



Wood & Fire Safety

VIII. medzinárodná konferencia

ZBORNÍK PRÍSPEVKOV

VYSOKÉ TATRY, ŠTRBSKÉ PLESO

HOTEL PATRIA

SLOVENSKO

8. - 12. MÁJ 2016



**ŽILINSKÁ UNIVERZITA V ŽILINE
FAKULTA BEZPEČNOSTNÉHO INŽINIERSTVA
KATEDRA POŽIARNEHO INŽINIERSTVA**



**ZBORNÍK PRÍSPEVKOV Z VIII. MEDZINÁRODNEJ
VEDECKEJ KONFERENCIE**

**VYSOKÉ TATRY, ŠTRBSKÉ PLESO
HOTEL PATRIA
SLOVENSKÁ REPUBLIKA
8. - 12. MÁJ 2016**

HLAVNÍ SPONZORI



Innovationen für Ihre Sicherheit!



NÁZOV

Zborník príspevkov z VIII. medzinárodnej vedeckej konferencie

Wood and Fire Safety

Recenzovaný zborník príspevkov

EDITORI

doc. Bc. Ing. Makovická Osvaldová Linda, PhD.

Ing. Panáková Jaroslava

GRAFICKÁ ÚPRAVA OBÁLKY

Ing. Mitrenga Patrik

RECENZENTI ZBORNÍKA

Všetky príspevky v zborníku boli recenzované členmi vedeckého výboru.

Za jazykovú úpravu jednotlivých príspevkov zodpovedajú autori.

ROK VYDANIA

2016

NÁKLAD

200 kusov

TLAČ

EDIS – vydavateľské centrum ŽU

ISBN

E:book: ISBN 978-80-554-1206-1

ZÁŠTITU NAD KONFERENCIOU PREVZALI

Dr. h. c. prof. Ing. Tatiana Čorejová, PhD.

Rektorka Žilinskej univerzity v Žiline

gen. JUDr. Alexander Nejedlý

Prezident Hasičského a záchranného zboru Slovenskej republiky

PhDr. Ladislav Pethö

Prezident Dobrovoľnej požiarnej ochrany Slovenskej republiky

ODBORNÝ GARANT KONFERENCIE

doc. Bc. Ing. Linda Makovická Osvaldová, PhD.

Fakulta bezpečnostného inžinierstva

ZÁSTUPCOVIA ODBORNÉHO GARANTA KONFERENCIE

SEKCIA DREVO A OHEŇ

Dlugogorski Bogdan	Austrália
Dietenberger Mark	USA
Balog Karol	Slovensko

SEKCIA DREVOSTAVBY

Ostman Brigit	Švédsko
Kuklík Petr	Česká republika
Štefko Jozef	Slovensko

SEKCIA DREVO V HISTORICKÝCH BUDOVÁCH

Dušek Karel	Česká republika
Osvald Anton	Slovensko
Šmíra Pavel	Česká republika

MEDZINÁRODNÝ VEDECKÝ VÝBOR

Buchanan Andy	Nový Zéland
Dagenais CHristian	Kanada
Deliiski Nencho	Bulharsko
Fragiacomo Massimo	Taliansko
Gurau Linda	Rumunsko
Kačíková Danica	Slovensko
Kowal Edward	Poľsko
Küçük Omer	Turecko
Laban Mirjana	Srbsko
Langswager Gary	USA
Larnoy Erik	Nórsko
Mikkola Esko	Fínsko
Mikolai Imrich	Slovensko
Milanko Verica	Srbsko
Mizerski Andrzej	Poľsko
Netopilova Miroslava	Česká republika
Nikolič Božo	Srbsko
Poledňák Pavel	Česká republika
Rákociová Miroslava	Slovensko
Restas Afoston	Maďarsko
Sinay Juraj	Slovensko
Sawyer Gervais	Veľká Británia
Szórádová Eva	Slovensko
Qiang Xu	Čína

ORGANIZAČNÝ VÝBOR

Coloňová Michaela	Slovensko
Flachbart Jaroslav	Slovensko
Gášpercová Stanislava	Slovensko
Martinka Jozef	Slovensko
Mitrenga Patrik	Slovensko
Nagyová Anna	Slovensko
Panáková Jaroslava	Slovensko
Zachar Martin	Slovensko

OBSAH

Coneva Iveta EMISIE POŽIAROV A ICH NEGATÍVNY VPLYV NA ŽIVOTNÉ PROSTREDIE	11
Dritomská Katarína, Flimel Stanislav, Krajčovičová Jana VPLYV RÔZNEHO ZLOŽENIA STAVEBNÉHO VÝROBKU NA HODNOTY SPALNÉHO TEPLA	25
Gášpercová Stanislava TEXTILNÁ IZOLÁCIA Z HĽADISKA OCHRANY PRED POŽIARMI	33
Mózer Vladimír POSÚDENIE EFEKTÍVNOSTI NÁVRHOVÝCH ALTERNATÍV POŽIARNEJ BEZPEČNOSTI S VYUŽITÍM MODELU FIREFF	39
Müllerová Jana, Vácval Juraj, Horváthová Michaela POSÚDENIE RIZÍK PRÍRODNÉHO CHARAKTERU METÓDOU RM/RA GRAMM	51
Orinčák Michal DEKONTAMINÁCIA VYBRATÝCH DRUHOV MATERIÁLU V PRAXI	57
Svetlík Jozef, Monoši Mikuláš POUŽITIE HADICOVÉHO VEDENIA PRI HASENÍ LESNÝCH POŽIAROV	73
Miroslava Vandlíčková VLASTNOSTI A CHARAKTERISTIKA HORĽAVÝCH PRACHOV	77

EMISIE POŽIAROV A ICH NEGATÍVNY VPLYV NA ŽIVOTNÉ PROSTREDIE

Iveta Coneva^{1(*)}

¹University of Žilina, Faculty of Security Engineering, Department of Fire Engineering, Žilina, Slovak Republic

(*)Corresponding author, Email: iveta.coneva@fbi.uniza.sk

ABSTRACT

The paper deals with emissions arising from fires in different categories of buildings and their negative impact on the environment. Emission combustion, as a broad set of organic and inorganic substances emitted during any fire. Its composition varies according to the type of combustible materials and substances present in various building structures, areas on the categorization of buildings. In addressing the issue it is important in the identification of environmental risks to determine the negative impact of the emissions of fires in the different categories of buildings on the environment.

Keywords: fire, building objects, combustible materials and substances, emissions of fire, environment, environmental risks

ÚVOD

V súčasnosti sa podľa platnej legislatívy prakticky v každom stavebnom objekte rôznej kategórie vyskytujú prvky a systémy protipožiarnej bezpečnosti. Základným cieľom protipožiarnej bezpečnosti stavieb je ochrana: majetkových a materiálnych hodnôt, zdravia a životov ľudí, ale aj životného prostredia so zameraním sa na vodu, pôdu a ovzdušie [1]. Pri riešení projektu „FIREFF“, APVV-0727-12 s názvom: „Model hodnotenia ekonomickej efektívnosti protipožiarnych opatrení“, ktorý sa zaoberá problematikou komplexného modelu zhodnotenia vhodnosti a ekonomickej efektívnosti protipožiarnych systémov je jedna zo stanovených úloh posúdenie vplyvu negatívnych dopadov požiaroch v stanovených kategóriách budov na životné prostredie v Slovenskej republike [1]. Pre splnenie danej úlohy je nutné identifikovať environmentálne riziká – stanovenie vplyvu negatívnych dopadov požiarov v jednotlivých kategóriách stavieb na životné prostredie na Slovensku so zameraním sa na emisie požiarov vznikajúce pri horení konkrétnych horľavých materiálov a látok. Hodnotenie environmentálnych rizík znamená charakterizovať negatívne dôsledky pôsobenia kontaminácie na identifikované receptory [2]. Predmetom hodnotenia environmentálnych rizík je [2]:

- a) hodnotenie vzťahu dávka – účinok na životné prostredie,
- b) hodnotenie aktuálnosti environmentálneho rizika,
- c) výpočet rizika šírenia sa znečistenia,
- d) zhrnutie environmentálneho rizika.

Požiar je nekontrolovateľné horenie, ktoré nie je priestorovo vopred určené a ohraničené, ktoré sprevádzajú výrazné tepelné, svetelné efekty, tvorba dymu a emisií (splodín) horenia rôzneho skupenstva. Prakticky pri každom požiari sa uvoľňuje množstvo emisií, ktoré často

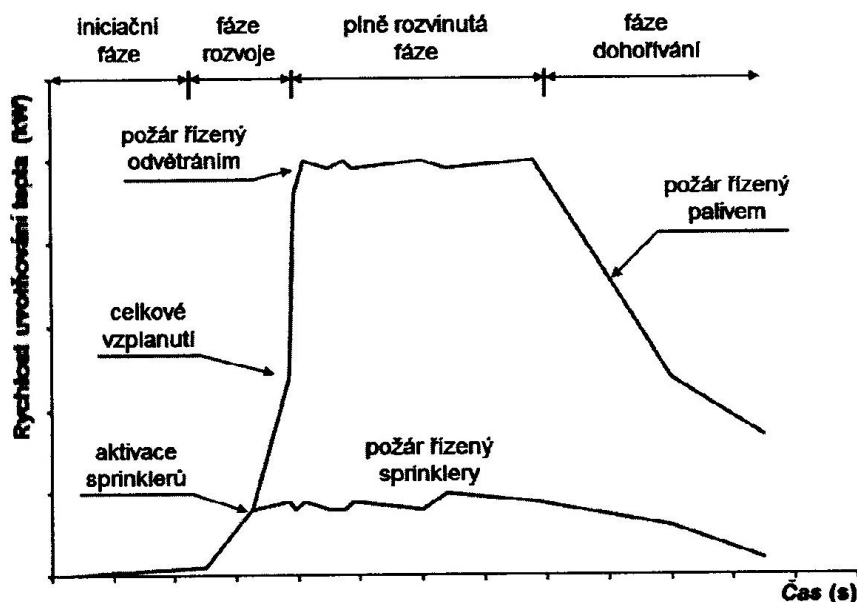
majú toxický účinok na zdravie zasiahnutých ľudí, zvierat, a ktoré majú súčasne výrazne negatívny efekt na okolité životné prostredie [3].

ZÁKLADY DYNAMIKY POŽIAROV V UZAVRETOM PRIESTRANSTVE

Začiatok rozvoja požiaru v uzavretom priestranstve (v rôznych stavbách - budovách a iné) môžeme popísať ideálnym modelom bodového zdroja horenia, ktorý je umiestnený na podlahe v miestnosti a pre ktorý sú určujúce charakteristiky: rýchlosť uvoľňovania energie a vývoj produktov horenia – emisií horenia. Rýchlosť prúdenia plynných emisií – splodín horenia sa mení v čase, zvyšuje sa, lebo narastá rozdiel teploty a hustoty medzi produktmi spaľovania a vonkajším prostredím, ako následok daného javu vzniká vztlakový efekt. Vzniká stĺpec emisií horenia – splodín horenia, ktoré sa pohybujú smerom k stropu v danej miestnosti, pod stropom sa vytvára horúca vrstva plynov, ktorá postupne zaplňuje celý priestor pod stropom. Následne sa vytvára viditeľné rozhranie medzi pod stropnou horúcou vrstvou emisií horenia a dolnou vrstvou, ktorá je chladená studeným vzduchom, ktorý sa nasáva z vonku objektu cez jeho otvory (stavebné otvory: okná, dvere ale aj iné). Ak dôjde k poklesu horúcej vrstvy až na úroveň stavebných otvorov (okien alebo dverí), horúce emisné plyny začnú nimi unikať von, dochádza k výmene plynov pri rôznych teplotách a tlakoch [4], [5], [6].

Jednotlivé fázy požiaru v uzavretom priestranstve

Priebeh ideálneho požiaru v uzavretom priestranstve sa rozdeľuje a popisuje štyrmi fázami, ktoré sú znázornené na grafe (obr.1) [4], [5], [6].



Obr.1 Graf závislosti rýchlosti uvoľňovania tepla v čase počas jednotlivých fáz požiaru v uzavretom priestranstve [4], [5], [6]

Iniciačná fáza požiaru – 1. fáza požiaru

Iniciačná fáza ako začiatková fáza požiaru je doba, počas ktorej horľavý materiál a látky akumulujú dostatočné kritické množstvo energie, aby sa uvoľnilo dostatočné množstvo horľavých produktov pyrolýzy a následne došlo k horeniu alebo k tleniu. Fáza iniciácie závisí od koncentrácie horľavých materiálov a látok (paliva), oxidačného prostriedku – vzduchu a na vlastnostiach zdroja zapálenia (zdroja iniciácie) (obr.1) [4], [5],[6].

Fáza rozvoja požiaru – 2. fáza požiaru

Po iniciácii sa horenie zintenzívňuje, požiar sa zväčšuje a rozširuje, vyprodukuje sa väčšie množstvo energie, najmä tepelnej. Požiar je v tejto fáze riadený palivom, má lokálny charakter, nakoľko je ohraničený stavebnými konštrukciami daného priestoru. Pri rozvoji požiaru sa zvyšuje teplota a znižuje hustota plynných emisií horenia, dochádza k teplotnej a tlakovej diferenciácii, dochádza k vzniku vztlakového efektu. Nad požiarom vzniká oblasť (stĺpec) horúcich splodín horenia, ktorý sa volá „Fire Plume“. Do stĺpca je prisávaný chladnejší okolitý vzduch, čo spôsobuje zväčšovanie objemu a znižovanie teploty dymových splodín horenia. Stĺpec splodín horenia stúpa k stropu, dochádza k podstropnému prúdeniu, vytvára sa relatívne tenká vrstva splodín horenia, ktoré sa rozprestierajú až k ohraničujúcej konštrukcii. Dym a splodiny horenia sa pri tom ochladzujú, nakoľko sa časť tepla odvádza do konštrukcií. Keď emisie horenia „narazia“ do konštrukcií zmenia smer, smerom k podlahe. Stĺpec dymových plynov vytvára vrstvu dymu, ktorá sa postupne zväčšuje a klesá k podlahe. Ak horúca vrstva dymu – emisií horenia dosiahne teplotu vyššiu ako 500 – 600 °C alebo hustota tepelného toku na úrovni podlahy 15 – 20 kW.m⁻² [4], [5], [6] dochádza k celkovému vzplanutiu „Flashoveru“. V priestore, kde došlo k „Flashoveru“ je minimálna pravdepodobnosť prežitia osôb, zvierat a záchranu majetku (obr.1) [5], [6].

Úplne rozvinutá fáza požiaru – 3. fáza požiaru

Pri celkovom vzplanutí požiar dosiahne veľmi rýchlo fázu úplne rozvinutého požiaru, kde je intenzita horenia riadená dostupným palivom alebo existujúcim vetraním. Pre úplne rozvinutý požiar je charakteristické: stála intenzita a maximálna teplota priestoru. Priebeh tejto fázy ovplyvňuje posudzovanie požiarnej odolnosti stavebných konštrukcií (obr.1) [4], [5],[6].

Fáza dohorievania – 4. fáza požiaru

Fáza dohorievania je oblasťou poklesu intenzity požiaru, horenia. Za začiatok dohorievania sa berie moment, keď dôjde k vyhoreniu 80 % (70 %) prítomného paliva, horľavého materiálu a látok. Ak bol požiar riadený odvetrávaním, postupne prechádza do požiaru riadeného palivom [4], [5], [6].

EMISIE POŽIAROV

Požiare sa vyskytujú nielen na otvorenom priestranstve (napr.: lesné a poľné požiare), ale aj v uzavretých priestoroch, v rôznych kategóriách stavebných objektoch (budovách). Pri požiaroch v stavbách sa uvoľňuje množstvo emisií horenia rozdielneho druhu a zloženia (tab.1), skupenstva, fyzikálno-chemických charakteristík a toxických vlastností, ktoré závisia najmä od druhu a množstva horľavého materiálu, ale aj od podmienok, pri ktorých požiar prebieha napr.: teploty požiaru, množstva kyslíka, rýchlosti spaľovania a iných. Počas

jednotlivých fáz požiaru vzniká meniaci sa podľa zloženia ale aj skupenstva (prevažne ide o plyny) zmes toxických a netoxických splodín horenia a dymu a to aj pri horení organických polymérnych materiálov prírodného (napr. drevo) alebo syntetického pôvodu (napr.: PVC). Účinky emisií – splodiny horenia a dym, nielen znižujú koncentráciu kyslíka vo vzduchu, zhoršujú viditeľnosť, znižujú orientačnú schopnosť ľudí (napr.: pri evakuácii), potláčajú schopnosť reálne uvažovať, čo často vedie k vzniku paniky, ale súčasne predstavujú výrazné environmentálne riziká, ktoré majú negatívny dopad na okolité životné prostredie (vodu, pôdu a atmosféru). Najväčšie nebezpečenstvo hrozí v uzavretých priestoroch, v rôznych kategóriách budov, v dyme a v blízkosti požiarov [7], [8]. Základnými faktormi, ktoré zapríčiňujú smrť alebo úplnú stratu vedomia zasiahnutých ľudí v reálnych podmienkach požiaru sú [7],[8],[9],[10],[11],[12],[13],[14],[15],[16],[17],[18],[19]:

- prítomnosť oxidu uhoľnatého,
- veľmi vysoká teplota,
- priamy kontakt s plameňom,
- nedostatok kyslíka,
- prítomnosť dymu,
- prítomnosť iných toxických plynov,
- šírenie paniky, strach, šok.

Pri požiaroch v rôznych kategóriách stavieb vznikajú pri horení horľavých materiálov nasledovné toxické emisie horenia (tab.1) [3], [7], [8], [9], [10], [11], [12], [13], [14], [15], [16], [17], [18], [19]. Mnohé emisie horenia (splodiny), najmä organické zlúčeniny sú nielen toxické, ale aj horľavé (tab.1), v procese horenia sa rozkladajú na konečné produkty ako sú napr.: oxid uhličitý, oxidy dusíka, kyanovodík, formaldehyd, halogénvodíky, amoniak, oxid siričitý a iné. Množstvo a druh emisií požiarov závisí od: množstva a druhu horľavých materiálov a látok, od ich chemického zloženia, od podmienok a fázy horenia (požiaru), od množstva, druhu a koncentrácie oxidačného prostriedku najmä vzduchu, ktorý horenie podporuje, od toho či horenie prebieha dokonale, za dostatočného prístupu oxidačného prostriedku, alebo nedokonale, za nedostatočného prístupu oxidačného prostriedku, od pomeru zastúpenia horľavého materiálu a oxidačného prostriedku a hlavne od teploty horenia (požiaru), veľkosti spaľovaných častíc, od ich merného povrchu a od mnohých iných faktorov. Pri plamennom horení prírodných ale aj syntetických organických materiálov a látok emisie horenia vždy obsahujú: oxid uhličitý, oxid uhoľnatý, vodnú paru a kyslík, nízko molekulárne rôzne uhľovodíky a kyslíkaté organické zlúčeniny [7],[11],[13],[15] [19]. Ak dané látky obsahujú dusík alebo halogény emisie horenia taktiež obsahujú aj kyanovodík, nitrily, iné dusíkaté látky, chlorovodík, fluorovodík a iné halogénvodíky. Dostatočný prístup vzduchu do zóny horenia má dominantný vplyv na tvorbu emisií. Ak horenie, požiar, prebiehajú pri dostatočnom prístupe kyslíka – ide o dokonalé horenie, hlavnými emisiami horenia sú: oxid uhličitý, oxid uhoľnatý a vodná para, pomer CO_2/CO sa zvyšuje, lebo množstvo CO_2 je ďaleko väčšie ako CO . Ak horenie prebieha pri nedostatočnom prístupe kyslíka – ide o nedokonalé horenie, pomer CO_2/CO sa znižuje, lebo množstvo CO je ďaleko väčšie ako CO_2 a zvyšuje sa aj podiel horľavých a toxických organických zlúčenín (tab.1). Zloženie emisií horenia je silne ovplyvnené aj teplotou horenia, pri teplotách do 300 – 400 °C sa vytvára pomerne málo emisií horenia čo sa týka ich množstva a druhu, pri teplotách od 400 do 700 °C sa vytvára veľmi bohatá zmes emisií, ktoré majú vysoké koncentrácie a pri teplotách nad 700 °C dochádza k úbytku emisií horenia, dochádza k poklesu ich druhov

a množstva, zvyšuje sa však množstvo a druh látok, ktoré nepodliehajú tepelnému rozkladu [7],[11],[13],[15],[19].

Tab.1 Emisie požiarov - vznikajúce pri horení materiálov a látok [3], [7], [8], [9], [10], [11], [12], [13], [14], [15], [16], [17], [18], [19] (Spracovala: Coneva, 2015)

Horľavé materiály a látky vyskytujú sa v stavbách	Emisie požiarov
Všetky látky obsahujúce uhlík – to znamená látky obsahujúce celulózu - C, plasty - P aj mnohé chemikálie- CH (napr.: ropné produkty – napr. benzín, naftu, motorové oleje, organické kyseliny, organické alkoholy, karboxylové kyseliny, estery, lepidlá, zmáčadlá a iné)	CO - oxid uhoľnatý CO ₂ - oxid uhličitý
Polyuretány, celulóid, vlna, hodváb, plasty obsahujúce dusík-polyamid, polyakrilonitril, polyuretány	NO - oxid dusnatý NO ₂ - oxid dusičitý HCN - kyanovodík NH ₃ - amoniak
Celulózové materiály a ich deriváty, umelý hodváb, nylon, polyester,	CH ₃ COOH - kyselina octová HCOOH - kyselina mravčia množstvo CO ₂ , CO, alkoholy, formaldehyd, aldehydy, ketóny - acetón, metán a iné nižšie členy homologických rád alkánov, alkénov, alkinov-acetylén (nerozvetvených uhl'ovodíkov), rozvetvené a aromatické uhl'ovodíky- najmä benzén, - fenol (aromatický alkohol)
Papier, drevo, guma- kaučuky, tioly	aldehydy, propenál-akroleín (aldehyd) SO ₂ -oxid siričitý
PVC, retardované plasty, polyméry halogenizované - chlórplasty	Halogénvodíky, HF - fluórovodík HCl - chlórrovodík HBr - brómovodík, Halogénkyseliny (vodné roztoky halogénvodíkov) - fosgén (dichlorid kyseliny uhličitej)
Melamín, melamínové živice, polyamid, nylon močovinoformaldehydové živice	NH ₃ - amoniak (čpavok)
Fenolformaldehydové živice, drevo, polyamid, polyester	CH ₃ CHO - acetaldehyd HCHO - formaldehyd - fenol (aromatický alkohol)
Polystyrén	Alifatické nasýtené a nenasýtené uhl'ovodíky C ₂ –C ₇ , fenyl substituované C ₃ –C ₆ , diény C ₃ –C ₅ , aromatické uhl'ovodíky: C ₆ H ₆ - benzén, toluén, etylbenzén, propyl (izopropyl-)benzén, styren a jeho oligoméry, α a β – metylstyren, allylbenzén, xylény, , inden, polycyklické kondenzované aromatické uhl'ovodíky: naftalén, acenaftylén, fenantren, pyren, benzofuran, alkoholy alifatické aj aromatické: metanol, fenol, benzylalkohol aldehydy: formaldehyd, acetyldehyd, akroleín, benzaldehyd, ketóny: acetón, acetofenón metylalkylketóny, karboxylové kyseliny: kyselina benzoová

Horľavé materiály a látky vyskytujúce sa v stavbách	Emisie požiarov
Polyetylén	Alifatické nasýtené a nenasýtené uhľovodíky s lineárnym aj rozvetveným reťazcom C ₁ - C ₁₈ (najmä C ₂ -C ₇), diény C ₃ -C ₈ , cyklohexán, benzén, toluén, etylbenzén, naftalén, antracén, fenantrén (pri vysokých teplotách), aldehydy C ₁ - C ₁₅ (najmä C ₂ - C ₇), akroleín, ketóny C ₃ - C ₆ , karboxylové (karbonové) kyseliny C ₁ - C ₃
Polypropylén	Alifatické nasýtené a nenasýtené uhľovodíky (najmä C ₂ - C ₉), diény C ₄ -C ₈ , cyklopentadién, benzén, toluén, xylény, styrén, inden, naftalén, acetaldehyd, akroleín, benzaldehyd, aceton, metylalkylketóny
Polyvinylchlorid	Alifatické nasýtené a nenasýtené uhľovodíky (najmä C ₂ - C ₆), cyklické uhľovodíky C ₅ - C ₆ a ich deriváty, benzén, toluén, divinyl benzén, inden, naftalén, acenaftylén, acetofenón, chlórované alifatické a aromatické uhľovodíky : polychlorované dibenzofurány (DBF) a dibenzodioxíny (DBD), najtoxickejší je 2,3,7,8-tetrachlordibenzodioxín (TCDD), benzofuran, dioxán
Polyamidy	Alifatické nasýtené a nenasýtené uhľovodíky C ₁ - C ₁₀ , diény C ₄ - C ₁₀ , cyklické uhľovodíky C ₅ - C ₇ , benzén, toluén, etanol, butanol, fenol, krezoly, aceton, cyklopentanón, cyklohexanón, Laktamy C ₆ - C ₈ , amoniak, hexylamín, hexametyléndiamín, kyanovodík, acetonitril, adiponitril, diazometán, piridín
Polyuretány	Alifatické nasýtené a nenasýtené uhľovodíky C ₁ - C ₅ , benzén, toluén, etylbenzén, styrén, xylény, metanol, propanol, formaldehyd, acetaldehyd, propionaldehyd, butyraldehyd, akroleín, aceton, metyletylketón, kyselina octová, anilín, toluidín, difenylamín, fenyléndiamín, amoniak, kyanovodík, acetonitril, benzonitril, toluénizokyanát, oxidy dusíka
Tuky a oleje rastlinné a živočíšne	Akroleín, propenal a iné nenasýtené aldehydy

URČUJÚCE PARAMETRE NA STANOVENIE ENVIRONMENTÁLNYCH RIZÍK

Na určenie environmentálnych rizík pri požiaroch v jednotlivých kategóriách stavieb na životné prostredie na Slovensku na základe tvorby emisií požiarov, v závislosti od vyskytujúcich sa materiálov horenia, sú určené, nasledovné, určujúce parametre:

Veľkosť požiaru

Požiare sa delia podľa mnohých kritérií, napríklad podľa veľkosti – rozlohy (zasiahnutej plochy): lokálny požiar (požiar o veľkosti 0 - do 5 m²), malý požiar (požiar o veľkosti 5 – 50 m²), stredne veľký požiar (požiar o veľkosti 1/2 plochy požiarneho úseku 50- 500 m²), veľký požiar (požiar o veľkosti celého požiarneho úseku 500 – 1000 m²) a katastrofický požiar (rozšírenie požiaru mimo požiarneho úseku, požiar o veľkosti nad 1000 m²). Na základe konzultácií s expertnou skupinou sa vylúčili nasledovné požiare: lokálny a malý požiar, nakoľko ich vplyv na životné prostredie je minimálny. Pri určovaní environmentálnych rizík

sa berú do úvahy nasledovné požiare, vzhľadom na ich plochu a možné negatívne dopady na životné prostredie: stredne veľký požiar, veľký požiar, katastrofický požiar.

Zastúpenie materiálov v stanovenej kategorizácii budov

Vypracovaná kategorizácia stavieb (tab.2) [21],[22],[23] vychádza z rozdelenia podľa noriem STN 92 0201 - 1 až 4 Požiarna bezpečnosť stavieb [20]. Kategorizácia stavieb (budov) je postavená na druhu prevádzkarne alebo priestoru. Základným predpokladom je, že spôsob využívania druhu stavby (určenie druhu prevádzkarne alebo priestoru) je jedným zo základných faktorov určujúcich požiarne riziko. Každá kategória stavby, a to aj druh prevádzkarne a priestoru je možné spojiť s určitým typom paliva (druhom horľavých materiálov a látok), vybavením a zariadením stavby, ktoré sa v nej nachádzajú (tab.2). Na základe dostupných informácií je možné takýmto spôsobom orientačne stanoviť základné parametre požiaru – rýchlosť nárastu, požiarne zaťaženie, charakter paliva, atď. Dané rozdelenie je potrebné, nakoľko materiál, ktorý sa nachádza v stavbách výrazne ovplyvňuje nárast požiaru (tzv. α - koeficient nárastu požiaru, ktorý môže byť - pomalý, stredný, rýchly, ultra rýchly) [21],[22],[23],[24],[25]. Na základe expertných odhadov, konzultácií s odborníkmi z výrobnéj a nevýrobnéj praxe, s odborníkmi z HaZZ MV SR a projektového tímu bol daný materiál, ktorý sa vyskytuje v stavbách a priestoroch zjednodušene rozdelený do troch základných kategórií - Q_i , a to v intervale (0-1), tak aby ich (celulóza + plasty + chemikálie) súčet bol 1 (tab.1), čo je potrebné pre modelovanie a výpočty pri riešení jednotlivých úloh v projekte [21],[22],[23],[24],[25]: Celulóza (C) - Q_C , Plasty (P) - Q_P , Chemikálie (CH) - Q_{CH} .

Závažnosť materiálov a dopady emisií požiarov na životné prostredie

Pri požiaroch v stavbách sa uvoľňuje množstvo emisií horenia (splodín horenia), rozdielneho zloženia, skupenstva a fyzikálno-chemických vlastností, ktoré závisia najmä od druhu a množstva horľavého materiálu, ale aj od podmienok, pri ktorých požiar (alebo horenie) vzniká a prebieha. Množstvo a druh emisií horenia úzko súvisí s intenzitou požiaru, s množstvom a druhom horľavého materiálu, od spôsobu uskladnenia horľavého materiálu, ale aj od dostatočného prístupu oxidačného prostriedku (najmä vzduchu), od intenzity iniciačného zdroja (zdroja zapálenia) a od mnohých iných faktorov [7],[11],[13],[15],[19]. Na základe expertných odhadov projektového tímu, odborníkov z praxe v danej problematike a analýzou odbornovo-vedeckej domácej i zahraničnej literatúry možno predpokladať, že najväčšie nebezpečenstvo z pohľadu tvorby emisií a ich následných negatívnych dopadov na životné prostredie [7],[11],[13],[15],[19] [23],[24],[25],[26],[27],[28] predstavujú nasledujúce materiály so stanoveným koeficientom (Z_i), tzv.: stupňom (mierou) závažnosti príslušného materiálu (celulóza - Z_C , plasty - Z_P , chemikálie - Z_{CH}), ktorý sa vyskytuje v jednotlivých budovách, a to v intervale (0-1), tak aby ich súčet predstavoval 1 (tab.2), čo je potrebné pre modelovanie a výpočty pri riešení jednotlivých úloh v projekte [7],[11],[13],[15],[19],[21],[22],[23],[24],[25],[26],[27],[28]:

- Plasty – koeficient Z_P - 0,45.
- Chemikálie - koeficient Z_{CH} - 0,35.
- Celulóza - koeficient Z_C - 0,2.

Tab.2 Závažnosť a výskyt materiálov z pohľadu emisií požiarov a ich dopady na životné prostredie v jednotlivých kategóriách stavieb (Spracovala: Orinčák, Coneva, Hudáková, 2015)

Číslo	Kategorizácia stavieb	Druh priestoru	Vyskyt materiálu v budove - Q			Dopady na ŽP z pohľadu emisií				
			celulóza - Qc	plasty - Qp	chemikálie - Qch	závažnosť celulózy- Zc	závažnosť plastov- Zp	závažnosť chemikálie - Zch	výsledný index - I _E	Poradie
1.	Administratívne budovy	kancelárie, spisovne, zasadovne, vstupné haly, chodby	0,90	0,10	0,00	0,20	0,45	0,35	0,23	12
2.	Budovy pre vzdelávanie	učebne, posluchárne, archívy, spoločné šatne	0,80	0,20	0,00	0,20	0,45	0,35	0,25	10,11
3.	Rekreačné budovy	hľadisko, kino, koncert.sieň, výstavy, múzeá, kostoly	0,60	0,40	0,00	0,20	0,45	0,35	0,30	8
4.	Budovy v zdravotníctve	lôžkové izby, čakárne, lekárne, masáže a rehab. miestnosti	0,50	0,50	0,00	0,20	0,45	0,35	0,33	5,6,7
5.	Budovy pre obchod	sklo, mäso, potraviny, hračky, textil, odev, drogéria, hudobniny	0,30	0,40	0,30	0,20	0,45	0,35	0,35	2,34
6.	Budovy pre spoločné ubytovanie a rekreáciu	recepce, haly, chodby, kaviarne, nočné kluby, bufety, výčapy	0,40	0,55	0,05	0,20	0,45	0,35	0,35	2,34
7.	Budovy pre sociálne zabezpečenie	domovy pre dôchodcov	0,40	0,55	0,05	0,20	0,45	0,35	0,35	2,34
8.	Budovy priemyslu	textilný, odevný, strojársky, chemický, elektrotechnický priemysel	0,20	0,40	0,40	0,20	0,45	0,35	0,36	1
9.	Budovy pre dopravu	čakárne, úschovy batožín, vstupné haly, chodby, priechody	0,80	0,20	0,00	0,20	0,45	0,35	0,25	10,11
10.	Budovy pre poľnohospodárstvo	sklady, stajne, kôlne, sušiareň, výrobné kfmnych zmesí	0,90	0,10	0,10	0,20	0,45	0,35	0,26	9
11.	Budovy pre skladovanie	sklady	0,35	0,35	0,30	0,20	0,45	0,35	0,33	5,6,7
12.	Bytový fond domový	bytové domy, rodinné domy	0,45	0,45	0,10	0,20	0,45	0,35	0,33	5,6,7

ENVIRONMENTÁLNE RIZIKÁ EMISÍÍ POŽIAROV PODĽA KATEGORIZÁCIE STAVIEB A ICH NEGATÍVNY VPLYV NA ŽIVOTNÉ PROSTREDIE

Na základe výpočtov závažnosti tvorby emisií a výskytu horľavého materiálu z pohľadu negatívnych dopadov emisií vznikajúcich pri požiaroch v jednotlivých budovách na životné prostredie (tab. 2) sa následne nesymetricky rozdelili rozpätia jednotlivých intervalov, ktorým sa priradili jednotlivé kategórie stavieb (budov), čím vznikli kategórie nebezpečnosti z pohľadu dopadov emisií požiarov na životné prostredie na Slovensku. Najviac typov stavieb sa zaradilo do prvého stupňa, do prvej kategórie nebezpečnosti ako veľmi nebezpečné stavby a to konkrétne budovy s číslom 4,5,6,7,8,11,12 podľa rozptylu intervalu I_E (0,36 – 0,33) (tab.2,3). Nasledujú stavby tretieho stupňa, tretej kategórie nebezpečnosti ako menej nebezpečné stavby a to konkrétne budovy s číslom 1,2,9,10 podľa rozptylu intervalu I_E (0,26 – 0,23) (tab.2,3). Najmenej stavieb je zaradených do druhého stupňa, do druhej kategórie nebezpečnosti ako stredne nebezpečné stavby a to konkrétne budovy s číslom 3 podľa rozptylu intervalu I_E (0,32 – 0,27) (tab.2,3). Tieto výsledky sa zhodujú aj s ich následným posúdením tímom odborných expertov [26],[27],[28] a expertov na požiaru problematiku. Zo spracovanej analýzy možno predpokladať, že medzi veľmi nebezpečné stavby (najviac nebezpečné budovy) na základe ich kategorizácie z pohľadu dopadov emisií požiarov na životné prostredie patria: budovy priemyslu (0,36), budovy pre obchod (0,35), budovy pre spoločné ubytovanie a rekreáciu (0,35), budovy pre sociálne zabezpečenie (0,35), budovy pre skladovanie (0,33), bytový fond domový (0,33) a budovy v zdravotníctve (0,33) (tab.2,3).

Tab. 3 Kategorizácia stavieb na základe nebezpečnosti z pohľadu emisií požiarov na životné prostredie (Spracovala: Hudáková, 2015)

Stupeň	Kategória nebezpečnosti stavieb z pohľadu emisií požiarov na životné prostredie	Kategórie stavieb (číslo)	Rozptyl intervalu I_E
1	veľmi nebezpečné stavby	8,5,6,7,4,11,12	0,36-0,33
2	stredne nebezpečné stavby	3	0,32-0,27
3	menej nebezpečné stavby	2,9,1,10	0,26-0,23

Medzi stredne nebezpečné stavby (stupeň 2) z pohľadu dopadov emisií požiarov na životné prostredie patria: rekreačné budovy (0,3) (tab.2,3). Medzi menej nebezpečné stavby (najmenej nebezpečné budovy na základe ich kategorizácie – stupeň 3) z pohľadu dopadov emisií požiarov na životné prostredie patria: budovy pre poľnohospodárstvo (0,26), budovy pre dopravu (0,25), budovy pre vzdelávanie (0,25), administratívne budovy (0,23) (tab.2,3).

Na základe stanovenia kategórie nebezpečnosti stavieb a posúdenia veľkosti požiaru je možné identifikovať – hodnotiť vplyv environmentálnych rizík – negatívnych dopadu emisií požiarov v stanovenej kategorizácii stavieb na životné prostredie.

Pomocou matice rizík, resp. matica následkov a pravdepodobnosti výskytu (consequence/probability matrix), ktorá poskytuje obraz o prijateľnosti či neprijateľnosti uvedeného rizika a umožní porovnanie jednotlivých rizík [26],[27],[28] a následne sa stanovila **kategorizácia environmentálnych rizík – negatívnych dopadov emisií pri vzniku požiarov na životné prostredie do troch skupín** (tab.4) [26],[27],[28]:

- **Veľké environmentálne riziká** – katastrofické dopady na životné prostredie je nevyhnutné prijať také preventívne opatrenia (technické a organizačné), aby sa jednoznačne preukázalo zníženie rizika na akceptovateľnú mieru a o zostatkovom riziku boli informovaní kompetentní pracovníci.

- **Stredné environmentálne riziká** - stredné dopady na životné prostredie si vyžadujú zvýšenú pozornosť najmä z pohľadu identifikácie potreby prijatia/neprijatia dodatočných opatrení.
- **Malé environmentálne riziká** - mierne dopady na životné prostredie - napriek ich veľkosti, je potrebné monitorovať ich, nie je však žiadateľné prijímať preventívne opatrenia.

Z pohľadu hodnotenia environmentálnych rizík na základe ich kategorizácie veľké environmentálne riziká s katastrofickým dopadom na životné prostredie sa môžu vyskytnúť najmä pri kombinácií (tab.4) [26],[27],[28]:

- Katastrofického požiaru (požiar o veľkosti nad 1000 m²) a veľmi nebezpečných stavieb to znamená: budov priemyslu, budov pre obchod, budov pre spoločné ubytovanie, budov pre sociálne zabezpečenie a rekreáciu, budov pre skladovanie, bytový fond domový, budov v zdravotníctve.
- Katastrofického požiaru (požiar o veľkosti nad 1000 m²) a stredne nebezpečných stavieb to znamená: rekreačných budov.
- Veľký požiar (požiar o veľkosti celého požiarneho úseku 500 – 1000 m²) a veľmi nebezpečných stavieb to znamená: budov priemyslu, budov pre obchod, budov pre spoločné ubytovanie, budov pre sociálne zabezpečenie a rekreáciu, budov pre skladovanie, bytový fond domový, budov v zdravotníctve.

Tab.4 Kategorizácia environmentálnych rizík ako kombinácia nebezpečnosti budov a veľkosti požiaru z pohľadu dopadov na životné prostredie v stanovených budovách (Spracovala: Hudáková, 2015)

Kategorizácia environmentálnych rizík	Kategorizácia nebezpečnosti budov		
	Menej nebezpečné budovy 3	Stredne nebezpečné budovy 2	Veľmi nebezpečné budovy 3
Stredný požiar	malé environmentálne riziká	malé environmentálne riziká	stredné environmentálne riziká
Veľký požiar	malé environmentálne riziká	stredné environmentálne riziká	veľké environmentálne riziká
Katastrofický	stredné environmentálne riziká	veľké environmentálne riziká	veľké environmentálne riziká

Najväčšie environmentálne riziko predstavujú priemyselné stavby.

Na základe hodnotenia environmentálnych rizík vychádzajúc z ich kategorizácie stredné environmentálne riziká so stredným dopadom na životné prostredie hrozia najmä pri kombinácií (tab.4) [26],[27],[28]:

- Katastrofického požiaru a menej nebezpečných stavieb to znamená: budov pre poľnohospodárstvo, budov pre dopravu, budov pre vzdelávanie, administratívnych budov.
- Veľký požiar a stredne nebezpečných stavieb to znamená: rekreačných budov.
- Stredný požiar (požiar o 1/2 plochy požiarneho úseku 50- 500 m²) a veľmi nebezpečných stavieb to znamená: budov priemyslu, budov pre obchod, budov pre spoločné ubytovanie, budov pre sociálne zabezpečenie a rekreáciu, budov pre skladovanie, bytový fond domový, budov v zdravotníctve.

Vychádzajúc z hodnotenia environmentálnych rizík na základe ich kategorizácie malé environmentálne riziká s miernymi dopadmi na životné prostredie sa vyskytujú najmä pri kombinácií (tab.4) [26],[27],[28]:

- Veľký požiar a menej nebezpečných stavieb to znamená: budov pre poľnohospodárstvo, budov pre dopravu, budov pre vzdelávanie, administratívnych budov.
- Stredný požiar a menej nebezpečných stavieb to znamená: budov pre poľnohospodárstvo, budov pre dopravu, budov pre vzdelávanie, administratívnych budov.
- Stredný požiar a stredne nebezpečných stavieb to znamená: rekreačných budov.

POĎAKOVANIE

„Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. APVV-0727-12“.

ZÁVER

Pri požiaroch v uzavretých, kategorizovaných stavbách, prevádzkach a priestoroch vzniká široké spektrum nebezpečných často toxických emisií požiarov, ktoré pôsobia najčastejšie vo forme dymu alebo toxických plynov a predstavujú vážne nebezpečenstvo pre život a zdravie osôb a zvierat, ale aj pre majetok a okolité životné prostredie. Emisie požiarov patria k vážnym environmentálnym rizikám pre naše životné prostredie. Z hľadiska tvorby dymu a toxicity emisií požiarov sú najnebezpečnejšie chemikálie, nasledujú ich plasty a najmenej nebezpečné sú prírodné celulóзовé materiály. Najväčšie (veľké) environmentálne riziká z pohľadu emisií horenia, vznikajúcich pri požiaroch v jednotlivých kategóriách stavieb, vzhľadom na ich negatívny, katastrofický dopad na životné prostredie, spôsobujú katastrofické požiare (požiar o veľkosti nad 1000 m²) v priemyselných budovách (ako veľmi nebezpečných stavbách).

LITERATÚRA

- [1] PROJEKT číslo APVV-0727-12 s názvom (2013-2016): „Model hodnotenia ekonomickej efektívnosti protipožiarnych opatrení“
- [2] Smernica MŽP SR z 28. januára 2015 č. 1/2015 – 7 na vypracovanie analýzy rizika znečisteného územia. Bratislava: MŽP SR, 2015
- [3] ORLÍKOVÁ, K., ŠTROCH, P. 1999. Chemie procesu hoření. Ostrava: SPBI 1999. ISBN 80-86111-39-3
- [4] KUČERA, P., POKORNÝ, J., PAVLÍK, T., 2013. Požární inženýrství – aktivní prvky požární ochrany. Edícia SPBI, VŠB-TU Ostrava, 2013, ISBN 978-80-7385-136-1
- [5] ISO/TR 13387-2, 1999: Fire safety engineering – Part 2: Design fire scenarios and design fires. ISO 1999
- [6] KARLSSON, B., QUINTIERE, J. G., 1999. Enclosure Fire Dynamics. CRC Press, 1999. ISBN:978-0-8493—1300-4

- [7] CONEVA, I., 2015. Splodiny horenia vznikajúce pri požiaroch. In: Požární ochrana 2015: XXIV. ročník mezinárodní konference, Ostrava, VŠB-TU, FBI, 9.-10.září 2015, recenzované vedecké periodikum, sborník přednášek [elektronický zdroj-CD] : Ostrava: SPBI se sídlem VŠB - TU, 2015, s. 30-33, ISBN 978-80-7385-163-7, ISSN 1803-1803
- [8] ŠENOVSKÝ, M., BALOG, K., HANUŠKA, Z., ŠENOVSKÝ, P. 2004. Nebezpečné látky II. Ostrava: SPBI 2004. ISBN 80-86634-47-7
- [9] BALOG, K., BÁRTLOVÁ, I. 1998. Základy toxikologie. Ostrava: SPBI 1998. ISBN 80-86111-29-6
- [10] TUREKOVÁ, I., BÁBELOVÁ, E. 2003. Nebezpečnosti požiarov. In: Fireco 2003: zborník prednášok: V. medzinárodná konferencia, Trenčín 24.-25. mája 2003, str. 183 - 186
- [11] MASÁŘÍK, I., 2003. Plasty a jejich požární nebezpečí. Edícia SPBI, VŠB-TU Ostrava, 1999, ISBN 80-86634-16-7
- [12] KAČÍKOVÁ, D., NETOPILOVÁ, M., OSVALD, A., 2006. Drevo a jeho termická degradácia. Edícia SPBI, VŠB-TU Ostrava, 2006, ISBN 80-86634-78-7
- [13] STEINLEITNER, H.D., a kol., 1990. Požárně a bezpečnostně technické charakteristické hodnoty nebezpečných látek, Svaz PO ČSSR, Praha 1990
- [14] BALOG, K., 1982. Požiarne nebezpečenstvo plastov používaných v stavebníctve. In. Horľavosť materiálov a nebezpečné pôsobenie splodín horenia. MV a ŽP SR a SŠP Bratislava, 1982
- [15] CONEVA, I., 2009. Toxicita splodín horenia tvoriacich sa pri požiaroch celulóзовých materiálov. In: Environmentálne a bezpečnostné aspekty požiarov a havárií 2009 : konferencia s medzinárodnou účasťou : 12. február 2009 : Trnava, STU Bratislava, MTF v Trnave, ÚBaEI, Ústav bezpečnostného a environmentálneho inžinierstva, 2009, s. 28 - 35, ISBN 978-80-8096-080-3, EAN 9788080960803
- [16] ZACHAR, M., MAJLINGOVÁ, A., MARTINKA, J., XU, QIANG, BALOG, K., DIBDIAKOVÁ, J., POLEDŇÁK, P., RYBAKOWSKI, M., 2014. Impact of oak wood ageing on the heat release rate and the yield of carbon monoxide during fire. European journal of environmental and safety sciences: scientific journal of the European Science and Research Institute and the Association of Fire Engineering. 2014. zv. Vol. 2, č. issue 1, s. 1--4. ISSN 1339-472X
- [17] ORÉMUSOVÁ, E., 2009. Porovnanie kyslíkového čísla vybraných čalúnnických potáhových textílií na báze chemických vlákien. Zvolen : 2009. Delta. Ročník III., číslo 5. ISSN 1337-0863
- [18] MARKOVÁ, I., 2004. Hodnotenie horľavosti látok uplatňujúcich sa v izolačnej alebo tvarovej vrstve čalúneného výrobku. Čalúnnické dni 2004. Tu vo Zvolene, s. 16-20. ISBN 80-288-1316-8
- [19] CONEVA, I., 2015. Emisie uvoľňujúce sa pri požiaroch a ich toxicita. In: Ochrana pred požiarom a záchranné služby 2015: Žilinská univerzita (ŽU) v Žiline, Fakulta bezpečnostného inžinierstva (FBI), Katedra požiarneho inžinierstva (KPI) 11. novembra 2015, Recenzovaný zborník pôvodných vedeckých prác [elektronický zdroj-CD]: Žilina: ŽU v Žiline, s.9, FBI, KPI 2015, ISBN 978-80-554-1158-3

- [20] STN 92 0201- 1až 4 Požiarna bezpečnosť stavieb. Bratislava: SÚTN, 2000
- [21] KLUČKA, J., MÓZER, V., PANÁKOVÁ, J., 2014. Vývoj požiarovosti v jednotlivých kategóriách budov za obdobie rokov 1993 - 2012 In: Bezpečnosť práce v záchranných službách : medzinárodná vedecká konferencia 2014 : zborník prednášok. - Žilina : Žilinská univerzita, 2014. - ISBN 978-80-554-0893-4. - S. 91-109.
- [22] CONEVA, I., PANÁKOVÁ, J., 2014. Požiarovosť podľa kategorizácie stavebných objektov za obdobie 2008-2012. In: Bezpečnosť, Spolehlivosť a Riziko 2014: XI. ročník Mezinárodní vědecká konference, Liberec, Technická univerzita (TU) v Liberci Fakulta mechatroniky, informatiky a mezioborových studií, (FMIA MS), 23.-24. 10. 2014, recenzované vedecké periodikum, sborník přednášek [elektronický zdroj-CD]: Liberec: Vysokoškolský podnik Libearec s.r.o., 2014, číslo publikácie:55-080-14, 1. vydanie, ISBN 978-80-7494-110-8
- [23] CONEVA, I., PANÁKOVÁ, J., 2014. Požiare a ich následky na základe kategorizácie budov. In: Advances in Fire and Safety Engineering 2014: III. ročník Medzinárodnej vedeckej konferencie v Trnave, Slovenská Technická Univerzita (STU) v Bratislave, Materiálovotechnologická fakulta v Trnave, Ústav bezpečnosti, environmentu a kvality, Katedra požiarneho inžinierstva, 30.-31. 10. 2014, recenzovaný zborník pôvodných vedeckých prác [elektronický zdroj-CD]: Trnava: STU v Bratislave, MTF so sídlom v Trnave, vydavateľstvo AlumniPress, Trnava, 2014, str.178-185, ISBN 978-80-8096-202-9, EAN:9788080962029
- [24] ORINČÁK, M., 2010. Požiarne simulačné programy (Fire software), In: Zborník – Ochrana pred požiarom a záchranné služby, 4. vedecko-odborná konferencia s medzinárodnou účasťou, Žilina 2. 2010. ISBN 978-80-554-0208-6.
- [25] DVORSKÝ J., ORINČÁK M., 2014. Aplikácia analýzy rozptylu požiarov pri štatistickom vyhodnotení požiarovosti v SR /. In: Advances in fire and safety engineering 2014 [elektronický zdroj] : recenzovaný zborník pôvodných vedeckých prác z III. ročníka medzinárodnej vedeckej konferencie : Trnava, 2014. Trnava: AlumniPress, 2014. - ISBN 978-80-8096-202-9. s. 191-195.
- [26] MARLIAR G. ET.AL: Environmental concerns of fires: facts, figures, questions and new challenges for the future. Dostupné na (<http://fire.nist.gov/bfrlpubs/fire04/PDF/f04038.pdf>)
- [27] BUGANOVÁ, K., HUDÁKOVÁ, M., DVORSKÝ, J., 2014. The assessment of the impact of the security risk on the small and medium-sized enterprises in the Slovak Republic [Posúdenie vplyvu bezpečnostného rizika na malé a stredné podniky v Slovenskej republike] In: Management innovation and business : 2nd international conference on Management innovation and business (ICMIBI 2014) : December 8-9, 2014, Bangkok, Thailand. - Singapore: Singapore Management and Sports Science Institute, 2014. - ISBN 978-981-09-1685-5., s. 116-121.- (Lecture notes in management science, Vol. 44. - ISSN 2251-3051)
- [28] HUDÁKOVÁ, M., 2014. Súčasný prístup podnikov k manažmentu rizík = Current approach of enterprises to the risk management / Mária Hudáková. In: Socioekonomické a humanitní studie = Studies of socio-economics and humanities : vedecký časopis. - ISSN 1804-6797. - Vol. 4, no. 1 (2014), s. 5-11.

A detailed close-up photograph of a wooden knot in a plank. The wood grain is highly textured and wavy, with a central knot showing concentric growth rings. The lighting creates strong highlights and shadows, emphasizing the natural grain and the circular shape of the knot. A white horizontal band is positioned at the bottom of the image, containing the ISBN text.

ISBN 978-80-554-1206-1