

**Munka: Vasbeton oszlop példa**

Tervező: InterCAD Kft.

Modell: **vb\_oszlop\_pelda\_bt.axs**

2021. 03. 28.

5. oldal

**Vasbeton oszlop méretezése**

Szerkezeti elem: 8. rúd

**Külpontos nyomás vizsgálata****Anyagok**Beton **C25/30**  $f_{ck} = 25$  MPaBetonacél **B500B**  $f_{yk} = 500$  MPa**Kihajlási paraméterek**A szerkezeti elem tiszta magassága:  $l = 3,000$  m

A megtámasztási feltételektől függő tényező

A kihajlási hossz

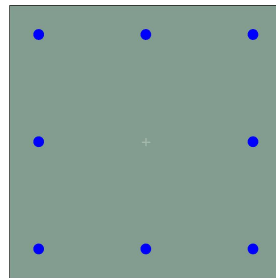
Csukló - Csukló  $\beta_{yy} = 1$  $l_{0,y} = \beta_{yy} \cdot l = 1 \cdot 3,000 = 3,000$  mKonzol  $\beta_{zz} = 2$  $l_{0,z} = \beta_{zz} \cdot l = 2 \cdot 3,000 = 6,000$  m**Az oszlop keresztmetszeti adatai**

Keresztmetszeti méretek:

$$h_y = b_y = 40,0 \text{ cm} \quad h_z = b_z = 40,0 \text{ cm}$$

A betonkeresztmetszet területe:

$$A_c = b_y \cdot h_z = 40,0 \cdot 40,0 = 1600 \text{ cm}^2$$

Hosszvasalás betonfedése:  $c = 3,5$  cm**Vasalási paraméterek**Név: **oszlop**8 $\phi$ 16 ( $A_s = 16,08$  cm<sup>2</sup>)**Szerkesztési szabályok ellenőrzése** EN 1992-1-1 9.5Az oszlopkeresztmetszet  $h$  és  $b$  mérete arányának vizsgálata: EN 1992-1-1 9.5.1 (1)

$$h = 40 \text{ cm} < 4 \cdot b = 4 \cdot 40 = 160 \text{ cm} \quad \checkmark$$

Tehereset: [1,35\*G] {1,5\*0,7\*Q1} (1,5\*0,7\*Q2+1,5\*0,7\*Q3+1,5\*0,7\*Q4+1,5\*0,7\*Q5+1,5\*0,6\*Wind+1,5\*0,7\*Q6)

$$N_{Ed} = 1374,8 \text{ kN}$$

A hosszirányú vasalás minimális keresztmetszeti területe: EN 1992-1-1 9.5.3 (2) (9.12N)

$$A_{s,min} = \text{Max} \left( \frac{0,1 \cdot N_{Ed}}{f_{yd}} = \frac{0,1 \cdot 1374,8}{434,783} = 3,16 ; 0,002 \cdot A_c = 0,002 \cdot 1600 = 3,20 \right) = 3,20 \text{ cm}^2 < A_s = 16,08 \text{ cm}^2 \quad \checkmark$$

A hosszirányú vasalás maximális keresztmetszeti területe: 9.5.3 (3)

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot 1600 = 64,00 \text{ cm}^2 > A_s = 16,08 \text{ cm}^2 \quad \checkmark$$

A keresztirányú vasalás acélbetéteinek legnagyobb távolsága az oszlop hossza mentén: 9.5.3 (3)

$$s_{cl,max} = \min (20 \cdot \phi_{prov,min} ; b ; 40) = \min (20 \cdot 1,6 ; 40 ; 40) = 32 \text{ cm} > s_w = 50 \text{ mm} \quad \checkmark$$

Gerenda vagy lemez alatt vagy felett  $h = 40$  cm távolságon belüli keresztmetszetek esetén a legnagyobb kengyeltávolság:

$$0,6 \cdot s_{cl,max} = 0,6 \cdot 32 = 19,2 \text{ cm} > s_w = 50 \text{ mm} \quad \checkmark$$

**Szerkesztési szabályok a helyi duktilitás biztosításához** EN 1998-1 5.4.3.2.2.

A hosszirányú vasalás minimális keresztmetszeti területe: EN 1998-1 5.4.3.2.2. (1)P

**Munka: Vasbeton oszlop példa**

Tervező: InterCAD Kft.

Modell: **vb\_oszlop\_pelda\_bt.axs**

2021. 03. 28.

6. oldal

$$A_{sl,min} = A_c \cdot \rho_{l,min} = 1600 \cdot 0,01 = 16 \text{ cm}^2 < A_s = 16,08 \text{ cm}^2 \quad \checkmark$$

A hosszirányú vasalás minimális keresztmetszeti területe: EN 1998-1 5.4.3.2.2. (1)P

$$A_{sl,max} = A_c \cdot \rho_{l,max} = 1600 \cdot 0,04 = 64 \text{ cm}^2 > A_s = 16,08 \text{ cm}^2 \quad \checkmark$$

A kengyelek legkisebb átmérője: EN 1998-1 5.4.3.2.2. (10)P

$$d_{bw,min} = 6 \text{ mm} < \phi_w = 10 \text{ mm} \quad \checkmark$$

A kengyelek betonfedése:  $c_w = 25 \text{ mm}$ 

Az abroncsolt keresztmetszet szélessége (a kengyelek tengelyvonalai között):

$$b_o = b - 2 \cdot c_w = 400 - 2 \cdot 25 = 350 \text{ mm}$$

A kengyelek egymástól mért legnagyobb távolsága: EN 1998-1 5.4.3.2.2. (4) (5.18)

$$s_{t,max} = \max\left(\frac{b_o}{2}; 175; 8 \cdot d_{bl}\right) = \max\left(\frac{350}{2}; 175; 8 \cdot 16\right) = 128 \text{ mm} > s_w = 50 \text{ mm} \quad \checkmark$$

**Az anyagjellemzők tervezési értékei**

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 1 \cdot \frac{25}{1,5} = 16,6667 \text{ MPa} = 16666,7 \text{ KPa} \quad \text{EN 1992-1-1 3.1.6. (1)P (3.15)}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 434,783 \approx 435 \text{ MPa} = 435000 \text{ KPa} \quad \text{EN 1992-1-1 3.2.7. (2) 3.8. ábra}$$

**Oszlop igénybevételek a mértékadó keresztmetszetben**

Tehereset: [G] {±FR1 3} (0,3\*Q1+0,3\*Q2+0,3\*Q3+0,3\*Q4+0,3\*Q5+0,3\*Q6)

$$N_{Ed,0} = 892,054 \text{ kN} \quad M_{Ed,0y} = -32,1395 \text{ kNm} \quad M_{Ed,0z} = 53,1876 \text{ kNm}$$

Kezdeti külpontosság:

$$e_{e,x,y} = \frac{M_{Ed,0z}}{N_{Ed,0}} = \frac{53,1876}{892,054} = 0,0596238 \text{ m} \quad e_{e,x,z} = \frac{M_{Ed,0y}}{N_{Ed,0}} = \frac{(-32,1395)}{892,054} = -0,0360287 \text{ m}$$

**Építési pontatlanságból adódó külpontosság**

A méreteltérést helyettesítő ferdeség: EN 1992-1-1 5.2. (5)

$$\Theta_i = \Theta_0 \cdot \alpha_h \cdot \alpha_m = 0,005 \cdot 1 \cdot 1 = 0,005 \quad \text{EN 1992-1-1 (5.1)}$$

ahol:

A hosszról függő csökkentő tényező:

$$\alpha_h = \frac{2}{\sqrt{l}} = \frac{2}{\sqrt{3,000}} = 1,1547 > 1 \rightarrow \alpha_h = 1$$

A szerkezeti elemek számától függő csökkentő tényező:

$$\alpha_m = \sqrt{0,5 \cdot \left(1 + \frac{1}{m}\right)} = \sqrt{0,5 \cdot \left(1 + \frac{1}{1}\right)} = 1$$

A teljes hatás felvételében szerepet játszó függőleges szerkezeti elemek száma:

$$m = 1$$

A méreteltérés hatását figyelembe vevő külpontosság:

$$e_{iy} = \Theta_i \cdot \frac{l_{0,z}}{2} = 0,005 \cdot \frac{6,000}{2} = 0,015 \text{ m} \quad e_{iz} = \Theta_i \cdot \frac{l_{0,y}}{2} = 0,005 \cdot \frac{3,000}{2} = 0,0075 \text{ m} \quad \text{EN 1992-1-1 (5.1)}$$

**Munka: Vasbeton oszlop példa**

Tervező: InterCAD Kft.

Modell: **vb\_oszlop\_pelda\_bt.axs**

2021. 03. 28.

7. oldal

Építési pontatlanságból adódó külpontosság

	Konzol	Csukló - Csukló
az oszlop alján	$e_{i,1y} = e_{iy} = 0,015 \text{ m}$	$e_{i,1z} = e_{iz} = 0,0075 \text{ m}$
az oszlop tetején	$e_{i,2y} = 0 \text{ m}$	$e_{i,2z} = e_{iz} = 0,0075 \text{ m}$
a vizsgált helyen	$e_{i,x,y} = e_{i,1y} = 0,015 \text{ m}$	$e_{i,x,z} = e_{iz} = 0,0075 \text{ m}$

**Elkülönített elemek karcsúsági korlátai**

Karcsúsági határérték: EN 1992-1-1 (5.13N)

$$\lambda_{limy} = \frac{20 \cdot A_y \cdot B \cdot C_y}{\sqrt{n}} = \frac{20 \cdot 0,71429 \cdot 1,2348 \cdot 1,3295}{\sqrt{0,33452}} = 40,549 \quad \lambda_{limz} = \frac{20 \cdot A_z \cdot B \cdot C_z}{\sqrt{n}} = \frac{20 \cdot 0,71429 \cdot 1,2348 \cdot 1,5847}{\sqrt{0,33452}} = 48,332$$

$$\text{ahol: } A_y = \frac{1}{1 + 0,2 \cdot \phi_{efy}} = \frac{1}{1 + 0,2 \cdot 2} = 0,71429 \quad A_z = \frac{1}{1 + 0,2 \cdot \phi_{efz}} = \frac{1}{1 + 0,2 \cdot 2} = 0,71429$$

$$B = \sqrt{1 + 2 \cdot \omega} = \sqrt{1 + 2 \cdot 0,26239} = 1,2348$$

$$C_y = 1,7 - r_{my} = 1,7 - 0,37049 = 1,3295 \quad C_z = 1,7 - r_{mz} = 1,7 - 0,11533 = 1,5847$$

$$r_{my} = \frac{M_{02y}}{M_{01y}} = \frac{(-14,3861)}{(-38,8299)} = 0,37049 \quad r_{mz} = \frac{M_{02z}}{M_{01z}} = \frac{7,6772}{66,5684} = 0,11533$$

A karcsúsági arány: EN 1992-1-1 (5.14)

$$\lambda_y = \frac{l_{0,y}}{i_y} = \frac{3,000}{0,115} = 25,981 < \lambda_{limy} = 40,549 \quad \checkmark \quad \lambda_z = \frac{l_{0,z}}{i_z} = \frac{6,000}{0,115} = 51,962 > \lambda_{limz} = 48,332 \quad \text{!!}$$

A másodrendű hatások a(z) y-tengelyre merőleges irányban figyelmen kívül hagyhatók

**Másodrendű hatásból származó külpontosság**

Az elsőrendű nyomaték, mely a méreteltérések hatását is tartalmazza:

$$M_{0Edz} = M_{Ed01z} + N_{Ed} \cdot e_{iy} = 53,1876 + 892,054 \cdot 0,015 = 66,57 \text{ kNm} \quad \text{EN 1992-1-1 5.8.8.2. (1)}$$

**Névleges görbületen alapuló módszer** EN 1992-1-1 5.8.8.

A normálerőtől függő módosító tényező:

$$k_r = \frac{n_u - n}{n_u - n_{bal}} = \frac{1,2624 - 0,33452}{1,2624 - 0,4} = 1,0759 > 1 \rightarrow k_r = 1 \quad \text{EN 1992-1-1 (5.36)}$$

A kúszás hatását figyelembe vevő tényező: EN 1992-1-1 (5.37)

$$k_{\phi z} = \max(1 + \beta_z \cdot \phi_{efz}; 1) = \max(1 + 0,12859 \cdot 2; 1) = 1,2572$$

Görbület:

$$\kappa_z = k_r \cdot k_{\phi z} \cdot \kappa_{0z} = 1 \cdot 1,2572 \cdot 0,014386 = 0,018086 \quad \text{EN 1992-1-1 (5.34)}$$

ahol:

$$\kappa_{0z} = \frac{\varepsilon_{yd}}{0,45 \cdot d_z} = \frac{0,002175}{0,45 \cdot 0,335966} = 0,014386$$

A névleges merevség:

$$EI_z = k_{cz} \cdot E_{cd} \cdot I_{cz} + k_s \cdot E_s \cdot I_{sz} = 0,038106 \cdot 26,2298 \cdot 213333 + 1 \cdot 2 \cdot 10^8 \cdot 2973,59 = 8079,45 \text{ kNm}^2 \quad \text{EN 1992-1-1 (5.21)}$$

**Munka: Vasbeton oszlop példa**

Tervező: InterCAD Kft.

Modell: vb\_oszlop\_pelda\_bt.axs

2021. 03. 28.

8. oldal

A névleges merevségen alapuló kihajlási erő:

$$N_{bz} = \pi^2 \cdot \frac{EI_z}{l_{0,z}^2} = 3,1416^2 \cdot \frac{8079,45}{6,000^2} = 2215,03 \text{ kN} \quad \text{EN 1992-1-1 (5.17)}$$

Az elsőrendű nyomatékok eloszlásától függő tényező: EN 1992-1-1 5.8.7.3 (1)

$$c_{0z} = c_{0,min} + \frac{c_{0,max} - c_{0,min}}{r_{M,max} - r_{M,min}} \cdot (r_{mz} - r_{M,min}) = 12 + \frac{8 - 12}{1 - (-1)} \cdot (0,11533 - (-1)) = 9,7693$$

A másodrendű hatásokból származó görbület eloszlási tényezője:

$$c_2 = \pi^2 = 3,1416^2 = 9,8696$$

A teljes görbület eloszlásától függő tényező:

$$c_z = c_2 \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{bz}} + c_{0z} \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{bz}}\right) = 9,8696 \cdot \frac{892,054}{2215,03} + 9,7693 \cdot \left(1 - \frac{892,054}{2215,03}\right) = 9,8097 < c_2 = \pi^2 = 3,1416^2 = 9,8696$$

A másodrendű külpontosság:

$$e_{2,y} = \frac{\kappa_z \cdot l_{0,z}^2}{c_z} = \frac{0,018086 \cdot 6,000^2}{9,8097} = 0,0663735 \text{ m} \quad \text{EN 1992-1-1 5.8.8.2 (3)}$$

A legnagyobb kihasználtságú keresztmetszet helye:  $x = 0$  m

$$e_{2,x,y} = \cos\left(\frac{\pi \cdot x}{2 \cdot l}\right) \cdot e_{2,y} = \cos\left(\frac{3,1416 \cdot 0}{2 \cdot 3,000}\right) \cdot 0,0663735 = 0,0663735 \text{ m} \quad \text{Konzol}$$

**Minimális külpontosság:** EN 1992-1-1 6.1. (4)

$$e_{min,y} = \max\left(\frac{h_y}{30}; 2\right) = \max\left(\frac{40,0}{30}; 2\right) = 2 \text{ cm} = 0,02 \text{ m}$$

$$e_{min,z} = \max\left(\frac{h_z}{30}; 2\right) = \max\left(\frac{40,0}{30}; 2\right) = 2 \text{ cm} = 0,02 \text{ m}$$

**A mértékadó külpontosság:**

$$e_{d,x,y} = e_{e,x,y} + e_{i,x,y} + e_{2,x,y} = 0,0596238 + 0,015 + 0,0663735 = 0,140997 \text{ m} \quad e_{d,x,z} = e_{e,x,z} - e_{i,x,z} =$$

$$= (-0,0360287) - 0,0075 = -0,0435287 \text{ m}$$

$$|e_{d,x,y}| = 0,140997 > e_{min,y} = 0,02 \text{ m} \quad \checkmark$$

$$|e_{d,x,z}| = 0,0435287 > e_{min,z} = 0,02 \text{ m} \quad \checkmark$$

**Oszlop igénybevételek a mértékadó keresztmetszetben**

Tehereset: [G] {±FR1 3} (0,3\*Q1+0,3\*Q2+0,3\*Q3+0,3\*Q4+0,3\*Q5+0,3\*Q6)

$$N_{Ed} = N_{Ed,0} = 892,054 \text{ kN}$$

$$M_{Edy} = N_{Ed} \cdot e_{d,x,z} = 892,054 \cdot (-0,0435287) = -38,8299 \text{ kNm}$$

$$M_{Edz} = N_{Ed} \cdot e_{d,x,y} = 892,054 \cdot 0,140997 = 125,777 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = \sqrt{M_{Edy}^2 + M_{Edz}^2} = \sqrt{(-38,8299)^2 + 125,777^2} = 131,635 \text{ kNm}$$

A mértékadó külpontossághoz tartozó teherbírás tervezési értéke:

$$N_{Rd(e)} = 1281,72 \text{ kN}$$

**Munka: Vasbeton oszlop példa**

Tervező: InterCAD Kft.

Modell: **vb\_oszlop\_pelda\_bt.axs**

2021. 03. 28.

9. oldal

$$M_{Rd(e)} = \sqrt{M_{Rd(e)y}^2 + M_{Rd(e)z}^2} = \sqrt{(-55,7917)^2 + 180,719^2} = 189,135 \text{ kNm}$$

Állandó külpontosság szerinti kihasználtság:

$$\eta_{(e)m} = \frac{N_{Ed}}{N_{Rd(e)}} = \frac{892,054}{1281,72} = 0,69598 < 1 \text{ megfelel}$$

A mértékadó normálerőhöz tartozó teherbírás tervezési értéke:

$$N_{Rd(N)} = N_{Ed} = 892,054 \text{ kN}$$

$$M_{Rd(N)} = \sqrt{M_{Rd(N)y}^2 + M_{Rd(N)z}^2} = \sqrt{(-55,273)^2 + 179,039^2} = 187,377 \text{ kNm}$$

Nyomatéki kihasználtság:

$$\eta_{(N)m} = \frac{M_{Ed}}{M_{Rd(N)}} = \frac{131,635}{187,377} = 0,70251 < 1 \text{ megfelel}$$

