,40 \text{ kN} \leq N_{Rd,w}/2 = \frac{h_w \cdot t_w \cdot f_y}{2 \cdot \gamma_{M0}} = \frac{3,20 \cdot 0,40 \cdot 23,50}{2 \cdot 1} = 15,04 \text{ kN}$$

$$M_{Ny,Rd} = M_{y,V,Rd} = 164,77 = 164,77 \text{ kNcm} = 1,65 \text{ kNm}$$

$$M_{Nz,Rd} = M_{z,V,Rd} = 164,77 = 164,77 \text{ kNcm} = 1,65 \text{ kNm}$$

$$\eta_{MN,1} = \frac{M_{y,Ed1}}{M_{Ny,Rd}} = \frac{(-0,91)}{164,77} = 0,6 \%$$

$$\eta_{MN,2} = \frac{M_{z,Ed1}}{M_{Nz,Rd}} = \frac{0,10}{164,77} = 0,1 \%$$

$$\alpha_{MN} = \max \left(\min \left(\frac{1,66}{1 - 1,13 \cdot (n/100)^2}; 6 \right); 1 \right) = \max \left(\min \left(\frac{1,66}{1 - 1,13 \cdot (11,5/100)^2}; 6 \right); 1 \right) = 1,7$$

$$\beta_{MN} = \alpha_{MN} = 1,7 = 1,7$$

$$\eta_{MN,3} = \left(\frac{M_{y,Ed1}}{M_{Ny,Rd}} \right)^{\alpha_{MN}} + \left(\frac{M_{z,Ed1}}{M_{Nz,Rd}} \right)^{\beta_{MN}} = \left(\frac{(-0,91)}{164,77} \right)^{1,7} + \left(\frac{0,10}{164,77} \right)^{1,7} = 0 \% \quad (6.41)$$

$$\eta_{MN} = \max (\eta_{MN,1}; \eta_{MN,2}; \eta_{MN,3}; \eta_N) = \max (0,6; 0,1; 0; 11,5) = 11,5 \% \quad \text{megfelel}$$

13. Kihajlási ellenállás:

EN 1993-1-1: 6.3.1

Mértékadó teherkombináció N-M-Kihajlás interakció szerint: **[1,35*díszlet+1,35*állványzat]**Mértékadó keresztmetszet: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 150,00 = 150,00 \text{ cm}$

$$k_y = 1$$

$$k_z = 1$$

$$L_y = k_y \cdot L = 1 \cdot 150,00 = 150,00 \text{ cm}$$

$$L_z = k_z \cdot L = 1 \cdot 150,00 = 150,00 \text{ cm}$$

Kihajlási görbe az y tengely körül: $c \quad 6.2 \text{ táblázat}$

Munka: Hajdúszoboszló szabadtéri színpad

Tervező: Móricz László Péter, Colostok Kft.

Felülvizsgálat és megerősítés

Modell: **Szabadtéri színpad.axs**

2015. 12. 23.

11. oldal

$$\rightarrow \alpha_y = 0,49 \quad \text{6.1 táblázat}$$

Kihajlási görbe a z tengely körül: c 6.2 táblázat

$$\rightarrow \alpha_z = 0,49 \quad \text{6.1 táblázat}$$

$$\lambda_y^* = \frac{L_y}{i_y} \cdot \frac{1}{\lambda_1} = \frac{150,00}{1,44} \cdot \frac{1}{93,9} = 1,11 \quad (6.50)$$

$$\lambda_z^* = \frac{L_z}{i_z} \cdot \frac{1}{\lambda_1} = \frac{150,00}{1,44} \cdot \frac{1}{93,9} = 1,11 \quad (6.50)$$

$$\phi_y = \frac{1 + \alpha_y \cdot (\lambda_y^* - 0,2) + \lambda_y^{*2}}{2} = \frac{1 + 0,49 \cdot (1,11 - 0,2) + 1,11^2}{2} = 1,3391$$

$$\phi_z = \frac{1 + \alpha_z \cdot (\lambda_z^* - 0,2) + \lambda_z^{*2}}{2} = \frac{1 + 0,49 \cdot (1,11 - 0,2) + 1,11^2}{2} = 1,3391$$

$$\chi_y = \min \left(\frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y^{*2}}}; 1 \right) = \min \left(\frac{1}{1,3391 + \sqrt{1,3391^2 - 1,11^2}}; 1 \right) = 0,4789 \quad (6.49)$$

$$\chi_z = \min \left(\frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z^{*2}}}; 1 \right) = \min \left(\frac{1}{1,3391 + \sqrt{1,3391^2 - 1,11^2}}; 1 \right) = 0,4789 \quad (6.49)$$

$$\chi = \min (\chi_y; \chi_z) = \min (0,4789; 0,4789) = 0,4789 \leq 1,0$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,4789 \cdot 5,35 \cdot 23,50}{1} = 60,17 \text{ kN} \quad (6.47)$$

$$\eta_{N_b} = \frac{|N_{Ed11}|}{N_{b,Rd}} = \frac{|(-14,40)|}{60,17} = 23,9 \% \quad (6.46) \quad \text{megfelel}$$

14. Kifordulási ellenállás:

EN 1993-1-1: 6.3.2

Mértékadó teherkombináció N-M-Kifordulás interakció szerint: **[1,35*díszlet+1,35*állványzat]**Mértékadó keresztmetszet: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 150,00 = 150,00 \text{ cm}$ Szelvény: Téglalap alakú, $h=b \rightarrow \chi_{LT} = 1$

$$M_{b,Rd} = \frac{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{1 \cdot 7,01 \cdot 23,50}{1} = 164,77 \text{ kNcm} = 1,65 \text{ kNm} \quad (6.55)$$

$$\eta_{M_b} = \frac{|M_{y,Ed11}|}{M_{b,Rd}} = \frac{|11,98|}{164,77} = 7,3 \% \quad (6.54) \quad \text{megfelel}$$

Munka: Hajdúszoboszló szabadtéri színpad

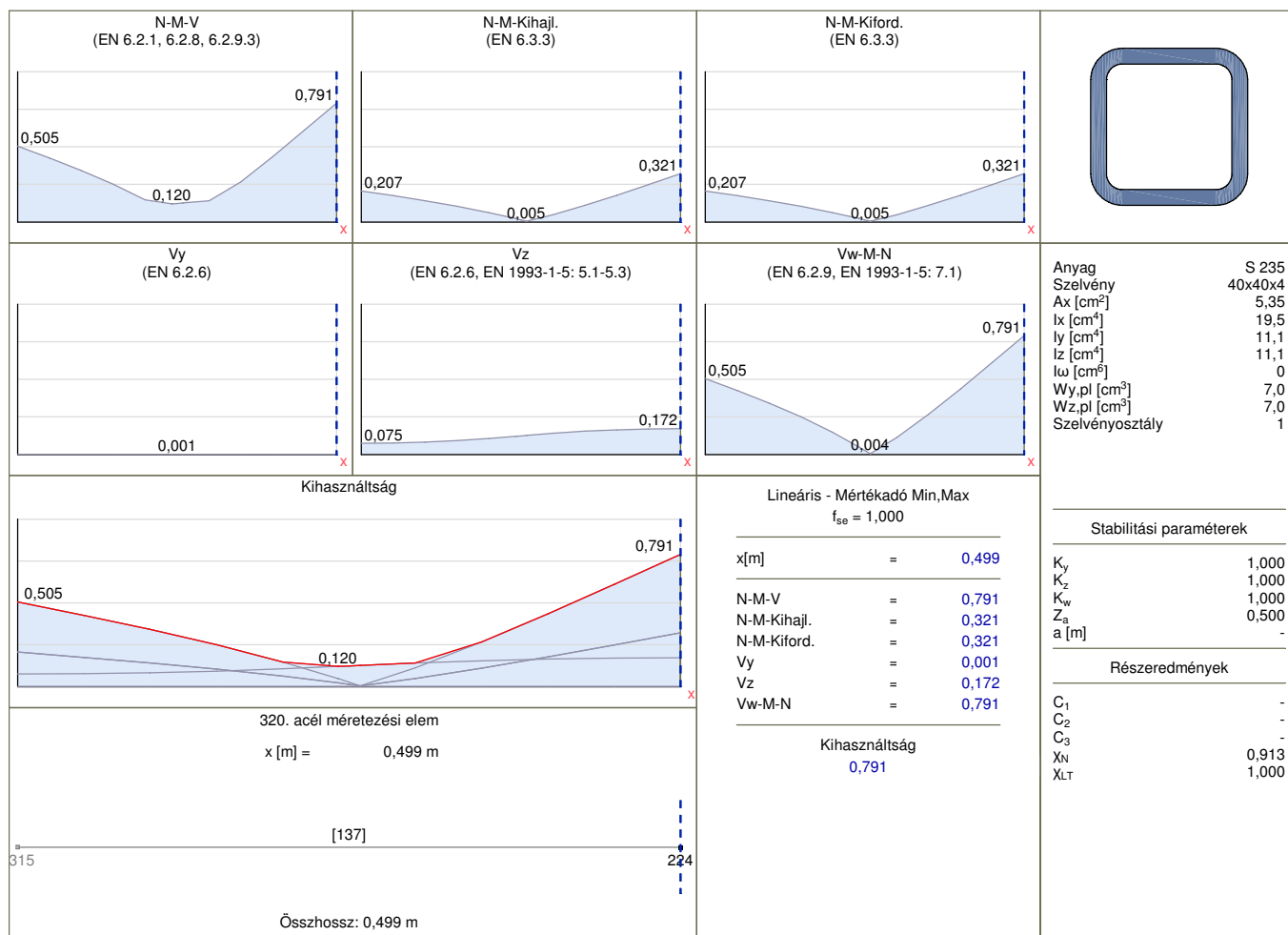
Tervező: Móricz László Péter, Colostok Kft.

Felülvizsgálat és megerősítés

Modell: **Szabadtéri színpad.axs**

2015. 12. 23.

12. oldal



[StI], lineáris,(Auto) Mértékadó, Kihasznátság, 320. méretezési elem, [Poz.: 0,499m;]

ACÉL SZERKEZETI ELEM ELLENŐRZÉSE

320. acél méretezési elem

Csomópontok: **224-315**Szabvány: **Eurocode-H**

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

Anyag: **S 235**Szelvény: **40x40x4**Tehereset: **lineáris,(Auto) Mértékadó**Földrengés igénybevételek szorzója: **1,0**Szelvényosztály: **1** (Képlékeny tervezés)**1. Normálerő-Hajlítás-Nyírás**

EN 1993-1-1: 6.2.1, 6.2.8, 6.2.9.3

Mértékadó teherkombináció: **[1,35*díszlet+1,35*állványzat]**Mértékadó keresztmetszet: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 49,91 = 49,91$ cm

$$N_{Ed_{15}} = -0,37 \text{ kN} \quad V_{y,Ed_{15}} = 0,04 \text{ kN} \quad V_{z,Ed_{15}} = 5,96 \text{ kN} \quad M_{y,Ed_{15}} = 130,25 \text{ kNcm} = 1,30 \text{ kNm} \quad M_{z,Ed_{15}} = -1,07 \text{ kNcm} = -0,01 \text{ kNm} \quad M_{x,Ed_{15}} = -5,31 \text{ kNcm} = -0,05 \text{ kNm}$$

$$\eta_{NMV_{pl}} = \eta_{MN} = 79,1 \% \quad \text{megfelel}$$

Munka: Hajdúszoboszló szabadtéri színpad

Tervező: Móricz László Péter, Colostok Kft.

Felülvizsgálat és megerősítés

Modell: Szabadtéri színpad.axs

2015. 12. 23.

13. oldal

2. Normálérő-Hajlítás-Kihajlás

EN 1993-1-1: 6.3.3, Annex B: Method 2

Mértékadó teherkombináció: [1,35***díszlet**+1,35***állványzat**]

Mértékadó keresztmetszet: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 49,91 = 49,91$ cm

$$C_{my} = \max(0,1 \cdot (1 - \psi_{Cm}) - 0,8 \cdot \alpha_{Cm}, 0,2 \cdot (-\psi_{Cm}) - 0,8 \cdot \alpha_{Cm}, 0,4) = \\ = \max(0,1 \cdot (1 - (-0,639)) - 0,8 \cdot (-0,034), 0,2 \cdot (-(-0,639)) - 0,8 \cdot (-0,034), 0,4) = 0,4 \geq 0,4 \quad \text{B.3 táblázat}$$

$$C_{mz} = \max(0,2 + 0,8 \cdot \alpha_{Cm}, 0,4) = \max(0,2 + 0,8 \cdot (-0,034), 0,4) = 0,4 \geq 0,4 \quad \text{B.3 táblázat}$$

$$f_{yy} = \min(\lambda_y^* - 0,2; 0,8) = \min(0,37 - 0,2; 0,8) = 0,169$$

$$f_{zz} = \max(\min(\lambda_z^* - 0,2; 0,8); 0) = \max(\min(0,37 - 0,2; 0,8); 0) = 0,169$$

$$k_{yy} = C_{my} \cdot \left(1 + f_{yy} \cdot \frac{\frac{|N_{Ed15}|}{\chi_y \cdot N_{pl,Rd}}}{\gamma_{M1}} \right) = 0,4 \cdot \left(1 + 0,169 \cdot \frac{1 \cdot (-0,37)}{0,9134 \cdot 125,63} \right) = 0,4$$

$$k_{zy} = 0,6 \cdot k_{yy} = 0,6 \cdot 0,4 = 0,24 \quad \text{Annex B.1 táblázat}$$

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz} = 0,6 \cdot 0,4 = 0,24$$

$$k_{zz} = C_{mz} \cdot \left(1 + f_{zz} \cdot \frac{\frac{|N_{Ed15}|}{\chi_z \cdot N_{pl,Rd}}}{\gamma_{M1}} \right) = 0,4 \cdot \left(1 + 0,169 \cdot \frac{1 \cdot (-0,37)}{0,9134 \cdot 125,63} \right) = 0,4 \quad \text{Annex B.1 táblázat}$$

$$\chi_y = \min\left(\frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y^{*2}}}; 1\right) = 0,9134 \quad (6.49)$$

$$\chi_z = \min\left(\frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z^{*2}}}; 1\right) = 0,9134 \quad (6.49)$$

$$\eta_{NMBuck1} = \frac{N_{Ed15}}{\frac{\chi_y \cdot N_{pl,Rd}}{\gamma_{M1}}} \pm k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed15}}{\frac{M_{pl,Rd,y}}{\gamma_{M1}}} \pm k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed15}}{\frac{M_{pl,Rd,z}}{\gamma_{M1}}} = \frac{(-0,37)}{0,9134 \cdot 125,63} \pm 0,4 \cdot \frac{130,25}{164,77} \pm 0,24 \cdot \frac{(-1,07)}{164,77} = 32,1 \% \quad (6.61)$$

$$\eta_{NMBuck2} = \frac{N_{Ed15}}{\frac{\chi_z \cdot N_{pl,Rd}}{\gamma_{M1}}} \pm k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed15}}{\frac{M_{pl,Rd,y}}{\gamma_{M1}}} \pm k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed15}}{\frac{M_{pl,Rd,z}}{\gamma_{M1}}} = \frac{(-0,37)}{0,9134 \cdot 125,63} \pm 0,24 \cdot \frac{130,25}{164,77} \pm 0,4 \cdot \frac{(-1,07)}{164,77} = 19,6 \% \quad (6.62)$$

$$\eta_{NMBuck1} = 32,1 \% \quad \text{megfelel}$$

3. Normálérő-Hajlítás-Kifordulás

EN 1993-1-1: 6.3.3, Annex B: Method 2

Mértékadó teherkombináció: [1,35***díszlet**+1,35***állványzat**]

Mértékadó keresztmetszet: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 49,91 = 49,91$ cm

$$C_{my} = \max(0,1 \cdot (1 - \psi_{Cm}) - 0,8 \cdot \alpha_{Cm}, 0,2 \cdot (-\psi_{Cm}) - 0,8 \cdot \alpha_{Cm}, 0,4) = \\ = \max(0,1 \cdot (1 - (-0,639)) - 0,8 \cdot (-0,034), 0,2 \cdot (-(-0,639)) - 0,8 \cdot (-0,034), 0,4) = 0,4 \geq 0,4 \quad \text{B.3 táblázat}$$

$$C_{mz} = \max(0,2 + 0,8 \cdot \alpha_{Cm}, 0,4) = \max(0,2 + 0,8 \cdot (-0,034), 0,4) = 0,4 \geq 0,4 \quad \text{B.3 táblázat}$$

$$C_{mLT} = \max(0,1 \cdot (1 - \psi_{Cm}) - 0,8 \cdot \alpha_{Cm}, 0,2 \cdot (-\psi_{Cm}) - 0,8 \cdot \alpha_{Cm}, 0,4) = \\ = \max(0,1 \cdot (1 - (-0,639)) - 0,8 \cdot (-0,034), 0,2 \cdot (-(-0,639)) - 0,8 \cdot (-0,034), 0,4) = 0,4 \geq 0,4 \quad \text{B.3 táblázat}$$

$$f_{yy} = \min(\lambda_y^* - 0,2; 0,8) = \min(0,37 - 0,2; 0,8) = 0,169$$

Munka: Hajdúszoboszló szabadtéri színpad

Tervező: Móricz László Péter, Colostok Kft.

Felülvizsgálat és megerősítés

Modell: Szabadtéri színpad.axs

2015. 12. 23.

14. oldal

$$k_{yy} = C_{my} \cdot \left(1 + f_{yy} \cdot \frac{\frac{|N_{Ed15}|}{\chi_y \cdot N_{pl,Rd}}}{\gamma_{M1}} \right) = 0,4 \cdot \left(1 + 0,169 \cdot \frac{\frac{|(-0,37)|}{0,9134 \cdot 125,63}}{1} \right) = 0,4$$

$$k_{zy} = 0,6 \cdot k_{yy} = 0,6 \cdot 0,4 = 0,24 \quad \text{Annex B.1, B.2 táblázat}$$

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz} = 0,6 \cdot 0,4 = 0,24$$

$$k_{zz} = C_{mz} \cdot \left(1 + f_{zz} \cdot \frac{\frac{|N_{Ed15}|}{\chi_z \cdot N_{pl,Rd}}}{\gamma_{M1}} \right) = 0,4 \cdot \left(1 + 0,169 \cdot \frac{\frac{|(-0,37)|}{0,9134 \cdot 125,63}}{1} \right) = 0,4 \quad \text{Annex B.1, B.2 táblázat}$$

$$\chi_y = \min \left(\frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y^2}} ; 1 \right) = 0,9134 \quad (6.49)$$

$$\chi_z = \min \left(\frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z^2}} ; 1 \right) = 0,9134 \quad (6.49)$$

$$\chi_{LT} = 1 \quad (6.56)$$

$$\eta_{NMLTBuckl_1} = \frac{\frac{|N_{Ed15}|}{\chi_y \cdot N_{pl,Rd}}}{\gamma_{M1}} + k_{yy} \cdot \frac{\frac{|M_{y,Ed15}|}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}}{\gamma_{M1}} + k_{yz} \cdot \frac{\frac{|M_{z,Ed15}|}{M_{pl,Rd,z}}}{\gamma_{M1}} = \frac{\frac{|(-0,37)|}{0,9134 \cdot 125,63}}{1} + 0,4 \cdot \frac{\frac{|130,25|}{1 \cdot 164,77}}{1} + 0,24 \cdot \frac{\frac{|(-1,07)|}{164,77}}{1} = 32,1 \%$$

(6.61)

$$\eta_{NMLTBuckl_2} = \frac{\frac{|N_{Ed15}|}{\chi_z \cdot N_{pl,Rd}}}{\gamma_{M1}} + k_{zy} \cdot \frac{\frac{|M_{y,Ed15}|}{\chi_{LT} \cdot M_{pl,Rd,y}}}{\gamma_{M1}} + k_{zz} \cdot \frac{\frac{|M_{z,Ed15}|}{M_{pl,Rd,z}}}{\gamma_{M1}} = \frac{\frac{|(-0,37)|}{0,9134 \cdot 125,63}}{1} + 0,24 \cdot \frac{\frac{|130,25|}{1 \cdot 164,77}}{1} + 0,4 \cdot \frac{\frac{|(-1,07)|}{164,77}}{1} = 19,6 \%$$

(6.62)

$$\eta_{NMLTBuckl} = 32,1 \% \quad \text{megfelel}$$

4. Nyírás (y) - szilárdsági vizsgálat:

EN 1993-1-1: 6.2.6

Mértékadó teherkombináció: [1,35***díszlet**+1,35***állványzat**]Mértékadó keresztmetszet: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 49,91 = 0 \text{ cm}$

$$V_{pl,Rd,y} = \frac{A_{V,y} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{2,67 \cdot 23,50}{\sqrt{3} \cdot 1} = 36,27 \text{ kN} \quad (6.18)$$

$$M_{x,Ed_1} = -5,31 \text{ kNm}$$

$$V_{pl,T,Rd,y} = \left(\frac{1 - \tau_{w,xy,Ed}}{1,25 \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}}} \right) \cdot V_{pl,Rd,y} = \left(\frac{1 - 0}{1,25 \cdot \frac{23,50}{\sqrt{3} \cdot 1}} \right) \cdot 36,27 = 34,61 \text{ kN} \quad (6.28)$$

$$\eta_V = \frac{\frac{|V_{y,Ed_1}|}{V_{pl,T,Rd,y}}}{\gamma_{M1}} = \frac{\frac{|0,04|}{34,61}}{1} = 0,1 \% \quad (6.17) \quad \text{megfelel}$$

Munka: Hajdúszoboszló szabadtéri színpad

Tervező: Móricz László Péter, Colostok Kft.

Felülvizsgálat és megerősítés

Modell: **Szabadtéri színpad.axs**

2015. 12. 23.

15. oldal

5. Nyírási horpadási ellenállás:

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

Mértékadó teherkombináció: **[1,35*díszlet+1,35*állványzat]**Mértékadó keresztmetszet: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 49,91 = 49,91$ cm

$$\eta_w = 1,2 \quad 5.2 (2) \text{ NOTE 2}$$

$$h_w = h - 2 \cdot t_f = 4,00 - 2 \cdot 0,40 = 3,20 \text{ cm}$$

Nincs merevítés $\rightarrow k_\tau = 5,34$ (A.5)

$$\lambda_w = \frac{h_w}{37,4 \cdot t_w \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k_\tau}} = \frac{3,20}{37,4 \cdot 0,40 \cdot 1 \cdot \sqrt{5,34}} = 0,0926 \quad (5.6)$$

$$\chi_w = \eta_w = \eta_w = 1,2 \leftarrow \frac{h_w}{t_w} \leq \frac{31 \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k_\tau}}{\eta_w} \quad 5.1 (2)$$

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w \cdot f_y \cdot 2 \cdot h_w \cdot t_w}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}} = \frac{1,2 \cdot 23,50 \cdot 2 \cdot 3,20 \cdot 0,40}{\sqrt{3} \cdot 1} = 41,68 \text{ kN} \quad (5.1)$$

$$V_{b,Rd} = \min(V_{bw,Rd}, V_{pl,Rd,z}) = \min(41,68; 36,27) = 36,27 \text{ kN}$$

$$\eta_{V_w} = \frac{|V_{z,Ed,15}|}{V_{b,Rd}} = \frac{15,961}{36,27} = 16,4 \% \quad (5.10) \quad \text{megfelel}$$

6. Nyírás-Hajlítás-Normálerő

EN 1993-1-1: 6.2.9; EN 1993-1-5: 7.1

Mértékadó teherkombináció: **[1,35*díszlet+1,35*állványzat]**Mértékadó keresztmetszet: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 49,91 = 49,91$ cm

$$M_{f,Rd} = 135,36 \text{ kNm} = 1,35 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}} + \left(1 - \frac{M_{f,Rd}}{M_{pl,Rd}}\right) \left(2 \cdot \frac{V_{Ed}}{V_{bw,Rd}} - 1\right)^2 \leq 1,0 \quad (7.1)$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}} \geq \frac{M_{f,Rd}}{M_{pl,Rd}}$$

$$\eta_{V_{MN}} = 79,1 \% \quad \text{megfelel}$$

Részeredmények**7. Normálerő - szilárdsági vizsgálat:**

EN 1993-1-1: 6.2.4

Mértékadó teherkombináció: **[1,35*díszlet+1,35*állványzat]**Mértékadó keresztmetszet: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 49,91 = 0$ cm

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{5,35 \cdot 23,50}{1} = 125,63 \text{ kN} \quad (6.10)$$

$$\eta_N = \frac{|N_{Ed,1}|}{N_{pl,Rd}} = \frac{|(-0,37)|}{125,63} = 0,3 \% \quad (6.9) \quad \text{megfelel}$$

8. Nyomaték (yy) - szilárdsági vizsgálat:

EN 1993-1-1: 6.2.5

Mértékadó teherkombináció: **[1,35*díszlet+1,35*állványzat]**

Munka: Hajdúszoboszló szabadtéri színpad

Tervező: Móricz László Péter, Colostok Kft.

Felülvizsgálat és megerősítés

Modell: **Szabadtéri színpad.axs**

2015. 12. 23.

16. oldal

Mértékadó keresztmetszet: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 49,91 = 49,91$ cm

$$M_{pl,Rd,y} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{7,01 \cdot 23,50}{1} = 164,77 \text{ kNcm} = 1,65 \text{ kNm} \quad (6.13)$$

$$\eta_{M_{y,pl}} = \frac{|M_{y,Ed_{15}}|}{M_{pl,Rd,y}} = \frac{|130,25|}{164,77} = 79,1 \% \quad (6.12) \quad \text{megfelel}$$

9. Nyomaték (zz) - szilárdsági vizsgálat:

EN 1993-1-1: 6.2.5

Mértékadó teherkombináció: **[1,35*díszlet+1,35*állványzat]**Mértékadó keresztmetszet: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 49,91 = 0$ cm

$$M_{pl,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{7,01 \cdot 23,50}{1} = 164,77 \text{ kNcm} = 1,65 \text{ kNm} \quad (6.13)$$

$$\eta_{M_{z,pl}} = \frac{|M_{z,Ed_1}|}{M_{pl,Rd,z}} = \frac{|1,06|}{164,77} = 0,6 \% \quad (6.12) \quad \text{megfelel}$$

10. Nyírás (z) - szilárdsági vizsgálat:

EN 1993-1-1: 6.2.6

Mértékadó teherkombináció: **[1,35*díszlet+1,35*állványzat]**Mértékadó keresztmetszet: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 49,91 = 49,91$ cm

$$V_{pl,Rd,z} = \frac{A_{v,z} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{2,67 \cdot 23,50}{\sqrt{3} \cdot 1} = 36,27 \text{ kN} \quad (6.18)$$

$$M_{x,Ed_{15}} = -5,31 \text{ kNcm}$$

$$V_{pl,T,Rd,z} = \left(\frac{1 - \tau_{w,xz,Ed}}{1,25 \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}}} \right) \cdot V_{pl,Rd,z} = \left(\frac{1 - 0}{1,25 \cdot \frac{23,50}{\sqrt{3} \cdot 1}} \right) \cdot 36,27 = 34,61 \text{ kN} \quad (6.28)$$

$$\eta_{V_z} = \frac{|V_{z,Ed_{15}}|}{V_{pl,T,Rd,z}} = \frac{|15,96|}{34,61} = 17,2 \% \quad (6.17) \quad \text{megfelel}$$

11. Hajlítás-nyírás interakciós vizsgálat

EN 1993-1-1: 6.2.1, 6.2.8, 6.2.9.3

Mértékadó teherkombináció: **[1,35*díszlet+1,35*állványzat]**Mértékadó keresztmetszet: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 49,91 = 49,91$ cm

$$V_{z,Ed_{15}} = 5,96 \text{ kN} \leq V_{pl,Rd,z} / 2 = 18,13 \text{ kN} \rightarrow \text{A hajlítás és a vele egyidejű nyírás hatását nem kell számításba venni.} \quad 6.2.8$$

(2)

$$V_{y,Ed_{15}} = 0,04 \text{ kN} \leq V_{pl,Rd,y} / 2 = 18,13 \text{ kN} \rightarrow \text{A hajlítás és a vele egyidejű nyírás hatását nem kell számításba venni.} \quad 6.2.8$$

(2)

12. Hajlítás-normálerő interakciós vizsgálat

EN 1993-1-1: 6.2.1, 6.2.8, 6.2.9.3

Mértékadó teherkombináció: **[1,35*díszlet+1,35*állványzat]**Mértékadó keresztmetszet: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 49,91 = 49,91$ cm

Munka: Hajdúszoboszló szabadtéri színpad

Tervező: Móricz László Péter, Colostok Kft.

Felülvizsgálat és megerősítés

Modell: **Szabadtéri színpad.axs**

2015. 12. 23.

17. oldal

$$n = \frac{|N_{Ed15}|}{N_{pl,Rd}} = \frac{0,37}{125,63} = 0,3\% \leq 25\%$$

$$|N_{Ed15}| = 0,37 \text{ kN} \leq N_{Rd,w}/2 = \frac{h_w \cdot t_w \cdot f_y}{2 \cdot \gamma_{M0}} = \frac{3,20 \cdot 0,40 \cdot 23,50}{2 \cdot 1} = 15,04 \text{ kN}$$

$$M_{Ny,Rd} = M_{y,V,Rd} = 164,77 = 164,77 \text{ kNcm} = 1,65 \text{ kNm}$$

$$M_{Nz,Rd} = M_{z,V,Rd} = 164,77 = 164,77 \text{ kNcm} = 1,65 \text{ kNm}$$

$$\eta_{MN,1} = \frac{M_{y,Ed15}}{M_{Ny,Rd}} = \frac{130,25}{164,77} = 79,1\%$$

$$\eta_{MN,2} = \frac{M_{z,Ed15}}{M_{Nz,Rd}} = \frac{(-1,07)}{164,77} = 0,7\%$$

$$\alpha_{MN} = \max \left(\min \left(\frac{1,66}{1 - 1,13 \cdot (n/100)^2} ; 6 \right) ; 1 \right) = \max \left(\min \left(\frac{1,66}{1 - 1,13 \cdot (0,3/100)^2} ; 6 \right) ; 1 \right) = 1,7$$

$$\beta_{MN} = \alpha_{MN} = 1,7 = 1,7$$

$$\eta_{MN,3} = \left(\frac{M_{y,Ed15}}{M_{Ny,Rd}} \right)^{\alpha_{MN}} + \left(\frac{M_{z,Ed15}}{M_{Nz,Rd}} \right)^{\beta_{MN}} = \left(\frac{130,25}{164,77} \right)^{1,7} + \left(\frac{(-1,07)}{164,77} \right)^{1,7} = 67,7\% \quad (6.41)$$

$$\eta_{MN} = \max (\eta_{MN,1} ; \eta_{MN,2} ; \eta_{MN,3} ; \eta_N) = \max (79,1 ; 0,7 ; 67,7 ; 0,3) = 79,1\% \quad \text{megfelel}$$

13. Kihajlási ellenállás:

EN 1993-1-1: 6.3.1

Mértékadó teherkombináció N-M-Kihajlás interakció szerint: **[1,35*díszlet+1,35*állványzat]**Mértékadó keresztmetszet: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 49,91 = 49,91 \text{ cm}$

$$k_y = 1$$

$$k_z = 1$$

$$L_y = k_y \cdot L = 1 \cdot 49,91 = 49,91 \text{ cm}$$

$$L_z = k_z \cdot L = 1 \cdot 49,91 = 49,91 \text{ cm}$$

Kihajlási görbe az y tengely körül: c 6.2 táblázat

$$\rightarrow \alpha_y = 0,49 \quad 6.1 \text{ táblázat}$$

Kihajlási görbe a z tengely körül: c 6.2 táblázat

$$\rightarrow \alpha_z = 0,49 \quad 6.1 \text{ táblázat}$$

$$\lambda_y^* = \frac{L_y}{i_y} \cdot \frac{1}{\lambda_1} = \frac{49,91}{1,44} \cdot \frac{1}{93,9} = 0,37 \quad (6.50)$$

$$\lambda_z^* = \frac{L_z}{i_z} \cdot \frac{1}{\lambda_1} = \frac{49,91}{1,44} \cdot \frac{1}{93,9} = 0,37 \quad (6.50)$$

$$\phi_y = \frac{1 + \alpha_y \cdot (\lambda_y^* - 0,2) + \lambda_y^{*2}}{2} = \frac{1 + 0,49 \cdot (0,37 - 0,2) + 0,37^2}{2} = 0,6097$$

$$\phi_z = \frac{1 + \alpha_z \cdot (\lambda_z^* - 0,2) + \lambda_z^{*2}}{2} = \frac{1 + 0,49 \cdot (0,37 - 0,2) + 0,37^2}{2} = 0,6097$$

Munka: Hajdúszoboszló szabadtéri színpad

Tervező: Móricz László Péter, Colostok Kft.

Felülvizsgálat és megerősítés

Modell: **Szabadtéri színpad.axs**

2015. 12. 23.

18. oldal

$$\chi_y = \min \left(\frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y^{*2}}}; 1 \right) = \min \left(\frac{1}{0,6097 + \sqrt{0,6097^2 - 0,37^2}}; 1 \right) = 0,9134 \quad (6.49)$$

$$\chi_z = \min \left(\frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z^{*2}}}; 1 \right) = \min \left(\frac{1}{0,6097 + \sqrt{0,6097^2 - 0,37^2}}; 1 \right) = 0,9134 \quad (6.49)$$

$$\chi = \min(\chi_y; \chi_z) = \min(0,9134; 0,9134) = 0,9134 \leq 1,0$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,9134 \cdot 5,35 \cdot 23,50}{1} = 114,76 \text{ kN} \quad (6.47)$$

$$\eta_{N_b} = \frac{|N_{Ed15}|}{N_{b,Rd}} = \frac{|(-0,37)|}{114,76} = 0,3 \% \quad (6.46) \quad \text{megfelel}$$

14. Kifordulási ellenállás:

EN 1993-1-1: 6.3.2

Mértékadó teherkombináció N-M-Kifordulás interakció szerint: **[1,35*díszlet+1,35*állványzat]**Mértékadó keresztmetszet: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 49,91 = 49,91 \text{ cm}$ Szelvény: Téglalap alakú, $h=b \rightarrow \chi_{LT} = 1$

$$M_{b,Rd} = \frac{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{1 \cdot 7,01 \cdot 23,50}{1} = 164,77 \text{ kNcm} = 1,65 \text{ kNm} \quad (6.55)$$

$$\eta_{M_b} = \frac{|M_{y,Ed15}|}{M_{b,Rd}} = \frac{|130,25|}{164,77} = 79,1 \% \quad (6.54) \quad \text{megfelel}$$