

Statický výpočet požární odolnosti



František Wald
České vysoké učení technické v Praze

Úvod

Požárně bezpečnostní řešení stavby

Statický výpočet

Struktura výpočtu pož. odolnosti

Možnosti výpočtu pož. odolnosti

Shrnutí



Motivace

- Presentovat **metodiku** pro prokázání požární spolehlivosti konstrukce
- Specifikovat **informace nezbytné** pro schválení navrženého řešení dotčenými úřady státní správy
- Uvést do možností požárních návrhových norem

2

Úvod

Úvod

Požárně bezpečnostní řešení stavby

Statický výpočet

Struktura výpočtu pož. odolnosti

Možnosti výpočtu pož. odolnosti

Shrnutí

- **Požárně bezpečnostní řešení stavby**
 - Stanovení požárního rizika
 - Zhodnocení navržených stavebních konstrukcí
- **Statický výpočet konstrukce vystavené požáru**
 - Prokázání požadované požární odolnosti konstrukce



3

Úvod

Požadované části požárně bezpečnostního řešení

Požárně bezpečnostní řešení stavby

Statický výpočet

Struktura výpočtu pož. odolnosti

Možnosti výpočtu pož. odolnosti

Shrnutí



Rizika

- a) Seznam použitých podkladů pro zpracování
- b) Stručný popis stavby
- c) Rozdělení stavby do požárních úseků
- d) Stanovení požárního rizika

Pasivní ochrana

- e) **Zhodnocení navržených stavebních konstrukcí a požárních uzávěrů**
- f) Zhodnocení navržených stavebních hmot
- o) Rozsah a způsob rozmístění výstražných a bezpečnostních značek a tabulek

4

Požadované části požárně bezpečnostního řešení

Požární zásah

- g) Zhodnocení možnosti provedení požárního zásahu
- h) Stanovení odstupových vzdáleností
- i) Určení způsobu zabezpečení stavby požární vodou
- j) Vymezení zásahových cest a jejich technického vybavení
- k) Stanovení počtu, druhů a způsobu rozmístění hasicích přístrojů

Aktivní ochrana

- l) Zhodnocení technických zařízení
- m) Stanovení zvláštních požadavků na zvýšení požární odolnosti**
- n) Posouzení požadavků na zabezpečení stavby požárně bezpečnostními zařízeními
- o) Rozsah a způsob rozmístění výstražných a bezpečnostních značek a tabulek

Statický výpočet

- Dokument prokazuje
 - konstrukce splňuje základní požadavky na
 - mechanickou únosnost
 - bezpečnost při požáru
 - EU ve Směrnici rady 89/106/EEC pro stavební výrobky

Pokud je statický výpočet vypracován podle platných norem a osobami majícími oprávnění k výkonu činnosti, je to považováno za důkaz, že statický výpočet je v souladu s nároky právního řádu státu a posledními poznatky vědy a techniky.

Podklady pro obsah statického výpočtu konstrukce

za běžné teploty

- Vyhláška č. 499/2006 Sb. o dokumentaci staveb
- Statický výpočet, doporučený technický standard ČKAIT 2002
- Statické výpočty, Technická pravidla, BS ČSSI, Praha 2006

Obsah statického výpočtu konstrukce za běžné teploty

- **Doporučené hlavní části**
 - Vstupní informace
 - Vlastní výpočet
 - Schéma
 - Zatížení
 - Globální analýza
 - Ověření prvků a spojů
 - Požadavky na provádění stavby
 - Výkresová část

Úvod

Obsah statického výpočtu konstrukce vystavené účinku požáru

Požárně
bezpečnostní
řešení stavby

• Doporučené hlavní části

Statický výpočet

– Vstupní informace

Struktura
výpočtu pož.
odolnosti

– Vlastní výpočet

Možnosti výpočtu
pož. odolnosti

– Požadavky na provádění stavby

Shrnutí



9

Úvod

Podklady pro statický výpočet konstrukce vystavené účinku požáru

Požárně
bezpečnostní
řešení stavby

– Vyhláška č. 499/2006 Sb. o dokumentaci staveb

Statický výpočet

– Statický výpočet, doporučený technický standard, ČKAIT 2002

Struktura
výpočtu pož.
odolnosti

– Statické výpočty, Technická pravidla, BS ČSSI, Praha 2006

Možnosti výpočtu
pož. odolnosti

– **ČSN EN 1991-1-2
Zatížení konstrukcí vystavených účinkům
požáru**

Shrnutí



10

Úvod

Struktura statického výpočtu požární odolnosti Vstupní informace

Požárně
bezpečnostní
řešení stavby

A) Identifikační údaje o stavebním objektu, investorovi, zhotoviteli stavby a zhotoviteli dokumentace

Statický výpočet

B) Přehled podkladů, vstupních údajů a požadavků

Struktura
výpočtu pož.
odolnosti

C) Koncepční řešení statického působení konstrukce
Požadovaná požární odolnost konstrukce

Možnosti výpočtu
pož. odolnosti

D) Dispoziční řešení objektu

Shrnutí

E) Přehled užitých literatury a norem

F) Údaje o použitém softwaru



11

Úvod

Struktura statického výpočtu požární odolnosti Vlastní výpočet

Požárně
bezpečnostní
řešení stavby

G) Vstupní data

Statický výpočet

H) Grafická schémata

I) Tepelná zatížení

Struktura
výpočtu pož.
odolnosti

J) Mechanická zatížení

K) Ověření při běžné teplotě
(pokud je podkladem pro požární návrh)

Možnosti výpočtu
pož. odolnosti

L) Ověření při vystavení účinkům požáru

L1) Teplotní analýza

L2) Mechanická analýza

Shrnutí

M) Shrnutí rozhodujících výsledků



12

Úvod

Struktura statického výpočtu požární odolnosti Požadavky na provádění stavby

Požárně bezpečnostní řešení stavby

N) Požadavky na postup výstavby a kontrolu jakosti použitého materiálu

Statický výpočet

O) Předpoklady použití a nároky spojené s výstavbou konstrukce

Struktura výpočtu pož. odolnosti

Možnosti výpočtu pož. odolnosti

Shrnutí



13

Úvod

M) Shrnutí rozhodujících výsledků

Požárně bezpečnostní řešení stavby

• Podklad pro **část e)** Požárně bezpečnostního řešení budovy Zhodnocení navržených stavebních konstrukcí a požárních uzávěrů z hlediska jejich požární odolnosti

Statický výpočet

Struktura výpočtu pož. odolnosti

Možnosti výpočtu pož. odolnosti

Shrnutí

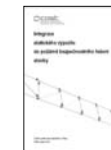


• Doporučeno tabelární formou

Tab. 3.7A1 Využití zbytkového průřezu v nejvíce namáhaných prvcích konstrukce

ZADANÝ PRŮŘEZ	MATERIÁL	RYCHLOST ODHOŘIVÁNÍ β_0 [mm/min]	PO [MN]	ZBYTKOVÝ PRŮŘEZ	VYUŽITÍ [%]
	GL24h	0,7	30	64422	0,16
	GL24h	0,7	30	144542	0,57
	GL24h	0,7	30	144272	0,24
	C24	0,8	30	35169	0,87

• Příklad monografií



14

Úvod

Zatížení

Požárně bezpečnostní řešení stavby

• **Mechanická** kap. 4 v ČSN EN 1991-1-2

Statický výpočet

– Mimořádná návrhová situace

– Kombinace podle ČSN EN 1990

Struktura výpočtu pož. odolnosti

– Obvykle ze zatížení za běžné teploty

– Lze přibližně i přesně

Možnosti výpočtu pož. odolnosti

• **Tepelná** kap. 3 v ČSN EN 1991-1-2

– Nominální teplotní křivky

– Jednoduché modely požáru

– Pokročilé modely požáru

Shrnutí



15

Úvod

Hodnoty materiálových vlastností

Požárně bezpečnostní řešení stavby

• **Za běžné teploty**

– Návrhové hodnoty mechanických vlastností

• Charakteristickými hodnotami pevností a deformačních vlastností

Hodnoty v návrhových a materiálových normách

Statický výpočet

Struktura výpočtu pož. odolnosti

• **Za zvýšené teploty**

– Změna mechanických vlastností

• Popisem pracovního diagramu za zvýšené teploty

• Redukčními součiniteli k_0 v závislosti na teplotě materiálu

Podle kap. 3 v ČSN EN 1992-1-2 až ČSN EN 1999-1-2

Shrnutí



16

Úvod

Metody prokazování

Požárně bezpečnostní řešení stavby

• Konstrukce

- Návrhový požár kap. 2.3 a 3 v ČSN EN 1991-1-2
- Teplotní analýza kap. 2.4 v ČSN EN 1991-1-2
- Mechanická analýza kap. 2.5 ČSN v EN 1991-1-2

Statický výpočet

Struktura výpočtu pož. odolnosti

Možnosti výpočtu pož. odolnosti

• Výrobky

- Zkouškou
- Výpočtem
- Zkouškou a výpočtem, rozšířená aplikace

Shrnutí

Úvod

Metody prokazování pro konstrukce

Požárně bezpečnostní řešení stavby

Ověření z hlediska

- Času jednoduché konstrukce
- Únosnosti složitější konstrukce
- Teploty méně obvyklé

Statický výpočet

Struktura výpočtu pož. odolnosti

Možnosti výpočtu pož. odolnosti

Shrnutí

Úvod

Podklady pro výpočet

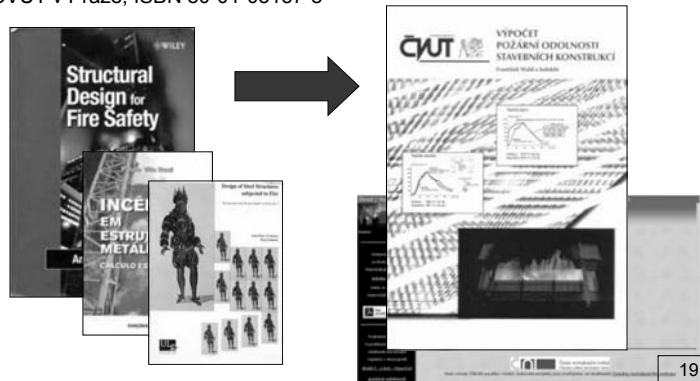
Požárně bezpečnostní řešení stavby

Monografie

Wald a kol:

Výpočet požární odolnosti stavebních konstrukcí

ČVUT v Praze, ISBN 80-01-03157-8



Možnosti výpočtu pož. odolnosti

Shrnutí

Úvod

Požární návrhové normy

Požárně bezpečnostní řešení stavby

Mechanické a tepelné zatížení

Zásady navrhování konstrukcí	ČSN EN 1990: 2003
Zatížení konstr. vystavených účinkům požáru	ČSN EN 1991-1-2: 2004

Statický výpočet

Přestup tepla a rozvoj teploty v konstrukcích a posouzení na účinky požáru

Betonové konstrukce	ČSN EN 1992-1-2: 2006
Ocelové konstrukce	ČSN EN 1993-1-2: 2006
Spražené ocelobetonové konstrukce	ČSN EN 1994-1-2: 2006
Dřevěné konstrukce	ČSN EN 1995-1-2: 2006
Zděné konstrukce	ČSN EN 1996-1-2: 2006
Hliníkové konstrukce	ČSN EN 1999-1-2: 2008

Struktura výpočtu pož. odolnosti

Možnosti výpočtu pož. odolnosti

Shrnutí

Úvod

Úroveň metod prokazování požární odolnosti

Požárně bezpečnostní řešení stavby

Statický výpočet

Struktura výpočtu pož. odolnosti

Možnosti výpočtu pož. odolnosti

Shrnutí



• Návrhové metody

kap. 4 v ČSN EN 1992-1-2 až ČSN EN 1992-1-2

– Jednoduché výpočetní modely

(obvykle z globální analýzy za běžné teploty, po prvcích)

• Tabulky

– Bez znalosti namáhání

– Se znalostí namáhání

• Analytické modely

– Pokročilé výpočetní modely

(obvykle z globální analýzy za zvýšené teploty)

– Zkoušky

(nejpřesnější, obvykle po prvcích)

21

Úvod

Hodnoty požární odolnosti bez uvažování namáhání

Požárně bezpečnostní řešení stavby

Statický výpočet

Struktura výpočtu pož. odolnosti

Možnosti výpočtu pož. odolnosti

Shrnutí



Zoufal R., Bauma M., Karpaš J., Kuklík P.:

Hodnoty požární odolnosti stavebních konstrukcí podle Eurokódů,

PAVUS, a.s., Praha 2009, ISBN 978-80-904481-0-0



Jen pro konstrukce, kde lze požární odolnost prokázat jednoduchými modely

které jsou navrženy podle evropských návrhových norem

Úvod

Odhad největšího možného zatížení konstrukcí vystavených účinkům požáru

Požárně bezpečnostní řešení stavby

Statický výpočet

Struktura výpočtu pož. odolnosti

Možnosti výpočtu pož. odolnosti

Shrnutí



Účinek mechanického zatížení při požární situaci

$$E_{fi,d} = \eta_{fi} * E_d$$

η_{fi} - redukční součinitel úrovně zatížení při požáru:

- pro betonové kce. **0,70**
- pro ocelové kce. **0,65** (0,70)
- pro ocelobetonové kce. **0,65** (0,70)
- pro dřevěné kce. **0,60** (0,70)

E_d - návrhová hodnota únosnosti prvku při běžné teplotě podle ČSN EN 1992 až ČSN EN 1999



Úvod

Příklad publikovaných tabulek

Požárně bezpečnostní řešení stavby

Statický výpočet

Struktura výpočtu pož. odolnosti

Možnosti výpočtu pož. odolnosti

Shrnutí



• Dřevěné konstrukce

- nosníky a sloupy z jehličnatých dřevin a buku
- nosníky a sloupy z listnatých dřevin mimo buku
- nosníky a sloupy z lepeného lamelového dřeva
- nosníky vystaveny požáru ze tří i čtyř stran
- sloupy vystaveny požáru ze čtyř stran hodnoty pro délky 2,6 m až 6,0 m





Úvod

Příklad tabulky

Požárně bezpečnostní řešení stavby

Pro sloupy z rostlého a lepeného lamelového dřeva

Statický výpočet

Rozměry průřezu sloupu:
 $b = 120 \text{ mm až } 200 \text{ mm}; h = 80 \text{ mm až } 300 \text{ mm}$

Struktura výpočtu pož. odolnosti

Vzpěrná délka $L = 2600 \text{ mm až } 6000 \text{ mm}$
(Příklad - využití tabulek v monografii)

Možnosti výpočtu pož. odolnosti

Rozměry průřezu [mm]		Požární odolnost R [min]											
b	h	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300
120		5	10	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
140		10	10	15	15	20	20	20	20	20	20	20	20
160		10	10	15	20	20	20	25	25	25	25	25	25
180		10	10	15	20	20	25	25	30	30	30	30	30

Shrnutí



Úvod

Příklad tabulky

Požárně bezpečnostní řešení stavby

Pro nosníky z rostlého dřeva a lepeného lamelového dřeva



Statický výpočet

Rozměry průřezu nosníku:
šířka $b = 60 \text{ mm až } 200 \text{ mm}$
výška $h = 80 \text{ mm až } 300 \text{ mm}$
vystavení požáru ze tří stran

Struktura výpočtu pož. odolnosti

Možnosti výpočtu pož. odolnosti

Rozměry průřezu [mm]		Požární odolnost R [min]											
b	h	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300
60		10	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
80		15	20	20	20	20	20	25	25	25	25	25	25
100		20	20	25	25	30	30	30	30	30	30	30	30

Shrnutí



Úvod

Shrnutí

Požárně bezpečnostní řešení stavby

• Navržena struktura
statického výpočtu k prokazování požární odolnosti

Statický výpočet

• Metodika

Struktura výpočtu pož. odolnosti

- pro spolupráci zúčastněných partnerů
 - Autorizovaného inženýra pro požární bezp. staveb
 - Autorizovaného statika

Možnosti výpočtu pož. odolnosti

• usnadnění kontroly

Shrnutí

• V současnosti k dispozici, nejen v ČR
v celé Evropě



Děkuji za pozornost

URL: www.ocel-drevo.fsv.cvut.cz



František Wald
České vysoké učení technické v Praze