



LOCAFI+

Určenie teploty zvislého prvku namáhaného lokálnym požiarom
(LOCALised Fire)

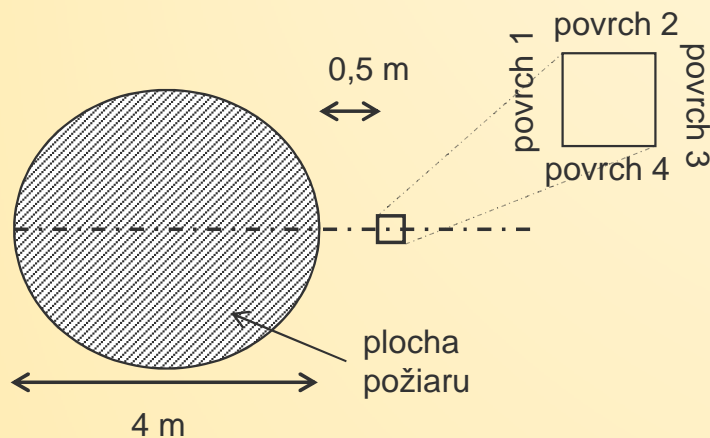
Rozšírenie výsledkov

Dohoda o grante č. 754072

7. Riešené príklady

7. Riešené príklady

7.1. Príklad 1 : Radiačný tok z lokálneho požiaru



Prierez stĺpa : HEB 300

Priemer zdroja požiaru : 4m

Vzdialenosť medzi požiarom a stĺpom: 0.5m

Maximálna rýchlosť uvoľňovania tepla : 1000 kW.m⁻²

Kónický tvar plameňa

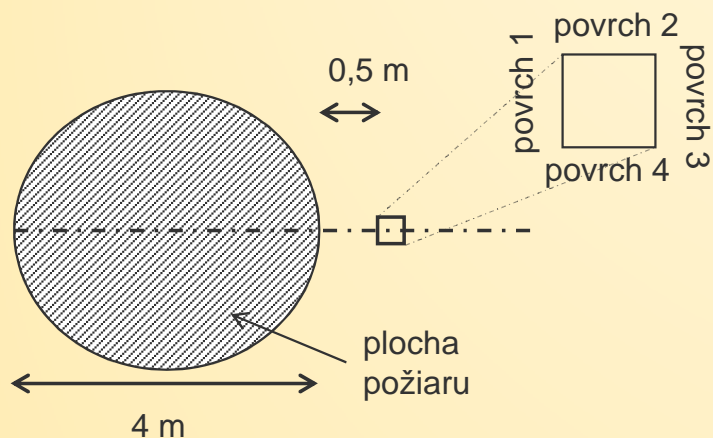
Stĺp situovaný mimo plochy požiaru a vrstvy dymu

Bez stropu

Výpočet uskutočnený pre $z = 1.0m$

7. Riešené príklady

7.1. Príklad 1 : Radiačný tok z lokálneho požiaru



$$D = 4 \text{ m}$$

$$Q = RHR * \frac{\pi}{4} * D^2 = 12566371 \text{ W}$$

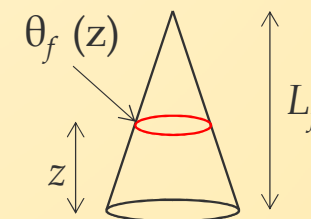
$$L_f = -1.02 D + 0.0148 Q^{0.4} = 6.15 \text{ m}$$

$$z_0 = -1.02 D + 0.00524 Q^{0.4} = -0.48 \text{ m}$$

Teplota plameňa

$$\theta_f(z) = \min \left(900; 20 + 0.25(0.8Q(t))^{2/3} (z - z_0)^{-5/3} \right)$$

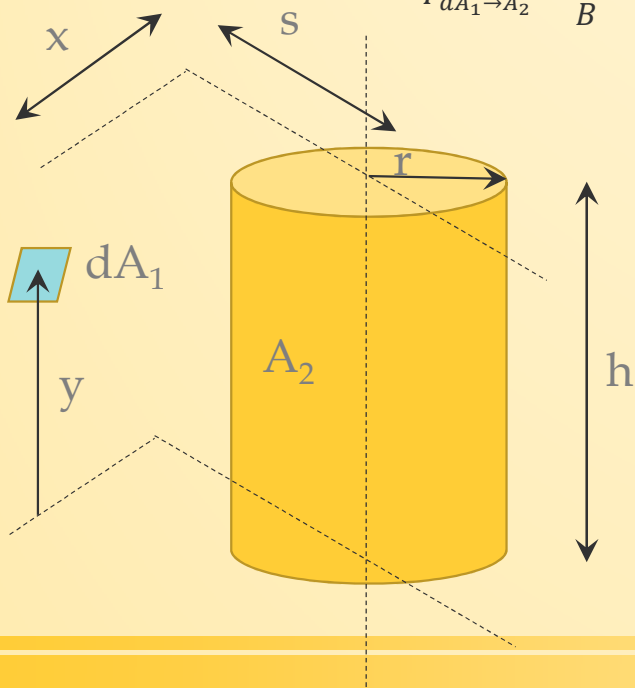
z (m)	T (°C)
0	900
0.5	900
1	900
1.5	900
2	900
2.5	900
3	900
3.5	900
4	900
4.5	827.9
5	708.4
5.5	614.8
6	540.0
6.5	479.3
7	429.1
7.5	387.2



7. Riešené príklady

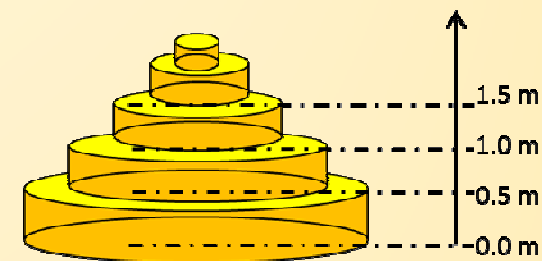
7.1. Príklad 1 : Radiačný tok z lokálneho požiaru

Povrch 1



$$F_{dA_1 \rightarrow A_2} = \frac{S}{B} - \frac{S}{2B\pi} \left\{ \begin{aligned} &\cos^{-1} \left(\frac{Y^2 - B + 1}{A - 1} \right) + \cos^{-1} \left(\frac{C - B + 1}{C + B - 1} \right) \\ &- Y \left[\frac{A + 1}{\sqrt{(A - 1)^2 + 4Y^2}} \cos^{-1} \left(\frac{Y^2 - B + 1}{\sqrt{B}(A - 1)} \right) \right] \\ &- \sqrt{C} \frac{C + B + 1}{\sqrt{(C + B - 1)^2 + 4C}} \cos^{-1} \left(\frac{C - B + 1}{\sqrt{B}(C + B - 1)} \right) \\ &+ H \cos^{-1} \left(\frac{1}{\sqrt{B}} \right) \end{aligned} \right\}$$

$$\begin{aligned} S &= s/r \\ X &= x/r \\ H &= h/r \\ A &= X^2 + Y^2 + S^2 \\ B &= S^2 + X^2 \\ C &= (H - Y)^2 \end{aligned}$$

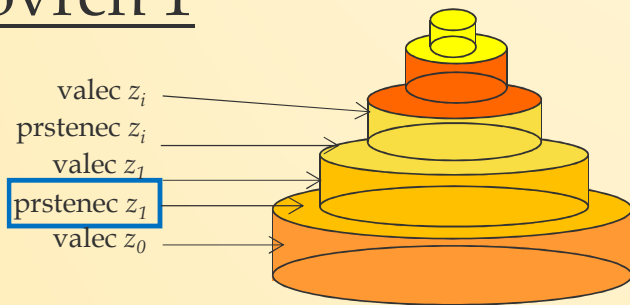


$$\begin{aligned} F_i &= F_{dA_1 \rightarrow A_2}(s = s_f, x = x_f, r = r_i, h = |z_i - z_f|) \\ F_{i+1} &= F_{dA_1 \rightarrow A_2}(s = s_f, x = x_f, r = r_i, h = |z_{i+1} - z_f|) \\ \left| \begin{aligned} &\text{if } z_i \geq z_f \text{ then } F = F_{i+1} - F_i \\ &\text{else } F = F_i - F_{i+1} \end{aligned} \right. \end{aligned}$$

7. Riešené príklady

7.1. Príklad 1 : Radiačný tok z lokálneho požiaru

Povrch 1



$$z_f = 1.0m$$

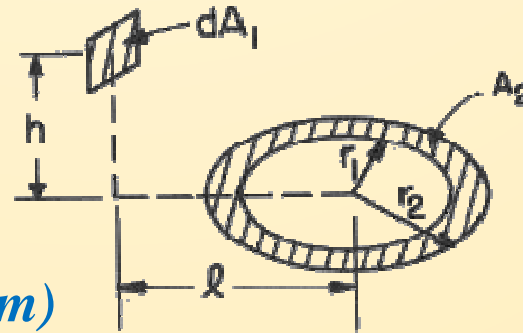
→ Uvažuje sa len s 1 prstencom ($z_i = 0.5m$)

Vonkajší polomer $r_2 = 2.0m$

Vnútorný polomer $r_1 = (6.15 - 0.5) / 6.15 * 2.0m = 1.84m$

Zjednodušenie : $l = 2.5m$

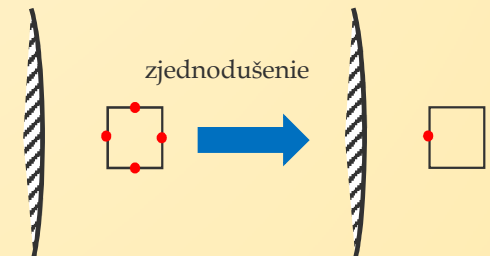
$$F_{dA_1 \rightarrow A_2} = \frac{H}{2} \left(\frac{H^2 + R_2^2 + 1}{\sqrt{(H^2 + R_2^2 + 1)^2 - 4R_2^2}} - \frac{H^2 + R_1^2 + 1}{\sqrt{(H^2 + R_1^2 + 1)^2 - 4R_1^2}} \right)$$



$$H = h/l = (1 - 0.5)/2.5 = 0.2$$

$$R_2 = r_2/l = 2/2.5 = 0.8$$

$$R_1 = r_1/l = 1.84/2.5 = 0.73$$



7. Riešené príklady

7.1. Príklad 1 : Radiačný tok z lokálneho požiaru

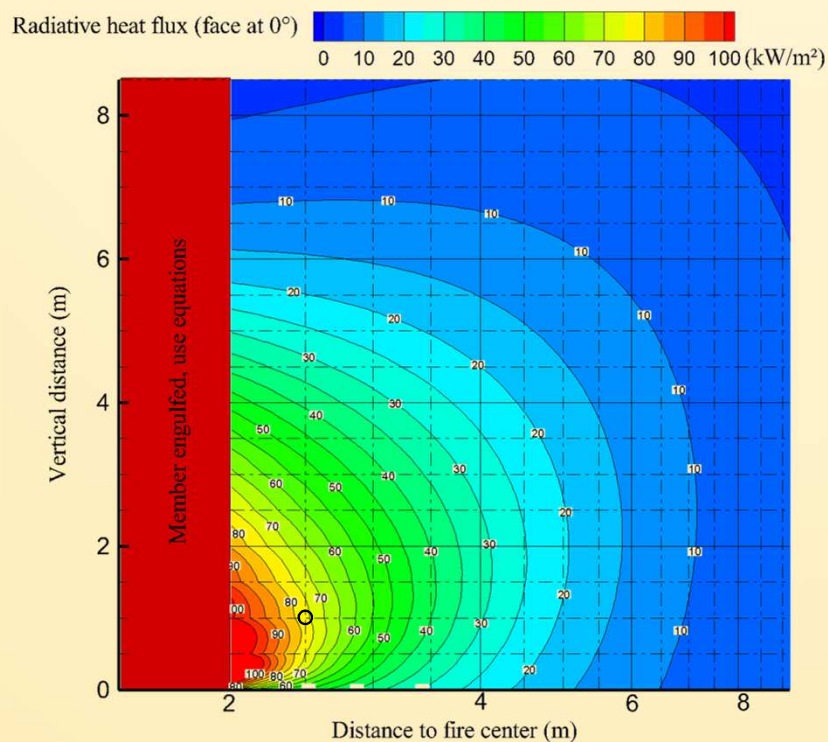
Povrch 1

Input data										Section coordinate								
HRR	Dfire	Q	Q	hf	Constant				sf	xf	zf	Intermediate variables						
kW/m²	m	W	MW	m	σ	Tabs			m	m	m	Z _{virt}		l				
1000	4	12566370.6	12.57	6.15	5.67E-08				273.15			2.5	0	1	-0.46		2.5	
						Cylinder										Ring		
zi	Tf	ri	F _{cylinder_zi}	F _{ring_zi}	Flux _{face1}	Fi	Fi+1	S	X	A	Hi	Hi+1	zi-zf	zi+1-zf	H	Ri	Ri+1	
m	°C	m	-	-	kW/m²	-	-	-	-	-	-	-	m	m	-	-	-	
0	900	2.00	0.0726	0	7.79	0.3705	0.2979	1.25	0	1.56	0.50	0.25	1.00	0.50	0	0.00	0.00	
0.5	900	1.84	0.2374	0.0555	31.45	0.2374	0.0000	1.36	0	1.85	0.27	0.00	0.50	0.00	0.20	0.80	0.73	
1	900	1.67	0.1893	0	20.33	0.0000	0.1893	1.49	0	2.23	0.00	0.30	0.00	0.50	0	0.73	0.67	
1.5	900	1.51	0.0823	0	8.84	0.1514	0.2337	1.65	0	2.73	0.33	0.66	0.50	1.00	0	0.67	0.60	
2	900	1.35	0.0361	0	3.88	0.1953	0.2315	1.85	0	3.43	0.74	1.11	1.00	1.50	0	0.60	0.54	
2.5	900	1.19	0.0177	0	1.91	0.1958	0.2136	2.11	0	4.43	1.26	1.68	1.50	2.00	0	0.54	0.47	
3	900	1.02	0.0095	0	1.02	0.1797	0.1893	2.44	0	5.95	1.95	2.44	2.00	2.50	0	0.47	0.41	
3.5	900	0.86	0.0054	0	0.58	0.1564	0.1618	2.90	0	8.41	2.90	3.48	2.50	3.00	0	0.41	0.34	
4	900	0.70	0.0031	0	0.34	0.1296	0.1328	3.57	0	12.77	4.29	5.00	3.00	3.50	0	0.34	0.28	
4.5	828	0.54	0.0018	0	0.15	0.1009	0.1027	4.66	0	21.68	6.52	7.45	3.50	4.00	0	0.28	0.21	
5	708	0.37	0.0010	0	0.05	0.0711	0.0720	6.68	0	44.58	10.68	12.02	4.00	4.50	0	0.21	0.15	
5.5	615	0.21	0.0004	0	0.02	0.0405	0.0409	11.80	0	139.24	21.24	23.60	4.50	5.00	0	0.15	0.08	
6	540	0.05	0.0001	0	0.00	0.0095	0.0096	50.71	0	2571.11	101.41	111.55	5.00	5.50	0	0.08	0.02	
6.5	479	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.50	6.00	0	0.02	0	
7	429	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.00	6.50	0	0	0	
7.5	387	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.50	1.00	0	0	0	
		Incident heat flux on face 1			76.36	kW/m²												
		Absorbed heat flux on face 1			53.45	kW/m²												

7. Riešené príklady

7.1. Príklad 1 : Radiačný tok z lokálneho požiaru

Povrch 1

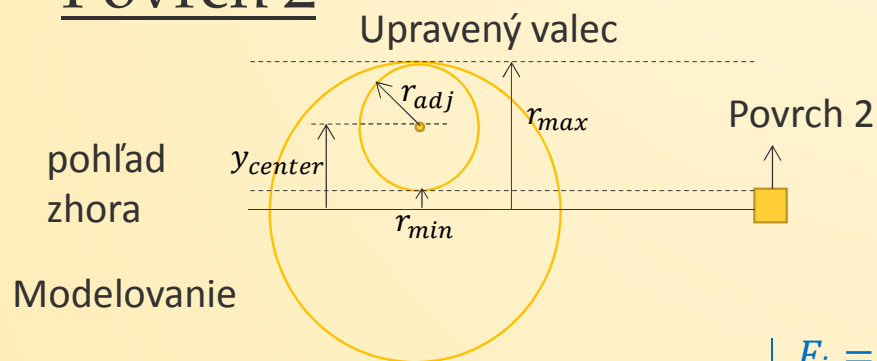


$$\begin{aligned}\text{Absorbovaný tok} &= \varepsilon * \varphi_{tot} \\ &= 0.7 * 77 \text{ kW/m}^2 \\ &= 53.9 \text{ kW/m}^2\end{aligned}$$

7. Riešené príklady

7.1. Príklad 1 : Radiačný tok z lokálneho požiaru

Povrch 2



$$\underline{z = 0}$$

$$r_{min} = \max(-r_i, x_f) = 0$$

$$r_{max} = r_i = 2.0 \text{ m}$$

$$y_{center} = \frac{r_{min} + r_{max}}{2} = 1.0 \text{ m}$$

$$r_{adjusted} = \frac{r_{max} - r_{min}}{2} = 1.0 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} F_i &= F_{dA_1 \rightarrow A_2}(s = y_{center} - x_f, x = s_f, r = r_{adjusted}, h = |z_i - z_f|) \\ F_{i+1} &= F_{dA_1 \rightarrow A_2}(s = y_{center} - x_f, x = s_f, r = r_{adjusted}, h = |z_{i+1} - z_f|) \end{aligned}$$

7. Riešené príklady

7.1. Príklad 1 : Radiačný tok z lokálneho požiaru

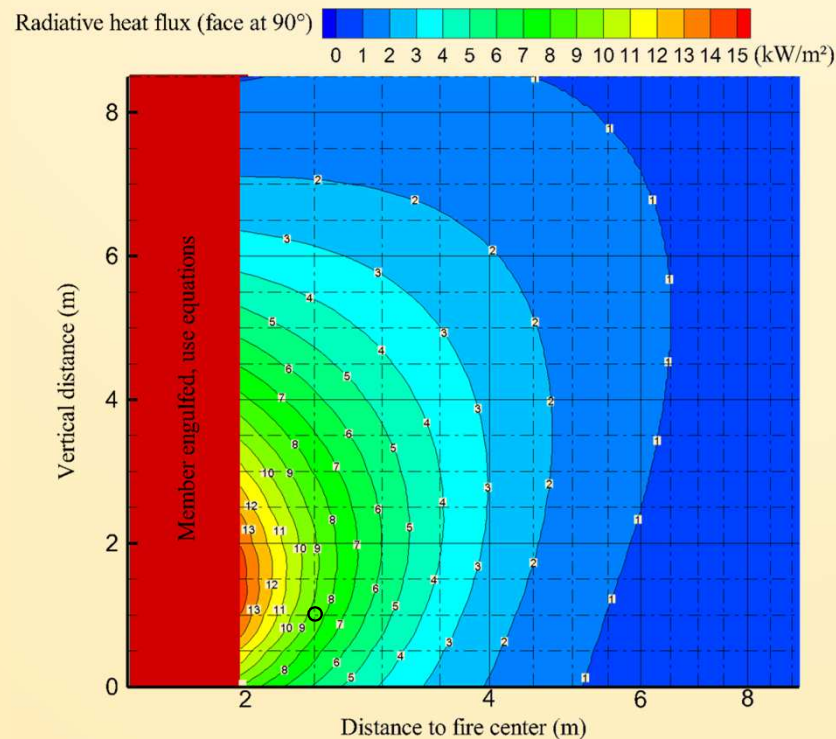
Povrch 2

						Ring							
zi	Tf	ri	F _{cylinder_zi}	F _{ring_zi}	Flux _{face2}	H	Ri	Ri+1	Input data				
m	°C	m	-	-	kW/m²	-	-	-	HRR	Dfire	Q	Q	hf
0	900	2.00	0.0175	0	1.88	0	0.00	0.00	kW/m²	m	W	MW	m
0.5	900	1.84	0.0193	0.0060	2.71	0.20	0.40	0.37	1000	4	12566370.6	12.57	6.15
1	900	1.67	0.0160	0	1.72	0	0.37	0.33					
1.5	900	1.51	0.0103	0	1.10	0	0.33	0.30					
2	900	1.35	0.0056	0	0.60	0	0.30	0.27					
2.5	900	1.19	0.0028	0	0.30	0	0.27	0.24	Section coordinate				
3	900	1.02	0.0014	0	0.15	0	0.24	0.20	sf	xf	zf		
3.5	900	0.86	0.0006	0	0.07	0	0.20	0.17	m	m	m		
4	900	0.70	0.0003	0	0.03	0	0.17	0.14	2.5	0	1		
4.5	828	0.54	0.0001	0	0.01	0	0.14	0.11					
5	708	0.37	0.0000	0	0.00	0	0.11	0.07					
5.5	615	0.21	0.0000	0	0.00	0	0.07	0.04					
6	540	0.05	0.0000	0	0.00	0	0.04	0.01	Constant		Intermediate variables		
6.5	479	0	0	0	0	0	0.01	0.00	σ	Tab5	Z _{vert}	l	
7	429	0	0	0	0	0	0	0	5.67E-08	273.15	-0.46	2.5	
7.5	387	0	0	0	0	0	0	0					
					Incident heat flux on face 2	8.57	kW/m²						
					Absorbed heat flux by face 2	6.00	kW/m²						
Modified cylinder / ring						Cylinder							
rmin	rmax	ri _{adjusted}	Y _{center}	Fi	Fi+1	s	S	X	A	Hi	Hi+1	Z _i -Z _i	Z _{i+1} -Z _i
m	m	m	m	-	-	-	-	-	-	-	-	m	m
0	2.00	1.00	1.00	0.0403	0.0229	1.00	1.00	2.50	7.25	1.00	0.50	1.00	0.50
0	1.84	0.92	0.92	0.0193	0.0000	0.92	1.00	2.72	8.40	0.54	0.00	0.50	0.00
0	1.67	0.84	0.84	0.0000	0.0160	0.84	1.00	2.99	9.91	0.00	0.60	0.00	0.50
0	1.51	0.76	0.76	0.0130	0.0233	0.76	1.00	3.31	11.93	0.66	1.32	0.50	1.00
0	1.35	0.67	0.67	0.0185	0.0241	0.67	1.00	3.70	14.72	1.48	2.22	1.00	1.50
0	1.19	0.59	0.59	0.0187	0.0215	0.59	1.00	4.21	18.74	2.53	3.37	1.50	2.00
0	1.02	0.51	0.51	0.0161	0.0174	0.51	1.00	4.88	24.81	3.90	4.88	2.00	2.50
0	0.86	0.43	0.43	0.0124	0.0130	0.43	1.00	5.80	34.64	5.80	6.96	2.50	3.00
0	0.70	0.35	0.35	0.0086	0.0089	0.35	1.00	7.15	52.09	8.58	10.01	3.00	3.50
0	0.54	0.27	0.27	0.0053	0.0054	0.27	1.00	9.31	87.70	13.04	14.90	3.50	4.00
0	0.37	0.19	0.19	0.0026	0.0027	0.19	1.00	13.35	179.33	21.37	24.04	4.00	4.50
0	0.21	0.11	0.11	0.0009	0.0009	0.11	1.00	23.60	557.97	42.48	47.20	4.50	5.00
0	0.05	0.02	0.02	0.0000	0.0000	0.02	1.00	101.41	10285.43	202.82	223.11	5.00	5.50
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.50	6.00
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.00	6.50
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.50	1.00

7. Riešené príklady

7.1. Príklad 1 : Radiačný tok z lokálneho požiaru

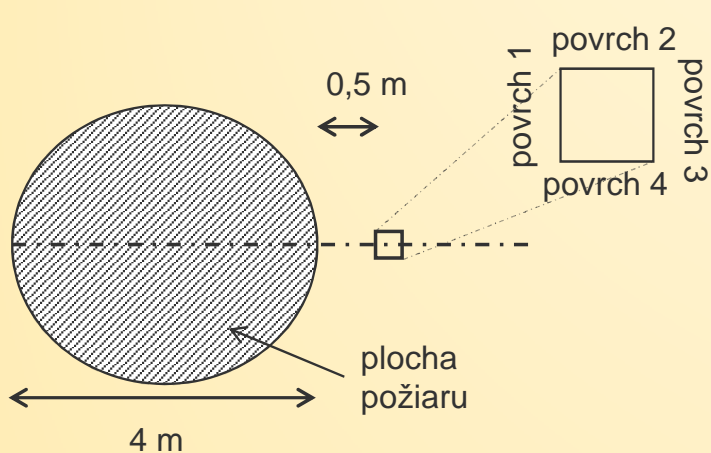
Povrch 2



$$\begin{aligned}\text{Absorbovaný tok} &= \varepsilon * \varphi_{tot} \\ &= 0.7 * 8.7 \text{ kW/m}^2 \\ &= 6.1 \text{ kW/m}^2\end{aligned}$$

7. Riešené príklady

7.1. Príklad 1 : Radiačný tok z lokálneho požiaru



Tepelný tok absorbovaný každým povrchom (s predpokladom, že $\varepsilon = 0.7$)

Povrch 1 : 53.45 kW/m²

Povrch 2 : 6.00 kW/m²

Povrch 3 : 0.00 kW/m²

Povrch 4 : 6.00 kW/m²

→ Stredná hodnota tepelného toku = 16.36 kW/m²

$$0 = \underbrace{h(\theta - 20)}_{\text{Vyžarovaný čistý konvekčný tok}} + \underbrace{\sigma\varepsilon[(\theta + 273)^4 - (20 + 273)^4]}_{\text{Vyžarovaný radiačný tok}} - \underbrace{\varepsilon * \varphi_{tot}}_{\text{Absorbovaný tok}}$$

Vyžarovaný čistý konvekčný tok

Vyžarovaný radiačný tok

Absorbovaný tok

$$h = 35 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}; \sigma = 5.67 * 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$$

θ (°C)	Vyžarovaný tok W/m ²
20	0
30	392.03
40	788.42
50	1189.49
...	...
280	12519.26
290	13145.11
300	13786.06
310	14442.65
320	15115.43
330	15804.96
340	16511.80
350	17236.55
360	17979.78

7. Riešené príklady

7.1. Príklad 1 : Radiačný tok z lokálneho požiaru

Požiar - Príklad 1

Súbor Nástroje Zobrazit Pomoc

Požiar v celom požiarom úseku: ☐ Príloha E (EN 1991-1-2) ☐ Vlastná krivka

Lokálny požiar: ☒ Lokálny požiar

Pocet požiarov: 1

Vyber požiar: 1

Požiar	Priemer [m]	Pos X [m]	Pos Y [m]
Požiar 1	4	0	0
Požiar 2			
Požiar 3			
Požiar 4			
Požiar 5			

Geometrické údaje:

Výška stropu: 10 m

Vzdialenosť na osi (x): 2,5 m

Výška na osi (z): 1 m

Fire

Diagram showing a fire source (red circle) and a receiver (blue I-shape) in a 2D coordinate system (x, y).

	Čas [min]	RHR [MW]
Bod 1	0	12,56
Bod 2	60	12,56
Bod 3		
Bod 4		
Bod 5		
Bod 6		
Bod 7		
Bod 8		
Bod 9		
Bod 10		
Bod 11		
Bod 12		
Bod 13		
Bod 14		
Bod 15		
Bod 16		
Bod 17		
Bod 18		
Bod 19		
Bod 20		

OK Zrušiť

7. Riešené príklady

7.1. Príklad 1 : Radiačný tok z lokálneho požiaru

Požiar - Príklad 1

Súbor Nástroje Zobrazit Pomoc

Požiar v celom požiarom úseku: ☐ Príloha E (EN 1991-1-2) ☐ Vlastná krivka

Lokálny požiar: ☒ Lokálny požiar

Pocet požiarov: 1

Vyber požiar: 1

Požiar	Primer [m]	Pos X [m]	Pos Y [m]
Požiar 1	4	0	0
Požiar 2			
Požiar 3			
Požiar 4			
Požiar 5			

	Cas [min]	RHR [MW]
Bod 1	0	12.56
Bod 2	60	12.56
Bod 3		
Bod 4		
Bod 5		
Bod 6		
Bod 7		
Bod 8		
Bod 9		
Bod 10		
Bod 11		
Bod 12		
Bod 13		
Bod 14		
Bod 15		
Bod 16		
Bod 17		
Bod 18		
Bod 19		
Bod 20		

Geometrické údaje:

Výška stropu: 10 m

Vzdialenosť na osi (x): 2,5 m

Výška na osi (z): 1 m

OK Zrušiť

Prestup tepla - Príklad 1

Súbor Nástroje Zobrazit Pomoc

Prestup tepla do konštrukcie s použitím teploty

☐ Teplota horkej vrstvy ☐ Nomová teplotná krivka ISO 853

☒ Teplota podľa lokálneho požiaru ☐ Teplotná krivka podľa ASTM E119

☐ Válcia z týchto teplot ☐ Uhlovodíková teplotná krivka

OK Zrušiť

Prierez - Príklad 1

Súbor Nástroje Zobrazit Pomoc

Prierez: ☒ Nechránený prierez ☐ Ochránený prierez

Ocelový profil

Typ: HE

Profil: HE 300 B

Expozícia

☒ Vystavený zo štyroch strán ☐ Vystavený z troch strán

Protipožiarna ochrana

☒ Nátrekom ☐ Obkladom

Materiál protipožiarnnej ochrany

☒ Výber z katalógu ☐ Konštantné vlastnosti ☐ Vlastnosti závislé na teplote

Hĺbka: mm

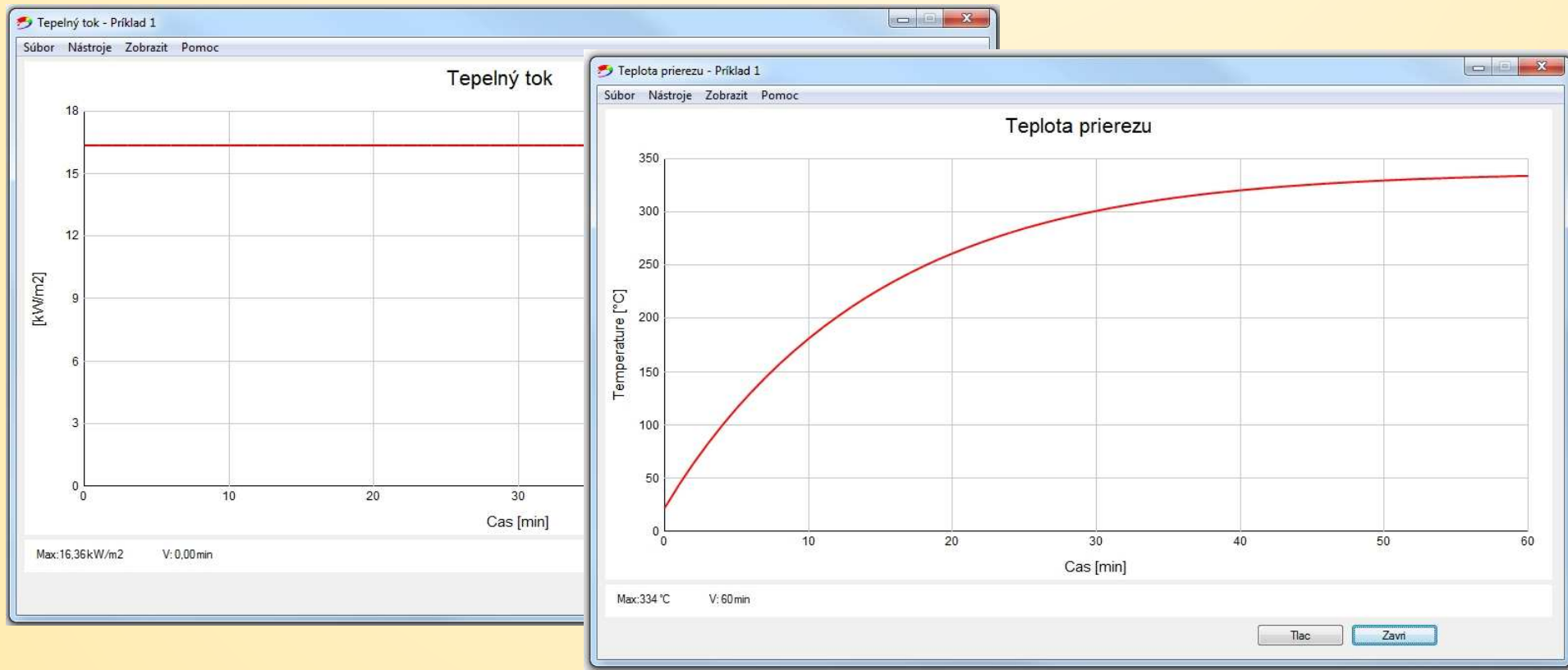
Materiál: Spray Mineral Fiber

Temperature °C	Jednotková hmotnosť kg/m3	Mená tepelná kapacita J/kgK	Vodivosť W/mK
300	300	1200	0,12

OK Zrušiť

7. Riešené príklady

7.1. Príklad 1 : Radiačný tok z lokálneho požiaru

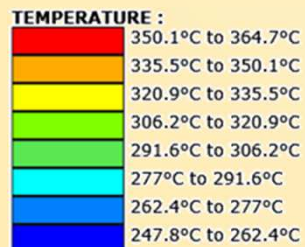
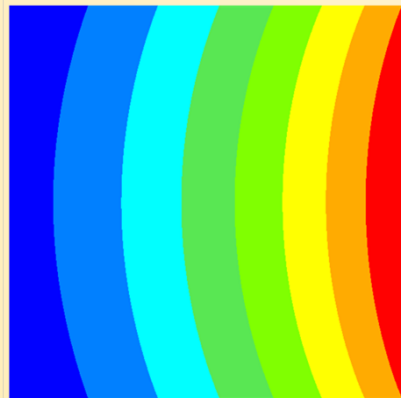


7. Riešené príklady

7.1. Príklad 1 : Radiačný tok z lokálneho požiaru

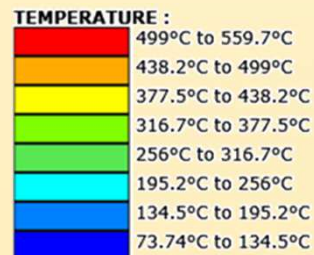
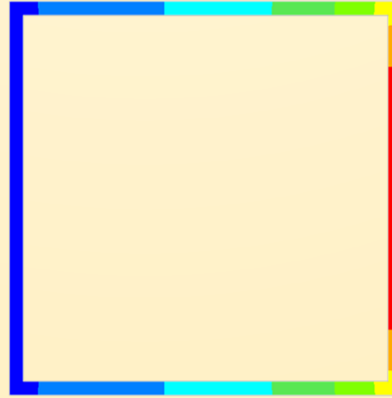
Rovnovážne rozdelenie teploty (LOCAFI)

Hranol 300x300



$$(T_{\max} + T_{\min})/2 = 306^{\circ}\text{C}$$

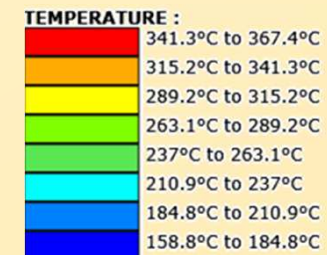
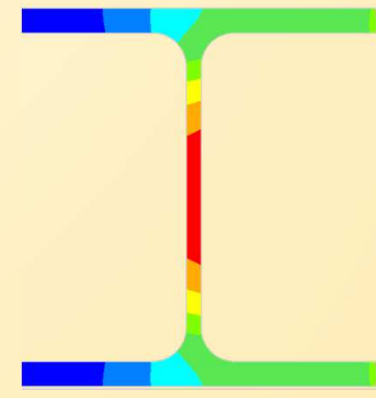
RHS 300x300x10



$$(T_{\max} + T_{\min})/2 = 317^{\circ}\text{C}$$

Veľké rozdiely
po priereze

HEB 300

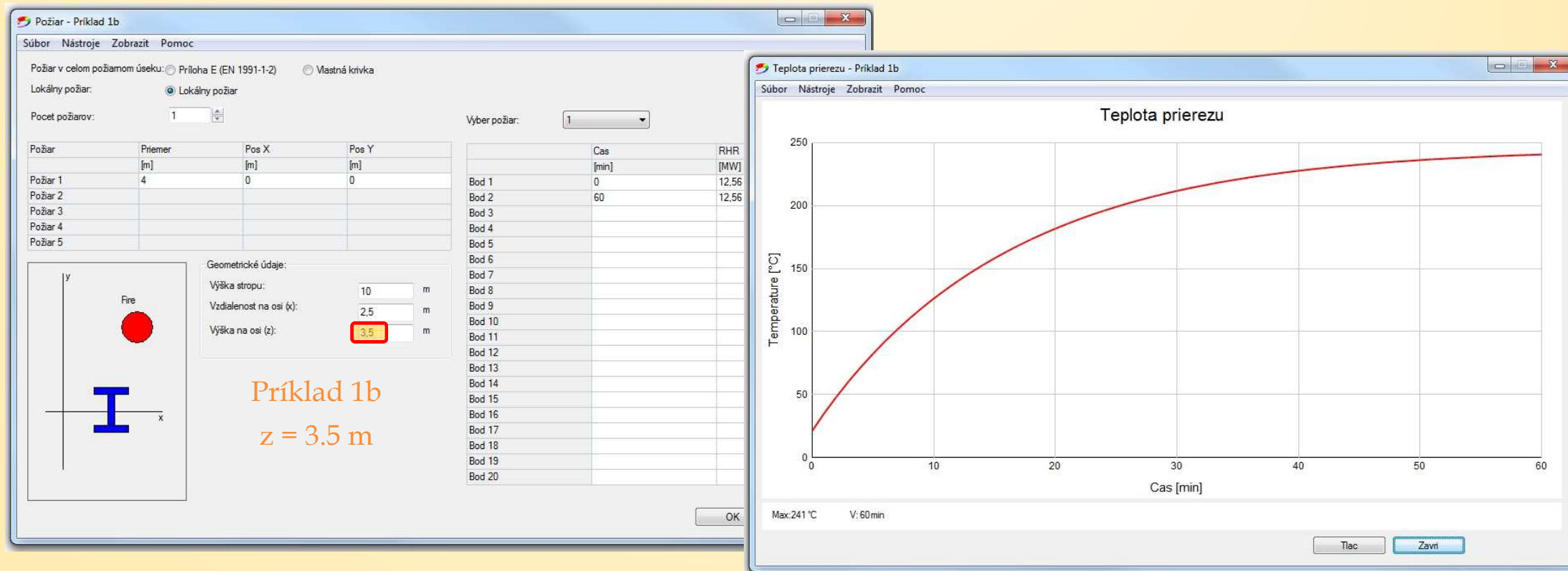


$$(T_{\max} + T_{\min})/2 = 262^{\circ}\text{C}$$

Model
zohľadňuje plyv
tinenia

7. Riešené príklady

7.1. Príklad 1 : Radiačný tok z lokálneho požiaru



7. Riešené príklady

7.1. Príklad 1 : Radiačný tok z lokálneho požiaru

Požiar - Príklad 1c

Súbor Nástroje Zobrazit Pomoc

Požiar v celom požiarom úseku: ☐ Príloha E (EN 1991-1-2) ☐ Vlastná krivka

Lokálny požiar: ☒ Lokálny požiar

Pocet požiarov: 1

Vyber požiar: 1

Požiar	Priemer [m]	Pos X [m]	Pos Y [m]
Požiar 1	4	0	0
Požiar 2			
Požiar 3			
Požiar 4			
Požiar 5			

Geometrické údaje:

Výška stropu: 3.5 m

Vzdialenosť na osi (x): 2.5 m

Výška na osi (z): 3.5 m

Diagram: A 2D coordinate system with x and y axes. A red circle labeled 'Fire' is at the origin (0,0). A blue 'I' shaped beam is shown below the origin.

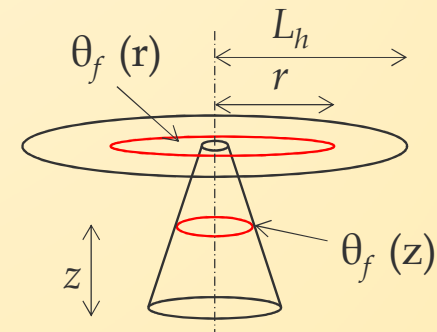
	Čas [min]	RHR [MW]
Bod 1	0	12.56
Bod 2	60	12.56
Bod 3		
Bod 4		
Bod 5		
Bod 6		
Bod 7		
Bod 8		
Bod 9		
Bod 10		
Bod 11		
Bod 12		
Bod 13		
Bod 14		
Bod 15		
Bod 16		
Bod 17		
Bod 18		
Bod 19		
Bod 20		

OK Zrušiť

Príklad 1c

$z = 3.5 \text{ m}$

$z_{\text{ceiling}} = 3.5 \text{ m}$



$$L_h = H(2.9Q_H^{0.33} - 1) = 4.54 \text{ m}$$

7. Riešené príklady

7.1. Príklad 1 : Radiačný tok z lokálneho požiaru

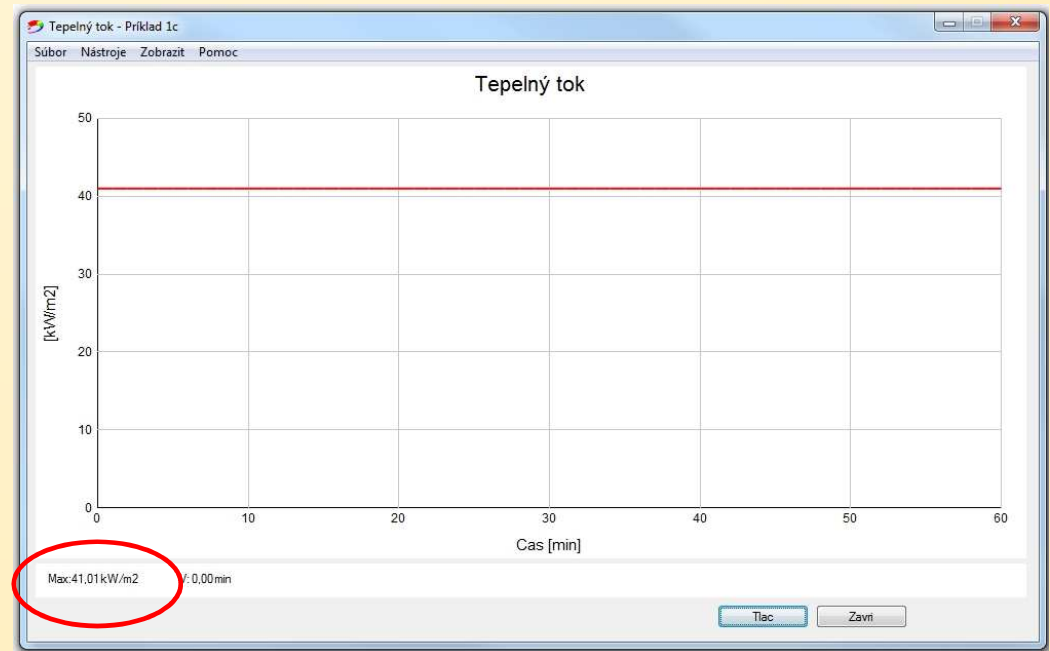
HASEMI (EN 1991-1-2 – Príloha C)

$$Q_D^* = \frac{Q}{1.11 \cdot 10^6 \cdot D^{2.5}} = 0.3536$$

$$z' = 2.4 \cdot D \cdot (Q_D^{*2/5} - Q_D^{*2/3}) = 1.535$$

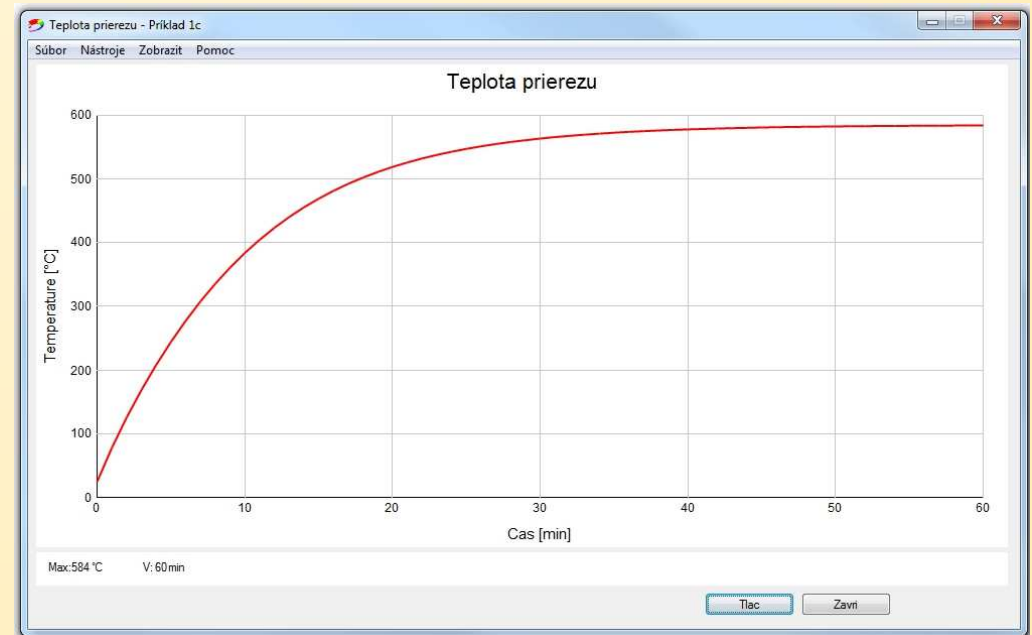
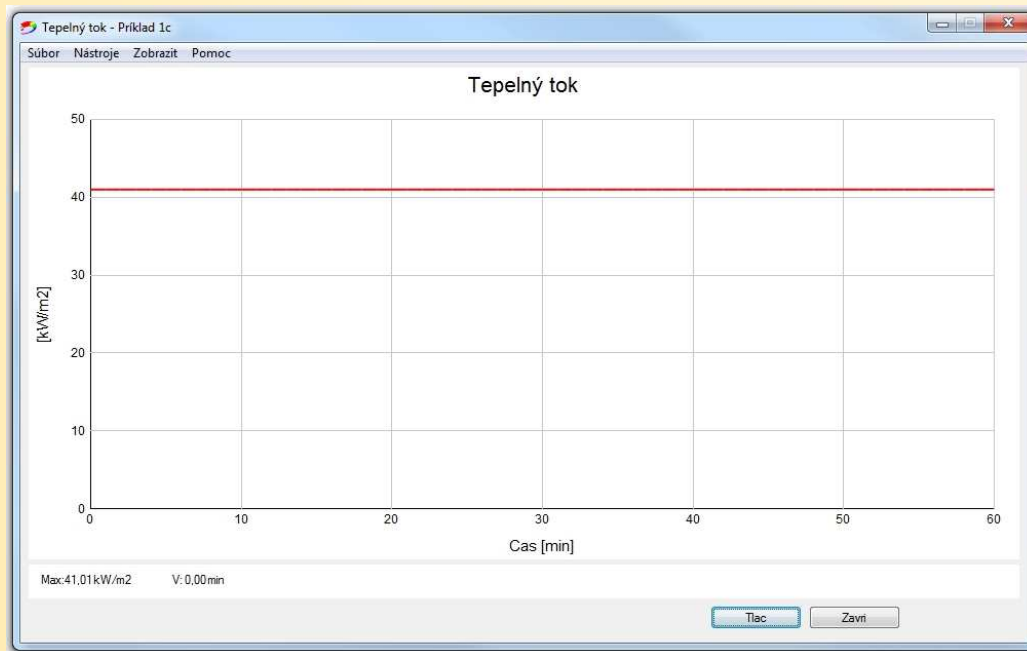
$$y = \frac{r + H + z'}{L_h + H + z'} = 0.787$$

$$0.3 < y < 1 \rightarrow \dot{h} = 136300 - 121000 y$$
$$\rightarrow \dot{h} = 41073 \text{ W/m}^2$$



7. Riešené príklady

7.1. Príklad 1 : Radiačný tok z lokálneho požiaru

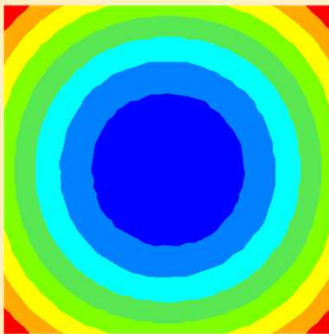


7. Riešené príklady

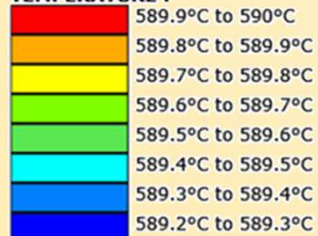
7.1. Príklad 1 : Radiačný tok z lokálneho požiaru

Rovnovážne rozdelenie teploty (HASEMI)

Hranol 300x300

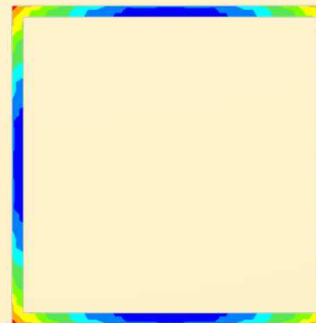


TEMPERATURE :

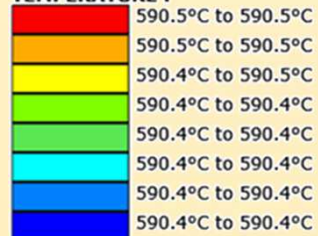


$T_{\text{aver}} = 589^{\circ}\text{C}$

RHS 300x300x10

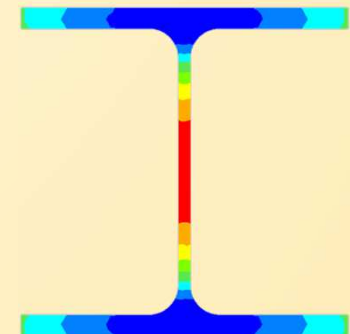


TEMPERATURE :

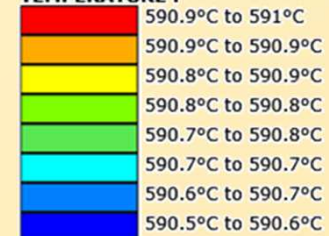


$T_{\text{aver}} = 590^{\circ}\text{C}$

HEB 300



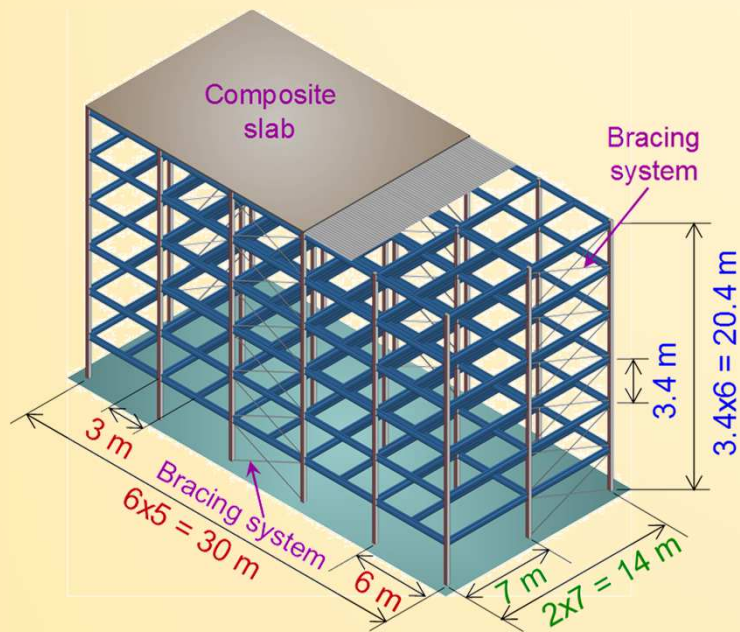
TEMPERATURE :



$T_{\text{aver}} = 591^{\circ}\text{C}$

7. Riešené príklady

7.2. Príklad 2 : Stĺp v administratívnej budove

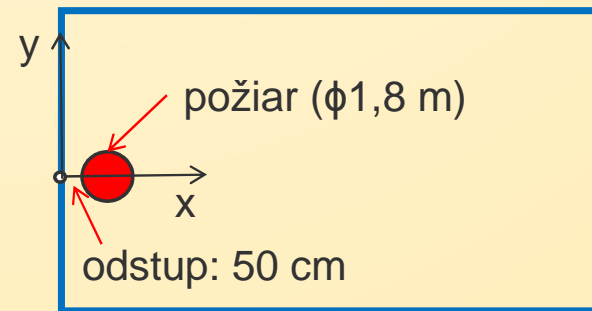


Zdroj požiaru situovaný vo vzdialenosti 0.5 m od stĺpa

Konštrukčná výška podlažia : 3.5 m

Zdroj požiaru : 500 kg papiera (17.5 MJ/kg) na ploche 2.5m²

$RHR_{max} = 1000 \text{ kW/m}^2$

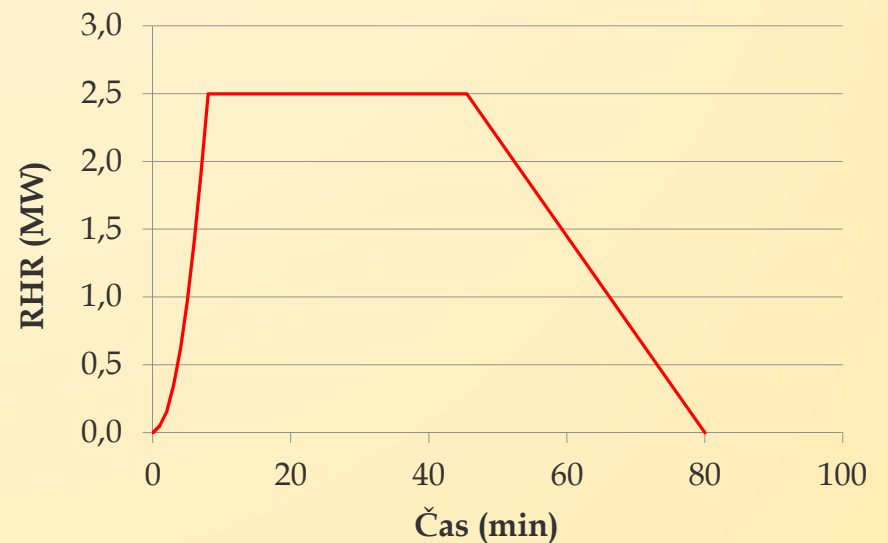


7. Riešené príklady

7.2. Príklad 2 : Stĺp v administratívnej budove

Rozvoj požiaru podľa Prílohy E normy STN EN 1991-1-2

- Etapa rozvoja : $Q(t) = 10^6 * (t/t_\alpha)^2$
- Rýchlosť rozvoja : *Medium*
- $RHR = 1 \text{ MW}$ po $t_\alpha = 300 \text{ s}$
- $RHR_{max} = 2.5 \text{ m}^2 * 1000 \text{ kW/m}^2 = 2.5 \text{ MW}$
- Etapa dohorievania začíta po zhorení 70% požiarneho zaťaženia



7. Riešené príklady

7.2. Príklad 2 : Stĺp v administratívnej budove

Požiar - Príklad 2

Súbor Nástroje Zobrazit Pomoc

Požiar v celom požiarom úseku: ☐ Príloha E (EN 1991-1-2) ☐ Vlastná krivka

Lokálny požiar: ☒ Lokálny požiar

Pocet požiarov: 1

Výber požiar: 1

Požiar	Priemer [m]	Pos X [m]	Pos Y [m]
Požiar 1	1,8	1,4	0
Požiar 2			
Požiar 3			
Požiar 4			
Požiar 5			

Geometrické údaje:

Výška stropu: 3,5 m

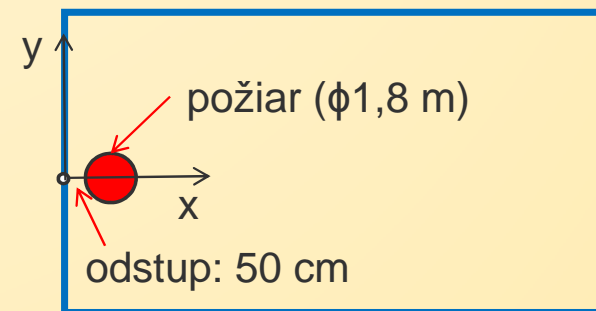
Vzdialenosť na osi (x): 0 m

Výška na osi (z): 2,5 m

	Čas [min]	RHR [MW]
Bod 1	0	0,000
Bod 2	1	0,051
Bod 3	2	0,153
Bod 4	3	0,356
Bod 5	4	0,636
Bod 6	5	0,992
Bod 7	6	1,450
Bod 8	7	1,959
Bod 9	8	2,545
Bod 10	45	2,545
Bod 11	45,5	2,545
Bod 12	80	0,000
Bod 13		
Bod 14		
Bod 15		
Bod 16		
Bod 17		
Bod 18		
Bod 19		
Bod 20		

OK Zrušiť

$$\text{Poloha x : } 0,5\text{m} + 1,8\text{m}/2 = 1,4\text{m}$$



7. Riešené príklady

7.2. Príklad 2 : Stĺp v administratívnej budove

Požiar - Príklad 2

Súbor Nástroje Zobrazit Pomoc

Požiar v celom požiarom úseku: ☐ Príloha E (EN 1991-1-2) ☐ Vlastná krivka

Lokálny požiar: ☒ Lokálny požiar

Pocet požiarov: 1

Požiar	Priemer [m]	Pos X [m]	Pos Y [m]
Požiar 1	1,8	1,4	0
Požiar 2			
Požiar 3			
Požiar 4			
Požiar 5			

Geometrické údaje:

Výška stropu: 3,5 m

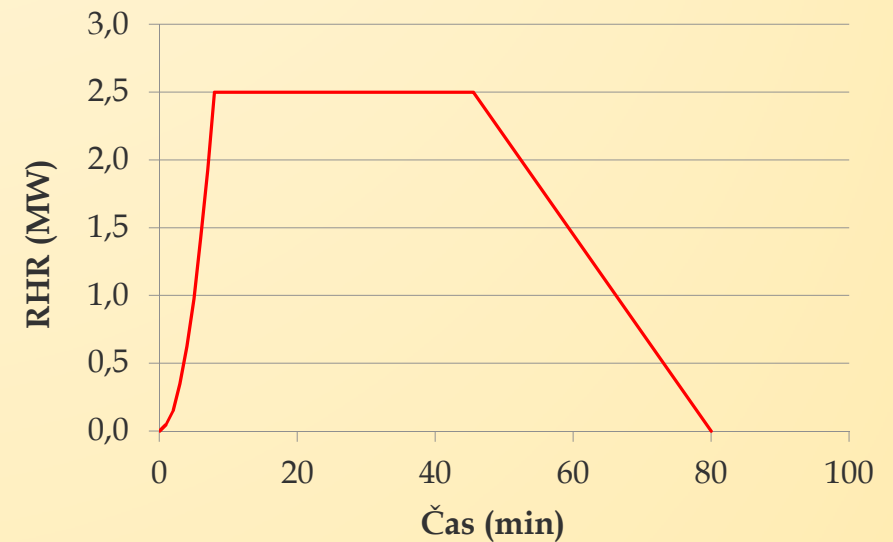
Vzdialenosť na osi (x): 0 m

Výška na osi (z): 2,5 m

Výber požiar: 1

	Čas [min]	RHR [MW]
Bod 1	0	0,000
Bod 2	1	0,051
Bod 3	2	0,153
Bod 4	3	0,356
Bod 5	4	0,636
Bod 6	5	0,992
Bod 7	6	1,450
Bod 8	7	1,959
Bod 9	8	2,545
Bod 10	45	2,545
Bod 11	45,5	2,545
Bod 12	80	0,000
Bod 13		
Bod 14		
Bod 15		
Bod 16		
Bod 17		
Bod 18		
Bod 19		
Bod 20		

OK Zrušiť



7. Riešené príklady

7.2. Príklad 2 : Stĺp v administratívnej budove

Prierez - Príklad 2

Súbor Nástroje Zobrazit Pomoc

Prierez

☒ Nechránený prierez
☐ Chránený prierez

Ocelový profil

Typ: HE
Profil: HE 260 A

Expozícia

☒ Vystavený zo štyroch strán
☐ Vystavený z troch strán

Protipožiarna ochrana

☒ Nástrekom
☐ Obkladom

Materiál protipožiamej ochrany

☒ Vybrať z katalógu
☐ Konštantné vlastnosti
☐ Vlastnosti závislé na teplote

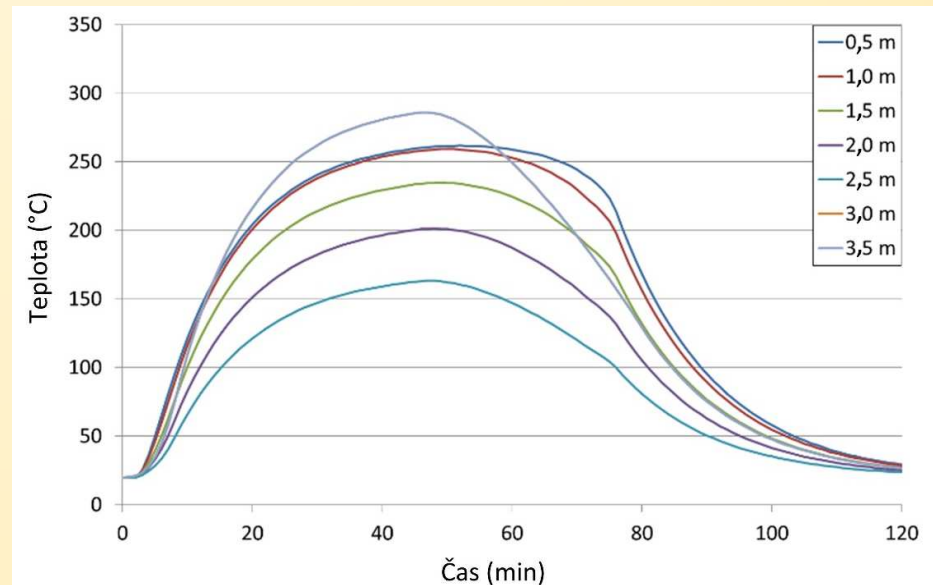
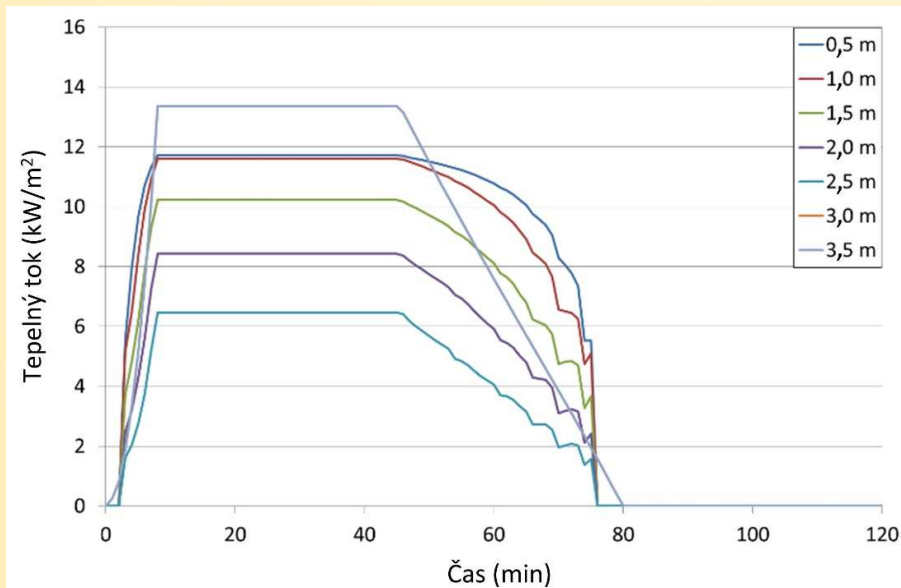
Hrúbka: mm
Materiál: Spray Mineral Fiber

Temperature	Jednotková hmotnosť	Memá tepelná kapacita	Vodivosť
°C	kg/m ³	J/kgK	W/mK
	300	1200	0,12

OK Zrušiť

7. Riešené príklady

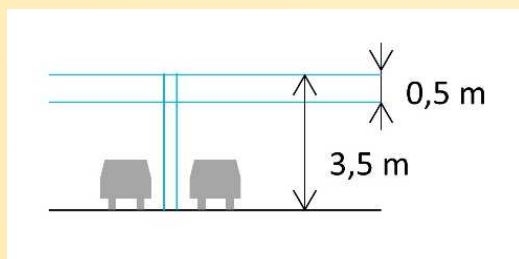
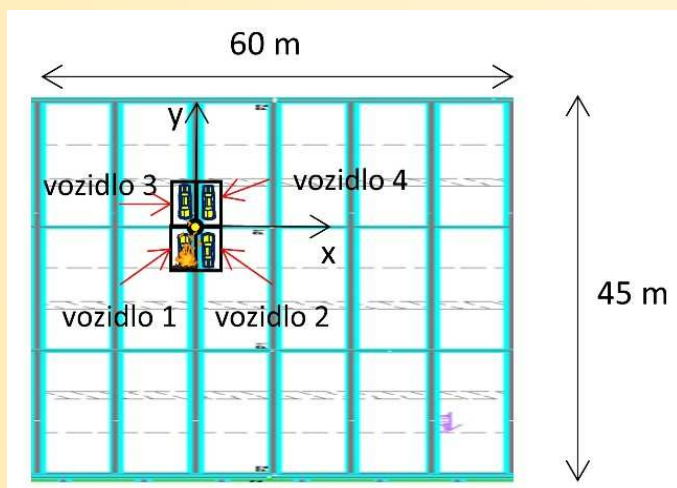
7.2. Príklad 2 : Stĺp v administratívnej budove



- Maximálny absorbovaný radiačný tepelný tok v horúcej (hornej) vrstve dymu
- Horúca (horná) vrstva dymu ($z = 3.5\text{m}$) : teploty dosahujú hodnotu 290°C
- Mimo horúcej vrstvy dymu ($z = 0.5\text{m}$ a $z = 1\text{m}$) : $\sim 250^{\circ}\text{C}$

7. Riešené príklady

7.3. Príklad 3 : Stĺp zastrešeného parkoviska



Stĺp HEA 300

Úroveň stropu : 3.5 m

*Rozmer parkovacieho miesta : 2.5m*5m*

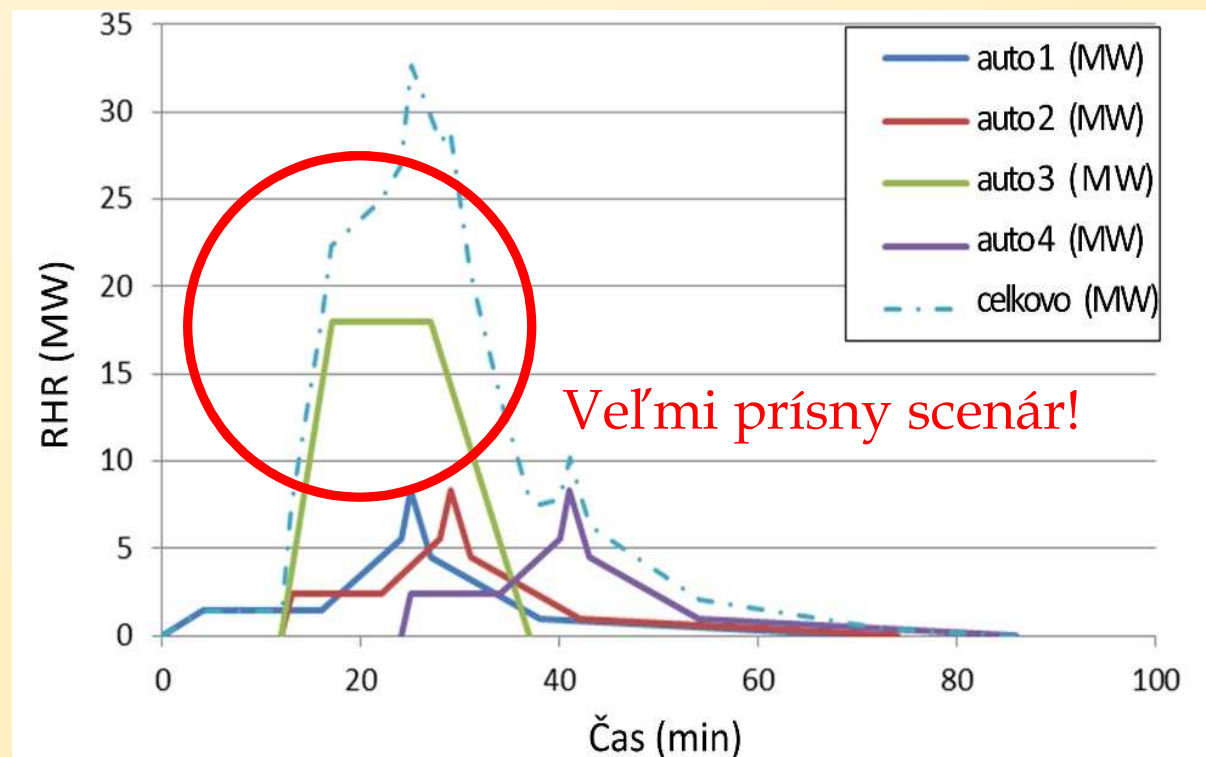
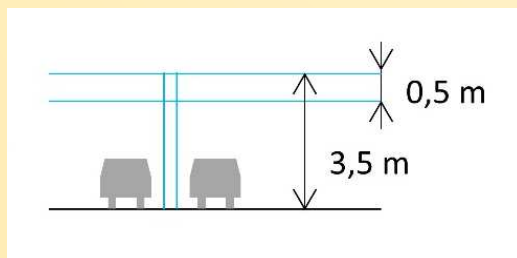
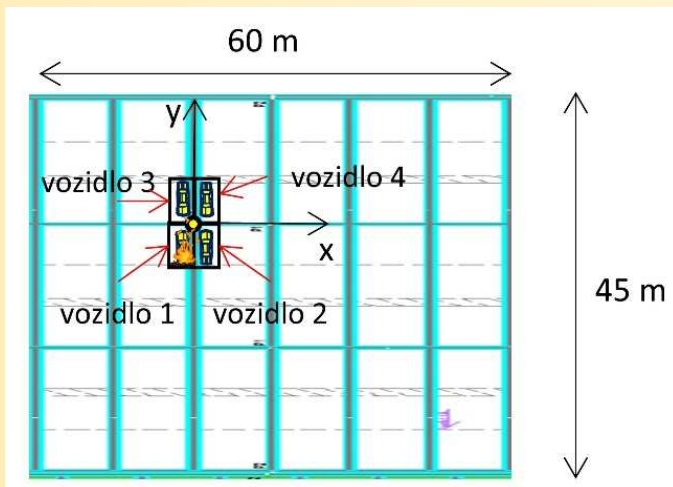
→ Náhradný priemer požiaru : 4 m

Požiarny scenár : 3 autá + 1 dodávka

Doba zapáľovania medzi dvoma po sebe idúcimi vozidlami : 12 minutes

7. Riešené príklady

7.3. Príklad 3 : Stĺp zastrešeného parkoviska



7. Riešené príklady

7.3. Príklad 3 : Stĺp zastrešeného parkoviska

Požiar - Príklad 3

Súbor Nástroje Zobrazit Pomoc

Požiar v celom požiarom úseku: ☐ Príloha E (EN 1991-1-2) ☐ Vlastná krivka

Lokálny požiar: ☒ Lokálny požiar

Počet požiarov: 4

Výber požiar: 1

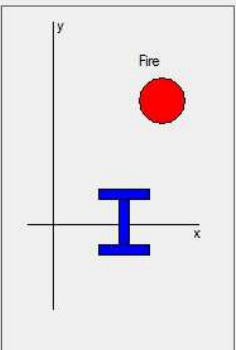
Požiar	Priemer [m]	Pos X [m]	Pos Y [m]
Požiar 1	4	-1,25	-2,5
Požiar 2	4	1,25	-2,5
Požiar 3	4	-1,25	2,5
Požiar 4	4	1,25	2,5
Požiar 5			

Geometrické údaje:

Výška stropu: 3,5 m

Vzdialenosť na osi (x): 0 m

Výška na osi (z): 2,5 m



	Cas [min]	RHR [MW]
Bod 1	0	0,00
Bod 2	4	1,40
Bod 3	16	1,40
Bod 4	24	5,50
Bod 5	25	8,30
Bod 6	27	4,50
Bod 7	38	1,00
Bod 8	70	0,00
Bod 9	120	0,00
Bod 10		
Bod 11		
Bod 12		
Bod 13		
Bod 14		
Bod 15		
Bod 16		
Bod 17		
Bod 18		
Bod 19		
Bod 20		

OK Zrušiť

Prierez - Príklad 3

Súbor Nástroje Zobrazit Pomoc

Prierez: ☒ Nechránený prierez ☐ Chránený prierez

Ocelový profil:

Typ: HE

Profil: HE 300 A

Expozícia:

☒ Vystavený zo štyroch strán ☐ Vystavený z troch strán

Protipožiarная ochrana:

☒ Nástrekom ☐ Obkladom

Materiál protipožiarnej ochrany:

☒ Výber z katalógu ☐ Konštantné vlastnosti ☐ Vlastnosti závislé na teplote

Hrúbka: mm

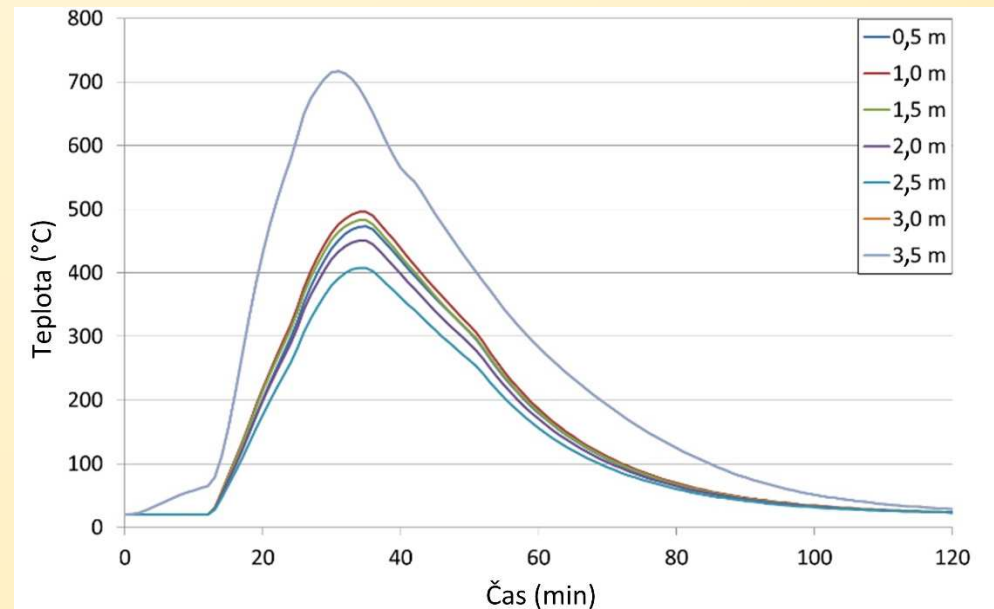
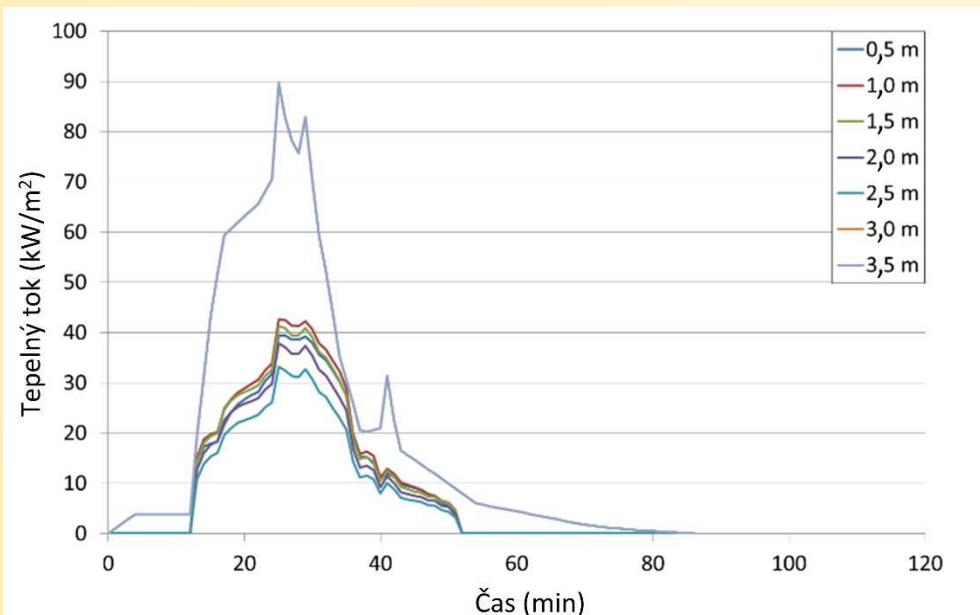
Materiál: Spray Mineral Fiber

Temperature °C	Jednotková hmotnosť kg/m3	Merá tepelná kapacita J/kgK	Vodivosť W/mK
	300	1200	0,12

OK Zrušiť

7. Riešené príklady

7.3. Príklad 3 : Stĺp zastrešeného parkoviska



- Mimo horúcej (hornej) vrstvy dymu ($z = 1 \text{ m}$) : $t_{\max} = 500^{\circ}\text{C}$
- v horúcej vrstve dymu ($z = 3.5 \text{ m}$) : $t_{\max} = 718^{\circ}\text{C}$

7. Riešené príklady

7.4. Príklad 4 : Väzník priemyselnej budovy

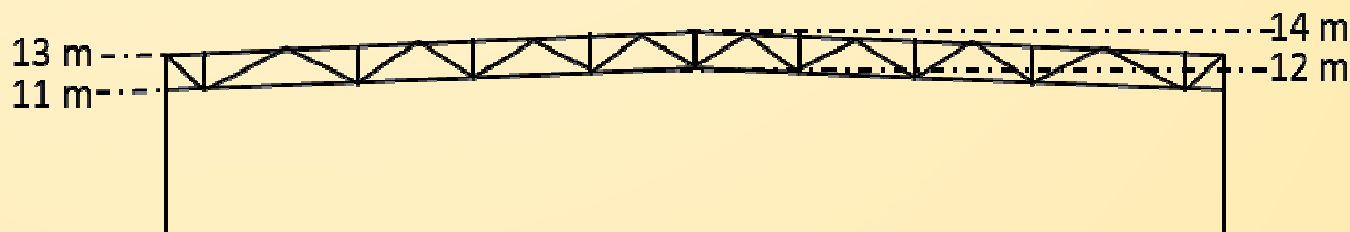
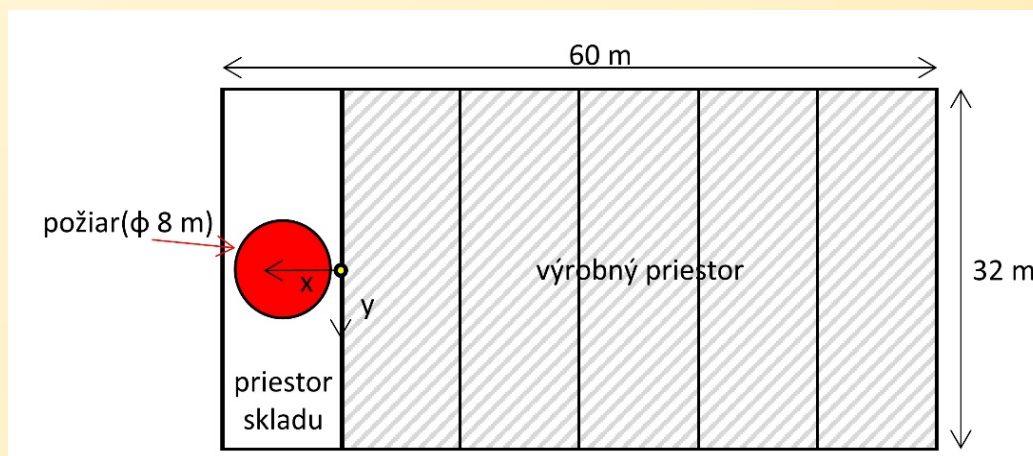
Popis konštrukcie :

Prierez pásov väzníka : HEA 220

*Prierez diagonál väzníka : 2 L60*60*6*

Vzdialenosť medzd 2 väzbami : 10 m

Výška hrebeňa: 14 m



7. Riešené príklady

7.4. Príklad 4 : Väzník priemyselnej budovy

Požiarny scenár :

Plocha požiaru : 50 m² (stred plochy skladu)

→ Náhradný priemer : 8 m

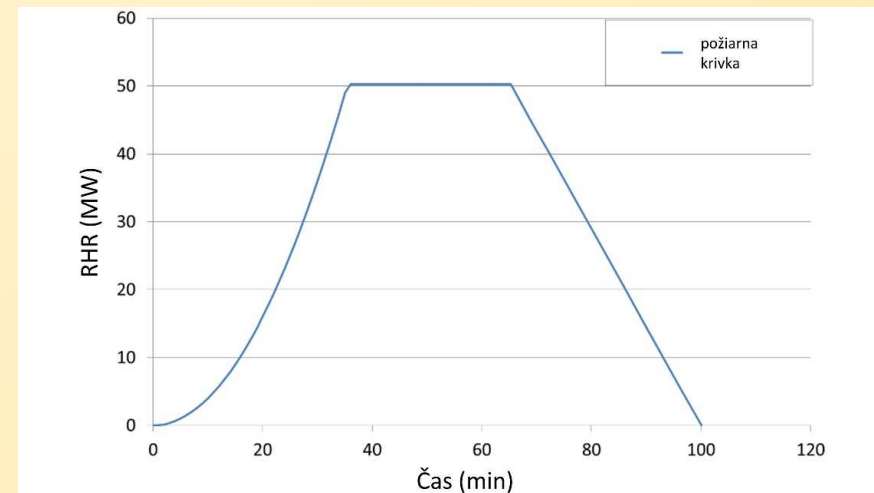
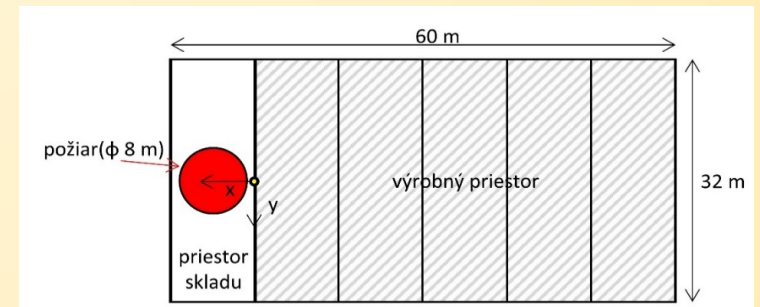
Rýchlosť rozvoja : stredná

→ RHR = 1 MW po $t_{\alpha} = 300$ s

*$RHR_{max} = 1000 \text{ kW/m}^2 * 50 \text{ m}^2 = 50 \text{ MW}$*

Požiarne zaťaženie : 10 t (celulóзовý materiál)

*→ $Q = 17.5 \text{ MJ/kg} * 10000 \text{ kg} = 175000 \text{ MJ}$*



7. Riešené príklady

7.4. Príklad 4 : Väzník priemyselnej budovy

Požiar

Súbor Nástroje Zobrazit Pomoc

Požiar v celom požiarom úseku: ☐ Príloha E (EN 1991-1-2) ☐ Vlastná krivka

Lokálny požiar: ☒ Lokálny požiar

Pocet požiarov: 1

Výber požiar: 1

Požiar	Priemer [m]	Pos X [m]	Pos Y [m]
Požiar 1	8	0	0
Požiar 2			
Požiar 3			
Požiar 4			
Požiar 5			

Geometrické údaje:

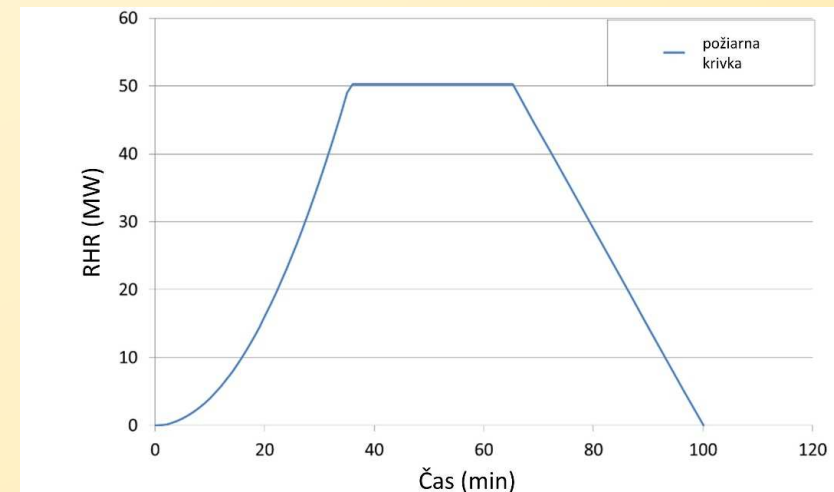
Výška stropu: 14 m

Vzdialenosť na osi (x): 5 m

Výška na osi (z): 12,1 m

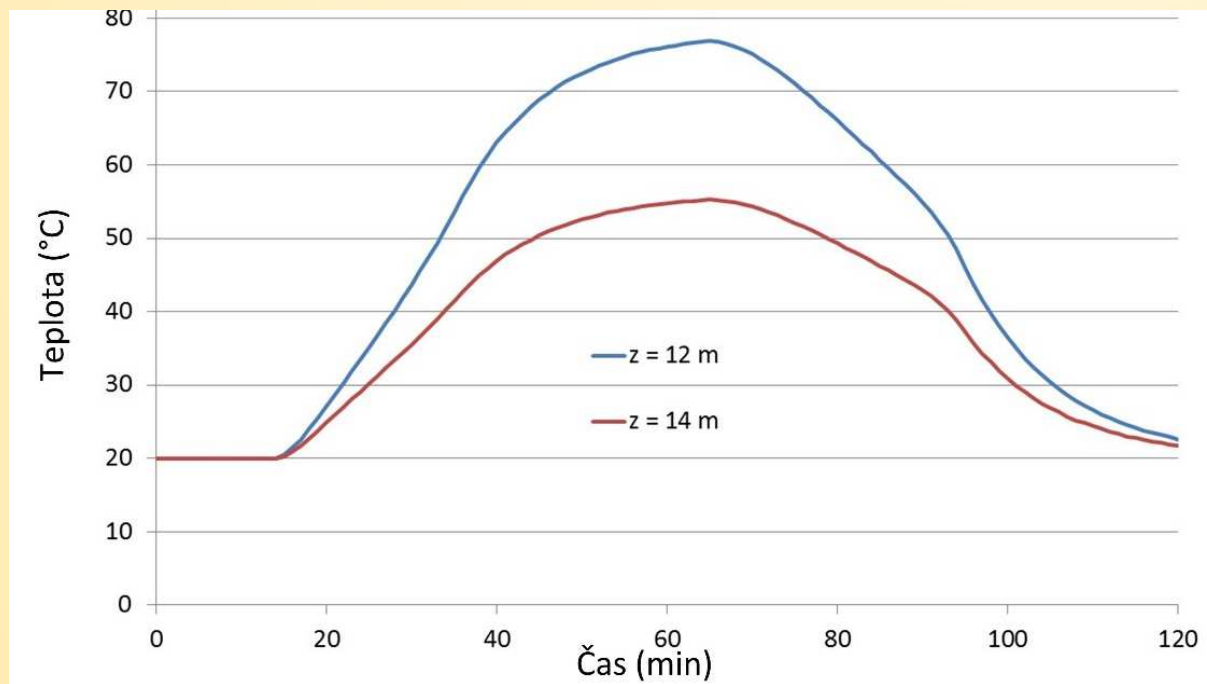
	Cas [min]	RHR [MW]
Bod 1	0	0,000
Bod 2	2	0,151
Bod 3	4	0,653
Bod 4	6	1,458
Bod 5	8	2,564
Bod 6	10	4,021
Bod 7	12	5,781
Bod 8	14	7,841
Bod 9	16	10,254
Bod 10	18	12,968
Bod 11	20	15,984
Bod 12	22	19,352
Bod 13	24	23,022
Bod 14	26	27,043
Bod 15	28	31,366
Bod 16	30	35,990
Bod 17	32	40,966
Bod 18	34	46,244
Bod 19	36	50,265
Bod 20	64	50,265

OK Zrušiť



7. Riešené príklady

7.4. Príklad 4 : Väzník priemyselnej budovy



Výška plameňa = 9.7m

→ Prvky väzníka sú nad plameňom

Maximálna teplota väzníka = 76°C

7. Riešené príklady

7.4. Príklad 4 : Väzník priemyselnej budovy

Požiar

Súbor Nástroje Zobrazit Pomoc

Požiar v celom požiarom úseku: ☐ Príloha E (EN 1991-1-2) ☐ Vlastná krivka

Lokálny požiar: ☒ Lokálny požiar

Pocet požiarov: 1

Vyber požiar: 1

Požiar	Priemer [m]	Pos X [m]	Pos Y [m]
Požiar 1	8	0	0
Požiar 2			
Požiar 3			
Požiar 4			
Požiar 5			

Geometrické údaje:

Výška stropu: 14 m

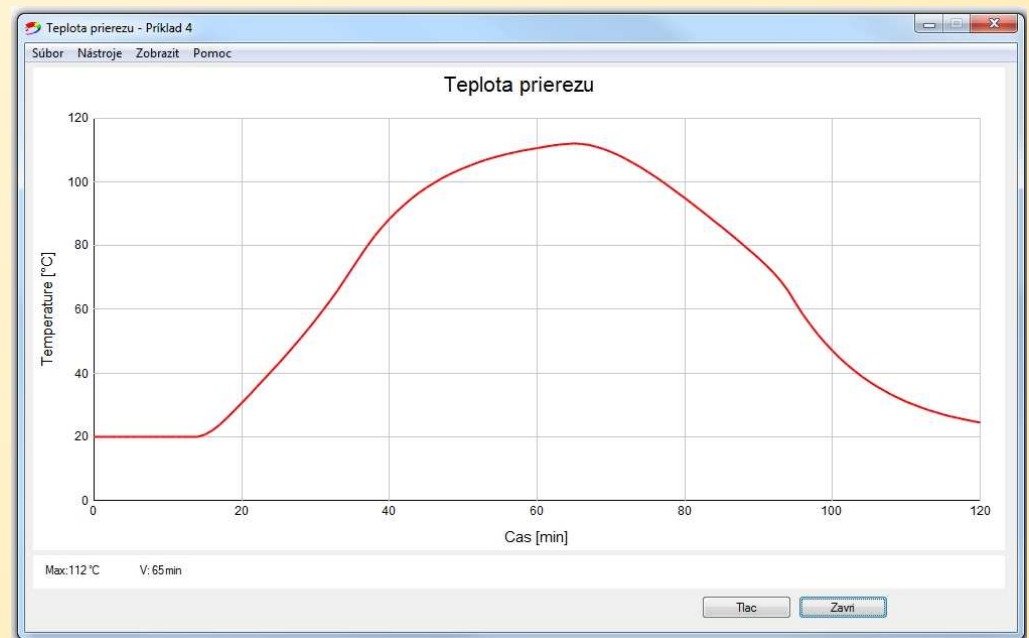
Vzdialenosť na osi (x): 5 m

Výška na osi (z): 12,1 m

Diagram: A coordinate system with x and y axes. A red circle labeled 'Fire' is at (0, 14). A blue 'I' shaped beam is at (0, 0).

	Čas [min]	RHR [MW]
Bod 1	0	0,000
Bod 2	2	0,151
Bod 3	4	0,653
Bod 4	6	1,458
Bod 5	8	2,564
Bod 6	10	4,021
Bod 7	12	5,781
Bod 8	14	7,841
Bod 9	16	10,254
Bod 10	18	12,968
Bod 11	20	15,984
Bod 12	22	19,352
Bod 13	24	23,022
Bod 14	26	27,043
Bod 15	28	31,366
Bod 16	30	35,990
Bod 17	32	40,966
Bod 18	34	46,244
Bod 19	36	50,265
Bod 20	64	50,265

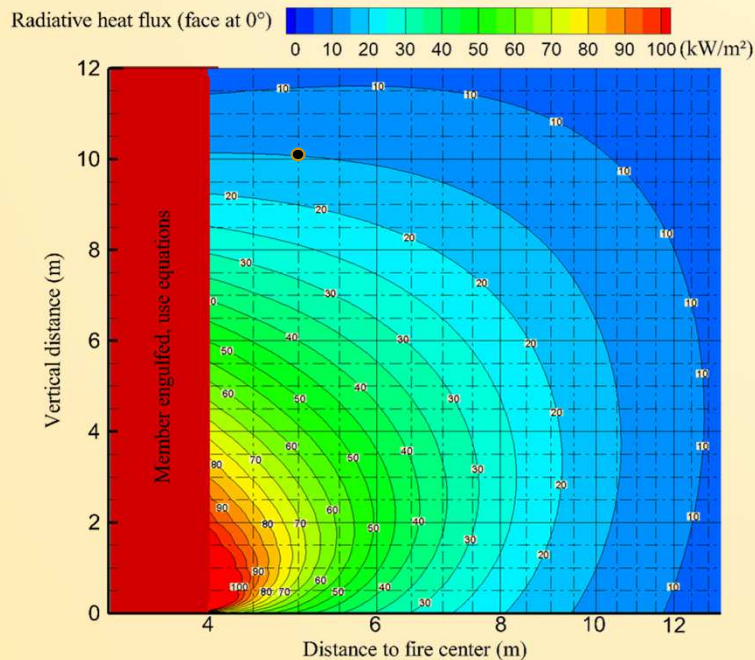
OK Zrušiť



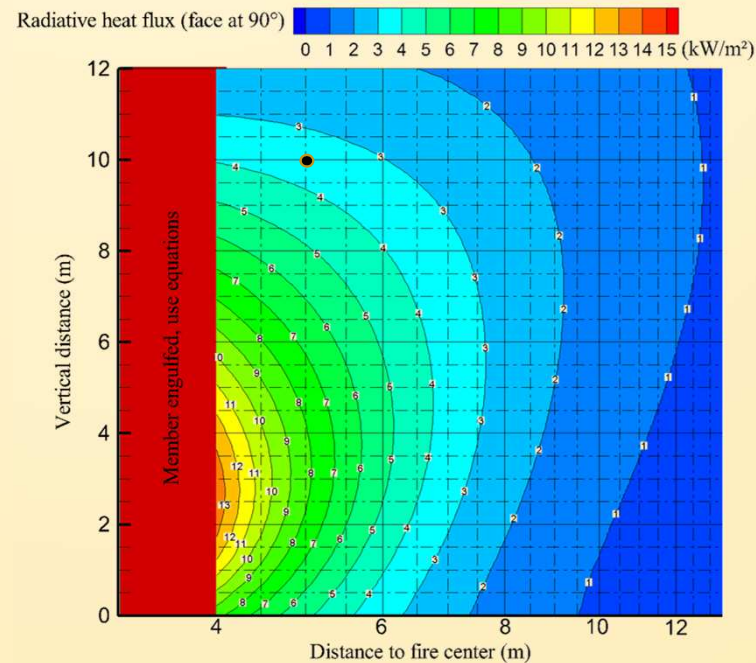
7. Riešené príklady

7.4. Príklad 4 : Väzník priemyselnej budovy

Povrch 1



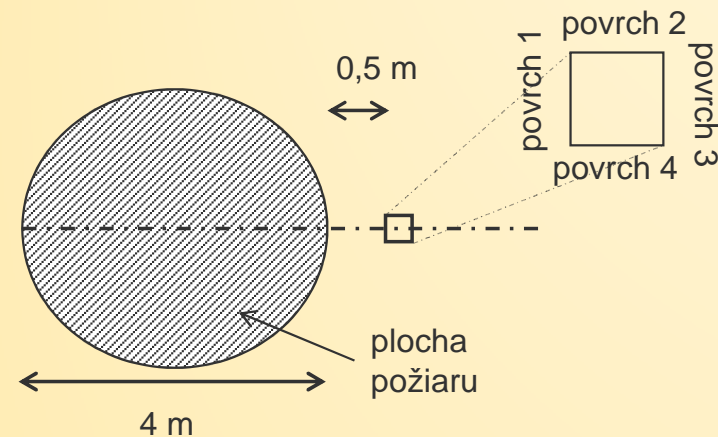
$$\varepsilon * \varphi_{tot} = 0.7 * 15 \text{ kW/m}^2 = 10.5 \text{ kW/m}^2$$



$$\varepsilon * \varphi_{tot} = 0.7 * 3.5 \text{ kW/m}^2 = 2.45 \text{ kW/m}^2$$

7. Riešené príklady

7.4. Príklad 4 : Väzník priemyselnej budovy



Tepelný tok absorbovaný každým povrchom (s predpokladom, že $\varepsilon = 0.7$)

Povrch 1 : 10.5 kW/m²

Povrch 2 : 2.45 kW/m²

Povrch 3 : 0.00 kW/m²

Povrch 4 : 2.45 kW/m²

→ Stredná hodnota tepelného toku = 3.85 kW/m²

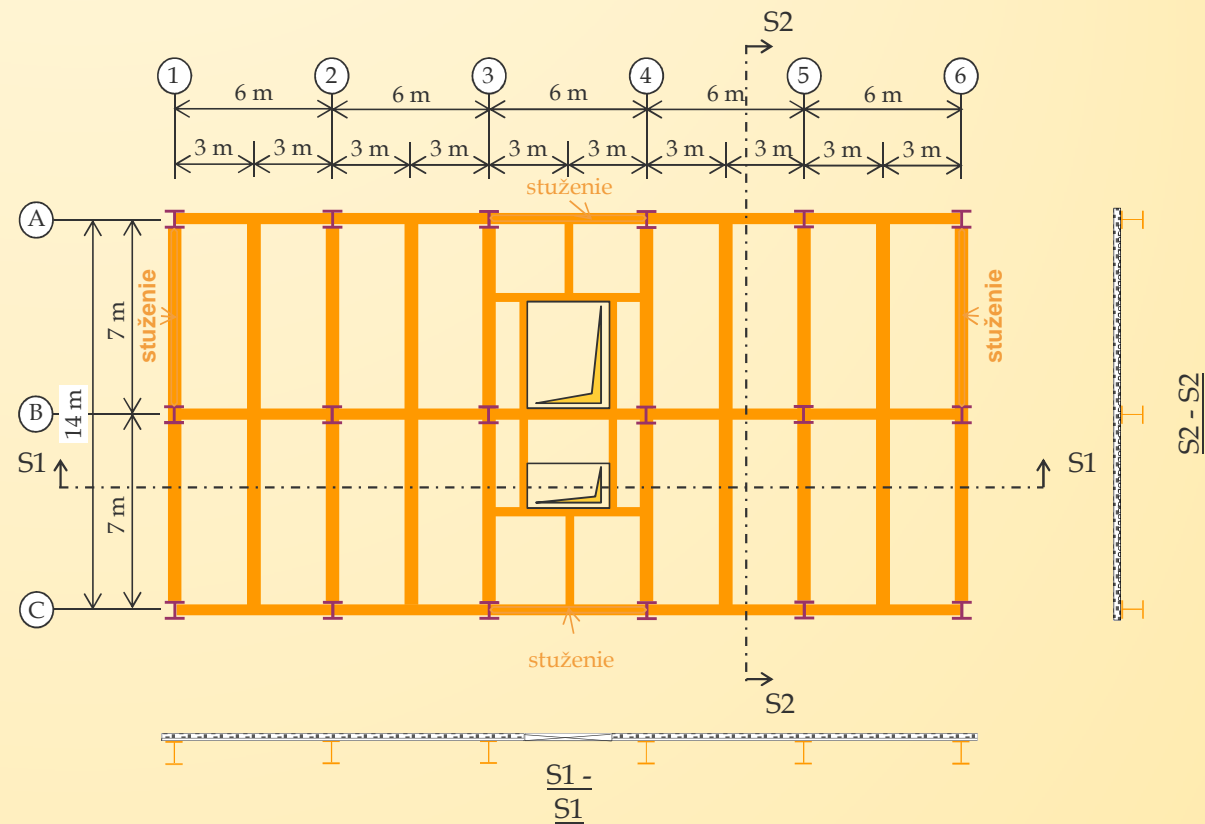
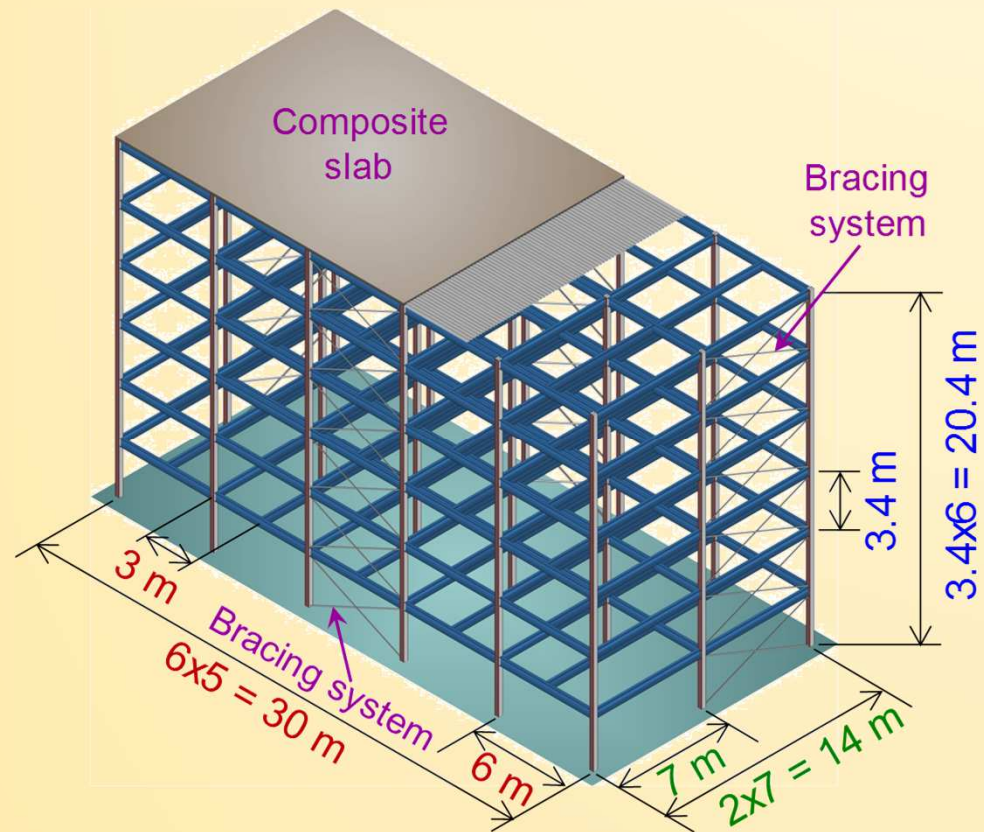
$$0 = \underbrace{h(\theta - 20)}_{\text{Vyžarovaný čistý konvekčný tok}} + \underbrace{\sigma\varepsilon[(\theta + 273)^4 - (20 + 273)^4]}_{\text{Vyžarovaný radiačný tok}} - \underbrace{\varepsilon * \varphi_{tot}}_{\text{Absorbovaný tok}}$$

$$h = 35 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}; \sigma = 5.67 * 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$$

θ (°C)	Vyžarovaný tok W/m ²
20	0
30	392.03
40	788.42
50	1189.49
60	1595.53
70	2006.84
80	2423.77
90	2846.62
100	3275.76
110	3711.52
120	4154.27
130	4604.37
140	5062.21
150	5528.18

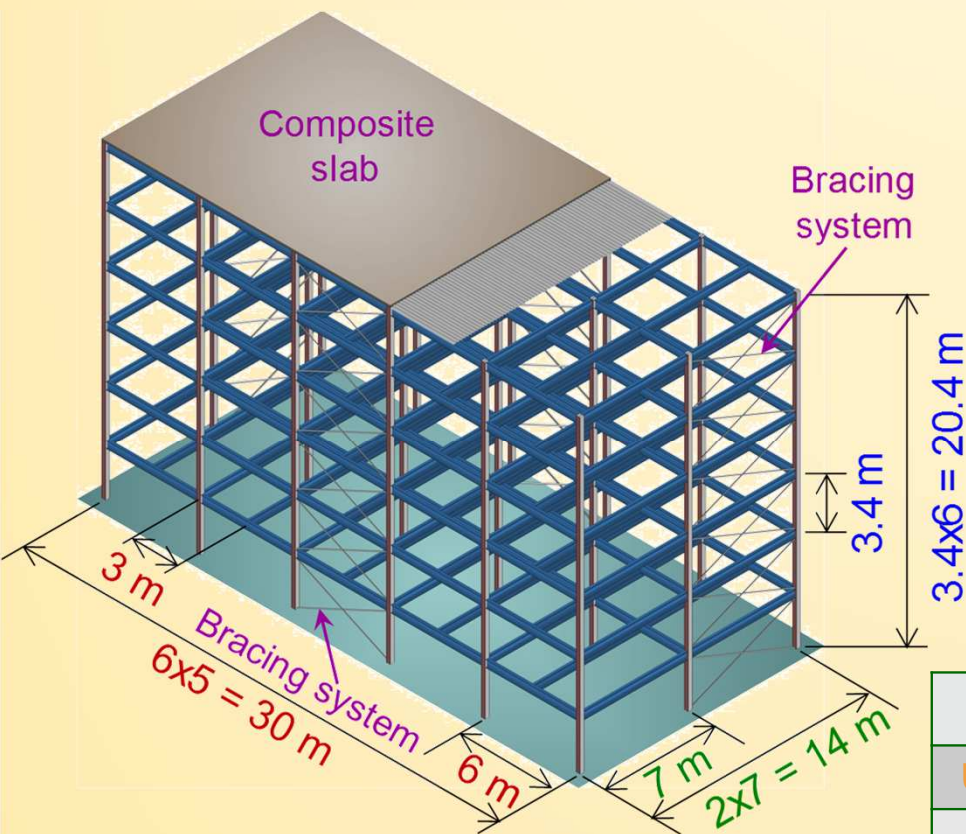
7. Riešené príklady

7.5. Príklad 5 : Vzperná odolnosť stĺpa



7. Riešené príklady

7.5. Príklad 5 : Vzperná odolnosť stĺpa



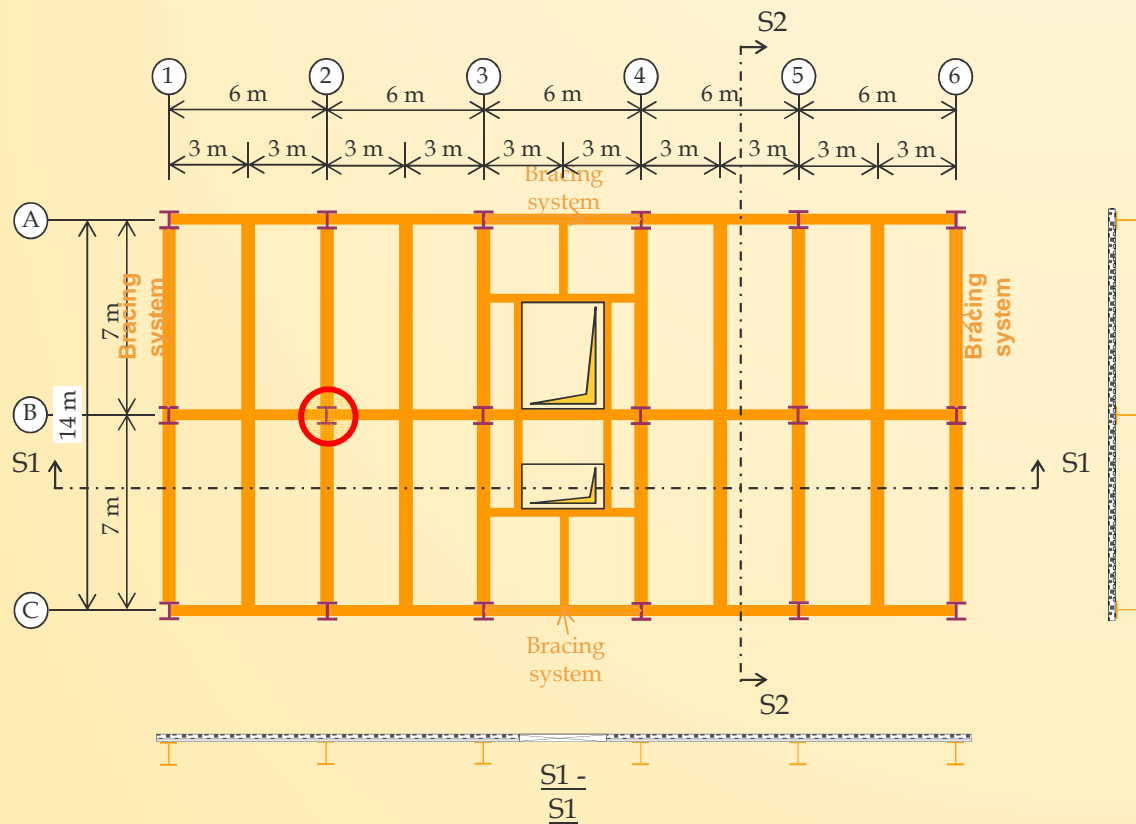
Zaťaženie (pre všetky podlažia)

- Vlastná tiaž G1:
 - ✓ tiaž spriahnutej dosky: 2.12 kN/m^2
 - ✓ prvky ocelevej konštrukcie: podľa ich veľkosti
- Stále zaťaženie G2:
 - ✓ podlahy, priečky: 1.50 kN/m^2
- Stále zaťaženie G3:
 - ✓ tiaž fasády: 2.00 kN/m
- Charakteristické hodnoty premenného zaťaženia a súčinitele ψ

Typ	q_k	ψ_1	ψ_2
Úžitkové zaťaženie na podlahy	4.0 kN/m^2	0.7	0.6
Zaťaženie snehom na strechu	1.7 kN/m^2	0.2	0.0

7. Riešené príklady

7.5. Príklad 5 : Vzperná odolnosť stĺpa



Prvky konštrukcie

- Spriahnutá doska:
 - ✓ Celková hrúbka: 12 cm
 - ✓ Trapézový plech: COFRAPLUS60
 - ✓ Hrúbka plechu: 0.75 mm
 - ✓ Spojitý podopretie cez 2 polia
- Sekundárne nosníky:
 - ✓ IPE360 - S275
- Vnútorne hlavné nosníky:
 - ✓ HEA360 - S275
- Stĺp prízemia:
 - ✓ Krajné stĺpy (prízemie): HEA300 - S275
 - ✓ **Vnútorne stĺpy (prízemie): HEB300 - S275**

7. Riešené príklady

7.5. Príklad 5 : Vzperná odolnosť stĺpa

Krok 1: Návrhové mechanické zaťaženie počas požiaru

- Návrhové zaťaženie počas požiaru

Návrhové zaťaženie počas požiaru

$$E_{fi,d,t} = \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + \Psi_{2,1} Q_{k,1} + \sum_{i \geq 2} \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

- Vlastná tiaž stĺpa

$$q_{fi,d,t} = 1.15 \text{ kN} / \text{m}$$

- Celkové osovú zaťaženie z oceľových nosníkov

$$P_{fi,d,t} = \sum (G_{k,1} + \psi_{2,1} Q_{k,1})$$

$$= 14.105 \times 7 + 202.4 + 1.13 \times 6$$

$$\approx 307.9 \text{ kN}$$

vedľajšie nosníky

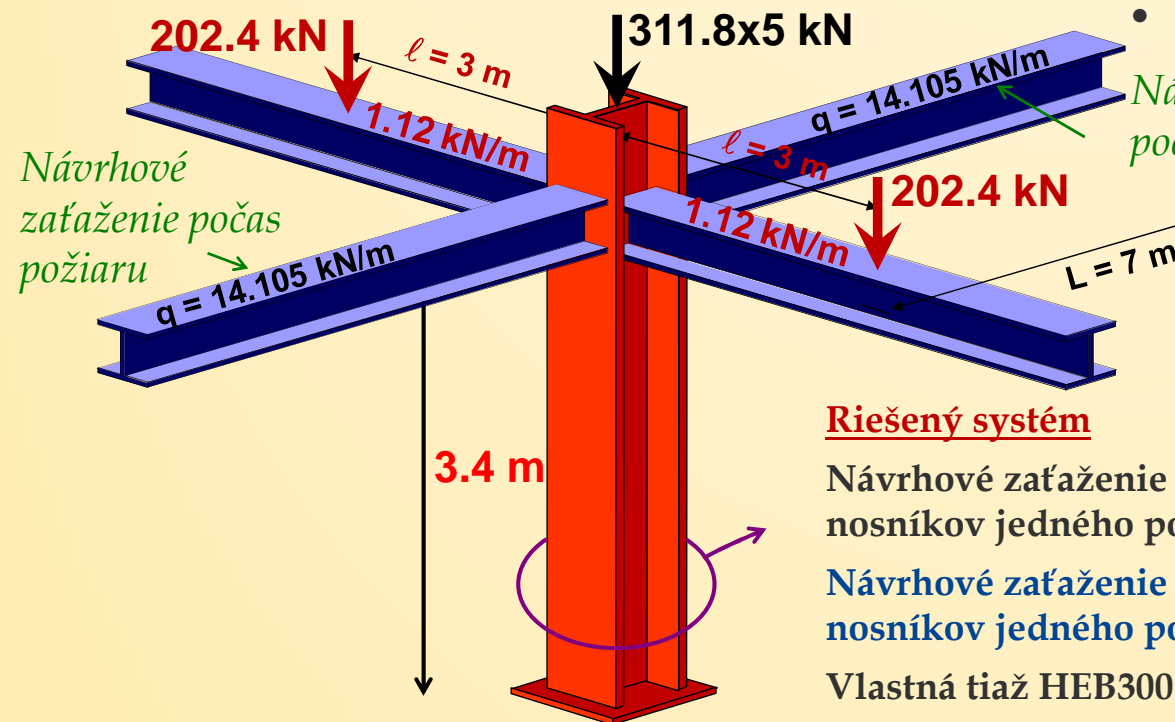
hlavný nosník+ stĺp

Riešený systém

Návrhové zaťaženie z vedľajších nosníkov jedného podlažia: 98.7 kN

Návrhové zaťaženie z hlavných nosníkov jedného podlažia: 209.2 kN

Vlastná tiaž HEB300 = 1.15 kN/m



Poznámka: V závislosti od krajiny sa použije súčiniteľ $\psi_{1,1}$ alebo $\psi_{2,1}$.

7. Riešené príklady

7.5. Príklad 5 : Vzperná odolnosť stĺpa

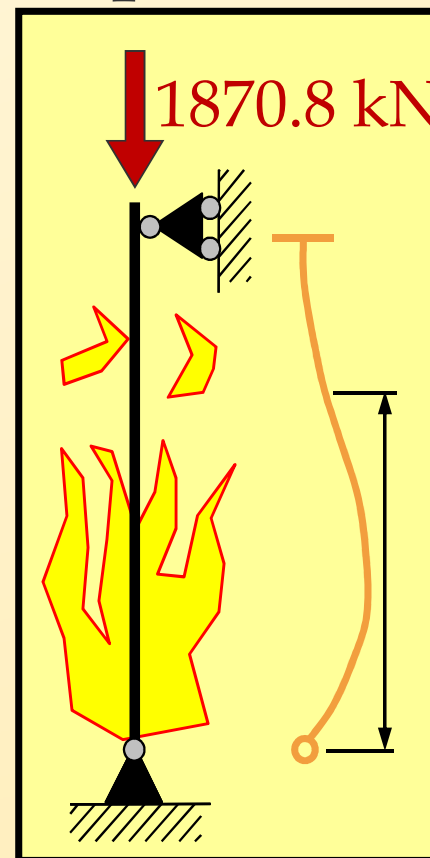
Krok 1: Návrhové mechanické zaťaženie za požiaru

- Celkové návrhové zaťaženie za požiaru

$$N_{fi,d,t} = (307.9 + 3.9) \times 6 = 1870.8 \text{ kN}$$

- Vzperná dĺžka za požiaru
 - votknutá hlava stĺpu

$$L_{fi} = 0.7L = 0.7 \times 3.4 = 2.38 \text{ m}$$



7. Riešené príklady

7.5. Príklad 5 : Vzperná odolnosť stĺpa

Krok 2: Klasifikácia prierezu

- Ohýbaný prvok

Vzťah 4.2 Eurokódu 3 časti 1-2

$$\varepsilon = 0.85 \sqrt{235/f_y} = 0.786$$

$\rightarrow S275$

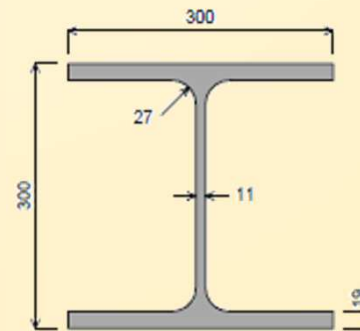
Tabuľka 5.2 Eurokódu 3 časti 1-1

$$c/t_w \leq 33\varepsilon \rightarrow \text{stena triedy 1}$$

$\rightarrow 18.9 \quad \rightarrow 25.9$

$$c/t_f \leq 9\varepsilon \rightarrow \text{pásnica triedy 1}$$

$\rightarrow 6.2 \quad \rightarrow 7.07$



HEB300



prierez
triedy 1

7. Riešené príklady

7.5. Príklad 5 : Vzperná odolnosť stĺpa

Krok 3: Návrhová odolnosť v čase 0 (bežná teplota)

Návrhová odolnosť v čase 0 (bežná teplota) podľa Eurokódu 3 part 1-2

- Plastická odolnosť prierezu v osovom namáhaní

$$N_{pl,fi,0} = A \times f_y / \gamma_{M,fi} = 4099.7 \text{ kNm}$$

- Pomerná štíhlosť

$$\bar{\lambda}_{fi,0} = \sqrt{\frac{A f_y}{N_{cr}}} = \frac{L_{fi}}{i_z} \frac{1}{93.9 \varepsilon} = 0.362$$

HEB300	
A (cm ²)	149.08
I _z (cm)	7.58

7. Riešené príklady

7.5. Príklad 5 : Vzperná odolnosť stĺpa

Krok 4: Stupeň využitia pre tabuľkové údaje

$$\mu_0 = \frac{N_{fi,d,t}}{N_{pl,fi,0}} = 0.452$$

Krok 5: Kritická teplota

lineárna interpolácia tabuľkových hodnôt $\bar{\lambda}_{fi,0} = 0.362$

$\bar{\lambda}_{fi,0}$	0.0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
μ_0											
...
0.40	629	603	578	544	499						
0.42	621	595	569	535	477						
0.44	613	588	561	525	455						
0.46	604	581	553	516	433						
0.48	597	573	545	506	411						
0.50	590	566	536	494	367						
0.52	584	559	528	477							

$$\theta_{cr} \approx 560 \text{ } ^\circ\text{C}$$