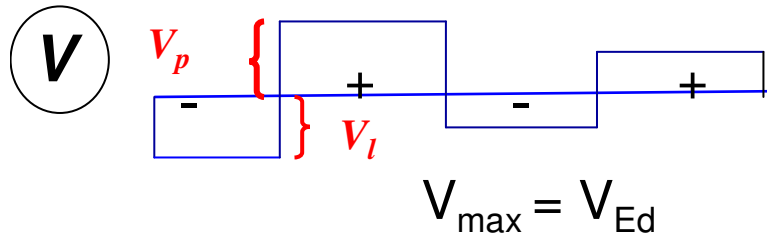
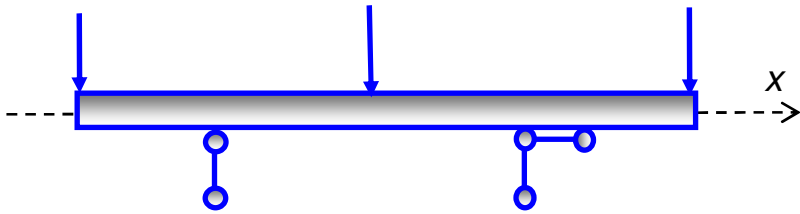


Ohyb - smyková napětí

ohýbaný nosník - $M_y \rightarrow \sigma_x$
 $- V_z \rightarrow \tau_{xz}$



Průřezové charakteristiky pro smyková napětí za ohybu jsou statický moment plochy S_y a moment setrvačnosti I_y . $\bar{S}_y = A_{\text{části}} \cdot z_T$ [m³]

$$\tau = \frac{V \cdot \bar{S}_y}{I_y \cdot b}$$

τ napětí smykové

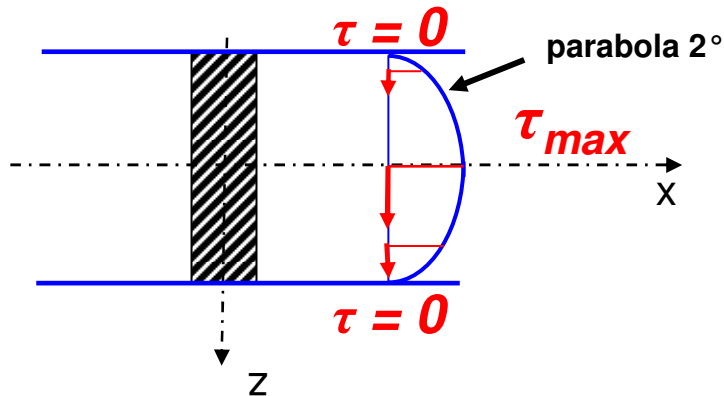
Mezní stav únosnosti – posouzení:

$$\text{ocel: } \tau_{dov} = \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} = \frac{f_{yk}}{\gamma_M \sqrt{3}} \geq \tau_{\max} = \frac{V_{Ed} \cdot \bar{S}_{y,\max}}{I_y \cdot b}$$

obecně: τ_{dov} zadáno

posouzení napětí

průběh τ_{xz} po výšce průřezu pro **obdélník**



únosnost prutu ve smyku:

$$V_{Rd} = \frac{\tau_{dov} \cdot I_y \cdot b}{S_y}$$

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

posouzení únosnosti

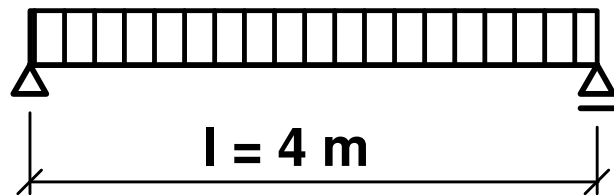
Příklad 1

- 1) Určete největší **smykové napětí** $\tau_{xz} = \tau_{zx}$ v průřezu daného nosníku.
Proveďte **posouzení** smykové **únosnosti**.
- 2) Hodnotu smykového napětí stanovte **v horní čtvrtině výšky** průřezu.

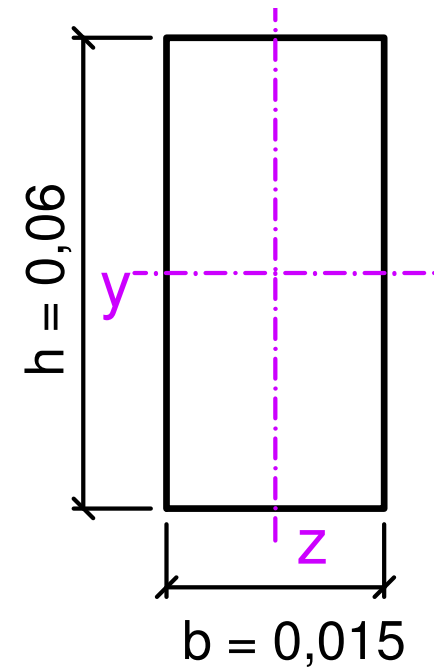
Fe360 / S235
 $\gamma_M = 1,15$

(proměnné zat., $\gamma_Q = 1,4$)

$$q_k = 25 \text{ kNm}^{-1}$$



$$V_{Ed} = 70,0 \text{ kN}$$
$$I_y = 2,7 \cdot 10^{-7} \text{ m}^4$$



Příklad 1

$$V_{Ed} = 70,0 \text{ kN}$$
$$I_y = 2,7 \cdot 10^{-7} \text{ m}^4$$

- 1) Určete největší **smykové napětí** $\tau_{xz} = \tau_{zx}$ v průřezu daného nosníku.
Proveďte **posouzení** smykové **únosnosti**.

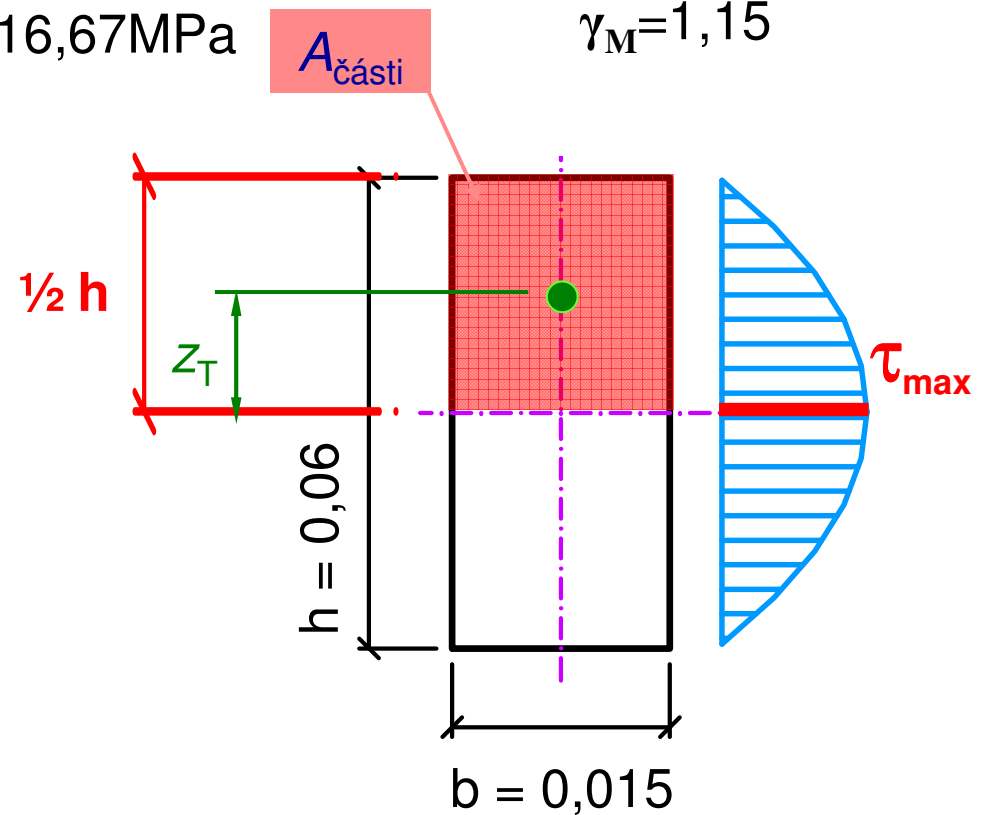
$$\tau_{max} = \tau_{zx(1/2)} = \tau_{xz(1/2)} = \frac{V_{Ed}}{I_y} \frac{\bar{S}_{y(1/2)}}{b} = 116,67 \text{ MPa}$$

Fe360 / S235
 $\gamma_M = 1,15$

$$\bar{S}_y = A_{\text{části prů}} z_T = 6,75 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$V_{Rd} = \frac{\tau_{dov} b I_y}{\bar{S}_{y(1/2)}} = 70,8 \text{ kN} > V_{Ed}$$

$$\tau_{dov} = \frac{f_{yk}}{\gamma_M \sqrt{3}}$$



Příklad 1- obecné vyjádření

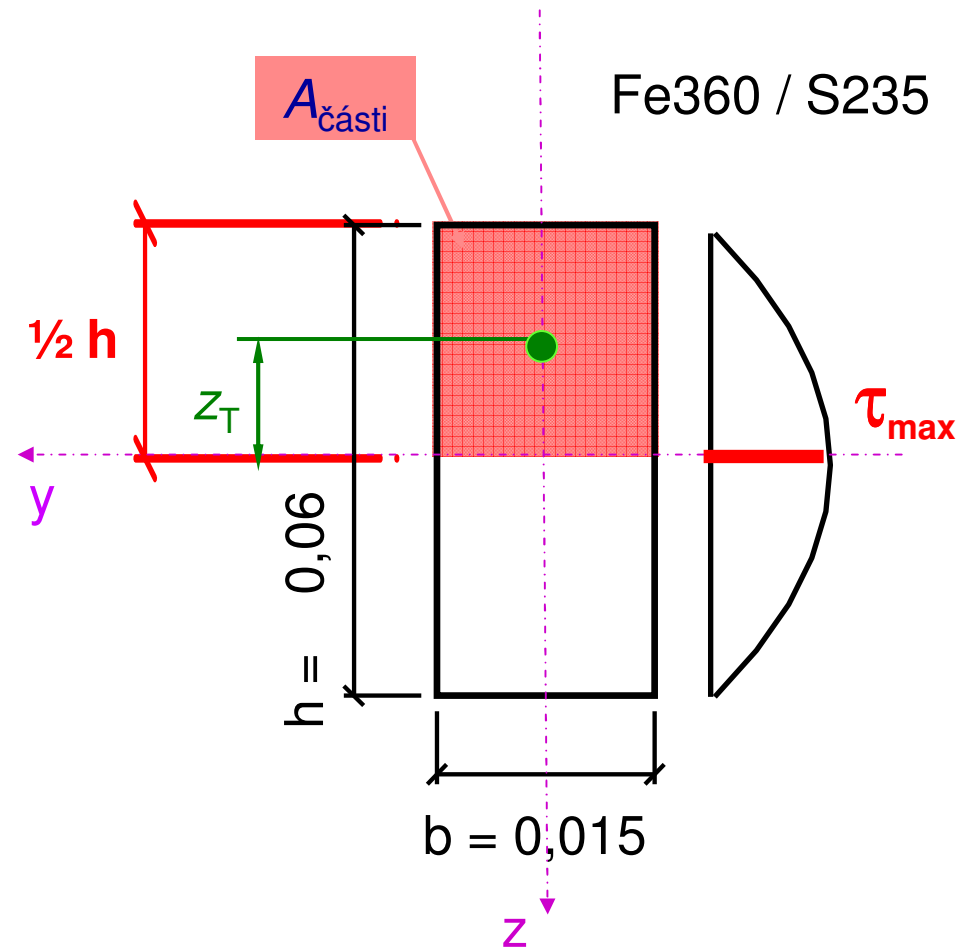
- 1) Určete největší **smykové napětí** $\tau_{xz} = \tau_{zx}$ v průřezu daného nosníku. Proveďte **posouzení** smykové **únosnosti**, odvoďte obecně vzorec pro výpočet napětí a použijte ho i pro posouzení.

$$\bar{S}_y = A_{\text{části prů}} z_T = b \cdot h / 2 \cdot h / 4$$

$$\tau_{\max} = \tau_{xz(1/2)} = \frac{V_{Ed}}{I_y} \frac{\bar{S}_y(1/2)}{b} = \frac{3 \cdot V_{Ed}}{2 \cdot A} = 116,67 \text{ MPa}$$

$$V_{Rd} = \frac{2 \cdot \tau_{dov} \cdot A}{3} = 70,8 \text{ kN} > V_{Ed}$$

$$\tau_{dov} = \frac{f_{yk}}{\gamma_M \sqrt{3}}$$



Příklad 1

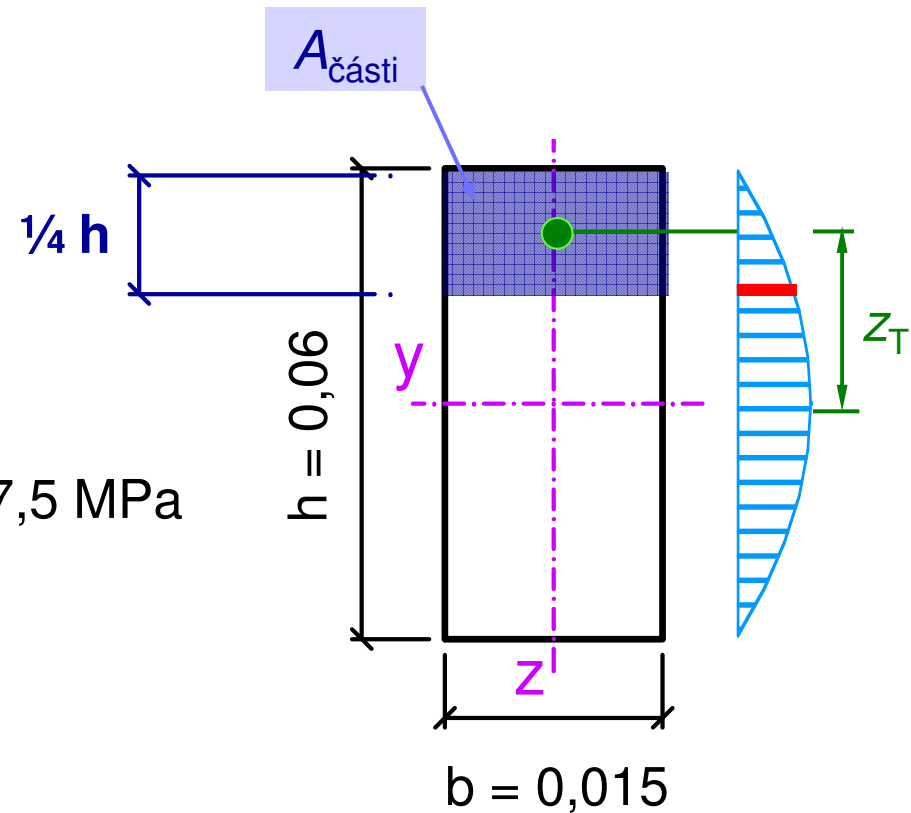
2) Hodnotu smykového napětí stanovte **v horní čtvrtině výšky** průřezu.

Fe360 / S235
 $\gamma_M=1,15$

$$\bar{S}_y = A_{\text{části prů}} z_T = 5,06 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

Číselné dosazení:

$$\tau_{zx(1/4)} = \tau_{xz(1/4)} = \frac{V_{Ed}}{I_y} \frac{\bar{S}_{y(1/4)}}{b} = 87,5 \text{ MPa}$$



Příklad 1- obecné vyjádření

- 2) Hodnotu smykového napětí stanovte **v horní čtvrtině výšky** průřezu, napětí vyjádřete obecně.

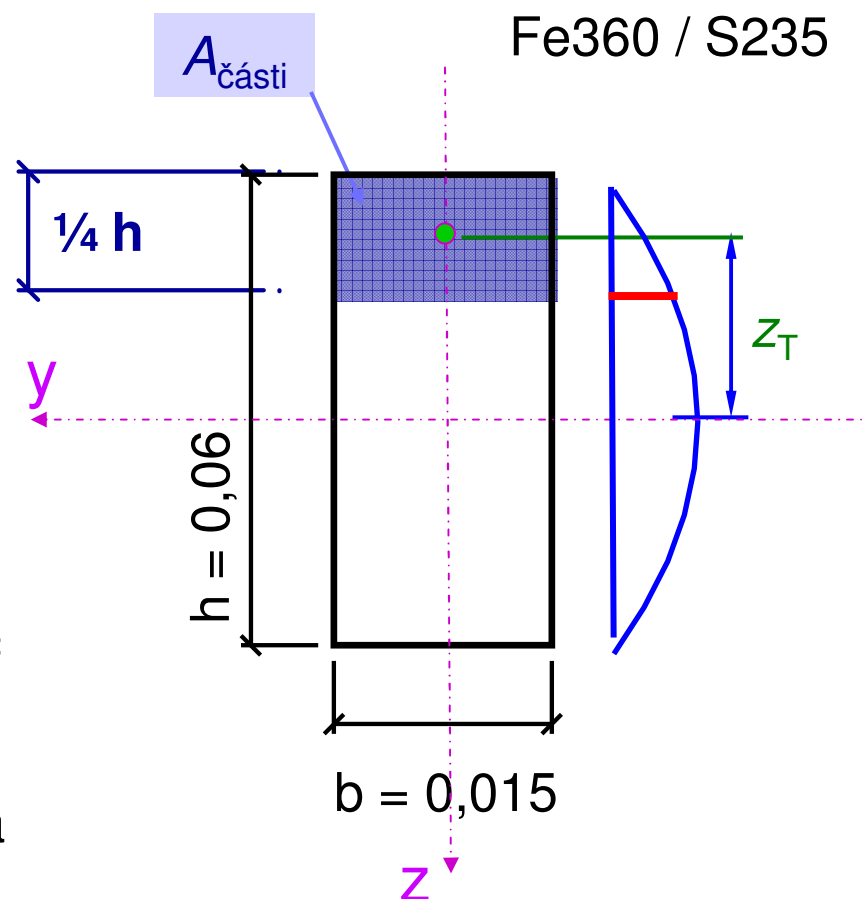
$$\bar{S}_y = A_{\text{části prú}} z_T = b \cdot h / 4 \cdot 3h / 8$$

$$\tau_{zx(1/4)} = \tau_{xz(1/4)} = \frac{V_{Ed}}{I_y} \frac{\bar{S}_{y(1/4)}}{b} =$$

Obecné dosazení:

$$\tau_{zx(1/4)} = \tau_{xz(1/4)} = \frac{V_{Ed}}{1/12 bh^3 \cdot b} \frac{3bh^2 / 32}{b} = \frac{9V_{Ed}}{8A} =$$

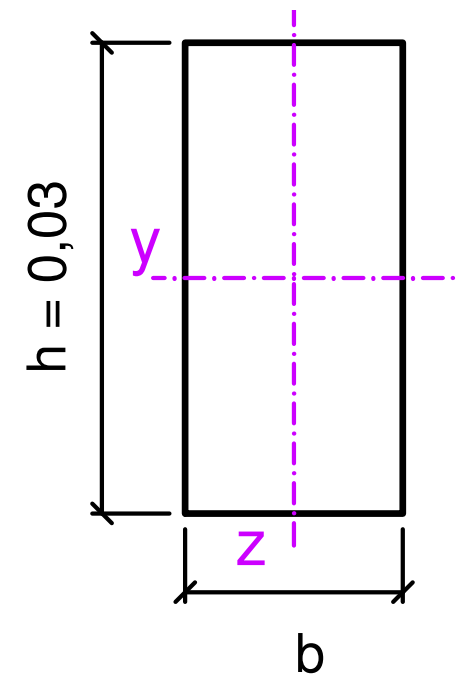
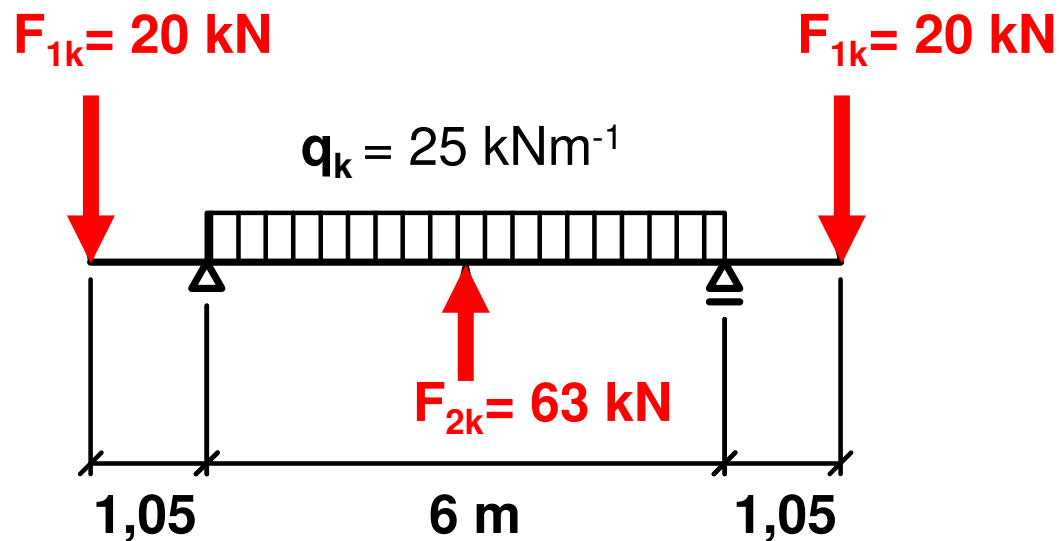
$$= 87,5 \text{ MPa}$$



Příklad 2

Navrhňte a posuďte na smyk nosník obdélníkového průřezu.
Veškeré zatížení je nahodilé, $\gamma_Q=1,4$.

Fe360 / S235
 $\gamma_M=1,15$



Příklad 2 *Zkuste řešit pomocí obecného vyjádření.*

Navrhněte a posuďte na smyk nosník obdélníkového průřezu.
Veškeré zatížení je nahodilé, $\gamma_Q=1,4$.

Fe360 / S235
 $\gamma_M=1,15$

$$\tau_{dov} = \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$\tau_{dov} = \frac{V_{Ed} \bar{S}_{y,max}}{I_{y,nut} b_{nut}}$$

$\Rightarrow b_{nut}$

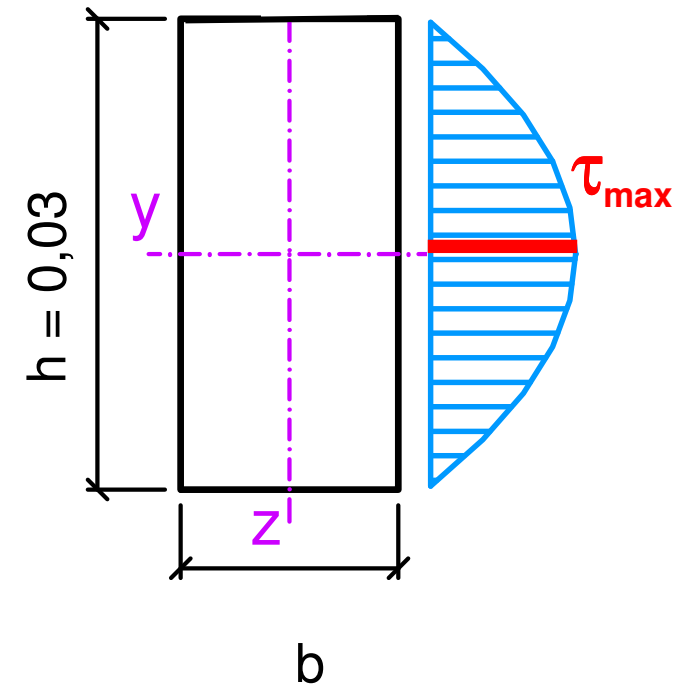
- $V_{Ed} = 60,9 \text{ kN}$
- τ_{dov}
- $b_{nut} = 0,0258 \text{ m}$
- $b_{skut} = 0,026 \text{ m}$
- $V_{Rd} = 61,35 \text{ kN}$
- $\tau_{max} = 117,12 \text{ MPa}$

$$I_{y,nut} = \frac{1}{12} b_{nut} h^3$$

$$\bar{S}_{y,max} = A \cdot z_T = \frac{h}{2} b_{nut} \frac{h}{4}$$

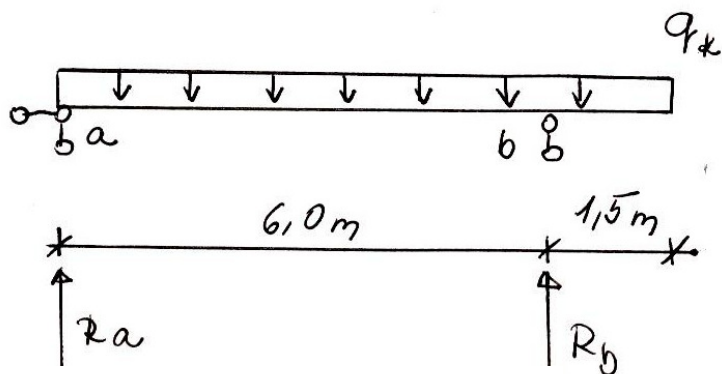
$$V_{Rd} > V_{Ed}$$

$$\tau_{max} = \frac{V_{Ed} \bar{S}_{y,max}}{I_y b}$$

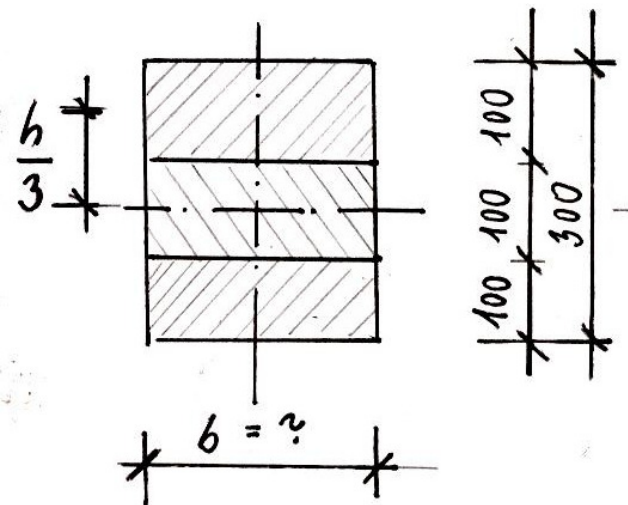


Příklad 3 - dřevěný lepený nosník - úkol

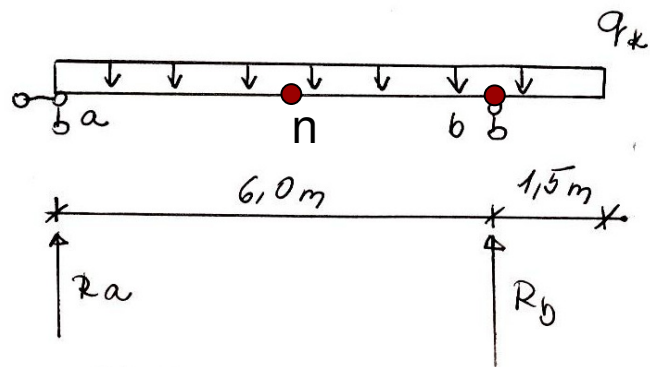
- Navrhněte z hlediska smyku dřevěný lepený nosník obdélníkového průřezu na napětí v lepené spáře, je-li $\tau_{dov,lep}$ pro lepidlo 0,5 MPa. Zatížení je nahodilé $\gamma_Q=1,4$.
- Navrhněte průřez také z hlediska maximálního napětí (na ose y), je-li návrhová pevnost dřeva ve smyku $\tau_{dov,dř} = 1,5$ MPa.
- Navrhněte nosník z hlediska maximálního normálového napětí za ohybu, je-li $f_{d,dřeva} = \sigma_{dov,dřeva} = 13,7$ MPa.
- Vyberte rozhodující hodnotu šířky průřezu a posuďte všechny tři únosnosti ($V_{Rd,lep}$, $V_{Rd,dřeva}$, $M_{Rd,dřeva}$)



$$q_k = 7,5 \text{ kN/m}$$



Vykreslit průběh V + M

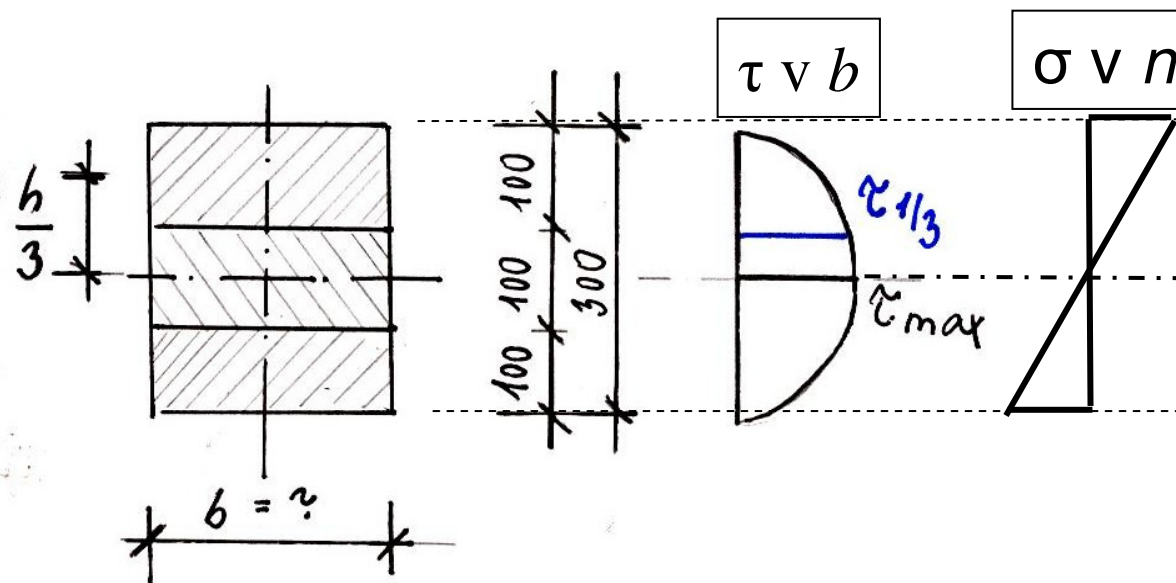
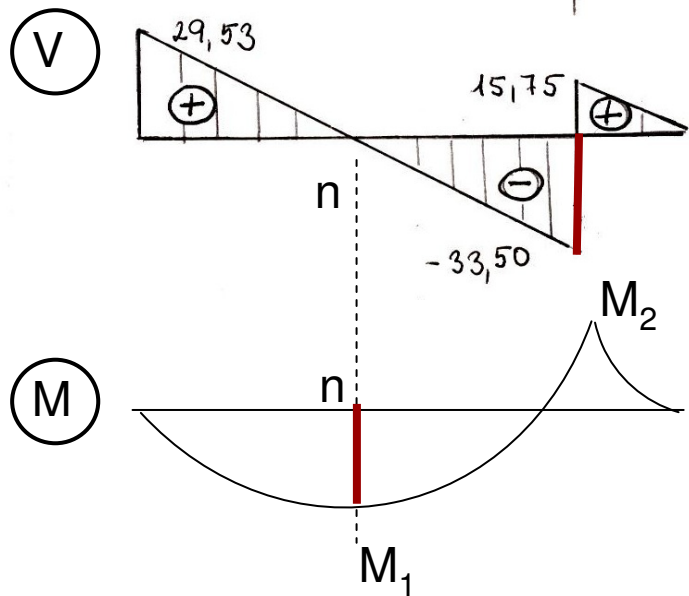


$$q_d = 7,5 \cdot 1,4 = 10,5 \text{ kN/m}$$

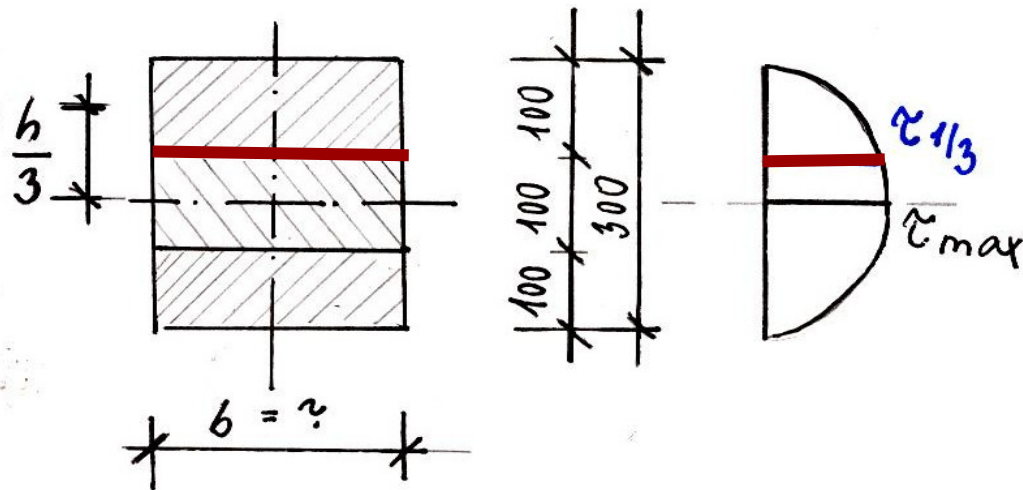
$$\underline{\underline{|V_{Ed}| = 33,5 \text{ kN}}}$$

$$|M_{Ed}| = 41,5 \text{ kNm}$$

Průběh smykového a normálového napětí po výšce průřezu b a n



Průběh smykového napětí po výšce průřezu



Výpočet statického momentu:

v 1/3 průřezu:

$$S_{y, 1/3} = \frac{b \cdot h}{3} \cdot \frac{h}{3} = \frac{b h^2}{9}$$

v 1/2 průřezu:

$$S_{y, 1/2} = \frac{b h}{2} \cdot \frac{h}{4} = \frac{b h^2}{8}$$

a) Smykové napětí v lepené spáře v bodě b

$$V_{Ed} = 33,5 \text{ kN}$$

$$\tau_{xz, 1/3} = \frac{V_{Ed} \cdot S_{\bar{y}, 1/3}}{I_y \cdot b} = \frac{V_{Ed} \cdot \frac{b h^2}{9}}{\frac{1}{12} b h^3 \cdot b}$$

$$\Rightarrow b_{nut} = \frac{4 \cdot V_{Ed}}{\tau_{xz} \cdot 3 \cdot h} = \frac{4 \cdot 33,5 \cdot 10^3}{0,5 \cdot 3 \cdot 300} = 297,8 \text{ mm}$$

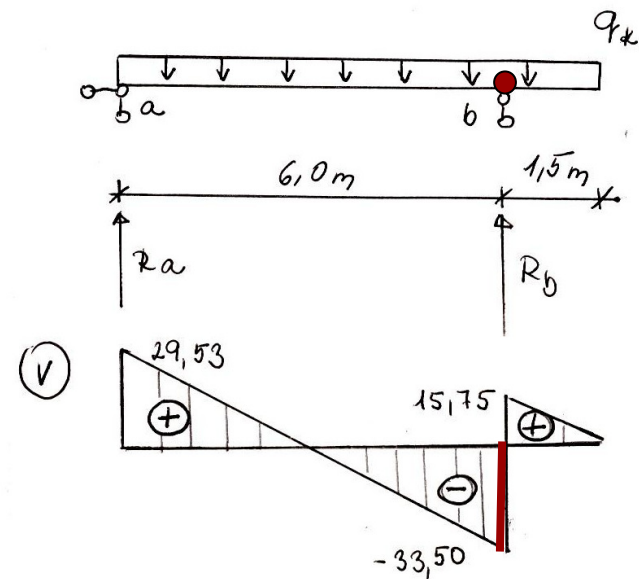
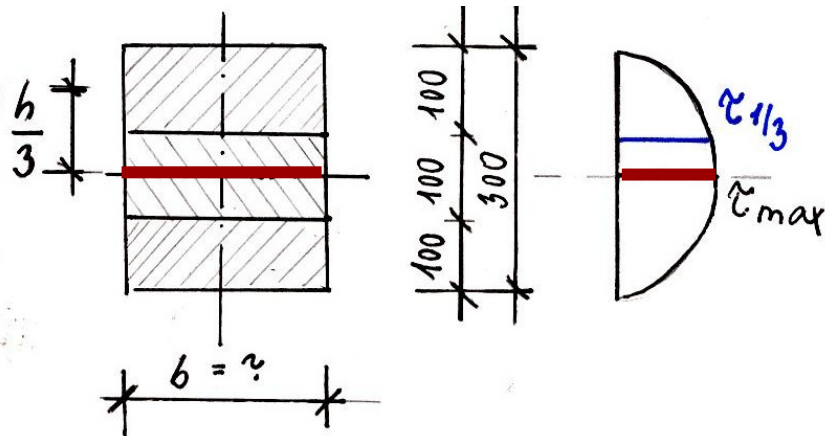
$\tau_{dov, lepidla}$

b) Maximální smykové napětí (v těžišti průřezu) v bodě b

$$V_{Ed} = 33,5 \text{ kN}$$

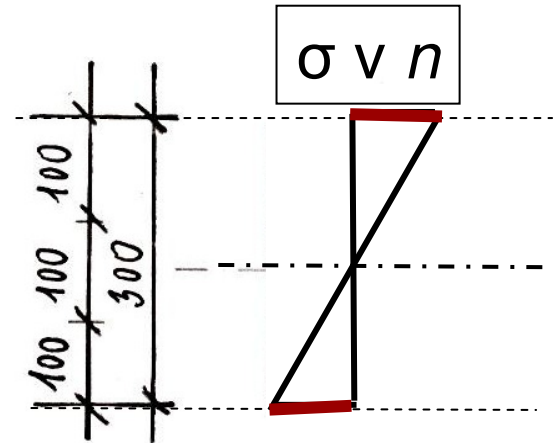
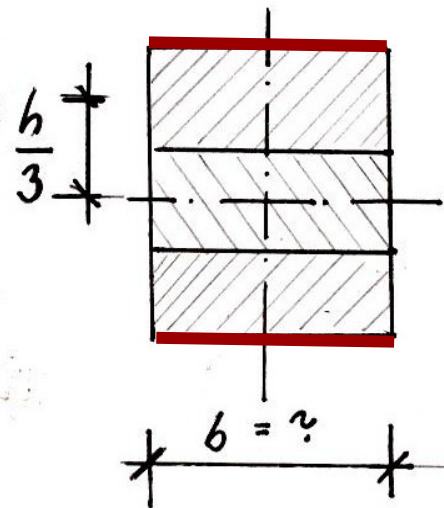
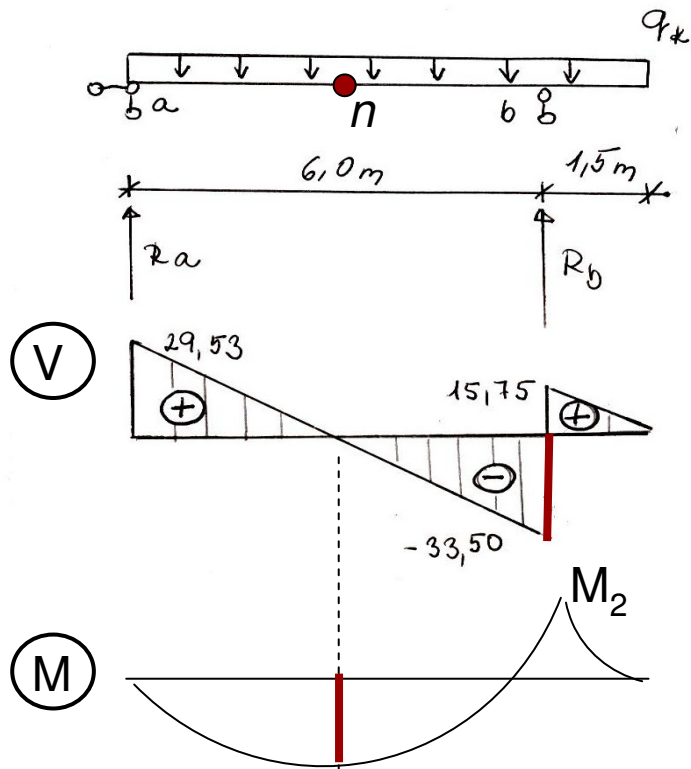
$$\tau_{xz, 1/2} = \frac{V_{Ed} \cdot S_{\bar{y}, 1/2}}{I_{yV} \cdot b} = \frac{V_{Ed} \cdot \frac{b h^2}{8}}{\frac{1}{12} b h^3 \cdot b} = \frac{3 V_{Ed}}{2 b \cdot h} =$$

$$\Rightarrow b_{nut} = \frac{3 \cdot V_{Ed}}{2 \cdot h \cdot \tau_{dov, dř}} = 112 \text{ mm}$$



c) maximální normálové napětí v nebezpečném průřezu n

$$M_{Ed} = 41,5 \text{ kNm}$$



$$\sigma_x = \frac{M_{Ed}}{W_y} = \frac{M_{Ed}}{\frac{1}{6}bh^2} \Rightarrow b_{nut} = \frac{6 \cdot M_{Ed}}{h^2 \cdot \sigma_{dov, d\check{r}}} = 202 \text{ mm}$$

Návrh průřezu $b = 300 \text{ mm}$

Posouzení únosností:

$$V_{Rd,lep} = \frac{3 \cdot b \cdot h \cdot \tau_{dov,lep}}{4} = 33,75 \text{ kN} \geq V_{Ed} = 33,5 \text{ kN} \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

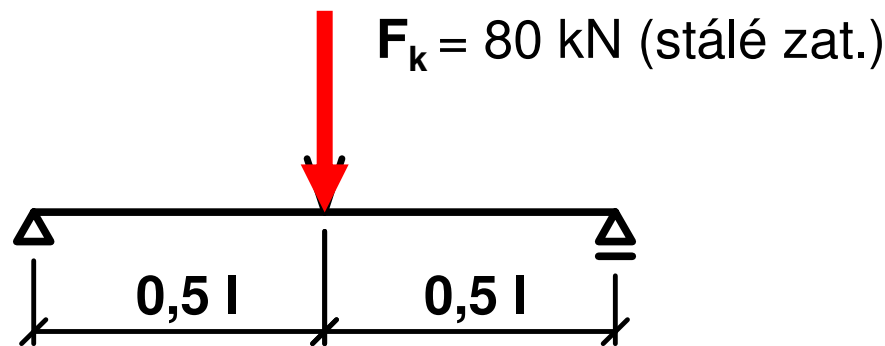
$$V_{Rd,dř} = \frac{2 \cdot b \cdot h \cdot \tau_{dov,dř}}{3} = 90,0 \text{ kN} \geq V_{Ed} = 33,5 \text{ kN} \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$M_{Rd,dř} = \frac{b \cdot h^2 \cdot \sigma_{dov,dř}}{6} = 61,65 \text{ kNm} \geq M_{Ed} = 41,55 \text{ kNm} \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

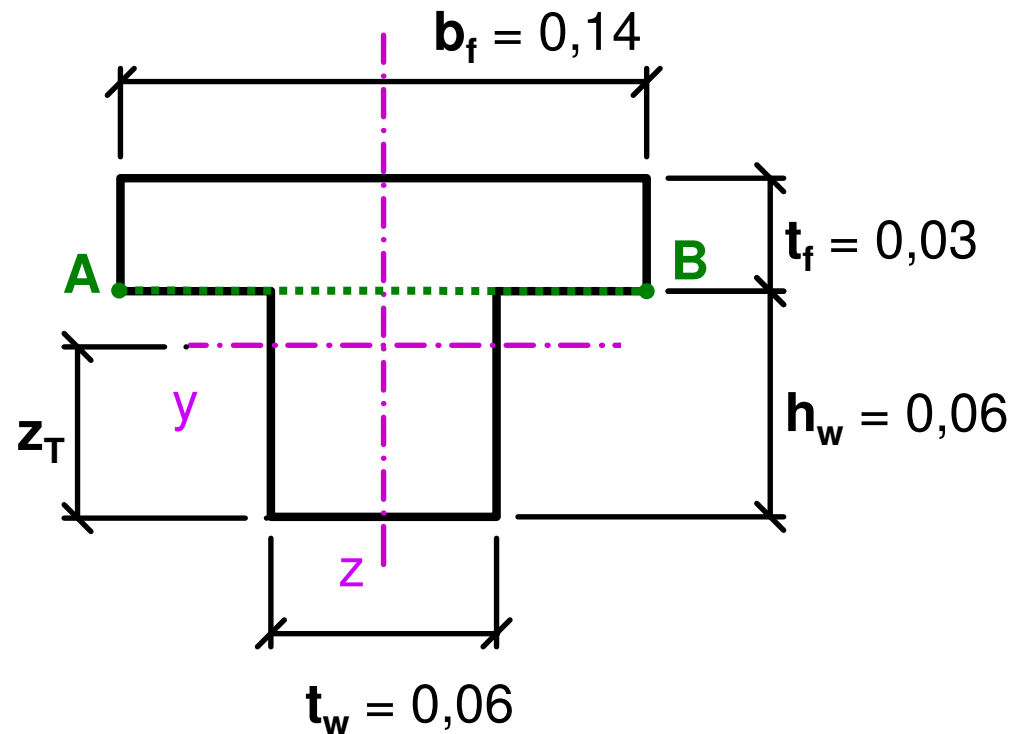
Příklad 4

Posudte smykovou únosnost nosníku tvořeného masivním T průřezem.
Určete smykové napětí v řezu A – B.

Fe360 / S235

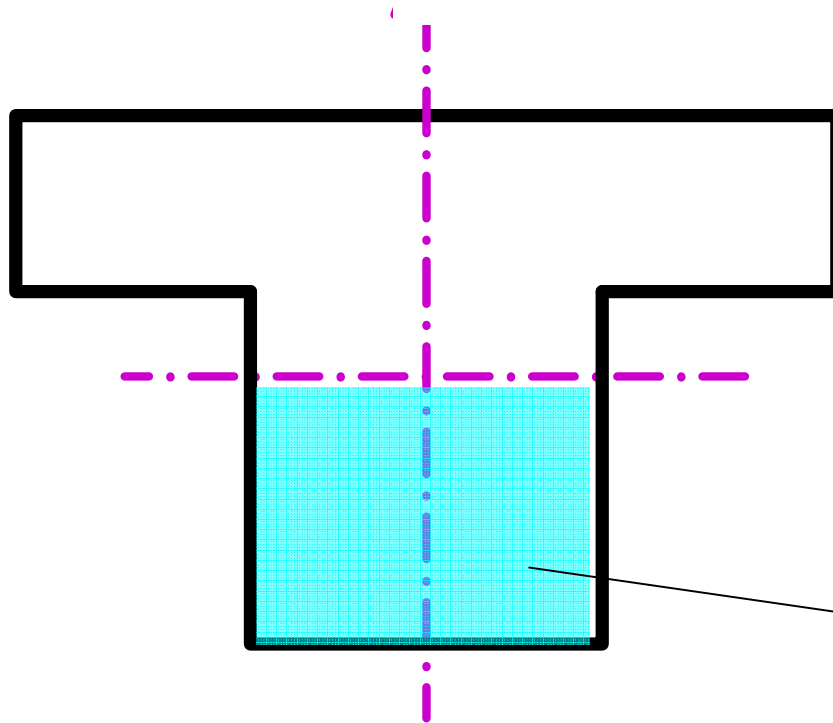


- $V_{Ed} = 48,0 \text{ kN}$
- Těžiště
- Moment setrvačnosti $I_y = 5,32 * 10^{-6} \text{ m}^4$
- $S_{y_{max}} = 8,823 * 10^{-5} \text{ m}^3$
- $V_{Rd} = 426,8 \text{ kN}$
- S_y v řezu A-B = $8,7234 * 10^{-5} \text{ m}^3$
- Výpočet smykových napětí
- $\tau_{max} = 13,27 \text{ MPa}$, $\tau_{AB,f} = 5,62 \text{ MPa}$, $\tau_{AB,w} = 13,12 \text{ MPa}$



Příklad 4

Posud'te smykovou únosnost nosníku tvořeného masivním T průřezem.
Určete smykové napětí v řezu A – B.



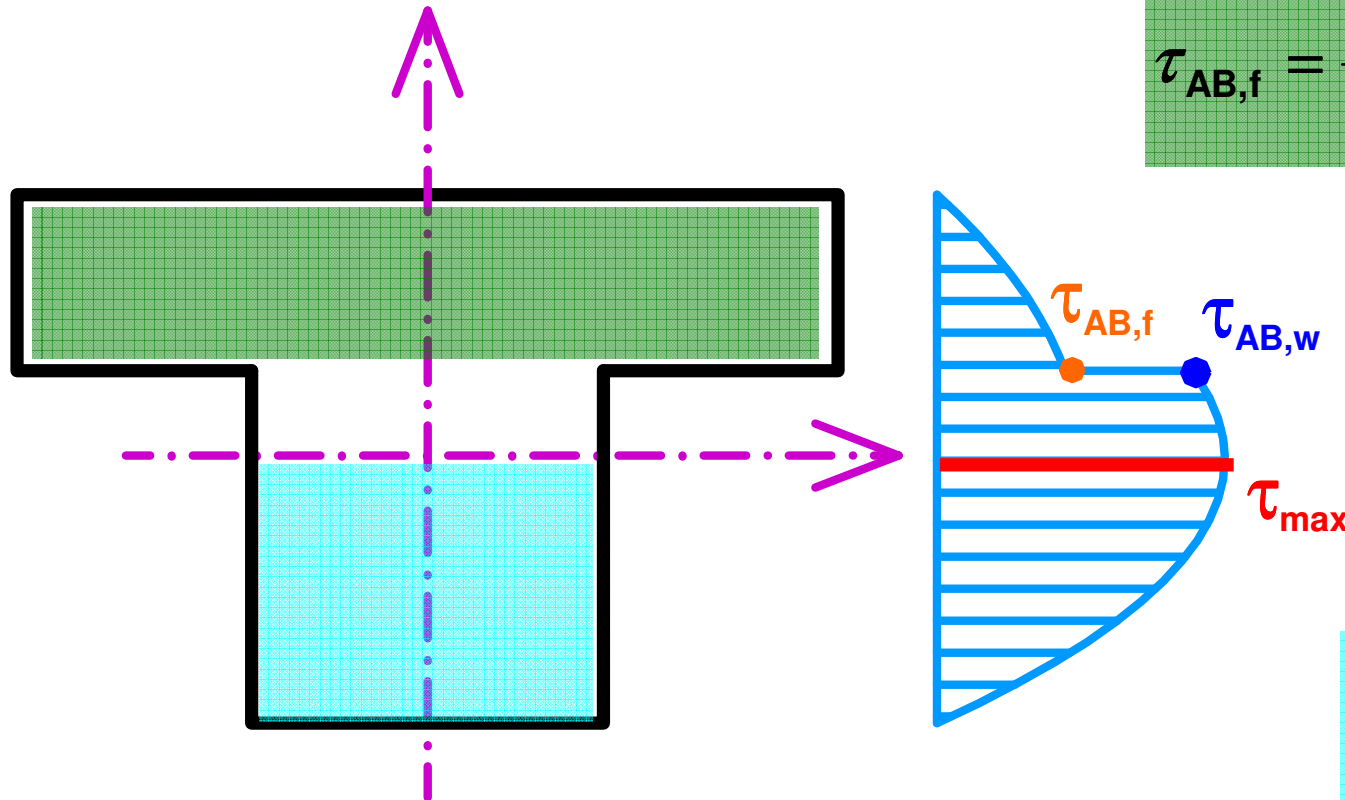
$$V_{Rd} = \frac{\tau_{dov} b I_y}{\bar{S}_{y \max}}$$

$$V_{Rd} \geq V_{Ed} ?$$

Ačásti – (pod řezem)

Příklad 4

Posudte smykovou únosnost nosníku tvořeného masivním T průřezem.
Určete smykové napětí v řezu A – B.



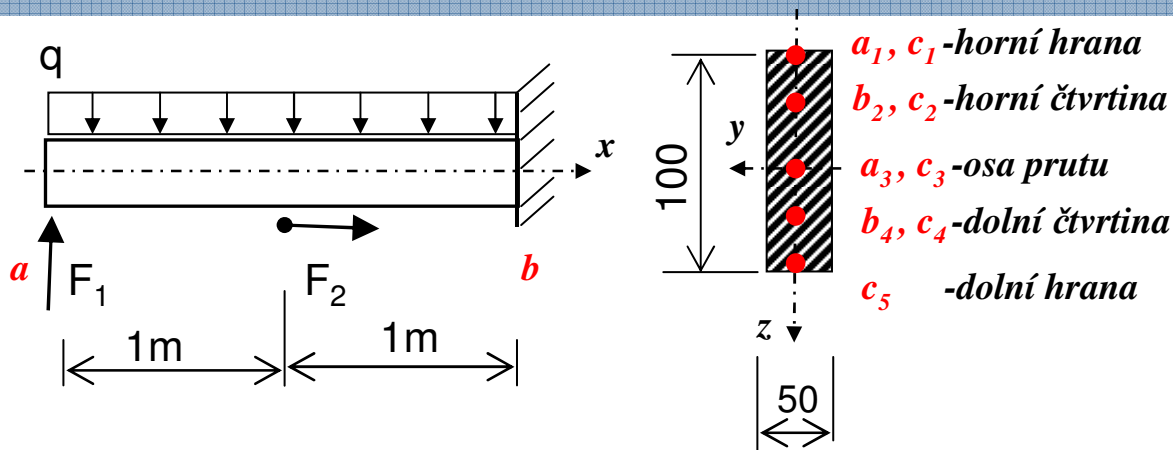
$$\tau_{AB,f} = \frac{V_{Ed}}{I_y} \frac{\bar{S}_{y,AB}}{b_f}$$

$$\tau_{AB,w} = \frac{V_{Ed}}{I_y} \frac{\bar{S}_{y,AB}}{t_w}$$

$$\tau_{max} = \frac{V_{Ed}}{I_y} \frac{\bar{S}_{y,max}}{t_w}$$

Příklad 5

úkol – určete všechna napětí v a, b, c
v zadaných místech (*v bodě c je $V=0 \rightarrow \tau=0$*)



$$g_d = 10 \text{ kNm}^{-1}$$

$$F_{1d} = 7,5 \text{ kN}$$

$$F_{2d} = 10 \text{ kN}$$

*místo c je v
nebezpečném
průřezu n, kde $V=0$*

U daného nosníku vyřešte:

- Statický rozbor
- Průběhy N, V, M
- Hodnoty napětí v daných bodech (včetně názvu a jednotek) od všech vnitřních sil, které jsme dosud probírali
- Pokud jdou napětí sečíst, sečtěte
- Průběhy napětí vykreslete a vyznačte počítanou hodnotu
- Vyznačte polohu neutrálné osy ve všech třech místech a, b, c
- Zadané body: a_1, a_3, b_2, b_4 , v místě c (M_n) ve všech úrovních 1-5