

SIEMENS

Building Technologies



Naša alternatíva je systém Sinteso™ – nová dimenzia požiarnej signalizácie

Najvyšší stupeň požiarnej ochrany sa nazýva Sinteso™. Najnovší systém požiarnej signalizácie Vás presvedčí v dvoch aspektoch: na jednej strane požiarными hlásičmi S-LINE, ktoré zabezpečujú najvyšší stupeň spoľahlivosti detekcie a odolnosti proti rušeniu vďaka revolučnej **ASAt**technology™ (Advanced Signal Analysis); a na druhej strane požiarными hlásičmi C-LINE s naprogramovanými algoritmi detekcie pre štandardné aplikácie.

V prípade náročných ako aj štandardných požiadaviek nás kontaktujte telefonicky na čísle 02-59681114, písomne na adrese Siemens s.r.o., Divízia SBT, Stromová 9, 83796 Bratislava alebo navštívte internetové stránky www.siemens.sk/sbt.

ISSN 1337-0863



72

9 771337 086005

Vedecko-odborný časopis
Katedry protipožiarnej ochrany
Drevárska fakulta
Technickej univerzity vo Zvolene
Slovenská republika
// Scientific and expert journal
of the Department of Fire Protection
the Faculty of Wood Sciences
and Technology
the Technical University in Zvolen
Slovak Republic

Delta

číslo 2, ročník I, rok 2007



Katedra protipožiarnej ochrany

Drevárska fakulta Technickej univerzity vo Zvolene

Zabezpečuje vzdelávanie v študijných programoch:

I. stupeň

trojročné bakalárske štúdium
Ochrana osôb a majetku pred požiarom
 akademický titul **bakalár** (v skratke „Bc.“)

II. stupeň

dvojročné inžinierske štúdium
Technická bezpečnosť osôb a majetku
 akademický titul **inžinier** (v skratke „Ing.“)

dvojročné inžinierske štúdium
Hasičské a záchranné služby
 akademický titul **inžinier** (v skratke „Ing.“)

III. stupeň

doktorandské štúdium
Protipožiarna ochrana a bezpečnosť
 akademický titul **doktor** („philosophiae doctor“)
 (v skratke „PhD.“)

Máme oprávnenie poskytovať vzdelanie:

- základná odborná príprava špecialistov požiarnej ochrany
- ďalšia odborná príprava špecialistov požiarnej ochrany
- základná odborná príprava technikov požiarnej ochrany
- ďalšia odborná príprava technikov požiarnej ochrany
- odborná príprava preventívárov požiarnej ochrany obcí

Poskytujeme odbornú poradenskú činnosť

- pri vypracovávaní projektovej dokumentácie riešenia protipožiarnej bezpečnosti stavieb
- analýzy nebezpečenstva vzniku požiaru
- inú poradenskú činnosť v protipožiarnej ochrane

Vykonávame testovanie materiálov podľa nových metód (STN EN 13 501-1)

Organizujeme konferencie, semináre a firemné dni



Technická univerzita vo Zvolene
 Žilinská univerzita v Žiline
 Štátne lesy TANAPu

Medzinárodná vedecká konferencia

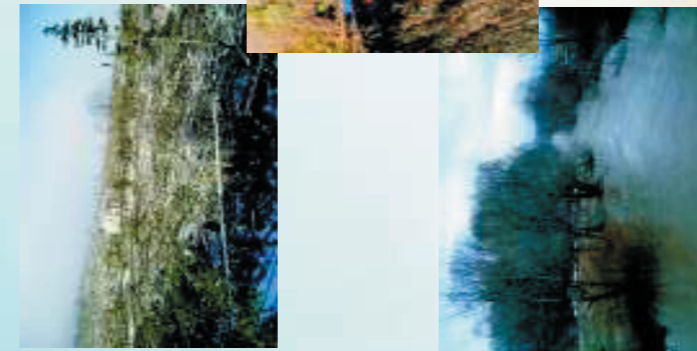
OCHRANA ÚZEMÍ POSTIHNUTÝCH NIČIVÝMI PRÍRODNÝMI POHROMAMI

3 roky po vzniku veľkej kalamity na území
 TANAPského národného parku



Pozvánka

18.-22. November 2007
 Hotel Patria, Vysoké Tatry
 Slovenská republika



Kontaktné osoby:

Ing. **Andrea Majlingová**, PhD.
 Katedra protipožiarnej ochrany
 Drevárska fakulta
 Technická univerzita vo Zvolene, T.G.Masaryka 24,
 960 53 Zvolen
 Slovenská republika
 e-mail: amajling@vst.tuzvo.sk
 www.tuzvo.sk

Ing. **Ingrid Ponce**

Katedra požiarneho inžinierstva
 Fakulta špeciálneho inžinierstva
 Žilinská univerzita v Žiline, Ul. 1. mája 32, 010 26 Žilina
 Slovenská republika
 e-mail: ponce@fsi.uniza.sk
 www.uniza.sk

Redakčná rada časopisu DELTA // Editorial Board of DELTA Journal

Predseda redakčnej rady // Editor in Chief

prof. Ing. Anton Osvald, CSc., Slovenská republika // Slovak Republic

Členovia redakčnej rady // Members of Editorial Board

prof. Ing. Karol Balog, PhD., Slovenská republika // Slovak Republic

dr. hab. inz. Zoja Bednarek, Poľská republika // Poland

pplk. Ing. Milan Belo-Caban, Slovenská republika // Slovak Republic

prof. Dr. János Bleszity, CSc., Maďarská republika // Hungary

doc. Dr. Ing. Aleš Dudáček, Česká republika // Czech Republic

plk. Ing. Jaroslav Flachbart, Slovenská republika // Slovak Republic

Ing. Michal Gašper, Slovenská republika // Slovak Republic

doc. Ing. Milan Oravec, PhD., Slovenská republika // Slovak Republic

plk. Ing. Jozef Paluš, Slovenská republika // Slovak Republic

prof. Ing. Pavol Poledňák, PhD., Slovenská republika // Slovak Republic

Ing. Róbert Poór, PhD., Slovenská republika // Slovak Republic

plk. Ing. Ján Rešetár, Slovenská republika // Slovak Republic

prof. Ing. Ján Tuček, CSc., Slovenská republika // Slovak Republic

Dr.h.c.mult. prof. Ing. Juraj Sinay, DrSc., Slovenská republika

// Slovak Republic

Ing. Pavel Vaniš, CSc., Česká republika // Czech Republic

prof. Ing. Ján Zelený, CSc., Slovenská republika // Slovak Republic

Výkonní redaktori // Executive Editors

doc. RNDr. Danica Kačíková, PhD., Slovenská republika // Slovak Republic

Ing. Ludmila Tereňová, PhD., Slovenská republika // Slovak Republic

Technický redaktor // Technical Editor

PhDr. Eva Fekiačová, Slovenská republika // Slovak Republic

Vydavateľ // Editor

Katedra protipožiarnej ochrany // Department of Fire Protection

Drevárska fakulta // Faculty of Wood Science and Technology

Technická univerzita vo Zvolene // Technical University in Zvolen

T. G. Masaryka 24 // T. G. Masaryka 24

960 01 Zvolen // 960 01 Zvolen

Slovenská republika // Slovak Republic

Tel.: +421 45 5206 829

e-mail: kacikova@vsld.tuzvo.sk, terenova@vsld.tuzvo.sk

Tlač // Print

Technická univerzita vo Zvolene // Technical University in Zvolen

T. G. Masaryka 24 // T. G. Masaryka 24

960 01 Zvolen // 960 01 Zvolen

Slovenská republika // Slovak Republic

Vychádza 2-krát ročne. // Published twice in year.

Cena výtlačku je 150 SKK. // Journal price is 150 SKK.

Ročné predplatné je 250 SKK. Objednávky prijíma redakcia.

// The subscription rate for year is 250 SKK. Order forms should

be returned to the editorial office.

ISSN 1337-0863

Obsah/Content

Príhovor // Preface

Prítomnosť a budúcnosť nového vedecko-odborného periodika

– Kačíková, Tereňová

2

Vedecké a odborné články // Scientific and expert papers

Plynové stabilné hasiace zariadenia novej generácie

– Böhmer

Možnosti využitia holografickej interferometrie v odbore ochrana pred požiarmi

– Mihalík

Analýza rizík násilných činov v multifunkčných centrách so zameraním na deštruktívne útoky

– Ščurek

Skúsenosti z praxe pri stanovení spalného tepla stavebných výrobkov podľa STN EN ISO 1716: 2003

– Bernát

Prchavé produkty termickej degradácie dreva

– Bubeníková, Velková

Produkty horenia v gumárenskom priemysle a ich toxicita

– Adamička

Fire Protection Options for Concrete Tunnel Linings

– Clement, Zámečník

Súčasná drevostavba z hľadiska protipožiarnej bezpečnosti

– Tereňová

3

6

11

15

18

21

24

30

Predstavujeme Vám... // We are introducing to you...

10 rokov KPO

– Osvald

34

Uskutočnené podujatia // Conducted events

Teplá Oheň-Materiály 2007: Zhodnotenie, postrehy a odporúčania

– Kačíková

Oslavy hasičstva a založenia KPO DF TU vo Zvolene

– Chromek

35

38

Dobrovoľná požiarňa ochrana // Volunteer Fire Service Informácia zo zasadnutia valného zhromaždenia DPO

– Osvald

40

Štúdium a ďalšie vzdelávanie // Study and further education

Odborná príprava na Katedre protipožiarnej ochrany DF TU vo Zvolene

– Mračková

Integrovaná priemyselná bezpečnosť: II. Obsah a poslanie

– Zelený

Štandardizácia nových diagnostických prostriedkov a ich aplikácia do praxe prinesie komplexnejší obraz o telesnej pripravenosti hasičov pre zásahovú činnosť

– Polakovič

41

43

46

PRÍTOMNOSŤ A BUDÚCNOSŤ NOVÉHO PERIODIKA

Držite v rukách druhé tohtoročné číslo nového vedecko-odborného periodika Delta. Veríme, že si v ňom nájdete zaujímavé informácie v pravidelných rubrikách a uverejnené vedecké a odborné príspevky budú pre Vás minimálne inšpiráciou na napísanie Vášho vlastného článku dotýkajúceho sa problematiky, ktorou sa zaoberáte. Ak sa Vám nedostalo do rúk prvé číslo, môžete si ho prečítať v Slovenskej lesníckej a drevárskej knižnici vo Zvolene, alebo si ho objednať na adrese redakcie.

Prvé číslo časopisu, tematicky venované požiarnej odolnosti a zmenám materiálov vystaveným účinkom ohňa a požiaru, bolo distribuované členom Redakčnej rady časopisu, všetkých prispievateľom, sponzorom, účastníkom 1. medzinárodného sympózia Teplo-Oheň-Materiály 2007 a viacerým organizačným súčastiam HaZZ Slovenskej republiky. Medzi pozitívne ohlasy na vydávanie nového periodika s tematikou blízkou „požiarnemu a bezpečnostnému inžinierstvu“ môžeme považovať objednávky na nasledujúce čísla časopisu ako aj objednávky reklamy, ale najmä záujem o publikovanie v našom časopise nielen zo Slovenska, ale aj zo zahraničia.

Veľmi nás potešilo, že ste nám po prečítaní prvého čísla časopisu poslali viacero zaujímavých článkov. Redakčná rada vyberala z nich, ale aj z príspevkov, ktoré po odznení na vedecko-odborných podujatiach organizovaných Technickou univerzitou v uplynulých dvanástich mesiacoch, odporučili ich vedecké výbory. Tým sa snažíme prispieť k rozširovaniu nielen odborných, ale aj vedeckých poznatkov týka-

júcich sa riešenia problematiky protipožiarnej prevencie, represie a termickej stability materiálov medzi širokú odbornú verejnosť. Vedecké a odborné články, ktoré odporučili recenzenti, si máte možnosť prečítať. Ďalšie odporučené príspevky budú zaradené do nasledujúcich čísel.

Pre tretie číslo časopisu Redakčná rada schválila ako hlavné tematické zameranie lesné požiare, termickú degradáciu dreva a požiaru odolnosť drevených konštrukcií. Stále máte možnosť poslať príspevky týkajúce sa hlavne praktických skúseností s represiou v oblasti lesných a prírodných požiarov.

Aké bude zameranie nasledovných čísel časopisu, môžete rozhodnúť aj Vy. Posielajte nám aktuálne vedecko-odborné články, stručné oznámenia o uskutočnených alebo pripravovaných podujatiach, o ktorých by ste chceli informovať pracovníkov v školstve, skúšobniach a HaZZ, ale taktiež návrhy námetov, ktoré by bolo potrebné a vhodné spracovať. Nezabudnite na to, že na stránkach nášho časopisu máte možnosť predstaviť aj osobnosti z Vášho okolia a medzinárodnú spoluprácu v stredoeurópskom regióne. Tým aj Vy aktívne prispějete k neustálej výmene informácií, bez ktorej nie je nie je možný pokrok v žiadnej ľudskej činnosti.

doc. RNDr. Danica Kačíková, PhD.
Ing. Ľudmila Tereňová, PhD.
výkonné redaktorky

PLYNOVÉ STABILNÉ HASIACE ZARIADENIA NOVEJ GENERÁCIE

Ing. Miloš Böhmer

Abstrakt. Plynové stabilné hasiace zariadenia predstavujú čoraz významnejší prvok komplexného zabezpečenia osôb a majetku. Súčasný trend spoločnosti smeruje k zvyšovaniu koncentrácie hodnôt v obmedzenom priestore. Z uvedeného dôvodu sa neustále zvyšuje ohrozenie osôb aj majetku a spoločnosť sa stáva zraniteľnejšou. Z dôvodu zvyšujúceho sa dôrazu aj na ochranu klimatických podmienok atmosféry a životného prostredia je nutné hľadať hasiace látky s vysokým hasiacim účinkom, ale bez nepriaznivých lokálnych vplyvov na zdravie osôb v hasenom priestore, ako aj bez nepriaznivých globálnych vplyvov na životné prostredie.

ÚVOD

Štatistiky ukazujú, že viac ako 70 % spoločností, ktoré sa stali obeťou vážneho požiaru, museli ukončiť svoju činnosť do troch rokov od incidentu z dôvodu finančných problémov, z dôvodu straty trhu a zákazníkov.

Dôležitým prvkom prevencie je časový úsek medzi detekciou požiaru a zásahom. Čím je časový úsek kratší, tým viac je možné obmedziť priame a nepriame škody.

Hasiaci systém môže požiar uhasiť už v začiatkovej fáze alebo dokonca zabrániť jeho vzniku. Menovite v spoločnostiach s vysokými rizikami (cenné materiály, vysoké straty z prerušenia prevádzky, nebezpečie výbuchu a pod.) má záchrana ich existencie neoceniteľnú hodnotu.

Desiatky rokov boli kyslíčnik uhličitý (CO₂) a halóny prakticky jediné známe hasiace plyny.

CHEMICKÉ HASIACE PLYNY

Halón 1211 (CF₂ClBr) a Halón 1301 (CF₃Br) boli prvé celosvetovo rozšírené chemicky pôsobiace hasiace plyny. Tieto plyny však spôsobujú znižovanie obsahu ozónu v stratosfére, a preto z dôvodu ochrany ozónovej vrstvy bolo rozhodnuté v rámci Montrealského protokolu z roku 1987 a následných medzinárodných dohôd o ich postupnej náhrade. Okrem špeciálnych strategických prípadov (letectvo, armáda, jadrová energetika) sa už v súčasnosti halóny nesmú v medzinárodnom meradle používať na protipožiaru ochranu. Vo väčšine krajín nie je už dovolené ani opätovné plnenie halónových hasiacich zariadení.

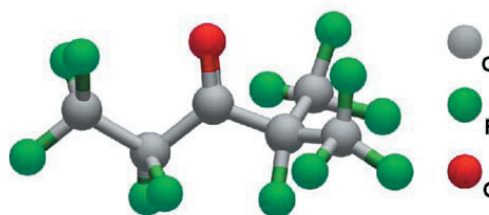
V rámci EÚ sa museli všetky halónové hasiace zariadenia vyradiť z prevádzky do 31. 12. 2003, v SRN boli vyradené z prevádzky už k 1. 1. 1994.

V polovici 90-tych rokov sa ako náhrada halónov začali používať halogenizované uhľovodíky, ktoré už nespôsobujú redukciu ozónu

a majú teda nulovú hodnotu faktora ODP (ozone depletion potential). Ide o látky zo skupiny fluórovaných a perfluórovaných uhľovodíkov. Známe hasiace plyny zo skupiny fluórovaných uhľovodíkov sú napríklad HFC 227ea (C₃F₇H, obchodné názvy: FM 200™, FE227, atď.) alebo HFC 125 (C₂F₅H).

Avšak všetky tieto plyny prispievajú ku skleníkovému efektu; všetky majú hodnotu faktora globálneho oteplenia GWP (global warming potential) vysoko nad 2000, čo znamená, že prispievajú ku skleníkovému efektu o vyše 2000 krát viac ako oxid uhličitý. Opatrenia na ochranu pred globálnym oteplením, schválené v dohode z Kjóta, teda výrazne obmedzujú aj používanie halogenizovaných uhľovodíkov.

V roku 2003 uviedla firma 3M pod obchodným označením 3M™ Novec™ 1230 Fire Protection Fluid na trh nový chemicky pôsobiaci hasiaci plyn, ktorý nepatrí do žiadnej z obidvoch vyššie uvedených skupín. Ide o fluorizovaný ketón s chemickým vzorcom CF₃CF₂C(O)CF(CF₃)₂, ktorý pri rôznych testoch preukázal svoj hasiaci účinok a vhodnosť na ochranu miestností. V príslušnej smernici ISO 14520 je uvedený pod označením FK-5-1-12. Vyznačuje sa nielen nulovou hodnotou parametra ODP, ale aj hodnotou GWP približne 1, čo znamená, že k skleníkovému efektu neprispieva viac ako CO₂.



Obrázok 1: Chemická štruktúra látky Novec™ 1230 Fire Protection Fluid

Tieto vlastnosti umožňujú kategorizáciu hasiacich plynov s chemickým pôsobením podľa generácií, uvedených v tabuľke 1.

Tabuľka 1: Generácie chemických hasiacich plynov

	1. generácia	2. generácia	3. generácia
Environmentálne parametre	ODP > 0 GWP >> 0	ODP = 0 GWP >> 0	ODP = 0 GWP ≈ 1
Plyny (výber)	Halón 1211 Halón 1301 NAF S III	HFC227ea HFC125 HFC23 CEA410	FK-5-1-12 (Novec™ 1230)

VLASTNOSTI LÁTOK

Najdôležitejšie fyzikálne vlastnosti dvoch hasiacich látok HFC227ea a Novec™ 1230 sú zhrnuté v nasledujúcej tabuľke 2.

Tabuľka 2: Dôležité materiálové vlastnosti najdôležitejších chemických hasiacich plynov

Obchodný názov	HFC227ea	Novec™ 1230
Chemický vzorec	C_3F_7H	$CF_3CF_2C(O)CF(CF_3)_2$
Fyzikálne skupenstvo	plynné	kvapalné
Molekulová hmotnosť	170	316.04
Bod varu [°C]	-16.4	49.2
Tlak pár pri 25 °C [bar]	4.05	0.4
Hustota plynu pri 25 °C [kg/m ³]	7.3	13.6
Hustota kvapaliny pri 25 °C [kg/m ³]	1'480	1'600
Viskozita kvapaliny pri 25 °C [mPa·s]	0.184	0.52

Hlavným rozdielom medzi látkou Novec 1230 a všetkými doteraz používanými hasiacimi plynmi s chemickým pôsobením je skutočnosť, že Novec 1230 je pri štandardných podmienkach prostredia (tlak: 1,013 bar, teplota: 25 °C) kvapalný. Novec 1230 má bod varu až pri teplote 49,2 °C.

Vysoká hodnota bodu varu má veľa výhod; napr. umožňuje leteckú dopravu látky Novec 1230 vo vhodných umelohmotných nádobách bez pretlaku. Novec 1230 sa však musí pri aplikácii („zaplavení“) dostať do chránenej oblasti v plynnom skupenstve. Preto treba zabezpečiť odparovanie tohto pri normálnych podmienkach okolia kvapalného plynu. Na pochopenie, prečo sa môže skvapalnený plyn vôbec odparovať, si možno pomôcť porovnaním s horúcou vodou pri teplote asi 80 °C. Ak sa táto horúca voda jemne rozptýli v podobne teplej miestnosti, tak sa rýchlo úplne odparí a to na základe malého rozdielu voči bodu vyparovania a na základe veľkého špecifického povrchu kvapiek pri jemnom rozptýlení.

Pre odparovanie látky Novec 1230 je preto dôležité, aby bol kvapalný plyn do chráneného priestoru jemne rozptýlený. Interné testy spoločnosti Siemens ukázali, že dostatočne jemné rozptýlenie možno dosiahnuť pri tlaku v tryskách viac ako 10 barov.

Pozorované dĺžky prúdov, t. j. vzdialenosti medzi výstupom trysky a odparovaním kvapiek, mali veľkosť 2–3 m.



Obrázok 2: Vypustenie látky Novec™ 1230 Fire Protection Fluid

V súčasnosti často používané nižšie tlaky v tryskách pre fluorované uhľovodíky (až do 4 bar) sú nedostatočné. Aby bolo možné zaručiť tlak v tryskách 10 barov aj pri zložitejších štruktúrach rozvodnej potrubnej siete, spoločnosť Siemens sa rozhodla používať

systémový tlak (tlak v zásobníkoch hasiacej látky) 42 barov.

ENVIRONMENTÁLNE PARAMETRE

V tabuľke 3 sú uvedené environmentálne parametre látok HFC227ea a Novec™ 1230. Krátka životnosť niekoľkých dní v atmosfére (ALT = atmospheric lifetime) a hodnota GWP = 1 charakterizujú Novec™ 1230 ako chemicky pôsobiaci hasiaci plyn tretej generácie.

Tab. 3: Environmentálne parametre látok Novec™ 1230 a HFC227ea

Environmentálne parametre	HFC227ea	Novec™ 1230
Hodnota ODP	0	0
Hodnota GWP	2'900	1
ALT	36 rokov	5 dní

HASIAČE VLASTNOSTI

Tak ako u všetkých hasiacich prostriedkov s chemickým pôsobením je efekt hasenia založený na kombinácii viacerých procesov.

V prvom rade sa v horúcej zóne plameňa rozkladajú molekuly hasiacej látky na svoje jednotlivé zložky, teda atómy. Podľa fyzikálnych zákonov platných pre plyny pritom nastáva x-násobné zväčšenie objemu („x“ znamená počet atómov), a tým redukcia lokálnej koncentrácie kyslíka v zóne plameňa. Rozpad molekúl teda vedie k inertizácii.

Okrem toho rozklad molekúl odoberá z plameňa energiu, a tým ho chladí.

Z uvedeného je zrejmé, že hasiaci účinok takzvaných chemicky pôsobiacich hasiacich látok je väčšinou fyzikálnej povahy. Pretože je molekula Novec™ 1230 veľmi ťažká a pozostáva z 19 atómov, je príspevok prvého efektu veľký. HFC227ea tiež pozostáva z jedenástich atómov. To vedie k relatívne nízkym projektovaným koncentráciám

chemických hasiacich plynov, ktoré sú medzi 7 a 9 % obj. pre HFC227ea a medzi 5 a 6 % obj. pre Novec™ 1230. Podrobnejšie špecifikácie sa dajú nájsť v predpisoch VdS 2381, ISO 14520 alebo NFPA 2001. Potrebné projektované koncentrácie sú určené analogicky metódami pre prírodné plyny (Pozri tabuľku 4).

Tabuľka 4: Projektované koncentrácie pre Novec™ 1230 a N₂/zvyškový O₂

Trieda horenia	Novec™ 1230	Dusík/zvyškový O ₂
Trieda A	4,6 % obj.	39,0 % / 12,7 % obj.
Trieda B	5,9 % obj.	43,7 % / 11,7 % obj.
Electronické riziká	5,6 % obj.	41,5 % / 12,2 % obj.

Tak ako u všetkých hasiacich prostriedkov s chemickým pôsobením, ktoré obsahujú atómy fluóru (teda aj u všetkých fluorizovaných uhľovodíkov), sa aj pri hasení látkou Novec 1230 alebo HFC 227ea vytvárajú rekombináciou v zóne plameňa molekuly kyseliny fluorovodíkovej (molekuly HF). Táto je korozívna a pri príliš veľkej koncentrácii v dýchanom vzduchu poškodzuje po určitom čase dýchacie cesty. Pre HF je hodnota parametra LC50 (udáva ireverzibilné poškodenie dýchacích ciest po 30-minútovom čase nadýchania) 50 ppm. Nezávislé inštitúcie vykonali porovnávajúce merania tvorby HF počas hasenia s Novec™ 1230. Výsledky referenčných meraní ukazujú, že vytváranie HF v porovnaní s fluórovanými uhľovodíkmi ako HFC 227ea alebo HFC 125 nie je väčšie ale ani v rámci presnosti merania nie je menšie.

Použitie chemických hasiacich látok v chránených úsekoch s častou prítomnosťou osôb by malo byť v každom prípade obmedzené tam, kde je očakávané riziko veľkých plameňov pri začiatku procesu zaplavovania (trieda horenia B). Požiarna signalizácia s rýchlou reakciou a odolnosťou proti rušeniam je nevyhnutná pre dodržanie čo najnižšieho vytvárania HF. Navyše, je všeobecne doporučované obmedziť riziko rýchlo sa šíriacich požiarov, ako je horenie kvapalín, pomocou prírodných plynov namiesto chemických hasiacich plynov. Naopak, riziká v elektronike, ako pomaly sa šíriace požiare, môžu byť zvládnuté chemickými hasiacimi plynmi veľmi dobre. Niektoré príklady:

- Miestnosti s výpočtovou technikou
- Telekomunikačné zariadenia
- Riadiace miestnosti
- Rozvodne
- Zdvojené podlahy s káblami

Predpísaný čas zaplavenia 10 sekúnd (v porovnaní s 60 až 120 sekundami pre prírodné plyny) umožňuje požadované rýchle hasenie.

TOXICITA

Hodna NOAEL (No Observed Adverse Effect Level) látky Novec™ 1230 je nad používanými koncentraciami, čo znamená, že hasiaca látka nepredstavuje žiadne riziko pre osoby v chránenom priestore. Napriek tomu, chránený priestor má byť pred zaplavením vždy evakuovaný.

Tabuľka 5: Hodnoty toxicity pre Novec™ 1230

	Novec™ 1230
NOAEL % obj.	10
LOAEL % obj.	> 10
LC50 % obj.	> 10

ZÁVER

Látka Novec™ 1230 ponúka alternatívu k prírodným plynom pre aplikácie, kde je skladovací priestor pre hasiacu látku veľmi obmedzený alebo inštalácia pretlakových klapiek by bola veľmi zložitá (nemožná). Na záver treba zdôrazniť, že doteraz nie sú v EU žiadne obmedzenia alebo ich návrhy predaja alebo používania fluórovaných uhľovodíkov (HFCs) v protipožiarnych systémoch.

Literatúra

- [1] Dr. Peter Stahl.: Neue Entwicklungen auf dem Gebiet der chemisch wirkenden Löschgase, S+S Report, VdS Magazin Schadenverhütung + Sicherheitstechnik, Nummer 1, Februar 2004
- [2] 3M™ Novec™ 1230 Fire Protection Fluid, Dry Extinguishing System, System Description, Siemens Building Technologies Ltd. Switzerland
- [3] Novec™ 1230 Fire Protection Fluid, Product Information, 3M Performance Materials Division, St. Paul, MN 55144, -1000
- [4] Siemens Building Technologies: Fire Safety Guide, 1st edition, September 2005

Recenzent: doc. RNDr. Iveta Marková, PhD.

Ing. Miloš Böhmer, Siemens s. r. o. Divízia Building Technologies – Fire Safety, Stromová 9, P.O. Box 96, 837 96 Bratislava, tel: 02/59683160, fax: 02/59683167, e-mail: milos.bohmer@siemens.com

MOŽNOSTI VYUŽITIA HOLOGRAFICKEJ INTERFEROMETRIE V ODBORE OCHRANA PRED POŽIARMÍ

Michal Mihalík

Predmetom článku je problematika zisťovania fyzikálnych a chemických vlastností najnovšími vedeckými metódami a ich aplikácia v praxi. Autor popisuje nový smer v získavaní poznatkov o fyzikálnych a chemických vlastnostiach metódou Holografickej interferometrie.

1 ÚVOD

Rýchly rozvoj vedy a techniky dáva stále väčšie možnosti pre zavádzanie nových vedeckých metód pri riešení úloh v jednotlivých oblastiach života. K najnovším metódam získavania poznatkov fyzikálnych a chemických vlastností patrí metóda Holografickej interferometrie (ďalej len HI).

Nový vývojový smer v optike, ktorý naväzuje na netradičné metódy získavania fyzikálnych a chemických vlastností materiálov. Na začiatku tretieho tisícročia sa holografia stala nedeliteľnou súčasťou vedy a techniky so širokým uplatnením v praxi. Ako nová metóda záznamu trojrozmerných optických predmetov bola objavená v rokoch 1947–48. Názov holografia pochádza z gréckeho slova *holos* – úplný; *grafo* – záznam znamená úplný záznam.

V minulosti bola holografia limitovaná rozvojom elektroniky. Až zavedením vysokokvalitného lasera sa zaznamenal prudký rozvoj tejto vednej oblasti. V HI sa okrem amplitúdy zaznamenáva aj fáza vln vychádzajúcich zo zobrazovaného predmetu.

Interferenciou sa pretransformujú fázové zmeny na zmeny amplitúdové, pretože amplitúda vlny v danom mieste závisí od rozdielu fáz oboch vlnení. Vzniká stacionárne interferenčné pole, ktoré obsahuje informáciu o danom predmete. Toto pole sa uchováva záznamom na špeciálny fotografický materiál s veľkou rozlišovacou schopnosťou a tak vzniká holografický záznam – *hologram*.

Pre praktické využitie holografickej interferometrie je možnosť stáleho záznamu stacionárneho rozdelenia intenzity superponovaných svetelných vln a jeho dodatočné spracovanie rôznymi optickými metódami alebo programom PC. Táto nová metóda je využiteľná pre výskum zmeny štruktúr tuhých horľavých látok pri tepelnom namáhaní, vykonávaní šetrenia zloženia materiálov po tepelnej degradácii v porovnaní s materiálmi, ktoré neboli tepelne namáhané (pôvodné vzorky).

2. ANALÝZA VÝSLEDKOV HOLOGRAFICKEJ INTERFEROMETRIE

Na sledovanie vývoja tvorby dymových spodín horenia sme použili Mach-Zehnderov interferometer. Ako zdroj pre holografickú interferometriu bol použitý laser LA 1001 s vlnovou dĺžkou $\lambda = 0,6328 \cdot 10^{-4}$ m s kontinuálnym osvitom, ktorý má požadovanú časovú a priestorovú koherenciu. Výkon lasera 50 mW zabezpečuje

možnosť záznamu svetelných vln na záznamové prostredie. Pre záznam hologramu bola použitá holografická platňa LP3 ORWO, ktorá bola spracovaná vo vývojke MH-28 v trvaní 10 minút. Po opláchnutí a ustálení v ustaľovači a opätovnom opláchnutí v destilovanej vode bola holografická platňa usušená v laboratórnych podmienkach. Sústava Mach-Zehnderovho interferometra bola umiestnená v laboratóriu, kde je možné upraviť a dodržať potrebné parametre prostredia vhodného na prevedenie meraní touto metódou. Zabezpečenie rovnakej teploty a vlhkosti v priestore laboratória je dané polohou miestnosti. Tlak podľa atmosférických podmienok, ktoré v čase boli merania. Kvôli veľkej citlivosti meracieho systému merania boli vykonávané v čase, keď pohyb v objekte a rôzne pracovné aktivity nemohli narušiť priebeh merania. Chvenie v objekte spôsobené z akýchkoľvek príčin prenosom na skúšobné zariadenie by mohlo spôsobiť odchýlky resp. vznikla by deformácia holografického obrazu. Ku kontrole stability optického zariadenia v danom laboratóriu sa používa doplnkový Michelsonov interferometer. Počas experimentov boli dodržiavané tieto vstupné hodnoty:

Tlak vzduchu P:	98 000 kPa
Teplota prostredia T:	18 °C
Vlhkosť vzduchu H:	64 %

Celé skúšobné zariadenie bolo inštalované na stabilných konštrukciách ťažkých oceľových stolov, ktoré zabezpečovali stabilitu v priebehu meraní. Jednotlivé súčasti Mach-Zehnderovho interferometra boli fyzicky upevnené do oceľových dosiek stolov. V prostrednej časti prvého stola bolo umiestnené skúšobné spaľovacie zariadenie, v ktorom sa vykonávalo spaľovanie skúšobných vzoriek a od ktorého boli odvádzané dymové splodiny horenia do priestoru kade prechádzal pracovný lúč. Pre odvetrávanie dymových splodín horenia bolo vyrobené zariadenie na odvod dymových splodín horenia z priestoru merania. Touto reguláciou otáčok dosiahneme rýchlosť prúdenia dymových splodín horenia v odvetrávacom potrubí takú, aby sme mohli v konečnom dôsledku dosiahnuť laminárne prúdenie. Zároveň v odsávacom potrubí bolo nainštalované regulačné zariadenie pre možnosť plynulej regulácie odvodu dymových splodín horenia, ktoré slúži aj na vytvorenie variability pri experimentálnych pokusoch.

Štúdium mnohých fyzikálnych procesov by sa podstatne zjednodušilo, ak sa podarí vizualizovať pohyb dymových splodín horenia. Na sledovanie dymových polí bola zvolená metóda holografickej interferometrie v reálnom čase, ktorá umožňuje prostredníctvom zaznamenávaného poľa indexu lomu skúmaného prostredia podať ucelený obraz a predstavu o veľkosti a tvare teplotného poľa v danom

čase a následne analyzovať a interpretovať sledovaný jav. Metóda je výhodná tým, že nevyžaduje vstup mechanického snímača (napr. termočlánkov, rôznych miniatúrnych sond) do meracieho priestoru, čím vlastné meranie nie je ovplyvnené stavovými parametrami. Ďalšou výhodou tejto metódy v reálnom čase je možnosť záznamu celého časového priebehu od počiatku ohrevu skúšobného telesa až po jeho vzplanutie.

Cieľom experimentu bolo získanie nových poznatkov o tvorbe dymových spodín horenia dreva v prvej fáze horenia, s využitím novej laboratórnej techniky holografickej interferometrie a výpočtovej techniky, ako aj prúdenia spalín v jednotlivých časových intervaloch od začatia tepelného namáhania skúšobnej vzorky až po dohorenie resp. zahltenie meracieho zariadenia prístroja Dräger X-AM 7 000 zaradeného do výzbroja jednotiek Hasičského a záchranného zboru SR.

Princíp vizualizačnej metódy je založený na tom, že vplyvom ohrevu skúšobná vzorka začína vydeľovať spodiny horenia, ktoré predstavujú optickú nehomogenitu. Pri konštantnom tlaku sa pomeraná hustota plynu mení priamo úmerne so zmenou teploty. Nakoľko index lomu prostredia je funkciou jeho hustoty, procesy spojené so zmenou teploty sú charakterizované zmenou indexu lomu, čo sa následne prejaví zmenou alebo vytvorením interferenčných prúžkov. Svetelná vlna, ktorá prechádza cez takéto transparentné prostredie sa deformuje.

Stanovenie veľkosti indexu lomu v rôznych miestach prostredia umožňuje stanoviť jeho hustotu a tým aj koncentráciu. Pre sledovanie tvorby dymových spodín horenia boli použité skúšobné vzorky s rozmermi $50 \times 25 \times 7$ mm. Interferometrické zviditeľňovanie dymových polí bolo zamerané predovšetkým na rýchlosť tvorby koncentrácie spodín horenia na povrch skúšobného telesa vplyvom ohrevu. Pre vizualizáciu bol použitý Mach-Zehnderov interferometer nastavený na nekonečnú šírku prúžkov.

Ako skúšobné vzorky boli použité drevy: buk, dub, jaseň, smrek, topol a drevotrieska. Skúšobná vzorka bola vložená do priestoru spaľovne a uložená na mriežku nad zdrojom tepelného žiarenia. Ako zdroj tepla použitý laboratórny kahan, ktorý v priestore spaľovne zabezpečoval rovnaký tepelný gradient. Plameň kahana priamo pôsobil na spodnú plochu skúšobnej vzorky zo vzdialenosti 20 mm, čím spôsoboval tepelnú degradáciu tejto časti vzorky a zároveň prenosom spôsoboval postupné nahrievanie celej skúšobnej vzorky. Meranie sa pri každom experimentálnom pokuse začínalo 30 sekúnd od začiatku pôsobenia plameňa na skúšobnú vzorku a bolo odčítavané po každých 30 sekundách až do času zahltenia meracieho prístroja meranými spalínami. Počas vykonávania jednotlivých experimentov so skúšobnými vzorkami boli merané teplota v priestore spaľovne, koncentrácia CO, CO₂, NH₃, Cl₂ a CH₄. Na meranie koncentrácie dymových spodín horenia bol použitý prístroj Dräger X-AM 7000, ktorý sa využíva pri zisťovaní nebezpečných plynov v HaZZ. Z každého druhu skúšobnej vzorky bolo vykonaných 10 experimentálnych pokusov, z ktorých boli vypočítané priemerné hodnoty pre danú skúšobnú vzorku. Následne získané hodnoty boli zaznamenané do tabuliek. Keďže prístroj na meranie plynových spodín horenia bol schopný zaznamenávať hodnoty do určitých koncentrácií časovo boli merania ohraničené časom „zahltenia“ prístroja.

Výsledkom holografickej analýzy vizualizácia holografického záznamu dymových spodín horenia v jednotlivých časových úsekoch. Hlavným merítkom je závislosť odklonu pracovného lúča pri prechode cez nehomogenitu a uhol ktorý vytvorí ukazuje hustotu dymových spodín horenia v danom časovom úseku. Po odčítaní uhlov, ktoré sú viditeľné na jednotlivých holografických obrázkoch a vytvorení tabuľky s hodnotami jednotlivých uhlov bol vypočítaný priemer uhlov a tento sa v ďalšom využíval pre vyhodnocovacie grafy.

2. CHEMICKÁ ANALÝZA

Pri chemickej analýze vykonávanie jednotlivých experimentov so skúšobnými vzorkami bola meraná teplota v priestore spaľovne a koncentrácia CO, CO₂, NH₃, Cl₂ a CH₄. Na meranie koncentrácie dymových spodín horenia bol použitý prístroj Dräger X-AM 7000, ktorý sa využíva pri zisťovaní nebezpečných plynov v jednotkách Hasičského a záchranného zboru SR. V experimente sa z každého druhu skúšobných vzoriek použilo 10 vzoriek. Výsledky jednotlivých meraní boli zaznamenávané do tabuliek a z nich sa v závere vypočítali priemerné hodnoty pre danú vzorku. Grafické znázornenie je uvedené v Prílohách pre každú skúšobnú vzorku.

3. SKÚŠOBNÁ VZORKA BUK

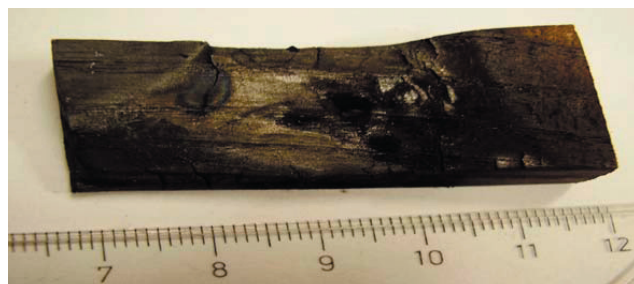
Skúšobná vzorka buk je ako jeden z najčastejšie sa využívajúcich drevných hmôt v stavebníctve a nábytkárskom priemysle.

Rozmery skúšobnej vzorky $55 \times 25 \times 7$ mm.

3.1 VYHODNOTENIE HOLOGRAFICKÝCH INTERFEROMETRIÍ SKÚŠOBNEJ VZORKY BUK

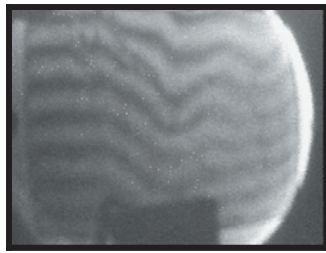


a) pred pokusom

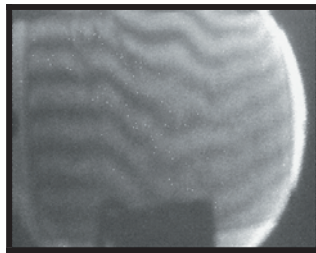


b) po ukončení pokusu

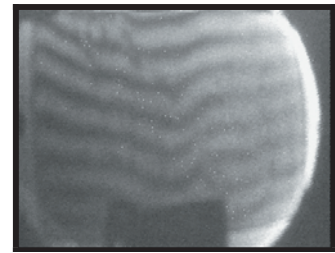
Obrázok č. 1 Skúšobná vzorka buk



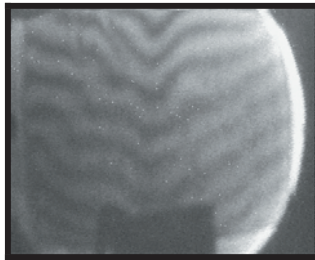
Čas merania 30 sekúnd



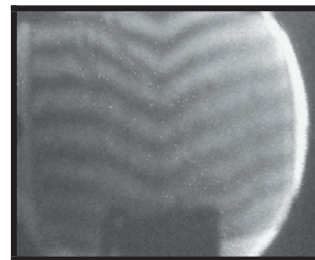
čas merania 60 sekúnd



čas merania 90 sekúnd



čas merania 120 sekúnd



čas merania 150 sekúnd

Obrázok č. 2 Holografické interferogramy znázorňujúce lom interferenčných lúčov v 30 sekundových časových intervaloch

Tabuľka č. 1 Tabuľka časov, teplôt, spriemerovaných uhlov odchýlok interferenčných prúžkov, koncentrácie vydelovaných plynných produktov horenia CO, CO₂, NH₃, Cl₂ a CH₄, vstup pre program STATISTIKA pre skúšobnú vzorku buk

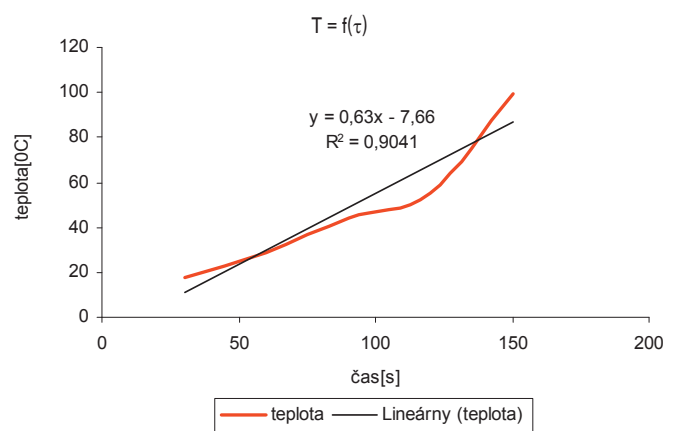
Č. m.	Čas [s]	T [°C]	Priemer uhlov [°]	Koncentrácia									
				CO		CO ₂		NH ₃		Cl ₂		CH ₄	
				[ppm]	[%]	[ppm]	[%]	[ppm]	[%]	[ppm]	[%]	[ppm]	[%]
1.	30	17,7	25,7047	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.A ₁	60	29,0	36,2652	16	0,0016	12000	1,2	2	0,0002	0	0	0	0
3.	90	44,2	44,1458	32	0,0032	23000	2,3	2	0,0002	0	0	0	0
4.	120	55,2	61,6936	54	0,0054	25000	2,5	2	0,0002	0	0	0	0
5.A ₂	150	99,1	62,6256	77	0,0077	28000	2,8	7	0,0007	0	0	0	0

Na jednotlivých hologramových interferometroch je znázornený priebeh postupného narastania strmosti uhlov pracovného lúča pri prechode cez nehomogenitu. Strmosť uhla je daná hustotou koncentrácie dymových splodín horenia v danom časovom intervale horenia skúšobnej vzorky. Z tabuľky č. 1 je zrejme, že sa líši od tabuľky č. 1 v chemickej analýze, pretože pri chemickej analýze neboli merané hodnoty uhlov lomu intrerferenčného lúča.

Podmienky pre merania v prostredí laboratória počas celého experimentu pri skúšobnej vzorky buk boli:

Teplota prostredia: 18 °C
 Vlhkosť vzduchu: 64 %
 Tlak vzduchu: 98000 Pa

Znázornenie priebehu rastu teploty (t) v závislosti od času (τ horenia skúšobnej vzorky buk (Graf č. 1).



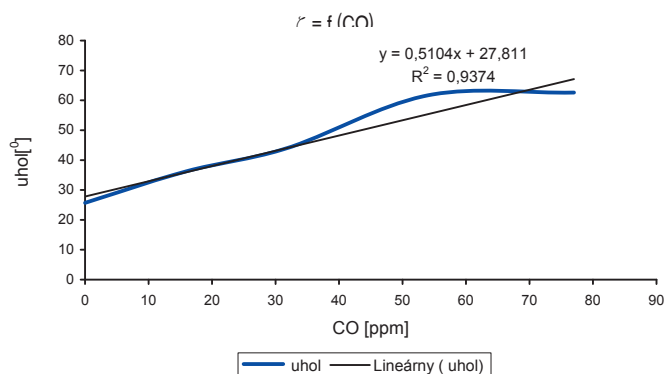
Graf č. 1 Grafické znázornenie závislosti tepla na čase horenia skúšobnej vzorky

Rovnica regresie grafu závislosti $t = f(\tau)$:

$$y = 0,63 \cdot x - 7,66 \quad (1)$$

Rovnica spoľahlivosti R^2 :

$$R^2 = 0,9041 \quad (2)$$



Graf č. 2 Grafické znázornenie závislosti uhla lomu interferenčného lúča na koncentrácii CO

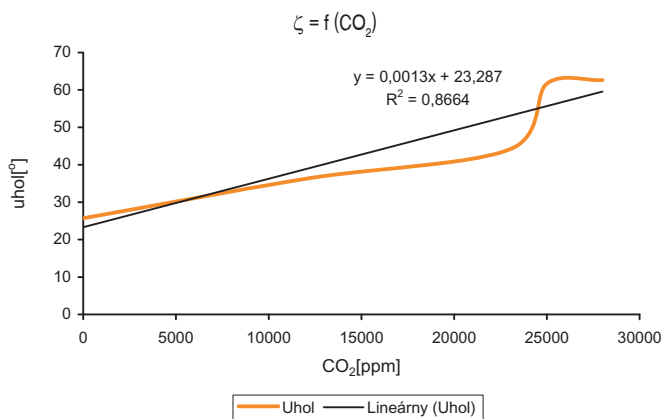
Znázornenie zmeny uhla interferenčného lúča pri prechode cez nehomogenitu v závislosti od rastu koncentrácie CO, CO₂ a NH₃ pri meraní v daných časových intervaloch počas horenia skúšobnej vzorky buk (graf č. 2, 3 a 4).

Rovnica regresie grafu závislosti uhla $\zeta = f(\text{CO})$:

$$y = 0,5104 \cdot x + 27,811 \quad (3)$$

Rovnica spoľahlivosti R^2 :

$$R^2 = 0,9374 \quad (4)$$



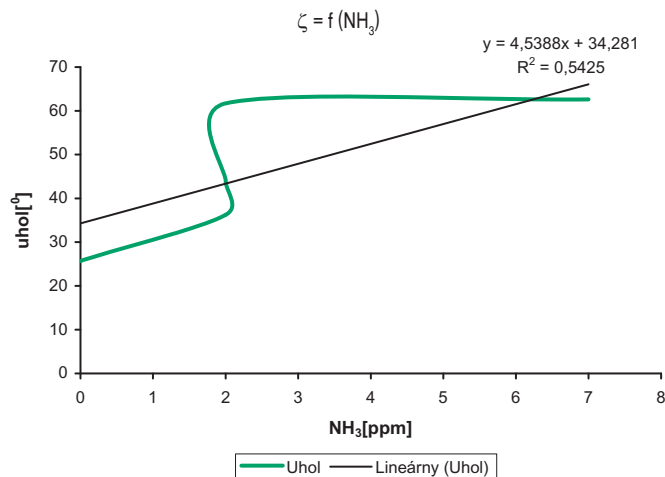
Graf č. 3 Grafické znázornenie závislosti uhla lomu interferenčného lúča na koncentrácii CO₂

Rovnica regresie grafu závislosti uhla od koncentrácie CO: $\zeta = f(\text{CO}_2)$

$$y = 9,927 \cdot x + 16306 \quad (5)$$

Rovnica spoľahlivosti R^2 :

$$R^2 = 0,8664 \quad (6)$$



Graf č. 4 Grafické znázornenie závislosti uhla lomu interferenčného lúča na koncentrácii

Rovnica regresie grafu závislosti uhla od koncentrácie NH₃: $\zeta = f(\text{NH}_3)$

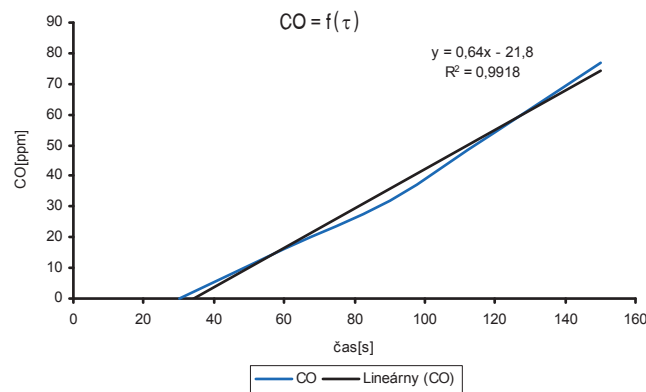
$$y = 4,5388 \cdot x + 34,281 \quad (7)$$

Rovnica spoľahlivosti R^2 :

$$R^2 = 0,5425 \quad (8)$$

Vyhodnotenie holografických interferometrií

Po vložení skúšobnej vzorky buk na mriežku spaľovacej pece bol priebeh vydeľovania dymových spodín horenia v prvom meraní po 30 sekundách nulový vo všetkých ukazovateľoch. Po 60 sekundách pri teplote 29 °C boli namerané prvé hodnoty v ukazovateľoch CO, CO₂ a NH₃. V priebehu 90 sekúnd od uloženia na zdroj zapálenia sa skúšobná vzorka buk vznietila v spodnej časti, kde na jej povrch priamo pôsobil plameň tepelného zdroja a celý povrch skúšobnej vzorky bol zachvátený v čase 180 s od začiatku skúšky. Vzorka sa vplyvom tepelného namáhania vznietila a proces horenia mal veľmi rýchly priebeh. Na grafoch č. 25, 26 a 27 je graficky znázornený priebeh vývinu koncentrácie CO, CO₂ a NH₃ v meraných časových intervaloch skúšobnej vzorky buk.



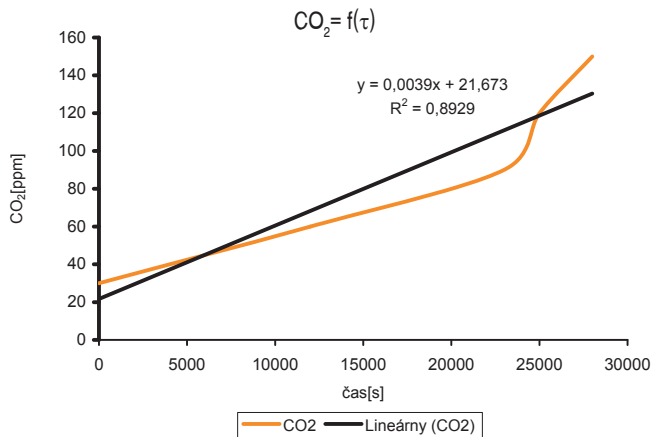
Graf č. 5 Grafické znázornenie závislosti koncentrácie CO na čase horenia skúšobnej vzorky buk

Rovnica regresie grafu závislosti CO = $f(\tau)$:

$$y = 0,64 \cdot x - 21,8 \quad (9)$$

Rovnica spoľahlivosti R^2 :

$$R^2 = 0,9918 \quad (10)$$



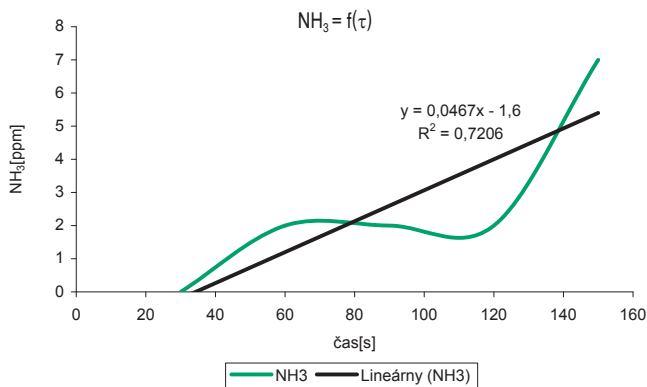
Graf č. 6 Grafické znázornenie závislosti koncentrácie CO_2 na čase horenia skúšobnej vzorky buk

Rovnica regresie grafu závislosti $\text{CO}_2 = f(\tau)$:

$$y = 0,00039 \cdot x - 21,673 \quad (11)$$

Rovnica spoľahlivosti R^2 :

$$R^2 = 0,8929 \quad (12)$$



Graf č. 7 Grafické znázornenie závislosti koncentrácie NH_3 na čase horenia skúšobnej vzorky buk

Rovnica regresie grafu závislosti $\text{NH}_3 = f(\tau)$:

$$y = 0,0467 \cdot x - 1,6 \quad (13)$$

Rovnica spoľahlivosti R^2 :

$$R^2 = 0,7206 \quad (14)$$

Krivka nárastu vývinu dymových spodín horenia je strmá, vzhľadom na schopnosť meranej skúšobnej vzorky vydeľovať tieto spodiny v procese tepelnej degradácie materiálu. Po ukončení skúšky na skúšobnej vzorke BUK boli jasne viditeľné plameňom poškodenia na celom povrchu materiálu. Vhodnosť použitia skúšobného spaľovacieho zariadenia v zostave holografického variantu Mach-Zehnderovho interferometra pre použitie vo výskume sú:

- možnosť merania vývoja dymových spodín horenia od začiatku tepelnej degradácie skúšobných vzoriek;
- možnosti merania a porovnávania meraní s klasickými metódami merania hustoty dymových polí;

- možnosť modelovaného skúmania rýchlosti prúdenia dymových polí ako v horizontálnom, tak aj vo vertikálnom smere v objektoch;
- skúmanie koncentrácie dymových polí;
- možnosti merania teplotných zón v dymových poliach;

Holografická interferometria umožňuje rekonštrukciu záznamov pri zisťovaní vzniku a rozvoja požiaru u tuhých materiálov.

K nedostatkom holografickej interferometrie patria:

- veľká citlivosť na otrasy a chvenie;
- defekty môžu nastať aj pri veľkej prašnosti;
- v súčasnosti použiteľné pre laboratórne výskumné účely.

4. ZÁVER

V odbore protipožiarna ochrana vzhľadom na široké spektrum vedných odborov, ktoré využíva je možné uplatniť holografickú interferometriu pri skúmaní degradácie materiálov pri pôsobení tepla, počiatkový vývoj dymových spodín horenia, deformácie, ktoré vznikajú pri horení materiálov, prúdenie hasebných látok, procesy hasenia požiaru, rozvoj požiaru, hasenie požiaru, konvekcia plynov pri požiaru a mnohé ďalšie fyzikálne procesy, ktoré vznikajú pri horení materiálov. Výhodou práce metódou holografickej interferometrie je, že do fyzikálnych procesov nezasahujú žiadne snímače, ktoré by mohli narúšať priebeh tohto procesu. Priestorové znázornenie niektorých fyzikálnych procesov umožní oveľa rýchlejšie pochopiť tieto procesy a ukáže cestu pre kvalitnejšie využitie v praxi.

Holografická interferometria patrí v súčasnosti medzi moderné fyzikálne metódy, ktoré majú na celkový vývoj vedných odborov významný vplyv. Perspektíva je ako v teoretickej vedecko výskumnej činnosti, tak aj v praktickej oblasti.

V experimentálnej práci sa podarilo počas experimentov v laserovom laboratóriu uplatniť metódy holografickej interferometrie na sledovanie vývoja dymových spodín horenia jednotlivých skúšobných vzoriek. Experiment nezahŕňal len vytvorenie hologramov, ale súčasne bola robená aj ich analýza s využitím softwaru VIBRA2, ktorý uľahčil a skrátil zdĺhavosť výpočtov pri analýze. Navyiac súčasne s programom holografickej interferometrie bola vykonaná chemická analýza dymových spodín horenia s pomocou v praxi používaného analyzátoru dymu. Výstupom experimentálnej práce sú holografické interferogramy zobrazujúce rozloženie hustoty dymových spodín horenia pri laminárnom prúdení v meranom priestore, vo forme interferenčných prúžkov. Holografia v experimentálnej práci bola nosným pilierom pre získanie nových informácií v procese vývoja dymových spodín horenia pri tepelne namáhaných drevených materiáloch. Ukázalo sa, že táto metóda sa dá aplikovať na transparentných predmetoch a pri tejto aplikácii sa dajú získať nové poznatky pri získavaní informácií a charakteristik skúmanej nehomogenity.

Literatúra

1. Černecký, J. – Pivarčiová, E.: Vedecké štúdie 3/1997/B Aplikácia holografickej interferometrie pri zviditeľňovaní teplotných polí.
2. Engst, P. – Horák, M.: Aplikácie laseru. 1. vyd. SNTL. Praha 1989.
3. Sequens, J.: Technika zobrazení fyzikálních polí. 1. vyd. Akadémia ČSAV, Praha 1980.
4. Mihalík, M.: Dizertačná práca „Sledovanie intenzity dymenia vybraných materiálov metódou holografickej interferometrie“, TU Zvolen, 2007

Recenzent: doc. RNDr. Anna Danihelová, PhD.

ANALÝZA RIZIK NÁSILNÝCH ČINŮ V MULTIFUNKČNÍCH CENTRECH SE ZAMĚŘENÍM NA DESTRUKČNÍ ÚTOKY

Radomír Ščurek

Summary: Multifunctional centres are buildings highly endangered by the occurrence of incidents. Risks of attack are higher than with other buildings and damage arisen here causes considerable loss of life, health and property. The article defines risks of acts of violence, examines their possible causes and characterises in detail the present state of security in these buildings, including the consequence analysis.

V dnes velmi rozšířených multifunkčních obchodních centrech se lze setkat s prostory, které jsou využity jako velké prodejní plochy, menší obchody, stánkový prodej, restaurace, jídelny, rychlé občerstvení, rozlehlá a velká atria, sportovní prostory, kina, multikina, opravny apod. Mimo uvedené prostory lze najít v objektech další, avšak veřejnosti nepřístupné prostory (sklady, rozvodny, kanceláře). K předcházení vzniku mimořádných událostí a včasné eliminaci následků je nutné rozpoznat příčiny spojené se zdroji rizik a definovat možnosti a druhy zneužití lidského i technického potenciálu nebo mezery v organizaci a režimové ochraně

Jedná se zejména o rizika environmentální, mezi které patří zavodnění, záplavy, blesky, zemětřesení, pády vesmírných těles, průmyslové a dopravní havárie, ohrožení porывem větru, pronikání uvolněných podzemních výbušných a toxických plynů v místech s těžební minulostí, porušením základů stavby nestabilním podložím, přetížením střechy tíhou sněhu apod. Dále jde o rizika způsobená závadou technického charakteru, která zasluhují pozornost v preventivní oblasti. Zejména únik nebezpečných látek, nebezpečné předměty, přerušování dodávky vody nebo pohonných hmot, elektrické energie, poškození klimatizace, poškození technických zařízení, ztráta dat, poruchy komunikační sítě, technologické havárie, selhání bezpečnostních prostředků. Závažné důsledky mohou mít výbušné reakce směsi plynů unikajících z technologických zařízení a skladů zboží. Mezi další rizika náleží závady bezpečnostního systému, závady technologického zařízení, technické závady konstrukce objektu nebo zařízení, závady na záložním zdroji elektrické energie, apod. V úvahu nutno brát vznik hořlavých par a plynů, které jsou ve směsi se vzduchem příčinou výbuchu a požáru. Rizikem je elektrostatické nabíjení při přečerpávání paliv, elektrizování hořlavých kapalin a toxická rizika.

Dále zde patří systémově procesní rizika, jako nedostatky v řízení a plánování, slabé kontrolní mechanismy, neefektivní využití technologií, špatná personální politika, závislost na třetích stranách, lidské a systémové chyby, ztráta důvěry, ztráta klíčových zaměstnanců, únik informací. V úvahu je nutné brát rovněž rizika sociální, která v sobě zahrnují selhání lidského faktoru, úrazy, stávky personálu, shluky lidí, občanské nepokoje, extremismus a vojenský konflikt.

Jako o nestandardním způsobu havárie lze hovořit o násilných útocích, tedy rizicích souvisejících s násilnými činy (kriminální činností extremismem nebo terorismem). Zde lze zařadit manipulaci, bombový útok a hrozbu tímto útokem, vloupání, žhářství, magnetické

útoky na nosiče informací, ekonomickou špionáž, přepadení, únosy a rukojmí, vydírání, krádeže dokumentů a hmotných statků, podvody, selhání fyzické ochrany, sabotáž, zneužití procesu zpracování elektronických dat a nedodržení ochrany utajovaných skutečností.

Obecně lze jako nejčastější použité prostředky uvést střelbu, použití sečných a bodných zbraní, výbuchy pum, raketové útoky, výbuchy mající za cíl vyvolat zmatek v době voleb, výbuchy, které iniciují další ničivou činnost, únosy, vydírání, zajmutí rukojmích, násilí na turistech, dopisní bomby, specifické cíle postmaterialistického a ekologického teroru, jaderné technologie, biologické technologie, chemické technologie, zvukové zbraně (ultrazvukové, infrazvukové frekvence), kybernetický terorismus a další formy násilí.

Útočníky násilných činů lze rozdělit na vnější útočníky (teroristé, kriminální delikventi), vnitřní útočníky (propuštěný, rozzlobený zaměstnanec) nebo kombinaci obou typů útočníků. Při velkém množství pohybujících se lidí nelze kvalifikovaně rozpoznat, kdo a za jakým účelem navštívil uvedené zařízení. Mezi rizika tohoto charakteru se řadí rozptýlení chemických a biologických agens prostřednictvím klimatizace a jiná toxická rizika. Rizikem je také úmyslné narušení obvyklého stavu technických zařízení, například poškozením izolace, což může vyvolat požár.

Dalším z rizik popisovaného charakteru je uložení výbušného nástražného systému. Převážně se jedná o násilné trestné činy páchané jednotlivci nebo organizovanými kriminálními skupinami za účelem vymáhání pohledávek, zastrašování a likvidace konkurence, vydírání apod. Mezi další rizika se řadí výhrůžné telefonáty, zaslání nebezpečných zásilek, vyhrožování a podobně. Podíl na rizicích v objektech může mít vymáhání výpalného a s tím spojené formy nátlaku prostřednictvím zakládání požáru, poškození technických zařízení, ale i fyzických útoků na občany. Zaznamenány jsou případy výtržnictví, kdy je mezi zákazníky vhozen slzný či jiný dráždivý plyn s cílem vyvolat paniku.

Rizikem pro provozovatele objektu, návštěvníky a zaměstnance je ztráta hmotných statků krádeží nebo poškozením (zboží, data informačních systémů apod.). Rizikem je přítomnost velkého množství finančních prostředků. V prostorech obchodních center se lze setkat s lidmi, kteří svým chováním, zjevem a slovem obtěžují personál a zákazníky. Díky nim mohou nastat technické problémy například ucpáním horkovzdušných průduchů (ohřívajícími se osobami), šíření infekce, nebo dochází ke znehodnocení zboží. Zaznamenány byly případy úmyslného vstříknutí neznámé látky injekční jehlou do

potravin přes obal. Ohroženy jsou také klimatizační výstupy, kterými lze kontaminovat celý objekt.

Obchodní centra jsou charakterizována množstvím dopravních prostředků, především automobilů zákazníků a nákladních vozů dopravatelů. Jsou zdrojem rizik, počínaje trestnou činností (neoprávněné užívání cizí věci, krádež, poškozování cizí věci atd.), nebo útoku explozí nástražného výbušného systému, či nehody způsobené výbuchem plynu uniklého z vozidel na plynový pohon v nevětraných garážích.

Mezi nebezpečí pro občany, personál a záchranné jednotky při mimořádné události v obchodních centrech lze zařadit nebezpečí opaření, pádu, popálení, poleptání, fyzického vyčerpání, infekce, intoxikace, ionizujícího záření, podchlazení a omrznutí, nebezpečí na pozemních komunikacích v bezprostřední blízkosti obchodních center, přehřátí, nebezpečí psychického vyčerpání, udušení, úrazu elektrickým proudem, výbuchu, zasypaní a zavalení při zřícení konstrukcí, ztráty orientace, nebezpečí výbuchu výbušných látek a pyrotechnických směsí, nebezpečí z ohrožení zvířaty, která utekla při mimořádné události ze specializovaných prodejen a klientům.

Jako riziková místa útoku na obchodní centra zvenčí lze označit podzemní garáže, veřejná parkoviště v bezprostřední blízkosti, konstrukce dveří, přetížením střechy, oken a ostatních otevíraných částí obvodového pláště budovy, které mohou usnadnit nepovolený vstup. Uvnitř objektu jsou rizikovými místy styku nosných prvků konstrukce, rozvody energie (plynu), sklady, systémy ventilace, porušení základů stavby, apod.

DESTRUKČNÍ ÚTOKY, NÁSTRAŽNÉ VÝBUŠNÉ SYSTÉMY V MULTIFUNKČNÍCH CENTRECH

Z hlediska lidskosti se použití destruktivních prostředků zařazuje mezi nejzákladnější způsoby útoku. Slovo destruktivní lze definovat ve spojitosti s účinky výbušných látek, jejichž význam je ničivý, zkázonosný, ničivý. Použití výbušných prostředků je nejčastějším a nejrozšířenějším způsobem destruktivního útoku právě pro vysokou ničivou účinnost při explozi. Dalším důvodem je okolnost, že výbuchem se zpravidla zničí stopy zanechané pachatelem. Nejčastěji se u teroristických útoků dá setkat s klasickými vojenskými a průmyslovými výbušninami, které byly odcizeny, ale lze se setkat i s výbušninami vyrobenými doma podle návodu zveřejněného na internetu.

Výbuch je fyzikální nebo fyzikálně chemický děj, který vede k náhlému uvolnění energie při explozním hoření výbušniny. Při výbuchu dochází k okamžitému porušení rovnovážného stavu hmotného systému, přičemž přechod látky nebo soustavy látek z jednoho rovnovážného stavu do nového probíhá velmi rychle za současné přeměny jejich vnitřní energie na mechanickou práci, která se projevuje roztrháním okolí nebo pohybem jiného druhu. Mechanickou práci výbuchu konají prudce se rozpínající stlačené plyny. Výbuchy lze třídit do několika skupin:

- mechanická exploze – výbuch lahví se stlačeným plynem, výbuch parního kotle;
- mechanická imploze – zhroutení vakuovaných nádob, imploze televizní obrazovky, praskání kalených dílů vnitřním pnutím;
- nukleární jaderný výbuch – štěpení-štěpná reakce, slučování-syntéza;

- elektrický výbuch – rychlou přeměnou elektrické energie na energii jinou (kulový blesk, elektrická rozněcovadla);
- chemický výbuch trhaviny – vzniká rychlou chemickou reakcí, při níž se uvolňuje teplo za podmínek, které umožňují okamžitou přeměnu v energii mechanickou.

Detonace je charakterizována tím, že probíhá větší rychlostí, než je rychlost zvuku za místních podmínek v detonační vlně. Detonace je charakterizována prudkým skokem tlaku v reakčním pásmu o 30 až 40 MPa a velmi prudkým drtivým účinkem na okolní prostředí.

Látky schopné prudké chemické přeměny, tzv. výbušniny. Jsou látky (sloučeniny a směsi) v tuhém nebo kapalném stavu, které mají vlastnosti trhavin, třaskavin, střelivin nebo výbušných pyrotechnických složí. Výbušninami se nazývají chemické sloučeniny a výbušné složky nebo směsi, které jsou schopny chemického výbuchu na základě vnějších podnětů. Výbušniny používané v praxi, se dělí na střeliviny, jejichž hlavním typem výbušné přeměny je explozivní hoření a používají se k udělení pohybu střely v hlavních střelných zbraních a raket. Trhaviny dosahují detonace silným impulsem. Třaskaviny jsou schopné rychlého přechodu od výbuchového hoření k detonaci. Jsou používány k vyvolání detonace jiné výbušniny. Pyrotechnické složky jsou směsi hořlaviny a okysličovadel (např. signální a akustické složky).

Nejčastějším možným způsobem útoku na objekty je destruktivní pumový útok nástražnými výbušnými systémy (NVS). Jedná se o bomby v dopravních prostředcích, položené bomby, vymrštěné bomby, nebo poštovní bomby. Rozdělení NVS lze učinit podle účelu a cíle, k jakému byl zkonstruován, což ovlivňuje jeho konstrukci a zda pachatel předpokládá sebeobětování. Aktivace NVS je možná několika způsoby:

- Na povel – radiové signály, elektrické vodiče, lanka, nárazy, sebevražedný útok;
- Cílovým subjektem – aktivace sešlápnutím spínače prostřednictvím cílového subjektu útoku, například zakopnutím o vodič, zapnutím světla či jiného spotřebiče;
- Časovým zpožděním – hodinové mechanismy, zážehové zápalnice, chemické zpoždovače, změny atmosférického tlaku a podobně.

Prvotním účinkem NVS je přímé působení výbuchu (tlaková vlna, rázová vlna, seismická vlna a vysoká teplota) na předměty a osoby. Výbuch působí na okolní prostředí rozpínáním zplodin výbušné přeměny. Jakmile detonační vlna dostihne povrch nálože, začíná rozlet silně stlačených plynných zplodin výbuchu. Při výbuchu na povrchu expandující plyny silně stlačují a současně vytlačují okolní vzduch, který se rozpíná do okolí. Povrch objemu výbušných zplodin je obklopen vrstvou stlačeného vzduchu. Vnější hranice stlačené vrstvy tvoří čelo vzdušné rázové vlny. Tlaková a rázová vlna působí na lidský organismus i na předměty přibližně stejně. V úvahu se bere také seismická vlna, která poškozují statiku.

Druhotné účinky nástražného výbušného systému v objektu vznikají poté, kdy na předměty nebo osoby působil vlastní výbuch. Druhotné účinky NVS jsou:

- Štěpínový účinek. Vzniká působením tlakové vlny výbuchu na obal nástražného výbušného systému a předměty v okolí výbuchu. Dochází k rozdělení obalu a dalších částí na drobné díly (štěpiny, fragmenty), které jsou tlakovou vlnou urychleny a při nárazu na lidský organismus jsou schopny osoby zranit a usmrtit.

- Pád uvolněných předmětů, působení tlakové případně seismické vlny výbuchu na předměty v okolí. Tlaková vlna se šíří všemi směry a je schopna odhodit neupevněné předměty nacházející se ve výšce. Nebezpečné jsou desky, např. skleněné tabule z obkladu fasád, jejichž místo dopadu není obvykle přímo pod místem původního upevnění předmětu.
- Poškození vedení nebo zásobníků (elektrický proud, voda, pára, plyn, topný olej, nafta, ředidla atd.). Působením tepla, tlakové a seismické vlny výbuchu na vedení a zásobníky mohou být tato media poškozena nejen poblíž místa výbuchu, ale i pod zemí, čímž vznikají následně ekologické škody.
- Požár vzniká působením tepla uvolněného při výbuchu na lehce zápalné látky. V případě požáru jsou škody na majetku vyšší než v případě, kdy dojde jen k výbuchu.
- Panika vzniká působením NVS na psychiku člověka. Ten pod jejím vlivem není schopen rozumného myšlení a je ovládán pudem sebezáchovy. V prostorech obchodních center je díky velké kumulaci osob vysoké nebezpečí zranění a usmrcení ušlapáním.

Rozlišuje se několik kategorií používaných NVS. Jsou to taktické NVS, které se používají proti osobám. Patří mezi ně hřebíkové bomby, miny, bomby uložené v drenážích, kabelových příklopech a šachtách. Strategické NVS jsou používány všeobecně s cílem získat pozornost médií. Dále jsou předstírané útoky NVS, které se používají k nabytí věrohodnosti hrozby útokem. Poměr neškodných a ničivých NVS zaměstnává bezpečnostní orgány od plnění jiných úkolů. NVS bývají sestaveny z několika částí.

Iniciační spouštěcí systém – součástí iniciačního systému jsou mechanické systémy reagující na tah, tlak, otřesy, teplo, radiové signály, na různé druhy časovacích mechanismů, počítaje v to i různé druhy průmyslových zápalnic a kombinace těchto systémů. K méně obvyklým patří profesionálně nebo podomácku vyrobené systémy založené na chemické reakci látek a směsi rozrušující zadržovací mechanismus spouště.

Mechanické časové systémy využívají průmyslově vyráběné hodiny kombinované s elektrickým iniciátorem, kdy jako spínač slouží upravené hodinové ručičky. Elektronické časové systémy využívají elektrický časový obvod se zdrojem elektrické energie, většinou baterie, nebo integrovaný obvod jako časovač. Fyzikální časové systémy využívají časově závislou změnu fyzikálních vlastností látek (změnu tvaru, elektrického odporu, vodivosti apod.). Z hlediska konstrukce jsou nástrahy s využitím elektrického roznětu složené ze spínače elektrického obvodu, elektrické rozbušky nebo pa1niku, nálože, vodičů elektrického proudu a zdroje elektrického proudu.

Spínač se charakterizuje jako roznětný systém, který uvádí v činnost výbušné zařízení zatažením smyčky upravených odizolovaných vodičů, působením nebo uvolněním tlaku (např. past na myši), vytržením závlačky a uvolněním stlačené pružiny, nakloněním (kluzné kontakty, rtuťový spínač), nebo spínačem ovládaným magnetem, na principu barometrického tlaku, spínačem na radiovém principu, pomocí mobilního telefonu. Časové iniciační NVS zahrnují i zpoždovací systémy, které využívají například:

- Rozpouštění pevné látky (vlození nevodivého rozpustného materiálu mezi kontakty elektrického spínače – například kuchyňská sůl).

- Bobtnání pevné látky – bobtnající látka je spojena kapalinou knotem a při zvětšení jeho objemu dojde k sepnutí elektrického obvodu nebo k uvolnění pružiny.
- Biologický iniciační systém – využívá změnu objemu při růstu rostlin, kdy při dosažení určité změny dojde k sepnutí elektrického obvodu, či uvolnění pružiny. Ke změně dochází například kapáním vody na semena.
- Chemický iniciační systém – využívá časově závislou změnu fyzikálních vlastností látek, způsobenou chemickou reakcí, například prohoření, vznik tepla vlivem chemické reakce. Působení agresivní kapaliny (kyselina sírová) narušující drát nebo přepážku z plastu.
- Iniciační systémy reagující na manipulaci – reagují na změnu pohybu, dosažení určité rychlosti pohybu, vniknutí světla, snížení a zvýšení přetlaku a podtlaku, změnu polohy, zaznění určitého zvuku, změnu teploty nebo magnetického pole.
- Iniciační změny reagující na změnu vnějšího prostředí – reagují na změnu barometrického tlaku, například dosažením výšky u letadla, na působení RTG záření u kontroly podezřelého předmětu, vyschnutí vody v předmětu, změnu teploty apod.
- Iniciační systémy reagující na pohyb osob – mechanické nástrahy, tzn. nástražný drát a nášlap, nebo prostorová čidla ultrazvuková, kapacitní, pasivní infračervená čidla, mikrovlnná čidla, infračervená a optické závory.
- Dálkové iniciační systémy, elektronicky (rádiem, zvukem, světlem), vedením.
- Iniciační systém pomocí zápalné šňůry se zpoždovačem, například vyhořením cigarety.
- Iniciační systémy využívající servomechanismy používané v hračkách a modelech.

Obal výbušného systému. Výbušný systém je uložen do schránky ke snadnému přemístování a maskování. Výbušnina může být uložena do trubek, které se stávají smrtícími jak explozí, tak střepinami, dále do kufříků; krabic, knih, krabiček na mýdlo a na cigarety; lahví, plechovek, elektrických přístrojů, kontejnerů s magnety ke snadnému uchycení; balíčků, odpadkových košů, nebo kamenných nádob.

Výbušnou látkou může být standardní vojenská, průmyslová nebo podomácku vyrobená, trhavina, třaskavina, střelivina, výbušné plyny a pyrotechnické slože. Útočníci využívají mnohdy armádní prostředky. Lze uvést zápalné ruční granáty plněné fosforem nebo jeho roztokem v sirouhlíku. Ke zvýšení účinku se přidávají další zápalné látky, jako benzin. Používané jsou výbušniny na bázi dusičnanů (směs dusičnanu amonného a nafty), které ke své iniciaci potřebují další trhaviny, dále výbušniny na bázi chlorečnanů (směs chlorečnanu draselného a cukru s příměsí práškového hliníku) a výbušniny na bázi peroxidů (urotropin, peroxid vodíku a kyselina citrónová).

ÚTOK HOŘLAVÝMI PROSTŘEDKY V OBJEKTECH

Významné riziko teroristického nebo kriminálního útoku v objektu tvoří improvizované zápalné prostředky, které reprezentují zápalné lahve (plastové i skleněné). Základní typy obsahují hořlavinu a hořlavý knot připevněný k povrchu lahve, který po rozbití zapálí obsah. Do hořlaviny jsou přidávány příměsi, jež mají za úkol způsobit zrosolování obsahu a tím zlepšit ulpívání, nebo naopak příměsi pro zvýšení

smáčivosti hořlaviny a vyšší rozstřík. Dalším druhem jsou samozápalné lahve, které jsou opatřené obalem napuštěným látkou, jež reaguje s obsahem. Ke vznícení dojde až po rozbití lahve. Nebezpečné jsou tím, že za letu nehoří. Znamé jsou také zápalné lahve s pyrotechnickou roznětkou. K jejich vznícení, obvykle provázeném výbuchem, dochází se zpožděním a iniciace není závislá na rozbití. Používají se jako nástražný systém pro útok na místo, kde by dopadem nemuselo dojít k rozbití lahve (koberec na zemi). První zápalné lahve se plnily kyselinou sírovou, benzínem, naftou a práškovým chlorečnanem draselným. Láhev se po dopadu na cíl rozbije, kyselina sírová, hořlavina a chlorečnan se smísí a směs vzplane. Někdy je chlorečnan draselný v plátěném sáčku ovinut kolem ampule s kyselinou sírovou, vržená lahve se rozbije, vznítí a hořící směs protéká do technických zařízení a zapaluje další předměty. Dým a zplodiny pak oslepují občany i záchranáře a ztěžují jim orientaci.

Jsou známy útoky pomocí sudu s hořlavinou. K jejich iniciaci je použito několik metod. Například tzv. hedgehopper (kobyłka), při němž je sud naplněný cca 200 l hořlaviny mechanicky vyvrstěn do výše 10 až 20 m. Po iniciaci se z něj rozstříkne zapálená hořlavina do okruhu 60 až 100 m. K iniciaci se používá elektrický odpal nebo puškový náboj. Modernějším způsobem odpalu je použití fosforového granátu a bleskovic. Zneužit lze dostupný benzin, petrolej, rozpouštědla, líh, sirouhlík, ředidla laků, aceton, vosk, manganistan draselný, glycerin, celofán, hypergolické směsi, propan butan nebo piliny.

Hypergolickou směsí je taková směs, která hoří nebo vybuchuje při styku s jinou látkou, aniž by se použila roznětka. Například hadry nasáklé motorovým olejem se rychle vznítí za přítomnosti kyseliny sírové. Obzvláště rychlá reakce nastane, když se přidá dusičnan draselný. Jinou směs lze vytvořit s dusičnanem amonným

rozpuštěným ve vodě, do kterého se rozcupuje novinový papír. Kaše se vysuší a směs pak prudce reaguje na kyselinu sírovou.

Útočníky jsou používány také aerosolové výbušné směsi, označované FAE (Fluent Aerosole Explosive). Princip spočívá v rozptýlení kapalného uhlovodíku – paliva – do vzduchu, přičemž vznikne nehomogenní výbušná směs, schopná v určitém časovém okamžiku detonovat. Při výbuchu se k oxidaci využívá paliva vzdušného kyslíku. Uvolněná energie vztážená na hmotnost paliva je vyšší než u klasických výbušnin. Detonace paliva se vzduchem produkuje nižší maximální tlaky než klasické výbušniny, ale působí na větších plochách. Vlastností FAE je schopnost pronikat do neutěsněných objektů, formovat se podle profilu a zatékat za terénní překážky. Lze ji zneužít na technologická zařízení a vozidla záchranářů. Podmínky pro rozvoj detonačního procesu se vytvářejí v uzavřených objektech, čímž může dojít k vážnému poškození jejich nosných konstrukcí.

Literatura:

- [1] BARTLOVÁ, I., BALOG, K.: Analýza nebezpečí a prevence průmyslových havárií. SPBI, Ostrava 1998, 193 s., ISBN: 80-86111-07-5.
- [2] JANÍČEK, M.: Pyrotechnik v boji proti terorismu. Praha, Educa Consulting, 2001, ISBN 80-86215-172.
- [3] JANÍČEK, M.: Pyrotechnická ochrana před terorismem. Praha, Educa Consulting, 2002, ISBN 8090208967.

Mgr. Ing. Radomír Ščurek, Ph.D.

Katedra bezpečnostního managementu, Fakulta bezpečnostního inženýrství VŠB-TU Ostrava, radomir.scurek@vsb.cz

Recenzent: prof. Ing. Ján Zelený, CSc.

Článok opisuje praktické skúsenosti pri stanovení spalného tepla

SKÚSENOSTI Z PRAXE PRI STANOVENÍ SPALNÉHO TEPLA STAVEBNÝCH VÝROBKOV PODĽA STN EN ISO 1716: 2003

Dušan Bernát

stavebných výrobkov podľa STN EN ISO 1716: 2003 v nadväznosti na klasifikáciu požiarnej charakteristik stavebných výrobkov a prvkov stavieb, časť 1: Klasifikácia využívajúca údaje zo skúšok reakcie na oheň podľa STN EN 13501-1: 2004. Cieľom článku je poukázať na možné problémy vyskytujúce sa počas skúšania homogénnych alebo nehomogénnych materiálov a taktiež na nezrovnalosti v terminológii vyššie spomenutých noriem.

Akreditovaná skúšobňa na posudzovanie výrobkov ako súčasť Požiarotechnického a expertízneho ústavu MV SR (ďalej PTEÚ MV SR) vykonáva skúšanie horľavosti kvapalín, tuhých látok, plastov, textilných materiálov, stavebných hmôt, interiérov automobilov, hračiek a vlastností technických a osobných prostriedkov používaných hasičmi a záchranármi v SR podľa štandardných metód, v súlade s akreditačnými požiadavkami SNAS a STN EN ISO/IEC 17025: 2005.

Na základe Klasifikácie požiarnej charakteristik stavebných výrobkov a prvkov stavieb Časť 1: Klasifikácia využívajúca údaje zo skúšok reakcie na oheň podľa STN EN 13501-1: 2004, slúžiaca na zatriedovanie stavebných výrobkov do nových tried reakcie na oheň,

vykonáva skúšobňa na posudzovanie výrobkov ako autorizovaná osoba MV RR SR s registračným číslom SK 53 od roku 2004 akreditované skúšky podľa nasledovných skúšobných noriem:

- STN EN ISO 1716: 2003 Skúšky reakcie stavebných výrobkov na oheň. Stanovenie spalného tepla;
- STN EN ISO 1182: 2003 Skúška reakcie stavebných výrobkov na oheň. Skúška nehoľavosti;
- STN EN ISO 11925-2: 2003 Skúšky reakcie na oheň. Zápalnosť stavebných výrobkov vystavených priamemu pôsobeniu plameňového horenia. Časť 2: Skúška jedнопламенным zdrojom.

Vyššie spomenuté normy spolu s ďalšími uvedeným v tabuľkách č. 1 a 2 nahradili starú klasifikáciu do tried horľavosti podľa STN 73 0862: 1980 Stanovenie stupňa horľavosti stavebných hmôt.

Z hľadiska správneho postupu pri skúšaní pri stanovení spalného tepla a aplikovania nameraných výsledkov pri zatriedovaní do tried reakcie na oheň je potrebné sa oboznámiť s následnými termínmi a definíciami:

- homogénny výrobok: výrobok pozostávajúci z jedného materiálu,

Tabuľka č. 1 – Triedy reakcie na oheň stavebných výrobkov okrem podlahových krytín

Trieda	Skúšobná metóda	Klasifikačné kritéria	Doplnková klasifikácia
A1	STN EN ISO 1182: 2003 ⁽¹⁾ a	$\Delta T \leq 30 \text{ }^\circ\text{C}$; a $\Delta m \leq 50 \%$; a $T_f = 0$ (t.j. bez trvalého horenia)	–
	STN EN ISO 1716: 2003	$PCS \leq 2,0 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ ⁽¹⁾ a $PCS \leq 2,0 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ ⁽²⁾ ^(2a) a $PCS \leq 1,4 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ ⁽³⁾ a $PCS \leq 2,0 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ ⁽⁴⁾	–
A2	STN EN ISO 1182: 2003 ⁽¹⁾ alebo	$\Delta T \leq 50 \text{ }^\circ\text{C}$; a $\Delta m \leq 50 \%$; a $T_f \leq 20 \text{ s}$	–
	STN EN ISO 1716 a	$PCS \leq 3,0 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ ⁽¹⁾ a $PCS \leq 4,0 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ ⁽²⁾ ^(2a) a $PCS \leq 4,0 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ ⁽³⁾ a $PCS \leq 3,0 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ ⁽⁴⁾	–
	STN EN 13823 ⁽⁷⁾	$FIGRA \leq 120 \text{ W}\cdot\text{s}^{-1}$ a LFS < okraj skúšobnej vzorky a $THR_{600s} \leq 7,5 \text{ MJ}$	tvorba dymu ⁽⁵⁾ a horiace kvapky/častice ⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Pre homogénne výrobky a významné prvky nehomogénnych výrobkov

⁽²⁾ Pre každý vonkajší nevýznamný prvok nehomogénnych výrobkov

^(2a) Alternatívne, každý vonkajší nevýznamný prvok majúci $PCS \leq 2,0 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$, za predpokladu, že výrobok spĺňa nasledujúce kritéria STN EN 13823: $FIGRA \leq 20 \text{ W}\cdot\text{s}^{-1}$ a LFS < okraj skúšobnej vzorky a $THR_{600s} \leq 4,0 \text{ MJ}$ a s1 a d0

⁽³⁾ Pre každý vnútorný nevýznamný prvok nehomogénnych výrobkov

⁽⁴⁾ Pre výrobok ako celok

⁽⁵⁾ V poslednej fáze vývoja skúšobnej metódy sa zaviedli zmeny systému merania dymu, ktorých účinok si vyžaduje ďalšie skúmanie. To môže viesť k zmenám tradičných hodnôt ako parametrov na zisťovanie tvorby dymu.

s1 = SMOGRA $\leq 30 \text{ m}^2\cdot\text{s}^{-2}$ a $TSP_{600s} \leq 50 \text{ m}^2$. s2 = SMOGRA $\leq 180 \text{ m}^2\cdot\text{s}^{-2}$ a $TSP_{600s} \leq 200 \text{ m}^2$. s3 = nespĺňa s1 alebo s2.

⁽⁶⁾ d0 = nijaké horiace kvapky/častice pri skúške podľa STN EN 13823 počas 600 s; d1 = nijaké horiace kvapky/častice pretrvávajúce dlhšie ako 10 s pri STN EN 13823 počas 600 s; d2 = nespĺňa d0 alebo s1

⁽⁷⁾ uvedená skúška sa vykonáva na PTEÚ MV SR

Tabuľka č. 2 – Triedy reakcie na oheň podlahových krytín

Trieda	Skúšobná metóda	Klasifikačné kritéria	Doplnková klasifikácia
A1	STN EN ISO 1182: 2003 ⁽¹⁾ a	$\Delta T \leq 30 \text{ }^\circ\text{C}$; a $\Delta m \leq 50 \%$; a $T_f = 0$ (t.j. bez trvalého horenia)	-
	STN EN ISO 1716: 2003	$PCS \leq 2,0 \text{ MJ.kg}^{-1}$ ⁽¹⁾ a $PCS \leq 2,0 \text{ MJ.kg}^{-1}$ ⁽²⁾ ^(2a) a $PCS \leq 1,4 \text{ MJ.kg}^{-1}$ ⁽³⁾ a $PCS \leq 2,0 \text{ MJ.kg}^{-1}$ ⁽⁴⁾	-
A2	STN EN ISO 1182: 2003 ⁽¹⁾ alebo	$\Delta T \leq 50 \text{ }^\circ\text{C}$; a $\Delta m \leq 50 \%$; a $T_f \leq 20 \text{ s}$	-
	STN EN ISO 1716 a	$PCS \leq 3,0 \text{ MJ.kg}^{-1}$ ⁽¹⁾ a $PCS \leq 4,0 \text{ MJ.kg}^{-1}$ ⁽²⁾ ^(2a) a $PCS \leq 4,0 \text{ MJ.kg}^{-1}$ ⁽³⁾ a $PCS \leq 3,0 \text{ MJ.kg}^{-1}$ ⁽⁴⁾	-
	STN EN ISO 9239-1 ⁽⁵⁾	Kritický tok ⁽⁶⁾ $\leq 8,0 \text{ kW.m}^{-2}$	tvorba dymu ⁽⁷⁾

(1) Pre homogénne výrobky a významné prvky nehomogénnych výrobkov
(2) Pre každý vonkajší nevýznamný prvok nehomogénnych výrobkov
(3) Pre každý vnútorný nevýznamný prvok nehomogénnych výrobkov
(4) Pre výrobok ako celok
(5) Dĺžka skúšky = 30 minút; uvedená skúška sa nevykonáva na PTEÚ MV SR
(6) Kritický tok je určený ako tok sálavého tepla, pri ktorom plameň zhasne, alebo tok sálavého tepla po 30 minútach skúšky podľa toho, ktorý z nich je nižší
(to je tok zodpovedajúci najväčšiemu rozšíreniu plameňa). S1 = dym $\leq 750 \%$ minút.
(7) s2 = nespĺňa s1

- ktorý má rovnakú hustotu a zloženie v celom výrobku
- nehomogénny výrobok: výrobok skladajúci sa z jedného alebo viacerých významných alebo nevýznamných prvkov, ktorý nespĺňa požiadavky na homogénny výrobok
 - významný prvok: materiál tvoriaci podstatnú časť nehomogénneho výrobku, vrstva ktorého má hodnotu hmotnosti na jednotku plochu väčšiu alebo rovnú $1,0 \text{ kg.m}^{-2}$, alebo s hrúbkou väčšou alebo rovnou $1,0 \text{ mm}$
 - nevýznamný prvok: materiál, ktorý netvorí podstatnú časť nehomogénneho výrobku. Vrstva s hodnotou hmotnosti na jednotkovú plochu menšou ako $1,0 \text{ kg.m}^{-2}$, alebo s hrúbkou menšou ako $1,0 \text{ mm}$; dve alebo viac nevýznamných vrstiev, ktoré sú vzájomne spojené (napr. bez významného prvku medzi vrstvami), považujú sa za jeden nevýznamný prvok, ak spolu spĺňajú požiadavky na vrstvu, ktorá je nevýznamným prvkom
 - vnútorný nevýznamný prvok: nevýznamný prvok, ktorý je na oboch stranách prekrytý aspoň jedným významným prvkom
 - vonkajší nevýznamný prvok: nevýznamný prvok, ktorý nie je na jednej strane prekrytý významným prvkom

Uvedená terminológia je spracovaná z normy STN EN 13501-1: 2004 a v porovnaní s terminológiou z STN EN ISO 1716: 2003 je presnejšia, pochopiteľnejšia a správnejšia. Pre porovnanie: terminológia v STN EN ISO 1716: 2003 namiesto pojmu významný prvok uvádza pojem základná zložka a namiesto definície nevýznamný prvok hovorí o nezákladnej zložke, pričom jej definícia (nezákladná zložka: materiál, ktorý netvorí podstatnú časť nehomogénneho výrobku. Vrstva s hodnotou hmotnosti na jednotkovú plochu väčšou alebo rovnou $1,0 \text{ kg.m}^{-2}$, alebo s hrúbkou väčšou alebo rovnou ako $1,0 \text{ mm}$ sa považuje za nezákladnú zložku) je v norme uvedená nesprávne.

V skrátených tabuľkách č. 1 a č. 2 sú uvedené skúšobné metódy, klasifikačné kritéria a doplnková klasifikácia pre triedy reakcie na oheň stavebných výrobkov okrem podlahových krytín (tabuľka č. 1)

a triedy reakcie na oheň podlahových krytín (tabuľka č. 2) pre skúšky vykonávané na PTEÚ MV SR.

Vzhľadom na rýchlosť vykonania skúšky, presnosť nameraných výsledkov a jednoduchosť prípravy vzorky pre zákazníka, vykonávajú sa na PTEÚ MV SR najmä skúšky spalného tepla podľa STN EN ISO 1716: 2003. V prípade, že namerané výsledky zodpovedajú hodnotám pre zatriedenie do triedy reakcie na oheň A1, je dodatočne vykonaná aj skúška podľa STN EN ISO 1182: 2003, ktorá potvrdí alebo vyvráti oprávnenosť zaradenia materiálu do triedy reakcie na oheň A1. Princíp skúšky stanovenia spalného tepla spočíva v spálení $0,5 \text{ g}$ rozomletej vzorky spolu s $0,5 \text{ g}$ kyseliny benzoovej v kalorimetrickej bombe v pretlaku 3 MPa kyslíka. Skúšky sa vykonávajú na kalorimetri IKA C5000 (obrázok č. 1) a namerané hodnoty sú následne prepočítané podľa požiadaviek normy pre homogénne alebo nehomogénne výrobky.



Za obdobie troch rokov bolo na PTEÚ MV SR odskúšaných asi

70 stavebných materiálov. Odkúšané materiály môžeme rozdeliť do dvoch skupín:

- stavebné výrobky okrem podlahových krytín
- podlahové krytiny

Na základe zloženia stavebných materiálov nie je vždy možné dodržať podmienku o úplnom spálení skúšobnej vzorky. Jedná sa najmä o materiály obsahujúce piesok, sklenené vlákna, cement, prípadne sadru. V týchto prípadoch dochádza k staveniu týchto vzoriek do guľôčok, bez ohľadu na použitie téglíkovej alebo cigaretovej metódy.

Vzhľadom k tomu, že z odkúšaných materiálov na PTEÚ MV SR bol len jeden materiál hodnotený ako podlahová krytina, zamerali sme sa v tomto prehľade na vyhodnotenie stavebných výrobkov okrem podlahových krytín. Túto skupinu môžeme rozdeliť do dvoch skupín a niekoľko podskupín:

- a) homogénne výrobky
 - plastové rošty (4 vzorky)
 - izolačné systémy (tkaniny zo sklenených vlákien a AL fólie) (13 vzoriek)
 - tapety a materiály na žalúzie (5 vzoriek)
 - náterové, omietkové systémy a dosky z minerálnej vlny (36 vzoriek)
- b) nehomogénne výrobky
 - náterové systémy (3 vzorky)
 - sendvičové panely a sadrokartónové dosky (4 vzorky)
 - plechy s povrchovou úpravou (4 vzorky)

V tabuľkách č. 3 a č. 4 je uvedené porovnanie celkového spalného tepla skúšaných materiálov v jednotlivých skupinách:

Pri porovnávaní jednotlivých materiálov vychádzali najlepšie z hľadiska požiarnej bezpečnosti materiály obsahujúce najmä cement, piesok, sadru, sklenené vlákna, minerálnu vlnu a oceľové plechy. Pre oceľové plechy je stanovené spalné teplo 0 MJ.kg^{-1} , čím sa pri výpočte spalného tepla v MJ.m^{-2} na celý výrobok vďaka vysokej plošnej hmotnosti plechu výrazne znižuje jeho hodnota. Naopak najhoršie výsledky z hľadiska spalného tepla boli dosiahnuté u materiálov obsahujúci vo veľkej miere organické zložky, čo sa odrazilo najmä u nehomogénnych výrobkoch pri výpočte spalného tepla v MJ.m^{-2} a u homogénnych výrobkoch pozostávajúcich z týchto vysoko horľavých materiálov. Výrazné rozdiely bolo možné sledovať aj u sklenených vlákien, čo bolo zapríčinené rozdielnou impregnáciou jednotlivých materiálov.

Často sa stáva, že materiály, ktoré boli kedysi skúšané a zatriedované podľa starej skúšobnej normy STN 73 0862: 1980 a spĺňali požiadavky na zatriedenie do triedy A, nespĺňajú podľa súčasných kritérií podmienky na zatriedenie do triedy reakcie na oheň A1 ani A2. Stretáva sa to s určitou nespokojnosťou zákazníkov, ale pri celkovom posúdení všetkých výhod aj nevýhod nového zatriedovania možno konštatovať, že nové skúšobné metódy preveria skúšané materiály komplexnejšie a tým aj prispievajú k zvyšovaniu požiarnej bezpečnosti ako stavebných materiálov, tak aj stavieb celkovo.

Tabuľka č. 3 – Homogénne výrobky

Typ výrobku	Celkové spalné teplo (MJ.kg^{-1})					
	(0–2)	(2–3)	(3–4)	(4–10)	(10–20)	Viac ako 20
Plastové rošty					4	
Izolačné systémy	6		2	2		3
Tapety a žalúzie					4	1
Náterové a omietkové systémy	18	4		7	4	3
Spolu	24	4	2	9	12	7
	58					

Tabuľka č. 4 – Nehomogénne výrobky

Typ výrobku	Celkové spalné teplo ($\text{MJ.kg}^{-1} / \text{MJ.m}^{-2}$)					
	(0–2)	(2–3)	(3–4)	(4–10)	(10–20)	Viac ako 20
Náterové systémy			1/0	1/0	1/0	0/3
Sendvičové panely	4/0			0/1		0/2
Plechy s povrchovou úpravou	4/4			0/1		
Spolu	8/4		1/0	1/2	1/0	0/5
	11/11					

Literatúra:

- 1) Skúšky reakcie stavebných výrobkov na oheň. Stanovenie spalného tepla. STN EN ISO 1716: 2003
- 2) Klasifikácia požiarnej charakteristik stavebných výrobkov a prvkov stavieb. Časť 1: Klasifikácia využívajúca údaje zo skúšok reakcie na oheň. STN EN 13501 – 1: 2004

- 3) Kučma, M., Rástocký, Š.: Požiarne bezpečnosť stavebných výrobkov a ich euroklasifikácia z hľadiska reakcie na oheň, Spravodajca 2, 2004.

Mgr. Dušan Bernát
Požiarnotechnický a expertízny ústav MV SR

Recenzent: Ing. Ľudmila Tereňová, PhD.

PRCHAVÉ PRODUKTY TERMICKEJ DEGRADÁCIE DREVA

Tatiana Bubeníková, Veronika Veľková

Abstract: The article deals with analyse of volatile products (polycyclic aromatic hydrocarbons, PAH and carbonyl compounds) at the thermal loading of wood. The samples of the spruce wood with size 10x12x150 mm were thermal loaded with temperatures 135 °C, 170 °C, 205 °C, 240 °C, 270 °C during 45 min. The volatile products were analysed in the samples of smoke by using of HPLC method (high performance liquid chromatography). We determined 11 compounds of PAHs, the highest amount were determined at the sample thermal loaded by 270 °C. Besides vaniline, carbonyl compounds (formaldehyde, acetaldehyde and 2-furaldehyde) figured in every temperature. Vaniline started to find out from temperature 205 °C, when the degradation of lignin is suggested.

Key words: thermal loading, spruce wood, carbonyl compounds, polycyclic aromatic hydrocarbons

ÚVOD

Drevo vďaka svojmu chemickému zloženiu, mechanickým a chemickým vlastnostiam sa univerzálne využíva rôznymi spôsobmi. Mnohokrát je drevný materiál vystavený vyšším teplotám, či už pri jeho používaní alebo počas spracovania. Zmeny v jeho chemickom zložení, ktoré nastávajú pri tepelnom zaťažení dreva, môžu viesť k vylepšeniu vlastností na jednej strane, no môžu mať aj neželané dôsledky. Príspevok sa zaoberá vznikom prchavých zlúčenín pri termickej degradácii hlavných zložiek dreva teplotami do 300 °C, ktorým je drevo často vystavené pri spracovaní alebo v prvej fáze horenia.

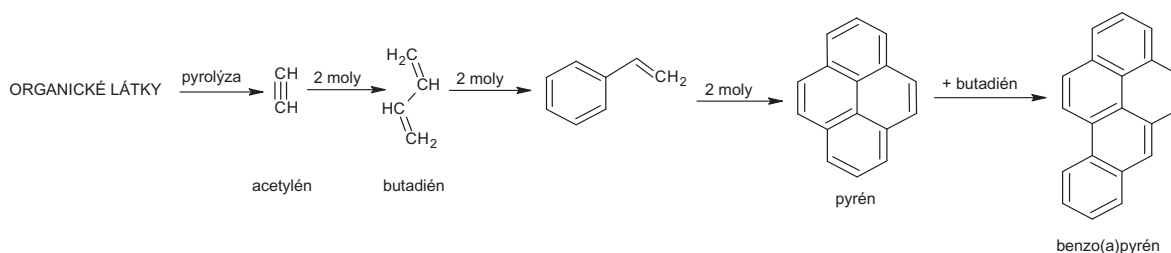
Proces horenia prebieha vo viacerých fázach. Drevo sa najprv ohrieva a pri 100 a viac °C sa odparuje voda obsiahnutá v dreve. Následným ohrievaním nad 150 °C začína termický rozklad jednot-

uhľovodíky – PAU (polycyclic aromatic hydrocarbons), dioxíny (Machníková et al. 2003, Bučko 2001).

V článku sa bližšie venujeme dvom skupinám zlúčenín – karbonylové zlúčeniny a polycyklické aromatické uhľovodíky. Ich koncentrácie v dymových plynch nebývajú vysoké, v súčasnej dobe je ale významná akákoľvek produkcia toxicky pôsobiacich látok.

Karbonylové zlúčeniny sú látky so silným narkotickým a dráždivým účinkom, pôsobia hepatotoxicky a nefrotoxicky na ľudský organizmus. V prostredí pomerne ľahko podliehajú fotodisociácii, tvoria sa radikálové zlúčeniny s nepriaznivým účinkom na živé organizmy.

Polycyklické aromatické uhľovodíky nie sú primárne zastúpené v štruktúre dreva. V dymových plynch sa nachádzajú v dôsledku syntéznych reakcií. Ich vznik je možné objasniť viacerými mechanizmami, na obr. 1 je znázornená možná schéma vzniku benzo(a)pyrénu.



Obr. 1: Schematické znázornenie spôsobu vzniku benzo(a)pyrénu (podľa Hocman 1986)

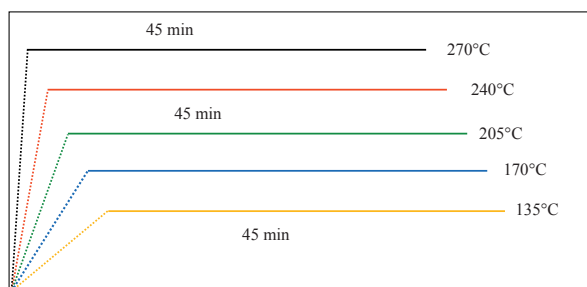
livých zložiek dreva a vznikajú prchavé plynné produkty. Pri dosiahnutí teploty okolo 300 °C sa drevo zapáli (Bučko 2001).

Počas zahrievania sa degradujú hlavné zložky dreva od teplene najmenej stabilných hemicelulóz cez celulózu až po lignín. Prebiehajú rôzne pyrolytické reakcie (napr. dehydratácia, depolymerizácia), ktoré vedú ku vzniku pestrej zmesi prchavých medziproduktov a produktov. Za dostatočného prístupu kyslíka sú vznikajúcimi prchavými zlúčeninami najmä oxid uhlíčitý a voda, produkované sú aj oxid uhoľnatý, oxidy dusíka. V podmienkach nedokonalnej oxidácie sú najviac produkované CO a oxidy dusíka a vznik organických zlúčenín ako produktov a medziproduktov termického rozkladu hlavných komponentov dreva je širší – karbonylové zlúčeniny, prchavé organické zlúčeniny (volatile organic compounds, VOC), polycyklické aromatické

Vznik PAU nastáva pri tepelnom zaťažení akéhokoľvek organického materiálu za nedostatočného prístupu kyslíka. PAU predstavujú skupinu vysokotoxických zlúčenín, z ktorých mnohé vykazujú karcinogénne a mutagénne vlastnosti a mnohé sú z týchto účinkov podozrivé.

EXPERIMENTÁLNA ČASŤ

Pri experimente boli vzorky smrekového dreva zaťažované teplotami 135 °C, 170 °C, 205 °C, 240 °C a 270 °C, ktoré simulujú fázu nerozvinutého požiaru a pri ktorých sme predpokladali, že bude postupne nastávať degradácia hlavných zložiek dreva – hemicelulózy, celulózy a lignínu. Pred zahrievaním boli vzorky vysušené na vlhkosť



Obr. 2: Tepelné zaťaženie smrekového dreva:
..... zahrievanie na konečnú teplotu (25 min); — konštantné zahrievanie (45 min)

18 ± 2 %. Na obr. 2 je schematické znázornenie priebehu zahrievania vzoriek. Najprv sa vzorky 25 minút zahrievajú na danú teplotu, následne sa zvolenou teplotou pôsobilo konštantne 45 minút.

Počas pôsobenia konečnej teploty sa kontinuálne odoberali vzorky dymových plynov.

STANOVENIE KARBONYLOVÝCH ZLÚČENÍN

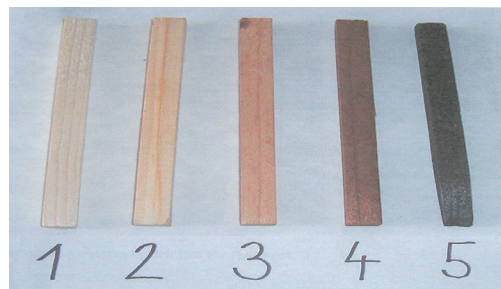
Aldehydy a ketóny obsiahnuté v dyme sa zachytávali v odberových trubičkách LpDNPH S 10x (Supelco) naplnených silikagélom impregnovaným 2,4-DNPH (2,4-dinitrofenylhydrazín). Pri prechode vzdušiny trubičkou prebehla reakcia s 2,4-DNPH a karbonylové zlúčeniny sa zachytili vo forme hydrazónov (Kačík, Solár 2001). Zo sorbentu sa extrahovali acetonitrilom a analyzovali vysokoúčinnou kvapalinovou chromatografiou (HPLC) s detekciou spektrometricky pri vlnovej dĺžke 365 nm. Na kvantitatívne stanovenie sa použila metóda externého štandardu.

STANOVENIE POLYCYKlickÝCH AROMATICKÝCH UHLVODÍKOV

Polyaromatické uhľovodíky sa z dymových plynov zachytávali v acetóne. Nadbytočná voda sa odstránila prídavkom uhlíčitánu vápennatého, vzorky sa zahusťili na vákuovej rotačnej odparke a v prúde dusíka odparili dosucha. Odparky sa rozpustili v acetonitrile a analyzovali metódou vysokoúčinnnej kvapalinovej chromatografie. Kvalitatívne boli jednotlivé PAU stanovené porovnaním ich ultrafialových spektier so spektrami štandardných látok. Kvantitatívne stanovenie sa vykonalo metódou externého štandardu.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Proces horenia a termického rozkladu dreva môžeme rozdeliť do niekoľkých fáz. V začiatkoch sa drevo ohrieva, pri teplote 100 °C sa odparí voda v dreve obsiahnutá. Od teploty 150 °C nastáva odplynovanie a postupný termický rozklad jednotlivých zložiek dreva od



Obr. 3: Vzorky dreva po tepelnom zaťažení.
1 – 135 °C; 2 – 170 °C; 3 – 205 °C; 4 – 240 °C; 5 – 270 °C

nestálych akcesorických zložiek, cez hemicelulózy, celulózu až po termicky najviac stabilný lignín.

V teplotnom intervale 160–240 °C sa degradujú hemicelulózy. Z pentózanovej frakcie vzniká ako primárny produkt 2-furaldehyd. Z acetylových skupín sa tvorí kyselina octová. Vzniknuté produkty podliehajú vplyvom teploty ďalším reakciám.

Celulóza podlieha rozkladu pri teplotách 180–350 °C. Prebiehajú rôzne termooxidačné, dehydratačné a depolymerizačné reakcie spojené s tvorbou najmä levoglukózanu ako hlavného produktu.

Termická degradácia lignínu začína plastifikáciou jeho makromolekuly pri teplote nad 150 °C. Proces intenzívneho rozkladu prebieha pri 200–400 °C. Produktom rozkladu lignínovej frakcie je najmä vanilín. V tab. 1 sú uvedené stanovené karbonylové zlúčeniny.

Počas experimentu boli v uzavretom priestore termostatu vytvorené podmienky nedokonalého spaľovania. Vzniknuté primárne plynné produkty degradácie (2-furaldehyd, levoglukózan a i.) podliehajú pôsobením vyššej teploty ďalším termodegradačným a následne syntetickým reakciám, ktoré môžu viesť ku tvorbe polycyklických aromatických uhľovodíkov. Výsledky stanovenia PAU vo vzorkách uvádza tab. 2.

Pri teplotách do 200 °C sa v dymových plynch objavili formaldehyd, acetaldehyd, 2-furaldehyd, ktoré sú rozkladnými produktmi sacharidovej zložky (najprv hemicelulózy a následne celulóza). Nad 200 °C sa objavuje vanilín ako degradačný produkt lignínu. Maximum dosahuje pri 270 °C (obr. 4).

Stúpajúca tendencia koncentrácie acetaldehydu poukazuje na jeho pravdepodobný vznik ako zo sacharidovej, tak aj z lignínovej zložky dreva.

Pri rozklade lignínovej frakcie stúpa aj koncentrácia stanovených PAU, nakoľko sa vyskytol dostatok prekursorov na vznik PAU a zároveň už pôsobila dostatočne vysoká teplota. Hodnoty koncentrácie PAU stanovenej pri rozklade hemicelulózy a celulózy (pod 200 °C) sa pohybovali pod 1 µg.m⁻³. Pri teplotách nad 200 °C bolo stanovených 10 PAU s hodnotami niektorých zlúčenín až nad 100 µg.m⁻³ (acenaftylén a pyrén). Grafické znázornenie priebehu vybraných PAU je na obr. 5 a 6.

Tab. 1: Stanovená koncentrácia karbonylových zlúčenín v mg.m⁻³

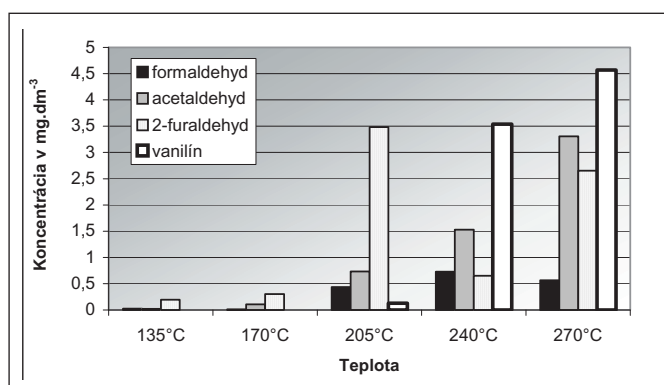
	135 °C	170 °C	205 °C	240 °C	270 °C
formaldehyd	0,027.10 ⁻³	0,014.10 ⁻³	0,435.10 ⁻³	0,729.10 ⁻³	0,566.10 ⁻³
acetaldehyd	0,021.10 ⁻³	0,107.10 ⁻³	0,733.10 ⁻³	1,527.10 ⁻³	3,309.10 ⁻³
2-furaldehyd	0,194.10 ⁻³	0,301.10 ⁻³	3,484.10 ⁻³	0,652.10 ⁻³	2,654.10 ⁻³
vanilín	–	–	0,129.10 ⁻³	3,538.10 ⁻³	4,571.10 ⁻³

„–“ – v danej vzorke neboli príslušné zlúčeniny stanovené

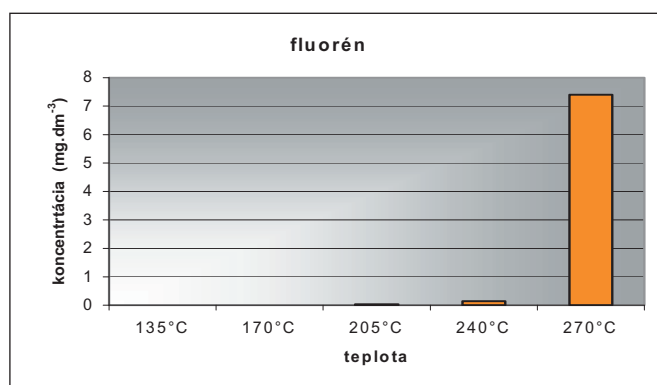
Tab. 2: Stanovená koncentrácia PAU v mg.m⁻³

	135 °C	170 °C	205 °C	240 °C	270 °C
acenaftylén	0,699.10 ⁻³	–	1,249.10 ⁻³	9,422.10 ⁻³	212,412.10 ⁻³
acenaftén	–	–	–	–	36,128.10 ⁻³
fluorén	–	–	0,038.10 ⁻³	0,141.10 ⁻³	7,399.10 ⁻³
fenantrén	0,036.10 ⁻³	0,029.10 ⁻³	0,074.10 ⁻³	0,127.10 ⁻³	8,001.10 ⁻³
antracén	–	–	–	–	0,952.10 ⁻³
fluorantén	–	–	–	0,357.10 ⁻³	12,453.10 ⁻³
pyrén	–	–	0,701.10 ⁻³	0,669.10 ⁻³	106,959.10 ⁻³
benzo(a)antracén	–	–	0,424.10 ⁻³	0,217.10 ⁻³	30,485.10 ⁻³
chryzén	–	–	0,389.10 ⁻³	0,318.10 ⁻³	4,729.10 ⁻³
benzo(b)fluorantén	0,094.10 ⁻³	0,121.10 ⁻³	0,039.10 ⁻³	0,057.10 ⁻³	1,313.10 ⁻³
benzo(k)fluorantén	–	–	0,116.10 ⁻³	0,069.10 ⁻³	–
suma	0,829.10 ⁻³	0,150.10 ⁻³	3,030.10 ⁻³	11,377.10 ⁻³	420,831.10 ⁻³

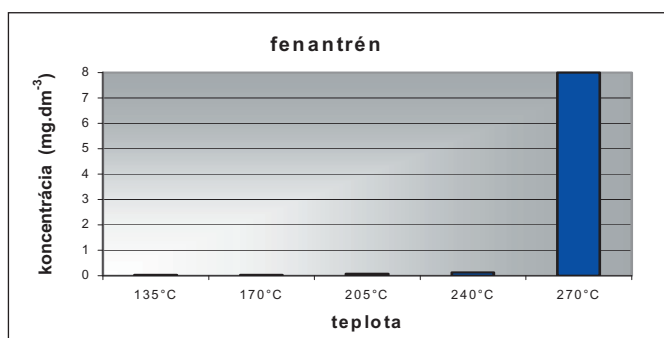
„–“ – v danej vzorke neboli prísušné zlúčeniny stanovené



Obr. 4 Grafické znázornenie koncentrácie stanovených karbonylových zlúčenín



Obr. 5 Grafické znázornenie priebehu koncentrácie fluorénu pri jednotlivých teplotách



Obr. 6 Grafické znázornenie priebehu koncentrácie fenantrénu pri jednotlivých teplotách

ZÁVER

V príspevku sú prezentované experimentálne výsledky analýzy prchavého podielu termickej degradácie dreva. Počas experimentu boli vzorky smrekového dreva vystavené pôsobeniu teplôt od 135 °C po 270 °C, keď nastáva odplynovanie a postupná degradácia hlavných komponentov dreva. Boli identifikované karbonylové zlúčeniny a polycyklické aromatické uhľovodíky.

Výsledky uvedených analýz majú prispieť k poznaniu procesu spaľovania biomasy na jednej strane. Zároveň však poukazujú na formovanie PAU ako netypických produktov termickej degradácie dreva pri teplotách do 300 °C. Takejto teplote môže byť drevný materiál vystavený pri rôznych spôsoboch spracovania. Vznik spomínaných vysokotoxických zlúčenín je samozrejme nežiadúci.

Podakovanie: Autorky ďakujú grantovej agentúre VEGA za podporu grantových projektov VEGA č. 1/2373/05 a VEGA č. 1/3513/06.

Literatúra

- Bučko, J. 2001. Chemické spracúvanie dreva v teórii a praxi. Zvolen : Technická univerzita vo Zvolene, 2001. 427 s. ISBN 80-228-1089-4
- Hocman, G. 1986: Chémia a karcinogenita. Bratislava : Alfa Bratislava, 1986. 136 s.
- Kačík, F. et al. 2001. Vplyv horenia na chemické a mikroskopické zmeny smrekového dreva : Vedecké štúdie 2/2001/B. Zvolen : Technická univerzita vo Zvolene, 2001. 85 s. ISBN 80-228-1034-7
- Kačík, F., Kačíková, D. 2006. Analýza prchavých látok vznikajúcich pri chemickom spracovaní dreva. In: Environmentálne inžinierstvo. Košice : TU Košice, 2006. s. 15–18 ISBN 80-8073-607-3
- Kačík, F., Solár, R. 1999. Analytická chémia dreva. Zvolen : Technická univerzita vo Zvolene, 1999. 369 s. ISBN 80-228-0882-0
- Machníková, E. et al. 2003. Spaľovanie biomasy v krbových kamnech – účinnosť a emisie. Chem. Listy 97, pp. 171–178 (2003) ISSN 0009-2770
- Malatínec, M. 2006. Prchavé produkty vznikajúce pri termickom zaťažení lignocelulózy materiálov. In: ZEM V PASCÍ? : Analýza zložiek životného prostredia. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2006. s. 416–423, ISBN 80-228-1553-5

Tatiana Bubeníková, Veronika Veľková
Katedra chémie a chemických technológií,
Drevárska fakulta TU vo Zvolene, T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen
poloni@vsld.tuzvo.sk, velkova@vsld.tuzvo.sk

Recenzent: prof. RNDr. František Kačík, PhD.

PRODUKTY HORENIA V GUMÁRENSKOM PRIEMYSLE A ICH TOXICITA

Rudolf Adamička

1. PRODUKTY HORENIA

Materiály v gumárenskom (chemickom) priemysle sa pri pôsobení ohňa chovajú veľmi rozdielne a rozdielne sa prejavujú pri horení. Na ich chovanie má vplyv celý rad faktorov, ktoré ovplyvňujú ich zapáliteľnosť, intenzitu horenia, tvorbu taveniny alebo uhlíkového zvyšku, intenzitu uvoľňovania plyných spodín horenia a pod.

Požiar je zložitá chemická reakcia a výrazne mení chemickú podstatu a vlastnosti látok do reakcie vstupujúcich. Osoby, ktoré sa ocitnú v priestore požiaru sú vystavené horúcemu prostrediu, ale aj veľmi nebezpečnému prostrediu sadzí a dymu, ktorého podstatu tvorí široká paleta produktov anorganického a organického pôvodu, často výrazne toxických vlastností. Pri požiaroch v chemickom priemysle vzniká veľké množstvo toxických látok, že smrteľné úrazy, ako následky požiarov sú skôr dôsledkom otráv, než dôsledkom pôsobenia vysokých teplôt [1].

1.1 VÝROBKY GUMÁRENSKÉHO PRIEMYSLU

Finálnym produktom gumárenského priemyslu je guma, či už vo forme pneumatík, gumovotextilných pásov, oceľokordových pásov, tesnení, technickej gummy a pod. Základnou a najobjemnejšou zložkou gummy sú kaučuky, ktoré v najvyššej miere ovplyvňujú jej vlastnosti z hľadiska horľavosti.

Kaučuky [2] – syntetické a prírodné. Sú to hmoty rôzne sfarbené za normálnej teploty elastické. Pri ich horení uvoľňujúce sa spodiny plyného stavu jeho rozkladu môžu v niektorých prípadoch vyvolať výbuch. Kaučuky majú niektoré vlastnosti, ktoré ovplyvňujú ich chovanie sa pri požiaroch. Jedná sa najmä o vysokú výhrevnosť. Prírodné a syntetické kaučuky sú v podstate čisté uhľovodíky, ich výhrevnosť sa pohybuje medzi 38 a 40 MJ.kg⁻¹. Podobnou výhrevnosťou sú charakteristické polyetylén, polypropylén a parafín.

Vysoká absorpivita spôsobuje rýchle prehrievanie kaučuku infračervenými, ale i viditeľnými paprskami pri požiaroch. Nízky bod tuhnutia spôsobuje, že kaučuky majú pre chovanie sa pri požiaroch nevýhodné viskoznoelastické vlastnosti. Pri teplote 200 °C majú kaučuky už vlastnosti viskóznej kvapaliny a pri 305–400 °C sa voľne roztekajú. Táto vlastnosť značne komplikuje požiarne zásah vzhľadom k tomu, že roztečený kaučuk vytvorí „kapsy“ a „kanály“, ktoré nie sú dostupné bežne aplikovaným hasiacim prostriedkom. Nízky bod vzplanutia je charakteristický najmä pre prírodný kaučuk, pri ktorom sa začínajú vyvíjať horľavé pary už pri zahriatí na teplotu 130 °C.

2. PROCES HORENIA PNEUMATÍK [4]

Odpadové pneumatiky sú predmetom spontánneho spaľovania. Pri vysokej teplote môže prebehnúť kontrolované spaľovanie napr.

v cementárskych peciach, čo môže byť zdrojom energie, a produktov dokonalého spaľovania – oxidov C, N, S, vody a inertného zvyšku. Nekontrolované spaľovanie pneumatík vede k produktom nedokonalého spaľovania a má za následok hustý dym a široké spektrum produktov (organické látky), ktoré môžu mať negatívny vplyv na ľudské zdravie a životné prostredie.

2.1 ZLOŽENIE PNEUMATÍK A PRODUKTY ROZKLADU PNEUMATÍK [2]

Zloženie pneumatík závisí na výrobcovi, ale obvykle obsahuje prírodný a syntetický kaučuk, olej, sadze, síru a zlúčeniny síry, aromatické uhľovodíky atď..

Behom spaľovania pneumatík vzniká široké spektrum produktov – popol s obsahom niektorých látok (C, ZnO, TiO₂, SiO₂ atď.), zlúčeniny síry (CS₂, SO₂, H₂S), polyaromatické uhľovodíky, aromáty, naftalénové a parafínové oleje, oxidy C a N, toluén, xylén, benzén, atď. Produkty závisia na type pneumatík, rýchlosti spaľovania, veľkosti haldy, okolitej teplote a vlhkosti atď..

2.2 PREVENICA POŽIARU

2.2.1 Zásady bezpečnosti skladovania a prístup k protipožiarным zariadeniam

Každé skladovacie miesto musí byť opatrené prístupovou bezpečnostnou trasou, miesto pre skladovanie pneumatík by nemalo byť vzdialené viac ako 46 m od prístupovej cesty alebo od protipožiarneho zariadenia. Prístupová cesta medzi skladovanými pneumatikami by mala byť najmenej 18,3 m široká.

Každý prístupový bod by mal byť chránený uzamykateľnými vrátami. Vráta by mali mať šírku najmenej 6,1 m, priestor okolo vrát by mal zostať voľný, tak aby mohli byť rýchle otvorené a aby nič nebránilo zásahu.

Všetky komunikácie, mosty a kanalizačné vetvy by mali byť konštruované tak, aby nedošlo behom zásahu a použitia „ťažkej“ hasičskej techniky k ich poškodeniu. Povrch prístupových komunikácií by mal byť vyhovujúci za akýchkoľvek klimatických podmienok.

Všetky prístupy pre hasičskú techniku by mali mať voľný profil o výške 4,5 m, minimálny polomer otáčania pre hasičské vozidlá – 13,7 m. Zaslepené komunikácie dlhšie ako 45,7 m by mali byť opatrené priestorom pre otáčanie vozidiel.

2.2.2 Požiadavky na konštrukcie skladovacieho priestoru [3]

Skladované pneumatiky by mali byť naskladané maximálne do výšky 6 m (to sa týka odpadných pneumatík naskladaných na haldy), dĺžka haldy by mala byť najviac 76,2 m a šírka 13 m.

Vo vzdialenosti cca 305 m od skladovaných pneumatík by nemali byť priestory s otvoreným ohňom, vo vzdialenosti 61 m by sa nemalo vykonávať zváranie alebo činnosť s vývojom tepla.

2.2.3 Požiadavky na zásobovanie vodou na hasenie požiarov [3]

Pokiaľ množstvo odpadných pneumatík nepresahuje $1\,415,8\text{ m}^3$ je dostačujúce množstvo vody na hasenie požiarov $3,785\text{ m}^3$ za minútu po dobu 6-tich hodín. Pre viac než $1\,415,8\text{ m}^3$ je treba $7,571\text{ m}^3$.

Z uvedeného vyplýva, že v blízkosti skladu odpadných pneumatík sa doporučuje zabezpečiť zdroj vody na hasenie požiarov s objemom najmenej $1\,362,6\text{ m}^3$!

2.2.4 Odhad rýchlosti šírenia požiaru

Behom počiatočného odhadu je treba stanoviť množstvo horiacich pneumatík a celkové množstvo pneumatík. Veliteľ protipožiarného zásahu by mal vyhodnotiť rýchlosť šírenia požiaru za účelom inštalácie protipožiarnych zábran.

Zloženie haldy pneumatík má vplyv na rýchlosť a smer šírenia požiaru. Pokiaľ je halda tvorená celými pneumatikami, požiar má tendenciu smerovať do centrálnej časti haldy, kde je spaľovanie umožnené vzduchom v zohýbaných pneumatikách. V haldách tvorených kusmi pneumatík má požiar tendenciu sa šíriť po povrchu a spôsobíť na povrchu vrstvu, ktorá zabraňuje šíreniu požiaru do spodných polôh.

Pozornosť by mala byť rovnako venovaná žeravým uhlíkom (sadziam) zo spaľovaných kusov pneumatík, ktoré sa môžu pohybovať na väčšie vzdialenosti (až 408 m).

Behom počiatočného odhadu veliteľ zásahu vyhodnotí prístupnosť k požiaru a potrebu ďalších prístupových miest.

2.3 CHARAKTERISTIKA POŽIARU

Z hľadiska charakteru je možné požiar pneumatík rozdeliť do niekoľkých fáz:

- iniciácia a šírenie
- kompresia
- fáza rovnováhy (ustálené horenie)

Zapálenie a fáza šírenia (rozhorievanie): odpadné pneumatiky podliehajú rozkladu a vytvárajú horľavé pary pri teplote cca $538\text{ }^\circ\text{C}$.

Iniciácia (zapálenie) sa šíri rýchlosťou cca $0,1858\text{ m}^2$ za minútu, v smere vertikálnom cca $0,0566\text{ m}^3$ každých päť minút. Šírenie sa deje v smere vetra. Behom iniciačnej fázy sa prejavuje nízky tlak v smere horizontálnom a takmer žiadny v smere vertikálnom – väčšina tepelnej energie je pohltená okolitým materiálom. Vo veľkých haldách je proces šírenia urýchlenný po prvých 10-ti minútach na polovičnú dobu.

Fáza kompresie (stlačenie haldy, zmenšenie objemu): Po niekoľkých prvých minútach požiaru sa naruší z vrchnej vrstvy navrstvených pneumatík. Niektoré pneumatiky sa roztrhajú a niektoré stratia svoj tvar. Behom tejto fázy sa dramaticky zvýši tepelný a dymový efekt požiaru. Vzniká otvorený plameň a tlak v horizontálnom smere. Pneumatiky sa rozkladajú za vzniku horľavých plynov pomerne rýchle, čo má za následok zvýšené sálavé teplo. So zvýšenou intenzitou požiaru sa generuje vysoká teplota a množstvo dymu. Behom tejto fázy je dym najväčší (prebieha nedokonalé spaľovanie).

Pri nižších rýchlostiach horenia vzniká najviac škodlivých organických látok, ktoré sú emitované do ovzdušia.

U veľkých množstiev pneumatík behom tejto fázy prebieha nedokonalé a nevyvážené spaľovanie. Tepelný tok u veľkých požiarov je relatívne nízky, a to z toho dôvodu, že požiar neprenikne príliš hlboko (väčšina pneumatík je ešte v pôvodnom tvare). Teplota pri požiaru je blízka bodu vzplanutia, tepelný tok je približne $11,4\text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}$.

Poznámka: tepelné ožiarenie ľudí bez ochrany nesmie presiahnuť $540\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ pri dlhodobom účinku, $1\,050\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ pri krátkodobom pôsobení.

V prípade vysoko naskladnených pneumatík hrozí po 30-tich minútach až hodine horenia zborštenie. Nízko naskladnené pneumatiky majú odlišný charakter horenia.

Niekoľko hodín po začiatku požiaru sa halda viditeľne deformuje. Kompresia spôsobí že otvorený oheň zníži svoju intenzitu a v súvislosti s tým, že sa vzduch nedostane do vnútorných oblastí haldy. Halda sa bortí, zvyšuje sa tlak a vytvára sa kompaktná masa kaučuku, drôtov a ďalších obtiažne spáliteľných častí pneumatík.



Obr.: Požiar odpadných pneumatík [3]

Rovnováha (ustálené horenie) a pyrolýzna fáza: oheň má charakter nízkeho otvoreného plameňa. Požiar dosiahol chemickej rovnováhy alebo došlo k premene množstva paliva, ktoré je ekvivalentné množstvu dostupného kyslíku. Teplota sa zvyšuje na cca 1 100 °C, tepelný tok sa zvyšuje na 87,1 kW.m⁻².

Tepelný tok bol spočiatku 11,4 kW.m⁻², po kolapse haldy sa teplota zvyšuje. Neprekročí však 1 049 kW.m⁻². Požiare pneumatík sú v tejto fáze pomalé a systematické (komplexné).

Vertikálny tlak vytlačuje olej, ako produkt horenia, olej sa môže dostať do zeminy alebo do vody. Požiare pneumatík môžu produkovať veľké množstvo pyrolýzneho oleja v závislosti na charaktere horenia a množstva pneumatík.

Mali by byť učinené kroky pre zhromaždenie tohto oleja a nakladanie s ním ako s nebezpečným odpadom. Boli odobrané vzorky oleja z niektorých požiarov, tieto vykazujú prítomnosť ťažkých kovov (As, Cd, Cr, Pb).

Voda z požiarneho zásahu je kontaminovaná, rozbory preukázali ťažké kovy a kyanid. Povrchová a podzemná voda v blízkosti požiaru môže byť kontaminovaná – benzén, toluén, xylén, Zn, fenol, amoniak, atď.

Zbytky pneumatík obsahujú neúplne spálené pneumatiky, popol, oceľové drôty a množstvo chemických zlúčenín. Analýzy zbytkov preukázali prítomnosť ťažkých kovov, ďalej benzén, styrén, toluén, xylén.

Ako náhle požiar poľavuje, u väčších požiarov sa prejavuje citeľné zníženie intenzity po stranách haldy, avšak vo vnútri haldy zostáva teplota veľmi vysoká. Pokiaľ dôjde k otvoreniu požiaru, môže nastať nebezpečná situácia – emisie spalín o vysokej rýchlosti.

2.4 NEBEZPEČNÉ EMISIE [4]

S tým ako požiar naberá na intenzite, zvyšuje sa teplota v okolí a množstvo hustého, čierneho a štiplavého dymu.

Výhrevnosť kaučuku je obdobná ako petroleja (cca 43 MJ.kg⁻¹). S menej dokonalým spaľovaním sa emituje viac organických látok, tlejúce pneumatiky emitujú viac škodlivín než horiace.

Štúdie požiarov pneumatík preukázali emisie významných množstiev benzo(a)pyrenu (podozrivý karcinogén), dusíkatých organických zlúčenín a benzénu (karcinogén) s koncentráciou prekračujúcou 1 ppm.

Veliteľ zásahu by mal stanoviť zóny v okolí požiaru, a to horúcu, teplú a studenou zónu, tieto oddeliť a vybaviť členmi zásahového tímu, ochrannými prostriedkami pokiaľ vstupujú do horúcej zóny.

3. ZÁVER [4]

Skladovacie priestory pre kaučuk a odpadné pneumatiky by mali byť považované za zdroje rizika a mali by pre ne byť spracované požiarne poriadky. V požiarnych poriadkoch by mali byť diskutované a podrobne rozobrané nasledujúce oblasti:

- zabezpečenie a funkčnosť systému managementu požiaru;
- miera rizika spojeného s požiarom pneumatík ako s požiarom nebezpečnej látky;
- informácie týkajúce sa lokalizácie miesta požiaru, ako veľkosti a vlastností, ďalej informácie týkajúce sa prístupových tras, infraštruktúry, atď.;
- väzba na lokálne, regionálne (štátne) organizácie, ktoré majú v tejto oblasti určité zodpovednosti;
- väzba na lokálnych a regionálnych subdodávateľov alebo zmluvní partneri v prípade protipožiarneho zásahu.

- [1] Adamička, R. a Janíček, B.: Analýza nebezpečenstva vzniku požiaru MATADOR a.s., Púchov, 2005
- [2] Prekop, Š. a spol.: Gumárenská technológia I. ISBN 80-7100-483-9, 282 strán, Žilina 1998
- [3] www.iafc.org (Internal Association of Fire Chiefs)
- [4] www.energyjustice.net (Scrap Tire management Council)

ADRESA AUTORA:

Rudolf Adamička, Ing. – špecialista PO, Moyzesova 1867/6, 020 01 Púchov, e-mail: firespec@mail.t-com.sk

FIRE PROTECTION OPTIONS FOR CONCRETE TUNNEL LININGS

Frank Clement, Michal Zámečník

Abstract: Due to the new EU directives and up-coming legislation all the major existing road tunnels have to be upgraded to the latest safety requirements. Higher demands on fire protection products are required to fulfil not only the fire protection requirements but also provide the most economical and durable solution for the given risks in the tunnel. Owners and designers have to choose their optimum solution for the given circumstances.

Key words: spray applied thermal barriers, passive fire protection, heat release rate, spalling, tunnel fires

INTRODUCTION

Following a number of notable traffic tunnel fires in Europe that have led to loss in human life, severe structural damage and extended periods of loss in service due to repair, the methods of structural fire protection and tunnel user safety have been investigated by numerous agencies in Europe in recent years. Both passive and active fire protection systems are seen as necessary elements of a tunnel fire safety system in a holistic approach to effectively combat the devastating effects of fires. In light of ongoing studies and research a great number of systems are entering the industry. It is apparent that worldwide there is a lack of understanding of the role of these systems employed in tunnels.

With respect to fire protection of structural concrete tunnel linings, the paper establishes the roles of passive and active systems, then examines the protection performance and merits of fibre modified concrete and spray applied thermal barriers. The views expressed in this document are those based on currently known issues and requirements in the tunnel fire protection industry and are the views of the author. The author is aware that further research studies are being conducted in both fibre-modified concrete and thermal barriers, resulting in possible further technology improvements.

CURRENT STATUS OF TUNNEL FIRE PROTECTION

As a consequence of several notable fires, including the latest one in the Frejus road tunnel, South of France last year, the European understanding of the problems associated with the safety of tunnels in fires has improved dramatically. A number of research programmes have been started soon after the year 2000 (Khoury 2003), and are now finalising their findings through the EU funded SafeT project, which will translate into mandatory national and regional requirements under the EU Directive platform that will be of considerable benefit to the tunnel operators and travelling public. A summary of the development of standards in European is indicated in Figure 1.

Currently in Europe there are no national requirements adopted, although there are some draft requirements in place (e.g. France and Italy). Despite this situation, most new tunnel infrastructure projects clearly specify some form of thermal protection in the event of fire.

Furthermore in 2005, recent refurbishment projects of major road tunnels in Europe have required the installation of a thermal barrier system, and wholesale upgrade of the safety features in the tunnel (emergency lighting, escape routes, warning systems, active fire protection systems etc). This is clearly set to continue this year, and the coming years.

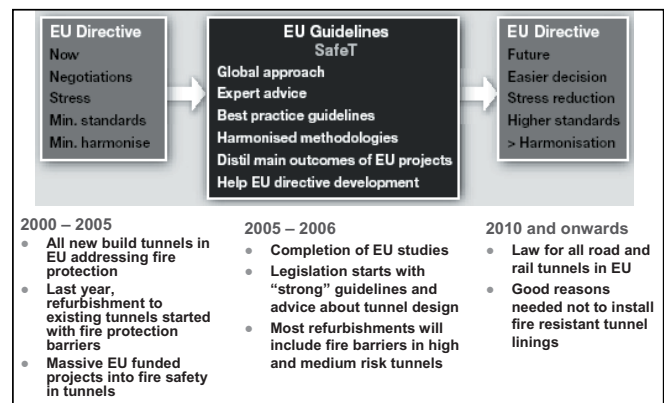


Figure 1: European Guidelines and Directive Programme-SafeT Project (Khoury 2005)

In other regions of the world the picture is less developed, except for Japan, Australia and Singapore which are similar to Europe in terms of project driven specifications and requirements. North America interest in the role of passive fire protection is increasing, particularly in part being due to the number of European design teams working on tunnel contracts, coupled with established European contractors who are in joint ventures with American companies.

Currently in the tunnelling industry, the design and risk of passive fire protection systems are typically the responsibility of system/product suppliers. Consequently, product specific contract specifications are the norm, and the tunnel contractor does not benefit from the freedom of a performance based approach.

INSIGHT INTO THE STRUCTURAL ISSUES OF FIRE ON CONCRETE TUNNEL LININGS

Ironically, the better the quality of concrete, the worse it performs under fire. Designers are asking more and more for high

durable concrete in order to have a structure with a life time of 50 or even 100 years. In order to achieve this high durability requirement, concretes are designed to have a low permeability. But this high durable concrete with a low permeability will have a higher risk of spalling. This was dramatically evident with the Channel Tunnel fire in November 1996, with almost complete loss in concrete lining section from a train fire.

When concrete tunnel linings are exposed to fire there are structural issues to be considered:

1. The concrete typically undergoes explosive spalling, and will continue to do so until there is no concrete left, or the fire diminishes
2. The concrete is heated to high temperatures and loses structural strength
3. If the structure contains active steel reinforcement, then loss in tensile strength occurs at high temperatures
4. Due to the temperature gradient and different expansion rate of the constituents of the concrete, deformation cracks and fissure will appear in the concrete.

To demonstrate the structural loss in strength of concrete and reinforcement steel, see Figure 2 (adapted from ITA 2004 & Khoury 2005).

Clearly, the role of a passive fire protection system is to ultimately protect the concrete from all the three issues described above. As can be seen from Figure 2, maintaining the structural concrete below 300 °C in the event of hydrocarbon or cellulose fires prevents all negative structural issues from occurring.

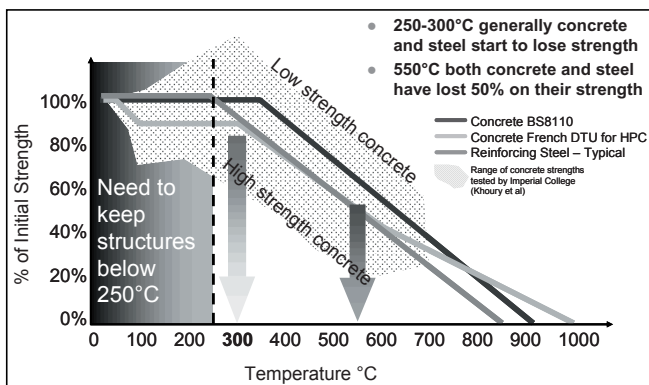


Figure 2: Effect of temperature on concrete and steel reinforcement (modified from ITA 2004 and Khoury 2005)

Finally, to conclude this brief insight, the rate of heating is also crucial, and has a dramatic effect on the spalling mechanism. Thermal shock can cause quite spectacular explosive events, as the water vapour generation and thermal expansion of aggregates in the exposed surface of the concrete can be rapid.

FIRE LOADS IN REALITY

Over the last years there have been a number of serious underground fire incidents in tunnels. These fires have caused extensive loss of life and severe collateral loss to the infrastructure, (see

Figure 3). Aside from the tragic loss of life, there is also a financial effect to the local infrastructure and the loss of public confidence in the safe use of tunnels.

During a fire the fire protection system has to provide a stable structure in order to:

- allow the users to safely evacuate,
- allow the rescue personnel to enter the scene,
- effectively perform their required duties and to limit damage to the tunnel.

Concrete has been used in civil works as a fire resistant material and if designed properly it can withstand a fire for a long period. The design load in order to simulate the fire in civil works is based on the ISO834 curve.

TUNNEL	CASUALTIES
1978 Velsen (The Netherlands), 770 m road tunnel	5 deaths and 5 injured
1979 Nihonzaka (Japan), 2 km one tube road tunnel	9 deaths
1982 Caldecott (USA), 1 km road tunnel	7 deaths and 2 injured
1983 Pecorile (near Genova, Italy), 600 m road tunnel	8 deaths and 22 injured
1989 Brenner (Austria), 412 m, two tubes road tunnel	2 deaths and 5 injured
1995 Pfänder (Austria), 6.8 km, single tube road tunnel	3 deaths due to car crash itself
1995 Baku (Azerbaijan), train tunnel	Very serious human consequences
1996 Channel tunnel (UK-France), train tunnel	Several injured (intoxication)
1996 Isola delle Femmine (Italy), 148 m road tunnel	5 deaths and 10 injured
1999 Mont-Blanc (France-Italy), 11.6 km single tube road tunnel	39 deaths and 25 firemen sent to hospital
1999 Tauern (Austria), 6 km single-tube road tunnel	12 fatalities (7 deaths due to car crash)
2000 Kaprun, Kitzsteinhornbahn	155 fatalities
2001 Gleinalm (Austria), 8.8 km single-tube road	5 deaths due to car crash
2002 St. Gothard (Switzerland), 12.6 km bi-directional road tunnel	11 deaths due to HGV collision with fire

Figure 3: source <http://www.safetunnel.net/>

In road tunnels the situation is complete different compared to civil works, due to the HGV (Heavy Good Vehicles) entering the tunnels. These HGV often transport combustible products, which can cause a severe fire in case of an accident, meaning a higher fire load, higher maximum temperatures and a faster heating rate. It is evident that concrete behaves different in these kinds of conditions.

Assessment methods are constantly being developed to demonstrate the ability of materials and fire protection systems to prevent concrete spalling and steel and metal elements from heating and melting due to rapid heating under fire exposure conditions and to mitigate both structural and economic consequences of fire.

In the past designers have been using different kind of time temperature curves in order to design a safe tunnel, (see Figure 4). These curves, compared to the ISO834, are reaching their maximum temperature already after 5 to 10 minutes.

Part of the European funded programs on safety in tunnels was the investigation of HRR (Heat Release Rates) during a real tunnel fire in order to provide designers appropriate and more realistic design curves. In the frame of Swedish national and European research

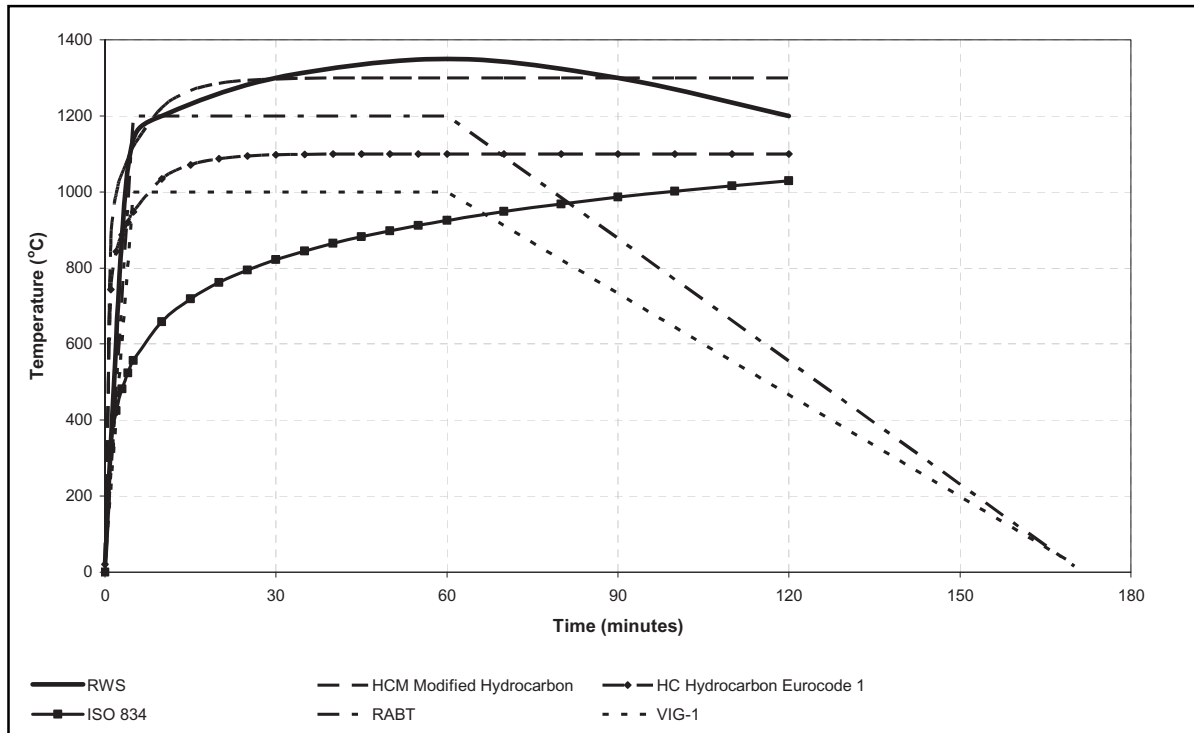


Figure 4: Different types of design curves used in the industry

programs on tunnel safety, comprehensive large scale fire tests have been conducted. One of a large real scale fire was the Runehammer test in Norway in September 2003 in the abandoned road tunnel in south-western Norway.

The Swedish National Testing and Research Institute (SP) have carried out the tests in collaboration with other UPTUN partners from TNO Building and Construction Research in the Netherlands and the Norwegian Fire Research Laboratory (SINTEF/NBL). Four large-scale tests with different type of combustible loads on semi-trailer where carried out. These loads were not registered as dangerous good or flammable liquids but consisting of normal wooden pallets or plastic cups. The outcome was that some of the design curves used until now underestimated the real HRR during these fires. It was higher than 200 MW and the gas temperatures in the vicinity of the fire were registered above 1350 °C.

As results of these tests, guidelines and directives will be published and giving criteria which designers can use for the fire protection of new built or existing tunnels. As an example the UPTUN WP2 is recommending that the ISO834 can be used if there are no or only empty HGV passing in the tunnel. The maximum HRR can be estimated on 5–50 MW. In case of HGV of course the fire loads can be much higher and will generate a HRR of 50–250 MW. Depending on the amount of combustible materials, the HC or the RWS curve is recommended.

PROTECTING STRUCTURAL CONCRETE FROM FIRE

Passive versus Active Systems

Quite often there is confusion about these terms in the tunnelling industry, amongst other things! Active fire protection systems include water sprinklers, water mists and foam deluge systems, all of which are acti-

vated by early warning sensors in the event of a fire. The theory is they reduce the fire before it becomes out of control. The majority of existing tunnels worldwide rely wholly on these active systems to ensure tunnel fire safety. These are Boolean systems, in other words, they work, or they don't due to mechanical or electrical failure. They also may have some serious negative effects such as mixing with toxic fumes that are otherwise confined to the crown of the tunnel, and drawing them down to the level of the evacuating public.

Passive fire protection is designed to be installed as a shield to protect the structure from fire at any time. They are not reliant on any initiation system as with active systems, and they always work. Passive systems do not put the fire out; but are the last line of defence and maintain the stability of the tunnel structure to allow the safe escape of the public and safe access of fire department crews. They maintain ventilation systems that are separated from the traffic by internal concrete structures, and also protect against catastrophic damage to third party property and life by preventing tunnels from collapsing.

Currently in Europe, both active and passive systems employed together are seen to be necessary for new tunnels in the future.

PASSIVE SYSTEMS

There are essentially three main types of passive fire protection for tunnels:

Sprayed mortars

These historically have been vermiculite-cement based products applied by hand spraying with the technology being transferred to tunnel applications from the petrochemical industry. Vermiculite based systems are relatively weak products (2.5 MPa compressive

strength) and may not offer adequate mechanical properties in light of increasing client demands for more durable solutions where cyclic loading resistance is required. Vermiculite systems need to be mechanically bonded to the tunnel structure with stainless steel mesh.

It is vital for sprayed systems to have adequate durability to resist both physical and chemical attack during the normal service life of the tunnel. The new development in fire protection products are combining high durability with excellent fire protection. These products are typically based on light weight concrete technology giving a compressive strength of 15 MPa minimum.

These products are designed for application with the well know shotcrete technology and the modern methods of robotic spray application, allowing application rates of between 150 and 250 m²/hr depending on the protection thickness required (Figure 5). The tolerance of applications is normally +/- 4 mm, which cannot be achieved by hand application methods at these rates. The thickness of spray applied thermal mortars is determined by the size and duration of the anticipated fire.

The main disadvantage with sprayed systems is the resultant sprayed surface finish, as some clients require a high level of reflect-

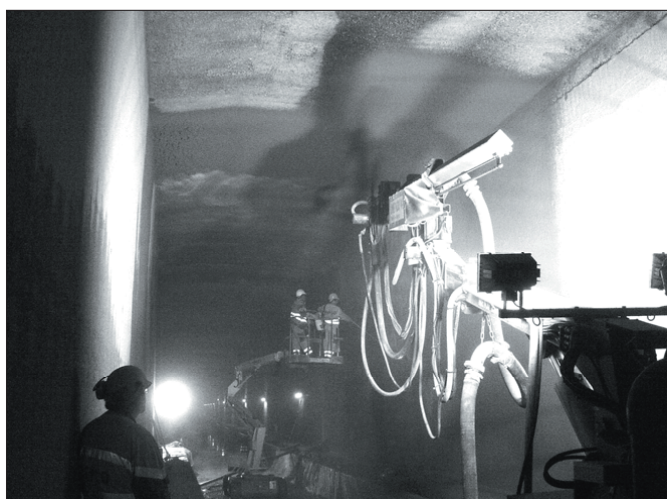


Figure 5: Robotic application of spray applied fire protection mortar

ance, particularly for highly trafficked road tunnels. Float finishing and over painting is possible, but labour intensive. Rail tunnel surface finish requirements are less onerous in general, and an "as sprayed" finish is acceptable, making the use of sprayed fire protection mortars particularly viable.

Pre-fabricated boards

Pre-fabricated fire protection boards offer a clear advantage for box shaped tunnels where there are no curved tunnel walls or complex geometries e.g. cut and cover and immersed tube tunnels as shown in Figure 6. Furthermore, the surface finish of the board systems is appealing to clients. However, they are not well suited to curved profile tunnels and are generally 1.5 to 2 times more expensive than sprayed systems, which can prove cost prohibitive. Apart from their high cost, vehicle collision damage is often considered a maintenance problem in road tunnels using pre-fabricated board protection systems.

Polypropylene Fibre Modified Concrete

In recent years, fibre manufacturers have promoted multi- and monofilament polypropylene fibres (32 to 18 micron diameter fibres – Figure 7) to contractors and design teams, detailing that the addition of 1 to 3 kg of fibres added to the concrete mix gives an extremely economical solution to concrete "fire protection".

From testing, fibre modified concrete will exhibit less spalling, and in some cases no spalling whatsoever. As is well documented, the mechanism involves the melting of fibres at approximately 160 °C and allows water vapour inherent in the concrete matrix to escape without generating internal pressure, thereby preventing explosive spalling. For specific design fires, the quantity of fibres required will alter accordingly – the larger the design fire, the greater the quantity of fibres required. As an example, for an ISO834 cellulose design fire, approximately 1kg/m³ of fibres are required, whereas for RWS hydrocarbon design fires, the quantity may increase to approximately 3 kg/m³ as indicated. Concrete mixes with high fibre contents tend to be difficult to pump and place, and careful mix designs using admixture technology to overcome these problems is required.

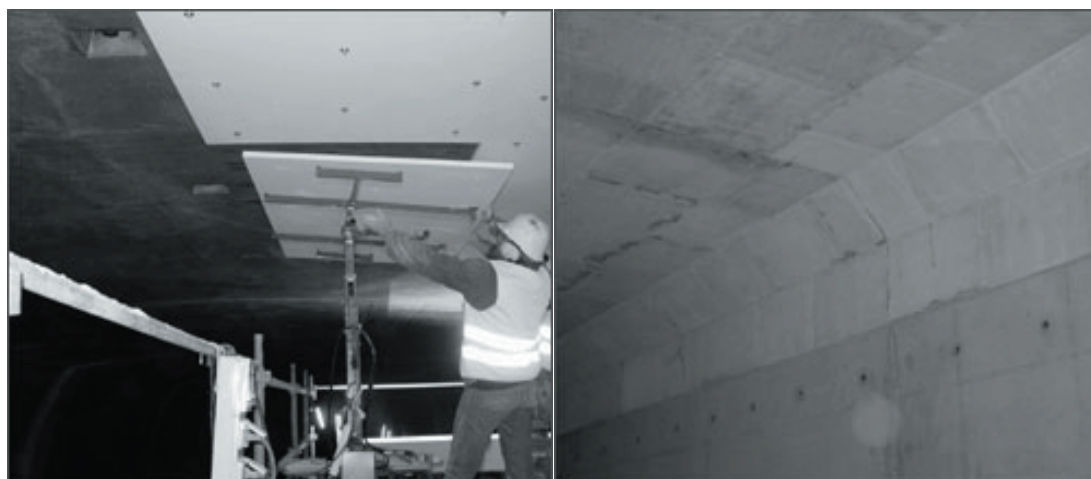


Figure 6: Pre-fabricated thermal barrier boards installation

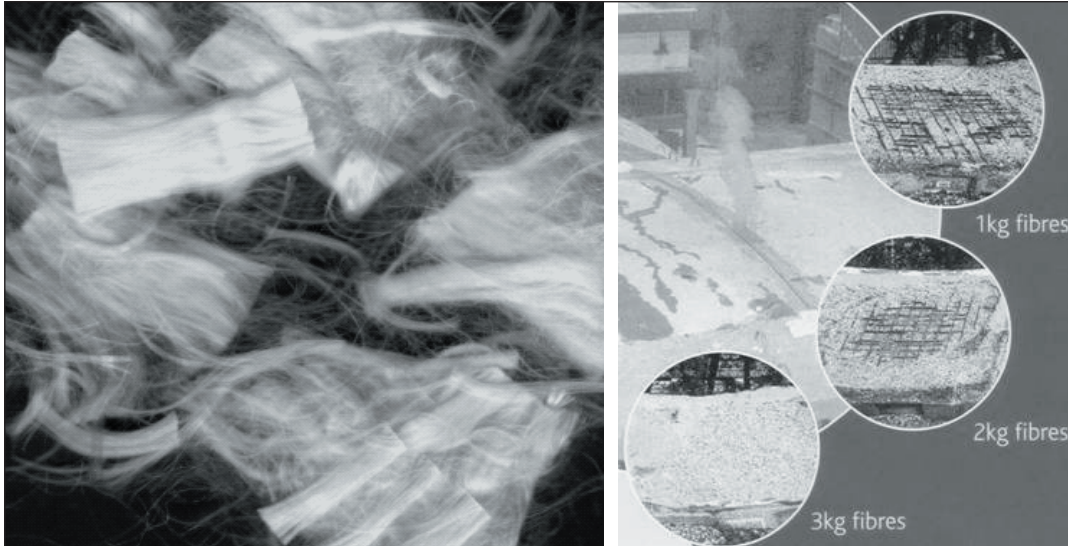


Figure 7: Monofilament polypropylene fibres and degree of surface spalling with increasing dose of fibres per cubic metre of concrete (Courtesy ADFIL UK Ltd)

Although the fibres offer an anti-spalling system, they do not protect the structural concrete from the detrimental effects of high temperature (see Figure 2) and also do not protect any structural reinforcement at the heat exposed concrete tunnel lining. Consequently, the use of fibre modified concrete should be considered carefully for use in structurally reinforced concrete tunnel linings.

The fire protection performance of polypropylene fibre modified concrete is variable and not always predictable. From current knowledge this may be attributed to any of the following factors:

1. Fibre type, diameter and length
2. Fibre quantity per cubic metre
3. Aggregate type
4. Concrete mix design
5. Permeability of concrete with low w/c's
6. Heating rates and maximum temperatures
7. High degree of loss in concrete section in the presence of steel reinforcement, possible due to torsion buckling effects of the steel cages due to heat
8. Moisture content of concrete
9. Loads on the concrete structure.

CONCLUSION

The amount of European transport tunnels in daily use without any form of fire protection is of concern. Of course, following risk assessments a great majority of these tunnels would not need fire protection, but certainly under the new requirements of the European Directive No. 2004/54, and perceived new directives set to enter the industry in 2006/07, there are many tunnels that will require retrofit fire protection systems to be installed. This has already been observed in 2005, with Switzerland, UK, France and Sweden retrofitting road tunnels with passive fire protection.

Tunnels in Europe					
Road	Length (km)	Rail	Length (km)	Metro	Length (km)
Italy	340	Italy	734	Spain	837
France	133	Germany	382	UK	519
Switzerland	162	Switzerland	366	Russia	400
Germany	69	France	256	Germany	367
Austria	177	Austria	246	France	304
Norway	522	Norway	126	Norway	119
Spain	58	UK	114	Sweden	108
UK	13	Spain	110	Italy	106

Figure 8: Unprotected transport tunnels in Europe (SafeT European Project, Khoury 2005)

Very thin spray applied thermal barriers (less than 45 mm) will be required for many of these tunnels if clashes with operational envelopes are to be prevented. The use of polypropylene fibre modified concrete is not considered an option for many existing tunnels due to the limited operating space. However, consideration may be given to sprayed concrete with polypropylene fibres if the space profile permits a minimum layer thickness of approximately 80 mm.

It should be noted that the general trend in increasing vehicle and train sizes and also increasing the tolerance to the structural lining to avoid clashes (at higher line speeds for example) puts additional pressure on the industry to develop very thin fire protection solutions.

In order to determine which system is appropriate for specific tunnels, consideration of the risk of structural collapse of the tunnel linings, and the effect it will have on 3rd parties is required. When the predominant level of risk is either high or low, then this dictates the nature of the passive fire protection that may be suitable for the project. Clearly, when the risks are established, the cost benefit analysis may raise more issues to be considered.

LOW	RISK LEVEL	HIGH
POLYPROPYLENE Fibre Modified Concrete	Structural/3rd Party Issue – New Build	Spray Applied Thermal Barriers
	Size of expected tunnel fire (Low risk 5 to 50MW, High risk 50 to 300MW)	
	Due to location of fire department unable to deal with tunnel fire adequately and timely to prevent damage to tunnel	
	Structural deterioration/collapse of tunnel effects ventilation or safe egress of tunnel users	
	Structural deterioration/collapse hinders/prevents access of fire department	
	Structural deterioration/collapse results in inundation by water or soils	
	Structural damage leads to significant operational downtime of tunnel and closure significantly effects local/regional economy	
	Structural deterioration/collapse results in damage to adjacent 3rd party property and/or loss of life	

REFERENCES

- ADFIL UK. Ignis Passive Fire Protection System. Product brochure for monofilament polypropylene fibres. Published by ADFIL UK Ltd.
- ITA (2004). "Guidelines For Structural Fire Resistance For Road Tunnels". Working Group 6 Report. Published by the International Tunnelling Association, 2004.
- KHOURY, G. A. (2003). "EU Tunnel Fire Safety Action". Tunnels and Tunnelling International. February 2005. pp 20-23.
- KHOURY, G. A. (2005). "EU Tunnel Safety Update". Tunnels and Tunnelling International. February 2005. pp 41-43.
- KHOURY, G. A. (2005). Personal written communications on SafeT findings and concrete strength change on elevated temperatures – research work undertaken by Imperial College, London.
- MUNICH RE. (2003). "Risk management for Tunnels". Published by the Munich Re Group, Munich, Germany. Order No. 302-03083.
- SHUTTLEWORTH, P. (2002). Technical Paper – "Fire protection of concrete tunnel linings". Written communication based on Rail Link Engineering tests for Channel Tunnel rail Link, UK.
- HAUKUR INGASON (2006) Paper "Design fires in Tunnels", Safe & reliable tunnels Lausanne 2006, SP Swedish National Testing and Research Institute
- Frank Clement, Fire Protection Manager Europe
UGC International, Division of BASF Construction Chemicals, Switzerland
Frank.Clement@basf.com
- Ing. Michal Zámečník, UGC Manager ČR and SR
BASF Stavebné hmoty Slovensko s.ro.
michal.zamecnik@basf.com
- Recenzent: Ing. Ludmila Tereňová, PhD.

SÚČASNÉ DREVOSTAVBY Z HĽADISKA PROTIPOŽIARNEJ BEZPEČNOSTI

Ludmila Tereňová

Abstract: In presence, the construction planning in view of fire safety is a commonplace of the complete construction project documentation. In case of wood constructions, the planning regulations are limited in view of fire safety due to its typical flammable constructional system. New approach to planning of wood constructions, in accordance with the European Codes and with the construction material appraisal due to its reaction to fire, opens new opportunities for the wood construction planning in view of fire safety.

Key words: Wood construction, planning, fire safety, reaction to fire

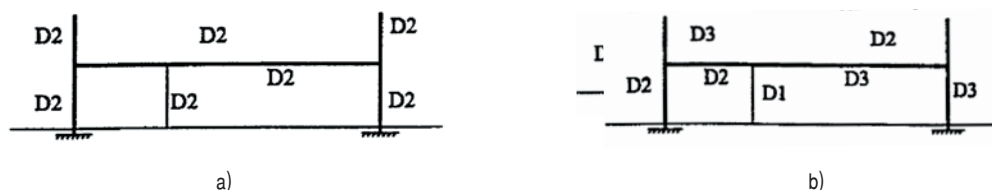
ÚVOD

Technické požiadavky na protipožiarnu bezpečnosť pri výstavbe a užívaní stavieb sú stanovené vo Vyhláske MV SR č. 94/2004 Z. z. [5], ktorá je vykonávacou vyhláškou Zákona č. 314/2001 Z. z. o ochrane pred požiarom [4]. Podľa tejto vyhlášky [5] a jej súvisiacich noriem sa riešia a posudzujú z hľadiska protipožiarinej bezpečnosti aj budovy na báze dreva. Je im však potrebné venovať zvýšenú pozornosť vzhľadom na vlastnosti dreva z hľadiska reakcie na oheň, požiarnej odolnosti a celkového zabezpečenia pred požiarom.

1 POŽIADAVKY SÚČASNÝCH PREDPISOV NA NAVRHOVANIE DREVOSTAVIEB

Konštrukčné prvky, konštrukčné celky a požiarne výška drevostavieb

Projektová norma STN 92 0201-2 [7] dovoľuje navrhovať v SR drevostavby najviac **do požiarnej výšky 9 m** v horľavom konštrukčnom celku, ktorý môže byť podľa obr. 1 [7] dvoch druhov, čo predstavuje v závislosti od druhu stavby a konštrukčnej výšky jednotlivých podlaží 3, najviac 4 nadzemné podlažia.



Obr. 1 Horľavý konštrukčný celok [7]
a) všetky konštrukčné prvky D2, b) všetky D3 alebo kombinácia D1, D2, D3

Požiarne zaťaženie

Horľavé nosné a horľavé požiarne deliace konštrukcie drevostavieb sú zohľadnené pri posudzovaní protipožiarinej bezpečnosti práve typickým horľavým konštrukčným celkom. Preto sa pri výpočte priemerného požiarneho zaťaženia v požiarnej úseku nezapočítava do stáleho požiarneho zaťaženia hmotnosť a výhrevnosť horľavých látok v nosných konštrukciách, ktoré zabezpečujú stabilitu stavby, v požiarne

deliacich konštrukciách a hmotnosť a výhrevnosť horľavých látok, ktoré tvoria povrchovú úpravu s hrúbkou menšou ako 2 mm [7]. Horľavé materiály ostatných konštrukcií, hlavne okien, dverí, podláh, nenosných stien bez požiarnej deliacej funkcie, povrchové úpravy a obklady s hrúbkou väčšou ako 2 mm, horľavé podhlady a pod. sa musia pri výpočte priemerného požiarneho zaťaženia zohľadniť.

Ak je požiarnej úsek vybavený stabilným hasiacim zariadením (SHZ), pri výpočte požiarneho rizika sa môže hodnota súčiniteľa horľavých látok znížiť najviac o 30 %. V tomto prípade nemožno hodnotu vyjadrujúcu vplyv SHZ použiť na zväčšenie veľkosti dovolenej plochy požiarneho úseku (§ 34 vyhlášky 94/2004 [5]).

Stupeň protipožiarinej bezpečnosti a požiarne odolnosť

Pre nevýrobný charakter drevostavieb sa môže použiť I.–IV. stupeň protipožiarinej bezpečnosti (SPB). Piaty SPB sa v zmysle [7] v horľavom a taktiež v zmiešanom konštrukčnom celku nesmie použiť.

Pre **nosné drevené konštrukcie** vo vnútri stavby, ktoré zaisťujú stabilitu stavby (stĺpy, nosné steny bez požiarnej deliacej funkcie) je pre nadzemné požiarne podlažia vyžadovaná požiarne odolnosť pre **I. SPB – 30 R**, pre **nosné požiarne steny a stropy 30 REI**, pre **nosné obvodové steny 30 REI, 30 REW**. Pre **II. SPB** je pre tieto

vedené konštrukcie požadovaná požiarne odolnosť **45 min**, pre **III. SPB 60 min** a pre **IV. SPB – 90 min**. Pre konštrukcie posudzované v poslednom nadzemnom požiarnej podlaží sú požadované hodnoty požiarnej odolnosti týchto konštrukcií v II. až IV. SPB nižšie (30, 45, 60 min).

Nosné konštrukcie striech, ktoré nemajú v posudzovaných požiarnej úsekoch požiarne deliacu funkciu, musia spĺňať požadované

hodnoty požiarnej odolnosti v I a II. SPB – 30 R, v III. SPB – 45 R a v IV. SPB – 60/D1 R.

Nosná konštrukcia schodiska vo vnútri požiarneho úseku, ktoré nie je súčasťou chránenej únikovej cesty (CHÚC), musí spĺňať požiadavku na požiaru odolnosť v II. SPB 30/D3 R, v III. SPB 30/D2 R a v IV. SPB 30/D1 R a to podľa požiadaviek požiarneho úseku, v ktorom je schodisko umiestnené [7].

Únikové cesty

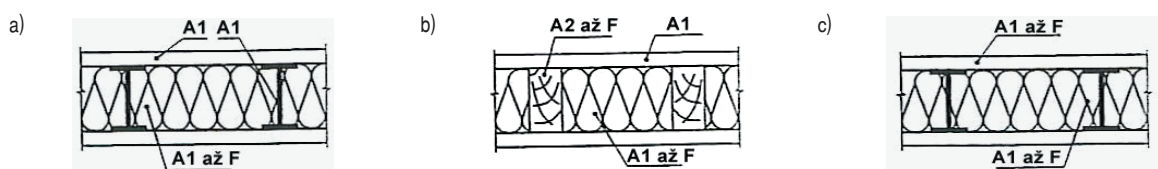
Pre drevené budovy sa môžu navrhovať čiastočne chránené **i nechránené únikové cesty**, ktoré môžu, ale nemusia tvoriť samostatný požiaru úsek. **Chránená úniková cesta (CHÚC)** musí tvoriť samostatný požiaru úsek, ktorého ohraničujúce požiarne deliace konštrukcie musia byť druhu D1, vyhotovené z nehorľavých látok alebo majú doplnkovú klasifikáciu z hľadiska tvorby dymu s1 (§ 52 vyhlášky 94/2004 [5]).

Podľa nových definícií konštrukčných prvkov v zmysle STN EN 13 501-1 [8], ak obsahuje konštrukčný prvok druhu D1 materiály inej triedy reakcie na oheň než A1, tieto musia byť ohraničené materiálom triedy reakcie na oheň A1 (obr. 2). Trieda reakcie na oheň F je bez definície klasifikačných kritérií a zaraďujú sa do nej výrobky, ktoré nevyhoveli triede E alebo neboli odskúšané. Pre materiály triedy A1 nie sú v zmysle [8] určené doplnkové klasifikácie z hľadiska tvorby dymu a tvorby horiacich kvapiek a častíc, to znamená, že nesmú pri požiari vykazovať dym a horiace kvapky a častice. Túto skutočnosť je potrebné zohľadniť pri navrhovaní konštrukčného a materiálového riešenia ohraničujúcich konštrukcií chránených únikových ciest na zabezpečenie bezpečnej evakuácie osôb z drevostavby.

2 MATERIÁLY V KONŠTRUKČNÝCH PRVKOCH DREVOSTAVIEB

Typickými konštrukčnými prvkami v konštrukčných systémoch drevostavieb sú podľa obr. 1 konštrukcie druhu D2 a D3. Konštrukcie druhu D1 sa vyžadujú už v spomínaných chránených únikových cestách a taktiež pre požiarne pásy, ktoré sú súčasťou obvodových stien drevostavieb slúžiacich na ubytovanie (§ 44, odst. 6, písm. c) vyhlášky 94/2004 [5]). Pre konštrukčné prvky v konštrukčnom systéme drevostavieb je teda veľmi dôležité, aby v nich použité stavebné materiály dostatočne plnili svoju funkciu z hľadiska reakcie na oheň a ich vplyvu na intenzitu požiaru (obr. 2).

Stavebné výrobky z dreva a na báze dreva spadajú na základe skúšok reakcie na oheň do tried A2 (A_{2,fi}) až E (E_{fi}). Pre tieto triedy sa zároveň určuje doplnková klasifikácia z hľadiska tvorby dymu (s1, s2, s3) a z hľadiska tvorby horiacich kvapiek a častíc (d0, d1, d2). V súčasnosti sa v drevostavbách okrem stavebných prvkov z rastlého dreva používa veľký sortiment kompozitných materiálov na báze dreva, a to tradičné drevotrieskové a drevoláknité dosky, preglejky, ako i novodobé kompozitné materiály (MDF, OSB, Parallam, Intrallam, Microllam, cementotrieskové dosky – CETRIS, sadrokartónové dosky), ktoré sa používajú buď ako konštrukčné a obkladové veľk plošné materiály, alebo i na nosné konštrukcie drevostavieb [3]. Mnohé z týchto materiálov majú v praxi overené vlastnosti a môžu sa klasifikovať do príslušných tried reakcie na oheň bez skúšania (tzv. CWFT dokumenty) podľa Rozhodnutí Komisie (Európska normalizačná komisia CEN/TC127 Fire safety in buildings).



Obr. 2 Konštrukčné prvky
a) D1, b) D2, c) D3

Tab. 1 Stavebné výrobky, ktoré sa klasifikujú do ďalších tried bez skúšania [6]

Dosky na báze dreva ^{a)}	Min. hustota kg/m ³	Min. hr. mm	Trieda okrem ¹⁾ dlážkovieň	Trieda ¹⁾ dlážkovieň
Dosky z orientovaných triesok OSB	600	9	D-s2, d0	D _s -s1
Trieskové dosky	600	9	D-s2, d0	D _s -s1
Vláknité dosky, tvrdé	900	6	D-s2, d0	D _s -s1
Vláknité dosky polotvrdé	600	9	D-s2, d0	D _s -s1
	400	9	E, trvalý	E _{fi}
Vláknité dosky mäkké	250	9	E, trvalý	E _{fi}
Vláknité dosky MDF	600	9	D-s2, d0	D _s -s1
Cementotrieskové dosky ^{b)}	1000	10	B-s1, d0	B _s -s1
Preglejované dosky	400	9	D-s2, d0	D _s -s1
Dosky z prírodného dreva	400	12	D-s2, d0	D _s -s1

Sadrokartónové dosky ^{a)}	Nominálna hrúbka dosky	Sadrové jadro		Plošná hmotnosť papiera ^{b)} g/m ²	Trieda okrem dlážkovieň
		Hustota kg/m ³	Trieda reakcie na oheň A1		
Sadrokartónové dosky okrem dierovaných dosiek	≥ 9,5	≥ 600		≤ 220	A2-s1, d0
	≥ 12,5	≥ 800		> 220 ≤ 300	B-s1, d0

	Špecifikácia výrobkov	Minimálna hustota kg/m ³	Minimálna celková hrúbka mm	Trieda okrem dlážkovieň
Konštrukčné drevo ^{a)}	Vizuálne alebo strojovo triedené konštrukčné drevo s pravouhlým prierezom získaným rezaním, hobľovaním alebo ináč, alebo s kruhovým prierezom	350	22	D-s2, d0

Môžu byť do nich zahrnuté iba výrobky, ktoré dokázali pri skúšaní, že ich vlastnosti sú dostatočne stabilné. Tieto rozhodnutia sú implementované do legislatívy SR vo Vyhláske MVRR SR č. 119/2006 Z. z., ktorou sa mení a dopĺňa vyhláska č. 158/2004 [6], ktorá vo svojej prílohe č. 2 obsahuje zoznam stavebných výrobkov, ktoré sa z hľadiska reakcie na oheň klasifikujú do ďalších tried bez skúšania – vid. tab.1 (tab. 2 v [6]).

3. POŽIARNA ODOLNOSŤ DREVENÝCH KONŠTRUKCIÍ

Navrhovaním drevených konštrukcií sa zaoberá Eurokód 5, ktorý nadväzuje na príslušné európske normy pre drevo, materiály na báze dreva, spojovacie prostriedky atď. STN P ENV 1995-1-2 [9] poskytuje pravidlá pre navrhovanie drevených konštrukcií na účinky požiaru, pomocou ktorých sa dá jednoduchým statickým výpočtom preukázať ich požiarne odolnosť. Výpočet vychádza z redukcie plochy prierezu a parametrov pevnosti a tuhosti dreva a materiálov na báze dreva v dôsledku požiaru. V tejto norme sú uvedené i podrobné pravidlá pre riešenie požiarnej odolnosti spojov rôzneho vyhotovenia a ďalej tiež stropov a stien, ktorých konštrukcia je tvorená drevom a materiálmi na báze dreva v kombinácii s rôznymi tepelno-izolačnými a obkladovými materiálmi. Vplyv požiaru na prvky z dreva a materiálov na báze dreva je možno uvážiť tromi spôsobmi:

pri použití zjednodušenej **metódy účinného prierezu** sa vypočíta únosnosť pre účinný prierez za predpokladu, že parametre pevnosti a tuhosti nie sú požiarom ovplyvnené. Miesto toho je pokles parametrov pevnosti a tuhosti kompenzovaný použitím zväčšenej hĺbky zuhoľnatenia [2],

pri použití **metódy redukovanej pevnosti a tuhosti** sa vypočíta únosnosť pre zbytkový prierez s uvažovaním poklesu parametrov pevnosti a tuhosti [2],

pri použití **obecnej metódy** sa uvažuje stav teploty a vlhkosti v ktoromkoľvek bode zbytkového prierezu a tiež vzťah medzi parametrami pevnosti a tuhosti materiálu na jednej strane, a teploty a vlhkosti na strane druhej [2].

Obecne platí, že čím sa použije zložitejšia metóda, tým vychádzajú priaznivejšie hodnoty požiarnej odolnosti [2]. Výpočet požiarnej odolnosti podľa Eurokódov je možnosťou pre získanie požadovanej požiarnej odolnosti konštrukcie bez ďalších úprav. Tento výpočet je možné použiť len v prípade, že bol statický výpočet konštrukcie pre bežné teploty vyhotovený tiež podľa európskych noriem.

4. DREVOSTAVBY V ZAHRANIČÍ

Zahraničné predpisy zaoberajúce sa problematikou drevených stavieb umožňujú stavbu 5 alebo 6 podlažných drevených stavieb (vo Švajčiarsku dokonca až 8 podlažných budov). Z toho ale vyplývajú prísnejšie požiadavky na požiarne odolnosť konštrukcií, aktívnu a pasívnu protipožiarne ochranu, aby bola čo najviac zabezpečená ochrana osôb. Zahraničné požiarne predpisy sú tolerantnejšie, resp. majú presnejšie formulované požiadavky. V týchto krajinách je to dané predovšetkým na základe dlhodobých skúseností a experimentálneho výskumu.

Nemecký Musterbauordnung (vzorový stavebný poriadok) – návrh z r. 2003 dovoľuje stavať drevené budovy triedy 4 s výškou 7–13 m za predpokladu, že úžitková plocha podlažia nie je väčšia ako 400 m² a požiarne odolnosť nosných konštrukcií je REI 60 min [1].

Fínsky požiarne zákon z r. 1997 umožňuje max. výšku drevených budov 14 m. Od štyroch podlaží musia byť drevené domy vybavené automatickým hasiacim systémom; následne nie sú obmedzené v úžitkovej ploche podlažia a počte užívateľov, každý byt musí mať v takomto dome elektrické požiarne poplachové zariadenie, drevené fasády musia mať horizontálne protipožiarne prekážky – rímasy [1].

Švajčiarske protipožiarne predpisy VKF 1993 a novela 2003 pre nadzemné nosné konštrukcie individuálnych rodinných domov, jednopodlažných domov a posledné podlažia viacpodlažných budov nestanovujú požiadavky na požiarne odolnosť. Pre dvojpodlažné, trojpodlažné a viacpodlažné budovy sú kladené požiadavky na požiarne odolnosť konštrukcií v závislosti od plochy podlažia, od požiarneho zaťaženia, funkcie budovy. Novela 2003 vyžaduje pre nosné konštrukcie budov do troch podlaží REI 30 min, pre 4 až 6 podlažné REI 60 min. Pri 5 a 6 podlažiach sú vyžadované nehorľavé obklady; drevené fasády do 3 podlaží sú bez obmedzenia, pre 4–8 podlažné budovy musia mať protipožiarne ochranu [1].

Predpisy USA – BOCA – National Building Code (seloštátny stavebný poriadok) – z r. 1996 rozdeľujú drevené budovy do 3 konštrukčných typov: Typ 4 – ťažké drevené skelety z rastlého alebo lepeného lamelového dreva a obvodovými stenami z nehorľavých materiálov. Typ 5A má všetky nosné konštrukcie vrátane obvodových stien drevené a chránené, s požadovanou požiarne odolnosťou (60–240 min). Typ B má konštrukcie nechránené (tj. neoplášťované, alebo neizolované), ale požiadavka na požiarne odolnosť stien únikových ciest a separačných stien zostáva 120 min. Všetky tieto konštrukčné typy sa navrhujú do 3 až 6 nadzemných podlaží. Ak sú použité automatické hasiace – sprinklerové systémy, môže sa počet nadzemných podlaží o jedno zvýšiť, ale v prípade obytných domov nesmie ich výška presiahnuť 18 m [1].

Práve aktívna ochrana drevostavieb požiarotechnickými zariadeniami sa čoraz viac uplatňuje v projektovaní protipožiarnej bezpečnosti drevených stavieb v zahraničí. Týka sa to hlavne obytných stavieb všetkých typov (rodinné domy, radová, bytová výstavba) ako i stavieb na ubytovanie (hotely, motely, penzióny), v ktorých sa navrhujú hlásiče požiaru (EPS) a sprinklerové SHZ, aby sa znížilo riziko straty na ľudských životoch a majetku a zároveň znížil stupeň protipožiarnej bezpečnosti. Túto požiadavku sa napr. snažia presadiť vo Švédsku, tak aby sa montáž sprinklerov v budovách stala štandardom a prešla v tradíciu [1]. V súčasnosti je u nás nutné počítať s negatívnou odozvou na podobné požiadavky z hľadiska ekonomických nákladov.

ZÁVER

V SR uvedené skúsenosti s výstavbou viacpodlažných drevostavieb chýbajú. Tento druh výstavby je u nás obmedzený nie materiálovým a konštrukčným riešením drevostavieb, ale práve legislatívou, ktorá z hľadiska protipožiarnej bezpečnosti obmedzuje

rozvíjať ich projektovanie v oblasti pozemného stavebníctva. Priaznivé a kontrolovateľné správanie sa drevených konštrukcií v podmienkach požiaru, stále sa rozvíjajúce technológie pasívnej i aktívnej ochrany drevených konštrukcií, výhodné ekonomické a ekologické hľadisko ako i možnosť čerpania zo zahraničných skúseností, dávajú všetky predpoklady na to, aby sa vytvorili samostatné požiarne predpisy pre riešenie protipožiarnej bezpečnosti drevostavieb, ktoré dovoľia väčší rozvoj v ich navrhovaní a výstavbe.

Tento príspevok bol spracovaný za podpory grantovej úlohy GD 1/3521/06 „Správanie sa vybraných druhov drevených konštrukcií v procese vysokých teplôt“.

LITERATÚRA

- [1] Bílek, V.: Dřevostavby – Navrhování vícepodlažních dřevostaveb. 1. vyd. Praha : ČVUT, 2005. 251 s. ISBN 80-01-03159-4
- [2] Kuklík, P., Kuklíková, A.: Eurokód 5 – Navrhování dřevěných konstrukcí. Stavební listy, červenec – srpen 2004, roč. 10, č. 7–8. <http://stavlisty.cz/2004/07/eurokod.html>
- [3] Tereňová, L. – Osvald, A.: Protipožiarne bezpečnosť pri navrhovaní drevostavieb. In: Požárni ochrana 2006: XV. ročník mezinárodní konference. Ostrava : VŠB-TU, 2006. s. 428–437. ISBN 80-86634-88-4
- [4] Zákon č. 314/2001 Z.z. o ochrane pred požiarimi, v znení neskorších predpisov
- [5] Vyhláška MV SR č. 94/2004 Z.z., ktorou sa ustanovujú technické požiadavky na požiarne bezpečnosť pri výstavbe a užívaní stavieb
- [6] Vyhláška MVRR SR č. 119/2006, ktorou sa mení a dopĺňa vyhláška MVRR SR č. 158/2004 Z.z., ktorou sa ustanovujú skupiny stavebných výrobkov s určenými systémami preukazovania zhody a podrobnosti o používaní značiek zhody
- [7] STN 92 0201-2: Požiarne bezpečnosť stavieb. Spoločné ustanovenia. Časť 2: Stavebné konštrukcie
- [8] STN EN 13 501-1: Klasifikácia požiarnych charakteristík stavebných výrobkov a prvkov stavieb. Časť 1: Klasifikácia využívajúca údaje zo skúšok reakcie na oheň
- [9] STN P ENV 1995-1-2: Navrhovanie drevených konštrukcií. Časť 1–2: Všeobecné pravidlá. Navrhovanie konštrukcií na účinky zataženia požiarom

Ing. Ľudmila Tereňová, PhD.
Katedra protipožiarnej ochrany
TU Zvolen
terenova@vsl.d.tuzvo.sk

Recenzent: prof. Ing. Anton Osvald, CSc.

DESAŤ ROKOV KATEDRY PROTIPOŽIARNEJ OCHRANY DREVÁRSKEJ FAKULTY TECHNICKEJ UNIVERZITY VO ZVOLENE

Anton Osvald

V živote človeka i organizácie sa často stáva, že sa nakumuluje obdobie výročí a osláv. Aj naša univerzita a fakulta si tohto roku pripomína dvesto rokov lesníckeho vysokoškolského štúdia na Slovensku a 55 rokov lesníckeho a drevárskeho vysokoškolského štúdia vo Zvolene. Profesionálna organizácia hasičov si pripomína 5. výročie vzniku Hasičského a záchranného zboru a rok 2007 je aj rokom 85. výročia založenia Zemskej hasičskej jednoty na Slovensku, ktorá je predchodcom dnešnej Dobrovoľnej požiarnej ochrany. V intenciách uvedených osláv oslavuje aj Katedra protipožiarnej ochrany desať rokov od svojho vzniku.

V školskom roku 1997/1998 začala výučba v novom akreditovanom odbore Požiarňa ochrana. Akademický senát DF v roku 1997, s účinnosťou od 1. 1. 1998 schválil vznik nového pracoviska – Katedru požiarnej ochrany. Možno je neuveriteľné, že zakladajúcimi členmi katedry bolo šesť ľudí, z ktorých teraz na katedre pôsobia štyria. Katedra sa rozrastala, prijímali sa ľudia hlavne z iných odborov. Bola to hlavne chémia, stavebníctvo, absolventi štúdia so zameraním na požiarnu ochranu. Som rád, že v súčasnosti máme skoro dvojnásobný počet doktorandov, ako bolo pred desiatimi rokmi zakladajúcich členov katedry.

Katedra samozrejme prechádzala určitým vývojom. Prešla zmenou názvu a v súlade s dnešnou platnou terminológiou hovoríme o Katedre protipožiarnej ochrany. Prežila trojnásobné sťahovanie v relatívne krátkom čase. Zmeny spôsobené sťahovaním, aj keď si to možno nechceme pripustiť, zbrzdili katedru v jej vývoji a profesnom raste. Vždy trvalo niekoľko týždňov, kým sa materiál zabalil, rozbalil, kým sme si po niekoľkonásobnom hľadaní zvykli, na ktorých nových miestach sú uložené potrebné veci. Na tomto mieste sa musím poďakovať našim doktorandom a študentom, ktorí nikdy neváhali a vždy boli ochotní pomôcť.

Nielen sťahovaním žila katedra. Najväčšou zmenou nebola zmena miesta, ale zmena personálneho rastu jednotlivých členov katedry. Za desať rokov sa katedra obohatila o jedného profesora, dvoch docentov, šiestich pracovníkov, ktorí získali titul PhD. a jedného pracovníka, ktorý získal titul Ing. Uvedení kolegovia zvyšovali nielen svoju kvalifikáciu, ale aj úroveň predmetov, v ktorých vyučujú a tým aj zvyšovali kvalitu pedagogického procesu.

Katedra protipožiarnej ochrany je garančným pracoviskom pre študijný odbor 8.3.1 Ochrana osôb a majetku. Od akademického roku 2005/06, katedra zabezpečuje výučbu v dennej a externej forme štúdia v troch študijných programoch:

- trojročnom bakalárskom študijnom programe ochrana osôb a majetku pred požiarom,
- dvojročnom inžinierskom študijnom programe technická bezpečnosť osôb a majetku,
- dvojročnom inžinierskom študijnom programe hasičské a záchranné služby,
- trojročnom doktorandskom študijnom programe protipožiarňa ochrana a bezpečnosť.

Zároveň zabezpečuje výučbu v 2.–5. ročníku denného štúdia a 2.–6. ročníku externého štúdia študijného odboru Požiarňa ochrana, ktorý je predchodcom študijného odboru 8.3.1 Ochrana osôb a majetku a v ktorom štúdiu dobieha. Zameranie katedry tvorí výučba základných odborných (profilujúcich) predmetov, ako aj špecializovaných predmetov teoretického základu so zreteľom na protipožiarnu ochranu. Profilácia je zameraná na rozvíjanie disciplín vzhľadom k horeniu materiálov, reakcii materiálov na oheň, s vyústením do protipožiarnej bezpečnosti stavieb, technologických procesov a činnosti hasičských a záchranných služieb. Popri výučbe katedra zabezpečuje riešenie vedeckých a výskumných projektov z oblasti protipožiarnej ochrany, expertízu a poradenskú činnosť pre potreby odbornej praxe.

Katedra nadviazala úzke kontakty s pracovníkmi protipožiarnej ochrany, ktorá v našom štáte funguje v duálnej forme, s pracovníkmi HaZZ i DPO. Spolupracujeme s oboma zložkami a to nielen formou pedagogickou alebo výskumnou, ale aj formou spoločenskou, organizovaním konferencií, seminárov, ale aj súťaží a plesov. So študentmi pracujeme tak, aby hasičstvo mali nielen vo svojich vedomostiach, ale aj vo svojom srdci.

prof. Ing. Anton Osvald, CSc.
vedúci katedry

TEPLO-OHEŇ-MATERIÁLY 2007: ZHODNOTENIE, POSTREHY A ODPORÚČANIA

Danica Kačíková

V dňoch 06.–08. 02. 2007 sa v krásnom prostredí Nízkotatranskej zimnej prírody v hoteli Partizán a. s. Tále uskutočnil prvý ročník medzinárodného sympózia spojeného s výstavou Teplo-Oheň-Materiály 2007.

Abstract: Heat-Fire-Materials 2007: Evaluation, notes and recommendations

The 1st International symposium with exhibition Heat-Fire-Materials 2007 was taken 6–8 February 2007 in hotel Partizan a. s. Tale Slovak republic. The symposium aim was exchange of new knowledge of materials and products thermal degradation among investigators, teachers and firms. There were forty papers published in the Symposium Proceedings. Ten firms participated with their products in the exhibition. The symposium lectures were divided to three sections: Influence of heat and fire on materials, Presentation of materials and products with high fire resistance and firm's presentations, Fire testing and evaluation of materials and products. We can conclude all symposium aims were fulfilled. The 2nd International Symposium will take in year 2011.

Cieľ sympózia

Vedecký a organizačný výbor za cieľ sympózia vytýčil odovzdávanie najnovších poznatkov a skúseností medzi výskumnými a vývojovými pracoviskami, vysokými školami, akreditovanými skúšobňami, stavebnými firmami a firmami s výrobkami s vysokou požiarnou odolnosťou o zmenách materiálov vplyvom tepla a ohňa a metódach hodnotenia a testovania materiálov a výrobkov. To znamená, že hlavným cieľom bolo bližšie prepojenie výskumno-vývojových a vzdelávacích inštitúcií s praxou v oblasti zmien materiálov po zaťažení teplom a ohňom.

Príprava sympózia

Tematika sympózia Teplo-Oheň-Materiály je vysoko aktuálna. Preto sa s ňou stretávame na mnohých stretnutiach odborníkov z praxe aj vzdelávania v protipožiarnej ochrane. Keď sme uvažovali o príprave nového periodického podujatia v tejto oblasti, mali sme obavy, či sa nám podarí prilákať dostatočný záujem u oslovenej cieľovej skupiny aktívnych účastníkov, ktorí sa zúčastňujú takýchto podujatí v rámci Slovenska, Európy i celého sveta. Chceme sa poďakovať členom Medzinárodného vedeckého výboru ako aj vedecko-odborným garantom sekcií, ktorí nám aj napriek svojmu pracovnému vyťaženiu a medzinárodnému ohlasu na svoju prácu neváhali pomôcť pri zrode nového podujatia.

Práve to, že sa jedná o niečo nové, neznáme, bez doterajšieho medzinárodného ohlasu, nám značne komplikovalo prípravné práce. Mnohí potenciálni účastníci si dopredu zisťovali, kto z ich oblasti potvrdil aktívnu účasť a zvažovali, či sa im účasť „oplatí“. Váhali so zaslaním vedeckých a odborných článkov alebo potvrdením aktívnej účasti. Preto sa nezviditeľnili ani v Zborníku recenzovaných príspevkov zo sympózia, ktorý bol vydaný v elektronickej forme, ani sa abstrakt ich článku neobjavil v prvom čísle časopisu, ktorý práve čítate.

Garanti sekcií odporučili a zrecenzovali 40 článkov zo Slovenskej, Českej a Poľskej republiky, ktoré boli v slovenskom, českom alebo anglickom jazyku uverejnené v zborníku. Ako sme neskôr zistili z neformálnych diskusií počas spoločenských akcií po ukončení rokovaní v sekciách, aj názov hotela odradil od účasti niektorých ich známych, pretože sa báli, že im neposkytne dostatočný komfort.

Stretli sme sa ale aj s prípadmi, že neodkladné pracovné povinnosti znemožnili autorom príspevkov ale aj pasívnym účastníkom zúčastniť sa rokovania sympózia. Všetkým záujemcom sme zaslali prvé číslo časopisu Delta a zborník príspevkov.

Priebeh sympózia

V dopoludňajších hodinách 06. 02. 2007 členovia organizačného výboru sympózia pricestovali na miesto konania – do hotela Partizán a. s. Tále. Privítala nás rozprávková zasnežená krajina a komfortný novozrekonštruovaný hotel s technickým zázemím vhodným nielen na oddych, ale predovšetkým na prednášky, jednania, rokovania, prezentácie firiem. Do neskorého večera sme registrovali aktívnych a pasívnych účastníkov a dohliadali na inštaláciu výstavky firiem, ktorých reklamy boli uverejnené v prvom čísle časopisu Delta. Celkovo sa zaregistrovalo 33 účastníkov sympózia zo Slovenska a Českej republiky. Výstavku produktov resp. zameranie firmy formou posterov, modelov a makiet prezentovalo 10 firiem: Basf stavebné hmoty a. s. Žilina, Doprastav a. s. Bratislava, Ekoltech spol. s r. o. Lučenec, Hilti Slovakia spol. s r. o. Bratislava, Izomat a. s. Nová Baňa, Knauf s. r. o. Bratislava, Op-tim spol. s r. o. Krupina, Rockwool Slovensko s. r. o. Bratislava, Stavnix Plus s. r. o. Stupava, Stokat-M s. r. o. Zvolen.

K slávnostnej atmosfére otvorenia sympózia dňa 7. februára 2007 prispeli príhovory prof. Ing. Antona Osvalda, CSc. – vedúceho Katedry protipožiarnej ochrany Drevárskej fakulty Technickej univerzity vo Zvolene a doc. RNDr. Anny Danihelovej, PhD. – prorektorky Technickej univerzity vo Zvolene.

Rokovanie sympózia sa riadilo vopred pripraveným programom. Príspevky boli rozdelené do nasledujúcich sekcií: Vplyv tepla a ohňa na materiály, Prezentácie materiálov a výrobkov s protipožiarnou úpravou a firemné prezentácie, Protipožiarné skúšobníctvo, hodnotenie a testovanie materiálov a výrobkov. Referáty boli prednášané aj nasledujúci deň, 8. februára 2007. Celkovo odznelo 24 referátov.

Pre nás, organizátorov, ako aj pre odborných garantov a predsedajúcich jednotlivých sekcií bolo veľmi potešiteľné, že napriek lákadlám, ktoré predstavovali možnosti lyžovať resp. regenerovať



Obr. 1 Registrácia účastníkov sympózia



Obr. 2 Z rokovania v sekciách



Obr. 3 Diskusia v priestoroch výstavky



Obr. 4 Z rokovania v sekciách



Obr. 5 Spoločenský večer



Obr. 6 Vyhodnotenie sympózia



Obr. 7 Spoločná fotografia účastníkov



Obr. 8 Odchod zo sympózia

svoje sily v bazéne, saune a posilňovni hotela, všetci účastníci, či už z akademického prostredia, skúšobní ale aj z firiem nielen počúvali prednášané príspevky, ale sa aj aktívne zapájali do diskusie. Živá diskusia pokračovala aj v priestoroch výstavky zúčastnených firiem.

Zhodnotenie sympózia

Pred ukončením sympózia v popoludňajších hodinách 8. februára 2007 garanti sekcií, zástupcovia medzinárodného vedeckého výboru a odborný garant vyhodnotili priebeh sympózia a úroveň uverejnených článkov a prezentovaných referátov. Navrhli publikovať niektoré príspevky v nasledujúcich číslach časopisu Delta. Konštatovali, že došlo k splneniu vytýčeného cieľa. Odporučili osloviť zástupcov zúčastnených firiem, ktoré ponúkli vykonať prednášky pre študentov a učiteľov vo všetkých stupňoch v študijnom odbore Ochrana osôb a majetku na Drevárskej fakulte Technickej univerzity vo Zvolene.

Predstaviteľ vedenia univerzity pozitívne hodnotil vytvorenie nových pracovných aj osobných kontaktov a uverejnenie abstraktov článkov publikovaných v zborníku príspevkov v časopise Delta, čím sa nové poznatky dostanú k širokému okruhu odbornej verejnosti.

Predstaviteľ praxe zdôraznil, že odzneli mnohé zaujímavé príspevky s prínosnými poznatkami ktoré môžu byť v ďalšej spolupráci využité v expertíznej činnosti hlavne v rámci zisťovania príčin požiarov.

Môžeme teda konštatovať, že prvý ročník nového periodického podujatia bol úspešný a nasledovné odporúčania by nám mali pomôcť pripraviť ďalší ročník.

Odporúčania pre ďalší ročník

Účastníci aj organizačný výbor sympózia jednoznačne odporučili hotel Partizán a.s. Tále za vhodný na organizovanie ďalšieho ročníka sympózia. Odporučili ale presunúť termín z februára na september 2011. Tematické zameranie sympózia a rozdelenie na jednotlivé sekcie zostáva. Pri oslovovaní cieľovej skupiny aktívnych ale najmä pasívnych účastníkov nasledujúceho ročníka organizačný výbor vo väčšej miere využije možnosti propagácie v elektronických médiách, v časopise Delta, u bývalých absolventov a spolupracujúcich firmách. U autorov príspevkov bude nevyhnutné vyžadovať dodržanie termínov, pretože garanti sekcií a recenzenti si vyhradzujú právo na dostatočný čas na posúdenie príspevkov.

doc. RNDr. Danica Kačíková, PhD.
garant sympózia Teplo-Oheň-Materiály 2011

OSLAVY HASIČSTVA A ZALOŽENIA KPO DF TU VO ZVOLENE

Ivan Chromek

48. ročník ŠVOČ na Drevárskej fakulte TU vo Zvolene vyhodnotením Sekcie ochrany osôb a majetku pred požiarom sa stal symbolicky poslednou akciou osláv 10. výročia vzniku Katedry protipožiarnej ochrany DF TU vo Zvolene.

Samotné oslavy vzniku katedry začali slávnostným zhromaždením, za prítomnosti rektora TU vo Zvolene a pozvaných hostí, 24. apríla 2007. V úvode slávnosti odovzdal vedúci katedry prof. Ing. Anton Osvald, CSc., čestné ocenenia hostom, ktorí sa podieľali na vzniku, rozvoji alebo dlhodobu spolupracujú s katedrou.

Katedra, za obdobie od roku 1998 do 2007, ako garančné pracovisko troch študijných odborov, Požiarne bezpečnosť v drevo- spracujúcom priemysle, Požiarne ochrana a Ochrana osôb a majetku, vychovala 231 absolventov, ktorí našli uplatnenie v štátnej správe, ale aj v súkromnom sektore. V súčasnej dobe na katedre pracuje 14 pracovníkov, z toho dvaja profesori, dvaja docenti a šiesti pracovníci s vedeckým titulom PhD. Prínos katedry, v oblasti výchovy odborníkov v protipožiarnej ochrane, bol vyzdvihnutý, v rámci osláv, udelením medaily DPO SR „Za mimoriadne zásluhy“, ktorú na zástavu katedry a DHZ pri TU vo Zvolene pripol osobne prezident DPO SR, JUDr. Jozef Minárik. Vyznamenanie DPO „Za zásluhy“ za podporu vzdelávania v oblasti protipožiarnej ochrany udelil prezident DPO aj rektorovi TU vo Zvolene prof. Ing. Jánovi Tučekovi, PhD. a dekanovi DF prof. Ing. Igorovi Čunderlíkovi, PhD. Prezident HaZZ MV SR plk. Ing. Jozef Paluš, udelil katedre Plaketu prezidenta HaZZ „Za zásluhy o rozvoj ochrany pred požiarom“. Plaketu, v zastúpení prezidenta, odovzdala vedúcemu katedry prof. Ing. Antonovi Osvaldovi, CSc. riaditeľka OPSČ ppk. Mgr. Marta Barinová. Prijemným ukončením dňa bolo spoločenské posedenie pracovníkov katedry s hosťami v historických priestoroch Zvolenského zámku.

Pokračovaním osláv vzniku katedry bola slávnostná ranná sv. omša v kostole sv. Alžbety vo Zvolene, ktorá sa uskutočnila 3. mája 2007. Omšu celeburovali dekan ThDr. Stanislav Varga, PhD., spolu s biskupským vikárom Ordinariátu OS a OZ SR mjr. ThLic. Františkom Bartošom.

Priamym pokračovaním slávnosti boli krajské oslavy sv. Floriána na Námestí slobody vo Zvolene, ktoré boli v réžii HaZZ a DPO.

V rámci osláv riaditeľ KR HaZZ v Banskej Bystrici, plk. Ing. Milan Belo-Caban, ocenil príslušníkov KR HaZZ v Banskej Bystrici za vykonanú prácu. Medzi vyznamenanými príslušníkmi boli aj tí, ktorí sa podieľali na likvidácii tohtoročného najväčšieho lesného požiaru z konca apríla na Starých Horách.

Po ocenení príslušníkov HaZZ, predseda OV DPO Detviansko-Zvolenského, technik DPO Jozef Hric, odovzdal vyznamenania DPO prof. Ing. Antonovi Osvaldovi, CSc., doc. RNDr. Ivete Markovej, PhD., Ing. Eve Mračkovej, PhD. a Ing. Mgr. Ivanovi Chromekovi, PhD.





Po vyznamenaní členov katedry, biskupský vikár požehnal symboly hasičstva DHZ a KPO DF TU vo Zvolene, ktorými sú zástava a drevená socha sv. Floriána. Po tomto slávnostnom akte, pristúpil riaditeľ OV DPO Detviansko-Zvolenského, vrchný inšpektor DPO Dušan Hancko, poverený funkciou hlavného cechmajstra pre rok 2007, k tradičnému prijímaniu prvákov do Cechu hasičského. Prísne kritérium, založené na študijných výsledkoch splnilo týchto osemnásť študentov zo študijného odboru Ochrana osôb a majetku: Peter Balúch, Vladimír Benedik, Peter Blaškovič, Zuzana Hurbanisová, Stanislav Jaseňák, František Kapusta, Tibor Košík, Štefan Kliman, Marek Lakanda, Michal Libíček, Zuzana Mališová, Martin Mišura, Jakub Šáli, Zuzana Turačková, Zdenka Vengrínová, Zuzana Verbovská, Denisa Záchenská, Michal Zárecký.

Na záver tejto slávnosti boli pripravené ukážky činnosti HaZZ a DPO pre verejnosť.

Týždeň po tejto slávnosti, 10. mája 2007, sa uskutočnil 48. ročník ŠVOČ na Drevárskej fakulte TU vo Zvolene. Sekcia ochrana osôb a majetku pred požiarom, ktorej predsedal prezident DPO SR, JUDr. Jozef Minárik, bola vyhodnotená nasledovne:

1. cenou a Cenou prezidenta DPO bola ocenená práca s názvom Riadená evakuácia osôb, ktorej autormi sú Marek Bačík a Stanislav Ševčík,
 2. cenou bola ocenená práca s názvom Projekt požiarnej ochrany, ktorej autorom je Pavol Vidiš,
 3. cenou bola ocenená práca s názvom Problematika nelineárnej formy šírenia, ktorej autormi sú Peter Rantuch a Marek Šmigura,
- Cenu rektora získal Vladimír Benedik za prácu s názvom Výpočet skutočnej koncentrácie vodných roztokov penidiel,
Cenu firmy HUSQARNA získal Miroslav Halička za prácu Karty bezpečnostných údajov nových hasiacich práškov aplikovaných na území SR,

Cenu katedry protipožiarnej ochrany získali Rudolf Poláček a Miloš Valkovec za prácu Profesionálne pracovné potápanie v rámci SR a HaZZ.

Čo napísať na záver? Nemôže byť nič krajšie, ako pretavenie práce katedry do úspechov študentov. Z tohto pohľadu je aj kvalita jednotlivých prác, v rámci ŠVOČ, podľa vyjadrenia porotcov, tým najlepším vysvedčením pracovníkov katedry k jej 10. výročiu vzniku.

Ing. Mgr. Ivan Chromek, PhD.



INFORMÁCIA ZO ZASADNUTIA VALNÉHO ZHROMAŽDENIA DPO

Anton Osvald

Republikové valné zhromaždenie delegátov OV DPO, konané v dňoch 20.–21. apríla 2007 v Ružomberku prerokovalo a schválilo:

- Správu o činnosti DPO SR a jej orgánov od konania RVZ delegátov OV DPO v roku 2002
- Správu Republikovej kontrolnej a revíznej komisie
- Stanovy DPO SR
- Program činnosti DPO SR do roku 2012

Ing. Vojtecha Nagya za viceprezidenta DPO SR

Tibora Vánika za viceprezidenta DPO SR

† Emila Ardamicu za viceprezidenta DPO SR

Pavla Kavaleka za viceprezidenta DPO SR

prof. Ing. Antona Osvalda, CSc., za viceprezidenta DPO SR

Františka Krajgera za viceprezidenta DPO SR

Ing. Jozefa Blošičáka za viceprezidenta DPO SR

Zvolilo:

JUDr. Jozefa Minárika za prezidenta DPO SR

Vendelína Horvátha za generálneho sekretára DPO SR

prof. Ing. Anton Osvald, CSc.



JUDr. Jozef Minárik



Vendelín Horváth



Ing. Vojtech Nagy



Tibor Vánik



Pavel Kavalek



prof. Ing. Anton Osvald, CSc.



František Krajger



Ing. Jozef Blošičák

ODBORNÁ PRÍPRAVA NA KATEDRE PROTIPOŽIARNEJ OCHRANY

Eva Mračková

Dňa 19. 07. 1999 získala Technická univerzita vo Zvolene OPRÁVNENIE č. 053 od Ministerstva vnútra Slovenskej republiky, Úradu požiarnej ochrany na vykonávanie odbornej prípravy:

- základnej odbornej prípravy technikov požiarnej ochrany
- ďalšej odbornej prípravy technikov požiarnej ochrany

V súlade s ustanovením § 75 Zákona č. 314/2001 Z. z. o ochrane pred požiarmi sme po štyroch rokoch požiadali o vydanie nového oprávnenia, ktoré sme obdržali ako OPRÁVNENIE č. 28 s rovnakou možnosťou vykonávania odbornej prípravy. V roku 2006, keď nám platnosť Oprávnenia končila, sme požiadali v súlade s ustanovením § 12 ods. 2, Zákona 314/2001 Z. z. o ochrane pred požiarmi v znení neskorších predpisov žiadať na MV SR – Prezídium HaZZ aj o rozšírenie odbornej prípravy.

Ministerstvo vnútra Slovenskej republiky, Prezídium Hasičského a záchranného zboru vydalo Technickej univerzite vo Zvolene dňa 23. 03. 2007 OPRÁVNENIE č. 105 na vykonávanie odbornej prípravy:

- základná odborná príprava špecialistov požiarnej ochrany
- ďalšia odborná príprava špecialistov požiarnej ochrany
- základná odborná príprava technikov požiarnej ochrany
- ďalšia odborná príprava technikov požiarnej ochrany
- odborná príprava preventívárov požiarnej ochrany obcí

Obsahom odbornej prípravy technikov požiarnej ochrany a špecialistov požiarnej ochrany je zameraná najmä na znalosť zákona, jeho vykonávacích predpisov a ďalších osobitných predpisov súvisiacich s predmetom ich činnosti. Znalosť organizácie a riadenia ochrany pred požiarmi, základov procesov horenia a hasenia, základných požiadaviek protipožiarnej bezpečnosti stavebných objektov, zásad protipožiarnej bezpečnosti pri skladovaní horľavých látok a manipulácii s nimi a pri činnostiach spojených so zvýšeným nebezpečenstvom vzniku požiaru, posudzovania nebezpečenstva vzniku požiaru v technologických procesoch, funkcií a parametrov požiarotechnických zariadení, hasičskej techniky, hasiacich prostriedkov a iných vecných prostriedkov ochrany pred požiarmi, určovania síl a prostriedkov na zdoľávanie požiarov.

Technikom požiarnej ochrany, špecialistom požiarnej ochrany alebo preventívárom požiarnej ochrany obce môže byť len fyzická osoba s odbornou spôsobilosťou.

Odborná spôsobilosť je vzdelanie, prax a súhrn teoretických vedomostí, praktických skúseností a znalosť všeobecne záväzných právnych predpisov, ktoré sú potrebné na riadny výkon činnosti. Odbornú spôsobilosť overuje a osvedčuje o odbornej spôsobilosti vydáva po absolvovaní odbornej prípravy technikom požiarnej ochrany krajské riaditeľstvo a špecialistom požiarnej ochrany ministerstvo.

Odbornú spôsobilosť technika požiarnej ochrany alebo špecialistu požiarnej ochrany môže získať len fyzická osoba s úplným stredným vzdelaním.

Fyzické osoby s odbornou spôsobilosťou na výkon činnosti technika požiarnej ochrany alebo špecialistu požiarnej ochrany sa podrobujú ďalšiemu pravidelnému overovaniu odbornej spôsobilosti po absolvovaní ďalšej odbornej prípravy raz za päť rokov.

Na Katedre protipožiarnej ochrany sú do odbornej prípravy zapojení takmer všetci pedagógovia. Prof. Ing. Osvald, CSc., Ing. Tereňová, PhD., Ing. Skrovný, PhD. zastrešujú oblasť „Základné požiadavky protipožiarnej bezpečnosti stavieb“. Doc. RNDr. Marková,

MINISTERSTVO VNÚTRA SLOVENSKEJ REPUBLIKY
PREZÍDIUM HASIČSKÉHO A ZÁCHRANNÉHO ZBORU

podľa § 17 ods. 2 zákona č. 314/2001 Z. z. o ochrane pred požiarmi v znení neskorších predpisov
a § 34 vyhlášky Ministerstva vnútra Slovenskej republiky č. 121/2002 Z. z. o požiarnej prevencii
v znení neskorších predpisov

v y d á v a

OPRÁVNENIE
číslo 105


na vykonávanie odbornej prípravy

- základná odborná príprava špecialistov požiarnej ochrany
- ďalšia odborná príprava špecialistov požiarnej ochrany
- základná odborná príprava technikov požiarnej ochrany
- ďalšia odborná príprava technikov požiarnej ochrany
- odborná príprava preventívárov požiarnej ochrany obcí

Právnická osoba: **Technická univerzita vo Zvolene**
Adresa, PSČ: T. G. Masaryka 24
960 53 Zvolen

V Bratislave 23. 3. 2007
Oprávnenie platí do 23. 3. 2010

Odtlačok pečiatky



plk. Ing. Jozef Paluš
Prezident
Hasičského a záchranného zboru

PhD. „Základy horenia a hasenia“ a Ing. Mračková, PhD. „Posudzovanie nebezpečenstva vzniku požiaru v technologických procesoch“. Ing. Slosiarik, PhD. vysvetľuje zákony, vykonávacie predpisy a osobitné predpisy. Prof. Ing. Krakovský, CSc. a Ing. Chromek, PhD. prednášajú funkcie a parametre požiarotechnických zariadení, hasičskej techniky, hasiacich prostriedkov a iných vecných prostriedkov ochrany pred požiarom, tak isto určovanie síl a prostriedkov na zdolávanie požiarov. Náš základný káder je doplnený o doc. Ing. Mrenicu, CSc. z FEVT TU vo Zvolene a riaditeľa okresného riaditeľstva HaZZ MV SR pplk. Ing. Cesnaka.

Odborná príprava je maximálne vhodná pre pracovníkov poisťovní, technikov a inžinierov (stavebných, elektrotechnických, strojárskych, dopravných) v projektovej a vo výrobní sfére.

Informácie o kurzoch podáva vedúca odborných príprav:

Ing. Eva Mračková, PhD.
Katedra protipožiarnej ochrany, Drevárska fakulta TU vo Zvolene
T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen

www.tuzvo.sk
e-mail: mrackova@vsld.tuzvo.sk
t. č.: +421-45-5206831
resp. sekretariát KPO
t. č.: +421-45-5206476

INTEGROVANÁ PRIEMYSELNÁ BEZPEČNOSŤ II. OBSAH A POSLANIE

INTEGRATED INDUSTRIAL SAFETY II. CONTENTS AND MISSION

Ján Zelený

Integrovaná priemyselná bezpečnosť, ako pojem, v sebe skrýva v podstate dva stupne integrácie. Prvý stupeň predstavuje integráciu základných oblastí, ktoré systém priemyselnej bezpečnosti, resp. bezpečnosti priemyselných organizácií tvoria. Druhý stupeň potom predstavuje integráciu takto integrovaného systému do celkového systému riadenia organizácie.

INTEGROVANÁ PRIEMYSELNÁ BEZPEČNOSŤ

I. stupeň integrácie

Z pohľadu potrieb priemyselných organizácií a z pohľadu národnej ale aj medzinárodnej legislatívy je možné stanoviť päť oblastí, ktoré by mohli predstavovať základ poslania, zamerania a orientácie integrovanej priemyselnej bezpečnosti (obr. 1).

Tvorba a ochrana pracovného a životného prostredia

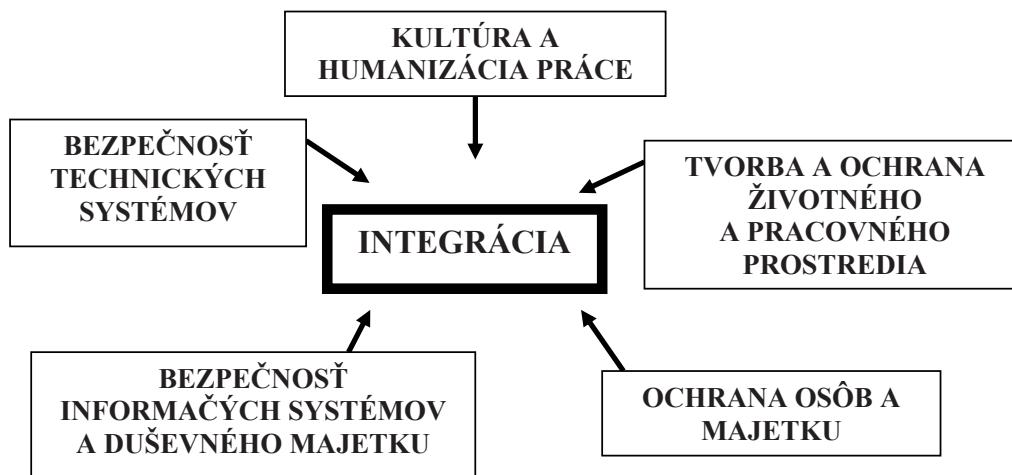
Pozornosť v tejto oblasti by mala byť sústredená na dosiahnutie optimálnych podmienok najmä nasledovných aspektov:

- znečistenie prostredia nadmerným hlukom a svetlom,
- ochrana všetkých prvkov tvoriacich prostredie (ovzdušie, vody, pôda a pod.),
- odpady a nakladanie s nimi,
- nebezpečné chemické látky,
- prevencia proti závažným priemyselným haváriám,
- kvalita a spoľahlivosť havarijnej pripravenosti a pod.

Ochrana osôb a majetku

Pozornosť v tejto oblasti by mala byť sústredená na dosiahnutie optimálnych podmienok najmä nasledovných aspektov:

- ochrana proti rôznym formám kriminality,



Obr. 1 Integrovaná priemyselná bezpečnosť

Kultúra a humanizácia práce

Pozornosť v tejto oblasti by mala byť sústredená na dosiahnutie optimálnych podmienok najmä nasledovných aspektov:

- pracovná pohoda, duševná a fyzická hygiena práce,
- bezpečnosť práce,
- ochrana zdravia zamestnancov,
- sociálna ochrana a zabezpečenie a pod.

- ochrana proti prípadným formám terorizmu,
- kvalita a spoľahlivosť havarijnej pripravenosti,
- individuálna a kolektívna ochrana ľudí a pod.,

Bezpečnosť informačných systémov a duševného majetku

Pozornosť v tejto oblasti by mala byť sústredená na dosiahnutie optimálnych podmienok najmä nasledovných aspektov informačných systémov a technológií:

- dôveryhodnosť,
- integrita,
- dostupnosť.

Bezpečnosť technických systémov

Pozornosť v tejto oblasti by mala byť sústredená na dosiahnutie optimálnych podmienok najmä nasledovných aspektov:

- bezpečnosť technických systémov,
- proti požiarnej ochrana,
- proti výbuchová ochrana,
- vyhradené technické zariadenia,
- kvalita a spoľahlivosť havarijnej pripravenosti a pod.

Proces kreovania a implementácie systému integrovanej priemyselnej bezpečnosti by mohol vychádzať z dvoch hlavných platforiem.

Prvou platformou by mohli byť štruktúry a obsahy hlavných prvkov v priemysle využívaných manažérskych systémov. Buď systémov definovaných normami alebo inými formami štandardov, napríklad systémov BOZP podľa štandardu OHSAS 18001 alebo normy BS 8800, environmentálnych manažérskych systémov podľa normy ISO 14001, resp. podľa programu EMAS, systémov bezpečnosti informačných systémov podľa normy ISO 27001, systémov sociálnej starostlivosti podľa normy SA 8000 Social accountability a pod. Alebo systémov definovaných relevantnými zákonmi, nariadeniami vlády, vyhláškami a pod. Napríklad oblasti prevencie a havarijného plánovania závažných priemyselných havárií, protipožiarnej ochrany, ochrany pred výbuchmi, nakladania s nebezpečnými chemickými látkami, s výbušninami, mutagénnymi a karcinogénnymi látkami, ochrany verejného zdravia, narábania a prevádzky vyhradených technických zariadení, oblastí tvorby faktorov pracovného prostredia a pod.

Oba okruhy poskytujú obrovské množstvo zdrojov. Veľmi často sa tieto zdroje systémovo jeden na druhý navzájom odvolávajú. Ich praktické kreovanie a najmä koordinácia a jej vyššia forma – integrácia však vyžadujú množstvo úsilia a vyriešenie množstva problémov. Ide nielen o problémy kompetencií v jednotlivých systémoch a medzi systémami navzájom, zdrojov a ich krytia, základnej filozofie jednotlivých systémov, filozofie ich integrácie a vzájomného postavenia a pod. ale aj o problémy priameho riadenia procesov a činností, dokumentovania systémov a vedenia ich dokumentácie, auditov a preverovania funkčnosti systémov a pod. Priemyselné podniky stoja neraz pred veľmi ťažkou úlohou – vypracovať register relevantnej legislatívy a noriem a zabezpečiť jeho neustálu aktualizáciu. Jej zložitosť vyplýva nielen z ohromného rozsahu uvedených zdrojov, ale aj z pomerne vysokej turbulencie procesu tvorby a novelizácie legislatívnych úprav v spomínaných ale aj nespomínaných a nadväzujúcich oblastiach.

Ďalším zdrojom platformy by mohli byť už overené postupy kreovania a implementácie integrovaného manažérskoho systému IMS, ktorého hlavnými časťami sú najmä manažérske systémy riadenia BOZP, riadenia kvality, environmentálne manažérske systémy a systémy riadenia informačnej bezpečnosti.

II. stupeň integrácie

Druhú platformu by predstavovala integrácia druhého stupňa – teda včlenenie a prepojenie integrovaného systému priemyselnej bezpečnosti do celého systému riadenia organizácie. Veľmi dôležitý prvok by predstavovalo znovu definovanie všeobecnej politiky organizácie a v rámci nej definovanie politiky integrovanej bezpečnosti, ako jej nedeliteľnej súčasť. Nadväzujúcim integračným prvkom by bolo definovanie spôsobu jej začlenenia a prepojenia na celkovú firemnú stratégiu a najmä na jej marketingovú, finančnú, personálnu a operačnú stratégiu.

Nemenej dôležitým integračným prvkom by bolo zvládnutie problematiky organizačného zabezpečenia systému integrovanej bezpečnosti a nadväzujúcich kompetencií.

Veľmi dôležitým prvkom integrácie bude nájdenie optimálneho modelu dosiahnutia efektu synergie. Úrovne integrácie môžu byť rôzne. Jedny z možných foriem stupňa integrácie sú zrejmé z nasledovných modelov:

Nízka úroveň integrácie

- jednotlivé systémy sa vytvárajú oddelene,
- každý systém má iného predstaviteľa manažmentu,
- plánovacie mechanizmy sú odlišné,
- preskúmanie manažmentom sa realizuje oddelene,
- monitorovanie právnych predpisov je nekonzistentné,
- rôzne súbory zväčša nekonzistentnej dokumentácie a pod.

Stredná úroveň integrácie

- každý zo systémov je zavedený oddelene,
- rôzni predstavitelia manažmentu, ale jeden koordinátor,
- rôzne súbory dokumentácie,
- harmonizované riadenie dokumentácie a záznamov,
- plánovacie mechanizmy sa líšia, ale preskúmanie manažmentom je spoločné

Vysoká úroveň integrácie

- záväzok manažmentu k integrovanému systému,
- harmonizované plánovacie mechanizmy,
- jeden koordinátor systému využíva jedny manažérske nástroje,
- jeden spoločný balík dokumentácie,
- spoločné harmonizované riadenie dokumentov a záznamov,
- harmonizovaný systém udržovania registra právnych požiadaviek a pod.

Aj v tomto prípade by mohlo byť čerpané z poznatkov integrácie IMS do celkového systému riadenia organizácie.

ZÁVER

V kontexte pojmu integrovaná priemyselná bezpečnosť teda vyvstávajú dva základné okruhy otázok.

Praktické skúsenosti priemyselných organizácií, ktoré už majú zavedený a využívajú istú formu integrovaného manažérskoho systému (IMS) jasne dokazujú, že v budúcnosti asi nebude inej cesty, než je cesta rozumnej integrácie všetkých systémov podporujúcich hlavné podnikateľské aktivity a ich integrácie do celkového systému

riadenia organizácie. Nejedna priemyselná organizácia už na to kon- to zriadila samostatné pracoviská podliehajúce priamo vrcholovému manažmentu. Prínosy týchto aktivít sa ukázali ako nesporné. Nejde teda o to či pokračovať v nastúpenej ceste integrácie, ale skôr ako po nej čo najefektívnejšie a najhospodárnejšie kráčať. Prvým okruhom otázok by teda malo byť jednoznačné definovanie obsahu samotného pojmu.

Aj keď by všeobecné poslanie a ciele systému integrovanej priemyselnej bezpečnosti mali byť pre všetky priemyselné organizácie rovnaké (napríklad pre všetky rovnako platia zákony a nariadenia), v procesoch praktického kreovania jeho štruktúry a v spôsoboch jeho implementácie a uvádzania do praxe sa nutne musia vyskytnúť určité väčšie, či menšie rozdiely. Určite budú tieto rozdiely závisieť napríklad na tom, či ide o organizáciu veľkú alebo malú, v dobrej alebo momentálne slabšej kondícii, či ide o organizáciu, ktorá má vo svojej organizačnej štruktúre napríklad špecializované útvary BOZP, životného prostredia, protipožiarnej ochrany a pod., alebo ide o organizáciu, ktorá tieto činnosti zabezpečuje dodávateľským spôsobom a pod. V tejto súvislosti by bolo vhodné druhý okruh otázok rozdeliť na dve časti. Prvá by sa mala sústrediť na jasné definovanie princípov tvorby základnej štruktúry prvkov systému integrovanej priemyselnej bezpečnosti a ich vzájomných vnútorných väzieb. Ako východiskom sa javí aplikácia P – D – C – A cyklu, ktorý využíva prevažná väčšina parciálnych manažérskych systémov. Druhá by sa mala sústrediť na hľadanie spôsobov jednoduchej, ale efektívnej a hospodárnej implementácie kreovaného systému do praxe. Možno by stálo za úvahu postupovať dvomi základnými cestami. Cestou vychádzajúcou z možností malých a menších priemyselných organizácií, teda akéhosi zjednodušeného variantu implementácie, pri dodržaní úplných

požiadaviek kladených na poslanie tohto systému a cestou vychádzajúcou z možností stredných a veľkých organizácií.

V každom prípade sa však tento proces nezaobíde bez patrične vzdelaných odborníkov. Tí by okrem všeobecných a odborných vedomostí z oblastí výrobných technológií, výrobnéj techniky, manažmentu výroby, podnikania a legislatívy mali ovládať a prakticky zvládať aj problematiku analýzy, posudzovania a hodnotenia rizík, riadenia rizík tak v oblasti programov prevencie, ako aj v oblasti havarijného plánovania, organizácie a realizácie auditov bezpečnosti, poradenstva a priameho vytvárania a zavádzania manažérskych systémov riadenia bezpečnosti a ich integrácie s inými systémami riadenia. Ich výchova vo všetkých stupňoch by pre Technickú univerzitu vo Zvolene mohla predstavovať veľmi zaujímavú výzvu.

RESUME

The article is divided on two basic parts. First one is focused on the contents and philosophy explanation of the "integrated industry safety" concept. Second one is concentrated on the concept parts identification and description and concept parts relation. Some notices are oriented on the concept system creation and implementation problems in the various types of industry companies.

Kontaktná adresa:
prof. Ing. Ján Zelený, CSc.
Univerzita Mateja Bela
Fakulta prírodných vied
Tajovského 40
974 01 Banská Bystrica

ŠTANDARDIZÁCIA NOVÝCH DIAGNOSTICKÝCH PROSTRIEDKOV A ICH APLIKÁCIA DO PRAXE, PRINESIE KOMPLEXNEJŠÍ OBRAZ O TELESNEJ PRIPRAVENOSTI HASIČOV PRE ZÁSAHOVÚ ČINNOSŤ

Peter Polakovič

Abstract: The job of firemen is totally considered as difficult. Activity in action is characterised by combination of high, in many times physical and psychological pressure. This activity gives (requires) high requirements for physical ability and movable efficiency. On the basic of definition of specific act of working action in rescuing and with the use of knowledge in testing of firemen in abroad, we will create new specific motoric tests for finding out movable efficiency and we will absolute their standardization. Testing by new test battery we want make in pattern of 1000 firemen in all four countries of V – 4. In every country 250 persons in five age groups.

Problematic is the content of proposal of new grant task MŠ SR 1/0713/08

Abstrakt: Práca hasičov záchranárov je právom považovaná za mimoriadne náročnú. Činnosť pri zásahu je charakteristická kombináciou vysokého, mnohokrát hraničného telesného a psychického zaťaženia. Táto činnosť kladie mimoriadne požiadavky na telesnú zdatnosť a pohybovú výkonnosť. Na základe definovania špecifičnosti pracovného výkonu pri záchrane a s využitím poznatkov testovania hasičov v zahraničí, vytvoríme nové špecifické motorické testy, pre zisťovanie pohybovej výkonnosti a vykonáme ich štandardizáciu. Testovanie novou testovou batériou chceme vykonať na vzorke 1000 hasičov vo všetkých štyroch krajinách Višeegrádskej štvorky. V každej krajine 250 osôb v piatich vekových kategóriách.

Problematika je obsahom návrhu novej grantovej úlohy MŠ SR 1/0713/08

ÚVOD

Vysoká telesná pripravenosť hasičov záchranárov, je jednou z najzákladnejších požiadaviek v zásahovej činnosti pri záchrane. Schopnosť hasičov podať vysoký pracovný výkon je ovplyvnený viacerými negatívnymi faktormi, pri ktorých je neustála hrozba, že okrem psychického tlaku na hasičov vyplývajúcej zo zodpovednosti za zachraňované osoby, môže dôjsť i k vážnemu poškodeniu zdravia samotných záchrancov.

PROBLEMATIKA

Medzi negatívne faktory, ktoré zvyšujú hrozbu, negatívne ovplyvňujú samotnú záchranu, predlžujú čas záchranu patria:

- vysoká teplota požiaru
- vysoká vlhkosť spôsobená vodnou parou
- prítomnosť toxických látok
- vysoká hmotnosť používaných technických prostriedkov pri záchrane
- extrémne podmienky pracovného prostredia, ktoré vyžadujú vysokú pohybovú náročnosť a pohybovú výkonnosť hasičov (výstupy do veľkých výšok, hĺbok, výstupy a zostupy šachtami, zásahy v komplikovaných technologických celkoch, pohyb v extrémnych terénnych podmienkach – hlavne pri požiaroch v lesných porastoch)
- zásahové činnosti pri, ktorých zaznamenávame úsilie hasičov vysokého koordinačného charakteru (prekonávanie rôznych pre-

kážok, preliezanie tesných priestorov káblových kanálov a podobne by sme mohli vymenovať veľké množstvo ďalších pracovných činností, ktoré negatívne ovplyvňujú záchranu)

Všetky pracovné činnosti si vyžadujú od hasičov neustálu vysokú pohybovú výkonnosť vzhľadom k tomu, že žiadna záchranná situácia sa nedá dopredu naplánovať, ale prichádza náhle neočakávane.

Súčasná legislatívne podmienky v Hasičskom záchrannom zbore nariaďujú hasičom každoročne preverovať ich pohybovú výkonnosť prostredníctvom diagnostických prostriedkov – motorických testov. Tieto odhalujú stav pohybovej výkonnosti hasičov oblasti rýchlostných, vytrvalostných a silových pohybových schopností.

Vývoj technických prostriedkov, zachraňovanie osôb v náročnejších situáciách ukazujú na neustálu potrebu zvyšovania celkovej pripravenosti hasičov. Nami overené poznatky zo zahraničia pri príprave hasičov a overovanie ich pohybovej výkonnosti ukazujú, potrebu prípravy a doplnenie diagnostických prostriedkov, ktoré budú mať charakter najčastejších pracovných činností hasičov pri zásahoch.

Tieto diagnostické prostriedky majú odhaliť pripravenosť hasičov v spojení s technickými prostriedkami – diagnostikovanie odhalí hlavne pohybové zručnosti, ale i stupeň kondičnej a koordinačnej pripravenosti.

Na uvedenom projekte budú spolupracovať:

- Prezídium HaZZ MV SR
- TU VŠB FBI Ostrava
- HZS MSK Ostrava

- SGSP Varšava
- Zdravotný výskumný ústav Ostrava
- TU vo Zvolene (ÚTVŠ, KPO, UCJ, KMDG)

METODIKA

Štandardizácia nových diagnostických prostriedkov si vyžaduje náročné požiadavky na štatistické postupy, veľké množstvo nameraných údajov – otestovanie veľkého množstva osôb.

Pripravíme jednoduché, nenáročné na technické zabezpečenie, spoľahlivé, objektívne diagnostické prostriedky tak, aby sa dali realizovať v rôznych podmienkach a tak, aby sa ich realizáciou pri diagnostikovaní odhalila skutočná pripravenosť hasičov. Návrhom nových špecifických motorických testov a vypracovania štandardizácie, chceme splniť základné požiadavky testov, medzi ktoré patria hodnovernosť, autentickosť – to sú údaje o validite testu, inými slovami, či test meria vybranú schopnosť, zručnosť. Zároveň porovnáme pohybovú výkonnosť hasičov záchranárov na vzorke cca 1000 osôb. Testovať budeme v piatich vekových kategóriách, v každej kategórii 50 hasičov.

Konkrétny návrh riešenia projektu:

- vo fáze prípravy projektu sme osobnými návštevami navštívili univerzitné pracoviská a pracoviská hasičov (v ČR, PL, MV SR), ktoré prijali ponuku spolupracovať na projekte. V osobnom jednaní s prezidentom HaZZ na MV SR, sme získali podporu pre riešenie uvedenej problematiky.
- vypracujeme profesiogram pracovných činností zasahujúcich hasičov
- vypracujeme návrh nových diagnostických prostriedkov, do ktorých zaradíme prvky záchrany
- vypracujeme popisy metodických činností v jednotlivých testoch
- stanovíme lokality výskumných súborov hasičov v jednotlivých krajinách
- pripravíme technické podmienky pre testovanie
- vykonáme inštruktážne zamestnania s examinátormi a koordinátormi testovania
- otestujeme probandov všetkých súborov

Pri riešení problematiky grantovej úlohy uplatníme nasledovné výskumné metódy:

- metódu štúdia literárnych prameňov
- metódu získavania empirických faktov

- metódu názornej ukážky pri oboznamovaní examinátorov a probandov výskumných súborov s činnosťami jednotlivých motorických testov
- metódu pozorovania probandov pri vykonávaní testov
- metódu testovania a hodnotenia pohybových výkonov v motorických testoch
- kvalitatívne a kvantitatívne štatistické metódy
- logické metódy – analýza, syntéza, indukcia, dedukcia
- normalitu nameraných údajov overíme SHAPIR – WILK (FURDAL, 1998) testom
- validitu použitých motorických testov budeme zisťovať koreláciou podľa PEARSONA
- reliabilitu vybraných testov budeme zisťovať spôsobom (test – retest, koeficientom stability v čase medzi prvým a druhým meraním s odstupom 4 týždňov)
- všetky údaje o probandoch a nameraných výsledkoch zaznamenáme do vopred pripravených záznamových hárkov

Na problematike grantovej úlohy bude spolupracovať 17 pracovníkov MŠ SR a 8 pracovníkov Hasičského a záchranného zboru. Okrem uvedených budú na projekte spolupracovať kolektívy spolupracovníkov z ČR a PL.

ZÁVER

Najpodstatnejšie na riešení problematiky navrhovaného grantového projektu je skutočnosť, že rieši závažné úlohy praxe v HaZZ v pripravenosti hasičov pre zásahovú činnosť.

Druhou skutočnosťou a nemenej dôležitou je aplikovanie navrhovaných diagnostických prostriedkov do legislatívnych noriem HaZZ.

Riešením uvedenej problematiky v podmienkach hasičského a záchranného zboru krajín V–4, predpokladá i spoločné riešenie ďalších úloh. Zároveň poukazuje na internacionálny charakter problematiky záchrany.

Dúfame, že návrh grantovej úlohy bude prijatý a spoluprácou všetkých pracovníkov na projekte a výsledkami riešenia, obohatíme poznatkovú sféru záchrany v HaZZ o nový rozmer.

PaedDr. Peter Polakovič, PhD.
vedúci riešiteľ navrhovaného projektu VEGA MŠ SR č. 1/0713/08
Ústav telesnej výchovy a športu Technickej univerzity vo Zvolene

Katedra protipožiarnej ochrany
Drevárska fakulta
Technická univerzita vo Zvolene
T. G. Masaryka 24
960 01 Zvolen
Slovenská republika
Tel.: +421 45 5206 829
e-mail: kacikova@vsld.tuzvo.sk,
terenova@vsld.tuzvo.sk

Vec: Objednávky a predplatné časopisu DELTA

Závazne si u Vás objednávame časopis Delta.

Firma:

Adresa:

Máme záujem o nasledujúce čísla časopisu a počet výtlačkov:

Počet výtlačkov	Číslo	Cena
	Číslo 1 / 2007	150,- SK
	Číslo 2 / 2007	150,- SK
	Ročník 2007 (číslo 1 a 2)	250,- SK

Dátum:

Podpis:

Katedra protipožiarnej ochrany
Drevárska fakulta
Technická univerzita vo Zvolene
T. G. Masaryka 24
960 01 Zvolen
Slovenská republika
Tel.: +421 45 5206 829
e-mail: kacikova@vsld.tuzvo.sk,
terenova@vsld.tuzvo.sk

Vec: Objednávka reklamy v časopise DELTA

Závazne si u Vás objednávame reklamu v časopise Delta.

Firma:

Adresa:

Máme záujem o nasledujúcu veľkosť inzerátu:

Objednávame ¹	Veľkosť	Cena (SKK s DPH)	
		Plnofarebná tlač	Čiernobiela tlač
	1/1 celá strana 210 x 297 mm	16 000,-	12 000,-
	1/2 vodorovne 210 x 148 mm	8 000,-	6 000,-
	1/2 zvisle 105 x 297 mm	8 000,-	6 000,-
	1/3 vodorovne 210 x 99 mm	5 000,-	3 800,-
	1/4 105 x 148 mm	2 500,-	2 000,-

¹Vyznačte krížikom

Príplatok:

4. strana obálky (len plnofarebne veľkosť 1/1 alebo 1/2) + 20 % Áno¹

Dátum:

Podpis:

**Pokyny pre autorov príspevkov
do vedecko-odborného časopisu DELTA
Writer's Guidelines
of DELTA Scientific and Expert Journal**

1. Pôvodný doteraz neuverejnený príspevok nemá prekročiť 6 strán (formát A4, písmo Times Roman 12 bodov). Rukopis v jazyku slovenskom musí obsahovať resumé v rozsahu 1 strany v jazyku anglickom a obrátené.

The unpublished submission should not exceed 6 pages (format A4, Times Roman, size 12). Manuscript written in Slovak language must include 1 page Resume in English language and English manuscript must include 1 page Resume in Slovak language.

2. Príspevok pošlite e-mailom na adresu redakcie ako prílohu spracovanú v aplikácii Microsoft WORD. Grafy, tabuľky, obrázky, schémy, ktoré nie sú spracované v Microsoft Word, priložte v digitálnej forme (gif, jpg, tiff alebo BMP súbory) samostatne.

Submission should be sent by e-mail to the redaction address as attachment in system Microsoft WORD. Graphs, tables, pictures and schemes if not processed by Microsoft Word, sent in digital form (as gif, jpg, tiff and BMP files) independently.

3. Odvolania na literatúru označujte systémom prvý údaj, rok, v okrúhlej zátvorke v texte. Zoznam použitej literatúry uveďte na konci príspevku podľa STN 01 0197 (ISO 690).

References in text should be marked by first information and year in brackets. The list of references should follow the paper according to ISO 690.

4. K rukopisu pripojte plné meno a priezvisko autora (autorov), adresu inštitúcie, v ktorej pracuje a e-mail.

The author's full name, institution address and e-mail must be enclosed.

5. Príspevok posúdi redakčná rada a pošle recenzentom. Pred tlačou bude poslaný autorovi na korektúru.

The editorial board will assess and send the manuscript to reviewers. The final draft before printing will be sent to author for final adjustment.

6. Termíny na zaradenie príspevkov: 31. október pre prvé číslo v nasledujúcom roku, 31. máj pre druhé číslo v aktuálnom roku.

The deadlines for submissions are: 31 October for first issue in the next year, 31 May for the second issue in the actual year.