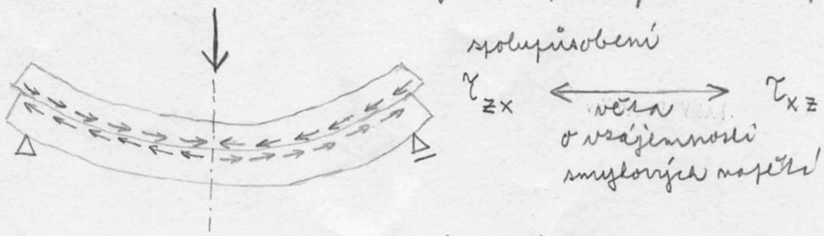
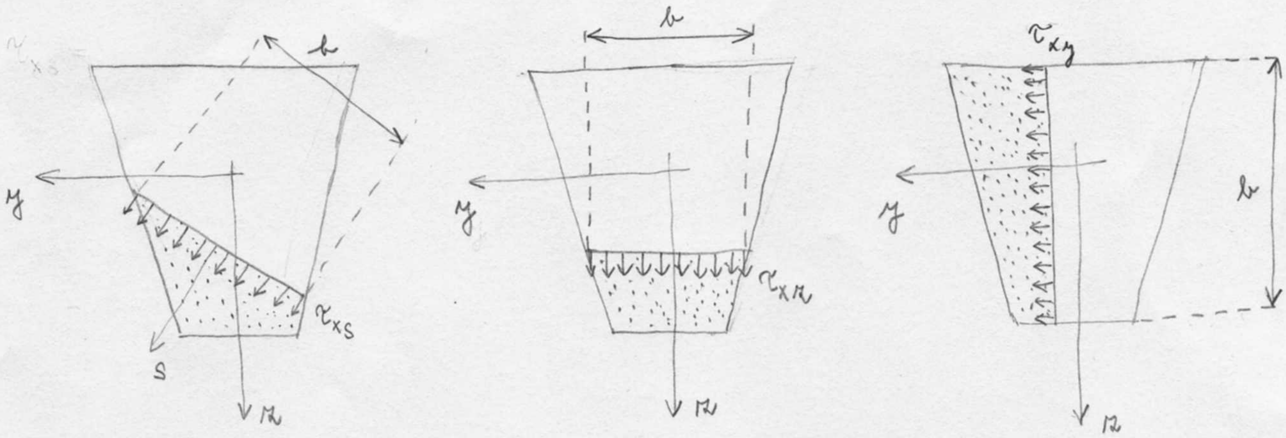
- smykové napětí způsobeno změnou normálových napětí po délce prutu



- τ... průměrné smykové napětí podél zvoleného řezu, jehož délka je b a dělí průřez na dvě části



$$\tau_{xs} = \frac{Q_y \, \overline{S_z}}{b \cdot I_z} + \frac{Q_z \cdot \overline{S_y}}{b \cdot I_y}$$

y, z ... hlavní centrální osy

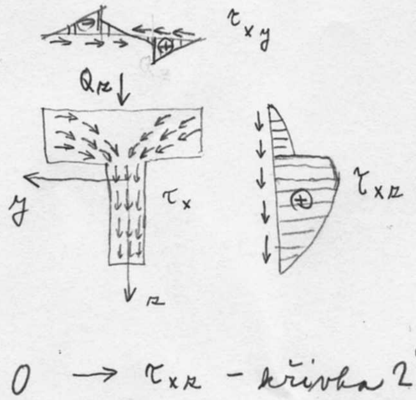
Q_y, Q_z ... posouvající síly

b ... délka řezu !

$\overline{S_y}, \overline{S_z}$ ... statické momenty části průřezu (do které směřují složky napětí τ_{xs}) k hlavním centrálním osám

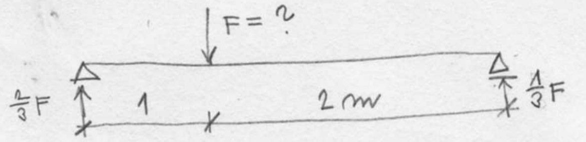
I_y, I_z ... hlavní centrální momenty setrvačnosti celého průřezu

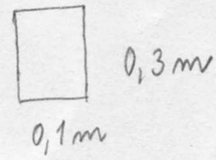
$$\tau_x = \sqrt{\tau_{xy}^2 + \tau_{xz}^2}$$



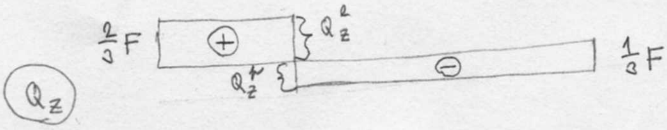
- pro zatížení → $Q_z \neq 0$, $Q_y = 0$ → τ_{xz} – křivka 2°
  τ_{xy} – křivka 1° nebo nulové □
  ↳ T I členěné průřezy
  → $Q_y \neq 0$, $Q_z = 0$ → τ_{xy} – křivka 2°
  τ_{xz} – křivka 1° nebo nulové
  ↳ členěné průřezy

1. Jak velká síla může namáhat nosník, jestliže smykové napětí nesmí překročit hodnotu $\bar{\tau} = 10\,MPa$.

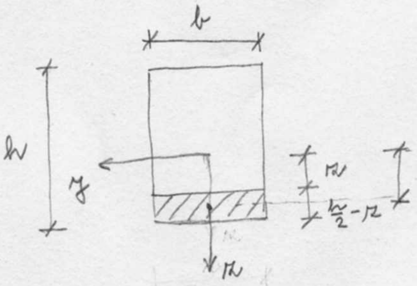




$$\tau_{xz} = \frac{Q_z \bar{S}_y}{b \cdot I_y}$$



$$\max Q_z = \frac{2}{3} F$$



$$z + \frac{1}{2}\left(\frac{h}{2} - z\right) = \frac{z}{2} + \frac{h}{4}$$

$$\bar{S}_y = b \cdot \left(\frac{h}{2} - z\right) \cdot \left(\frac{z}{2} + \frac{h}{4}\right) = \frac{b}{2}\left(\frac{h^2}{4} - z^2\right)$$

$$I_y = \frac{1}{12} b h^3$$

$$\tau_{xz} = \frac{Q_z \cdot \frac{\cancel{b}}{2}\left(\frac{h^2}{4} - z^2\right)}{\cancel{b} \cdot \frac{1}{12} b \cdot h^3}$$ → maximální napětí $z = 0$

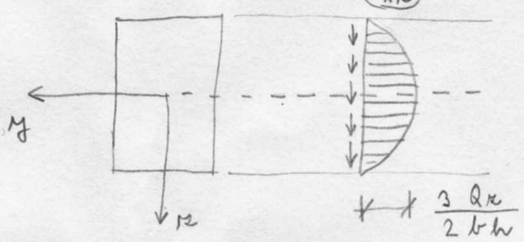
$$\max \tau_{xz} = \frac{Q_z \cdot 12 \cdot \cancel{h^2}}{8\, b\, \cancel{h^3}} = \frac{3\, Q_z}{2\, b\, h} = \frac{3 \cdot \frac{2}{3} F}{2\, b\, h}$$

$$\max \tau_{xz}(z = 0) = \frac{F}{b h} \leq \bar{\tau} = 10\,MPa$$

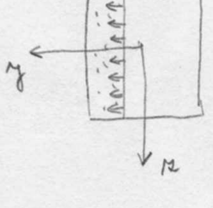
- maximální působící síla:

$$F \leq \bar{\tau} \cdot b \cdot h = 10 \cdot 0{,}1 \cdot 0{,}3 = \underline{\underline{0{,}3\,MN}}$$

- vykreslení smykového napětí τ_{xz} po průřezu:



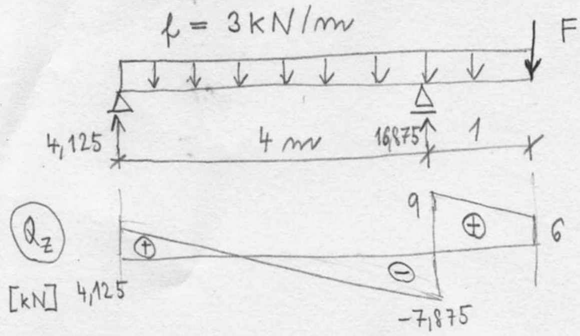
Poznámka:

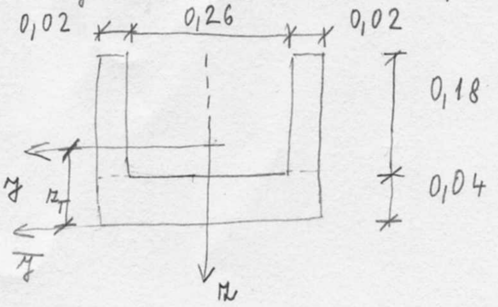


$$\tau_{xy} = \frac{Q_z \cdot \overset{\to 0}{\bar{S}_y}}{b \cdot I_y} = 0$$

$$\bar{S}_y = \bar{A} \cdot z_c = \bar{A} \cdot 0 = 0.$$

② Určete průběhy smykových napětí v nejvíce namáhaném průřezu.





$$z_T = \frac{2\cdot 0{,}18\cdot 0{,}02\cdot 0{,}13 + 0{,}3\cdot 0{,}04\cdot 0{,}02}{2\cdot 0{,}18\cdot 0{,}02 + 0{,}3\cdot 0{,}04} \doteq 0{,}06125\,m$$

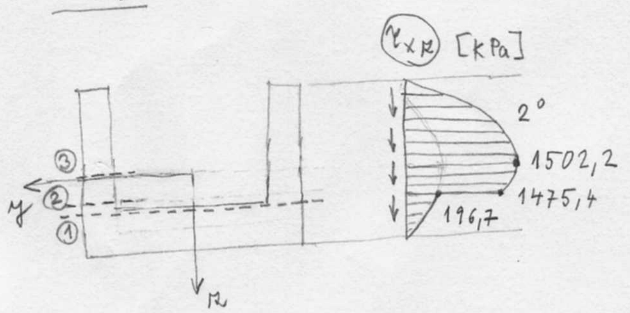
$$\max Q_z = 9\,kN$$

$$\tau_{xs} = \frac{Q_z\cdot \overline{S_y}}{b\cdot I_y}$$

$$I_y = \frac{1}{12}\cdot 0{,}3\cdot 0{,}04^3 + 0{,}3\cdot 0{,}04\cdot 0{,}04125^2 + 2\cdot\frac{1}{12}\cdot 0{,}02\cdot 0{,}18^3 + 2\cdot 0{,}02\cdot 0{,}18\cdot 0{,}06875^2$$

$$I_y = 7{,}549\cdot 10^{-5}\,m^4$$

1) τ_{xz}



$$\overline{S_y}^{①} = 0{,}3\cdot 0{,}04\cdot 0{,}04125 = 4{,}95\cdot 10^{-4}\,m^3$$

$$\overline{S_y}^{②} = -0{,}02\cdot 0{,}18\,(-0{,}06875) = 2{,}475\cdot 10^{-4}\,m^3$$

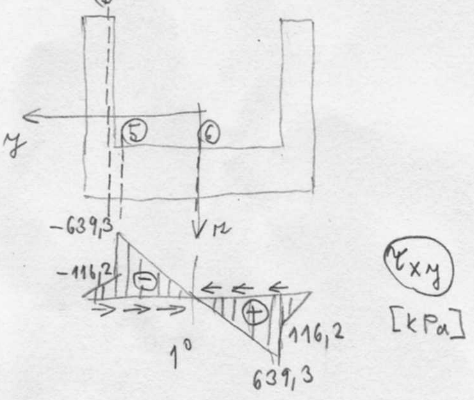
$$\overline{S_y}^{③} = -0{,}02\cdot 0{,}15875\,\frac{(-0{,}15875)}{2} = 2{,}52\cdot 10^{-4}\,m^3$$

$$\tau_{xz}^{①} = \frac{9\cdot 4{,}95\cdot 10^{-4}}{0{,}3\cdot 7{,}549\cdot 10^{-5}} = 196{,}7\,kPa$$

$$\tau_{xz}^{②} = \frac{9\cdot 2{,}475\cdot 10^{-4}}{0{,}02\cdot 7{,}549\cdot 10^{-5}} = 1475{,}4\,kPa$$

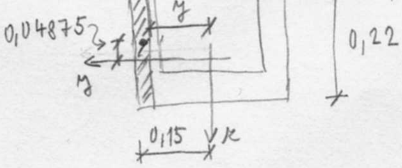
$$\max \tau_{xz} = \tau_{xz}^{③} = \frac{9\cdot 2{,}52\cdot 10^{-4}}{0{,}02\cdot 7{,}549\cdot 10^{-5}} = 1502{,}2\,kPa$$

2) τ_{xy}



ANTISYMETRICKÉ

Pozn. $\overline{S_y} = 0{,}22\cdot(0{,}15 - y)\,(-0{,}0487)$ pro $y \in \langle 0{,}13;\, 0{,}15\rangle$



↳ lineární fce $\overline{S_y}$ − po částech

$\tau_{xy} \longrightarrow$ lineární

$$\overline{S_y}^{④} = 0{,}22\cdot 0{,}02\,(-0{,}04875) = -2{,}145\cdot 10^{-4}\,m^3$$

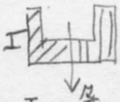
$$\overline{S_y}^{⑤} = \overline{S_y}^{④} = -2{,}145\cdot 10^{-4}\,m^3$$

$$\overline{S_y}^{⑥} = 0{,}22\cdot 0{,}02\,(-0{,}04875) + 0{,}13\cdot 0{,}04\cdot 0{,}04125 = 0 \Rightarrow \text{SYMETRIE}$$

$$\tau_{xy}^{④} = \frac{9\cdot(-2{,}145\cdot 10^{-4})}{0{,}22\cdot 7{,}549\cdot 10^{-5}} = -116{,}2\,kPa$$

$$\tau_{xy}^{⑤} = \frac{9\cdot(-2{,}145\cdot 10^{-4})}{0{,}04\cdot 7{,}549\cdot 10^{-5}} = -639{,}3\,kPa$$

$$\tau_{xy}^{⑥} = 0$$



platí pro:

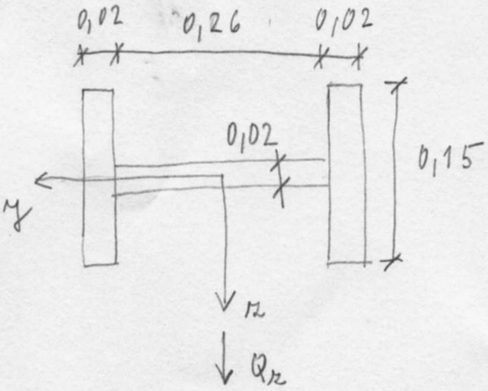
$\overline{S_y}^{I} + \overline{S_y}^{II} = 0$ − všechny

$\overline{S_y}^{I} = \overline{S_y}^{II}$ − symetrické průřezy

⇓

$\overline{S_y}^{I} = 0,\ \overline{S_y}^{II} = 0$ NA OSE SYMETRIE

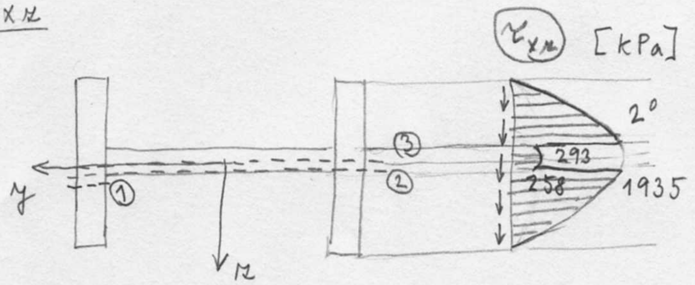
③ Určete průběh smykových napětí v průřezu namáhaném posouvající silou $Q_z = 8\,kN$.



$$\tau_{xs} = \frac{Q_z \cdot \bar{S}_y}{b \cdot I_y}$$

$$I_y = \frac{1}{12} \cdot 0{,}26 \cdot 0{,}02^3 + 2 \cdot \frac{1}{12} \cdot 0{,}02 \cdot 0{,}15^3 = 1{,}1423 \cdot 10^{-5}\, m^4$$

1) τ_{xz}



$$\bar{S}_y^{①} = 0{,}02 \cdot 0{,}065 \cdot \left(\frac{0{,}065}{2} + 0{,}01\right) = 5{,}525 \cdot 10^{-5}\, m^3$$

$$\bar{S}_y^{②} = 2 \cdot S_y^{①} = 2 \cdot 5{,}525 \cdot 10^{-5} = 1{,}105 \cdot 10^{-4}\, m^3$$

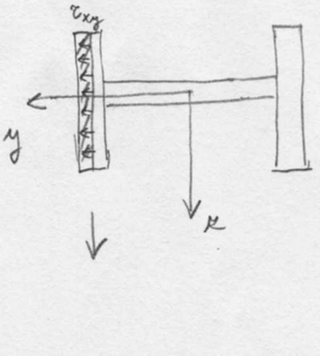
$$\bar{S}_y^{③} = 1{,}105 \cdot 10^{-4} + 0{,}3 \cdot 0{,}01 \cdot \frac{0{,}01}{2} = 1{,}255 \cdot 10^{-4}\, m^3$$

$$\tau_{xz}^{①} = \frac{8 \cdot 5{,}525 \cdot 10^{-5}}{0{,}02 \cdot 1{,}1423 \cdot 10^{-5}} = 1935{,}0\, kPa$$

$$\tau_{xz}^{②} = \frac{8 \cdot 1{,}105 \cdot 10^{-4}}{0{,}3 \cdot 1{,}1423 \cdot 10^{-5}} = 258{,}0\, kPa$$

$$\tau_{xz}^{③} = \frac{8 \cdot 1{,}255 \cdot 10^{-4}}{0{,}3 \cdot 1{,}1423 \cdot 10^{-5}} = 293{,}0\, kPa$$

2) τ_{xy}



$$\bar{S}_y = \bar{A}\, z_c = \bar{A} \cdot 0 = 0$$

$$\tau_{xy} = \frac{Q_z \cdot \overset{\to 0}{\bar{S}_y}}{b\, I_y} = 0$$