

7.3. posouzení trapézového plechu jako ztracené bednění pro ŽB desku

stálé zatížení (bez vlastní tíhy tr. plechu) $g_k = 3,00 \text{ kN/m}^2$
 vlastní tíha trapézového plechu $g_{k,tr} = 0,12 \text{ kN/m}^2$
 kategorie užitého zařízení: kategorie H: střechy
 proměnné zatížení v charakteristických hodnotách: kombinační součinitele:
 $užitné zatížení q_k = 0,00 \text{ kN/m}^2$ $\Psi_0 = 0$
 $zatížení sněhem s_k = 0,00 \text{ kN/m}^2$ $\Psi_0 = 0,5$
 $tlak větru w_{k,tlak} = 0,00 \text{ kN/m}^2$ $\Psi_0 = 0,6$
 $sání větru (záporná hodnota) w_{k,sání} = 0,00 \text{ kN/m}^2$ $\Psi_0 = 0,6$
 statické schéma: spojitý nosník o dvou polích
 délka pole: 1,55 m
 zaokrouhlená délka pole: 1,75 m
 profil trapézového plechu: TR 40S/160
 tloušťka trapézového plechu: 1,13 mm
 součinitele zatížení γ :
 stálé zatížení nepříznivé působení $\gamma_{G,sup} = 1,35$
 stálé zatížení příznivé působení $\gamma_{G,sup} = 1$
 proměnné zatížení nepříznivé působení $\gamma_{Q,sup} = 1,5$
 proměnné zatížení příznivé působení $\gamma_{Q,sup} = 0$

Kombinace zatížení ve směru Z- TR 40S/160 pozitivní

$$g_{Ed} = \sum \gamma_G g_k + \gamma_Q q_k + \sum \gamma_Q \Psi_0 q_k = 4,21 \text{ kN/m}^2 \leq g_{d1} = 12,95 \text{ kN/m}^2 \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$g_{Ed} = \sum \gamma_G g_k + \gamma_Q q_k + \sum \gamma_Q \Psi_0 q_k = 4,21 \text{ kN/m}^2 \leq g_{d2} = 11,97 \text{ kN/m}^2 \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$g_{Ek} = \sum \gamma_G g_k + \gamma_Q q_k + \sum \gamma_Q \Psi_0 q_k = 3,12 \text{ kN/m}^2 \leq q_{k,200} = 12,38 \text{ kN/m}^2 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Kombinace zatížení ve směru Z+ TR 40S/160 negativní

$$g_{Ed} = \sum \gamma_G g_k + \gamma_Q q_k + \sum \gamma_Q \Psi_0 q_k = 3,12 \text{ kN/m}^2$$

$$abs(g_{Ed}) \leq g_{d1} = 12,95 \text{ kN/m}^2 \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$abs(g_{Ed}) \leq g_{d2} = 11,97 \text{ kN/m}^2 \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$g_{Ek} = \sum \gamma_G g_k + \gamma_Q q_k + \sum \gamma_Q \Psi_0 q_k = 3,12 \text{ kN/m}^2$$

$$abs(g_{Ek}) \leq q_{k,200} = 12,38 \text{ kN/m}^2 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Podmínky použití:

šířka vnitřní podpory min. 60 mm, šířka krajní podpory min. 40 mm

Hodnoty únosnosti jsou převzaty z tabulek firmy Kovové profily, spol. s.r.o, vydání 07/2013, tabulky platí pro daný trapézový profil ze sortimentu firmy Kovové profily, spol. s.r.o. z materiálu S320GD. Únosnost v mezním stavu použitelnosti je stanovena pro mezní hodnotu deformace $L/200$, pro jiné mezní deformace je možné tuto hodnotu poměrově přenásobit vrcem $q_{k,n} = q_{k,200} \times (200/n)$.

8. POSOUZENÍ NOSNÍKU JEŘÁBOVÉ DRÁHY

PARAMETRY JEŘÁBU

rozpětí jeřábu $s = 16,100 \text{ m}$
rozvor kol $b = 1,500 \text{ m}$
vodorovný dojezd háku $c = 0,500 \text{ m}$
počet dvojic kol $n = 2$
počet větví jeřábové dráhy $n_r = 2$
počet pohonů jednotlivých kol $m_w = 2$
nosnost jeřábu (tíha břemene) $Q_h = 20,0 \text{ kN}$
tíha kočky $Q_l = 2,0 \text{ kN}$
tíha jeřábu s kočkou $Q_c = 22,0 \text{ kN}$
rychlost zdvihu kladkostroje $v_h = 0,133 \text{ m/s}$
rychlost pojezdu jeřábu $v_c = 1,333 \text{ m/s}$
zdvihová třída HC2

VÝPOČET ZATÍŽENÍ

Stálá zatížení

kolejnice tyčová ocel:
výška kolejnice $h_i = 30 \text{ mm}$
šířka kolejnice $b_i = 50 \text{ mm}$
stálé zatížení od kolejnice $g = 0,118 \text{ kN/m}$
stálé zatížení od vlastní tíhy nosníku jeřábové dráhy $g = 0,832 \text{ kN/m}$
ostatní stálé zatížení $g = 0,000 \text{ kN/m}$
stálé zatížení celkem $\Sigma g = 0,950 \text{ kN/m}$

Proměnná svislá zatížení od jeřábu

svislé síly od kol nezatíženého jeřábu

$$Q_{C,r,max} = \frac{1}{n} \left[\frac{Q_c - Q_t}{2} + \frac{Q_t(s-c)}{s} \right] = Q_{C,r,max} = Q_{C,r,(min)} = 6,0 \text{ kN}$$

$$Q_{C,r,(max)} = \frac{1}{n} \left[\frac{Q_c - Q_t}{2} + \frac{Q_t c}{s} \right] = Q_{C,r,(max)} = Q_{C,r,(min)} = 5,0 \text{ kN}$$

svislé síly od zatížení kladkostroje

$$Q_{H,r,max} = \frac{1}{n} \cdot \frac{Q_h(s-c)}{s} = Q_{H,r,max} = Q_{H,r,(min)} = 9,7 \text{ kN}$$

$$Q_{H,r,(max)} = \frac{1}{n} \cdot \frac{Q_h \cdot c}{s} = Q_{H,r,(max)} = Q_{H,r,(min)} = 0,3 \text{ kN}$$

Proměnné vodorovné zatížení od jeřábu

síly v podélném směru způsobené rozjezdem nebo bržděním jeřábu $H_{L,1}$ a $H_{L,2}$

součinitel tření ocel - ocel $\mu = 0,2$

hnací síla $K = \mu m_w Q_{C,r,min}$

$K = 2,0 \text{ kN}$

$$H_{L,1} = H_{L,2} = K / n_r = 1,0 \text{ kN}$$

síly v příčném směru způsobené rozjezdem nebo bržděním jeřábu $H_{T,1}$ a $H_{T,2}$

podíl vzdálenosti těžiště jeřábu od osy jeřábové kolejnice a rozpětí jeřábu $\zeta_1 = \sum Q_{r,max} / \sum Q_r$

$$\sum Q_{r,max} = n(Q_{C,r,max} + Q_{H,r,max})$$

$$\sum Q_{r,max} = 31,3 \text{ kN}$$

$$\sum Q_r = Q_c + Q_h$$

$$\sum Q_r = 42,0 \text{ kN}$$

$$\zeta_1 = 0,75$$

$$\zeta_2 = 1 - \zeta_1$$

$$\zeta_2 = 0,25$$

vychýlení těžiště zatíženého jeřábu od poloviny jeho rozpětí $l_s = (\zeta_1 - 0,5) \cdot s$

$$l_s = 3,955 \text{ m}$$

moment hnací síly k těžišti jeřábu $M = K \cdot l_s$

$$M = 7,959 \text{ kNm}$$

$$H_{T,1} = \zeta_1 \cdot M/b$$

$$H_{T,1} = 4,0 \text{ kN}$$

$$H_{T,2} = \zeta_2 \cdot M/b$$

$$H_{T,2} = 1,3 \text{ kN}$$

síly od kol způsobené přičením jeřábu $H_{S,1,1T}$ a $H_{S,2,1,T}$

vzdálenost dvojice kol od vodících prostředků $e_1 = 0,000 \text{ m}$

vzdálenost dvojice kol od vodících prostředků $e_2 = b = h = 1,500 \text{ m}$

součinitel síly od kola $\lambda_{S,1,1,T} = \zeta_2/n \cdot (1 - e_1/h)$

$$\lambda_{S,1,1,T} = 0,13$$

součinitel síly od kola $\lambda_{S,2,1,T} = \zeta_1/n \cdot (1 - e_1/h)$

$$\lambda_{S,2,1,T} = 0,37$$

součinitel reakcí při přičení $f = 0,30$

součinitel f závisí na úhlu přičení α , zde zvoleno konzervativně

$$H_{S,1,1T} = f \cdot \lambda_{S,1,1,T} \cdot \sum Q_r$$

$$H_{S,1,1T} = 1,6 \text{ kN}$$

$$H_{S,2,1T} = f \cdot \lambda_{S,2,1,T} \cdot \sum Q_r$$

$$H_{S,2,1T} = 4,7 \text{ kN}$$

součinitel síly od vodícího prostředku $\lambda_S = 1 - (e_1 + e_2) / (n \cdot h)$

$$\lambda_S = 0,50$$

síla od vodícího prostředku způsobená přičením jeřábu $S = f \cdot \lambda_S \cdot \sum Q_r$

$$S = 6,3 \text{ kN}$$

síly od zrychlení kočky

$$H_{T3,1} = H_{T3,2} = 0,1 / 2n (Q_h + Q_t)$$

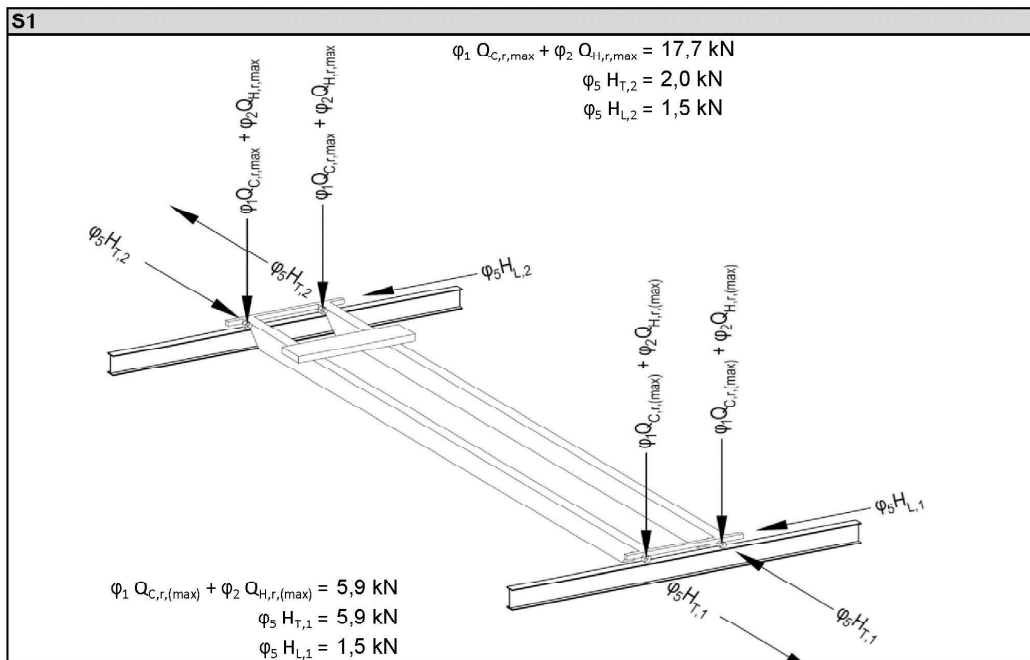
$$H_{T3,1} = H_{T3,2} = 0,6 \text{ kN}$$

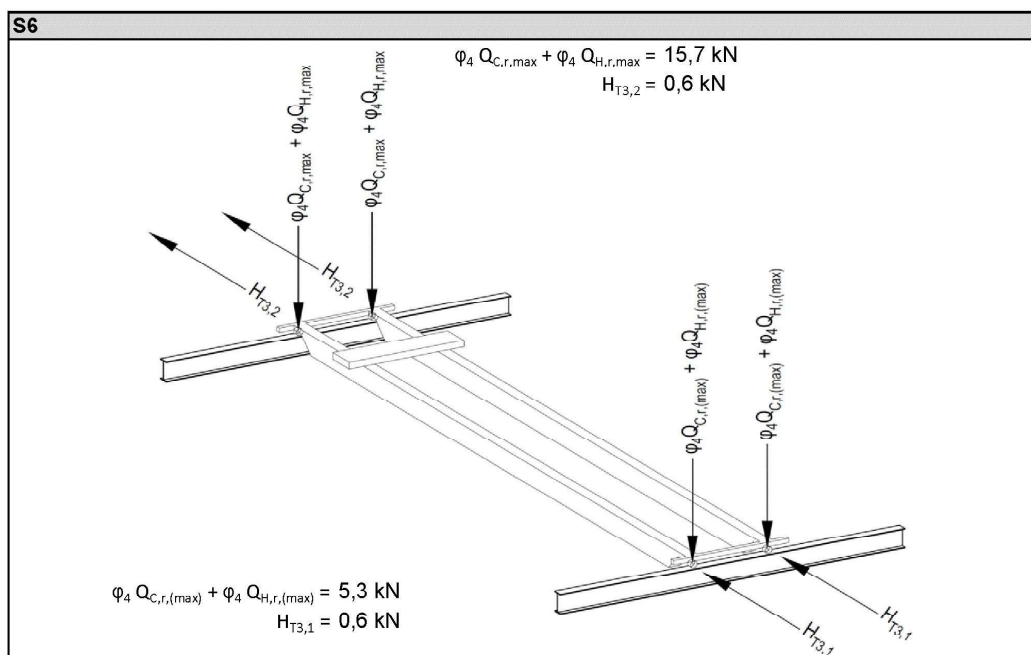
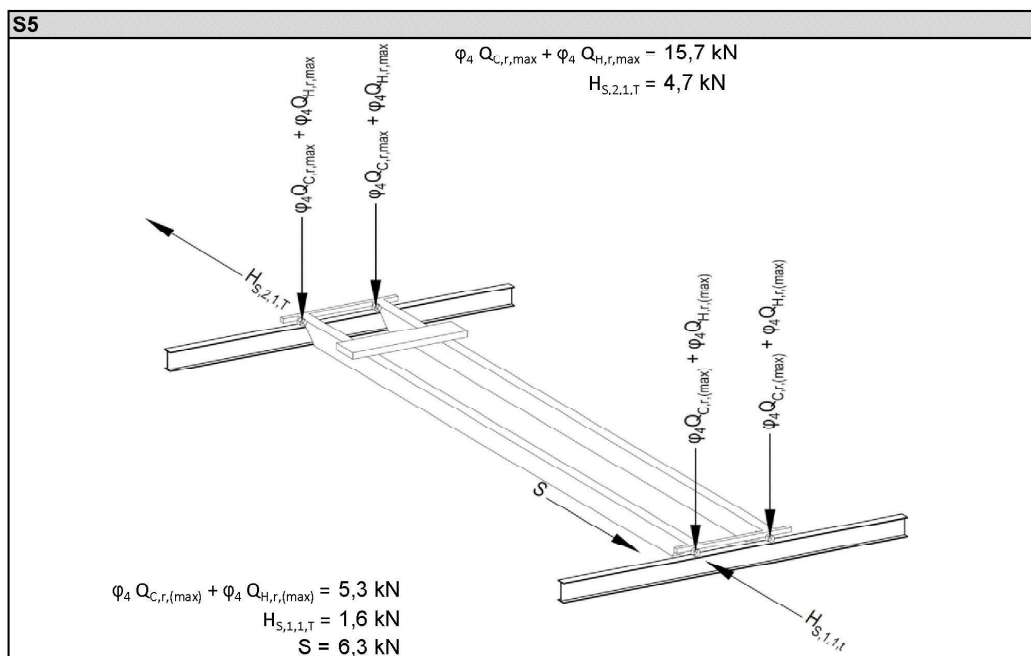
VÝPOČET DYNAMICKÝCH SOUČINITELŮ

dynamický součinitel	uvažované účinky
$\varphi_1 = 1,10$	buzení vibrací konstrukce jeřábu při zvednutí zatížení kladkostroje ze země
$\varphi_2 = 1,15$	dynamické účinky zatížení kladkostroje při zvedání ze země k jeřábu $\varphi_2 = \varphi_{2,min} + \beta_2 v_h$ součinitele pro zdvihací třídu HC2 $\varphi_{2,min} = 1,10$ $\beta_2 = 0,34$
$\varphi_4 = 1,00$	dynamické účinky vznikající při pojezdu na jeřábových drahách
$\varphi_5 = 1,50$	dynamické účinky vyvolané hnacími silami
$\varphi_7 =$	dynamický pružný účinek nárazu na nárazníky

mimořádná	mezí stav únosnosti					značka	zatížení
	S1	S3	S4	S5	S6		
1	φ_1	1	φ_4	φ_4	φ_4	Q_C	vlastní tíha jeřábu
1	φ_2	-	φ_4	φ_4	φ_4	Q_H	zatížení kladkostroje
-	φ_5	φ_5	φ_5	-	-	H_L, H_T	zrychlení mostu jeřábu
-	-	-	-	1	-	H_S, S	příčení mostu jeřábu
-	-	-	-	-	1	H_{T3}	zrychlení kočky
φ_7	-	-	-	-	-	H_B	síly na nárazník

MEZNÍ STAVY ÚNOSNOSTI - SKUPINY ZATÍŽENÍ





PARAMETRY NOSNIKU JEŘÁBOVÉ DRÁHY

válcovaný průřez HEB 240
 délka nosníku jeřábové dráhy $L = 6000 \text{ mm}$
 průřezová plocha $A = 10600 \text{ mm}^2$
 smyková plocha $A_{vz} = 3320 \text{ mm}^2$
 výška nosníku $h = 240 \text{ mm}$
 šířka nosníku $b = 240 \text{ mm}$
 tloušťka pásnice $t_f = 17,0 \text{ mm}$
 tloušťka stojiny $t_w = 10,0 \text{ mm}$
 výška stojiny $d = h_w = 164,0 \text{ mm}$
 moment setrvačnosti $I_y = 1,13\text{E}+08 \text{ mm}^4$
 moment setrvačnosti $I_z = 3,92\text{E}+07 \text{ mm}^4$
 moment setrvačnosti $I_p = 1,52\text{E}+08 \text{ mm}^4$
 moment tuhosti v prostém kroucení $I_t = 1,04\text{E}+06 \text{ mm}^4$
 výsečový moment setrvačnosti $I_{\omega} = 4,87\text{E}+11 \text{ mm}^6$
 poloměr setrvačnosti $i_y = 103,0 \text{ mm}$
 poloměr setrvačnosti $i_z = 60,8 \text{ mm}$
 průřezový modul pro horní a spodní vlákno $W_{ely} = 9,38\text{E}+05 \text{ mm}^3$
 průřezový modul pro horní a spodní vlákno $W_{ply} = 1,05\text{E}+06 \text{ mm}^3$
 průřezový modul pro horní a spodní vlákno $W_{elz} = 3,27\text{E}+05 \text{ mm}^3$
 průřezový modul pro horní a spodní vlákno $W_{plz} = 4,96\text{E}+05 \text{ mm}^3$
 mez kluzu $f_y = 235 \text{ MPa}$
 mez pevnosti $f_u = 360 \text{ MPa}$
 modul pružnosti $E = 210\,000 \text{ MPa}$
 modul pružnosti ve smyku $G = 80\,700 \text{ MPa}$
 dílčí součinitele spolehlivosti materiálu $\gamma_{M0} = 1$
 $\gamma_{M1} = 1$
 $\gamma_{M2} = 1,25$
 třída průřezu: 1
 $W_{pl,y} = 1,05\text{E}+06 \text{ mm}^3$
 $W_{pl,z} = 4,96\text{E}+05 \text{ mm}^3$

NÁVRHOVÉ HODNOTY ÚČINKŮ ZATÍŽENÍ

- převzato z programu SCIA ENGINEER

$N_{Ed} = 2,3 \text{ kN}$
 $V_{Ed} = 36,4 \text{ kN}$
 $M_{y,Ed} = 64,57 \text{ kNm}$
 $M_{z,Ed} = 9,96 \text{ kNm}$

Posouzení rozhodujících průřezů

Namáhání ve spodních vláknech

$$M_{y,Rd} = W_y \cdot f_y / 1 = 247 \text{ kNm}$$

$$M_{y,Rd} > M_{y,Ed} \rightarrow 247 > 65$$

VYHOVÍ

Namáhání v horních vláknech

vzpěrná délka v uvažované rovině vybočení $L_{cr,y} = 6000$ mm

vzpěrná délka v uvažované rovině vybočení $L_{cr,z} = 6000$ mm

uvažovaná délka pro klopení $L_{cr,w} = 6000$ mm

křivka vzpěrné pevnosti y-y: a

součinitel imperfekce $\alpha_{y-y} = 0,21$

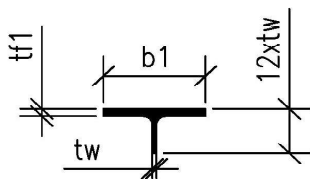
křivka vzpěrné pevnosti z-z: b

součinitel imperfekce $\alpha_{z-z} = 0,34$

uvažovaná křivka klopení: a

součinitel imperfekce $\alpha_{LT} = 0,21$

tlačená plocha $A = 5280$ mm²



vliv vzpěru

poměrná štíhlost:

relativní štíhlost:

hodnota pro výpočet součinitele:

$$\lambda_y = L_{cr,y} / i_y = 58,25$$

$$\lambda_{rel,y} = 0,62$$

$$\Phi_y = 0,5 [1 + \alpha (\lambda_{rel,y} - 0,2) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,74$$

$$\lambda_z = L_{cr,z} / i_z = 98,68$$

$$\lambda_{rel,z} = 1,05$$

$$\Phi_z = 0,5 [1 + \alpha (\lambda_{rel,z} - 0,2) + \lambda_{rel,z}^2] = 1,20$$

hodnoty součinitelů vzpěrnosti:

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda_{rel}^2}}$$

$$\chi_y = 0,88$$

$$\chi_z = 0,57$$

vliv klopení

(převzato z programu SCIA) $M_{y,CR} = 564,3$ kNm

$$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W \cdot f_y}{M_{y,CR}}} = 0,66$$

(doporučená hodnota dle normy) součinitel $\lambda_{LT,0} = 0,4$

(doporučená hodnota dle normy) součinitel $\beta = 0,75$

hodnota pro výpočet součinitele:

$$\Phi_{LT} = 0,5 [1 + \alpha_{LT} (\lambda_{LT} - \lambda_{LT,0}) + \beta \cdot \lambda_{LT}^2] = 0,69$$

součinitel klopení:

$$\chi_{LT} \leq 1; \chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta \cdot \lambda_{LT}^2}} = 0,93$$

únosnost ve vzpěrném tlaku $N_{c,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} / 1 = 701$ kN

únosnost v ohybu s vlivem klopení $M_{y,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd} / 1 = 229$ kNm

moment únosnosti ve směru z $M_{z,Rd} = W_z \cdot f_{yd} / 1 = 117$ kNm

podmínka spolehlivosti:

$$N_{Ed} / N_{c,Rd} = 0,003$$

$$M_{y,Ed} / M_{y,Rd} = 0,282$$

$$M_{z,Ed} / M_{z,Rd} = 0,085$$

$$\Sigma = 0,371 < 1$$

VYHOVUJE

Globální smykové napětí

statický moment horní pásnice k těžišťové ose y $S_{t,y} = b \cdot t_f \cdot 0,5 \cdot (h - t_f) = 4,55E+05 \text{ mm}^3$

$$\text{smykové napětí } \tau_{v,Ed} = \frac{V_{Ed} \cdot S_{f,y}}{I_y \cdot t_w} = 15 \text{ MPa}$$

$$\tau_{v,Rd} = \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = 136 \text{ MPa}$$

podmínka spolehlivosti: $\tau_{v,Ed} / \tau_{v,Rd} < 1 \rightarrow 0,108 < 1$ **VYHOVUJE**

Kroucení

parametr tuhosti prutu při kroucení K_t

$$K_t = L \sqrt{\frac{G \cdot I_t}{E \cdot I_\omega}} = 5,44$$

koeficienty zohledňující typ zatížení
a okrajové podmínky nosníku:

$$\alpha = 3,7$$

$$\beta = 1,08$$

rozdělovací parametr κ

$$\kappa = \frac{1}{\beta + \left(\frac{\alpha}{K_t}\right)^2} = 0,65$$

bimoment vázaného kroucení $B_{Ed} = M_{z,Ed} \cdot e \cdot (1 - \kappa) = 0,53 \text{ kNm}^2$

excentricita zatížení $e = h / 2 + h_r = 150 \text{ mm}$

maximální souřadnice průřezu $\omega_{max} = b \cdot h / 4 = 14400 \text{ mm}^2$

bimomentová odolnost průřezu $B_{Rk} = I_w \cdot f_{yd} / \omega_{max} = 7,95 \text{ kNm}^2$

redukční součinitel vlivu kroucení: $k_w = 0,7 - \frac{0,2 B_{Ed}}{\frac{B_{Rk}}{\gamma_{M1}}} = 0,69$

redukční součinitel kombinace ohybu kolem osy z a kroucení:

$$k_{zw} = 1 - \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} = 0,91$$

redukční součinitel vlivu ohybu: $k_a = \frac{1}{1 - \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,cr}}} = 1,13$

posouzení interakce klopení a kroucení

$$M_{y,Ed} / M_{y,Rd} = 0,282$$

$$M_{z,Ed} / M_{z,Rd} = 0,085$$

$$k_w \cdot k_{zw} \cdot k_a \cdot B_{Ed} / B_{Rk} / \gamma_{M1} = 0,047$$

$$\Sigma = 0,415$$

< 1

VYHOVUJE

Lokální tlakové smykové napětí

moment setrvačnosti kolejnice k její vlastní vodorovné ose $I_r = 1/12 b_r h_r^3 = 1,13E+05 \text{ mm}^4$

účinná šířka pásnice $b_{eff} = b_r + 0,75 h_r + t_f = 90 \text{ mm} \leq b$

moment setrvačnosti pásnice k její vlastní vodorovné ose $I_{f,eff} = 1/12 b_{eff} h_f^3 = 3,66E+04 \text{ mm}^4$

účinná roznášecí délka pásnice:

$$l_{eff} = 3,25 \cdot \sqrt[3]{\frac{I_r + I_{f,eff}}{t_w}} = 80 \text{ mm}$$

výpočet svislého kolového napětí $\sigma_{oz,Ed} = V_{Ed} / (l_{eff} t_w) = 46 \text{ MPa}$

lokální smykové napětí (20% svislého) $\tau_{oxz,Ed} = 0,2 \cdot \sigma_{oz,Ed} = 9 \text{ MPa}$

podmínka spolehlivosti:

$$\sigma_{oz,Ed} / f_y / \gamma_{M1} = 0,194 < 1 \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\tau_{oxz,Ed} / f_y / \sqrt{3} / \gamma_{M0} = 0,067 < 1 \quad \text{VYHOVUJE}$$

posouzení interakce normálového a smykového napětí

$$\sqrt{\sigma_{oz,Ed}^2 + 3\tau_{oxz,Ed}^2} \leq \frac{f_y}{\gamma_{M0}} \rightarrow 46 \leq 235 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Lokální boulení

Pouze podporové výztuhy

vzdálenost výztuh $a = 6000 \text{ mm}$

roznášecí délka na pásnici $s_o = l_{eff} - 2t_f = 46 \text{ mm}$

parametr $m_1 = b / t_w = 24 \text{ mm}$

(stanoveno konzervativně) parametr $m_2 = 0$

účinná zatížená délka stojiny $l_y = s_o + 2 t_f (1 + \sqrt{m_1 + m_2}) = 247 \text{ mm}$

součinitel boulení $k_F = 6 + 2 (h_w / a)^2 = 6,00$

kritická síla $F_{cr} = 0,9 k_F E t_w^3 / h_w = 6 915 \text{ kN}$

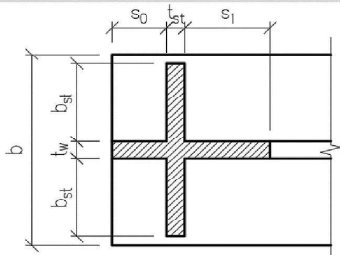
$$\text{poměrná štíhlost} \quad \lambda_F = \sqrt{\frac{l_y t_w f_y}{F_{cr}}} = 0,29$$

součinitel boulení $\chi_F = 0,5 / \lambda_F = 1 \leq 1$

návrhová únosnost při lokálním boulení $F_{Rd} = \chi_F l_y t_w f_y / \gamma_{M1} = 579 \text{ kN}$

podmínka spolehlivosti $V_{Ed} < F_{Rd} \rightarrow 36 < 579 \quad \text{VYHOVUJE}$

Posouzení koncových výztuh



šířka pásnice nosníku $b = 240 \text{ mm}$
tloušťka stojiny nosníku $t_w = 10,0 \text{ mm}$
výška stojiny $h_w = 164,0 \text{ mm}$
délka výztuhy $b_{st} = 115 \text{ mm}$
tloušťka výztuhy $t_{st} = 10 \text{ mm}$
 $s_1 = 15 \varepsilon t_w = 150 \text{ mm}$

$$s_0 = 0 \text{ mm} \leq s_1$$

$$\varepsilon = 1$$

$$\text{zatřetí průřezu: } c/t \rightarrow b_{st}/t_{st} = 11,50 \leq 14 \varepsilon \rightarrow 3. \text{ třída}$$

$$\text{součinitel imperfekce pro křivku vzpěrnosti } c \alpha = 0,49$$

$$\text{účinná plocha } A_{st} = t_{st} (2b_{st} + t_w) + (s_1 + s_0) t_w = 3900 \text{ mm}^2$$

$$\text{účinný moment setrvačnosti } I_{st} = 1/12 (t_{st} (2b_{st} + t_w)^3 + (s_1 + s_0) t_w^3) = 1,15E+07 \text{ mm}^4$$

$$\text{vzpěrná délka výztuhy kterou lze uvažovat } l_{st,cr} = 0,75 h_w = 123,0 \text{ mm}$$

$$\text{poměrná štíhlost výztuhy } \lambda_{st} = \frac{l_{st,cr}}{\pi} \sqrt{\frac{f_y \cdot A_{st}}{E \cdot I_{st}}} = 0,024$$

$$\Phi_{st} = 0,5 [1 + \alpha (\lambda_{st} - 0,2) + \lambda_{st}^2] = 0,46$$

$$\text{součinitel vzpěrnosti } \chi_{st} = \frac{1}{\Phi_{st} + \sqrt{\Phi_{st}^2 - \lambda_{st}^2}} = 1 \leq 1$$

$$\text{únosnost výztuhy v tlaku } N_{st,b,Rd} = \chi_{st} A_{st} f_y / \gamma_{M1} = 917 \text{ kN}$$

$$\text{podmínka spolehlivosti } V_{Ed} < N_{st,b,Rd} \rightarrow 36 < 917 \text{ VYHOVUJE}$$

Posouzení mezilehlých výztuh

Z posouzení lokálního boulení vychází, že mezilehlé výztuhy nejsou potřeba