

Concrete cover

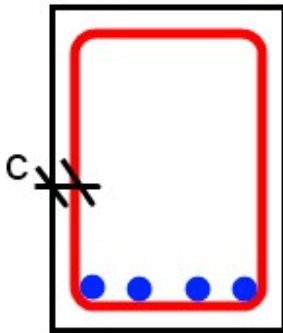
Calculation of concrete cover according to ČSN EN 1992-1-1, par. 4.4.1.1 (y.2006)

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

dolní mx

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

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

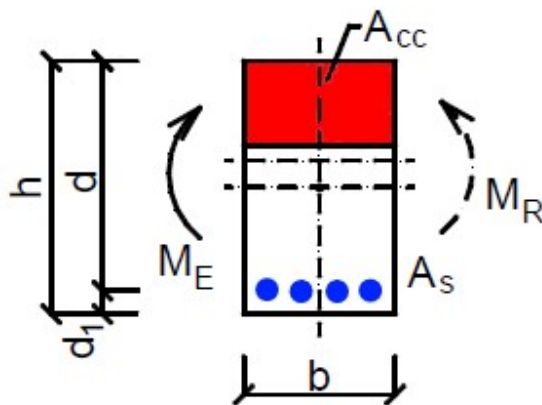
$$b = 1000 \text{ mm}$$

Efektivní výška průřezu

$$d = h - c - \frac{\phi}{2} = 0.30 - 0.07 - \frac{0.025}{2} = 0.218 \text{ m}$$

Zadaná tažená výztuž

$$6 \times \phi 25 \text{ mm} \Rightarrow A_s = n \pi \left(\frac{\phi}{2} \right)^2 = 6 \cdot 3.14 \cdot \left(\frac{0.025}{2} \right)^2 = 29.5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$



Zatížení:

Působící ohybový moment

$$M_{Ed} = 117 \text{ kNm}$$

Návrh výztuže

Nutná plocha tažené výztuže

$$A_{s,req} = \frac{b d \eta f_{cd}}{f_{yd}} \left(1 - \sqrt{1 - 2 \frac{M_{Ed}}{b d^2 \eta f_{cd}}} \right)$$
$$= \frac{1.00 \cdot 0.218 \cdot 1.0 \cdot 23.3 \cdot 10^6}{391 \cdot 10^6} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \frac{117410}{1.00 \cdot 0.218^2 \cdot 1.0 \cdot 23.3 \cdot 10^6}} \right) = 14.6 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\Rightarrow \text{Zadaná výztuž } 6 \times \phi 25 \Rightarrow A_s = 29.5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

Navržená výztuž je dostatečná

Kontrola míry vyztužení

Minimum

$$A_{s,min} = \max \left\{ \frac{0,0013 \cdot 1,00 \cdot 0,218}{\frac{0,26 \cdot 3,20 \cdot 10^6 \cdot 1,00 \cdot 0,218}{450 \cdot 10^6}} \right\} = 4,02 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

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

$$A_{s,min} = 402 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 < A_s = 2,95 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 < A_{s,max} = 0,012 \text{ m}^2 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Únosnost průřezu

Výška tlačené oblasti

$$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}} = \frac{2,95 \cdot 10^{-3} \cdot 391 \cdot 10^6}{1,00 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 23,3 \cdot 10^6} = 61,7 \text{ mm}$$

Limitní poměr tlačené oblasti

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

$$\frac{x}{d} = \frac{0,0617}{0,218} = 0,2839 < 0,641 \Rightarrow \text{Výška tlačené oblasti vyhovuje}$$

Rameno vnitřních sil

$$z = d - \frac{\lambda x}{2} = 0,218 - \frac{0,8 \cdot 0,0617}{2} = 193 \text{ mm}$$

Únosnost průřezu

$$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z = 2,95 \cdot 10^{-3} \cdot 391 \cdot 10^6 \cdot 0,193 = \underline{\underline{222 \text{ kNm}}}$$

Posouzení

$$M_{Rd} = 222,2 \text{ kNm} > M_{Ed} = 117,4 \text{ kNm} \Rightarrow \text{Navržený průřez vyhovuje}$$

horní mx

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

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

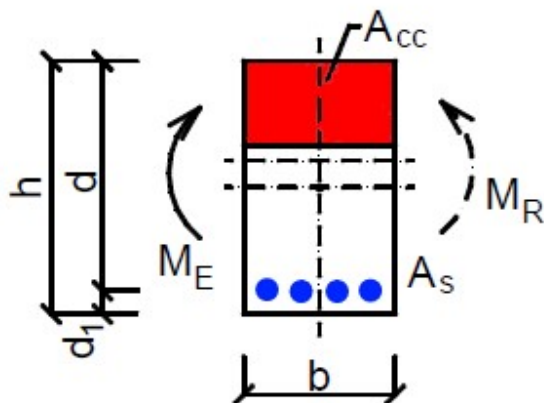
$$b = 1000 \text{ mm}$$

Efektivní výška průřezu

$$d = h - c - \frac{\phi}{2} = 0.30 - 0.061 - \frac{0.016}{2} = 0.231 \text{ m}$$

Zadaná tažená výztuž

$$6 \times \phi 16 \text{ mm} \Rightarrow A_s = n \pi \left(\frac{\phi}{2} \right)^2 = 6 \cdot 3.14 \cdot \left(\frac{0.016}{2} \right)^2 = 12.1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$



Zatížení:

Působící ohybový moment

$$M_{Ed} = 15.5 \text{ kNm}$$

Návrh výztuže

Nutná plocha tažené výztuže

$$A_{s,req} = \frac{b d \eta f_{cd}}{f_{yd}} \left(1 - \sqrt{1 - 2 \frac{M_{Ed}}{b d^2 \eta f_{cd}}} \right)$$
$$= \frac{1.00 \cdot 0.231 \cdot 1.0 \cdot 23.3 \cdot 10^6}{391 \cdot 10^6} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \frac{15540}{1.00 \cdot 0.231^2 \cdot 1.0 \cdot 23.3 \cdot 10^6}} \right) = 1.73 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\Rightarrow \text{Zadaná výztuž } 6 \times \phi 16 \Rightarrow A_s = 12.1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

Navržená výztuž je dostatečná

Kontrola míry vyztužení

Minimum

$$A_{s,min} = \max \left\{ \frac{0,0013 \cdot 1,00 \cdot 0,231}{\frac{0,26 \cdot 3,20 \cdot 10^6 \cdot 1,00 \cdot 0,231}{450 \cdot 10^6}} \right\} = 4,27 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

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

$$A_{s,min} = 427 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 < A_s = 1,21 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 < A_{s,max} = 0,012 \text{ m}^2 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Únosnost průřezu

Výška tlačené oblasti

$$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}} = \frac{1,21 \cdot 10^{-3} \cdot 391 \cdot 10^6}{1,00 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 23,3 \cdot 10^6} = 25,3 \text{ mm}$$

Limitní poměr tlačené oblasti

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

$$\frac{x}{d} = \frac{0,0253}{0,231} = 0,1095 < 0,641 \Rightarrow \text{Výška tlačené oblasti vyhovuje}$$

Rameno vnitřních sil

$$z = d - \frac{\lambda \cdot x}{2} = 0,231 - \frac{0,8 \cdot 0,0253}{2} = 221 \text{ mm}$$

Únosnost průřezu

$$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z = 1,21 \cdot 10^{-3} \cdot 391 \cdot 10^6 \cdot 0,221 = \underline{104 \text{ kNm}}$$

Posouzení

$$M_{Rd} = 104,3 \text{ kNm} > M_{Ed} = 15,54 \text{ kNm} \Rightarrow \text{Navržený průřez vyhovuje}$$

horní my

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

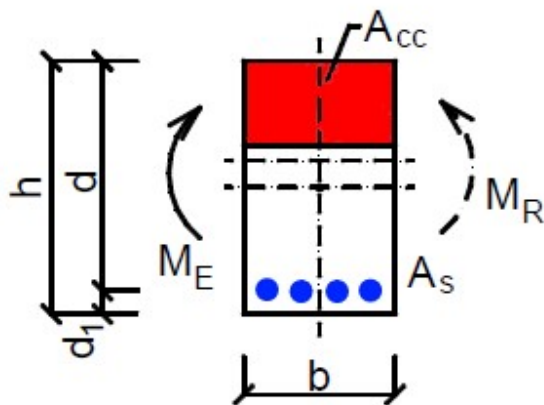
$$b = 1000 \text{ mm}$$

Efektivní výška průřezu

$$d = h - c - \frac{\phi}{2} = 0.30 - 0.045 - \frac{0.016}{2} = 0.247 \text{ m}$$

Zadaná tažená výztuž

$$6 \times \phi 16 \text{ mm} \Rightarrow A_s = n \pi \left(\frac{\phi}{2} \right)^2 = 6 \cdot 3.14 \cdot \left(\frac{0.016}{2} \right)^2 = 12.1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$



Zatížení:

Působící ohybový moment

$$M_{Ed} = 26.2 \text{ kNm}$$

Návrh výztuže

Nutná plocha tažené výztuže

$$A_{s,req} = \frac{b d \eta f_{cd}}{f_{yd}} \left(1 - \sqrt{1 - 2 \frac{M_{Ed}}{b d^2 \eta f_{cd}}} \right)$$
$$= \frac{1.00 \cdot 0.247 \cdot 1.0 \cdot 23.3 \cdot 10^6}{391 \cdot 10^6} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \frac{26170}{1.00 \cdot 0.247^2 \cdot 1.0 \cdot 23.3 \cdot 10^6}} \right) = 2.73 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\Rightarrow \text{Zadaná výztuž } 6 \times \phi 16 \Rightarrow A_s = 12.1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

Navržená výztuž je dostatečná

Kontrola míry vyztužení

Minimum

$$A_{s,min} = \max \left\{ \frac{0,0013 \cdot 1,00 \cdot 0,247}{\frac{0,26 \cdot 3,20 \cdot 10^6 \cdot 1,00 \cdot 0,247}{450 \cdot 10^6}} \right\} = 4,57 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

Maximum

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

Posouzení

$$A_{s,min} = 457 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 < A_s = 1,21 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 < A_{s,max} = 0,012 \text{ m}^2 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Únosnost průřezu

Výška tlačené oblasti

$$x = \frac{A_s f_{yd}}{b \lambda \eta f_{cd}} = \frac{1,21 \cdot 10^{-3} \cdot 391 \cdot 10^6}{1,00 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 23,3 \cdot 10^6} = 25,3 \text{ mm}$$

Limitní poměr tlačené oblasti

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

$$\frac{x}{d} = \frac{0,0253}{0,247} = 0,1024 < 0,641 \Rightarrow \text{Výška tlačené oblasti vyhovuje}$$

Rameno vnitřních sil

$$z = d - \frac{\lambda x}{2} = 0,247 - \frac{0,8 \cdot 0,0253}{2} = 237 \text{ mm}$$

Únosnost průřezu

$$M_{Rd} = A_s f_{yd} z = 1,21 \cdot 10^{-3} \cdot 391 \cdot 10^6 \cdot 0,237 = \underline{\underline{112 \text{ kNm}}}$$

Posouzení

$$M_{Rd} = 111,8 \text{ kNm} > M_{Ed} = 26,17 \text{ kNm} \Rightarrow \text{Navržený průřez vyhovuje}$$

dolní my

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

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

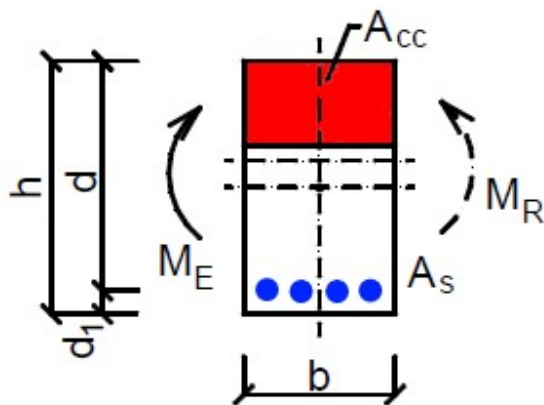
$$b = 1000 \text{ mm}$$

Efektivní výška průřezu

$$d = h - c - \frac{\phi}{2} = 0.30 - 0.045 - \frac{0.025}{2} = 0.243 \text{ m}$$

Zadaná tažená výztuž

$$6 \times \phi 25 \text{ mm} \Rightarrow A_s = n \pi \left(\frac{\phi}{2} \right)^2 = 6 \cdot 3.14 \cdot \left(\frac{0.025}{2} \right)^2 = 29.5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$



Zatížení:

Působící ohybový moment

$$M_{Ed} = 117 \text{ kNm}$$

Návrh výztuže

Nutná plocha tažené výztuže

$$A_{s,req} = \frac{b d \eta f_{cd}}{f_{yd}} \left(1 - \sqrt{1 - 2 \frac{M_{Ed}}{b d^2 \eta f_{cd}}} \right)$$
$$= \frac{1.00 \cdot 0.243 \cdot 1.0 \cdot 23.3 \cdot 10^6}{391 \cdot 10^6} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \frac{117000}{1.00 \cdot 0.243^2 \cdot 1.0 \cdot 23.3 \cdot 10^6}} \right) = 12.9 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\Rightarrow \text{Zadaná výztuž } 6 \times \phi 25 \Rightarrow A_s = 29.5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

Navržená výztuž je dostatečná

Kontrola míry vyztužení

Minimum

$$A_{s,min} = \max \left\{ \frac{0,0013 \cdot 1,00 \cdot 0,243}{\frac{0,26 \cdot 3,20 \cdot 10^6 \cdot 1,00 \cdot 0,243}{450 \cdot 10^6}} \right\} = 4,48 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

Maximum

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

Posouzení

$$A_{s,min} = 448 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 < A_s = 2,95 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 < A_{s,max} = 0,012 \text{ m}^2 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Únosnost průřezu

Výška tlačené oblasti

$$x = \frac{A_s f_{yd}}{b \lambda \eta f_{cd}} = \frac{2,95 \cdot 10^{-3} \cdot 391 \cdot 10^6}{1,00 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 23,3 \cdot 10^6} = 61,7 \text{ mm}$$

Limitní poměr tlačené oblasti

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

$$\frac{x}{d} = \frac{0,0617}{0,243} = 0,2546 < 0,641 \Rightarrow \text{Výška tlačené oblasti vyhovuje}$$

Rameno vnitřních sil

$$z = d - \frac{\lambda x}{2} = 0,243 - \frac{0,8 \cdot 0,0617}{2} = 218 \text{ mm}$$

Únosnost průřezu

$$M_{Rd} = A_s f_{yd} z = 2,95 \cdot 10^{-3} \cdot 391 \cdot 10^6 \cdot 0,218 = \underline{251 \text{ kNm}}$$

Posouzení

$$M_{Rd} = 251,0 \text{ kNm} > M_{Ed} = 117,0 \text{ kNm} \Rightarrow \text{Navržený průřez vyhovuje}$$

