

## Postup řešení: Přehled koncepce požární bezpečnosti pro jednopodlažní budovy

*Tento dokument popisuje koncepci požární bezpečnosti jednopodlažních budov, shrnuje přístupy uplatněné v národních normách. Popisuje metody požárního inženýrství, prvky pasivní a aktivní protipožární ochrany a součinitel průřezu jako hlavní parametr pro výpočet tloušťky protipožární ochrany.*

### Obsah

1. Zásady požární bezpečnosti	2
2. Regulační požadavky požární bezpečnosti	2
3. Úvod do požárního inženýrství	4
4. Aktivní prvky protipožární ochrany	5
5. Pasivní prvky protipožární ochrany	6
6. Součinitele průřezu	7
7. Nehráněná ocelová konstrukce	8
8. Literatura	9

## 1. Zásady požární bezpečnosti

Prvotním účelem legislativy požární bezpečnosti je zajistit bezpečnost osob v budovách a jejich okolí při požáru. Druhotným účelem je zajistit zachování provozu a ochránit majetek (což zahrnuje konstrukci i zboží v budově).

K odsazení těchto cílů platí některé zásady, které je třeba splnit:

- Obyvatelé mohou opustit budovu nebo mohou být evakuováni jiným způsobem.
- V úvahu se bere bezpečnost záchranných jednotek.
- Rozvoj a šíření ohně a kouře v budově jsou omezeny.
- Je omezeno šíření požáru na sousední budovy.
- Po stanovenou dobu je zachována nosnost konstrukce.

Tyto základní zásady jsou v národních předpisech zavedeny pomocí požadavků pro návrh budov, které berou v úvahu účel a typ konstrukce. Při zavádění těchto požadavků se musí vzít v úvahu prostředky protipožární ochrany.

Jsou dva základní druhy prostředků protipožární ochrany:

- Pasivní prostředky, které jsou uvnitř budovy a jsou trvalé.
- Aktivní prostředky, které se skládají ze systémů pro zjištění a zneškodnění požáru. Tyto systémy mohou být ruční nebo automatické.

## 2. Regulační požadavky požární bezpečnosti

Regulační požadavky vztahené k požární bezpečnosti se mezi národními a regionálními úřady liší. Přehled požadavků devíti zemí je uveden v [9]. Zvláštní aspekty, které jsou často v předpisech zavedeny, jsou rozebrány níže.

### 2.1 Vliv zavedení sprinklerů

Sprinklery mají výhodu ve vztahu k ochraně majetku, zachování provozu a v míře ochrany proti požáru na úrovni, která není dosažitelná pasivními prostředky. Použití sprinklerů snižuje riziko šíření a velikost ohně a tato skutečnost je přijímaná v příslušných národních předpisech pro požární bezpečnost následujícím způsobem:

- Sprinklery a únosnost konstrukce při požáru:

Pro budovy vybavené sprinklery se obvykle požaduje menší odolnost proti požáru. Španělsko a Německo jsou jediné země, kde vybavení sprinklery zcela ruší požadavek na únosnost konstrukce při požáru. Švýcarsko požaduje, aby všechny průmyslové budovy byly vybaveny sprinklery, ale nepožaduje se únosnost konstrukce při požáru, u dělicích stěn se požaduje požární odolnost pouze 30 minut a u vnějších stěn se obecně požární odolnost nepožaduje.

#### Sprinklery a velikost požárních úseků

Instalace sprinklerů přináší projektantům také výhodu ve zvětšení požárních úseků v budově. V některých zemích, jako Francie a Belgie, jsou v budovách bez sprinklerů obtížně splnitelné požadavky na největší povolené velikosti požárních úseků, může být vybavení sprinklery jediným způsobem k dosažení použitelných velikostí požárních úseků.

#### Sprinklery a odstupové vzdálenosti mezi budovami

Ve Velké Británii zavedení sprinklerů umožňuje v návrhu zmenšit odstupové vzdálenosti mezi budovami nebo zvětšit nechráněné plochy. Základy obvodových sloupů nemusí být navrženy na moment vzniklý od překlopení v důsledku kolapsu příčle.

V Itálii předpisy nezavádějí žádný vztah mezi sprinklery a způsoby pasivní ochrany proti požáru.

## 2.2 Požární odolnost konstrukce

Ve většině evropských zemí se mohou jednopodlažní budovy stavět bez požární odolnosti za předpokladu, že vyhovují určitým omezením. Příklady těchto omezení jsou:

- Francie: jednopodlažní budova o výšce menší než 10 m.
- Německo, Španělsko a Švýcarsko: za předpokladu, že budova je vybavena sprinklerovým systémem.
- Velká Británie, Nizozemí: u jednopodlažních budov se nepožaduje požární odolnost, pokud uvažovaná budova nepodepírá vnější stěnu, u které se požaduje požární odolnost kvůli blízkosti jiné budovy.
- Švédsko: nejsou požadavky pro jednopodlažní budovy, pokud v ní není sál pro více než 150 osob.

Ve většině evropských zemí se požadavek požární odolnosti nevztahuje na střešní vazníky, kromě případů, kdy zhroucení vazníků negativně ovlivní stabilitu stěn.

## 2.3 Vnější stěny

Většina předpisů pro budovy bere v úvahu riziko šíření požáru mezi budovami. Jsou dva prostředky snížení tohoto rizika na přijatelnou úroveň: požární odolnost stěn a požadavek na odstupové vzdálenosti mezi sousedícími budovami.

- Švýcarsko: pro vnější stěny bez požární odolnosti se požadovaná vzdálenost k hranici pozemku může měnit od 3,5 m do 16,5 m v závislosti na výšce budovy.
- Německo a Belgie: požadovaná vzdálenost k hranici je 2,5 m (Německo) a 4 m (Belgie) pro všechny průmyslové budovy. Také Španělsko má jednu hodnotu bezpečné oddělovací vzdálenosti, rovnou 10 m.
- Francie: pro vnější stěny se nepožaduje požární odolnost, pokud je odstupová vzdálenost větší než výška budovy nebo 10 m.
- Švédsko: požadovaná odstupová vzdálenost je 4 m.

Ve Francii, Velké Británii a v Nizozemí se pro určení bezpečné odstupové vzdálenosti bere v úvahu charakteristika ohně a typ fasády.

## 2.4 Vnitřní požární úseky

Omezení velikosti požárních úseků závisí na zhodnocení požárního zatížení a rizika ohrožení životů. Podle několika národních předpisů se mohou pro zvětšení velikosti požárních úseků uvažovat sprinklery a systémy detekce kouře.

Předpisy ve Velké Británii zavádějí omezení velikosti požárních úseků pouze u jednopodlažních budov pro prodejní účely. Velikost se však může zvětšit, je-li budova vybavena sprinklerovým systémem. Ve Španělsku nejsou stanovena omezení pro průmyslové budovy vybavené sprinklerovým systémem a s odstupovou vzdáleností od sousedních budov 10 m. Další země běžně požadují u jednopodlažních budov požární úseky do rozlohy 4000 m<sup>2</sup>.

Požadovaná požární odolnost dělicích stěn se značně liší. Některé země požadují požární odolnost jen 30 minut, zatímco jiné 120 minut. Ve Francii a Belgii je určení doby požární odolnosti dělicích stěn založeno na zhodnocení rizik.

## 2.5 Únikové cesty

Při návrhu dispozice jednopodlažní budovy je velmi důležité vzít v úvahu zajištění bezpečných únikových cest pro uživatele budovy.

Ačkoliv sprinklery mohou zvětšit přípustnou velikost požárních úseků, největší vzdálenost k východům může být omezující parametr návrhu. Vzdálenost 25 m, platná ve Španělsku, je typická hodnota pro největší délku únikové cesty v průmyslových budovách s jedním východem.

## 2.6 Návrh založený na výpočtu

Některé národní předpisy, např. francouzské a německé, požadují po projektantech pro velké budovy a/nebo velká požární zatížení místo návrhu založeného na předpisech návrh založený na výpočtu.

Španělské a švédské předpisy požární bezpečnosti pro průmyslové budovy umožňují užití návrhu založeného na výpočtu jako alternativu k návrhu pomocí předpisů.

Řešení založené na výpočtu vyžaduje zapojení odborníků na požár v procesu návrhu.

## 3. Úvod do požárního inženýrství

V mnoha zemích jsou normy EN1991-1-2 [1], EN1993-1-2 [2] a EN1994-1-2 [3] první úřední dokumenty požárního inženýrství, které mohou být prakticky použity při návrhu.

Požární inženýrství je filozofie návrhu založená na holistickém procesu, v kterém jsou zavedena rizika požáru, vážnost požáru (uvažováním možného vývoje požáru), způsoby úniku (bezpečnou evakuací), omezení kouře (aktivními prostředky a aktivačními systémy) a odezva konstrukce. Často se používá jako alternativa k metodám založeným na předpisech, u kterých se vychází z požární odolnosti jednotlivých částí, pokud má budova malé požární zatížení a možnosti úniku při požáru jsou dobré.

Koncepce návrhu podle přirozeného požáru [5] navíc umožňuje realističtější přístup k analýze požární bezpečnosti, zvláště u vyjímečných budov. Tato analýza bere v úvahu skutečné charakteristiky požáru a prostředky k jeho likvidaci, ať už aktivní nebo pasivní.

V zemích, kde se požaduje pro jednopodlažní budovy protipožární ochrana nebo kde je omezena velikost požárních úseků, se může požární inženýrství účinně použít v následujících případech:

- sprinklery nebo jiné aktivní prostředky snižují riziko a vážnost požáru,
- pomocí systémů zjištění a ohlášení požáru se dosáhne rychlejší evakuace,
- při uvažování skutečné velikosti požárního zatížení a podmínek větrání lze obhájit snížení požární odolnosti,
- je vhodné navrhovat zařízení pro odvod kouře v chráněných únikových cestách.

Požární inženýrství přináší největší úspory, když

- konstrukce je velká a možné úspory zdůvodní pracnost návrhu,
- konstrukce je neobvyklá a může být jen obtížně navržena pomocí tradičních metod založených na předpisech.

## 4. Aktivní prvky protipožární ochrany

Systémy aktivní ochrany jsou takové, které detekují kouř nebo plameny a aktivují systém zhasení požáru. Nejběžněji používaný systém aktivní ochrany je sprinklerový systém, který zajišťuje místní rozprašování vody k likvidaci kouře a uhašení malého požáru do okamžiku, kdy může nastat prostorové vzplanutí. Nakonec mají sprinklery požár zcela uhasit.

Lze uvést tři sprinklerové systémy, založené na nebezpečí a použití (účelu budovy), definované v EN 12845: 2004 (*Stabilní hasicí zařízení - Sprinklerová zařízení - Navrhování, instalace a údržba*) následovně:

- Nízké nebezpečí      Neprůmyslové a komerční budovy obecně
- Normální nebezpečí      Skupina I a IV, kde skupina I platí pro suterény a skladovací plochy komerčních budov
- Vysoké nebezpečí      Plochy s vysoce hořlavým obsahem

Sprinklery mají normálně skleněné „žárovky“, které při zahřátí prasknou a tím se aktivují na určitou plochu podlahy. Uhasí oheň, aniž voda způsobí nepřiměřené škody. Pro nízké budovy může být potrubí naplněno vodou (je zavodněno), ale pro vyšší budovy je potrubí suché, dokud není aktivováno z vedlejšího zdroje.

Sprinklery pro nízké nebezpečí jsou obecně vhodné pro kancelářské prostory, nemocnice nebo menší budovy. Počet sprinklerů by neměl překročit 500 v jedné instalaci při systému se zavodněným potrubím a 250 při systému se suchým potrubím. Výškový rozdíl mezi nejnižším a nejvyšším sprinklerem u vysokých budov nemá v instalaci nemá přesáhnout 45 m. Při nízkém nebezpečí je nejmenší průtok 255 l/min, při normálním nebezpečí 375 l/min, jmenovitý průměr potrubí je 65 mm.

Jiné druhy aktivních systémů zahrnují:

- Automatické clony nebo uzávěry,
- Systémy odvodu kouře.

Sprinklery a další aktivní systémy mají vysokou míru úspěšnosti při hašení a prevenci požárů a jsou stále více požadovány pojišťovny, které si přejí zmírnit riziko pro vybavení budovy. V závislosti na národních předpisech mohou umožnit snížení požadavku na požární odolnost a/nebo návrh větších požárních úseků.

## 5. Pasivní prvky protipožární ochrany

Pasivní prvky protipožární ochrany zajišťují izolaci proti působení požáru (záření, horký kouř) a zpomalují ohřátí konstrukce. Materiály pasivní požární ochrany se dělí do dvou skupin: nereaktivní, kde nejlepším příkladem jsou desky a postřiky, a reaktivní, z nichž nejběžnější jsou zpěňující nátěry.

Druhy požární ochrany, viz obrázek 5.1 a 5.2:

- Desky: krycí materiál s dobrým vzhledem. Může být obtížné je aplikovat kvůli složitým detailům.
- Postřiky: nepěkný vzhled. Obecně se používají, když nejsou vidět. Je jednoduché vyřešit detaily a jsou použitelné na ocelovou konstrukci bez nátěru.
- Tenké zpěňující nátěry. Umožňují zachovat ocelový profil viditelný. Je jednoduché je aplikovat, ale není to levné řešení a je obtížné dosáhnout požární odolnost 60 minut.
- Obetonování a vybetonování: robustní metody používané, pokud je konstrukce vystavena povětrnosti a požadavky na požární odolnost jsou vysoké. Je drahé a časově náročné.

Jsou dva přístupy k aplikaci ochrany:

- Ochranný materiál instalovaný na stavbě: aplikovaný v budově při stavbě.
- Ochrana mimo stavbu: aplikovaná na profily před montáží do konstrukce. Je typická pro tenké zpěňující nátěry.

Ve většině Evropy se jednopodlažní budovy mohou stavět bez pasivní protipožární ochrany. To se však netýká všech okolností, detaily jsou uvedeny v národních předpisech.



**Obrázek 5.1** *Detail pásnice průřezu s ochranou postříkem*



**Obrázek 5.2** *Zpěňující nátěr na nosníku suterénu*

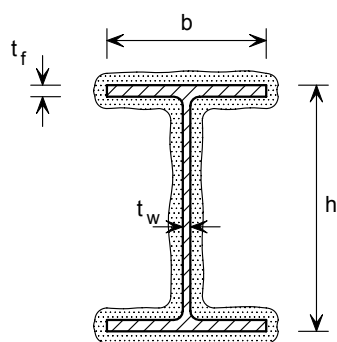
## 6. Součinitele průřezu

Součinitel průřezu definuje míru ohřátí prvku, které je ovlivněno tvarem, částečnou ochranou, a způsobem požární ochrany. Při zjednodušení je definován jako

$$\text{Součinitel průřezu} = \frac{\text{Ohrívaná plocha povrchu na jednotku délky}}{\text{Objem na jednotku délky}} = \frac{A}{V}$$

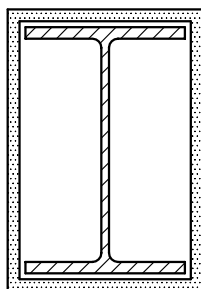
Tento parametr uvažuje rozdíl mezi prvky exponovanými ze 4 stran (např. pro sloupky) a ze tří stran (pro nosníky, které podepírají desky). Typické vztahy pro součinitele průřezu jsou uvedeny v obrázku 6.1.





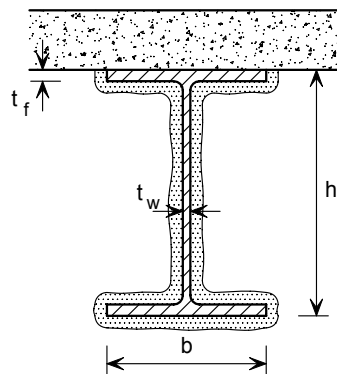
$$A/V = \frac{2b + h - t_w}{(b - t_w) t_f + 0.5ht_w}$$

(1)



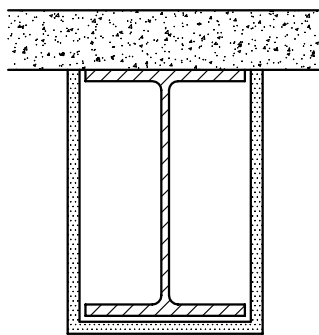
$$A/V = \frac{b + h}{(b - t_w) t_f + 0.5ht_w}$$

(2)



$$A/V = \frac{1.5b + h - t_w}{(b - t_w) t_f + 0.5ht_w}$$

(3)



$$A/V = \frac{0.5b + h}{(b - t_w) t_f + 0.5ht_w}$$

(4)

Legenda:

1. Prvek exponovaný ze 4 stran – ochrana podél celého povrchu
2. Prvek exponovaný ze 4 stran – truhlíkové zakrytí
3. Prvek exponovaný ze 3 stran – ochrana podél celého povrchu
4. Prvek exponovaný ze 3 stran – truhlíkové zakrytí

**Obrázek 6.1** Definice součinitele průřezu pro různé typy protipožární ochrany

## 7. Nechráněná ocelová konstrukce

Většina evropských předpisů umožňuje stavbu jednopodlažních budov s nechráněnými ocelovými prvky.

Na druhé straně použití návrhu založeného na výpočtu může vést k významným úsporám pasivní požární ochrany u některých druhů jednopodlažních budov (viz kapitola 3) z následujících důvodů:

- Zkušenosti jako jsou požární zkoušky v Cardingtonu dokazují, že chování skutečných budov při požáru s nechráněnou ocelovou konstrukcí je lepší než ukazují zkoušky jednotlivých konstrukčních prvků.



- ❑ Co se týče způsobu porušení konstrukce jednopodlažní budovy, vhodný požární návrh může ochránit sousední budovy, hasičské jednotky a zařízení před kolapsem zkoumané budovy (např. před kolapsem konstrukce uvnitř budovy) [4],[7],[8].
- ❑ Požární zatížení jednopodlažních budov s velkými požárními úseky a střechami vyššími než 10 m, jako jsou nákupní galerie, sportovní haly, víceúčelové haly, průmyslové haly atd., jsou obecně spíše menší, takže není možné dosáhnout teplot, které by mohly ovlivnit únosnost ocelových prvků [5],[8].

## 8. Literatura

Pravidla a zásady v tomto dokumentu jsou založeny na:

- [1] EN 1991-1-2:2002 Eurocode 1: Actions on structures – Part 1-2: General actions – Actions on structures exposed to fire. CEN.
- [2] EN 1993-1-2:2003 Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-2: General rules – Structural fire design. CEN.
- [3] EN 1994-1-2:(Draft) Eurocode 4: Design of composite steel and concrete structures – Part 1-2: General rules - Structural fire design. CEN.
- [4] Single storey steel framed building in fire boundary conditions (P313). The Steel Construction Institute, 2002.
- [5] Valorisation Project: Natural Fire Safety Concept, ECSC funded project 7215-PA/PB/PC-042.
- [6] DIFISEK- Dissemination of Structural Fire Safety Engineering Knowledge, ECSC funded project RFS-C2-03048.
- [7] Fire Safety of industrial halls and low-rise buildings: Realistic fire design, active safety measures, post-local failure simulation and performance based requirements, ECSC funded project 7210-PB/378.
- [8] Development of design rules for steel structures subjected to natural fires in large compartments, ECSC funded project 7210-SA/210/317/517/619/932.
- [9] Report to ECCS: Fire building regulations for single storey buildings in 9 European countries. Document RT915. Version 02 June 2002.

## Quality Record

<b>RESOURCE TITLE</b>	Postup řešení: Strategie požární bezpečnosti pro jednopodlažní budovy		
<b>Reference(s)</b>			
<b>ORIGINAL DOCUMENT</b>			
	<b>Name</b>	<b>Company</b>	<b>Date</b>
<b>Created by</b>	J. M. Fernandez	Labein	Jul 05
<b>Technical content checked by</b>	Jose A. Chica	Labein	Dec 05
<b>Editorial content checked by</b>	Jose A. Chica	Labein	Dec 05
<b>Technical content endorsed by the following STEEL Partners:</b>			
<b>1. UK</b>	G.W. Owens	SCI	7/4/06
<b>2. France</b>	A. Bureau	CTICM	7/4/06
<b>3. Sweden</b>	A. Olsson	SBI	7/4/06
<b>4. Germany</b>	C. Mueller	RWTH	7/4/06
<b>5. Spain</b>	J. Chica	Labein	7/4/06
<b>6. Luxembourg</b>	M. Haller	PARE	7/4/06
<b>Resource approved by Technical Coordinator</b>	G.W. Owens	SCI	13/7/06
<b>TRANSLATED DOCUMENT</b>			
<b>This Translation made and checked by:</b> T. Vraný		ČVUT in Prague	20/7/07
<b>Translated resource approved by</b>	Z. Sokol	ČVUT in Prague	30/8/07
<b>National technical contact</b>	F Wald	ČVUT in Prague	10/9/07