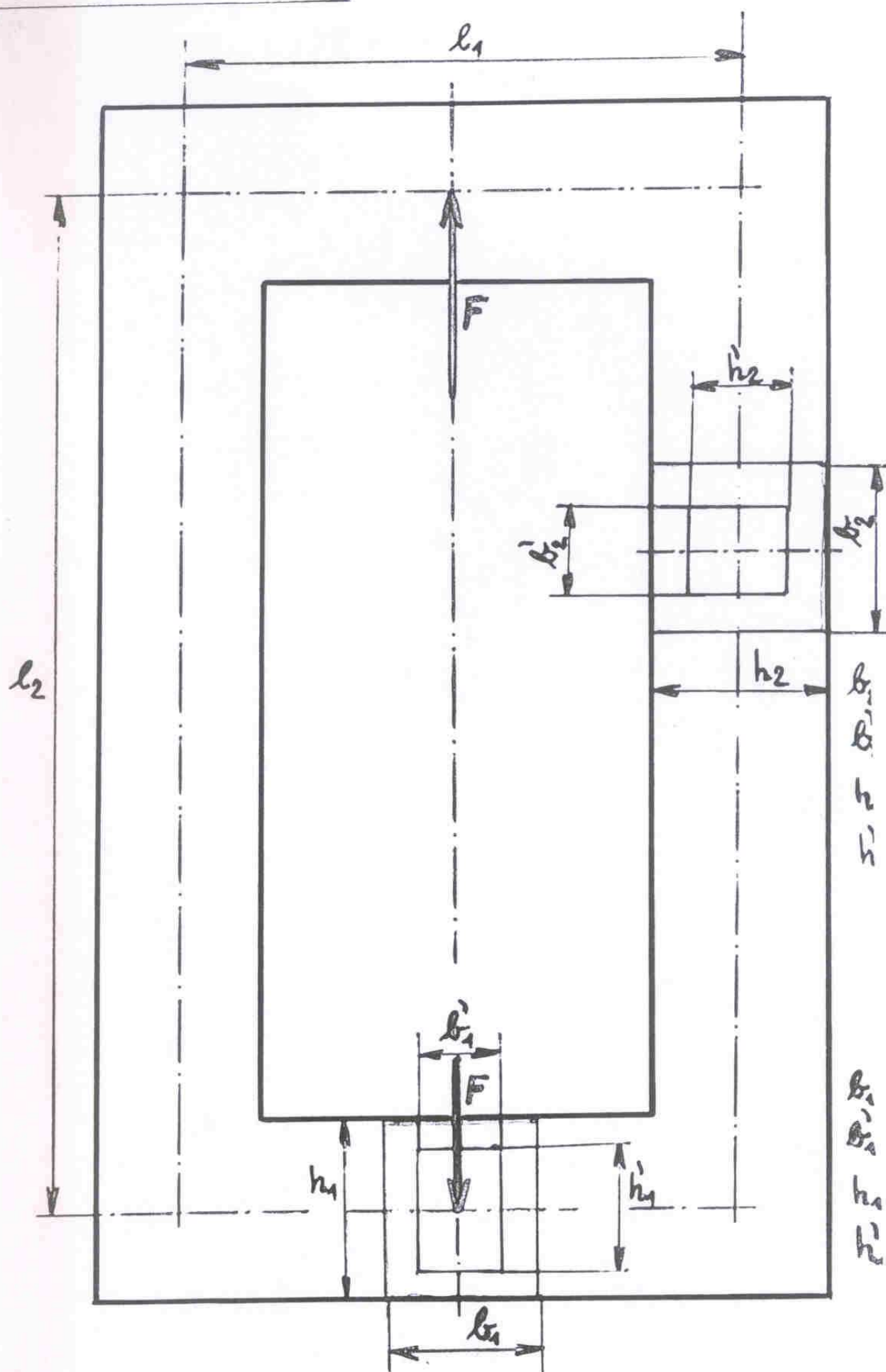


# VOLBA ROZMĚRŮ RÁMU



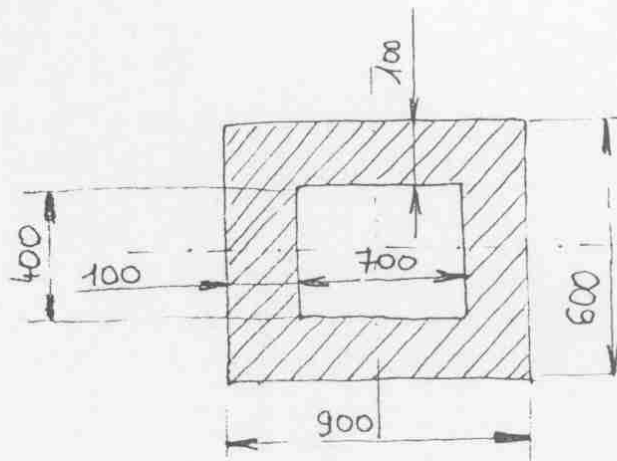
# ŘÁN TVAR. STROJE - CENTRICKÝ NAMÁHÁNÍ

Návrh průřezu stojin

$$S_2 = h_2 b_2 - h_2' b_2'$$

$$J_2 = \frac{1}{12} h_2 b_2^3 - \frac{1}{12} h_2' b_2'^3 = \frac{1}{12} (h_2 b_2^3 - h_2' b_2'^3)$$

$$W_{02} = \frac{J_2}{\frac{h_2}{2}}$$



$$S_2 = 600 \cdot 900 - 400 \cdot 700 = 26 \cdot 10^4 \text{ mm}^2 \quad ; \quad J_2 = \frac{1}{12} (600 \cdot 900^3 - 400 \cdot 700^3) = 2,5 \cdot 10^{10} \text{ mm}^4$$

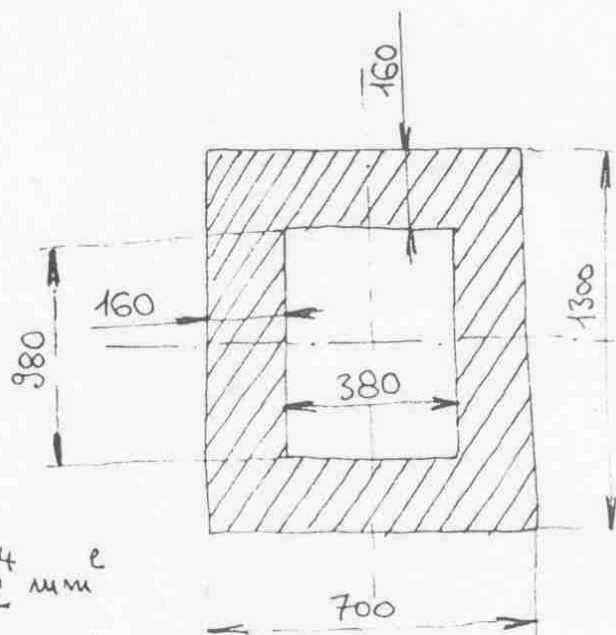
$$W_{02} = \frac{2,5 \cdot 10^{10}}{0,45} = 5,56 \cdot 10^2 \text{ m}^3$$

Návrh průřezu ~~stojin~~ přídavků

$$S_1 = h_1 b_1 - h_1' b_1'$$

$$J_1 = \frac{1}{12} h_1 b_1^3 - \frac{1}{12} h_1' b_1'^3$$

$$W_{01} = \frac{J_1}{\frac{h_1}{2}}$$

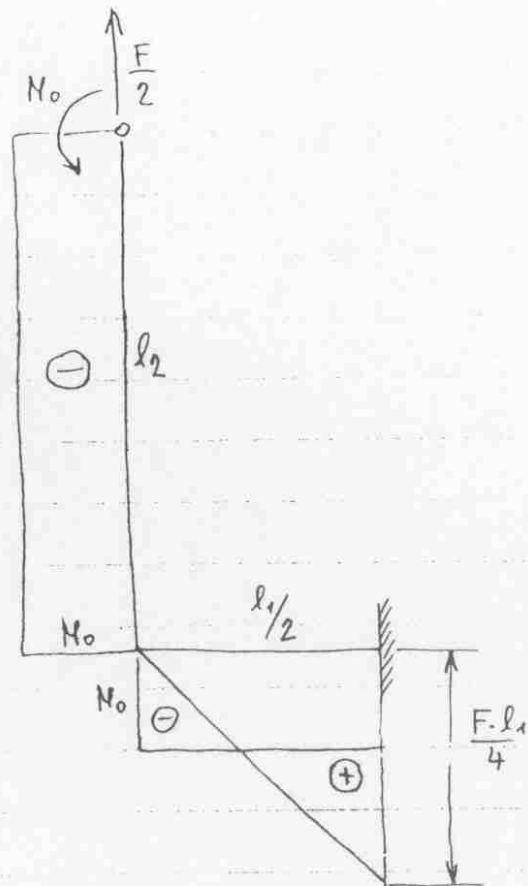
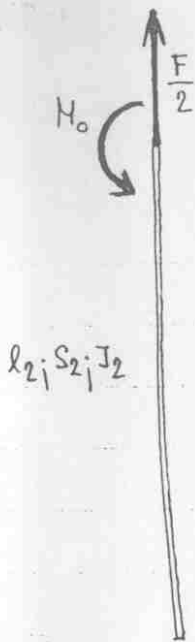


$$S_1 = (700 \cdot 1300 - 380 \cdot 980) = 53,8 \cdot 10^4 \text{ mm}^2$$

$$J_1 = \frac{1}{12} (700 \cdot 1300^3 - 380 \cdot 980^3) = 9,8 \cdot 10^{10} \text{ mm}^4$$

$$W_{01} = \frac{9,8 \cdot 10^{10}}{0,65} = 0,151 \text{ m}^3$$

## PEVNOSTNÍ VÝPOČET STOLINY



hoppetí ve stojině od síly  $F$  a od statického momentu  $M_0$ :

$$\sigma_2 = \frac{\frac{F}{2}}{S_2} \cdot z_2' + \frac{M_0}{W_{02}} \cdot z_2''$$

Určit statický neutrální moment  $M_0$  viz. část ③

Zátěžová síla:  $F = 19 \cdot 10^6 \text{ N}$

2D mater. rámu:  $\sigma_D = 80 \text{ MPa}$

$E$ ;  $G$  mater. rámu:  $E = 2 \cdot 10^5 \text{ MPa}$ ;  $G = 7,5 \cdot 10^4 \text{ MPa}$

dovol. celk. deform.:  $y_{c0} = 3 \text{ mm}$

rozměry rámu:  $l_1 = 2500 \text{ mm}$ ;  $l_2 = 7550 \text{ mm}$

$$\begin{aligned} M_0 &= \frac{F \cdot l_1}{8} \cdot \frac{1}{1 + \frac{l_2 \cdot J_1}{l_1 \cdot J_2}} \\ &= \frac{19 \cdot 10^6 \cdot 2,5}{8} \cdot \frac{1}{1 + \frac{7,55 \cdot 9,8 \cdot 10^8}{25 \cdot 2,5 \cdot 10^8}} \\ &= 4,6 \cdot 10^5 \text{ Nm} \end{aligned}$$

$$\sigma_2' = \frac{19 \cdot 10^6}{2 \cdot 26 \cdot 10^4} = 36,5 \text{ MPa} \quad - \text{ od síly } F$$

$$\sigma_2'' = \frac{4,6 \cdot 10^5}{5,56 \cdot 10^2}$$

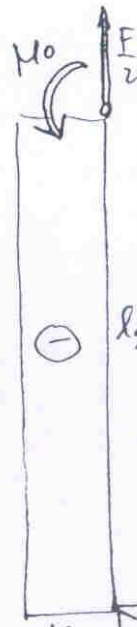
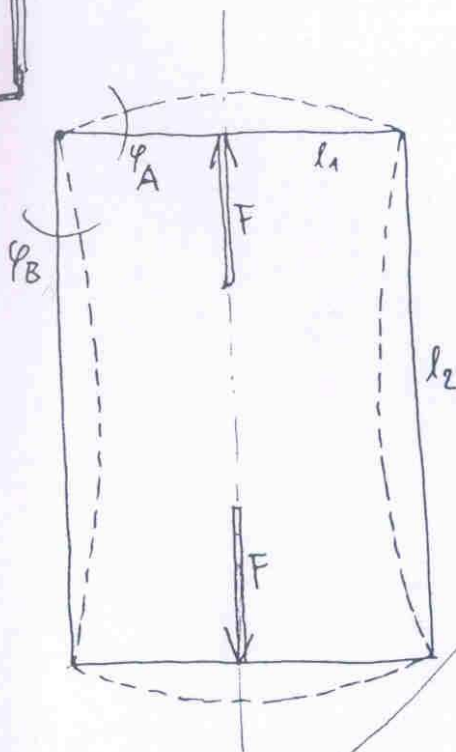
$$\sigma_2 = \sigma_2' + \sigma_2'' = 4,47 \cdot 10^7 \text{ Pa} = [44,7 \text{ MPa} < 80 \text{ MPa} = \sigma_D] \text{ vyhovuje}$$

$$\text{Stupně využití materiálu: } \frac{\sigma_2}{\sigma_D} \cdot 100 = \frac{44,7}{80} \cdot 100 = 55,9 \%$$

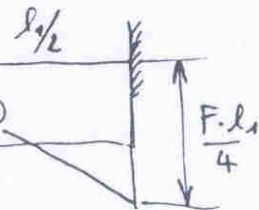
# Určeni \$M\_0\$ pomocí terestoginovy podmínky:

(3)

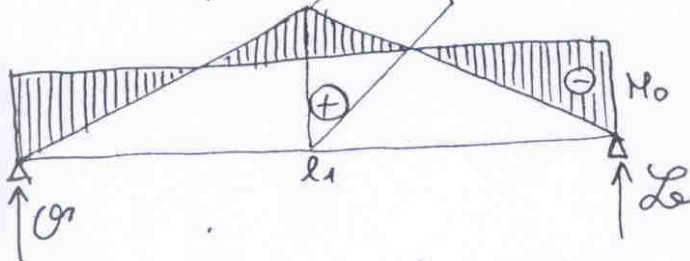
$$\varphi_A = \varphi_B$$



vypočítá z rovnosti  
úhlu sklonu prutů  
ky pruty v místě  
spojení se stojíkem  
a sklonu prutů  
stojíky v místě  
úhlu



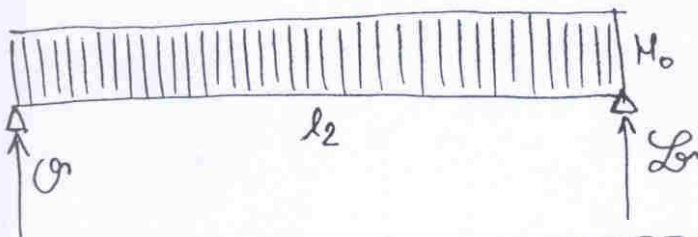
$$\varphi_A = ?$$



$$\varphi = \varphi = \frac{F \cdot l_1}{4} \cdot \frac{l_1}{2} \cdot \frac{1}{2} - M_0 \cdot \frac{l_1}{2} = \frac{F l_1^2}{16} - M_0 \cdot \frac{l_1}{2}$$

$$\varphi_A = \frac{1}{E J_1} [\varphi] = \frac{1}{E J_1} \left[ \frac{F l_1^2}{16} - M_0 \cdot \frac{l_1}{2} \right]$$

$$\varphi_B = ?$$



$$\varphi = \varphi = M_0 \cdot \frac{l_2}{2}$$

$$\varphi_B = \frac{1}{E J_2} [\varphi] = \frac{1}{E J_2} \cdot M_0 \cdot \frac{l_2}{2}$$

$$\varphi_A = \varphi_B$$

$$\frac{1}{E J_1} \left[ \frac{F l_1^2}{16} - M_0 \cdot \frac{l_1}{2} \right] = \frac{1}{E J_2} \cdot M_0 \cdot \frac{l_2}{2}$$

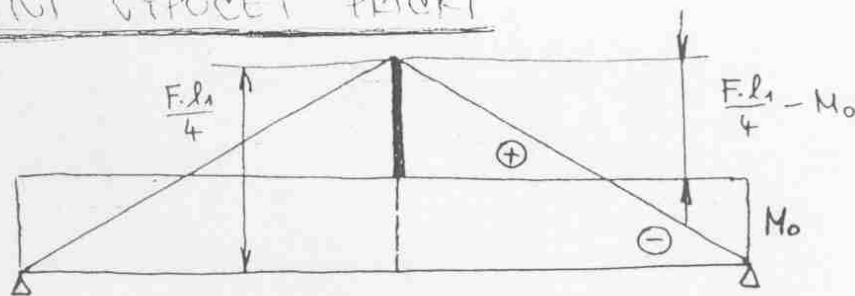
$$\frac{F l_1^2}{8 E J_1} - M_0 \cdot \frac{l_1}{2 J_1} = M_0 \cdot \frac{l_2}{2 J_2}$$

$$M_0 \left( \frac{l_1}{J_1} + \frac{l_2}{J_2} \right) = \frac{F l_1^2}{8 J_1}$$

$$M_0 = \frac{F \cdot l_1^2}{8 J_1 \left( \frac{l_1}{J_1} + \frac{l_2}{J_2} \right)}$$

$$M_0 = \frac{F \cdot l_1}{8} \cdot \frac{1}{\frac{J_1}{J_2} \cdot \frac{l_2}{l_1} + 1}$$

## PEVNOSTNÍ VÝPOČET PRÍČKY



$$\underline{\underline{\sigma_1}} = \frac{N_1}{W_{01}} = \frac{\frac{F \cdot l_1}{4} - M_0}{W_{01}} = \frac{F \cdot l_1 - 4M_0}{4 \cdot W_{01}}$$

$$\underline{\underline{\sigma_1}} = \frac{\frac{19 \cdot 10^6 \cdot 2,5}{4} - 4,6 \cdot 10^5}{0,151} = \frac{1,14 \cdot 10^7}{0,151} = \underline{\underline{7,55 \cdot 10^7 \text{ Pa}}}$$

$$\boxed{\sigma_1 = 75,5 \text{ MPa} < 80 \text{ MPa} = \sigma_D} \text{ vyhovuje}$$

Stupeň využití materiálu:

$$\frac{\sigma_1}{\sigma_D} \cdot 100 = \frac{75,5}{80} \cdot 100 = \underline{\underline{94,3 \, \%}}$$

## VÝPOČET DEFORMACE RÁMU

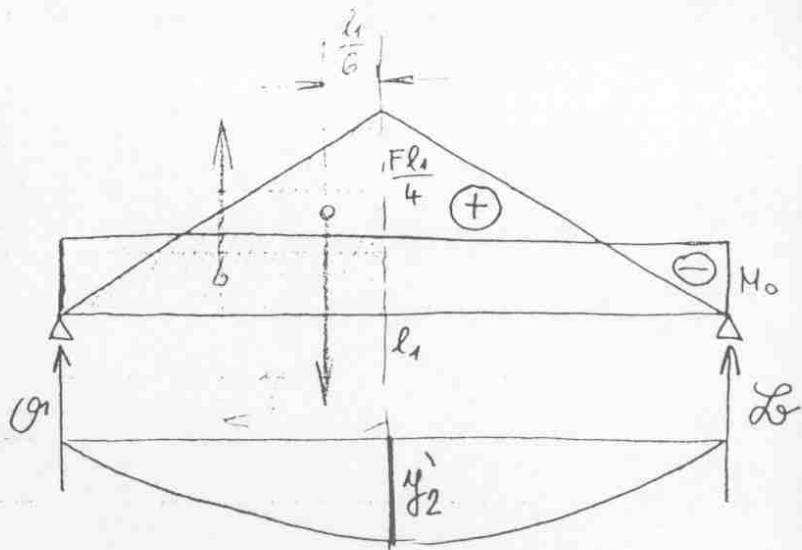
NATAŽENÍ STOJINY SILOU  $F/2$

$$\underline{\underline{\gamma_1}} = \frac{F \cdot l_2}{2 \cdot E \cdot S_2}$$

$$\underline{\underline{\gamma_1}} = \frac{19 \cdot 10^6 \cdot 2500}{2 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 26 \cdot 10^4} = \underline{\underline{1,38 \text{ mm}}}$$

# PRŮHYB OBOU PŘÍČEK

Průhyb jedné příčky:  $y_2'$



$$Q_1 = L$$

$$Q_1 \cdot x + M_0 \cdot x \cdot \frac{l_1}{2} - \frac{F \cdot l_1}{4} \cdot x \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{l_1}{2} = 0$$

$$Q_1 + M_0 \frac{l_1}{2} - \frac{F \cdot l_1^2}{16} = 0$$

$$Q_1 = \frac{F \cdot l_1^2}{16} - M_0 \cdot \frac{l_1}{2}$$

$$y_2' = \frac{1}{EJ_1} \left[ Q_1 \cdot \frac{l_1}{2} + M_0 \cdot \frac{l_1}{2} \cdot \frac{l_1}{4} - \frac{F \cdot l_1}{4} \cdot \frac{l_1}{2} \cdot \frac{l_1}{6} \right]$$

$$y_2' = \frac{1}{EJ_1} \left[ \left( \frac{F \cdot l_1^2}{16} - M_0 \cdot \frac{l_1}{2} \right) \cdot \frac{l_1}{2} + M_0 \cdot \frac{l_1^2}{8} - \frac{F \cdot l_1^3}{96} \right]$$

$$y_2' = \frac{1}{EJ_1} \left[ \frac{F \cdot l_1^3}{32} - M_0 \cdot \frac{l_1^2}{4} + M_0 \cdot \frac{l_1^2}{8} - \frac{F \cdot l_1^3}{96} \right] = \frac{1}{EJ_1} \left[ -\frac{2 \cdot F \cdot l_1^3}{96} - \frac{M_0 \cdot l_1^2}{8} \right]$$

$$y_2' = \frac{l_1^2}{8EJ_1} \left( \frac{F \cdot l_1}{6} - M_0 \right)$$

Průhyb obou příček:  $y_2 = 2 \cdot y_2' = \frac{2 \cdot l_1^2}{8EJ_1} \left( \frac{F \cdot l_1}{6} - M_0 \right)$

$$y_2 = \frac{l_1^2}{4EJ_1} \left( \frac{F \cdot l_1}{6} - M_0 \right)$$

$$y_2 = \frac{2500^2}{4 \cdot 2 \cdot 10^8 \cdot 9,8 \cdot 10^{10}} \cdot \left( \frac{19 \cdot 10^6 \cdot 2500}{6} - 4,6 \cdot 10^8 \right) = 0,59 \text{ mm}$$

## DEFORMACE OD POSOUVAJÍCÍCH SIL

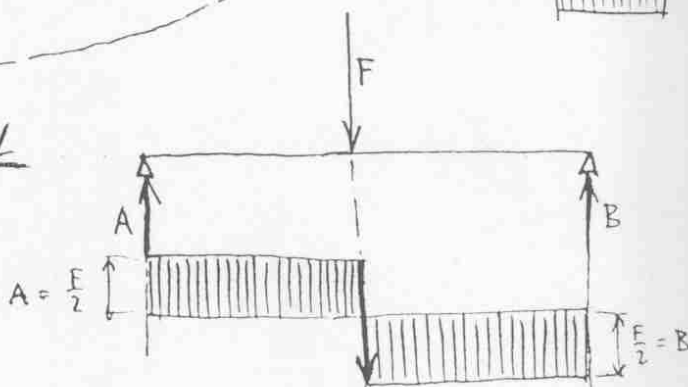
pro obě příčky

$$y_3 = \frac{F \cdot l_1}{4 \cdot G \cdot S_1}$$

$$B = 1,2$$

$$A = B = \frac{F}{2}$$

$$A = \frac{F}{2}$$



$$y_3 = 1,2 \cdot \frac{19 \cdot 10^6 \cdot 2500}{2 \cdot 7,5 \cdot 10^4 \cdot 53,8 \cdot 10^4} = 0,706 \text{ mm}$$

$$y_c = y_1 + y_0 + y_2 = 2,676 \text{ mm} < 3 \text{ mm}$$