

4 Návrh nosníku na účinky požáru (řešený příklad)

Návrh prostě podepřeného nosníku na požární odolnost R60. Rozpětí nosníku je 5,0 m a je zatížen návrhovým zatížením $g_d + q_d = 6,5$ kN/m. Poměr rozhodujícího proměnného zatížení (sněhu) a součtu stálých zatížení $Q_{k,1}/G_k = 1,0$. Příčná a torzní stabilita nosníku je zajištěna bedněním. Nosník je ze smrkového dřeva třídy S13 a je zabudován ve třídě provozu 1.

Návrh na běžnou teplotu

Ohybový moment

$$M_d = \frac{(g_d + q_d) \ell^2}{8} = \frac{6,5 \cdot 5^2}{8} = 20,31 \text{ kNm}$$

Návrhová pevnost v ohybu

$$f_{m,d} = k_{\text{mod}} \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0,9 \frac{22}{1,3} = 15,2 \text{ MPa}$$

Navržený průřez 180/220 mm.

Posouzení normálového napětí za ohybu

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

$$k_{\text{crit}} = 1,0 \text{ (příčná a torzní stabilita nosníku je zajištěna)}$$

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_d}{W} = \frac{6 \cdot 20,31 \cdot 10^6}{180 \cdot 220^2} = 14,0 \text{ MPa} < 15,2 \text{ MPa}$$

Nosník na ohyb při běžné teplotě vyhoví.

Návrh na účinky požáru

Ohybový moment

$$\xi = Q_{k,1} / G_k = 1,0$$

$$\eta_{fi} = (1,0 + \psi_{1,1} \xi) / (\gamma_G + \gamma_{Q,1} \xi) = (1,0 + 0,2 \cdot 1,0) / (1,35 + 1,5 \cdot 1,0) = 0,42 < 0,65$$

$$M_{d,fi} = \eta_{fi} M_d = 0,42 \cdot 20,31 = 8,53 \text{ kNm}$$

1) Metoda redukovaného průřezu

$$k_{\text{mod},fi} = 1,0$$

$$k_{fi} = 1,25$$

$$\gamma_{M,fi} = 1,0$$

$$\beta_n = 0,8 \text{ mm/min (rostlé dřevo)}$$

$$d_0 = 7 \text{ mm}$$

$$k_0 = 1,0 \text{ (povrch nosníku není chráněn)}$$

Účinná hloubka zuhelnatění

$$d_{ef} = \beta_n t + k_0 d_0 = 0,8 \cdot 60 + 1,0 \cdot 7 = 55 \text{ mm}$$

Průřezový modul (nosník je vystaven požáru ze tří stran)

$$b_{fi} = b - 2 d_{ef} = 180 - 2 \cdot 55 = 70 \text{ mm}$$

$$h_{fi} = h - d_{ef} = 220 - 55 = 165 \text{ mm}$$

$$W_{fi} = \frac{b_{fi} \cdot h_{fi}^2}{6} = \frac{70 \cdot 165^2}{6} = 318 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

Návrhová pevnost v ohybu

$$f_{m,d,fi} = k_{mod,fi} k_{fi} \frac{f_{m,k}}{\gamma_{M,fi}} = 1,0 \cdot 1,25 \frac{22}{1,0} = 27,5 \text{ MPa}$$

Posouzení normálového napětí za ohybu

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

$$k_{crit} = 1,0 \text{ (příčná a torzní stabilita nosníku je zajištěna)}$$

$$\sigma_{m,d,fi} = \frac{M_{d,fi}}{W_{fi}} = \frac{8,53 \cdot 10^6}{318 \cdot 10^3} = 26,8 \text{ MPa} < 27,5 \text{ MPa}$$

Nosník na ohyb pro R60 vyhoví.

2) Metoda redukovaných vlastností

$$k_{fi} = 1,25$$

$$\gamma_{M,fi} = 1,0$$

$$\beta_n = 0,8 \text{ mm/min (rostlé dřevo)}$$

Hloubka zuhelnatění

$$d_{char} = \beta_n t = 0,8 \cdot 60 = 48 \text{ mm}$$

Průřezový modul (nosník je vystaven požáru ze tří stran)

$$b_r = b - 2 d_{char} = 180 - 2 \cdot 48 = 84 \text{ mm}$$

$$h_r = h - d_{char} = 220 - 48 = 172 \text{ mm}$$

$$W_r = \frac{b_r h_r^2}{6} = \frac{84 \cdot 172^2}{6} = 414 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

Návrhová pevnost v ohybu

$$A_r = b_r \cdot h_r = 0,084 \cdot 0,172 = 1,4 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$p = b_r + 2 \cdot h_r = 0,084 + 2 \cdot 0,172 = 42,8 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$k_{\text{mod},fi} = 1,0 - \frac{1}{200} \frac{p}{A_r} = 1,0 - \frac{1}{200} \frac{42,8 \cdot 10^{-2}}{1,4 \cdot 10^{-2}} = 0,85$$

$$f_{m,d,fi} = k_{\text{mod},fi} \cdot k_{fi} \frac{f_{m,k}}{\gamma_{M,fi}} = 0,85 \cdot 1,25 \frac{22}{1,0} = 23,4 \text{ MPa}$$

Posouzení normálového napětí za ohybu

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

$$k_{crit} = 1,0 \text{ (příčná a torzní stabilita nosníku je zajištěna)}$$

$$\sigma_{m,d,fi} = \frac{M_{d,fi}}{W_r} = \frac{8,53 \cdot 10^6}{414 \cdot 10^3} = 20,6 \text{ MPa} < 23,4 \text{ MPa}$$

Nosník na ohyb pro R60 vyhoví.

QUALITY RECORD

Název	Návrh nosníku na účinky požáru (řešený příklad)
Popis	Řešený příklad popisuje návrh prostě podepřeného nosníku na požární odolnost R60.
Kategorie	Dřevěné konstrukce
Název souboru	5-4_Příklad_Nosnik.pdf
Datum vytvoření	10. 12. 2006
Autor	Doc Ing. Petr Kuklík, CSc. Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí, Fakulta stavební, ČVUT v Praze
Klíčová slova	Návrh na běžnou teplotu; Návrh na účinky požáru; Nosník; Prostě podepřený nosník.
Eurokódy	EN 1991-1-2: Zatížení konstrukcí, Obecná zatížení, Zatížení konstrukcí vystavených účinkům požáru, ČSNI, Praha 2004. EN 1995-1-2: Navrhování dřevěných konstrukcí – Část 1-2: Obecná pravidla – Navrhování konstrukcí na účinky požáru.
Literatura	Wald F. a kol.: Výpočet požární odolnosti stavebních konstrukcí, České vysoké učení technické v Praze, Praha 2005, 336 s., ISBN 80-0103157-8