Téma:

NAVRHOVÁNÍ DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ DLE ČSN EN 1995-1-1,

OHYB – klopení není bráněno – řešený příklad

Vypracoval: **Ing. Roman Rázl**

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

Řešený příklad
– posouzení stropního nosníku na ohyb

Prostě podepřený nosník obdélníkového průřezu 70 x 240 mm, o rozpětí 4,0 m je zatížen návrhovým rovnoměrným zatížením 4,0 kNm^{-1} (střednědobým). Nosník je z rostlého jehličnatého dřeva třídy C24 a je zabudován ve třídě provozu 1. Nosník není zajištěn proti příčné a torzní nestabilitě.

2007–13
OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

Požadavky dle ČSN EN 1995-1-1:

Podmínka únosnosti:

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

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

$\sigma_{m,y,d}$, $\sigma_{m,z,d}$ – návrhová napětí v ohybu k hlavním osám

$f_{m,y,d}$, $f_{m,z,d}$ – návrhové pevnosti v ohybu k hlavním osám

Hodnota součinitele k_m se uvažuje takto:

- pro obdélníkové průřezy: $k_m = 0,7$
- pro ostatní průřezy: $k_m = 1,0$

OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost

Podmínka stability:

$$\sigma_{m,d} \leq k_{crit} \cdot f_{m,d}$$

$\sigma_{m,d}$– návrhové napětí v ohybu k ose větší tuhosti

$f_{m,d}$ – návrhová pevnost v ohybu k hlavní ose

k_{crit} – součinitel, který bere v úvahu redukovanou pevnost v ohybu v důsledku příčné a torzní nestability

2007–13
OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

$$k_{crit} = \begin{cases} 1 & pro \quad \lambda_{rel,m} \le 0{,}75 \\ 1{,}56 - 0{,}75 \cdot \lambda_{rel,m} & pro \quad 0{,}75 < \lambda_{rel,m} \le 1{,}4 \\ \dfrac{1}{\lambda_{rel,m}^2} & pro \quad 1{,}4 < \lambda_{rel,m} \end{cases}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}}$$

$\lambda_{rel,m}$ – poměrná štíhlost v ohybu

$\sigma_{m,crit}$ – kritické napětí v ohybu, vypočtené podle klasické teorie stability s hodnotami 5% kvantilu tuhosti

$f_{m,k}$ – charakteristická hodnota pevnosti v ohybu k hlavní ose

2007–13
OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

$$\sigma_{m,crit} = \frac{M_{y,crit}}{W_y} = \frac{\pi\sqrt{E_{0,05} \cdot I_z \cdot G_{0,05} \cdot I_{tor}}}{l_{ef} \cdot W_y}$$

$E_{0,05}$ – hodnota 5% kvantilu modulu pružnosti rovnoběžně s vlákny
$G_{0,05}$ – hodnota 5% kvantilu modulu pružnosti ve smyku rovnoběžně s vlákny
I_z – moment setrvačnosti k ose menší tuhosti *z*
I_{tot} – moment setrvačnosti v kroucení
l_{ef} – účinná délka nosníku závislá na podmínkách uložení
W_y – průřezový modul k ose větší tuhosti *y*

Pro celistvý obdélníkový průřez z jehličnatého dřeva se $\sigma_{m,crit}$ má uvažovat takto:

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 \cdot b^2}{h \cdot l_{ef}} \cdot E_{0,05}$$

b – šířka nosníku
h – výška nosníku

OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost

POSOUZENÍ:
Podmínka únosnosti:

Zatížení stropního nosníku je zadáno pouze ve směru osy z. Uvedené požadavky se tak zjednodušují:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1 \quad \approx \quad \frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

2007–13
OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

Parametry pevnosti a tuhosti:

$f_{m,k}$ = 24 MPa - charakteristická pevnost v ohybu

$E_{0,05}$ = 7400 MPa - 5% kvantil modulu pružnosti

Návrhová pevnost v ohybu:

$$f_{m,d} = k_{\mathrm{mod}} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_M}$$

$$f_{m,d} = 0{,}8 \cdot \frac{24}{1{,}3} = 14{,}77\ MPa$$

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

γ_M – dílčí součinitel vlastností materiálů

Normálová napětí za ohybu:

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_d}{W_{el}} = \frac{\frac{1}{8} \cdot q_d \cdot l^2}{\frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2} = \frac{6 \cdot q_d \cdot l^2}{8 \cdot b \cdot h^2}$$

2007–13
OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

$$\sigma_{m,d} = \frac{6 \cdot 4{,}0 \cdot 4000^2}{8 \cdot 70 \cdot 240^2} = 11{,}9\ MPa$$

Posouzení:

$$\frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$\frac{11{,}9}{14{,}77} \leq 1$$

$$0{,}806 \leq 1 \Rightarrow vyhovuje$$

Závěr:

Nosník na ohyb vyhovuje.

2007–13
OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

Podmínka stability:

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0{,}78 \cdot b^2}{h \cdot l_{ef}} \cdot E_{0,05}$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0{,}78 \cdot 70^2}{240 \cdot 4000} \cdot 7400 = 29{,}46\ MPa$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{24}{29{,}46}} = 0{,}903$$

2007–13
OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

$$k_{crit} = 1{,}56 - 0{,}75 \cdot \lambda_{rel,m}$$

$$k_{crit} = 1{,}56 - 0{,}75 \cdot 0{,}903 = 0{,}88$$

$$\sigma_{m,d} \leq k_{crit} \cdot f_{m,d}$$

$$11{,}9 \leq 0{,}88 \cdot 14{,}77$$

$$11{,}9 < 13{,}0 \quad \Rightarrow vyhovuje$$

Závěr:

Nosník je stabilní za ohybu.

2007–13
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

2007–13
OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost