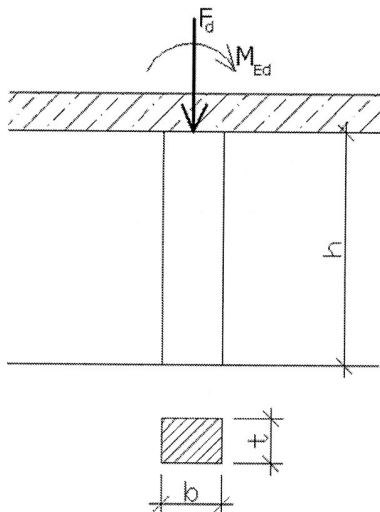


6 Příklad výpočtu zděného pilíře

Posuďte střední zděný pilíř (zděný sloup) průřezu $b = 375\text{mm}$, $t = 240\text{mm}$ v objektu se železobetonovými stropy, světlé výšky $h = 3000\text{mm}$ (viz obr. 1).



Obr. 1 Geometrie pilíře

Zdivo pilíře je z pálených zdicích prvků 1NF 115/240/71mm, P25, kategorie I, objemové hmotnosti 1800kg/m^3 , skupina 1 (podíl děrování 12%) a cementové malty MC 10 (předpisová malta).

Pilíř je od horních podlaží zatížen centricky působící silou $F_d = G_{Ed} + Q_{Ed} = 218\text{kN}$ (rozhodující je výpočet podle vztahu 6.10b normy EN 1991-1-1 [1.1]). Hodnoty účinku zatížení jsou tedy: normálová síla ve zhlaví pilíře $N_{Ed} = 218\text{kN}$, ohybový moment $M_{Ed} = 0$. Prvek má vyhovovat pro běžný stav i pro dobu požární odolnosti 60minut (kritérium R60).

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

Výpočet pevnosti zdiva v tlaku:

zdicí prvky: $f_b = \delta \cdot \eta \cdot f_u = 0,845 \cdot 1,0 \cdot 25 = 21,125\text{ MPa}$, malta: $f_m = 10,0\text{ MPa}$

návrhová pevnost v tlaku zdiva (pro zdivo s obyčejnou maltou s podélnými spárami, tř.provádění 3):

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_M} = \frac{K \cdot f_b^{0,7} \cdot f_m^{0,3}}{\gamma_M} = \frac{0,44 \cdot 21,125^{0,7} \cdot 10^{0,3}}{2,2} = \frac{7,43}{2,2} = 3,38\text{ MPa}$$

Únosnost za běžné teploty:

Plocha průřezu $A = 0,375 \cdot 0,24 = 0,0888\text{m}^2$

Vlastní tíha pilíře $G_{0d} = (0,85 \div 1,35) \cdot 0,24 \cdot 0,375 \cdot 18,0 = 1,86\text{ kN/m'}$ (na 1m výšky)

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

$$N_{Rd,m} = 0,9 \cdot 0,0888 \cdot 3,38 \cdot 10^3 = 270,0\text{ kN} > N_{Ed,m} = 218 + 1,86 \cdot 3 = 223,58\text{ kN}$$

Ve střední části, kde má vliv štíhlost prvku (podle normy [6.1] stanoven součinitel $\Phi_m = 0,8525$)

$$N_{Rd,m} = 0,8525 \cdot 0,0888 \cdot 3,38 \cdot 10^3 = 255,9\text{ kN} > N_{Ed,m} = 218 + 1,86 \cdot 0,6 \cdot 3 = 221,35\text{ kN}$$

Pilíř pro běžné teploty vyhoví.

6.2 Posouzení požární situace

Posouzení podle tabulek – podle [Přílohy B normy EN 1996-1-2:2006, tabulky N.B.1.4](#) pro nosné nedělicí jednovrstvé stěny o délce $< 1\text{ m}$ z pálených zdicích prvků.

V tabulce uvedené hodnoty představují tloušťku samotné zděné stěny bez povrchových úprav. První z dvojice řádků stanoví hodnoty pro stěny bez povrchové úpravy. Hodnoty v závorkách, v druhém z dvojice řádků, platí pro stěny s provedenou vhodnou povrchovou úpravou (např. sádrovou omítkou podle EN 13279-1 [1.3] nebo omítkami typu LW nebo T podle EN 998-1 [1.4]). Uvádí se, že cementová omítka běžně nezvyšuje hodnotu požární odolnosti.

Pro skupinu zdicích prvků 1, $t = 240\text{ mm}$, R60 je pro $\alpha \leq 1\text{ min.}$ délka $l_{\min} = 490\text{ (170) mm}$,
 $\alpha \leq 0,6$ je $l_{\min} = 240\text{ (170) mm}$

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

Pozn.: pilíř opatřený požární omítkou by splňoval tabulková kritéria, obdobně pilíř i bez omítky pro menší zatížení ($\alpha \leq 0,6$).

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 ČSN EN 1996-1-2 lze zjednodušeně uvažovat hodnotu $\eta_{\text{fi}} = 0,65$

Návrhová hodnota svislé únosnosti stěny nebo sloupu je dána vztahem:

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

kde A_{θ_1} je plocha zdiva až k izotermě θ_1

A_{θ_2} plocha zdiva mezi izotermami θ_1 a θ_2

θ_1 teplota, do které je možné použít pevnost zdiva při běžných teplotách

θ_2 teplota, nad kterou materiál nemá žádnou zbytkovou pevnost

$N_{\text{Rd,fi}\theta_2}$ návrhová hodnota únosnosti při požární situaci

$f_{\text{d}\theta_1}$ návrhová pevnost v tlaku zdiva při teplotě menší nebo rovné θ_1

$f_{\text{d}\theta_2}$ návrhová pevnost v tlaku zdiva mezi teplotami θ_1 a $\theta_2^\circ\text{C}$ vyjádřená jako $c \cdot f_{\text{d},\theta_1}$

c konstanta určená ze zkušebních křivek $\sigma - \varepsilon$ při zvýšených teplotách – hodnotu konstant c určí Národní příloha, avšak Národní příloha ČR hodnoty neuvádí

Φ redukční součinitel vlivu štíhlosti a excentricity ve střední části výšky stěny včetně zahrnutí excentricity $e_{\Delta\theta}$ vyvolané změnou teploty napříč zdívem

Po stanovení zjednodušených izoterem (viz [EN 1996-1-2:2006, obr. C.3](#)) se vypočtou plochy A_{θ_1} , A_{θ_2}

Výpočet:

Podle tabulky v [odstavci C2 Přílohy C normy EN 1996-1-2:2006 \(obr. C.1\)](#) se uvažuje pro zdivo z pálených zdicích prvků skupiny 1 pevnosti f_b 10 až 40 MPa na obyčejnou maltu:

$$\theta_1 = 100^\circ\text{C} \text{ , } \theta_2 = 600^\circ\text{C}.$$

S využitím grafu v [obr. C.3\(a\) normy EN 1996-1-2:2006](#) se určí pro dobu 60 minut:

$$t_{\text{ineff},60} = 15 \text{ mm, } t_{100^\circ\text{C},60} = 70 \text{ mm}$$

$$A_{\theta_1} = (0,375 - 2,0,07) \cdot (0,24 - 2,0,07) = 0,0235 \text{ m}^2$$

$$A_{\theta_2} = (0,375 - 2,0,015) \cdot (0,24 - 2,0,07) - 0,0235 = 0,0495 \text{ m}^2$$

Pro výpočet součinitele Φ uvažována tloušťka $t = 0,24 - 2,0,015 = 0,21 \text{ m}$

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:

$$e_{mk}/t = 0,005/0,21 = 0,024 < 0,05 \text{ a } h_{ef}/t = 0,75 \cdot 3,0/0,21 = 10,7$$

$$\rightarrow \Phi_1 = 0,9, \Phi_m = 0,826$$

Pevnosti zdiva

$$f_{d\theta_1} = 7,43 / 1,0 = 7,43 \text{ MPa}$$

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

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

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

$$N_{Rd,fi(\theta i),i} = 0,9 \cdot 0,0235 \cdot 7,43 \cdot 10^3 = 157,1 \text{ kN} > N_{Ed,m} = 0,65 \cdot 223,58 = 145,3 \text{ kN}$$

$$N_{Rd,fi(\theta i),m} = 0,826 \cdot 0,0235 \cdot 7,43 \cdot 10^3 = 144,22 \text{ kN} > N_{Ed,m} = 0,65 \cdot 221,35 = 143,9 \text{ kN}$$

$\rightarrow$ pilíř vyhoví požadavku R60

QUALITY RECORD

Název	Výpočet požární odolnosti zděného pilíře (řešený příklad)
Popis	Příklad dokumentuje výpočet zděného pilíře ve střední stěně. Uvádí posouzení únosnosti za běžné teploty a ověření požární situace výpočtem za použití jednoduchého výpočetního modelu pro požár z obou stran i z jedné strany stěny.
Kategorie	Zděné konstrukce
Název souboru	6-6_Příklad_Zdeny_pilir.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.
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