

Tabulky: Nomogram pro určení teploty chráněných prvků

Tento dokument slouží jako pomůcka pro určení teploty chráněných ocelových prvků. Obsahuje také tabulky pro určení součinitele průřezu a materiálové vlastnosti různých ochranných materiálů.

Obsah

1. Úvod	2
2. Součinitel průřezu pro chráněné ocelové prvky	2
3. Vlastnosti požárně ochranných materiálů	7
4. Teplota chráněných ocelových prvků	8
5. Literatura	9

1. Úvod

Tento dokument spolu s NCCI dokumentem [SN048](#) (pro nosníky) nebo [SN049](#) (pro sloupy) slouží pro určení požární odolnosti ocelových prvků vystavených požáru podle nominální teplotní křivky a s použitím jednoduchého návrhového modelu podle [EN1993-1-2 §4.2](#).

Nomogram slouží pro určení teploty ocelových prvků v předepsaném čase požární odolnosti. Po určení teploty prvku $\theta_{a,t}$ lze s použitím zmíněných dokumentů o [SN048](#) nebo [SN049](#) určit návrhovou únosnost prvku při požáru.

Alternativně k uvedenému postupu lze pomocí dokumentů [SN048](#) nebo [SN049](#) určit kritickou teplotu prvku $\theta_{a,cr}$ a jeho požární odolnost získat z nomogramu v tomto dokumentu.

2. Součinitel průřezu pro chráněné ocelové prvky

2.1 Definice součinitele průřezu

Součinitel průřezu je definován jako poměr $\frac{A_p}{V}$,

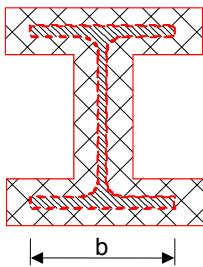
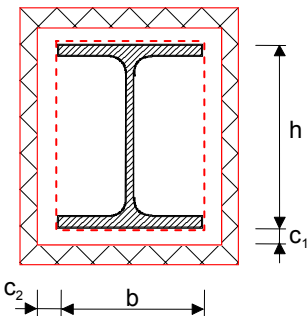
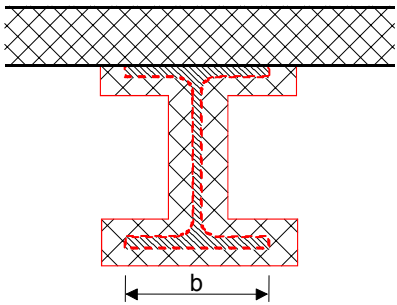
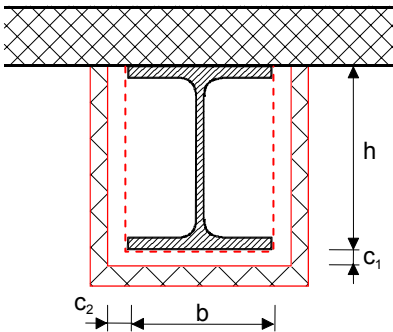
kde

A_p je plocha vnitřního povrchu protipožární ochrany na 1 m délky,

V je objem prvku na 1 m délky.

Pro průřezy tvaru I jsou obrysy vnitřního povrchu protipožární ochrany na obrázku 2.1.

Pro průřezy jiných tvarů se postupuje podle obrázku 2.2.

	Ochranný nátěr / nástřik	Ochranný obklad
A_p/V	<p>Nátěr / nástřik konstantní tloušťky</p>  <p style="text-align: center;">obvod plocha</p>	<p>Obklad^{*)} konstantní tloušťky</p>  <p style="text-align: center;">$\frac{2(b + h)}{\text{plocha}}$</p>
A_p/V	<p>Nátěr / nástřik konstantní tloušťky vystavený požáru po třech stranách</p>  <p style="text-align: center;">obvod - b plocha</p>	<p>Obklad^{*)} konstantní tloušťky vystavený požáru po třech stranách</p>  <p style="text-align: center;">$\frac{2b + h}{\text{plocha}}$</p>

^{*)} Mezery c_1 a c_2 nemají přesáhnout $h/4$



protipožární ochranný materiál tloušťky d_p

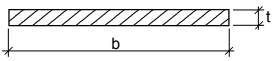
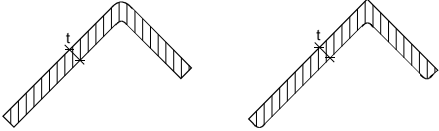
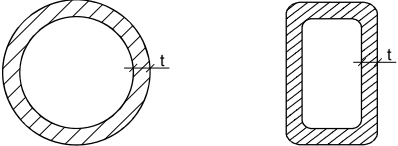
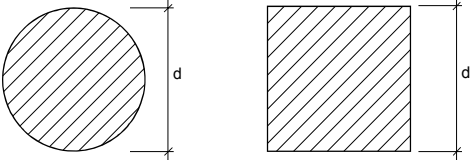


ocelový průřez





vnitřní povrch protipožární ochrany

Obrázek 2.1 *Součinitel průřezu pro průřezy tvaru I*

Průřez	A_p/V
<p>Plochá ocel</p> 	<p>vystavená požáru po obou stranách: $\approx 2/t$ vystavená požáru po jedné straně: $\approx 1/t$</p>
<p>Otevřené průřezy konstantní tloušťky</p> 	<p>vystavené požáru po všech stranách: $\approx 2/t$</p>
<p>Uzavřené průřezy konstantní tloušťky</p> 	<p>vystavené požáru z vnější strany: $\approx 1/t$ (za předpokladu, že šířka $\gg t$ a při zanedbání sálání mezi vnitřními povrchy)</p>
<p>Plné průřezy</p> 	<p>vystavené požáru po všech stranách: $= 4/d$</p>

Obrázek 2.2 Přibližné hodnoty součinitele průřezu

2.3 Tabulky součinitele průřezu – britské průřezy

UB					UC				
UB 127 x 76 x 13	279	325	200	246	UC 152 x 152 x 23	252	304	156	208
UB 152 x 89 x 16	270	314	194	237	UC 152 x 152 x 30	195	235	122	162
UB 178 x 102 x 19	262	304	188	230	UC 152 x 152 x 37	161	194	101	134
UB 203 x 102 x 23	234	269	173	207	UC 203 x 203 x 46	168	202	104	139
UB 203 x 133 x 25	244	286	169	210	UC 203 x 203 x 52	150	180	93	124
UB 203 x 133 x 30	207	242	143	178	UC 203 x 203 x 60	131	158	82	109
UB 254 x 102 x 22	281	318	218	254	UC 203 x 203 x 71	112	135	71	93
UB 254 x 102 x 25	248	280	192	224	UC 203 x 203 x 86	94	113	60	79
UB 254 x 102 x 28	222	251	173	201	UC 254 x 254 x 73	132	160	82	109
UB 254 x 146 x 31	231	268	164	200	UC 254 x 254 x 89	110	133	69	91
UB 254 x 146 x 37	196	227	140	171	UC 254 x 254 x 107	93	112	58	77
UB 254 x 146 x 43	170	197	122	149	UC 254 x 254 x 132	76	92	48	64
UB 305 x 102 x 25	282	314	225	257	UC 254 x 254 x 167	62	74	40	52
UB 305 x 102 x 28	250	279	200	229	UC 305 x 305 x 97	120	145	75	99
UB 305 x 102 x 33	217	241	174	198	UC 305 x 305 x 118	100	120	62	83
UB 305 x 127 x 37	201	227	155	181	UC 305 x 305 x 137	87	105	54	72
UB 305 x 127 x 42	179	202	138	162	UC 305 x 305 x 158	76	91	48	63
UB 305 x 127 x 48	158	178	122	143	UC 305 x 305 x 198	62	74	39	52
UB 305 x 165 x 40	209	242	150	183	UC 305 x 305 x 240	52	62	33	44
UB 305 x 165 x 46	184	212	133	161	UC 305 x 305 x 283	45	54	29	38
UB 305 x 165 x 54	159	183	115	139	UC 356 x 368 x 129	108	130	66	88
UB 356 x 127 x 33	248	278	195	225	UC 356 x 368 x 153	92	111	56	75
UB 356 x 127 x 39	212	237	167	193	UC 356 x 368 x 177	80	96	49	66
UB 356 x 171 x 45	207	236	152	182	UC 356 x 368 x 202	71	85	44	58
UB 356 x 171 x 51	184	210	136	162	UC 356 x 406 x 235	63	76	39	52
UB 356 x 171 x 57	165	189	122	146	UC 356 x 406 x 287	52	63	32	43
UB 356 x 171 x 67	142	162	105	126	UC 356 x 406 x 340	45	54	28	37
UB 406 x 140 x 39	240	268	189	217	UC 356 x 406 x 393	39	48	25	33
UB 406 x 140 x 46	205	229	162	186	UC 356 x 406 x 467	34	41	22	29
UB 406 x 178 x 54	189	215	143	168	UC 356 x 406 x 551	29	35	19	25
UB 406 x 178 x 60	172	195	129	153	UC 356 x 406 x 634	26	31	17	22
UB 406 x 178 x 67	154	175	117	138					
UB 406 x 178 x 74	140	159	106	125					
UB 457 x 152 x 52	199	222	158	181					
UB 457 x 152 x 60	175	195	139	159					
UB 457 x 152 x 67	157	175	125	143					
UB 457 x 152 x 74	143	159	114	130					
UB 457 x 152 x 82	130	145	104	119					
UB 457 x 191 x 67	169	191	128	150					
UB 457 x 191 x 74	153	173	117	137					
UB 457 x 191 x 82	139	158	106	125					
UB 457 x 191 x 89	129	146	98	115					
UB 457 x 191 x 98	118	133	90	105					
UB 533 x 210 x 82	157	177	121	141					
UB 533 x 210 x 92	141	159	109	126					
UB 533 x 210 x 101	129	145	100	116					
UB 533 x 210 x 109	120	135	93	108					
UB 533 x 210 x 122	108	122	84	97					
UB 610 x 229 x 101	143	161	111	129					
UB 610 x 229 x 113	129	145	100	116					
UB 610 x 229 x 125	117	131	91	106					
UB 610 x 229 x 140	105	118	82	95					
UB 610 x 305 x 149	110	126	80	97					
UB 610 x 305 x 179	92	106	68	81					
UB 610 x 305 x 238	71	81	52	62					
UB 686 x 254 x 125	130	145	101	117					
UB 686 x 254 x 140	116	131	91	105					
UB 686 x 254 x 152	107	121	84	97					
UB 686 x 254 x 170	97	109	76	88					
UB 762 x 267 x 147	120	134	95	109					
UB 762 x 267 x 173	103	115	81	93					
UB 762 x 267 x 197	91	102	72	83					
UB 838 x 292 x 176	111	124	88	101					
UB 838 x 292 x 194	101	113	80	92					
UB 838 x 292 x 226	87	98	69	79					
UB 914 x 305 x 201	104	116	82	94					
UB 914 x 305 x 224	93	104	74	85					
UB 914 x 305 x 253	83	93	66	76					
UB 914 x 305 x 289	73	82	59	67					
UB 914 x 419 x 343	69	78	51	61					
UB 914 x 419 x 388	61	70	46	54					
UB 1016 x 305 x 222	98	108	79	90					
UB 1016 x 305 x 249	88	97	71	81					
UB 1016 x 305 x 272	81	89	66	74					
UB 1016 x 305 x 314	70	78	58	65					
UB 1016 x 305 x 349	64	70	52	59					
UB 1016 x 305 x 393	57	63	47	53					
UB 1016 x 305 x 415	54	60	44	50					
UB 1016 x 305 x 438	51	57	42	48					
UB 1016 x 305 x 494	46	51	38	43					
UB 1016 x 305 x 584	39	44	33	37					

 $A_p/V [m^{-1}]$

3. Vlastnosti požárně ochranných materiálů

Přírůstek teploty chráněného průřezu $\Delta\theta_{a,t}$ v čase Δt lze určit za předpokladu rovnoměrného rozdělení teploty po průřezu ze vztahu:

$$\Delta\theta_{a,t} = \frac{A_p}{V} \cdot \frac{\lambda_p}{d_p} \cdot \frac{1}{1 + \phi/3} \cdot \left[\frac{(\theta_{g,t} - \theta_{a,t})}{c_a \cdot \rho_a} \cdot \Delta t \right] - \left(e^{\phi/10} - 1 \right) \cdot \Delta\theta_{g,t}; \text{ kde } \phi = \frac{c_p \cdot d_p \cdot \rho_p \cdot A_p}{c_a \cdot \rho_a \cdot V}$$

Pokud požárně ochranný materiál obsahuje vodu, dojde při jejím vypařování při teplotě 100°C ke zpoždění v přestupu tepla do ocelového průřezu.

Pro zjednodušení lze počítat se součinitelem ϕ rovným 0 (předpoklad na straně bezpečnosti), při tomto zjednodušení lze modifikovat součinitel průřezu na:

$$\frac{A_p}{V} \cdot \frac{\lambda_p}{d_p}$$

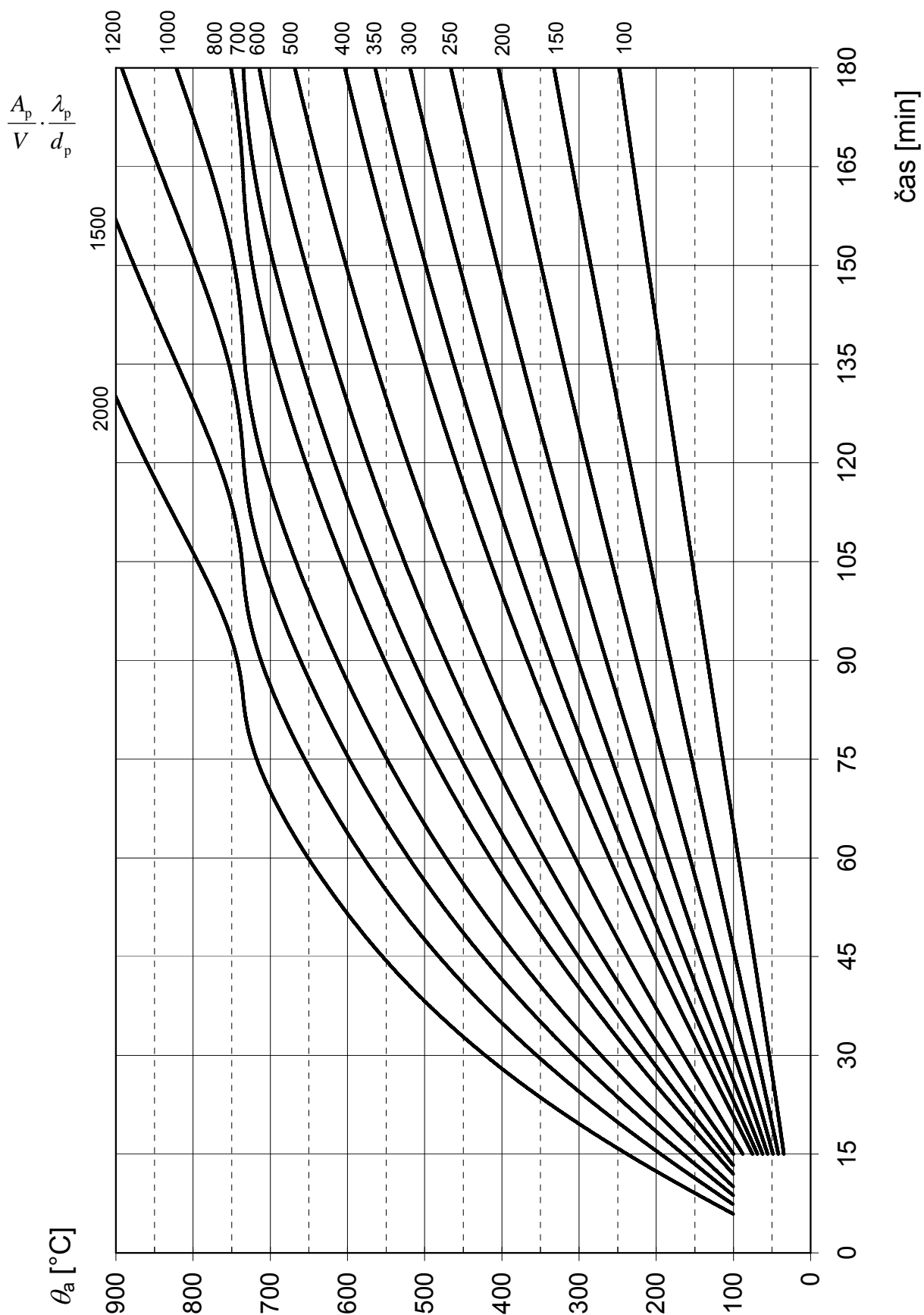
Požárně ochranný materiál musí být na konstrukci připevněn tak, aby plnil tepelně izolační funkci po celou dobu požáru, mimo jiné i při velkých deformacích konstrukce. viz ENV 13381-4 [1].

Materiálové vlastnosti uvedené v tabulce 3.1 mohou být použity pro předběžný návrh prvků. Tyto průměrné hodnoty materiálových vlastností byly určeny na základě údajů výrobců. Přesnější hodnoty lze nalézt v normě ENV 13381-4 (viz [EN1993-1-2 §3.4.3](#)), kde jsou uvedeny vlastnosti v závislosti na čase, nebo přímo u výrobců.

Tabulka 3.1 Vlastnosti požárně ochranných materiálů pro předběžný návrh

Požárně ochranný materiál	Hustota ρ_p [kg/m ³]	Tepelná vodivost λ_p [W/(m.K)]	Měrné teplo c_p [J/(kg.K)]
NÁSTŘIKY			
- minerální vlákna	300	0,12	1200
- vermikulit	350	0,12	1200
- perlit	350	0,12	1200
HUTNÉ NÁSTŘIKY			
- vermikulit (perlit) a cement	550	0,12	1100
- vermikulit (perlit) a sádra	650	0,12	1100
DESKY			
- vermikulit (perlit) a cement	800	0,2	1200
- silikátová (vápenosilikátová) vlákna	600	0,15	1200
- cementovláknité	800	0,15	1200
- sádrové	800	0,20	1700
LISOVANÉ DESKY			
- silikátová vlákna, minerální a čedičová vlna	150	0,2	1200
Beton	2300	1,60	1000
Lehký beton	1600	0,80	840
Zdivo z betonových bloků	2200	1,00	1200
Zdivo z dutých cihel	1000	0,40	1200
Zdivo z plných cihel	2000	1,20	1200

4. Teplota chráněných ocelových prvků



5. Literatura

- [1] ENV 13381 part 4: “Test methods for determining the contribution to the fire resistance of structural members - Applied protection to steel members”

Quality Record

RESOURCE TITLE	Tabulky: Nomogram pro určení teploty chráněných prvků		
Reference(s)			
ORIGINAL DOCUMENT			
	Name	Company	Date
Created by	Mike Haller	PARE	
Technical content checked by	Mike Haller	PARE	
Editorial content checked by	Marc Brasseur	PARE	
Technical content endorsed by the following STEEL Partners:			
1. UK	G W Owens	SCI	9/6/06
2. France	A Bureau	CTICM	9/6/06
3. Sweden	B Uppfeldt	SBI	9/6/06
4. Germany	C Müller	RWTH	9/6/06
5. Spain	J Chica	Labein	9/6/06
6. Luxembourg	M Haller	Luxembourg	9/6/06
Resource approved by Technical Coordinator	G W Owens	SCI	12/7/06
TRANSLATED DOCUMENT			
This Translation made and checked by:	Z. Sokol	CTU in Prague	5/4/07
Translated resource approved by	F. Wald	CTU in Prague	31/7/07
National technical contact	F. Wald		