

Concrete cover

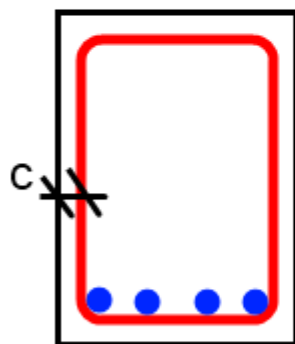
Calculation of concrete cover according to ČSN EN 1992-1-1, par. 4.4.1.1 (y.2006)

Environmental and structure parameters:

Structural class:	S4
Environmental class:	XC4 XD1 XF2
Cover with regard to bond	$c_{min,b} = \phi = 0.0 \text{ mm}$
Cover with regard to reinforcement protection	$c_{min,dur} = 35 \text{ mm}$

Modification of the cover thickness

Allowance in design for tolerance	$\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$
Allowance with regard to higher reliability	$\Delta c_{dur,y} = 0.0 \text{ mm}$
Reduction with regard to using stainless steel	$\Delta c_{dur,st} = 0.0 \text{ mm}$
Reduction with regard to using additional reinforcement protection	$\Delta c_{dur,add} = 0.0 \text{ mm}$



Reinforcement cover

Minimum reinforcement cover	$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dev} - \Delta c_{dur,y} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add})$ $= \max(0.0; 0.035 + 0.01 - 0.00 - 0.00 - 0.00) = 35 \text{ mm}$
Nominal reinforcement cover	$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 0.035 + 0.01 = \underline{\underline{45 \text{ mm}}}$
Minimum concrete class:	C30/37

Mx dolní

Návrh a posouzení podélné výztuže na prostý ohyb dle ČSN EN 1992-1-1

Mx dolní max

Charakteristiky materiálu

Výpočtová pevnost výztuže

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{450 \cdot 10^6}{1.15} = 391 \text{ MPa}$$

$$\varepsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} = \frac{391 \cdot 10^6}{200 \cdot 10^9} = 1.96 \text{ ‰}$$

Výpočtová pevnost betonu

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 1.00 \cdot \frac{35 \cdot 10^6}{1.50} = 23.3 \text{ MPa}$$

Součinitele betonu

$$f_{ck} < 50 \text{ MPa} \Rightarrow \eta = 1.0 \quad \lambda = 0.8$$

Geometrie průřezu

Výška průřezu

$$h = 300 \text{ mm}$$

Šířka průřezu

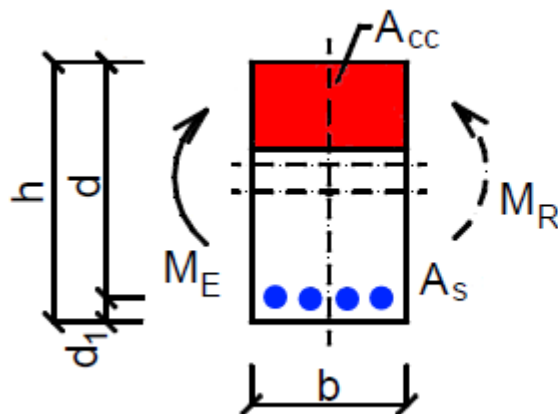
$$b = 1000 \text{ mm}$$

Efektivní výška průřezu

$$d = h - c - \frac{\phi}{2} = 300 - 45 - \frac{20}{2} = 245 \text{ mm}$$

Zadaná tažená výztuž

$$8 \times \phi 20 \text{ mm} \Rightarrow A_s = n \pi \left(\frac{\phi}{2} \right)^2 = 8 \cdot 3.14 \cdot \left(\frac{20}{2} \right)^2 = 25.1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$



Zatížení:

Působící ohybový moment

$$M_{Ed} = 119 \text{ kNm}$$

Návrh výztuže

Nutná plocha tažené výztuže

$$A_{s,req} = \frac{b d \eta f_{cd}}{f_{yd}} \left(1 - \sqrt{1 - 2 \frac{M_{Ed}}{b d^2 \eta f_{cd}}} \right)$$
$$= \frac{1.00 \cdot 0.245 \cdot 1.0 \cdot 23.3 \cdot 10^6}{391 \cdot 10^6} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \frac{119300}{1.00 \cdot 0.245^2 \cdot 1.0 \cdot 23.3 \cdot 10^6}} \right) = 13.0 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\Rightarrow \text{Zadaná výztuž } 8 \times \phi 20 \Rightarrow A_s = 25.1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

Navržená výztuž je dostatečná

Kontrola míry vyztužení

Minimum

$$A_{s,min} = \max \left\{ \frac{0,0013 \cdot 1,00 \cdot 0,245}{\frac{0,26 \cdot 3,20 \cdot 10^6 \cdot 1,00 \cdot 0,245}{450 \cdot 10^6}} \right\} = 4,53 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

Maximum

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot b \cdot h = 0,04 \cdot 1,00 \cdot 0,30 = 120 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

Posouzení

$$A_{s,min} = 453 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 < A_s = 2,51 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 < A_{s,max} = 0,012 \text{ m}^2 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Únosnost průřezu

Výška tlačené oblasti

$$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}} = \frac{2,51 \cdot 10^{-3} \cdot 391 \cdot 10^6}{1,00 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 23,3 \cdot 10^6} = 52,7 \text{ mm}$$

Limitní poměr tlačené oblasti

$$\xi_{bal,1} = \frac{\varepsilon_{cu3}}{\varepsilon_{cu3} + \varepsilon_{yd}} = \frac{0,0035}{0,0035 + 1,96 \cdot 10^{-3}} = 0,641$$

$$\frac{x}{d} = \frac{0,0527}{0,245} = 0,215 < 0,641 \Rightarrow \text{Výška tlačené oblasti vyhovuje}$$

Rameno vnitřních sil

$$z = d - \frac{\lambda \cdot x}{2} = 0,245 - \frac{0,8 \cdot 0,0527}{2} = 224 \text{ mm}$$

Únosnost průřezu

$$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z = 2,51 \cdot 10^{-3} \cdot 391 \cdot 10^6 \cdot 0,224 = \underline{\underline{220 \text{ kNm}}}$$

Posouzení

$$M_{Rd} = 220,2 \text{ kNm} > M_{Ed} = 119,3 \text{ kNm} \Rightarrow \text{Navržený průřez vyhovuje}$$

Mx horní max

Návrh a posouzení podélné výztuže na prostý ohyb dle ČSN EN 1992-1-1

Mx horní max

Charakteristiky materiálu

Výpočtová pevnost výztuže

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{450 \cdot 10^6}{1.15} = 391 \text{ MPa}$$

$$\varepsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} = \frac{391 \cdot 10^6}{200 \cdot 10^9} = 1.96 \text{ ‰}$$

Výpočtová pevnost betonu

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 1.00 \cdot \frac{35 \cdot 10^6}{1.50} = 23.3 \text{ MPa}$$

Součinitele betonu

$$f_{ck} < 50 \text{ MPa} \Rightarrow \eta = 1.0 \quad \lambda = 0.8$$

Geometrie průřezu

Výška průřezu

$$h = 300 \text{ mm}$$

Šířka průřezu

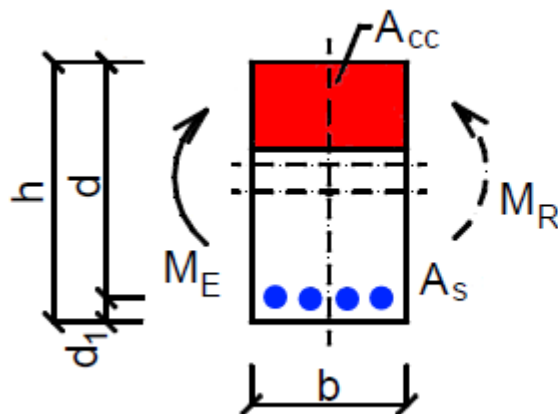
$$b = 1000 \text{ mm}$$

Efektivní výška průřezu

$$d = h - c - \frac{\phi}{2} = 0.30 - 0.045 - \frac{0.012}{2} = 0.249 \text{ m}$$

Zadaná tažená výztuž

$$6 \times \phi 12 \text{ mm} \Rightarrow A_s = n \pi \left(\frac{\phi}{2} \right)^2 = 6 \cdot 3.14 \cdot \left(\frac{0.012}{2} \right)^2 = 6.79 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$



Zatížení:

Působící ohybový moment

$$M_{Ed} = 31.3 \text{ kNm}$$

Návrh výztuže

Nutná plocha tažené výztuže

$$A_{s,req} = \frac{b d \eta f_{cd}}{f_{yd}} \left(1 - \sqrt{1 - 2 \frac{M_{Ed}}{b d^2 \eta f_{cd}}} \right)$$
$$= \frac{1.00 \cdot 0.249 \cdot 1.0 \cdot 23.3 \cdot 10^6}{391 \cdot 10^6} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \frac{31280}{1.00 \cdot 0.249^2 \cdot 1.0 \cdot 23.3 \cdot 10^6}} \right) = 3.25 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\Rightarrow \text{Zadaná výztuž } 6 \times \phi 12 \Rightarrow A_s = 6.79 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

Navržená výztuž je dostatečná

Kontrola míry vyztužení

Minimum

$$A_{s,min} = \max \left\{ \frac{0,0013 \cdot 1,00 \cdot 0,249}{\frac{0,26 \cdot 3,20 \cdot 10^6 \cdot 1,00 \cdot 0,249}{450 \cdot 10^6}} \right\} = 4,60 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

Maximum

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot b \cdot h = 0,04 \cdot 1,00 \cdot 0,30 = 120 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

Posouzení

$$A_{s,min} = 460 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 < A_s = 679 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 < A_{s,max} = 0,012 \text{ m}^2 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Únosnost průřezu

Výška tlačené oblasti

$$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}} = \frac{679 \cdot 10^{-6} \cdot 391 \cdot 10^6}{1,00 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 23,3 \cdot 10^6} = 14,2 \text{ mm}$$

Limitní poměr tlačené oblasti

$$\xi_{bal,1} = \frac{\varepsilon_{cu3}}{\varepsilon_{cu3} + \varepsilon_{yd}} = \frac{0,0035}{0,0035 + 1,96 \cdot 10^{-3}} = 0,641$$

$$\frac{x}{d} = \frac{0,0142}{0,249} = 57,13 \cdot 10^{-3} < 0,641 \Rightarrow \text{Výška tlačené oblasti vyhovuje}$$

Rameno vnitřních sil

$$z = d - \frac{\lambda \cdot x}{2} = 0,249 - \frac{0,8 \cdot 0,0142}{2} = 243 \text{ mm}$$

Únosnost průřezu

$$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z = 679 \cdot 10^{-6} \cdot 391 \cdot 10^6 \cdot 0,243 = \underline{\underline{64,6 \text{ kNm}}}$$

Posouzení

$$M_{Rd} = 64,61 \text{ kNm} > M_{Ed} = 31,28 \text{ kNm} \Rightarrow \text{Navržený průřez vyhovuje}$$

My dolní max

Návrh a posouzení podélné výztuže na prostý ohyb dle ČSN EN 1992-1-1 my dolní max

Charakteristiky materiálu

Výpočtová pevnost výztuže

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{450 \cdot 10^6}{1.15} = 391 \text{ MPa}$$

$$\varepsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} = \frac{391 \cdot 10^6}{200 \cdot 10^9} = 1.96 \text{ ‰}$$

Výpočtová pevnost betonu

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 1.00 \cdot \frac{35 \cdot 10^6}{1.50} = 23.3 \text{ MPa}$$

Součinitele betonu

$$f_{ck} < 50 \text{ MPa} \Rightarrow \eta = 1.0 \quad \lambda = 0.8$$

Geometrie průřezu

Výška průřezu

$$h = 300 \text{ mm}$$

Šířka průřezu

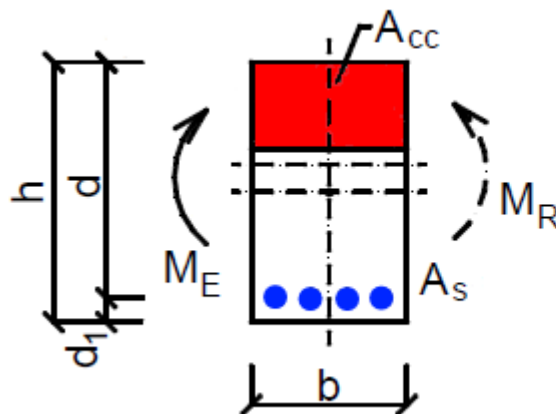
$$b = 1000 \text{ mm}$$

Efektivní výška průřezu

$$d = h - c - \frac{\phi}{2} = 0.30 - 0.065 - \frac{0.014}{2} = 0.228 \text{ m}$$

Zadaná tažená výztuž

$$8 \times \phi 14 \text{ mm} \Rightarrow A_s = n \pi \left(\frac{\phi}{2} \right)^2 = 8 \cdot 3.14 \cdot \left(\frac{0.014}{2} \right)^2 = 12.3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$



Zatížení:

Působící ohybový moment

$$M_{Ed} = 34.6 \text{ kNm}$$

Návrh výztuže

Nutná plocha tažené výztuže

$$A_{s,req} = \frac{b d \eta f_{cd}}{f_{yd}} \left(1 - \sqrt{1 - 2 \frac{M_{Ed}}{b d^2 \eta f_{cd}}} \right)$$
$$= \frac{1.00 \cdot 0.228 \cdot 1.0 \cdot 23.3 \cdot 10^6}{391 \cdot 10^6} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \frac{34610}{1.00 \cdot 0.228^2 \cdot 1.0 \cdot 23.3 \cdot 10^6}} \right) = 3.94 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\Rightarrow \text{Zadaná výztuž } 8 \times \phi 14 \Rightarrow A_s = 12.3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

Navržená výztuž je dostatečná

Kontrola míry vyztužení

Minimum

$$A_{s,min} = \max \left\{ \frac{0,0013 \cdot 1,00 \cdot 0,228}{\frac{0,26 \cdot 3,20 \cdot 10^6 \cdot 1,00 \cdot 0,228}{450 \cdot 10^6}} \right\} = 4,22 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

Maximum

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot b \cdot h = 0,04 \cdot 1,00 \cdot 0,30 = 120 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

Posouzení

$$A_{s,min} = 422 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 < A_s = 1,23 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 < A_{s,max} = 0,012 \text{ m}^2 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Únosnost průřezu

Výška tlačené oblasti

$$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}} = \frac{1,23 \cdot 10^{-3} \cdot 391 \cdot 10^6}{1,00 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 23,3 \cdot 10^6} = 25,8 \text{ mm}$$

Limitní poměr tlačené oblasti

$$\xi_{bal,1} = \frac{\varepsilon_{cu3}}{\varepsilon_{cu3} + \varepsilon_{yd}} = \frac{0,0035}{0,0035 + 1,96 \cdot 10^{-3}} = 0,641$$

$$\frac{x}{d} = \frac{0,0258}{0,228} = 0,1132 < 0,641 \Rightarrow \text{Výška tlačené oblasti vyhovuje}$$

Rameno vnitřních sil

$$z = d - \frac{\lambda \cdot x}{2} = 0,228 - \frac{0,8 \cdot 0,0258}{2} = 218 \text{ mm}$$

Únosnost průřezu

$$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z = 1,23 \cdot 10^{-3} \cdot 391 \cdot 10^6 \cdot 0,218 = \underline{105 \text{ kNm}}$$

Posouzení

$$M_{Rd} = 104,9 \text{ kNm} > M_{Ed} = 34,61 \text{ kNm} \Rightarrow \text{Navržený průřez vyhovuje}$$

My horní max

Návrh a posouzení podélné výztuže na prostý ohyb dle ČSN EN 1992-1-1

My horní max

Charakteristiky materiálu

Výpočtová pevnost výztuže

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{450 \cdot 10^6}{1.15} = 391 \text{ MPa}$$

$$\varepsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} = \frac{391 \cdot 10^6}{200 \cdot 10^9} = 1.96 \text{ ‰}$$

Výpočtová pevnost betonu

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 1.00 \cdot \frac{35 \cdot 10^6}{1.50} = 23.3 \text{ MPa}$$

Součinitele betonu

$$f_{ck} < 50 \text{ MPa} \Rightarrow \eta = 1.0 \quad \lambda = 0.8$$

Geometrie průřezu

Výška průřezu

$$h = 300 \text{ mm}$$

Šířka průřezu

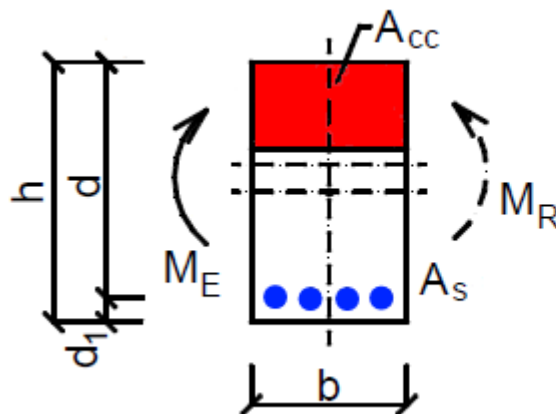
$$b = 1000 \text{ mm}$$

Efektivní výška průřezu

$$d = h - c - \frac{\phi}{2} = 0.30 - 0.057 - \frac{0.012}{2} = 0.237 \text{ m}$$

Zadaná tažená výztuž

$$6 \times \phi 12 \text{ mm} \Rightarrow A_s = n \pi \left(\frac{\phi}{2} \right)^2 = 6 \cdot 3.14 \cdot \left(\frac{0.012}{2} \right)^2 = 6.79 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$



Zatížení:

Působící ohybový moment

$$M_{Ed} = 15.9 \text{ kNm}$$

Návrh výztuže

Nutná plocha tažené výztuže

$$A_{s,req} = \frac{b d \eta f_{cd}}{f_{yd}} \left(1 - \sqrt{1 - 2 \frac{M_{Ed}}{b d^2 \eta f_{cd}}} \right)$$
$$= \frac{1.00 \cdot 0.237 \cdot 1.0 \cdot 23.3 \cdot 10^6}{391 \cdot 10^6} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \frac{15850}{1.00 \cdot 0.237^2 \cdot 1.0 \cdot 23.3 \cdot 10^6}} \right) = 1.72 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\Rightarrow \text{Zadaná výztuž } 6 \times \phi 12 \Rightarrow A_s = 6.79 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

Navržená výztuž je dostatečná

Kontrola míry vyztužení

Minimum

$$A_{s,min} = \max \left\{ \frac{0,0013 \cdot 1,00 \cdot 0,237}{\frac{0,26 \cdot 3,20 \cdot 10^6 \cdot 1,00 \cdot 0,237}{450 \cdot 10^6}} \right\} = 4,38 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

Maximum

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot b \cdot h = 0,04 \cdot 1,00 \cdot 0,30 = 120 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

Posouzení

$$A_{s,min} = 438 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 < A_s = 679 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 < A_{s,max} = 0,012 \text{ m}^2 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Únosnost průřezu

Výška tlačené oblasti

$$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}} = \frac{679 \cdot 10^{-6} \cdot 391 \cdot 10^6}{1,00 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 23,3 \cdot 10^6} = 14,2 \text{ mm}$$

Limitní poměr tlačené oblasti

$$\xi_{bal,1} = \frac{\varepsilon_{cu3}}{\varepsilon_{cu3} + \varepsilon_{yd}} = \frac{0,0035}{0,0035 + 1,96 \cdot 10^{-3}} = 0,641$$

$$\frac{x}{d} = \frac{0,0142}{0,237} = 60,02 \cdot 10^{-3} < 0,641 \Rightarrow \text{Výška tlačené oblasti vyhovuje}$$

Rameno vnitřních sil

$$z = d - \frac{\lambda \cdot x}{2} = 0,237 - \frac{0,8 \cdot 0,0142}{2} = 231 \text{ mm}$$

Únosnost průřezu

$$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z = 679 \cdot 10^{-6} \cdot 391 \cdot 10^6 \cdot 0,231 = \underline{\underline{61,4 \text{ kNm}}}$$

Posouzení

$$M_{Rd} = 61,42 \text{ kNm} > M_{Ed} = 15,85 \text{ kNm} \Rightarrow \text{Navržený průřez vyhovuje}$$

