

PŘÍKLAD Č. 5

ČLENĚNÝ PRUT SE DVĚMA DÍLČÍMI PRUTY SPOJENÝMI VLOŽKAMI

SLOUP : $l = 4200 \text{ mm}$

C22

$l_1 = 770 \text{ mm}$

$l_2 = 360 \text{ mm}$

NAVROVÁ SÍLA $F_{ed} = N_{ed} = 130 \text{ kN}$

PŘEDPOKLADY VÝPOČTU:

- jedná se o prut se dvěma dílčími pruty spojenými vločkami - rámový prut (obecně může být ze dřeva, tzn. mletý či dřevěný dílčí prut)
- průřezy jsou symetrické podle osy o
- počet volných polí je alespoň 3 (spojení alespoň na koncích a ve třetinách)
- volná vzdálenost mezi dílčími pruty - pro pruty s vločkami

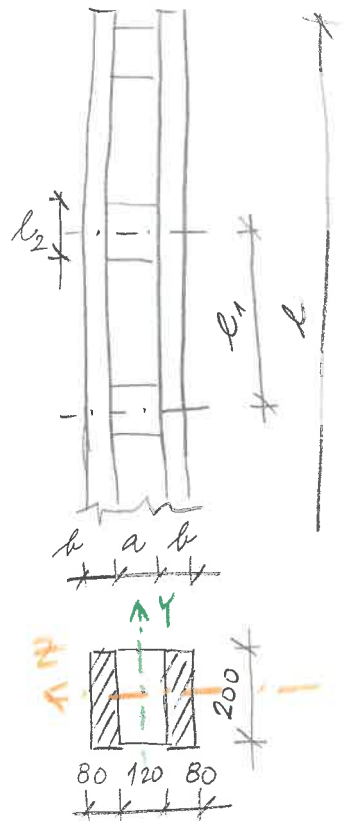
$$a = 120 \text{ mm} \leq 3b = 3 \cdot 80 = 240 \text{ mm}$$

($a \leq 6b$ pro pruty s rámovými spoji)

- správné provedení, rámové spoje a vločky se navrhnou na kmitání

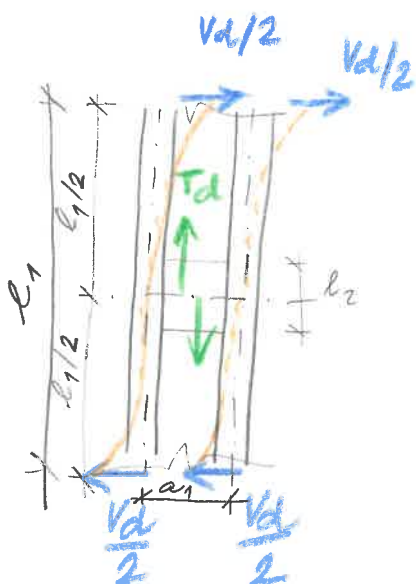
$$V_d = \begin{cases} \frac{F_{ed}}{120 k_e} & \text{pro } \lambda_{ef} < 30 \\ \frac{F_{ed} \cdot \lambda_{ef}}{3600 \cdot k_e} & \text{pro } 30 \leq \lambda_{ef} < 60 \\ \frac{F_{ed}}{60 k_e} & \text{pro } 60 \leq \lambda_{ef} \end{cases}$$

$$T_d = \frac{V_d \cdot l_1}{a_1}$$



OZNAČENÍ HL. OS PRŮŘEZU JE PODLE EC5

DEFORMACE ELEMENTU PRUTU



- délka sločky vyhovuje podmínce $\frac{l_2}{a} = \frac{360}{120} = 3 > 1,5$
($\leftarrow$ dostatečná obzbova' sáhosa sločky nebo rámosé spojky)
- u spojích jsou alespoň 4 hřebíky nebo 2 srovnítý a hmoždíky u každé rovině stříhu
- u hřebíkových spojů jsou alespoň 4 hř u řadě ka ubou u podélném směru na každém konci stačeného prutu
- délka rámosých spojů vyhovuje podmínce $l_2/a \geq 2$
- na pruty působí centriclá osova' natížením

VÝBOČENÍ PRUTU $\perp$ na OSU Z ($\perp$ na hmožnou osu)

ÚVOSNOST PRUTU = SOUČET ÚVOSNOSTÍ JEDNOTLIVÝCH PRUTŮ
(PRUT PŮSOBÍ JAKO CELISTVÝ)

$$L_{a,k} = l = 4200 \text{ mm}, \quad i_k = 57,7 \text{ mm}$$

$$\lambda_k = \frac{L_{a,k}}{i_k} = \frac{4200}{57,7} = 72,7 \rightarrow \lambda_{rel,k} = \frac{\lambda_k}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = 1,264$$

$\begin{matrix} 20 \\ \swarrow \\ \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} \\ \nearrow \\ 6700 \end{matrix}$

$$k_{0,k} = 0,50$$

$$k_k = 1,40$$

$$f_{c,0,d} = 13,8 \text{ MPa} \quad (k_{mod} = 0,9; f_{c,0,k} = 20 \text{ MPa}; \gamma_M = 1,3)$$

Návrhové napětí: $\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{c,d}}{A} = \frac{130 \cdot 10^3}{32000} = 4,06 \text{ MPa}$

$$A = 2 \cdot 80 \cdot 200 = 32000 \text{ mm}^2$$

Podmínka:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{0,k} \cdot f_{c,0,d}} = \frac{4,06}{0,5 \cdot 13,8} = 0,588 < 1,0 \text{ vyhovuje}$$

$$k_k = 0,5 (1 + 0,2 (\lambda_{rel,k} - 0,3) + \lambda_{rel,k}^2)$$

$$k_{0,k} = 1 / (k_k + \sqrt{k_k^2 - \lambda_{rel,k}^2})$$

VÝPOČET PRUTU VE SMĚRU OSY Z (KOLMO NA NEHMOTNOU OSU Y-Y)

- * - vliv smykových sil na světovém průřezu (přerůz)
- vliv poddajnosti spojení dílců díla

* vyšší se šiklost (tím se to více vyjádří)

ŠIKLOST PRUTU S VVÁŽENÍM VLIVU SMYKU:

$$\lambda_{ef} = \sqrt{\lambda^2 + \lambda_1^2}$$

šiklost prutu jako celistvého prutu — šiklost vyjadřující vliv smykových sil na světovém deformaci

+ vliv poddajnosti spojení

$$\lambda_{ef} = \sqrt{\lambda^2 + \eta \frac{n}{2} \lambda_1^2}$$

λ je šiklostní poměr pro celistvý kláčený prut se stejnou délkou, stejnou plochou (A_{kl}) a stejným momentem setrvačnosti (I_{kl})

$$\lambda = l \cdot \sqrt{A_{kl} / I_{kl}}$$

$$A_{kl} = 2 \cdot 80 \cdot 200 = 32000 \text{ mm}^2$$

$$I_{kl} = \frac{b \cdot [(2h+a)^3 - a^3]}{12} = \frac{200 [(2 \cdot 80 + 120)^3 - 120^3]}{12}$$

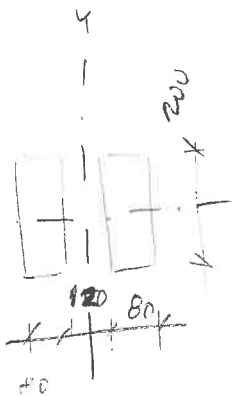
$$I_{kl} = 337 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

(DOPLNIT VZOREC PRO 3 DÍLY)

$$\lambda = l \cdot \sqrt{\frac{A_{kl}}{I_{kl}}} = 4200 \cdot \sqrt{\frac{32000}{337 \cdot 10^6}} = 40,9$$

$$\lambda_1 = \sqrt{12} \cdot \frac{l_1}{h} = \sqrt{12} \cdot \frac{770}{80} = 33,3 \quad (\lambda_1 \geq 30)$$

$$n = 2 \text{ (počet dílců prutu)}$$



η ... k tabulky (pro kování střední a kratšího
spojení hřebíky $\eta = 3$)

$$\lambda_{ef} = \sqrt{\lambda^2 + \eta \cdot \frac{\pi}{2} \cdot \lambda_1^2} = \sqrt{40,9^2 + 3 \cdot \frac{\pi}{2} \cdot 33,3^2} = 70,7$$

Součinitel vyčerpání $k_c = k_{c,y}$ se stanoví
stejným způsobem jako pro celistvé pruty.

V našem případě $\lambda_{ef} = 70,7 < \lambda_k = 72,7$

součinitel k_c ale potřebujeme pro výpočet
spojení dílčích částí prutu ty. je jasné, že podmínka $\frac{\sigma_{cp,d}}{k_c \cdot f_{ct,d}} < 1$ vyhoví

$$k_c = 0,55$$

$$\lambda_{ef} = 70,7 > 60$$

$$V_d = \frac{F_{c,d}}{60 k_c} = \frac{130}{60 \cdot 0,55} = 3,94 \text{ kN} \quad \left(\text{ty. přibližně } 3\% \text{ k původní kované síle} \right)$$

Podélná smyková síla

$$T_d = \frac{V_d \cdot l_1}{a_1} = \frac{3,94 \cdot 770}{200} = 15,2 \text{ kN}$$

$$a_1 = 2 \cdot 40 + 120 = 200 \text{ mm}$$

Sílu T_d musí přenést spoje (v každé páře)

• Obecně je nutné posoudit i vliv ohybového
momentu $M_d = T_d \cdot \frac{a_1}{2}$

dle DIN 1052 pro poměr $\frac{a}{h} < 2,0$ není nutné

v příkladě 5: $\frac{a}{h} = \frac{120}{80} = 1,5 < 2,0$