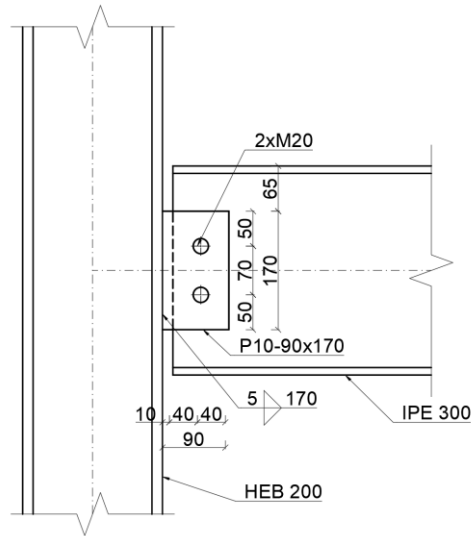


Navrhněte šroubovaný přípoj nosníku (n) průřezu IPE300 na sloup průřezu HEB200 pomocí desky na stojně (d) (viz schéma).



1. Zatížení

Reakce nosníku

$$V_{Ed} = 115,64 \text{ kN}$$

2. Návrh a posouzení šroubů

Navrhuji šrouby M20 pevnostní třídy 8.8

Únosnost jednoho šroubu ve stříhu – prochází-li smyková rovina závitem – pro šrouby třídy 4.6, 5.6 a 8.8

$$F_{v,Rd} = p \cdot \frac{0,6 \cdot A_s \cdot f_{ub}}{\gamma_{M2}} = 1 \cdot \frac{0,6 \cdot 245,0 \cdot 800,00}{1,25} = 94\,080 \text{ N}$$

Únosnost jednoho šroubu ve stříhu – prochází-li smyková rovina závitem – pro šrouby třídy 4.8, 5.8 a 10.9

$$F_{v,Rd} = p \cdot \frac{0,5 \cdot A_s \cdot f_{ub}}{\gamma_{M2}}$$

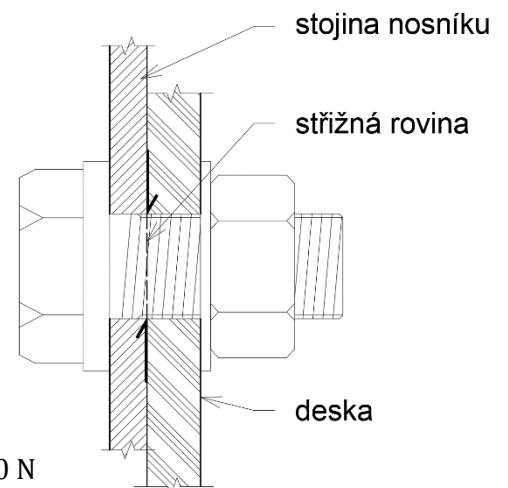
p ... počet střížných rovin

A_s ... plocha jádra šroubu

f_{ub} ... mez pevnosti materiálu šroubu

Únosnost jednoho šroubu v otláčení

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot d \cdot t \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{2,5 \cdot 0,75 \cdot 20,0 \cdot 7,1 \cdot 360,00}{1,25} = 76\,680 \text{ N}$$



Pro šrouby na konci

$$\alpha_b = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{e_1}{3 \cdot d_0} \\ \frac{f_{ub}}{f_u} \\ 1,00 \end{array} \right\} = \left\{ \begin{array}{l} \frac{50,0}{3 \cdot 22,0} \\ \frac{800,00}{360,00} \\ 1,00 \end{array} \right\} = \left\{ \begin{array}{l} 0,75 \\ 2,22 \\ 1,00 \end{array} \right\} = 0,75$$

Pro šrouby u okraje

$$k_1 = \min \left\{ \begin{array}{l} 2,8 \cdot \frac{e_2}{d_0} - 1,7 \\ 2,50 \end{array} \right\} = \left\{ \begin{array}{l} 2,8 \cdot \frac{40,0}{22,0} - 1,7 \\ 2,50 \end{array} \right\} = \left\{ \begin{array}{l} 3,39 \\ 2,50 \end{array} \right\} = 2,5$$

Pro vnitřní šrouby

$$\alpha_b = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - \frac{1}{4} \\ \frac{f_{ub}}{f_u} \\ 1,00 \end{array} \right\}$$

$$k_1 = \min \left\{ \begin{array}{l} 1,4 \cdot \frac{p_2}{d_0} - 1,7 \\ 2,50 \end{array} \right\}$$

$$t = \min(t_{w,n}; t_d) = \min(7,1; 10,0) = 7,1 \text{ mm}$$

f_{ub} ... mez pevnosti materiálu šroubu

f_u ... mez pevnosti spojovaných prvků

d ... průměr šroubu

Počet šroubů n

$$n \geq \frac{V_{Ed}}{\min(F_{v,Rd}; F_{b,Rd})} = \frac{115\,640}{\min(94\,080; 76\,680)} = 1,5$$

Navrhuji 2 šrouby M20 pevnostní třídy 8.8

Únosnost spoje ve smyku

$$V_{Rd} = n \cdot \min(F_{v,Rd}; F_{b,Rd}) = 2 \cdot \min(94\,080; 76\,680) = 153\,360 \text{ N} \geq V_{Ed} = 115\,640 \text{ N}$$

VYHOVUJE

3. Posouzení na vytržení skupiny šroubů

3.1. Styčnickový plech

Oslabená plocha při působení smyku

$$\begin{aligned} A_{nv} &= t_d \cdot \left[e_1 + \sum p_1 - (n - 0,5) \cdot d_0 \right] \\ &= 10,0 \cdot [50,0 + 70,0 - (2 - 0,5) \cdot 22,0] \\ &= 870 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

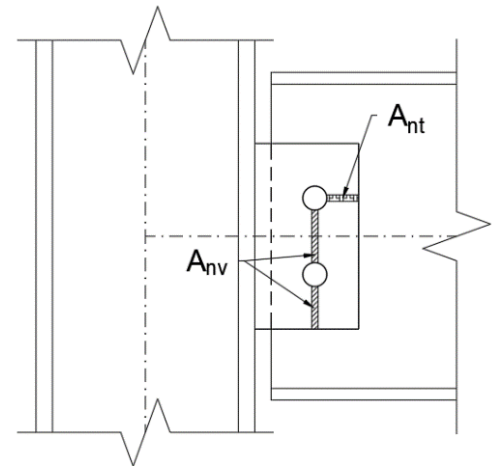
Oslabená plocha při působení tahu

$$A_{nt} = t_d \cdot \left(e_2 - \frac{d_0}{2} \right) = 10,0 \cdot \left(40,0 - \frac{22,0}{2} \right) = 290 \text{ mm}^2$$

d_0 ... průměr otvoru pro šroub

$$\begin{aligned} V_{\text{eff},2,\text{Rd}} &= \frac{0,5 \cdot A_{nt} \cdot f_u}{\gamma_{M2}} + \frac{A_{nv} \cdot f_y}{\gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}} = \frac{0,5 \cdot 290 \cdot 360,00}{1,25} + \frac{870 \cdot 235,00}{1,0 \cdot \sqrt{3}} = 159\,800 \text{ N} \geq V_{\text{Ed}} \\ &= 115\,640 \text{ N} \end{aligned}$$

VYHOVUJE



3.2. Stěna nosníku

Oslabená plocha při působení smyku

$$\begin{aligned} A_{nv} &= t_{w,n} \cdot \left[h + e_1 + \sum p_1 - (n - 0,5) \cdot d_0 \right] \\ &= 7,1 \cdot [115,0 + 50,0 + 70,0 - (2 - 0,5) \cdot 22,0] \\ &= 1\,434 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Oslabená plocha při působení tahu

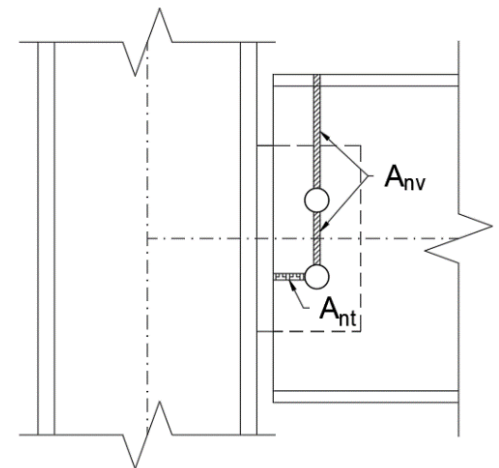
$$A_{nt} = t_{w,n} \cdot \left(e_2 - \frac{d_0}{2} \right) = 7,1 \cdot \left(40,0 - \frac{22,0}{2} \right) = 205 \text{ mm}^2$$

d_0 ... průměr otvoru pro šroub

$$\begin{aligned} V_{\text{eff},2,\text{Rd}} &= \frac{0,5 \cdot A_{nt} \cdot f_u}{\gamma_{M2}} + \frac{A_{nv} \cdot f_y}{\gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}} = \frac{0,5 \cdot 205 \cdot 360,00}{1,25} + \frac{1\,434 \cdot 235,00}{1,0 \cdot \sqrt{3}} = 224\,081 \text{ N} \geq V_{\text{Ed}} \\ &= 149\,640 \text{ N} \end{aligned}$$

VYHOVUJE

Navržený přípoj na vytržení skupiny šroubů VYHOVUJE.



4. Návrh a posouzení koutového svaru styčnickového plechu a sloupu

Navrhuji koutový svar $2 \cdot a_w = 4,0$ mm, délka svaru $L_w = 170,0$ mm.

Vlivem excentricity vzniká ve svaru ohybový moment

$$M_{Ed} = V_{Ed} \cdot e = 115\,640 \cdot 55,0 = 6,36 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

Napětí působící v rovině styčnickového plechu

$$\sigma_w = \frac{M_{Ed}}{W_{el,w}} = \frac{M_{Ed}}{\frac{2 \cdot a_w \cdot L_w^2}{6}} = \frac{6,36 \cdot 10^6}{\frac{2 \cdot 4,0 \cdot 170,0^2}{6}} = 165,05 \text{ MPa}$$

Napětí působící v rovině kritického průřezu svaru

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{\sigma_w}{\sqrt{2}} = \frac{165,05}{\sqrt{2}} = 116,71 \text{ MPa}$$

Smykové napětí rovnoběžné s osou svaru

$$\tau_{\parallel} = \frac{R_{p,Ed}}{a_w \cdot 2 \cdot L} = \frac{115\,640}{4,0 \cdot 2 \cdot 170} = 85,03 \text{ MPa}$$

Posouzení svaru

Korelační součinitel β_w pro koutové svary

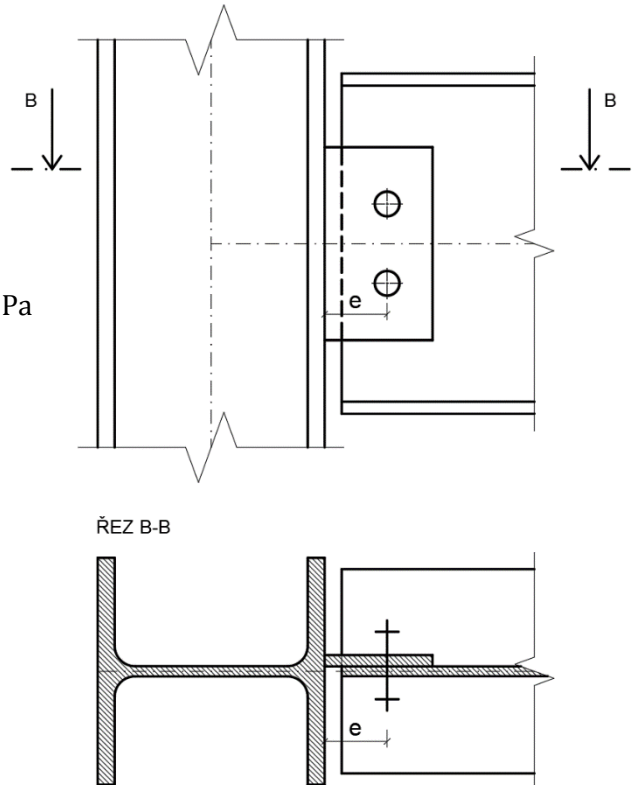
<i>Třída oceli</i>	<i>Korelační součinitel β_w</i>
<i>S 235</i>	0,80
<i>S 275</i>	0,85
<i>S 355</i>	0,90
<i>S 420</i>	1,0

$$\sigma_{\perp} = 116,71 \text{ MPa} \leq \frac{0,9 \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 \cdot 360,00}{1,25} = 259,20 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\parallel}^2 + \tau_{\perp}^2)} = \sqrt{116,71^2 + 3 \cdot (85,03^2 + 116,71^2)} = 276,00 \text{ MPa} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$$

$$= \frac{360,00}{0,8 \cdot 1,25} = 360,00 \text{ MPa}$$

Navržené svary s účinnou tloušťkou 4 mm a délkou 170 mm VYHOVUJÍ.



5. Posouzení styčnickového plechu v ohybu

$$W_{el,y} = \frac{t \cdot h^2}{6} = \frac{10,0 \cdot 170,0^2}{6} = 48\,166,6 \text{ mm}^3$$

$$M_{Rd} = W_{el,y} \cdot f_y \cdot \frac{1}{\gamma_{M0}} = 48\,166,6 \cdot 235,00 \cdot \frac{1}{1,0} = 11,31 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = \frac{6,36 \cdot 10^6}{11,31 \cdot 10^6} = 0,56 \leq 1,0$$

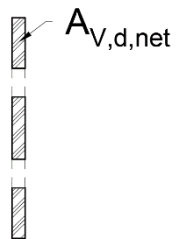
VYHOVUJE

6. Posouzení styčnickového plechu oslabeného otvory ve smyku

$$A_{V,d} = t_d \cdot (h_d - n \cdot d_0) = 10,0 \cdot (170,0 - 2 \cdot 22,0) = 1\,260 \text{ mm}^2$$

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_{V,d} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{1\,260 \cdot 235}{\sqrt{3} \cdot 1,0} = 170\,950 \text{ N} \geq V_{Ed} = 115,64 \text{ kN}$$

VYHOVUJE



7. Posouzení nosníku oslabeného otvory ve smyku

$$A_{V,eff} = A_{V,z} - n \cdot (t_w \cdot d_0) = 4\,269 - 2 \cdot (7,1 \cdot 22,0) = 3\,956 \text{ mm}^2$$

$$V_{pl,z,Rd} = \frac{A_{V,eff} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}} = \frac{3\,956 \cdot 235,00}{1,0 \cdot \sqrt{3}} = 536\,730 \text{ N} \geq V_{p,Ed} = 115\,640 \text{ N}$$

VYHOVUJE

