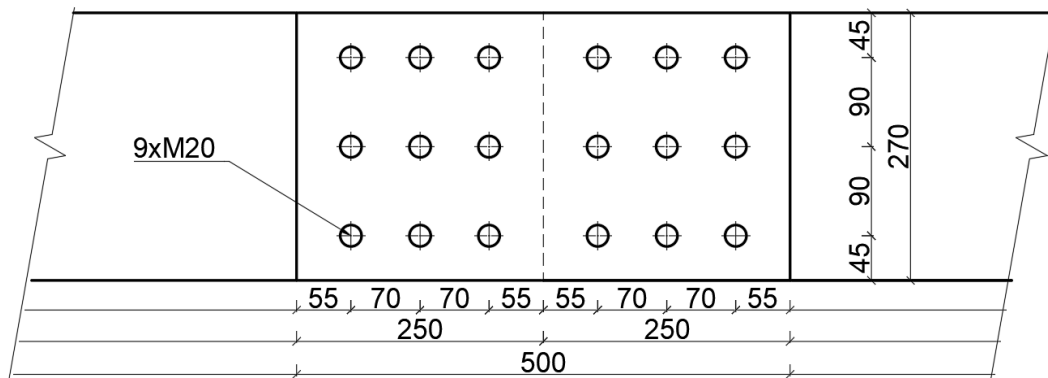


Navrhněte šroubovaný přípoj taženého prutu z pásové oceli tloušťky 20 mm pomocí přílozek s tloušťkou 10 mm. Použijte ocel S355 a šrouby třídy 8.8.



1. Zatížení

$$N_{Ed} = 1\,300,00 \text{ kN}$$

2. Rozteče šroubů

$$1,2 \cdot d_0 = 1,2 \cdot 22 = 26,4 \text{ mm} \leq e_1 = 55,0 \text{ mm}$$

$$1,2 \cdot d_0 = 1,2 \cdot 22 = 26,4 \text{ mm} \leq e_2 = 45,0 \text{ mm}$$

$$2,2 \cdot d_0 = 2,2 \cdot 22 = 48,4 \text{ mm} \leq p_1 = 70,0 \text{ mm}$$

$$2,4 \cdot d_0 = 2,4 \cdot 22 = 52,8 \text{ mm} \leq p_2 = 90,0 \text{ mm}$$

3. Návrh a posouzení šroubů

Navrhuji šrouby M16 pevnostní třídy 8.8

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

$$F_{v,Rd} = p \cdot \frac{0,6 \cdot A_s \cdot f_{ub}}{\gamma_{M2}} = 2 \cdot \frac{0,6 \cdot 245,0 \cdot 800,00}{1,25} = 188\,160 \text{ N}$$

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

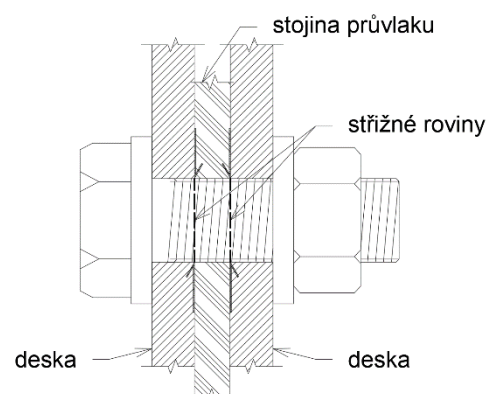
$$F_{v,Rd} = p \cdot \frac{0,5 \cdot A_s \cdot f_{ub}}{\gamma_{M2}}$$

p ... počet střížných rovin

A_s ... plocha jádra šroubu

f_{ub} ... mez pevnosti materiálu šroubu

d ... průměr šroubu



Únosnost jednoho šroubu v otláčení

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot d \cdot t \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{2,50 \cdot 0,81 \cdot 20,0 \cdot 20,0 \cdot 490,00}{1,25} = 317\,520 \text{ N}$$

Pro šrouby na konci

$$\alpha_b = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{e_1}{3 \cdot d_0} \\ \frac{f_{ub}}{f_u} \\ 1,00 \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{55,0}{3 \cdot 22,0} \\ \frac{800,00}{490,00} \\ 1,00 \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,83 \\ 1,63 \\ 1,00 \end{array} \right\} = 0,83$$

Pro krajní šrouby

$$k_1 = \min \left\{ \begin{array}{l} 2,8 \cdot \frac{e_2}{d_0} - 1,7 \\ 2,50 \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} 2,8 \cdot \frac{45,0}{22,0} - 1,7 \\ 2,50 \end{array} \right\} = \min \{4,02\} = 2,50$$

Pro vnitřní šrouby

$$\alpha_b = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - \frac{1}{4} \\ \frac{f_{ub}}{f_u} \\ 1,00 \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{70,0}{3 \cdot 22,0} - \frac{1}{4} \\ \frac{800,00}{490,00} \\ 1,00 \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,81 \\ 1,63 \\ 1,00 \end{array} \right\} = 0,81$$

$$k_1 = \min \left\{ \begin{array}{l} 1,4 \cdot \frac{p_2}{d_0} - 1,7 \\ 2,50 \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} 1,4 \cdot \frac{90,0}{22,0} - 1,7 \\ 2,50 \end{array} \right\} = \min \{4,02\} = 2,50$$

$$t = \min\{t_p; 2 \cdot t_{př}\} = \min\{20,0; 2 \cdot 10,0\} = 20,0 \text{ mm}$$

f_u ... mez pevnosti spojovaných prvků

d_0 ... průměr otvoru pro šroub

Počet šroubů n

$$n \geq \frac{N_{Ed}}{\min(F_{b,Rd}; F_{v,Rd})} = \frac{1\,300\,000}{\min(188\,160; 317\,520)} = 7,44$$

Z konstrukčních důvodů navrhuji 9 šrouby M20 pevnostní třídy 8.8.

Únosnost spoje ve smyku

$$V_{Rd} = n \cdot \min(F_{b,Rd}; F_{v,Rd}) = 9 \cdot \min(188\,160; 317\,520) = 1\,693\,440 \text{ N} \geq N_{Ed} \\ = 1\,300\,000 \text{ N}$$

VYHOVUJE

4. Únosnost průřezu v tahu

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_y \cdot \frac{1}{\gamma_{M0}} = 270,0 \cdot 20,0 \cdot 355,00 \cdot \frac{1}{1,0} = 1\,917\,000 \text{ N}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} = \frac{1\,300\,000}{1\,917\,000} = 0,68$$

VYHOVUJE

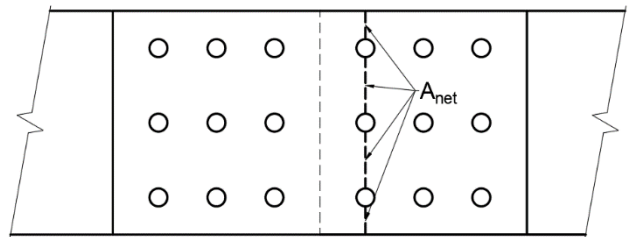
5. Únosnost průřezu oslabeného otvory v tahu

$$N_{u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{4\,080 \cdot 490,00}{1,25} = 1\,439\,420 \text{ N}$$

$$A_{net} = (270,0 - 3 \cdot 22,0) \cdot 20,0 = 4\,080 \text{ mm}^2$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{u,Rd}} = \frac{1\,300\,000}{1\,439\,420} = 0,90$$

VYHOVUJE



6. Posouzení na vytržení skupiny šroubů

Plech

Oslabená plocha při působení smyku

$$A_{nv} = 2 \cdot 20,0 \cdot [55,0 + 2 \cdot 70,0 - 2,5 \cdot 22,0] = 5\,600 \text{ mm}^2$$

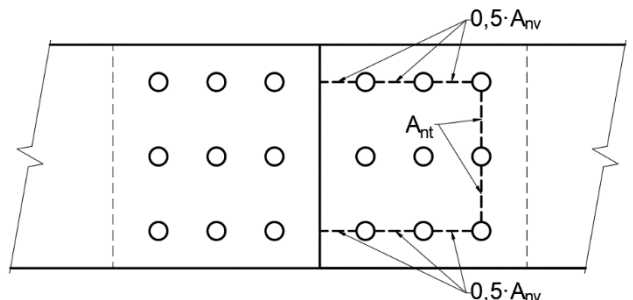
Oslabená plocha při působení tahu

$$A_{nt} = 20,0 \cdot (2 \cdot 90,0 - 2 \cdot 22,0) = 2\,720 \text{ mm}^2$$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{A_{nt} \cdot f_u}{\gamma_{M2}} + \frac{A_{nv} \cdot f_y}{\gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}} = \frac{2\,720 \cdot 490,00}{1,25} + \frac{5\,600 \cdot 355,00}{1,0 \cdot \sqrt{3}} = 2\,214\,000 \text{ N} \geq R_{s,Ed}$$

$$= 71\,930 \text{ N}$$

VYHOVUJE



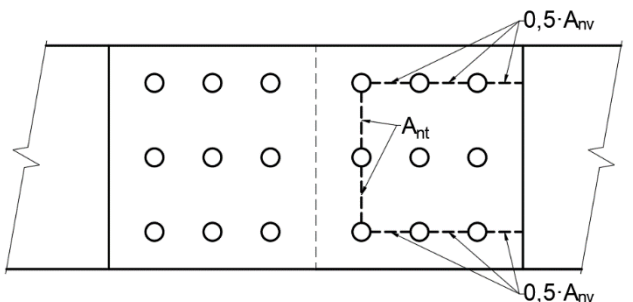
Příložky

Oslabená plocha při působení smyku

$$A_{nv} = 2 \cdot (2 \cdot 10,0) \cdot [55,0 + 2 \cdot 70,0 - 2,5 \cdot 22,0] = 5\,600 \text{ mm}^2$$

Oslabená plocha při působení tahu

$$A_{nt} = (2 \cdot 10,0) \cdot (2 \cdot 90,0 - 2 \cdot 22,0) = 2\,720 \text{ mm}^2$$



$$V_{\text{eff},1,\text{Rd}} = \frac{A_{\text{nt}} \cdot f_u}{\gamma_{\text{M2}}} + \frac{A_{\text{nv}} \cdot f_y}{\gamma_{\text{M0}} \cdot \sqrt{3}} = \frac{2\,720 \cdot 490,00}{1,25} + \frac{5\,600 \cdot 355,00}{1,0 \cdot \sqrt{3}} = 2\,214\,000 \text{ N} \geq R_{\text{s,Ed}}$$

$$= 71\,930 \text{ N}$$

VYHOVUJE