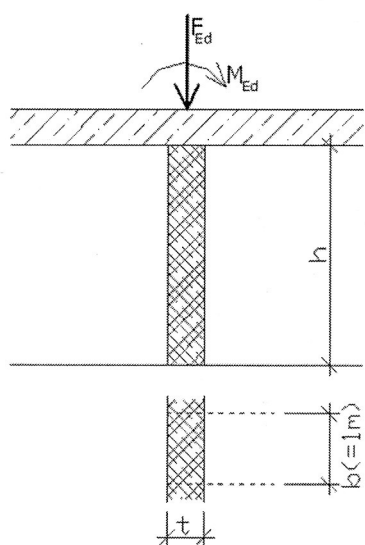


7 Příklad výpočtu požární odolnosti nosné nedělicí stěny

Proveďte posouzení střední nosné nedělicí stěny tloušťky $t = 200$ mm, světlé výšky $h = 2800$ mm v objektu se železobetonovými stropy (viz obr. 1).

Stěna je vyzděna z pórobetonových zdicích prvků P2, kategorie I, objemové hmotnosti 500kg/m^3 rozměrů 200/599/249mm na maltu pro tenké spáry M2,5.

Od horních podlaží zatížena centricky působící silou $F_{\text{Ed}} = G_{\text{Ed}} + Q_{\text{Ed}} = 100\text{kN}$ (rozhodující je výpočet podle vztahu 6.10a normy EN 1991-1-1 [1.1]). Hodnoty účinku zatížení jsou tedy: normálová síla $N_{\text{Ed}}=100\text{kN}$, ohybový moment $M_{\text{Ed}} = 0$. Prvek má vyhovovat pro běžný stav i pro dobu požární odolnosti 90minut (kritérium R90).



Obr. 1 Geometrie konstrukce

7.1 Posouzení při běžné teplotě – značení i postup podle normy EN 1996-1-1 [1.1]:

Výpočet pevnosti zdiva v tlaku:

zdicí prvky: $f_b = \delta \cdot \eta \cdot f_u = 1,25 \cdot 1,0 \cdot 2,0 = 2,5$ MPa, malta: $f_m = 2,5$ MPa

návrhová pevnost v tlaku zdiva (pro zdivo s maltou pro tenké spáry, tř.provádění 3):

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_M} = \frac{K \cdot f_b^{0,85}}{\gamma_M} = \frac{0,8 \cdot 2,5^{0,85}}{2,2} = \frac{1,74}{2,2} = 0,79 \text{ MPa}$$

Únosnost za běžné teploty:

Plocha průřezu $A = 0,2 \cdot 1,0 = 0,2 \text{ m}^2$

Vlastní tíha 1m^2 stěny $G_{0d} = 1,35 \cdot 0,2 \cdot 1,0 \cdot 5,0 = 1,35 \text{ kN/m}^2$

V patě a zhlaví stěny (rozhoduje excentricita $e_i = 0,05t \rightarrow \Phi_i = 0,9$):

$$N_{\text{Rd},m} = 0,9 \cdot 0,2 \cdot 0,79 \cdot 10^3 = 142,2 \text{ kN} > N_{\text{Rd},m} = 110 + 1,35 \cdot 2,8 = 113,8 \text{ kN}$$

Ve střední části, kde má vliv štíhlost prvku (podle EN 1996-1-1 [1.1] stanoven součinitel $\Phi_m = 0,775$)

$$N_{\text{Rd},m} = 0,775 \cdot 0,2 \cdot 0,79 \cdot 10^3 = 122,45 \text{ kN} > N_{\text{Ed},m} = 110 + 1,35 \cdot 0,6 \cdot 2,8 = 112,3 \text{ kN}$$

Stěna pro běžné teploty vyhoví.

7.2 Posouzení požární situace

Posouzení podle tabulek – podle [Přílohy B normy EN 1996-1-2:2006 \[1.2\]](#), [tabulky N.B.4.3](#) pro nosné nedělicí jednovrstvé stěny o délce $\geq 1\text{ m}$ z pórobetonových tvárnic.

Pro skupinu zdicích prvků 1S, R90 je pro $\alpha \leq 1$ min. tloušťka $t_F = 240$ (170) mm,

$$\alpha \leq 0,6 \text{ je } l_{\min} = 170 \text{ (150) mm}$$

→ nevyhoví pro $\alpha = 1$ bez omítky (případně s cementovou omítkou, která nezvyšuje požární odolnost prvku) → je třeba posoudit výpočtem

Posouzení výpočtem použitím jednoduchého modelu - podle přílohy C normy EN 1996-1-2:2006 [1.2]:

Podmínka spolehlivosti:

$$N_{\text{Ed,fi}} \leq N_{\text{Rd,fi}}(\theta_i) \quad (\text{v EN 1996-1-2: C1})$$

Návrhová hodnota svislého zatížení za požární situace:

$$N_{\text{Ed,fi}} = \eta_{\text{fi}} \cdot N_{\text{Ed}} \quad (\text{v EN 1996-1-2: 2.4})$$

kde N_{Ed} je návrhová hodnota účinku zatížení při běžné teplotě

η_{fi} redukční součinitel při požární situaci, podle čl. 2.4.2 normy EN 1996-1-2:2006 [1.2] lze zjednodušeně uvažovat hodnotu $\eta_{\text{fi}} = 0,65$

Návrhová hodnota svislé únosnosti stěny nebo sloupu je dána vztahem:

$$N_{\text{Rd,fi}}(\theta_i) = \Phi \cdot (f_{\text{d},\theta_1} A_{\theta_1} + f_{\text{d},\theta_2} A_{\theta_2}) \quad (\text{v EN 1996-1-2: C2})$$

Podle [tabulky v odstavci C2 Přílohy C normy EN 1996-1-2:2006 \[1.2\]](#) se uvažuje pro zdivo z pórobetonových tvárnic pevnosti f_b 2 až 6 MPa na obyčejnou maltu nebo maltu pro tenké spáry:

$$\theta_1 = 200^\circ\text{C}, \quad \theta_2 = 400^\circ\text{C}.$$

S využitím [grafu v obr. C.3\(f\) Přílohy C normy EN 1996-1-2:2006 \[1.2\]](#) se určí tloušťky zdiva, ve kterých je v době dobu 90 minut dosaženo teplot $\theta_1 = 200^\circ\text{C}$, $\theta_2 = 400^\circ\text{C}$.

$$t_{\text{ineff } 90} = 35 \text{ mm}, \quad t_{200^\circ\text{C}, 90} = 60 \text{ mm}$$

Pevnosti zdiva:

$$f_{\text{d}\theta_1} = 1,74 / 1,0 = 1,74 \text{ MPa}$$

$$f_{\text{d}\theta_2} = c \cdot f_{\text{d}\theta_1}$$

Hodnoty redukčních součinitelů norma EN 1996-1-2:2006 [1.2] nestanoví, bezpečně bylo uvažováno $c = 0$.

Pro požár působící z obou stran stěny

$$A_{\theta_1} = (0,20 - 2,0,06) \cdot 1,0 = 0,08 \text{ m}^2$$

$$A_{\theta_2} = (0,20 - 2,0,035) \cdot 1,0 = 0,13 \text{ m}^2$$

Pro výpočet součinitele Φ uvažována tloušťka $t = 0,20 - 2,0,035 = 0,13 \text{ m}$

Excentricita se oproti výpočtu pro běžné teploty nemění, neboť hodnota vyvolaná požárním namáháním $e_{\Delta\theta} = 0$ při působení požáru ze všech stran, proto platí:

$$e_{mk}/t = 0,005/0,13 = 0,038 < 0,05 \text{ a } h_{ef}/t = 0,75 \cdot 2,8/0,13 = 16,5$$

$$\rightarrow \Phi_i = 0,9, \Phi_m = 0,6$$

Po dosazení do vztahu C2 pro průřezy i v patě pilíře a m ve střední části:

$$N_{Rd,fi(\theta i),i} = 0,9 \cdot 0,08 \cdot 1,74 \cdot 10^3 = 125,3 \text{ kN} > N_{Ed,m} = 0,65 \cdot 113,8 = 74,0 \text{ kN}$$

$$N_{Rd,fi(\theta i),m} = 0,6 \cdot 0,08 \cdot 1,74 \cdot 10^3 = 83,5 \text{ kN} > N_{Ed,m} = 0,65 \cdot 112,3 = 73,0 \text{ kN}$$

$\rightarrow$ stěna vyhoví požadavku R90 při působení požáru z obou stran

Ověření pro působení požáru z jedné strany:

$$A_{\theta_1} = (0,20 - 0,06) \cdot 1,0 = 0,14 \text{ m}^2$$

$$A_{\theta_2} = (0,20 - 0,035) \cdot 1,0 = 0,165 \text{ m}^2$$

Pro výpočet součinitele Φ uvažována tloušťka $t = 0,20 - 0,035 = 0,165 \text{ m}$

$\rightarrow$ pro průřez v patě $e_{mk}/t = 0,005/0,165 = 0,03 < 0,05$ a $h_{ef}/t = 0,75 \cdot 2,8/0,165 = 12,7$

Uvažovanou excentricitu je oproti výpočtu pro běžné teploty nutno zvýšit o hodnotu vyvolanou požárním namáháním $e_{\Delta\theta}$.

$$e_{\Delta\theta} = \frac{1}{8} \cdot h_{ef}^2 \cdot \frac{\alpha_t(\theta_2 - 20)}{t_{Fr}} \leq h_{ef}/20 \quad (\text{v EN 1996-1-2: C3a})$$

kde h_{ef} je účinná výška stěny,

α_t součinitel teplotní roztažnosti podle 3.7.2 normy [1],

20°C teplota, předpokládaná na straně odvrácené od požáru

t_{Fr} tloušťka příčného řezu, jehož teplota nepřekročí θ_2

$$\text{Po dosazení } e_{\Delta\theta} = \frac{1}{8} \cdot (0,75 \cdot 2,8)^2 \cdot \frac{9 \cdot 10^{-6} (400 - 20)}{0,165} = 0,0114 \text{ m}$$

$$e_{mk} = h_{ef}/450 + e_{\Delta\theta} = 0,005 + 0,0114 = 0,0164 \text{ m}$$

$$e_{mk}/t = 0,0164/0,165 = 0,1 \text{ a } h_{ef}/t = 0,75 \cdot 2,8/0,165 = 12,7$$

$$\rightarrow \Phi_i = 0,9, \Phi_m = 0,61$$

Po dosazení do vztahu C2 pro průřezy i v patě pilíře a m ve střední části:

$$N_{Rd,fi(\theta i),i} = 0,9 \cdot 0,14 \cdot 1,74 \cdot 10^3 = 219,2 \text{ kN} > N_{Ed,m} = 0,65 \cdot 113,8 = 74,0 \text{ kN}$$

$$N_{Rd,fi(\theta i),m} = 0,61 \cdot 0,14 \cdot 1,74 \cdot 10^3 = 148,6 \text{ kN} > N_{Ed,m} = 0,65 \cdot 112,3 = 73,0 \text{ kN}$$

$\rightarrow$ stěna vyhoví požadavku R90 i při působení požáru z jedné strany stěny.

QUALITY RECORD

Název	Výpočet požární odolnosti zděné nosné nedělicí stěny (řešený příklad)
Popis	Příklad uvádí výpočet zděné nosné stěny bez dělicí funkce. Dokumentuje posouzení únosnosti za běžné teploty a ověření požární situace výpočtem za použití jednoduchého výpočetního modelu.
Kategorie	Zděné konstrukce
Název souboru	6-7_Příklad_Zdena_nosna_nedelici_stena.pdf
Datum vytvoření	20. 11. 2006
Autor	Ing. Jitka Vašková, CSc. Katedra betonových a zděných konstrukcí, Fakulta stavební, ČVUT v Praze
Klíčová slova	Požární odolnost; Zděné konstrukce; Únosnost; Výpočetní model; Průběh teplot; Zbytková pevnost; Přídavná excentricita.
Eurokódy	EN 1996-1-1: Navrhování zděných konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla pro vyztužené a nevyztužené konstrukce (připraveno k vydání). EN 1996-1-2: Navrhování zděných konstrukcí – Část 1-2: Obecná pravidla – Navrhování konstrukcí na účinky požáru. ČNI 2006. EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí EN 1991: Zatížení konstrukcí
Další normy	EN 13279-1: Sádrová pojiva a sádrové malty pro vnitřní omítky – Část 1: Definice a požadavky EN 998-1: Specifikace malt pro zdivo