

Munka: vasbeton gerenda minta

Tervező: Inter-CAD Kft.

Modell: AxisVMX6SampleRCBeamHun.axs

2021. 03. 31.

1. oldal

Vasbeton gerenda

Szerkezeti elemek: 160,299,488,164

Szabvány: Eurocode-H

Tehereset: lineáris,(Auto) Mértékadó

Anyagok

Beton: C25/30 ($f_{ck} = 25$ MPa)

Betonacél:

Hosszvasalás: B500A ($f_{yk} = 500$ MPa)Kengyel: B500A ($f_{yk} = 500$ MPa)

Vasalási paraméterek megadása

Betonfedések: $c = 1,5$ cmFelső hosszvasalás: $\phi_T = 16$ mm ($A_{\phi,T} = 2,01$ cm²)Alsó hosszvasalás: $\phi_B = 16$ mm ($A_{\phi,B} = 2,01$ cm²)Felső sarokvasak: $\phi_{c,T} = 16$ mm ($A_{\phi,c,T} = 2,01$ cm²)Alsó sarokvasak: $\phi_{c,B} = 16$ mm ($A_{\phi,c,B} = 2,01$ cm²)Oldalsó csavarási vasalás: $\phi_T = 16$ mm ($A_{\phi,T} = 2,01$ cm²)Kengyelátmérő: $\phi_w = 8$ mm ($A_{\phi_w} = 0,50$ cm²)Szárak száma: $n_{\phi,w} = 2$ Nyomott betonrácsrúd dőlésszöge: $\Theta = 45,00^\circ$ ($\cot\Theta = 1$)

Vaspozíció:

$$a_T = c + \phi_w + \frac{\phi_T}{2} = 1,5 + 0,8 + \frac{1,6}{2} = 3,1 \text{ cm}$$

$$a_B = c + \phi_w + \frac{\phi_B}{2} = 1,5 + 0,8 + \frac{1,6}{2} = 3,1 \text{ cm}$$

$$a_{cT} = c + \phi_w + \frac{\phi_{c,T}}{2} = 1,5 + 0,8 + \frac{1,6}{2} = 3,1 \text{ cm}$$

$$a_{cB} = c + \phi_w + \frac{\phi_{c,B}}{2} = 1,5 + 0,8 + \frac{1,6}{2} = 3,1 \text{ cm}$$

1. ULS (teherbírési határállapot)

1.1. Hajlítás

Tervezési paraméterek

Tervezési állapot: Földrengés

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 1 \cdot \frac{25}{1,5} = 16,667 \text{ MPa} = 1,66667 \cdot 10^4 \text{ KPa} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 3.1.6. (1)P (3.15)}$$

$$f_{cd,eff} = f_{cd} \cdot \eta = 1,66667 \cdot 10^4 \cdot 1 = 1,66667 \cdot 10^4 \text{ KPa} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 3.1.7. (3)}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 434,78 \approx 435 \text{ MPa} = 4,35 \cdot 10^5 \text{ KPa} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 3.2.7. (2) 3.8. ábra}$$

Munka: vasbeton gerenda minta

Tervező: Inter-CAD Kft.

Modell: AxisVMX6SampleRCBeamHun.axs

2021. 03. 31.

2. oldal

Legnagyobb húzott vasalás felül

 A vizsgált keresztmetszet távolsága a tartó bal szélétől: $c_{s_{pos}} = 0$ m

Tehereset/Teherkombináció: [vb+burkolat+gépészet+vfal+lépcső állandó] {±FR1 1} (0,3*hasznos bent+0,3*hasznos kint+0,3*lépcső hasznos)

Geometria

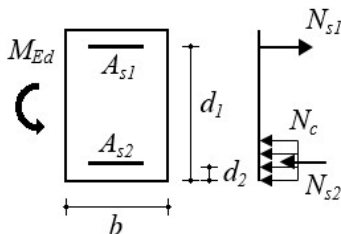
 A keresztmetszet magassága: $h = 39,0$ cm

 A keresztmetszet szélessége: $b_w = 30,0$ cm

Igénybevételek

$$M_{Ed} = 25,56 \text{ kNm}$$

Hajlítási vasalás tervezése



A keresztmetszet egyensúlyát kifejező egyenletek

$$\sum N = 0 \rightarrow N_c + N_{s2} - N_{s1} = f_{cd} \cdot x_c \cdot b + A_{s2} \cdot |\sigma_{s2}| - A_{s1} \cdot \sigma_{s2} = 0$$

$$\sum M = 0 \rightarrow N_c \cdot z + N_{s2} \cdot z_s = f_{cd} \cdot x_c \cdot b \cdot \left(d_1 - \frac{x_c}{2} \right) + A_{s2} \cdot |\sigma_{s2}| \cdot z_s = M_{Ed}$$

Részeredmények

Hasznos magasság:

$$d = 35,9 \text{ cm}$$

Legnagyobb tiszta nyomatéki teherbírás nyomott vasalás nélkül:

A semleges tengely távolságának felső határa:

$$\varepsilon_s = \frac{f_{yd}}{E_s}$$

$$x_0 = \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{cu} - \frac{f_{yd}}{E_s}} \cdot d = \frac{(-0,0035)}{(-0,0035) - \frac{4,35 \cdot 10^5}{2 \cdot 10^8}} \cdot 35,9 = 22,14 \text{ cm}$$

$$x_{c0} = \lambda \cdot x_0 = 0,8 \cdot 22,14 = 17,71 \text{ cm} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 3.1.7. (3) 3.5.. ábra}$$

$$M_{Rd,x0} = \left(d - \frac{x_{c0}}{2} \right) \cdot x_{c0} \cdot b_w \cdot f_{cd,eff} = \left(35,9 - \frac{17,71}{2} \right) \cdot 17,71 \cdot 30,0 \cdot 1,66667 \cdot 10^4 = 240 \text{ kNm} > M_{Ed} = 25,56 \text{ kNm}$$

Nyomott betonzóna magassága:

$$x_c = 1,453 \text{ cm}$$

Számított húzott hajlítási vasalás:

$$A_{s,1} = 1,688 \text{ cm}^2 \quad (A_{s,min} = 1,62 \text{ cm}^2)$$

Legnagyobb húzott vasalás alul

 A vizsgált keresztmetszet távolsága a tartó bal szélétől: $c_{s_{pos}} = 2,500$ m

Munka: vasbeton gerenda minta

Tervező: Inter-CAD Kft.

Modell: AxisVMX6SampleRCBeamHun.axs

2021. 03. 31.

3. oldal

Tehereset/Teherkombináció: [vb+burkolat+gépészet+vfal+lépcső állandó] {±FR1 1} (0,3*hasznos bent+0,3*hasznos kint+0,3*lépcső hasznos)

Geometria

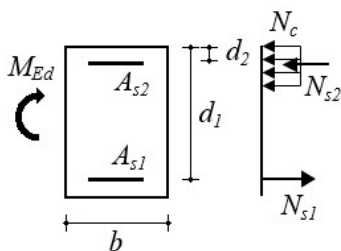
A keresztmetszet magassága: $h = 39,0$ cm

A keresztmetszet szélessége: $b_w = 30,0$ cm

Igénybevételek

$$M_{Ed} = 59,98 \text{ kNm}$$

Hajlítási vasalás tervezése



A keresztmetszet egyensúlyát kifejező egyenletek

$$\sum N = 0 \rightarrow N_c + N_{s2} - N_{s1} = f_{cd} \cdot x_c \cdot b + A_{s2} \cdot |\sigma_{s2}| - A_{s1} \cdot \sigma_{s2} = 0$$

$$\sum M = 0 \rightarrow N_c \cdot z + N_{s2} \cdot z_s = f_{cd} \cdot x_c \cdot b \cdot \left(d_1 - \frac{x_c}{2} \right) + A_{s2} \cdot |\sigma_{s2}| \cdot z_s = M_{Ed}$$

Részeredmények

Hasznos magasság:

$$d = 35,9 \text{ cm}$$

Legnagyobb tiszta nyomatéki teherbírás nyomott vasalás nélkül:

A semleges tengely távolságának felső határa:

$$\varepsilon_s = \frac{f_{yd}}{E_s}$$

$$x_0 = \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{cu} - \frac{f_{yd}}{E_s}} \cdot d = \frac{(-0,0035)}{(-0,0035) - \frac{4,35 \cdot 10^5}{2 \cdot 10^8}} \cdot 35,9 = 22,14 \text{ cm}$$

$$x_{c0} = \lambda \cdot x_0 = 0,8 \cdot 22,14 = 17,71 \text{ cm} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 3.1.7. (3) 3.5.. ábra}$$

$$M_{Rd,x0} = \left(d - \frac{x_{c0}}{2} \right) \cdot x_{c0} \cdot b_w \cdot f_{cd,eff} = \left(35,9 - \frac{17,71}{2} \right) \cdot 17,71 \cdot 30,0 \cdot 1,66667 \cdot 10^4 = 240 \text{ kNm} > M_{Ed} = 59,98 \text{ kNm}$$

Nyomott betonzóna magassága:

$$x_c = 3,513 \text{ cm}$$

Számított húzott hajlítási vasalás:

$$A_{s,1} = 4,081 \text{ cm}^2 \quad (A_{s,min} = 1,62 \text{ cm}^2)$$

1.2. Nyírás-Csavarás

A vizsgált keresztmetszet távolsága a tartó bal szélétől: 6,205 m

Tehereset/Teherkombináció: [1,35*vb+1,35*burkolat+1,35*gépészet+1,35*vfal+1,35*lépcső állandó] {1,5*hasznos bent+1,5*hasznos kint+1,5*lépcső hasznos} (1,5*0,5*hó+1,5*0,6*szél +y)

Munka: vasbeton gerenda minta

Tervező: Inter-CAD Kft.

Modell: AxisVMX6SampleRCBeamHun.axs

2021. 03. 31.

4. oldal

Geometria

 A keresztmetszet magassága: $h = 39,0$ cm

 A keresztmetszet szélessége: $b_w = 30,0$ cm

Igénybevételek

$$M_{Ed} = 6,86 \text{ kNm} \quad V_{Ed} = 50,47 \text{ kN} \quad V_{Ed,red} = 38,82 \text{ kN} \quad T_{Ed} = 4,18 \text{ kNm}$$

Tervezési paraméterek

 Tervezési állapot: **Tartós és ideiglenes**

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 1 \cdot \frac{25}{1,5} = 16,667 \text{ MPa} = 1,66667 \cdot 10^4 \text{ KPa} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 3.1.6. (1)P (3.15)}$$

$$f_{cd,eff} = f_{cd} \cdot \eta = 16,6667 \cdot 10^4 \cdot 1 = 1,66667 \cdot 10^4 \text{ KPa} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 3.1.7. (3)}$$

$$f_{ctd} = \alpha_{ct} \cdot \frac{f_{ctk,0.05}}{\gamma_c} = 1 \cdot \frac{1,7955}{1,5} = 1,197 \text{ MPa} = 1197 \text{ KPa} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 3.1.6. (2)P (3.16)}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 434,78 \approx 435 \text{ MPa} = 4,35 \cdot 10^5 \text{ KPa} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 3.2.7. (2) 3.8. ábra}$$

$$f_{ywd} = \frac{f_{ywk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 434,78 \approx 435 \text{ MPa} = 4,35 \cdot 10^5 \text{ KPa} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 3.2.7. (2) 3.8. ábra}$$

 A méretezett nyírási vasalás nélküli szerkezeti elem nyírási teherbírásának tervezési értéke: MSZ EN 1992-1-1 6.2.2. (1)

$$V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = (0,40388 + 0,15 \cdot 0) \cdot 30,0 \cdot 35,9 = 43,50 \text{ kN} \quad (6.2.b)$$

$$V_{Rd,c} = \left(C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{(1/3)} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right) \cdot b_w \cdot d = (0,12 \cdot 1,7464 \cdot (100 \cdot 0,0015 \cdot 25)^{(1/3)} + 0,15 \cdot 0) \cdot 30,0 \cdot 35,9 = 35,07 \text{ kN}$$

$$< V_{Rd,c,min} = 43,50 \text{ kN} \rightarrow V_{Rd,c} = V_{Rd,c,min} = 43,50 \text{ kN}$$

A repesztő csavarónyomaték:

$$T_{Rd,c} = f_{ctd} \cdot t_{efi} \cdot 2 \cdot A_k = 1197 \cdot 8,478 \cdot 2 \cdot 656,9 = 13,33 \text{ kNm} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 6.3.2. (5)}$$

A betonkeresztmetszet nyírási/csavarási kihasználtsága méretezett vasalás nélkül:

$$\frac{T_{Ed}}{T_{Rd,c}} + \frac{V_{Ed}}{V_{Rd,c}} = \frac{4,18}{13,33} + \frac{50,47}{43,50} = 1,474 \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 6.3.2. (6.31)} > 1 \quad \mathbf{!!}$$

Méretezett nyírási/csavarási vasalásra van szükség.

$$\cot \Theta_{min} = 1 \leq \cot \Theta \leq \cot \Theta_{max} = 1 \quad (\text{NA5.1})$$

 A kengyelek egymástól mért távolságának számított értéke: MSZ EN 1992-1-1 (6.8.) (6.26) (6.27)

$$s = \frac{A_{s,w}}{V_{Ed,red} + 2 \cdot \frac{T_{Ed}}{2 \cdot A_k}} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \Theta = \frac{1,01}{38,82 + 2 \cdot \frac{4,18}{2 \cdot 656,9}} \cdot 32,3 \cdot 4,35 \cdot 10^5 \cdot \cot 45,00^\circ = 36,38 \text{ cm} \rightarrow s = 35 \text{ cm}$$

Kengyelezésre vonatkozó szerkesztési szabályok ellenőrzése:

$$\rho_w = \frac{A_{s,w}}{s \cdot b_w \cdot \sin \alpha} = \frac{1,01}{35 \cdot 30,0 \cdot \sin 90,00^\circ} = 0,00095744 = 0,957 \text{ ‰} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 9.2.2. (5) (9.4)}$$

Munka: vasbeton gerenda minta

Tervező: Inter-CAD Kft.

Modell: AxisVMX6SampleRCBeamHun.axs

2021. 03. 31.

5. oldal

$$\rho_{w,min} = \max \left(0,08 \cdot \frac{\sqrt{f_{ck}}}{f_{ywk}} ; 0,001 \right) = \max \left(0,08 \cdot \frac{\sqrt{25}}{500} ; 0,001 \right) = 0,001 = 1,000 \% \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 9.2.2. (5) (9.5N)}$$

(NA8.2.)

$$\rho_w = 0,957 \% < \rho_{w,min} = 1,000 \% \quad \times$$

$$s = \frac{A_{s,w}}{\rho_{w,min} \cdot b_w \cdot \sin \alpha} = \frac{1,01}{0,001 \cdot 30,0 \cdot \sin 90,00^\circ} = 33,51 \text{ cm} \rightarrow s = 30 \text{ cm}$$

$$s_{clear,min} = \max (k_1 \cdot \phi_w ; d_g + k_2 ; k_3) = \max (1 \cdot 0,8 ; 1,6 + 0,5 ; 2) = 2,1 \text{ cm} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 8.2. (2)}$$

$$s_{clear} = s - \phi_w = 30 - 0,8 = 29,2 \text{ cm} > s_{clear,min} = 2,1 \text{ cm} \quad \checkmark$$

$$s_{l,max} = \min (0,75 \cdot d \cdot (1 + \cot \alpha) ; 1,5 \cdot b_w ; 30) = \min (0,75 \cdot 35,9 \cdot (1 + \cot 90,00^\circ) ; 1,5 \cdot 30,0 ; 30) = 26,92 \text{ cm} \quad \text{MSZ}$$

EN 1992-1-1 9.2.2.1. (6) (9.6N)

$$s = 30 \text{ cm} > s_{l,max} = 26,92 \text{ cm} \quad \times \quad s = s_{l,max} = 26,92 \text{ cm} \rightarrow s = 25 \text{ cm}$$

A legnagyobb nyírási teherbírás tervezési értéke:

$$V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{\cot \Theta + \tan \Theta} = \frac{1 \cdot 30,0 \cdot 32,3 \cdot 0,54 \cdot 1,66667 \cdot 10^4}{\cot 45,00^\circ + \tan 45,00^\circ} = 436,05 \text{ kN} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 (6.9)}$$

A csavarónyomatéki teherbírás tervezési értéke a ferde nyomott betonzónák teherbírása alapján:

$$T_{Rd,max} = 2 \cdot v \cdot \alpha_{cw} \cdot f_{cd} \cdot A_k \cdot t_{efi} \cdot \sin \Theta \cdot \cos \Theta = 2 \cdot 0,54 \cdot 1 \cdot 1,66667 \cdot 10^4 \cdot 656,9 \cdot 8,478 \cdot \sin 45,00^\circ \cdot \cos 45,00^\circ = 50,12 \text{ kNm}$$

MSZ EN 1992-1-1 (6.30)

A ferde nyomott betonzónák kihasználtsága: MSZ EN 1992-1-1 (6.29)

$$\frac{T_{Ed}}{T_{Rd,max}} + \frac{V_{Ed}}{V_{Rd,max}} = \frac{4,18}{50,12} + \frac{50,47}{436,05} = 0,19918 < 1 \text{ megfelel}$$

A ferde nyomott betonzónák teherbírása elégséges.

1.3. Csavarási hosszvasalás

 A vizsgált keresztmetszet távolsága a tartó bal szélétől: $c_{s_{pos}} = 0,500 \text{ m}$

Geometria

 A keresztmetszet magassága: $h = 39,0 \text{ cm}$

 A keresztmetszet szélessége: $b_w = 30,0 \text{ cm}$

Tehereset/Teherkombináció: [vb+burkolat+gépészet+vfa+lépcső állandó] {±FR1 3} (0,3*hasznos bent+0,3*hasznos kint+0,3*lépcső hasznos)

Igénybevételek

$$M_{Ed} = 5,62 \text{ kNm} \quad T_{Ed} = 9,46 \text{ kNm}$$

Tervezési paraméterek

Tervezési állapot: Földrengés

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 1 \cdot \frac{25}{1,5} = 16,667 \text{ MPa} = 1,66667 \cdot 10^4 \text{ KPa} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 3.1.6. (1)P (3.15)}$$

$$f_{cd,eff} = f_{cd} \cdot \eta = 1,66667 \cdot 10^4 \cdot 1 = 1,66667 \cdot 10^4 \text{ KPa} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 3.1.7. (3)}$$

$$f_{ctd} = \alpha_{ct} \cdot \frac{f_{ctk,0.05}}{\gamma_c} = 1 \cdot \frac{1,7955}{1,5} = 1,197 \text{ MPa} = 1197 \text{ KPa} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 3.1.6. (2)P (3.16)}$$

Munka: vasbeton gerenda minta

Tervező: Inter-CAD Kft.

Modell: AxisVMX6SampleRCBeamHun.axs

2021. 03. 31.

6. oldal

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 434,78 \approx 435 \text{ MPa} = 4,35 \cdot 10^5 \text{ KPa} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 3.2.7. (2) 3.8. ábra}$$

$$f_{ywd} = \frac{f_{ywk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 434,78 \approx 435 \text{ MPa} = 4,35 \cdot 10^5 \text{ KPa} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 3.2.7. (2) 3.8. ábra}$$

Vasalás számítása

A csavarás felvételéhez szükséges hosszirányú acélmennyiség keresztmetszeti területe:

$$\Sigma A_{sl} = \frac{T_{Ed}}{2 \cdot A_k} \cdot \cot \Theta \cdot \frac{u_k}{f_{yd}} = \frac{9,46}{2 \cdot 656,9} \cdot \cot 45,00^\circ \cdot \frac{104,1}{4,35 \cdot 10^5} = 1,723 \text{ cm}^2 \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 (6.28)}$$

A hosszirányú csavarási vasalás keresztmetszeti területe a húzott és nyomott övben:

$$\Delta A_{s,l,T} = \frac{\Sigma A_{sl}}{2} = \frac{1,723}{2} = 0,8616 \text{ cm}^2$$

2. SLS (használhatósági határállapot)

Tervezési paraméterek

Tervezési állapot: SLS (használhatósági határállapot)

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 1 \cdot \frac{25}{1} = 25 \text{ MPa} = 2,5 \cdot 10^4 \text{ KPa} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 3.1.6. (1)P (3.15)}$$

Kúszási tényező: $\varphi(\infty, t_0) = 2 \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 7.4.3. (5) (7.20) MEGJEGYZÉS}$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1} = 500 = 5 \cdot 10^5 \text{ KPa} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 3.2.7. (2) 3.8. ábra}$$

2.1. Repedéstágasság ellenőrzése

Paraméterek [MSZ EN 1992-1-1 7.3.4. \(2\)](#)

2.1.1 Felső maximális repedéstágasság

A vizsgált keresztmetszet távolsága a tartó bal szélétől: $c_{s_{pos}} = 0 \text{ m}$

Tehereset/Teherkombináció: [vb+burkolat+gépészet+vfal+lépcső állandó] {0,5*hasznos bent+0,5*hasznos kint}

Igénybevételek

$$M_{Ed} = 9,89 \text{ kNm}$$

Geometria

A keresztmetszet magassága: $h = 39,0 \text{ cm}$ A keresztmetszet szélessége: $b_w = 30,0 \text{ cm}$

Hosszvasalás:

Felső vasalás: $2\phi 16 \quad (4,02 \text{ cm}^2)$ Alsó vasalás: $2\phi 16 \quad (4,02 \text{ cm}^2)$

A betonkeresztmetszet területe:

Munka: vasbeton gerenda minta

Tervező: Inter-CAD Kft.

Modell: AxisVMX6SampleRCBeamHun.axs

2021. 03. 31.

7. oldal

$$A_c = b_w \cdot h = 30,0 \cdot 39,0 = 1170 \text{ cm}^2$$

A betonkeresztmetszet súlypontjának távolsága a beton felső szélétől:

$$y_{s,c} = \frac{S_{x,c}}{A_c} = \frac{22815}{1170} = 19,5 \text{ cm}$$

Repedésmentes keresztmetszet (I. feszültségi állapot)

A semleges tengely távolsága a beton felső szélétől repedésmentes állapotban:

$$x_I = \frac{S_{x,c} + S_{x,s} \cdot (\alpha_e - 1)}{A_c + \Sigma A_s \cdot (\alpha_e - 1)} = \frac{22815 + 156,83 \cdot (6,3541 - 1)}{1170 + 8,042 \cdot (6,3541 - 1)} = 19,5 \text{ cm}$$

A repedésmentes betonkeresztmetszet inercianyomatéka:

$$I_I = I_{I,c} + I_{I,s} \cdot (\alpha_e - 1) = 148297 + 2163,1 \cdot (6,3541 - 1) = 159879 \text{ cm}^4$$

Berepedt rugalmas keresztmetszet (II. feszültségi állapot)A semleges tengely távolsága a beton felső szélétől berepedt rugalmas állapotban: $\rightarrow x_{II} = 6,681 \text{ cm} ; x_{II2} = -9,82 \text{ cm}$

$$x_{II} = 6,681 \text{ cm}$$

A berepedt rugalmas betonkeresztmetszet inercianyomatéka:

$$I_{II} = I_{II,c} + I_{II,st} \cdot \alpha_e + I_{II,sc} \cdot (\alpha_e - 1) = 2981,83 + 3433,18 \cdot 6,3541 + 51,5605 \cdot (6,3541 - 1) = 25072,6 \text{ cm}^4$$

A repesztő nyomaték:

$$M_{cr} = \frac{I_I}{h - x_I} \cdot f_{ct,eff} = \frac{0,0016}{0,39 - 0,19} \cdot 2565 = 21,03 \text{ kNm} > M_{Ed} = 9,89 \text{ kNm} \quad \text{A gerenda repedésmentes.}$$

2.1.2 Alsó maximális repedéstágasságA vizsgált keresztmetszet távolsága a tartó bal szélétől: $c_{s_{pos}} = 5,054 \text{ m}$

Tehereset/Teherkombináció: [vb+burkolat+gépészet+vfal+lépcső állandó] {0,5*hasznos bent+0,5*hasznos kint+0,5*lépcső hasznos}

Igénybevételek

$$M_{Ed} = 21,83 \text{ kNm}$$

GeometriaA keresztmetszet magassága: $h = 39,0 \text{ cm}$ A keresztmetszet szélessége: $b_w = 30,0 \text{ cm}$

Hosszvasalás:

Felső vasalás: $2\phi 16 \quad (4,02 \text{ cm}^2)$ Alsó vasalás: $2\phi 16 \quad (4,02 \text{ cm}^2)$

A betonkeresztmetszet területe:

$$A_c = b_w \cdot h = 30,0 \cdot 39,0 = 1170 \text{ cm}^2$$

A betonkeresztmetszet súlypontjának távolsága a beton felső szélétől:

$$y_{s,c} = \frac{S_{x,c}}{A_c} = \frac{22815}{1170} = 19,5 \text{ cm}$$

Repedésmentes keresztmetszet (I. feszültségi állapot)

Munka: vasbeton gerenda minta

Tervező: Inter-CAD Kft.

Modell: AxisVMX6SampleRCBeamHun.axs

2021. 03. 31.

8. oldal

A semleges tengely távolsága a beton felső szélétől repedésmentes állapotban:

$$x_I = \frac{S_{x,c} + S_{x,s} \cdot (\alpha_e - 1)}{A_c + \Sigma A_s \cdot (\alpha_e - 1)} = \frac{22815 + 156,83 \cdot (6,3541 - 1)}{1170 + 8,042 \cdot (6,3541 - 1)} = 19,5 \text{ cm}$$

A repedésmentes betonkeresztmetszet inercianyomatéka:

$$I_I = I_{I,c} + I_{I,s} \cdot (\alpha_e - 1) = 148297 + 2163,1 \cdot (6,3541 - 1) = 159879 \text{ cm}^4$$

Berepedt rugalmas keresztmetszet (II. feszültségi állapot)

A semleges tengely távolsága a beton felső szélétől berepedt rugalmas állapotban: $\rightarrow x_{II} = 6,681 \text{ cm} ; x_{II2} = -9,82$

cm

$$x_{II} = 6,681 \text{ cm}$$

A berepedt rugalmas betonkeresztmetszet inercianyomatéka:

$$I_{II} = I_{II,c} + I_{II,st} \cdot \alpha_e + I_{II,sc} \cdot (\alpha_e - 1) = 2981,83 + 3433,18 \cdot 6,3541 + 51,5605 \cdot (6,3541 - 1) = 25072,6 \text{ cm}^4$$

A repesztő nyomaték:

$$M_{cr} = \frac{I_I}{h - x_I} \cdot f_{ct,eff} = \frac{0,0016}{0,39 - 0,19} \cdot 2565 = 21,03 \text{ kNm} < M_{Ed} = 21,83 \text{ kNm} \quad \text{A gerenda bereped.}$$

A nyomatéki ellenállás rugalmas berepedt állapotban:

$$M_{Rd,II} = \frac{I_{II}}{x_{II}} \cdot E_{cm} \cdot \varepsilon_{c,max} = \frac{0,00025}{0,067} \cdot 3,14758 \cdot 10^7 \cdot 0,00057161 = 67,52 \text{ kNm} > M_{Ed} = 21,83 \text{ kNm} \quad \text{A keresztmetszet}$$

rugalmas állapotban van.

Hosszvasalás betonfedése:

$$c_{\phi} = c + \phi_w = 1,5 + 0,8 = 2,3 \text{ cm}$$

A tapadásos acélbetétek távolsága a húzott zónában:

$$s_{br,tz} = \frac{b_w - 2 \cdot \left(c + \phi_w + \frac{\phi_{c,B}}{2} \right)}{n_1 - 1} = \frac{30,0 - 2 \cdot \left(1,5 + 0,8 + \frac{1,6}{2} \right)}{2 - 1} = 23,8 \text{ cm}$$

$$s_{br,tz} = 23,8 \text{ cm} > 5 \cdot \left(c_{\phi} + \frac{\phi_{eq}}{2} \right) = 5 \cdot \left(2,3 + \frac{1,6}{2} \right) = 15,5 \text{ cm}$$

$$S_{r,max} = 1,3 \cdot (h - x) = 1,3 \cdot (39,0 - 6,681) = 42,0 \text{ cm} \quad \text{MSZ EN 1992-1-1 7.3.4. (3) (7.14)}$$

A húzott vasalásban fellépő feszültség berepedt keresztmetszet feltételezésével számítva:

$$\sigma_s = \alpha_e \cdot \frac{M_{Ed}}{I_{II}} \cdot (d - x_{II}) = 6,3541 \cdot \frac{21,83}{25072,6} \cdot (35,9 - 6,681) = 1,61682 \cdot 10^5 \text{ KPa}$$

A húzott vasalás átlagos nyúlása:

$$\varepsilon_{sm} = \frac{\sigma_s - k_t \cdot \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}}}{E_s} = \frac{1,61682 \cdot 10^5 - 0,4 \cdot \frac{2565}{0,017296}}{2 \cdot 10^8} = 0,00051181$$

A beton átlagos nyúlása:

$$\varepsilon_{cm} = \frac{k_t \cdot f_{ct,eff}}{E_{cm}} = \frac{0,4 \cdot 2565}{3,14758 \cdot 10^7} = 3,2596 \cdot 10^{-5}$$

Munka: vasbeton gerenda minta

Tervező: Inter-CAD Kft.

 Modell: **AxisVMX6SampleRCBeamHun.axs**

2021. 03. 31.

9. oldal

$$\Delta\varepsilon_{(sm,cm)} = \max\left(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}; 0,6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s}\right) = \max\left(0,00051181 - 3,2596 \cdot 10^{-5}; 0,6 \cdot \frac{1,61682 \cdot 10^5}{2 \cdot 10^8}\right) = 0,00048505 = 0,485 \text{ ‰}$$

MSZ EN 1992-1-1 7.3.4. (7.9)

A repedéstágasság: MSZ EN 1992-1-1 7.3.4. (7.8)

$$w_k = S_{r,max} \cdot \Delta\varepsilon_{(sm,cm)} = 420,15 \cdot 0,00048505 = 0,20 \text{ mm} < w_{max} = 0,30 \text{ mm} \text{ megfelel}$$

2.2. Lehajlás

Paraméterek MSZ EN 1992-1-1 7.4.3. (6)

Eredmények összefoglalása

1. mező :

 Támaszköz $l_0 = 2,110 \text{ m}$

 Tehereset/Teherkombináció: **[vb+burkolat+gépészet+vfal+lépcső állandó] {0,5*hasznos bent+0,5*hasznos kint}**

	bal támasz	Mező			jobb támasz
	jobb szél	nyomatéki nullpont	max	nyomatéki nullpont	bal szél
Táv [m]	0,195	0,519	1,500	2,305	2,305
l_0 [m]	2,110				
Hosszvasalás felül	2 ϕ 16		2 ϕ 16		2 ϕ 16
Hosszvasalás alul	2 ϕ 16		2 ϕ 16		3 ϕ 16
I_c [cm ⁴]	148297		148297		148297
I_I [cm ⁴]	187368		196873		196873
I_{II} [cm ⁴]	64877,7		88705,2		66459,4
M_{cr} [kNm]	24,65		26,49		25,32
$M_{Rd,II}$ [kNm]	65,61		96,92		65,89
M [kNm]	9,41		- 30,56		- 30,56
ζ	0		0,6241	0,65659	
α_I	2,3744		2,2598	2,2598	
α_{II}	6,8574		5,0154	6,6942	
α	2,3744		3,9796	5,1714	
e_0 [mm]	0,921 (↓)	1,227 (↓)	2,099 (↓)	2,565 (↓)	2,565 (↓)
$e_{0,rel}$ [mm]	0	0	0,137 (↓)	0	0
e_{abs} [mm]	0,921 (↓)	1,301 (↓)	2,542 (↓)	2,565 (↓)	2,565 (↓)

Munka: vasbeton gerenda minta

Tervező: Inter-CAD Kft.

 Modell: **AxisVMX6SampleRCBeamHun.axs**

2021. 03. 31.

10. oldal

$e_{rel} [mm]$	0 ✓	0,127 (↓) ✓	0,604 (↓) ✓	0 ✓	0 ✓
$e_{lim} [mm]$	7,033				

2. mező :

 Támaszköz $l_0 = 0,478$ m

 Tehereset/Teherkombináció: **[vb+burkolat+gépészet+vfal+lépcső állandó] {0,5*hasznos bent}**

	bal támasz	Mező			jobb támasz
	jobb szél	nyomatéki nullpont	max	nyomatéki nullpont	bal szél
Táv [m]	2,500	2,500	2,659	2,978	2,978
$l_0 [m]$	0,478				
Hosszvasalás felül	2 ϕ 16		2 ϕ 16		2 ϕ 16
Hosszvasalás alul	3 ϕ 16		3 ϕ 16		2 ϕ 16
$I_c [cm^4]$	148297		148297		148297
$I_I [cm^4]$	196873		196873		187368
$I_{II} [cm^4]$	66459,4		88705,2		64877,7
$M_{cr} [kNm]$	25,32		26,49		24,65
$M_{Rd,II} [kNm]$	65,89		96,92		65,61
$M [kNm]$	-30,01		-30,73		-24,43
ζ	0,64398		0,62829	0	
α_I	2,2598		2,2598	2,3744	
α_{II}	6,6942		5,0154	6,8574	
α	5,1155		3,9911	2,3744	
$e_0 [mm]$	2,584 (↓)	2,584 (↓)	2,623 (↓)	2,670 (↓)	2,670 (↓)
$e_{0,rel} [mm]$	0	0	0,011 (↓)	0	0
$e_{abs} [mm]$	2,584 (↓)	2,584 (↓)	2,656 (↓)	2,670 (↓)	2,670 (↓)
$e_{rel} [mm]$	0 ✓	0 ✓	0,044 (↓) ✓	0 ✓	0 ✓
$e_{lim} [mm]$	1,594				

3. mező :

 Támaszköz $l_0 = 0,609$ m

 Tehereset/Teherkombináció: **[vb+burkolat+gépészet+vfal+lépcső állandó] {0,2*szél +y} (0,3*hasznos bent)**

	bal támasz	Mező			jobb támasz
	jobb szél	nyomatéki nullpont	max	nyomatéki nullpont	bal szél
Táv [m]	3,291	3,291	3,517	3,900	3,900

Munka: vasbeton gerenda minta

Tervező: Inter-CAD Kft.

 Modell: **AxisVMX6SampleRCBeamHun.axs**

2021. 03. 31.

11. oldal

l_0 [m]	0,609				
Hosszvasalás felül	2 ϕ 16		2 ϕ 16		2 ϕ 16
Hosszvasalás alul	3 ϕ 16		2 ϕ 16		2 ϕ 16
I_c [cm ⁴]	148297		148297		148297
I_I [cm ⁴]	196873		187368		187368
I_{II} [cm ⁴]	66459,4		64877,7		64877,7
M_{cr} [kNm]	25,32		24,65		24,65
$M_{Rd,II}$ [kNm]	65,89		65,61		65,61
M [kNm]	-19,05		-25,74		-25,74
ζ	0		0,5415	0,5415	
α_I	2,2598		2,3744	2,3744	
α_{II}	6,6942		6,8574	6,8574	
α	2,2598		4,802	4,802	
e_0 [mm]	2,641 (↓)	2,641 (↓)	2,635 (↓)	2,588 (↓)	2,588 (↓)
$e_{0,rel}$ [mm]	0	0	0,014 (↓)	0	0
e_{abs} [mm]	2,641 (↓)	2,641 (↓)	2,686 (↓)	2,588 (↓)	2,588 (↓)
e_{rel} [mm]	0 ✓	0 ✓	0,065 (↓) ✓	0 ✓	0 ✓
e_{lim} [mm]	2,029				

4. mező :

 Támaszköz $l_0 = 2,110$ m

 Tehereset/Teherkombináció: **[vb+burkolat+gépészet+vfal+lépcső állandó] {0,5*hasznos bent+0,5*hasznos kint}**

	bal támasz	Mező			jobb támasz
	jobb szél	nyomatéki nullpont	max	nyomatéki nullpont	bal szél
Táv [m]	4,095	4,095	4,900	6,054	6,205
l_0 [m]	2,110				
Hosszvasalás felül	2 ϕ 16		2 ϕ 16		2 ϕ 16
Hosszvasalás alul	2 ϕ 16		2 ϕ 16		2 ϕ 16
I_c [cm ⁴]	148297		148297		148297
I_I [cm ⁴]	187368		187368		187368
I_{II} [cm ⁴]	64877,7		64877,7		64877,7
M_{cr} [kNm]	24,65		24,65		24,65
$M_{Rd,II}$ [kNm]	65,61		65,61		65,61

**Munka: vasbeton gerenda minta**

Tervező: Inter-CAD Kft.

Modell: **AxisVMX6SampleRCBeamHun.axs**

2021. 03. 31.

12. oldal

$M[kNm]$	- 26,60		- 27,54		4,37
ζ	0,57079		0,59947		0
α_I	2,3744		2,3744		2,3744
α_{II}	6,8574		6,8574		6,8574
α	4,9333		5,0618		2,3744
$e_0[mm]$	2,632 (↓)	2,632 (↓)	2,277 (↓)	1,397 (↓)	1,270 (↓)
$e_{0,rel}[mm]$	0	0	0,153 (↓)	0	0
$e_{abs}[mm]$	2,632 (↓)	2,632 (↓)	2,916 (↓)	1,437 (↓)	1,270 (↓)
$e_{rel}[mm]$	0 ✓	0 ✓	0,804 (↓) ✓	0,070 (↓) ✓	0 ✓
$e_{lim}[mm]$	7,034				