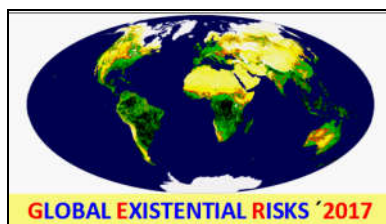


FORENZNÁ ANALÝZA POŽIAROV Z HORĽAVÝCH KVAPALÍN V INTERIÉRI BUDOV

Jana MÜLLEROVÁ

FORENSIC ANALYSIS OF INTERIOR LIQUID FUEL FIRES



ABSTRAKT

Príspevok sa zaoberá forenznou analýzou vykonanou po požiaroch na modeli reálneho interiéru s bežným nábytkom. Boli vykonané dve verzie experimentu. Náhle objemové vzplanutie bolo predpokladané a pozorované. Forenzné pozorovanie bolo pri požiari s otvorenými dverami komplikovanejšie. Pri požiari s vetracím otvorom boli zaznamenané menšie poškodenie a následné pozorovania boli jednoduchšie v porovnaní s požiarom pri otvorených dverách.

KLÚČOVÉ SLOVÁ: Forenzná analýza, analýza požiaru, požiarneho experimentu v izbe, interiér.

ABSTRACT

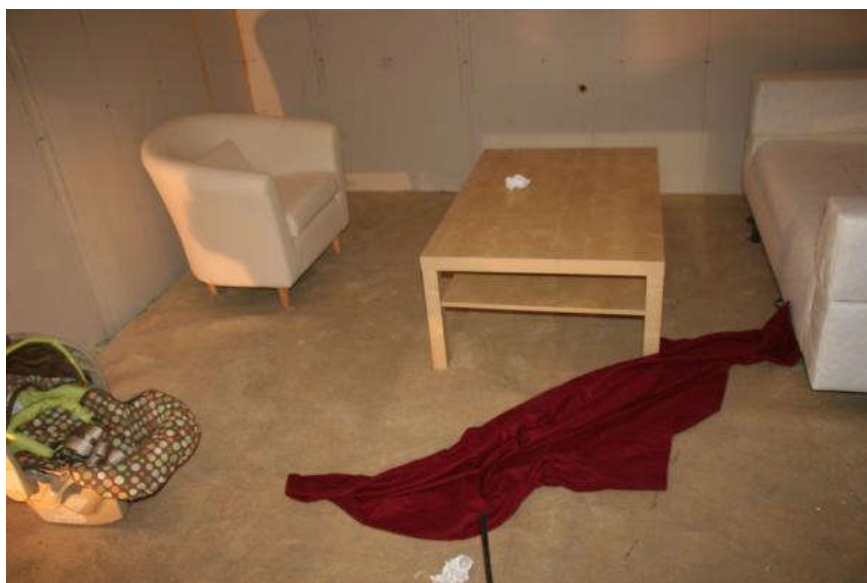
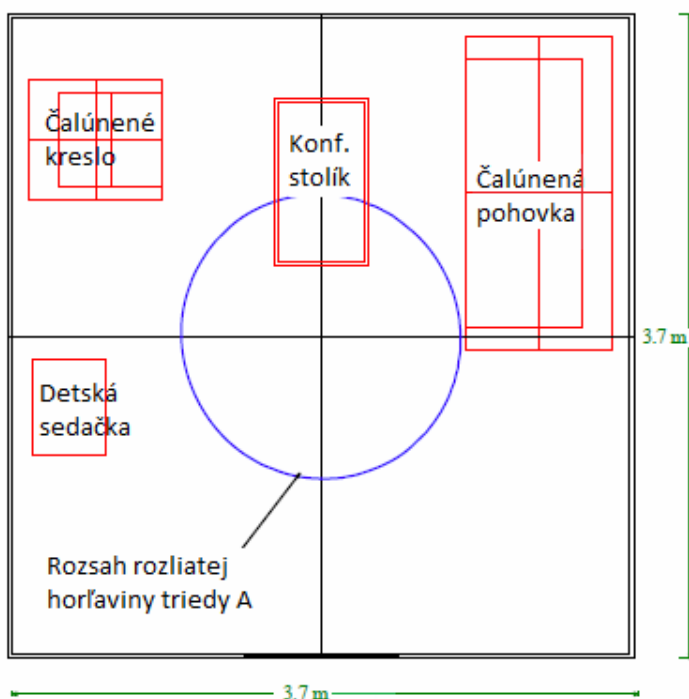
The paper deals with the forensic analysis done after fire experiments of real interior model including common furniture. There are two versions of experiments described. The flashover phenomenon was expected and observed. Forensic observations were more complicated for the variant with open door fire. Vent opening version caused less damage and the after-fire observation was easier comparing to the open door fire.

KEY WORDS: Forensic analysis, fire analysis, room fire experiment, interior.

ÚVOD

Článok približuje experimentálny prístup k vyšetrovaniu príčin požiarov, ktoré boli realizované v rámci grantovej úlohy Ministerstva spravodlivosti USA, publikovanej v roku 2013 [1]. V zdokumentovanej sérii pokusov s použitím horľavej kvapaliny na rôznych povrchoch interiérov priblížime analytický postup vyšetrojúcich orgánov.

Východisková situácia je znázornená na fotografii (Obrázok 1). V miestnosti sa nachádza čalúnená sedačka, kreslo, medzi nimi konferenčný stolík v zadnej časti, v prednej časti detská sedačka. Podlaha je zhotovená z bežného PVC materiálu. Steny testovacej miestnosti sú zhotovené z tesne spojených sadrokartónových panelov. Identická zostava bola opakovane použitá v dvoch typoch testov s horľavými tekutinou triedy A, konkrétne s dvomi litrami benzínom.



Obrázok 1 Záber na rozloženie predmetov a pôdorys testovacej miestnosti

V štyroch experimentoch bol benzín vyliaty voľne na podlahu, v druhej polovici experimentov 1,5 l benzínu na kreslo a zvyšných 0,5 l bolo vyliatych, tak že vytvoril horľavú zápalnú stopu od kresla až ku dverám miestnosti.

1 Realizácia experimentu s otvorenými dverami

Po zapálení iniciačnej horľavej látky bol požiar ponechaný prirodzenému vývoju bez podpory ventilácie. Prívod vzduchu bol zabezpečený cez štrbinové vetranie. Ventiláčny otvor ani systém ventilácie sa počas experimentov nemenil. S výnimkou prvého testu, keď boli ponechané dvere plne

otvorené. Z toho dôvodu sa líšila aj doba požiarneho experimentu. V prvom teste pri otvorených dverách, experiment trval 5 minút. Prvý pokus bol iniciovaný zapálením kresla, tak že benzín bol rozliaty na sedaciu plochu a operadlo (Obrázok 2). V miestnosti bol ponechaný otvor pre dvere za ktorým bola umiestnená teplovzdušná kamera.

Pri tomto teste boli podmienky preskoku (flashover) dosiahnuté približne za 5,5 minúty a trvalý plne rozvinutý požiar trval po dobu 6,1 minúty. Počas plne rozvinutého požiaru, priemerná teplota hornej vrstvy teploty vnútri uzavretého priestoru bola približne 800 °C. V priebehu tohto testu sa spotrebovalo - zhorelo približne 70 % z hmoty horľavých materiálov prítomných v miestnosti t.j. nábytku, detskej sedačky a koberca.



Obrázok 2 Aplikácia benzínu na kreslo a podlahu



Obrázok 3 Krátko po iniciácii horenia v prvom zo série pokusov pri otvorených dverách

Vizuálna obhliadka miesta sa v prvom rade zameriava na predmety umiestnené v experimentálnej miestnosti, najmä vzhľadom na skutočnosť, že na rozdiel od reálnych podmienok je vyšetrovateľovi známy východiskový stav, t. j. stav pred požiarom.

Stav horľavých predmetov, ktoré zohrávali počas požiaru úlohu paliva je dokumentovaný na obrázkoch 4 a 5. Na ľavej strane miestnosti sa nachádzajú zvyšky detskej sedačky, kresla, v strede zvyšky konferenčného stolíka a na pravej strane torzo čalúnenej sedacej súpravy. Vetrací otvor sa nachádza na pravej strane miestnosti.

Drevené rámy oboch kusov nábytku (čalúnenej pohovky a kresla) boli spálené rovnomerne. Tkanina a molitanová výplň boli úplne spotrebované, strávené ohňom. Horná časť stolíka bola taktiež úplne spotrebovaná. Avšak, spodná polica stolíka zostala a ukázala vyššie škody na strane otočenej k vetraciemu otvoru. Je potrebné poznamenať, že táto oblasť je taktiež citlivá. Konferenčný stolík sa zrútil na seba (v ďalších testoch sa zrútil na stranu kresla). Spôsob zrútenia stolíka je v súlade s tabuľkou pre rovnomernú relatívne mohutnú iniciáciu požiaru. Rovnomernosť poškodenia čalúneného nábytku v priestore sa pripisuje umiestneniu a veľkosti iniciačného ohňa, čo malo za následok rýchleho vzplanutia celého nábytku.



Obrázok 4 Pohľad po experimente s vyznačeným umiestnením kresla a detskej sedačky [1]



Obrázok 5 Pohľad na konferenčný stolík [1]

2 Realizácia experimentu s horľavinou rozliatou na podlahe

V druhom experimente sa horľavá látka t.j. benzín v objeme 2l vyliala na stred miestnosti, priamo na koberec. Rozmiestnenie nábytku v experimentálnej nanovo skonštruovanej miestnosti je totožné s prvým testom (Obrázok 1). Obvod kruhu s rozliatym benzínom je znázornený modrou kružnicou v strede miestnosti, ktorej schéma je zachytená na obrázku 1.

Test B dosiahol podmienky javu flashover asi po dvoch minútach a ďalšie dve minúty zotrval vo fáze plne rozvinutého požiaru. Priemerné teploty hornej vrstvy vo vnútri uzavretého priestoru dosahovali približne 655 °C. V priebehu tohto testu bolo spotrebované približne 27 % z množstva paliva(horľavého materiálu) v rámci uzavretého priestoru. Požiar bol uhasený po 260 s od iniciácie požiaru. Z toho počas 192 s plamene požiaru presahovali obvod testovacej miestnosti, keď vyšľahovali mimo priestoru cez otvorené dvere. Stav uzavretého priestoru po požari, ktorý bol ručne uhasený je zaznamenaný na obrázku 6.11.

Na zadnej stene je viditeľná veľká svetlá vertikálne orientovaná mapa (Obrázok 6). Pohyb plameňa smerom k zadnej stene vypovedá o tom, že experiment prebiehal s najväčšou pravdepodobnosťou s dvojstupňovým spaľovaním. Vzor na stene bol vytvorený absenciou sadzí, čo poukazuje na tepelnú oxidáciu. Biele miesto vzniklo odstránením popola zo sadrokartónového papiera.

Do úvahy pripadajú dve príčiny pôvodu tejto škvrny. Termálnou degradáciou spôsobenou intenzívnym plameňom alebo pri hasení. V prvom prípade pôsobením ohňa, v druhom prípade pôsobením hasiacej látky t.j. vody.

Počas experimentu sa plameň skutočne presunul smerom k zadnej stene miestnosti. Avšak, pri detailnejšej kontrole vzoru je viditeľné zelené tónovanie v jej základni. Okrem toho je vzor okolo obvodu škvrnitý, čo poukazuje na prítomnosť vody. Na strede obrazca sú naznačené vodné lúče. Navyše pozícia skúmanej mapy zodpovedá smeru hasičského zásahu (Obrázok 6). V bielej mape sa nenachádzal žiadny povlak z popola, ktorý vznikol po obhorení krycieho papiera sadrokartónových stien. Preto je nepravdepodobné, že vzor vznikol v dôsledku iniciácie požiaru alebo iného správania požiaru v tomto teste. Pričom sa berie do úvahy fakt, že výška plameňa nebola dostatočná na vyvolanie intenzívnej tepelnej degradácie. Použitím stredových teplotných korelácií vychádzajúc z odhadu iniciačného tepla požiaru v hodnote 329 kW maximálna teplota dymu dosahovala 300°C. Táto teplota nie je dostatočná na to aby spôsobila termickú degradáciu sadzí. Z uvedených dôvodov je príčinou vzniku bielej mapy na stene zásah vodou pri hasení požiaru. Uvedené platí rovnako pre škvrnu v pravom hornom rohu stropu (Obrázok 6).

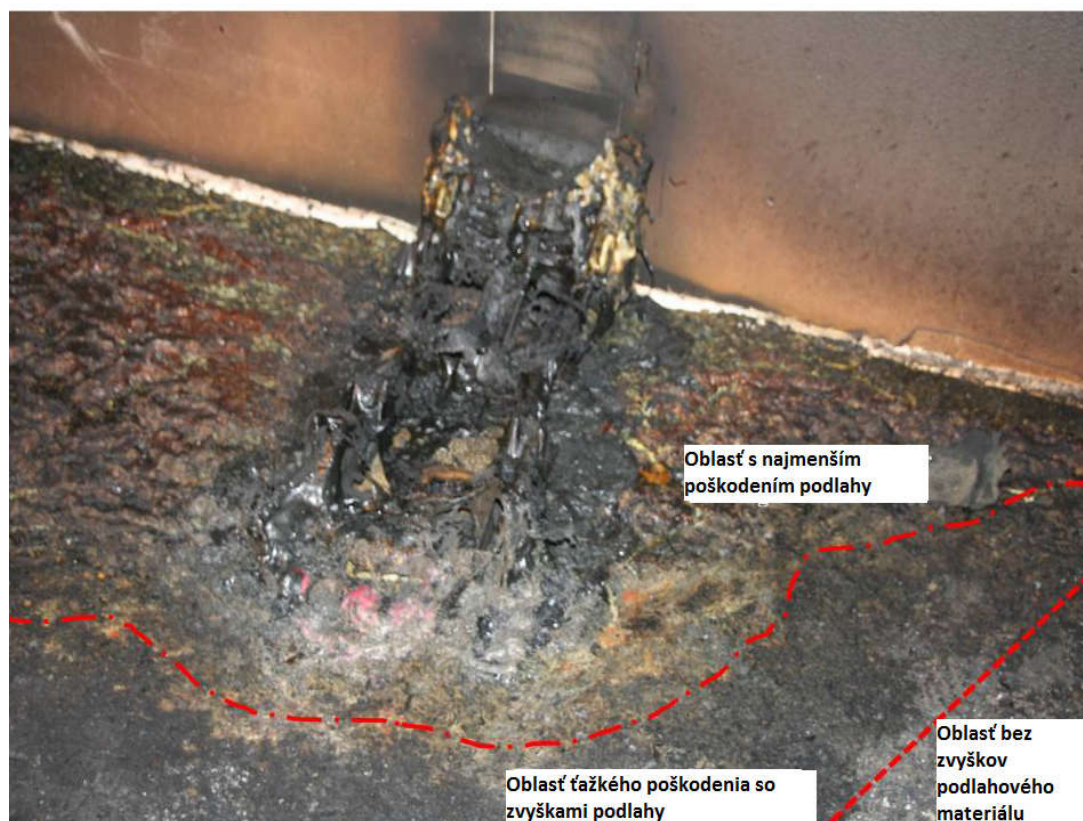


Obrázok 6 Mapa v pravom hornom rohu na stope miestnosti

V teste B boli zaznamenané veľmi podobné hmotnostné úbytky čalúnenej sedačky (28 %) a kresla (27 %). Škody na pohovke boli rovnomerné na celom predmete. Fotografie (Obrázok 611) poukazujú na úplné zhorenie polyuretánovej peny a tkaniny ako aj na zuhoľnatie dreveného rámu sedačky. Na rozdiel od predošlého testu, žiadny rozdiel na strane bližšej ku zdroju požiaru v porovnaní so vzdialenejšou stranou nebol zaznamenaný.

Na čalúnenom kresle bola polyuretánová pena taktiež úplne strávená ohňom okrem nepatrných zvyškov. Poškodenie hornej časti dreveného stolíka bolo taktiež rovnomerné po celej ploche. Napriek blízkosti iniciačného ohňa nebola pozorovaná žiadna prednostná termálna degradácia na strane stolíka bližšej k iniciácii požiaru. Zistilo sa však, že poloha stola sa počas testu zmenila. Stôl sa posunul bližšie k pohovke. Predpokladá sa že sa tak stalo v dôsledku rýchlejšej deštrukcie nôh na strane vedľa pohovky, kde bol požiar zrejme silnejší ako na druhej strane stolíka, kde sa nachádzalo kreslo. Následkom čoho sa stolík zrútil smerom k pohovke.

Najzávažnejšie tepelné poškodenie podlahy vzniklo pod vplyvom vetracieho otvoru a rozšíril do uzavretého priestoru. Vzhľadom na rozsah poškodenia po vykonaní experimentu rozoznávame dve základné plochy. Prvá oblasť približne 2,7 m do uzavretého priestoru siaha k úpätiu čalúneného kresla. Druhá oblasť približne 1,5 m do uzavretého priestoru smerom k čalúnenej sedacej súprave končí približne 0,6 m od pohovky zo strany najbližšieho otvoru. Geometria týchto vzorov nebola v súlade s plochou rozliatej tekutiny (obrázok 6.15). Z toho dôvodu sa vzory na podlahe pripisujú prúdeniu vzduchu. Koberiec a čalúnenie v týchto oblastiach boli úplne spotrebované a preglejky podkladu vykazovali známky zuhoľnatie. V okolí pohovky a autosedačky sa zachovali jediné zvyšky koberca, ktorý bol silne tepelne degradovaný, nie však úplne spotrebovaný. Na väčšine podlahy sa nezachovalo ani zvyšky materiálu (Obrázok 7).



Obrázok 7 Pozostatky podlahového materiálu po teste B



ZÁVER

Výsledky z testov otvorenej požiarov s kobercom na podlahe ukázal, že v prípade, ak nepôsobí žiadny iný vonkajší tepelný zdroj, vzorky môžu byť odobraté z ľubovoľného miesta v rámci povrchu pôvodného výskytu horľavej kvapaliny. V tomto prípade získame pozitívne výsledky prítomnosti horľavej kvapaliny. Je potrebné poznamenať, že v mnohých prípadoch, a to aj otvorených požiaroch s predĺženou dobou trvania horenia, je počiatočná oblasť úniku horľavej kvapaliny ťažko identifikovateľná. Z toho dôvodu sa pre scenáre s kobercom, vzorkovanie vykonáva od stredu vypáleného vzoru. Tým sa maximalizuje pravdepodobnosť pozitívnej identifikácie horľavej kvapaliny, pokiaľ bola skutočne prítomná. Tento prístup je podporený dynamikou požiaru, ktorá je nevyhnutná pre vytvorenie prstencového vzoru. Tento je typický pre zapálené horľavé kvapaliny rozliate na koberci a to v dôsledku presakovania benzínu do vlákien koberca. Z hľadiska ZPP je dôležitý poznatok, že v strede vzoru palivo pôsobí ochladzujúco, aj keď má najväčší tepelný tok z plameňa v porovnaní s okrajmi. Podmienkou tohto správania sa horľavej tekutiny je podklad s absorpčnou schopnosťou. Koberec položený na kamennej podlahe sa bude správať pri zapálení tekutinou inak, a pravdepodobne bude spálený bezo zvyšku [2].

Experimenty vykonané na podlahe z PVC, namiesto koberca, preukázali, že odoberanie vzoriek v strede pôvodne rozliatej horľavej tekutiny nemusia byť úspešné z hľadiska preukázateľnosti jej prítomnosti. Z toho dôvodu sa odporúča odoberať vzorky ďalej od stredu, bližšie k okrajom. Celkovo bola zaznamenaná tretinová úspešnosť pri testovaní prítomnosti horľavej tekutiny zo vzoriek odobratých zo stredu vzoru.

ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV

- [1] MEALY, C.L., WOLFE, A.J., GOTTUK, D.T. *Forensic Analysis of Ignitable Liquid Fuel Fires in Buildings*, Hughes Associates, 2013 Baltimore.
- [2] O'DONNELL, J.F. The Sampling of Burned Areas for Accelerant Residues Analysis, *Fire and Arson Investigator*, **35** (4), pp. 913–923. 1985
- [3] STAUFFER, E., DOLAN, J., NEWMAN, R., *Fire Debris Analysis*. Academic Press, 2008.

ADRESA AUTORA

Prof. Ing. Jana MÜLLEROVÁ, PhD.

Fakulta bezpečnostného inžinierstva, Žilinská univerzita v Žiline, 1. mája 32, 010 08 Žilina, Slovenská republika

e-mail: janka.mullerova.fsi@gmail.com

RECENZIA TEXTOV V ZBORNÍKU

Recenzované dvomi recenzentmi, členmi vedeckej rady konferencie. Za textovú a jazykovú úpravu príspevku zodpovedajú autori.

REVIEW TEXT IN THE CONFERENCE PROCEEDINGS

Contributions published in proceedings were reviewed by two members of scientific committee of the conference. For text editing and linguistic contribution corresponding authors.