EXPERIMENTÁLNE ZISŤOVANIE VPLYVU POŽIARNEHO ZAŤAŽENIA NA ZMENU TEPLOTY V UZATVORENOM PRIESTORE V ZMENŠENEJ MIERKE

Ľubica Vráblová[1)] Jana Müllerová[2)]

ABSTRAKT

Príspevok sa zameriava na experimentálne zisťovanie vývoja a rozloženia teplôt v rámci uzatvoreného priestoru. Experimentálna simulácia požiaru v uzatvorenom priestore je vykonávaná v zmenšenom meradle. Pri vyhodnotení sme sa zamerali na vplyv požiarneho zaťaženia na zmenu teploty vnútri priestoru. Analyzované sú teploty stropných plynov a teploty v strede miestnosti dosiahnuté pri rôznom požiarnom zaťažení.

Kľúčové slová: Teplota stropných plynov, požiarne zaťaženie, modelovanie požiaru v zmenšenej mierke.

ABSTRACT

This paper focuses on the development of experimental detection and temperature distribution within the enclosure space. Experimental simulation of fire in an enclosed area is carried out at the reduced scale. In the evaluation, we focused on the impact of the fire load for changing the temperature inside the compartment. The gas temperature under the ceiling and the temperature in the middle of the room obtained at different fire load is analyzed.

Key words: Temperature under the ceiling , fire load, scale compartment fire**.**

[1]) Ľubica, Vráblová, Ing., Katedra požiarneho inžinierstva, Fakulta bezpečnostneho inžinierstva, ŽU v Žiline, 513 6754, lubica.vrablova@fbi.uniza.sk

[2]) Jana Müllerová, doc., PhD, Ing., Katedra požiarneho inžinierstva, Fakulta bezpečnostneho inžinierstva, ŽU v Žiline, jana.mullerova@fbi.uniza.sk

1 ÚVOD

Požiar v uzatvorenom priestore priťahuje veľa pozornosti v oblasti výskumu požiarnej ochrany vzhľadom k jeho rýchlemu rastu a obrovskej ničivej sile do štruktúry budovy. Z pohľadu svojho priebehu má tri fázy – fáza rozvoja požiaru, fáza plne rozvinutého požiaru a fáza dohorievania. Prechod medzi fázou rozvoja a fázou plne rozvinutého požiaru nazývame celkovým vzplanutím alebo flashover.

Pre fázu rozvoja požiaru je dôležité zistiť rýchlosť rozvoja teda nárastu na hodnotu, pri ktorej dôjde k nástupu životu nebezpečných podmienok a postupne k prechodu do fázy plne rozvinutého požiaru. Následne vo fáze plne rozvinutého požiaru je dôležité stanoviť ako dlho táto fáza bude trvať.

Požiar a jeho správanie v uzatvorenom priestore je veľmi komplikované. Medzi dôležité funkcie možno zaradiť maximálne teploty horúcich plynov a maximálna rýchlosť uvoľňovania tepla, maximálna dĺžka plameňa, rast a rozpad týchto parametrov [1]. Teplota plynov je významným parametrom pri štúdii požiaru vnútri priestore. Odráža rast a úpadok kľúčových parametrov a zároveň je jedným z hlavných metód označujúci jav flashover.

1.1 EXPERIMENTÁLNY PRÍSTUP

Model požiarneho úseku s rozmermi $1{,}33\ x\ 1{,}21\ x\ 0{,}65\ m$ bol konštruovaný na základe aplikácie metódy zmenšovanie bezrozmerných dimenzionálnych π – skupín [2]. Materiálové prevedenie stien modelu pozostávalo z minerálnej vlny $5\ cm$ hrubej a sadrokartónovej dosky o hrúbke $1{,}25\ cm$. Železný rám [$0{,}3\ cm$ hrubý $a\ 3cm$ široký] bol zostavený ako podpora vonkajšej hranice, do ktorého sme vsadili sadrokartón a za pomoci lepidla na zatepľovacie systémy zalepená minerálna vlna. Na prednej strane boli umiestnené dva symetricky usporiadané otvory široké $0{,}612\ m$ a $0{,}82\ m$ vysoké s parametrom odvetrania $F_o = 0{,}0518m^{1/2}$[4] [3].

Palivo využité v experimentoch tvorili hranoly zo smrekového dreva s 15% vlhkosťou zostavených do klietok. Požiarne zaťaženie bolo simulované v prvom modelovaní $30\ kg.m^2$ podlahovej plochy (označenie požiarnej skúšky D/30) a pri druhom $45\ kg.m^2$ podlahovej plochy (označenie požiarnej skúšky D/45). Klietky sme rozmiestnili do šiestich hraníc v rámci priestoru. Uličky medzi jednotlivými klietkami boli vyplnené drevitou vlnou v hmotnostnom pomere $1{:}\ 70$ (vata : hranoly). Iniciácia požiaru v oboch požiarnych skúškach bola realizovaná elektricky $0{,}030\ l$ (D/30) a $0{,}046\ l$ (D/45) liehu [5].

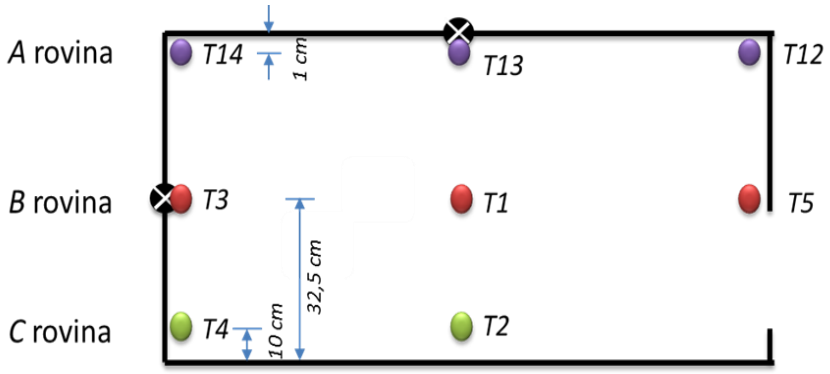
Tabuľka 1 Špecifikácia paliva pri požiarnych skúškach

Označenie skúšky	Rozmer 1 balíka [mm]	Počet vrstiev v balíku [ks]	Hmotnosť paliva [kg]
D/30	280 x 240 x 200	5	20,88 + (0,30)*
D/45	280 x 240 x 320	8	41,76 + (0,47)*

* drevitá vata

Obrázok 1 Rozmiestnenie klietok z dreva v rámci požiarneho úseku (D/30)

Prístrojové systémy zaznamenávajúce teploty sa skladali z termočlánkov a kompenzačného vedenia napojené na ústredňu ALMEMO 5690-1 s registráciou teplôt v 10 s intervaloch. Schematický nákres usporiadania termočlánkov je znázornený na obrázku. Termočlánky boli rozmiestnené v troch vertikálnych rovinách.



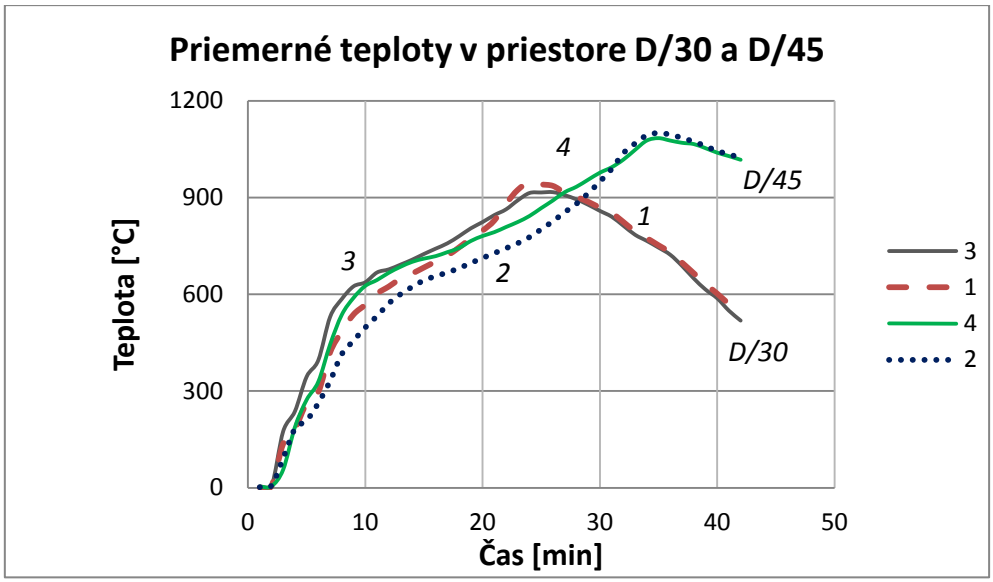
Obrázok 2 Rozmiestnenie a označenie termočlánkov

Experimentálne modelovanie trvalo približne 2600 s. Daná hodnota bola zvolená so zámerom sledovania jednotlivých fáz s dôrazom na II. a III. fázu požiaru. Teplota okolia pri prvom modelovaní dosahovala $-1{,}7\ °C$ a v druhom prípade $3{,}6\ °C$.

2 EXPERIMENTÁLNE VÝSLEDY A DISKUSIA

Cieľom experimentálnych požiarnych skúšok vykonaných v zmenšenom meradle objektu bolo analyzovanie teplôt stropných plynov a teplôt v strede miestnosti pri rôznom požiarnom zaťažení. Nasledujúce grafy znázorňujú vplyv požiarneho zaťaženia na dosahované teploty v priestore.

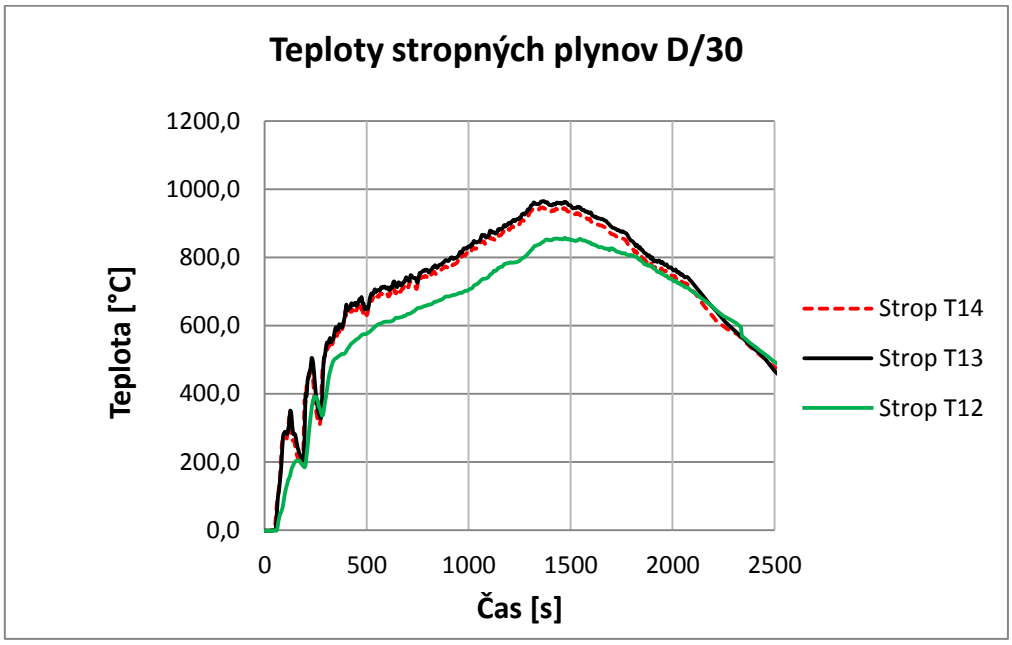
Obrázok 3 porovnáva výsledky dvoch skúšok s rovnakým palivom, rovnakým parametrom odvetrania, avšak s rozdielnym množstvom paliva.



Obrázok 3 Priemerné teploty vybraných termočlánkov v rámci priestoru

Krivky 1 a 2 premietajú teploty plynov experimentálneho požiaru (D/30 a D/45) určené ako priemer teplôt v horizontálnych rovinách A, B a C. Krivka 3 a 4 znázorňuje teploty v horizontálnej rovine A pod stropnou konštrukciou (1 cm pod stropom). Pre každú minútu vykonanej skúšky sme vypočítali aritmetický priemer hodnôt z 9 termočlánkov. Do priemeru sa nezapočítavali extrémne hodnoty, ktorá bola mimo oblasť nerovnosti

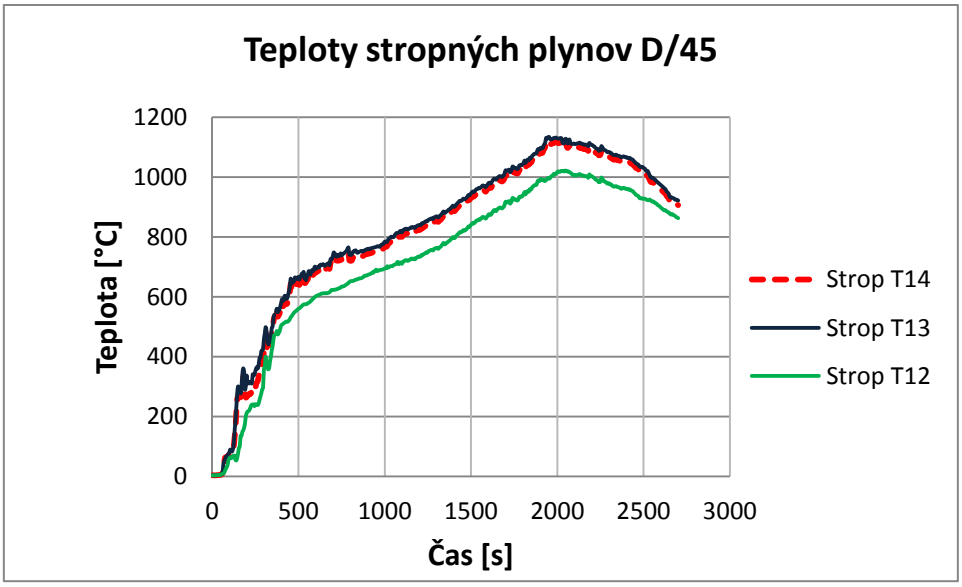
$$0{,}45\ \left(\grave{T}_{mj-1} + \grave{T}_{mj+1}\right) \leq\ T_{mj} \leq 0{,}55\ \left(T_{mj-1} + \grave{T}_{mj+1}\right)$$



Obrázok 4 Teploty stropných plynov (D/30)

Obrázok 4 znázorňuje profily teplôt stropných plynov nameraných pri modelovaní požiaru D/30. Premieta sa v nich sálanie tepla z konštrukcie a prestup tepla. Počas prvých 350 s je výrazný vplyv vetracích otvorov na rozvoj požiaru. Maximálna dosiahnutá teplota pod stropom predstavovala 964,7 $°C$ v 1370

s zaznamenaná termočlánkom T13. Teploty v pozícii termočlánku T12 sú výrazne ovplyvnené vetracím otvorom. Vo fáze zahrievania maximálne teploty boli dosiahnuté smerom k zadnej časti priestoru. Namerané teploty počas prvých 300 s od iniciácie požiaru rýchlo vzrástli približne na 600 °C.



Obrázok 5 Teploty stropných plynov (D/45)

Obrázok 5 znázorňuje namerané teploty stropných plynov pri modelovaní požiaru D/45. Teploty v strede a v zadnej časti pod stropom dosahujú takmer rovnaké hodnoty s rozdielom približne 20 °C. Taktiež ako v prvom prípade modelovania T12 má výrazný vplyv vetracích otvorov. Nameraná maximálna dosiahnutá teplota stropných plynov predstavovala 1134,4 °C vyhodnotená termočlánkom T13 v čase 1950 s.

Modelovanie požiaru v uzatvorenom priestore sme realizovali v zmenšenej mierke prototypu objektu. Séria experimentálnych meraní bola vykonávaná k objasneniu vplyvu požiarneho zaťaženia na zmenu teploty v rámci uzatvoreného priestoru. Maximálna teplota stropných plynov dosahovala v prvej požiarnej skúške hodnotu 964, 7 °C a v druhom prípade až 1134,4 °C. Správanie sa požiaru v uzatvorenom priestore sa líši s rôznym množstvom paliva. V oboch skúškach bola dosiahnutá vysoká maximálna teplota stropných plynov (964,7°C ; 1134,4 °C), čím sme naplnili jednu z podmienok vzniku fázy flashover (minimálna teplota stropných plynov 600 °C). V prípade, ak je palivo rovnomerne rozložené v priestore, je možné predpokladať, že teploty stropných plynov dosahujú približne rovnaké hodnoty.
Po zapálení paliva, horúci dym sa zhromažďoval pod stropom a teplota pevne vzrástla. Horná horúca vrstva sa postupne zohrievala zdrojom požiaru po dobu, kým sa nespálené plyny a pary vznietili. Následne došlo k rýchlemu šíreniu plameňa, čo naznačuje nástup flashoveru.

Tabuľka 2 Výsledky požiarnych skúšok

Požiarne zaťaženie $[kg.m^2]$	Max. teplota /čas $[°C/s]$	Plne rozvinutý požiar $[s]$	Priemerná teplota plne rozvinutého požiaru $[°C]$
30	964,7 / 1370	190	949,3
45	1134,4 / 1950	168	1121

Experimentálne pozorovanie za rôznych podmienok nám môže poslúžiť na priame pochopenie správania sa požiaru v uzatvorenom priestore. Obrázky znázorňujú okamžité fotografie, ktoré môžu poskytnúť viac informácií o všetkých fázach požiaru v rámci experimentu.

Iniciácia požiaru – 1 min.

14 min po iniciácii požiaru jav flashover

22 min po iniciácii požiaru

34 min po iniciácii požiaru

45 min po iniciácii požiaru

Obrázok 6 Reálne fotografie jednotlivých fáz požiaru D/30

LITERATÚRA

[1] MÜLLEROVÁ, J: Heat transfer. LAP Lambert Academic Publishing . ISBN 978-3-659-58993-5

[2] MÜLLEROVÁ, J.,KRIŠŠAK, P.: Základy termomechaniky I. MultiPrint, Košice. – ISBN 809684793-7

[3] REICHEL,V.: Stanovení požadavku na stavební konstrukce z hlediska požární bezpečnosti. In.: 1. vyd. Svaz požární ochrany ČSSR, Praha, 1981. 416 s

[4] VRÁBLOVÁ, Ľ.: Modelovanie požiaru v zmenšenej mierke. In: Bezpečnost, spolehlivost a rizika 2014. - Liberec: Technická univerzita, 2014.-ISBN 978-80-7494-110-8

[5] VRÁBLOVÁ, Ľ., Müllerová, J.: Zmenšovanie paliva a hraníc priestoru. In: Advances in fire and safety engineering 2014. –Trnava:AlumniPress, 2014.- ISBN 978-80-8096-202-9.

Článok recenzovali dvaja nezávislí recenzenti.