



Vstupní data do modelů požáru

VI20162019034

Výzkum a vývoj ověřených modelů požáru a evakuace osob
a jejich praktická aplikace
při posuzování požární bezpečnosti staveb

Lucie Hasalová

Vstupní data do modelu požáru

- Jaká vstupní data potřebujeme, vychází z toho, jaký model použijeme...
- Jaký model použijeme vychází z toho, jaká data máme k dispozici...



Co je model požáru?

Model hoření a model pyrolýzy jsou dva rozdílné modely!

Fyzikální popis procesu versus modelová představa...

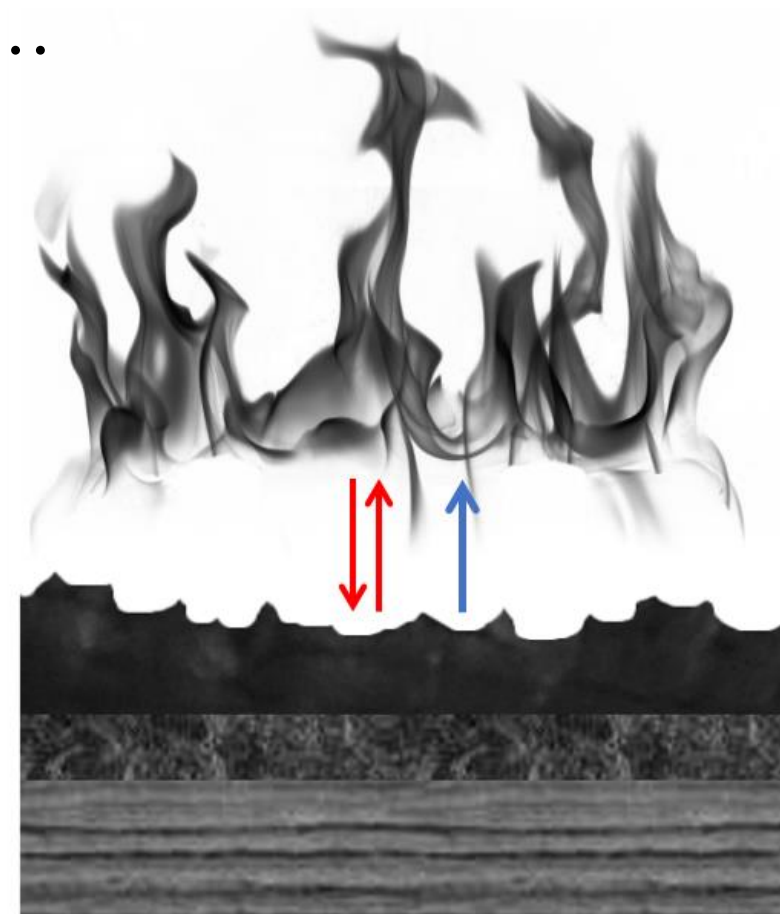
PLYNNÁ FÁZE

- Hoření (homogenní chemická reakce)
 - Sdílení tepla (prouděním, sáláním)
- Transport hmoty (paliva, kyslíku a produktů spalování)

- Přestup tepla z plynné fáze do pevné a obráceně
- Transport paliva přes rozhraní mezi pevnou látkou a plynem

PEVNÁ FÁZE

- Tepelný rozklad (heterogenní chemická reakce)
 - Sdílení tepla (vedením)
- Transport hmoty (paliva, kyslíku)



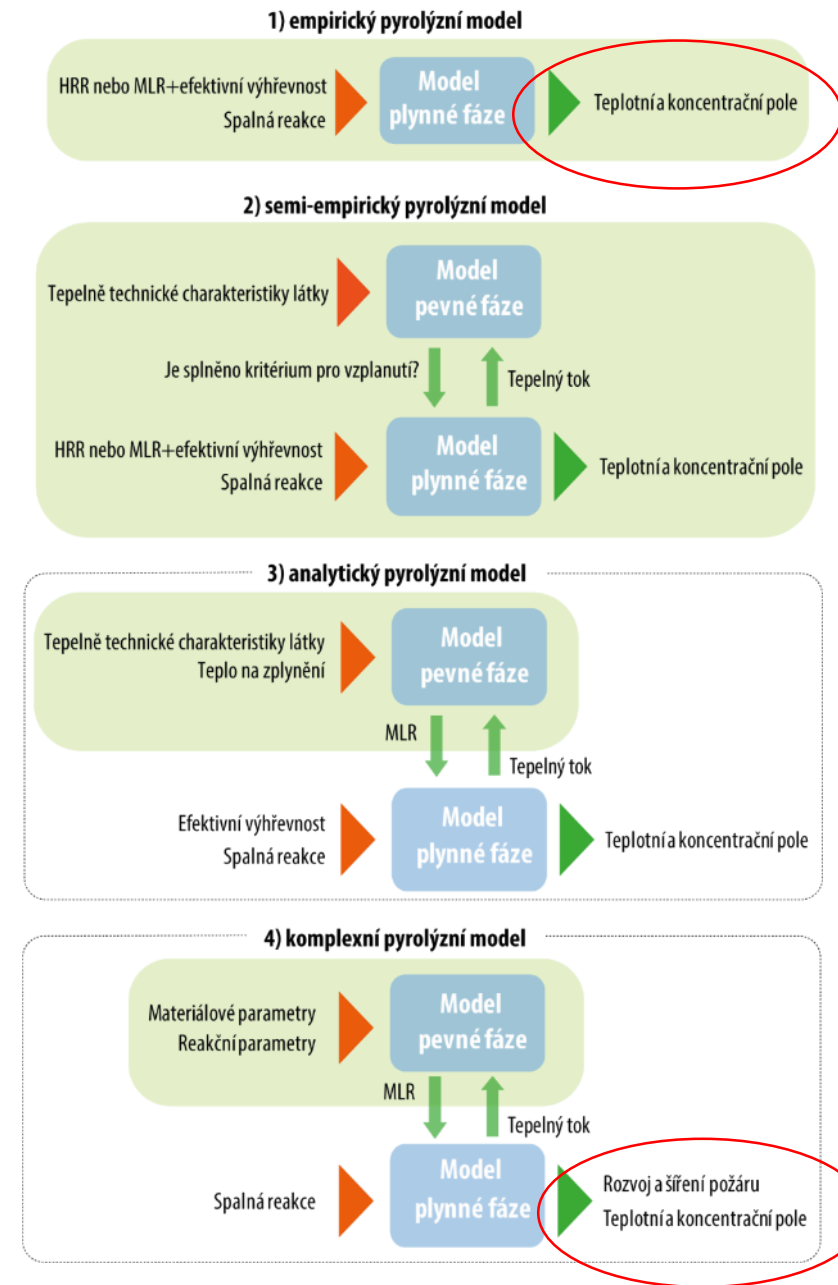
Modely požáru lze dělit ze dvou hledisek

1) Aplikace (Výstupy modelu)

- 1) Modelování následků přítomnosti zdroje hoření
- 2) Modelování založené na fyzikálním procesu tepelné degradace

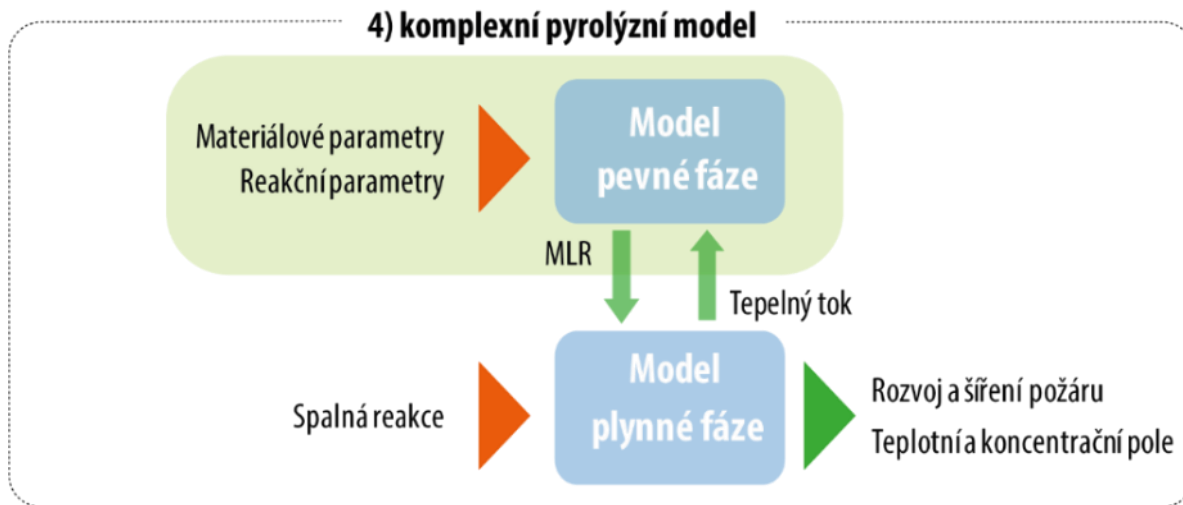
2) Způsob modelování tepelného rozkladu

- 1) Jednoduché pyrolýzní modely
 - A. Empirický
 - B. Semi-empirický
 - C. Analytický
- 2) Komplexní pyrolýzní modely



Komplexní modely

- Výstupem komplexního pyrolýzního modelu je rychlost uvolňování hořlavých plynů.
- Umožňuje ze své podstaty modelovat rozvoj a šíření hoření.
- Základem každého komplexního pyrolýzního modelu je výpočet bilance hmoty a energie v pevné fázi.



	<i>Konečně rychlá reakce</i>		<i>Nekonečně rychlá reakce</i>
A	Aktivační energie	T_p	Pyrolýzní teplota
E	Pre-exponenciální faktor	ΔH_r	Reakční teplo
n	Řád reakce		
ΔH_r	Reakční teplo		
ρ	Hustota/objemová hmotnost		
$\lambda(k)$	Součinitel tepelné vodivosti		
c_p	Měrná tepelná kapacita		
ε	Emisivita		
K	Absorpční koeficient		

Jak získat parametry?

Jednoduché pyrolýzní modely

- „Ignorují“ fyzikálně-chemický proces rozkladu pevných materiálů.
- Uživatel vytvoří reprezentativní požár, který by mohl v daném prostoru vzniknout. Je to uživatelská volba!
- Sledují interakci:
 - A. požár – konstrukce
 - B. požár – evakuace
 - C. požár – detekce/systémy ZOKT.

Empirický pyrolýzní model

- V uživatelem definovaném čase dojde ke vzplanutí objektu, předmětu nebo jejich sestavy a hoří dle uživatelem stanovené výkonové křivky požáru



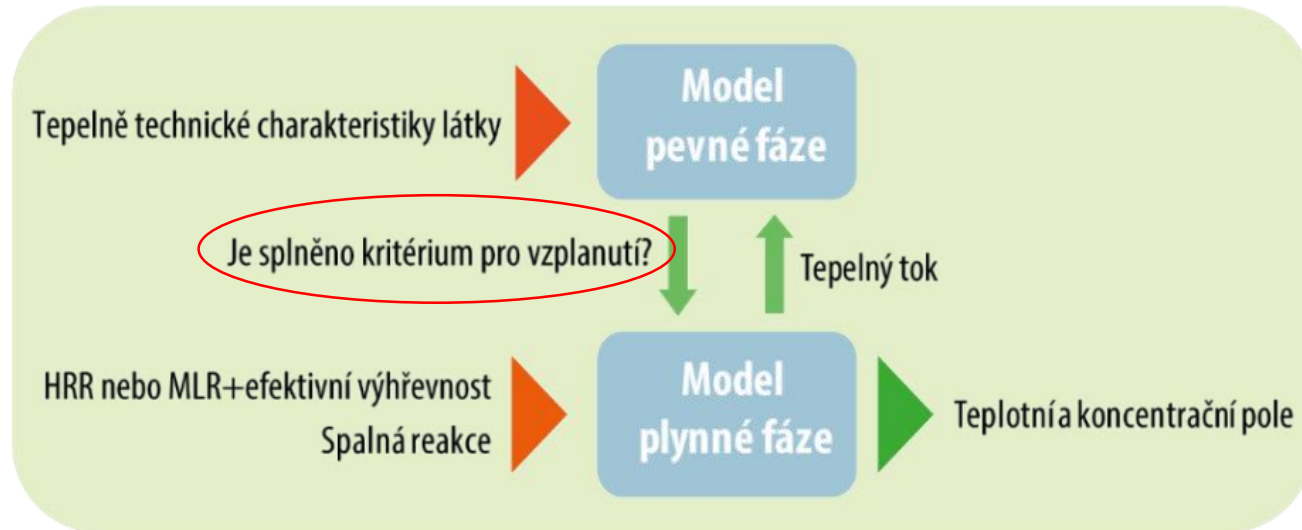
HRR	Rychlost vývinu tepla	nebo	MLR	Rychlost hmotnostního úbytku
			$\Delta H_{c,eff}$	Efektivní výhřevnost
t_{ig}	Čas do vzplanutí			

- Vyžadují minimální množství vstupních dat, pro které máme dostupné způsoby měření **ALE...**

Podmínky měření a interpretace dat

Semi-empirický model

- Semi-empirickým modelem lze napodobit scénář šíření hoření od zdroje.



Rychlost šíření řídí uživatel.

Definuje

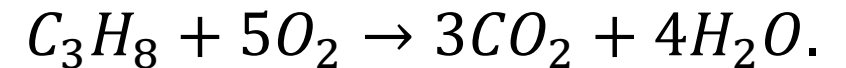
- kritérium pro vzplanutí
- parametry vedení tepla materiálem
- tepelný výkon po vzplanutí

HRR	Rychlost vývinu tepla	nebo	MLR	Rychlost hmotnostního úbytku
			$\Delta H_{c,eff}$	Efektivní výhřevnost
T_{ig}	Povrchová teplota při vzplanutí			
ΔH_r	Reakční teplo			
ρ	Hustota/objemová hmotnost			
$\lambda(k)$	Součinitel tepelné vodivosti			
c_p	Měrná tepelná kapacita			
ε	Emisivita			

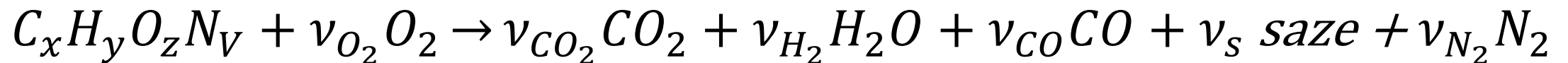
Zapomíná se na to, co hoří v plynu...

- Nejde jen o tepelný výkon (energetickou bilanci)...
- Velmi důležité u modelů, které posuzují zplodiny hoření ve vztahu k evakuaci
 - Viditelnost v prostoru zakouřeného požárem pneumatik bude jiná než požáru dřeva.
- Jaký plyn hoří ve skutečnosti a jaký v modelu?
 - Ve skutečnosti nehoří jeden plyn
 - V modelu obvykle ano! - efektivní výhřevnost látek!
- V modelech požáru je třeba definovat obecnou spalnou reakci tak, aby co nejlépe reprezentovala skutečnou spalnou reakci

Dokonalé spálení propanu



Podíl sazí



Jaká plynná látka hoří?

Podíl oxidu uhelnatého

Vstupní parametry do modelů

- 1) Požárně technické charakteristiky
- 2) Tepelně technické charakteristiky
- 3) Ostatní

$$-k \frac{\partial T}{\partial z} \Big|_{z=0} = -h_c(T|_{z=0} - T_\infty) + \epsilon \dot{q}_e'' - \epsilon \sigma (T^4|_{z=0} - T_\infty^4)$$

- Pro každou skupinu je uvedena krátká definice a jsou popsány způsoby, jakými lze parametry získat.
- Důraz je kladen na interpretaci hodnot v závislosti na podmínkách zkoušky.

Požárně technické charakteristiky

- Popisují chování látky při hoření a při procesech s hořením souvisejících.
- Tři nejčastěji používané v empirických a semi-empirických modelech:

1) Rychlost úbytku hmotnosti (MLR, \dot{m})

2) Rychlost uvolňování tepla (HRR, \dot{Q})

$$\dot{Q} = \chi \cdot \Delta H_c \cdot \dot{m}$$

3) Efektivní výhřevnost/výhřevnost (ΔH_c)

MLR/HRR

1) Velkorozměrové experimenty – jeden nebo více celých objektů

- informace o časovém vývoji – o jednotlivých fázích
- informace o šíření na jiné objekty

2) Laboratorní experimenty

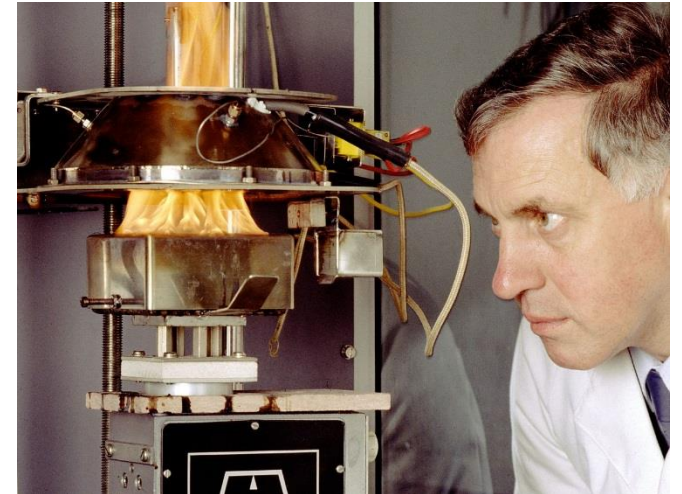
- informace o tepelném výkonu vztaženém na plochu
- žádná informace o časovém vývoji
- teplota vzplanutí/vznícení
- kritický tok pro vznícení
- složení spalin

Podmínky měření a interpretace dat

- Intenzita zdroje tepla
- Poloha zdroje tepla
- Typ – plamen, zářič...
- Maximální nebo průměrné hodnoty



<https://www.shponline.co.uk/fire-and-explosions-large-scale-testing-at-hsl/>



<http://www.scienceimage.csiro.au/image/2934/cone-calorimeter/>

Tepelně technické charakteristiky

- Ovlivňují, jak látka vede a akumuluje teplo.

- 1) Hustota a objemová hmotnost
- 2) Součinitel tepelné vodivosti
- 3) Měrná tepelná kapacita
- 4) Tepelná setrvačnost

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{k}{\rho c} \frac{\partial^2 T}{\partial z^2}$$

Tepelně technické charakteristiky obecně nejsou pro velkou část látek konstanty, ale jsou funkcí teploty.

Podmínky měření a interpretace dat

Databáze - <https://ptch.fce.vutbr.cz/>

Vyhledávání

- podle 8 druhů materiálů
- Fulltextově podle klíčových slov

- Rozdělení dat dle toho, zda byla měřena v rámci projektu, nebo získána z literární rešerše

Materiálová databáze

Zobrazit: vše Naměřená data Data převzatá z literatury

[Zrušit filtr tabulky](#)

Počet záznamů

Skupina	Materiál	Naměřená data	Data z literatury	Klíč. slova
WPC - dřevoplastické hmoty	pilwood dřevoplast	data		Ploty, plotové lačky, dřevoplast, WPC, exteriér
Aglomerované dřevo	překližka - DYAS Film	data		Podlahy, bednění, exteriér
Aglomerované dřevo	OSB Firestop	data		příčky, střešní pláště, požární odolnost, interiér
Aglomerované dřevo	OSB Superfinish ECO	data		tabule, příčky, opláštění stěn, obalový materiál, interiér

Databáze - <https://ptch.fce.vutbr.cz/>

Detail materiálu – naměřená data

ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Název: překližka - DYAS Film

Skupina: Aglomerované dřevo

POPIS

Vodovzdorná překližka s povrchovou úpravou, lepená PF pryskyřicí
Použití ve stavebnictví, transportu a v automobilovém průmyslu.
Vhodné na podlahy či bednění.

KLÍČOVÁ SLOVA

Podlahy, bednění, exteriér

POZNÁMKA

SOUBORY

Název souboru	Popis
DyasFilm_po.JPG	Materiál po zkoušce
DyasFilm_pred.JPG	Materiál před zkouškou

TAB1: PTCH – TEPELNÝ VÝKON TAB2: TTCH A HUŠTOTA TAB3: PTCH – TEPLOTA VZPLANUTÍ A VZNÍCENÍ

symbol [jedn]	externí tepelný tok [kW·m ⁻²]			metoda	poznámka
	35	50	jiný		
HRR _{max} [kW·m ⁻²]	432,92	490,18		ISO 5660-1:2002	
HRR _{avg} [kW·m ⁻²]					
MLR _{max} [g·s ⁻¹ ·m ⁻²]					
ΔH _{c,eff} [MJ·kg ⁻¹]	12,76	10,51		ISO 5660-1:2002	
Q [MJ·m ⁻²]	91,28	84,62		ISO 5660-1:2002	
CO [kg·kg ⁻¹]					
CO ₂ [kg·kg ⁻¹]					
Podíl sazí [kg·kg ⁻¹]					

- Společná sekce – popis vzorku, klíčová slova, fotografie, pdf protokoly měření atd.
- Tři tabulky parametrů – propojení s rozdělením modelů v metodice

Příloha - Pro posuzovatele

- Soubor otázek, který slouží k jasné identifikaci, o jaký model se jedná.
 - Zdroj hoření je definován jako
 - A. Křivka tepelného výkonu jako funkce času → empirický model
 - B. Křivka tepelného výkonu jako funkce času a tepelně technické charakteristiky látek → semi-empirický model
 - Křivka tepelného výkonu jako funkce času je...
 - A. Pouze jedna → lokální požár
 - B. Jedna, ale složena z křivek pro více materiálů nebo objektů → Křivka zahrnuje šíření hoření mezi materiály/objekty.
Z hlediska modelu je ale zadávána jako lokální požární.
- Pro každou odpověď jsou definovány body, které musí být v předkládaném PBŘ vysvětleny.
 - Definujte, zdůvodněte, jak byly stanoveny, je toto rozhodnutí v souladu s, pohybuje se vypočtená hodnota v reálných mezích...?

SHRNUTÍ

- Komplexní shrnutí současné úrovně poznatků v oblasti definování vstupů do modelů hoření.
- Jednotné, jasné a souhrnné zatřídění modelů pyrolýzy dle jejich complexity.
- Jednoznačné definování oblastí aplikace
- Úplný popis vstupních parametrů do modelu
- Metodika definuje jednotný rámec znalostí
 - společná řeč mezi projektanty a posuzovateli?



DĚKUJI ZA POZORNOST

Lucie Hasalová

Projekt VI20162019034

Výzkum a vývoj ověřených modelů požáru a evakuace osob
a jejich praktická aplikace
při posuzování požární bezpečnosti staveb