

133YPNB
Požární návrh betonových a zděných konstrukcí

3. přednáška

Ing. Radek Štefan

ČVUT v Praze, Fakulta stavební
katedra betonových a zděných konstrukcí

Obsah přednášky

- **Navrhování zděných konstrukcí na účinky požáru**
- **Návrh betonových konstrukcí podle tabulek**

Navrhování zděných konstrukcí na účinky požáru

- Úvod
- Materiály
- Vlastnosti zdiva
- Návrhové přístupy

Úvod

- Zdivo = sestava zdicích prvků uložených podle stanoveného uspořádání a spojených maltou.
- Obecně nehořlavý materiál.
- Dle použitých materiálů (zdicích prvků a malty), způsobu provedení atd. - velmi různá požární odolnost.
- Navrhování zděných konstrukcí na účinky požáru se řídí normou **ČSN EN 1996-1-2** ve spojení s normami:
 - ČSN EN 1990 (zásady navrhování konstrukcí)
 - ČSN EN 1991-1-2 (zatížení konstr. vystavených účinkům požáru)
 - ČSN EN 1996-1-1 (zdivo - obecná pravidla pro nevyzt. a vyzt. k.)
 - ČSN EN 1996-2 (zdivo - materiály, konstruování, provádění)
 - ČSN EN 1996-3 (zdivo - metody výpočtu nevyztužených konstr.)

Úvod

Dle ČSN EN 1996-1-2 závisí chování zděné konstrukce při požáru na:

- materiálu, objemové hmotnosti a skupině zdicích prvků
- druhu malty
- poměru skutečného zatížení stěny vůči její únosnosti
- štíhlosti stěny
- excentricitě zatížení
- typu stěny podle funkce
- druhu povrchových úprav

Materiály

Zdicí prvky (ZP)

- pálené ZP
- vápenopískové ZP
- betonové tvárnice s hutným nebo pórovitým kamenivem
- pórobetonové tvárnice
- ZP z umělého kamene
- ZP z opracovaného přírodního kamene

Materiály

Zdicí prvky (ZP)

- Zatřídění do skupin dle:
 - objemu všech otvorů v [%],
 - objemu a průřezové plochy jednotlivých otvorů,
 - součtu tloušťky žeber ve vodorovném směru kolmém na líc stěny zdicího prvku.
- Celkem **5 skupin** - norma ČSN EN 1996-1-1 používá 4 skupiny (**1, 2, 3, 4**), norma ČSN EN 1996-1-2 navíc definuje ještě skupinu **1S**.
- Skupina 1S: otvory (dutiny) tvoří méně než **5 %** objemu ZP (ZP mohou navíc obsahovat prolisy, úchyty nebo drážky následně vyplněné maltou)

Materiály

Zdicí prvky (ZP)

- Skupina ZP obvykle deklarována výrobcem.
- Pórobetonové tvárnice, ZP z umělého kamene a ZP z opracovaného přírodního kamene - bezpečně skupina 1 (< 25 % objemových dutin).
- Ostatní ZP - viz tabulky v normě nebo informace od výrobce.

Materiály

Malty pro zdění

- Platí požadavky uvedené v ČSN EN 1996-1-1.
- Pro účely návrhu na účinky požáru se rozlišují:
 - obyčejné malty (spáry cca 10 mm),
 - malty pro tenké spáry (spáry 1 až 3 mm),
 - lehké malty.

Vlastnosti zdiva

- Mechanické vlastnosti zdiva při 20 °C jsou definovány v ČSN EN 1996-1-1.
- Vlastnosti při zvýšených teplotách lze zjistit ze zkoušek nebo z databáze příslušných údajů.
- Objemovou hmotnost zdiva lze uvažovat shodnou jako při 20 °C.

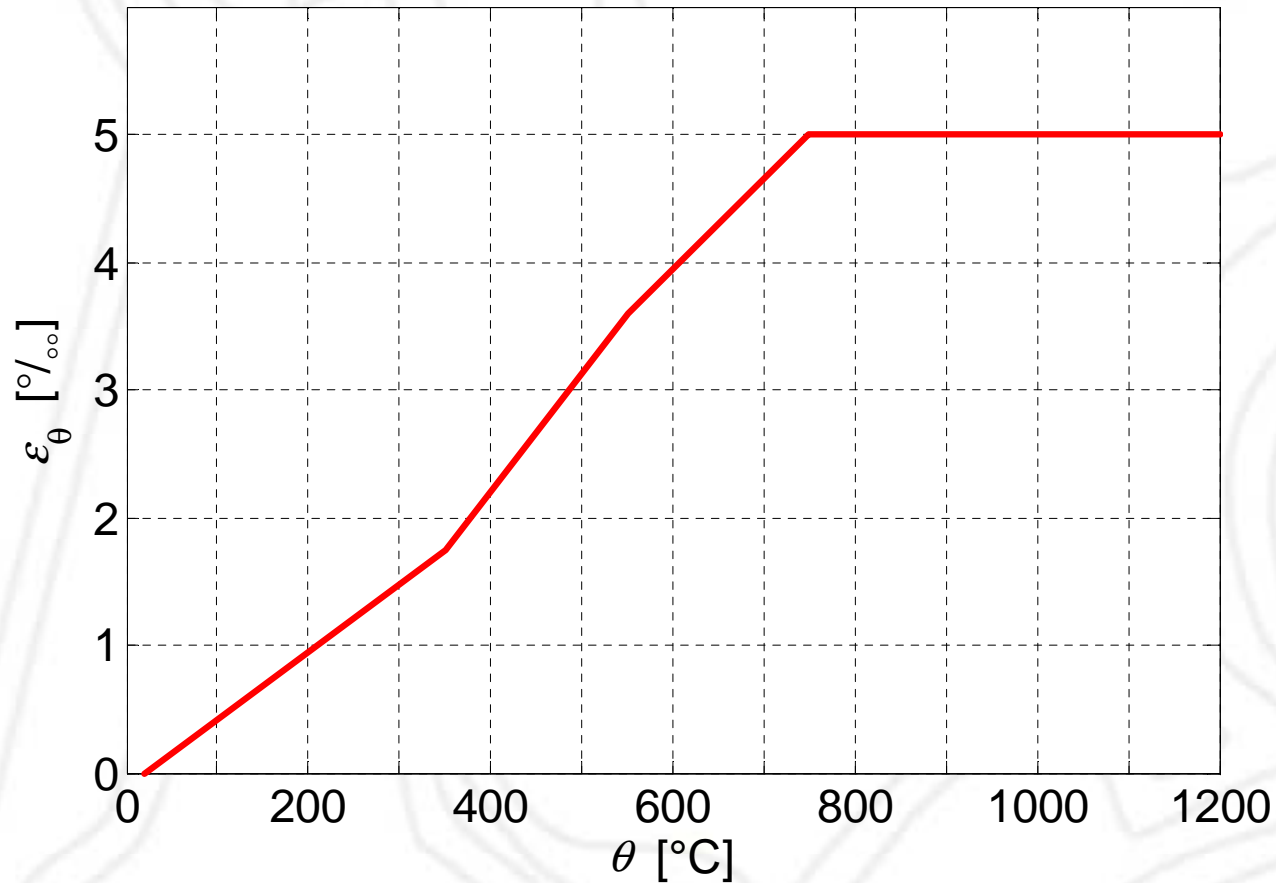
Vlastnosti zdiva

- V normě jsou uvedeny grafy vyjadřující poměrné teplotní přetvoření **zdiva** (ε_θ) v závislosti na teplotě a „relativizované“ pracovní diagramy **zdiva** (křivky $\sigma_{fi}/f_{c,20^\circ\text{C}} - \varepsilon_{fi}$) pro teploty (20, 150, 250, 350, 450, 550, 650, 750) °C pro:
 - pálené zdicí prvky sk. 1 o pevnosti v tlaku 12 až 20 MPa a objemové hmotnosti 900 až 1200 kg m⁻³
 - vápenopískové zdicí prvky o pevnosti v tlaku 12 až 20 MPa a objemové hmotnosti 1600 až 2000 kg m⁻³
 - betonové tvárnice s pórovitým kamenivem o pevnosti v tlaku 4 až 6 MPa a objem. hm. 600 až 1000 kg m⁻³

??? Vztahují se vlastnosti ke zdicímu prvku (EN) nebo zdivu (ČSN) ???

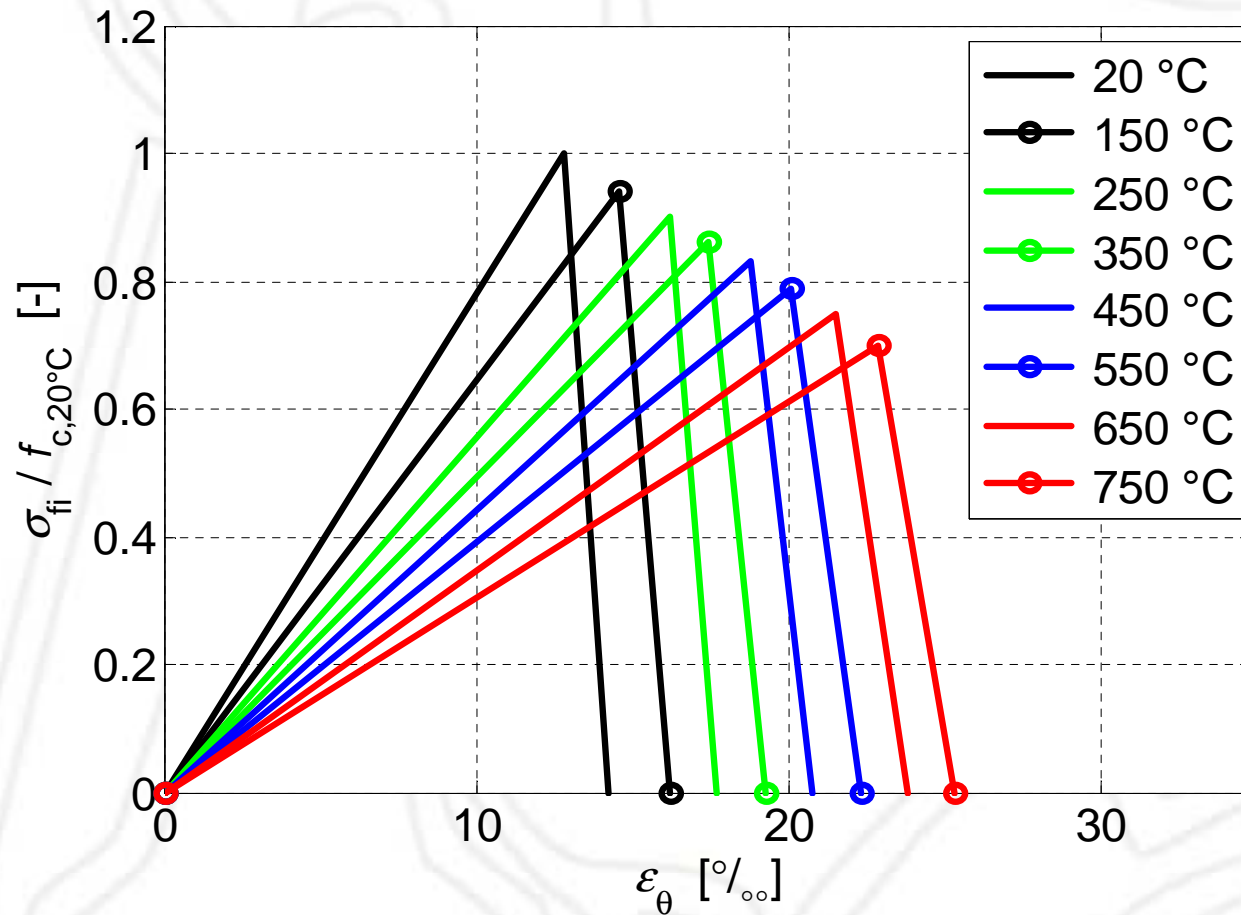
Vlastnosti zdiva

Teplotní poměrné přetvoření ε_θ pálených zdicích prvků (sk. 1) o pevnosti v tlaku 12 až 20 MPa a objemové hmotnosti 900 až 1200 kg m⁻³ [3]



Vlastnosti zdiva

Pracovní diagramy pálených zdicích prvků (sk. 1) o pevnosti v tlaku 12 až 20 MPa a objemové hmotnosti 900 až 1200 kg m⁻³ [3]



Vlastnosti zdiva

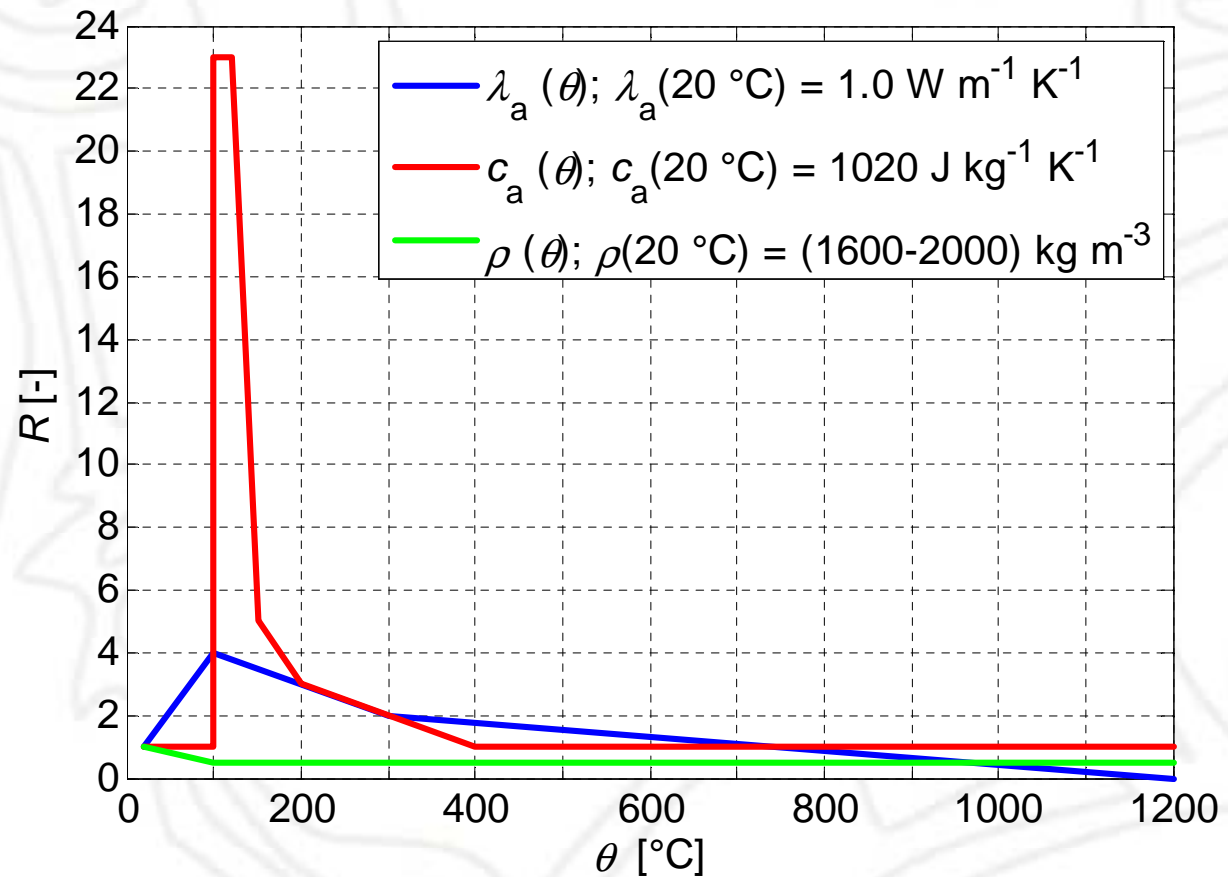
- Dále jsou v normě uvedeny grafy znázorňující teplotní závislost měrné tepelné kapacity c_a , tepelné vodivosti λ_a a objemové hmotnosti ρ ve vztahu k hodnotám při 20 °C pro:
 - pálené zdicí prvky o objem. hm. 900 až 1200 kg m⁻³
 - vápenopískové ZP o objem. hm. 1600 až 2000 kg m⁻³
 - betonové tvárnice s pórovitým kamenivem o objem. hm. 600 až 1000 kg m⁻³
 - pórobetonové tvárnice o objem. hm. 400 až 600 kg m⁻³

??? Vztahují se vlastnosti ke zdicímu prvku (EN) nebo zdivu (ČSN) ???

Vlastnosti zdiva

Tepelná vodivost, měrná tepelná kapacita a objemová hmotnost zdiva (vápenopískové zdicí prvky) dle ČSN EN 1996-1-2 [3,4]

R ... poměr hodnoty vlastnosti při teplotě θ k hodnotě při teplotě 20 °C



Návrhové přístupy

Návrh a posouzení je možné provést:

- na základě zkoušek (zejména v případě použití zdicích prvků s neznámou požární odolností)
- pomocí tabulkových hodnot uvedených v příloze **B** normy
- výpočtem:
 - prvek **x** část konstrukce **x** celá konstrukce
 - zjednodušená metoda **x** zpřesněná metoda

Návrhové přístupy

Zvláštní pozornost je třeba věnovat konstrukčním detailům
- **nesmí snižovat požární odolnost konstrukce!!!**

- spáry a spoje (včetně dilatací)
- instalace, kabely, potrubí

Příklady konstrukčních detailů - viz příloha **E** normy.

Návrhové přístupy

Tabulky

- definují **min. tloušťky** stěn, resp. **min. délky** stěn kratších než 1 m (pilíře) nutné pro splnění příslušné požární odolnosti
- požadované rozměry jsou dány ve dvou řádcích
 - 1 rozměr bez uvažování povrchové úpravy
 - (2) rozměr včetně povrchové úpravy (v závorkách)
- povrchová úprava: omítka tl. min **10 mm** na obou stranách jednovrstvé stěny, v případě dutinové stěny na straně vystavené požáru

Návrhové přístupy

Tabulky

- pokud jsou uvedeny dvě hodnoty oddělené lomítkem, je tím dán rozsah doporučených rozměrů (např. 100/140), podle národní přílohy ČR lze v těchto případech použít nižší z obou hodnot (tj. v uvedeném případě 100 mm)

Návrhové přístupy

Tabulky

Výběr tabulky

- dle použitých zdicích prvků (1 až 5)
- dle typu (funkce) stěny (1 až 6)

Označení tabulek

např.

N.B. 1.2

↑
zdicí prvek

↑
typ stěny

Návrhové přístupy

Tabulky

- dle použitých zdicích prvků (ZP)
 - 1 zdivo z pálených ZP
 - 2 zdivo z vápenopískových ZP
 - 3 zdivo z betonových tvárnic s hutným nebo pórovitým kamenivem
 - 4 zdivo z pórobetonových tvárnic
 - 5 zdivo ze ZP z umělého kamene

Návrhové přístupy

Tabulky

- dle typu (funkce) stěny tabulky udávají
 - 1 min. tloušťky nenosných dělicích stěn (EI)
 - 2 min. tloušťky dělicích nosných jednovrstvých stěn (REI)
 - 3 min. tl. nedělicích nosných jednovrstvých stěn délky $\geq 1,0$ m (R)
 - 4 min. délky nedělicích nosných jednovrst. stěn délky $< 1,0$ m (R)
 - 5 min. tloušťky dělicích nosných a nenosných jednovrstvých i zdvojených požárních stěn (REI-M a EI-M)
 - 6 min. tloušťky dělicích nosných vrstvených (dutinových) stěn s jednou zatíženou dílčí stěnou (REI)

Návrhové přístupy

Tabulky

Parametry, na základě kterých se v příslušné tabulce určí požadovaný rozměr

- požadovaná požární odolnost (vztažená k normové křivce)
- malta (obyčejná, pro tenké spáry, lehká)
- skupina ZP, pevnost ZP f_b [MPa]
- objemová hmotnost ρ [kg m⁻³]
- součtová tloušťka ct [%]
- v případě **4** také tloušťka stěny (resp. pilíře)
- u nosných stěn (**R - 2, 3, 4, 5, 6**) parametr **α** - poměr skutečného zatížení a návrhové únosnosti stěny

Zdivo z pálených zdicích prvků - nejmenší tloušťka dělicích nosných jednovrstvých stěn (kritéria REI) [1,3 - N.B.1.2]

Číslo řádku	Materiál. vlastnosti: Pevnost zdicího prvku f_b [MPa] Objemová hmotnost ρ [kg m ⁻³] Součtová tloušťka c_t [% tl. stěny]	Nejmenší tloušťka stěny t_F [mm] pro klasifikaci REI po dobu $t_{fi,d}$ [min]						
		30	45	60	90	120	180	240
1S	Skupina 1S							
1S.1	5 ≤ f_b ≤ 75, obyčejná malta 5 ≤ f_b ≤ 50, malta pro tenké spáry 1000 ≤ ρ ≤ 2400							
1S.1.1	$\alpha \leq 1,0$	90	90	90	100	100/140	170/190	170/190
1S.1.2		(70/90)	(70/90)	(70/90)	(70/90)	(90/140)	(110/140)	(170/190)
1S.1.3	$\alpha \leq 0,6$	90	90	90	100	100/140	170	170
1S.1.4		(70/90)	(70/90)	(70/90)	(70/90)	(100/140)	(110/140)	(140/170)
1	Skupina 1							
1.1	Malta: obyčejná a pro tenké spáry 5 ≤ f_b ≤ 75 800 ≤ ρ ≤ 2400							
1.1.1	$\alpha \leq 1,0$	90/100	90/100	90/100	100/170	140/170	170/190	190/210
1.1.2		(70/90)	(70/90)	(70/90)	(70/90)	(100/140)	(110/170)	(170/190)
1.1.3	$\alpha \leq 0,6$	90/100	90/100	90/100	100/140	140/170	140/170	190/200
1.1.4		(70/90)	(70/90)	(70/90)	(70/90)	(100/140)	(110/170)	(170/190)

Zdivo z pálených zdicích prvků - nejmenší délka nedělicích nosných jednovrstvých stěn o délce < 1,0 m (kritérium R) [1,3 - N.B.1.4]

Číslo řádku	Materiál. vlastnosti: Pevnost zdicího prvku f_b [MPa] Objemová hmotnost ρ [kg m ⁻³] Součtová tloušťka ct [% tl. stěny]	Tloušťka stěny [mm]	Nejmenší tloušťka stěny t_F [mm] pro klasifikaci R po dobu $t_{fi,d}$ [min]						
			30	45	60	90	120	180	240
1S	Skupina 1S								
1S.1	5 ≤ f_b ≤ 75, obyčejná malta 5 ≤ f_b ≤ 50, malta pro tenké spáry 1000 ≤ ρ ≤ 2400								
1S.1.1	$\alpha \leq 1,0$	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg
1S.1.2									
1S.1.3	$\alpha \leq 0,6$	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg
1S.1.4									
1	Skupina 1								
1.1	Malta: obyčejná a pro tenké spáry 5 ≤ f_b ≤ 75 800 ≤ ρ ≤ 2400								
1.1.1	$\alpha \leq 1,0$	100	990	990	990	nvg	nvg	nvg	nvg
1.1.2			(490)	(600)	(600)	(730)			
1.1.3		170	600	730	730	990	nvg	nvg	nvg
1.1.4			(240)	(240)	(240)	(365)	(365)	nvg	nvg
1.1.5		240	365	490	490	600	nvg	nvg	nvg

Návrhové přístupy

Výpočet

- zjednodušená výpočetní metoda - příloha C
- zpřesněná výpočetní metod - příloha D
 - norma definuje pouze obecné zásady

Návrhové přístupy

Výpočet

Zjednodušená výpočetní metoda

- výpočet únosnosti zbytkového průřezu v závislosti na teplotě, porovnání z účinky zatížení při požáru
- lze použít pro zdivo s následujícími parametry (případně i pro jiné materiály, pro které jsou k dispozici ověřené výsledky)

Návrhové přístupy

Výpočet

Zjednodušená výpočetní metoda

[1,3]

Materiál	Skupina	Pevnost f_b [MPa]	Objemová hmotnost [kg m⁻³]	Malta
zdivo z pálených zdicích prvků	1S, 1	10-40	1000-2000	obyčejná
zdivo z vápenopískových zdicích prvků	1S, 1	10-40	1500-2000	pro tenké spáry
betonové tvárnice s hutným kamenivem	1	10-40	1500-2000	obyčejná
betonové tvárnice s pórovitým kamenivem	1S, 1	4-8	600-1000	lehká
pórobetonové tvárnice	1	2-6	400-700	obyčejná nebo pro tenké spáry

Návrhové přístupy

Výpočet

Zjednodušená výpočetní metoda

- podmínka spolehlivosti

$$N_{Ed,fi} \leq N_{Rd,fi}$$

$N_{Ed,fi}$... návrhová hodnota normálové síly od svislého zatížení při požární situaci

$N_{Rd,fi}$... návrhová hodnota únosnosti zbytkového průřezu při požární situaci

Návrhové přístupy

Výpočet

Zjednodušená výpočetní metoda

- únosnost zbytkového průřezu

$$N_{\text{Rd,fi}} = \Phi \cdot (f_{\text{d},\theta_1} \cdot A_{\theta_1} + f_{\text{d},\theta_2} \cdot A_{\theta_2})$$

A_{θ_1} ... plocha zdiva až k izotermě θ_1 (s teplotou $\theta \leq \theta_1$)

A_{θ_2} ... plocha zdiva mezi izotermami θ_1 a θ_2

θ_1 ... teplota, do které je možné použít pevnost zdiva při 20 °C

θ_2 ... teplota, nad kterou materiál nemá žádnou zbytkovou pevnost

f_{d,θ_1} ... návrhová pevnost v tlaku zdiva při teplotě $\leq \theta_1$

f_{d,θ_2} ... návrhová pevnost v tlaku zdiva mezi teplotami θ_1 a θ_2
vyjádřená jako $c \cdot f_{\text{d},\theta_1}$

Návrhové přístupy

Výpočet

Zjednodušená výpočetní metoda

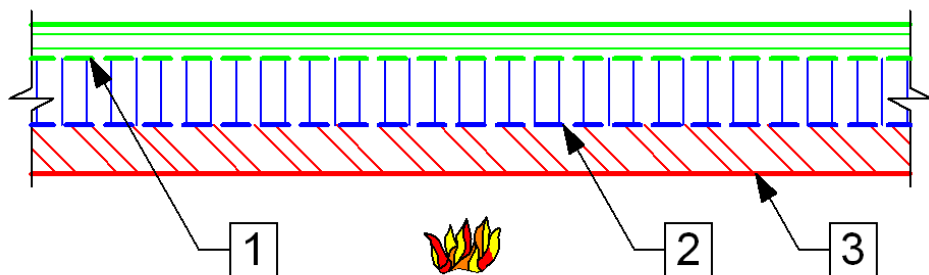
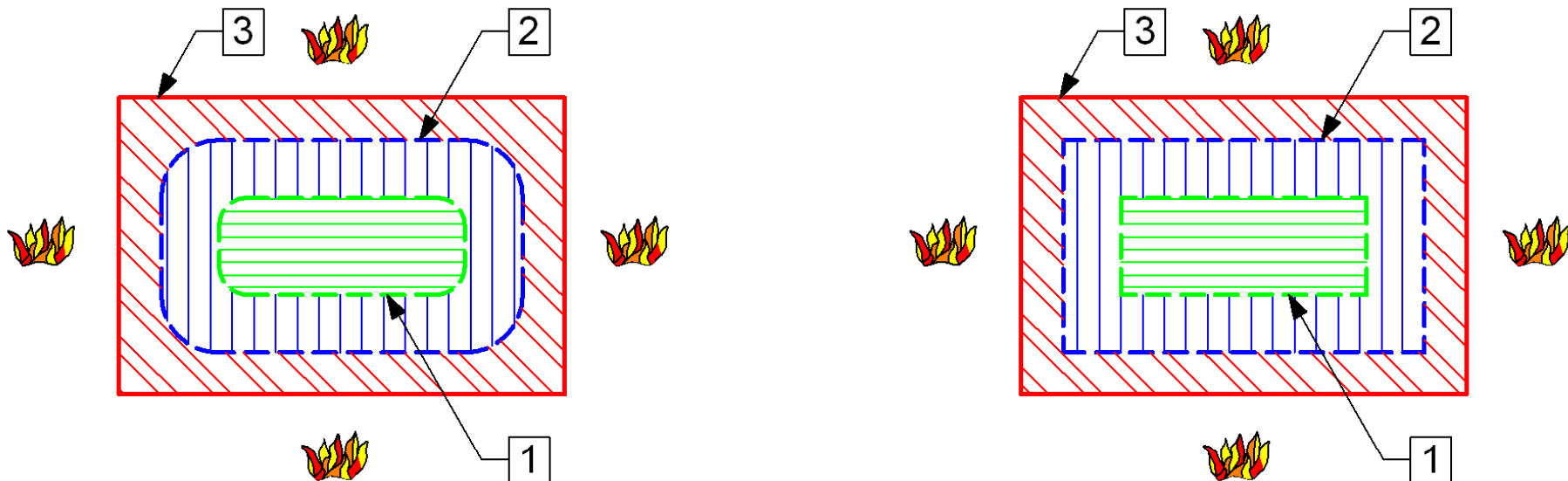
- únosnost zbytkového průřezu

$$N_{Rd,fi} = \Phi \cdot (f_{d,\theta1} \cdot A_{\theta1} + f_{d,\theta2} \cdot A_{\theta2})$$

c ... konstanta určená z pracovních diagramů při zvýšených teplotách, jejíž hodnoty mohou být uvedeny v národní příloze normy - v NA ČR **nejsou hodnoty uvedeny**

Φ ... redukční součinitel vyjadřující vliv štíhlosti a excentricity podle ČSN EN 1996-1-1 a zohledňující navíc excentricitu $e_{\Delta\theta}$ vyvolanou změnou teploty napříč zdivem

Zjednodušená výpočetní metoda [1,3]



- 1 izoterma pro $\theta = \theta_1$
- 2 izoterma pro $\theta = \theta_2$
- 3 hranice původního průřezu



Návrhové přístupy

Výpočet

Zjednodušená výpočetní metoda

- excentricitu $e_{\Delta\theta}$ lze určit pomocí zkoušek nebo ze vztahu

$$e_{\Delta\theta} = \frac{1}{8} \cdot h_{\text{eff}}^2 \cdot \frac{\alpha_{\theta} \cdot (\theta_2 - 20)}{t_{\text{Fr}}} \quad \text{s omezením } e_{\Delta\theta} \leq \frac{h_{\text{eff}}}{20}$$

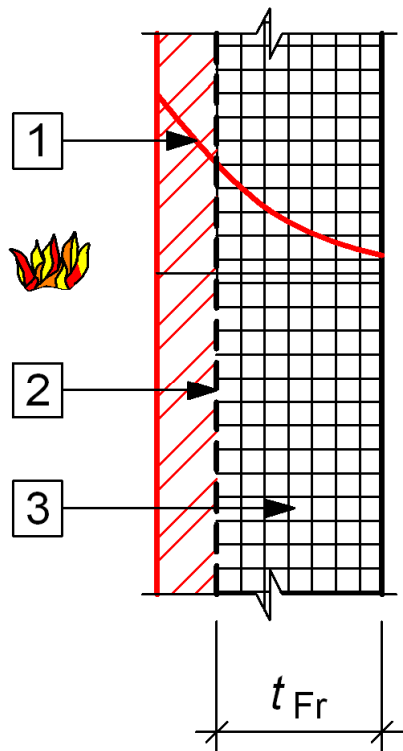
h_{eff} ... účinná výška stěny

α_{θ} ... součinitel teplotní roztažnosti zdiva

t_{Fr} ... tloušťka příčného průřezu, jehož teplota nepřekročí θ_2

- při působení požáru ze všech stran se uvažuje $e_{\Delta\theta} = 0$

Zjednodušená výpočetní metoda [1,3]



- 1 průběh teplot
- 2 izoterma pro $\theta = \theta_2$
- 3 zbytková plocha příčného průřezu s předpokládanou únosností ($A_{\theta_1} + A_{\theta_2}$)

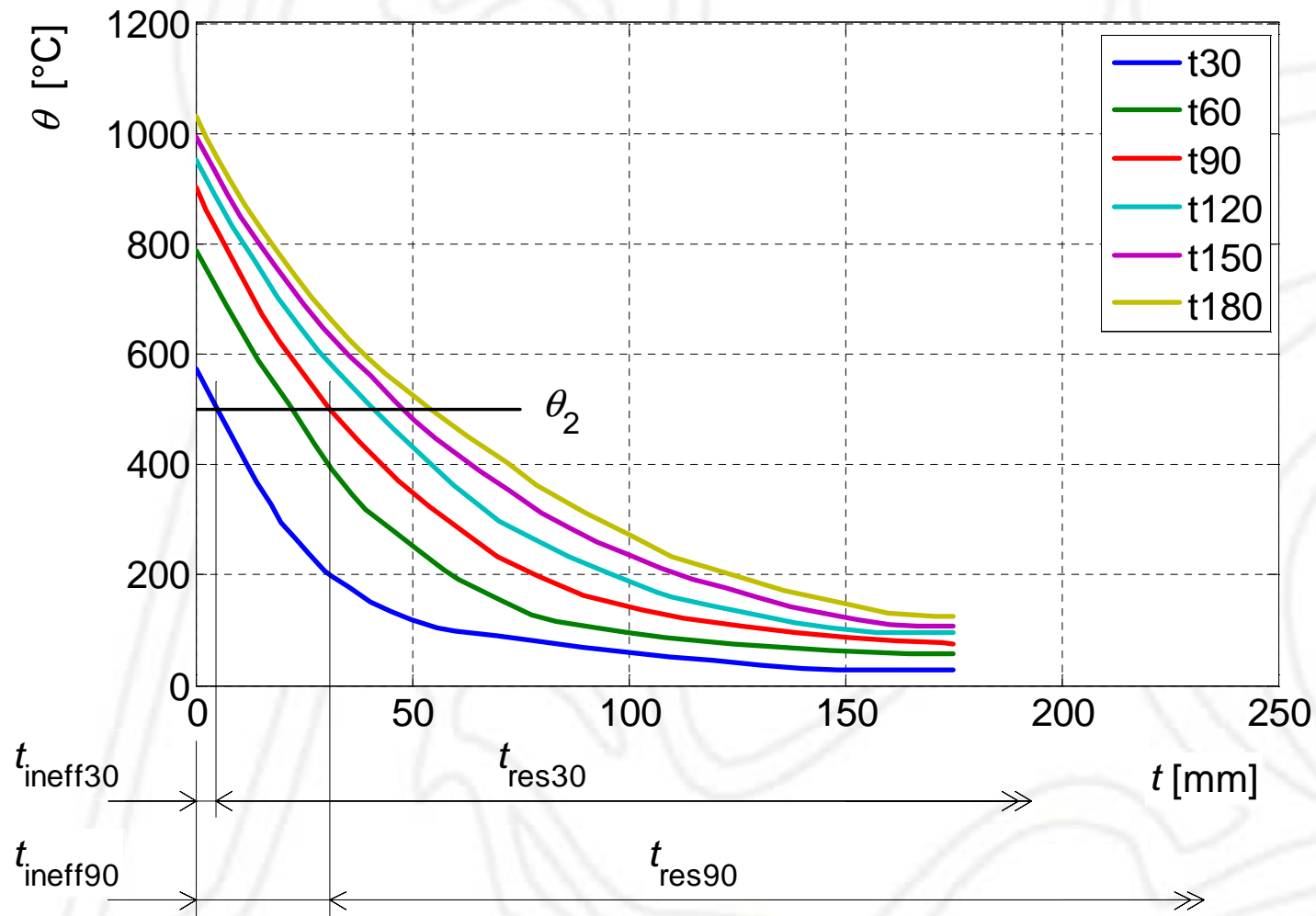
Návrhové přístupy

Výpočet

Zjednodušená výpočetní metoda

- rozložení teploty lze stanovit pomocí teplotních profilů uvedených v příloze C normy ČSN EN 1996-1-2
- **ALE** - existují pochybnosti
 - Pro jaké tloušťky stěn lze profily použít?
 - Jak byly profily stanoveny?
 - Jaké byly v případě výpočtu uvažovány vlastnosti (zdivo x ZP)?
 - V některých případech nesoulad s MKP výpočtem.
 - Podrobněji viz [4].

Příklad teplotního profilu - zdivo z vápenopískových zdicích prvků, objemová hmotnost 1500 až 2000 kg m⁻³ [3,4]



Návrhové přístupy

Výpočet

Zjednodušená výpočetní metoda

[1,3]

Zdicí prvky a malty (neomítané povrchy stěn)	Teplota [°C]		$a_\theta [10^{-6} \cdot K^{-1}]$
	θ_2	θ_1	
pálené zdicí prvky s obyčejnou maltou	600	100	4-8
vápenopískové zdicí prvky s maltou pro tenké spáry	500	100	7-11
zdicí prvky z betonových tvárnic s pórovitým kamenivem s obyčejnou maltou	400	100	6-12
zdicí prvky z betonových tvárnic s hutným kamenivem s obyčejnou maltou	500	100	6-12
zdicí prvky z pórobetonových tvárnic s maltou pro tenké spáry	700	200	7-9

Návrh betonových konstrukcí podle tabulek

- Úvod
- Nosníky
- Desky
- Sloupy
- Stěny

Úvod

- Nejjednodušší přístup k návrhu (resp. posouzení) betonových prvků na účinky požáru.
- Je třeba zohlednit všechny doplňující a omezující podmínky a ustanovení normy (např. redistribuce, minimální plocha průřezu apod.).
- Tabulky sestaveny na základě výpočtů a zkoušek.
- Hodnoty v tabulkách pokrývají řadu dalších parametrů (např. teplotní a fyzikální vlastnosti materiálů), které nejsou v tabulkách přímo vyjádřeny.

⇒ tabulky jsou pro některé případy značně konzervativní!

Úvod

- Tabulové hodnoty se vztahují k **normovému požáru** (vyjadřují tzv. **normovou požární odolnost**) a platí pro prvky z **obyčejného betonu** ($\rho = 2000\text{--}2600 \text{ kg m}^{-3}$) s **křemičitým kamenivem**.
- Pro **nosníky a desky** z betonu s **vápencovým** nebo **lehkým** kamenivem (s obsahem min. 80 % hm. kameniva) a pro **stěny** z betonu s **vápencovým** kamenivem lze požadavky na **min. rozměry průřezu redukovat o 10 %**.
- Pokud prvek splňuje tabulkové požadavky, nemusí se provádět další posouzení **únosnosti ve smyku, kroucení, kotvení výztuže** a **odštěpování** (ale pokud $a \geq 70 \text{ mm}$, musí se zohlednit požadavky na povrchovou výztuž).

Úvod

- **Nosná funkce prvku** (kritérium **R**) je zajištěna, pokud jsou splněny tabulové požadavky na min. rozměry průřezu prvku a osovou vzdálenost výztuže od nejbližšího líce průřezu vystaveného požáru.

- Základní podmínky

$h_s \geq h_{s,\min}$ tloušťka desky

$t \geq t_{\min}$ tloušťka stěny

$b \geq b_{\min}$ (i) min. rozměr pravoúhl. průřezu sloupu nebo nosníku, (ii) průměr kruhového průřezu sloupu, (iii) šířka průřezu v úrovni těžiště tahové výztuže nosníku s proměnnou šířkou, (iv) šířka spodní příruby nosníku tvaru I

$b_w \geq b_{w,\min}$ šířka stojiny nosníku tvaru I

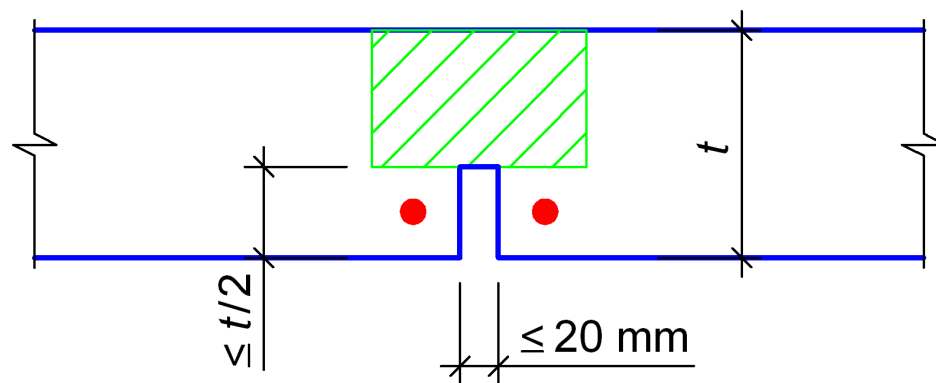
$a \geq a_{\min}$ osová vzdálenost výztuže od nejbližšího líce průřezu vystaveného požáru

Úvod

- **Požárně dělicí funkce** prvku (kritéria **E** a **I**) je zajištěna, pokud je tloušťka prvku (stěny nebo desky) větší nebo rovna požadované minimální tloušťce podle příslušné tabulky (tabulka pro nenosné dělicí stěny, resp. pro prostě podepřené plné desky).
- Jsou-li požárně dělicí prvky navzájem spojeny, musejí být styky provedeny a posouzeny podle následujících zásad:
 - styky musí splňovat kritéria **R** a/nebo **EI** požad. pro spojované prvky a zajistit dostatečnou stabilitu celé konstr.
 - požární odolnost spojovacích prvků z konstrukční oceli má být posouzena podle normy ČSN EN 1993-1-2

Úvod

- pro zajištění kritéria **I** musí být šířka mezer ve stycích ≤ 20 mm a jejich hloubka nemá být větší než polovina tloušťky dělicího prvku
- pokud není uvedena podmínka splněna nebo pokud je použito přídatné těsnění - požární odolnost musí být prokázána vhodnými zkušebními postupy
- pruty v blízkosti mezer se pro účely tabulkového posouzení považují za rohové



[1,2]

Úvod

- Mezi tabulkovými hodnotami lze použít lineární interpolaci.
- Tabulkové hodnoty a_{\min} jsou v některých případech menší, než by odpovídalo požadavkům na krycí vrstvu betonu podle ČSN EN 1992-1-1 - slouží pouze k interpolaci.
- Speciální případy
 - výztužné pruty (resp. předpínací pruty, dráty, lana) se shodnými pevnostmi jsou rozmístěny ve více vrstvách
 - výztuž tvořena pruty (dráty, lany) z ocelí s různými pevnostmi
 - současné použití betonářské a předpínací výztuže (částečně předpjaté prvky)

Úvod

Pruty shodných pevností ve více vrstvách

- Podmínka $a \geq a_{\min}$ se nahradí podmínkami

$$a_m \geq a_{\min, R_{req}}$$

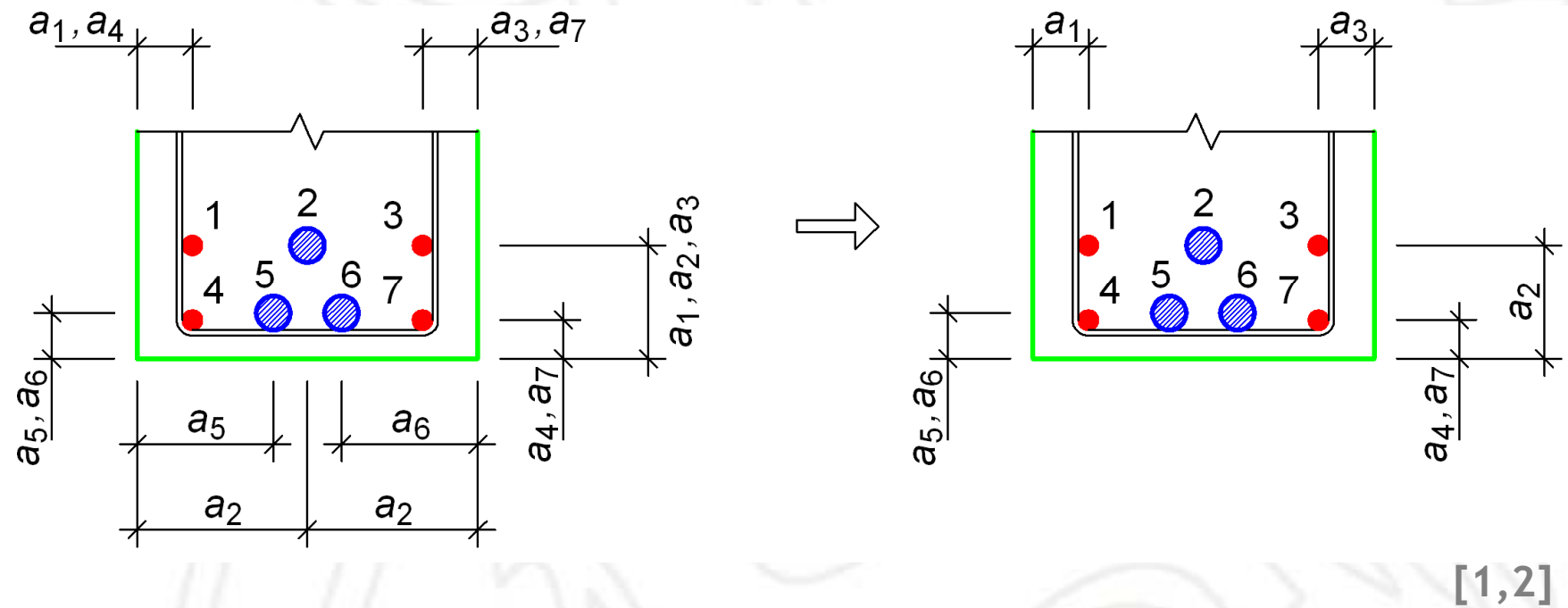
$$a_i \geq \max \{a_{\min, R30}, a_m/2\}$$

kde

$$a_m = \frac{A_{s1} \cdot a_1 + A_{s2} \cdot a_2 + \dots + A_{sn} \cdot a_n}{A_{s1} + A_{s2} + \dots + A_{sn}} = \frac{\sum_{i=1}^n A_{si} \cdot a_i}{\sum_{i=1}^n A_{si}}$$

Úvod

Pruty shodných pevností ve více vrstvách



Úvod

Pruty s různými pevnostmi

- Plocha A_{si} ve vztahu pro výpočet vzdálenosti a_m se nahradí součinem $A_{si} \cdot f_{yki}$, resp. $A_{si} \cdot f_{pki}$, kde f_{yki} , resp. f_{pki} vyjadřuje charakteristickou hodnotu pevnosti (resp. meze kluzu) i -tého výztužného prutu (resp. předpínacího prutu, drátu, lana) při běžné teplotě.
- Další postup shodný s předchozím případem.

Úvod

Současné použití betonářské a předpínací výztuže

- Osové vzdálenosti betonářské a předpínací výztuže od líce průřezu se posoudí samostatně.

Úvod

- Tabulky vycházejí z podmínky

$$R_{d,fi,t} \geq E_{d,fi,t}, \text{ kde}$$

$$E_{d,fi,t} = E_{d,fi} = \eta_{fi} \cdot E_d, \text{ za předpokladu } \eta_{fi} = 0,7$$

- Hodnoty a_{\min} pro výztuž v tažených oblastech prostě podepřených nosníků a desek pnutých v 1 směru jsou stanoveny za předpokladu kritické teploty výztuže $\theta_{cr} = 500 \text{ }^\circ\text{C}$.
- Pro předpínací výztuž se uvažuje pro pruty $\theta_{cr} = 400 \text{ }^\circ\text{C}$ a pro dráty a lana $\theta_{cr} = 350 \text{ }^\circ\text{C} \Rightarrow$ při použití předpínací výztuže je nutné zvýšit tabulkové hodnoty a_{\min} :
 - při použití předpínacích prutů o **10 mm**
 - při použití předpínacích drátů a lan o **15 mm**

Úvod

- Pokud nevyhoví požadavek na rozměr průřezu (skutečný rozměr je menší než požadovaná tabulková hodnota)
 - ⇒ nutno opravit návrh nebo prokázat požární odolnost jiným způsobem
- Pokud nevyhoví požadavek na osovou vzdálenost výztuže od líce průřezu vystaveného požáru
 - ⇒ lze tabulkovou hodnotu a_{\min} upravit (redukovat) s přihlédnutím ke skutečnému napětí ve výztuži při požární situaci
 - ⇒ pokud ani tak nevyhoví, nutno opravit návrh nebo prokázat požární odolnost jiným způsobem

Úvod

Úprava a_{\min} s přihlédnutím ke skutečnému napětí ve výztuži

- určí se napětí ve výztuži při požární situaci $\sigma_{s,fi}$, resp. $\sigma_{p,fi}$

$$\sigma_{s,fi} = \frac{E_{d,fi}}{E_d} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_S} \cdot \frac{A_{s,req}}{A_{s,prov}}$$

- stanoví se hodnota redukčního součinitele $k_{s,\theta_{cr}}$, resp. $k_{p,\theta_{cr}}$

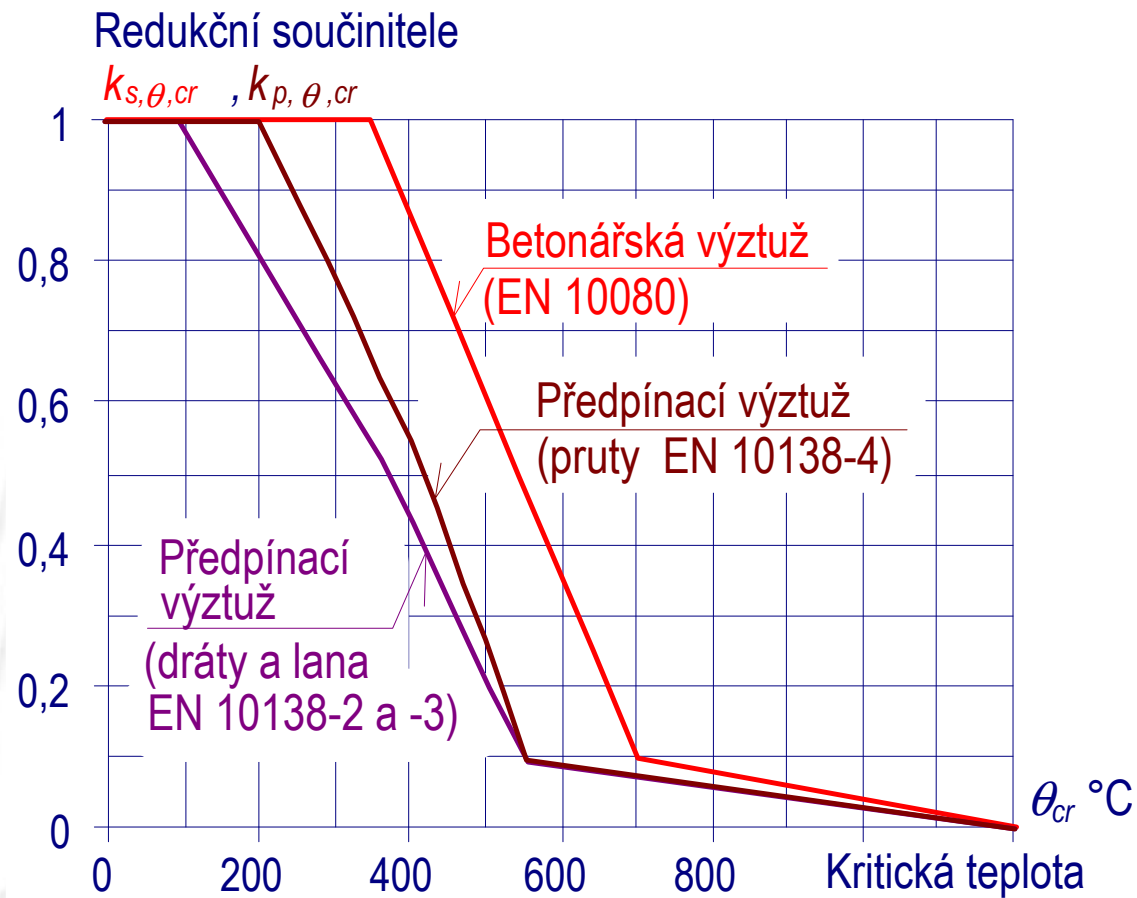
$$k_{s,\theta_{cr}} = \frac{\sigma_{s,fi}}{f_{yk}} \qquad k_{p,\theta_{cr}} = \frac{\sigma_{p,fi}}{f_{p0,1k}}$$

- pomocí příslušných grafů nebo vztahů se stanoví kritická teplota výztuže θ_{cr} odpovídající hodnotě redukčního součinitele $k_{s,\theta_{cr}}$, resp. $k_{p,\theta_{cr}}$

Úvod

Referenční křivky pro θ_{cr} odpovídající redukčnímu součiniteli

$$k_{s,\theta,cr} = \sigma_{s,fi}/f_{yk(20^\circ\text{C})} \text{ nebo } k_{p,\theta,cr} = \sigma_{p,fi}/f_{pk(20^\circ\text{C})} [1,2]$$



Úvod

Úprava a_{\min} s přihlédnutím ke skutečnému napětí ve výztuži

- pokud platí $350\text{ °C} \leq \theta_{\text{cr}} \leq 700\text{ °C}$, lze požadovanou vzdálenost a_{\min} redukovat o hodnotu Δa

$$\Delta a = 0,1 \cdot (500 - \theta_{\text{cr}}) \quad [\text{mm}]$$

- požadovaná osová vzdálenost výztuže od líce průřezu se stanoví jako

$$a_{\text{mod}} = a_{\min} + \Delta a$$

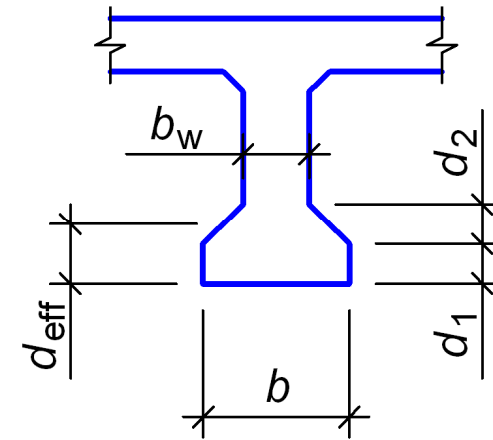
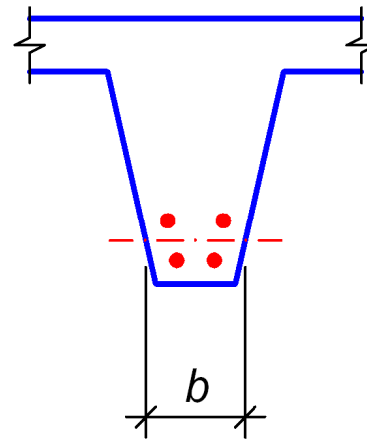
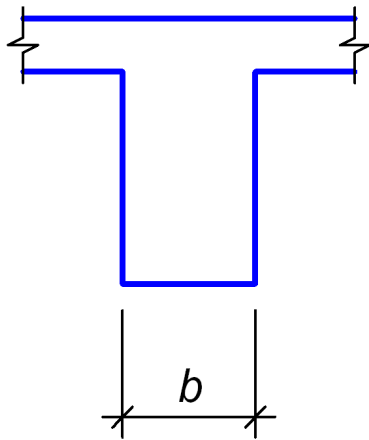
- posoudí se podmínka

$$a \geq a_{\text{mod}}$$

Nosníky

- Posuzují se podmínky $b \geq b_{\min}$, $b_w \geq b_{w,\min}$, $a \geq a_{\min}$

pro nosníky tvaru I také $d_{\text{eff}} = d_1 + 0,5 d_2 \geq b_{\min}$
(netýká se nosníků se vzrůstající šířkou stojiny v místě rozšíření)



Nosníky

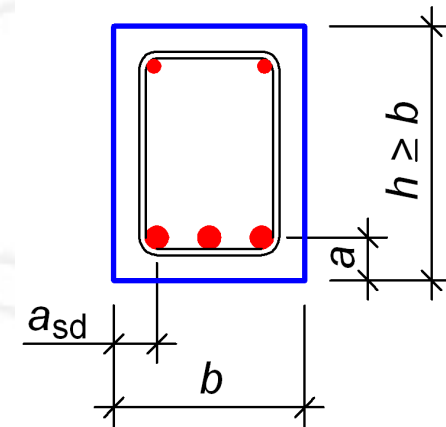
- Otvory ve stojinách nosníků nesnižují požární odolnost, pokud pro zbývající plochu průřezu prvku v tahové oblasti platí

$$A_c \geq 2 \cdot b_{\min}^2$$

- Je-li použita **výztuž v jedné vrstvě** a $b \leq b_{\min(4 \text{ nebo } 3)}$ kde $b_{\min(4 \text{ nebo } 3)}$ je hodnota uvedená ve **sloupci (4)** příslušné tabulky v případě prostě podepřených nosníků, resp. ve **sloupci (3)** příslušné tabulky v případě spojitých nosníků,

⇒ je nutné o **10 mm** zvýšit požadavek na osovou vzdálenost a_{sd} spodních rohových prutů od bočního líce průřezu

- Posuzuje se $a_{sd} \geq a_{sd,\min} = a_{\min} + 10$



Nosníky

Hodnoty b_{\min} , a_{\min} a $b_{w,\min}$ pro prostě podepřené nosníky ze železobetonu a předpjatého betonu [1,2]

Normová požární odolnost	Požadované rozměry [mm]						
	b_{\min}/a_{\min}				$b_{w,\min}^{**}$		
					Třída WA	Třída WB	Třída WC
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
R 30	80/25	120/20	160/15*	200/15*	80	80	80
R 60	120/40	160/35	200/30	300/25	100	80	100
R 90	150/55	200/45	300/40	400/35	110	100	100
R 120	200/65	240/60	300/55	500/50	130	120	120
R 180	240/80	300/70	400/65	600/60	150	150	140
R 240	280/90	350/80	500/75	700/70	170	170	160

Pro $b \leq b_{\min(4)}$, kde $b_{\min(4)}$ je hodnota b_{\min} uvedená ve sloupci (4), platí $a_{sd,\min} = a_{\min} + 10$ [mm].
 Pro $b > b_{\min(4)}$, kde $b_{\min(4)}$ je hodnota b_{\min} uvedená ve sloupci (4), platí $a_{sd,\min} = a_{\min}$.

*) Obvykle je rozhodující krycí vrstva požadovaná normou ČSN EN 1992-1-1.
 **) V ČR se uvažuje třída WA.
 - Pro předpjaté nosníky se vzdálenost a_{\min} zvětší při použití předpínacích prutů o 10 mm, při použití předpínacích drátů a lan o 15 mm.
 - Při použití betonu s vápencovým nebo lehkým kamenivem lze hodnoty b_{\min} redukovat o 10 %.

Nosníky

Hodnoty b_{\min} , a_{\min} a $b_{w,\min}$ pro spojité nosníky ze železobetonu a předpjatého betonu [1,2]

Normová požární odolnost	Požadované rozměry [mm]						
	b_{\min}/a_{\min}				$b_{w,\min}^{**}$		
					Třída WA	Třída WB	Třída WC
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
R 30	80/15*	160/12*	-	-	80	80	80
R 60	120/25	200/12*	-	-	100	80	100
R 90	150/35	250/25	-	-	110	100	100
R 120	200/45	300/35	450/35	500/30	130	120	120
R 180	240/60	400/50	550/50	600/40	150	150	140
R 240	280/75	500/60	650/60	700/50	170	170	160

Pro $b \leq b_{\min(3)}$, kde $b_{\min(3)}$ je hodnota b_{\min} uvedená ve sloupci (3), platí $a_{sd,\min} = a_{\min} + 10$ [mm].
 Pro $b > b_{\min(3)}$, kde $b_{\min(3)}$ je hodnota b_{\min} uvedená ve sloupci (3), platí $a_{sd,\min} = a_{\min}$.

*) Obvykle je rozhodující krycí vrstva požadovaná normou ČSN EN 1992-1-1.
 **) V ČR se uvažuje třída WA.

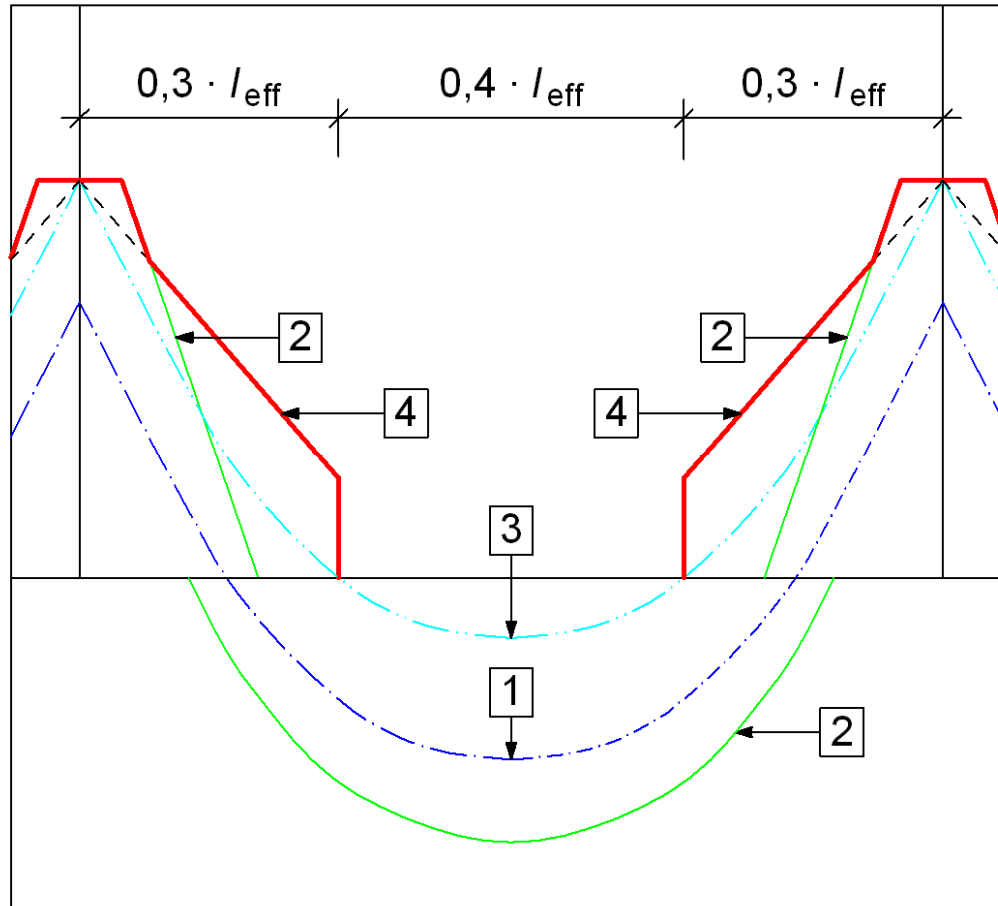
- Pro předpjaté nosníky se vzdálenost a_{\min} zvětší při použití předpínacích prutů o 10 mm, při použití předpínacích drátů a lan o 15 mm.
- Při použití betonu s vápencovým nebo lehkým kamenivem lze hodnoty b_{\min} redukovat o 10 %.

Nosníky

- Hodnoty v tabulce pro spojité nosníky platí pouze za předpokladu, že jsou splněny následující podmínky (jinak se každé pole posoudí jako nosník prostě podepřený)
 - redistribuce ohybového momentu při návrhu za běžné teploty je max. 15 %, případně, při redistribuci > 15 %, je zajištěna dostatečná rotační kapacita v podporách pro požadovanou požární odolnost
 - pro požadovanou požární odolnost R 90 a vyšší je nad každou vnitřní podporou do vzdálenosti $0,3 \cdot l_{\text{eff}}$ od osy podpory provedena horní výztuž o průřezové ploše minimálně $A_{s,\text{req},\text{fi},x}$

$$A_{s,\text{req},\text{fi},x} = \max \left\{ A_{s,\text{req},0} \cdot \left(1 - \frac{2,5 \cdot x}{l_{\text{eff}}} \right), A_{s,\text{req},x} \right\} \quad \text{pro } x \in \langle 0, (0,3 \cdot l_{\text{eff}}) \rangle$$

Nosníky



- 1 obrazec ohybových momentů od zatížení při požární situaci pro čas $t = 0$
- 2 obálka působících ohybových momentů přenášených tahovou výztuží podle ČSN EN 1992-1-1
- 3 obrazec ohybových momentů pro požární situaci
- 4 obálka ohybových momentů únosnosti pro výztuž navrženou podle uvedeného vztahu

Nosníky

- Pro spojité nosníky s nesoudržnou předpínací výztuží platí hodnoty v tabulce pro spojité nosníky pouze pokud je celkový záporný ohybový moment při požární situaci nad mezilehlou podporou přenášen soudržnou výztuží.
- Pokud nelze vyloučit explozivní odštěpování, musí být u spojitých nosníku tvaru I tloušťka stojiny b_w do vzdálenosti $2 \cdot h$ od mezilehlé podpory větší nebo rovna příslušné hodnotě b_{\min} uvedené ve sloupci (2) tabulky pro spojité nosníky.

Nosníky

- Pokud pro spojité nosníky tvaru I současně platí:
 - v krajní podpoře není zajištěna momentová únosnost
 - posouvající síla v první mezilehlé podpoře

$$V_{Ed} > \frac{2}{3} V_{Rd,max}$$

⇒ je třeba pro požadovanou požární odolnost **R 120** a vyšší zvětšit požadované hodnoty b_{min} a $b_{w,min}$ na hodnoty uvedené v následující tabulce - to má zabránit porušení betonu tlakem nebo smykem nad první mezilehlou podporou.

Nosníky

Zvětšené hodnoty b_{\min} a $b_{w,\min}$ pro železobetonové a předpjaté spojitě nosníky tvaru I [1,2]

Normová požární odolnost	$b_{\min}, b_{w,\min}$ [mm]
(1)	(2)
R 120	220
R 180	380
R 240	480

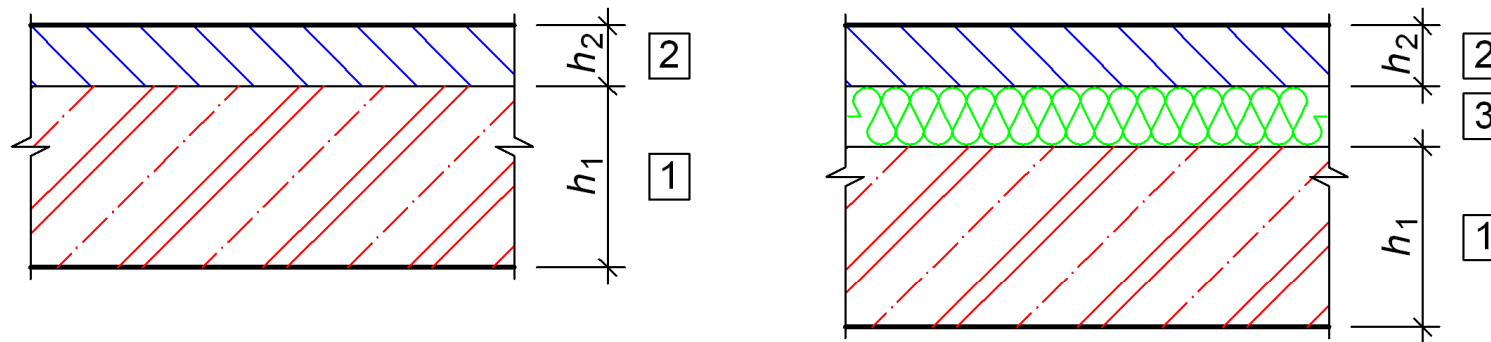
Nosníky

- Hodnoty v uvedených tabulkách platí pro nosníky vystavené požáru za tři stran (vrchní strana je izolována).
- Pro nosníky, které mohou být vystaveny požáru ze všech stran, lze použít hodnoty v uvedených tabulkách, pokud:
 - výška nosníku je větší nebo rovna příslušné hodnotě b_{\min}
 - průřezová plocha nosníku A_c splňuje podmínku

$$A_c \geq 2 \cdot b_{\min}^2$$

Desky

- Požárně dělicí funkce desek (EI) je zajištěna splněním podmínky $h_s \geq h_{s,\min}$, kde $h_{s,\min}$ se určí z tabulky pro prostě podepřené plné desky.
- Nehořlavé vrstvy podlah přispívají k požárně dělicí funkci desek, a to i tehdy, kdy jsou odděleny hořlavou vrstvou.



- 1 betonová deska
- 2 nášlapná vrstva (nehořlavá)
- 3 izolace (může být hořlavá)

$$h_s = h_1 + h_2$$

Desky

- Nosná a požárně dělicí funkce desek (**R**) se ověřuje podmínkami $h_s \geq h_{s,\min}$ a $a \geq a_{\min}$ (+ dříve uvedené modifikace pro výztuž ve více vrstvách).
- Hodnoty $h_{s,\min}$ a a_{\min} jsou uvedeny v příslušných tabulkách.
- Výběr tabulky závisí na typu desky. Norma rozlišuje:
 - prostě podepřené desky
 - spojitě desky
 - lokálně podepřené desky
 - žebrové desky

Desky

Prostě podepřené desky

- Pro desky pnuté ve dvou směrech je vzdálenost a_{\min} vztažena ke spodní vrstvě výztuže.
- Za desky pnuté ve dvou směrech se považují pouze desky podepřené po celém obvodě.

Desky

Hodnoty $h_{s,min}$ a a_{min} pro železobetonové a předpjaté **prostě podepřené desky** pnuté v jednom a ve dvou směrech [1,2]

Normová požární odolnost	Požadované rozměry [mm]			
	$h_{s,min}$	a_{min}		
		Deska pnutá v jednom směru	Deska pnutá ve dvou směrech	
			$l_y/l_x \leq 1,5$	$1,5 < l_y/l_x \leq 2,0$
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
REI 30	60	10*	10*	10*
REI 60	80	20	10*	15*
REI 90	100	30	15*	20
REI 120	120	40	20	25
REI 180	150	55	30	40
REI 240	175	65	40	50

*) Obvykle je rozhodující krycí vrstva požadovaná normou ČSN EN 1992-1-1.

- Rozměry l_x a l_y jsou vzájemně kolmá rozpětí desky pnuté ve dvou směrech, platí $l_y \geq l_x$.
- Pro předpjaté desky se vzdálenost a_{min} zvětší při použití předpínacích prutů o 10 mm, při použití předpínacích drátů a lan o 15 mm.
- Při použití betonu s vápencovým nebo lehkým kamenivem lze hodnoty $h_{s,min}$ redukovat o 10 %.

Desky

Spojité plné desky

- Pokud jsou splněny následující podmínky, určí se hodnoty $h_{s,min}$ a a_{min} pro spojité desky ze sloupců (2) a (4) tabulky pro prostě podepřené desky (jinak se každé pole desky posoudí jako deska prostě podepřená):
 - redistribuce ohybového momentu při návrhu za běžné teploty je max. 15 %
 - pro REI 90 a vyšší je nad každou vnitřní podporou do vzdálenosti $0,3 \cdot l_{eff}$ od osy podpory zavedena horní výztuž o průřezové ploše min. $A_{s,req,fi,x}$ (viz *spojité nosníky*)

Desky

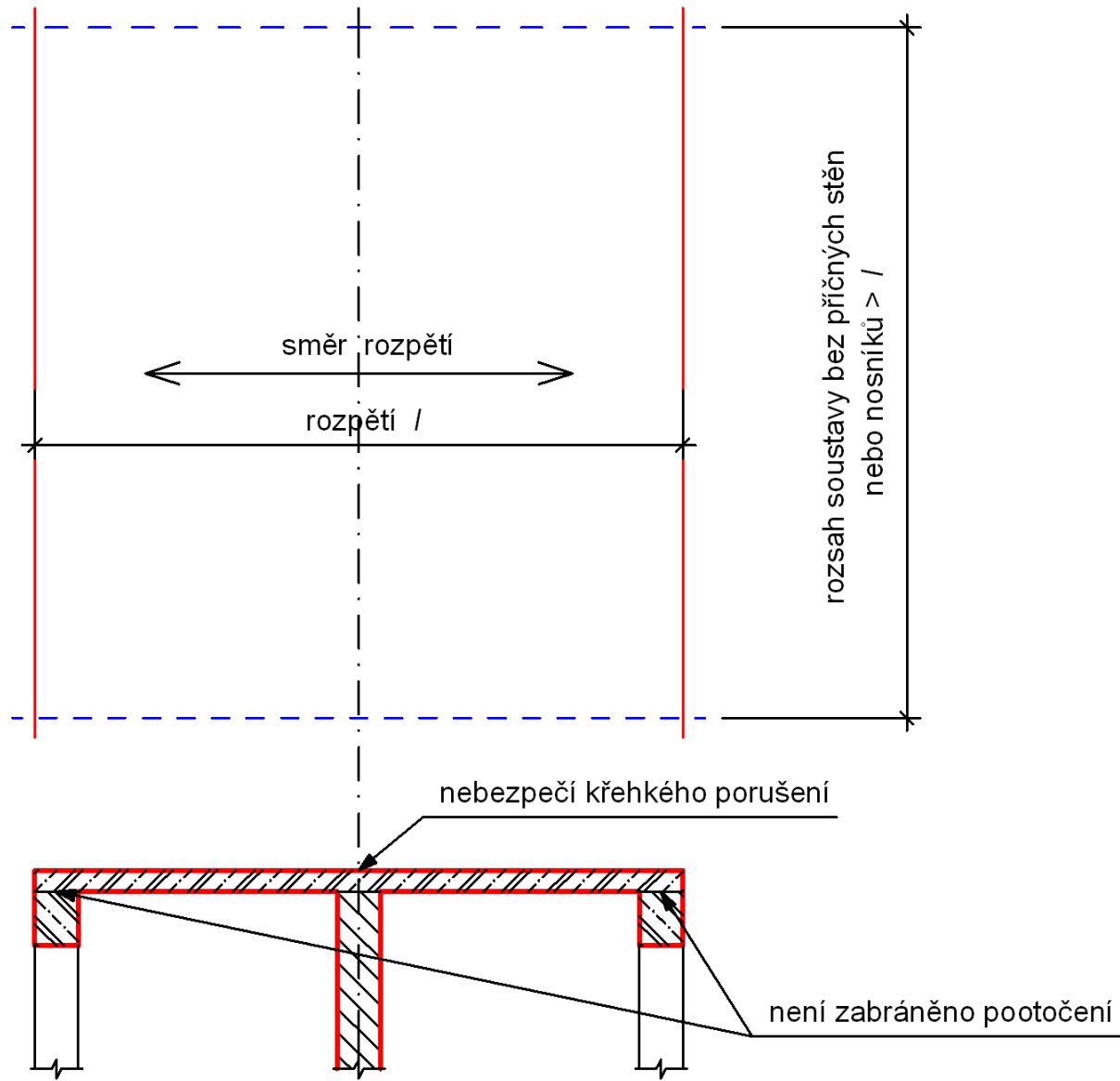
Spojité plné desky

- nad mezilehlými podporami je provedena horní nosná výztuž o ploše $A_s \geq 0,005 A_c$

tato podmínka musí být splněna, pouze pokud nastane některý z následujících případů:

- (a) je použita výztuž tvářená za studena
- (b) jedná se o spojitou desku o dvou polích, u které není v krajních podporách bráněno v pootočení
- (c) v návrhu není zohledněna možnost redistribuce účinků zatížení kolmo k rozpětí (např. pomocí mezilehlých stěn nebo podpor ve směru rozpětí vzájemně umístěných ve vzdálenosti menší nebo rovné rozpětí)

Desky



Desky

Lokálně podepřené desky

- Pokud byla při návrhu za běžné teploty uvažována redistribuce ohybových momentů $> 15 \%$, stanoví se hodnota a_{\min} z tabulky pro prostě podepřené desky, sloupce (3).
- Vzdálenost a_{\min} se vztahuje ke spodní vrstvě výztuže.
- Pro REI 90 a vyšší musí v obou směrech probíhat přes celé rozpětí minimálně 20 % veškeré horní výztuže požadované nad podporami při návrhu za běžné teploty. Tato výztuž se umístí ve sloupových pruzích.

Desky

Hodnoty $h_{s,min}$ a a_{min} pro železobetonové a předpjaté lokálně podepřené desky [1,2]

Normová požární odolnost	Požadované rozměry [mm]	
	$h_{s,min}$	a_{min}
(1)	(2)	(3)
REI 30	150	10*
REI 60	180	15*
REI 90	200	25
REI 120	200	35
REI 180	200	45
REI 240	200	50

*) Obvykle je rozhodující krycí vrstva požadovaná normou ČSN EN 1992-1-1.
Pro předpjaté desky se vzdálenost a_{min} zvětší při použití předpínacích prutů o 10 mm, při použití předpínacích drátů a lan o 15 mm.

Desky

Žebrové desky

- Pro žebrové desky je třeba kromě podmínek vztahujících se k vlastní desce (přírubě) ověřit také podmínky pro žebra.
- Postup stanovení požární odolnosti železobetonových a předpjatých žebrových desek pnutých v jednom směru
 - pro žebra se použijí zásady a tabulky platné pro prostě podepřené nebo spojitě nosníky
 - pro příruby se hodnoty $h_{s,min}$ a a_{min} určí z tabulky pro prostě podepřené desky

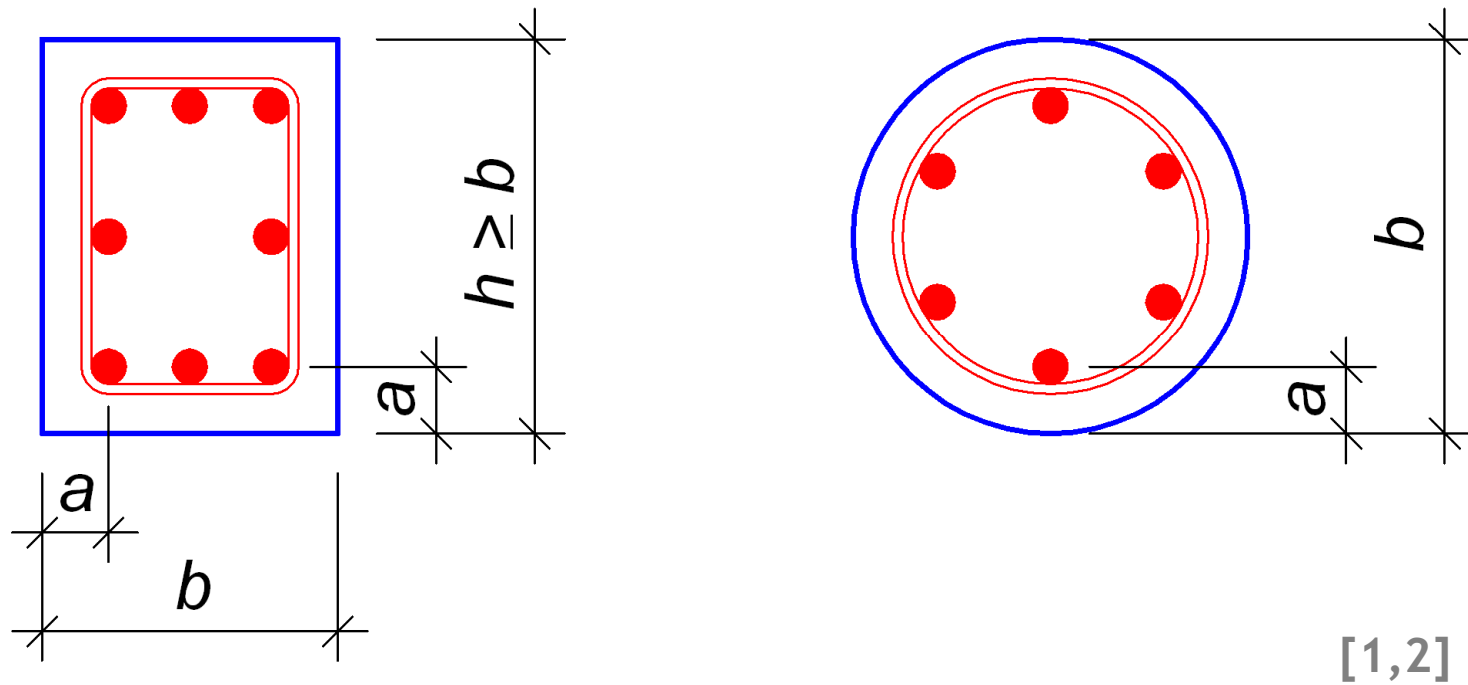
Ostatní případy - viz skripta [1] nebo norma [2]...

Sloupy

- 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

Posuzované parametry sloupů



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:

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

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


http://fire.fsv.cvut.cz/vzdelavani/index.php

Celoživotní vzdělávání v požární ochraně

Úvod

**Další materiály pro
požární návrh konstrukcí**

Podrobné materiály
k problematice požární
odolnosti konstrukcí
najdete v monografii
**Wald F. a kol.: Výpočet
požární odolnosti
stavebních konstrukcí,**
České vysoké učení technické
v Praze, Praha 2005, 336 s.,
ISBN 80-0103157-8.



Vítejte!

Přístup k dokumentům projektu **Celoživotní vzdělávání v požární ochraně** je omezen pouze pro registrované uživatele. Registrace je zdarma a jediným potřebným údajem je platná e-mailová adresa, na kterou bude zasláno přístupové heslo. Pokud jste již registrovaným uživatelem, zadejte prosím své přístupové heslo.

NOVÝ UŽIVATEL

Pro registraci zadejte prosím vaši platnou e-mailovou adresu:

REGISTROVANÝ UŽIVATEL

Zadejte prosím vaše přístupové heslo:

V případě problémů s přihlášením kontaktujte admina: zuzana.sulcova@fsv.cvut.cz.



Projekt **Celoživotní vzdělávání v požární ochraně**, JPD3 MHMP CZ.04.3.07/3.2.01.2/2091, je podpořen z Evropského strukturálního fondu, státního rozpočtu České republiky a rozpočtu hlavního města Prahy. V jeho rámci se realizují kurzy dalšího vzdělávání statiků, požárních specialistů a techniků v oblasti požární ochrany podle evropských norem pro oblast hlavního města Prahy.





Český normalizační institut
Přívodce světem technických norem

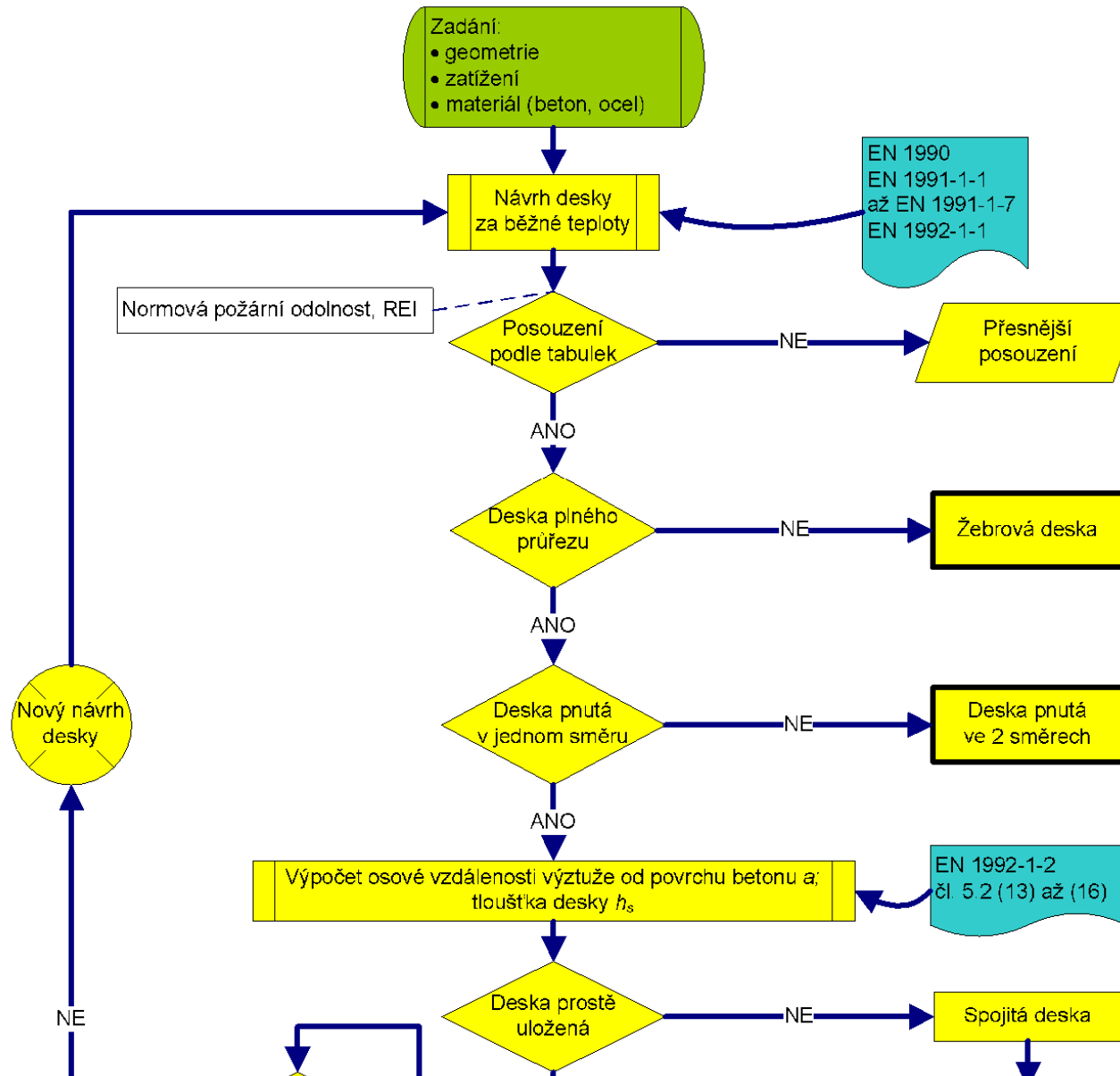
Texty norem ČSN EN použité v tomto výukovém projektu jsou zveřejněny se souhlasem [Českého normalizačního institutu](#).

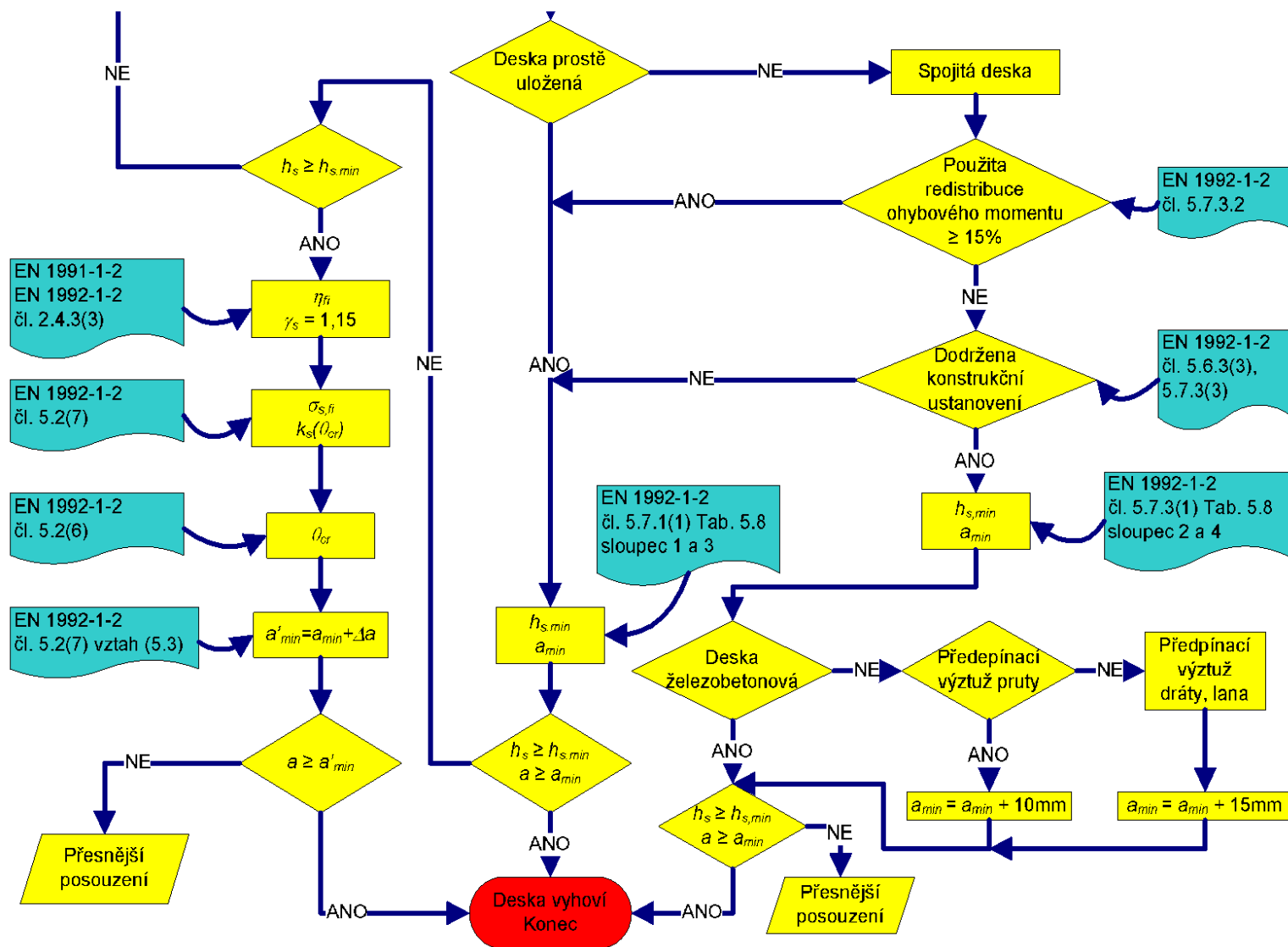
Počítadlo přístupů: 03301

1-2_Betonove_konstru...zip

Zobrazit veškeré stahování...

ŽELEZOBETONOVÉ A PŘEDPJATÉ DESKY VYSTAVENÉ POŽÁRU ZDOLA OVĚŘENÍ PODLE TABULEK







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.
- [3] ČSN EN 1996-1-2. Eurokód 6: Navrhování zděných konstrukcí - Část 1-2: Obecná pravidla - Navrhování konstrukcí na účinky požáru. Praha: ČNI, 2006.
- [4] Štefan, R. - Procházka, J. Temperature Analysis of Masonry Structural Members Subjected to Fire. In Proceedings of the International Conference on Modelling and Simulation 2010 [CD-ROM]. Prague: CTU in Prague and AMSE, 2010.

© Radek Štefan, Jaroslav Procházka, Jitka Vašková 2012

Poslední úprava: 7.4.2015

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!