



Téma:

NAVRHOVÁNÍ DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ DLE ČSN EN 1995-1-1, TLAČENÝ PRUT – řešený příklad

Vypracoval/a: **Ing. Roman Rázl**

TENTO PROJEKT JE SPOLUFINANCOVÁN EVROPSKÝM SOCIÁLNÍM
FONDEM A STÁTNÍM ROZPOČTEM ČESKÉ REPUBLIKY.

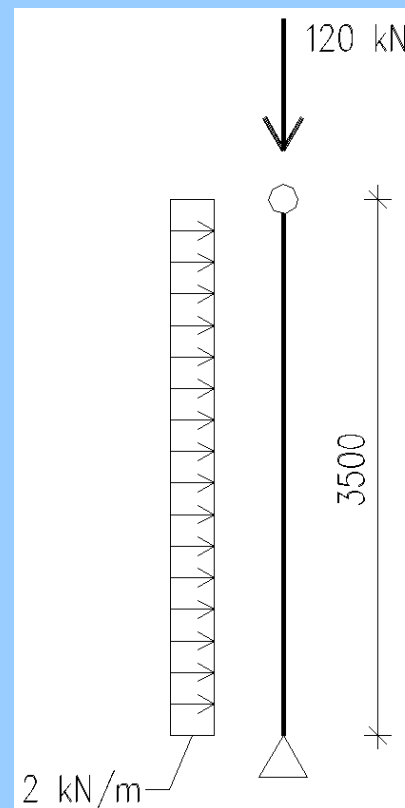
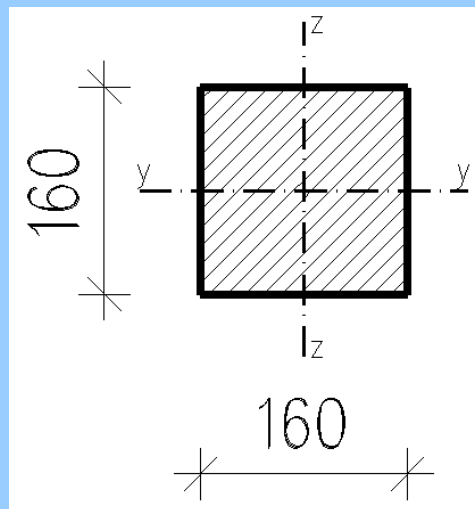


**OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost**

Řešený příklad

– posouzení tlačného prutu na vzpěr a ohyb

Kloubově uložený prut čtvercového průřezu 160 x 160 mm, délky 3,5m je zatížen návrhovou silou 120 kN (dlouhodobou) a návrhovým příčným rovnoměrným zatížením 2 kNm⁻¹ (krátkodobým). Prut je z rostlého jehličnatého dřeva třídy S10 a je zabudován ve třídě prostředí 1.



Požadavky dle ČSN EN 1995-1-1:

MSÚ:

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}}$$

$$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}}$$

$\lambda_{rel,y}$, $\lambda_{rel,z}$ – poměrný štíhlostní poměr k ose y, z

λ_y , λ_z – štíhlostní poměr k ose y, z

$f_{c,0,k}$ – charakteristická pevnost v tlaku

$E_{0,05}$ - 5% kvantil modulu pružnosti

Pokud $\lambda_{rel,y} < 0,3$ a současně $\lambda_{rel,z} < 0,3$, mají být splněny podmínky:

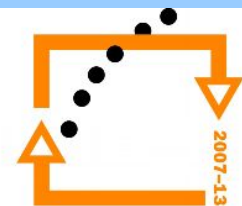
$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

Hodnota součinitele k_m se uvažuje:

pro obdélníkové průřezy: $k_m = 0,7$

pro ostatní průřezy: $k_m = 1,0$



$\sigma_{c,0,d}$ – návrhové napětí v tlaku rovnoběžně s vlákny

$\sigma_{m,d}$ – návrhové napětí za ohybu vyvolané jakýmkoliv příčným zatížením

$f_{c,0,d}$ – návrhová pevnost v tlaku rovnoběžně s vlákny

$f_{m,d}$ – návrhová pevnost v ohybu

Ve všech ostatních případech mají být splněny podmínky:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

Hodnota součinitele β se uvažuje:
pro rostlé dřevo: $\beta = 0,2$
pro lepené lamelové dřevo: $\beta = 0,1$

kde

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}}$$

$$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}}$$

$$k_y = 0,5 + \left[1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2 \right]$$

$$k_z = 0,5 + \left[1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2 \right]$$

Parametry pevnosti a tuhosti:

$f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$	- charakteristická pevnost v ohybu
$F_{c,0,k} = 21 \text{ Mpa}$	- charakteristická pevnost v tlaku
$E_{0,05} = 7400 \text{ MPa}$	- 5% kvantil modulu pružnosti

Návrhové pevnosti v ohybu a v tlaku:

$$f_{m,d} = k_{\text{mod}} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0,9 \cdot \frac{24}{1,3} = 16,62 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,d} = k_{\text{mod}} \cdot \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_M} = 0,9 \cdot \frac{21}{1,3} = 14,54 \text{ MPa}$$

k_{mod} – modifikační součinitel pro třídu vlhkosti a trvání zatížení

γ_M – dílčí součinitel vlastností materiálů

Sloup je čtvercového průřezu → štíhlost v obou směrech stejná → uvedené požadavky se zjednodušují:

Normálová napětí v ohybu a v tlaku:

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_d}{W_{el}} = \frac{\frac{1}{8} \cdot q_d \cdot l^2}{\frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2} = \frac{6 \cdot q_d \cdot l^2}{8 \cdot b \cdot h^2} = \frac{6 \cdot 2,0 \cdot 3500^2}{8 \cdot 160 \cdot 160^2} = 4,49 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_d}{A} = \frac{120 \cdot 10^3}{160 \cdot 160} = 4,69 \text{ MPa}$$

Štíhlostní poměry:

$$\lambda = \frac{l_{ef}}{i} = \frac{3500}{0,289 \cdot 160} = 75,7$$

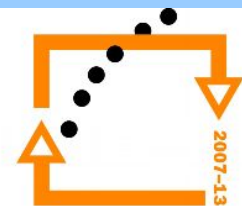
$$\lambda_{rel} = \frac{\lambda}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{75,7}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{21}{7400}} = 1,284$$

Součinitel vzpěrnosti:

$$k = 0,5 + \left[1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2 \right]$$

$$k = 0,5 + \left[1 + 0,2 \cdot (1,284 - 0,3) + 1,284^2 \right] = 1,423$$

$$k_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2}} = \frac{1}{1,423 + \sqrt{1,423^2 - 1,284^2}} = 0,491$$



Posouzení – vzpěr a ohyb:

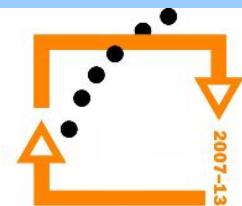
$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$\frac{4,69}{0,491 \cdot 14,54} + \frac{4,49}{16,62} \leq 1$$

$$0,93 < 1 \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

Závěr:

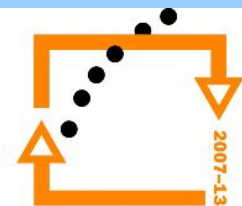
Nosník na vzpěr a ohyb vyhovuje.



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

Literatura:

- ČSN EN 1995-1-1 (73 1701) Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla – Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, Český normalizační institut, Praha, prosinec 2006
- ČSN EN 338 (73 1711) Konstrukční dřevo – Třídy pevnosti, Český normalizační institut, Praha, říjen 2003
- ČSN EN 1912 (73 1713) Konstrukční dřevo – Třídy pevnosti – Přiřazení vizuálních tříd jakosti a dřevin, Český normalizační institut, Praha, srpen 2008



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost