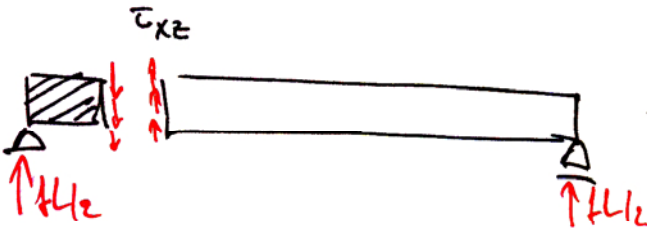
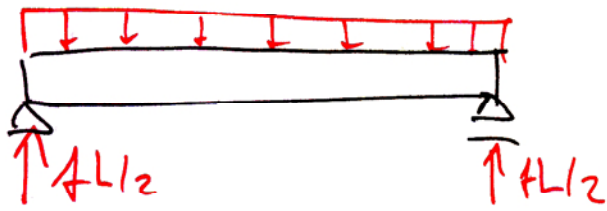


SMYKOVÉ NAPĚTÍ PŘI OHYBU

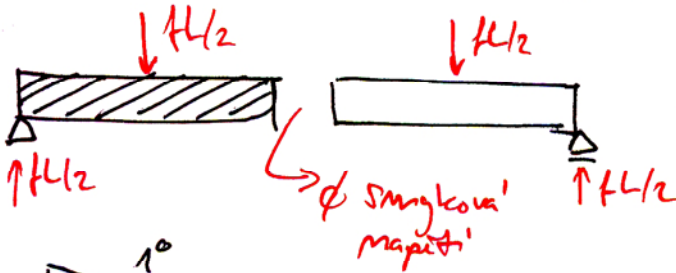
Pro všechna průřezy ale není τ_{xz} rovnoměrně rozloženo!

$$\tau_{xz} = \frac{V}{A}$$

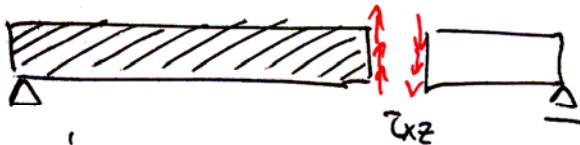
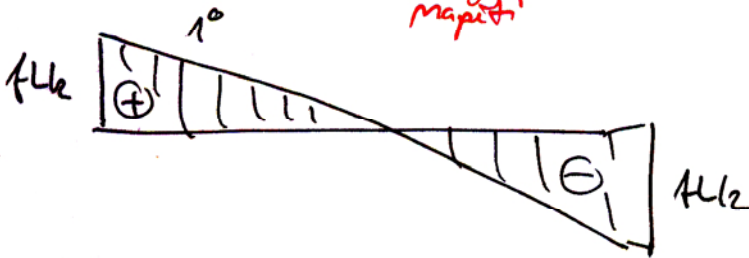
"Průměrné" napětí



zajišťují systém rovnováhy

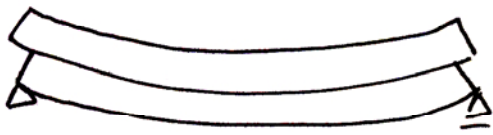


→ Smykavé napětí jsou záruka na posouvající síle

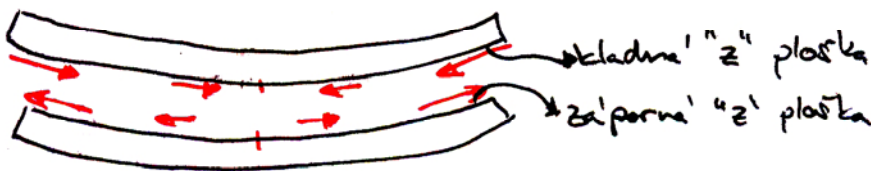
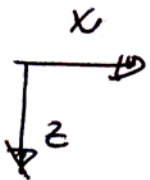


→ orientace smykavých napětí závisí na znaménku posouvající síly

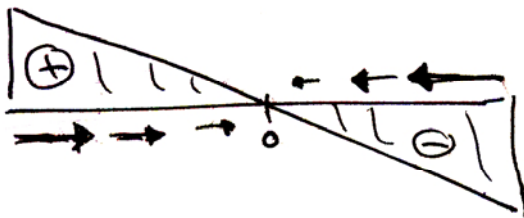
Z VĚTY O VZÁJEMNOSTI SMYK. NAPĚTÍ DŮLEŽITĚ PLAMT $\tau_{xz} = \tau_{zx}$!



"Bez smyč. napětí"



$V(x)$



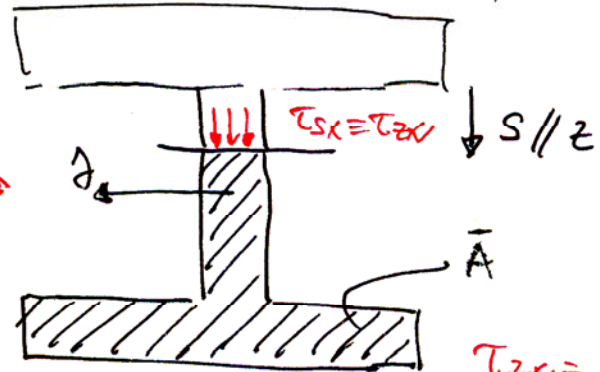
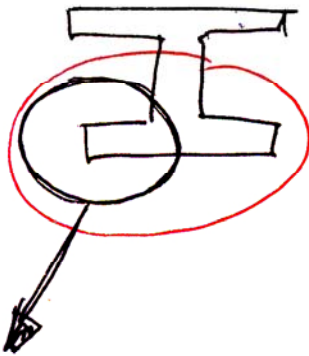
Obrny' vzorec pro vy'počet smyč. napětí

průměrné napětí v daném řezu $\tau_{sx} = \frac{t_{sx}}{b}$

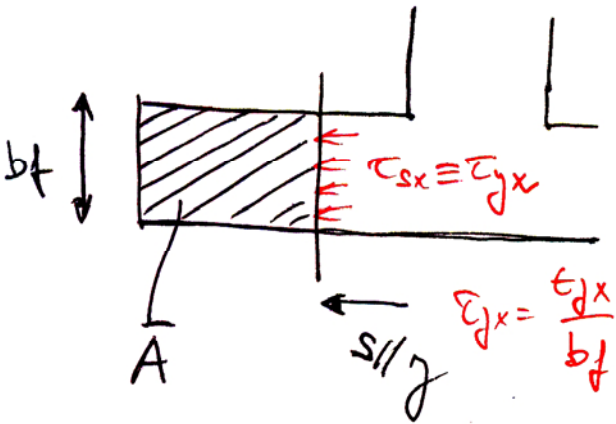
Smyčkový též $t_{sx} = \frac{Q_y \bar{J}_z}{I_z} + \frac{Q_z \bar{J}_y}{I_y}$

\bar{J}_y, \bar{J}_z ... statický moment odřezané části k ose y/z

- pomocí souřadnic "s" je dobré volit ve směru os y/z
- pokud je smyč. napětí kladné, směřuje "do" odřezané plochy = ve směru os y/z



$\tau_{zx} = \frac{t_{zx}}{b_{wz}}$



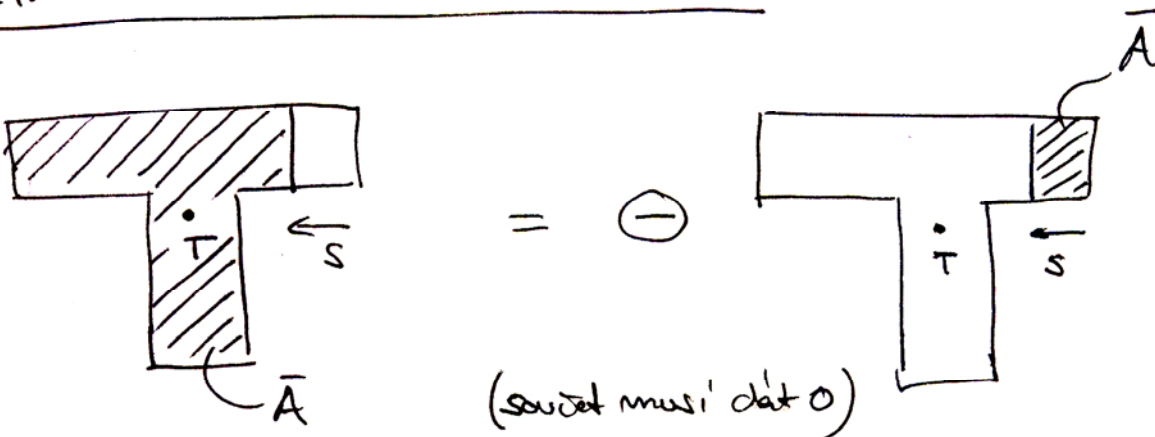
$t_{yx} = \frac{t_{yx}}{b_f}$

⇒ Maximální \bar{J}_y vždy v těžišti

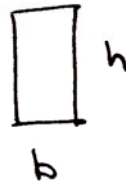
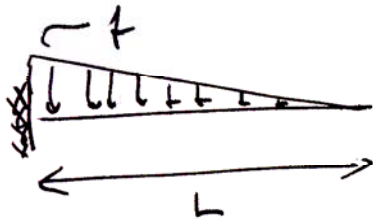
⇒ max. t_{sx} ⇒ max τ_{sx}

závisí na tloušťce průřezu

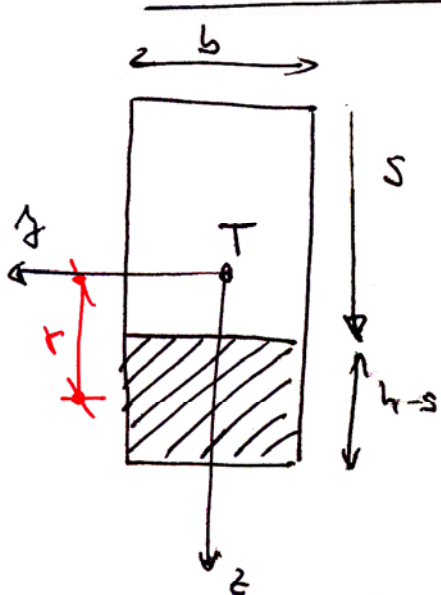
Pozn. - otáčiví znaménka u stat. momentů



Proveďte, že max. smyčková napětí < 3 MPa



$f = 30 \text{ kN/m}$ $b = 0,1 \text{ m}$
 $L = 6 \text{ m}$ $h = 0,4 \text{ m}$



$I_y = \frac{1}{12} b h^3$
 $S_z = 0$

$S_y = \underbrace{(h-s) \cdot b}_{\text{plocha}} \cdot r = (h-s) \cdot b \cdot \left[\frac{h}{2} - \frac{h-s}{2} \right] = (h-s) \cdot b \cdot \frac{s}{2} =$
 $= \frac{1}{2} [b h s - b s^2]$

$\tau_{zx} = \frac{Q_y \bar{I}_z}{I_z} + \frac{Q_z \bar{I}_y}{I_y}$

$\tau_{zx} = \frac{\tau_{zx}}{b} = \frac{Q_z \bar{I}_y}{I_y b} = Q_z \frac{\frac{1}{2} (h s - s^2)}{\frac{1}{12} b h^3} = Q_z \frac{6 (h s - s^2)}{b h^3}$

pro $s = \frac{h}{2} \dots \tau_{zx} = Q_z \frac{6 \left(\frac{h^2}{2} - \frac{h^2}{4} \right)}{b h^3} = Q_z \frac{3}{2} \cdot \frac{1}{b h} = 1,5 \cdot \frac{Q_z}{b h}$
průměrná napětí!

Konkrétní hodnoty

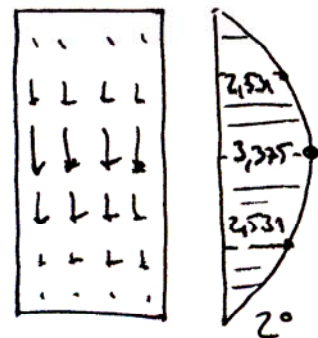
$Q_{max} = \frac{fL}{2} = 90 \text{ kN}$

$\tau_{z,x}^{max} = \frac{Q_{max}}{b \cdot h} = \frac{90}{0,1 \cdot 0,4} = 2250 \text{ kPa} = 2,25 \text{ MPa}$

$\tau_{max} = \tau_{zx} \left(\frac{h}{2} \right) = 1,5 \cdot 2,25 = 3,375 \text{ MPa}$

$\tau_{zx}(0) = 0 = \tau_{zx}(h)$

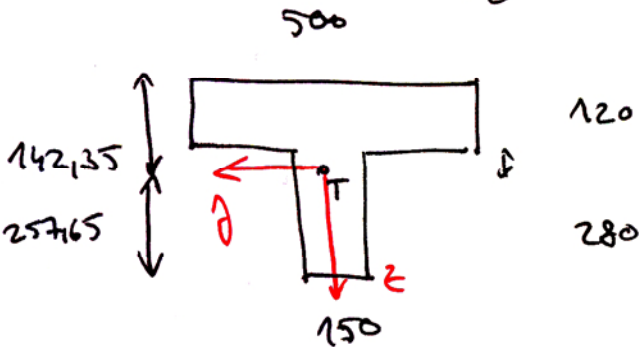
$\tau_{zx} \left(\frac{h}{4} \right) = \tau_{zx} \left(\frac{3h}{4} \right) = 90 \cdot \frac{6 \cdot (99 \cdot 0,1 - 0,1^2)}{0,1 \cdot 0,4^3} = 2531,25 \text{ kPa} = 2,531 \text{ MPa}$



Maximální napětí je větší než 3 MPa (převážně)

$$V_z = 100 \text{ kN}$$

Prpe, w. 12, str. 4

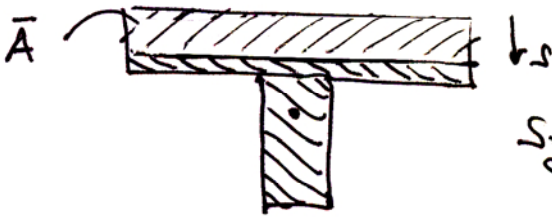


$$A = 0,162 \text{ m}^2$$

$$I_y = 1,3288 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$$

1) Smykovi' napětí τ_{xz}

$$\tau_{xz} = \tau_{zx} = \frac{V \cdot \bar{S}_y}{I_y}$$



$$\bar{S}_y = -\bar{S}_y$$

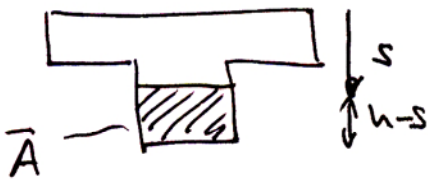
• pro $s \in \langle 0; 0,120 \rangle$ $\tau_{xz} = \frac{\tau_{zx}}{b} = \frac{\tau_{zx}}{0,5}$

$$\bar{S}_y = (0,5 \cdot s) \cdot \left(0,1423 - \frac{s}{2} \right)$$

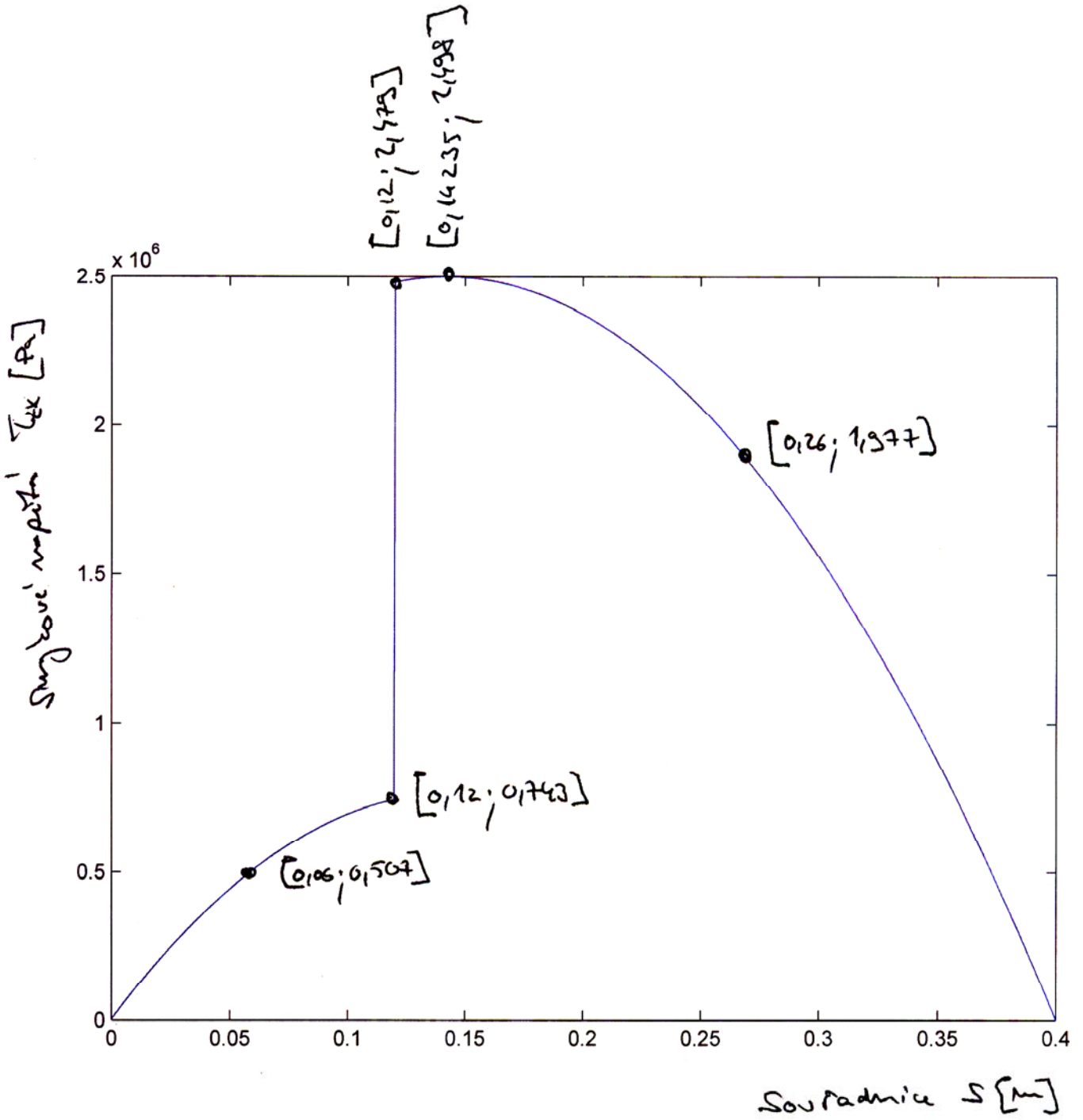
$$\tau_{xz} = \tau_{zx} = \frac{V \cdot (0,5 \cdot s) \left(0,1423 - \frac{s}{2} \right)}{0,5 \cdot I_y}$$

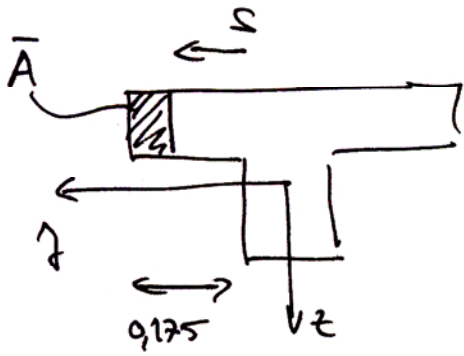
• pro $s \in \langle 0,12; 0,4 \rangle$

$$\bar{S}_y = 0,15 \cdot (h-s) \cdot \left[0,25765 - \frac{(h-s)}{2} \right]$$



$$\tau_{xz} = \frac{V \cdot \bar{S}_y}{b I_y} = \frac{V \cdot 0,15 (h-s) \left[0,25765 - \frac{h-s}{2} \right]}{0,15 \cdot I_y}$$





$$S_j = (0,175 - s) \cdot 0,12 \cdot [-0,14235 + 0,06]$$

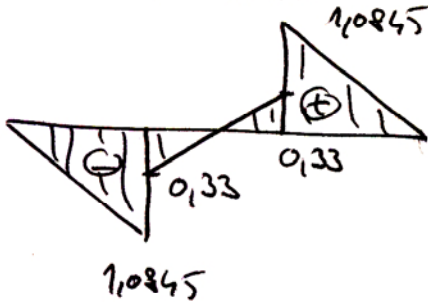
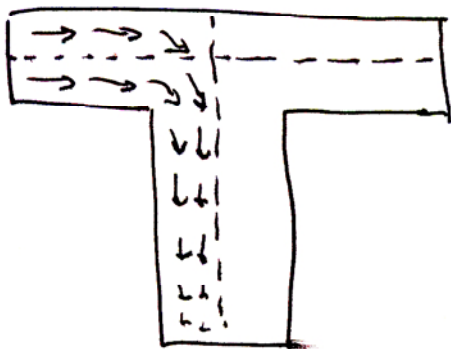
maximum pro $s = 0$

$$\tau_{yx} = \frac{V \cdot S_j}{I \cdot b} = \frac{100 \cdot 10^3 \cdot (0,175 - s) \cdot 0,12 \cdot [-0,14235 + 0,06]}{1,3288 \cdot 10^{-3} \cdot 0,12}$$

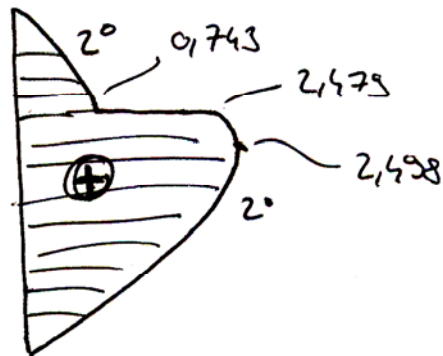
III

τ_{yx}

$$\tau_{yx}(0) = -1,0845 \text{ MPa}$$



τ_{xz} [MPa]

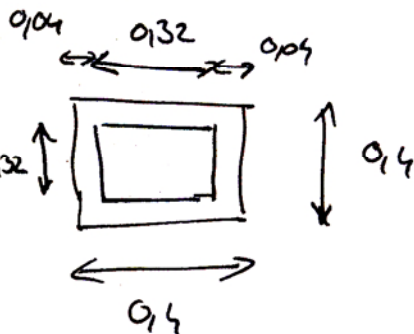


τ_{xy} [MPa]

P7

Smrž + kroucení

$V_z = 100 \text{ kN}$ $\sigma_k = 10 \text{ kN/m}$

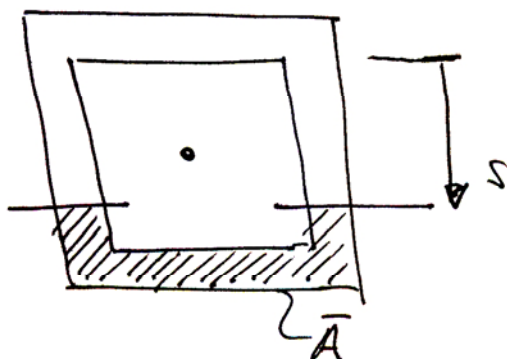


vyřešit me odděleně

1) Smrž

$I_y = \frac{1}{12} 0,4 \cdot 0,4^3 - \frac{1}{12} 0,32^2 = 0,00126 \text{ m}^4$

2) τ_{xz}



pro $SE(0; 0,32)$

$$\bar{S}_y = 0,4 \cdot 0,04 \cdot 0,18 + 0,08 \cdot (0,32 - s) \cdot \left(0,16 - \frac{0,32 - s}{2}\right)$$

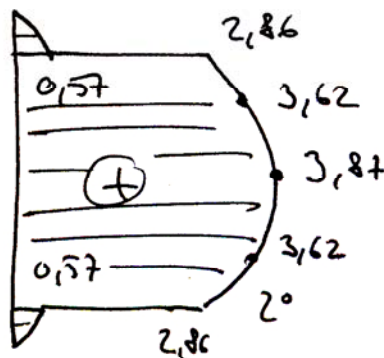
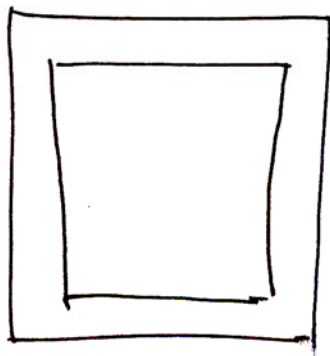
$$\tau_{xz} = \frac{V \cdot \bar{S}_y}{I_y \cdot b} = \frac{100 \cdot 10^3 \cdot \left[0,4 \cdot 0,04 \cdot 0,18 + 0,08 \cdot (0,32 - s) \cdot \left(0,16 - \frac{0,32 - s}{2}\right)\right]}{0,00126 \cdot 0,08}$$

$\tau_{xz}(0) = \tau_{xz}(0,32) = 2,858 \text{ MPa}$

$\tau_{xz}(0,08) = 3,62 \text{ MPa}$

$\tau_{xz \text{ max}} = \tau_{xz}(0,16) = 3,87 \text{ MPa}$

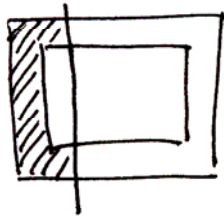
$\tau_{xz} [\text{MPa}]$



pokračování!

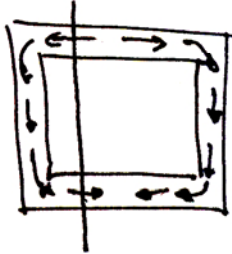
POZOR!

σ_{xy}



$S_y = 0$ ---- ale přesto působí
výž. napětí!

problém napětí

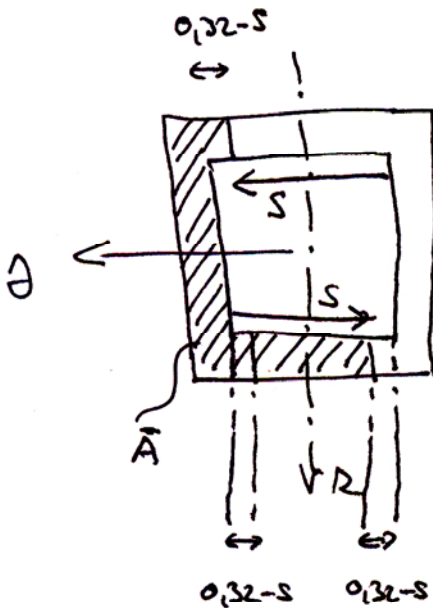


$\Sigma = 0$

$S \in \langle 0, 0, 22 \rangle$

$$\bar{S}_y = 0,04 \cdot (0,32 - 2 \cdot (0,32 - s)) \cdot 0,18 =$$

$$= 0,0072 \cdot (2s - 0,32)$$



$$\tau_{xs} = \frac{V \cdot \bar{S}_y}{I_y \cdot b} = \frac{100 \cdot 10^3 \cdot 0,0072 (2s - 0,32)}{0,00126 \cdot 2 \cdot 0,04}$$

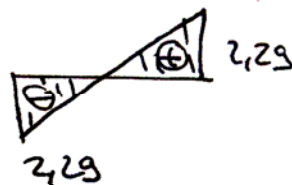
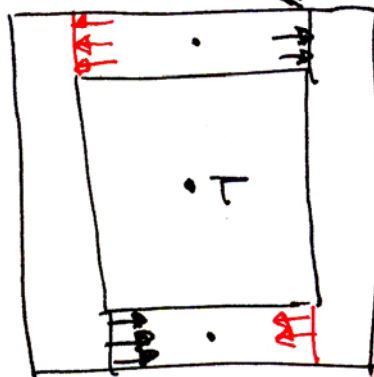
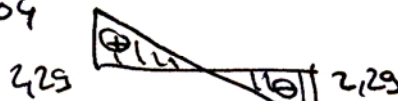
$\tau_{xy} [\text{MPa}]$

$\tau_{xs}(0) = -2,29 \text{ MPa}$

$\tau_{xs}(0,32) = 2,29 \text{ MPa}$

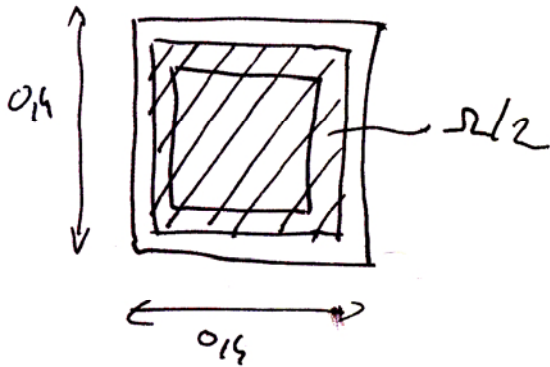
$\tau_{xs}(0,16) = 0 \text{ MPa}$

$\tau_{xs}(0,08) = -1,14 \text{ MPa}$



2) Kroucení

$$M_x = t_{xs} \cdot \Omega \Rightarrow t_{xs} = \frac{M_x}{\Omega}$$

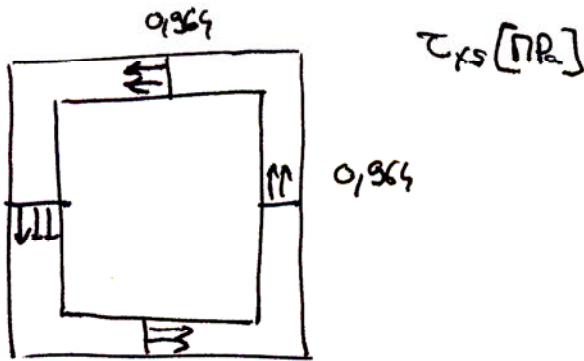


$$\Omega = 2 \cdot (0,14 - 0,10)^2 = 0,2592 \text{ m}^2$$

$$t_{xs} = \frac{10 \cdot 10^3}{0,2592} = 38580,2 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

$$\tau_{xs} = \frac{t_{xs}}{t} = \frac{38580,2}{0,04} = 964506 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 0,964 \text{ MPa}$$

Smýkací napětí od kroucení



Výsledné rozložení napětí τxs [MPa]

