

NELINEÁRNE FORMY ŠÍRENIA POŽIARU A ICH SKRYTÉ RIZIKÁ

Lubica Vráblová * Jana Müllerová *

ABSTRAKT

Príspevok je zamarený na nelineárne formy šírenia požiaru, na faktory, ktoré ovplyvňujú vznik a priebeh fenoménov požiaru ako je flashover, ich samotný vplyv na bezpečnosť osôb, zasahujúceho personálu a príslušníkov HaZZ.

Kľúčové slová:

Flashover, rollover, backdraft, nelineárne formy šírenia požiaru.

ABSTRACT

The article focuses on non-linear form of the spread of fire, the factors that influence the development and progression of fire phenomena such as flashover, their actual influence on the safety of persons, intervention personnel and members of the HaZZ.

Key words:

Flashover, rollover, backdraft, non-linear form of the spread of fire.

1 POŽIAR V UZATVORENOM PRIESTORE

1.1 ZÁKLADY HORENIA A FORMY PRENOSU TEPELNEJ ENERGIE

Horenie je fyzikálne – chemický proces, pri ktorom sa uvoľňuje tak svetelná ako aj tepelná energia. K tomu, aby začalo horieť je potrebné palivo (horľavá látka), oxidačný prostriedok (vzdušný kyslík) a dostatočná iniciačná energia, na základe ktorej prebehne chemická reakcia horenia [2].

*) Ing. Lubica, Vráblová, Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta špeciálne inžinierstva, Katedra požiarneho inžinierstva, ul. 1 mája 32, 010 26 Žilina, lubica.vrablova@fsi.uniza.sk

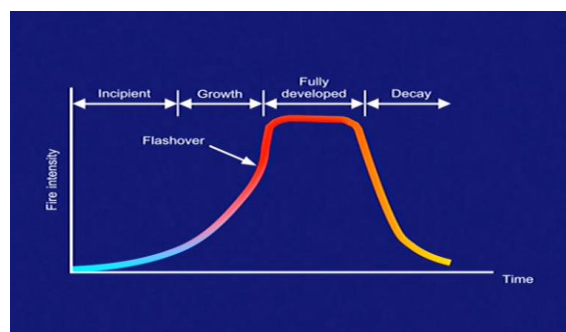
*) doc. Ing. Jana Müllerová, PhD, Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta špeciálne inžinierstva, Katedra požiarneho inžinierstva, ul. 1 mája 32, 010 26 Žilina, jana.mullerova@fsi.uniza.sk

Prenos tepelnej energie pri požari je realizovaný tromi spôsobmi, a to vedením, prúdením alebo sálaním. *Vedenie* je priamy prenos energie v dôsledku kontaktu plôch oboch telies. Kinetická energia molekúl zohrievaného materiálu sa zvyšuje a zároveň tým sa zvyšuje pohyb molekúl a energia začína prechádzať z jednej molekuly na ostatné. Prenos tepla vedením je závislý na teplotnom gradiente a súčiniteli tepelnej vodivosti, pričom najvyššiu hodnotu majú kovy, čo znamená, že sú najlepšimi vodičmi tepla. Oproti tomu plasty vedú teplo veľmi ťažko. *Prúdenie* je prenos tepla kvapalným alebo plynným médiom. Je vždy odprevádzané vedením tepla. Prúdenie je spôsobené rozdielom hustoty medzi horúcymi a chladnými molekulami plynu pri požari. Čím je teplota plynov vyššia, tým sa ich hustota znižuje, rozpínajú sa a stúpajú nahor. *Sálanie* (tepelná radiácia) je prenos tepla za pomoci elektromagnetických vln v dôsledku tepelného stavu telies. Pri dopade na povrch iných telies, prípadne pri prechode inými telesami, sa mení časť žiarivej energie späť na tepelnú energiu. Energia vyžarovaná telesami prudko rastie s ich teplotou[6].

1.1 ROZVOJ POŽIARU V UZATVORENOM PRIESTORE

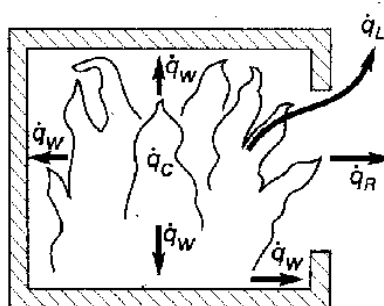
Požiar v uzatvorenom priestore možno rozumieť ako požiar v priestore ohraničenom stavebnými konštrukciami (bytová jednotka). Požiar je ovplyvnený samotným rozmiestnením horľavého materiálu v mieste požiaru ako aj jeho množstvom a prísunom kyslíku do miesta horenia. Voľný vývoj požiaru je možný rozdeliť do štyroch fáz [3]:

1. Vznik požiaru.
2. Rozvoj požiaru (flashover).
3. Plne rozvinutý požiar.
4. Dohoríevanie [3].



Obrázok 1 Časovo teplotná krivka [3]

Ak predpokladáme požiar v uzatvorenom priestore, energia požiaru (jeho tepelný tok) q_C sa rozdelí na ohrev konštrukcie q_W a energiu, ktorá sa uvoľní mimo priestoru požiaru prúdením q_L alebo radiáciou q_R [3].

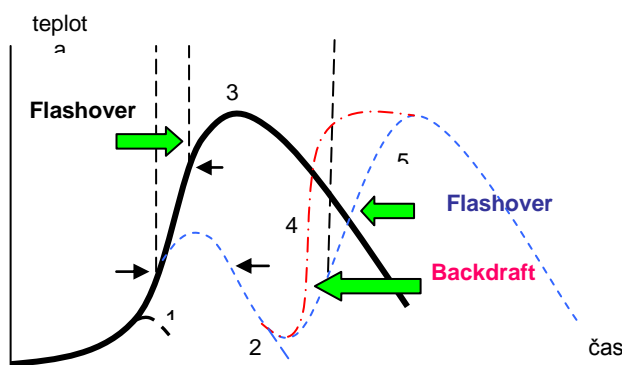


Obrázok 2 Tepelná bilancia požiaru v uzavretom priestore [3]

1.1 TYPIZOVANÉ SCENÁRE POŽIARU V UZATVORENOM PRIESTORE

Požiare v uzatvorených priestoroch patria medzi komplikované zásahy. Sú charakterizované intenzívnym horením (nábytok, plasty...) a vyznačujú sa silným zadymením s vysokou teplotou v slabo odvetrávaných priestoroch.

Pre uzatvorený priestor je možné popísať nasledujúce typizované scenáre požiaru, ktoré popisujú krivky rozvoja požiaru [5].



Obrázok 3 Krivka rozvoja požiaru [5]

1. Požiar sa nerozšíri na ďalšie horľavé materiály a vyhorí len palivo.
2. Podobný prípad môže nastať ak máme nedostatok oxidačného prostriedku.
3. Voľný rozvoj požiaru v uzatvorenom priestore, kde požiar má dostatočnú ventiláciu ako aj množstvo paliva. V tomto prípade nasleduje rozšírenie požiaru na všetky horľavé materiály vo fáze flashoveru.
4. Plamenné horenie môže byť veľmi pomalé prípadne tlenie, ktoré vytvára horľavé plyny obsahujúce značný podiel nespálených horľavých plynov. Pri privedení oxidačného prostriedku dochádza k backdraftu.
5. Plamenné horenie môže byť veľmi pomalé prípadne tlenie, kde pri privedení oxidačného prostriedku dochádza k novému rozhoreniu paliva s následným Flashoverom. Požiar v tomto prípade má dostatočnú ventiláciu ako aj množstvo paliva. Nasleduje rozšírenie na ostatný horľavý materiál v danom priestore.

6. Dýchanie požiaru je jav, ktorý je charakterizovaný pre požiar riadený ventiláciou. Tento jav vzniká v dôsledku poklesu rýchlosti uvoľňovania tepla vplyvom obmedzeného množstva kyslíka [5].

Plamenné horenie nastáva pokiaľ sa nachádza palivo aj oxydant v rovnakom skupenstve (napr. vzdušný kyslík a produkty pyrolýzy dreva). Ku tleniu nastáva v opačnom prípade, a to ak sa palivo a oxydant nenachádzajú v rovnakom skupenstve (napr. povrch drevenej dosky a vzdušný kyslík). Plynné a kvapalné palivá nie sú schopné tlenia, iba plamenného horenia. *Šírenie plameňa po povrchu* ovplyvňuje vlastnosti látok ako súčiniteľ prestupu tepla, geometria povrchu horľavého materiálu, orientácia materiálu a okolité prostredie. Najväčšiu rýchlosť šírenia po povrchu dosahuje horenie tam, kde je najvýhodnejšia bilancia tepelných strát, napr. roh miestnosti. Orientácia povrchu horľavej látky je schopná ovplyvniť dĺžku plameňov. Najlepšie sa plameň po povrchu šíri pod stropom a to s ohľadom na naakumulované nespálené plyny a prúdenie v hornej časti priestoru. *Rozhorievanie požiaru* je charakterizované tvorbou horkej vrstvy dymu pod stropom v zasiahnutej miestnosti, kde sa kumulujú nespálené pyrolýzne produkty. *Tlakové pomery* majú zásadný vplyv na pohyb dymu a výšku neutrálnej roviny. Tlakové pomery medzi vnútorným priestorom budovy a vonkajšou atmosférou sú rozdielne aj pri bežných podmienkach bez požiaru. V prípade podmienok požiaru vznikajú výrazné rozdiely v tlaku spôsobené tepelnou rozťažnosťou a vztlakom horkého dymu o nízkej hustote [5].

Základné scenáre požiaru v uzatvorenom priestore:

1. V miestnosti panuje pretlak, ktorý odpovedá veľkosti rozdielu teplôt medzi vonkajším a vnútorným prostredím.
2. Požiar v miestnosti s oknami, kde sa tvoria horné horké vrstvy dymu (vyšší tlak proti okoliu).
3. Pri explozívnom horení v uzatvorenom priestore dochádza k veľkému nárastu tlaku a hrozí poškodenie konštrukcií [5].

2 NELINEÁRNE FORMY ŠÍRENIA POŽIARU (FLASHOVER) A ICH SKRYTÉ RIZIKÁ

Nahromadené splodiny horenia následkom požiaru v uzatvorených priestoroch okrem známych rizík toxicity, samotné splodiny horenia skrývajú v sebe aj riziko náhleho vznietenia alebo v horších prípadoch explózie. Nelineárne formy šírenia požiaru sú sprevádzané javmi rollover, flashover a backdraft. V nasledujúcej časti príspevku bude bližšie rozoberaný jav flashover.

2.1 FLASHOVER

Flashover je stupeň rozvoja požiaru, keď všetky požiaru vystavené povrchy dosiahnu teplotu zapálenia približne v rovnakom okamžiku a požiar sa rozširuje rýchlo cez priestor. Kritické parametre priestoru požiaru umožňujúceho vznik flashoveru závisí na veľkosti priestoru, ventilačných otvoroch, súčiniteľom prestupu tepla konštrukcií a na množstve a druhu horľavých materiálov (povrchu) [5].

Všetky tieto skutočnosti, ktoré ovplyvňujú požiar umožňuje zvyšovanie rýchlosti vývinu tepla a hodnôt tepelnej radiácie z hornej horkej vrstvy do takej miery, že teploty povrchov dosiahnu približne v rovnakom časovom okamžiku teplotu, ktorá je dostatočná pre ich iniciáciu.

Pri rozvoji požiaru za vhodných ventilačných pomerov a pri dostatku paliva dochádza k postupnému zväčšovaniu rýchlosti hmotnostných úbytkov a nárastu podielu nespálených pyrolýznych produktov, ktoré sa nezúčastnili horenia v reakčnej zóne v hornej horkej vrstve plynov. Na rozhraní hornej horkej vrstvy dochádza vplyvom prúdenia a difúzie k premiešavaniu nespálených produktov pyrolýzy a vzdušného kyslíka. Táto skutočnosť vedie ku vzniku rolloveru (difúzne horenie vo vrstve dymu). Zvyšuje sa hodnota hustoty tepelného toku z hornej horkej vrstvy nad kritickú hodnotu pre vznik flashoveru [5].

Flashover je najnebezpečnejším štádiom požiaru. Ako už bolo spomínané, má za následok náhle vzplanutie celého priestoru miestnosti. V takom prípade nemožno vykonať evakuáciu osôb alebo majetku a celá budova sa začne rúcať. Riziko flashoveru narastá s množstvom použitých materiálov s nízkymi teplotami vznietenia (napr. polystyrén) alebo materiálov, ktoré pri požiari uvoľňujú toxické a horľavé plyny (napr. polyuretán – PUR alebo polyizokyanurát – PIR). Aj keď niektoré materiály z penových plastov môžu odolávať menšiemu lokálnemu požiaru, hneď ako menší požiar presiahne určitú hranicu, dôjde pri nich k flashoveru.



Obrázok 3 Miestnosť zasiahnutá flashoverom

Indikátory flashoveru:

- Teplota v miestnosti prudko vzrastá.
- Neutrálna rovina klesá.
- Začínajú sa objavovať plamene pod stropom.
- Zväčšuje sa množstvo unikajúceho dymu z otvorov.
- Priemerná teplota hornej horkej vrstvy sa pohybuje okolo 500 – 600 °C.
- Žiarivý tok v úrovni podlahy je minimálne 20 kW/m².
- Plameň sa začína šíriť pod stropom [4].

Medzi hlavné príznaky, ktoré upozorňujú na riziko vzniku flashoveru je náhle nahromadenie tepla v horiacom priestore, pričom sú zasahujúce zložky nútené krčiť sa veľmi nízko pri zemi. Dymová vrstva sa začína znižovať, a to až k podlahe a oheň „šplhá“ po stenách smerom ku stropu, v tejto chvíli je potrebné okamžite pustiť priestor, pretože s vysokou pravdepodobnosťou dôjde ku vzniku flashoveru. Pre hasiča je nanajvýš dôležité rozoznať varovné signály a samotné dôsledky svojho konania. Vedomosti o vývoji požiaru im môžu doslova zachrániť život. Podľa vývoja požiaru musia voliť aj postup pri hasení [4].

Zásady bezpečného vstupu do ohrozeného priestoru:

- Operátor trysky musí pozorovať podmienky v tesnej blízkosti a hodnotiť pravdepodobnosť akéhokoľvek potenciálu vznietenia požiarových plynov.
- Náhle otvorenie dverí, spriechodnenie vstupov do ohrozených priestorov, môže masívnym vtiahnutím vzduchu spôsobiť flashover alebo backdraft .
- Pred otváraním dverí na horiacom podlaží uzavrieť všetky vstupy na schodište a minimalizovať výmenu plynov.
- Venovať pozornosť rozpoznávaniu javov, ktoré predchádzajú nelineárne horenie.
- Vstup do ohrozených priestorov s ochranným vedením s hmlovým prúdom.
- Na zvýšenie bezpečnosti pri úniku tiež použiť hmlové prúdy [4].

Pri požiari vplývajú na zasahujúcich hasičov ako aj postihnuté osoby nasledujúce štyri nebezpečenstvá, ktoré sú spojené viacmenej s ovzduším v mieste požiaru, ide o znížený obsah kyslíka, zvýšená teplota prostredia, dym, toxicita vznikajúcich plynov a par. Napríklad normálny obsah kyslíka v ovzduší je 21 %, ale už pri koncentrácií pod 18 % pociťuje ľudský organizmus jeho nedostatok, čo spôsobuje zhoršenie koordinácie svalovej činnosti a zrýchlené dýchanie. Pri koncentrácii pod 9 % dochádza k bezvedomiu a pod 6 % až k smrti následkom udusenía. Každý zasahujúci hasič si musí uvedomiť, že v priebehu zásahu akéhokoľvek požiaru je jeho organizmus vystavený účinkom rôznych dráždivých až toxických látok, ktorých účinky na ľudský organizmus môžu byť až smrteľné [1].

LITERATÚRA

- [1] BRUMOVSKA, I.: *Specialna chemia pre požiarnu ochranu*. MV ČR, Praha 1992
- [2] OSVALD, A. : *Požiarnotechnické vlastnosti dreva a materiálov na báze dreva*. Vedecké štúdie 8/97/A, Zvolen : Technická univerzita , 1997, 52 s, ISBN 80-228-0656-0.
- [3] OSVALD, A. a kolektív.: *Hodnotenie materiálov a konštrukcií pre potreby protipožiarnej ochrany*. Zvolen : Technická univerzita, 2009, ISBN 978-80-228-2039-4
- [4] GRIMWOOD, P., DESMET, K.: *Tactical Firefighting: A comprehensive guide to compartment firefighting and live fire training*. [online]. 2003 [cit. 2012-10-3].
- [5] HAVLÍČEK, K.: *Zkouška vycvikového trenažéru na spalování tuhých paliv*: diplomová práca. VŠB-TU Ostrava, Fakulta bezpečnostního inženýrství, 2008. 58 s.
- [6] MÜLLEROVÁ, J.; KRIŠŠÁK, P.: *Základy termomechaniky I.*, ISBN 809684793-7

Článok recenzovali dvaja nezávislí recenzenti.