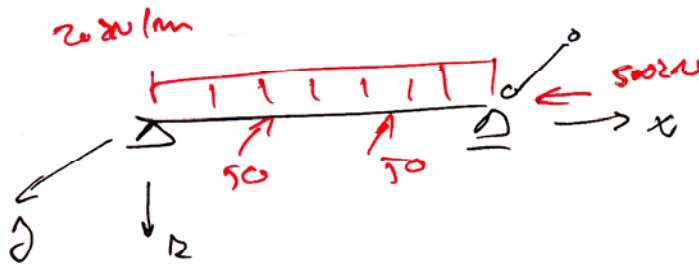


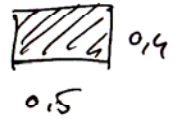
Prpe, w. 5, Str. 1



$$I_y = 0,002667 \text{ m}^4$$

$$I_z = 0,004167 \text{ m}^4$$

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



$$M_y = 90 \text{ kNm} \quad M_z = 100 \text{ kNm} \quad N = -200 \text{ kN}$$

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M_y}{I_y} \cdot z - \frac{M_z}{I_z} \cdot y$$

$$\sigma = \frac{-500 \cdot 10^3}{0,2} + \frac{90 \cdot 10^3}{0,002667} \cdot z - \frac{100 \cdot 10^3}{0,004167} \cdot y$$

$$\sigma = -2,5 \cdot 10^6 + 3,375 \cdot 10^7 \cdot z - 2,4 \cdot 10^7 \cdot y$$

Pro neutralni osi: $\sigma = 0$

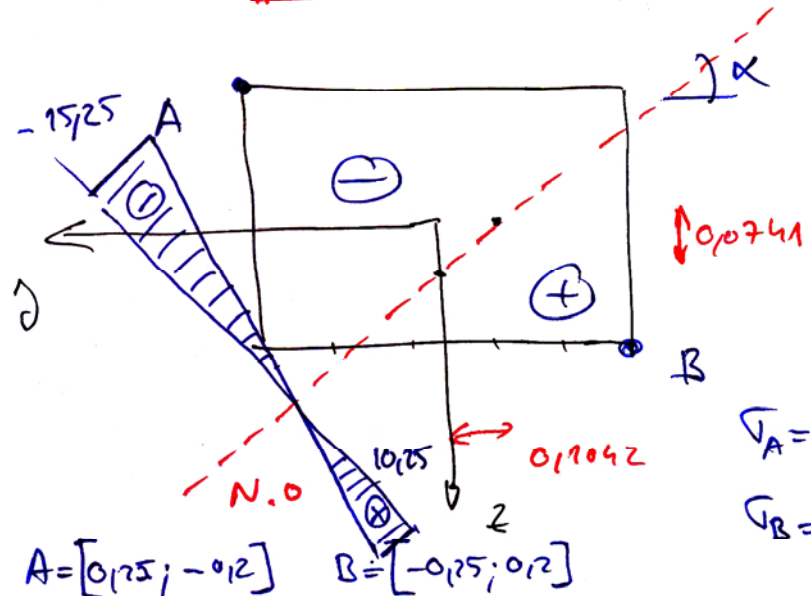
$$0 = -2,5 \cdot 10^6 + 3,375 \cdot 10^7 \cdot z - 2,4 \cdot 10^7 \cdot y$$

pro $y = 0 \dots z = \frac{2,5 \cdot 10^6}{3,375 \cdot 10^7} = 0,0741 \text{ m}$

pro $z = 0 \dots y = -\frac{2,5 \cdot 10^6}{2,4 \cdot 10^7} = -0,1042 \text{ m}$



$$\alpha = \arctan(0,0741 / 0,1042) = 35,42^\circ$$



$$\sigma_A = -2,5 \cdot 10^6 + 3,375 \cdot 10^7 \cdot (-0,1) - 2,4 \cdot 10^7 \cdot 0,25 = -15,25 \cdot 10^6 \text{ Pa}$$

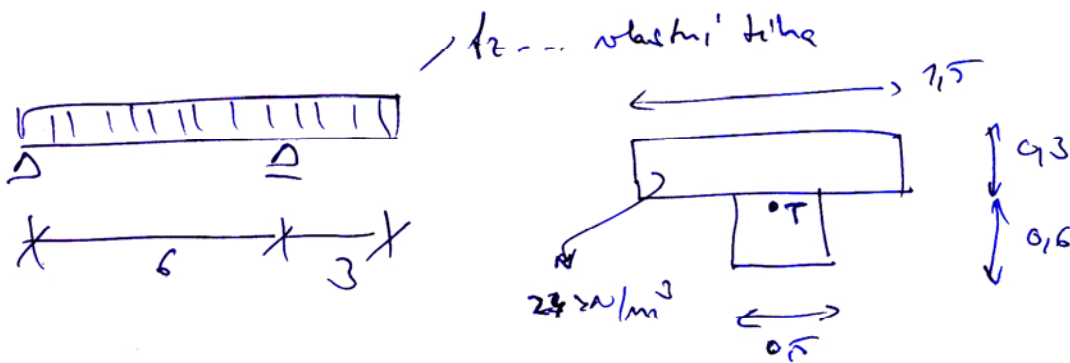
$$\sigma_B = -2,5 \cdot 10^6 + 3,375 \cdot 10^7 \cdot 0,2 - 2,4 \cdot 10^7 \cdot (-0,25) = 10,25 \cdot 10^6 \text{ Pa}$$

$$A = [0,25; -0,12] \quad B = [-0,25; 0,12]$$

PT

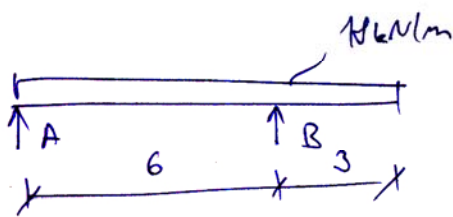
Pr. 5, str. 2

Určete minimální velikost předpínavé síly (přeskočí v teze) tak, aby nikde v napříčce nevznikala žádná normálová napětí



→ zátěž + vnitřní síly:

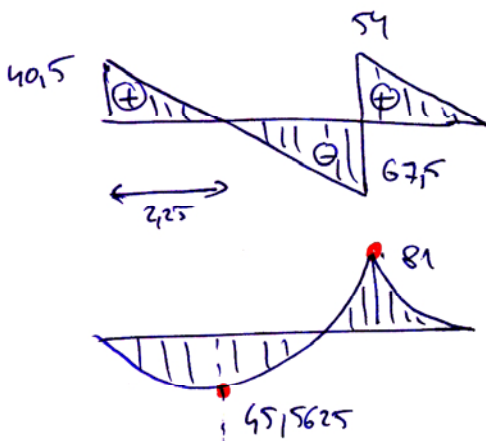
$$f_z = A \cdot \rho = (1,5 \cdot 0,3 + 0,5 \cdot 0,6) \cdot 24 = 0,75 \cdot 24 = 18 \text{ kN/m}$$



$$B = \frac{18 \cdot 9^2 / 2}{6} = 121,5 \text{ kN}$$

$$A = 18 \cdot 9 - 121,5 = 40,5 \text{ kN}$$

$$\text{kontrola: } 40,5 \cdot 9 + 121,5 \cdot 3 - 18 \cdot 9^2 / 2 = 0 \dots \text{ok}$$



$$M_{\max} = 95,56 \text{ kNm}$$

$$M_{\min} = -81 \text{ kNm}$$

→ Určení průřezových charakteristik

$$\text{Středový moment } S_y = 1,5 \cdot 0,3 \cdot 0,15 + 0,6 \cdot 0,5 \cdot 0,6 = 0,2475 \text{ m}^3$$

$$z_c = \frac{S_y}{A} = \frac{0,2475}{0,75} = \underline{\underline{0,33 \text{ m}}}$$

$$I_y = \frac{1}{12} 1,5 \cdot 0,3^3 + 1,5 \cdot 0,3 \cdot (0,15 + 0,33)^2 + \frac{1}{12} \cdot 0,6^3 \cdot 0,5 + 0,5 \cdot 0,6 \cdot (0,3 - 0,33)^2 =$$

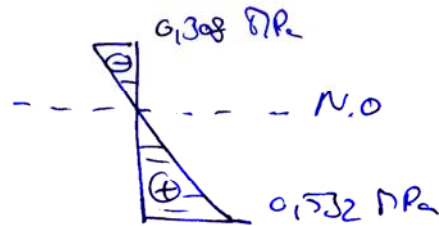
$$= \underline{\underline{0,048825 \text{ m}^4}}$$

Početní normálové napětí po průřezu

$$\sigma = \frac{M}{I} \cdot z$$

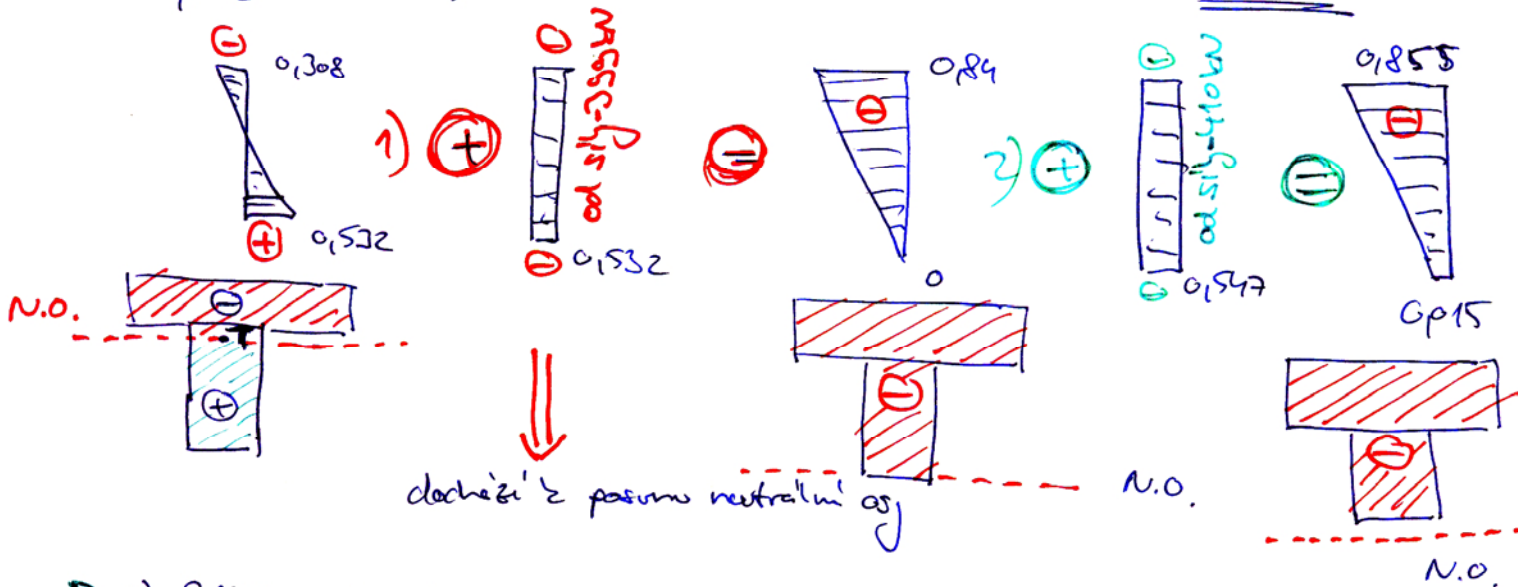
→ 1) Průřez v poli

$$\sigma = \frac{45,56 \cdot 10^3}{0,048825} \cdot \begin{cases} -0,33 = -307522 \text{ Pa} = -0,308 \text{ MPa} \\ 0,57 = 531883 \text{ Pa} = 0,532 \text{ MPa} \end{cases}$$



→ potřebujeme produkt síly, která v celém průřezu vyvolá tlakové napětí

$$-0,532 \text{ MPa} \Rightarrow F = \sigma \cdot A = -0,532 \cdot 0,75 = -0,399 \text{ MN} = -399 \text{ kN}$$



→ 2) Průřez nad podpou

$$\sigma = \frac{-81 \cdot 10^3}{0,048825} \cdot \begin{cases} -0,33 = 547405 \text{ Pa} = 0,547405 \text{ MPa} \text{ (tato napětí je větší)} \\ 0,57 = -945622 \text{ Pa} = -0,945622 \text{ MPa} \end{cases}$$

$$\Rightarrow F = \sigma \cdot A = -0,947 \cdot 0,75 = -0,71025 \text{ MN} = -710 \text{ kN}$$



→ Stejny-prerez, prosty nosnik



... pokud nalle' excentricita ...



→ sila může být menší

nalle' excentricita

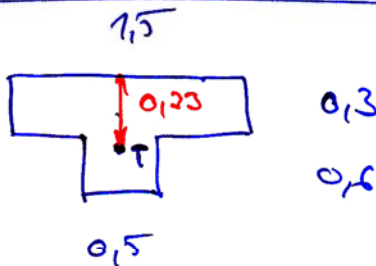


→ problem ved podporou, kde je malý \ominus moment

→ Nutné určit položu síly tak, aby byl celý prerez TLACENÝ

= JADRO PREREZU

(P1) Určete jádro prerezů:



$$I_y = 0,048825 \text{ m}^4$$

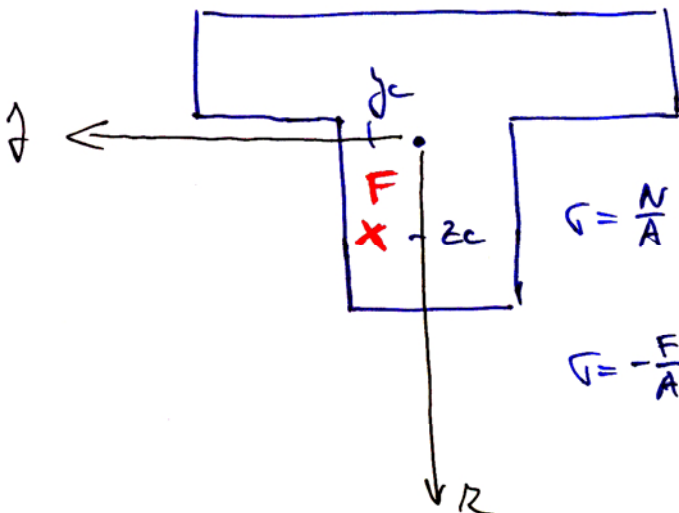
$$A = 0,75 \text{ m}^2$$

$$I_z = \frac{1}{12} \cdot 0,6 \cdot 0,5^3 + \frac{1}{12} \cdot 0,3 \cdot 1,5^3 = 0,0906 \text{ m}^4$$

Normální síla: $-F$

Momenty: $M_y = -F \cdot z_c$

$M_z = F \cdot j_c$



$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M_y}{I_y} \cdot z - \frac{M_z}{I_z} \cdot y$$

$$\sigma = -\frac{F}{A} - \frac{F \cdot z_c \cdot z}{A \cdot j^2} - \frac{F \cdot j_c \cdot y}{A \cdot i_z^2} = -\frac{F}{A} \left[1 + \frac{j y_c}{i_z^2} + \frac{z z_c}{j^2} \right]$$

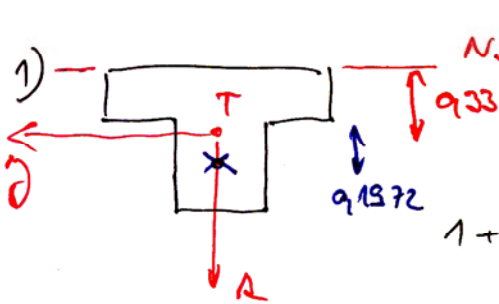
Při hledání jádra průřezu musí být celý průřez tlacený,
proto musí být N.O. fotožně a koncové obálkou průřezu (s jýy' aítí')

$$\sigma = -\frac{F}{A} \left[1 + \frac{j \cdot j_c}{i_z^2} + \frac{z \cdot z_c}{i_j^2} \right] = 0$$

$\rightarrow 1 + \frac{j \cdot j_c}{i_z^2} + \frac{z \cdot z_c}{i_j^2} = 0$ poučadmeu pšobířte d'j

$i_j = 0,2551 \text{ m} \quad i_z = 0,3476 \text{ m}$

$$1 + \frac{j \cdot j_c}{0,1203} + \frac{z \cdot z_c}{0,0651} = 0$$

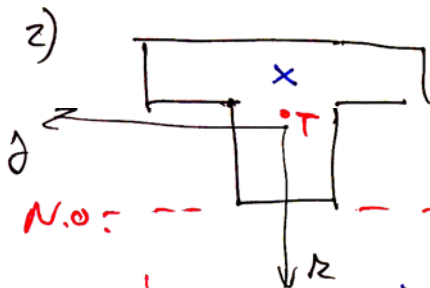


N.O. No ... j libovolně
 $z = -0,33$

$$1 + \frac{j \cdot j_c}{i_z^2} + \frac{-0,33 \cdot z_c}{i_j^2} = 0$$

$$1 + \frac{\text{cokoliv} \cdot j_c}{i_z^2} + \frac{-0,33 \cdot z_c}{i_j^2} = 0 \quad \Rightarrow j_c = 0$$

$$\Rightarrow z_c = \frac{i_j^2}{0,33} = \frac{0,0651}{0,33} = 0,1972 \text{ m}$$

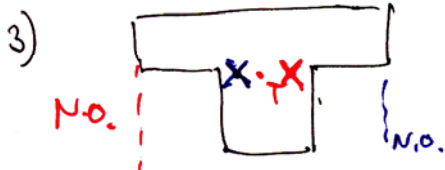


$j \dots$ libovolně $z = 0,157 \text{ m}$

$$1 + \frac{0,157 \cdot z_c}{i_j^2} \rightarrow z_c = -\frac{i_j^2}{0,157} = -0,1142 \text{ m}$$

N.O.:

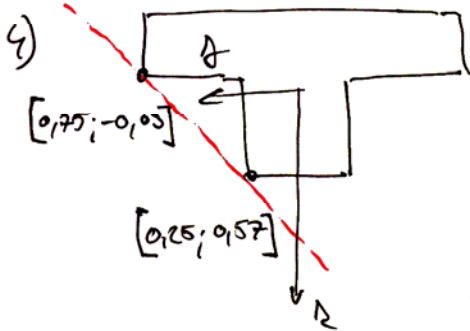
$z \dots$ libovolně $\left\{ \begin{array}{l} j = 0,75 \text{ m} \\ j = -0,75 \text{ m} \end{array} \right. \quad (z = 0)$



$$1 + \frac{0,75 \cdot j_c}{i_z^2} = 0 \quad \Rightarrow j_c = \frac{-i_z^2}{0,75} = -0,1611 \text{ m}$$

$$j_c = +0,1611 \text{ m}$$

N.O.



$$\Delta = a \cdot \eta + b$$

$$-0,03 = a \cdot 0,175 + b$$

$$0,157 = a \cdot 0,125 + b$$

$$-0,03 - a \cdot 0,175 = 0,157 - a \cdot 0,125$$

$$\Rightarrow a = \frac{0,16}{-0,05} = -1,2$$

$$b = 0,187$$

$$\Rightarrow z = -1,2 \cdot \eta + 0,187$$

$$1 + \frac{\eta \cdot \eta_c}{i_z^2} + \frac{z \cdot z_c}{i_y^2} = 0$$

$$1 + \frac{\eta \cdot \eta_c}{i_z^2} + \frac{(-1,2 \cdot \eta + 0,187) z_c}{i_y^2} = 0$$

$$1 + \frac{0,187 z_c}{i_y^2} + \eta \left(\frac{\eta_c}{i_z^2} - \frac{1,2 z_c}{i_y^2} \right) = 0$$

$$\underbrace{1 + \frac{0,187 z_c}{i_y^2}}_{=0} + \underbrace{\eta \left(\frac{\eta_c}{i_z^2} - \frac{1,2 z_c}{i_y^2} \right)}_{=0 \text{ pro } \eta_c} = 0$$

$$\eta_c = \frac{1,2 z_c i_z^2}{i_y^2} = \frac{1,2 \cdot 0,3476^2 \cdot (-0,0748)}{0,2551^2} = -0,1667 \text{ m}$$

$$z_c = \frac{-1 \cdot i_y^2}{0,187} = \frac{-1 \cdot 0,2551^2}{0,187} = \underline{\underline{-0,0748 \text{ m}}}$$

Kontrolle:

$$1 + \frac{\eta \cdot (-0,1667)}{0,3476^2} + \frac{z \cdot (-0,0748)}{0,2551^2} = 0$$

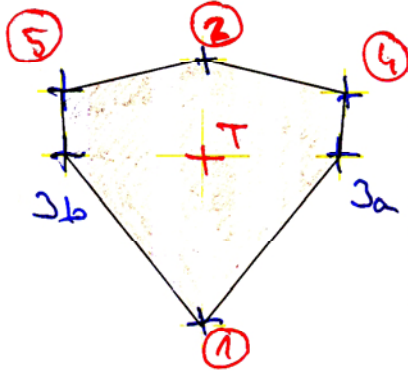
$$1 + (-1,37567 \eta) - 1,14943 z = 0 \quad | : +1,14943$$

$$0,187 - 1,2 \eta = z \quad \dots \text{OK!}$$

3a

konvexni otol

①

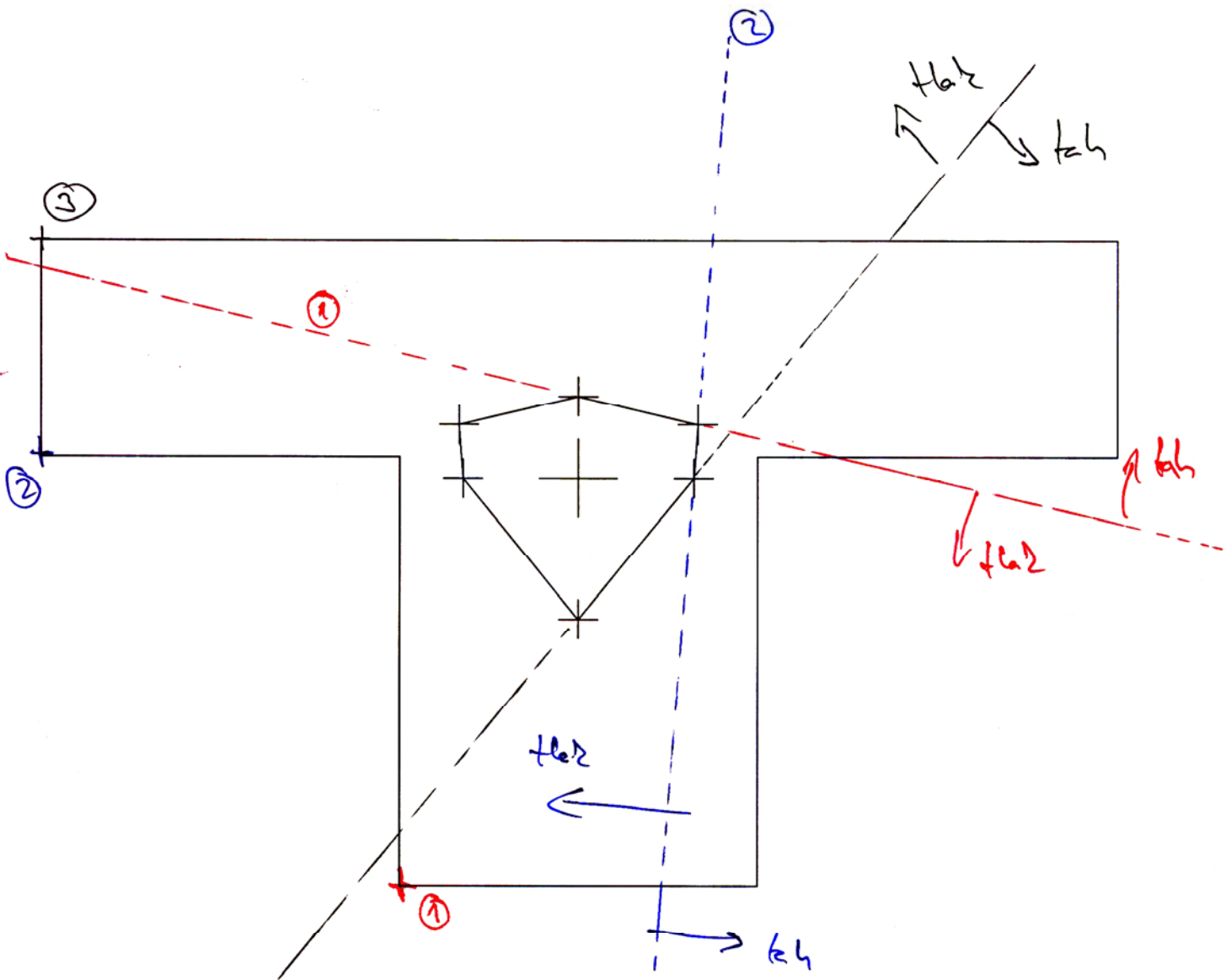


3b

②

④ N.O.

⑤



Jadro prúcau pro kruh



$$I_d = \frac{\pi r^4}{4}$$

$$A = \pi r^2$$

$$i_d = \sqrt{\frac{I_d}{A}} = \sqrt{\frac{\frac{\pi r^4}{4}}{\pi r^2}} = \sqrt{\frac{r^2}{4}} = \frac{r}{2}$$

$$1 + \frac{d \cdot dc}{1c^2} + \frac{z \cdot zc}{dc} = 0$$

$$1 + \frac{r \cdot zc}{\frac{r^2}{4}} = 0 \quad (dc=0)$$

$$\Rightarrow zc = -\frac{r}{4}$$

