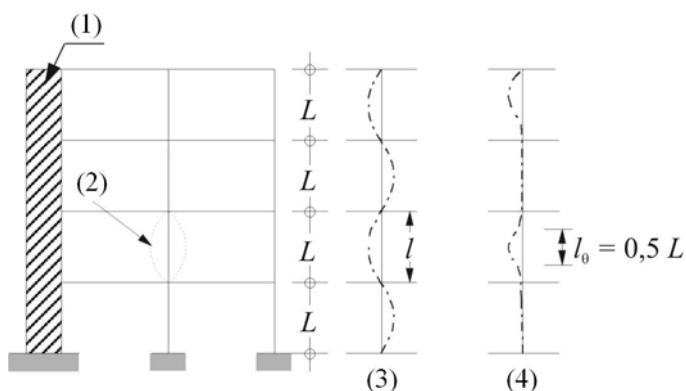


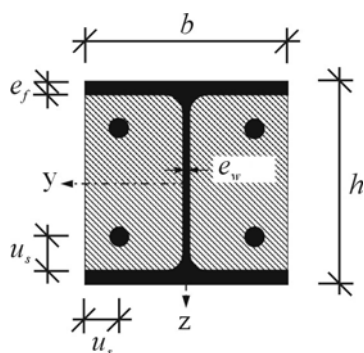
Dokument:	<i>SX039a-CZ-EU</i>	Strana	<i>1 z 8</i>
Název	<i>Řešený příklad: Požární odolnost částečně obetonovaného spráženého sloupu</i>		
Eurokód			
Vypracovali	<i>P Schaumann & T Trautmann</i>	Daum	<i>Leden 2006</i>
Kontroloval	<i>J Chica & F Morente, Labein</i>	Datum	<i>Leden 2006</i>

Řešený příklad: Požární odolnost částečně obetonovaného spráženého sloupu


Řešený příklad ukazuje výpočet únosnosti sloupu s betonem mezi pásnicemi podle jednoduchého modelu a podle návrhových tabulek. Sloup nosné konstrukce administrativní budovy probíhá přes několik podlaží. Požaduje se požární odolnost R90.



Obrázek 1: Vzpěrné délky sloupu ve vyztužené konstrukci



Obrázek 2: Průřez sloupu

<p style="text-align: center;">VÝPOČET</p> 	Dokument:	<i>SX039a-CZ-EU</i>	Strana	2 z 8
	Název	<i>Řešený příklad: Požární odolnost částečně obetonovaného spráženého sloupu</i>		
	Eurokód			
	Vypracovali	<i>P Schaumann & T Trautmann</i>	Daum	<i>Leden 2006</i>
	Kontroloval	<i>J Chica & F Morente, Labein</i>	Datum	<i>Leden 2006</i>


Vstupní údaje

Přířez sloupu:

Ocelový průřez:	HE 300 B
Ocel:	S 235
Výška průřezu:	$h = 300 \text{ mm}$
Šířka průřezu:	$b = 300 \text{ mm}$
Tloušťka stěny:	$e_w = 11 \text{ mm}$
Tloušťka pásnice:	$e_f = 19 \text{ mm}$
Průřezová plocha:	$A_a = 14900 \text{ mm}^2$
Mez kluzu:	$f_y = 235 \text{ N/mm}^2$
Modul pružnosti:	$E_a = 210000 \text{ N/mm}^2$
Moment setrvačnosti:	$I_z = 8,560 \times 10^7 \text{ mm}^4$ (k měkké ose)

Výztuž:

Ocel:	B 500
Průměr:	4 Ø 25
Plocha:	$A_s = 1960 \text{ mm}^2$
Mez kluzu:	$f_s = 500 \text{ N/mm}^2$
Modul pružnosti:	$E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$
Moment setrvačnosti:	$I_s = 4 \times 490 \times \left(\frac{300}{2} - 50 \right)^2$ $= 1,96 \times 10^7 \text{ mm}^4$
Vzdálenost od osy sloupu:	$u_s = 50 \text{ mm}$

<p style="text-align: center;">VÝPOČET</p> 	Dokument:	<i>SX039a-CZ-EU</i>	Strana	3 z 8
	Název	<i>Řešený příklad: Požární odolnost částečně obetonovaného spráženého sloupu</i>		
	Eurokód			
	Vypracovali	<i>P Schaumann & T Trautmann</i>	Daum	<i>Leden 2006</i>
	Kontroloval	<i>J Chica & F Morente, Labein</i>	Datum	<i>Leden 2006</i>

Beton:

Třída betonu: C 25/30

Průřezová plocha: $A_c = 300 \times 300 - 14900 - 1960$
 $= 73140 \text{ mm}^2$

Pevnost v tlaku: $f_c = 25 \text{ N/mm}^2$

Modul pružnosti: $E_{cm} = 30500 \text{ N/mm}^2$

Moment setrvačnosti: $I_c = 300 \times \frac{300^3}{12} - (8,56 \times 10^7) - (1,96 \times 10^7)$
 $= 5,698 \times 10^8 \text{ mm}^4$

Zatížení:

Stálé zatížení: $G_k = 960 \text{ kN}$

Nahodilé zatížení: $P_k = 612,5 \text{ kN}$

Požární odolnost sloupu s betonem mezi pásnicemi

Zatížení při požáru


Pro určení zatížení při požáru se použije mimořádná kombinace zatížení

$$E_{dA} = E \left(\sum G_k + A_d + \sum \psi_{2,i} Q_{k,i} \right)$$

Při použití součinitele kombinace $\psi_{2,1} = 0,3$ je zatížení při požáru:

$$N_{fi,d} = 1,0 \times 960 + 0,3 \times 612,5 = 1143,8 \text{ kN}$$

[EN 1991-1-2](#)
[§4.3](#)

<p>VÝPOČET</p> 	Dokument:	<i>SX039a-CZ-EU</i>	Strana	<i>4 z 8</i>
	Název	<i>Řešený příklad: Požární odolnost částečně obetonovaného spráženého sloupu</i>		
	Eurokód			
	Vypracovali	<i>P Schaumann & T Trautmann</i>	Daum	<i>Leden 2006</i>
	Kontroloval	<i>J Chica & F Morente, Labein</i>	Datum	<i>Leden 2006</i>

Únosnost podle jednoduchého modelu

Úvod

Tento jednoduchý návrhový model slouží pro určení únosnosti sloupu při požáru, Pro požadovanou požární odolnost se posoudí únosnost sloupu podle vztahu:

$$N_{fi,d} / N_{fi,Rd} \leq 1$$

Návrhová hodnota vzpěrné únosnosti při vybočení kolmo k ose z (měkká osa) se určí podle:

$$N_{fi,Rd,z} = \chi_z N_{fi,pl,Rd}$$

kde:

χ_z je vzpěrnostní součinitel závislý na štíhlosti sloupu a vzpěrnostní křivce,

$N_{fi,pl,Rd}$ je únosnost sloupu v prostém tlaku při požáru.

Při použití jednoduchého návrhového modelu musí sloup splňovat podmínky platnosti a musí být součástí vyztužené konstrukce (konstrukce s neposuvnými styčníky).

Tabulka 1. Podmínky platnosti jednoduchého modelu

Podmínka	Hodnota v tomto příkladu	
$l_{\theta,max} = 13,5b = 13,5 \times 300 = 4050 \text{ mm}$	$l_{\theta} = 0,5 \times 4000 = 2000 \text{ mm}$	✓
$230 \text{ mm} \leq h \leq 1100 \text{ mm}$	$h = 300 \text{ mm}$	✓
$230 \text{ mm} \leq b \leq 1100 \text{ mm}$	$b = 300 \text{ mm}$	✓
$1\% \leq A_s / (A_c + A_s) \leq 6\%$	$1960 / (73140 + 1960) = 0,03 = 3\%$	✓
Maximální normová požární odolnost 120 minut	R 60	✓
Podmínka pro R60		
$l_{\theta} < 10b$ if $\left\{ \begin{array}{l} 230 \leq b \leq 300 \\ \text{nebo} \\ h/b > 3 \end{array} \right.$	$b = 300 \text{ mm}$	✓
	$h/b = 300/300 = 1$	
	$l_{\theta} = 2000 \text{ mm} < 10 \times 300 = 3000 \text{ mm}$	

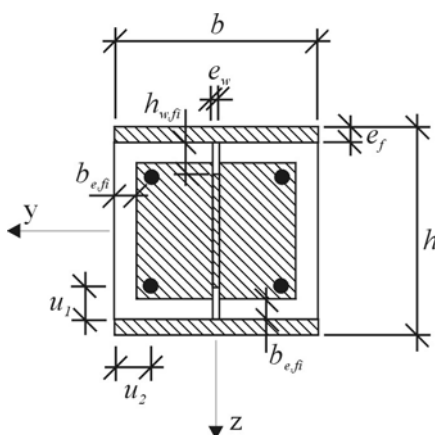
[EN 1994-1-2 §4.3.5.1](#)

[EN 1994-1-2 §G.6\(5\)](#)

Dokument:	<i>SX039a-CZ-EU</i>	Strana	5 z 8
Název	Řešený příklad: Požární odolnost částečně obetonovaného spráženého sloupu		
Eurokód			
Vypracovali	<i>P Schaumann & T Trautmann</i>	Daum	Leden 2006
Kontroloval	<i>J Chica & F Morente, Labein</i>	Datum	Leden 2006

Výpočet únosnosti v prostém tlaku a efektivní ohybové tuhosti

Při výpočtu únosnosti podle přílohy G se nepoužívají redukční součinitele uvedené v EN 1994-1-2 § 3. Snížená pevnost materiálu způsobená vysokou teplotou se zohledňuje zmenšením průřezové plochy nebo redukčními součiniteli uvedenými v příloze G.



Obrázek 3: Zmenšený průřez sloupu použitý pro výpočet únosnosti při požáru

Vliv vysoké teploty na pásnice ocelového průřezu se zavádí redukčními součiniteli pro účinnou mez kluzu a modul pružnosti oceli. Tyto součinitele se určí pro průměrnou teplotu pásnice. Redukce efektivní výšky stěny průřezu se vypočte podle následujícího vztahu. Redukce se uplatní na obou okrajích stěny.

$$\theta_{t,t} = \theta_{o,t} + k_t A_m / V$$

Teplota $\theta_{o,t}$ a redukční součinitel k_t jsou uvedeny v tabulce 2. Součinitel průřezu je:


$$\frac{A_m}{V} = \frac{2(h+b)}{hb} = \frac{2 \times (0,3 + 0,3)}{0,3 \times 0,3} = 13,3 \text{ m}^{-1}$$

Tabulka 2. Parametry pro výpočet průměrné teploty pásnice průřezu

Požární odolnost	$\theta_{o,t}$ [°C]	k_t [m°C]
R 30	550	9,65
R 60	680	9,55
R 90	805	6,15
R 120	900	4,65

[EN 1994-1-2 §G.2](#)

[EN 1994-1-2 příloha G tabulka G.1](#)

<p>VÝPOČET</p> 	Dokument:	SX039a-CZ-EU	Strana	6 z 8
	Název	Řešený příklad: Požární odolnost částečně obetonovaného spráženého sloupu		
	Eurokód			
	Vypracovali	P Schaumann & T Trautmann	Daum	Leden 2006
	Kontroloval	J Chica & F Morente, Labein	Datum	Leden 2006

Průměrná teplota pásnice pro požární odolnost R 60 je:

$$\theta_{f,t} = 680 + 9,55 \times 13,3 = 807^\circ \text{C}$$

Pro tuto teplotu se určí redukční součinitele $k_{y,\theta}$ a $k_{E,\theta}$ (viz tabulka 3.2), pro mezilehlé teploty se použije lineární interpolace.

$$k_{y,\theta} = 0,06 + ((900 - 807)/(900 - 800)) \times (0,11 - 0,06) = 0,107$$

$$k_{E,\theta} = 0,0675 + ((900 - 807)/(900 - 800)) \times (0,09 - 0,0675) = 0,088$$

Únosnost pásnic v tlaku a jejich ohybová tuhost:

$$N_{fi,pl,Rd} = 2(b e_f k_{y,\theta} f_{ay,f}) / \gamma_{M,fi,a} = 2 \times (300 \times 19 \times 0,107 \times 235) / 1,0$$

$$N_{fi,pl,Rd} = 286700 \text{ N} = 286,7 \text{ kN}$$

$$(EI)_{fi,f,z} = k_{E,\theta} E_{a,f} (e_f b^3) / 6 = 0,088 \times 210000 \times (19 \times 300^3) / 6$$

$$(EI)_{fi,f,z} = 1,58 \times 10^{12} \text{ Nmm}^2 = 1,58 \times 10^9 \text{ kNmm}^2$$

Při určování vlivu teploty na stěnu průřezu se redukuje její efektivní výška a mez kluzu. Část stěny, s kterou se při výpočtu nepočítá, se určí podle následujícího vzorce, redukce se použije na obou okrajích stěny.

$$h_{w,fi} = 0,5(h - 2e_f) \left(1 - \sqrt{1 - 0,16(H_t/h)}\right)$$

Parametr H_t je v tabulce 3.

Tabulka 3. Parametry H_t pro redukci stěny průřezu

Požární odolnost	H_t [mm]
R 30	350
R 60	770
R 90	1100
R 120	1250


S využitím tabulky 3 se určí hodnota $h_{w,fi}$:

$$h_{w,fi} = 0,5(300 - 2 \times 19) \left(1 - \sqrt{1 - 0,16(770/300)}\right) = 30,4 \text{ mm}$$

[EN 1994-1-2
tabulka 3.2](#)

[EN 1994-1-2
§G.3](#)

[EN 1994-1-2
příloha G
tabulka G.2](#)

<p>VÝPOČET</p> 	Dokument:	SX039a-CZ-EU	Strana	7 z 8
	Název	Řešený příklad: Požární odolnost částečně obetonovaného spráženého sloupu		
	Eurokód			
	Vypracovali	P Schaumann & T Trautmann	Daum	Leden 2006
	Kontroloval	J Chica & F Morente, Labein	Datum	Leden 2006

Mez kluzu stěny se sníží na:

$$f_{ay,w,t} = f_{ay,w} \sqrt{1 - 0,16(H_t/h)} = 0,235 \sqrt{1 - 0,16 \times (770/300)} = 0,1804 \text{ kN/mm}^2$$

Únosnost stěny v tlaku a její ohybová tuhost:

$$N_{fi,pl,Rd,w} = [e_w (h - 2e_f - 2h_{w,fi}) \times f_{ay,w,t}] / \gamma_{M,fi,a}$$

$$= [11 \times (300 - 2 \times 19 - 2 \times 30,4) \times 0,1804] / 1,0 = 399,3 \text{ kN}$$

$$(EI)_{fi,w,z} = [E_{a,w} (h - 2e_f - 2h_{w,fi}) e_w^3] / 12$$

$$= [210 \times (300 - 2 \times 19 - 2 \times 30,4) \times 11^3] / 12 = 4,7 \times 10^6 \text{ kNmm}^2$$

Při určování únosnosti se nepočítá s vrstvou betonu po obvodu průřezu o tloušťce $b_{c,fi}$. Tloušťka této vrstvy je v tabulce 4.

[EN 1994-1-2 §G.4](#)

Tabulka 4. Tloušťka vrstvy $b_{c,fi}$

Požární odolnost	$b_{c,fi}$ [mm]
R 30	4,0
R 60	15,0
R 90	$0,5 (A_m/V) + 22,5$
R 120	$2,0 (A_m/V) + 24,0$

[EN 1994-1-2 příloha G tabulka G.3](#)


V našem případě je $b_{c,fi} = 15 \text{ mm}$.

Pevnost zbývající části betonu se snižuje součinitelem $k_{c,\theta}$. Tento součinitel závisí na teplotě betonu. Průměrná teplota betonu je uvedena v tabulce 5 v závislosti na součiniteli průřezu A_m/V .

Tabulka 5. Průměrná teplota betonu v závislosti na součiniteli průřezu

R 30		R 60		R 90		R 120	
A_m/V [m ⁻¹]	$\theta_{c,t}$ [°C]	A_m/V [m ⁻¹]	$\theta_{c,t}$ [°C]	A_m/V [m ⁻¹]	$\theta_{c,t}$ [°C]	A_m/V [m ⁻¹]	$\theta_{c,t}$ [°C]
4	136	4	214	4	256	4	265
23	300	9	300	6	300	5	300
46	400	21	400	13	400	9	400
---	---	50	600	33	600	23	600
---	---	---	---	54	800	38	800
---	---	---	---	---	---	41	900
---	---	---	---	---	---	43	1000

[EN 1994-1-2 příloha G tabulka G.4](#)

<p style="text-align: center;">VÝPOČET</p> 	Dokument:	<i>SX039a-CZ-EU</i>	Strana	8 z 8
	Název	Řešený příklad: Požární odolnost částečně obetonovaného spráženého sloupu		
	Eurokód			
	Vypracovali	P Schaumann & T Trautmann	Daum	Leden 2006
	Kontroloval	J Chica & F Morente, Labein	Datum	Leden 2006

Lineární interpolací pro součinitel průřezu $A_m/V = 13,3 \text{ m}^{-1}$ a požární odolnost R60 se získá:

$$\theta_{c,t} = 400 - ((21 - 13,3)/(21 - 9)) \times (400 - 300) = 336 \text{ }^\circ\text{C}$$

Redukční součinitel $k_{c,\theta}$ a poměrná deformace $\varepsilon_{cu,\theta}$ odpovídající napětí $f_{c,\theta}$:

$$k_{c,\theta} = 0,75 + ((400 - 336)/(400 - 300)) \times (0,85 - 0,75) = 0,814$$

$$\varepsilon_{cu,\theta} = [10 - ((400 - 336)/(400 - 300)) \times (10 - 7)] \times 10^{-3} = 8,08 \times 10^{-3}$$

S použitím těchto hodnot se určí sečný modul pružnosti betonu:

$$E_{c,sec,\theta} = k_{c,\theta} f_c / \varepsilon_{cu,\theta} = 0,814 \times 0,025 / (8,08 \times 10^{-3}) = 2,519 \text{ kN/mm}^2$$

Určí se únosnost betonu v tlaku a jeho ohybová tuhost:

$$N_{fi,pl,Rd,c} = 0,86 \left((h - 2e_f - 2b_{c,fi})(b - e_w - 2b_{c,fi}) - A_s \right) f_{c,\theta} / \gamma_{M,fi,c}$$

$$= 0,86 \times (((30 - 2 \times 1,9 - 2 \times 1,5)(30 - 1,1 - 2 \times 1,5)) - 19,6) \times \frac{(0,814 \times 2,5)}{1,0}$$

$$N_{fi,pl,Rd,c} = 1017,3 \text{ kN}$$

$$(EI)_{fi,c,z} = E_{c,sec,\theta} \left((h - 2e_f - 2b_{c,fi}) \left((b - 2b_{c,fi})^3 - e_w^3 \right) / 12 \right) - I_{s,z}$$

$$= 2,519 \times \left(((300 - 2 \times 19 - 2 \times 15) \times ((300 - 2 \times 15)^3 - 19^3) / 12 \right) - 1,96 \times 10^7$$

$$(EI)_{fi,c,z} = 9,09 \times 10^8 \text{ kNmm}^2$$

Redukční součinitel $k_{y,t}$ pro mez kluzu výztuže je uveden v tabulce 6, součinitel $k_{E,t}$ pro modul pružnosti je v tabulce 7. Obě hodnoty závisí na požární odolnosti průřezu a průměrné vzdálenosti výztuže od povrchu betonu u .

$$u = \sqrt{u_1 u_2} = \sqrt{50 \times 50} = 50 \text{ mm}$$


kde:

u_1 osová vzdálenost prutu výztuže u povrchu betonu od vnitřního povrchu pásnice,

u_2 osová vzdálenost prutu výztuže k povrchu betonu.

[EN 1994-1-2
tabulka 3.3](#)

[EN 1994-1-2
§G.5](#)

<p>VÝPOČET</p> 	Dokument:	SX039a-CZ-EU	Strana	9 z 8
	Název	Řešený příklad: Požární odolnost částečně obetonovaného spráženého sloupu		
	Eurokód			
	Vypracovali	P Schaumann & T Trautmann	Daum	Leden 2006
	Kontroloval	J Chica & F Morente, Labein	Datum	Leden 2006

Tabulka 6. Redukční součinitel $k_{y,t}$ pro mez kluzu výztuže f_{sy}

Požární odolnost	Redukční součinitel $k_{y,t}$ pro vzdálenost u [mm]				
	40	45	50	55	60
R 30	1	1	1	1	1
R 60	0,789	0,883	0,976	1	1
R 90	0,314	0,434	0,572	0,696	0,822
R 120	0,170	0,223	0,288	0,367	0,436

Tabulka 7. Redukční součinitel $k_{E,t}$ pro modul pružnosti výztuže E_s

Požární odolnost	Redukční součinitel $k_{E,t}$ pro vzdálenost u [mm]				
	40	45	50	55	60
R 30	0,830	0,865	0,888	0,914	0,935
R 60	0,604	0,647	0,689	0,729	0,763
R 90	0,193	0,283	0,406	0,522	0,619
R 120	0,110	0,128	0,173	0,233	0,285

V našem případě je $k_{y,t} = 0,976$ a $k_{E,t} = 0,689$.

Únosnost výztuže v tlaku a ohybová tuhost:

$$N_{fi,pl,Rd,s} = A_s k_{y,t} f_{sy} / \gamma_{M,fi,s} = 1960 \times 0,976 \times 500 / 1,0 = 956500 \text{ N} = 956,5 \text{ kN}$$

$$(EI)_{fi,s,z} = k_{E,t} E_s I_{s,z} = 0,689 \times 210 \times 1,96 \times 10^7 = 2,836 \times 10^9 \text{ kNmm}^2$$

Únosnost celého průřezu v tlaku je:

$$N_{fi,pl,Rd} = N_{fi,pl,Rd,f} + N_{fi,pl,Rd,w} + N_{fi,pl,Rd,c} + N_{fi,pl,Rd,s} \\ = 286,7 + 399,3 + 1017,3 + 956,5 = 2659,8 \text{ kN}$$

Pro určení efektivní ohybové tuhosti průřezu se určí redukční součinitele $\varphi_{i,\theta}$ podle tabulky 8.


Tabulka 8. Redukční součinitele pro určení efektivní ohybové tuhosti


Požární odolnost	$\varphi_{t,\theta}$	$\varphi_{w,\theta}$	$\varphi_{c,\theta}$	$\varphi_{s,\theta}$
R 30	1,0	1,0	0,8	1,0
R 60	0,9	1,0	0,8	0,9
R 90	0,8	1,0	0,8	0,8
R 120	1,0	1,0	0,8	1,0

[EN 1994-1-2 příloha G tabulka G.5](#)

[EN 1994-1-2 příloha G tabulka G.6](#)

[EN 1994-1-2 příloha G tabulka G.7](#)

<p style="text-align: center;">VÝPOČET</p> 	Dokument:	<i>SX039a-CZ-EU</i>	Strana	10 z 8
	Název	Řešený příklad: Požární odolnost částečně obetonovaného spráženého sloupu		
	Eurokód			
	Vypracovali	P Schaumann & T Trautmann	Daum	Leden 2006
	Kontroloval	J Chica & F Morente, Labein	Datum	Leden 2006
<p> $(EI)_{fi,eff,z} = \varphi_{f,\theta}(EI)_{fi,f,z} + \varphi_{w,\theta}(EI)_{fi,w,z} + \varphi_{c,\theta}(EI)_{fi,c,z} + \varphi_{s,\theta}(EI)_{fi,s,z}$ $= 0,9 \times 1,58 \times 10^9 + 1,0 \times 4,7 \times 10^6 + 0,8 \times 9,09 \times 10^8 +$ $+ 0,9 \times 2,836 \times 10^9 = 4,7 \times 10^9 \text{ kNmm}^2$ </p> <p>Výpočet vzpěrné únosnosti při požáru</p> <p>Eulerovo kritické břemeno je:</p> $N_{fi,cr,z} = \pi^2 (EI)_{fi,eff,z} / l_{\theta}^2 = \pi^2 \times 4,7 \times 10^9 / (0,5 \times 4000)^2 = 11600 \text{ kN}$ <p>kde:</p> <p>l_{θ} je vzpěrná délka sloupu při požáru</p> <p>Určí se poměrná štíhlost λ_{θ}:</p> $\lambda_{\theta} = \sqrt{N_{fi,pl,R} / N_{fi,cr,z}} = \sqrt{2659,8 / 11600} = 0,48$ <p>kde:</p> <p>$N_{fi,pl,R}$ únosnost průřezu v tlaku $N_{fi,pl,Rd}$ se součiniteli $\gamma_{M,fi,a}$, $\gamma_{M,fi,c}$, a $\gamma_{M,fi,s}$ rovnými 1,0.</p> <p>Vzpěrnostní součinitel χ_z se určí z křivky c v tabulce 5.5.2 normy EN 1993-1-1 pro poměrnou štíhlost sloupu při požáru.</p> $\chi_z = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}_{\theta}^2}} = \frac{1}{0,68 + \sqrt{0,68^2 - 0,48^2}} = 0,86$ <p>kde:</p> $\phi = 0,5 \left(1 + \alpha \left(\bar{\lambda}_{\theta}^2 - 0,2 \right) + \bar{\lambda}_{\theta}^2 \right) = 0,5 \times \left(1 + 0,49 \times (0,48 - 0,2) + 0,48^2 \right) = 0,68$ <p>Únosnost ve vzpěrném tlaku je:</p> $N_{fi,Rd,z} = \chi_z N_{fi,pl,Rd} = 0,86 \times 2659,8 = 2287,4 \text{ kN}$ <p>Posouzení:</p> $N_{fi,d} / N_{fi,Rd,z} = 1143,8 / 2287,4 = 0,50 < 1 \quad \checkmark$				
				EN 1994-1-2 §G.6
				EN 1993-1-1 tabulka 5.5.2
				§6.3.1.2
				EN1994-1-2

<p>VÝPOČET</p> 	Dokument:	<i>SX039a-CZ-EU</i>	Strana	<i>11 z 8</i>
	Název	<i>Řešený příklad: Požární odolnost částečně obetonovaného spráženého sloupu</i>		
	Eurokód			
	Vypracovali	<i>P Schaumann & T Trautmann</i>	Daum	<i>Leden 2006</i>
	Kontroloval	<i>J Chica & F Morente, Labein</i>	Datum	<i>Leden 2006</i>

Únosnost podle tabulek

Tabulky slouží pro určení únosnosti sloupu. Při výpočtu redukčního součinitele zatížení $\eta_{fi,t}$ musí být stupeň vyztužení sloupu v rozmezí 1% až 6%.

$$\frac{A_s}{A_c + A_s} \begin{cases} \geq 1\% \\ \leq 6\% \end{cases}$$

$$\frac{1960}{73140 + 1960} = 0,03 = 3\% \begin{cases} > 1\% \\ < 6\% \end{cases}$$

Redukční součinitel zatížení je:

$$\eta_{fi,t} = E_{fi,d,t} / R_d = N_{fi,d} / N_{Rd} = 1143,8 / 5389,8 = 0,21$$

kde N_{Rd} únosnost sloupu v prostém tlaku, která se určí jako součet únosností jednotlivých částí:

$$N_{Rd} = A_a f_{yd} + 0,85 A_c f_{cd} + A_s f_{sd} = 14900 \cdot \frac{235}{1,0} + 0,85 \cdot 73140 \cdot \frac{25}{1,5} + 1960 \cdot \frac{500}{1,15} = 5389800 \text{ N} = 5389,8 \text{ kN}$$

Minimální rozměry průřezu podle normy EN 1994-1-2:

$$b_{\min} = h_{\min} = 200 \text{ mm}$$

Minimální rozměry průřezu, pro které lze použít tento postup, jsou shrnuty v tabulce 9.

Tabulka 9. Minimální rozměry sloupu

Minimální hodnota	Hodnota v tomto příkladu	
$(e_w / e_f)_{\min} = 0,5$	$e_w / e_f = 1,1 / 1,9 = 0,58$	✓
$b_{\min} = h_{\min} = 200 \text{ mm}$	$b = h = 300 \text{ mm}$	✓
$u_{s,\min} = 50 \text{ mm}$	$u_s = 50 \text{ mm}$	✓
$(A_s / (A_c + A_s))_{\min} = 4\%$	$A_s / (A_c + A_s) = 3\%$	✗


Stupeň vyztužení průřezu je v tomto případě příliš nízký. Bude třeba zvětšit procento vyztužení přidáním dalších prutů nebo použitím prutů většího průměru.

[EN1994-1-2 § 4.2.3.3](#)

[EN1994-1-1 §6.7.3.2\(1\)](#)

[EN 1994-1-2 tabulka 4.2](#)

[EN 1994-1-2 tabulka 4.2](#)

<p>VÝPOČET</p> 	Dokument:	<i>SX039a-CZ-EU</i>	Strana	<i>12 z 8</i>
	Název	<i>Řešený příklad: Požární odolnost částečně obetonovaného spřaženého sloupu</i>		
	Eurokód			
	Vypracovali	<i>P Schaumann & T Trautmann</i>	Daum	<i>Leden 2006</i>
	Kontroloval	<i>J Chica & F Morente, Labein</i>	Datum	<i>Leden 2006</i>

Porovnání návrhových metod

Při použití tabulkových hodnot v tomto případě není možné. Při posouzení pomocí jednoduchého návrhového modelu byla ověřena dostatečná únosnost sloupu. Použití tabulek vede ke konzervativním výsledkům.

Quality Record

RESOURCE TITLE	Řešený příklad: Požární odolnost částečně obetonovaného spřaženého sloupu		
Reference(s)			
ORIGINAL DOCUMENT			
	Name	Company	Date
Created by	P Schaumann & T Trautmann	University of Hannover – Institute for Steel Construction	
Technical content edited by	J Chica & F Morente, Labein	LABEIN	
Editorial content edited by			
Technical content endorsed by the following STEEL Partners:			
UK	G W Owens	SCI	9/6/06
France	A Bureau	CTICM	9/6/06
Sweden	B Uppfeldt	SBI	9/6/06
Germany	C Müller	RWTH	9/6/06
Spain	J Chica	Labein	9/6/06
Luxembourg	M Haller	PARE	9/6/06
Resource approved by Technical Coordinator	G W Owens	SCI	12/9/06
TRANSLATED DOCUMENT			
This Translation made and checked by:	Z. Sokol	CTU in Prague	29/6/07
Translated resource approved by	F. Wald	CTU in Prague	31/7/07
National technical contact	F. Wald		