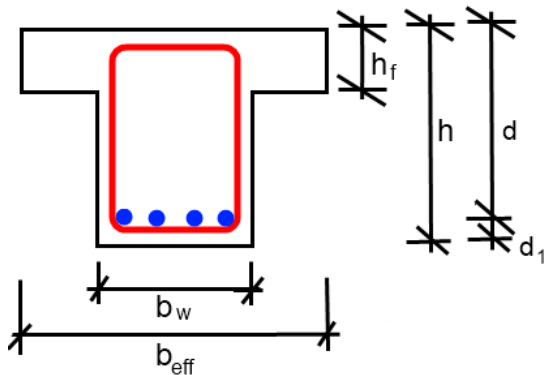


Návrh a posúdenie výstuže - T-prierezu

Návrh a posúdenie výstuženia T prierezu podľa Eurocode 2 STN EN 1992-1-1

Geometria

Výška prierezu	$h = 220 \text{ mm}$
Šírka steny prierezu	$b_w = 60 \text{ mm}$
Výška spolupôsobiacej dosky	$h_f = 150 \text{ mm}$
Šírka spolupôsobiacej dosky	$b_{eff} = 120 \text{ mm}$
Krytie výstuže	$c = 20 \text{ mm}$
Účinná výška prierezu	$d = h - c - \frac{\phi}{2} = 220 - 20 - \frac{8}{2} = 196 \text{ mm}$



Materiálové charakteristiky betónu

Betón	C 20/25
Char. pevnosť v tlaku	$f_{ck} = 20 \text{ MPa}$
Pevnosť betónu v tlaku	$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{1 \cdot 20}{1.5} = 13.3 \text{ MPa}$
Pevnosť betónu v ťahu	$f_{ctd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ctk,0.05}}{\gamma_c} = \frac{1 \cdot 1.5}{1.5} = 1 \text{ MPa}$
Súčiniteľ betónu	$\alpha_{cc} = 1$
Pevnosť betónu $f_{ck} < 50 \text{ MPa} \Rightarrow \eta = 1$	$\lambda = 0.8$
Pomerné pretvorenie betónu	$\epsilon_{cd} = \frac{f_{cd}}{E} = \frac{13.3}{30000} = 0.0444 \%$
Súčiniteľ šmykovej pevnosti	$v_1 = 0.6$
Koef. deformácie ťahovej zóny	$\alpha_{cw} = 1$

Vlastnosti výstuže

Výstuž

B 400 A

Charakteristická medza klzu výstuže

$f_{yk} = 400 \text{ MPa}$

Návrhová hodnota medze klzu

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{400}{1.15} = 348 \text{ MPa}$$

Zat'azenie

Ohybový moment

$M_{Ed} = 4 \text{ kNm}$

Návrh výstuže

Nutná plocha výstuže

$$A_{sy1, req} = \frac{b_w \cdot d \cdot \eta \cdot f_{cd}}{f_{yd}} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{Ed}}{b_w \cdot d^2 \cdot \eta \cdot f_{cd}}} \right)$$
$$= \frac{0.06 \cdot 0.196 \cdot 1 \cdot 13.3 \cdot 10^6}{348 \cdot 10^6} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 4000}{0.06 \cdot 0.196^2 \cdot 1 \cdot 13.3 \cdot 10^6}} \right) = 63.1 \text{ mm}^2$$

$$A_{sy1} \geq A_{sy1, req} \Rightarrow A_{sy1} \geq 63.1 \text{ mm}^2$$

Navrhnuté 2 x $\phi 8 \text{ mm}$

$$A_{sy1} = n \cdot \frac{\pi \cdot \phi^2}{4} = 2 \cdot \frac{3.14 \cdot 8^2}{4} = \mathbf{101 \text{ mm}^2}$$

Kontrola miery vystuženia

Minimálna plocha výstuže

$$A_{s, min} = \text{Max} \left\{ \frac{0.0013 \cdot b \cdot d}{0.26 \cdot f_{ctm} \cdot b \cdot d} \right\} = \text{Max} \left\{ \frac{0.0013 \cdot 0.06 \cdot 0.196}{0.26 \cdot 2.2 \cdot 10^6 \cdot 0.06 \cdot 0.196} \right\} = 16.8 \text{ mm}^2$$

Kontrola minimálnej plochy výstuže

$$\mathbf{A_{sy1} \geq A_{s, min} \Rightarrow 101 \text{ mm}^2 \geq 16.8 \text{ mm}^2 \Rightarrow \text{Výstuž je DOSTAČUJÚCA}}$$

Maximálna plocha výstuže

$$A_{s, max} = 0.04 \cdot A_c = 0.04 \cdot 0.0132 = 528 \text{ mm}^2$$

Kontrola maximálnej plochy výstuže

$$\mathbf{A_{sy1} < A_{s, max} \Rightarrow 101 \text{ mm}^2 < 528 \text{ mm}^2 \Rightarrow \text{Výstuž je DOSTAČUJÚCA}}$$

Odolnosť prierezu

Výška tlačenej oblasti $x = \frac{A_{sy1} \cdot f_{yd}}{b_{eff} \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}} = \frac{101 \cdot 10^{-6} \cdot 348 \cdot 10^6}{0.12 \cdot 0.8 \cdot 1 \cdot 13.3 \cdot 10^6} = 27.3 \text{ mm}$

Limitný pomer tlačenej oblasti $\xi_{bal,1} = \frac{\epsilon_{cu3}}{\epsilon_{cu3} + \epsilon_{yd}} = \frac{3.5}{3.5 + 1.74} = 0.668$

$$\frac{x}{d} = 0.1394 < 0.668 \Rightarrow \text{Výška tlačenej oblasti VYHOVUJE}$$

Rameno vnútorných síl $d_{eff} = d - \frac{\lambda \cdot x}{2} = 196 - \frac{0.8 \cdot 27.3}{2} = 185 \text{ mm}$

Odolnosť prierezu $M_{Rd} = A_{sy1} \cdot f_{yd} \cdot d_{eff} = 101 \cdot 10^{-6} \cdot 348 \cdot 10^6 \cdot 0.185 = \mathbf{6.47 \text{ kNm}}$

Posúdenie

$$s = \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = \frac{4 \text{ kNm}}{6.47 \text{ kNm}} = 0.618 < 1 \Rightarrow \text{Navrhnutý prierez VYHOVUJE}$$

Návrh a posudok výstuže obdĺžnikového prierezu

Návrh a posúdenie pozdĺžnej výstuže na prostý ohyb podľa Eurocode 2 STN EN 1992-1-1

Geometria

Výška prierezu

$$h = 220 \text{ mm}$$

Šírka prierezu

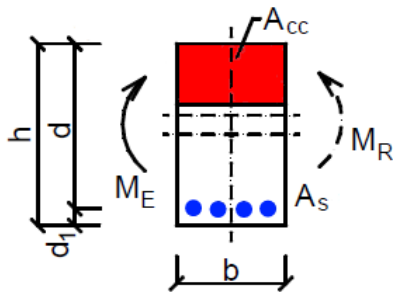
$$b = 90 \text{ mm}$$

Krytie výstuže

$$c = 20 \text{ mm}$$

Účinná výška prierezu

$$d = h - c - \frac{\phi}{2} = 220 - 20 - \frac{8}{2} = 196 \text{ mm}$$



Materiálové charakteristiky betónu

Betón

C 20/25

Char. pevnosť v tlaku

$$f_{ck} = 20 \text{ MPa}$$

Pevnosť betónu v tlaku

$$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{1 \cdot 20}{1.5} = 13.3 \text{ MPa}$$

Pevnosť betónu v ťahu

$$f_{ctd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ctk,0.05}}{\gamma_c} = \frac{1 \cdot 1.5}{1.5} = 1 \text{ MPa}$$

Súčiniteľ betónu

$$\alpha_{cc} = 1$$

Pevnosť betónu $f_{ck} < 50 \text{ MPa} \Rightarrow \eta = 1 \quad \lambda = 0.8$

Pomerné pretvorenie betónu

$$\epsilon_{cd} = \frac{f_{cd}}{E} = \frac{13.3}{30000} = 0.0444 \%$$

Súčiniteľ šmykovej pevnosti

$$\nu_1 = 0.6$$

Koef. deformácie ťahovej zóny

$$\alpha_{cw} = 1$$

Vlastnosti výstuže

Výstuž

B 400 A

Charakteristická medza klzu výstuže

$$f_{yk} = 400 \text{ MPa}$$

Návrhová hodnota medze klzu

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{400}{1.15} = 348 \text{ MPa}$$

Zat'azenie

Ohybový moment

$$M_{Ed} = 4 \text{ kNm}$$

Návrh výstuže

Nutná plocha ťahanej výstuže

$$A_{sy1, req} = \frac{b \cdot d \cdot \eta \cdot f_{cd}}{f_{yd}} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot \eta \cdot f_{cd}}} \right) \\ = \frac{0.09 \cdot 0.196 \cdot 1 \cdot 13.3 \cdot 10^6}{348 \cdot 10^6} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 4000}{0.09 \cdot 0.196^2 \cdot 1 \cdot 13.3 \cdot 10^6}} \right) = 61.5 \text{ mm}^2$$

$$A_{sy1} \geq A_{sy1, req} \Rightarrow A_{sy1} \geq 61.5 \text{ mm}^2$$

Navrhnuté 2 x $\phi 8 \text{ mm}$

$$A_{sy1} = n \cdot \frac{\pi \cdot \phi^2}{4} = 2 \cdot \frac{3.14 \cdot 8 \cdot 10^{-3}^2}{4} = \underline{\underline{101 \text{ mm}^2}}$$

Kontrola miery vystuženia

Minimálna plocha výstuže

$$A_{s, min} = \text{Max} \left\{ \frac{0.0013 \cdot b \cdot d}{0.26 \cdot f_{ctm} \cdot b \cdot d}, \frac{0.0013 \cdot 0.09 \cdot 0.196}{0.26 \cdot 2.2 \cdot 10^6 \cdot 0.09 \cdot 0.196} \right\} = \text{Max} \left\{ \frac{0.0013 \cdot 0.09 \cdot 0.196}{0.26 \cdot 2.2 \cdot 10^6 \cdot 0.09 \cdot 0.196} \right\} = 25.2 \text{ mm}^2$$

Kontrola minimálnej plochy výstuže

$$\underline{\underline{A_{sy1} \geq A_{s, min} \Rightarrow 101 \text{ mm}^2 \geq 25.2 \text{ mm}^2 \Rightarrow \text{Výstuž je DOSTAČUJÚCA}}}$$

Maximálna plocha výstuže

$$A_{s, max} = 0.04 \cdot A_c = 0.04 \cdot 0.0198 = 792 \text{ mm}^2$$

Kontrola maximálnej plochy výstuže

$$\underline{\underline{A_{sy1} \leq A_{s, max} \Rightarrow 101 \text{ mm}^2 \leq 792 \text{ mm}^2 \Rightarrow \text{Výstuž je DOSTAČUJÚCA}}}$$

Odolnosť prierezu

Výška tlačenej oblasti

$$x = \frac{A_{sy1} \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}} = \frac{101 \cdot 10^{-6} \cdot 348 \cdot 10^6}{0.09 \cdot 0.8 \cdot 1 \cdot 13.3 \cdot 10^6} = 36.4 \text{ mm}$$

Limitný pomer tlačenej oblasti

$$\xi_{bal, 1} = \frac{\epsilon_{cu3}}{\epsilon_{cu3} + \epsilon_{yd}} = \frac{3.5}{3.5 + 1.74} = 0.668$$

$$\frac{x}{d} = \frac{0.0364}{0.196} = 0.1858 < 0.668 \Rightarrow \text{Výška tlačenej oblasti VYHOVUJE}$$

Rameno vnútorných síl

$$z = d - \frac{\lambda \cdot x}{2} = 196 - \frac{0.8 \cdot 36.4}{2} = 181 \text{ mm}$$

Odolnosť prierezu

$$M_{Rd} = A_{sy1} \cdot f_{yd} \cdot z = 101 \cdot 10^{-6} \cdot 348 \cdot 10^6 \cdot 0.181 = \underline{\underline{6.34 \text{ kNm}}}$$

Posúdenie

$$M_{Rd} = 6.34 \text{ kNm} > M_{Ed} = 4 \text{ kNm}$$

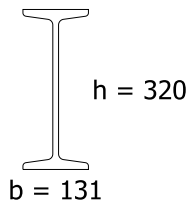
$$s = \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = \frac{4 \text{ kNm}}{6.34 \text{ kNm}} = 0.631 < 1 \quad \Rightarrow \text{Navrhnutý prierez VYHOVUJE}$$

Prostý nosník - ocel' - rovnomerné zaťaženie

Prostý nosník - ocel' - rovnomerné zaťaženie

STN EN 1993-1-1

Prierez



Prierez: I320

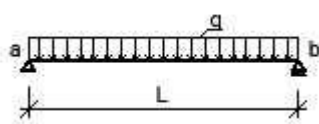
Najväčšia hrúbka prierezu $t_{\max} = 17.3 \text{ mm}$

Moment zotrvačnosti k osi y $I_y = 125 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$

Elast. prierezový modul k osi y $W_y = 782 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$

Odolnosť prierezu za ohybu $M_{Rd} = \frac{W_y \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$
 $= \frac{782 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^6}{1} = \mathbf{184 \text{ kNm}}$

Statická schéma



$$q_d = 31.6 \text{ kN/m}$$

$$q_k = 22.7 \text{ kN/m}$$

$$L = 6.7 \text{ m}$$

Reakcie

$$R_a = 0.5 \cdot q_d \cdot L = 0.5 \cdot 31600 \cdot 6.7 = 106 \text{ kN}$$

$$R_b = 0.5 \cdot q_d \cdot L = 0.5 \cdot 31600 \cdot 6.7 = 106 \text{ kN}$$

Posúdenie medzného stavu únosnosti

$$M_{Ed} = \frac{1}{8} \cdot q_d \cdot L^2 = \frac{1}{8} \cdot 31600 \cdot 6.7^2 = 177 \text{ kNm} \quad s = \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = \frac{177316}{183770} = \mathbf{96.5 \%}$$

Posúdenie medzného stavu používateľnosti

$$w = \frac{\frac{5}{384} \cdot q_k \cdot L^4}{E \cdot I_y} = \frac{\frac{5}{384} \cdot 22700 \cdot 6.7^4}{210 \cdot 10^9 \cdot 125 \cdot 10^{-6}} = 0.0227 = \mathbf{1 / 296 \text{ L}}$$

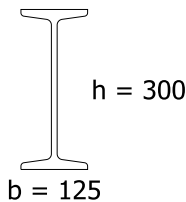
$$\phi_{ab} = \frac{\frac{1}{24} \cdot q_k \cdot L^3}{E \cdot I_y} = \frac{\frac{1}{24} \cdot 22700 \cdot 6.7^3}{210 \cdot 10^9 \cdot 125 \cdot 10^{-6}} = \mathbf{0.0108 \text{ rad}}$$

Prostý nosník - ocel' - rovnomerné zaťaženie

Prostý nosník - ocel' - rovnomerné zaťaženie

STN EN 1993-1-1

Prierez



Prierez: I300

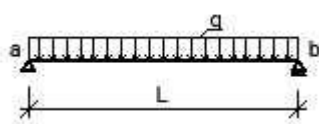
Najväčšia hrúbka prierezu $t_{\max} = 16.2 \text{ mm}$

Moment zotrvačnosti k osi y $I_y = 98 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$

Elast. prierezový modul k osi y $W_y = 653 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$

Odolnosť prierezu za ohybu $M_{Rd} = \frac{W_y \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$
 $= \frac{653 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^6}{1} = \mathbf{153 \text{ kNm}}$

Statická schéma



$$q_d = 27.8 \text{ kN/m}$$

$$q_k = 20 \text{ kN/m}$$

$$L = 6.7 \text{ m}$$

Reakcie

$$R_a = 0.5 \cdot q_d \cdot L = 0.5 \cdot 27800 \cdot 6.7 = 93.1 \text{ kN}$$

$$R_b = 0.5 \cdot q_d \cdot L = 0.5 \cdot 27800 \cdot 6.7 = 93.1 \text{ kN}$$

Posúdenie medzného stavu únosnosti

$$M_{Ed} = \frac{1}{8} \cdot q_d \cdot L^2 = \frac{1}{8} \cdot 27800 \cdot 6.7^2 = 156 \text{ kNm} \quad s = \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = \frac{155993}{153455} = \mathbf{102 \%}$$

Posúdenie medzného stavu používateľnosti

$$w = \frac{\frac{5}{384} \cdot q_k \cdot L^4}{E \cdot I_y} = \frac{\frac{5}{384} \cdot 20000 \cdot 6.7^4}{210 \cdot 10^9 \cdot 98 \cdot 10^{-6}} = 0.0255 \quad = \mathbf{1 / 263 \text{ L}}$$

$$\phi_{ab} = \frac{\frac{1}{24} \cdot q_k \cdot L^3}{E \cdot I_y} = \frac{\frac{1}{24} \cdot 20000 \cdot 6.7^3}{210 \cdot 10^9 \cdot 98 \cdot 10^{-6}} = \mathbf{0.0122 \text{ rad}}$$