

133PSBZ

Požární spolehlivost betonových a zděných konstrukcí

Přednáška A7

ČVUT v Praze, Fakulta stavební
katedra betonových a zděných konstrukcí

Obsah přednášky

Návrh podle tabulek - sloupy, stěny

Sloupy

- Úvod
- Metoda A
- Metoda B
- Metoda pro štíhlé sloupy

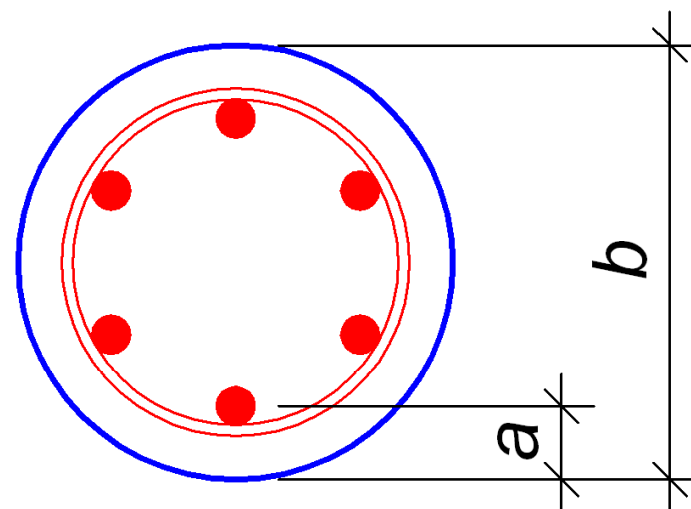
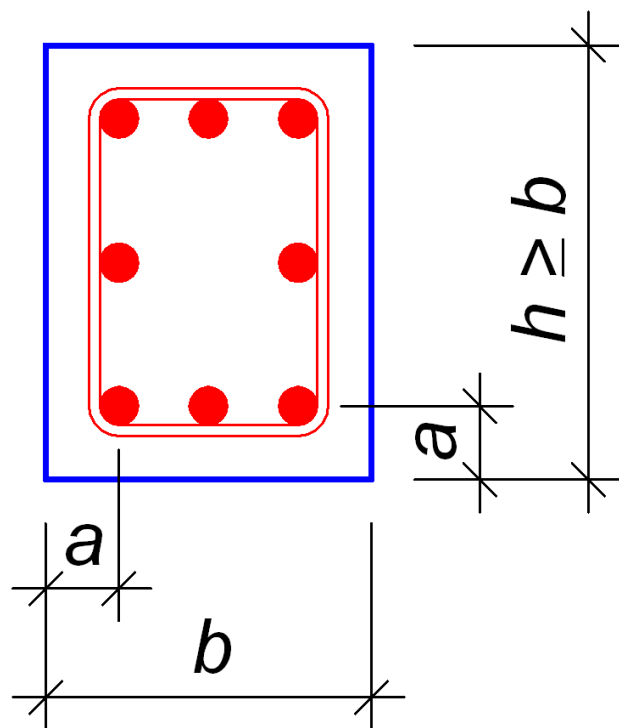
Stěny

Sloupy - úvod

- V normě uvedeny tři metody pro tabulkové posouzení požární odolnosti sloupů:
 - metoda A
 - metoda B
 - metoda pro štíhlé sloupy
- Všechny tři metody platí pouze pro sloupy ztužených konstrukcí.
- Tabulky pro sloupy neztužených konstrukcí: mohou být uvedeny v národní příloze (v NA pro ČR zatím nejsou).
- Nosná funkce (**R**) se ověřuje tabulkovým posouzením minimálního rozměr sloupu a osově vzdálenosti výztuže od líce sloupu.

Sloupy - úvod

Posuzované parametry sloupů



[1,2]

Sloupy - metoda A

- Pro převážně tlačené sloupy.
- Podmínky použitelnosti:

1) Účinná délka sloupu při požární situaci

$$l_{0,fi} \leq 3 \text{ m}$$

kde $l_{0,fi}$ lze konzervativně uvažovat jako $l_{0,fi} = l_0$, příp.
pro sloupy s R 30 a více:

$$l_{0,fi} = 0,5 l \quad \text{pro sloupy v mezilehlých podlažích}$$

$$l_{0,fi} = (0,5-0,7) l \quad \text{pro sloupy v nejvyšším podlaží}$$

(l ... skutečná délka sloupu - střed-střed)

Sloupy - metoda A

2) Výstřednost 1. řádu při požární situaci

$$e_{0,fi} \leq e_{\max}$$

kde $e_{0,fi}$ lze konzervativně uvažovat jako $e_{0,fi} = e_0$, příp. jako:

$$e_{0,fi} = \frac{M_{0Ed,fi}}{N_{0Ed,fi}}$$

Maximální výstřednost se uvažuje v rozmezí

$$\underline{0,15 \cdot h} \leq e_{\max} \leq 0,4 \cdot h \quad \text{resp.} \quad \underline{0,15 \cdot b} \leq e_{\max} \leq 0,4 \cdot b$$

3) Plocha podélné výztuže $A_s \leq 0,04 \cdot A_c$

Sloupy - metoda A

Hodnoty b_{\min} a a_{\min} pro železobetonové a předpjaté sloupy s pravoúhlým nebo kruhovým průřezem - metoda A [1,2]

Normová požární odolnost	Požadované rozměry b_{\min}/a_{\min} [mm]			
	Sloup vystavený požáru z více než jedné strany			Sloup vystavený požáru z jedné strany
	$\mu_{fi} = 0,2$	$\mu_{fi} = 0,5$	$\mu_{fi} = 0,7$	$\mu_{fi} = 0,7$
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
R 30	200/25	200/25	200/32 300/27	155/25
R 60	200/25	200/36 300/31	250/46 350/40	155/25
R 90	200/31 300/25	300/45 400/38	350/53 450/40*	155/25
R 120	250/40 350/35	350/45* 450/40*	350/57* 450/51*	175/35
R 180	350/45*	350/63*	450/70*	230/55
R 240	350/61*	450/75*	-	295/70

*) Průřez musí být vyztužen minimálně 8 pruty.
Pro předpjaté sloupy se vzdálenost a_{\min} zvětší při použití předpínacích prutů o 10 mm, při použití předpínacích drátů a lan o 15 mm.

Sloupy - metoda A

Parametr μ_{fi} ... stupeň využití při požární situaci

$$\mu_{fi} = \frac{N_{Ed,fi}}{N_{Rd}}$$

zjednodušeně lze uvažovat $\mu_{fi} = \eta_{fi}$ (odpovídá plnému využití při běžné teplotě)

Sloupy - metoda A

Metoda A také umožňuje přímo stanovit hodnotu skutečné požární odolnosti sloupu ze vztahu

$$R = 120 \cdot \left(\frac{R_{\eta fi} + R_a + R_l + R_b + R_n}{120} \right)^{1,8} \quad [\text{min}]$$

- Podmínky použitelnosti: podmínky **2)** a **3)** viz předchozí snímky + podmínka $2 \text{ m} \leq l_{0,fi} \leq 6 \text{ m}$

- $R_{\eta fi}$:
$$R_{\eta fi} = 83 \cdot \left[1,0 - \mu_{fi} \cdot \frac{1,0 + \omega}{(0,85/\alpha_{cc}) + \omega} \right] \quad [\text{min}]$$

kde
$$\omega = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{A_c \cdot f_{cd}} \quad \text{a} \quad \alpha_{cc} = 1,0$$

Sloupy - metoda A

- R_a : $R_a = 1,60 \cdot (a - 30)$ [min] a se dosadí v [mm]

kde $25 \text{ mm} \leq a \leq 80 \text{ mm}$

- R_l : $R_l = 9,60 \cdot (5 - l_{0,fi})$ [min] $l_{0,fi}$ se dosadí v [m]

- R_b : $R_b = 0,09 \cdot b'$ [min] b' se dosadí v [mm]

kde $b' = \frac{2 \cdot A_c}{b + h}$ $h \leq 1,5 \cdot b$ $200 \text{ mm} \leq b' \leq 450 \text{ mm}$

- R_n : $R_n = \begin{cases} 0 & \text{pro } n = 4 \text{ (použity pouze rohové pruty)} \\ 12 & \text{pro } n > 4 \end{cases}$ [min]

Sloupy - metoda B

- Podmínky použitelnosti:

1) Výstřednost 1. řádu při požární situaci

$$\frac{e_{0,fi}}{b} \leq 0,25 \quad \wedge \quad e_{0,fi} \leq e_{\max} \quad e_{\max} = 100 \text{ mm}$$

2) Štíhlost sloupu při požární situaci

$$\lambda_{fi} = \frac{l_{0,fi}}{i} \leq 30$$

- ## 3) Pokud $A_s \geq 0,02 A_c$ a požadovaná požární odolnost $> R 90$ \Rightarrow výztuž musí být rovnoměrně rozložena po stranách průřezu.

Sloupy - metoda B

Hodnoty b_{\min} a a_{\min} pro sloupy s pravoúhlým nebo kruhovým průřezem - metoda B [1,2]

Normová požární odolnost	Mechanický stupeň vyztužení ω	Požadované rozměry b_{\min}/a_{\min} [mm]			
		$n = 0,15$	$n = 0,3$	$n = 0,5$	$n = 0,7$
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
R 30	0,10	150/25*	150/25*	200/30 : 250/25*	300/30 : 350/25*
	0,50	150/25*	150/25*	150/25*	200/30 : 250/25*
	1,00	150/25*	150/25*	150/25*	200/30 : 300/25*
R 60	0,10	150/30 : 200/25*	200/40 : 300/25*	300/40 : 500/25*	500/25*
	0,50	150/25*	150/35 : 200/25*	250/35 : 350/25*	350/40 : 550/25*
	1,00	150/25*	150/30 : 200/25*	200/40 : 400/25*	300/50 : 600/30
R 90	0,10	200/40 : 250/25*	300/40 : 400/25*	500/50 : 550/25*	550/40 : 600/25*
	0,50	150/35 : 200/25*	200/45 : 300/25*	300/45 : 550/25*	500/50 : 600/40
	1,00	200/25*	200/40 : 300/25*	250/40 : 550/25*	500/50 : 600/45
R 120	0,10	250/50 : 350/25*	400/50 : 550/25*	550/25*	550/60 : 600/45
	0,50	200/45 : 300/25*	300/45 : 550/25*	450/50 : 600/25*	500/60 : 600/50
	1,00	200/40 : 250/25*	250/50 : 400/25*	450/45 : 600/30	600/60
R 180	0,10	400/50 : 500/25*	500/60 : 550/25*	550/60 : 600/30	(1)
	0,50	300/45 : 450/25*	450/50 : 600/25*	500/60 : 600/50	600/75
	1,00	300/35 : 400/25*	450/50 : 550/25*	500/60 : 600/45	(1)
R 240	0,10	500/60 : 550/25*	550/40 : 600/25*	600/75	(1)
	0,50	450/45 : 500/25*	550/55 : 600/25*	600/70	(1)
	1,00	400/45 : 500/25*	500/40 : 600/30	600/60	(1)

*) Obvykle je rozhodující krycí vrstva požadovaná normou ČSN EN 1992-1-1.
 (1) Vyžaduje šířku průřezu sloupu větší než 600 mm. Je nutné zvláštní posouzení vzpěru.

Sloupy - metoda B

Parametr n ... poměrná normálová síla

$$n = \frac{N_{0Ed,fi}}{0,7 \cdot (A_c \cdot f_{cd} + A_s \cdot f_{yd})}; \quad \left(n = \frac{N_{0Ed}}{A_c \cdot f_{cd} + A_s \cdot f_{yd}} \right)$$

Pozn.: Metoda B je v podstatě nadbytečná, neboť veškeré hodnoty uvedené v tabulce metody B lze nalézt (pro odpovídající parametry) také v tabulkách metody pro štíhlé sloupy (příloha C normy ČSN EN 1992-1-2).

Sloupy - metoda pro štíhlé sloupy

- Příloha C normy ČSN EN 1992-1-2 „Vzpěr sloupů při požární situaci“.
- Založená na zjednodušené výpočetní metodě pro sloupy (příloha B.3 normy).
- Podmínky použitelnosti:
 - 1) Šířka sloupu: $b \leq 600$ mm
 - 2) Štíhlost sloupu při požární situaci

$$\lambda_{fi} = \frac{l_{0,fi}}{i} \leq 80$$

Sloupy - metoda pro štíhlé sloupy

- Celkem 9 tabulek.
- Výběr tabulky: $\omega, e_{0,fi}$
- Výběr hodnot v tabulkách: λ_{fi}, n
- Lze interpolovat v rámci jedné tabulky i mezi tabulkami.

Stěny

Norma rozlišuje

- Nenosné dělicí stěny
- Nosné plné stěny
- Požární stěny

Stěny

Nenosné dělicí stěny

- Ověření tloušťky stěny

Normová požární odolnost	t_{\min} [mm]
(1)	(2)
EI 30	60
EI 60	80
EI 90	100
EI 120	120
EI 180	150
EI 240	175

Při použití betonu s vápencovým kamenivem lze hodnoty t_{\min} redukovat o 10 %.

[1,2]

- Omezení výšky stěny (kvůli teplotní deformaci) $\frac{h}{t} \leq 40$

Stěny

Nosné plné stěny

- Ověření tl. stěny a osově vzdál. výztuže od líce průřezu

Normová požární odolnost	Požadované rozměry t_{\min}/a_{\min} [mm]			
	$\mu_{fi} = 0,35$		$\mu_{fi} = 0,7$	
	Stěna vystavená požáru z jedné strany	Stěna vystavená požáru ze dvou stran	Stěna vystavená požáru z jedné strany	Stěna vystavená požáru ze dvou stran
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
REI 30	100/10*	120/10*	120/10*	120/10*
REI 60	110/10*	120/10*	130/10*	140/10*
REI 90	120/20*	140/10*	140/25	170/25
REI 120	150/25	160/25	160/35	220/35
REI 180	180/40	200/45	210/50	270/55
REI 240	230/55	250/55	270/60	350/60

*) Obvykle je rozhodující krycí vrstva požadovaná normou ČSN EN 1992-1-1.
Při použití betonu s vápencovým kamenivem lze hodnoty t_{\min} redukovat o 10 %.

[1,2]

Stěny

Požární stěny

- Kromě nosné a/nebo požárně dělicí funkce (předchozí tabulky) se ověřuje také odolnost proti nárazu (**M**).
- Požadavky:

$$t \geq \begin{cases} 200 \text{ mm} & \text{pro nevyztužené stěny} \\ 140 \text{ mm} & \text{pro vyztužené nosné stěny} \\ 120 \text{ mm} & \text{pro vyztužené nenosné stěny} \end{cases}$$

$$a \geq 25 \text{ mm}$$

A faint, light-colored line drawing of a person in a suit, possibly a scientist or researcher, holding a large circular object. The drawing is composed of simple, clean lines and is positioned in the background of the slide.

Děkuji za pozornost!

Seznam použitých zdrojů

- [1] Procházka, J. a kol. Navrhování betonových a zděných konstrukcí na účinky požáru. Praha: ČVUT, 2010. ISBN 978-80-01-04613-5.
- [2] ČSN EN 1992-1-2. Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-2: Obecná pravidla - Navrhování konstrukcí na účinky požáru. Praha: ČNI, 2006.

© Jaroslav Procházka, Radek Štefan 2011

Poslední úprava: 22.11.2016

Připomínky a návrhy na vylepšení prezentace zasílejte prosím na adresu radek.stefan@fsv.cvut.cz

Upozornění:

Materiál slouží pouze pro studijní a výukové účely v rámci předmětů vyučovaných na Fakultě stavební ČVUT v Praze!