



# **Advances in Fire and Safety Engineering 2017**

TRNAVA  
Slovenská technická univerzita v Bratislave  
Materiálovotechnologická fakulta so sídlom v Trnave  
19. – 20. Október 2017



**SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE**

**MATERIÁLOVOTECHNOLOGICKÁ FAKULTA SO SÍDLOM V TRNAVE**

**Ústav integrovanej bezpečnosti**

**Katedra požiarneho inžinierstva**

**v spolupráci s**

**Technickou univerzitou vo Zvolene**

**Žilinskou univerzitou v Žiline**

**Akadémiou Policajného zboru v Bratislave**

**Hasičským a záchranným zborom SR**

**Národným inšpektorátom práce**

**Požiarnotechnickým a expertíznym ústavom MV SR**

**Sdružením požárneho a bezpečnostného inžinierstva v Ostrave**

**Dobrovoľnou požiarnou ochranou SR**

**Združením požiarneho inžinierstva**



**Advances in Fire and Safety Engineering 2017**

**Trnava, 19. – 20. Október 2017**

**Recenzovaný zborník pôvodných vedeckých prác zo VI. ročníka  
medzinárodnej vedeckej konferencie Advances in Fire and Safety Engineering  
2017 a sprievodných medzinárodných vedeckých konferencií**

**STU**





## **Názov**

### **Advances in Fire and Safety Engineering 2017**

Recenzovaný zborník pôvodných vedeckých prác zo VI. ročníka medzinárodnej vedeckej konferencie Advances in Fire and Safety Engineering 2017 a sprievodných medzinárodných vedeckých konferencií.

## **Editori**

Prof. Ing. Karol Balog, PhD. – Slovenská technická univerzita v Bratislave, MTF

doc. Ing. Jozef Martinka, PhD. – Slovenská technická univerzita v Bratislave, MTF

Ing. Peter Rantuch, PhD. – Slovenská technická univerzita v Bratislave, MTF

## **Technický editori**

Ing. Peter Rantuch, PhD. – Slovenská technická univerzita v Bratislave, MTF

Ing. Denis Benko – Slovenská technická univerzita v Bratislave, MTF

## **Recenzia príspevkov**

Všetky príspevky publikované v sekciách Keynote prednášky, Vyžiadané prednášky a Pôvodné vedecké práce sú pôvodnými vedeckými prácami, ktoré boli recenzované dvomi členmi vedeckého výboru konferencie a schválené vedeckým garantom konferencie.

**Za jazykovú úpravu príspevkov zodpovedajú ich autori.**

## **Vydala**

SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE

Materiálovotechnologická fakulta so sídlom v Trnave

vo vydavateľstve AlumniPress, Jána Bottu č. 2781/25, 917 24 Trnava

## **Miesto a rok vydania**

Trnava, 2017

## **Náklad**

150 KS

## **Vydanie**

Prvé

ISBN: 978-80-8096-245-6

EAN: 9788080962456

# Partneri konferencie



# Nad konferenciou prevzali záštitu

**gen. JUDr. Alexander Nejedlý, PhD.**

Prezident Hasičského a záchranného zboru Slovenskej republiky

**Prof. Dr. Ing. Jozef Peterka**

Dekan Materiálovotechnologickej fakulty STU so sídlom v Trnave

**pplk. Ing. Štefan Galla, PhD.**

Riaditeľ Požiarnotechnického a expertízneho ústavu MV SR v Bratislave

**plk. JUDr. Vojtech Valkovič**

Riaditeľ Krajského riaditeľstva Hasičského a záchranného zboru v Trnave

**Pavol Ceľuch**

Prezident Dobrovoľnej požiarnej ochrany SR

# Vedecký garant

**Prof. Ing. Karol Balog, PhD.**

Slovenská technická univerzita v Bratislave, Materiálovotechnologická fakulta v Trnave

## Zástupcovia vedeckého garanta

**Prof. Ing. Pavel Poledňák, PhD.**

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Fakulta bezpečnostního inženýrství

**Dr.h.c.mult. prof. Ing. Juraj Sinay, DrSc.**

Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta

**Prof. Ing. Peter Šimon, DrSc.**

Slovenská technická univerzita v Bratislave, Fakulta chemickej a potravinárskej technológie

**doc. Ing. Jozef Martinka, PhD.**

Slovenská technická univerzita v Bratislave, Materiálovotechnologická fakulta v Trnave



## Vedecký výbor konferencie

doc. Ing. Vladimír Adamec, PhD. – VUT v Brně, CZ  
prof. Dr. Ing. Aleš Bernatík – VŠB – TU Ostrava, CZ  
doc. Ing. Roman Čička, PhD. – STU v Bratislave, SK  
Ing. Janka Dibdiaková, PhD. – NIBIO Oslo, NO  
doc. Ing. Marek Drimal, PhD. – UMB v Banskej Bystrici, SK  
pplk. Ing. Štefan Galla, PhD. – PTEÚ MV SR, SK  
doc. Ing. Emília Hroncová, PhD. – UMB v Banskej Bystrici, SK  
Ing. Marián Hrubizna, PhD. – USI Žilina, SK  
pplk. Ing. Peter Ivan, PhD. – PTEÚ MV SR  
prof. RNDr. Danica Kačíková, PhD. – TU vo Zvolene, SK  
prof. Ing. Miroslav Kelemen, PhD. – UMB v Banskej Bystrici, SK  
Ing. et Ing. Jiří Konečný, Ph.D. – UTB v Zlíně, CZ  
Ing. Lucia Kováčová, PhD. – VŠBM v Košiciach, SK  
plk. Ing. Jana Krajčovičová, PhD. – PTEÚ MV SR, SK  
doc. Ing. Petr Kučera, PhD. – VŠB – TU Ostrava, CZ  
doc. Ing. Richard Kuracina, Ph.D. – STU v Bratislave, SK  
doc. Ing. Miloš Kvarčák, PhD. – VŠB – TU Ostrava, CZ  
plk. Ing. Ondrej Laciak, PhD. – KEÚ PZ v Bratislave, SK  
prof. Mgr. Juraj Ladomerský, CSc. – UMB v Banskej Bystrici, SK  
doc. Ing. Martin Lopusniak, PhD. – TUKE Košice, SK  
doc. Ing. Linda Makovická Osvaldová, PhD. – ŽU v Žiline, SK  
doc. JUDr. Mojmír Mamojka, PhD. – APZ v Bratislave, SK  
Ing. Milan Marcinek, PhD. – APZ v Bratislave, SK  
prof. RNDr. Iveta Marková, PhD. – UMB v Banskej Bystrici, SK  
doc. Ing. Jozef Martinka, PhD. – STU v Bratislave, SK  
doc. Ing. Imrich Mikolai, PhD. – STU v Bratislave, SK  
plk. Ing. Jozef Mlkvík, PhD. – KEÚ PZ v Bratislave, SK  
doc. Ing. Mikuláš Monoši, PhD. – ŽU v Žiline, SK  
doc. Ing. Vladimír Mózer, PhD. – ŽU v Žiline, SK  
Ing. Eva Mračková, PhD. – TU vo Zvolene, SK  
prof. Ing. Jana Müllerová, PhD. – ŽU v Žiline, SK  
prof. Konstantin Nemchenko, PhD. – V.N. KKN University Kharkiv, UA  
prof. Dr. Bozo Nikolic, IIAKM Novi Sad, RS

doc. Ing. Juraj Olbřímek, PhD. – STU v Bratislave, SK  
prof. Ing. Milan Oravec, PhD. – TUKE Košice, SK  
prof. Ing. Anton Osvald, PhD. – ŽU v Žiline, SK  
Ing. Peter Palko MBA - VŠBM v Košiciach, SK  
Dr. Péter Pántya – NUPS Budapešť, HU  
dr hab Juliusz Piwowarski – APEIRON Krakov, PL  
Ing. Zdeněk Ráž - Technický ústav požární ochrany Praha, CZ  
Dr. habil. Ágoston Restás – NUPS Budapešť, HU  
doc. RNDr. Miroslav Rusko, PhD. – STU v Bratislave, SK  
dr inz. Marek Rybakowski – UZ Zielona Góra, PL  
Ing. Jozef Rychlý, DrSc. – Ústav polymérov SAV, SK  
doc. Ing. Jaroslav Sandanus, PhD. - STU v Bratislave, SK  
Assoc. Prof. Ing. Manuel Serban, PhD. – Police Academy Bucharest, RO  
RNDr. Mgr. Petr A. Skřehot, Ph.D. – ZÚBOZ Pardubice, CZ  
prof. Ing. Maroš Soldán, PhD. – STU v Bratislave, SK  
Ing. Marián Suja, PhD. – APZ v Bratislave, SK  
Ing. Jozef Svetlík, PhD. – ŽU v Žiline, SK  
Mgr. Marek Tomašík, Ph.D. – UTB v Zlíně, CZ  
doc. Ing. Štefan Václav, PhD. – STU v Bratislave, SK  
Ing. Veronika Veľková, PhD. – TU vo Zvolene, SK  
prof. Qiang Xu, PhD. – NUST Nanjing, CN  
Ing. Martin Zachar, PhD. – TU vo Zvolene, SK

## Organizačný výbor

Ing. Hana Kobetičová, PhD. – STU v Bratislave, SK

Ing. Peter Rantuch, PhD. – STU v Bratislave, SK

Ing. Tomáš Štefko, PhD. – STU v Bratislave SK

Ing. Denis Benko – STU v Bratislave SK

Ing. Denisa Pangráčová – STU v Bratislave SK

Ing. Igor Wachter – STU v Bratislave, SK

## Sprievodné podujatia

**Nové trendy vo vzdelávaní v BOZP** (Vedecká konferencia k projektu KEGA 030UMB-4/2017 Vzdelávacie centrum integrovanej bezpečnosti)

**Vedeckí garanti:** prof. Ing. Karol Balog, PhD. – STU v Bratislave, SK  
prof. RNDr. Danica Kačíková, PhD. – TU vo Zvolene, SK  
prof. Mgr. Juraj Ladomerský, CSc. – UMB v Banskej Bystrici, SK  
doc. Ing. Emília Hroncová, PhD. – UMB v Banskej Bystrici, SK  
doc. Ing. Jozef Martinka, PhD. – STU v Bratislave, SK

**Progresívne svetovo unikátne metódy testovania elektrických káblov pre potreby posudzovania zhody a overovania nemennosti ich parametrov ako stavebných výrobkov** (Vedecká konferencia k projektu APVV-16-0223)

**Vedeckí garanti:** doc. Ing. Jozef Martinka, PhD. – STU v Bratislave, SK  
prof. Ing. Karol Balog, PhD. – STU v Bratislave, SK

# **KEYNOTE PRÍSPEVKY**



## ÚBYTOK NA HMOTNOSTI AKO HODNOTIACE KRITÉRIUM VLASTNOSTÍ VZŤAHUJÚCICH SA K OHŇU

### WEIGHT LOSS AS AN EVALUATION CRITERION THOSE INVOLVING THE FIRE

Anton OSVALD\*<sup>1</sup>

\*<sup>1</sup>Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta bezpečnostného inžinierstva,  
Ul. 1. mája 32, 010 26 Žilina, Slovensko, 00421 415 136 767  
[anton.osvald@fbi.uniza.sk](mailto:anton.osvald@fbi.uniza.sk)

#### Abstrakt

Článok sa zaoberá úbytkom na hmotnosti ako hodnotiacim kritériom testovacích metód, ktoré hodnotia požiarne vlastnosti dreva. Toho hodnotiace kritérium sa používalo v starých testovacích metódach, našlo však opodstatnenie aj v nových moderných. Predmetom toho článku je rozšírenie možnosti používania tohto kritéria pre hodnotenie materiálov, ktoré na oheň reagujú aj bezplameňovým horením.

**Kľúčové slová:** drevo · hodnotiace kritérium · požiar

#### Abstract

The article deals with weight loss as an assessment criterion for test methods that evaluate the fire properties of wood. This evaluation criterion was used in the old test methods, but it was also found in new modern ones. The subject of this article is to extend the use of this criterion to evaluate materials that react to flame with flameless burning.

**Keywords:** evaluation criterion · fire · wood

#### 1. Úvod

Na objektívne hodnotenie horľavých materiálov vznikol veľké množstvo hodnotiacich kritérií. Vo väčšine hodnotia zmeny fyzikálnych vlastností, ktoré nastanú v procese ohrievania alebo samotného horenia materiálu. Jedným z najstarších kritérií bolo hodnotenie zmeny hmotnosti, konkrétne úbytok na hmotnosti. Toto kritérium je súčasťou aj mnohých moderných dnes používaných metód. Je logické, keď materiál horí z neho ubúda, čo sa na tomto kritériu prejaví. Vo väčšine testovacích metód, toto kritériu sa meria za určitý časový interval, ktorý je predpísaný v podmienkach testovacej metódy. Čo sa deje s materiálom po tomto predpísanom intervale nie je známe.

Cieľom toho príspevku je doplniť toto hodnotiace kritérium o ďalší časový interval, hlavne pre materiály, ktoré môžu horieť bezplameňovým horením.

## 2. Teoretický základ alebo analýza právnych predpisov

Úbytok na hmotnosti bol prvým hodnotiacim kritériom, ktorým sa hodnotilo zapálenie a horenie materiálov. Objavuje sa v Schlytterovej metóde už v roku 1898 ( Horský, Oswald 1983) a využíva ju rad testovacích metód v priebehu ďalších desaťročí. V osemdesiatich rokoch sa začínajú hodnotiť aj materiály obsahujúce vodu, (drevo, sadrokartónové materiály a iné), kde toto hodnotiace kritérium dávalo skresľujúce údaje. Zmena hmotnosti znamenala sušenie materiálu (stratu vlhkosti), ktorá sa započítala do celkovej straty hmotnosti ako výsledok horenia. Tu vznikala určitá miera disproporcie, kvality hodnotenia a použitia výsledkov testov. Preto sa v rôznych testovacích metódach začínajú používať aj iné hodnotiace kritériá.

V moderných testovacích metódach pozorujeme návrat tohto hodnotiaceho kritéria. Už nie je merané diskontinuálne (počiatočná a konečná hodnota hmotnosti), ale kontinuálne meranie v krátkych časových intervaloch, čo umožňuje vyhodnotiť túto zmenu ako úbytok na hmotnosti, ale aj ako hmotnostnú rýchlosť odhorievania. Tomuto sa venujú viaceré práce pre rôzne druhy materiálov (CHREBET, T. A. et al. (2012); KAČÍKOVÁ, D. a kol. (2007); MARTINKA J., CHREBET T., KRÁL J., BALOG, K., (2013); MITTEROVÁ, I., ZACHAR, M., RUŽINSKÁ, E., MAJLINGOVÁ, A.(2014).

Pri dreve, materiáli, ktorý horí plamenných ako aj bezplamenným horením (tlenie), je dôležité pozorovať úbytok na hmotnosti nie len počas časového intervalu, ktorý je predpísaný testom, ale aj po ukončení testu. Môže nastať prípad, kde úbytok na hmotnosti sa zvýši vplyvom bezplamenného horenia, alebo naopak môžeme zaznamenať aj zápornú hodnotu úbytku na hmotnosti (hlavne pri použití vzoriek väčších rozmerov), kedy vzorky prijmu vlhkosť z okolitého prostredia.

## 3. Materiál a metodika

Pre experiment bol vybrané drevo nasledujúcich drevín. Dreviny uvádzame v abecednom poradí. Vyobrazenie dreva skúmaných drevín je na obr. 1 (<https://www.tuzvo.sk/sk/hladaj.html?word> + príslušná drevina). Rozmery vzoriek a pôsobenie plameňa je na obr. 2

- AG Agát biely (*Robinia pseudoacacia* L.)
- BO Borovica lesná (*Pinus sylvestris* L.)
- DB Dub letný (*Quercus robur* L.)
- DG Duglaska tisolistá (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco)

VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

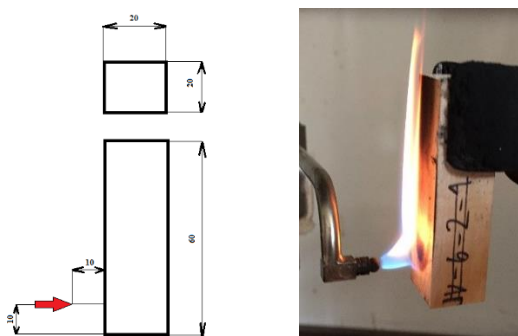
Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava  
KEYNOTE PRÍSPEVOK

- JL Jelša lepkavá (*Alnus glutinosa* L.)  
JV Javor horský (*Acer pseudoplatanus* L.)  
SM Smrek obyčajný (*Picea abies* (L) Karst.)  
SMC Smrekovec opadavý (*Larix decidua* Mill.)  
TP Topoľ osikový (*Populus tremula* L.)



Obrázok. 1 Drevo testovaných drevín

Figure. 1 Wood tested plants



Obrázok. 2 Rozmery vzoriek a miesto pôsobenia plameňa

Figure. 2 Sample size and the place of action of the flame

Ako zdroj tepla, plamenného zaťažovania bol vybraný plynový kahan na propán -bután z laboratórneho zariadenia STN EN ISO 2592 Určovanie bodu vzplanutia a horenia. Clevelandova metóda v otvorenom tégliku. Z tohto zariadenia bol použitý len plynový horák. Presné parametre vzorky a polohy horáku je na obr. 2. Červená šípka na obr. 2 reprezentuje polohu horáku, pričom veľkosť jeho plameňa pred priložením na vzorku bola nastavená na 20 mm.

Priebeh skúšky bol nasledovný. Vzorka sa upevnila do vopred odváženého držiaka. Po vážení držiaka sa váha vynulovala. Po upevnení vzorky do držiaka sa vzorka s držiakom umiestnila na váhu. Váha zaznamenala hmotnosť vzorky. Na počítači sa spustil program, ktorý zaznamenával v 10 sekundových intervaloch hmotnosť vzorky. Vopred nastavený horák sa

VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava  
KEYNOTE PRÍSPEVOK

v predpísanej polohe priložil k vzorke a nechal sa pôsobiť na vzorku 60 sekúnd. Po tomto intervale sa horák odsunul a úbytok na hmotnosti sa meral ešte ďalších 180 sekúnd (bez pôsobenia plameňa z horáku). Po tomto intervale sa meranie ukončilo. Celé meranie trvalo 240 sekúnd. Ako ukazujú výsledky, metóda experimentu (veľkosť, zdroja, dĺžka jeho pôsobenia, poloha a iné), boli nastavené tak, že boli merateľné kritériá, ktoré sme od experimentu požadovali.

Pri pôsobení tepelného zdroja sme sledovali a zaznamenávali úbytok na hmotnosti. Z neho podľa vzťahu sme vypočítali relatívny úbytok na hmotnosti podľa rovnice (1):

$$\delta_m(\tau) = \frac{\Delta m}{m(\tau)} \cdot 100 = \frac{m(\tau) - m(\tau + \Delta\tau)}{m(\tau)} \cdot 100(\%) \quad (1)$$

kde:

$\delta_m(\tau)$  – relatívny úbytok hmotnosti v čase ( $\tau$ ) (%),

$m(\tau)$  – hmotnosť vzorky v čase ( $\tau$ ) (g),

$m(\tau + \Delta\tau)$  – hmotnosť vzorky v čase ( $\tau + \Delta\tau$ ) (g),

$\Delta m$  – rozdiel hmotností (g).

Pri pôsobení tepelného zdroja sme sledovali a zaznamenávali úbytok na hmotnosti v niekoľkých krokoch. Nakoľko sa navrhnutá aparátúra ako aj celková metodika experimentu sa ukázala dostatočne citlivá pre zvolené hodnotenie, rozhodli sme sa merať hmotnosť vzoriek po 48 hodinách po ukončení experimentu. Hmotnosť bola meraná kontinuálne 240 sekúnd, následne sa vypočítal úbytok na hmotnosti pri tepelnom namáhaní (v 240 sekunde) a od neho sa odpočítal úbytok na hmotnosti po 48 hodinách.

Vzorka po dostavení od plameňa horela bezplameňovým horením prejavilo sa to na úbytku na hmotnosti, aj keď nejakú vlhkosť neskôr mohla prijať. Pomer hmotnosti vplyvom vlhkosti a tepelnej degradácie pri danom experimente nebolo možné sledovať, nakoľko vzorky boli umiestňované len v miestnosti laboratória. Toto hodnotiace kritérium, ako sa neskôr ukázalo, má svoju výpovednú hodnotu. Bolo vypočítané podľa rovnice (2):

$$\delta_{m48} = \left( \frac{m(0) - m(240)}{m(0)} \right) - \left( \frac{m(0) - m(48)}{m(0)} \right) \cdot 100(\%) \quad (2)$$

kde:

$\delta_{m48}$  – rozdiel v relatívnom úbytku na hmotnosti (%),

$m(0)$  – hmotnosť vzorky v čase ( $\tau_0$ ) (g),

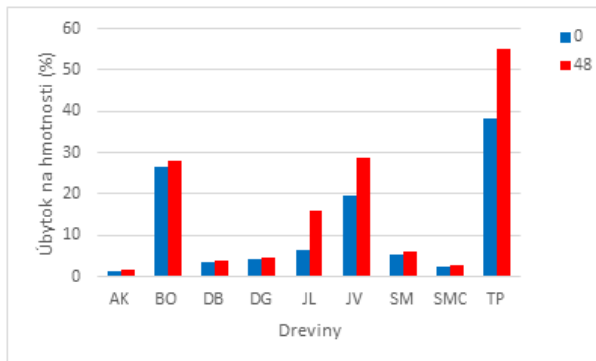
$m(240)$  – hmotnosť vzorky v čase ( $\tau_{240}$ ) (g),



$m(48)$  – hmotnosť vzorky v čase ( $\tau 48$ ) (g).

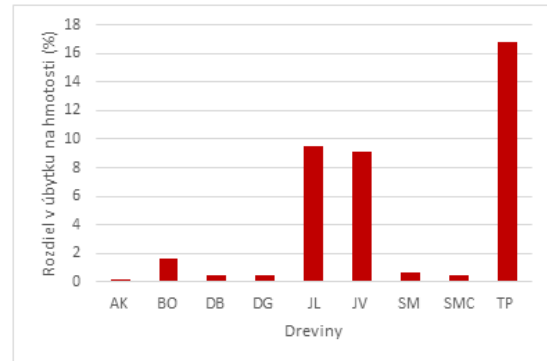
#### 4. Výsledky a diskusia

Výsledky prezentujeme formou grafov, ktoré v tomto prípade majú vyššiu výpovednú hodnotu. Na obr. 3. je stĺpcový graf hodnôt úbytkov na hmotnosti s označením „0“, t. j. po 240 sekundách kontinuálneho merania, (v ktorom je zahrnuté 60 s tepelné zaťaženie) a s označením „48“ po 48 hodinách. Na obr. 4 sú znázornené rozdiely týchto dvoch meraní.



Obrázok 3 Porovnanie úbytku na hmotnosti po experimente a po 48 hodinách.

Figure. 3 Comparison of weight loss after experiment and after 48 hours.



Obrázok 4 Rozdiely v úbytku na hmotnosti po experimente a po 48 hodinách.

Figure. 4 The difference in weight loss after the experiment and after 48 hours.

Je potrebné poznamenať, že na oboch grafoch sú priemerné hodnoty z desiatich meraní. Širšia škála drevín potvrdila známe fakty z mnohých prác, ktoré zatriedujú jednotlivé dreviny do rôznych skupín, podľa toho ako odolávajú zapáleniu a horeniu. Agát a dub z listnatých a smrekovec z ihličnatých sú najodolnejšie voči zapáleniu a horeniu. Deklarujú to hodnoty na obr. 3, ako aj na obr. 4.

Na druhej strane sú dreviny topoľ javor a jelša, z ihličnatých borovica. Borovici treba venovať pozornosť. Aj keď rozdiel medzi časovými intervalmi merania úbytku na hmotnosti je malý (pozri obr. 4), nameraný úbytok na hmotnosti je druhý najvyšší hneď po dreve dreviny topoľ pozri obr. 3).

#### 5. Záver

Záverom len stručné konštatovanie. Aj keď nebolo vizuálne pozorované plamenné ani bezplameňové horenie k deštrukcii drevo vo všetkých drevinách dochádzalo. Zaznamenalo sa to úbytkom na hmotnosti. Je potrebné poznamenať, že je to pozorovateľné pri malých vzorkách, pri väčších vzorkách, kde tepelná degradácia je len lokálna hodnota po 48 hod. môže byť aj záporná. Hodnotu úbytku na hmotnosti po dlhšom časovom intervale odporúčame ako doplňujúci údaj pri hodnotení dreva a materiálov na báze dreva.

VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava  
KEYNOTE PRÍSPEVOK

**Zoznam bibliografických odkazov**

HORSKÝ, D., OSVALD, A. (1983): Laboratórne testovacie metódy horľavosti dreva. In: Vedecké

a pedagogické aktuality 2/83. Zvolen : ES VŠLD, 1983, 104 s., (monografia) ISBN 85 - 1370-83

CHREBET, T. A. et al. (2012): Influence of Air-flow Velocity and Heating Rate at Process of Cellulose Degradation. In: Wood & Fire Safety. 7th Int. Scient. Conf., The High Tatras, Šmíra-Print, s.r.o., Česká republika, , ISBN: 978-80-87427-23-1, 378 pp.

KAČÍKOVÁ, D. a kol. (2007): Materiály v protipožiarnej ochrane. - Zvolen : Technická univerzita vo Zvolene, 2. vydanie. 2007. 124 s. ISBN 978-80-228-1725-7

MARTINKA J., CHREBET T., KRÁL J., BALOG, K., (2013): An examination of the behaviour of thermally treated spruce wood under fire conditions, Wood Research, Volume 58 (4). pp. 599-606.

MITTEROVÁ, I., ZACHAR, M., RUŽIŇSKÁ, E., MAJLINGOVÁ, A.(2014): Ignitability of Unprotected and Retardant Protected Samples of Spruce Wood. Environmental and Safety Aspects of Renewable Materials and Energy Sources, Advances Materials Research, Trans Tech Publications Ltd, ISSN: 1022-6680 ISSN cd: 1022-6680 ISSN web: 1662-8985, ISSN/ISO: Adv. Mater.Res.

STN EN ISO 2592: 2000 Určovanie bodu vzplanutia a horenia. Clevelandova metóda v otvorenom tégliku (ISO 2592: 2000)

<https://www.tuzvo.sk/sk/hladaj.html?word> (22.9.2017)

## NOVÉ TRENDY V BOZP V KONTEXTE STRATÉGIE PRIEMYSLU 4.0

## NEW TRENDS IN OHS IN CONTEXT OF INDUSTRY 4.0 STRATEGY

Juraj SINAY<sup>1</sup> – Zuzana KOTIANOVÁ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Technická univerzita v Košiciach, Letná 9, 042 00 Košice, Zväz automobilového priemyslu SR,  
Slovenská republika, +421556022502, [juraj.sinay@tuke.sk](mailto:juraj.sinay@tuke.sk)

<sup>2</sup>Technická univerzita v Košiciach, Letná 9, 042 00 Košice, Slovenská republika, +421556022515,  
[zuzana.kotianova@tuke.sk](mailto:zuzana.kotianova@tuke.sk)

### Abstrakt

Digitalizácia a automatizácia výrobných a logistických technológií ako súčasť Stratégie Priemysel 4.0 (Smart Industrie) prinášajú množstvo pozitívnych aspektov. Vytvárajú podmienky pre rozširovanie výrobných kapacít, presadzovanie sa v konkurenčnom prostredí prostredníctvom zvyšovania produktivity a kvality vyrábaných produktov, nové príležitosti a nových zákazníkov, nahradení človeka v nebezpečných prevádzkach a udalostiach.

Výrobné a následne aj distribučné technológie sa musia prispôbiť naplneniu týchto trendov. Integrujú v sebe princípy nových systémov sledovania priebehu procesov od získavania relevantných informácií o vlastnostiach subjektov, cez ich mobilitu, spracovanie až po poskytnutie príkazových signálov pre vykonanie príslušných opatrení. Naplnenie Stratégie Priemysel 4.0 v reálnych podmienkach je však spojené s aplikáciami komplexných manažérskych systémov. Ich významnou súčasťou je aj efektívne riadenie rizík v komplexe Safety + Security ako súčasť systému integrovanej bezpečnosti. Metódy a postupy pre analýzu a posúdenie týchto rizík musia zohľadniť existenciu ľudského faktora, ako najdôležitejšej súčasť manažérskych aktivít. V podmienkach inteligentného priemyslu pri intenzívnom využívaní digitálnych techník a technológií je pre efektívne riadenia rizík rozhodujúce vykonať opatrenia už v etape prevencie.

**Kľúčové slová:** BOZP · digitalizácia · Prevencia 4.0 · Priemysel 4.0.

### Abstract

The digitization and automation of production and logistics technology as part of Industry 4.0 Strategy (Smart Industrie) bring many positive aspects. They create the conditions for expanding production capacities, enforcing in a competitive environment by increasing productivity and quality of produced products, new opportunities and new customers, replacing people in dangerous operations and events.

Manufacturing and subsequently distribution technologies must adapt to meet these trends. They integrate the principles of new process tracking systems from acquiring relevant information about the properties of the subjects, through their mobility, processing to providing command signals for the implementation of appropriate measures. Fulfilling Strategy Industry 4.0 in real terms, however, is associated with applications of complex management systems. Their significant part also includes the effective management of the risks in the Safety + Security complex as part of the integrated security system. Methods and procedures for analyzing and assessing these risks must take into account the existence of a human factor as the most important part of management activities. Under intelligent industry conditions, with intensive use of digital techniques and technology, it is crucial for effective risk management to take action already at the preventive stage.

Keywords: digitalization · Industry 4.0 · OHS · Prevention 4.0.

## 1. Stratégia Priemysel 4.0 – Inteligentný priemysel

Pod pojmom Priemysel 4.0 sa rozumie taký spôsob riadenia činnosti v rámci technológií, kde výrobné a logistické procesy a v rámci nich stroje a výrobky navzájom komunikujú a organizujú si jednotlivé kroky v rámci výrobného procesu autonómne pri súčinnosti s ľudským faktorom. Cieľom je, aby procesy zohľadňovali požiadavky pre bezpečnú prevádzku tak, aby na konci výrobného procesu boli produkty, ktoré spĺňajú požiadavky zákazníka.

Stratégia Priemysel 4.0 zahrňuje predovšetkým:

- prepojenie výrobného procesu s informačno-komunikačnými technológiami tak,
- aby boli k dispozícii informácie o všetkých udalostiach realizovaných v rámci spoločnosti (firmy) v závislosti na reálnom čase,
- možnosti realizovať požiadavky zákazníka priamo prostredníctvom mobility dát /komunikácie/ so strojov a zariadení,
- komunikáciu medzi súčasťami výrobných a distribučných procesov navzájom,
- autonómne získavanie a spracovanie dát na vertikálnej aj horizontálnej úrovni,
- decentralizované riadenie,
- realizovanie výroby prostredníctvom komunikácie medzi polotovarmi a strojovými zariadeniami a manipulačnými prostriedkami.

Tabuľka 1 predstavuje základné oblasti zamerania Priemyslu 4.0, ktoré tvoria centrálné elementy high-tech inovačnej stratégie (Botthof a Hartmann, 2015).

Tab. 1 Atribúty Stratégie Priemysel 4.0

Table 1 Attributes Strategy Industry 4.0

Atribúty Stratégie Priemyslu 4.0
<ul style="list-style-type: none"><li>• Bezpečnosť ako kritický faktor úspechu</li></ul>



---

Atribúty Stratégie Priemyslu 4.0

---

- Rámcové požiadavky právnych predpisov
  - Organizácia a usporiadanie práce pri aplikácii princípov v digitalizácii
  - Normalizácia, štandardizácia a otvorené štandardy pre architektúru
  - Ovládnutie komplexných systémov
  - Pokrytie plochy širokopásmovej infraštruktúry pre priemysel
  - Vzdelávanie a získavanie príslušných zručností
  - Nové modely podnikov
- 

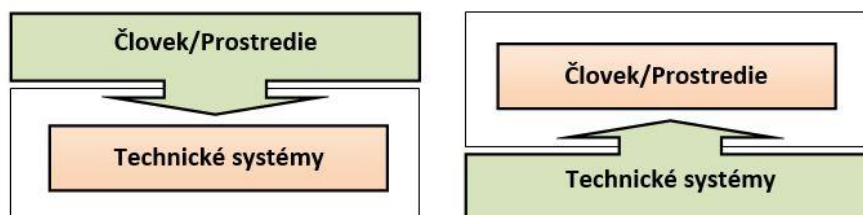
Cieľom Stratégie Priemysel 4.0 je prispieť pomocou automatickej komunikácie objektov, k zníženiu rizík v pracovnom prostredí, teda k zlepšeniu zdraviu zamestnancov ako aj „tretích osôb“, zvyšovaniu ich výkonnosti a pohody pre pracovné a ale aj osobné aktivity.

## 2. Bezpečnosť ako súčasť Stratégie Priemysel 4.0

Stratégia Priemysel 4.0 pri svojom presadzovaní sa v spoločnosti vyvoláva nové požiadavky na bezpečnosť. Pre strojové systémy a pomocou nich vyhotovené výrobky sú zaujímavé dva aspekty bezpečnosti. Na jednej strane nesmú takéto systémy spôsobovať ohrozenia ľudí a okolia – „podniková (vnútorná) bezpečnosť“ – Safety a na druhej strane musia byť takéto zariadenia chránené pred zneužitím a nepovolaným zásahom - predovšetkým v oblasti zneužitia dát a v nich zahrnutého know-how (ochrana Intellectual Property Rights), t.j. ochrana proti neoprávnenému zásahu (zvonku) – Security.

**Safety** predstavuje ochranu ľudí a prostredia pred ohrozeniami, ktoré vznikajú v dôsledku vykonávania činnosti v rámci uzatvoreného objektu a to aj v rámci výrobných buniek ako súčasti systému človek-stroj-prostredie. Jedná sa o funkčnú bezpečnosť, ktorá je definovaná hodnotou rizika ako dôsledok technologických, technických, organizačných a individuálnych aktivít v rámci procesu (Španár, 2017).

**Security** v rámci Stratégie Priemysel 4.0 zohľadňuje predovšetkým IT - Cyber security, ako aj ochranu technických systémov pred zásahmi z vonkajšieho prostredia, spôsobeného predovšetkým človekom. Security ako súčasť „informačnej bezpečnosti“ predstavuje dostupnosť, integritu a dôveryhodnosť informácií pre funkčnú schopnosť strojov, strojových systémov a súčasti komplexných výrobných a distribučných technológií.



Obrázok 1 Safety vs IT-Security [Španár, 2017]

## VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava  
KEYNOTE PRÍSPEVOK

Figure 1 Safety vs IT-Security [Španár, 2017]

Modelovanie Safety a Security slúži pre celkové popísanie pracovného systému v rámci Priemysel 4.0, pritom sa zohľadňuje, že Safety definuje podmienky ochrany človeka pred vplyvom stroja a Security zahrňuje ochranu objektu (majetku) pred vonkajším zásahom človeka – obr. 1. V tomto prípade platí „bez Security nie je možné zabezpečiť Safety“ napr. keď sa manipuluje so senzorickými systémami, ktoré zabezpečujú bezpečnosť prevádzky stroja. V jednotlivých projektoch sa musia vzájomné vzťahy medzi strojmi a výrobkami popísať tak, aby bolo možné jednoznačne identifikovať riziká a následne zvoliť postupy pre ich minimalizáciu a tým vytvárať bezpečné strojové systémy. Sumarizáciou týchto opatrení sa vytvorí základ pre návrh metód posúdenia a následne minimalizovania rizika.

Systémy riadenie rizík sa musia prispôbiť zmenám v súvislosti s novým zavedeným modelom priemyslu a priemyselnej výroby. V rámci Stratégie Priemysel 4.0 sa riziká nemôžu posudzovať izolovane len pre jednu firmu. Firma sa stáva súčasťou tak horizontálne ako aj vertikálne prepojených výrobných jednotiek, ktoré medzi sebou komunikujú pomocou internetu, využívajú cloudovské technológie na spracovanie údajov, najčastejšie vo forme Big Data.

Spoločné procesy zamerané na zaistenie komplexnej bezpečnosti v smart fabrikách sú zamerané na určité oblasti ako systémový prístup, definovanie ohrození /hrozieb/, aplikácia analýz rizík, realizácia navrhnutých opatrení na ich minimalizáciu alebo elimináciu rizík a ich validácia. Je zrejme, že rovnako ako sa venuje pozornosť ochrane človeka v rámci vytvorenia bezpečného pracovného prostredia, tak sa chránia aj citlivé firemné údaje a informácie. Klasický prístup v rámci systému riadenia rizika je rozšírený o oblasť ochrany relevantných informácií súvisiacich s digitalizáciu podnikových procesov.

Rozdiely v ponímaní bezpečnosti sú evidentné – fyzické poškodenie zdravia z práce, či poškodenie stroja na strane Safety kontra poškodenie informácií, zlyhanie produkcie, či zneužitie citlivých údajov na strane Security. Riziká v rámci Safety je možné lokalizovať a následne riadiť. Riziká v rámci Security sú však, vzhľadom na charakter digitálnej spoločnosti (fabriky), riadené náročnejšie v dôsledku ich difúznemu charakteru a schopnosti flexibilne meniť štruktúru výrobného procesu.

Podľa Patformy Industrie 4.0 (2016) tabuľka 2 definuje niektoré spoločné charakteristiky Safety + Security ako súčasti výrobných technológií.

Tabuľka 2 Charakteristiky vzájomné posúdenia Safety + Security

Table 2 Safety + Security mutual assessment characteristics

PROCES	SAFETY	SECURITY
Systémové limity	podnik, stroje, strojné súčasti	zóna, subzóna, vzájomné prepojenie

**VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017**

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

**KEYNOTE PRÍSPEVOK**

<b>Ohrozenia Hrozby</b>	materiálové toky, údržba	výmena dát, vzdialený prístup údržby
<b>Výsledky analýzy rizík</b>	porezanie, postrihnutie, rozdrvenie	neautorizovaný prístup, neautorizovaný zásah do dát, manipulácia
<b>Opatrenia</b>	E-STOP, svetelná sieť, monitoring	Firewall, virtuálne siete, VPN, autentifikácia, kódovanie
<b>Validácia</b>	zhoda, audity, testy	verifikácia, monitoring, záznamy

Stratégia Priemysel 4.0 vyžaduje v oblasti bezpečnosti intenzívnejší proaktívny prístup ako doteraz, predovšetkým integrovaným prístupom k Safety + Security v rámci konštrukcie a plánovania strojov a komplexných technológií. Je účelné aby sa dôkaz o bezpečnosti objektov, strojov a ich súčastí zabezpečil pomocou identifikácie a kvantifikácie rizík už v rámci procesu ich návrhu, kde je ich možné identifikovať a kompenzovať a následne počas ich prevádzky pomocou informácií od užívateľov – definovať výsledné riziko komplexného technológie (systému).

Následná implementácia preventívnych opatrení je podstatne drahšia a často krát nerieši udržateľnosť aplikácie bezpečnostných opatrení. Bezpečnosť nie je možné obmedzovať len na funkčné prvky (komponenty) ale je ju treba chápať ako kontinuálny proces. Dôležité je, aby pre zabezpečenie rýchlej reakcie na vzniknuté problémy bol vytvorený systém účinného monitoringu a aby bola zabezpečená intenzívna výmena informácií cez rôzne úrovne v rámci výrobného procesu (DGUV, 2016).

Pohľad firiem na bezpečnosť a ochranu zdravia sa v posledných rokoch zmenil v tom zmysle, že sa hľadajú možnosti a postupy na to aby sa bezpečnosť práce nezabezpečovala pomocou aplikácie zákonov, noriem a formalizovaných postupov ale formou aplikácie zásad kultúry bezpečnosti v rámci pracovného ale aj súkromného života formou „vizia nula“ teda nula pracovných úrazov a nehôd. Firmy chápu, že ich konkurenčná výhoda pri udržaní si zamestnancov a získavaní nových je práve v aplikácii filozofie kultúry bezpečnosti, ktorú v poslednom období úspešné firmy často aplikujú.

### **3. Prevencia 4.0**

Súčasný pracovný svet podlieha zmenám, na zvládnutie ktorých je potreba rýchle a kvalitne prevedené implementácie inovácií. Nové trendy ako globalizácia, produkty na základe požiadavky zákazníka, mobilita dát, flexibilná produkcia, nové technológie, redukcie zdrojov, demografické zmeny atď. vytvárajú predpoklady pre intenzívne aplikácie digitálnych technológií. Aplikácie sú zamerané na vysoký stupeň zosieťovania strojov, strojových systémov tak v horizontálnej (v rámci jednej firmy) ako aj vertikálnej (v rámci viacerých firiem jedného alebo viacerých spoločností) úrovni spolu s logistickými riešeniami využitím vysokého stupňa automatizácie. Tieto smery v rámci moderných výrobných a distribučných technológií definujú požiadavky na činnosti vo firme, pri zohľadnení integrácie

## VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava  
KEYNOTE PRÍSPEVOK

bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci, ako súčasti komplexných manažérskych systémov - obr. 2 (Huelke, 2017).

V súvislosti s aplikáciou systémov riadenia rizík v rámci digitálnej fabriky/smart výrobných technológiách ako súčasti Stratégie Priemyslu 4.0, sa identifikujú oblasti pre aplikácie efektívnych systémov riadenia rizík. V tejto súvislosti je potrebné hľadať odpovede na otázky ako napr.:

- Budú psychické a fyzické ohrozenia pribúdať alebo ubúdať?
- Stane sa posudzovanie rizika náročnejšie, flexibilnejšie?
- Bude vyššia komplexnosť a flexibilita viesť k zníženiu počtu úrazov?
- Ako bude vyzeráť budúce rozhranie medzi človekom-strojom-prostredím?
- Bude podporované celoživotné vzdelávanie v oblasti bezpečnosti?
- Ako sa budú vyvíjať systémy organizácie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci?



Obrázok 2 Faktory integrácie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci v rámci manažérskych systémov firmy (Huelke, 2017)

Figure 2 Factors integrating OHS within the company's management systems (Huelke, 2017)

Pri hľadaní odpovedí na tieto otázky je potrebné zohľadniť fakty ako napr. úbytok fyzickej záťaže zvyšovaním stupňa automatizácie v dôsledku aplikácii robotov, manipulačných a distribučných zariadení. Významnou skutočnosťou je predpoklad znižovania rizík v pracovnom procese ktoré bude riešené vzájomným prepojením smart senzorov z miest výrobného procesu s intenzívnymi ohrozeniami. Následne bude dochádzať k filtrovaniu zozbieraných procesných dát podniku formou „data minigu“, tak aby do cloudovských centier prichádzali informácie relevantné dvom hlavným faktorom rizík – pravdepodobnosti vzniku negatívneho javu a jeho dôsledku.

V rámci Stratégie Priemysel 4.0 je možné definovať tieto aktuálne témy v oblasti prevencie úrazov a poškodení zdravia sú napr.:

## VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

### KEYNOTE PRÍSPEVOK

- kolaboratívne roboty,
- emisie 3D tlačiarňí,
- elektrosmog ako dôsledok využívania elektrický a elektronických systémov,
- nanočastice a ich negatívne dopady na človeka v rámci systému človek-stroj-prostredie,
- snímače,
- monitorovacie kamerové systémy pre mobilné autonómne zariadenia,
- tvorba virtuálneho prostredia a posudzovanie rizika prostredníctvom rozšírenej reality,
- vypracovanie zodpovedajúcej legislatívy pre vytvorenie podmienok na minimalizáciu rizík ako súčasť efektívnej prevencie rizík.

Medzi témy budúcnosti v oblasti prevencie rizík je možné zaradiť predovšetkým:

- autonómne mobilné zariadenia,
- integrovanie systémov analýzy rizík ako súčasti ich prediktívneho posúdenie,
- využívanie inteligentných (smart) osobných ochranných pracovných prostriedkov.

Tieto trendy budúcnosti majú spoločného menovateľa – zabezpečenie funkčnej bezpečnosti s adaptívnym, decentralizovaným riadením, prostredníctvom internetu vecí IoT (Huelke, 2017 a Huber, 2016).



Obrázok 3 Monitoring v rámci robotizovaného pracoviska (Sinay a Pačaiová, 2017)

Figure 3 Monitoring within a robotic workplace (Sinay a Pačaiová, 2017)

Realizácia systémov riadenia rizika v systéme rozhrania (spolupráce) človek-stroj musí zahŕňať minimálne jednu z nasledujúcich podmienok:

- kontinuálne vyhodnocovanie rizík v súčinnosti s identifikáciou vzniknutej situácie,
- ovládanie stroja pomocou automatických ale aj manuálnych systémov s cieľom ich operatívneho vypnutia,

**VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017**

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

**KEYNOTE PRÍSPEVOK**

- monitoring skutočného stavu pri súčasnom pohybe človeka a robota v spoločnom priestore s cieľom identifikovať vznikajúce ohrozenia vo vnútri hraníc robotizovaných systémov – obr. 3 (Sinay a Pačaiová, 2017).

V prípade aplikácie analýzy rizík v automatizovaných prevádzkach (robotizované pracoviska), sa vychádza z charakteristiky komunikácie v rámci kolaboratívnej pracovnej bunky (KPB) a nie len z komunikácie so strojom. V rámci KPB musia byť analyzované jeho hlavné časti ako napr. robot, chápadlo (aktory), senzory, manipulačné prípravky - obr. 3.

**Princípy prevencie ako súčasti Stratégie Priemysel 4.0:**

- a) Ťažisko efektívnych opatrení na minimalizáciu alebo elimináciu rizika sa bude presúvať do etapy vývoja a projektov, pričom analyzovať sa budú v porovnaní s fyzickými ohrozeniami v podstatnej miere psychické ohrozenia.
- b) Funkčná ochrana práce s cieľom účinne minimalizovať nehody a ohrozenia zdravia musí byť zabezpečovaná prostredníctvom tímovej práce už v etape vývoja pri zapojení odborníkov z IKT, projektantmi siete v rámci úplného reťazca spracovania a vyhodnocovania relevantných informácií s výrobného a distribučného procesu.
- c) Riadenie rizika, ktoré je zamerané len na oblasti práce je v digitálnom svete neúčinné. Procesy je nutné posudzovať komplexne so všetkými relevantnými faktormi ohrozujúcimi bezpečnosť a zdravie. Tak sa vytvoria podmienky pre kontinuálne zlepšovanie riadenia firmy.
- d) Zamestnávateľia pri nových a mobilných formách práce v zmysle princípov Priemysel 4.0 (inteligentnej fabriky) nesmú preniesť zodpovednosť za bezpečnosť a ochranu zdravia na zamestnanca. Právne požiadavky stanovujú zodpovednosť zamestnávateľa aj za nové formy práce.
- e) Zodpovednosť zamestnávateľa zahŕňa posilnenie kompetencie odborných pracovníkov manažérskych tímov s cieľom aplikovať aktuálny právny rámec rozšírený o nové poznatky tak aby bola zachovaná integrita výkonu práce.
- f) Kultúra prevencie u zamestnávateľa znamená integrovať všetkých zamestnancov pre aktivity v rámci realizácie opatrení pre bezpečnosť a ochranu zdravia pri práci ako súčasť komplexných manažérskych systémov pri využití implementácie digitalizácie – Prevencia 4.0.
- g) Aplikácie princípov Prevencie 4.0 (Prevencia budúcnosti) ako súčasť Stratégie Priemysel 4.0 v praxi si bude vyžadovať venovať pozornosť novým formám vzdelávania na princípe multidisciplinarity získania vedomosti a nadobudnutia zručnosti.

#### **4. Záver**

Stratégia Priemysel 4.0 zahŕňa vzájomnú integráciu Safety a Security. Predpokladá sa ich vzájomné prepojenie (ovplyvňovanie). Aplikácia riadiacich systémov v rámci Safety a Security mení statický princíp na dynamický, predpokladá identifikáciu všetkých výrobných a distribučných procesov, mobilitu dát ako súčasť technológie BIG DATA a aktivity ľudského faktora pri zabezpečení funkčnosti relevantných aplikácií. Stratégia Priemyslu 4.0 vyžaduje v rámci analýzy rizík proaktívny prístup, ktorého podstata vychádza z implementácie princípov Safety a Security do etapy vývoja a konštrukcie strojov a komplexných technológií v kontexte využitia princípov CPS. Dôležité je, aby zabezpečenie rýchlych reakcií zodpovedajúcim problémom systému bolo monitorované účinne za súčasnej výmeny informácií na jednotlivých úrovniach v rámci produkčného procesu.

#### **PodĎakovanie**

**VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017**

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava  
KEYNOTE PRÍSPEVOK

Príspevok bol vypracovaný v rámci realizácie projektov: APVV-15-0351 „Vývoj a aplikácie modelov riadenia rizík v podmienkach technologických systémov v súlade so stratégiou Priemysel (Industrie) 4.0“.

### **Zoznam bibliografických odkazov**

Botthof, A., Hartmann, E. Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0. Berlin: Springer Vieweg – Institut für Innovation und Technik, 2015, 165 s, ISBN 978-3-662-45915-7.

DGUV Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung. Neue Formen der Arbeit, Neue Formen der Prävention. Berlin: Raufeld Medien, 2016, 47 s.

Huber, W. Industrie 4.0 in der Automobilproduktion. Haar: Springer Vieweg, 2016, 303 s, ISBN 978-3-658-12732-9.

Huelke, M. Arbeitsschutz in der Industrie 4.0. In: forum-protect.de [cit. 2017 – 4 – 1]. Dostupné na internete: <http://forum-protect.de/vortraege/2016/HUELKE.pdf>

Platform Industrie 4.0. Industrie 4.0 – Wegweiser zur Qualifizierung und Weiterbildung für kleine und mittelständische Unternehmen. Berlin: Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 2016, 14 s.

Sinay, J., Pačaiová, H. Sicherheit in der „Industrie 4.0 – Strategie“ – eine Einführung. Sichere Arbeit, Ausgabe 1, 2017 s. 40 – 46.

Špaňár, I. Úloha ľudského faktora v rámci riadenia rizík v kontexte digitálnej fabriky, Sjf TU v Košiciach, BTS/Ing/2017.



**TERMOANALYTICKÉ TECHNIKY A IZOKONVERZNÉ METÓDY PRI HODNOTENÍ  
POŽIARNEHO RIZIKA**

**THERMOANALYTICAL TECHNIQUES AND ISOCONVERSIONAL METHODS IN THE  
EVALUATION OF FIRE RISK**

Peter ŠIMON\* – Tibor DUBAJ – Zuzana CIBULKOVÁ – Anna VYKYDALOVÁ

\*Korešpondenčný autor a autor prezentujúci príspevok

Ústav fyzikálnej chémie a chemickej fyziky, Fakulta chemickej a potravinárskej technológie,  
Slovenská technická univerzita, Radlinského 9, 812 37 Bratislava, Slovensko, tel. +421 2 59325532,  
e-mail: [peter.simon@stuba.sk](mailto:peter.simon@stuba.sk)

**Abstrakt**

V príspevku sú predstavené termoanalytické techniky a metóda hodnotenia požiarneho rizika materiálov, vypracovaná na izokonverznom princípe. Metóda umožňuje rýchlo a spoľahlivo predpovedať indukčnú periódu oxidácie materiálov, rýchlosť uvoľňovania tepla a rýchlosť straty hmotnosti.

**Kľúčové slová:** Indukčná perióda oxidácie · Izokonverzné metódy · Požiarne riziko · Termoanalytické techniky · Rýchlosť uvoľňovania tepla.

**Abstract**

Thermoanalytical techniques and the method of fire risk evaluation, based on the isoconversional principle, are presented. The method enables quickly and reliably predict the oxidation induction time of materials, the heat release rate and the mass loss rate.

**Keywords:** Isoconversional methods · Fire risk · Heat release rate · Oxidation induction time · Thermoanalytical techniques

**1. Úvod**

Termická analýza predstavuje súbor metód, ktorými sa študuje zmena stavu skúmaného materiálu na základe merania niektorej z jeho fyzikálnych vlastností ako funkcie teploty, pričom teplota sa mení kontrolované podľa určitého programu (Kolman a Šimon, 2000; Okuliar et al., 2002). Teplotný program možno najčastejšie vyjadriť lineárnym vzťahom (1):

$$T = T_0 + \beta t \quad (1)$$

,kde  $T$  je programovaná teplota,  $T_0$  je počiatočná teplota merania,  $\beta$  je rýchlosť ohrevu a  $t$  je čas. Ak  $\beta > 0$ , jedná sa o ohrev vzorky, ak  $\beta < 0$ , jedná sa o chladenie. Ak  $\beta = 0$ , jedná sa o izotermické meranie. Popri lineárnom ohreve vyjadrenom vzťahom (1) získavajú v posledných rokoch čoraz väčšiu popularitu aj metódy s periodickou moduláciou, skokovou zmenou teploty, príp. s inými teplotnými programami.

Oxidácia je exotermický proces a uvoľnené teplo umožňuje využiť diferenčnú kompenzačnú kalorimetriu (DSC) alebo diferenčnú termickú analýzu (DTA) na stanovenie konca indukčnej periódy (alebo začiatok hlavného procesu oxidácie). Pri začiatku hlavného procesu oxidácie nastáva úbytok hmotnosti vzorky, ktorý je identifikovateľný pomocou termogravimetrie (TG). V tejto práci je predstavená metóda hodnotenia požiarneho rizika materiálov, vypracovaná na izokonverznom princípe. Príslušné merania sa vykonávajú termoanalytickými technikami.

## 2. Teoretický základ

### 2.1. Reakcie v kondenzovanej fáze

Deje v kondenzovanej fáze veľmi často vykazujú úsek, počas ktorého sa v materiáli zdanlivo nič nedeje a ktorý sa nazýva indukčná perióda. Počas indukčnej periódy prebieha tvorba medziproduktov potrebných pre priebeh hlavného procesu, pričom však použitá technika nemeria žiadny signál. Medzi typické deje patriace do tejto skupiny patrí oxidácia organických materiálov. Po ukončení indukčnej periódy nasleduje fáza samotného horenia.

Tu sa venujeme získavaniu kinetických parametrov popisujúcich závislosť indukčných periód od teploty z neizotermických meraní. Dôvod použitia neizotermického režimu s lineárnym ohrevom je to, že pri izotermických meraniach je oxidačný pík veľmi často široký a čas nábehu oxidácie a tok tepla sa nedajú presne odčítať. Píky pri neizotermických meraniach bývajú ostrejšie a preto aj zmienené veličiny môžu byť určené spoľahlivejšie (Šimon a Kolman, 2001; Šimon, 2006).

Reakcie v kondenzovanej fáze prebiehajú komplikovanými mechanizmami vo viacerých krokoch a ich mechanizmus väčšinou nie je úplne známy. Preto ich detailný kinetický popis, založený na odvodení kinetickej rovnice pre každý elementárny reakčný krok, je nemožný. Ak chceme napriek tomu kinetiku popísať, vychádzame najčastejšie z faktu, že rýchlosť reakcie v kondenzovanej fáze je funkciou teploty ( $T$ ) a stupňa premeny (konverzie),  $\alpha$  (Šimon, 2005b):

$$\frac{d\alpha}{dt} = \Phi(T, \alpha) \quad (2)$$

Jednokroková aproximácia predpokladá, že funkcia  $\Phi$  môže byť vyjadrená ako súčin dvoch separovateľných funkcií, teplotnej funkcie  $k(T)$  závislej len od teploty a konverznej funkcie  $f(\alpha)$  závislej len od konverzie:

**VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017**

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

**KEYNOTE PRÍSPEVOK**

$$\Phi(T, \alpha) = k(T)f(\alpha) \quad (3)$$

Rýchlosť reakcie potom môže byť popísaná všeobecnou rýchlostnou rovnicou:

$$\frac{d\alpha}{dt} = k(T)f(\alpha) \quad (4)$$

Rovnica (4) sa podobá na rovnicu jednokrakového deja, ale v skutočnosti je to nahradenie sústavy diferenciálnych rovníc popisujúcich skutočnú kinetiku deja, jednou rovnicou. Preto parametre vystupujúce v teplotnej a konverznej funkcii nemajú fyzikálny význam, ale pomocou rovnice (3) možno modelovať dej prebiehajúci v sústave (Šimon, 2005b).

## 2.2. Kinetika reakcií prebiehajúce počas indukčnej periódy

Teplotná funkcia  $k$  je zvyčajne vyjadrená Arrheniovou rovnicou:

$$k(T) = A_k \exp\left[-\frac{E_a}{RT}\right] \quad (5)$$

kde  $A_k$  je predexponenciálny faktor,  $E_a$  je aktivačná energia,  $T$  je absolútna teplota a  $R$  je plynová konštanta.

Keďže rovnica (4) je všeobecná, predpokladáme, že opisuje aj kinetiku reakcií prebiehajúcich počas indukčnej periódy (IP). Kombináciou rovníc (1) a (4) a následne po separácii premenných dostaneme rovnicu:

$$\int_0^{a_i} \frac{d\alpha}{f(\alpha)} = \int_0^{t_i} A_k \exp\left[-\frac{E_a}{RT}\right] dt \quad (6)$$

Stupeň premeny  $\alpha_i$  v rovnici (4.3) je stupeň premeny reakcií, prebiehajúcich počas IP, zodpovedajúci koncu IP, tj. začiatku hlavného procesu a  $t_i$  je dĺžka IP. Ďalší predpoklad je, že stupeň premeny  $\alpha_i$  je rovnaký pre každý teplotný režim. Po integrácii ľavej strany rovnice (6) dostaneme:

$$F(a_1) - F(0) = \int_0^{t_i} A_k \exp\left[-\frac{E_a}{RT}\right] dt \quad (7)$$

kde  $F$  je primitívna funkcia ku  $\int \frac{d\alpha}{f(\alpha)}$ . Za predpokladu, že stupeň premeny  $\alpha_i$  zodpovedajúci koncu IP je nezávislý od teploty, potom aj hodnota integrovanej funkcie  $F(\alpha)$  v bode  $\alpha_i$ ,  $F(\alpha_i)$ , je konštantná. Preto možno rovnicu (4.4) prepísať ako:

$$1 = \int_0^{t_i} \frac{dt}{A \exp\left[\frac{B}{T}\right]} \quad (8)$$

kde konštanty  $A$  a  $B$  sú dané vzťahmi:

$$A = \frac{F(a_1) - F(0)}{A_k}; B = \frac{E_a}{R} \quad (9)$$

**VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017**

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava  
KEYNOTE PRÍSPEVOK

Fyzikálny význam menovateľa rovnice (8) môže byť jednoducho ukázaný na prípade izotermického procesu, kde je menovateľ konštantný a rovný IP pri danej teplote. Preto možno teplotnú závislosť indukčnej periódy vyjadriť:

$$t_i = A \exp \left[ \frac{B}{T} \right] \quad (10)$$

kde  $A$  a  $B$  sú konštanty a  $T$  je absolútna teplota.

Pre neizotermický proces s lineárnym ohrevom vzorky popísaným rovnicou (1) po krátkej úprave rovnice (8) dostaneme:

$$\beta = \int_0^{T_i} \frac{dT}{A \exp \left[ \frac{B}{T} \right]} \quad (11)$$

kde  $T_i$  je teplota konca indukčnej periódy, t.j. počiatková teplota oxidačného píku. Ako vidíme z rovnice (11), keď stúpa rýchlosť ohrevu, potom teplota ukončenia IP tiež stúpa.

Integráciu rovnice (11) možno vykonať Simpsonovou metódou, súčet štvorcov medzi experimentálnymi a teoretickými hodnotami teplôt nábehov oxidačných píkov je minimalizovaný simplexovou metódou (Kolman a Šimon, 2000; Okuliar et al., 2002).

V ostatnom čase bolo publikovaných niekoľko prác (Šimon, 2005a; Šimon, 2005b; Šimon, 2007; Šimon et al., 2008), ktoré navrhujú využitie nearrheniovských teplotných funkcií pri opise a predikcii IP. Ako najvhodnejšia (Šimon et al., 2008) sa ukázala funkcia:

$$k(T) = A_k e^{DT} \quad (12)$$

Pre závislosť teploty nábehu píku od rýchlosti pri lineárnom ohreve možno pre túto funkciu odvodiť:

$$T = \frac{1}{D} \ln(AD\beta + 1) \quad (13)$$

Vyhodnotením experimentálnej závislosti  $T_i$  od  $\beta$  získame parametre  $A$  a  $D$  a z nich potom môžeme vypočítať dĺžku IP pri izotermickom namáhaní pri teplote  $T$ :

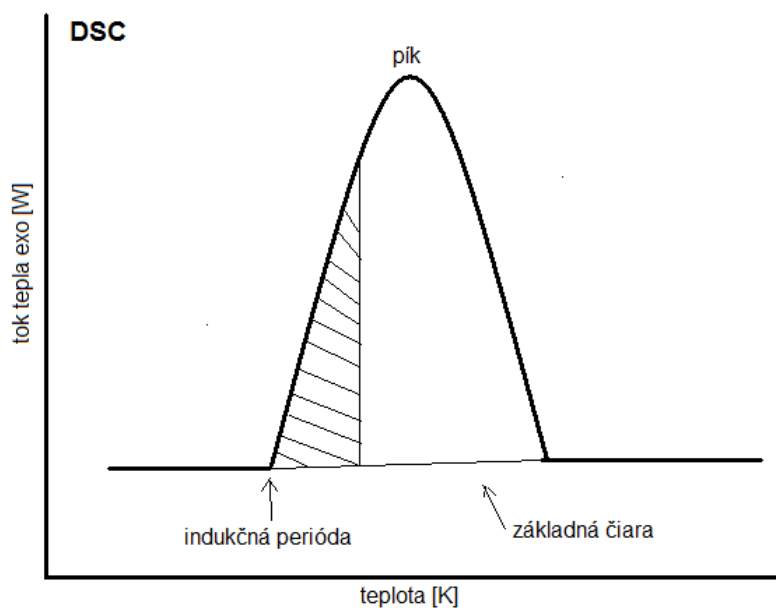
$$T_i = A e^{-DT} \quad (14)$$

### 2.3. Kinetika reakcií prebiehajúcich počas hlavnej fázy horenia

Kinetiku reakcií prebiehajúcich počas hlavnej fázy horenia tiež možno popísať rovnicami (11), resp. (13), kde  $T_i$  bude izokonverzná teplota. Po získaní kinetických parametrov  $A$  a  $B$ , resp.  $A$  a  $D$ , bude izokonverzný čas vypočítaný rovnicami (10), resp. (14).

### 3. Metodika

Typický DSC záznam horenia materiálu je na obr.1:



Obr.1: Typický DSC záznam horenia materiálu

Fig.1. Typical DSC record of burning of a material.

U DSC sa stupeň konverzie vypočíta podľa vzťahu (15):

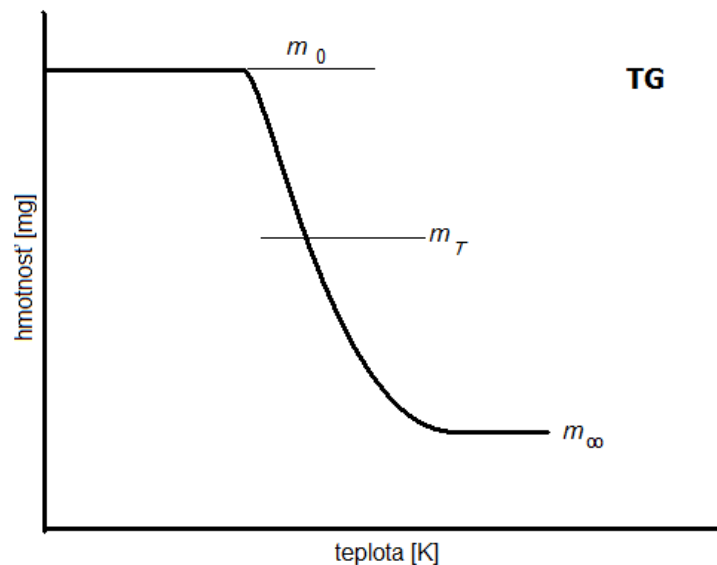
$$\alpha = \frac{\Delta H(T)}{\Delta H(\text{total})} \quad (15)$$

kde  $\Delta H(T)$  je parciálna vyčiarkovaná plocha DSC píku pri teplote  $T$  a  $\Delta H(\text{total})$  je celková plocha píku.

Typický TG záznam horenia materiálu je na obr.2. Stupeň premeny sa v prípade TG vypočíta podľa vzťahu (16):

$$\alpha = \frac{m_T - m_\infty}{m_0 - m_\infty} \quad (16)$$

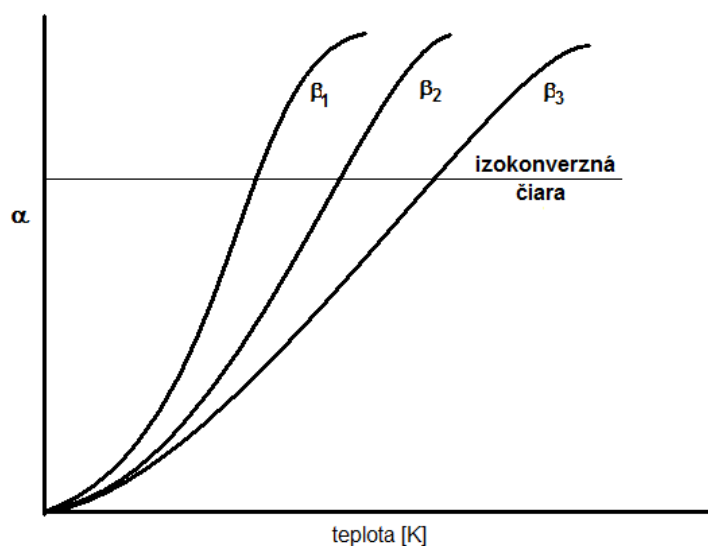
kde  $m_0$ ,  $m_\infty$  a  $m_T$  sú počiatková a konečná hmotnosť a hmotnosť pri teplote  $T$ .



Obr.2: Typický TG záznam horenia materiálu.

Fig.2. Typical TG record of burning of a material.

DSC alebo TG krivky sa pomocou rovníc (15) a (16) pretransformujú do závislosti stupňa konverzie od teploty (obr.3). Pre zvolenú izokonverznú hladinu sa odčítajú izokonverzné teploty pre rôzne rýchlosti ohrevu a tieto sa ďalej spracujú pomocou rovníc (11) alebo (13). Zo získaných kinetických parametrov možno vypočítať izokonverzné časy či už pre izotermický dej pomocou rovníc (10) alebo (14), alebo pre neizotermický dej pomocou rovnice (8).



Obr.3: Závislosť stupňa premeny od teploty pre rôzne rýchlosti ohrevu vzoriek.

Fig.3. Temperature dependence of the degree of conversion for various heating rates.

#### 4. Diskusia

Použitie vyššie uvedených teoretických poznatkov pre odhad rizika požiaru možno rozdeliť do dvoch častí – indukčná perióda horenia (nazývaná aj inkubačný čas) a hlavné štádium horenia, t.j. rýchlosť uvoľňovania tepla.

Indukčná perióda oxidácie bude hrať dôležitú úlohu pri počiatočných štádiách horenia. Podľa článku (Kakae et al., 2007) bola nájdená empirická závislosť pre rýchlosť uvoľňovania tepla od času  $t$ :

$$\frac{dH}{dt} = a(t - t_i)^2 \quad (17)$$

kde  $a$  je konštanta úmernosti, ktorá bude zrejme závisieť od termofyzikálnych vlastností materiálu a rýchlosti prestupu tepla zo vzorky do okolia. Rovnica (17) má zrejme fyzikálny zmysel len pre čas dlhší ako je indukčná perióda horenia  $t_i$ , pre čas  $t < t_i$  bude rýchlosť uvoľňovania tepla nulová. Z rovnice (17) vidno, že čím vyššia bude hodnota  $t_i$ , tým nižšia bude rýchlosť uvoľňovania tepla. Oxidácia materiálu bude zrejme neizotermický dej, preto bude musieť byť hodnota  $t_i$  odhadnutá pomocou rovnice (8).

Z hľadiska vzniku požiaru je najdôležitejším parametrom rýchlosť uvoľňovania tepla. Keď získame z DSC meraní kinetické parametre oxidácie materiálu pomocou rovnice (11), z rovnice (8) bude možné simulovať rýchlosť uvoľňovania tepla v čase pre neizotermické horenie. Maximálnu rýchlosť uvoľňovania tepla získame z izokonverznej hladiny odpovedajúcej maximu píku na obr.1.

Rýchlosť straty hmotnosti získame z TG meraní podobne ako rýchlosť uvoľňovania tepla z DSC meraní. Odhad rýchlosti straty hmotnosti je dôležitý pre odhad množstva toxických plynov vzniknutých požiarom. Treba podotknúť, že kinetické parametre horenia získaných z DSC a TG meraní nemusia byť totožné, čo znamená, že rýchlosť uvoľňovania tepla a rýchlosť straty hmotnosti nemusia jednoznačne korelovať.

Ak hodnota aktivačnej energie horenia závisí od stupňa premeny, integrálne izokonverzné metódy sú matematicky nesprávne a môžu viesť k fyzikálne neakceptovateľným odhadom (Šimon et al., 2014). V takom prípade je vhodné použiť inkrementálne izokonverzné metódy (Dubaj et al., 2015).

#### 5. Záver

V práci sú stručne popísané izokonverzné metódy odhadu dĺžky indukčnej periódy horenia, rýchlosti uvoľňovania tepla a rýchlosti straty hmotnosti pre izotermické aj neizotermické deje. Izokonverzné metódy sú pre uvedené účely využívané zriedka a zaslúžili by si väčšiu pozornosť. Kinetické parametre získané z termoanalytických meraní zodpovedajú podmienkam merania, ktoré sa snažíme voliť tak, aby sa odstránili vplyvy difúzie a prestupu

## VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava  
KEYNOTE PRÍSPEVOK

tepla. Difúzia aj prestup tepla trvajú určitý čas a preto odhady dĺžky indukčnej periódy horenia, rýchlosti uvoľňovania tepla a rýchlosti straty hmotnosti zodpovedajú pesimistickej variante, t.j. najkratší odhad indukčnej periódy a najvyššia rýchlosť uvoľňovania tepla, resp. hmotnosti.

### PodĎakovanie

Autori vďačia za finančnú podporu Agentúre pre vedu a výskum, projekt č. APVV-15-0124.

### Zoznam bibliografických odkazov

Kolman Ľ, Šimon P. Diferenčná kompenzačná kalorimetria a jej využitie pri štúdiu materiálov..*Ropa, Uhlie, Plyn a Petrochémia*. 2000; 42: 36-38.

Šimon P, Kolman Ľ. DSC study of oxidation induction periods. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*. 2001; 64: 813-820.

Okuliar J, Daučík P, Šimon P., Termogravimetria a jej využitie na štúdium materiálov..*Ropa, Uhlie, Plyn a Petrochémia*. 2002; 44: 39-42.

Šimon P. Single-step kinetics approximation employing non-Arrhenius temperature functions. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*. 2005a; 79: 703-708.

Šimon P. Considerations on the single-step kinetics approximation. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry* 2005b; 82: 651-657.

Šimon P. Induction periods – theory and applications. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry* 2006; 84: 263-270.

Šimon P. The single-step approximation: Attributes, strong and weak sides. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*. 2007; 88: 709-715.

Kakae N, Tuchihashi T, Tanaka Y, Ohmiya Y, Harada K. Influence of Combustible Dimension and Density on Heat Release Rate. *Fire Science and Technology* 2007;26: 485-490.

Šimon P, Hynek D, Malíková M, Cibulková Z. Extrapolation of accelerated thermooxidative tests to lower temperatures applying non-Arrhenius temperature functions. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*. 2008; 93: 817-821.

Šimon P, Thomas P, Dubaj T, Cibulková Z, Peller A, Veverka M. The mathematical incorrectness of the integral isoconversional methods in case of variable activation energy and the consequences. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry* 2014; 115: 853-859.



**VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017**

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

**KEYNOTE PRÍSPEVOK**

Dubaj T, Cibulková Z, Šimon P. An incremental isoconversional method for kinetic analysis based on the orthogonal distance regression. *Journal of Computational Chemistry*. 2015; 36: 392–398.

# **VYŽIADANÉ PRÍSPEVKY**

**MODELOVÁNÍ ÚNIKU AMONIAKU A CHLÓRU V HUSTĚ OSÍDLENÝCH  
MĚSTSKÝCH OBLASTECH**

**MODELLING OF AMONNIA AND CHLORINE RELEASE IN DENSELY POPULATED URBAN  
AREA**

Vladimír ADAMEC<sup>1</sup> – Barbora SCHÜLLEROVÁ<sup>1</sup> – Libor KREJČÍ<sup>2</sup> – Kristýna HRABOVÁ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, Purkyňova 118, 612 00 Brno, Česká republika, [vladimir.adamec@usi.vutbr.cz](mailto:vladimir.adamec@usi.vutbr.cz), [barbora.schullerova@usi.vutbr.cz](mailto:barbora.schullerova@usi.vutbr.cz)\*,  
[kristyna.hrabova@usi.vutbr.cz](mailto:kristyna.hrabova@usi.vutbr.cz)

<sup>2</sup>Centrum dopravního výzkumu, v.v.i., Lišeňská, 33a, 636 00 Brno, Česká republika,  
[libor.krejci@cdv.cz](mailto:libor.krejci@cdv.cz)

**Abstrakt**

Riziko spojené s havárií při přepravě nebezpečných chemických látek po silnici má oproti běžným dopravním nehodám malou pravděpodobnost vzniku avšak mnohem závažnější důsledky. Zejména pak v oblastech, kde je vysoká hustota zalidnění a nelze volit vhodnější objízdne trasy. Příspěvek se zabývá problematikou havárií s únikem nebezpečných chemických látek v intravilánech měst s využitím softwarového nástroje pro modelování šíření toxických plynů (amoniak – NH<sub>3</sub> a chlór – Cl<sub>2</sub>). Získané výsledky byly následně využity pro návrh opatření minimalizující míru rizika spojenou s únikem nebezpečných látek v intravilánu.

**Klíčové slová:** nebezpečná chemická látka · havárie · přeprava · riziko · software

**Abstract**

Risk connected with accident during the transport of hazardous chemicals substances has beside the common road accident low probability of occurrence but more serious consequences. Especially in the area where is high density of population and is not possible to choice more appropriate route. The paper is focusing on the software application for prediction and modeling of toxic gases spread (Ammonia – NH<sub>3</sub>, Chlorine – Cl<sub>2</sub>) after accident of the transport vehicle and cooperated with spread from the stationary device. The results were used for proposal of safety measures with the aim to minimize the level of risk connected with release of the hazardous chemical substances in the urban areas.

**Keywords:** hazardous chemical substances · accident · transport · risk · software

## 1. Úvod

Kvantifikace rizika je důležitou součástí analýzy rizika a zároveň jednou z nejčastěji využívaných metod v problematice úniků nebezpečných chemických látek (NCHL). Získané výsledky je možné aplikovat v rámci preventivních a bezpečnostních opatření ať se jedná o stacionární nebo mobilní zdroje nebezpečí a jejich okolí. V případě mobilních zdrojů, tedy přepravy nebezpečných věcí, je možné výsledky aplikovat pro kalkulaci šíření NCHL podél přepravních tras, kde vzniká nebezpečný prostor. Modelování a simulaci úniků nebezpečných látek lze provést pomocí softwarových nástrojů, jako je v tomto případě software ALOHA (US EPA, 2015). Výsledky mohou napomoci při rozhodování o vhodné variantě přepravní trasy. V příspěvku byl tento softwarový nástroj (dále jen SW), využit pro modelování úniků nebezpečných látek v centru města Brna, kde se tyto látky nachází jak v rámci stacionárního zařízení, tak jsou do této oblasti i přepravovány. Výsledky modelování, tak poukazují na možné nežádoucí dopady jak na obyvatele, tak i environment. Proto jsou v závěru navržena opatření vedoucí k jejich minimalizaci.

## 2. Současný stav

Transport nebezpečných látek po silnici v České republice je povolen v souladu s legislativou České republiky (ČR), konkrétně se zákonem č. 111/1994 Sb. v platném znění a s Evropskou dohodou o mezinárodní přepravě ADR. Nebezpečné látky a jejich přeprava jsou významným mobilním zdrojem rizika, zejména kvůli složité predikci jejich výskytu. Transportní trasy jsou plánovány s ohledem na platnou legislativu, výchozí a cílové místo přepravy, úseky zakázané pro přepravu nebezpečných věcí, nebezpečné vlastnosti látky a trasy, kudy je přeprava povolena. Důležitou roli hraje i ekonomika transportu, která může mít výrazný vliv na zajištění bezpečné přepravy.

Během plánování transportu, je tak důležité zvolit vhodné metody analýzy rizika, které rizika identifikují společně s jejich pravděpodobností a významem. Přestože, nejsou havárie vozidel přepravující nebezpečnou látku (NCHL) tak časté, přesto dojde každoročně k několika desítkám až stovce havárií vozidel v režimu ADR, které mají velký význam v oblasti rizika. K únikům NCHL dochází zejména v případech havárie nákladního vozidla, technické závadě uzavíracích zařízení cisterny anebo netěsnosti obalů přepravovaných látek. Problematickou se pak stává schopnost určení závažnosti takové havárie s ohledem na okolí přepravní trasy a hustotu osídlení (PČR, 2015).

### 2.1. Toxické látky a plyny

Jednou z rizikových vlastností vybraných látek patří toxicita, která má různé stupně intenzity. Definice toxických látek je uvedena v evropské legislativě (nařízení REACH) i legislativě ČR. Toxické látky jsou dle zákona č. 350/2011 Sb., tzv. chemického zákona, děleny na toxické a vysocetoxické látky (Zákon ČR, 2011). Mezinárodní dohoda ADR pak rozděluje

látky podle toxicity dle obalových skupin na veľmi toxické (I), toxické látky (II), slabě toxické látky (III).

Při úniku toxických plynů a par může nastat (Unipetrol, 2014):

- zvýšení koncentrace NCHL v ovzduší nad povolený limit a šíření toxického oblaku (bez iniciace) plynů a par po směru větru do jeho okolí a následné zasažení (otrava, podráždění, poleptání sliznic) osob v oblasti zraňující koncentrace,
- výbuch a požár, pokud se hořlavé plyny a páry iniciují se vzduchem.

K únikům toxických plynů a škodlivin však může během havárie docházet i vlivem hoření, které se stane iniciačním zdrojem pro jejich uvolnění do ovzduší. Mezi nejvýznamnější zplodiny hoření, které mají toxické účinky, patří např. kyanovodík (hoření polymerních látek obsahující dusík apod.), fosgen a chlorovodík (hoření PVC) (FTVS UK, 2014).

## 2.2. Transport toxických látek a plynů

Doprava vysoce toxických plynů je povolena pouze ve vozidlech, které umožňují větrání přepravního prostoru. Větrání těchto prostor je důležité v rámci jakékoliv manipulace s nádobami obsahujícími vysoce toxické plyny. Je tak vhodné pro přepravu používat vozidla otevřená. V případě, že není možné užít vozidlo otevřené, musí být nákladový prostor oddělen od prostoru od řidiče. Přeprava vysoce toxických plynů nesmí být nikdy prováděna osobními automobily nebo v uzavřených dodávkách. Nádoby musí být po celou dobu přepravy zajištěny a vozidlo musí splňovat požadavky závazných předpisů. Mezi vysoce toxické plyny přepravované v ČR patří např. arsin, kyanid, kyanochlorid, kyanovodík, selenovodík (nebezpečné vzhledem k absenci jejich varovného zápachu) (FTVS UK, 2014).

Nejčastěji přepravovanými toxickými látkami v ČR jsou chlór a amoniak, přepravované především ve zkapalněném stavu. Amoniak je používán zejména jako bezvodý, kdy se jedná o meziprodukt pro výrobu chemických látek, komponenta pro přípravu směsí, procesní nebo neprocesní a pomocné činidlo jako např. pro chlazení, nitridaci povrchů kovů apod. Jedná se o bezbarvý plyn, silně čpavý, štiplavý a dráždivý (prahová hodnota zápachu  $0,0266 \text{ [mg.cm}^{-3}\text{]}$ ) s hodnotou pH 11,6. Bod tání látky je  $-77,7^\circ\text{C}$ , naopak bodem varu je teplota  $-33,3^\circ\text{C}$ . Hořlavé vlastnosti amoniaku se projevují při 16%obj (dolní mez) a 25%obj (horní mez) (Unipetrol, 2014a).

Druhou nejčastěji přepravovanou látkou v ČR je kapalný chlor, který se využívá jako rozpouštědlo, pro výrobu chlorovaných polymerů, jako desinfekční prostředek pro desinfekci městských a průmyslových odpadních vod, jako základní chemikálie v organické a anorganické chemii apod. Jeho nebezpečné vlastnosti se projevují jako žíravé, nebezpečné pro životní prostředí (vysoce toxické pro vodní organismy), dráždivé, může způsobit nebo zesílit požár. Chlor (kapalný) je těžká oranžovožlutá olejovitá kapalina s pronikavým a dusivým zápachem. Pokud se dostane do spojení se vzduchem, rychle se vypařuje a tvoří žlutozelený

## VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava  
VYŽIADANÝ PRÍSPEVOK

plyn, ktorý je ťažší než vzduch (2,5krát). Počátečný bod varu látky je  $-34,05^{\circ}\text{C}$ . Chlor není výbušný a jeho tenze par je při  $20^{\circ}\text{C}$  67,3 kPa. Přeprava chloru v cisternách je po silničních komunikacích v rámci ČR zakázána a větší přepravní objemy jsou přesunuty na železnici. Přepravovat chlor je tak možné pouze v tlakových ocelových nádobách o obsahu 65 kg (tlakové lahve) až 600 kg (tlakové sudy) (GHC Invest, 2010; Linde Gas, 2011).

Během přepravy, musí být vozidlo označeno výstražnými symboly, které označují nebezpečnost látky (hořlavý, toxický, žíravý a nebezpečný pro životní prostředí). Vzhledem k tomu, že bývá amoniak převážen jako plyn pod tlakem, může při zahřívání přepravní jednotky dojít k výbuchu. Amoniak je v podmínkách ČR přepravován v množství 21 kg a 41 kg (v tlakových lahvích), 500 a 575 kg (tlakové sudy) nebo ve snímatelných jednodukomorových cisternách o rozměru 4,5 metru délky 0,9 metru průměr (Dřevíkovský et al., 2009; Skřehot, 2008). Maximální množství povolené pro přepravu chloru a bezvodého amoniaku je 1000 kg (Vyhláška ČR, 1998). Větší množství je přepravováno po železnicích. Cisterny pro přepravu amoniaku mají podobný charakter, jako cisterny pro přepravu LPG. Rozdíl mezi nimi je pak v bezpečnostním systému zajištění (Duijm, 2005). Celkově je ročně vyrobeno přibližně 6 591 429 t, v rámci regionální tonáže pak je nejvyšší oznámený objem výroby za rok 950 000 t (Unipetrol, 2014a). V případě výroby kapalného chloru jsou v ČR dva výrobci (Spolchemie Ústí nad Labem – cca 60 000 t a Spolana Neratovice – cca 135 000 t). Spotřeba kapalného chloru je v průmyslu cca 700 t kapalného chloru v sudech, ve vodárnách cca 560 t a veřejné bazény s využitím kapalného chloru spotřebují cca 140 t. V rámci Evropy, je roční výroba a spotřeba chloru cca 12 681 000 t.

Výběr látek byl založen na frekvenci jejich využití, výskytu v městských oblastech a dále na toxických vlastnostech těchto látek. Vzhledem k tomu, že jsou obě nebezpečné látky těžší než vzduch, jsou v zóně ohrožení zahrnuty i sklepní prostory budov a kanalizační síť. S ohledem na ekotoxicitu, jsou obě látky hodnoceny jako nebezpečné (chlor – vysoce nebezpečný pro životní prostředí a vysoce toxický pro vodní organismy. Amoniak nesmí při úniku proniknout ve větším množství do spodních vod, kanalizace a vodotečí, kdy je negativně ovlivněna činnost čistíren odpadních vod (Air Liquid, 2004).

### 2.3. Šíření toxických látek a plynů

Oblast šíření nebezpečných látek v okolí místa úniku, kde může dojít k projevům negativních vlastností látek, je označována jako nebezpečný prostor. Směr a rozlohu tohoto nebezpečného prostoru ovlivňuje několik vnějších faktorů, zejména teplota vzduchu, směr větru, rychlost přízemního větru, členitost terénu, porost a zástavba. Právě v případech, kdy dojde k úniku toxické látky zejména v zastavěných územích, městech (intravilánu), nemusí být rozměr nebezpečného prostoru tak rozsáhlý, a přesto zde může dojít ohrožení vysokého počtu obyvatel. Zastavěné plochy, zejména ve velkých městech, kde je vysoký počet obyvatel znamenají vysoké riziko. Takovými místy jsou centra měst, sídliště, přestupní zastávky městské hromadné dopravy (zejména v centru), historické části měst, školní areály (vysokoškolské kampusy), sportoviště (zimní stadiony, plavecké bazény

# VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava  
VYŽIADANÝ PRÍSPEVOK

a koupaliště) apod. V prípade úniku nebezpečných plynů, těžších než vzduch, je důležité neopomenout jejich možné šíření ve sklepních a podzemních prostorech (Wolf, 2008). Do nebezpečného prostoru měst, kde jsou ohroženy nejenom osoby, ale i životní prostředí, kterou tvoří v centrech měst zejména městská zeleň, jako jsou parky a zahrady. Zde se mohou účinky nebezpečných látek projevit i po čase.

## 3. Materiál a metodika

Vybrané nebezpečné látky (chlór a amoniak), byly v rámci studie modelovány hustě obydlené městské části. S ohledem na toxické vlastnosti látek a jejich pravděpodobnosti výskytu ve městech, bylo vybráno město Brno, konkrétně městská část Brno-střed. Brno-střed má dle údajů z roku 2011 celkem 64 318 obyvatel (US EPA, 2013). Jedná se o hustě zalidněnou městskou část, kde je vysoká frekvence pohybu osob a dopravy (zejména Mendlovo náměstí), společně s provozem využívajícím NCHL. V případě úniku NCHL ze stacionárního nebo mobilního zdroje, bylo by zasaženo velké množství osob a zároveň by mohlo důsledkem havárie dojít ke vzniku narušení dopravní frekvence. Důležité je zmínit i brněnské Výstaviště, kde se v období veletrhů počet osob v této oblasti výrazně zvyšuje.

### 3.1. Meteorologické podmínky Jihomoravského kraje

Pro modelování šíření toxických plynů na vybraném území, je důležité definovat nejenom členitost terénu, jeho zástavbu a zeleň, ale i klimatické podmínky, které jsou pro danou oblast typické. Pro ČR jsou průměrné roční teploty mezi 5,5 až 9°C. Letní teploty dosahují průměrně 25 °C, zimní naopak v rozmezí mezi - 0,7 a 0 °C (ČHMÚ, 2016).

Klimatické podmínky pro Jihomoravský kraj, ve kterém bylo provedeno modelování, odpovídají oblasti s vyššími teplotními průměry. Společně s geografickými údaji kraje jsou data shrnuta v tabulce 1.

Tab. 1 Souhrnné klimatické a geograf. údaje města Brna

Tab. 1 Summary climatology and geographical data of the Brno city

Údaj	Hodnota
Průměrná roční teplota	8,5 °C (Brněnsko)
Průměrná teplota květen–září	15 °C
Průměrná teplota červenec 2014 (ČHMÚ)	21,8 °C (Brno)
Průměrné roční srážky	500 mm (Brněnsko)
Půdy	hnědé, lesní (S, Z), rendzina (SV), černozem, hnědozem (J a V)
Průměrná rychlost větru	3,5 m.s <sup>-1</sup> (v 10 m)
Směr větru	jihovýchodní (JV)
Porost	stromy, křoviny

Zdroj: ČHMÚ, 2016; JmK,2006; METEO, 2017

### 3.2. Software ALOHA

Pro simulaci šíření uniklých toxických plynů a jejich účinků byl zvolen software ALOHA 5.4.4., který byl vyvinut americkou Agenturou pro ochranu životního prostředí (EPA). Výhodou softwaru, je jeho přehlednost a schopnost uživatele navigovat dle jednotlivých kroků. Uživateli je souhrnný přehled informací, rychlý výpočet a zobrazení nebezpečného prostoru, kde se látka vyskytuje v nebezpečných koncentracích (vyjadřována v ppm). Software zároveň dokáže zobrazení nebezpečného prostoru přenést do mapového podkladu Google Earth, kde jsou jasně viditelné zranitelné oblasti. Tyto podklady pak mohou být využity pro tvorbu bezpečnostní a preventivní dokumentace. Omezení softwaru ALOHA spočívá v možnosti zadání pouze neměnných atmosférických podmínek, rychlosti a směru větru a pouze malé rozlišení terénu. Software však umožňuje uživateli se změnou podmínek zadávat údaje manuálně a dynamicky. ALOHA tak umožňuje nové modelování, bez zadání údajů o látce, lokaci apod. Modelování úniku nebezpečné látky je omezeno zobrazením do vzdálenosti max. 10 km. Mezi další omezení patří neschopnost softwaru zahrnout efekty požáru a chemických reakcí, rozptyl pevných částic a roztoků. Využitá verze softwaru v tomto článku, již však umožňuje modelovat požár a výbuch a hodnotit tak i nebezpečné spojené s těmito jevy (Meteo, 2017). Vzhledem k tomu, že není ALOHA schopna pracovat se změnami meteorologických podmínek samostatně, byla jednotlivá modelování provedena pro reálné klimatické podmínky v rámci jednoho dne a času. Software umožňuje nastavit modelování pro konkrétní den a čas. Teplota vzduchu tak zůstala neměnná, společně s údajem o rychlosti větru a podmínkách oblačnosti a inverze. Cílem tak bylo minimalizovat odchylku pro jednotlivé postupy modelování (US EPA, 2015).

### 4. Výsledky modelování

Modelovány byly situace, kdy dojde k úniku většího množství amoniaku do okolí ze stacionárního (chladicí zařízení) a mobilního zdroje (cisterna) a úniku chloru z mobilního zdroje na stejném místě. Softwarem byla graficky znázorněna nebezpečná zóna, kde se toxické vlastnosti látek projevují. Výběr takového scénáře vychází s ohledu na pravděpodobnost vzplanutí a hoření amoniaku společně s jeho výbušností. Amoniak ani chlór nejsou považovány za významný zdroj nebezpečí z pohledu jejich výbušnosti a hořlavosti ve venkovním prostředí (Che et al., 2009).

Oblast Brno-střed, Mendlovo náměstí byla vybrána s ohledem na místní pivovar, který je stacionárním zdrojem rizika toxických látek (zásobníky pro chlazení amoniakem). Zároveň se v jeho okolí nachází významné a frekventované dopravní komunikace. Výběr chloru pak byl zvolen kvůli nedaleké úpravně vod a plaveckého zařízení. Výsledky poukazují na rozdílné působení toxických látek.

Stacionárním zdrojem s výskytem amoniaku je chladicí zařízení v pivovaru (12 t), kde je předpokládán únik ze zásobníku prostřednictvím porušení potrubí (JmK, 2006). Pro mobilní



**VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017**

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

**VYŽIADANÝ PRÍSPEVOK**

zařízení byly modelovány úniky z celkem čtyř zdrojů/vozidel, které převáží 40 kg (tlakové láhve) a 575 kg tlak. sudy, cisterny do 2 t a 21 t látky. Atmosférické podmínky pro modelování úniku, byly pro všechny množství zvoleny stejně (viz tabulka 2). Maximální plnění cisternových zásobníků bylo nastaveno na 80 %.

Vzhledem k tomu, že v městských částech bývá využíván i toxický chlor nebo jeho směsi, bylo modelováno i jeho nejčastěji vyskytující se množství. V městské části Brno-střed se chlor vyskytuje zejména v provozovnách určených k čištění vodních zdrojů (např. koupaliště Riviera 120 l a 0,975 t) (KrizPort, 2013). Pro srovnání byl únik chloru modelován jako mobilní zdroj rizika ve stejném místě, jako havárie s únikem amoniaku. Pro reálná množství byly vybrány přepravní obaly pro transport chloru po silnici, v tlakových lahvích 65 kg a tlakových sudech 600 kg. Vzhledem ke stejné lokalitě, kde se NCHL nacházejí je i pravděpodobnost plánování trasy přes Mendlovo náměstí. Výsledky jsou porovnány v závěru.

**VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017**

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava  
VYŽIADANÝ PRÍSPEVOK

**Tab. 2 Atmosférické podmínky pro modelování v SW ALOHA**

**Tab. 2 Atmospheric condition for modeling by ALOHA SW**

Vstupní data	Hodnoty
<b>Atmosférické podmínky</b>	
Rychlost a směr větru, měřen ve výšce	3.5 m.s-1, JV, 10 m
Drsnost povrchu	
Oblačnost	50 %
Teplota vzduchu	21,8 °C, třída stability C
Inverze	ne
Relativní vlhkost	50 %

*Zdroj: US EPA, 2015; Meteo, 2015*

Uvedené údaje v tabulce 2 byly převzaty dle údajů Českého hydrometeorologického ústavu v souladu s údaji k datu měření. Zároveň byly uvedeny dle požadavků softwaru ALOHA tak, aby mohl být zadán pro modelování.

**Tab. 3 Model úniku při přepravě amoniaku – 21 a 40 kg tlakové láhve**

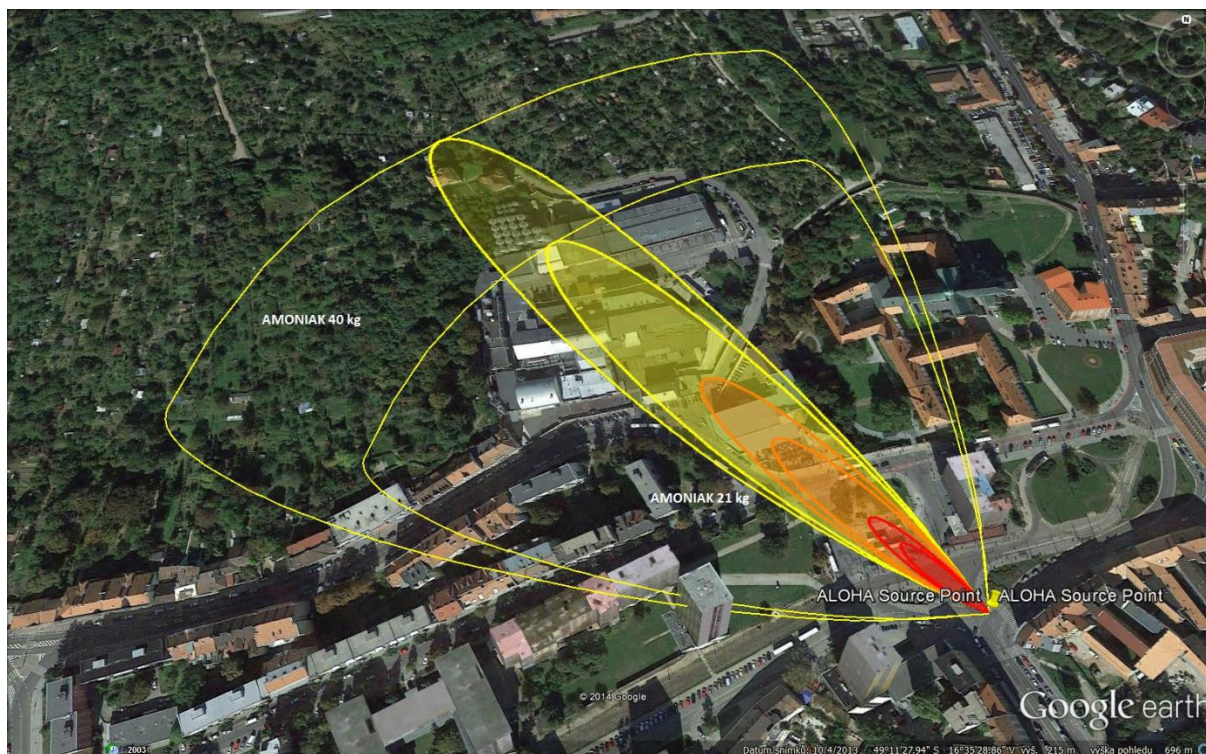
**Tab. 3 Model of ammonia spread during**

Vstupní data	Hodnoty	
<i>Informace o zdroji unikající látky</i>		
Zdroj (množství v zásobníku)	40 kg	21 kg
Doba úniku	1 min	1 min
Maximální rychlost úniku	676,0 g.s <sup>-1</sup>	350 g.s <sup>-1</sup>
Celkové množství uniklé látky	0,040 t	0,021 t
<i>Zóna ohrožení</i>		
Modelování	Gaussiovské rozdělení	
Zóny	1) červená zóna: 77 metrů (1100 ppm = AEGL-3 (60 min)) 2) oranžová zóna: 203 metrů (160 ppm = AEGL-2 (60 min)) 3) žlutá zóna: 454 metrů (30 ppm = AEGL-1 (60 min))	1) červená zóna: 77 metrů (1100 ppm = AEGL-3 (60 min)) 2) oranžová zóna: 203 metrů (160 ppm = AEGL-2 (60 min)) 3) žlutá zóna: 454 metrů (30 ppm = AEGL-1 (60 min))

*Zdroj: US EPA, 2015*

VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava  
VYŽIADANÝ PRÍSPEVOK



Obr. 1 Porovnaní úniku amoniaku 21 kg a 40 kg z tlakové láhve během transportu

Fig. 1 Comparison of the ammonia 21 kg and 40 kg from the pressure bottle during transport

Zdroj: US EPA, 2015; Google Earth, 2017

Výsledky modelování ALOHA, které graficky znázorňují zóny ohrožení ve 3 barvách, zároveň zobrazují AEGL (Acute Exposure Guideline Levels). Jedná se o úroveň koncentrace škodliviny pro vykreslení zón, kdy NCHL v určitém časovém rozmezí má negativní účinky. V tabulce 3 byl v rámci programu ALOHA použit model Gaussovského rozdělení, který se využívá v případě, kdy je šířený plyn přibližně o stejné hmotnosti jako vzduch (US EPA, 2013).

**VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017**

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava  
VYŽIADANÝ PRÍSPEVOK

**Tab. 4 Porovnaní úniku při přepravě amoniaku – cisterna do 2 t a stacionární zdroj – zásobník 2**

**Tab. 4 Comparison of the ammonia spread during the transport – tank lower than 2 t and stationary source – 2 t**

Vstupní data	Hodnoty	
<i>Informace o zdroji unikající látky</i>		
Zdroj	2,00 t (cisterna – mobilní ZR)	2 t (zásobník – stac. ZR)
Doba úniku	5 min	2,0 t
Maximální rychlost úniku	911 kg.min <sup>-1</sup>	2 min
Celkové množství uniklé látky	1,028 t	1 590 kg.min <sup>-1</sup>
<i>Zóna ohrožení</i>		
Modelování	Těžký plyn (model Heavy Gas)	
Zóny	1) červená zóna: 702 m (1100 ppm = AEGL-3 (60 min)) 2) oranžová zóna: 2,0 km (160 ppm = AEGL-2 (60 min)) 3) žlutá zóna: 3,9 km (30 ppm = AEGL-1 (60 min))	1) červená zóna: 907 m (1100 = AEGL-3 (60 min)) 2) oranžová zóna 2,5 km (160 m = AEGL-2 (60 min)) 3) žlutá zóna: 4,8 km 1) (30 ppm = AEGL-1 (60 min))

*Zdroj: US EPA, 2015*

V rámci využití amoniaku pro chlazení v pivovarském zařízení, nebyl vzhledem k pravděpodobnosti únik celkového objemu 12 t látky předpokládán. Modelován byl částečný únik 2 t amoniaku a porovnan s výsledky úniku 2 t amoniaku po havárii na dopravní komunikaci. Obrázek nebyl uveden z důvodu nepatrných rozdílů v porovnání stacionárního a mobilního zdroje (2 t amoniaku). Pro modelování nebezpečné zóny s toxickými účinky byl pro software ALOHA zvolen model Heavy gas, který je určen pro plyny s vyšší molekulovou hmotností, jako je například chlór, plyny skladované kryogenicky, zvyšující jeho hustotu a aerosoly plynů, které se při nashromáždění v dostatečném množství chovají před vypařením jako těžký plyn (US EPA, 2013).



**VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017**

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava  
VYŽIADANÝ PRÍSPEVOK

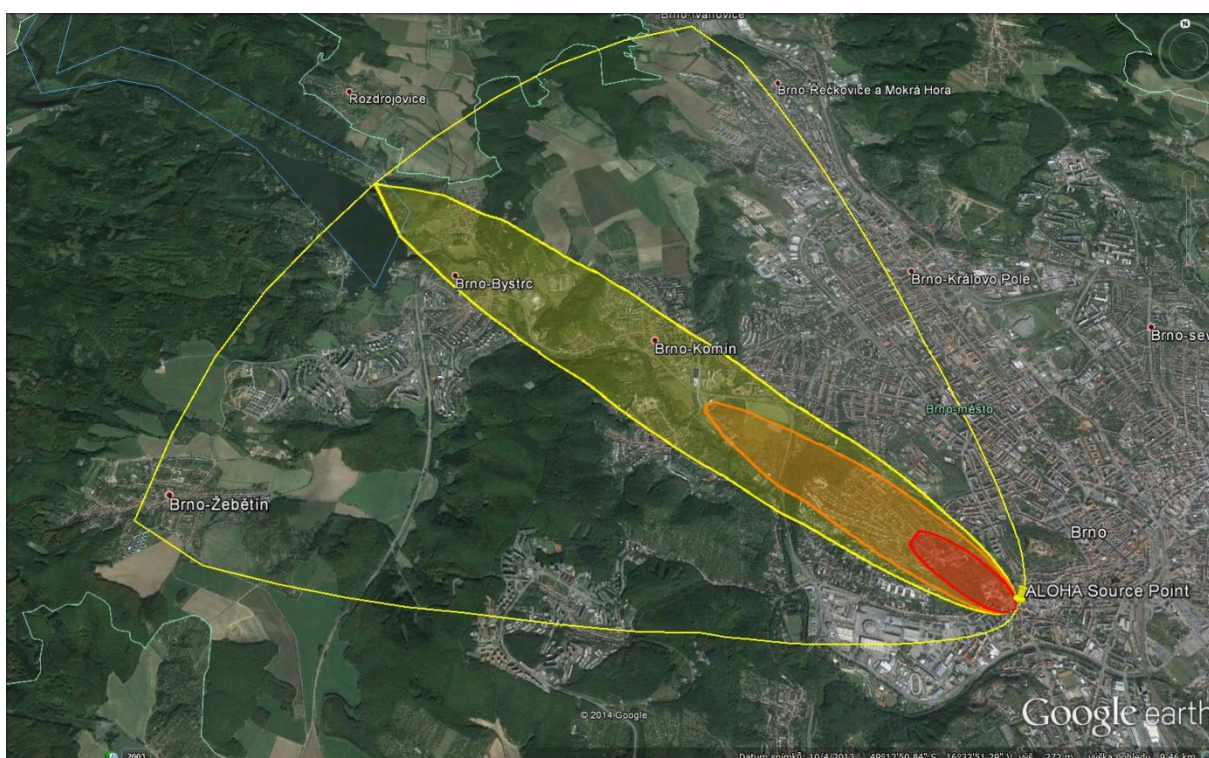
Tab. 5 Únik při přepravě amoniaku – cisterna do 21 t

Tab. 5 Spread of the ammonia during the transport – tank to 21 t

Vstupní data	Hodnoty
<i>Informace o zdroji unikající látky</i>	
Zdroj	20,2 t
Doba úniku	24 min
Maximální rychlost úniku	2 240 kg.min <sup>-1</sup>
Celkové množství uniklé látky	14, 782 t
<i>Zóna ohrožení</i>	
Modelování	Těžký plyn (Heavy Gas)
Zóny	1) červená zóna: 1,1 km (1100 ppm = AEGL-3 (60 min)) 2) oranžová zóna: 3,5 km (160 ppm = AEGL-2 (60 min)) 3) žlutá zóna: 8,2 km (30 ppm = AEGL-1 (60 min))

*Zdroj: US EPA, 2015*

V případě, kdy by během přepravy naplněné cisterny na maximální množství, došlo k úniku celého objemu, jednalo by se o velice závažný únik, který by ohrožoval najednou více městských částí. Jedná se tak o zvolenou událost s nejzávažnějšími důsledky v případě silniční havárie.



Obr. 2 Únik amoniaku max. množství z cisterny do 21 t

Fig. 2 Ammonia spread from tank to 21 t

*Zdroj: US EPA, 2015; Google Earth, 2017*

**VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017**

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava  
VYŽIADANÝ PRÍSPEVOK

Pro porovnání takto závažné havárie, byla vybrána druhá nejčastěji vyskytující se toxická látka, chlor. Ta byla modelována pro množství 65 kg, převážené v tlakových lahvích a 600 kg, které bývá převáženo v tlakových sudech.

Tab. 6 Únik při přepravě chloru – tlaková lahev max. 65 kg a tlakový sud max. 600 kg

Tab. 6 Chlorine spread during the transport – pressure bottle and barrel max. 600 kg

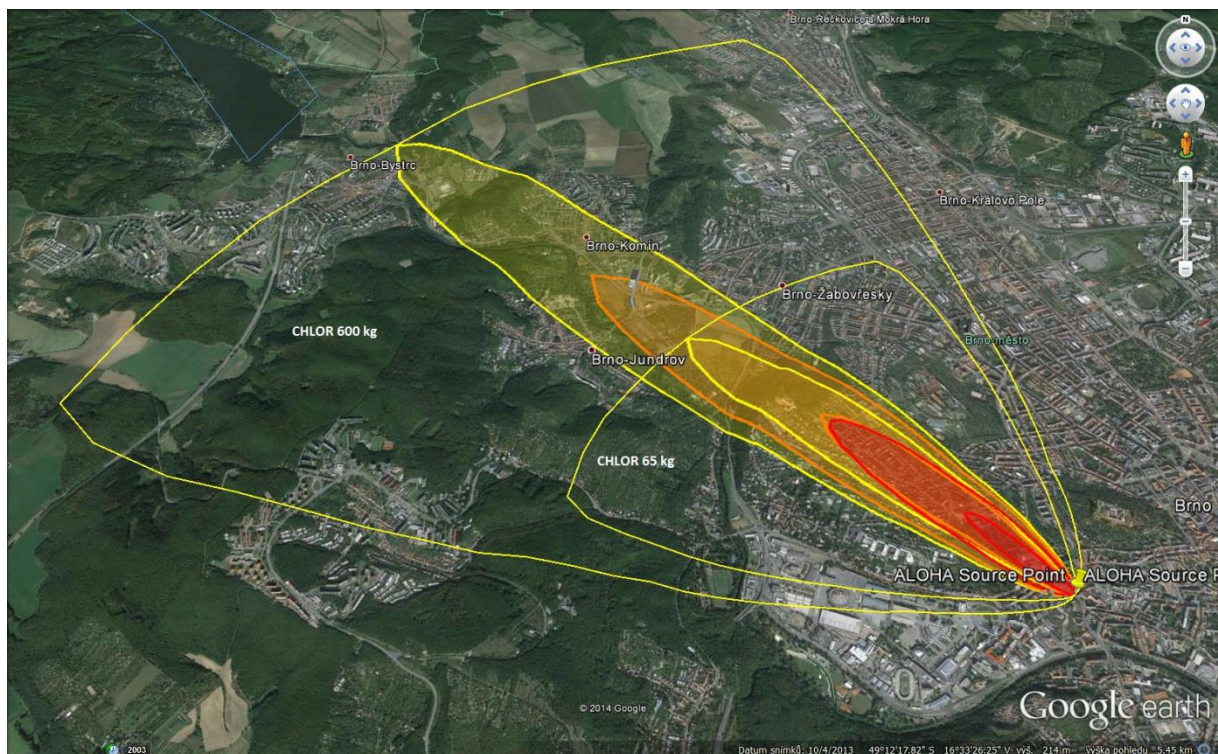
Vstupní data	Hodnoty	
<i>Informace o zdroji unikající látky</i>		
Zdroj	65 kg	600 kg
Doba úniku	1 min	1 min
Maximální rychlost úniku	1,08 kg.s <sup>-1</sup>	10,0 kg.s <sup>-1</sup>
Celkové množství uniklé látky	0,065 t	0,600 t
<i>Zóna ohrožení</i>		
Modelování	Těžký plyn (Heavy Gas)	
Zóny	1) červená zóna: 743 m (20 ppm = AEGL-3 (60 min)) 2) oranžová zóna 1,8 km (2 ppm = AEGL-2 (60 min)) 3) žlutá zóna: 3,0 km (0,5 ppm = AEGL-1 (60 min))	1) červená zóna: 1,8 km (20 ppm = AEGL-3 (60 min)) 2) oranžová zóna 4,0 km (2 ppm = AEGL-2 (60 min)) 3) žlutá zóna: 6,5 km (0,5 ppm = AEGL-1 (60 min))

*Zdroj: US EPA, 2015*

Množství zadaná pro únik chloru (65 kg a 600 kg) je značně rozdílné, zejména v maximální zóně, kde nebezpečná látka působí toxicky i když již v menší míře, než množství kolem přímého zdroje. Z tabulky a obrázku je zjevné, že oranžová zóna s účinky 2 ppm po dobu jedné hodiny u 65 kg dosahuje stejných rozměrů, jako zóna červená (20 ppm, s nejzávažnějšími toxickými účinky) u množství 600 kg chloru. V tomto případě lze tuto oblast považovat za vysoce rizikovou pro obyvatele s ohledem na vysokou pravděpodobnost působení nebezpečné koncentrace toxické látky.

## VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava  
VYŽIADANÝ PRÍSPEVOK



**Obr. 3 Porovnání úniku chloru během přepravy 65 kg z tlakové lahve a 600 kg z tlakového sudu**  
**Fig. 3 Comparison of the chlorine spread during transport of 65 kg from pressure bottle and 600 kg from barrel**  
**Zdroj: US EPA, 2015; Google Earth, 2017**

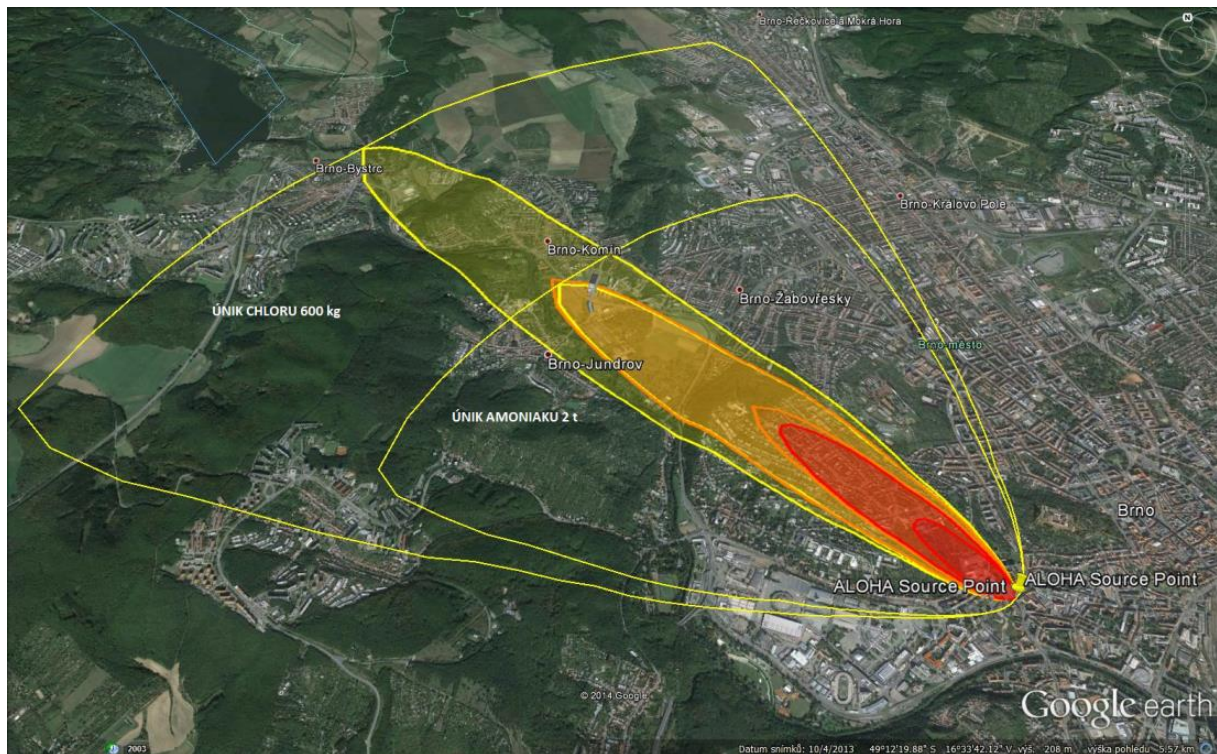
Při aplikaci SW, je nezbytné počítat s možnou změnou povětrnostních podmínek. Pokud by nastala situace, že by vítr byl obrácen, jako severozápadní, došlo by k ohrožení vyššího počtu obyvatel a ohroženou by se stala i dopravní infrastruktura, kdy nebezpečné zóny zasahují významné silniční trasy a železniční trať vedoucí z brněnského Hlavního nádraží. To znamená, že kromě toxických účinků, které by se projevily na obyvatelstvu, by havárie mohla mít i další následek, jako dopravní kolaps, hromadné havárie a další nežádoucí projevy.

Modelována havárie s únikem chloru ve stejném místě, jako havárie s únikem amoniaku z mobilního zdroje. V případě chloru, lze pozorovat u modelovaných situací velké rozpětí nebezpečných zón, kde působí toxická nebezpečná látka. Významným se ukazuje únik chloru při přepravě do 600 kg, kdy lze rozsah havárie a nebezpečných zón porovnat s únikem 2 t amoniaku, který dosáhne menších zón ohrožení, přestože jde o větší množství. V případě úniku chloru z lahve 65 kg během transportu, dochází k nejzávažnějšímu ohrožení obyvatel v červené zóně (Mendlovo náměstí, Žlutý kopec, část Masarykova onkologického ústavu), téměř shodně, jako u úniku 2 t amoniaku z automobilové cisterny.



VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava  
VYŽIADANÝ PRÍSPEVOK



Obr. 4 Porovnaní únik amoniaku z cisterny 2 t při přepravě a chloru 600 kg  
Fig. 4 Comparison of the ammonia spread from the tank (2 t) during the transport and chlorine 600 kg  
Zdroj: US EPA, 2015; Google Earth, 2017

Rozdíl u stacionárního zdroje a mobilního zdroje s množstvím do 2 t, není téměř žádný. Přestože byl u stacionárního zdroje zvolen únik z poškozeného potrubí nebo kohoutu na zásobníku, dosahují účinky unikajícího amoniaku téměř shodného rozsahu. Takové místo úniku bylo zvoleno s ohledem na pravděpodobnost úniku, která u zásobníku vzniká čteněji u poškození potrubí nebo kohoutu, než poškození pláště. Rozdílný je zdroj úniku, kdy se dopravní jednotka pohybuje po silnici ve vzdálenosti cca 500 m od stacionárního zásobníku. Křižovatka v této oblasti je velmi frekventovaná a je zde riziko častější dopravní nehody např. kolizí s osobním automobilem. Zóny ohrožení a působení amoniaku v množství 2 t, zasahují části kolem Mendlova náměstí přes Žlutý kopec a Stránice (Brno-střed cca 64 316 obyvatel) téměř po oblast Komín (cca 7 457 obyvatel). Městská část, Zasažena by byla i významná dopravní komunikace Žabovřeská (E 462), kde by v případě havárie došlo ke složitější komunikaci s řidiči, kteří by byly NCHL ohroženi. Zejména pak, pokud by k takovému úniku došlo v denní době s vysokou frekvencí dopravy po této pozemní komunikaci. Zvláště u automobilů s využitím klimatizace dochází k rychlé cirkulaci vzduchu ve vozidle a vyšší míře kontaminace prostředí ve vozidle (ČSÚ, 2011).

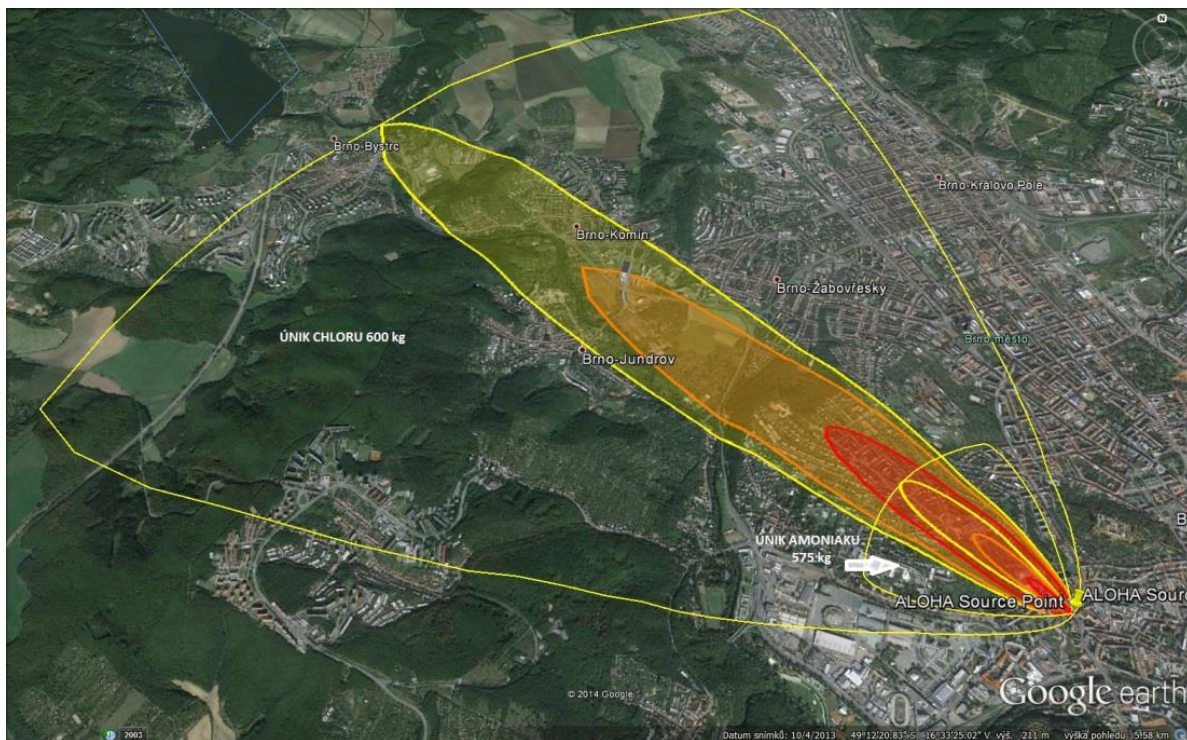
Za významný se jeví i únik 40 kg amoniaku (viz tab 4), který za stejných atmosférických podmínek dosahuje v oranžové zóně (160 ppm) 203 m, kde zasahuje plochu přestupních zastávek MHD a vysokokapacitního restauračního zařízení. Zadané atmosférické podmínky poukazují na směr šíření látky, který směřuje na méně obydlenou plochu města. Přesto zasahuje do významných oblastí. Červená plocha (77 m, 1100 ppm) zasahuje část plochy Mendlova náměstí v místech, kde se nachází významný dopravní uzel MHD, kde se po celý



VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava  
VYŽIADANÝ PRÍSPEVOK

den vyskytuje vysoká frekvence cestujících. Pro porovnání byl simulován únik druhého nejčastěji převáženého toxického plynu, kterým je chlor (v tomto případě jako kapalný).



Obr. 5 Porovnání úniku chloru - tlak. sud max. 600 kg a amoniaku tlak. sud max. 575 kg  
Fig. 5 Comparison of the chlorine spread – barrel max. 600 kg and ammonia barrel max 575 kg  
Zdroj: US EPA, 2015; Google Earth, 2017

Výsledky modelování dopadů dvou nejčastěji přepravovaných toxických látek zdůraznily potřebu opatření snižujících míru rizika spojenou s přepravou NCHL ve městech. Nebezpečný prostor, kterým je NCHL šířena, není ovšem rizikový pouze pro obyvatele volně se v něm pohybující a osoby přítomné v okolních budovách. Mimořádná událost může závažně ovlivnit řidiče vozidel a tím i zajištění plynulé dopravy. Jedním z navržených opatření je informování řidičů a osob prostřednictvím proměnných informačních tabulí (GSM), podávající zprávu o mimořádné události v nebezpečném prostoru a ostatním řidičům umožní zvolit jinou trasu. Dopravní kolaps v centru města i na okolních vysoce frekventovaných komunikacích vede ke vzniku dalších nežádoucích situací, jako je neschopnost záchranných jednotek dostat se k místu havárie a postiženým osobám. V rámci porovnávacího modelování stacionárních zdrojů rizika, konkrétně únik chloru z provozovny desinfekce vody pro veřejné koupaliště bylo zjištěno, že při stanovených podmínkách dojde k zasažení vjezdu do tunelu, se zvýšeným účinkem v jeho prostorách.

**VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017**

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava  
VYŽIADANÝ PRÍSPEVOK

<b>PREVENTIVNÍ BEZPEČNOSTNÍ OPATŘENÍ</b>		
<b>MĚSTO</b>	<b>DOPRAVCI</b>	<b>STÁT</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ snížení povolených přepravních objemů NCHL v městských oblastech;</li> <li>✓ vymezení časových úseků pro přepravu NCHL v městských oblastech;</li> <li>✓ nové hodnocení rizika přepravních tras ve městě (tunel);</li> <li>✓ zvýšení bezpečnostních opatření v městských tunelech (modernizace technologické výbavy, monitoring, revizní prohlídky apod.);</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ vyšší požadavky na řidiče vozidel přepravující NCHL v městských a rizikových oblastech – praxe, psychologické testy, čistý trestní rejstřík, daný počet bodů řidiče;</li> <li>✓ zkvalitnění kontroly před jízdou – těsnost cisteren, tlakových lahví, technický stav vozidla – řidič a bezpečnostní poradce;</li> <li>✓ školení řidičů ADR pro případ havárie s únikem NCHL - postupy, komunikace se složkami IZS apod.;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ kontrola vozů Policí ČR před vjezdem do městské oblasti, kontrola přepravních dokladů a těsnosti přepravních jednotek. V případě dopravy rizikovými zónami nebo do rizikových oblastí, bezpečnostní doprovod (prevence);</li> <li>✓ sledování vozidel ADR pomocí centrálního dispečinku – povinnost nahlášení vjezdu do městské oblasti;</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ spolupráce s místním rozhlasem a TV stanicemi - preventivní informace a varování obyvatel v případě havárií v okolí místa úniku NCHL;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ spolupráce při identifikaci látky, postupu při zásahu;</li> <li>✓ zapojení informačního a nehodového systému TRINS;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ zpřísnění postihů při zjištěných nedostatcích u vozidel a řidičů ADR (špatný technický stav, propadlé školení, dokumentace, apod.);</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ spolupráce s dopravní policií pro dálkovou obsluhu dopravy (dálkové řízení světelných křižovatek) a odklon dopravy (zabránění vjezdu do nebezpečné zóny);</li> <li>✓ varování obyvatel pomocí interaktivního dopravního značení v okolí zdroje rizika a ohrožených oblastech</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ implementace závěrů z nehody do preventivních opatření v provozovně dopravce/odesilatele;</li> <li>✓ zkvalitnění postupů s ohledem na příčinu nehody a zahrnutí do bezpečnostního školení</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ po odstranění havárie – analýza rizika a bezpečnostních opatření v místě havárie (bezpečnost pozemní komunikace apod.);</li> <li>✓ zvýšení sankce za škodu způsobenou únikou NCHL</li> </ul>
<b>NÁSLEDNÁ BEZPEČNOSTNÍ OPATŘENÍ</b>		

**Obr. 6 Schéma navržených bezpečnostních opatření**

**Fig. 6 Proposal of safety measures**

Zajištění dalších postupů, jiných než stanovuje legislativa pro zajištění ochrany obyvatelstva, je ve většině případů nad rámec činností správců obcí. Přesto je možné o takových opatřeních s dopravci a vedením měst jednat a zdůraznit závažnost a dopad NCHL, nedojde-li ke snížení míry společenského rizika. Navrhovaná opatření je vhodné doplnit o zjištěný stav na základě hodnocení rizik a vlivu bezpečnostních opatření po jejich aplikaci. Takovou metodou je například Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), která podává přehledné a ucelené informace o pravděpodobnosti vzniku nežádoucích stavů a jejím snižování.

## 5. Závěr

Zejména v případě úniků i malých množství nebezpečných toxických látek je důležité, zajistit maximální bezpečnostní opatření pro jakékoliv množství NCHL, která je transportována nebo je skladována a využívána pro výrobu. Nebezpečný prostor, který vzniká v důsledku úniku nebezpečné látky, je velice závislý na podmínkách prostředí, kde k němu dochází. I tento vliv by měl být brán v úvahu při plánování transportu a zajištění bezpečnostních opatření.

## VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava  
VYŽIADANÝ PRÍSPEVOK

Cílem studie bylo zjistit, jaký rozsah nebezpečné zóny vznikne v případě, že dojde k úniku nebezpečné látky v zastavěné městské části. Právě městské části, kde se nachází vysoká frekvence dopravy, pohybu obyvatel apod., jsou velmi často v blízkosti výrobních a skladovacích zařízení, kde je takové množství látky, které může významně a negativně ovlivnit okolí (CHE, 2009). Stejně tak tomu je i v případě mobilních zdrojů rizika, které se mohou pohybovat za účelem zásobování i v těchto oblastech. Výstupy z využití softwaru ALOHA (US EPA, 2015) byly zobrazeny pomocí aplikace Google Earth, který uživateli umožňuje lepší orientaci a přehled nebezpečného prostoru, který únikem nebezpečné látky vzniká (Google, 2017).

Vzhledem k tomu, že software nedokáže počítat s proměnlivými změnami atmosférických podmínek, je důležité zahrnout tento fakt i do závěrů a vyhodnocování výsledků, které se pak mohou do určité míry lišit. Je tak vhodné výsledky softwaru využít jako podporu analýzy rizika pro dané území. I přes nedostatky tohoto softwaru, je stále velmi používaný, zvláště díky relativně rychlému modelování situace a jeho přehlednosti a uživatelské přijatelnosti. Databáze chemických látek je v samotném softwaru dostatečná a je možné její rozšíření, o databázi CAMEO. Modelování rozptylu chemických látek a jeho účinků, v tomto případě dle koncentrace toxické látky a jeho působení na člověka, je dostačující pro plánování bezpečnostních opatření, pro případ vzniku havárie s únikem nebezpečné látky a jejího účinku na člověka a okolní prostředí.

V návaznosti na získané výsledky modelování bylo rovněž cílem zhodnotit stávající stav opatření pro snížení dopadů havárií s únikem toxických plynů a navrhnout modifikace těchto postupů v souladu dotčenými subjekty a orgány státní správy. Uvedená doplňující bezpečnostní opatření mají univerzální využití a je možné navrhnout a aplikovat i v dalších městech s významnými zdroji rizika v intravilánu.

### Zoznam bibliografických odkazov

ADR, 2015. Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí (ADR). *Ministerstvo Dopravy ČR* [online]. Dostupné z:

[http://www.mdcr.cz/cs/Silnicni\\_doprava/Nakladni\\_doprava/adr/ADR+2015+-+ke+sta%C5%BEen%C3%AD/ADR+2015.htm](http://www.mdcr.cz/cs/Silnicni_doprava/Nakladni_doprava/adr/ADR+2015+-+ke+sta%C5%BEen%C3%AD/ADR+2015.htm)

AIR LIQUIDE, s.r.o., 2004. Bezpečnostní list Amoniak. [online]. Praha, 2004. [cit. 2017-09-11]. Dostupný z:

<http://www.airliquide.cz/file/otherelement/pi/bezpe%C3%A4%C2%8Dnostn%C3%A3%C2%AD%20list%20-%20amoniak%2049227.pdf>

AVEN, T., 2014. *Uncertainty in Risk Assessment – The Representation and Treatment of Uncertainties by Probabilistic and Non-Probabilistic Methods*, New Jersey: Wiley. 200 s. ISBN: 978-1-118-48958-1.

VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava  
VYŽIADANÝ PRÍSPEVOK

BERNATÍK, Aleš. 2006. *Prevence závažných havárií II.* [online]. 1. vyd. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2006, 104 s. [cit. 2017-08-11]. ISBN 80-866-3490-6. Dostupné z: <http://www.fbi.vsb.cz/export/sites/fbi/040/.content/sys-cs/resource/PDF/skripta-PZH-II.pdf>

BERSANI, CH., 2008. *Advanced technologies and methodologies for risk management in the global transport of dangerous goods.* Washington DC: IOS Press, 2008, xii, 333 s. ISBN: 978-158-6038-991.

ČATP. 2005. Zásady bezpečného nakládání a distribuce vysoce toxických plynů a směsí. In: *Česká asociace technických plynů: DOC 130/05/CZ* [online]. 2005 [cit. 2017-08-09]. Dostupné z: <http://www.catp.cz/publikace/jgc-130-05-cz.pdf>

Česká republika. 2011. Zákon č. 350/2011 Sb., o chemických látkách a chemických směsích a o změně některých zákonů (chemický zákon). In: 122. 2011, č. 350, 122/2011. Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-350>

Česká republika. 1998. Vyhláška č. 48/1998 Sb., kterou se mění a doplňuje vyhláška Ministerstva dopravy č. 187/1994 Sb., kterou se provádí zákon o silniční dopravě: Příloha č. 3. In: 1998., 21. Dostupné z: <http://www.sagit.cz/pages/sbirkatxt.asp?zdroj=sb98048&cd=76&typ=r>

Český statistický úřad. 2013. SLDB 2011 – vybrané výsledky podle městských částí Brna. ČSÚ Krajská správa ČSÚ v Brně. [online]. Brno 2013. [cit. 2014-09-12] Dostupný z: [http://www.czso.cz/xb/redakce.nsf/i/sldb\\_2011\\_vybrane\\_vysledky\\_podle\\_mestських\\_části\\_brna](http://www.czso.cz/xb/redakce.nsf/i/sldb_2011_vybrane_vysledky_podle_mestських_části_brna)

DŘEVÍKOVSKÝ, Jan; BENEŠOVÁ, Lenka; BOUŠKOVÁ, Alžběta., 2009. EXACOM, s.r.o. *Přístřešek pro skladování toxických plynů Kladno: Messer Technogas, s.r.o.* [online]. 2009, 34 s. [cit. 2014-08-09]. Dostupné z: [http://portal.cenia.cz/eiasea/download/RUIBX1NUQzEwODVfb3puYW1lbmIET0NfMS5wZGY/STC1085\\_oznameni.pdf](http://portal.cenia.cz/eiasea/download/RUIBX1NUQzEwODVfb3puYW1lbmIET0NfMS5wZGY/STC1085_oznameni.pdf)

DUIJM, Nijs Jan, Frank MARKERT a Jette LUNDTANG PAULSEN. RISØ NATIONAL LABORATORY. 2005. *Safety assessment of ammonia as a transport fuel: Risø-R-1504(EN)* [online]. Dánsko, 2005, 160 s. [cit. 2014-08-09]. ISBN 87-550-3415-2. Dostupné z: <http://www.risoe.dk/rispubl/SYS/syspdf/ris-r-1504.pdf>

GHC Invest. 2010. Tlakové nádoby, doprava a dodávky. [online] Praha 2010. [cit. 2017 – 08 - 15]. Dostupný z: <http://www.ghcinvest.cz/cz/uprava-procesni-a-pitne-vody/chlor/tlakove-nadoby-doprava-a-dodavky/c2677>

GOOGLE. 2016. Aplikace Google Earth [software]. [cit. 2017-02-10]. Dostupné z: <http://www.google.cz/intl/cs/earth/>



## VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava  
VYŽIADANÝ PRÍSPEVOK

CHE Rosmani, Che Hassan, et al. A Case Study of Consequences Analysis of Ammonia Transportation by Rail from Gurun to Port Klang in Malaysia Using Safti Computer Model. *Journal of Safety, Health & Environmental Research*. 2009, roč. 6, č. 1, s. 1-19. DOI: 2168-1368.

Dostupné z: <http://www.asse.org/academicsjournal/archive/vol6no1/spring09-feature02.pdf>

LINDE GAS, a.s. 2011. Bezpečnostní list Chlór.[online]. Praha 26.04.2011. [cit. 2017-09-11].

Dostupný z: [http://prodkatalog.linde-gas.cz/international/web/lg/cz/prodcatlgcz.nsf/RepositoryByAlias/BL0022/\\$file/ATTUQOTB.pdf](http://prodkatalog.linde-gas.cz/international/web/lg/cz/prodcatlgcz.nsf/RepositoryByAlias/BL0022/$file/ATTUQOTB.pdf)

MÁLEK, Zdeněk; TOMEK, Miroslav. 2011. Logistika přeprav nebezpečných věcí. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2011. 164 s. ISBN 978-80-7454-131-5.

Meteorologické pojmy. 2011. *Počasi Brno - Soběšice: amatérská meteostanice meteo - jn* [online]. 2011 [cit. 2017-08-11]. Dostupné z: <http://meteo-jn.cz/info-a.php?doc=page>

ČHMÚ. 2017. Měsíční přehledy pozorování. 2017. *Český hydrometeorologický ústav* [online]. 2017 [cit. 2017-08-14]. Dostupné z:

[http://portal.chmi.cz/portal/dt?action=content&provider=JSPTabContainer&menu=JSPTabContainer/P4\\_Historicka\\_data/P4\\_1\\_Pocasi/P4\\_1\\_9\\_Mesicni\\_data&nc=1&portal\\_lang=cs#PP\\_Mesicni\\_data](http://portal.chmi.cz/portal/dt?action=content&provider=JSPTabContainer&menu=JSPTabContainer/P4_Historicka_data/P4_1_Pocasi/P4_1_9_Mesicni_data&nc=1&portal_lang=cs#PP_Mesicni_data)

Městská část Brno-střed. 2009. Demografické údaje MČ Brno – střed. [online]. Brno. 2009. [cit. 2017-08-15]. Dostupný z: <http://www.stred.bрно.cz/demograficke-udaje>

Nebezpečné chemické látky. 2014. *FTVS, Univerzita Karlova* [online]. 2014 [cit. 2017-08-09]. Dostupné z: [http://www.ftvs.cuni.cz/katedry/ktus/nebezpecne\\_chemicke\\_latky.doc](http://www.ftvs.cuni.cz/katedry/ktus/nebezpecne_chemicke_latky.doc)

Portál krizového řízení pro JmK. 2013. Přehled možných zdrojů mimořádných událostí na území ORP Brno. [online]. Brno. 2013. [cit. 2017-08-12]. Dostupný z: <http://krizport.firebrno.cz/ohrozeni/prehled-moznych-zdroju-mimoradnych-udalosti-na-uzemi-orp-2>

Policie ČR. Statistika přepravy nebezpečných látek (2009 – 2016). Policejní prezidium České republiky. Praha. 2016.

Rozhodnutí. Integrované povolení k provozu zařízení “Pivovar Starobrnno” [online]. *Krajský úřad Jihomoravského kraje*. Brno. 1. 12. 2006. [2014-09-12]. Dostupný z: [http://www.mzp.cz/www/ippc.nsf/0/74E4F82C2E8E2477C12572580037E85D/\\$FILE/10%20Starobrnno-Rozhodnuti.doc](http://www.mzp.cz/www/ippc.nsf/0/74E4F82C2E8E2477C12572580037E85D/$FILE/10%20Starobrnno-Rozhodnuti.doc).

VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava  
VYŽIADANÝ PRÍSPEVOK

SKŘEHOT, Petr. 2008. *Modelování rozptylu toxických látek v atmosféře při průmyslových haváriích*. Praha, 2008. Diplomová práce. Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta. Vedoucí práce Doc. RNDr. Eva Tesařová, CSc.

Spolana Anwil Group. 2011. Bezpečnostní list Chlor kapalný technický. [online]. Neratovice, 2011. [cit. 2014-08-26]. Dostupný z:

[http://www.spolana.cz/CZ/Produkty/Documents/BL\\_Chlor\\_%20kapalny\\_techicky\\_CZ.pdf](http://www.spolana.cz/CZ/Produkty/Documents/BL_Chlor_%20kapalny_techicky_CZ.pdf)

UNIPETROL, Orlen Group. 2014. *O rizikách možného ohrožení života a zdraví osob, prijatých opatření na ochranu před jejich působením a způsobu zabezpečení pracoviště z hlediska havarijní prevence: Informace externím subjektům*. Litvínov, 2014. Dostupné z:

[https://www.google.cz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CC4QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.unipetrolrpa.cz%2FCS%2Fsluzby-areal%2Fchempark-zaluzi%2FDocuments%2Frizika\\_VSEOBECNE.doc&ei=OJ8OVLWtOcaL7Aa-kYGAAw&usg=AFQjCNFIyfESUtozIFTNCcIBeTOPuf\\_GWA&sig2=aZK2O00tFls2koZWcCXb5w&bvm=bv.74649129,d.ZGU](https://www.google.cz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CC4QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.unipetrolrpa.cz%2FCS%2Fsluzby-areal%2Fchempark-zaluzi%2FDocuments%2Frizika_VSEOBECNE.doc&ei=OJ8OVLWtOcaL7Aa-kYGAAw&usg=AFQjCNFIyfESUtozIFTNCcIBeTOPuf_GWA&sig2=aZK2O00tFls2koZWcCXb5w&bvm=bv.74649129,d.ZGU)

Unipetrol. 2014. Bezpečnostní list Amoniak. [online]. Litvínov 8.1.2014. [cit. 2014 – 09-02]. Dostupný z: [http://www.unipetrol.cz/en/OurProducts/Documents/Amoniak\\_CZ.pdf](http://www.unipetrol.cz/en/OurProducts/Documents/Amoniak_CZ.pdf)

US Environmental Protection Agency. 2013. CAMEO ALOHA 5.4.4. Example Scenarios. [online]. Washington, D.C. 2013. [cit. 2016-09-01]. Dostupný z: [http://response.restoration.noaa.gov/sites/default/files/ALOHA\\_Examples.pdf](http://response.restoration.noaa.gov/sites/default/files/ALOHA_Examples.pdf)

WOLF, Pavel. 2008. Nebezpečné chemické látky. HASIČSKÝ ZÁCHRANNÝ SBOR ČR. *HZS ČR Plzeňského kraje* [online]. 2008 [cit. 2016-08-09]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/clanek/nebezpecne-chemicke-latky.aspx?q=Y2hudW09Mg%3d%3d>

**PRAKTICKÉ POZNATKY ZE ZKOUŠEK URČENÝCH PRO VALIDACI MODELŮ HAŠENÍ  
SPRINKLEROVOU HLAVICÍ**

**PRACTICAL KNOWLEDGES OF THE TESTS USED FOR VALIDATION OF MODELS  
EXTINGUISHING OF SPRINKLER HEAD**

Petr KUČERA\*<sup>1</sup> – Adam THOMITZEK<sup>1</sup> – Dana CHUDOVÁ<sup>1</sup> – Bohdan FILIPI<sup>1</sup>

\*Korespondenční autor a autor prezentující příspěvek

<sup>1</sup>VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta bezpečnostního inženýrství, Lumírova 630/13, 700 30,  
Ostrava – Výškovice, Česká republika, +420 597 732 856, e-mail: [petr.kucera@vsb.cz](mailto:petr.kucera@vsb.cz)

**Abstrakt**

Matematické modely požáru si nachází uplatnění při navrhování požární bezpečnosti staveb a přináší možnost vhodně vyjádřit jevy zachycující průběh požáru, které ovlivňuje řada fyzikálních a fyzikálně chemických faktorů. V našem případě mohou pokročilé matematické modely požáru sloužit pro simulaci procesů probíhajících při hašení, jejich aplikace je však pro modelování návrhu ochrany samočinného stabilního hasicího zařízení se sprinklerovými hlaviciemi doposud nedostačující.

Příspěvek proto představuje dílčí výsledky výzkumu prováděného v rámci projektu bezpečnostního výzkumu ČR (BV), na část zaměřenou na modelování hašení požáru pomocí aktivních prvků požární ochrany, jenž se věnuje velkorozměrovým experimentálním měřením účinnosti hašení sprinklerových hlavíc. Získaná data jsou určena pro validaci požárních modelů procesu hašení.

**Klíčové slova:** hašení · požární zkouška · sprinklerová hlavice · validace.

**Abstract**

Mathematical models of fire found its application in the design of fire safety. These provide the ability to appropriately express the progress of the fire, which affects a number of physical and chemical factors. In our case, advanced mathematical models of fire can be used to simulate extinguishing processes, but their application is still insufficient to model the design of a stable fire sprinkler system with sprinkler heads.

This article presents the partial results of the research carried out within the framework of the Security Research Program of the Czech Republic, which is focused on modelling of extinguishing using active fire protection. The project focuses on the large-scale experimental measurements of the effectiveness of sprinklers. The data obtained are for the validation of fire models.

**Keywords:** Extinguishing · Fire test · Sprinkler head · Validation.

## 1. Úvod

První simulace zabývající se CFD modelování procesu hašení se objevily na konci 80-tých let. Pro zkoumání chování ohniska požáru v místnosti (Hoffmann, 1991), (Hoffmann, 1993), která byla vybavena sprinklerem, byl použit CFD model PHOENICS, přičemž pro modelování byly využity dva scénáře požáru hašení sprinklery, které vycházely z předcházejících zkoušek (Cooper, 1987). Při zkouškách se simuloval požár odpadkového koše (0,3 m x 0,3 m x 0,3 m) v rohu místnosti. Zkouška se prováděla v místnosti rozměrů 2,44 x 3,66 m a výšce 2,44 m. Dveře místnosti byly otevřené po celou dobu zkoušky. Požár byl popsán průběhem tepelného výkonu a maximum bylo 50 kW. Byl testován vliv jednoho sprinkleru umístěného ve středu místnosti ve vzdálenosti 1,8 m od ohniska a 0,1 m pod stropem. Průtok vody tryskou byl 36 l.min<sup>-1</sup>. Předpokládalo se, že kapky jsou jednotného průměru 1 mm o počáteční teplotě 10 °C. Byly zaznamenávány teploty ve dvou různých pozicích uvnitř místnosti (v blízkosti středu místnosti a ve středu mezi sprinklerem a dveřmi). Další termočlánky byly umístěny těsně (0,05 m) pod sprinklerem a u dveří 0,24 m pod stropem. Průběh naměřených a vypočtených teplot ukazuje, že výstupy simulací vykazuje hladší průběh a pomalejší pokles teplot při hašení. Při další zkoušce byl sledován účinek sprinkleru, který byl umístěn přímo nad požárem, a jednalo se o požár postele v nemocničním pokoji, která byla rozměrů 1,35 x 1,75 m a 0,5 m nad podlahou. Místnost měla rozměry 7,33 x 7,85 m a výšku 2,7 m. Sprinkler byl umístěn 0,353 m pod stropem a průtok vody tryskou byl 36 l.min<sup>-1</sup>. Maximální výkon požáru byl 40 kW. Při zkoušce byly zaznamenávány teploty v různých výškách a pozicích v místnosti. Autoři ve článku (Hoffmann, 1991) uvádí, že problematika hašení byla v 80. letech při CFD simulacích hoření opomíjena. Při podrobném studiu procesu hašení může CFD model poskytnout uspokojivé výsledky. Při simulacích byla pozorována významná shoda mezi teplotou naměřenou při zkoušce a výsledkem numerické simulace.

Pro dnes nejrozšířenější CFD model požáru Fire Dynamics Simulator (FDS) byla realizována série 22 zkoušek zaznamenávajících jak dobu aktivace sprinklerů, tak údaje o teplotě při jejich aktivaci (Bittern, 2004). Při zkouškách simulovala požár polstrovaná židle umístěna buď uprostřed místnosti (pro zkoušky 1 až 15) nebo v rohu místnosti (pro zkoušky 16 až 22). Zkoušky byly prováděny v místnosti o rozměrech 8,0 m x 4,0 m s výškou 2,1 m. Pro možnost pozorování byly u země místnosti umístěny dva otvory o velikosti 0,91 m x 0,46 m, dveře místnosti o šířce 0,8 m byly pro zkoušky 1 až 10 otevřené, během dalších zkoušek zůstaly uzavřené. Byly testovány dva sprinklery umístěné v podélné ose místnosti vzdáleny vždy 2 m od středu místnosti. Výsledky zkoušek ukázaly, že doba aktivace sprinkleru závisí na vzdálenosti od místa požáru, avšak otevření nebo uzavření dveří nemělo na určení doby aktivace zásadní význam. Výsledky modelování v modelu FDS naznačily, že pro dostatečně přesné stanovení doby aktivace sprinklerů je důležitý tzv. c-faktor, jemuž je třeba při



modelování věnovat velkou pozornost. Naměřené výsledky zkoušek se dále uplatnily pro validaci odezvy sprinklerové hlavice v zónovém modelu požáru BRANZFIRE (Wade, 2007).

V současné době jsou k dispozici soubory validačních dat pro běžné úlohy v modelování požáru. Existuje řada experimentálních studií věnovaných především hašení vodní mlhou. Studie orientované na ověření účinnosti sprinklerových hlavice není mnoho a mezi ty významné požární zkoušky v reálném měřítku řadíme následující studie požáru pro různé druhy objektů – v nevýrobním prostoru s vysokým stropem (atrium, výstavní hala, auditorium aj.) (Nam, 2002), v kancelářském prostoru s prosklenou fasádou (Bennetts, 2008), v místnosti kanceláře (Lai, 2009) nebo ve vícepodlažním obytném objektu (Su, 2011). Validací data jsou mnohdy obtížně dostupná a v rámci řešení projektu BV bylo rozhodnuto o uskutečnění vlastních velkorozměrových zkoušek.

## 2. Materiál a metodika

K požárním zkouškám byl zvolen stávající objekt určený k demolici a využívaný HZS MSK k výcviku v oblasti Dolní Vítkovice. Jedná se o třípodlažní plně podsklepený objekt, který má konstrukční systém založený na kombinaci železobetonových sloupů a obvodových stěn z plných cihel. Stropy jsou monolitické železobetonové konstrukce, případně z betonových vložek kladených do ocelových nosníků. Střecha objektu je plochá krytá asfaltovou hydroizolací. Objekt jako takový je určen k odstranění, po intenzivním využívání k výcviku je vnitřní vybavení a zařízení demolováno. Konstrukční stav stavebního objektu je zachovalý.

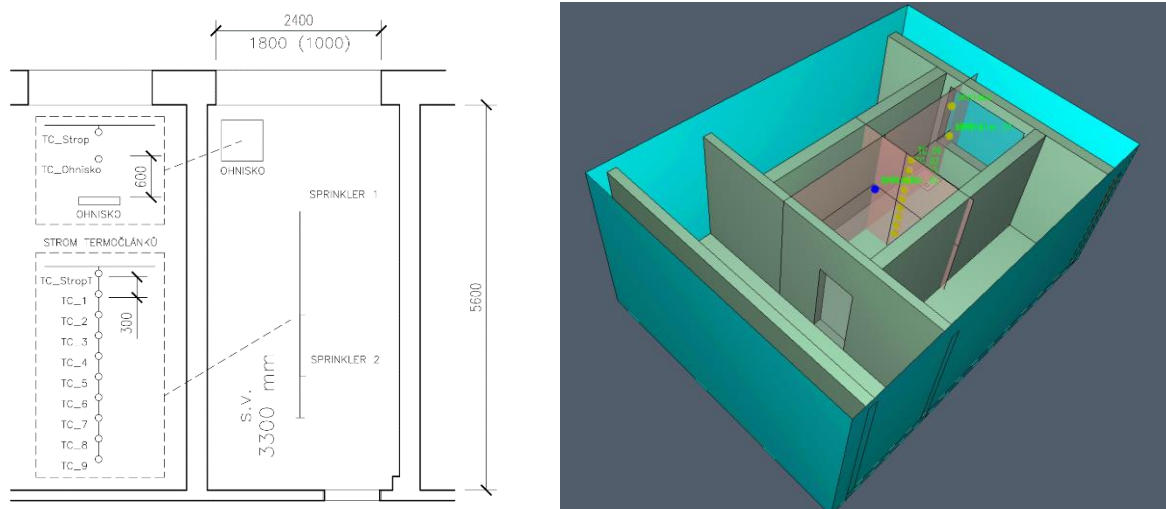
V objektu byla pro provedení zkoušek vyčleněna místnost půdorysných rozměrů 2,79 m x 5,6 m a střední světlé výšky 3,3 m. Místnost má okno o rozměrech 2,4 m x 1,8 m, které však bylo uzavřeno ocelovými okenicemi. Ventilace probíhala netěsnostmi v okenicích a dveřním otvorem o rozměrech 0,9 m x 1,97 m.

Palivem pro zkoušky byl n-heptan, petrolej a dřevěné hranolky. Hořlavé kapaliny byly rozlity na hladině vody ve vaně čtvercového půdorysu o rozměrech 600 mm x 600 mm. Dřevěné hranolky byly uloženy v redukované hranici požáru dle (ČSN EN 3-7+A1, 2008). Místo požáru bylo v rohu místnosti blízko uzavřeného okna.

Při měření bylo zaznamenáváno teplotní pole v místnosti, orientační hustoty tepelného toku, průtok vody sprinklerovou hlavici a tlak na přívodním vedení vody. Pro záznam teplot byly použity plášťové termočlánky typu K o průměru 1,5 mm, které byly rozmístěny na stromu ve středu místnosti v 10-ti úrovních po 30 cm. Další termočlánky byly umístěny v prostoru plamenného hoření, na stropě nad ohniskem hoření (v rohu místnosti) a bezprostředně u sprinklerové hlavice. Data byla kontinuálně zaznamenávána měřicí ústřednou Almemo 5690-2, dále byl zaznamenáván atmosférický tlak a teplota okolí. Vlhkost vzduchu byla měřena vlhkoměrem Greisinger GPB 1300.

VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava  
VYŽIADANÝ PRÍSPEVOK



Obrázek 2 Zkušební místnosti - půdorys a 3D model



Obrázek 3 Zkušební místnost – po zapálení a po spuštění sprinkleru

### 3. Výsledky

Celkem bylo provedeno 9 zkoušek, při kterých se měnily parametry sprinklerových hlavíc a použité palivo. Při prvních čtyřech měřeních (test č. V1701 – V1704) byly porovnávány dvojice hlavíc firmy TYCO se standardní a rychlou tepelnou odezvou, jako palivo byl použit n-Heptan.

**VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017**

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

**VYŽIADANÝ PRÍSPEVOK**

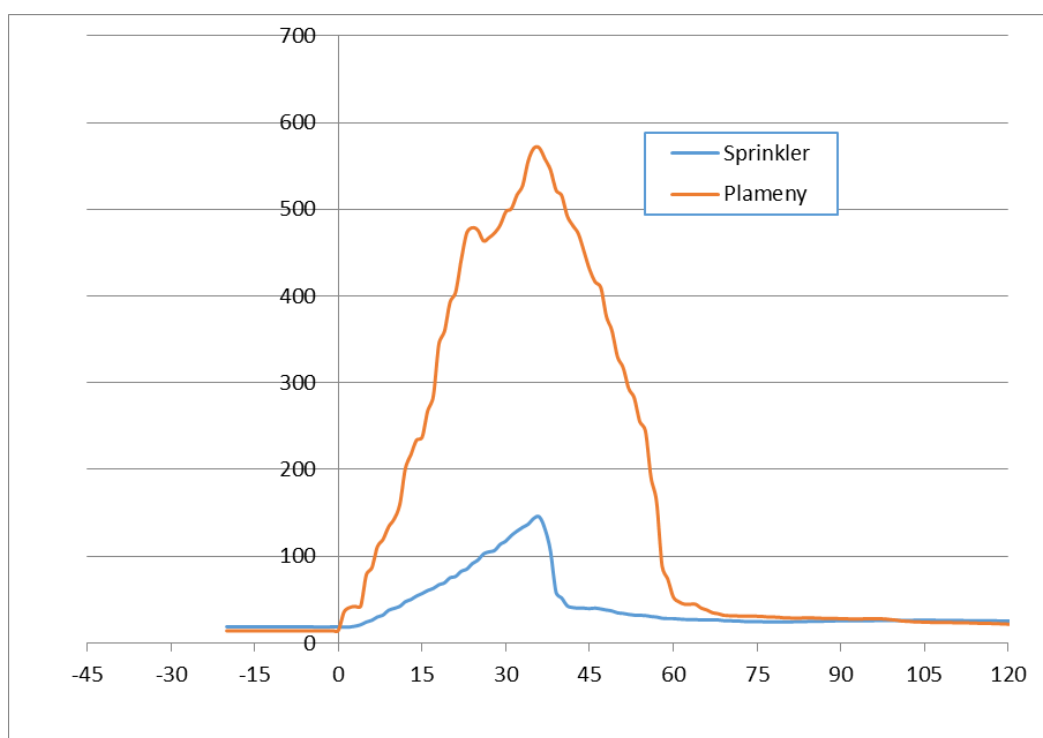
Při prvých dvou pokusech byly použity hlavice TY 325 standardní reakcí a při dalších dvou hlavice TY 3231 rychlá reakce. Pro další čtyři měření byly použity stejné hlavice firmy RASCO s rychlou reakcí, při střídání paliv petrolej a n-heptan vždy ve dvojicích. Poslední měření bylo provedeno s hlavicí TYCO 4251 standardní reakce, kdy palivem byly dřevěné hranolky. V tabulce 1 jsou uvedeny jak teploty při aktivaci hlavic, tak i doba od iniciace paliva do jejich spuštění.

**VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017**

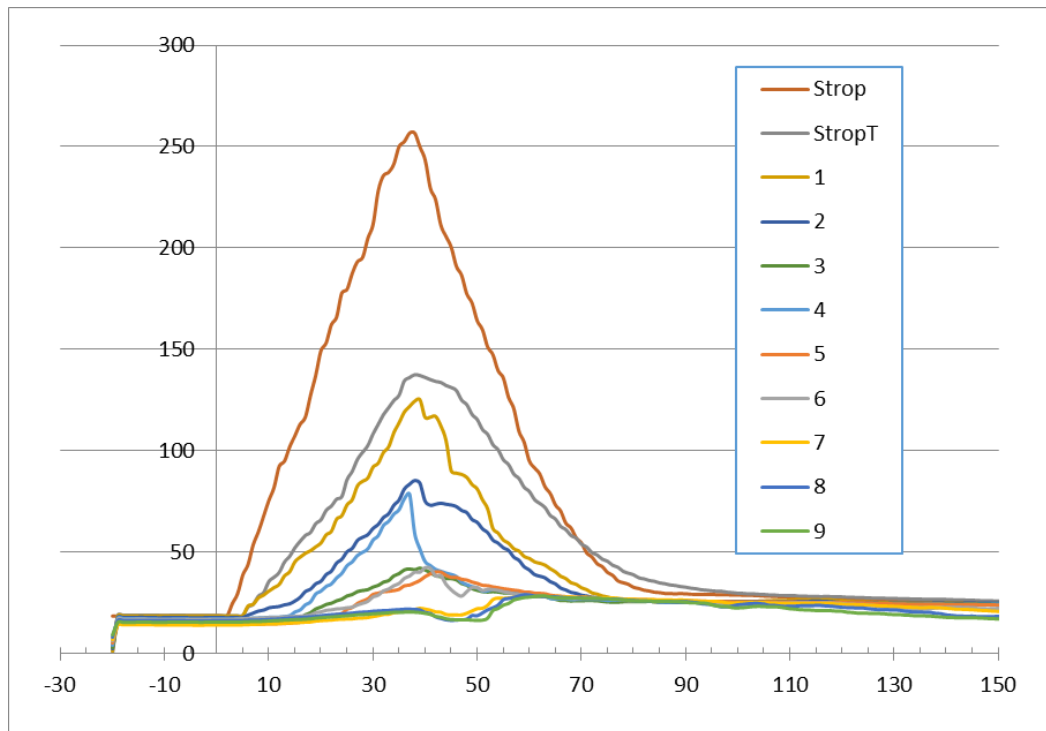
Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava  
VYŽIADANÝ PRÍSPEVOK

**Tabulka 1** Přehled výsledků naměřených parametrů sprinklerových hlavice

Zkouška č.	Palivo	Hlavice	K-faktor	Doba do spuštění [s]	Teplota při aktivaci [°C]
V1701	n-Heptan	TY 325 standard	80	45	176,1
V1702	n-Heptan	TY 325 standard	80	38	145,9
V1703	n-Heptan	TY 3231 rychlá	80	27	114,1
V1704	n-Heptan	TY 3231 rychlá	80	24	109,6
V1705	Petrolej	RA 1414 rychlá	80	-	-
V1706	Petrolej	RA 1414 rychlá	80	25	93,2
V1707	n-Heptan	RA 1414 rychlá	80	24	87,4
V1708	n-Heptan	RA 1414 rychlá	80	25	102,7
V1709	Dřevo	TY 4251 standard	115	136	112,1



**Obrázek 4** Zkouška č. V1701 - průběh teplot na sprinklerové hlavici a v ohnisku



Obrázek 5 Zkouška č. V1701 - průběh teplot na termočláncích v místnosti

#### 4. Diskuse

Z provedených zkoušek lze pozorovat, že sprinklerové hlavice se standardní reakcí vykazují vyšší rozptyl naměřených hodnot časů spuštění než hlavice s rychlou reakcí. Hlavice s rychlou reakcí se aktivovaly v čase 24 s až 27 s. Hlavice se standardní reakcí se aktivovaly v čase 38 s až 45 s. Větší rozdíly je možné pozorovat v teplotách těsně před aktivací hlavice naměřené na termočláncu umístěném v její blízkosti. U hlavice se standardní reakcí byly naměřeny teploty 145,9°C – 176,1°C. Hlavice s rychlou reakcí vykazují rozptyl teplot od 87,4 do 114,1°C. Rozptyl teplot může způsobovat umístění termočláncu v blízkosti sprinklerové hlavice. Termočlánek byl umístěn ve vzdálenosti 2 cm od baňky sprinklerové hlavice. Tato vzdálenost byla zvolena zejména proto, aby přítomností termočláncu nebyla ovlivněna vlastní aktivace sprinklerové hlavice. Pro získání přesnějších teplot plynů v blízkosti sprinklerové hlavice bude nutné použít např. tenké drátové termočláncu umístěné na povrchu baňky v místě, kde nebudou ovlivňovat proudění v okolí baňky. Při měření nebylo standardizováno natočení sprinklerové hlavice, což také mohlo ovlivnit proudění plynů v blízkém okolí a tím i naměřené teploty. Naměřené teploty při aktivaci hlavice tak v této fázi vyhodnocení výsledků představují orientační údaj a lze z nich pouze vysledovat, že pro spuštění hlavice se standardní reakcí musí být v okolí dosaženo vyšších teplot. Tato skutečnost může být způsobena tím, že větší objem náplně spouštěcí baňky potřebuje dodání většího množství tepla pro dosažení aktivační teploty.

## VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava  
VYŽIADANÝ PRÍSPEVOK

Z pruběhů teplot v místě ohniska a z videozáznamu lze pozorovat, že rozhořívání v nádobě s hořlavou kapalinou je v prvních okamžicích nerovnoměrné. Pro další měření je nutné standardizovat rozlévání hořlavé kapaliny na hladinu vody a zvolit jednotné místo zapálení.

Vlastní proces hašení nebyl předmětem zkoumání a nepředpokládá se, že naměřená data po spuštění sprinklerových hlavíc budou takto využívána. Použitý n-Heptan při tlacích na sprinklerové hlavici 2,5 bar se z důvodu velikosti kapek hasí velmi obtížně a při zkouškách tak nedošlo k uhašení, ale k vyhoření paliva. Při zkouškách zaměřených na proces hašení se bude jako palivo využívat dřevěné hranolky.

### 5. Závěr

Naměřené teploty zplodin hoření při aktivaci sprinklerových hlavíc lze prozatím považovat za orientační a pro následující použití bude nutné buď zlepšit přesnost měření použitím malého termočláčku umístěného blíže baňky, nebo zvýšit počet opakování zkoušek a výsledky statisticky zpracovat.

Konečné výsledky naměřených parametrů sprinklerových hlavíc budou sloužit pro validaci požárních modelů procesu hašení (zónových a CFD modelů) a sestavení srovnávacího testu (tzv. benchmarku).

Výstupy mají v rámci řešeného projektu BV podpořit vznik certifikované metodiky využití požárních modelů z hlediska aktivních prvků požární ochrany, jež usnadní odborníkům v oblasti požární ochrany využití požárních modelů pro vybrané aktivní prvky požáru a přispěje ke zvýšení bezpečnosti občanů, majetku a životního prostředí v ČR.

### Poděkování

Tento příspěvek vznikl za podpory projektu Ministerstva vnitra ČR č. VI 20162019034 "Výzkum a vývoj ověřených modelů požáru a evakuace osob a jejich praktická aplikace při posuzování požární bezpečnosti staveb".

### Seznam bibliografických odkazů

Bennetts ID, Moinuddin KAM, Thomas, IR, Proe, DJ. Sprinklered office fire tests. *Fire Materials*. 2008; Volume 32, 159-198.

Bittern A. *Analysis of FDS Predicted Sprinkler Activation Times with Experiments*. Masters of Engineering in Fire Engineering Report. Christchurch: University of Canterbury, New Zealand; 2004. 231 p.

VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava  
VYŽIADANÝ PRÍSPEVOK

Cooper LY, Stroup DW. *Test Results and Predictions for the Response of the Near Ceiling Sprinkler Links in a Full-Scale Compartment Fire*. National Bureau of Standards; 1987. 39 p.

Hoffmann NA, Galea ER. On the Eulerian-Eulerian Approach to Fire-Sprinkler Modelling. *Journal of Fire Protection Engineering*. 1991; Volume 3, Issue 4, 123-136.

Hoffmann NA, Galea ER. An Extension of the Fire-field Modelling to Include Fire-sprinkler Interaction – II. The Simulation. *International Journal of Heat and Mass Transfer*. 1993; Volume 36, Issue 6, 1435-1444.

Lai CM, Ho MC., Chen CJ. et al Experimental Investigation of an Office Fire with a Partially Impaired Sprinkler System. *Fire Technology*. 2010; Volume 46, 611-627.

Nam S, Braga A, Kung HC, Troup JA. Fire protection for non-storage occupancies with high ceiling clearances. *Seventh international symposium on fire safety science*, Worcester: Worcester Polytechnic Institute, USA; 2002. pp. 493-504.

Su JZ, Taber BC, Leroux P, Bénichou N, Loughheed GD, Bwalya AC. Experiments of Sprinkler Protected Ceiling/Floor Assemblies in a Basement Fire Scenario (Technical Report). National Research Council Canada. Institute for Research in Construction, Canada; 2011. 36 p.

Wade, C. Assessing the Sprinkler Activation Predictive Capability of the BRANZFIRE Fire Model. *Fire Technology*. 2007; Volume 43, 175-193.

ČSN EN 3-7+A1. *Přenosné hasicí přístroje – Část 7: Vlastnosti, požadavky na hasicí schopnost a zkušební metody*. Praha: Český normalizační institut; 2008.

## PRENOS POŽIARU V STATICKEJ DOPRAVE Z VOZIDLA NA VOZIDLO

### TRANSPORT OF FIRE FROM VEHICLE TO VEHICLE

Jozef SVETLÍK<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Katedra požiarneho inžinierstva, FBI UNIZA, 1.mája 32, 010 01 Žilina, Slovenská republika;  
[jozef.svetlik@fbi.uniza.sk](mailto:jozef.svetlik@fbi.uniza.sk)

#### Abstrakt

Požiare osobných motorových vozidiel na odstavných plochách a vonkajších parkoviskách sú súčasťou každodenného života. Článok sa zaoberá požiarovosťou osobných motorových vozidiel v Slovenskej republike. Bližšie sa venuje štatistickým údajom v sektore doprava. V druhá časť príspevku je venovaná popisu dvoch experimentov merania teplôt a tepelného toku pri horení automobilového benzínu a reálneho požiaru vozidla.

**Kľúčové slová:** automobil · požiar · prenos požiaru · statická doprava · teplota.

#### Abstract

Fires passenger cars to parking areas and outdoor car parks are part of everyday life. The article deals with the fire of passenger cars in the Slovak Republic. It is more about statistical data in the transport sector. The second part of the contribution is devoted to the description of two experiments of temperature and heat flow measurement in the burning of automotive gasoline and real fire of the vehicle.

Keywords: car · fire · fire transfer · static transport · temperature.

## 1. Úvod

Zabezpečenie požiarnej bezpečnosti osôb a majetku je jednou z úloh každého štátu. Formou legislatívneho procesu s v prospech tejto bezpečnosti takmer dennodenne prijímané rôzne zákony, vyhlášky, nariadenia či iné záväzné predpisy, ktorými sa občania riadia. Jenými z nich sú aj predpisy, ktoré sa týkajú dopravy. Cieľom príspevku je poukázať na požiaru bezpečnosť a prenos požiaru z vozidla na vozidlo z využitím prvkov statickej dopravy, ako sú parkoviská a odstavné plochy.



## 2. Požiarovosť automobilov v SR

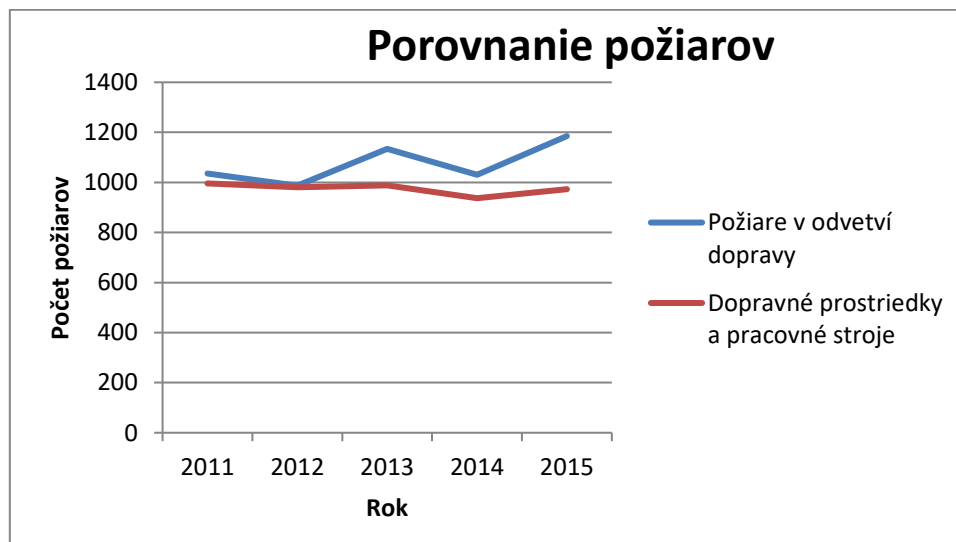
V rámci sledovania štatistiky požiarovosti sa v HaZZ vykazuje aj požiarovosť v jednotlivých odvetviach ekonomických činností národného hospodárstva SR. Záujmovou štatistikou tejto práce je štatistický prehľad požiarovosti v odvetví ekonomických činností. Konkrétne sa jedná o cestnú dopravu. Požiarovosť v cestnej doprave je uvedená v tabuľke 1

Tabuľka 1 Požiarovosť v cestnej doprave za roky 2009 – 2015 [Štatistické, 2000-2015]

Table 1 Damage to road transport for the years 2009-2015 [Štatistické, 2000-2015]

Rok	Počet požiarov	Priama škoda v eurách	Usmrtené osoby	Zranené osoby
2009	1 114	8 357 640	7	20
2010	1235	6612740	3	16
2011	1036	5 980 710	3	26
2012	987	5709440	7	20
2013	1 134	5 978 060	6	25
2014	1030	5440330	12	18
2015	1185	5583430	10	22

Priemerný počet požiarov v cestnej doprave sa pohybuje na úrovni cca 1103 požiarov za rok. Je potrebné podotknúť, že v týchto požiaroch sú zarátané požiare nielen dopravných prostriedkov, ale aj infraštruktúry, v ktorej sa prevádzkujú.



Obrázok 1 Porovnanie požiarov v odvetví dopravy a požiarov dopravných prostriedkov a strojov [Štatistické, 2000-2015]

Figure 1 Comparison of fire in the transport and fire sectors of vehicles and machinery [Štatistické, 2000-2015]

Početnosť požiarov dopravných prostriedkov je o niečo nižšia, ako v odvetví dopravy. Ročne to predstavuje cca 100 prípadov (viď obrázok 1). Samotné dopravné prostriedky a počet požiarov za 5 ročné obdobie je možné vidieť v tabuľke 1.

Tabuľka 2 Najčastejšie požiare dopravných prostriedkov a pracovných strojov [Štatistické, 2000-2015]

**VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017**

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava  
VYŽIADANÝ PRÍSPEVOK

Table 2 Most common fires of vehicles and work machines [Štatistické, 2000-2015]

Dopravný prostriedok	Rok				
	2011	2012	2013	2014	2015
osobný a dodávkový automobil	784	785	822	772	822
nákladný automobil, príves a náves	130	126	110	107	101
autobus, mikrobus	34	31	28	22	25
dráhové hnacie vozidlo	18	24	18	22	14
vrak cestného dopravného prostriedku	30	14	10	14	11

Najväčšiu skupinu tvoria požiare osobných a dodávkových vozidiel. V priemere počet prevyšuje až 7 až 8 krát počet požiarov nákladných automobilov, prívesov a návesov, čo je druhá najpočetnejšia skupina. Mimo dopravných prostriedkov používaných v cestnej doprave sa v tabuľke 2 uvádza aj počet požiarov hnacích koľajových vozidiel, ktorý v podmienkach SR nie je zanedbateľný.



Obrázok 2 Iniciačné zdroje požiarov dopravných prostriedkov za roky 2010 – 2015 [Štatistické, 2000-2015]

Figure 2 Initial sources of vehicle fire 2010 - 2015 [Štatistické, 2000-2015]

Pre úplnosť je potrebné spomenúť iniciačné zdroje vzniku požiaru v dopravných prostriedkoch. Konkrétne ich percentuálne rozdelenie, ktoré je na obrázku 2, pričom nie je zohľadnené úmyselné zapálenie. Najpočetnejšiu skupinu tvorí elektrické príslušenstvo spolu s elektrickým rozvodom v pohonnej jednotke. Spolu je to za spomínané obdobie až 39 % iniciátorov zdrojov požiaru. Ďalšiu významnú skupinu tvoria iniciačné zdroje mechanických pohyblivých častí dopravných prostriedkov a strojov. Spravidla sú to najmä rotujúce časti, či už motora, prevodového ústrojenstva, prípadne brzdového systému.

## VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

### VYŽIADANÝ PRÍSPEVOK

V rámci osobných motorových vozidiel je možné konkrétnejšie určiť príčinu požiaru. Štatistické ročenky HaZZ delia jednotlivé príčiny vzniku požiaru v osobných motorových vozidlách na:

- prevádzkovo-technické poruchy,
- úmysel,
- ďalšie sledované príčiny,
- nezistené príčiny.

Prevádzkovo technické poruchy automobilu s následným požiarom patria medzi najčastejšie príčiny vzniku požiarov. Do tejto skupiny sa zaraďuje opotrebenie a starnutie materiálu, porušenie tesnosti spoja, porušenie výfukového systému, elektrický skrat, zvýšený prechodový odpor, prípadne iné prevádzkovo technické poruchy. Ďalšiu skupinu príčin vzniku požiaru osobných automobilov tvorí úmyselné zapálenie. Je to častokrát spojené s vybavovaním si účtov záujmových skupín obyvateľstva v podsvetí. Podpálený osobný automobil na ulici nie je až taký zriedkavý jav. Ročne sa počet pohybuje od 230 do cca 300 automobilov. Ďalšou častou príčinou požiaru je dopravná nehoda, následkom ktorej nastane iniciácia požiaru automobilu (elektroinštalácia, PHM a pod.).

Poslednú sledovanú skupinu tvoria požiare, ktorých príčina nie je objasnená. Celkový prehľad početnosti jednotlivých skupín za roky 2011 - 2015 je možné vidieť v tabuľke 3.

Z uvedených skutočností a štatistických údajov je možné konštatovať, že najčastejšou príčinou požiaru osobných automobilov je prevádzkovo technická porucha. Predstavuje okolo 52 % všetkých požiarov tejto kategórie vozidiel. Druhá početnejšia skupina je úmyselné zapálenie 34 %. Aj na základe týchto faktov, je potrebné sa v skúmaní požiarov osobných automobilov zamerať hlavne na tieto dve skupiny.

**VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017**

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava  
VYŽIADANÝ PRÍSPEVOK

Tabuľka 3 Príčiny vzniku požiaru osobných automobilov za roky 2011 až 2015 [Štatistické, 2000-2015]

Table 3 Causes of fire of passenger cars for 2011 to 2015 [Štatistické, 2000-2015]

Príčina vzniku požiaru	2011	2012	2013	2014	2015
<b>Prevádzkovo-technické poruchy</b>	378	381	448	424	458
<b>z toho</b>					
opotrebenie a starnutie materiálu zariadenia	11	15	14	23	N
porušenie tesnosti spoja, upchávky	28	29	28	34	28
porucha výfuku, brzdného systému	19	26	24	N	22
zvýšené prehriatie	9	17	23	N	27
elektrický skrat	195	166	204	162	165
zvýšený elektrický prechodový odpor	17	17	37	30	45
iné prevádzkovo-technické poruchy	91	100	110	120	136
<b>Úmysel</b>	283	308	270	248	238
<b>z toho</b>					
úmyselné zapálenie neznámou osobou	280	299	268	238	231
Ďalšie sledované príčiny	35	23	28	35	34
<b>z toho</b>					
dopravná nehoda	27	23	25	31	31
<b>Nezistená príčina</b>	66	49	56	44	69

V rámci statickej dopravy, tvoria zaujímavú časť parkovacie miesta na voľnom priestranstve. Takéto parkoviská sa bežne nachádzajú pri nákupných centrách, sídliskách a obytných zónach miest. V STN 73 6110/Z1/O1 Projektovanie miestnych komunikácií sa uvádzajú základné požiadavky na návrh parkovísk pre jednotlivé kategórie vozidiel. Konkrétne rozmerové parametre odstavňových a parkovacích plôch môžeme nájsť v STN 73 6056.

Základné rozmery vozidiel, od ktorých sa odvíja rozmer odstavnej plochy (parkoviska) sú uvedené v tabuľke 4.

**VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017**

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava  
VYŽIADANÝ PRÍSPEVOK

Tabuľka 4 Základné rozmery vozidiel pre účely návrhu odstavnej plochy [STN 73 6056]

Table 4 Basic dimensions of vehicles for the purpose of designing the deck area [STN 73 6056]

Druh vozidla	Dĺžka (m)	Šírka bez spätných zrkadiel (m)	Výška (m)
Osobné	4,75	1,75	1,80
Ľahké úžitkové	6,00	2,00	2,80
Veľké nákladné	18,75	2,50	4,20
Autobus	15,00	2,50	4,00
Motorka	2,50	1,10	1,20
Bicykel	1,80	0,60	1,10

Tabuľka 5 Najmenšie hodnoty odstupových vzdialeností od pevnej prekážky a medzi vozidlami [STN 73 6056]

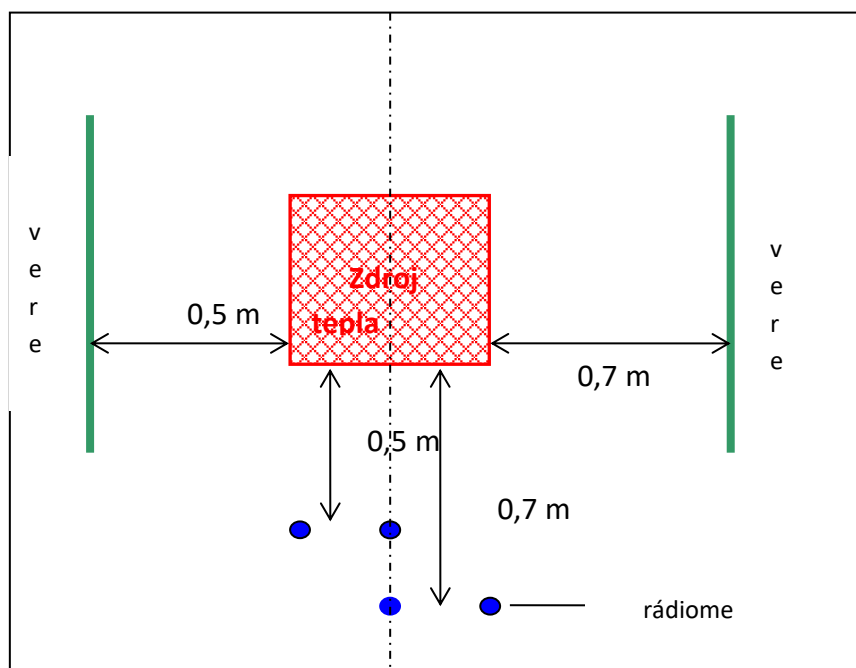
Table 5 Smallest values of distances from fixed obstacle and between vehicles [STN 73 6056]

Dĺžka odstupe (m)	Kategória vozidiel				
	Osobné	Ľahké úžitkové (dodávka)	Nákladné	Autobus	Motorka
Medzi pevnou prekážkou a bokom vozidla na strane vodiča, medzi vozidlami vedľa seba	0,75	0,75	1,00	1,00	0,5
Medzi pevnou prekážkou a bokom vozidla na opačnej strane vodiča	0,40	0,40	1,00	1,00	
Medzi čelom vozidla a pevnou prekážkou	0,25	0,25	0,50	0,50	0,25
Medzi koncom vozidla a pevnou prekážkou	0,25	0,50	1,00	1,00	0,25
Medzi dvoma vozidlami pri pozdĺžnom státi	1,00	1,00	1,00	1,00	X
Medzi dvoma vozidlami za sebou	0,50	1,00	1,00	1,00	0,50

Uvedené normy platia od roku 1987. Vzhľadom na vývoj v automobilovom priemysle, niektoré osobné motorové vozidlá prekračujú normované hodnoty v tabuľke 5, čím sa znižuje vzdialenosť medzi dvoma vozidlami a vytvára priestor na rýchlejšie šírenie požiaru z vozidla na vozidlo.

### 3. EXPERIMENTY

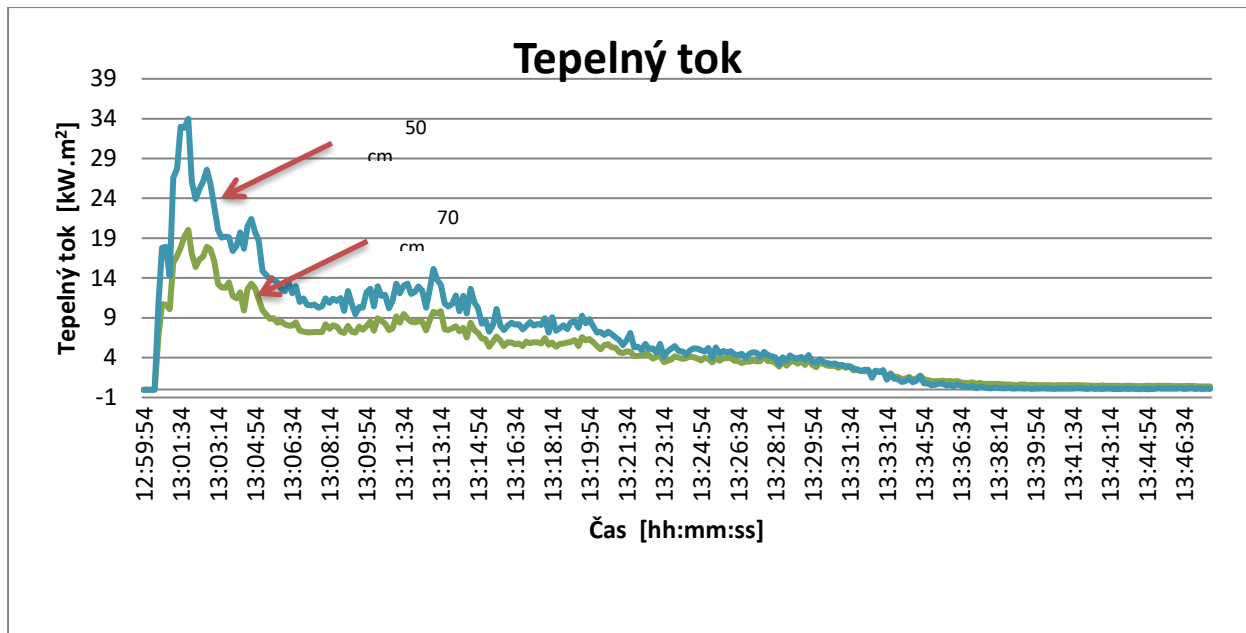
Požiare osobných motorových vozidiel (OMV) sú takmer každodennou udalosťou v cestnej premávke. Z nárastom počtu vozidiel priamo úmerne narastá aj počet hromadných parkovísk a garáží. Vozidlá v týchto objektoch často stoja vedľa seba vo vzdialenostiach menších, ako by si to vyžadovala protipožiarna bezpečnosť a hlavne prípadný vznik požiaru na jednom z vozidiel a jeho ďalší rozvoj. Aj na základe týchto sme vykonali niekoľko experimentov preskoku plameňa z vozidla na vozidlo. Cieľom experimentu bolo potvrdiť, alebo vyvrátiť hypotézu, že pri určitej vzdialenosti menšej dôjde k iniciácii vedľa stojacieho vozidla pri priečnom státi vozidiel. V ďalšej časti článku sú popísané dva experimenty. V prvom ako objekt vystavený účinkom požiaru boli zvolené dvere osobného motorového vozidla (predné aj zadné), na ktorých sa merali teploty a v obdobnej vzdialenosti aj tepelný tok.



Obrázok 3 Pôdorys rozloženia meracích zariadení

Figure 3 Layout of layout of measuring devices

Počas skúšky bola použitá vanička 60x90x20 cm naplnená automobilovým benzínom. Vanička bola umiestnená tak aby vrchný okraj bol na úrovni spodnej hrany dverí. Hodnoty teplôt sa v oblasti rádiometrov pohybovali od 192 °C po približne 30 °C. Vyhorevaním benzínu teplota postupne klesala. Maximálny tepelný tok dosiahol hodnotu 33,98 kW.m<sup>-2</sup>. Tepelný účinok požiaru sa prejavil na obidvoch dverách. Došlo k obhoreniu spätných zrkadiel a tesnení okien. Dvere vo vzdialenosti 50 cm javili väčšie známky poškodenia ako tie vo vzdialenosti 70 cm.



Obrázok 4 Graf tepelného toku horiacich dverí pri experimente

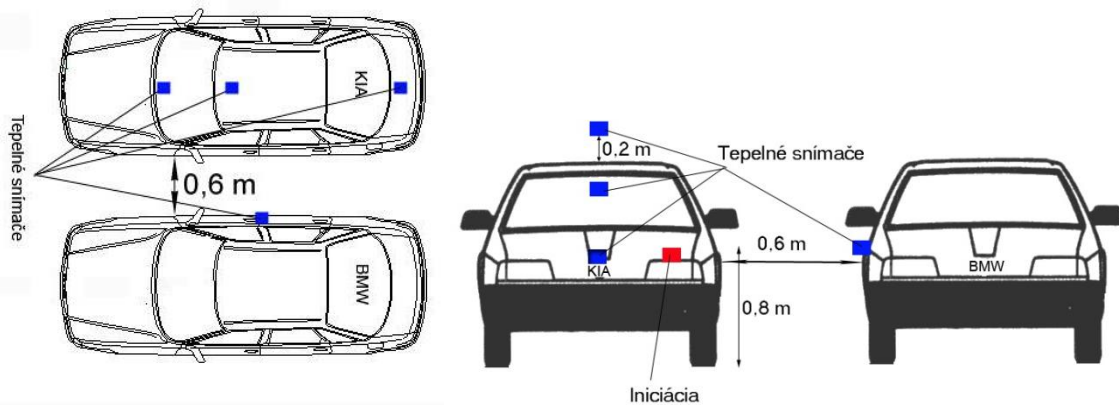
Figure 4 Graph of the heat flux of the fire door in the experiment

Výsledku prvej skúšky sú uvedené na obrázku 4. Rádiometre boli umiestnené vo vzdialenosti 50 a 70 cm od horiaceho vozidla vo výške 80 cm. Na grafe je možné vidieť rýchly nárast tepelného toku od zdroja požiaru v prvých dvoch minútach. Následne je vidno pokles, čo bolo spôsobené vyhorevaním paliva v zdroji a následný pokles plameňa. Na základe tejto skúsenosti sme vykonali v rámci projektu POMOV (financovaného APVV) ďalší experiment v externých podmienkach.

V druhom experimente, sme urobili požiaru skúšku na kompletných vozidlách. Umiestnenie vozidiel a termočlánkov je znázornené na obrázku 3. V tomto prípade sme nevykonávali meranie tepelného toku.

VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

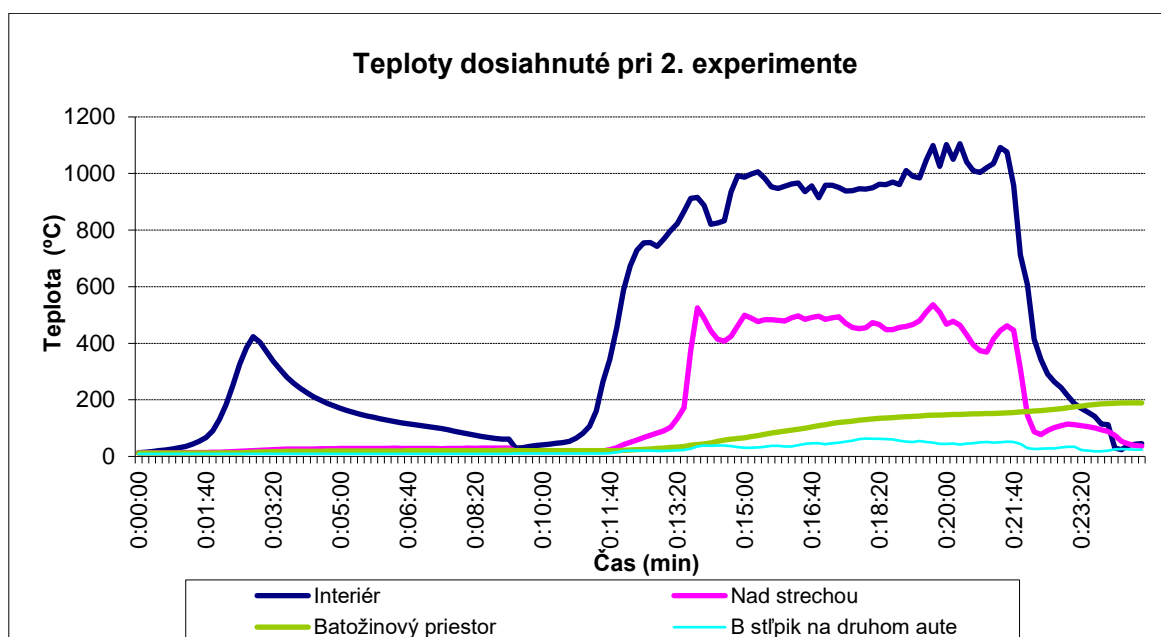
Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava  
VYŽIADANÝ PRÍSPEVOK



Obrázok 5 Postavenie vozidiel pri druhom experimente

Figure 5 position of vehicles in a second experiment

Teploty dosiahnuté v meraných bodoch sú znázornené na obrázku 6. Teploty dosiahnuté na B stĺpiku sledovaného automobilu (nehoriaceho) dosahovali po 20 minútach horenia (plne rozvinutý požiar interiéru vozidla), maximálne 63 stupňov Celzia, čo je nízka teplota na vznietenie materiálov na vozidle.



Obrázok 5 Namerané hodnoty teplôt

Figure 5 Measured temperature values

#### 4. Záver

Teploty a tepelný tok pri obidvoch požiarňach skúškach dosahovali vysokých hodnôt. Pri vzdialenosti vozidiel do 50 cm, je možné tvrdiť, že dôjde k prestupu požiaru z vozidla na vozidlo vplyvom sálavého tepla. Avšak skúška s odstupom 70 cm nepotvrdila jednoznačne



## VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

### VYŽIADANÝ PRÍSPEVOK

preskok plameňa z vozidla na vozidlo a automatické šírenie požiaru. V praxi sa požiar šíri skôr zatečením pohonných hmôt pod vedľa stojacie vozidlo, alebo odletom horľavých častí - napr. plastov, gumy a pod. K jednoznačnému dosiahnutiu 100% požiarnej bezpečnosti vozidla pri odstavení na parkovisku a preskoku požiaru je potrebné zaistiť, celý rad faktorov, ktoré reálne nie je možné v pozemnej doprave dosiahnuť.

Pri plánovaní výstavby parkovísk je potrebné sa pri návrhoch jednotlivých prvkov zamerať aj na požiaru bezpečnosť odstavených vozidiel v kontexte vzniku a šírenia sa požiaru. Prostredie, v ktorom sa vozidlo nachádza ovplyvní výrazne prejavy požiaru navonok a v neposlednom rade aj výšku vzniknutých škôd.

### Zoznam bibliografických odkazov

1. STN 73 6056 Odstavné a parkovacie plochy cestných vozidiel
2. Štatistické ročenky 2000 - 2001. Zbor požiarnej ochrany. 2000 – 2001
3. Štatistické ročenky 2002 - 2015. Prezídium Hasičského a záchranného zboru, 2012 – 2015
4. Svetlík, J. – Flachbart, J. 2015. The crew safety during burning car. In: Transport means 2015: proceedings of the 19th international scientific conference: Kaunas University of Technology, Lithuania. Part II. Kaunas: Kaunas University of Technology, pp. 599-602. ISSN 1822-296X.
5. Svetlík, J. – Langa, M. 2011. Prieskum pri požari hromadných garáží = Exploration in public garages fire. In: Požární ochrana 2011: sborník přednášek XX. ročníku mezinárodní konference: Ostrava, VŠB - TU. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství. ISBN 978-80-7385-102-6.
6. Svetlík, J. – Poledňák, P. 2011. Požiare osobných motorových vozidiel - experiment = Fires of personal vehicles – experiment. In: Spektrum: recenzovaný časopis Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství a Fakulty bezpečnostního inženýrství, nr. 1 (2011), pp. 12-14. ISSN 1211-6920.
7. Svetlík, J. – Poledňák, P. 2010. Veľkorozmerové skúšky požiaru osobných motorových vozidiel = Large - scale fire tests of passenger cars. In: Požární ochrana 2010: sborník přednášek XIX. ročníku mezinárodní konference: Ostrava, VŠB - TU. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, pp. 303-305. ISBN 978-80-7385-087-6.

# **PÔVODNÉ VEDECKÉ PRÁCE**

## ODEBÍRÁNÍ TEPLA POMOCÍ VODNÍCH KAPEK

### REDUCING OF HEAT USING WATER DROPLETS

Dalibor BALNER<sup>1</sup> – Karla BARČOVÁ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> VŠB-TU Ostrava, Fakulta bezpečnostního inženýrství, Lumírova 630/13, Ostrava – Výškovice, 700 30, Česká republika, +420725741720, [dalibor.balner@vsb.cz](mailto:dalibor.balner@vsb.cz)

<sup>2</sup> VŠB-TU Ostrava, Fakulta bezpečnostního inženýrství, Lumírova 630/13, Ostrava – Výškovice, 700 30, Česká republika, +420597322929, [karla.barcova@vsb.cz](mailto:karla.barcova@vsb.cz)

#### Abstrakt

Voda má v požární ochraně zásadní význam. Stále je nejpoužívanějším hasivem pro většinu běžných požárů a při tříštění proudu na menší kapky lze vodu použít i k hašení takových požárů, na které se voda v kompaktní formě nehodí. Tento článek se zabývá shrnutím základních fyzikálně chemických vlastností vody a dalšími fenomény, které mají vliv na odebrání tepla při hašení požáru.

**Klíčová slova:** Hašení · Kapka · Teplo · Voda

#### Abstract

Water has a crucial role in fire protection. It is still the most commonly used fire extinguishing agent for most common fires and when the water is broken down to a smaller drops, water can also be used to extinguish such fires where water is not suitable in compact form. This paper deals with a summary of the basic physico-chemical properties of water and other phenomena that influences the removing of heat during fire fighting.

**KeyWords:** Droplet · Extinguishing · Heat · Water

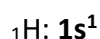
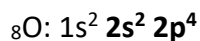
## 1. Voda a kapky vody

### Fyzikálně chemické vlastnosti vody

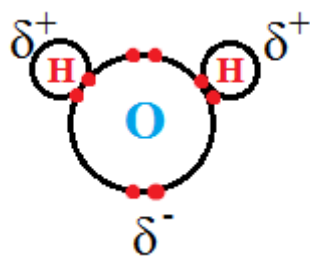
Významné fyzikálně chemické vlastnosti vody, důležité mj. pro účely požární ochrany, vyplývají ze stavby její molekuly a existence vodíkových vazeb mezi molekulami vody. Chemickou vazbou můžeme nazvat interakci, při které se k sobě navzájem poutají sloučené atomy prvků v molekule díky valenčním elektronům. Tyto vazby vznikají a zanikají při chemických reakcích. Chemická vazba vody je jednoduchá kovalentní vazba a z hlediska elektronegativity nabývá polárního charakteru (rozdíl elektronegativit mezi atomem kyslíku a vodíku je asi 1,3). Elektronová hustota je nerovnoměrně rozdělena mezi atomy. Dochází k posunu vazebných elektronů k atomu s větší elektronegativitou (kyslíku), který tedy

vykazuje parciální záporný náboj. Vodík oproti tomu vykazuje parciální kladný náboj. Vzniká tedy dipól. Z této skutečnosti vyplývá další důležitá vlastnost vody, tedy tvorba vodíkových vazeb (můstků) mezi jednotlivými molekulami vody, viz Obrázek 4. Jsou to elektrostatické síly mezi opačně nabitými póly (kladné a záporné náboje se přitahují), z čehož vyplývá sklon molekul vody shlukovat se do větších celků (Kravčík, 2001, Benešová et al., 2002, Vávrová, 2014)

Podle výstavbového principu můžeme rozepsat elektronovou konfiguraci jednotlivých prvků:

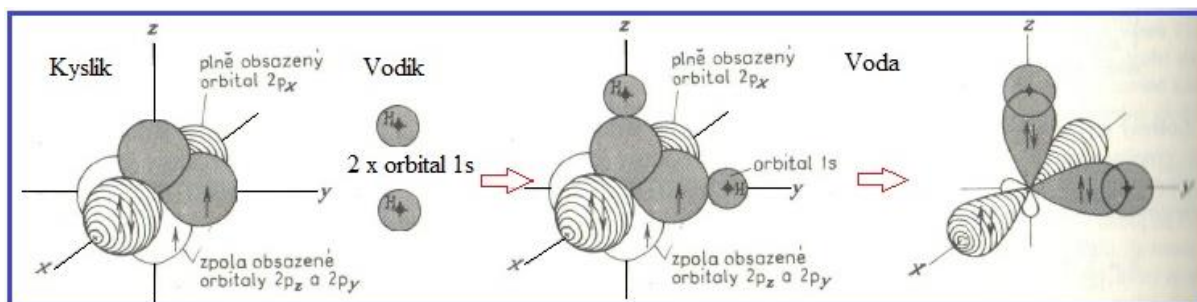


Kyslíku tedy chybí dva elektrony pro získání stabilního stavu. V molekule vody jsou chybějící elektrony doplněny elektrony vodíkových atomů, viz Obrázek 1.



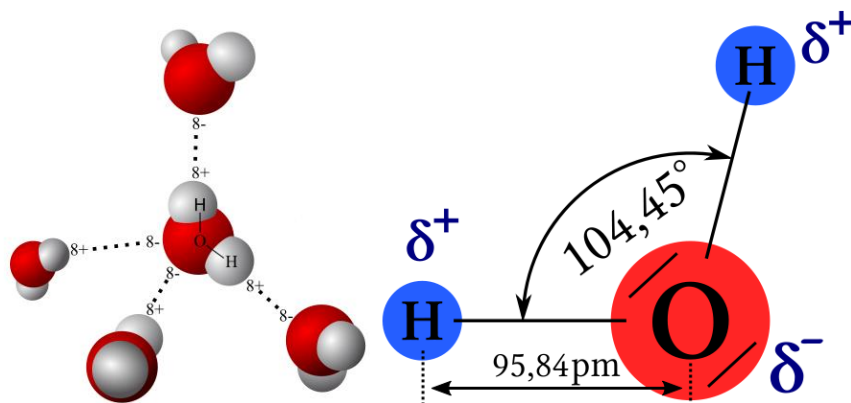
Obrázek 1 – Molekula vody s valenčními elektrony (Walla, 2011)

U molekuly vody se tedy účastní tvorby vazeb orbitály 1s dvou atomů vodíku a orbitály 2p<sub>y</sub> a 2p<sub>z</sub> atomu kyslíku. Stabilní uspořádání bude potom tvořit ta struktura, u které je překrytí daných orbitalů maximální. Na následujícím Obrázku 2 je zobrazen vznik molekulového orbitalu vody vzájemným překrytím definovaných orbitalů (Moore, 1979):



Obrázek 2 – Struktura orbitalů u molekuly vody (Moore, 1979)

Výsledná struktura molekuly vody je tedy uspořádána do tvaru tetraedru (čtyřstěnu) díky hybridizaci sp<sup>3</sup> (s, p<sub>x</sub>, p<sub>y</sub>, p<sub>z</sub>). Dva vrcholy tetraedru jsou tvořeny vodíkovými atomy a do zbylých dvou směřují volné elektronové páry. Díky nerovnocennosti partnerů v jednotlivých vrcholech a v důsledku odpuzování vodíkových atomů (na obou je kladný parciální náboj) je vazebný úhel molekuly 104,45°, viz Obrázek 3 (Moore, 1979).



Obrázek 3, 4 – Stavba molekuly vody a vodíkové můstky mezi molekulami (Kravčík, 2001)

Ze stavby molekuly vody a vodíkových vazeb mezi jednotlivými molekulami tedy vyplývají mimořádné fyzikálně chemické vlastnosti vody: dobrá rozpustnost polárních a iontových látek ve vodě, vysoká el. permitivita, hustotní anomálie (nejvyšší hustota při 3,98 °C), vysoká hodnota měrné tepelné kapacity, výparného tepla atd. (Kravčík, 2001, Benešová et al., 2002)

Jak již bylo zmíněno, anomální vlastností vody je skutečnost, že její hustota je nejvyšší při cca 4 °C. Při dalším ochlazení se objem jednotkové hmotnosti vody opět zvětšuje. Je to způsobeno úhlem mezi vodíkovými atomy a polymerizací molekul vody vodíkovými můstky. V krystalové struktuře ledu pak může mít molekula pouze čtyři nejbližší sousedy a ve struktuře vznikají volné prostory => při tuhnutí mění voda objem o 1/11 (9 %).

Základní fyzikálně chemické vlastnosti vody jsou uvedeny v Tabulce 1.

Tabulka 1: Základní fyzikálně chemické vlastnosti vody (Pitter, 2009)

Hustota (25 °C): 997,045 kg.m <sup>-3</sup>	Kritická teplota: 647,35 K (374,2 °C)
Max. hustota: 1000 kg.m <sup>-3</sup>	Stand. molární entalpie: -285,83 kJ.mol <sup>-1</sup>
Teplota, při které je $\rho$ max: 3,98 °C	Stand. molární Gibbsova E: -237,14 kJ.mol <sup>-1</sup>
Bod varu (101 kPa): 100 °C	Stand. molární entropie: 69,95 kJ.mol <sup>-1</sup>
Bod tuhnutí (101 kPa): 0 °C	Měrné teplo tání: 333,7 kJ.kg <sup>-1</sup>
Rel. permitivita (25 °C): 78,25	Měrné výparné teplo: 2,255 MJ.kg <sup>-1</sup>
Dynamická viskozita (25 °C): 0,890 mPa.s	Ionizační teplo: 56,27 kJ.mol <sup>-1</sup>
Povrchové napětí (25 °C): 71,96 mN.m <sup>-1</sup>	Měrná izob. tep. kapacita: 4182,5 J.kg <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup>
Tlak nasyc. par (25 °C): 3169 Pa	Iontový součinitel [a(H <sup>+</sup> )a(OH <sup>-</sup> )] (25 °C): 1,008.10 <sup>-14</sup> mol <sup>2</sup> .l <sup>-2</sup>
Kritický tlak: 22,13 MPa	Index lomu (20 °C; 589,3 nm): 1,333

Základní fyzikálně chemické vlastnosti vody důležité pro hašení:

- Ohřev vody (0 °C - 100 °C):  $\sim 4,2 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$
- Odpaření vody:  $\sim 2,3 \text{ MJ.kg}^{-1}$
- Inertizace: z 1 l vody vznikne při odpaření přibližně 1700 l vodní páry (při 100 °C), dle zjednodušeného výpočtu ze stavové rovnice (Wichterlová 2001)

Je nutné uvážiť, že pri teplotách požáru jsou teploty okolí mnohonásobne vyššie, než je teplota varu vody. Pri týchto teplotách vzniká väčší objem vodní páry (dosazeni teploty do stavové rovnice) a je nutné uvažovať také mernou tepelnou kapacitu vodní páry pri ohrevu páry ze 100 °C na teplotu okolí.

Voda má v požárni ochrane zásadní význam. Stále je nepoužívanějším hasivem pro většinu běžných požárů a při tříštění proudu na menší kapky lze vodu použít i k hašení takových požárů, na které se voda v kompaktní formě nehodí. Na celou řadu aplikací používaných v požárni ochrane mají vliv fyzikálně chemické vlastnosti vody – kinematická a dynamická viskozita, povrchové napětí, hustota, tepelná vodivost, merná tepelná kapacita, merné skupenské teplo vypařování, změna objemu při přechodu na pevné skupenství (tuhnutí), změna objemu při přechodu na plynné skupenství (vypařování), polární charakter (rozpustnost, ředění), kinetická a potenciální energie. Fyzikálně chemické vlastnosti vody tedy ovlivňují dopravu hasební vody (jak při represivní činnosti, tak u stabilních hasicích zařízení), tříštění vody na různé typy proudů (různé velikostní frakce), penetraci proudu (vodních kapek) prostředím, útlum tepelné radiace i samotné hašení. Analogii k odebrání tepla vodními kapkami při hašení můžeme najít také při samotné práci hasičů, tedy při odpařování potu (mokré výměně tepla). Pot, který se z jejich těla neodpaří, ale odkapává, je termoregulačně nevyužit (Jiráček et al., 2009). Podobně je tomu u kapek, které proletí hořícím prostorem, neodpaří se a kumulují se na podlaze. Tyto kapky jsou neefektivně využity při odebrání tepla. Z předchozího textu je tedy patrné, že voda se dotýká požárni ochrany z mnoha různých hledisek.

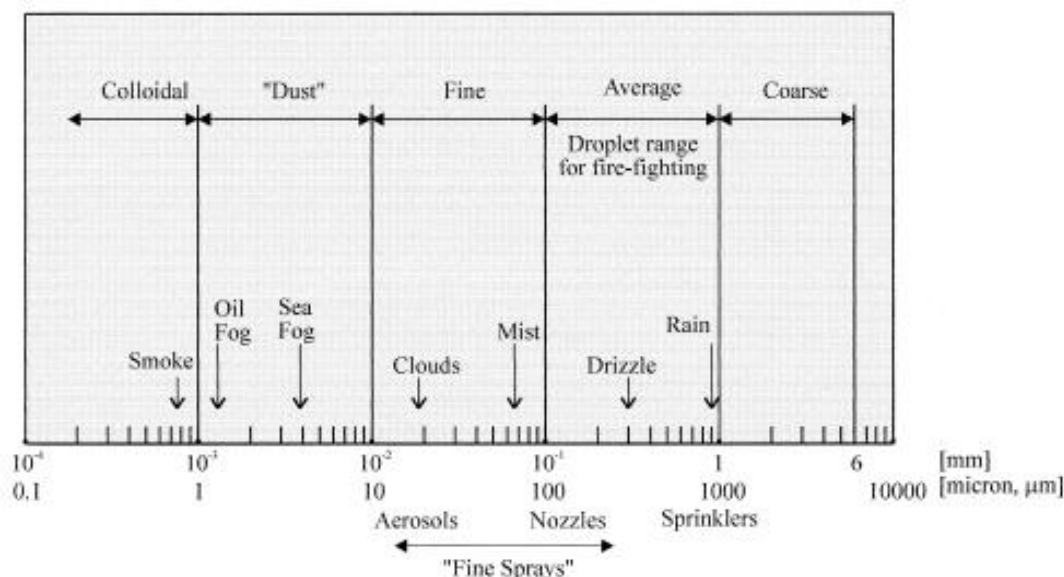
## 2. Odebírání tepla pomocí vodních kapek

### 2.1. Hasební efekt vody, vodní kapky

Kapky o velikosti v průměru **0,3 mm** jsou dostatečně malé, aby se snadno (ochotně, okamžitě) odpařily v horké vrstvě plynů (kouře), ale zároveň mají dostatečnou hmotnost, aby se dostaly do požadované vzdálenosti (Herterich, 1960, Hartin, 2009). U kapek větších než **1 mm** je pravděpodobné, že proniknou určitou vzdáleností skrze horké plyny a plameny, aniž by se kompletně odpařily (Särdqvist, 2001, Hartin, 2009). Kapky vody o průměru pod **0,2 mm** nejsou efektivní při hašení, protože nejsou schopny proniknout přes plameny. Jsou odneseny konvekcí před tím, než mohou dosáhnout požadovaného ochlazovacího efektu. Vodní kapky nad **0,6 mm** jsou obecně příliš těžké a velké na to, aby se odpařily v pásmu hoření. Tyto kapky mohou pronikat přes hořící plyny na povrch zdí, stropů nebo horkých povrchů (Grimwood, 2008).

Rozsah velikostí kapek v průměru od **0,1 mm** po **1 mm** je nejzajímavější z hlediska hašení (Grimwood, 2008, Drysdale et al., 2000) konkrétní oblast **0,3 – 0,5 mm** je podle výše uvedených informací nejvhodnější pro hašení (Grimwood, 2008, Hartin, 2009).

Moderní proudnice tvoří proud pomocí efektu tlakového tříštění a výsledkem je polydisperzní proud skládající se z širokého spektra velikostí kapek (Grimwood, 2008). Rozdělení velikostí kapek podle průměru je zobrazeno na Obrázku 5.



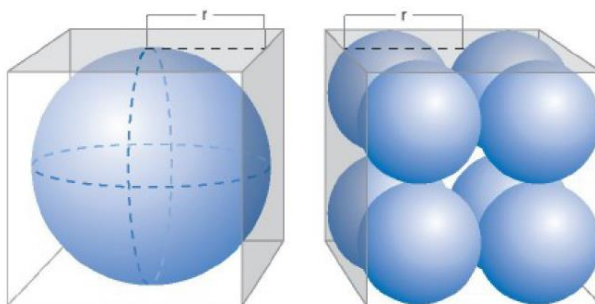
Obrázek 5 – Rozdělení velikosti kapek podle průměru (Drysdale et al., 2000)

Hlavním úkolem kapalných hasiv jako je voda, je odebrání tepla z požáru s ohledem na její měrnou tepelnou kapacitu a měrné skupenské teplo vypařování. V případě požárů třídy A jsou nejdůležitějšími hasebními mechanismy (Drysdale et al., 2000, Hume, 2003):

- Chlazení povrchu paliva, čímž dochází ke snížení rychlosti pyrolýzy -> snížení rychlosti dodávky paliva do zóny plamene (hoření). Tím se snižuje rychlost uvolňování tepla a zpětná radiace z plamene směrem k povrchu paliva. **Zpětná radiace se zmenšuje také v důsledku absorpce/rozptylu záření přes vodní kapky.**
- Chlazení samotné zóny plamene (hoření), což narušuje chemické reakce zodpovědné za spalování. Některá část reakčního tepla je využita na ohřev a odpaření vody, proto je v blízkosti reakční zóny k dispozici méně tepelné energie.
- Objemové vytěsnění oxidačního činidla při přeměnu na vodní páru -> dusivý efekt.

Vzhledem k tomu, že k odpařování může dojít pouze na povrchu kapaliny, je nezbytné maximalizovat povrchovou plochu na jednotku objemu hasební vody, viz Obrázek 6, 7 a Tabulka 3. V praxi záleží na způsobu aplikace vody, protože voda, která se nedostane do prostoru, kde hoří, nemůže přispět k hašení požáru. U typických proudů (autor má pravděpodobně na mysli hasiči běžně používané roztříštěné/sprchové proudy) se bude pouze zlomek relativně velkých kapek podílet na odebrání tepla, většina velkých kapek se neodpaří a následně odteče (kumulace na podlaze). Naopak v případě, že voda je dodávána ve formě velmi jemných kapek s cílem podpořit rychlé odpařování, proud nemusí mít potřebný impuls k proniknutí plamene. Toto je druhý případ neefektivního využití vody. Poměr povrchu k objemu kapky určuje rychlost jejího odpaření a je stejně důležitý jak pro popis chování

při spalování paliva (spalovací procesy), tak pro popis chování vodního proudu při hašení (Drysdale et al., 2000).



Obrázek 6 – Objem vs. povrchová plocha při disperzi vody (Särdqvist, 2001)

Tabulka 3: Průměr kapek [ $\mu\text{m}$ ] a celková plocha povrchu [ $\text{m}^2$ ] při objemu 1 l (Smutník, 2014)

Průměr kapek [ $\mu\text{m}$ ]	1000	100	10
Celkový počet kapek	1,91.106	1,91.109	1,91.1012
Povrchová plocha [ $\text{m}^2$ ]	6	60	600

Obecně tedy platí, že kolikrát zmenšíme velikost kapek v jejich průměru, tolikrát se zvětší celková povrchová plocha proudu. Dochází však také ke zkrácení životnosti kapek, viz Tabulka 4 (Smutník, 2014).

Tabulka 4: Závislost životnosti na velikosti kapky a teplotě – Podle National Research Council Canada RR124 (2002) (Grimwood, 2005)

$\Delta T$ [ $^{\circ}\text{C}$ ]	100 $\mu\text{m}$	200 $\mu\text{m}$	300 $\mu\text{m}$	500 $\mu\text{m}$	1000 $\mu\text{m}$
200	0,8 s	1,6 s	2,4 s	4 s	8 s
300	0,533 s	1,06 s	1,6 s	2,66 s	5,33 s
400	0,4 s	0,8 s	1,2 s	2 s	4 s
600	0,26 s	0,52 s	0,78 s	1,3 s	2,6 s
800	0,2 s	0,4 s	0,6 s	1 s	2 s
1000	0,16 s	0,32 s	0,48 s	0,8 s	1,6 s

Z výše uvedeného vyplývá, že kvantitativní měření velikosti vodních kapek je požadováno pro posouzení změn tepelných podmínek při hašení vodními proudy. Takový parametr je zásadní při definování dalších parametrů proudu. Například kinetická energie kapky je úměrná její hmotnosti, která je úměrná třetí mocnině průměru. Podobně, aerodynamický odpor (odpor prostředí) při pohybu kapky je úměrný jejímu průměru. Takže průnik proudu prostředím je závislý na rozdělení velikosti kapek (Drysdale et al., 2000).



Pro ilustraci vztahu mezi středním průměrem kapky a celkovou povrchovou plochou proudu je nutno zohlednit rozprášení jednoho litru vody na kapky o stejném průměru (Drysdale et al., 2000). Pro rozdělení 1 litru vody na  $i$  kapek o stejném průměru platí:

$$V_{\text{tot}} = i \frac{\pi d^3}{6} = 10^6 \text{ [mm}^3\text{]} \quad (1)$$

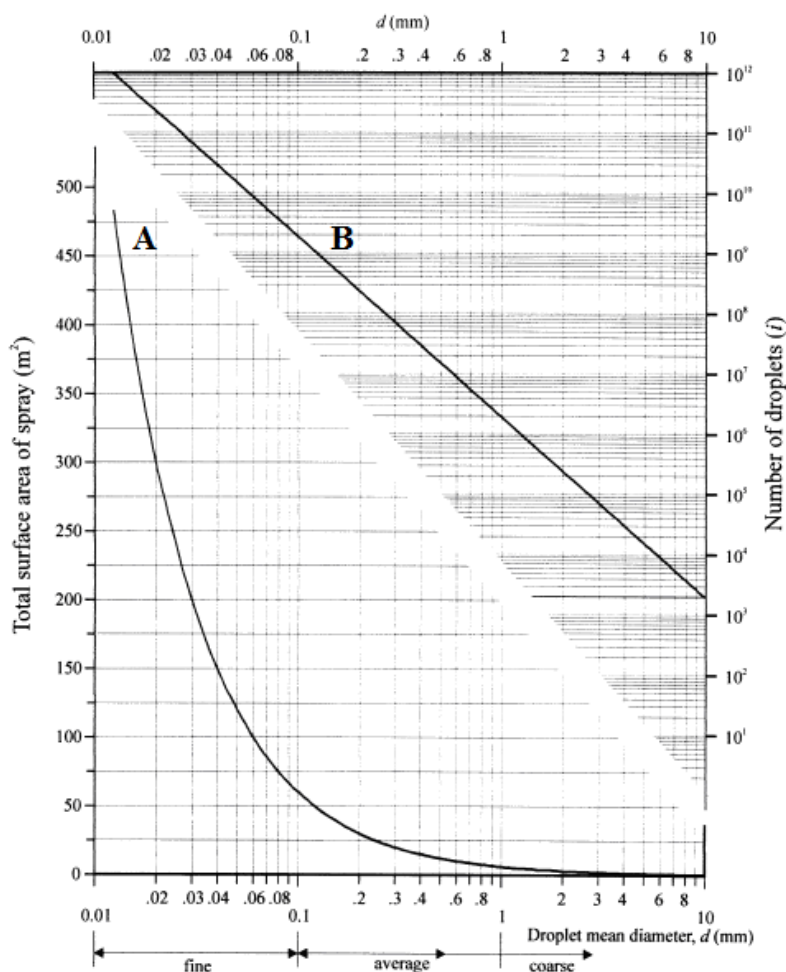
takže průměr každé kapky je dán:

$$d = \sqrt[3]{\frac{6 \cdot 10^6}{i\pi}} \text{ [mm]} \quad (2)$$

a odpovídající povrchová plocha na jeden litr objemu proudu je dána:

$$S_{\text{tot}} = i\pi d^2 \text{ [mm}^2\text{]} \quad (3)$$

Křivky na Obrázku 7, pro 1 l vody a počet kapek  $10^3 \leq i \leq 10^{12}$ , zobrazují nárůst povrchové plochy v důsledku rozprášení proudu (zmenšení průměru kapek). Typy proudů, ve kterých jsou zastoupeny pouze kapky stejné velikosti (monodisperzní proudy) jsou vzácné, ve většině případů jsou v proudu obsaženy kapky různých velikostí (polydisperzní proudy). Polydisperzní proudy prošly intenzivním experimentálním šetřením. Jedním z hlavních cílů v těchto studiích bylo najít jednoduché empirické rovnice, které by charakterizovaly střední průměr kapek a rozdělení velikosti kapek z hlediska několika hlavních systémových proměnných. **Povrchové napětí, viskozita a hustota** mají vliv na velikost kapky. Pro kapaliny vstříkované do plynné atmosféry je také důležitá **hustota plynu**, stejně jako **rychlostní pole kapaliny/plynu** a **geometrie proudnice (trysky)**. **Viskozita** kapaliny byla označena za nejdůležitější parametr ovlivňující velikost kapky. Snížením viskozity lze docílit rovnoměrnějšího proudu o menších kapkách (Drysdale et al., 2000).



Obrázek 7 – Počet kapek (přímka B) a celková povrchová plocha (křivka A) vytvořená jedním litrem vody pro monodisperzní proudy s různými středními průměry kapek (Drysdale et al., 2000)

### Odpařování kapky

Odpařování kapek v proudu zahrnuje současně procesy přenosu hmoty i tepla, kde potřebné teplo je odvedeno na povrch kapky pomocí konvekce a kondukce z okolních horkých plynů a vodní pára je následně pomocí konvekce a difuze transportována zpět do proudu plynů (Drysdale et al., 2000). Herterich uvedl, že rychlost odpařování kapky je závislá na její **povrchové ploše, charakteristickém součiniteli přestupu tepla ( $\alpha$ ) a na relativní rychlosti kapky vůči okolnímu prostředí** (Drysdale et al., 2000).

Pro kulové kapky v nehybném prostředí, může být součinitel přestupu tepla definován jako:

$$\alpha \approx \frac{k}{d} (W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}) \quad (4)$$

kde  $k$  je součinitel tepelné vodivosti okolního plynu [ $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$ ] a  $d$  je průměr kapky [m]. Nicméně při praktických hasebních pracích nelze předpokládat, že relativní rychlost mezi kapkami proudu a okolním vzduchem je nulová, takže pro popis přenosu tepla je nutné použít

složitejšie matematické výrazy. Měření odpařování kapek v pohybujičím se vzduchovém prostředí bylo studováno za použití různorodých a důmyslných technik (Drysdale et al., 2000). Výsledná data obvykle korelují s použitím dobře známých bezrozměrných součinitelů pro přenos tepla/proudění tekutin:

$$Nu = \frac{\alpha d}{k} \text{ (Nusseltovo číslo)} \quad Re = \frac{vd}{\nu} \text{ (Reynoldsovo číslo)}$$

$$Pr = \frac{c_p \eta}{k} \text{ (Prandtlovo číslo)}$$

*Rovnice parametrů pro přestup tepla* (Drysdale et al., 2000) (5)

Parametry  $\alpha$ ,  $d$ ,  $k$  již byly definovány,  $\nu$ ,  $\eta$ ,  $c_p$  jsou kinematická viskozita, dynamická viskozita a měrná tepelná kapacita vzduchu při konstantním tlaku.

V článku (viz citace) je uveden popis experimentu, který se týká odpařování kapek ve vzduchu při teplotách do 220 °C, pro velikost kapek v rozsahu průměrů 600 – 1000 μm a v rozpětí  $0 \leq Re \leq 200$  (Drysdale et al., 2000):

$$Nu = 2 + 0,6Pr^{1/3}Re^{1/2} \quad (6)$$

Bylo zjištěno, že uvedená rovnice (6) koreluje s experimentálními daty dobře a také splnila teoretický požadavek, aby  $Nu = 2$  při  $Re = 0$  (případ nulové relativní rychlosti). Rozsah platnosti byl dán jako  $1 < Re < 70 \cdot 10^3$  a  $0,6 < Pr < 400$ . (Drysdale et al., 2000).

Ve stejném zdroji (Drysdale et al., 2000) je dále popis aplikace předchozí rovnice 6 na zvýšené teploty (nad 220 °C) a bylo zjištěno, že u odpařování kapek v plameni Bunsenova hořáku byly změřené časy odpařování soustavně asi o 60 % delší než ty, které předpovídala uvedená rovnice 6. Rozdíl byl přičítán **izolačnímu účinku vodní páry**, která vytvářela mezní vrstvu obklopující kapku, s tendencí snižovat rychlost, kterou bylo teplo odváděno na povrch kapky. A to i přesto, že tepelná vodivost vzduchu a vodní páry je podobná při 100 °C ( $0,028 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ). **Měrná tepelná kapacita** vodní páry je dvakrát vyšší než u vzduchu ( $c_p \sim 2000 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ), což by mohlo odpovídat danému izolačnímu efektu. Byl navržen výraz:

$$Nu = \frac{\lambda'}{\lambda' + 0,4\beta} [2 + 0,6Pr^{1/3}Re^{1/2}] \quad (7)$$

který bere v úvahu zmiňovaný efekt, kde  $\lambda'$  je celkové teplo potřebné pro odpaření kapek a  $\beta$  je zvýšení entalpie vodní páry, při zvýšení z povrchové teploty kapky na teplotu plamene.

Dále zdroj (Drysdale et al., 2000) popisuje alternativní (opravenou) variantu rovnice 6:

$$Nu = \frac{\alpha d}{k} = 2,83 + 0,6Pr^{1/3}Re^{1/2} \quad (8)$$

ktorá bola odvodená s cieľom vysvetliť pozorované rýchlosti prešupu tepla do kapek, nad rámec zmínenej rovnice 6, a kde hodnoty  $k$ ,  $Re$  a  $Pr$  jsou vypočítané s použitím priemerných fyzikálnych vlastností vzduchu a vrstvy páry okolo kapky. Je treba poznamenať, že korekcia v rovnici 8 má opačný charakter než v rovnici 7, kde bola definovaná znížená rýchlosť prešupu tepla do kapky. Príčiny tohoto rozdielu jsou nejasné, dôvodom môže byť prítomnosť určitých povrchovo aktívnych látok, ktoré môžu znížovať rýchlosť odparovania kapek. (Drysdale et al., 2000).

Odparovaním kapek vody v podmienkach požáru sa tiež zaoberá zdroj (Särdqvist, 2002). Autor uvádza odvodenie rovníc týkajúcich sa doby životnosti kapek a dĺžky pádu pre rôzne veľkosti kapek. Pre prešup tepla jsou zde opäť uvedené kritériálne rovnice podobné výše uvedeným. Nusseltovo kritérium pre stanovenie součiniteľa prešupu tepla odpovedá vzťahu podľa rovnice 6 a ďalej sa upravuje pre kapky menšie než 0,1 mm v priemere (prevláda prirodzená konvekcia) a kapky 0,1 – 1 mm (>0,5 mm) v priemere (prevláda nucená konvekcia), (Särdqvist, 2002).

**Dôležitými parametrami pre stanovenie Nusseltovho kritéria (součiniteľa prešupu tepla) tedy jsou:**

- rýchlosť medzi kapkou a okolným prostredím (rýchlosť obtékání) ( $v$ ) [ $m \cdot s^{-1}$ ],
- priemer kapky ( $d$ ) [m] → povrchová plocha ( $S$ ) [ $m^2$ ] → pomer povrchu k objemu,
- kinematická viskozita ( $\nu$ ) [ $m^2 \cdot s^{-1}$ ] a dynamická viskozita ( $\eta$ ) [ $kg \cdot s^{-1} \cdot m^{-1}$ ],
- merná tepelná kapacita vzduchu pri konstantnom tlaku ( $c$ ) [ $J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$ ],
- tepelná vodivosť okolného plynu ( $k$ ) [ $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$ ],
- rozdiel teplôt medzi povrchom kapky a plamenom ( $\Delta T$ ) [ $^{\circ}C$ , K].

Obecně lze konstatovat, že při větší rychlosti kapek a jejich menším průměru se zvyšuje rychlost prešupu tepla z okolní atmosféry do kapky. (Drysdale et al., 2000).

### 3. Závěr

Vodní kapky a jejich potenciál ve vztahu k odebírání tepla má široké využití v různých oblastech požární ochrany. Nejvhodnější velikost kapek pro hašení se pohybuje v rozmezí 0,3 mm – 0,5 mm, dle informací vyplývajících z rešerše. Kapky o průměru 1  $\mu m$  – 10  $\mu m$  jsou nejvhodnější pro útlum tepelné radiace. Kapky pro hašení jsou tedy přibližně o dva řády větší než kapky blokující tepelnou radiaci. Pro konkrétní aplikaci v požární ochraně je tedy nezbytné stanovit efektivní velikost kapek vody. Stanovení a vytvoření těchto kapek je velmi komplikovanou záležitostí (polydisperzita proudů), stejně jako numerické stanovení součiniteľa prešupu tepla, jehož definování ovlivňuje celá řada proměnlivých faktorů.

## Poděkování

Příspěvek byl vypracován v rámci projektu řešeném v Programu bezpečnostního výzkumu MVČR – BV III/1-VS, pod názvem „Speciální nálože pro zvýšení efektivity zásahů jednotek HZS“, vedený pod číslem VI 20172019081.

## Seznam bibliografických odkazů

BENEŠOVÁ M, SATRAPOVÁ H. *Odmaturuj z chemie*. 1. vyd. Brno: DIDAKTIS spol. s r. o., 2002. ISBN 80-86285-56-1.

DRYSDALE D, GRANT G, BRENTON J. Fire suppression by water sprays. *Progress in Energy and Combustion Science*. 2000, Volume 26, Issue 2, s. 52. DOI: 10.1016/S0360-1285(99)00012-X. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S036012859900012X#>

GRIMWOOD P, BARNETT C. *Firefighting Flow-rate* [online]. 2005, 34 s. [cit. 2017-01-26]. Dostupné z: <http://www.highrisefire.co.uk/docs/FLOW-RATE%20202004.pdf>

GRIMWOOD P. *Euro firefighter*. Lindley, Huddersfield, West Yorkshire: Jeremy Mills, 2008, xvii, 352 p. ISBN 19-066-0025-2.

HARTIN E. Effective and Efficient Fire Streams: Part 2. In: [online]. [cit. 2014-09-24] Dostupné z: <http://cftb-us.com/wordpress/?p=1028>

HUME B. *Water Mist Suppression in Conjunction with Displacement Ventilation* [online]. 2003 [cit. 2014-09-30]. Dostupné z: <http://www.civil.canterbury.ac.nz/fire/pdfreports/BHume03.pdf>.

Fire Engineering Research Report 03/4. University of Canterbury. Vedoucí práce Mike Spearpoint.

JIRÁK Z, VAŠINA B. *Fyziologie a psychologie práce*. 2. vyd. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, Fakulta zdravotnických studií, 2009. ISBN 978-80-7368-610-9.

KRAVČÍK, M. Water for the recovery of the climate: Voda. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2014-01-16]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Voda>

MOORE, W. J. *Fyzikální chemie*. Praha: Nakladatelství technické literatury, 1979.

PITTER P. VYSOKÁ ŠKOLA CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ V PRAZE. *Hydrochemie*. 4. vyd. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 2009. ISBN 978-80-7080-701-9.

SÄRDQVIST S. *Water and other extinguishing agents*. Karlstad, Sweden: Swedish Rescue Services Agency, 2002. ISBN 91-725-3265-3.

SMUTNÍK, P. *Stanovení účinnosti vodního proudu v závislosti na tlaku*. Ostrava: VŠB – TU Ostrava, Fakulta bezpečnostního inženýrství, 2014, 61 s. Diplomová práce.

VÁVROVÁ, J. Rozpouštění ve vodě. [online]. [cit. 2014-01-20]. Dostupné z: <https://oldweb.izip.cz/ds3/hypertext/JVAHR.htm>

WALLA T. Water Molecule Structure. *YouTube* [online]. [cit. 2014-01-20]. Dostupné z: <http://www.youtube.com/watch?v=qmRrDbjO5Og>

WICHTERLOVÁ J. *Chemie nebezpečných anorganických látek*. 1. vyd. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2001, 63 s. ISBN 80-86111-92-X.

## VPLYV STARNUTIA IZOLAČNÝCH MATERIÁLOV NA BÁZE POLYSTYRÉNOV NA VZNIK TOXICKÝCH PRCHAVÝCH PRODUKTOV

### IMPACT OF AGING OF POLYSTYRENE-BASED INSULATING MATERIALS ON TOXIC VOLATILE PRODUCTS

Martin BEDNÁR<sup>\*1</sup> – Tatiana BUBENÍKOVÁ<sup>1</sup> – František KAČÍK<sup>1</sup> – Iveta ČABALOVÁ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Katedra chémie a chemických technológií, DF – Technická univerzita vo Zvolene,  
[bednar.mtn@gmail.com](mailto:bednar.mtn@gmail.com)

#### Abstrakt

Polystyrén pre svoje výborné tepelnoizolačné vlastnosti a nízku cenu patrí do kategórie vyhľadávaných materiálov. Bežne používaný izolačný materiál EPS 70F sa zabudoval do fasádneho systému. Cieľom práce je charakterizovať správanie sa fasádneho polystyrénu pri prirodzenom starnutí v exteriérovom teste. Sledovala sa: zmena hmotnosti, objemu, tvorba toxických prchavých plynných produktov rozkladu polystyrénu. Analýza prchavých plynných produktov prebiehala metódou HS-GC-MS. V prchavých produktoch bol identifikovaný styren, toluén, etylbenzén a acetofenón.

**Kľúčové slová:** EPS · HS-GC-MS · Starnutie · styren · VOC

#### Abstract

Polystyrene for its excellent thermo-insulating properties and low price belongs to the category of sought materials. Usually used materials EPS 70F was built in wall. The aim of the work is to characterize the behavior of EPS 70 F at a long term outside test. Changes in weight, volume, formation of volatile toxic gaseous products, and degradation was observed during natural aging. The analysis of volatile toxic gaseous products of degradation of EPS was observed by HS-CG-MS method. Particularly styrene, toluene, ethylbenzene and acetophenone have been identified from volatile products.

**Keywords:** Aging · EPS · HS-GC-MS · styrene · VOC

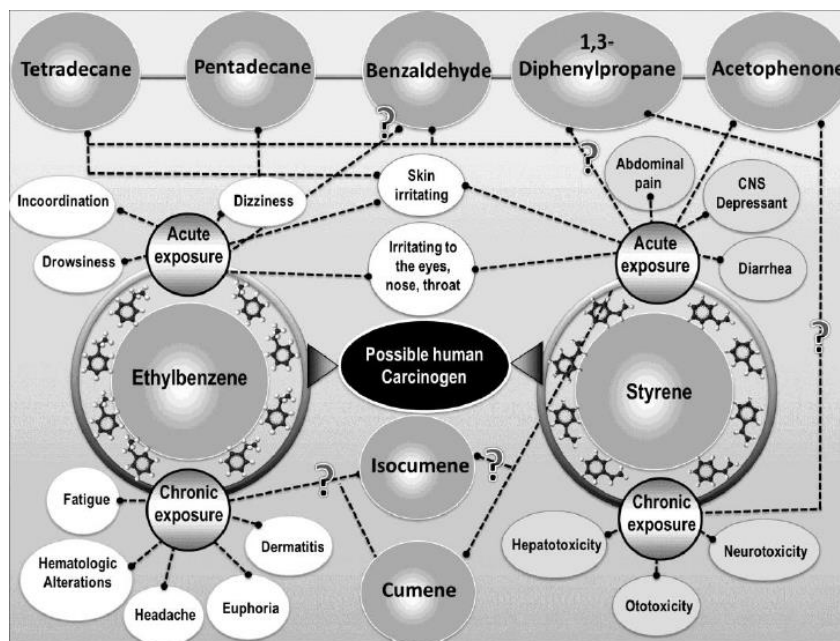
## 1. Úvod

Stavebný trh ovplyvňuje vo veľkej miere nariadenie európskej legislatívy 2002/91/ES, vzniká povinnosť výstavby energeticky nenáročných budov. Znižovanie energetickej náročnosti sa týka novostavieb, aj stavieb staršieho dáta. Využitie plastických hmôt v každodenných aplikáciách sa v posledných rokoch neustále zvyšuje<sup>[1]</sup>. Polystyrén, s ktorým sa

stretávame v priereze mnohých odvetví (stavebný priemysel, ochranné pomôcky, obalový materiál), je pomerne známym materiálom. A práve expandovaný polystyrén (EPS) s dobrými tepelno-izolačnými vlastnosťami, ktorý býva súčasťou fasádneho izolačného systému, patrí k najviac vyrábaným. Zateplenie polystyrénom na Slovensku je veľmi rozšírené, málokto si však uvedomuje, aké riziká polystyrén a samotné zateplenie prináša. Okrem problematiky termickej degradácie EPS spojenej s tvorbou prchavých toxických produktov, sa kladie dôraz aj na emisie uvoľňujúce sa do ovzdušia pri jeho výrobe. Preto viac ako 30 krajín podpísalo medzinárodnú dohodu pre maximalizáciu opätovného použitia a recykláciu EPS<sup>[2]</sup>. Z pohľadu protipožiarnej ochrany môžeme popisovanie vlastností polystyrénu považovať za uzatvorené. Od roku 2004 na Slovensku platí norma STN 13501 s jednotlivými prílohami, podľa ktorej sa posudzuje z hľadiska protipožiarnej ochrany celý konštrukčný celok, teda skladba steny spolu pre všetky jej súčasti a boli stanovené metodické postupy montáže dodatočného zateplenia so zreteľom na ochranu pred požiarom. Nerieši to však problém tvorby prchavých degradačných produktov tvoriacich sa pri jeho tepelnom zaťažení, spracovaní a použití ako súčasti fasádneho izolačného systému. Veľmi častým materiálom, používaným na zníženie energetickej náročnosti budov, je polystyrén EPS 70F. Aktuálnou témou je modifikácia polystyrénu za účelom zvýšenia dlhodobej tepelnej zaťažiteľnosti, životnosti, zlepšenie protipožiarnych charakteristík, ako aj používanie bezpečnejších retardérov horenia. Polystyrén sa vo všeobecnosti považuje za netoxický. Môže síce spôsobiť mechanické podráždenie a určité nebezpečenstvo predstavuje aj jeho vdýchnutie. Škodlivá koncentrácia vzduchom unášaných zložiek, môže byť rýchlo dosiahnutá, keď sú dispergované v práškovej forme<sup>[3]</sup>. Záujem o dlhodobo používaný EPS 70F z pohľadu uvoľňovania nebezpečných prchavých produktov je v úzadí. Z polystyrénu môže migrovať zvyškový styrén nachádzajúci sa v stopových množstvách v konečnom produkte a tvorí sa aj pri termickej degradácii polystyrénov spolu s inými produktmi<sup>[3, 4]</sup>. Styren je toxický, karcinogénny a mutagénny. Bol zaradený medzinárodnou agentúrou pre výskum rakoviny (IARC) do kategórie 2B, možných karcinogénov (EU 2014). Spôsobuje tiež popálenie kože a očí, je slzotvorný. Škodlivá je jeho inhalácia, požitie aj vstrebávanie kožou. Dlhodobá expozícia môže pôsobiť na centrálnu nervovú sústavu<sup>[4]</sup>. Na obrázku č. 1 sú uvedené možné zdravotné problémy, spojené s uvoľňovaním styrenu a ďalších toxických látok vznikajúcich pri degradácii polystyrénu.

Vedieť, ako sa jednotlivé materiály správajú pri starnutí, fotooxidácii, termickom zaťažení a horení, je z hľadiska bezpečnosti a ochrany zdravia dôležité. Cieľom príspevku je poukázať na starnutie izolačných dosiek EPS, zabudovaných vo fasádnom systéme a tvorbu prchavých organických zlúčenín, ktoré prispievajú k záťaži prostredia.

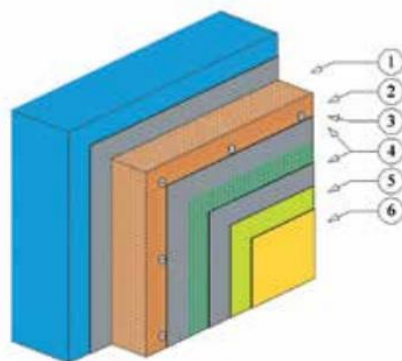




Obr.1 Vizualizácia možných zdravotných problémov spojených z rôznymi látkami, ktoré sa uvoľňujú pri degradácii polystyrénu. [5]

## 2. Materiál a metodika

Na testovanie bol použitý fasádny polystyrén EPS 70F hrúbky 100 mm od firmy Isover v samozhášavej úprave s retardérom na báze polyméru, ktorý je určený najmä pre vonkajšie tepelnoizolačné systémy (ETICS) so zvýšenou izolačnou schopnosťou.



Obr.2 Skladba tepelnoizolačného kontaktného systému: 1-lepiaca malta, 2-polystyrén, 3-mechanické kotviace prvky, 4-vrstva obsahujúca výstužnú mriežku, 5-penetračný náter, 6-konečná povrchová úprava [8]

EPS 70F bol zabudovaný do fasádneho systému. Nami pripravená konštrukcia mala rozmer tabúľ EPS t. j. 500x1000mm. Taktiež do každej z tabúľ sa vložilo päť vialiek s vopred pripravenou vzorkou EPS 70F. Ako základ konštrukcie sme zvolili OSB dosku. Konštrukcia steny opatrená tepelnoizolačnou vrstvou je realizovaná podľa zásad navrhovania ETICS z hľadiska protipožiarnej ochrany pri obnove budov ako je uvedené na obrázku č.2. Takto pripravené konštrukcie boli vystavené v exteriéri na streche Technickej Univerzity vo Zvolene od 1. 8. 2017. Práca je súčasťou IPA projektu so začiatkom riešenia - jún 2017.

Prvé vzorky sa z fasádneho systému odobrali po jednom mesiaci expozície v exteriéri, následne sa budú odoberať každé dva týždne do ukončenia projektu. Analyzovali sa vzorky, ktoré boli vopred pripravené vo vialkách a zabudované do vnútra fasádneho systému. Taktiež po odokrytí krycích vrstiev sa z exponovanej steny v exteriéri odobrali vzorky z vrstvy do 25mm pod povrchom. V odobratých vzorkách sa analyzovali prchavé organické látky metódou HS-GC-MS. Meranie prebiehalo na prístroji Agilent 7890A GC / 5975C MSD systém v kombinácii s Agilent Headspace Autosampler 7697A. Analýza prebehla na kolóne HP-5MS (Agilent), nosný plyn bol hélium s prietokom 1 ml/min. Analýza jednej vzorky trvala 45 min. s teplotným programom od 40 do 270°C. Identifikácia jednotlivých látok prebehla porovnaním nameraných spektier s knižnicou hmotnostných spektier NIST05. Pre kvantifikáciu uvoľneného styrénu sa na kalibráciu použil referenčný materiál: Mix of Aromatic Hydrocarbons (Laboratories of Dr. Ehrenstorfer, Nemecko).

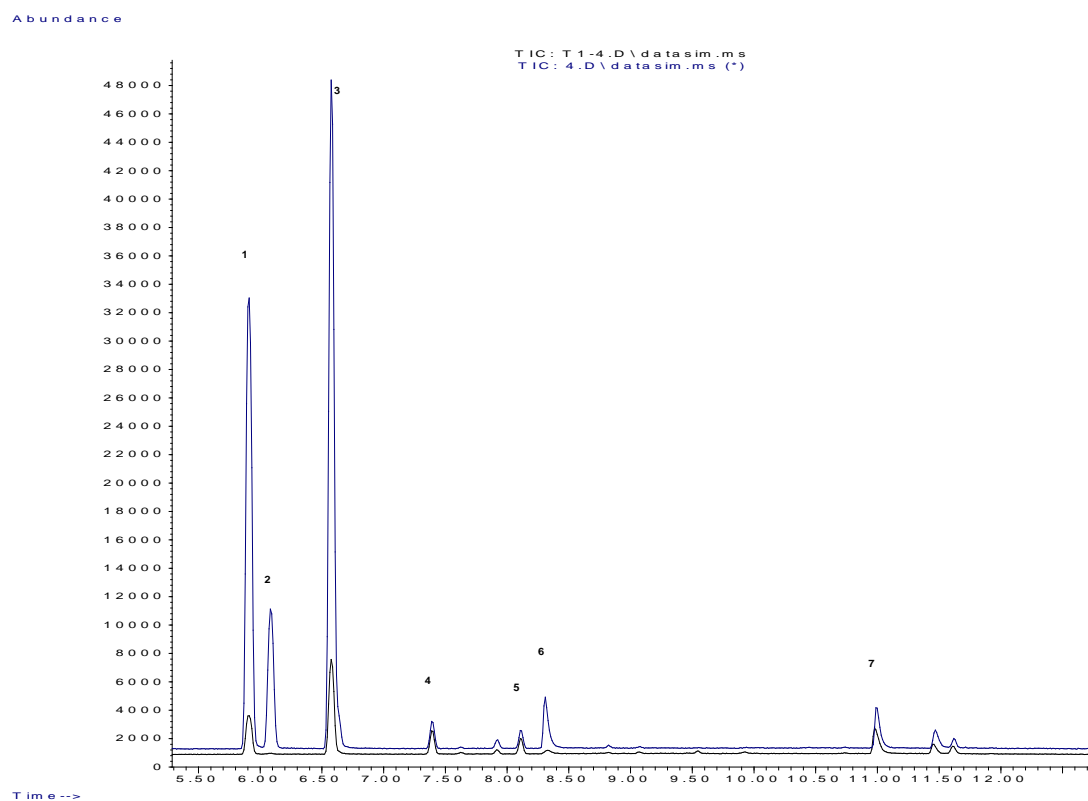
### 3. Výsledky a diskusia

Polystyrén sa vo všeobecnosti považuje za netoxický<sup>[3]</sup> a výrobca udáva jeho tepelnú stabilitu do 80°C. Podľa Kan and Demirboga<sup>[6]</sup> dochádza k zmene objemu až pri teplotách nad 100°C. Hoci priemerná denná teplota počas leta 2017 dosahovala podľa SHMU 20,2°C, pri vzorkách polystyrénu odobratých z povrchovej vrstvy bola postrehnuteľná strata objemu a zmenšenie „guličkovej“ štruktúry EPS (obr. č. 3).



Obr.3 Zmena objemu a zmenšenie „guličkovej“ štruktúry po a pred expozíciou.

Vplyvom starnutia a fotooxidácie pravdepodobne dochádza k degradácii polymérneho materiálu, k zmene jeho priemerného polymerizačného stupňa a zmenám hustoty materiálu ako uvádzajú aj Hahn et. al<sup>[7]</sup>. Objemové zmeny môžu tiež súvisieť s prchaním nadúvadla, tvorbou prchavých organických zlúčenín a degradačných produktov polystyrénu. Na obrázku č. 4 je uvedený chromatogram degradačných produktov, nameraný po mesiaci vystavenia fasádneho polystyrénu v exteriéri.



Obr.4 Chromatogram degraďačných produktov. 1-etylbenzén, 2-xylén, 3-styrén, 4-izopropylbenzén, 5-propylbenzén, 6-benzaldehyd, 7- acetofenón.

Porovnaním nameraných spektier s knižnicou hmotnostných spektier sa identifikovalo sedem degraďačných produktov EPS 70F zabudovaného do vnútra fasádneho systému a päť degraďačných produktov EPS 70F prchajúcich z povrchovej vrstvy. Identifikované toxické prchavé degraďačné produkty sú uvedené v tabuľke č. 1. Metódou HS-GC-MS sa v odobraných vzorkách stanovili styren, xylén, etylbenzén a dokonca aj oxidačné produkty ako benzaldehyd a acetofenón, čo poukazuje na nástup oxidačných procesov už pri teplotách, ktoré sa bežne dosahujú v exteriéri. Je zaujímavé, že v polystyréne zabudovanom vo vnútri fasádneho systému sa tvorí viac degraďačných a oxidačných produktov. Môže to byť spôsobené tým, že z povrchovej vrstvy fasády degraďačné a oxidačné produkty jednoduchšie uvoľňujú do prostredia, ako tie, ktoré sú zabudované vo vnútri fasády a kde môže dôjsť aj k vzájomným rekombinačným reakciám.

Pre kvantifikáciu uvoľneného styrenu sa na kalibráciu použil referenčný materiál. V degraďačných produktoch sme stanovili až 1,26 mg/kg styrenu vo vnútri fasádneho systému a 0,19 mg/kg v povrchovej vrstve. Predpokladáme, že tento rozdiel je spôsobený rýchlejšim prchaním styrenu z povrchovej vrstvy do prostredia, čo vzhľadom na to, že styren bol zaradený medzinárodnou agentúrou pre výskum rakoviny (IARC) do kategórie 2B možných karcinogénov je dôležité zistenie.

**Tab. 1** Identifikované toxické degradačné produkty polystyrénu EPS 70F

<b>R<sub>t</sub> (min.)</b>	<b>MW</b>	<b>Identifikovaná Látka</b>	<b>EPS 70F zabudovaný vo vnútri fasádneho systému</b>	<b>EPS 70F z povrchovej vrstvy</b>
5.90	106	Etylbenzén	+	+
6.09	106	Xylény	+	-
6.58	104	Styrén	+	+
7.40	120	izopropylbenzén	+	+
8.11	120	Propylbenzén	+	+
8.32	106	Benzaldehyd	+	-
10.99	120	Acetofenón	+	+

#### **4. Záver**

Prirodzené starnutie EPS je dejom, pri ktorom sa mení objem použitého polystyrénu, tvoria sa prchavé, horľavé a často aj toxické degradačné produkty. Z tohto dôvodu sú údaje o rýchlosti nástupu degradácie a tvorby degradačných produktov dôležité pre doplnenie informácií z hľadiska správania sa jednotlivých materiálov pri ich použití. Polystyrén sa pre svoju cenovú dostupnosť a izolačné vlastnosti používa v širokom spektre. Podmienky montáže dodatočného zateplenia fasád z pohľadu protipožiarnej ochrany sú modifikované na základe najnovších poznatkov, dôležité je však poznať jeho správanie sa aj za teplôt bežne dosiahnuteľných na fasádnom systéme počas horúcich letných dní s ohľadom na tvorbu prchavých produktov, ako aj zmenu jeho fyzikálnych vlastností, ktoré môžu spôsobiť neúčinnosť dodatočného zateplenia. Dlhodobá tepelná odolnosť EPS 70F je stanovená na 80°C. V našom výskume sme sa venovali teplotám dosiahnutým v exteriéri za letných dní. Pozorovali škálu prchavých produktov, ktoré sú škodlivé pre ľudský organizmus, ako aj zmenu objemu. Z plyných produktov sme stanovili najmä styren, xylén, etylbenzén a dokonca aj oxidačné produkty ako benzaldehyd a acetofenón, čo poukazuje na nástup oxidačných procesov už pri teplotách, ktoré sa bežne dosahujú v exteriéri.

#### **Podakovanie**

Táto práca bola podporovaná Vedeckou agentúrou MŠVVaŠ SR a SAV (VEGA), projekt VEGA 1/0806/2017 v rozsahu 30%. / This work was supported by the Research Grant Agency VEGA, project VEGA 1/0806/2017.

Táto práca bola podporovaná Internou projektovou agentúrou Technickej univerzity vo Zvolene (IPA 2017) v rozsahu 70%.

This work was supported by the internal project agency by Technical university in Zvolen (IPA 2017) by 70% cooperation.

## Zoznam použitej literatúry

- [1] W. Buchberger and M. Stiftinger, Mass Spectrometry of Polymers - New Techniques 2012, 248, 39-67.
- [2] P. Kusch and G. Knupp, Journal of Separation Science 2002, 25, 539-542; P. A. D. Pereira, R. F. S. de Oliveira and J. N. B. de Andrade, American Laboratory 2004, 36, 16-18.
- [3] K. Figge, Food and Cosmetics Toxicology 1972, 10, 815-828.
- [4] B. J. Dowty, J. L. Laseter and J. Storer, Pediatric Research 1976, 10, 696-701.
- [5] N. Pajaro, K. Caballero and J. Olivero-Verbel, Identification of volatile organic compounds (VOCs) in plastic products using gas chromatography and mass spectrometry (GC/MS), 2014, p. 610-620.
- [6] A. Kan and R. Demirboga, Journal of Materials Processing Technology 2009, 209, 2994-3000.
- [7] Hahn and K. in Self-extinguishing styrene particle foam, Vol. Pat. EP1616902 Eds.: R. J., G. EHRMANN, ALLMENDINGER, M., B. SCHMIED and J. HOLOCH), Germany, Int. Class, 2006, p. 4.
- [8][http://www.zpzb.sk/zateplovanie/preview-file/technicke-informacie-c-2\\_poziarna-ochrana-34.pdf](http://www.zpzb.sk/zateplovanie/preview-file/technicke-informacie-c-2_poziarna-ochrana-34.pdf)

**SKÚSENOSTI Z PRAKTICKEJ PRÍPRAVY ŠTUDENTOV ŠTUDIJNÉHO ZAMERANIA OCHRANA  
PRED POŽIARMÍ A ZÁCHRANNÉ SLUŽBY V SIMULAČNOM CENTRE**

**EXPERIENCE OF PRACTICAL TRAINING PROVIDED TO FIRE PROTECTION AND RESCUE  
SERVICES STUDENTS IN A SIMULATION CENTRE**

Vladimír BLAŽEK<sup>1</sup> – Marián SUJA<sup>\*1</sup>

<sup>\*</sup>Korešpondenčný autor a autor prezentujúci príspevok

<sup>1</sup>Akadémia Policajného zboru v Bratislave, Sklabinská 1, 835 17 Bratislava, SR, 0961057069,

[vladimir.blazek@minv.sk](mailto:vladimir.blazek@minv.sk); [marian.suja@minv.sk](mailto:marian.suja@minv.sk)

**Abstrakt**

Príspevok približuje čiastkové výsledky medzinárodnej vedeckovýskumnej úlohy „Metodológia tvorby typových krízových scenárov pre prípravu študentov - krízových manažérov na Akadémii PZ, Akadémii OS, VŠBM v Košiciach, Pomorskej akadémii v Slupsku a Vysokej škole manažmentu, marketingu a cudzích jazykov v Katowiciach,, v oblasti počítačom podporovanej praktickej prípravy študentov - cvičenia s námetom POŽIAR v simulačnom centre. Pozornosť je sústredená na zakomponovanie typového scenára - POŽIAR do modelu prípravy a priebehu počítačom podporovaného cvičenia v simulačnom centre.

**Kľúčové slová:** etapa cvičenia · model prípravy a priebehu praktického zamestnania · počítačom podporované praktické zamestnanie · požiar · simulácie · Simulačné centrum

**Abstract**

The article focuses on partial results of the international scientific research project entitled “The methodology of creating type scenarios of crisis situations in the training process of students – crisis managers at the Academy of the Police Force in Bratislava, the Armed Forces Academy of General Milan Rastislav Štafánik, the University of Security Management in Košice, Pomeranian University in Słupsk and the College of Marketing, Management and Foreign Languages in Katowice” carried out in the field of the computer-supported practical training of students in a simulation centre whose key topic was FIRE. Attention is paid to the inclusion of the type scenario FIRE in the model of the preparation and process of computer-supported training in a simulation centre.

**Keywords:** computer-supported practical activities · fire · model of the preparation and process of practical activities · phase of training · simulation · simulation centre

## 1. Úvod

V súčasnosti sa na území Slovenskej republiky čoraz častejšie vyskytujú mimoriadne udalosti najmä prírodného charakteru a to povodne, zosuvy pôdy snehové kalamity, veterné smršte, požiare, vlny horúčav a sucho. (Národná stratégia manažmentu bezpečnostných rizík Slovenskej republiky, 2015) Požiar je každé nežiaduce horenie, pri ktorom sú bezprostredne ohrozené životy alebo zdravie fyzických osôb alebo zvierat, majetok alebo životné prostredie, pri ktorom vznikajú škody na majetku, životnom prostredí alebo ktorého následkom je zranená alebo usmrtená fyzická osoba alebo zviera. Problematika požiaru a manažmentu rizika - požiar je aj súčasťou koncepcie teoretickej a praktickej prípravy študentov /budúcich krízových manažérov základnej a strednej úrovne/ študijného programu Bezpečnostnoprávne služby vo verejnej správe študijného odboru 8.3.2 Bezpečnostné verejno-správne služby Akadémie PZ v Bratislave a je zapracovaná do skupiny predmetov bakalárskeho a magisterského študijného programu. K prevereniu osvojenia teoretických poznatkov a ich praktickej aplikácii sa na Akadémii PZ využíva príprava študentov na počítačom podporovaný priebeh cvičenia v simulačnom centre. Práve teoretická príprava a aplikácia vybraných typových krízových scenárov najmä požiar /ako aj povodeň a únik nebezpečnej látky/ (Marcinek, 2013), osvojovaných a precvičovaných v priebehu štúdia je významnou podmienkou kvalitnej prípravy študentov na praktické plnenie úloh ako krízových manažérov štátnej správy a samosprávy na regionálnej a miestnej úrovni.

Akadémia Policajného zboru v Bratislave (ďalej len „Akadémia PZ“) využíva od roku 2012 na praktickú prípravu svojich študentov Simulačné centrum Akadémie ozbrojených síl gen. M. R. Štefánika v Liptovskom Mikuláši (ďalej len „simulačné centrum“), ktoré je vysoko špecializovaným pracoviskom, disponujúcim vysoko kvalitným personálnym zabezpečením, priestorovými možnosťami, materiálnym vybavením a používaným hardvérom a softvérom umožňujúcim realizovať živú, konštruktívnu a virtuálnu simuláciu pre potreby edukačného procesu krízových manažérov a výkonných tímov. Simulačné centrum disponuje informačným zariadením, ktoré zabezpečuje realizáciu interaktívneho a hypermediálneho edukačného procesu. Toto technické a programové vybavenie umožňuje aktívny podiel cvičiacich na edukačnom procese a osvojovanie si vedomostí, spôsobilostí, návykov, ako aj ich preverovanie a precvičovanie. Toto pracovisko, zabezpečuje a sprostredkováva optimalizovaný proces edukácie s výpočtovou technikou, komunikačnými prostriedkami, informačnými a edukačnými zdrojmi, reprodukčnou technikou, softvérom a pedagogickým prístupom s cieľom zefektívniť prípravu jednotlivcov, ako aj tímov. Využívané trenažéry a simulátory dokážu navodzovať podmienky, v ktorých sa krízový manažér a výkonné prvky krízového manažmentu nachádzajú počas reálnej krízovej situácie a simulovať úlohy, ktoré musia riešiť. O to je dôležitejšie na tomto edukačnom pracovisku pripravovať študentov budúcich krízových manažérov z radou občianskej mládeže, ktorí postrádajú praktickú skúsenosť z tejto oblasti, ale najmä študentov študijného zamerania ochrana pred požiarom a záchranné služby.

## 2. Prípravy cvičenia a prípravy študentov na cvičenie

V nedávnom období obhájená medzinárodná vedeckovýskumná úloha „Metodológia tvorby typových krízových scenárov pre prípravu študentov - krízových manažérov na Akadémii PZ, Akadémii OS, VŠBM v Košiciach, Pomorskej akadémii v Slupsku a Vysokej škole manažmentu, marketingu a cudzích jazykov v Katowiciach“ (BLAŽEK et al, 2013) vytvorila dobré podmienky na získanie dostatočného množstva údajov, poznatkov a skúseností na kvalitné vypracovanie modelu prípravy a priebeh cvičenia v simulačnom centre pre študentov.

Výsledky výskumu, ako aj získané skúsenosti sa stali základom na optimalizáciu modelu prípravy a priebehu počítačom podporovaného cvičenia s námetom POŽIAR. Na základe výsledkov vyššie uvedenej integrovanej medzinárodnej vedeckovýskumnej úlohy bol vytvorený, aplikovaný a priebežne zdokonaľovaný cyklický výchovno-vzdelávací model prípravy a priebehu počítačom podporovaného cvičenia v simulačnom centre študentov pozostávajúci z troch etáp - etapy prípravy cvičenia a prípravy študentov na cvičenie; etapy realizácie cvičenia etapy vyhodnotenia cvičenia a transferu získaných poznatkov do prvej a druhej etapy realizácie cvičenia v nasledujúcom cykle prípravy študentov.

Prípravná etapa cvičenia zahŕňa definovanie požiadaviek na obsah, úlohy a ciele cvičenia, premietnuté do dokumentu pre prípravu zoznamu udalostí realizovaných počas simulácie s možnosťou variantných riešení podľa typového krízového scenára v závislosti od cieľa cvičenia.

V etape prípravy študentov na cvičenie a na prípravu cvičenia je pozornosť učiteľov Akadémie PZ sústredená na realizáciu najmä týchto úloh:

- na kvalitnú a diferencovanú teoretickú prípravu študentov (pre študentov študijného programu iného študijného zamerania /verejná správa, civilná ochrana obyvateľstva/ a študijného zamerania ochrana pred požiarmi a záchranné služby) na praktické zamestnanie prostredníctvom zvládnutia rozhodujúcich tém, napríklad predmetov Teória rizík 1 a 2; Krízový manažment vo verejnej správe 1 a 2; Krízové scenáre; Legislatíva krízových situácií, Teória ochrany pred požiarmi, Požiarne inžinierstvo. Medzi rozhodujúce témy v procese teoretickej prípravy k predmetnej problematike (požiar) patria napríklad: Plánovanie ochrany pred požiarmi; Protipožiarna bezpečnosť; Legislatívne riešenie ochrany pred požiarmi. Obsahová príprava študentov je zameraná na zvládnutie aj problematiky variantných stratégií riadenia s dôrazom na opatrení prevencie, opatrení na zdoľanie požiarov a opatrení obnovy po likvidácii požiaru.
- Na adekvátnu praktickú prípravu prepojenú s rozvojom samostatnej tvorivej činnosti študentov, napríklad riešenie a prezentovanie na seminároch a cvičeniach prípadové štúdie a typové krízové scenáre, ktoré sú previazané s analýzou konkrétnych udalostí alebo obsahu dokumentárnych filmov. Súčasťou praktickej prípravy sú exkurzie spojené s výkladom odborníkov napríklad koordinačných stredísk integrovaného záchranného



## VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

systemu (ďalej len „IZS“), hasičských staníc, brigády HaZZ v Malckách, výcvikového centra HaZZ Lešť.

- Na odborné a praktické oboznámenie sa študentov s poslaním a možnosťami simulačných centier na prípravu krízových manažérov miestnej úrovne, využitia živej, konštruktívnej a virtuálnej simulácie, získavanie významnej skupiny manažérskych spôsobilostí; na oboznámenie študentov s rámcovým charakterom cvičenia, zadania úloh pre ich prípravu na činnosti v jednotlivých pracovných skupinách; na predbežné spresnenie priebehu cvičenia so zamestnancami simulačného centra a kontrolu splnených úloh vyplývajúcich z predchádzajúcich dohovorov.

V tejto etape prípravy cvičenia (približne dva mesiace pred realizáciou cvičenia v Simulačnom centre) sú študentom diferencovane stanovené úlohy (každý študent spracováva dve metodiky) pre svoju samostatnú prípravu na cvičenie v simulačnom centre, kde okrem iného sú povinný obsahovo zvládnuť a v písomnej podobe spracovať napríklad: všeobecnú metodiku činnosti krízového štábu obce na zabezpečenie činností pre prípad ohrozenia požiarom alebo inou mimoriadnou udalosťou; metodiku a vyhlásenie mimoriadnej situácie; metodiku varovania a vyznenia; metodiku prípravy a vydania príkazov na vykonanie záchranných prác, vysielanie záchranných zložiek na zásah, prijímanie správ o zásahu, metodiku činnosti veliteľa zásahu HaZZ, taktiku hasenia lesného požiaru, požiaru stohu slamy v blízkosti kravína - evakuáciu dojníc, evidenciu zásahu a pod.

Je vypracovaný a upresňovaný návrh štruktúry cvičenia. Dôraz je daný na prípravu realizácie cvičenia a na námet cvičenia. Námet cvičenia je forma preverovania a rozpracovania krízových scenárov - typových krízových scenárov, špecifických krízových scenárov. Zároveň je námet cvičenia spracovaný tak, aby u cvičiacich pomáhal vytvárať súbor spôsobilostí pre kreatívne činnosti a originálne reakcie na negatívne procesy jedinečného a neopakovateľného konkrétneho krízového deja - krízovej situácie v našom zameraní požiar v jeho rôznorodosti a ako aj tried požiaru.

Námet cvičenia je základným dokumentom na realizáciu počítačovo podporovaného cvičenia. Na základe námetu cvičenia sú spracované (simulované) scenáre cvičenia, ktoré sú implementované do syntetického prostredia. Námet cvičenia je súbor dokumentov, ktorých hlavný obsah tvorí: zámer cvičenia, organizačné pokyny, plány organizácie cvičenia. (Andrassy, Grega, 2015) Typ námetu krízového scenára uplatneného v konkrétnom cvičení v nadväznosti na šírku simulovaných udalostí, procesov a dejov významne ovplyvňuje etapy organizácie a rozsah spracovania cvičenia.

Študentom sa v etape ich prípravy poskytuje východisková situácia, ktorá obsahuje: o akú mimoriadnu udalosť ide, na akom území sa mimoriadna udalosť odohráva, aké sú strategické objekty, hydrometeorologické podmienky, aké záchranné zložky a iné inštitúcie sú k dispozícii, či bola alebo nebola vyhlásená mimoriadna situácia a pod.. Súčasne sú vo vypracovanej dokumentácii spresnené úlohy pre: riadiaceho cvičenia, zástupcu riadiaceho cvičenia pre simuláciu, skupinu rozohry, skupinu rozhodcov, cvičiaci štáb a cvičiace pracoviská. V tejto

etape pred zamestnaním v Simulačnom centre spravidla jeden týždeň sú študenti Akadémii PZ pri námetu cvičenia POŽIAR rozdelení do skupín: krízový štáb obce, výjazdová skupina okresného úradu, koordinačné stredisko IZS - operátori základných zložiek IZS, jednotlivé pozície na Rekonfigurovateľný virtuálny simulátor (ďalej len „RVS“). (Andrassy, Grega, 2015)

Počas prípravy cvičenia sa formou koordinačných porád zainteresovaných vyučujúcich z katedry verejnej správy a krízového manažmentu a zamestnancov Simulačného centra spracovávajú dokumenty, ktoré sú nevyhnutné na vykonanie cvičenia tak, aby počítačom podporované cvičenie mohlo byť naprogramované a vykonané s maximálnou možnou mierou reality. Sú definované požiadavky na obsah, úlohy a ciele cvičenia premietnuté do dokumentov pre prípravu zoznamu udalostí (rozohry) realizovaných počas simulácie s možnosťou spracovania variantných riešení podľa plánu krízových scenárov v závislosti od cieľov. V procese prípravy cvičenia je rozhodujúca konštrukcia modelu, ktorý bude zohľadňovať požadovanú štruktúru a flexibilitu s jeho následným osadením do syntetického prostredia vytvoreného ako obraz reality. Preto je námet cvičenia ako základ riešenia krízovej situácie pretransformovaný do krízových scenárov a slúži na získanie predstavy o možnej vzájomnej interakcii modelov a entít osadených do syntetického virtuálneho prostredia. Konkrétny model je programovo vytvorený na základe spracovaného plánu riešenia krízovej situácie. V priebehu simulácie sú navrhované rôzne „vylepšenia“ simulovaného systému, tzv. variantné riešenia a opätovne sa overuje ich vplyv na vymodelovaný systém zodpovedajúci reálnemu plánu. V prípade cvičenia študentov Akadémie PZ sú spracované varianty A) pre požiar na otvorených priestranstvách; B) pre požiar stavieb.

### 3. Realizácie cvičenia v simulačnom centre

Samotná realizácia cvičenia v simulačnom centre má dve časti, a to:

Prvá časť: Úvod do zamestnania - kde sa realizuje oboznámenie sa študentov s prostredím, technickým vybavením simulačného centra, praktickou skúškou manipulácie s technickým zázemím, s ktorým na jednotlivých pracoviskách budú študenti manipulovať a využívať ich na svoju činnosť, alebo budú pôsobiť ako konkrétne zložky krízového manažmentu samosprávy alebo štátnej správy. V tejto časti etapy sú do týchto činností intenzívne zapojení zamestnanci simulačného centra, ktorí spresňujú študentom spôsoby manipulácie s technikou centra pre činnosť cvičiacich. Na začiatku zamestnania - cvičenia je študentom spresnený priebeh cvičenia, námet cvičenia a študenti sú rozdelení do rotujúcich pracovných pozícií napríklad: starosta a krízový štáb obce, veliteľ hasičskej jednotky, výjazdová skupina okresného úradu, operátori koordinačného strediska IZS - zamestnanci operačného strediska Hasičského a záchranného zboru (ďalej len „HaZZ“), zamestnanci operačného strediska Záchrannej zdravotnej služby, študenti na pozíciách RVS - vozidlá HaZZ, policajné vozidlo, vozidlo starostu obce, vozidlo mestskej polície, sanitka, autobusu a pod., zo strany riadiacich cvičení sú zodpovedané otázky študentov na nejasnosti obsahového a organizačného charakteru námetu a priebehu cvičenia. Po príchode na pracoviská a zaujatí pracovných pozícií študentmi,

## VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

je zo strany riadenia a podpory cvičenia realizovaná kontrola spojenia a hlásenie pripravenosti pracovísk na plnenie úloh.

Druhá časť: Realizácia cvičenia - v tejto časti je pozornosť študentov a riadiacich cvičenia sústredená na realizáciu najmä týchto úloh:

- začatie cvičenia a rozohry v súlade s námetom cvičenia a navodenie vecnej atmosféry riešenia nastávajúcich úloh;
- zosúladenie dramatizácie situácie a činnosti cvičiacich študentov tak, aby simulované udalosti čo najviac zodpovedali reálnemu priebehu krízovej situácie;
- poskytovanie technickej a informačnej pomoci - intervencie podľa požiadaviek a kreativity cvičiacich;
- zo strany riadiacich cvičení sledovanie systému a obsahu komunikácie, kvality riadiacej a koordinačnej činnosti krízového štábu s jednotlivými cvičiacimi prvkami a skupinou rozohry, súladu činností nasadených síl a prostriedkov, súladu činností krízového štábu a zasahujúcich síl s vývojom krízovej situácie - POŽIAR;
- na získavanie pozitívnych, ako aj negatívnych poznatkov z činnosti cvičiacich študentov, reakcií na dynamiku krízovej situácie a kumuláciu rizík a ohrození.

Činnosť študentov ako krízových manažérov je v priebehu cvičenia na simulačnom centre dominantne zameraná na:

- ujasnenie krízovej situácie - identifikácia krízovej situácie, vymedzenie pôsobnosti jednotlivých účastníkov pri riešení vzniknutej krízovej situácie, stanovenie rozsahu úloh, spôsobu ich plnenia, časového harmonogramu - termínov ich splnenia a zodpovednosti za ich plnenie, spresnenie činnosti krízového štábu;
- zhodnotenie krízovej situácie - uskutočnenie analýzy a odborné zhodnotenie krízovej situácie, posúdenie možného vývoja krízovej situácie, využitie vypracovaných dokumentov a návrh realizácie neodkladných opatrení, stanovenie cieľa riešenia krízovej situácie, spresnenie úloh, spôsobu ich plnenia a zodpovednosti za ich splnenie, stanovenie spôsobu riadenia a kontroly, stanovenie zásad krízovej komunikácie, spresnenie ďalšej činnosti krízového štábu;
- navrhnutie riešenia krízovej situácie - vyžiadanie informácie, správ a návrhov na riešenie krízovej situácie od krízového štábu a ich posúdenie, príprava návrhov opatrení na riešenie krízovej situácie na základe jej predpokladaného vývoja a podklady pre prijímanie rozhodnutí, prijatie konkrétneho návrhu na riešenie krízovej situácie, stanovenie spôsobu riešenia krízovej situácie;
- riešenie krízovej situácie - samotné riešenie krízovej situácie, koordinácia činnosti, kontrola plnenia úloh a opatrení;
- ukončenie krízovej situácie - vyhodnotenie postupov riešenia krízovej situácie (zovšeobecniť získané skúsenosti), ukončenie krízovej situácie, vyhodnotenie

## VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

primeranosti a účinnosti realizovaných opatrení a úloh pri riešení krízovej situácie, kalkulácia škôd a nákladov spôsobených krízovou situáciou. (Andrassy, Greg, 2015)

V praktickej realizácii cvičenia s variantom krízového scenára - POŽIAR je pozornosť sústredená najmä na:

- opatrenia na účely predchádzania vzniku požiarov:
  - zabezpečiť v stavbách a v priestoroch vykonávanie preventívnych protipožiarnych prehliadok a odstraňovať zistené nedostatky;
  - zabezpečiť plnenie opatrení na ochranu pred požiarimi na miestach so zvýšeným nebezpečenstvom vzniku požiaru, pri činnostiach spojených so zvýšeným nebezpečenstvom vzniku požiaru alebo v čase zvýšeného nebezpečenstva vzniku požiaru, ako aj opatrenia na zabezpečenie ochrany pred požiarimi pri podujatiach, na ktorých sa zúčastňuje väčší počet osôb;
  - určovať miesta so zvýšeným nebezpečenstvom vzniku požiaru a označovať ich príslušnými príkazmi, zákazmi a pokynmi;
  - zabezpečovať plnenie opatrení na ochranu pred požiarimi v mimopracovnom čase;
  - zabezpečovať školenie a overovanie vedomostí zamestnancov a osôb o ochrane pred požiarimi;
  - vypracúvať, viesť a udržiavať dokumentáciu ochrany pred požiarimi v súlade so skutočným stavom a potrebou riešenia protipožiarnej bezpečnosti stavieb a priestorov;
  - umožniť orgánu vykonávajúcemu štátny požiarly dozor a obci vstup do stavieb a priestorov na účely vykonania kontroly plnenia povinností na úseku ochrany pred požiarimi, poskytovať mu požadované doklady, dokumentáciu ochrany pred požiarimi a súvisiace podklady a informácie;
  - splniť opatrenia na odstránenie zistených nedostatkov uložené orgánom vykonávajúcim štátny požiarly dozor alebo obcou v nimi určených lehotách;
  - prevádzkovať technické zariadenie a technologické zariadenie a zabezpečovať vykonávanie pravidelnej údržby a kontroly z hľadiska ich protipožiarnej bezpečnosti a odstraňovať zistené nedostatky podľa pokynov výrobcu;
  - určovať a mať k dispozícii požiarly technické charakteristiky výrobkov a látok a zásady ich bezpečného používania a skladovania, ak je ich výrobcom;
  - zabezpečiť, aby sa pri vypracúvaní projektovej dokumentácie stavieb, pri uskutočňovaní stavieb a pri ich užívaní, ako aj pri zmene užívania stavieb riešili a dodržiavali požiadavky protipožiarnej bezpečnosti stavieb; požiadavky na protipožiarly bezpečnosť stavieb pri projektovaní stavieb, uskutočňovaní stavieb;
  - zabezpečiť, aby pri zmene užívania stavby nedošlo k zníženiu protipožiarnej bezpečnosti stavby alebo jej časti, bezpečnosti osôb alebo k sťaženiu zásahu hasičských jednotiek;

## VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

- zabezpečovať pravidelné čistenie a kontrolu komínov; zabezpečiť odborné preskúšanie komínov osobami s odbornou spôsobilosťou pred pripojením palivového spotrebiča na komín, zámennou lokálneho palivového spotrebiča na ústredný zdroj tepla alebo etážový zdroj tepla, zmenou druhu paliva a po stavebných úpravách na telese komína;
- dodržiavať technické podmienky a požiadavky na protipožiarne bezpečnosť pri inštalácii a prevádzkovaní palivových spotrebičov, elektrotepelných spotrebičov a zariadení ústredného vykurovania a pri výstavbe a používaní komínov a dymovodov a zabezpečiť označenie komína štítkom, prevádzkovaní palivových spotrebičov, elektrotepelných spotrebičov a zariadení ústredného vykurovania a pri výstavbe a používaní komínov a dymovodov;
- dodržiavať protipožiarne bezpečnosť pri manipulácii s horľavými látkami a horenie podporujúcimi látkami, s technickými prostriedkami obsahujúcimi horľavé látky alebo horenie podporujúce látky, ako aj pri ich ukladaní a skladovaní;
- zabezpečiť plnenie ustanovených povinností a určených úloh na úseku ochrany pred požiarom osobami, ktoré majú požadovanú odbornú spôsobilosť alebo osobitné oprávnenie.
- opatrenia na účinné zdolávanie požiarov:
  - obstarávať a inštalovať v stavbách, zariadeniach a priestoroch so zreteľom na nebezpečenstvo vzniku požiaru zariadenia na dodávku vody na hasenie požiarov, ďalšie hasiace látky, hasičskú techniku, vecné prostriedky ochrany pred požiarom, inštalovať požiarne výťahy, evakuačné výťahy, technické vybavenie únikových ciest, prostriedky na vyhlásenie požiarneho poplachu, vhodné druhy požiarotechnických zariadení, prevádzkovať ich v akcieschopnom stave, zabezpečovať vykonávanie ich kontroly a údržby, viesť a uchovávať dokumentáciu o ich prevádzkovaní;
  - označovať a udržiavať trvale voľné únikové cesty, únikové východy a zásahové cesty, nástupné plochy a prístup k nim, ako aj prístup k uzáverom rozvodných zariadení elektrickej energie, plynu, vody a k požiarovým zariadeniam;
  - strieť umiestnenie signalizačného zariadenia alebo poplachového zariadenia slúžiaceho na účely ochrany pred požiarom za primeranú náhradu;
  - udržiavať zdroje vody na hasenie požiarov v takom stave, aby bola zabezpečená možnosť jej čerpania;
  - vykonať najmenej raz za 12 mesiacov cvičný požiarne poplach v stavbách, v ktorých nie sú jednoduché podmienky na evakuáciu osôb;
  - zriadiť a vybaviť potrebný počet ohlasovní požiarov;
  - spracovať na základe rozhodnutia krajského riaditeľstva Hasičského a záchranného zboru analýzu nebezpečenstva vzniku požiaru vo svojich stavbách a priestoroch a na jej základe zriadiť hasičskú jednotku;
  - zriaďovať protipožiarne hliadky a zabezpečiť plnenie ich úloh a odbornú prípravu;
  - oznámiť bez zbytočného odkladu príslušnému okresnému riaditeľstvu Hasičského a záchranného zboru každý požiar, ktorý vznikol v stavbách, priestoroch alebo na veciach v jej vlastníctve, správe alebo v užívaní;

## VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

- poskytovať potrebné doklady, súčinnosť a pomoc pri zisťovaní príčiny vzniku požiaru.
- priebehu odozvy a odstraňovaní negatívnych následkov požiaru:
  - vyhodnotenie druhu a rozsahu požiaru a jeho vyvolaných ohrození prostredníctvom využitia výsledkov súbežne organizovaného prieskumu;
  - uzatvorenie miesta zásahu a obmedzenie vstupu osôb, ktorých prítomnosť na mieste nie je potrebná;
  - prijatie nevyhnutných opatrení pre ochranu života a zdravia záchranných zložiek;
  - záchrana bezprostredne ohrozených osôb, záchrana alebo ochrana zvierat, poprípade ich evakuácia, ochrana majetku;
  - poskytnutie neodkladnej zdravotnej starostlivosti zasiahnutým osobám a ich ďalší rýchly presun do zdravotníckych zariadení;
  - obmedzenie a minimalizovanie ohrozenia vyvolaného požiarom a stabilizácia situácie v mieste zásahu;
  - prijatie príslušných opatrení v miestach, kde sa očakávajú následné účinky požiaru;
  - poskytnutie nevyhnutnej humanitárnej pomoci postihnutým osobám;
  - poskytnutie neodkladnej veterinárnej pomoci zraneným zvieratám;
  - poskytnutie nutných informácií príbuzným osobám, ktoré sú výrazne postihnuté požiarom;
  - poskytnutie nevyhnutných informácií o požari alebo výbuchu a o vykonávaných záchranných a likvidačných prácach médiám a verejnosti;
  - dokumentovanie údajov a skutočností za účelom zisťovania a objasňovania príčin vzniku požiaru alebo výbuchu;
  - dokumentovanie záchranných a likvidačných prác, ktoré obsahujú základný prehľad o nasadených zložkách a časový sled vykonaných činností.
- opatrenia obnovy po požari:
  - obnovenie základných podmienok pre život ľudí, pre hospodársku činnosť na území postihnutého požiarom alebo výbuchom a opatrenia na predchádzanie ochoreniam;
  - zabezpečovanie dokumentačných prác, ktorými sa zaznamenávajú následky požiaru alebo výbuchu;
  - zistenie, vyhodnotenie, verifikácia a odstránenie škôd po požari alebo výbuchu;
  - analyzovanie príčin a priebehu požiaru alebo výbuchu;
  - vypracovanie súhrnných opatrení o priebehu požiaru alebo výbuchu, ich následkoch a vykonaných opatreniach;
  - rozbor účinnosti preventívnych opatrení a opatrení, ktoré sa vykonávajú pri požari alebo výbuchu a návrhy na zvýšenie ich efektívnosti v budúcnosti;
  - iné opatrenia na odstránenie nepriaznivých dôsledkov požiaru alebo výbuchu a na poučenie z ich priebehu.

## VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

V scenári požiar je zakomponovaná časť zaoberajúca sa odstraňovaním následkov a vyvodzovania záverov resp. zhodnotenie zvládnutia povodne a prijatie nápravných opatrení, vyplývajúcich z negatívnych zistení. Pozornosť cvičiacich študentov je smerovaná aj na realizáciu nasledovných opatrení.

V tejto etape cvičenia - praktickej príprave študentov krízových manažérov regionálnej a miestnej úrovne je ťažisko položené na systém riadenia a činnosť krízového štábu obce a starostu/primátora. V realizovanom modeli krízového scenára ide o precvičenia a variantnú aplikáciu základnej metodiky postupu zamestnancov operačných stredísk HaZZ a veliteľa zásahu pre prípad požiar, ktorí zabezpečujú realizáciu širokej skupiny úloh a činností vyplývajúcich z krízovej situácie POŽIAR ako sú:

- prijatie informácie o mimoriadnej udalosti a overenie informácie;
- posúdenie vzniknutej situácie a prijatie opatrení;
- zabezpečenie varovania obyvateľstva a vyznamenanie osôb činných pri riešení mimoriadnej udalosti;
- zvolanie krízového štábu;
- vzniknutej mimoriadnej udalosti informuje koordinačné stredisko IZS;
- po analýze stavu a možností vývoja mimoriadnej udalosti vyhlasuje mimoriadnu situáciu v koordinácii s koordinačným stredisko IZS;
- zabezpečuje monitorovanie miesta mimoriadnej udalosti pre potreby spresnenia rozsahu a následkov mimoriadnej situácie, určenie najkritickejších miest pre zásah síl a prostriedkov, potreby vyžiadania zložiek IZS, usmernenia veliteľa zásahu, súčinnosti s ostatnými silami, prostriedkami a občanmi;
- zabezpečuje informačné toky pre svoj štáb, výkonné a súčinnosťné sily a prostriedky, ako aj informácie pre občanov - postihnutých, ako aj ohrozených;
- vydáva príkaz na vykonanie záchranných prác, evakuáciu obyvateľstva, uzavretie priestoru mimoriadnej udalosti, organizuje a riadi záchranné práce vo svojej pôsobnosti a spolupracuje s veliteľmi zložiek IZS a veliteľom zásahu;
- podľa potreby zabezpečuje zasadnutie krízového štábu;
- spresňuje potrebu síl a prostriedkov na záchranné práce u vyššieho orgánu štátnej správy;
- sleduje vývoj situácie a aktívne vstupuje do riadiaceho a informačného procesu;
- spresňuje uložené úlohy a vykonáva kontrolu ich plnení;
- spresňuje požiadavku na okresný úrad za účelom pomoci krízovým štábom okresu;
- vedie evidenciu vykonaných záchranných prác, nasadených síl a prostriedkov, ich činností a vzniknutých škôd;
- informuje o ukončení záchranných prác na území postihnutom mimoriadnou udalosťou koordinačné stredisko IZS;
- vyhodnocuje škody na majetku; vypracováva správu o zásahu;
- vyhodnocuje svoju činnosť.

Uvedené široké spektrum obsahových otázok problematiky prevencie, zdoľávania požiarov, obnovy a úloh zainteresovaných subjektov sú do cvičenia krízová situácia POŽIAR zakomponované podľa jeho priebehu výberovo a spravidla sú nastoľované a riešené po realizovaných dielčích fázach (epizódach) na priebežných hodnoteniach tzv. didakticko-metodických brífingoch.

Počítačom podporované cvičenie je realizované po etapových tematických celkoch podľa plánu vykonania cvičenia a upresňovaním úloh v závislosti od priebehu cvičenia. Správne vykonané cvičenie dáva možnosť zhodnotiť závery jednotlivých operácií vykonaných v rámci krízových situácií, resp. iných inscenovaných stavov ohrozenia. Naprogramované scenáre poskytnú informácie s dôrazom na reálnosť vykonania plánu riešenia krízových situácií a správnosti činností cvičiaceho štábu, skupín a jednotlivcov.

V priebehu realizácie cvičenia simulátor umožňuje intenzívny a pružný výcvik, kde je možné jednotlivé postupy meniť v závislosti od rozhodnutia cvičiaceho štábu podľa modelovej rozohry, naprogramovaného scenára riešenia krízových situácií a spracovaného plánu. Cieľom etapy realizácie cvičenia je:

- realizovať úlohy cvičenia po stanovených tematických celkoch v metodickéj postupnosti;
- v realizovanom modeli priebehu krízovej situácie - požiar, ukázať na variantnosť, dynamiku, mnohosmernosť vývoja, ako aj reťazenie nečakaných negatívnych javov;
- prakticky precvičiť postupy jednotlivých prvkov krízového manažmentu, štábu, jeho členov, pracovných skupín a jednotlivcov;
- prakticky precvičiť prijímanie, vypracovanie a predkladanie informácií, vypracovanie dokumentov o spôsobe plnenia cvičiacich.

#### **4. Vyhodnotenia cvičenia a transferu získaných poznatkov do prvej a druhej etapy realizácie cvičenia v nasledujúcom cykle prípravy študentov**

Proces vyhodnotenia cvičenia má niekoľko častí:

Za prvú časť môžeme považovať hodnotenie činností a priebehu cvičenia bezprostredne po splnení úloh námetu, alebo priebehu simulovanej mimoriadnej situácie riadiacim cvičenia a programátorom rozohry a technického zabezpečenia. V tejto prvej hodnotiacej časti sa analyzujú základné nedostatky v činnosti krízového štábu, zapojených pracovísk v oblasti komunikácie, práce s informáciami, riadenia síl a prostriedkov, reakcie na meniacu sa krízovú situáciu, obsah prijatých dokumentov a pod.

Za druhú časť môžeme považovať komplexné vyhodnotenie realizovaného cvičenia na záver zamestnania v simulačnom centre. Podstatou tejto časti je vyhodnotenie naplnenia cieľa cvičenia, zhodnotenia jeho prínosu pre praktickú prípravu študentov, prezentovanie silných a slabých miest priebehu cvičenia, parciálnych kladov a nedostatkov v etape prípravy, ktoré sa

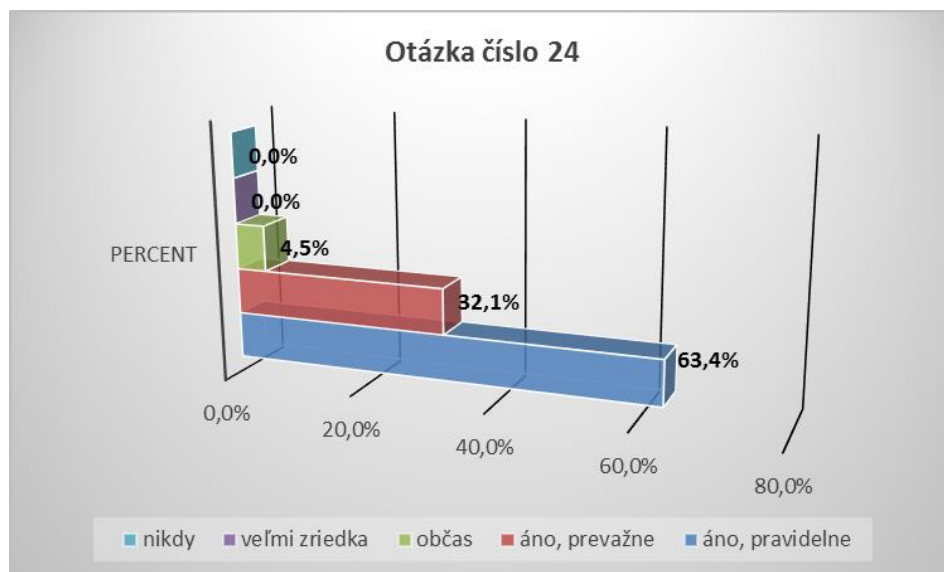


prejavili v priebehu cvičenia. V tejto časti vyhodnotenia sa prezentujú aj podstatné návrhy a opatrenia na skvalitnenie prípravy a priebehu cvičenia študentov v simulačnom centre pre oblasť teoretickej prípravy, oblasť skupiny vedomostí študentov, prezentovanie priebehu námetu krízovej situácie multimédiami na simulačnom centre, organizačného zabezpečenia cvičenia, technického zabezpečia, poskytovania pomoci v priebehu cvičenia pracovníkmi centra atď.

Komplexné hodnotenie cvičenia sa spracúva v textovej podobe a spravidla obsahuje: vyhodnotenie priebehu cvičenia, t. j. vyhodnotenie splnenia cieľov a účelu cvičenia; vyhodnotenie pripravenosti a akcieschopnosti študentov na zaradených pozíciách koordinačného strediska, operačných stredísk záchranných zložiek, zasahujúcich výkonných jednotiek záchranných zložiek a ostatných subjektov, starostov a pod.; klady a nedostatky; návrhy na opatrenia a úlohy v nasledujúcom období. S týmto dokumentom je oboznámené pracovisko garantujúce prípravu a realizáciu cvičenia v našom prípade Katedra verejnej správy a krízového manažmentu, ako aj zainteresovaní zamestnanci Simulačného centra.

Za tretiu časť môžeme považovať transfer získaných poznatkov do prvej a druhej etapy prípravy a nasledujúcej realizácie cvičenia v simulačnom centre v nasledujúcom cykle prípravy. Do tejto činnosti sú diferencovane zapojení: riadiaci cvičenia, učitelia, pracovníci simulačného centra a študenti. Návrhy a poznatky ktoré sú navrhnuté a odporúčaní na zapracovanie do teoretickej a praktickej prípravy študentov, a do jednotlivých etáp prípravy a priebehu počítačom podporovaného cvičenia v simulačnom centre sú prekonzultované s odborníkmi z praxe a následne zapracované. Práve ich poznatky, názory a skúsenosti sú základom pre optimalizáciu procesu prípravy a priebehu cvičenia študentov v Simulačnom centre.

O pozitívnom hodnotení praktickej prípravy študentov v simulačnom centre a adekvátnej realizácii modelu prípravy a priebehu cvičenia svedčí napríklad aj odpoveď študentov na otázku č. 24: *Prispelo realizované praktické zamestnanie v simulačnom centre k získaniu a rozvoju Vašich praktických návykov a zručností z predmetnej oblasti?*, ktorej cieľom bolo zistiť, ako študenti hodnotia prínos realizovaného praktického zamestnania v simulačnom centre z hľadiska získania a rozvoja ich praktických návykov a zručností.



Obrázok 6 Grafické znázornenie odpovedí na Otázku č. 24 realizovaného prieskumu

Figure 1 Graphic representation of the answers to Question no. 24 conducted survey

Na uvedenú otázku odpovedalo 112 respondentov. Percentuálne rozloženie odpovedí uvádza graf, v ktorom na otázku odpovedalo 63,4 % *áno, pravidelne*; *áno, prevažne* odpovedalo 32,1 %; *občas* odpovedalo 4,5 %; *veľmi zriedka* 0,0 %; *nikdy* 0,0 % respondentov. Odpoveď *áno, pravidelne* si teda zvolilo 71 študentov; *áno, prevažne* 36 študentov; *občas* 5 študentov; odpovede *veľmi zriedka* a *nikdy* si nezvolil žiadny študent.

Pri uvedenej otázke bol dosiahnutý stredový priemer 1,411; modus 1; medián 1; smerodajná odchýlka 0,578; rozptyl 0,334. (SUJA, 2017)

Praktické zamestnanie v Simulačnom centre umožňuje realizovať intenzívny a kreatívny výcvik, kde je možné jednotlivé postupy meniť v závislosti od rozhodnutí cvičiaceho štábu podľa modelovej rozohry a naprogramovaného scenára riešenia krízových situácií, spracovaného plánu ale aj konkrétnej kvality činnosti cvičiacich študentov. Práve kvalita a prepracovanosť uplatňovaného modelu prípravy a priebehu praktického zamestnania - cvičenia v simulačnom centre s optimálnou podporou simulácií je významným predpokladom novej formy prípravy krízových manažérov - jednotlivcov a štábov na riešenie krízovej situácie - POŽIAR.

## 5. Záver

Praktické zamestnanie - cvičenie s podporou simulácie umožňuje budúcim krízovým manažérom rozvinúť svoje myslenie a získavať praktické spôsobilosti v oblasti taktického a operačného riadenia, analýzy krízovej situácie, rozhodovacieho procesu, použitia vyčlenených síl a prostriedkov aj pre prípad krízovej situácii povodeň. Vytvára u nich reálnu predstavu o časovom vplyve a priestorovom faktore počas trvania a riešenia krízovej situácie. Prehľbuje a fixuje návyky pracovných postupov riadiacich zamestnancov, ako aj členov

## VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

krízových štábov, orientuje ich na harmonizáciu vykonávaných jednotlivých úloh a ich nadväznosť pri organizácii a riešení krízovej situácie napríklad z časového hľadiska, taktiež umožňuje vytvárať a rozvíjať návyky v správnom hodnotení a využívaní terénu a prostredia.

V priebehu realizácie cvičenia v simulačnom centre si študenti spájajú teoretické poznatky z rôznych predmetov (uplatňujú interdisciplinárny prístup) štúdiá s poskytnutými informáciami zo zadania cvičenia a osobnou skúsenosťou. Preverujú svoje analytické a hodnotiace spôsobilosti v procese riešenia krízovej situácie. Svoje názory a postupy konfrontujú s často rozdielnymi, ako aj protichodnými stanoviskami ostatných členov cvičiacich tímov - krízových štábov, ktoré majú svoju racionalitu alebo legislatívnu podporu a ktoré treba akceptovať. Bližšie NEČAS a GREGA (2013) Realizácia praktických zamestnaní v simulačnom centre umožňuje precvičenie, overenie, prehĺbenie a fixovanie riešenia nastoleného intelektuálneho problému (analýzu príčinných súvislostí a náhodných faktorov a pod.), osvojovanie a prehľbovanie základného súboru vedomostí a kreativity potrebných na riešenie krízových situácií (vedomosti o základných ničivých faktoroch daného ohrozenia - požiar a pod.), získanie skúsenosti, návykov a pochopenia zložitosti riešenia krízových situácií, získanie skúsenosti z tvorby krízovej dokumentácie, komunikácie a pod.

Praktické zamestnanie v simulačnom centre umožňuje zabezpečiť intenzívny a kreatívny výcvik, kde je možné jednotlivé postupy meniť v závislosti od rozhodnutí cvičiaceho štábu podľa modelovej rozohry a naprogramovaného scenára riešenia krízových situácií, spracovaného plánu. Navrhovaný model prípravy a priebehu praktického zamestnania - cvičenie študentov v simulačnom centre je chápaný ako cyklický a dynamický proces realizovaný v troch etapách, a to: v 1. etape - príprava študentov na cvičenie a príprava cvičenia; v 2. etape - realizácia cvičenia v simulačnom centre a 3. etape - vyhodnotenie cvičenia a transferu získaných poznatkov do prvej a druhej etapy pre realizáciu cvičení v nasledujúcom cykle prípravy je výsledkom vedeckovýskumnej a praktickej činnosti edukátorov a odborníkov z praxe. K silným stránkam navrhovaného modelu môžeme zaradiť skutočnosť, že je výsledkom vedeckovýskumnej úlohy a akceptuje teoretické a praktické poznatky viacerých vysokých škôl, ktoré realizujú praktickú prípravu študentov v simulačnom centre. Významné je aj to, že navrhovaný model bol prakticky preverený a k jeho kontúram sa vyjadrovali a formovali ho odborníci z praxe, učitelia škôl a pracovníci simulačných centier za akceptácie pripomienok študentov.

### PodĎakovanie

Veľká vďaka patrí vedeniu Akadémie ozbrojených síl gen. M. R. Štefánika v Liptovskom Mikuláši doc. Ing. Jozefovi Putterovi, CSc. a Simulačného centra Akadémie ozbrojených síl gen. M. R. Štefánika v Liptovskom Mikuláši pplk. Ing. Aurelovi Sabóvi, PhD. za možnosť práce v Simulačnom centre Akadémie ozbrojených síl gen. M. R. Štefánika v Liptovskom Mikuláši - Ing. Vladimírovi Andrassymu, PhD. a kpt. Ing. Matúšovi Gregovi, PhD. spoluriešiteľom VVÚ -

„Metodológia tvorby typových krízových scenárov pre prípravu študentov - krízových manažérov na Akadémii PZ, Akadémii OS, VŠBM v Košiciach, Pomorskej akadémii v Slupsku a Vysokej škole manažmentu, marketingu a cudzích jazykov v Katowiciach“.

### Zoznam bibliografických odkazov

BLAŽEK V, ANDRASSY V, HAVAJ P, DWORZECKI J, OLAK A. *Metodológia tvorby typových krízových scenárov pre prípravu študentov - krízových manažérov na Akadémii PZ, Akadémii OS, VŠBM v Košiciach, Pomorskej akadémii v Slupsku a Vysokej škole manažmentu, marketingu a cudzích jazykov v Katowiciach*. Projekt medzinárodnej vedeckovýskumnej úlohy. Bratislava: Akadémia Policajného zboru v Bratislave, 2013. 77 s.

BLAŽEK V, DWORZECKI J, BUZALKA J a kol. *Krízové scenáre vo verejnej správe*. Bratislava: Akadémia PZ, 2016. 304 s. ISBN 978-80-8054-678-6.

BLAŽEK V, BUZALKA J, SUJA M a kol. *Edukácia študentov v simulačnom centre*. Integrálna súčasť prípravy bezpečnostných odborníkov. Bratislava: Akadémia PZ, 2017. 342 s. ISBN 978-80-8054-714-1.

GREGA M, BUČKA P. Cvičenia krízového manažmentu nevojenského charakteru v praxi. In: *Riešenie krízových situácií prostredníctvom simulačných technológií*. zborník vedeckých prác z medzinárodnej vedeckej konferencie v Liptovskom Mikuláši 22. októbra 2013. Liptovský Mikuláš: Akadémia ozbrojených síl gen. M. R. Štefánika, 2013. s. 38-45. ISBN 978-80-8040-481-9.

KELEMEN, M., BUZALKA, J., NEČAS, P., BLAŽEK, V. *Nové využitie simulačných technológií v bezpečnostnej edukácii pre krízové stavy*. Košice: VŠBM v Košiciach, 2012. 136 s. ISBN 978-80-89282-72-2.

MARCINEK, M. Metodický podklad pre vypracovanie typového krízového scenára likvidácie ekologickej havárie pri dopravnej nehode. In: *Riešenie krízových situácií prostredníctvom simulačných technológií [elektronický zdroj]*: zborník vedeckých prác z medzinárodnej vedeckej konferencie v Liptovskom Mikuláši 22. októbra 2013. Liptovský Mikuláš: Akadémia ozbrojených síl gen. M. R. Štefánika v Liptovskom Mikuláši, 2013. ISBN 978-80-8040-481-9. CD-ROM, s. 110-124.

Národná stratégia manažmentu bezpečnostných rizík Slovenskej republiky. MV SR december 2015.

NEČAS P., GREGA M. Simulation technologies: implications for security management and training. In: *Security and Defence*. ISSN 2300-8741. No. 2 (2013). s. 153-155.

SUJA M. Výsledky empirickej časti riešenej vedeckovýskumnej úlohy a odporúčania pre proces prípravy študentov. In: BLAŽEK V, BUZALKA J, SUJA M a kol. *Edukácia študentov v simulačnom*

VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

centre. Integrálna súčasť prípravy bezpečnostných odborníkov. Bratislava: Akadémia PZ, Centrum polygrafických služieb MV SR, 2017. s. 219.

*Záverečná správa medzinárodnej vedeckovýskumnej úlohy Metodológia tvorby typových krízových scenárov pre prípravu študentov - krízových manažérov na Akadémii PZ, Akadémii OS, VŠBM v Košiciach, Pomorskej akadémii v Slupsku a Vysokej škole manažmentu, marketingu a cudzích jazykov v Katowiciach.* Bratislava: Akadémia PZ, 2015. 646 s.

## ÚČINOK VYBRANÝCH SORPČNÝCH LÁTKOK PRI ODSTRAŇOVANÍ ÚNIKU ROPNÝCH LÁTKOK Z VODNEJ HLADINY

### THE EFFECT OF SOME SORPTIVE MATERIALS AT THE DISPOSAL OF OIL SUBSTANCES LEAKAGE FROM WATER LEVEL

Tatiana BUBENÍKOVÁ\*<sup>1</sup> – Veronika VEĽKOVÁ<sup>2</sup> – Maroš ČEREVKA

<sup>1</sup>Katedra chémie a chemických technológií, DF – Technická univerzita vo Zvolene,  
[bubenikova@tuzvo.sk](mailto:bubenikova@tuzvo.sk)

<sup>2</sup>Katedra protipožiarnej ochrany, DF – Technická univerzita vo Zvolene, [velkova@tuzvo.sk](mailto:velkova@tuzvo.sk)

#### Abstrakt

V práci sú prezentované výsledky laboratórneho testovania hydrofóbnej sorpčnej látky, univerzálnej sorpčnej látky a vapexu pri simulovanom úniku ropnej látky na vodnú hladinu. Test prebiehal pri pokojnej a dynamickej vodnej hladine. Zároveň boli sorbenty testované podľa normy *ASTM F 726 – 2006* pre zistenie ich maximálnej sorpčnej kapacity. Najlepšie výsledky maximálnej sorpčnej kapacity boli dosiahnuté pre Vapex, ktorý ale pri dynamickej vodnej hladine naadsorboval najviac vody. Hydrofóbna sorpčná drvina naadsorbovala pri teste najmenej vody, ale aj najmenej ropnej látky.

**Kľúčové slová:** odstraňovanie ropných látok, ropné látky, sorbenty, sorpčná schopnosť

#### Abstract

We are presenting results of laboratory testing of hydrophobic, universal sorptive substance and vapex in this paper. We simulated leakage of oil substances on water surface and tested calm and dynamic water surface. Sorbents were tested by norm *ASTM F 726 – 2006*, too. The results of maximum sorptive capacity were best with vapex. But vapex absorbed the most amount of water from dynamic water surface, too. The least amount of water was absorbed by hydrophobic sorptive substance but these absorbed also the least amount of oil substances.

Keywords: oil substances, disposal of oil substances, sorbents, sorptive capacity

## 1. Úvod

Ekologické havárie spojené s únikom ropy a ropných látok sú celosvetovým problémom. Naším územím prechádza ropovod Družba, ropovod Adria, máme niekoľko prečerpávacích

staníc ropy, závod na spracovanie ropy, množstvo čerpacích staníc na motorové palivá spojené s ich prepravou, časté nehody dopravných prostriedkov. Všade hrozí riziko úniku ropných látok do prostredia. V prípade ekologických havárií s únikom ropných látok do životného prostredia, jednotky HaZZ majú k dispozícii celé havarijné sady, súčasťou ktorých sú sypké sorbenty používané na odstránenie ropných látok.

Pri úniku ropných látok do povrchových vôd, je prvoradé zastaviť ich únik a obmedziť ich šírenie. Druhým krokom je ich odstránenie a zneškodnenie s cieľom znížiť ich toxický účinok na čo najnižšiu mieru, ktorá neohrozuje človeka ani životné prostredie. Vhodným spôsobom dekontaminácie, pri úniku ropných látok do povrchových vôd, je použitie hydrofóbných sorbentov.

Odstraňovanie ropných látok z vodnej hladiny nie je jednoduché, najmä ak je rozbúrená. V takýchto prípadoch je potrebné mať k dispozícii sorpčné materiály, ktoré dokážu rýchlo, v čo najväčšom množstve a prednostne viazať ropnú látku z vodnej hladiny a po sorpcii vplyvom väčšej hmotnosti neklesnú na dno.

Cieľom práce bolo otestovať rôzne druhy sorbentov pri odstraňovaní ropných látok z vodnej hladiny rôznymi sorpčnými systémami – statický (statická vodná hladina), dynamický (dynamická vodná hladina) a suchý (ropná látka bez vody). Tiež zistiť vplyv dynamickej vodnej hladiny a samotnej prítomnosti vody na sorpčnú schopnosť vybraných sypkých sorbentov.

## 2. Materiál a metodika

Na testovanie boli vybrané sorbenty - Vapex, Univerzálna sorpčná drvina LITE-DRI a Hydrofóbná sorpčná drvina LITE-DRI (obr. 1). Sorpčné drviny LITE – DRI sú charakteristické tým, že rýchlo a dobre viažu ropné látky, majú malú hmotnosť, nie sú prašné a vyrábajú sa z upravenej celulózy. Ako ropná látka, ktorá sa odstraňovala z vodnej hladiny, bola použitá motorová nafta.



Obr. 1 Vapex, Univerzálna sorpčná drvina a Hydrofóbná sorpčná drvina LITE-DRI (zľava doprava)

Figure 1 Vapex, Universal sorptive granulate, \_Hydrophobic sorptive granulate (from the left to the right)

Maximálna sorpčná schopnosť vybraných sorbentov (suchý systém), bez protikladne pôsobiacej vody, sa zisťovala skúškou krátkodobej adsorpcie ropných látok podľa ASTM F 726 – 2006 [1]. Ďalej sa každý sorbent testoval pri statickej a dynamickej vodnej hladine bez prítomnosti ropnej látky a s prítomnosťou ropnej látky. Pri všetkých skúškach sa každý sorbent

testoval 3 krát a všetky merania sa vykonávali v súlade s technickou normou *ASTM F 726-2006* [1] a podľa metodických postupov autorov: Behnood et al (2014) [2] a Annunciado et al (2005). [3]

### 3. Výsledky a diskusia

Skúška krátkodobej adsorpcie ropných látok (15 minút) sa používa na porovnanie kapacity adsorpcie ropnej látky jedného sorbentu s iným. Za normálnych podmienok sorbent nepríde do styku s dostatočnou hrúbkou ropnej vrstvy, aby sa úplne alebo rýchlo nasýtil. Preto táto skúška vedie k údajom o maximálne možnej sorpčnej kapacite sorbentu pre jednotlivé ropné látky.



Obr. 2 Skúška krátkodobej adsorpcie ropnej látky. Vľavo univerzálna sorpčná drvina LITE-DRI a vpravo Vapex.

Figure 2 The test of the shorttime adsorption of oil substance. On the left universal sorption granulate LITE-DRI, on the right Vapex.

Sorpčná schopnosť a priebeh sorpcie závisí od viacerých faktorov ako napríklad teplota, pri ktorej sorpcia prebieha, viskozita a druh ropnej látky a od druhu samotného sorbentu. Najlepšie výsledky pri skúške krátkodobej adsorpcie ropnej látky podľa *ASTM F 726 – 2006* [1], suchý sorpčný systém, boli dosiahnuté pre Vapex s priemernou hodnotou adsorpcie motorovej nafty 3,166 g/g. Na obr. 2 môžeme vidieť, že Vapex pri tomto teste zotrval na hladine ropnej látky, zatiaľ čo ostatné sorbenty (univerzálny aj hydrofóbny) klesli na dno.

Pri odstraňovaní ropných látok z vodnej hladiny, tiež nemusia prísť sorbenty do styku s dostatočnou hrúbkou ropnej látky a okrem sorpcie ropnej látky, môže dôjsť aj k sorpcii vody, najmä v prípade rozbúrenej vodnej hladiny. Vzorky sorbentov sa testovali pri statickej a dynamickej vodnej hladine bez a s prítomnosťou ropnej látky, aby sa zistil vplyv vody na sorpciu ropnej látky z vodnej hladiny. Priemerné hodnoty sorpcie týchto testov ako aj maximálna sorpčná kapacita vybraných sorbentov pre motorovú naftu sú uvedené v tabuľke 1.

Ako z tabuľky vyplýva, hodnoty priemernej sorpcie vody použitých sorbentov sú pri statickej a dynamickej vodnej hladine značne odlišné. Najmenej vody, pri statickej aj



**VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017**

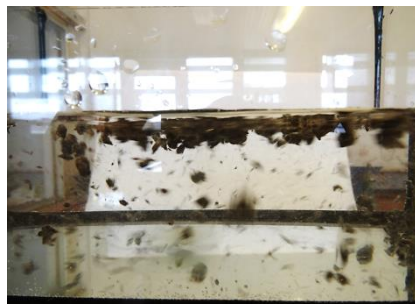
Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

dynamickej vodnej hladine, naviazala hydrofóbná sorpčná drvína LITE – DRI. Vapex ako sorbent, ktorý je zaradený do vybavenia jednotiek HaZZ, pri dynamickej vodnej hladine prekvapivo naviazal najviac vody, v priemere 4,635 g/g. Priemerné hodnoty sorpcie vody pri dynamickej vodnej hladine sú niekoľko násobne vyššie ako pri statickej hladine vody pre všetky testované sorbenty. Je to pravdepodobne preto, že pri dynamickej vodnej hladine dochádza k vtiahnutiu sorbentov pod vodnú hladinu (obr. 3) a k sorpcii sa využije celá plocha sorbentu.

statická hladina



dynamická hladina



**Obr. 3 Porovnanie priebehu sorpcie zo statickej a dynamickej vodnej hladiny. Vľavo Vapex a vpravo hydrofóbná sorpčná drvína LITE-DRI.**

**Figure 3 The comparison of sorption process of static and dynamic water level. On the left Vapex, on the right hydrophobic sorption granulate LITE-DRI.**

Priemerné hodnoty sorpcie ropnej látky zo statickej a z dynamickej vodnej hladiny nie sú až tak rozdielne ako pri skúške sorpcie samotnej vody. Najlepšia sorpčná schopnosť touto skúškou sa zistila pri sorbente Vapex 3,695 g/g pri statickej a 3,347 g/g pri dynamickej hladine vody.

**Tabuľka 1 Priemerné hodnoty sorpcie v g/g.**

**Table 1 The average values of sorption in g/g.**

SORBENT	VODA		MOTOROVÁ NAFTA		max. sorp. kapacita
	statická hladina	dynamická hladina	statická hladina	dynamická hladina	
hydrofóbná LITE-DRI	0,655	1,940	2,163	1,954	1,707
univerzálna LITE-DRI	1,584	3,551	2,671	2,246	1,825
VAPEX	0,906	4,635	3,695	3,347	3,166

Pri odstraňovaní nafty zo statickej vodnej hladiny, každý zo sorbentov plával na hladine a predpokladáme, že s vodou prišli do styku v oveľa menšej miere ako s ropnou látkou. Pri porovnaní hydrofóbného a univerzálneho sorbentu v tomto teste boli lepšie výsledky dosiahnuté s univerzálnou sorpčnou drvinou. Ak sa porovnajú výsledky z maximálnej sorpčnej kapacity s výsledkami, ktoré sa zistili testovaním sorbentov pri odstraňovaní ropnej látky (motorovej nafty) zo statickej a dynamickej vodnej hladiny (tabuľka 1), tak môžeme vidieť, že hodnoty priemernej sorpcie ropnej látky z vodnej hladiny sú vyššie. Predpokladáme, že každý zo sorbentov pri odstraňovaní ropnej látky z vodnej hladiny pravdepodobne viazal aj vodu.

K podobným výsledkom pri svojich experimentoch sa dopracovali aj Annunciado et al [3], ktorí porovnávali sorpčnú schopnosť rôznych druhov prírodných vlákien, ako napríklad sisalové vlákna, ako možné sorpčné látky pri odstraňovaní surovej ropy zo statickej vodnej hladiny, dynamickej vodnej hladiny a merali aj maximálnu sorpčnú schopnosť týchto alternatívnych sorpčných látok. Zistili, že dynamická vodná hladina ovplyvňuje sorpčnú schopnosť sorbentov. Pri dynamickej vodnej hladine bola sorpčná schopnosť ich testovaných sorbentov pri odstraňovaní ropy menšia ako pri statickej vodnej hladine.

#### 4. Záver

Ropné látky dokážu v krátkom čase znečistiť veľké vodné plochy a je dôležité byť na takúto mimoriadnu udalosť dostatočne pripravený a vybavený prostriedkami, ktoré dokážu rýchlo, v čo najväčšom množstve a prednostne viazať ropnú látku z vodnej hladiny. K takýmto prostriedkom patria aj sypké sorbenty. V príspevku sú uvedené výsledky testovania vybraných druhov sypkých sorbentov v súlade s technickou normou ASTM F 726 – 2006 a ich zistené maximálne sorpčné kapacity sa porovnali s ich sorpčnou schopnosťou pri odstraňovaní ropnej látky zo statickej a dynamickej vodnej hladiny. Testovali sa tri druhy sypkých sorbentov: Hydrofóbná sorpčná drvina LITE-DRI, Univerzálna sorpčná drvina LITE-DRI a Vapex. Po zhodnotení všetkých výsledkov sa zistilo, že najväčšiu sorpčnú schopnosť má Vapex, sorbent, ktorý je zaradený aj do havarijnej výbavy HaZZ. Problém mu nerobila ani dynamická hladina vody, keďže počas celého testu sa zdržoval na hladine, čo o univerzálnej a hydrofóbnjej sorpčnej drvine LITE-DRI nemôžeme povedať. Na druhej strane s ním bola najhoršia manipulácia, bol prašný a jeho odstránenie z vodnej hladiny bolo dosť problematické. Aj napriek nedostatkom mu miesto vo výbave jednotiek HaZZ právom patrí. Po zhodnotení celkového priebehu experimentu môžeme povedať, že prítomnosť vody negatívne ovplyvňuje sorpčnú schopnosť sorbentov. Pri dynamickej vodnej hladine je to ešte niekoľkonásobne horšie, pretože rozbúrená hladina vody vtiahne sorbent pod hladinu, a je tu veľká pravdepodobnosť, že viaže viac vody ako ropnej látky.

### Podakovanie

Príspevok vznikol vďaka finančnej podpore slovenskej grantovej agentúry VEGA, projekt č. 1/0806/2017 (50%) a KEGA, projekt č. 012TU Z-4/2016 (50 %).

### Zoznam bibliografických odkazov

[1] Technická norma ASTM F 726 – 2006 : *Standart Test Method for Sorbent Performance of Adsorbents* – Štandardná skúšobná metóda sorpčných vlastnosti adsorbentov.

[2] BEHNOOD, R. et al. 2014. Crude Oil Layer Sorption From Saline Water Surface By Raw and Acetylated Sugarcane Bagasse. CODEN – SINTE 8. ISSN 1013-5316. (2014).

[3] ANNUNCIADO, T. R. et al. 2005. *Experimental Investigation of Various Vegetable Fibers as Sorbent Materials for Oil Spills*. MARINE POLLUTION BULLETIN vol. 50, p. 1340-1346. (2005).

## HORENIE A VLASTNOSTI HORĽAVÝCH LÁTKO

### THE BURNINGS AND FEATURES FLAMMABLE SUBSTANCES

Iveta CONEVA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Katedra požiarneho inžinierstva, Fakulta bezpečnostného inžinierstva, žilinská univerzita  
v Žiline,  
ul. 1.mája 32, 010 26 Žilina, SR, tel.: +421-41-513-6755, mobil:+421-905-636-015,  
e-mail: [iveta.coneva@fbi.uniza.sk](mailto:iveta.coneva@fbi.uniza.sk)

#### Abstrakt

Príspevok je zameraný na horenie, horľavé látky a materiály. Pôsobením tepla na horľavé látky a materiály dochádza k nárastu paralelných a postupných fyzikálnych a chemických procesov, ktoré sa nazývajú horenie. Pre horenie je charakteristické uvoľňovanie tepelnej energie, ktoré je spravidla sprevádzané výrazným svetelným efektom. Horľavé látky v prítomnosti oxidačného prostriedku za určitých limitujúcich podmienok začínajú najmä proces tepelného horenia. Procesy horenia, prítomnosť horľavej látky, oxidačného prostriedku a zdroja zapálenia sú súčasťou každého požiaru. Horľavé látky a materiály sa vyskytujú v rôznom skupenstve, majú odlišné zloženie a vlastnosti, na základe ktorých sa delia podľa rôznych kritérií.

**Kľúčové slová:** Delenie horľavých látok · Horenie · Horľavá látka · Oxidačný prostriedok · Vlastnosti horľavých látok · Zdroj zapálenia

#### Abstract

The paper focuses on burning, flammable substances and materials. By causing heat on flammable substances and materials, there is an increase in parallel and sequential physical and chemical processes called burning. For burning is characteristic of the release of heat energy, which is usually accompanied by a significant light effect. Flammable substances in the presence of an oxidizing agent under particular limiting conditions begin in particular the process of thermal burning. Combustion processes, the presence of a flammable substance, an oxidizing agent and an ignition source are part of each fire. Flammable substances and materials occur in different formats, have different compositions and properties, according to which they are classified according to various criteria.

**Keywords:** Combustions · Flammable substances · Flammable substance properties · Ignition source · Oxidizing agent

## 1. Úvod

Každý požiar sprevádzajú procesy horenia, bez nich žiaden požiar nie je možný. Požiar je horenie šíriace sa nekontrolovateľne v čase a priestore. Horenie je súbor exotermických fyzikálno-chemických dejov, v základe, ktorých ležia najmä oxidačno-redukčné reakcie, ktoré prebiehajú pri uvoľňovaní tepla a svetla, súčasne dochádza k uvoľňovaniu toxických splodín horenia. Horenie je exotermický, zložitý fyzikálno-chemický dej, pri ktorom reagujú vstupné reaktanty, horľavé látky s oxidovadlom a dochádza k ich látkovej premene na výstupné produkty. Exotermická reakcia horenia horľavých látok s oxidačnou látkou je zvyčajne sprevádzaná plameňom, žeravením a dymom. Jednou z podmienok naštartovania procesov horenia je prítomnosť horľavých látok a materiálov. Horľavá látka je látka, ktorá pri požiari horí, pričom sa uvoľňuje veľké množstvo energie vo forme tepla a svetla. Počas procesu horenia dochádza k zmenám v chemickom charaktere danej horľavej látky a uvoľňuje sa široké spektrum rôznych chemických látok aj toxických látok. Pri horení sa vyskytuje široké spektrum horľavých látok a materiálov, ktoré majú rozličné zloženie, chemické a fyzikálne vlastnosti. Horľavé látky a materiály je nutné na základe stanovených kritérií rozdeliť do príslušných kategórií. Je potrebné si uvedomiť, že druh horľavej látky významne ovplyvňuje priebeh procesu horenia (požiar), triedu požiaru a aj výber vhodnej hasiacej látky na lokalizáciu a likvidáciu požiaru (Orlíková, Štroch, 1999), (Balog, Kvarčák, 1999), (Balog, 1999), (Šenovský M. et al, 2004), (Kvarčák, 2005), (Coneva, 2009).

## 2. Horľavé látky a materiály

**Horenie** vzniká a prebieha len za určitých **podmienok**, za prítomnosti: **horľavej látky, oxidačného prostriedku** (najčastejšie vzduch, resp. kyslík) **a zdroja zapálenia. Horľavá látka s oxidovadlom** sú reagujúce látky (reaktanty), vytvárajú **horľavú zmes tzv.: horľavý súbor**. Zdroj zapálenia (zdroj energie) zabezpečuje ohriatie horľavého súboru na zápalnú teplotu. **Horľavá látka** je látka, ktorá pri splnení podmienok horenia, pri požiari horí a súčasne uvoľňuje veľké množstvo energie vo forme tepla a svetla. Počas procesu horenia dochádza k zmenám jej látkovej podstaty (chemického charakteru) a uvoľňuje sa široké spektrum rôznych toxických látok (oxidy, kyseliny, uhľovodíky, alkoholy a iné.) (Orlíková, Štroch, 1999), (Coneva, 2009). Horľavé látky sú veľmi rôznorodé, majú rôzne vlastnosti, vzhľad, pôvod, skupenstvo. **Horľavá látka** je látka pevného, kvapalného alebo plynného skupenstva, ktorá je bez ohľadu na spôsob zapálenia a spaľovací proces schopná reagovať s kyslíkom a uvoľňovať pritom teplo (STN EN 1127-1:2001). Podľa Kvarčáka (2005) je **horľavá látka** v tuhom, kvapalnom alebo v plynnom skupenstve (fáze) za definovaných podmienok schopná horieť alebo je schopná pri svojej látkovej alebo fázovej premene vytvárať produkty, ktoré môžu horieť.

Podľa **pôvodu** sa horľavé látky a materiály delia na (Orlíková, Štroch, 1999), (Coneva, 2009):

- **Prírodné**, vyskytujúce sa v prírode, na zemi (napr.: zemný plyn, ropa, uhlie, drevo, obilie a iné).

- **Technické**, nevyskytujú sa v prírode, vznikajú spracovaním prírodných horľavých látok (napr.: metán, benzín, motorová nafta, koks, drevný prach, múka a iné)
- **Syntetické**, nevyskytujú sa v prírode, sú umelo vyrobené človekom (napr.: polyvinylchlorid, polypropylén, polyester, polyetylén, farby, riedidlá, rozpúšťadlá a iné).

### 3. Klasifikácia horľavých látok na základe zloženia a vlastností

Horľavé látky sa rozdeľujú na základe viacerých kritérií, napr. na základe fyzikálnych a chemických vlastností, požiaro-technických parametrov a podľa požiadaviek odbornej praxe. **Horľavé látky** sa rozdeľujú z **fyzikálneho hľadiska podľa skupenstva (fáz)** na (Orlíková, Štroch, 1999), (Coneva, 2009):

- **Homogénne systémy (jednofázové)** sa delia:
  - **Chemicky čisté horľaviny v plynnej, kvapalnej alebo tuhej fáze** sa delia:
    - **Chemické prvky.**
    - **Chemické zlúčeniny.**
  - **Homogénne zmesi plynov, kvapalín a tuhých látok.**
- **Heterogénne systémy (viacfázové)** napr.: drevo impregnované olejom, zvyšky vlny napustené rozpúšťadlom (tuhá + kvapalná fáza)

Chemicky čisté horľaviny v tuhom, kvapalnom a plynnom skupenstve predstavujú horľavé látky, ktoré majú presné chemické zloženie, ktoré je možné vyjadriť značkou prvku, platí pre chemické prvky alebo vzorcom, platí pre chemické zlúčeniny.

Pre chemické prvky v plynnom skupenstve je horľavým prvkom vodík ( $H_2$ ). Vodík je horľavý, výbušný plyn, ktorý sa používa na hydrogenáciu v chemických procesoch alebo aj na zváranie, rezanie kovov, má široké medze výbušnosti. V kvapalnom skupenstve nie je horľavý žiaden chemický prvok, napr.: bróm (Br) a ortuť (Hg) nie sú horľavé. V tuhom skupenstve sa vyskytuje viacero horľavých prvkov napr.: uhlík (C), síra (S), fosfor (P) a aj niektoré kovy napr.: lítium (Li), sodík (Na), draslík (K), horčík (Mg), hliník (Al). Niektoré kovy sú horľavé dokonca pyroforické (samozápalné) iba vo forme prášku (prachu) napr.: železo (Fe), chróm (Cr), kobalt (Co), zinok (Zn), titán (Ti), zirkón (Zr) a mangán (Mn). Nehorľavé sú ušľachtilé kovy napr.: zlato (Au) a platina (Pt).

Horľavé a výbušné chemické organické zlúčeniny v plynnom skupenstve sú prvé členy homologických radov alifatických uhľovodíkov, alkánov napr.: metán ( $CH_4$ ), alkénov napr.: etén (etylén) ( $C_2H_4$ ), alkínov napr.: etín (acetylén) ( $C_2H_2$ ) a iné. Vlastnosti niektorých horľavých plynov sú uvedené v tabuľke 1. Horľavé a výbušné chemické anorganické zlúčeniny v plynnom skupenstve sú napr.: oxid uhoľnatý (CO), sulfán (sírovodík) ( $H_2S$ ) a fosfán (fosforovodík) ( $PH_3$ ).

Medzi horľavé organické zlúčeniny v kvapalnom skupenstve patria nepolárne kvapaliny, ktoré sú nerozpustné vo vode napr.: benzén, toluén, xylény, oktán a iné. Horľavé kvapaliny

**VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017**

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

polárneho charakteru, ktoré sa rozpúšťajú vo vode sú napr.: metanol, etanol, acetón., éter, niektoré estery a iné. Vlastnosti niektorých horľavých kvapalín sú uvedené v tabuľke 1 (Orlíková, Štroch, 1999), (Coneva, 2009).

**Tabuľka 1** Vlastnosti niektorých horľavých organických kvapalín a plynov

**Table 1** Properties of certain flammable organic liquids and gases

Názov horľavej kvapaliny	Chemický vzorec	Hustota (kg.m <sup>-3</sup> )	Bod varu (°C)	Hustota pár (vzduch =1)	Rozpustnosť vo vode	Bod vzplanuta (°C)	Medze (hranice) výbušnosti (obj.%)
<b>Benzén</b>	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	878	80,1	2,7	Ner rozpustný	- 11	1,4 – 7,1
<b>Toluén</b>	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>3</sub>	866	110,0	3,2	Ner rozpustný	4	1,3 – 6,1
<b>p-Xylén</b>	C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	861	138,3	3,7	Ner rozpustný	26	1,1 – 5,6
<b>Metanol</b>	CH <sub>3</sub> OH	719	64,7	1,1	Rozpúšťa sa neobmedzene	8	6,0 -- 34,7
<b>Etanol</b>	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	789	78,4	1,6	Rozpúšťa sa neobmedzene	13	3,6 - 19,0
<b>Propanol</b>	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> OH	804	97,8	2,1	Rozpúšťa sa neobmedzene	23	2,1 – 13,5
<b>Butanol</b>	C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> OH	810	118,0	2,5	Rozpúšťa sa čiastočne	34	1,7 – 12,0
<b>Éter</b>	(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> O	714	34,6	2,5	Rozpúšťa sa čiastočne	- 41	1,7 – 49,0
<b>Etyl-acetát</b>	CH <sub>3</sub> COOC <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	891	77,1	3,0	Rozpustnosť je malá	2	3,5 – 16,8
<b>Amyl-acetát</b>	CH <sub>3</sub> COOC <sub>5</sub> H <sub>11</sub>	880	142,0	4,5	Rozpustnosť je malá	25	1,0 – 7,5
<b>Názov niektorých horľavých a výbušných organických plynných látok a ich vlastnosti</b>							
<b>Metán</b>	CH <sub>4</sub>	0,716	-161.8	0,554	Ner rozpustný	-	5 - 15
<b>Etán</b>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	1,356	- 88,6	1,04	Ner rozpustný	-	2,9 - 15
<b>Etén</b>	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	1,258	- 103,7	0,974	Rozpustnosť je malá	-16	3 - 32
<b>Etín</b>	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	1,173	- 83, 6	0,910	100 ml/100 ml	36	1,5 - 80
<b>Trifluor-etén</b>	C <sub>2</sub> HF <sub>3</sub>	-	- 61	2,83	Ner rozpustný	-	15,3 - 27

Tuhé horľavé organické látky sú najmä: polyaromatické uhľovodíky: naftalen, antracen, fenantren, pyren, koronen, ovalen a vysokomolekulárne karboxylové kyseliny napr.: palmitová, stearová a ďalšie.

Horľavé homogénne zmesi sa vyskytujú vo všetkých troch skupenstvách. V plynnom skupenstve sa vyskytujú prírodné aj technické plynné zmesi, ktoré majú rôzne zloženie horľavých a nehorľavých plynov napr.: zemný plyn (prírodný) a technické plyny napr.: vodný

**VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017**

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

plyn z koksu, generátorový plyn z koksu, koksárenský plyn, vysokopecný plyn a plyn z pyrolýzy ropy, ktoré je možné využiť na chemické syntézy a ako palivo. Zloženie niektorých prírodných a technických plynných zmesí je uvedené v tabuľke 2 (Orlíková, Štroch, 1999), (Coneva, 2009).

**Tabuľka 2 Zloženie niektorých horľavých prírodných a technických plynov**

**Table 2 Composition of some flammable natural and technical gases**

Názov plynu	Zloženie plynu ( obj. %)							
	CO	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	C <sub>n</sub> H <sub>2n</sub> (alkény)	N <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> S	O <sub>2</sub>
Zemný plyn	-	0,2	-	94,0	2,5	3,3	-	-
Vodný plyn z koksu	37,0	6,5	50,0	0,4	-	5,5	0,3	0,2
Generátorový plyn z koksu	27,5	5,5	13,5	0,5	-	52,6	0,2	0,2
Koksárenský plyn	8,0	2,5	52,7	24,0	3,2	9,0	Stopy	0,6
Vysokopecný plyn	25,0	16,5	4,5	-	-	54,0	-	-
Plyn z pyrolýzy ropy	0,8	0,5	14,0	41,5	43,0	0,2	-	-

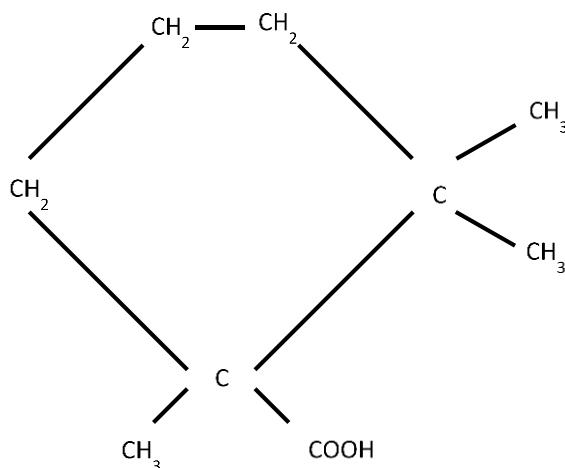
Kvapalné homogénne horľavé zmesi môžu byť (Orlíková a Štroch, 1999), (Coneva, 2009) pravé roztoky a nepravé roztoky.

Medzi pravé roztoky organického pôvodu patria produkty destilácie ropy napr.: rôzne benzíny, petrolej, plynový olej, mazacie oleje a taktiež produkty destilácie dechtu napr.: karbolový olej, prací olej, naftalenový olej, antracénový olej. Medzi pravé roztoky patria aj roztoky etanolu o rôznej koncentrácií, ktoré sa používajú ako surovina a rozpúšťadlo v potravinárskom, kozmetickom, vo farmaceutickom a aj v chemickom priemysle. Horľavosť daných roztokov závisí od ich koncentrácie a stupňa rozpustnosti vo vode. Kvapalný horľavý anorganický pravý roztok je fosfor v sírouhlíku.

K nepravým, horľavým koloidným roztokom patria: vosky, tuky, politúry, pasty a krémy. Aj niektoré roztoky, ktoré sa využívajú na vojenské účely napr.: horľavý koloid NAPALM. Základom pre výrobu sú cyklické karboxylové kyseliny, tzv. nafténové kyseliny ako kamfonanová kyselina, ktorá má nasledovnú štruktúru (obrázok 1) (Orlíková, Štroch, 1999) 1999), (Coneva, 2009).

Ďalšou zložkou pre výrobu horľavého koloidu je kyselina palmitová a jej soli. NAPALM je zmes hlinitých soli nafténových kyselín a palmitovej kyseliny. Zmes je dispergovaná v benzíne, tak aby vznikol 3 až 13 % roztok rôsolovitej konzistencie, ktorým sa plnia zápalné bomby, ručné granáty alebo sa využíva v plameňometoch, kde zmes vyvinie teplotu 800 až 1000 °C.





Obrázok 1 Štruktúra konfonanovej kyseliny

Figure 1 Structure of confonoic acid

Horľavé homogénne zmesi v tuhom skupenstve sú tuhé roztoky, ktoré sú prírodné napr.: zemný vosk (ozokerit), tuhé roztoky vznikajúce pri spracovaní ropy napr.: parafíny, ceresíny, asfalty. Medzi tuhé roztoky patria aj zliatiny kovov napr.: elektrón (90 % Mg, zvyšok Zn a Mn) (Orlíková, Štroch, 1999), (Coneva, 2009).

Niektoré fyzikálno-chemické vlastnosti horľavých látok sú uvedené v tabuľke 1 napr. (Šenovský M. et al, 2004), (Coneva, 2009): hustota, bod (teplota) varu, rozpustnosť vo vode, bod vzplanutia a medze výbušnosti. Hustota ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ) sa vyjadruje ako podiel hmotnosti danej látky k jej objemu (niekedy sa používa pojem merná hmotnosť). **Hustota** závisí na teplote a tlaku, tie sa uvádzajú pri hodnotách hustoty. Tuhé a kvapalné látky majú jednotku hustoty ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ) pri teplote  $20^\circ\text{C}$  a plyny pri teplote  $0^\circ\text{C}$  ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ). **Bod varu ( $^\circ\text{C}$ )** je teplota, pri ktorej nastupuje fázová premena látky z kvapalného do plynného stavu pri normálnom tlaku 101,325 kPa. Pri tejto teplote tlak nasýtených pár danej látky sa rovná tlaku okolitého prostredia. Znižovaním tlaku sa bod varu znižuje. Všeobecne platí, čím má horľavá kvapalina nižší bod varu, tým je pravdepodobnejší vznik horľavej a výbušnej zmesi. **Rozpustnosť vo vode ( $\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ )** vyjadruje množstvo látky, ktoré sa rozpustí v jednotkovom objeme vody (pri kvapalinách sa uvádza pojem miešateľnosť). Táto vlastnosť má význam v prevencii požiarnej ochrany a pri voľbe vhodnej hasiacej látky. Horľavá kvapalina, ktorá je dokonale rozpustná vo vode (rozpúšťa sa neobmedzene) vytvára nad hladinou nižšiu koncentráciu horľavých pár ako čistá horľavá kvapalina, ktorá sa rozpúšťa vo vode len čiastočne. **Bod (teplota) vzplanutia ( $^\circ\text{C}$ )** je najnižšia teplota, pri ktorej sa zo zahrievanej vzorky horľavej látky pri normálnom tlaku uvoľní také množstvo horľavých pár, že tieto v zmesi so vzduchom, pri daných skúšobných podmienkach, po priblížení presne definovaného otvoreného plamienka, na krátku dobu vzplanú a následne zhasnú, ďalej nehoria. Pri teplotách nižších ako je bod vzplanutia nie je možné vzplanutie (zapálenie, plameňové horenie), pretože tlak par horľavej látky je príliš malý, aby sa vytvorila zápalná horľavá zmes pár so vzduchom. Bod vzplanutia je charakteristika na základe, ktorej sa horľavé kvapaliny zadeľujú do príslušných tried nebezpečnosti.







**Koncentračné medze výbušnosti** sú koncentračné hranice výbušnosti, ktoré udávajú rozsah koncentrácie horľavej látky najčastejšie v zmesi so vzduchom, pri ktorej dochádza po iniciácií k horeniu alebo k výbuchu. Medze výbušnosti sú hraničné koncentrácie (v obj. %, pre plyny a pary horľavých kvapalín alebo v g.m<sup>-3</sup>, pre prachy a prašné hybridné zmesi, v atmosfére vzduchu pri normálnom tlaku), ohraničujúce oblasť výbušnosti, označujú sa ako dolná (najnižšia koncentrácia napr.: horľavého plynu) a horná (najvyššia koncentrácia napr.: horľavého plynu) medza výbušnosti. Čím je väčšia oblasť výbušnosti, tzv. rozsah medzi dolnou a hornou medzou výbušnosti, tým je látka nebezpečnejšia. Všeobecne platí, že zvýšením teploty a tlaku sa znižuje dolná a zvyšuje horná medza výbušnosti, to znamená, že oblasť výbušnosti sa rozširuje, zväčšuje (Šenovský M. et al, 2004), (Coneva, 2009).

#### 4. Delenie horľavých látok a materiálov na základe technickej praxe

Väčšina európskych krajín na základe druhu a vlastností horľavých látok a materiálov ich zadeľuje do príslušných „Tried požiarov“. **Triedy požiarov** sú uvedené v tabuľke 3 (Orlíková, Štroch, 1999), (Coneva, 2009).

Tabuľka 3 Triedy požiarov

Table 3 Fire classes

Trieda požiaru	Charakteristika požiaru	Horľavá látka
	Požiare horľavých látok v tuhom (pevnom) skupenstve, tlejúce a horiace plameňom. Zvyčajne sú organického pôvodu, pri horení majú sklon k žeraveniu.	uhlie, drevo, papier, seno, slama, textil a iné
	POŽIARE HORĽAVÝCH LÁTOK V KVAPALNOM SKUPENSTVE ALEBO SKVAPALNENÝCH PEVNÝCH LÁTOK, KTORÉ HORIA PLAMEŇOM.	ropa a ropné produkty, decht, organické riedidlá, farby, laky, tuky, živice, sírouhlík a iné
	Požiare horľavých látok v plynnom skupenstve horiace plameňom.	acetylén, vodík, metán, propán-bután, oxid uhoľnatý, zemný plyn, koksarenský plyn, vysokopecný plyn a iné
	Požiare horľavých kovov a ich zliatin.	horčík, hliník, sodík, draslík, oxidy uránu a tória, zliatina elektrón a iné
	Požiare elektrických zariadení.	horľavé látky všetkých tried požiarov v spojení s elektrickým prúdom.
	Požiare rastlinných alebo živočíšnych olejov a tukov používaných v kuchynských spotrebičoch a veľkokapacitných zariadeniach.	rastlinné a živočíšne oleje a tuky

Správne určenie triedy požiaru (požiarnej triedy) a druhu horľavej látky a materiálu napomáha pri efektívnom výbere vhodnej hasiacej látky určenej na hasenie konkrétneho požiaru. V krajinách EÚ nie je klasifikovaná trieda požiaru elektrických zariadení, nie je vydelená ako samostatná trieda s príslušným označením. V prípade požiaru elektrických zariadení sa najskôr odstaví elektrický prúd a následne je možné pokračovať v hasení podľa zásad ostatných tried požiarov, v závislosti od druhu horľavej látky. Piktogramy v tabuľke 3 – ide o grafické vyobrazenie na hasiacich prístrojoch určených na hasenie príslušnej triedy požiaru (Orlíková, Štroch, 1999), (Coneva, 2009).

#### **4.1. Triedy reakcie na oheň stavebných výrobkov**

Pri požari často nehoria chemické prvky a zlúčeniny, ale homogénne a aj heterogénne látky, materiály a ich zmesi. Dôležitým parametrom pri chemickej reakcii horenia je parameter horľavosť látky, ktorý sa pri tuhých látkach nahrádza pojmom reakcia materiálu na oheň. Vývoj a používanie nových stavebných materiálov na báze plastov a kompozitných materiálov vyvolal potrebu prehodnotenia klasifikácie stavebných látok a materiálov, prejsť zo stupňa horľavosti na triedu reakcie na oheň. Reakcia na oheň je základnou požiarou charakteristikou európskeho hodnotiaceho a klasifikačného systému stavebných výrobkov a materiálov na ich zaradenie do tried, ktoré vyjadrujú možný príspevok stavebného výrobku alebo materiálu k rozvoju požiaru v jeho počiatočných fázach za definovaných podmienok pri dokonalom spaľovaní (pri dostatočnom prístupe kyslíka). Reakcia na oheň sa nevzťahuje na stavebné materiály a látky, ale na stavebné výrobky. Európsky klasifikačný systém stanovuje sedem tried A1, A2, B, C, D, E a F (pre podlahové krytiny sa pridáva index fl = flooring). Triedy reakcie na oheň stavebných výrobkov okrem podlahových krytín (STN EN 13501-1+A1, 2010) a ich rozdelenie podľa Vyhlášky č.94/2004 Z.z. sú uvedené v tabuľke 4 (STN EN 13501-1+A1, 2010), (Vyhláška č.94/2004 Z.z.). Podľa STN EN 13501-1 sa stavebné výrobky klasifikujú a zaraďujú do príslušných tried reakcie na oheň.

**Tabuľka 4** Triedy reakcie na oheň stavebných výrobkov

**Table 4** Classes of reaction to fire of construction products

Trieda reakcie na oheň	Rozdelenie podľa Vyhlášky č.94/2004 Z.z.
A1	nehorľavé
A2	
B	horľavé
C	
D	
E	
F	

**Trieda A1:** Výrobky zaradené do tejto triedy nebudú prispievať k požiaru v žiadnom jeho štádiu. Nehorľavými materiálmi triedy A1, bez doplňujúcich normovaných skúšok, sú anorganické stavebné výrobky a materiály bez obmedzenia na použitie v stavebnej konštrukcii napr.: tehly, mramor, pieskovec, žula. **Trieda A2:** Výrobky zaradené do tejto triedy nebudú za

podmienok plne rozvinutého požiaru významne prispievať k ďalšiemu rozvoju požiaru. Ide o nasledovné stavebné výrobky napr.: dosky z anorganických hmôt s organickým plnivom a spojivom, dosky z anorganických hmôt s povrchovou úpravou -sadrokartónové dosky. Trieda B: Výrobky vyhovujú kritériám pre triedu C, ale s prísnejšími požiadavkami. Ide o nasledovné stavebné výrobky napr.: listnaté drevo – buk a dub, dosky z vrstveného dreva. Trieda C: Výrobky vyhovujú kritériám pre triedu D, ale pri tepelnom pôsobení jednotlivého horiaceho predmetu vykazujú obmedzené šírenie plameňa. Trieda D: Výrobky vyhovujú kritériám pre triedu E, sú schopné odolávať pôsobeniu malého plameňa počas dlhšieho časového intervalu, bez významného rozšírenia plameňa. Dané výrobky sú schopné odolávať pôsobeniu tepla od jednotlivého horiaceho predmetu, pričom dochádza k podstatnému spomaleniu a obmedzeniu uvoľňovania tepla. Pre triedy C a D ide o nasledovné stavebné výrobky napr.: ihličnaté drevo – smrek, borovica, drevovláknité dosky. Trieda E: Výrobky sú schopné odolávať pôsobeniu malého plameňa počas krátkeho časového intervalu bez významného rozšírenia plameňa. Trieda F: Výrobky, ktoré nie je možné zaradiť do žiadnej z predchádzajúcich tried. Trieda F je bez definície požiadaviek, to znamená, že všetky výrobky, ktoré nespĺnili požiadavky pre triedu E alebo neboli skúšané, môžu byť klasifikované iba ako trieda F. Pre triedy E a F ide o nasledovné stavebné výrobky napr.: dosky z rastlinných hmôt, polystyrén, polymetylmakrylát, polyuretán, podlahoviny z textílie a plastov (STN EN 13501-1+A1, 2010), (Rastocký,2004), (Kvarčák, 2005), (Ďurica, 2010).

**Pre triedy A2, B, C a D** sa ku triede reakcie na oheň pridáva **doplnková klasifikácia**, ktorá charakterizuje stavebný výrobok z hľadiska (STN EN 13501-1+A1, 2010), (Rastocký,2004), (Ďurica, 2010):

1) odpadávania alebo odkvapkávania horiacich častí alebo kvapiek. Označovanie a význam klasifikácie:

- d0 – nedochádza k spomínanému javu,
- d1 – nevyskytujú sa žiadne horiace časti alebo kvapky po uplynutí 10 s od ich oddelenia od vzorky,
- d2 – výrobok nespĺňa požiadavky pre klasifikáciu d0 alebo d1.

2) tvorby dymu. Táto doplnková klasifikácia sa označuje s1, s2 alebo s3 a zaradenie výrobku sa vykonáva na základe zistených parametrov podľa nameraných údajov normovanej skúšky.

#### 4.2. Triedy nebezpečnosti horľavých kvapalín

Pri požiaroch a chemických reakciách horenia kvapalných horľavých látok a zmesí sa používa pojem trieda nebezpečnosti, ktorý vyjadruje horľavosť príslušnej kvapalnej látky. Horľavé kvapaliny sa do príslušnej triedy nebezpečnosti zaraďujú na základe stanovenia bodu vzplanutia. V tabuľke 5 sú uvedené „**Triedy nebezpečnosti horľavých kvapalín**“ (Orlíková, Štroch, 1999), (Šenovský M. et al, 2004), (Kvarčák, 2005), (Coneva, 2009). Vzplanutie nastáva, keď horľavý súbor je iniciovaný otvoreným zdrojom iniciácie – energetickým zdrojom (napr.: plameň, iskra).

Tabuľka 5 Triedy nebezpečnosti horľavých kvapalín

Table 5 Hazard Classes of Flammable Liquids

Trieda nebezpečnosti	Bod vzplanutia (°C)	Príklady horľavých kvapalín
I.	do 21	ľahlý benzín, benzínové čističe škvŕn, éter, etylacetát, nitrolaky a iné
II.	nad 21 a do 55	ťažký benzín, petrolej, terpentínový olej, autobalzamy, tekuté vosky a iné
III.	nad 55 a do 100	cyklohexanol, autopoliš, pohonné oleje a iné
IV.	nad 100 a do 250	butylester, ľanová fermež, ľanový olej, leštiace pasty, kozmetické oleje a iné

**Bod (teplota) vzplanutia kvapaliny (°C)** je najnižšia teplota kvapalnej látky (pri normálnom tlaku 101,325 kPa), pri ktorej sa uvoľní zo zahrievanej vzorky, nad jej hladinou toľko pár, že vzniknutá zmes pár so vzduchom pri daných podmienkach skúšky, po priblížení skúšobného plamienka, vzplanie a opäť zhasne (Orlíková, Štroch, 1999), (Šenovský M. et al, 2004), (Kvarčák, 2005), (Coneva, 2009), (Oravec, 2011).

**Bod horenia (°C)** je najnižšia teplota horľavej látky, pri ktorej zahrievaná skúšobná vzorka v predpísanom prístroji, za predpísaných podmienok, vyvinie toľko pár, že ich zmes so vzduchom, ktorá sa vytvorí, po priblížení skúšobného plamienka vzplanie a po jeho oddialení horí nepretržite minimálne po dobu 5-tich sekúnd (Orlíková, Štroch, 1999), (Coneva, 2009), (Šenovský M. et al, 2004), (Kvarčák, 2005), (Oravec, 2011).

V praxi je vzplanutie najviac sa vyskytujúci druh zapálenia, a preto bod vzplanutia je najdôležitejšia požiarnotechnická charakteristika horľavých kvapalín. Podľa druhu kvapaliny sa triedy nebezpečnosti stanovujú v otvorenom, alebo uzatvorenom kéličku (nádobke). Všeobecne hodnoty bodu vzplanutia namerané v otvorenom kéličku sú vyššie, ako v uzatvorenom. Rozdiel pri vyšších teplotách môže byť od cca 5 až do 20 °C. Z hodnoty teploty vzplanutia a tlaku pár sa dá stanoviť dolná medza výbušnosti. Pri látkach, ktoré sa za bežných podmienok vyskytujú ako plyny, sa teplota vzplanutia neudáva, lebo sa bežne nestanovuje, ich hodnota leží hlboko pod 0 °C. Zahrievaním kvapaliny nad bod vzplanutia sa zvyšuje rýchlosť jej vyparovania a od určitej teploty sa rýchlosť vyparovania vyrovná rýchlosti horenia, alebo ho môže aj prevýšiť. Po zapálení takejto zmesi dochádza k trvalému horeniu. Tento stav sa v praxi určuje stanovením bodu horenia kvapaliny (Orlíková, Štroch, 1999), (Šenovský M. et al, 2004), (Kvarčák, 2005), (Coneva, 2009), (Oravec, 2011).

#### 4.3. Teplotné triedy horľavých látok

Teplota vznietenia slúži ako kritérium na zatriedenie horľavých plynov a pár horľavých kvapalín do príslušných teplotných tried. V tabuľke 6 sú uvedené teplotné triedy niektorých horľavých plynov a pár horľavých kvapalín (Orlíková, Štroch, 1999), (Šenovský M. et al, 2004), (Kvarčák, 2005), (Coneva, 2009), (Oravec, 2011).

**VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017**

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

**Tabuľka 6 Teplotné triedy horľavých plynov a pár horľavých kvapalín**

**Table 6 Flammable gas temperature classes and a pair of flammable liquids**

Teplotná trieda	Teplota vznietenia (°C)	Príklady zatriedenia horľavých látok	
		Kvapalina Plyn	Teplota vznietenia (°C)
<b>T1</b>	<b>nad 450</b>	acetón, benzén vodík, metán	465, 562 510, 537
<b>T2</b>	<b>nad 300 do 450</b>	etanol, butanol bután, acetylén	425, 408 405, 305
<b>T3</b>	<b>nad 200 do 300</b>	n- heptán, oktán sírovodík	223, 220 246
<b>T4</b>	<b>nad 135 do 200</b>	acetaldehyd, dietyléter fosfán	140, 164 149
<b>T5</b>	<b>nad 100 do 135</b>	hydrazín, dilauroylperoxid -	132, 112 -
<b>T6</b>	<b>nad 85 do 100</b>	sírouhlík, etylnitrit -	90, 90 -

**Teplota vznietenia** je najnižšia teplota horúceho povrchu, pri ktorej sa zmes pár, alebo plynov danej látky so vzduchom za predpísaných skúšobných podmienok, sama, bez iniciácie vznieti, pri použití normalizovaného zariadenia. Vznietením sa označuje začiatok chemickej reakcie zmesí plynov a pár so vzduchom, kedy sa objaví otvorení plameň. Pri stanovení teploty vznietenia sa vznietenie vyvoláva len pôsobením tepla a nie otvoreným plameňom alebo iskrou. Zdrojom vznietenia môžu byť aj chyby na elektrických rozvodoch, horúce povrchy technologických zariadení, strojov a ich častí, napr.: tepelné výmenníky a iné. V literatúre sa často stretávame s odlišnými hodnotami teploty vznietenia najmä pri prírodných a technických plynov (plynných zmesí), technických kvapalín, ale aj tuhých látok, ktoré sa často udávajú ako interval teplôt. Najčastejšou príčinou je použitie rôznych skúšobných zariadení, skúšobných postupov, rozdielna kvalita skúšaných vzoriek identických látok, rôzne vlastnosti (chemické vlastnosti, veľkosť aktívneho povrchu a iné) a rôzne metódy ich spracovania (Orlíková, Štroch, 1999), (Šenovský M. et al, 2004), (Kvarčák, 2005), (Coneva, 2009), (Oravec, 2011).

## 5. Záver

Procesy horenia sú súčasťou každého požiaru. Poznanie procesov horenia a vlastností horľavých látok napomáha zlepšovať prevenciu prijatých bezpečnostných opatrení, zvyšovať úroveň ochrany pred požiarom, a tým predchádzať možnému vzniku požiarov. Každý požiar je nutné hasiť vhodnými hasiacimi látkami, tak, aby bol včas lokalizovaný aj likvidovaný, pokiaľ možno bez strát na životoch, zdraví, majetku a na životnom prostredí. Príspevok definuje proces horenia, požiar a horľavú látku. Horľavé látky sa delia podľa viacerých kritérií napr.: pôvodu, fyzikálnych a chemických vlastností, požiaro-technických charakteristík a podľa požiadaviek technickej praxe. Horľavé látky a materiály sa na základe technickej praxe, druhu

a ich vlastností zadeľujú do tried požiarov. Stavebné výrobky a materiály sa zaraďujú do príslušných tried reakcie na oheň (skúma sa ich horľavosť), pričom sa stanovuje možný príspevok stavebného výrobku alebo materiálu k rozvoju požiaru v jeho počiatkových fázach za normovaných podmienok. Horľavé kvapaliny sa klasifikujú do príslušných tried nebezpečnosti na základe stanovenia požiaro-technickej charakteristiky bodu vzplanutia. Horľavé látky rôzneho skupenstva sa začleňujú do teplotných tried na báze požiaro-technického parametra teploty vznietenia. Stanovovanie požiaro-technických parametrov je významné: pri skúmaní horľavosti horľavých látok, materiálov a výrobkov, pre poznanie procesov horenia a požiarov.

### Zoznam bibliografických odkazov

Orlíková K, Štroch P. Chémie procesov hoření. Edícia SPBI, VŠB-TU Ostrava, 1999, ISBN 80-86111-39-3

Balog K., Kvarčák M. Dynamika požáru. 1. vyd. Ostrava: Edice SPB Spektrum, sv.22, 1999. ISBN 80-86111-44-X

Balog K. Samovznietenie. 1. vyd. Ostrava: Edice SPBI Spektrum, 1999. ISBN 80-86111-45-8

Šenovský M., Balog K., Kvarčák M., Bebčák P., Netopilová M., Bradáčová I., Prokop P.

Základy požárního inženýrství. 1. vyd. Ostrava: Edice SPBI Spektrum, sv. 38, 2004, ISBN 80-86634-50-7

Kvarčák M. Základy požární ochrany. 1. vyd. Ostrava : Edice SPBI Spektrum, sv.44, 2005. ISBN 80-86634-655

Coneva I. Nebezpečnosti vzniku požiaru pri výrobe produktov na báze celulózy [dizertačná práca: elektronický zdroj -CD] / Iveta Coneva; školiteľ Katěřina Orlíková.- VŠB – TU Ostrava, ČR, FBI, KPO; študijný odbor: Požární ochrana a bezpečnost průmyslu, doktorský študijný program: Požární ochrana a bezpečnost; obháj. 03.03.2009. - Ostrava : [s.n.], 2008. - 158 s. : obr., tab. + Autoref. 34 s.

STN EN 1127-1:2001: Výbušné atmosféry. Prevencia a ochrana proti účinkom výbuchu. Časť 1: Základné pojmy a metodika

STN EN 13501-1: 2010: Klasifikácia požiarnych charakteristík stavebných výrobkov a prvkov stavieb. Časť 1: Klasifikácia využívajúca údaje zo skúšok reakcie na oheň

Rástocký Š. Požiarne bezpečnosť stavebných výrobkov v predpisoch Slovenskej republiky. In: Požární bezpečnost stavebních objektů 2004, medzinárodná konferencia. Ostrava: VŠB – TU, 2004, s. 43 – s. 49. ISBN 80-86634-35-3.

Vyhláška MV SR 94/2004 Z.z., ktorou sa ustanovujú technické požiadavky na protipožiarne bezpečnosť pri výstavbe a pri užívaní stavieb.

Đurica T. Horľavosť stavebných materiálov. In: Stavebné hmoty č.4-5/2010, VŠ BM Košice

Oravec M. Manažérstvo priemyselných havárií. 1. vyd. E-skriptá, Vydal ICV TU Košice: Nová Lesná, 2011, ISBN 978-80-553-0727-5

## HISTORICKÉ PREDPISY O HORĽAVÝCH KVAPALINÁCH NA ÚZEMÍ SLOVENSKA

## HISTORICAL REGULATIONS OF FLAMMABLE LIQUIDS ON SLOVAK TERRITORY

Ján DEKÁNEK

Cognitio, s.r.o., Rubínová 3166/18, 900 25 Chorvátsky Grob, Slovenská republika, +421 905  
346602, [dekanek@cognitiosro.sk](mailto:dekanek@cognitiosro.sk)

### Abstrakt

Príspevok sa zaoberá históriou právnych a technických predpisov, v ktorých sa rieši problematika dopravy, skladovania a ukladania minerálnych olejov, respektíve horľavých kvapalín. Najstarším predpisom s touto problematikou je nariadenie maďarského kráľovského ministerstva vnútra z r. 1870. Po vzniku Československej republiky v r. 1918 nastalo niekoľko zlomových období, kedy sa principiálne zmenil prístup k problematike horľavých kvapalín, a to v rokoch 1925, 1951, 1962 a 1982.

**Kľúčové slová:** horľavá kvapalina, minerálny olej

### Abstract

The contribution describes the history of legal and technical regulations dealing with transport, storage and deposit of mineral oils and flammable liquids. The Hungarian Royal Ministry of Interior's Regulation issued in 1870 is the oldest regulation on this topic. There were several crucial periods after the establishment of the Czechoslovak Republic in 1918. Approach to the flammable liquids change fundamentally in 1925, 1951, 1962 and 1982.

**Keywords:** flammable liquid, mineral oil

## 1. Úvod

Tento príspevok predstavuje najstaršie známe právne a technické predpisy na území Slovenska, ktoré sa zaoberajú minerálnymi olejmi. Z časového hľadiska je zmapované obdobie Uhorska (1870, 1906), 1. Československej republiky (1925, 1928), povojnové obdobie (1952, 1953), obdobie ČSSR (1962, 1970, 1982) a postsocialistické obdobie (1992, 1999, 2002 a 2004).



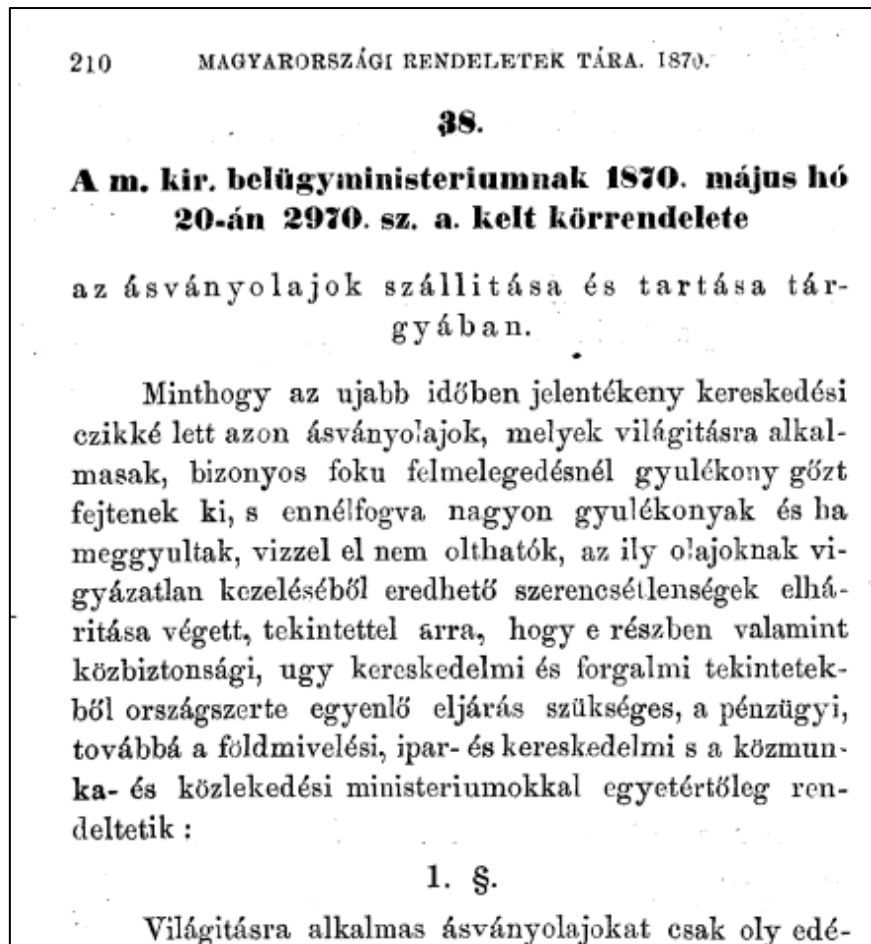
## 2. Analýza právnych predpisov

Príspevok mapuje obsah skúmaných právnych a technických predpisov. Rámcovo popisuje oblasti, ktorými sa skúmané predpisy zaoberajú. Väčšia pozornosť je venovaná vývoju prístupu k bodu vzplanutia od r. 1870 až po súčasnosť. V období Uhorska boli mapované právne predpisy v elektronickej zbierke predpisov (Rendeletek tára) [1].

## 3. Časové obdobia

### 3.1. 1870

Najstarším známym predpisom skúmanej oblasti je Nariadenie maďarského kráľovského ministerstva vnútra z 20. mája 1870 č. 2970 o doprave a skladovaní minerálnych olejov uverejnené v zbierke predpisov ročník 1870 pod č. 38 (R.T. 1870/38) [2]. Úvodná strana tohto nariadenia je na obrázku 1:



Obrázok 7 Prvá strana nariadenia maďarského kráľovského ministerstva vnútra č. 2970 z r. 1870

Figure 1 Title-page of the Hungarian Royal Ministry of Interior's regulation No. 2970, issued in 1870

Nariadenie sa zaoberá minerálnymi olejmi na svietenie a na kúrenie. Minerálne oleje na svietenie (petroleje) sa delia na ľahšie a ťažšie. Uvedené rozdelenie minerálnych olejov nie je nijako kvantifikované.

Nariadenie určuje podmienky pre:

- dopravu po železnici, cestách, riekach, prieplavoch a po mori
- ukladanie v budovách, a to aj v obytných budovách
- vybavenie obchodov s minerálnymi olejmi na svietenie
- hasenie (napr. zákaz hasenia vodou)
- ošetrovanie popálenín
- atď.

Prepravné nádoby musia byť podľa tohto nariadenia uzavreté a označené červeným nezmazateľným nápisom „tüzveszélyes“ (horľavý).

Na svietenie sa mohol predávať a používať len minerálny olej (petrolej), ktorý „sa musí ohriať na 30 °Re, aby sa zapálil a ďalej horel.“ (30 °Re = 37,5 °C).

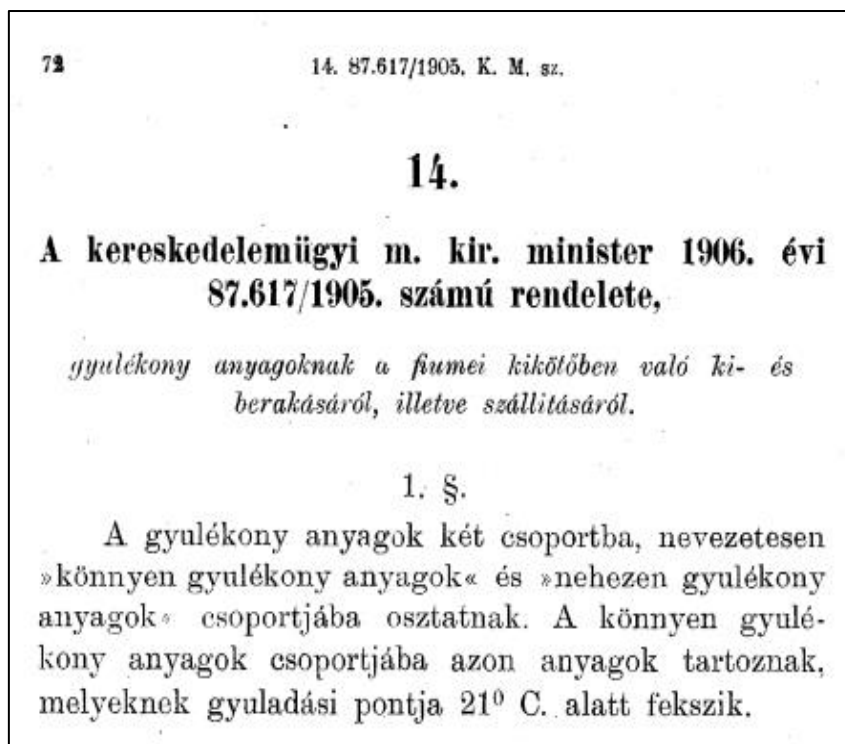
K tomuto nariadeniu vyšla v r. 1894 novela: Nariadenie kráľovského ministerstva vnútra č. 39.215 (R.T. 1894/117) z 24.5.1894, ktorou sa hranica 30 °Re zmenila na 21 °C [3].

### **3.2. 1870 - 1918**

V období rokov 1870 až 1918 vyšli v ústrednej zbierke predpisov [1] desiatky nariadení rôznych uhorských ministerstiev (obrany, financií, dopravy, vnútra, poľnohospodárstva, priemyslu, obchodu), v ktorých sa vyskytujú horľavé kvapaliny. Tieto nariadenia sa však zaoberajú problematikou cien, cla, farmácie, školstva, výskumu a pod. V týchto nariadeniach sa nevyskytuje žiadna klasifikácia minerálnych olejov.

### **3.3. 1906**

13. januára 1906 vydalo maďarské kráľovské ministerstvo obchodu dve nariadenia pre prístavy v meste Fiume (dnes Rijeka). Nariadenie č. 87.617/1905 [4] obsahovalo predpisy pre nakladanie a prepravu horľavých látok. Nariadenie č. 87.618/1905 [5] obsahovalo predpisy pre prístavy a priestory s minerálnymi olejmi. Úvodná strana nariadenia č. 87.617/1905 je na obrázku 2:



Obrázok 2 Prvá strana nariadenia maďarského kráľovského ministra vnútra č. 87.617/1905 z r. 1906

Figure 2 Title-page of the Hungarian Royal Minister of Interior's regulation No. 87.617/1905, issued in 1906

Minerálne oleje a výrobky z nich sa v týchto dvoch nariadeniach delia na dve skupiny:

- **ľahko zápalné látky**, ktoré majú bod vzplanutia do 21 °C.
- **ťažko zápalné látky**, ktoré majú bod vzplanutia  $\geq 21$  °C.

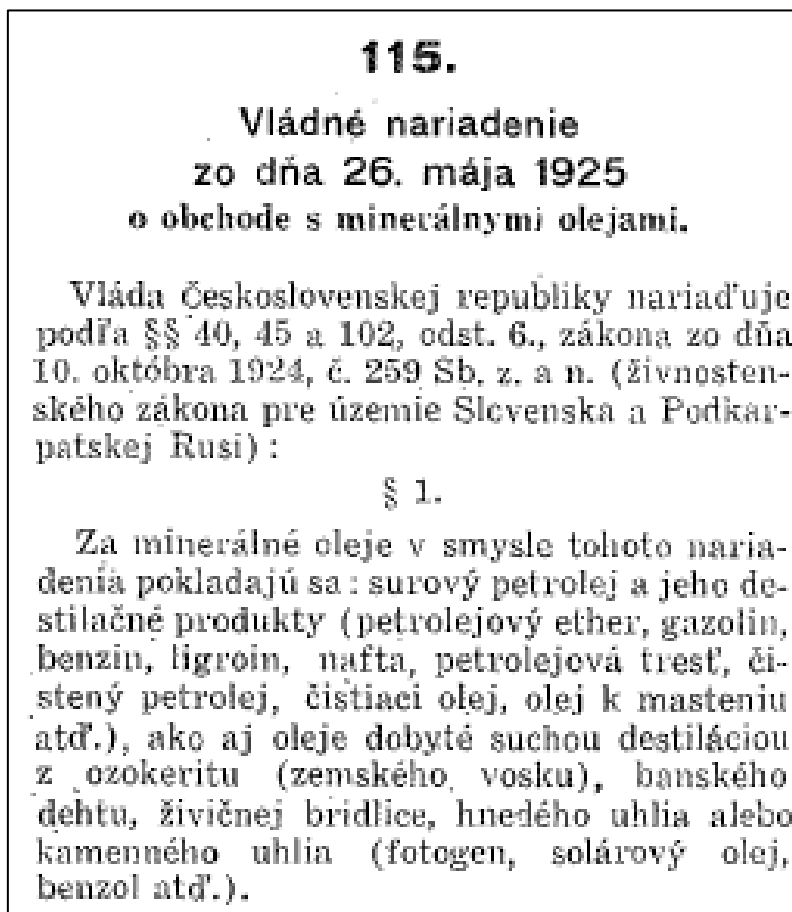
Predmetom nariadení sú:

- ľahko zápalné látky sa môžu vykladať len v určenom prístave
- ťažko zápalné látky sa môžu vykladať len so zvláštnym povolením
- Podmienky vplávania a kotvenia lodí a tankerov
- Podmienky nakladania a vykladania
- Zákaz fajčenia
- Opustenie prístavu po naložení
- Bezpečnostné podmienky
- Bezpečné lokomotívy v prístavoch
- Kontrola olejov Abelovým prístrojom
- atď.

### 3.4. Obdobie po r. 1918

Vznik Československej republiky priniesol problémy s aplikáciou dovtedajšieho práva, pretože na území Čiech, Moravy a Sliezska platilo ríšske zákonodarstvo a na území Slovenska platilo maďarské zákonodarstvo. Napriek tomu, že na celom území vtedajšej ČSR malo platiť ríšske (c. a k.) zákonodarstvo, zrejme prax bola iná, pretože 26. mája 1925 vydala vláda pre

územie Slovenska a Podkarpatskej Rusi nariadenie č. 115/1925 [6] o obchode s minerálnymi olejmi, ktoré bolo takmer doslovným slovenským prekladom c. a k. ríšskeho ministerského nariadenia č. 12 zo dňa 23. januára 1901 o obchode s olejmi minerálnymi [7], ktoré v Čechách stále platilo. Úvodná strana vládneho nariadenia č. 115/1925 je na obrázku 3:



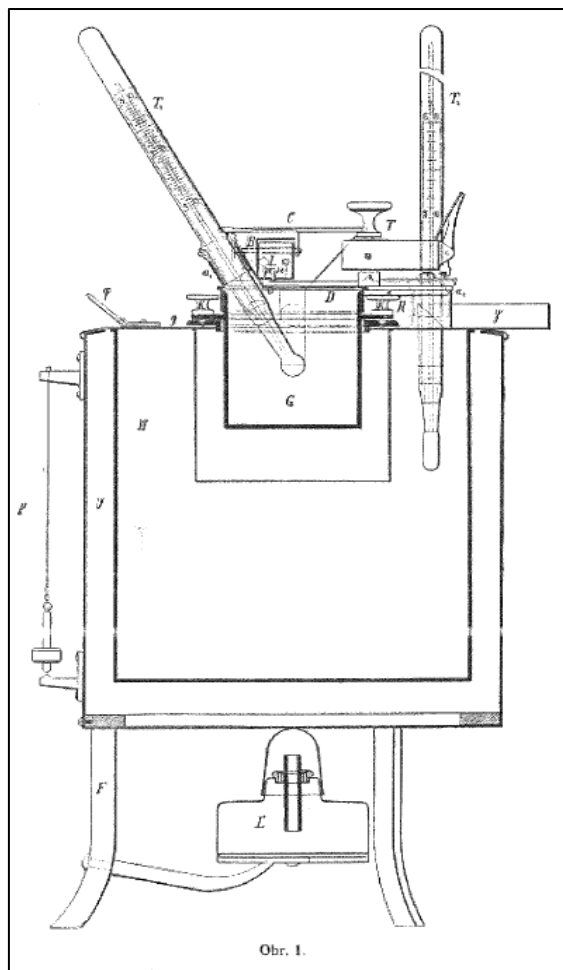
Obrázok 3 Prvá strana Vládneho nariadenia č. 115/1925

Figure 3 Title-page of Czechoslovak Government's regulation No. 115/1925

Rozdelenie minerálnych olejov podľa vládneho nariadenia č. 115/1925:

- **Prvá trieda** – minerálne oleje, ktoré pri tlaku vzduchu 760 mm pri zahriatí na menej ako 21 °C vydávajú zápalné pary.
- **Druhá trieda** – všetky ostatné minerálne oleje.

Na meranie zápalnosti pár sa používal Abelov prístroj, vyhotovený podľa zobrazenia priamo v nariadení – pozri obrázok 4:



Obrázok 4 Abelov prístroj na testovanie zápalnosti minerálnych olejov z Vládneho nariadenia č. 115/1925

Figure 4 Abel's apparatus for testing flammability of mineral oils mentioned in Government's regulation No. 115/1925

Na ciachovanie Abelových prístrojov boli Československým ústredným inšpektorátom pre službu ciachovaciú určení ciachovací inšpektori.

Nariadenie upravovalo podmienky pre:

- dopravu po železnici, cestách a riekach
- umiestnenie skladov (stacionárne nádrže aj prepravné obaly)
- výrobné
- prevádzky
- obchody
- ukladanie minerálnych olejov.

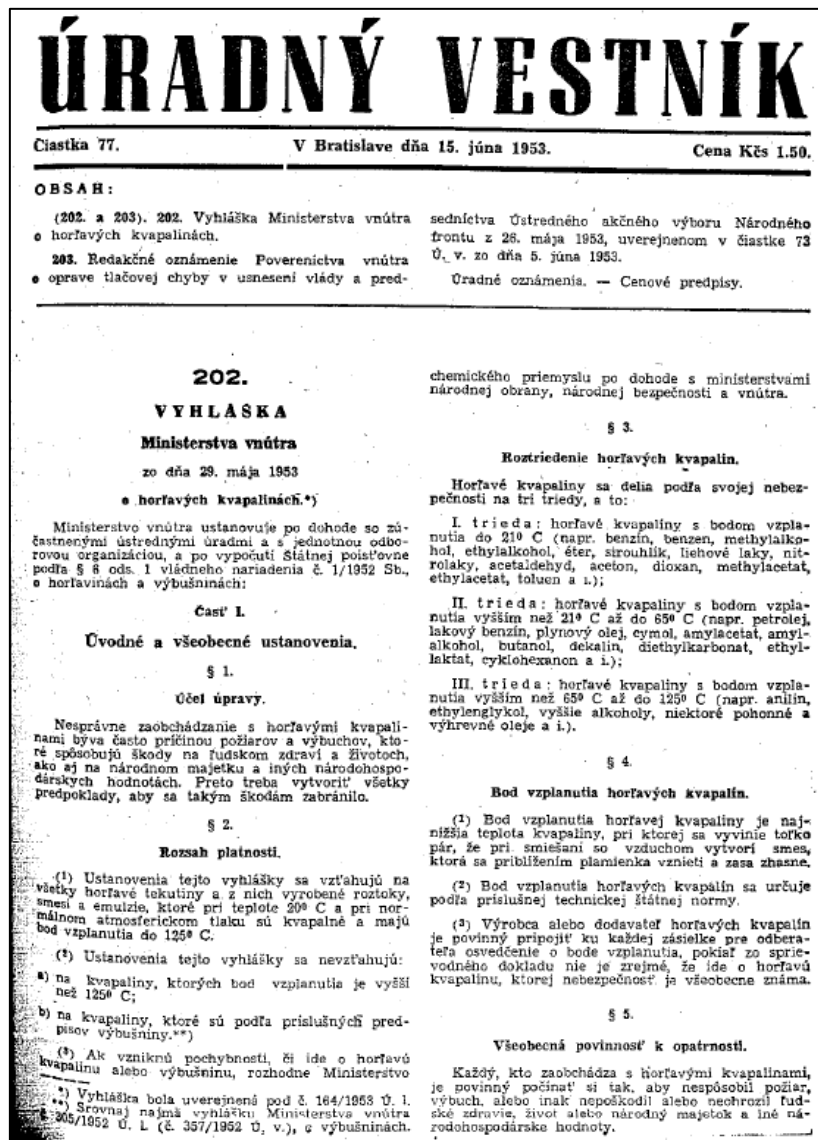
V niektorých prípadoch udávalo najvyššie dovolené množstvá minerálnych olejov prvej a druhej triedy, a to v kilogramoch.

K nariadeniu č. 115/1925 vydalo ministerstvo obchodu prevádzací (= vykonávací) výnos č. 49.784/27 zo dňa 18.12.1928 [8], v ktorom boli do podrobností rozpracované požiadavky § 17 a nasl. o skladovaní minerálnych olejov.

### 3.5. 1952 - 1962

Ministerské c. a k. nariadenie č. 12/1901 a vládne nariadenie č. 115/1925 platili až do r. 1952, kedy boli zrušené vládny nariadením č. 1 zo dňa 8. 1. 1952 o horľavinách a výbušninách [10]. Toto nariadenie iba rámcovo vymedzovalo problematiku a na konkrétne riešenie splnomocňovalo príslušné ministerstvá, ktoré mali vydať vykonávacie predpisy.

Pre oblasť horľavých kvapalín bolo splnomocnené ministerstvo vnútra, ktoré 29. mája 1953 vydalo vyhlášku č. 164/1953 o horľavých kvapalinách [11]. Vyhláška bola vydaná aj v slovenskom jazyku v úradnom vestníku pod číslom 202/1953 [12]. Titulná strana tejto slovenskej verzie je na obrázku 5:



Obrázok 5 Vyhláška Ministerstva vnútra č. 202/1953 o horľavých kvapalinách

Figure 5 Ministerium of interior's notice No. 202/1953 about flammable liquids

Touto vyhláškou sa zásadne zmenila kategorizácia horľavých kvapalín nasledovne:

## VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

**Horľavé kvapaliny** sú všetky horľavé tekutiny a z nich vyrobené roztoky, zmesi a emulzie, ktoré pri teplote 20 °C a pri normálnom atmosférickom tlaku sú kvapalné a majú bod vzplanutia do 125 °C.

**I. trieda** - bod vzplanutia do 21 °C (benzín, benzén, etylalkohol, éter, sirouhlík, nitrolaky, acetón, toluén, ....)

**II. trieda** – bod vzplanutia nad 21 °C do 65 °C (petrolej, lakový benzín, plynový olej, amylalkohol, butanol, ...)

**III. trieda** – bod vzplanutia nad 65 °C do 125 °C (anilín, vyššie alkoholy, niektoré pohonné a výhrevné oleje.

Predmetom vyhlášky sú:

- výrobné,
- prevádzkarne,
- skladovanie
- miesta na ukladanie
- preprava
- bezpečnosť prevádzky
- lakovne a farbiarne
- sušiarne a vypaľovacie komory
- skúšobne výbušných motorov
- prevádzkarne s vykurovacím olejom
- dielne na opravu motorových vozidiel
- pouličné čerpace stanice.

Okrem toho má vyhláška rozsiahlu prílohu, v ktorej sú uvedené konkrétne technické požiadavky na stavby a zariadenia s horľavými kvapalinami.

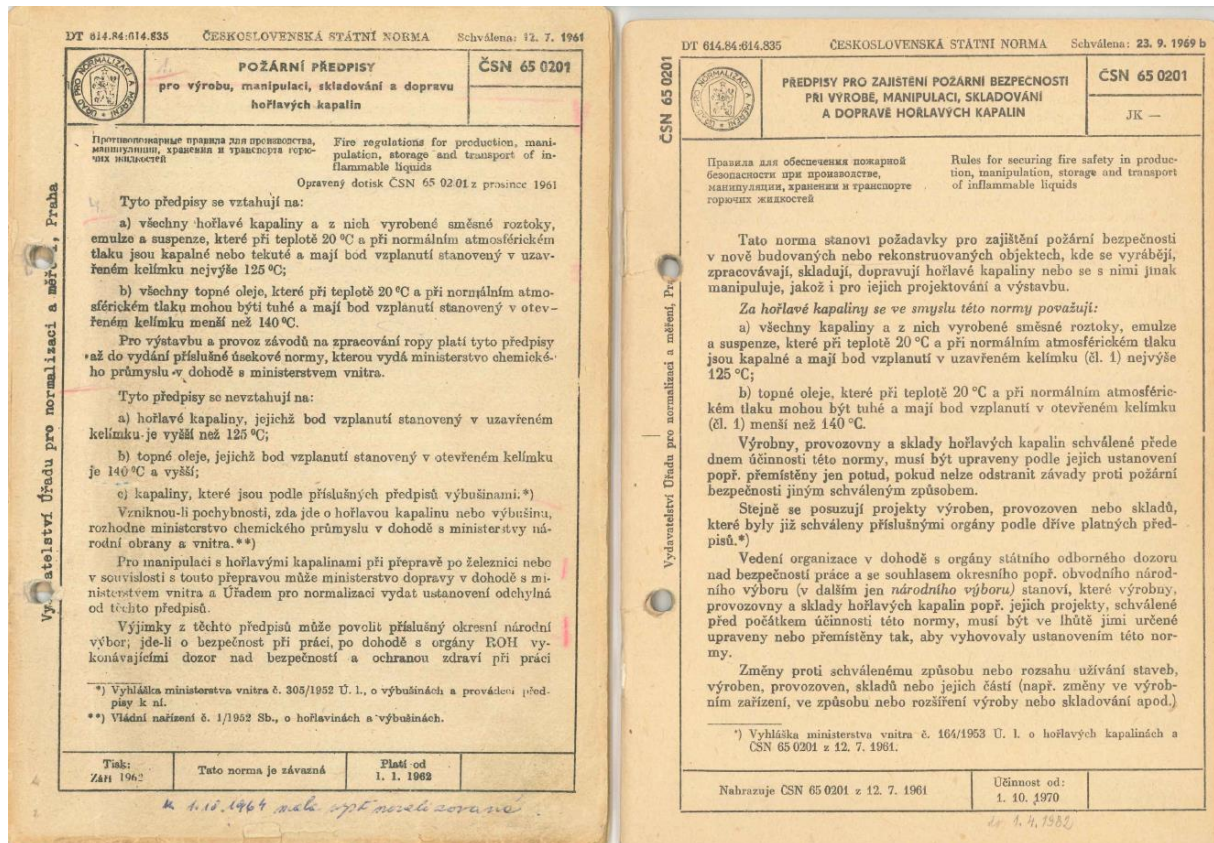
Vyhláška platila do 16.7.1962, kedy bola zrušená vyhláškou MV č. 75/1962 Sb. [13], pretože predtým už bola vyhláškou č. 65/1961 Ú. I. vyhlásená ČSN 65 0201, ktorá začala platiť od 1.1.1962.

### 3.6. 1962 - 1982

Od roku 1962 sa problematika horľavých kvapalín preniesla z právnych predpisov do technických noriem. 1.1.1962 nadobudla účinnosť prvá **ČSN 65 0201** [14] a 1.10.1970 nadobudla účinnosť druhá **ČSN 65 0201** [15]. Tieto normy mali štruktúru rovnakú ako zrušená vyhláška. Normou ČSN 65 0201 : 1970 boli medzi horľavé kvapaliny III. triedy nebezpečnosti zaradené vykurovacie oleje s bodom vzplanutia do 140 °C. Titulné stránky noriem ČSN 65 0201 : 1962 a ČSN 65 0201 : 1982 sú na obrázku 6:

# VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava



Obrázok 6 Titulné strany ČSN 65 0201 : 1962 a ČSN 65 0201 : 1982

Figure 6 Title pages of ČSN 65 0201 : 1962 a ČSN 65 0201 : 1982 (ČSN = Czechoslovak state standard)

### 3.7. 1982 - 1999

V r. 1977 nadobudla účinnosť ČSN 73 0802 [16] a v r. 1986 ČSN 73 0804 [17], ktoré reprezentujú úplne novú filozofiu protipožiarnej bezpečnosti. Logicky sa tomu museli prispôbiť aj normy o horľavých kvapalinách. Preto nadobudla 1.4.1982 účinnosť **ČSN 65 0201** [18], ktorá bola 1.3.1992 nahradená jej novšou verziou [19].

Týmito normami sa zásadne zmenila definícia i klasifikácia horľavých kvapalín nasledovne:

**Horľavá kvapalina** je kvapalina, suspenzia alebo emulzia, ktorá pri atmosférickom tlaku 101 kPa spľňa súčasne tieto podmienky:

- Nie je pri teplote +35 °C tuhá ani pastovitá,
- Má pri teplote +50 °C tlak nasýtených pár najviac 294 kPa,
- Má bod vzplanutia najviac +250 °C,
- Je možné u nej určiť bod horenia.

### Triedy nebezpečnosti:

- bod vzplanutia najviac 21 °C
- bod vzplanutia nad 21 °C do 55 °C
- bod vzplanutia nad 55 °C do 100 °C



#### IV. bod vzplanutia nad 100 °C do 250 °C

Nové normy obsahujú tieto okruhy:

- prevádzkarne (samostatný PÚ, záchytné a havarijné objemy atď.)
- sklady (samostatný PÚ, záchytné a havarijné objemy, nádrže, kontajnery, prepravné obaly, povolené množstvá v m<sup>3</sup> atď.)
- ukladanie
- ukladanie a skladovanie dietyléteru a sírouhlika
- preprava autocisternami
- prístavy s tankermi
- garáže
- skladovanie a používanie mazutu (ťažkého vykurovacieho oleja)
- hutnícka a strojárnská výroba
- skladovanie a spracovanie rastlinných a živočíšnych tukov a olejov

Okrem toho ešte 1.10.1985 nadobudla účinnosť ČSN 65 0202 [20] s týmto okruhom problematiky horľavých kvapalín a vykurovacích olejov:

- plniace a stáčacie miesta a stanovištia horľavých kvapalín a vykurovacích olejov
- autocisterny a železničné nádržkové vozne
- záchytné a havarijné objemy
- odstupové vzdialenosti
- stavebné riešenie
- Verejné čerpace stanice s výdajnými stojanmi

Diaľkovody horľavých kvapalín sú od 1.4.1982 až do súčasnosti riešené v ČSN (STN) 65 0204 [21].

#### **3.8. 1999 - 2004**

V roku 1999 sa problematika protipožiarnej bezpečnosti horľavých kvapalín opäť dostala do právneho poriadku, a to vyhláškou Ministerstva vnútra SR č. 86/1999 Z.z. zo dňa 1.7.1999 [22]. Dopĺňujúcou a upresňujúcou k tejto vyhláške je STN 92 0800 [23], ktorá nadobudla účinnosť 1.4.2002. Vyhláška MV SR č. 86/1999 Z.z. bola 1.3.2004 nahradená novou vyhláškou MV SR č. 96/2004 Z.z. [24] a platí neustále.

#### **4. Záver**

Cieľom tohto príspevku bolo zmapovanie vývoja pohľadu na bezpečnosť stavieb a procesov, v ktorých sa vyskytujú horľavé kvapaliny.

### PodĎakovanie

Týmto sa chcem poďakovať pánom prof. Ing. Karolovi Balogovi, PhD., plk. Ing. Petrovi Chytrému, Ing. Pavlovi Papánovi a Ing. Mgr. Ladislavovi Wesselényimu za poskytnutie cenných informácií a historických materiálov.

### Zoznam bibliografických odkazov

[1] <http://www3.arcanum.hu/rendtar>

[2] Magyarországhi rendeletek tára. 1870. 38. A m. kir. Belügyministeriumnak 1870. május hó 20-án 2970. sz. a. kelt körrendelete az ásványolajok szállítása és tartása tárgyában. (Maďarská zbirka predpisov 1870. Čiastka 38. Nariadenie maďarského kráľovského ministerstva vnútra z 20. mája 1870 č. 2970 o preprave a skladovaní minerálnych olejov)

[3] Magyarországhi rendeletek tára. 1894. 117. A m. kir. Belügyministeriumnak 39.215. szám alatt valamennyi törvényhatóságghoz intézett körrendelete, az ásványolajok szállítása és tartása tárgyában 2970/1870. szám alatt kiadott körrendelet 9. §-ának módosítása iránt. (Maďarská zbirka predpisov 1894. Čiastka 117. Nariadenie maďarského kráľovského ministerstva vnútra č. 39.215 vzťahujúce sa na všetky inštitúcie a zákonodarné orgány o preprave a skladovaní minerálnych olejov – zmena nariadenia č. 2970/1870 §9)

[4] Magyarországhi rendeletek tára. 1906. 14. A kereskedelemügyi m. kir. minister 1906. évi 87.617/1905. számú rendelete, gyulékony anyagoknak a fiumei kikötőben való ki- és berakásáról, illetve szállításáról (Maďarská zbirka predpisov 1906. Čiastka 14. Nariadenie maďarského kráľovského ministra obchodu vydané v roku 1906 pod číslom 87.617/1905 o horľavých látkach, ktoré sú nakladané a vykladané, prípadne prepravované v prístave Fiume)

[5] Magyarországhi rendeletek tára. 1906. 15. A kereskedelemügyi m. kir. minister 1906. évi 87.618/1905. számú rendelete, a köolajkikötő, valamint az ahhoz területek használatáról (Maďarská zbirka predpisov 1906. Čiastka 15. Nariadenie maďarského kráľovského ministra obchodu vydané v roku 1906 pod číslom 87.618/1905 o prístave pre ropu a o používaní priestorov patriacich k prístavu)

[6] Vládné nariadenie č. 115 zo dňa 26. mája 19+25 o obchode s minerálnymi olejmi

[7] Rok 1901 Zákoník říšský pro království a země v radě říšské zastoupené, čís. 12. Nařízení ministerií vnitra, financí, obchodu, orby a železnic ze dne 23. ledna 1901 o obchodě s oleji minerálními (Rok 1901 Zakonník říšsky pre kráľovstvá a krajiny v rade říšskej zastúpené, čís. 12. Nariadenie ministerstiev vnútra, financií, obchodu, orby železníc zo dňa 23. januára 1901 o obchode s olejmi minerálnymi)

**VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017**

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

- [8] Prevádzajúci výnos ministerstva obchodu zo dňa 18. decembra 1928, č. 49.784/27, k vládnemu nariadeniu zo dňa 26. mája 1925, č. 115 Sb. Z. a n., o ukladanie minerálnych olejov
- [9] Černo L., Sýkora Č.: Požiarna polícia na Slovensku, Bratislava 1933
- [10] Sbíрка zákonů republiky Československé. 1. Vládní nařízení ze dne 8. ledna 1952 o hořlavínách a výbušínách (Zbierka zákonov republiky Československej. 1. Vládne nariadenie zo dňa 8. januára 1952 o horľavinách a výbušninách)
- [11] Úřední list 1953. Částka 73/1953. Číslo 164/1953 Ú.l. Vyhláška ministerstva vnitra ze dne 29. května 1953 o hořlavých kapalinách (Úradný list 1953. Čiastka 73/1953. Číslo 164/1953 Ú.l. Vyhláška ministerstva vnútra zo dňa 29. mája 1953 o horľavých kvapalinách)
- [12] Úradný vestník 1953. Čiastka 77. Číslo 202. Vyhláška ministerstva vnútra zo dňa 29. mája 1953 o horľavých kvapalinách
- [13] Sbíрка zákonů č. 74 a 75/1962. 75. Vyhláška ministerstva vnitra ze dne 19. července 1962 o zrušení vyhlášky č. 164/1953 Ú.l. o hořlavých kapalinách (Zbierka zákonov č. 74 a 75/1962. 75. Vyhláška ministerstva vnútra zo dňa 19. júla 1962 o zrušení vyhlášky č. 164/1953 Ú.l. o horľavých kvapalinách)
- [14] ČSN 65 0201 : 1962 Požární předpisy pro výrobu, manipulaci, skladování a dopravu hořlavých kapalin (Požiarne predpisy pre výrobu, manipuláciu, skladovanie a dopravu horľavých kvapalín)
- [15] ČSN 65 0201 : 1970 Předpisy pro zajištění požární bezpečnosti při výrobě, manipulaci, skladování a dopravě hořlavých kapalin (Predpisy pre zabezpečenie požiarnej bezpečnosti pri výrobe, manipulácii, skladovaní a doprave horľavých kvapalín)
- [16] ČSN 73 0802 : 1977 Požární bezpečnost staveb. Společná ustanovení (Požiarna bezpečnosť stavieb. Spoločné ustanovenia)
- [17] ČSN 73 0804 : 1986 (návrh) Požární bezpečnost staveb. Výrobní objekty (Požiarna bezpečnosť stavieb. Výrobné objekty)
- [18] ČSN 65 0201 : 1982 Hořlavé kapaliny. Provozovny a sklady (Horľavé kvapaliny. Prevádzkarne a sklady)
- [19] ČSN 65 0201 : 1992 Hořlavé kapaliny. Provozovny a sklady (Horľavé kvapaliny. Prevádzkarne a sklady)
- [20] ČSN 65 0202 : 1985 Hořlavé kapaliny. Plnění a stáčení, výdejní čerpací stanice (Horľavé kvapaliny. Plnenie a stáčanie, výdajné čerpacie stanice)
- [21] ČSN 65 0204 : 1982 Dálkovody hořlavých kapalin (Diaľkovody horľavých kvapalín)

**VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017**

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

[22] Vyhláška ministerstva vnútra SR č. 86/1999 Z. z., ktorou sa ustanovujú zásady požiarnej bezpečnosti pri manipulácii a skladovaní horľavých kvapalín, ťažkých vykurovacích olejov a rastlinných a živočíšnych tukov a olejov

[23] STN 92 0800 Požiarna bezpečnosť stavieb. Horľavé kvapaliny

[24] Vyhláška ministerstva vnútra SR č. 96/2004 Z. z., ktorou sa ustanovujú zásady protipožiarnej bezpečnosti pri manipulácii a skladovaní horľavých kvapalín, ťažkých vykurovacích olejov a rastlinných a živočíšnych tukov a olejov

## TOXICKÉ LÁTKY AKO JEDEN Z FAKTOROV OHROZUJÚCICH ZDRAVIE HASIČOV

### TOXICAL SUBSTANCES AS ONE OF THE FACTORS ENDANGERING THE HEALTH OF FIREFIGHTERS

Romana ERDÉLYIOVÁ

Žilinská univerzita v Žiline, Univerzitná 8215/1, 01026 Žilina

#### Abstrakt

Príspevok sa zaoberá toxickými účinkami splodín horenia, najmä účinkami oxidu uhoľnatého a oxidu uhličitého na organizmus hasičov a ľudí vyskytujúcich sa pri požiari. Príspevok definuje pôvodcu intoxikácie, základný klinický obraz intoxikácií z daných toxických látok, následne je popísaná prednemocničná pomoc, ktorú podávame intoxikovanej osobe.

**Kľúčové slová:** intoxikácia · oxid uhličitý · oxid uhoľnatý toxín · toxicita · splodiny horenia

#### Abstract

The thesis is concerned with toxic results of firing products, toxic impacts of carbon monoxide and carbon oxide on firefighters' organism and on the organism of people occurring by intervention. I also analyzed the basic clinical picture of intoxication by given toxic substances together with the healing therapy.

**Keywords:** carbon oxide · carbon monoxide · combustion products · contamination · intoxication · toxicity

## 1. Úvod

Riziko intoxikácie hrozí ľuďom už od čias kedy objavili oheň, neskôr vývoj priemyslu zvýšil toto riziko a priniesol väčšiu potrebu využívať nové a účinné ochranné pomôcky. Intoxikácie oxidom uhličitým alebo oxidom uhoľnatým patria k najčastejším intoxikantom na Slovensku. Z praxe by sme mohli vytiahnuť mnoho prípadov nielen intoxikovaných osôb, ale aj samotných hasičov. Príčinou intoxikácie sú rôzne, nedodržovanie pravidiel bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci, nedostatočná znalosť horiacich látok, podcenenie situácie. Najdôležitejšie je si pamätať, že akýkoľvek druh intoxikácie je život ohrozujúci stav a vo väčšine prípadov je pohotovosť reakcia záchranca najdôležitejším faktorom.

## 2. Všeobecne o intoxikácii

Intoxikáciu zjednodušene nazývame aj otravou ku ktorej dochádza po vniknutí toxickkej látky do organizmu rôznymi cestami. Intoxikácia v primárnom delení má dve časti:

- úmyselnú,
- neúmyselnú (vdýchnutím, cez poranenú pokožku, cez iné poranenia na tele, strebaním cez pokožku alebo sliznicami).

Otrava je ochorenie, ktoré sa od iných líši tým, že je vyvolané prítomnosťou jedu v organizme a nie baktériou alebo vírusom. Intoxikáciu prirovnávame k ochoreniu najmä preto, lebo vykazuje väčšinu z atribút chorôb. Obe majú svojho pôvodcu, latentnú dobu (dĺžku obdobia bez klinických príznakov), majú dobu trvania symptómov, vlastné poradie ich nástupu, vlastný klinický obraz, následky a zmeny, ktoré vyvolávajú v organizme a v neposlednom rade si vyžadujú svoju terapiu a liečbu.

## 3. Intoxikácia splodinami horenia

Intoxikáciou splodinami horenia sa môžu príslušníci Hasičského a záchranného zboru stretnúť najmä pri výjazdoch do uzavretých priestorov s veľkým množstvom skladovaného materiálu. Veľké nebezpečenstvo, ktoré takýto požiar sprevádza, predstavujú vysoké teploty a znižovanie hladiny kyslíka v priestore. Najviac úmrtí vzniká dôsledku subakútnej a chronickej intoxikácie.

### Popis intoxikácie:

Otrava zasahuje celý organizmus a nie len dýchaciu sústavu. K intoxikácii nedochádza bezprostredne po vniknutí do organizmu ale postupne, pričom tento postup sprevádzajú stupňujúce sa príznaky. Začína kašľom, ktorý vyvolávajú rôzne vdychované častice nachádzajúce sa v ovzduší pri zásahu, tento kašeľ prerastá do silného dráždivého až dusivého. Podľa doby vystavenia organizmu toxickkej látke dochádza k poškodeniu pľúc (dočasného alebo trvalého charakteru). Intoxikácia splodinami horenia môže spôsobiť ukončenie činnosti myokardu (srdcovej svaloviny), následkom nedostatočného prívodu kyslíka alebo nadbytku oxidu uhoľnatého v tele.

### Seba - monitorovanie príslušníka

Intoxikácia splodinami horenia sa nemusí prejaviť bezprostredne po intoxikácii, ale v priebehu niekoľkých hodín (24 až 36 hodín od intoxikácie). Princíp seba - monitorovania je v tom, že každý hasič si na svojom tele všíma všetky atypické prejavy organizmu.

### Zmeny funkcie organizmu- patofyziológia

Pri zisťovaní zranení je potrebné si všímať celý povrch tela, aj ten ktorý bol pod ochranným odevom. Dôraz sa kladie na kontrolu čistoty dýchania, samotných dýchacích ciest a pľúc.

Vplyv teploty spôsobuje popáleniny úst, ich okolia, hrtana. K popáleninám pľúc dochádza zriedkavo, nakoľko sa vdychovaný vzduch cestou do pľúc ochladí. Vzduch ochladne približne o 112 stupňov Celzia (zo 150 stupňov na 38 stupňov). Riziko popálenín sa zväčšuje existenciou pár a plynov pri požiari, ktoré sa vyznačujú mnohonásobne vyššou tepelnou kapacitou ako obyčajné splodiny horenia.

Abnormálne zníženie množstva kyslíka v organizme, hypoxia: vyvolaná najmä znížením objemu kyslíka a jeho nedostatočným množstvom v ovzduší, vplyvom oxidu uhoľnatého. Hemoglobín nepriaznivo reaguje na teplo a vyvoláva methemoglobinémiu. Pri požiariach v priemysle spracúvajúcim plasty môže dôjsť k náhlemu apnoetickému stavu hasičov, nakoľko splodiny horenia sú obohatené o plyny kyanidu s dvadsaťnásobne vyššou toxicitou ako vykazujú oxid uhličitý.

Vznik rôznych poškodení dýchacieho ústrojenstva: Splodiny horenia s dráždivým účinkom, vyvolávajú zápal dýchacích ciest, alebo bronchospázu (krč hladkého svalstva priedušiek). Síra, čpavok, chlór spôsobujú deštruktívne poškodenie dýchacieho ústrojenstva vplyvom ich metabolitov. Nitridy, fosgén, chloríny vyvolávajú zmeny v pľúcnom parenchyme.

### **Riziko**

Vykašliavanie tmavého spúta si vyžaduje zvýšenú pozornosť. Úmrtím treba rátať už aj u hasičov, ktorých pobyt prevyšil dobu pobytu 10 minút, bez potrebných ochranných pomôcok, najmä ak vykazujú spastické dýchanie a sťažujú sa na silné bolesti pri každom nadýchnutí. Riziko úmrtia zvyšujú aj popáleniny a to priamo úmerne s ich rozsiahlosťou. V minulosti boli zaznamenané požiare spojené s horením gumy, plastov a vecí ošetrených starými nátermi, ktoré v minulosti obsahovali značné množstvo olova, ako tie najtoxickejšie.

### **Úmrtnosť - mortalita**

Ročne umrie na intoxikáciu, splodinami horenia, teda najčastejšie na zadusenie dymom, niekoľko stoviek ľudí. Na 100 000 obyvateľov sú to dve úmrtia. Čísla narastajú najmä vplyvom neskorého podania prvej pomoci, a tým že požiare vznikajú najmä v nočných hodinách, preto často krát obeť udusenie ani nezaregistrujú. Mortalita u hasičov nie je taká vysoká, vďaka ochranným pomôckam. Skupiny s najvyššou mortalitou sú dôchodcovia a maloletí a to najmä zo sociálne nižších vrstiev

Ak by sme mali mortalitu vyjadriť prostredníctvom pohlaví, tak vyššiu mortalitu by sme priradili mužom, k tomuto faktoru výrazne prispeli aj intoxikovaný hasiči, či domáci majstri.

### **Určovanie anamnézy**

Najočakávanejšou anamnézou by malo byť poškodenie dýchacích ciest a respiračné ochorenia s tým súvisiace. Často však dochádza k zanedbaniu vyšetrenia psychického stavu hasičov a celkovo otrávených osôb.

Najčastejšími príznakmi intoxikácie splodinami horenia, ktoré môžeme u hasičov pozorovať sú: silné bolesti hlavy, popáleniny, ťažké a nečisté dýchanie, nepravidelnosť v dýchaní, bolesti

pri prehltaní, dýchavičnosť (dyspnoe), bolesť v hrudi (stenokardie), poruchy vedomia a správania sa, sfarbenie spúta, piskot pri dýchaní, zvýšenie kapilárneho návratu.

#### **Prvotný kontakt s intoxikovaným**

Život zachraňujúcim úkonom je odstránenie obete zo zamoreného priestoru, prípadne vetranie spôsobujúce zníženie koncentrácie splodín horenia v priestore. V prípade ak v priestore ešte prebieha čo i len malé horenie je potreba jeho bezprostredného uhasenia. Ďalším krokom je zavolanie zdravotnej pomoci na príslušnom čísle 155. Základom je byť pripravený na potrebu vykonania kardiopulmonálnej resuscitácie (KPR), zastavenie krvácania, fixáciu zlomenín alebo ošetrovanie poranení.

#### **Profesionálne podanie zdravotnej pomoci.**

Ak je k miestu zásahu privolaná k záchranná zdravotná služba podáva rozšírenú prvú pomoc formou:

- podáva kyslíkovú masku,
- vykonáva pravidelné dýchanie ručným kriesiacim prístrojom za pacienta,
- v prípade rozsiahlych popálenín v oblasti tváre dochádza k zaintubovaniu lekárom,
- podáva infúzie NaCl, v množstve 500-1000 ml,
- zabezpečuje nasadenie analgetík ak pacientov stav sprevádzajú veľké bolesti.

#### **Ďalšie liečba**

Následná liečba sa vykonáva kortikoidmi, antibiotikami, inhaláciami či návštevami hyperbarickej komory. Tieto úkony však slúžia len na zrýchlenie priebehu liečby hasiča, nenapomáhajú k jeho záchrane. Za najdôležitejšie úkony preto považujeme včasné podanie kyslíka, prípadne včasnú intubáciu.

#### **Reverzibilné účinky splodín horenia**

Za reverzibilné účinky považujeme popáleniny nižšieho stupňa dýchacích ciest, poruchy dýchania, vedomia, neschopnosť koncentrácie, kašeľ, bolesti hlavy, bolesti hrdla a mnoho ďalších príznakov. Všetky sú však pri včasnom podaní prvej pomoci a nasadení účinnej liečby odstrániteľné.

#### **Ireverzibilné účinky splodín horenia**

Za najradikálnejší následok takejto intoxikácie môžeme považovať smrť organizmu. Ďalej sú to jazvy po popáleninách, zlyhanie orgánov alebo znemožnenie ich funkčnosti. K zlyhaniu môže nastať u niekoľko orgánov naraz (multiorgánové zlyhanie).

Za ďalšie ireverzibilné účinky považujeme aj účinky vyvolané liečbou intoxikácie. Nasadenie invazívnej liečby je nebezpečné v tom, že môže vyvolať pľúcny edém, pneunómiu, stenózu dýchacích ciest, atelektázy a rôzne chronické ochorenia pľúc.

## **4. Intoxikácia oxidmi uhlíka**

K otravám oxidom uhoľnatým dochádza hlavne v oblastiach vidieka, kde sa vo väčšej miere vykuruje lokálnymi zdrojmi tepla. Výjazdy v mestách smerujú do chudobnejších štvrtí, kde



Ľudia len zriedka dbajú na kontrolu svojich vykurovacích zariadení. Existujú prípady využívania tohto plynu, aj na samovražedné účely v uzavretých garážach a pivničným priestorom.

Oxid uhličitý na rozdiel od oxidu uhoľnatého nedisponuje takou veľkou toxickou vlastnosťou, avšak aj napriek tomu dochádza k otravám, mnoho krát však ide o kuriózne prípady otrávenia.

Tieto dve intoxikácie sú od seba diametrálne odlišné. Majú rozdielny priebeh otravy, príčiny otravy, liečbu. Jediné čo majú spoločné je fakt že sú vyvolávané oxidmi uhlíka.

#### **Popis intoxikácie vyvolanej oxidmi uhlíka**

Oxid uhoľnatý (CO): vzniká ako produkt nedokonalého spaľovania najmä organických materiálov. Je to bezfarebný plyn, ktorý vôbec nezapácha čo sťažuje diagnostiku otravy.

Oxid uhličitý (CO<sub>2</sub>): vyvoláva exogénnu otravu vznikajúcu pobytom v prostredí obsahujúcom väčšie množstvo koncentrácie CO<sub>2</sub>. Znížená schopnosť organizmu eliminovať endogénny CO<sub>2</sub>, je príčinou hyperventilácie alebo naopak hypoventilácie.

#### **Zmeny funkcie organizmu- patofyziológia**

Toxicita CO: Mechanizmus toxicity oxidom uhoľnatým pracuje na základe znižovania kyslíka v tkanivách organizmu čím znemožňuje normálne pracovanie orgánov, využívajúcich kyslík (mozog a srdce). CO sa dokáže s hemoglobínom naviazať až 250 násobne silnejšou väzbou ako s kyslíkom, čo má za následok vznik otravy bunkovou hypoxiou. Niekedy dochádza k depresii myokardu, za ktorú môžu silné väzby s myokardálnym myoglobínom, pričom sa vytláča jeho slabšia väzba s hemoglobínom. Príznakmi intoxikácie sú: bolesť hlavy, bolestivé kŕče obeť, pomalý úpadok do komatického stavu až samotnú smrť organizmu.

Toxicita CO<sub>2</sub>: Oxid uhličitý v tele človeka sa vyskytuje v dvoch podobách: fyzikálne dobre rozpustný a v krvnej plazme, kde zodpovedá za nepretržitý chod dýchania. Viaže sa na hemoglobínovú zložku krvi človeka v množstve asi 5-10 %. Zvýšenie tohto množstva môže mať za následok akútnu hyperkapniu (respiračné ochorenie spôsobené nadbytkom CO<sub>2</sub>) až smrť. Čistá forma oxidu uhličitého nie je skoro vôbec toxická, naopak môže mať aj priaznivé účinky na organizmus, napríklad zlepšenie perfúzie v tkanivách organizmu.

#### **Úmrtnosť -mortalita**

Ročne v Slovenskej republike umrie na následok otráv CO približne 130 – 160 ľudí. Čo predstavuje každú 3-4 obeť zo 100 000 obetí. Hasiči tvoria len malú časť z úmrtí. Najviac obetí je z radov samovrahov, obetí požiaru a náhodne otrávených.

Oproti minulosti dochádza k znižovaniu častých otráv výfukovými plynmi, vďaka výrobe automobilov obsahujúcich katalyzátory znižovania emisií. Katalyzátory neznižujú vlastnosti jedovatej látky, poskytujú však dlhší čas kým sa toxické množstvo CO v uzavretom priestore nahromadí.

Porovnaním ročných období, viac obetí pozorujeme v zimnom období, čo je spôsobené častejším vykurovaním a menej častým vetraním obydľí. Ďalšími zdrojmi CO sú produkty

nedokonalého horenia organických materiálov, vykurovanie lokálnymi spotrebičmi, fajčenie, používanie rôznych druhov sprejov a nedokonalé spaľovaným zemného plynu.

Zvláštnosťou je že pri prechode z pevného skupenstva vynecháva kvapalné skupenstvo a mení sa rovno na veľmi studenú vodnú paru. Používaný je ako ochrana pri zváraní alebo manipulácii s horľavými látkami. V hasičskej praxi má uplatnenie ako plnivo hasiacich prístrojov. Otravy spôsobené intoxikáciou CO<sub>2</sub> Slovenskej republike nepozorujeme. Najväčšie rizikom sú bane, jaskyne a studne kde je koncentrácia CO<sub>2</sub> podstatne vyššia, keďže je to látka ťažšia ako vzduch. Silné omrzliny spôsobuje priamy kontakt so suchým ľadom, na výrobu ktorého sa CO<sub>2</sub>uhličitý používa.

### **Určovanie anamnézy**

Podozrenie na intoxikáciu oxidom uhoľnatým netreba vylúčiť najmä ak sa rovnaké príznaky vyskytujú u väčšieho počtu osôb v domácnosti, pričom je potrebné ihneď skontrolovať existenciu zdroja CO. Najčastejšími príznakmi vyskytujúcimi sa pri tomto druhu intoxikácie sú: príznaky podobné chrípkovému ochoreniu, slabosť organizmu, depresie, zmätenosť, nesústredenosť, zabúdanie, emočná labilita, psychotické správanie, dýchavica, stenokardie, poruchy zrakového aparátu a sluchu, vracanie, hnačky, únik moču a stolice, krčovitá bolesť brušnej dutiny, popáleniny, inhalačná trauma nekardiálny pľúcny edém, tachykardia, výskyt arytmie. Takzvanou predzvestou posledného štádia sú bdelosť a začervenanie v tvári, ktoré prichádzajú tesne pred úmrtím a hneď po smrti organizmu miznú.

### **Prvotný kontakt s intoxikovaným**

Hlavným úkonom je odstránenie obete zo zamoreného priestoru. Na uľahčenie a nasadenie správnej liečby Zdravotnou záchrannou službou je potrebné zistiť aspoň približné trvanie vystavenia obetí v nebezpečnom prostredí. Dôležité je polohovanie v polosede alebo s hlavou nad úroveň tela. Je treba rátať s potrebou podania kardiopulmonárnej resuscitácie.

### **Profesionálne podanie zdravotnej pomoci**

Podanie zdravotnej pomoci profesionálmi sa skladá z úkonov:

- podanie masky s kyslíkom v 100% po dobu aspoň šiestich hodín,
- podávanie kyslíka s nižšou koncentráciou ale vysokým prietokom po dobu ďalších troch dní,
- podanie liekov typu diuretík v prípade výskytu edému v mozgu,
- správne polohovanie pacienta so zvýšenou polohou hlavy,
- dlhodobá liečba v hyperbarickej komore.

### **Reverzibilné účinky oxidov uhlíka**

Medzi reverzibilné účinky CO a CO<sub>2</sub>, ktoré miznú skoro bezprostredne po podaní prvej pomoci, by sme mohli zaradiť: horkastú chuť v ústach, pichanie v nosnej a krčnej dutine pri prehltaní a dýchaní, bolesti hlavy, závraty či hučanie v ušiach. Oveľa závažnejšími sú hyperventilácia, nepravidelné dýchanie, iné poruchy dýchacích ciest, narkotické účinky, sopor (ľahší stupeň poruchy vedomia), somnolencia (ťažší stupeň poruchy vedomia).

### Ireverzibilné účinky oxidov uhlíka

Najčastejšie je to smrť organizmu. Ďalej sú to účinky spôsobené liečbou po intoxikácii, napríklad poruchy pečene. Indukujeme aj psychické poruchy spôsobené traumou z priebehu intoxikácie.

Prehľad odoziev v organizme, pri rôznych koncentráciách CO a CO<sub>2</sub> zobrazujú tabuľky.

Tabuľka 1 Prehľad príznakov pri rôznych koncentráciách oxidu uhličitého

Table 1 An overview of the symptoms at various concentrations of carbon dioxide

CO <sub>2</sub> [ppm]	Odozvy organizmu
700	žiadna odozva
1000	príznaky únavy, zhoršená koncentrácia
1500	únava, nespavosť, sťažené dýchanie, silná bolesť hlavy
2500	bezvedomie po jednej hodine- NEBEZPEČNÁ KONCENTRÁCIA
5000	nevoľnosť, možný vznik trvalých zdravotných následkov
25000	bezvedomie v krátkej dobe
40000	okamžitá smrť zadusením

Tab. 2 Prehľad príznakov pri rôznych koncentráciách oxidu uhoľnatého

Tab. 2 An overview of the symptoms at various concentrations of carbon monoxide

CO [ppm]	Odozvy organizmu
100	žiadna odozva
200	slabá bolesť hlavy
400	silná bolesť hlavy po 1-2 hodinách
800	silná bolesť hlavy po 45minútach, bezvedomie po 1-2 hodinách
1000	bezvedomie po 1 hodine- NEBEZPEČNÁ KONCENTRÁCIA
1600	nevoľnosť, silné bolesti hlavy po 20 minútach
3200	nevoľnosť, silné bolesti hlavy, bezvedomie po 20 minútach
6400	silné bolesti hlavy po 2 minútach, bezvedomie po 10 - 15 minútach
12800	okamžité bezvedomie, NEBEZPEČENSTVO SMRTI po 2 minútach

## 5. Záver

Lekári prvého kontaktu sa pri požiaroch môžu najčastejšie stretnúť s postihnutím obetí so subakútnou a chronickou formou otravy, pričom ich diagnostika a liečba nie sú popísané v klasických učebniciach. Z tohto dôvodu som sa snažila zhrnúť aspoň základné informácie ohľadom symptómov, podania prvej pomoci, základnej diagnostiky a vlastnej ochrany zdravia. Dôsledkom intoxikácie zomrie na Slovensku priemerne 44 osôb, je to alarmujúce číslo, ktoré poukazuje na potrebu venovať sa odborne tejto téme ale aj zdokonaľovať sa v podaní prvej pomoci, či už laikmi alebo záchranármi.

## Zoznam bibliografických odkazov

DOBIAŠ, V. 2007. *Urgentná zdravotná starostlivosť*. Martin: Osveta, 2007. 178 s. ISBN 9788080632441

DOBIAŠ, V. 2012. *Prednemocničná urgentná medicína*. Martin: Osveta, 2012. 737 s. ISBN 9788080633875

DOBIAŠ, V. 2013. *Klinická propedeutika v urgentnej medicíne*. Bratislava: Grada, 2013. 208 s. ISBN 9788024745701

JAROŠ F. 1988 *Praktická toxikológia*. Martin : Osveta, 1988, 199 s

MATRKA M.- RUSEK V. 1991. *Prumyslová toxikológia*. Pardubice : VŠCHT, 1991.

Ministerstvo vnútra Slovenskej republiky [on line]. *Zásahová činnosť Záchrannej brigády v Žiline 2014*. Bratislava : 2014. [cit. 2015-4-6]. Dostupné na: <http://www.minv.sk/?zasahy2014>

PATOČKA, J. 2004. *Vojenská toxikologie*. Praha: Grada, 2004. 180 s. ISBN 80-247-0608-2.

POKORNÝ, J. 2001. *Zplodiny hoření, jejich tvorba a vliv na bezpečnost osob a zasahující hasičské jednotky*. In *Požární ochrana*. ISBN 80-86111-87-3. 2001, roč. 10, s. 352-364.

POKORNÝ, J. 2010. *Lékařská první pomoc*. Praha: Galén, 2010. 474 s. ISBN 9788072623228

ŠENOVSKÝ, M. - BARTLOVÁ, I. 2006. *Nebezpečné látky*. Ostrava: SPBI, 2006. 17 s. ISBN 80-86111-74-1

VYSKOČIL, I. 2009. *Chemické faktory nebezpečnosti a principy ochrany proti nim - kontakt organizmu s chemickými škodlivinami*. In *Bezpečnosť práce* 1335-4078. ISSN 1335-4078. 2009, roč. 9, č. 1 s. 10-12.

## OCHRANA HISTORICKÝCH OBJEKTOV PRED POŽIARMI

### PROTECTION OF HISTORIC OBJECTS FROM FIRES

Stanislava GAŠPERCOVÁ\*<sup>1</sup> – Tomáš KOSTELANSKÝ<sup>1</sup>

\*<sup>1</sup>Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta bezpečnostného inžinierstva, ul. 1. mája 32, 01 01  
Žilina, SR, t.č. +421 41 513 6796, [stanislava.gaspercova@fbi.uniza.sk](mailto:stanislava.gaspercova@fbi.uniza.sk)

#### Abstrakt

Po požiaru hradu Krásna Hôrka sa vo veľkej miere začala venovať zvýšená pozornosť ochrane historických pamiatok pred účinkami požiaru. Ide hlavne o použitie prostriedkov ochrany pred požiarom a preventívnych opatrení, ktoré by iniciáciou požiaru zabránili, nakoľko ak už požiar vznikne jeho uhasenie je z hľadiska charakteru objektu veľmi problematické. Príspevok sa zaoberá popisom zabezpečenia preventívnych opatrení, ktoré je možné aplikovať v historických objektoch a popisuje ich klady a zápory.

**Kľúčové slová:** elektrická požiarňa signalizácia · hasiace prístroje · historický objekt · ochrana pred požiarom · voda na hasenie požiarov.

#### Abstract

After the fire castle Krásna Hôrka, great attention was paid to the protection of historical monuments from the effects of the fire. This is especially the use of fire protection and preventative measures that would prevent the initiation of a fire if the fire would cause its extinction in terms of the character of the building to be very problematic. The paper deals with the description of the precautionary measures that can be applied in historical objects and describes their pros and cons.

Keywords: fire alarm · fire extinguishers · fire extinguishing water · fire protection · historical building.

## 1. Úvod

Požiarnou ochranou historických objektov sa nezaoberajú odborníci iba na Slovensku, ale je aktuálnou otázkou aj iných štátov po celom svete. Pre tento účel bola vytvorená príručka Managing Fire Protection of Historic Building (Riadenie požiarnej ochrany historických budov), ktorej autorom je The European Fire Protection Associations (Európska asociácia požiarnej ochrany). Jej hlavnou úlohou je hlavne zjednotiť postupy a stanoviť riešenia, koncepty a modely ochrany pred požiarom historických budov. Cieľom je uľahčiť a podporiť protipožiarne

bezpečnosť v celej Európe. Podľa vyššie spomínanej príručky možno ochranu pred požiarmi historických budov rozdeliť do nasledovných oblastí:

### **Protipožiarne opatrenia**

Prevenca vzniku požiarov je základným pilierom ochrany stavieb vrátane historických objektov. Cieľom prevencie vzniku požiarov je zníženie alebo úplné odstránenie príčin vzniku požiarov. Preto je základným ochranným opatrením. Najčastejšie príčiny vzniku požiarov v historických budovách sú podpaľačstvo, elektrický skrat, manipulácia s otvoreným ohňom, fajčenie a sviečky (Ditlev a kol., 2013).

### **Prevenca šírenia požiaru**

Prevenca šírenia požiaru sa zaoberá zamedzením šírenia požiaru. Na zastavenie šírenia sa najčastejšie používajú aktívne a pasívne prvky protipožiarnej bezpečnosti ako napríklad elektrická požiarňa signalizácia alebo hasiace prístroje. Taktiež k prevencii šírenia požiaru napomáha aj pravidelné čistenie komínov a správne skladovanie a hospodárenie s horľavými materiálmi, ktoré sa môžu v budove nachádzať.

### **Evakuácia**

Pri ochrane pred požiarmi je nutné počítať aj so záchranou osôb a predmetov, ktoré majú vysokú historickú či finančnú hodnotu. K záchrane osôb a cenných predmetov sa používajú únikové cesty. Únikové cesty musia byť okrem iného náležite označené a trvalo priechodné. Legislatívna úprava súvisiaca s evakuáciou sa nachádza v niekoľkých právnych predpisoch (Vyhláška MV SR č. 121/2002, Vyhláška MV SR č. 328/2012, Vyhláška MV SR č. 94/2004). Ďalším podkladom pre evakuáciu je norma (STN ISO 236 01, 2012), ktorá stanovuje zásady pre navrhovanie zobrazení únikových a záchranných plánov, ktoré obsahujú informácie o požiarnej bezpečnosti a úniku pri evakuácii pre osoby nachádzajúce sa v budove a taktiež pre zasahujúce záchranné jednotky (Olbríemek a Polák, 2013).

### **Školenia zamestnancov**

Pravidelné školenie personálu môžu veľkou mierou prispieť k obmedzeniu vzniku a rozšírenia požiaru. Okrem obvyklých školení zamestnancov v oblasti ochrany pred požiarmi by mali mať rozšírené znalosti o rizikách spojených s rekonštrukciou alebo špecifickými akciami v priestoroch historických budov.

### **Podmienky pre efektívny zásah jednotiek HaZZ**

Zásah jednotiek HaZZ má byť čo najúčinnjší. Z toho dôvodu by malo vedenie historických budov spolupracovať s miestnymi hasičskými jednotkami s cieľom uľahčiť zasahujúcim jednotkám vykonanie zásahu. Dôležitými predpokladmi pre účinný zásah sú dostatočne široké prístupové cesty a dostatočné množstvo vody na hasenie požiaru (Ditlev a kol., 2013).

### **Vedenie dokumentácie ochrany pred požiarmi**

Dokumentáciu ochrany pred požiarmi upravuje Zákon č. 314/2001 Z.z. a Vyhláška MV SR č. 121/2002 Z.z. a tvorí ju:

- zoznam objektov a miest so zvýšeným nebezpečenstvom vzniku požiaru,
- požiarne poriadok pracoviska,
- požiarne poplachové smernice,
- požiarne evakuačný plán,
- požiarne kniha,
- dokumentácia o školení zamestnancov o ochrane pred požiarmi,
- dokumentácia o odbornej príprave protipožiarnej hliadok,
- doklady o kontrole požiarotechnických zariadení,
- ďalšie potrebné doklady podľa druhu objektu.

### **Pravidelné kontroly**

Jedným z najúčinnějších spôsobov ako predísť vzniku požiaru je vykonávanie pravidelných kontrol. Formou vykonania kontroly zamestnancami historického objektu alebo formou štátneho požiarneho dozoru. Štátny požiarne dozor vykonáva okresné riaditeľstvo HaZZ. Na základe Vyhlášky MV SR č. 121/2002 Z.z. sa protipožiarne kontroly delia na komplexné, tematické a následné. V prípade zistenia nedostatkov je subjekt povinný odstrániť nedostatky v stanovenej lehote. Ak tieto nedostatky neodstráni, orgán vykonávajúci štátny požiarne dozor môže udeliť pokutu alebo danú vec vylúčiť z používania.

Možnosťami zabezpečenia historických objektov pred požiarmi sa budeme zaoberať v ďalších kapitolách.

## **2. Aktívna ochrana pred požiarom**

V prípade historických objektov sa na aktívnu ochranu pred požiarmi používa najmä elektrická požiarne signalizácia, ktorá z hľadiska všetkých požiarotechnických zariadení najmenej zasahuje do historického rázu objektu. Účelom elektrickej požiarnej signalizácie je zabezpečenie preventívnej ochrany objektov pred možným vznikom a následkami rozšírenia požiarov, tým spôsobom že signalizuje, v ktorých miestach vznikol požiar. Ďalej samočinne alebo sprostredkované cez ľudského činiteľa urýchli odovzdanie informácie o požiarne osobám na to určeným, aby vykonali požiarne zásah, prípadne uvádza do činnosti zariadenia, ktoré bránia rozšíreniu požiaru (Elektrická požiarne signalizácia, 2016).

V ďalšom texte sa však aktívnej ochrane pred požiarmi venovať nebudeme nakoľko jej použitie v historických objektoch je veľmi obmedzené.

### 3. Pasívna ochrana pred požiarom

Pasívna ochrana pred požiarom je termín používaný pre jednotlivé časti budov, ktorých úlohou je zaistiť požadovanú protipožiarnu odolnosť vybraných konštrukcií. Môže sa to týkať požiarnej odolnosti jednotlivých prvkov alebo požiarnej odolnosti špeciálnych výrobkov či konštrukcií. Cieľom týchto výrobkov je udržať na požadovaný čas teplotu chránených prvkov pod kritickou teplotou (Pasívni protipožárni ochrana, 2016).

#### Protipožiarné nátery

Protipožiarné nátery patria medzi najstaršie opatrenia, ktoré človek používal na ochranu horľavých materiálov a konštrukcií pred účinkami požiaru. Za dobu svojho používania prešli dlhým vývojom. V súčasnosti existuje rôznorodá paleta ponúk protipožiarnych náterov na drevené aj oceľové konštrukcie, a to napríklad Promapaint, Dexary-Transparent, Flamihol S, Dexamin Special, Flamgard a iné. Medzi hlavné výhody protipožiarnych náterov patrí malá hrúbka nánosu, nízka hmotnosť, jednoduchá aplikácia a široká škála farieb. Hlavnými nevýhodami sú častokrát komplikovaný prístup k náteru pre jeho obnovu, životnosť v danom prostredí, citlivosť na vlhkosť a agresívne prostredie (Netopilová a kol., 2013).

#### Protipožiarné doskové obklady

V porovnaní s protipožiarnymi nátermi, ktoré slúžia predovšetkým pre zvýšenie požiarnej odolnosti, nosných alebo tyčových prvkov, sa môžu protipožiarné doskové obklady využiť viacúčelovo a svoju protipožiarnu účinnosť možno zachovávať po celú dobu životnosti. Funkčnosť protipožiarnych doskových obkladov ovplyvňuje tepelnoizolačná schopnosť dosky, mechanické vlastnosti, spôsob uchytenia v konštrukcii a vlhkosť (Netopilová a kol., 2013).

#### Retardér horenia

Retardéry horenia (antipyrény) sú látky, ktorými sa ošetrujú materiály, aby bola dosiahnutá čo najlepšia reakcia na oheň skúmaného materiálu alebo stavebného výrobku. Plnia dôležitú úlohu v oblasti ochrany pred požiarom a prevencie. Hlavnou úlohou retardačných materiálov je zabránenie vzniku a šíreniu požiaru. Medzi vedľajšie účinky patrí úprava splodín vznikajúcich pri horení, napr. zníženie produkcie dymu a jeho zápachu (Makovická Osvaldová a Osvald, 2016).

Využitie retardérov horenia je z hľadiska stavebných prvkov, na ktorých sa nachádzajú všestranné. Najčastejšie sa aplikujú na drevo, ale sú použiteľné aj na iné materiály a zariadenia, ako napríklad: káblové elektrické rozvody, podlahové krytiny, textilné materiály, obklady stien a stropov, plastový nábytok a pod. (Iringová, 2013).



## 4. Hasiace látky v historických objektoch

Geografické umiestnenie niektorých historických objektov znemožňuje prístup jednotiek HaZZ v prípade vzniku požiaru. Z toho dôvodu musia byť objekty vybavené vlastnými prostriedkami, buď priamo na hasenie alebo aspoň na dopravu hasiacich látok na miesto hasenia.

### 4.1. Hasiace prístroje

Hasiace prístroje musia spĺňať nasledovné technické požiadavky:

- dosiahnutie požadovanej hasiacej účinnosti,
- prijateľnú hmotnosť,
- jednoduchú konštrukciu z pohľadu obsluhy ako aj z pohľadu kontroly, údržby a opravy,
- bezpečnosť pre obsluhu,
- spoľahlivosť,
- požadovanú životnosť.

Hasiace prístroje rozdeľujeme podľa ich spôsobu transportu na:

#### a) Prenosné hasiace prístroje

Maximálna hmotnosť 20 kg. Konštrukciu musia mať prispôbenú opakovanému plneniu hasiacej látky a doplneniu výtlačného plynu. Náplň môže byť voda, pena, prášok, CO<sub>2</sub> alebo halónové náhrady.

#### b) Pojazdné hasiace prístroje

Pojazdný hasiaci prístroj má hmotnosť nad 20 kg a je umiestnený na pojazdnom vozíku. Skladá sa z pojazdného vozíka a tlakovej nádoby. Ovládacia armatúra sa otvára ručne a hasivo je vytláčané tlakovou energiou výtlačného plynu umiestneného priamo v tlakovej nádobe alebo v samostatnej tlakovej patrónke. V tabuľke 1 sú zhrnuté špecifikácie použitia rôznych typov hasiacich prístrojov v historických objektoch.

**VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017**

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

**Tabuľka 1 Špecifikácia použitia a nedostatky rôznych typov hasiacich prístrojov**

**Table 1 Specification of use and deficiencies of different types of fire extinguishers**

Typ	Použitie	Špecifikácia pre použitie v pamiatkových objektoch	Nedostatky
<b>Vodný prístroj</b>	Prostriedok pre zásah pred príjazdom HaZZ	Rozšírený prostriedok pre priestory, kde nehrozí poškodenie zbierok, malieb či nábytku	Nemožno hasiť zariadenia pod elektrickým prúdom
<b>Hasiaci prístroj na báze vodnej hmly</b>	Prostriedok pre zásah pred príjazdom HaZZ	Vhodný pre pamiatkové objekty a priestory s nábytkom či zbierkovými predmetmi	Vyššia cena oproti ostatným typom hasiacich prístrojov
<b>Práškový hasiaci prístroj</b>	Prostriedok pre zásah pred príjazdom HaZZ	Najrozšírenejší hasiaci prístroj v pamiatkových objektoch. Vhodný aj pre hasenie elektrických zariadení. Účinný a vhodný pre priestory, kde je možné odstránenie prášku	Možné poškodenie povrchov a náročné odstránenie hasiaceho prášku z umeleckých predmetov
<b>Hasiaci prístroj s CO<sub>2</sub></b>	Prostriedok pre zásah pred príjazdom HaZZ	Vhodný do priestorov bez citlivých zbierkových predmetov	Nevhodné do neuzatvárateľných priestorov
<b>Hasiaci prístroj na báze halónových náhrad</b>	Prostriedok pre zásah pred príjazdom HaZZ	Najvhodnejšia možnosť pre pamiatkové objekty so vzácnymi objektami a počítačových miestností	Vysoké zaťaženie pre životné prostredie

#### **4.2. Zdroje vody na hasenie požiarov v pamiatkových objektoch**

Hrady a zámky sa v minulosti stavali na kopcoch alebo skalách, aby dokázali odolať útokom nepriateľov. Voda bola preto získavaná zo studní alebo nádrží vytesaných alebo postavených na skalných bralách. Vzhľadom na veľkosť objektu však objem vody v takto umelo vytvorených nádržiach nie je na hasiaci zásah postačujúci. Preto sa začali vytvárať väčšie zberné miesta, ktoré môžeme nazvať umelými zdrojmi vody na hasenie požiarov. V tabuľke 2 sa nachádzajú základné špecifiká použitia umelých zdrojov vody na hasenie požiarov historických objektov.

**VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017**

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

**Tabuľka 2 Špecifikácia použitia a nedostatky rôznych typov zdrojov vody na hasenie požiarov**

**Table 2 Specification of uses and deficiencies of different types of water sources for fire extinguishing**

<b>Typ</b>	<b>Použitie</b>	<b>Špecifikácia pre použitie v pamiatkových objektoch</b>	<b>Nedostatky</b>
<b>Požiarňa nádrž</b>	Pripojenie jednotiek HaZZ ku zdroju vody na hasenie požiarov	Vhodný pre zásah v neprístupných miestach pre hasičskú techniku	Náročné zabudovanie do niektorých historických objektov
<b>Studňa</b>	Zdroje pitnej, úžitkovej a vody na hasenie požiarov	Vhodný pre zásah v neprístupných miestach pre hasičskú techniku	Obmedzený objem vody na hasenie požiarov, komplikovaný prístup
<b>Nezavodnené stúpacie potrubie (suchovod)</b>	Pripojenie jednotiek HaZZ ku zdroju vody na hasenie požiarov	Vhodný pre zásah v neprístupných miestach pre hasičskú techniku	Pôvodné vnútorné suchovody nie sú spoľahlivé, ich pravidelné skúšanie je komplikované
<b>Systém vysokotlakovej vodnej hmly</b>	Miesto pripojenia špeciálneho požiarneho vozidla vybaveného vysokotlakovým čerpadlom	Najvhodnejší systém pre pamiatkové objekty so zbierkami všetkých materiálov okrem citlivých malieb	Finančná náročnosť. Vybavenie HaZZ špeciálnou technikou s vysokotlakovým čerpadlom

### **Hydranty**

Hydrant je zariadenie umiestnené na vodovodnom potrubí. Primárnou úlohou hydrantov je zabezpečenie vody na hasenie požiarov pre hasičské jednotky bez nutnosti rozvinutia veľmi dlhého hadicového vedenia (Jirásek a kol., 2014). Môžeme ich rozdeliť na vonkajšie a vnútorné. Vonkajšie hydranty je možné bez väčších komplikácií v historických objektoch osadiť. Z hľadiska vnútorných tzv. nástenných hydrantov sa však jedná o stavebný zásah do muriva a omietok ako aj zhoršenie historického rázu objektu. V tabuľke 3 sú zhrnuté možnosti použitia ako aj nedostatky jednotlivých typov požiarnych hydrantov.

**VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017**

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

**Tabuľka 3 Špecifikácia použitia a nedostatky rôznych typov požiarnych hydrantov**

**Table 3 Specification of use and deficiencies of different types of fire hydrants**

<b>Typ</b>	<b>Použitie</b>	<b>Špecifikácia pre použitie v pamiatkových objektoch</b>	<b>Nedostatky</b>
<b>Nadzemný hydrant</b>	Pripojenie zásahovej jednotky HaZZ ku zdroju vody na hasenie požiarov	Neobmedzený zdroj vody na hasenie požiarov. Vhodný pre zásah na plášti budovy a streche, obmedzené použitie v priestoroch s maľbami a zbierkami citlivými na poškodenie vodou	Finančne aj technicky náročné budovanie do historických objektov. Nutnosť udržiavať dobrý technický stav a stálu prístupnosť
<b>Podzemný hydrant</b>	Pripojenie zásahovej jednotky HaZZ ku zdroju vody na hasenie požiarov	Neobmedzený zdroj vody na hasenie požiarov. Vhodný pre zásah na plášti budovy a streche, obmedzené použitie v priestoroch s maľbami a zbierkami citlivými na poškodenie vodou	Finančne aj technicky náročné budovanie do historických objektov. Riziko neprístupnosti v danom okamihu. Nutnosť udržiavať dobrý technický stav a stálu prístupnosť
<b>Nástenný hydrant</b>	Zdroj hasiacej látky pre zasahujúce osoby pred príchodom HaZZ	Vhodný pre potlačenie požiaru v priestoroch, kde nie sú umiestnené zbierky citlivé na poškodenie vodou	Nedostatočné označenie kvôli zníženiu historického rázu objektu. Nutná pravidelná kontrola. Náročná inštalácia do historických objektov
<b>Hydrant na báze vodnej hmly</b>	Zásahový prostriedok pre vyškolenú osobu do príjazdu HaZZ	Vhodný do všetkých priestorov pamiatkových objektov	Obmedzené množstvo hasiaceho média v prípade vysokotlakovej nádoby. Vysoká finančná náročnosť

## 5. Záver

Pri historických objektoch nemôžeme hovoriť o tom, že ich vyhotovenie bolo upravené právnymi predpismi. Preto aj riešenie ochrany pred požiarom je v tomto prípade viac než zložitá. Na jednej strane vzhľadom na ich nielen finančnú ale aj spoločenskú hodnotu by sme mali tieto stavby vybaviť všetkými zariadeniami, ktoré by ich chránili pred vznikom a rozšírením požiaru. Avšak na strane druhej aby sme nezničili historický charakter stavby musíme veľmi starostlivo pristupovať k zásahom do exteriéru či interiéru týchto budov.

Vo všeobecnosti je v stavbách jednoduchšie riešiť protipožiarnu prevenciu ako následky po požiaroch. Prevenciou rozumieme využívanie aktívnych a pasívnych prvkov protipožiarnej ochrany. Z aktívnych prvkov sa jedná hlavne o využívanie elektrickej požiarnej signalizácie,

ktorou by mali byť vybavené všetky priestory so zvýšeným nebezpečenstvom vzniku požiaru. Takýmito priestormi rozumieme miestnosti s vystavovanými exponátmi alebo podkrovie. Z pasívnych prvkov nájdú uplatnenie hlavne protipožiarne nátery, ktoré možno využiť na ošetrovanie krovov. Ďalej treba budovať zdroje vody na hasenie požiarov, ktoré by sa v prípade požiaru mohli využiť na hasenie požiarov, ako sú rôzne nádrže alebo suchovody. Dôležité je aj odstraňovanie porastov v blízkosti historických objektov, aby sme predišli možnosti zapálenia horľavej konštrukcie strechy v prípade požiaru okolitých stromov a kríkov ako tomu bolo v prípade hradu Krásna Hôrka.

V neposlednom rade treba dodržiavať lehoty vykonávania protipožiarnych kontrol. Zistené nedostatky je potrebné neodkladne odstraňovať. Dôležitú úlohu zohráva aj vzdelávanie zamestnancov v oblasti ochrany pred požiarom.

### PodĎakovanie

Táto práca bola podporovaná kultúrnou a edukačnou grantovou agentúrou MŠVVaŠ SR – projekt č. 014UKF-4/2016.

### Zoznam bibliografických odkazov

DITLEV, J., ORRAINEN, M. The Confederation Of Fire Protection Associations In Europe. Managing Fire Protection of Historic Buildings. Helsinki, 2013, p. 25 s.

Elektrická požiarne signalizácia. [on line]. [cit. 2017-6-17] Dostupné na: [http://www.itpcontrol.sk/index.php?option=com\\_content&view=article&id=46&Itemid=41&lang=sk](http://www.itpcontrol.sk/index.php?option=com_content&view=article&id=46&Itemid=41&lang=sk)

IRINGOVÁ, A. Historické konštrukcie ľudovej architektúry z hľadiska požiarnej ochrany. In: Zdravé domy = Healthy houses : mezinárodní vědecká konference : 22.-23. dubna 2016. - Brno: Fakulta architektury VUT v Brně, 2016. s. 52-58. ISBN 978-80-904593-3-5

JIRÁSEK P., MRÁZEK M., PLATOVÁ E., SVOBODA P. Požární ochrana památkových objektů, Praha 2014, 176 s. ISBN 978-80-7480-007-8 176

MAKOVICKÁ OSVALDOVÁ, L., OSVALD, A. New methods in the evaluation of flammability properties In: Production management and engineering sciences. - Leiden: CRC Press/Balkema, 2016, s. 503-507. ISBN 978-1-138-02856-2

NETOPILOVÁ, M., OSVALD, A., KAČÍKOVÁ, D. Reakcia stavebných materiálov a výrobkov na oheň. Žilina: EDIS – Vydavateľstvo Žilinskej univerzity v Žiline. 2013. ISBN 978-80-554-0735-7

OLBŘÍMEK, J., POLÁK, M. Požiarne evakuačný plán ako požiarne tabuľka pre bezpečnú evakuáciu. Fireco 2013 – X. ročník medzinárodnej konferencie, ISBN 978-80-89051-12-0

VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

Pasívni potipožární ochrana [on line]. [cit. 2017-6-17] Dostupné na:  
<http://www.konstrukce.cz/clanek/pasivni-protipozarni-ochrana/>

STN ISO 236 01 Bezpečnostné značenie. Značenie požiarneho evakuačného plánu. 2012

Vyhláška MV SR č. 121/2002 Z.z. o požiarnej prevencii v znení neskorších predpisov.

Vyhláška MV SR č. 328/2012 Z.z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o evakuácii v znení neskorších predpisov.

Vyhláška MV SR č. 94/2004 Z.z., ktorou sa ustanovujú technické požiadavky na protipožiarnu bezpečnosť pri výstavbe a užívaní stavieb v znení neskorších predpisov.

Zákon č. 314/2001 Z.z. o ochrane pred požiarimi v znení neskorších predpisov.

## INTEGROVANÝ ZÁCHRANNÝ SYSTÉM A ZÁCHRANÁRSKY PES

### INTEGRATED RESCUE SYSTEM AND RESCUE DOG

Jana GORDANOVÁ – Anna DANIHELOVÁ

Technická univerzita vo Zvolene, T. G. Masaryka 24, 96053 Zvolen, Slovenská republika, tel.  
045/5206465, [danihelova@tuzvo.sk](mailto:danihelova@tuzvo.sk)

#### Abstrakt

Práca záchranárskeho psa je plnohodnotnou súčasťou integrovaného záchranného systému. Článok poukazuje na dôležitosť záchranárskej kynológie ako súčasti záchranárskeho tímu. Prezentuje výsledky výskumu výkonnosti záchranárskych psov z vybraných kynologických brigád na Slovensku. Cieľom výskumu bolo hodnotenie vplyvu vybraných faktorov a vonkajších podmienok na výkonnosť záchranárskeho psa. Sledovanými faktormi bolo plemeno psa, pohlavie, vek a forma odmeny. Výskum prebiehal v rôznych poveternostných podmienkach a teplotách prostredia, ktoré ako ukazujú výsledky experimentu významne ovplyvňujú výkonnosť psa.

**Kľúčové slová:** Integrovaný záchranný systém · Kynológia · Psovod · Výcvik psa · Záchranársky pes

#### Abstract

The work of rescue dog is a full featured part of the integrated rescue system. This article highlights the importance of rescue cynology as a component of the rescue team. Article presents the results of the rescue dog performance research from selected cynology brigades in Slovakia. The aim of research was to evaluate the influence of selected factors and external conditions on the performance of the rescue dog. The observed factors were dog breed, sex, age and form of reward. The research was conducted in various weather conditions and ambient temperatures, which significantly affect the dog performance, as shown by the results of the experiment.

**Keywords:** Integrated rescue system · Cynology · Dog handler · Dog training · Rescue dog.

## 1. Úvod

Pes patrí nielen k najstarším, ale aj k najvšestrannejším domácim zvieratám. Zo všetkých domácich zvierat existuje v najväčšej plemennej variabilite. Odhaduje sa, že človek vyšľachtil dodnes viac ako 400 rôznych plemien. Túto variabilitu možno pripísať skutočnosti, že človek

využíva psa pri rôznych úlohách. Psy vďaka svojim vlastnostiam a schopnostiam majú pre človeka veľký význam. Jedni majú psa ako spoločníka, no iní ho dennodenne využívajú vo svojej práci. Služobné psy nasadené v policajných akciách, psí záchranári bez ktorých by vyhaslo už mnoho ľudských životov. Tieto psy potrebujú špeciálny výcvik, aby dokázali správne konať vo vypätých situáciách. Dôraz sa kladie na poslušnosť základnú, resp. pokročilú, stopovanie, vyhľadávanie a obranu.

## 2. Záchranárska kynológia

Už v období prvej svetovej vojny sa stalo vyhľadávanie zranených vojakov a ich odtiahnutie do bezpečia jedným z najrozšírenejších druhov výcviku psov. V anglickej literatúre dostali títo psi označenie „mercy dogs“, čo v preklade znamená - psy vykonávajúci skutky milosrdenstva. Zvieratá boli schopné priviesť ku zraneným osobám vojakov s nosičmi, vďaka ktorým mohli byť ranení dopravení do bezpečia, kde im mohla byť poskytnutá prvá pomoc. Psy boli cvičení tak, aby nevzbudzovali pozornosť nepriateľov. Štekanie teda bolo neprijateľné (Hamerová, 2005).

### 2.1. Kynológia na Slovensku a v zahraničí

Na Slovensku sa záchranárskej kynológii venuje združenie kynológov záchranárov Slovenskej republiky (ZKZ SR), ktoré je začlenené pod Slovenskú kynologickú jednotu (SKJ) ako záchranárska sekcia SKJ. Záujemcov o výcvik a cvičiteľov záchranárskych psov na neprofesionálnej úrovni združuje Dog Rescue Slovakia Zväz kynologických záchranárskych brigád Slovenskej republiky (v skratenej forme DRS ZKZB SR).

Na medzinárodnej úrovni funguje International Rescue Dog Organisation (IRO). IRO je celosvetovo uznávaná organizácia zastúpená 116-timi štátnymi záchranými kynologickými organizáciami v 42 krajinách na všetkých kontinentoch. IRO poskytuje rámcové nastavenie diania, aktivít a tréningov, pričom členovia môžu dosahovať svoje osobné ciele, počínajúc spokojnými majiteľmi psov, ktorí chcú iba trénovať s ich štvornohým priateľom, končiac vysokošpecializovanými tímami, pre ktorých je potrebný špeciálny tréning pre núdzové stavy. IRO je dobročinný spolok financovaný odborovými príspevkami a dotáciami (International RESCUE DOG ORGANISATION). Okrem IRO je to medzinárodná kynologická organizácia Fédération Cynologique Internationale FCI (Pöthe, 2011).

### 2.2. Využitie psa v integrovanom záchrannom systéme SR

Vďaka svojim výnimočným vlastnostiam je pes mnohostranne využiteľný a pre človeka mimoriadne nápomocný. Samozrejme je potrebný správny výber plemena a vhodný výcvik. Využívanie psov v IZS má už dlhoročnú tradíciu. Prax ukázala, že pes je pre záchranárov ako aj pre políciu nenahraditeľným pomocníkom, a to nielen pre svoje fyzické a psychické danosti a možnosti výcviku, ale aj tým, že je zároveň biologickým detektorom pre sledovanie a skúmanie špecifických a individuálnych pachov, ktorého schopnosti nedokáže nahradiť žiaden



technický prostriedok (Šenovský et al., 2005). Využitie záchranárskeho psa v integrovanom záchranom systéme Slovenskej republiky plní jednoznačne svoje nenahraditeľné miesto. Zložkami ku ktorým patrí jednoznačne jeho práca sú: útvary Policajného zboru, horská služba, iné právnické osoby a fyzické osoby.

Horská záchraná služba Využíva záchranárskych psov najmä pri pátraní po nezvestných osobách a osobách zasypaných lavínou.

V rámci IZS sa na poskytovaní pomoci v tiesni podieľajú aj ďalšie právnické osoby, fyzické osoby. Do tejto kategórie patria aj všetci záchranári dobrovoľníci, ktorí sa na záchrane a pomoci podieľajú práve prácou so záchranárskymi psami.

V policajnom zbore SR sa služobné psy využívajú v dvoch základných smeroch: **v klasickej kynológii** na obranné a pachové práce, na vyhľadávanie predmetov a vecí súvisiacich s trestnou činnosťou a na identifikáciu osôb a vecí metódou pachových konzerv. A **v špecializovanej kynológii**, kde ide o špeciálne cvičených psov na vyhľadávanie omamných a psychotropných látok, výbušnín a výbušných systémov, strelných zbraní a streliva, akcelerátorov požiarov, tabaku a tabakových výrobkov, eurobankoviek, psov vycvičených na záchranárske práce a psov vycvičených na vyhľadávanie mŕtvol na zemi, pod zemou a pod vodnou hladinou (Krajník, 2009).

### 2.3. Záchranársky výcvik

Na záchranársky výcvik sa vyberajú psí jedinci s výraznými dispozíciami pre pachové práce, s vyrovnanými povahami, pevnými nervami a dobrým fyzickým fondom. Výcvik záchranárskeho psa začína výcvikom základnej poslušnosti. Jednoduché povely ako "stoj", "vpred", "nie", "schody hore", "schody dole", "doprava", "doľava" a mnohé ďalšie, psovi pomáhajú pri lepšej a jednoduchšej navigácii v priestore, kde vyhľadáva. Podstata výcviku je založená na tom, aby po jej absolvovaní pes štekal na povel, zvládal aj cviky poslušnosti. Po úspešnom absolvovaní sa môže pokračovať v špeciálnom výcviku. Podľa medzinárodného skúšobného poriadku záchranárskych psov, môže psovod so svojim psom vykonať skúšku vo viacerých kategóriách: *skúška spôsobilosti záchranárskych psov, skúška stopovania záchranárskych psov A a B, skúška plošného vyhľadávania záchranárskych psov A a B, skúška záchranárskych psov v ruinách A a B, skúška záchranárskych psov v lavínach A, B a C a skúška záchranárskych psov vo vode A,B a C*. Každý psovod má možnosť začať skúškou spôsobilosti alebo skúškou kategórie A, ktorá ho oprávňuje k účasti na skúške vyššieho stupňa v tejto kategórii. Pri výcviku sú psy podľa povahy rozdelení na: aportérov (Obrázok 1) a žravých psov. Toto rozlíšenie je nevyhnutné k tomu, aby pes po nájdení osoby, dostal vhodnú zaslúženú odmenu.



Obrázok 1 Typický pes – aportér (archív autora)

Figure 1 Typical dog – retriever (author's archive)

Po zvládnutí základného výcviku sa v ďalšom zameriava na vyhľadávanie osôb. Úlohou psa je nájsť ukrytých figurantov. Úkryty osôb sa volia tak, aby v prvej fáze bolo vyhľadávanie najjednoduchšie. V neskorších fázach sa menia nielen úkryty, ale aj terén, v ktorom pes má nájsť hľadané osoby a označiť miesto nálezu. Podľa skúšobného poriadku medzinárodnej kynologickej záchranárskej organizácie "IRO" (sídlo v Rakúsku), pes môže nájdenu osobu označiť hlasným štekaním alebo tzv. "nálezkou". Náleзка (drievko) je na obojku psa, ktorou pes označí miesto a beží za svojím pánom, ktorému neustálym behaním ku miestu nálezu naznačuje, že niečo našiel. Z praktického hľadiska sa však uprednostňuje štekanie. Tento spôsob je rýchlejší a hlavne bezpečnejší (Hrušovský, 1990).

### 2.3.1 Rušivé prvky

Dôležitou súčasťou výcviku je privykanie psa na rôzne prostredia, terény, zvuky, na ľudí a iných psov. Záchranársky pes totiž musí byť v každej situácii vyrovnaný, nesmie reagovať agresívne alebo bojzhlivo na žiadny podnet. Na rušivé prvky musí byť od malička privykaný. Dokonca jedným cvikom nevyhnutným pre záchranárskeho psa je tzv. "nosenie psa", ktoré spočíva v tom, že psovod alebo iná osoba zodvihne psa zo zeme alebo z vyvýšeného miesta, odnesie ho cca 10 m a odovzdá ďalšej osobe. Dôležité je psa navyknúť aj správaniu sa na ulici medzi ľuďmi v meste, na autá, na bicykle atď.

### 2.3.2 Motivácia

Motivácia je to, čo núti psa robiť to, čo robí. Bez motivácie sa totiž pes nenaučí žiaden cvik. Motivácia je pôsobenie psovoda alebo inej osoby na psa tak, že po úspešnom vykonaní

povelov je mu podaná buď obľúbená potrava alebo obľúbený predmet (loptička), pochvala, či iná pomôcka (ochranný rukáv). Pri správnom používaní má motivácia veľký vplyv na výcvik psa. Uľahčuje ho, zlepšuje kontakt medzi psovodom a psom, zaisťuje sústredenosť psa pri výcviku (Gordanová, 2012).

#### 2.4. Metodika vyhľadávania

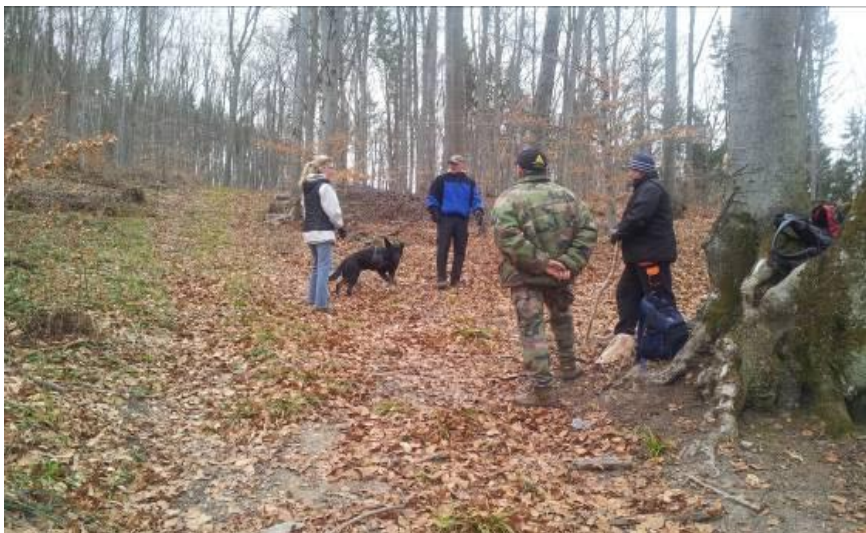
Výcvik záchranárskych psov je okrem iného zameraný na vyhľadávanie živých, resp. mŕtvych osôb v najrôznejšom prostredí. V zimných podmienkach ide hlavne o hľadanie osôb zapadnutých v snehu alebo zavalených v lavíne. V letnom období sú vyhľadávané stratené osoby v neprístupných terénoch, resp. v sutinách stavieb. V stredoeurópskych podmienkach sa psy využívajú hlavne na prehľadávanie zrútených domov, kde došlo k výbuchu plynu, zosuvu stavby, alebo išlo o likvidáciu továrenských havárií a pod. (Svaz záchraných brigád kynologů ČR).

##### 2.4.1 Vyhľadávanie v ruinách

Pri vyhľadávaní osôb v ruinách budov je kladený veľký dôraz na samostatnosť práce psa a jeho náruživosť. Vychádza sa z predpokladu nebezpečenstva ďalšieho zrútenia zvyškov budov. Pes preto pracuje často sám a niekedy aj vo veľkej vzdialenosti od psovoda. Pokiaľ pes identifikuje nález, označí ho štekotom a hrabaním. Spojenie oboch týchto spôsobov je považované za najúčinnšie, lebo štekot je počuť na diaľku a hrabanie upresňuje miesto (Sedlák, 2007).

##### 2.4.2 Vyhľadávanie v teréne

Jedná sa zvyčajne o prehľadávanie rozľahlých plôch a neprístupných terénov (Obrázok 2).



Obrázok 2 Príprava na cvičenie vyhľadávania v teréne v Banskej Bystrici (archív autora)

Figure 2 Preparig on the landsearch-training in Banska Bystrica (author's archive)

V zarastených terénoch je pátranie uskutočňované v rojniciach širokých podľa počtu prítomných psovodov. Psovodi podľa typu terénu pracujú prevažne v odstupoch asi 30 m od seba. Pred týmito psovodmi sú jednotlivými psami prehľadávané vymedzené úseky systémom „cik-cak“. Rojnice vždy postupujú zásadne proti vetru a pokiaľ je trasa križovaná vodnými tokmi, dochádza k dohľadávaniu zásadne proti prúdu (Sedlák, 2007).

#### **2.4.3 Vyhľadávanie v lavínach**

Pri vyhľadávaní v lavínach je pracovný postup takmer zhodný s letným prehľadávaním v teréne. Je však dôležité dbať na bezpečnosť, keďže ide o pohyb na zamrznutých plochách, snehových previsoch, závejoch atď. V lavínových poliach dochádza k sondáži pátračov v tesne zomknutej rojnici, kedy sa robia čo najhustejšie sondáže. Je dôležité, aby psy prichádzali ako prví a pátrači so snehovými sondami postupovali až za nimi (Sedlák, 2007). V reálnej záchranej situácii dokážu lavínové psi prehľadať jeden hektár za približne 30 min., pričom 20 ľudí by prehľadávalo rovnakú oblasť s lavínovými sondami asi 4 hodiny (Anderson, 2017).

#### **2.4.4 Vyhľadávanie vo vode**

Psi cvičené na vyhľadávanie vo vode dokážu zachytiť ľudský pach spod vodnej hladiny. Psovod a pes pracujú zvyčajne z člnu alebo pozdĺž pobrežia, pretože vodné prúdy môžu byť nebezpečné a zároveň môžu komplikovať presné označenie miesta nálezu obeť. Ďalší psovodi so svojimi psami nezávisle od predošlého nálezu lokalizujú miesto, kde by sa mala obeť nachádzať. Je to kvôli čo najpresnejšej lokalizácii tela obeť. Následne pokračujú práce potápačov, ktorí na psami označenom mieste hľadajú telo (Bulanda, 1994)

#### **2.4.5 Vyhľadávanie po stope**

Záchranné stopovanie je založené na identifikácii hľadanej osoby podľa predmetu. Vyhľadávanie spočíva v tom, že pes načuchá pach tejto osoby z ponúknutého predmetu a podľa neho vyhľadáva pachovú dráhu (stopu), ktorú tento človek v teréne zanechal (Sedlák, 2007).

### **3. Experiment a metodika**

#### **3.1. Vybrané faktory a ich vplyv na výkonnosť psa**

Pes ako živý organizmus je ovplyvňovaný mnohými faktormi, ktoré môžu ovplyvniť jeho výkon. Cieľom experimentu bolo hodnotiť vplyv vybraných faktorov na výkon záchranského psa. Jednotlivé faktory boli rozdelené na vnútorné a vonkajšie. Vnútorné faktory boli: plemeno psa, pohlavie, vek a forma odmeny. Vonkajšie faktory boli: poveternostné podmienky a teplota okolia.

Výskum sa skladal z dvoch častí. Prvú časť tvorilo 6 tréningových cvičení so záchranskými psami. Z toho tri prebiehali v blízkosti Banskej Bystrice v sutinách starej budovy v dňoch: 16.2.2012, 1.3.2012 a 29.3.2012. Ďalšie tri prebiehali neďaleko Hornej Mičinej v miestnom

**VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017**

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

lese. Jednalo sa o plošné vyhľadávanie v dňoch 23.2.2012, 8.3.2012 a 5.4. 2012. Na oboch miestach mali vybrané záchranárske psy vyhľadať štyroch figurantov a označiť ich vyštekávaním. Do experimentu boli zapojené tri vycvičené záchranárske psy a to: 4-ročný belgický ovčiak, pes (motivovaný aportom), 5-ročná border kólia, sučka, (motivovaná jedlom) a 6,5-ročný nemecký ovčiak, pes, motivovaný aportom.

Počas každého tréningu boli psy vystavené rôznym poveternostným podmienkam. Psy mali dohľadať osobu, pričom za hodnotiace kritérium bol zvolený čas, za ktorý jednotlivé psy na povel svojho psovoda, našli ukrytých figurantov.

Vzhľadom k tomu, že kynológovia záchranári sú v podstate dislokovaní po celom území Slovenska a k dispozícii pre miestny experiment boli len traja psy, bol vlastný výskum doplnený výsledkami získanými dotazníkovou metódou. Respondentmi bolo desať záchranárov – kynológov, ktorí odpovedali na nami určené otázky. Ich úlohou bolo doplniť a slovne popísať vplyv nami skúmaných vybraných faktorov na výkon záchranárskeho psa.

#### 4. Výsledky a diskusia

Výsledky experimentu sú zhrnuté v Tabuľke 1.

**Tabuľka 1** Výsledky pre jednotlivé psy pri všetkých tréningových cvičeniach

**Table 1** Result times in seconds for particular dogs by all searching training

Jednotlivé psy, pohlavie, vek, forma motivácie	Vyhľadávanie v ruinách			Vyhľadávanie v teréne		
	16.2.2012	1.3.2012	29.3.2012	23.2.2012	8.3.2012	5.4.2012
	Slnčné počasie, bezvetrie -5 °C	Chladné, sychravé počasie, slabý vietor 6 °C	Dážď, silný vietor 15 °C	Slnčné počasie, bezvetrie -12 °C	Zamračené, silný vietor 4 °C	Prehánky, slabý vietor 17 °C
	Výsledný čas v sekundách					
Belgický ovčiak, pes, 4 roky, aport	381	416	407	375	421	419
Border kólia, sučka, 5 rokov, jedlo	375	432	399	391	403	444
Nemecký ovčiak, pes, 6,5 roka, aport	389	423	388	441	432	431

Ako je zrejme z Tabuľky 1, výsledné časy, za ktoré jednotlivé psy vyhľadali figurantov v našom experimente, sa líšili len málo. Je možné teda konštatovať, že každý z nami sledovaných faktorov ovplyvňuje výkon záchranárskeho psa. Po zohľadnení aj výsledkov získaných z dotazníkov sa ukazuje, že vek psa, poveternostné podmienky ako aj teplota okolia výraznejšie ovplyvňujú schopnosti psa. To znamená, že pri výbere psa na konkrétnu akciu je potrebné, pokiaľ to možnosti dovoľujú, brať do úvahy hlavne vyššie uvedené faktory.

#### 4.1. Vyhodnotenie jednotlivých faktorov ovplyvňujúcich výkon záchranárskeho psa

*Plemeno psa:* V našom výskume boli časy oboch plemien pomerne vyrovnané. Z praxe je známe, že najrozšírenejšie pracovné plemeno psa je nemecký ovčiak, ktorý sa používa vo viacerých zložkách IZS.

*Pohlavie psa:* Z nášho výskumu vyplýva, že pes bol rýchlejší ako sučka pri vyhľadávaní v ruinách ako aj pri vyhľadávaní v teréne. Podľa dotazníka respondenti udávajú, že vplyv pohlavia na výkon záchranárskeho psa môže súvisieť s obdobím ruje u sučky, kedy jej pozornosť môže byť znížená a výkon nestabilný. Zároveň psy, ktoré zacítia sučku v ruji, sa koncentrujú na hormonálne pachy a ich výkon môže byť takto tiež ovplyvnený.

*Vek psa:* Vek psov v našej výskumnej vzorke sa pohyboval v rozpätí 4 – 6,5 roka. Najlepšie časy pri jednotlivých vyhľadávaniach dosahovali všetky tri psi striedavo. Nejednoznačný výsledok môžeme pripísať práve vekovému zloženiu psov, kde sa jednalo o mladých, výkonných a zároveň už vycvičených jedincov. Taktiež respondenti sa zhodli na tom, že vek psa jednoznačne jeho výkon ovplyvňuje. Vekom síce naberá skúsenosti a je tým pádom spoľahlivejší, ale zároveň starne. Tým sa znižuje jeho fyzická zdatnosť, má menej energie, je náchylnejší na rôzne ochorenia a úrazy, zabúda a tým sa jeho výkonnosť znižuje.

*Forma odmeny:* Z nášho výskumu vyplýva, že najlepšie časy dosiahli psi motivovaní aportom. Ale z odpovedí respondentov usudzujeme, že vplyv formy odmeny skôr súvisí so správnou voľbou formy odmeny. Ak psovod nezvolí správne formu odmeny, pes nie je dostatočne motivovaný a negatívne to ovplyvní jeho výkon.

*Poveternostné podmienky:* Z výskumu vyplýva, že výkon psov bol lepší v jasnejšom počasí s nižšou rýchlosťou vetra. V sychravom počasí a so zvyšujúcou sa rýchlosťou vetra sa predlžovali časy vyhľadávania. Je možné túto skutočnosť odôvodniť slabšou viditeľnosťou a odnášaním pachovej stopy vetrom.

*Teplota okolia:* Podľa nášho výskumu sa výkon psa znižoval so stúpajúcou teplotou. Vzhľadom k tomu, že teploty prostredia, pri ktorých sa realizoval výskum boli v intervale od -5 °C do 17 °C (teda nie extrémne teploty), môžeme výsledok považovať skôr za náhodný. Z odpovedí respondentov však vyplýva, že teplota prostredia predsa len vplyv na výkon psa má. Pričom psa zaťažujú najmä extrémne vysoké teploty.

## 5. Záver

Keďže vybrané endogénne a exogénne faktory ovplyvňujú výkon záchranárskeho psa a pri zachraňovaní ľudských životov je každá sekunda potrebná, je žiadúce aby výkon bol čo najlepší. Preto je dôležité už pri výbere plemena túto voľbu zvážiť a vyberať plemena v závislosti od toho, akému druhu záchranárskej činnosti sa chce psovod so svojim psom

venovať. Ak ide napríklad o horskú záchrannú službu, kde sa jedná najmä o plošné vyhľadávanie v rôznorodom teréne bez výnimky snehových lavín, je vhodné zvoliť väčšie plemeno psa, ktoré je fyzicky zdatné a nie je náchylné na chlad. Podobne treba rozmýšľať aj pri iných záchranárskych činnostiach. Psovod musí taktiež správne zvoliť formu odmeny, aby bola dostatočnou motiváciou pre psa a zväžiť záchranné akcie v období ruje. Tiež je potrebné si uvedomiť, že výkon psa od určitého veku klesá, preto je nežiadúce starších jedincov neprimerane zaťažovať.

Záchranárskym psom a ich výcviku by sa mala venovať väčšia pozornosť a úcta, lebo aj oni sú plnohodnotnou a nenahraditeľnou zložkou integrovaného záchranného systému.

### PodĎakovanie

Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. APVV-0057-12.

### Zoznam bibliografických odkazov

Anderson A.: Avalanche Rescue Dogs. Work of dogs. [cit. 2017-29-09]. Dostupné na internete: <http://thebark.com/content/avalanche-rescue-dogs?page=2>

Bulanda, S. Ready!: the training on the search and rescue dog. 2nd ed. Doral Publishing, U.S., 2010. 146 p.

Gordanová, J. Vplyv vybraných faktorov na výkon záchranárskeho psa: Diplomová práca. Zvolen: DF TU vo Zvolene, 2012. 72 s.

Hamerová, B. Psi ve válce: Pravdivé příběhy o psí statečnosti v boji. 1. vyd. Praha: I. Železný, 2005. 150 s.

Hrušovský, J. Pes a jeho výcvik. 2. vyd. Praha: Naše vojsko, 1990. 336 s.

Krajník, V. Policajná kynológia. Bratislava: Akadémia policajného zboru v Bratislave, 2009. 576 s.

Sedlák, J. Záchranářští psy. In Zooterapie ve světě objektivních poznatků. 1. vyd. České Budějovice: Dona s.r.o., 2007, s. 65-67.

Šenovský, M., Adamec, V., Hanuška, Z. Integrovaný záchranný systém. Ostrava: Ed. Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství Spektrum, 2005. 157 s.

Pöthe, J. Vývoj dobrovoľnej záchranárskej kynológie na Slovensku. [cit. 2016-21-11]. Dostupné na internete: <http://www.cces.sk/?p=432>

**VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017**

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

International RESCUE DOG ORGANISATION. Introduction. [cit. 2016-21-11]. Dostupné na internete: <http://www.iro-dogs.org/en.html>

SZBK ČR. Představení SZBK ČR. [cit. 2012-13-04]. Dostupné na internete: <http://www.zachranari.cz/predstaveni-szbc-cr 52.html>



## ZNALECKÉ DOKAZOVANIE PRI VÝPOČTE NÁHRADY ŠKODY SPÔSOBENEJ POŽIAROM

### FORENSIC EVIDENCE IN THE CALCULATION OF COMPENSATION FOR DAMAGE CAUSED BY FIRE

Marián HRUBIZNA<sup>1</sup> – Ján PODHORSKÝ<sup>2</sup> – Ľudmila MACUROVÁ<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Ústav súdneho inžinierstva ŽU v Žiline, Ul. 1. mája 32, 010 26 Žilina; Ústav znaleckého výskumu a vzdelávania UNIZA, Ul. 1. mája 32, 010 26 Žilina; [marian.hrubizna@usi.sk](mailto:marian.hrubizna@usi.sk)

<sup>2</sup> Ústav súdneho inžinierstva ŽU v Žiline, Ulica 1. mája 32, 010 26 Žilina; Ústav znaleckého výskumu a vzdelávania UNIZA, Ul. 1. mája 32, 010 26 Žilina; [jan.podhorsky@usi.sk](mailto:jan.podhorsky@usi.sk)

<sup>3</sup> Ústav znaleckého výskumu a vzdelávania UNIZA, Ulica 1. mája 32, 010 01 Žilina  
[ludmila.macurova@uzvv.uniza.sk](mailto:ludmila.macurova@uzvv.uniza.sk)

#### Abstrakt

Tento článok približuje postup znaleckého dokazovania pri výpočte náhrady škody na technológii spôsobenej požiarom. Najskôr je pre znalca nesmierne dôležité oboznámiť sa s technológiou, na ktorej vznikla škoda. V znaleckom posudku by mal znalec popísať a charakterizovať predmetnú technológiu z pohľadu jej použitia, doby prevádzky, technického stavu, životnosti, atď. V ďalšom kroku je potrebné zistiť rozsah poškodenia najmä prostredníctvom fyzickej obhliadky. Z fyzickej obhliadky a záznamov od prevádzkovateľa technológie by malo byť zrejmé ako vznikla škoda, čo bolo jej príčinou, rozsah škody, či je možné technológiu opraviť a naďalej využívať, alebo aspoň využiť jej časti, respektíve či rozsah škody neumožňuje ďalšiu prevádzku a opravu. Posledným krokom znaleckého dokazovania je samotný výpočet škody.

**Kľúčové slová:** Znalecké dokazovanie, znalec, technológia, škoda, požiar

#### Abstract

This article approximates the procedure of forensic evidence in the calculation of compensation for damages to technology caused by fire. First of all, it is important for the expert to become acquainted with the technology on which the damage occurred. In an expert opinion, the expert should describe and characterize the technology in question with regard to its use, operational times, technical condition, service life, etc. The next step is to determine the extent of the damage. The magnitude of the damage must be determined by the physical review. Physical review and records from the technology operator should be clear how the damage arose, what caused it, the extent of the damage, whether the technology could be repaired and continued to be used, or at least its parts, or the extent of the damage, does not allow further operation and repair. The final step of forensic evidence is the actual calculation of the damage.

**Keywords:** Forensic evidence, expert, technology, damage, fire

## 1. Úvod

V tomto článku sa autori zaoberajú výpočtom náhrady škody na linke zhodnocovania odpadov, ktorá vznikla ako dôsledok požiaru. Na úvod príspevku je nevyhnutné najskôr popísať predmetnú technológiu a skutkový stav škodovej udalosti. Následne bude interpretovaný rozsah spôsobenej škody a v poslednej časti bude načrtnutý spôsob výpočtu škody.

## 2. Popis zariadenia linky zhodnocovania odpadov

Linka na zhodnocovanie plastových odpadov je tvorená zo štyroch reaktorov (liniek) na zhodnocovanie plastov.

V stredisku zhodnocovania plastov, kde nastala škodová udalosť boli inštalované 2 (slovom dve) linky.

Každá linka/kolóna je tvorená dvoma reaktormi / reaktor č.1 (2A), reaktor č.2 (2B) a reaktor č.3 (1A), reaktor č.4 (1B) /.

Technológia termokatalytického spracovania odpadových plastov spočíva v spracovaní PE a PP odpadu na tekuté uhľovodíky metódou katalytickej depolymerizácie. Získaný produkt sa spracuje na komponenty, ktoré sa používajú ako zložka tekutých palív, v súvislosti s čím môžeme konštatovať, že táto technológia umožňuje významne znížiť množstvo odpadu z plastov, uskladnených na skládkach odpadu, a tiež znižuje spotrebu nafty a uhlia.

Počas procesu vznikajú v dôsledku katalytického spracovania odpadových plastov tekuté a plynné uhľovodíky. Celý proces prebieha za účasti katalyzátora, ktorým je pasivovaný hliník s viacvrstvovou viazanou štruktúrou. Katalyzátor sa zavádza do jednotky spolu so vstupnou surovinou nepretržite v priebehu procesu.

V zariadení, v ktorom prebieha termokatalytický proces, sa dlhé reťazce uhľovodíkov pod vplyvom vlastného tlaku dostávajú von z reakčnej oblasti a prechádzajú do systému chladenia a skvapalňovania uhľovodíkov. Následne sa schladená zmes rozdelí na jednotlivé skvapalnené prúdy, ktoré stekajú do nádrží na frakcie, odkiaľ sa prostredníctvom systému čerpadiel a ventilov cez chladič frakcií prečerpáva do skladovacích nádrží.

Termokatalytický proces transformácie je fyzikálno-chemický proces a prebieha vo vnútri reaktora, kde sa teploty pohybujú od 200 °C do 540 °C a pri maximálnom prevádzkovom pretlaku 0,13 MPa.

V priebehu horenia pri požari zariadenia sa mohla teplota pohybovať na povrchu reaktora v rozhraní od 800 °C do 1 400 °C.

Vzhľadom na to, že pracovná teplota v reaktorovom priestore dosahuje 420 °C a v telese výmenníka až 620 °C, pri opakovanom ohreve a ochladení (každé 3 dni) dochádza k cyklickému zaťaženiu komponentov reaktora.

Toto prostredie je silne korozívne i abrazívne a zároveň povrch materiálu absorbuje zlúčeniny síry, chlóru a vodnej pary do svojich štruktúr. Pri opravách zváraním by sa zabudovávali do materiálu ďalšie napätia, ktoré by mohli mať za následok tvorenie mikrotrhlín a následne pri cyklickom tepelnom namáhaní deštruktívnych trhlín na materiály reaktora, ktorý je skonštruovaný z uhlíkovej ocele triedy 11 (spodná časť reaktora je z nerezovej ocele).

Proces recyklácie plastového odpadu prebieha prostredníctvom katalytickej transformácie (depolymerizácie) vstupnej suroviny bez prítomnosti vzduchu (nedochádza k spaľovaniu), pričom výsledný produkt dosahuje nové požadované charakteristiky. Technológia dokáže spracovať v priemere 960 až 1080 ton vstupnej suroviny – plastových odpadov za mesiac s výstupom 500 až 700 ton výsledného produktu. Uvedený technologický postup a zariadenie na recykláciu plastového odpadu sú chránené medzinárodnými patentmi.

Prvá škodová udalosť v stredisku zhodnocovania plastov vznikla v roku 2015, kedy bol spozorovaný únik pár spod izolačných kupol reaktora 2B. Následne o 9:00 hod. došlo k explózií v priestore medzi vrchnými poklopami reaktora 2B a následnému vypuknutiu požiaru.

### 3. Rozsah poškodenia zistený vizuálnym posúdením počas obhliadky:

- **reaktor 2B** – deformované a neopraviteľne zničené 3 ks horných poklopov s prírubami, poškodenie tepelnej izolácie
- reaktora, plechových krytov a pomocných konštrukcií. Rozsah možných vnútorných poškodení reaktora nie je možné bez jeho rozobratia a vyčistenia posúdiť. V reaktore ostal zatuhnutý plast, ktorý bude nutné po dostatočnom vychladení reaktora mechanicky vysekávaním odstrániť, aby bolo možné overiť, či nedošlo k deformácii vnútra reaktora.
- fotografie z obhliadky:

VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava



Prvotnou príčinou vzniku škody podľa informácií od poisteného bola technická porucha, vznik netesnosti tesnenia jedného z horných viek reaktora. Následkom uvedeného došlo k úniku horľavých, resp. výbušných pár z reaktora, ktoré pri náraste koncentrácie a kontakte s kyslíkom z ovzdušia spôsobili výbuch a následný požiar. K tomu konštatovaniu sa prikláňa aj vydané Odborné stanovisko Technickej inšpekcie SR.

V odbornom stanovisku Technickej inšpekcie SR sa uvádza nasledovné:

„Na základe preverenia predloženej dokumentácie a dokladov uvedených v časti 1 a po vykonaní obhliadky technologického zariadenia na spracovanie plastových odpadov bolo zistené, že najpravdepodobnejšou príčinou požiaru, bola skrytá vada na tesnení použitom na prírubovom spoji reaktora 2B.

Požiarom prevádzky Strediska zhodnocovania plastov v roku 2016 bola poškodená celá technologická časť prevádzky vrátane kompletnej elektroinštalácie, riadiacich prvkov systému riadenia a velínu, v ktorom boli elektronicky zaznamenávané procesy prebiehajúce počas prevádzky technologického zariadenia strediska zhodnocovania plastov.

Stav hlavných technologických častí prevádzky ku dňu vzniku požiaru v roku 2016 :

- reaktor č.1 (2A) odstavený z dôvodu I. požiaru na vedľajšom reaktore 2B,
- reaktor č.2 (2B) v oprave po I. požiaru,
- reaktor č.3 (1A) odstavený z dôvodu realizácie projektu „Inovácia“ na vedľajšom reaktore 1B,

- reaktor č.4 (1B) bol v realizácii , konkrétne v etape komplexných skúšok t.j. pred odovzdaním do skúšobnej prevádzky.

Po fyzickej obhliadke, vyhodnotení fotodokumentácie prevádzky Strediska zhodnocovania plastov a následnom konziliárnom prerokovaní so špecialistami (znancami zo súvisiacich odborov a odvetví) Ústavu súdneho inžinierstva (ÚSI) ŽU v Žiline možno konštatovať, že:

- **hlavná technologická časť** prevádzky Strediska zhodnocovania plastov t.j. linky/kolóny č. 1 a č. 2 obsahujúce reaktory č. 1, 2, 3 a 4 boli poškodené do takej miery, že materiál reaktorov bol pri požiari vystavený teplote až 1 400 °C. Počas zásahu hasičov prvotným hasením vodou došlo k teplotnému šoku ako pri kalení ocele (kalením sa zvyčajne dosahuje zvýšenie tvrdosti a pevnosti v ťahu, ale znižuje sa ťažnosť a húževnatosť). To znamená, že materiál stratil svoje predpísané vlastnosti na aké bol pôvodne určený.
- elektroinštalácia, riadiace systémy technológie vrátane velínu boli úplne zničené,
- potrubné rozvody vrátane armatúr, prírub a tesnení z dôvodu ich vystavenia vysokým teplotám počas požiaru nie je možné použiť pre budúcu prevádzku zariadenia,
- **technológia na prípravu surovín a ich dopravu** nebola počas požiaru tak zásadne poškodená ako hlavná technologická časť prevádzky Strediska zhodnocovania plastov. Podľa názoru Ústavu súdneho inžinierstva (ÚSI) ŽU v Žiline by táto technológia mohla byť v určitom rozsahu odhadnutom na 40 % využitá na svoj pôvodný účel. Podmienkou využitia je existencia obdobného technologického zariadenia na zhodnocovanie plastov a záujem o inštaláciu a technické možnosti pre jej inštaláciu u budúceho prevádzkovateľa.

#### 4. Metodika stanovenia VŠH strojových zariadení

Stanovenie všeobecnej hodnoty hnutelného majetku – strojových zariadení sa vykonalo podľa Vyhlášky MS SR č. 492/2004 Z. z. o stanovení všeobecnej hodnoty majetku, Príloha č. 4 „POSTUP STANOVENIA VŠEOBECNEJ HODNOTY STROJOVÝCH ZARIADENÍ, DRÁHOVÝCH VOZIDIEL, PLAVIDIEL A LIETADIEL“.

Strojové zariadenia (SZ) sú stroje, prístroje, súbory strojov, napríklad výrobné linky, pružné výrobné systémy a pod., ktoré majú samostatné technicko-ekonomické určenie a výrobcom, dovozcom či predajcom stanovené plnenie prevádzkovo-technických funkcií. Podľa ďalej uvedeného postupu môžeme stanovovať hodnotu strojových zariadení len znalec z odboru strojárstvo.

Druhy posudzovaných SZ je možné rozdeliť do nasledujúcich kategórií: 14. Spoločné zariadenia pre chemický priemysel.

**VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017**

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

Výpočet všeobecnej hodnoty VŠH zariadení strojového charakteru bol stanovený nasledovným postupom v súlade s Prílohou č. 4, Vyhlášky č. 492/2004 Z. z. o stanovení všeobecnej hodnoty majetku v znení neskorších predpisov:

- stanovením vstupných cien (VC) zložiek majetku,
- stanovením východiskových hodnôt (VH) zložiek majetku,
- stanovením základnej amortizácie (ZA) zložiek majetku,
- stanovením skutočného technického stavu (TS) zložiek majetku,
- stanovením technickej hodnoty (TH) zložiek majetku,
- stanovením všeobecnej hodnoty (VŠH) zložiek majetku.

Pre ohodnocovanie strojových zariadení sa z nižšie uvedených dôvodov boli použité ako podklady:

1. Vyhláška Štatistického úradu SR č. 306/2007 Z. z., prečíslovanie kódov KP v označení SK NACE Rev. 2, zavedené ŠÚ SR od roku 2009.
2. Metodická inštrukcia č. MI 1/2004: „Stanovenie hodnoty strojových zariadení. Žilinská univerzita/EDIS - vydavateľstvo ŽU, 2004. ISBN 80-8070-205-5.

VC – Vstupná cena zložiek majetku v [€] – je vstupná cena v roku jeho obstarania, bez jej navýšenia technickým zhodnotením a to v úrovni bez DPH. Vstupná cena je stanovená na základe obstarávacej ceny zariadení OC z podkladov, ktoré predložil zadávateľ znaleckého úkonu.

VH – Východisková hodnota v [€] ohodnocovaných zložiek majetku – je hodnota, z ktorej sa vypočítava všeobecná hodnota ohodnocovaných zložiek majetku VŠH, t.j. výsledný produkt posudku.

Technické zhodnotenia sú ohodnotené samostatne, pretože sú určené pre potreby technológie ako celku.

V pôvodnom zaradení bola v účtovnej evidencii spoločnosti zaradená a vedená ako jediná položka. Vzhľadom na charakter technológie po konzultáciách s pracovníkmi a odborníkmi s Ústavu súdneho inžinierstva (ÚSI) ŽU v Žiline možno rozčleniť jednu položku s ohľadom na charakter technológie nasledovne:

Linka 1 –	Reaktor 1	–	13 % VH
	Reaktor 2	–	13 % VH
	Aparatúra (kolóna) 1	–	19 % VH

**VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017**

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

Linka 2 –	Reaktor 3	–	13 % VH
	Reaktor 4	–	13 % VH
	Aparatúra (kolóna)2	–	19 % VH
Spoločné zariadenia (potrubné rozvody, nádrže, a pod.) –			10 % VH

Stanovené východiskové hodnoty VH pre jednotlivé ohodnocované zložky majetku sú uvedené vo výpočtových tabuľkách tohto znaleckého posudku.

**ZA – základná amortizácia**

Je percentuálnou mierou fyzického opotrebovania zložky majetku počas jej skutočnej prevádzky. Pre strojové zariadenia po zaradení zložky majetku do kategórie podľa tabuliek časti B.2 Prílohy č. 4, Vyhlášky č. 492/2004 Z. z. o stanovení všeobecnej hodnoty majetku sa priradí tomuto stroju hodnota predpokladanej životnosti zložky majetku  $\check{Z}$  a zostatkové percento prevádzkyschopnosti zložky majetku  $ZO$ .

$\check{Z}$  – predpokladaná životnosť zložiek majetku v rokoch, stanovená na základe technických parametrov zložiek majetku a jej normálneho používania za predpokladu vykonávania údržby a opráv podľa pokynov výrobcu alebo predajcu zložiek majetku podniku v súlade s vyhláškou.

$ZO$  – zostatkové percento prevádzkyschopnosti zložiek majetku, ktoré zostáva po skončení predpokladanej životnosti zložiek majetku podniku.

VTS – východiskový technický stav zložiek majetku. Východiskový technický stav bol u všetkých hodnotených zložiek majetku, ktoré boli zakúpené ako nové, stanovený v úrovni 100 %. U tých zložiek majetku, ktoré boli obstarané od ich pôvodných majiteľov ako prevádzkované a mali preukázateľne vykonanú generálnu opravu (GO) bol východiskový technický stav stanovený na 100 %. U niektorých zložiek majetku, u ktorých bola obhliadkou zistená rekonštrukcia, resp. modernizácia, bola táto skutočnosť zohľadnená v samotnom výpočte technického stavu TS.

Doba prevádzky  $r$  je doba zložky majetku uvedená v skutočne odpracovaných mesiacoch, prepočítaná na roky, medzi jej prvým uvedením do prevádzky, prípadne od jej uvedenia do prevádzky, rekonštrukcie alebo modernizácie a dátumom hodnotenia.

Koeficient zmienosti  $k_z$  sa určuje v závislosti na režime práce podľa vyhlášky a stanovuje sa na základe režimu práce stroja za dobu jeho prevádzky.

**TS – technický stav zložiek majetku**

## VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

Technický stav zložiek TS predstavuje ich reálny zostatkový technický stav k dátumu ohodnocovania. Vypočíta sa podľa vzťahu:

$$TS = (VTS - ZA) \cdot \left(1 + \frac{\pm Z}{100}\right) k_{MO} \quad [\%]$$

kde:

- VTS – východiskový technický stav strojového zariadenia [%],
- ZA – základná amortizácia strojového zariadenia [%],
- Z – zmena technického stavu strojového zariadenia [%],
- $k_{MO}$  – koeficient morálneho opotrebenia strojového zariadenia [-].

Zmena technického stavu  $Z$  je ukazovateľ, ktorý predstavuje zmenu skutočného technického stavu ohodnocovanej zložky oproti tzv. bilančnému technickému stavu zložky  $THS$  (%).

Hodnota parametra  $Z$  sa stanovila na základe vykonaných obhliadok a na základe dostupných podkladov od účastníkov obhliadky, pričom sa  $Z$  stanovila podľa daného technického stavu zložky v intervale  $Z : \in (100 ; 100>$ .

Na základe vykonanej fyzickej obhliadky je stanovený parameter s ohľadom na prvý požiar v roku 2015 pre linku 1 a linku 2 individuálne. Spoločné zariadenia umiestnené mimo objektu zasiahnutého požiarom neboli poškodené a preto  $Z = 0$ :

Linka 1 – Reaktor 1	-45
Linka 1 – Reaktor 2	-65
Linka 1 - Aparatúra (kolóna) 1	-30
Linka 2 – Reaktor 3	-10
Linka 2 – Reaktor 4	-10
Linka 2 - Aparatúra (kolóna) 2	-10

Uplatňujeme  $Z$ :

- za poškodenie požiarom  $/-Z/$

Koeficient  $k_{MO}$  je mierou morálneho opotrebenia ohodnocovaných zložiek a vyjadruje prípadnú morálnu zastaranosť danej zložky majetku s prihliadnutím na v súčasnosti vyrábané porovnateľné zariadenia a ich aktuálne obstarávacie ceny.

TH – technická hodnota zložiek majetku

Je vyjadrením skutočného technického stavu ohodnocovaných zložiek majetku ku dňu ohodnotenia v [€]. Vypočítava sa podľa vzťahu

$$TH = \frac{TS \cdot VH}{100} + TH_{MV} \quad [€]$$



VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

kde:

- TS – technický stav [%],  
VH – východisková hodnota [€],  
TH<sub>MV</sub> – technická hodnota mimoriadnej výbavy zložiek majetku vyjadrená v eurách [€].

VŠH – všeobecná hodnota zložiek majetku

Všeobecná hodnota zložiek majetku *VŠH* je výsledná objektivizovaná hodnota zložiek majetku, ktorá je znaleckým odhadom najpravdepodobnejšej ceny hodnoteného majetku ku dňu ohodnotenia v danom mieste a čase, ktorú by tento mal dosiahnuť na trhu v podmienkach voľnej súťaže, pri poctivom predaji, keď kupujúci aj predávajúci budú konať s patričnou informovanosťou i opatrnosťou a s predpokladom, že cena nie je ovplyvnená neprimeranou pohnútkou. Vypočíta sa podľa vzťahu:

$$VŠH = TH \cdot k_p \quad [€]$$

kde:

- TH – technická hodnota zložky majetku [€],  
k<sub>p</sub> – koeficient predajnosti zložky majetku [-].

$$k_p = k_{PT} \cdot k_{PS} \cdot k_{PD} \cdot k_{PL} \cdot k_{PI} \quad [-]$$

kde:

- k<sub>PT</sub> – koeficient neúplnosti alebo neplatnosti dokumentácie potrebnej na prevádzku [-].  
k<sub>PS</sub> – koeficient zohľadňujúci dostupnosť náhradných dielov a servisných služieb na opravy a údržbu [-].  
k<sub>PD</sub> – koeficient dopytu po ohodnocovanej zložke na trhu [-].  
Koeficient dopytu trhu je stanovený na základe predajnosti uvedeného a porovnateľného typu strojových zariadení k rozhodnému dátumu ohodnotenia.  
k<sub>PL</sub> – koeficient sa použije pri stanovení VŠH linky alebo technologického celku [-].  
Zložky majetku sa ohodnocovali ako jednotlivé zložky majetku, ktoré sú kompletne.  
k<sub>PI</sub> – koeficient ostatných vplyvov [-].  
Počet majiteľov je v prevažnej miere známy a uvažujeme, že zariadenia boli používané v súlade s odporučeniami výrobcu. Niektoré zariadenia vzhľadom na svoje rozmery a montáž v mieste prevádzky sú ťažšie demontovateľné a viazané na konkrétnu prevádzku.

## 5. Stanovenie výšky škody

Výpočet výšky škody vychádza z týchto predpokladov:

- zložka majetku bola pred poškodením v prevádzkyschopnom stave,
- poškodenie spôsobilo úplné znemožnenie alebo čiastočné obmedzenie používania zložky majetku, poškodením sa zmenili vlastnosti alebo technické parametre zložky majetku, pričom poškodenie mohli spôsobiť rôzne vplyvy (nesprávna prevádzka, chyba konštrukcie, materiálu, chyba montáže, havária, iné vplyvy),
- zložka majetku bola po poškodení vykonaním opravy, resp. iného zásahu uvedená do štandardne prevádzkyschopného stavu, t. j. obnovili sa jej parametre, funkčné a úžitkové vlastnosti v rozsahu, v akom boli pred opravou, alebo
- zložka majetku nebola po poškodení opravená. V takom prípade sa predpokladá oprava štandardnou technológiou a pre takú sa vyčíslia predpokladané objektívne náklady na opravu zložky majetku, aby zložka majetku bola uvedená do štandardne prevádzkyschopného stavu.

$$V\check{S} = NO + (V\check{S}H_1 - V\check{S}H_2) - V\check{S}H_z$$

Kde:

$V\check{S}$  – výška škody [€],

$V\check{S}H_1$  – všeobecná hodnota zložky majetku v okamihu pred poškodením stanovená podľa výpočtu všeobecnej hodnoty stroja, strojového zariadenia, dráhového vozidla, plavidla a lietadla k dátumu poškodenia zložky majetku [€],

$V\check{S}H_2$  – všeobecná hodnota zložky majetku po vykonanom zásahu, resp. po vykonanej alebo predpokladanej oprave s cieľom uviesť zložku majetku do štandardne prevádzkyschopného stavu, stanovená podľa výpočtu všeobecnej hodnoty stroja, strojového zariadenia, dráhového vozidla, plavidla a lietadla [€],

$V\check{S}H_z$  – všeobecná hodnota zvyškov zložky majetku, ktoré zostanú po vykonaní opravy (aj zamýšľanej), ak je predpoklad ich ďalšieho zhodnotenia [€],

$NO$  – náklady na opravu [€].

Výška škody pri totálnom zničení zložky majetku bez využiteľných zvyškov sa vypočíta podľa vzťahu:

$$V\check{S} = V\check{S}H_1$$

Náklady na opravu tvoria v zásade tieto položky:

**VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017**

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

- náklady na materiál,
- mzdové náklady súvisiace s opravou,
- režijné náklady súvisiace s opravou,
- iné náklady (likvidácia odpadov...), ak neboli zahrnuté do predošlých položiek.

Je možné v prípade záujmu o Technológiu prípravy vstupných surovín uvažovať o jej odpredaji. Technológiu prípravy vstupných surovín bola čiastočne poškodená pri požiari. Poškodenie korešpondovalo umiestneniu tejto technologickej linky, kde časť bola mimo objektu poškodeného požiarom, časť bola vo vnútri objektu a bola neopraviteľne poškodená požiarom. Podľa názoru odborníkov z Ústavu súdneho inžinierstva (ÚSI) ŽU v Žiline by táto technológia mohla byť v určitom rozsahu odhadnutom na 60 % využitá na svoj pôvodný účel. Tento odhad korešponduje rozsahu poškodenia linky Technológiu prípravy vstupných surovín požiarom.

Podmienkou využitia je existencia obdobného technologického zariadenia na zhodnocovanie plastov, ako aj záujem o inštaláciu a technické možnosti pre jej inštaláciu u budúceho prevádzkovateľa.

Sumarizačná tabuľka pre stanovenie výšky škody je nasledovná:

Náklady na opravu NO
Všeobecná hodnota pred udalosťou VŠH <sub>1</sub>
Všeobecná hodnota po udalosti VŠH <sub>2</sub>
Všeobecná hodnota zvyškov VŠH <sub>z</sub>
<b>Výška škody VŠ bez DPH</b>

## 6. Záver

Znalecké dokazovanie pri výpočte výšky škody spôsobenej požiarom na technológii je závislé najmä na rozsahu poškodenia predmetnej technológie. Je dôležité si uvedomiť, že či požiarom poškodenú technológiu je možné navrátiť opravou do prevádzkového stavu, alebo jej časti, prípadne posúdiť jej nespôsobilosť ďalšej prevádzky. Na základe všetkých vyššie uvedených skutočností je nevyhnutné zo strany znalca, aby vykonal fyzickú obhliadku a spoľahlivo zdokumentoval skutkový stav škodovej udalosti, jej príčiny a hlavne následky. Po spoľahlivom zdokumentovaní skutkového stavu škodovej udalosti nasleduje výpočet samotnej výšky škody, kde je nevyhnutné zistiť najmä cenu obstarania technológie a prípadne

technického zhodnotenia, ak bolo vykonané na predmetnej technológii. Často krát má znalec problém zistiť obstarávaciu cenu, pretože v účtovníctve sa môže skrývať pod jednou položkou viacero technologických celkov. Preto je na znalcovi, aby si vypýtal prvotné doklady, ktorými sú hlavne faktúra, objednávka, dodací list. Taktiež rovnaký problém vzniká u obstarávacej ceny technického zhodnotenia, kedy by mal znalec postupovať rovnako ako u obstarávacej ceny technológie.

### **Zoznam bibliografických odkazov**

1. Zákon č. 382/2004 Z. z. o znalcoch, tlmočníkoch a prekladateľoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov
2. Vyhláška MS SR č. 490/2004 Z. z., ktorou sa vykonáva zákon o znalcoch, tlmočníkoch a prekladateľoch
3. Vyhláška MS SR č. 492/2004 Z. z. o stanovení všeobecnej hodnoty majetku
4. Vyhláška Štatistického úradu SR č. 306/2007 Z. z., prečíslovanie kódov KP v označení SK NACE Rev. 2, zavedené ŠÚ SR od roku 2009.
5. Metodická inštrukcia č. MI 1/2004: „Stanovenie hodnoty strojových zariadení. Žilinská univerzita/EDIS - vydavateľstvo ŽU, 2004. ISBN 80-8070-205-5.

## POŽIARNOTECHNICKÉ VLASTNOSTI RÔZNYCH DRUHOV TAPIET

### FIRE-TECHNICAL PROPERTIES OF DIFFERENT TYPES OF WALLPAPERS

Alica HUDÁKOVÁ\* – Martina HUDÁKOVÁ – Štefan GALLA – Jana KRAJČOVIČOVÁ

Požiarotechnický a expertízny ústav MV SR, Rožňavská 11, 831 04 Bratislava, SR, 02/4859  
3523, [alica.godorova@minv.sk](mailto:alica.godorova@minv.sk)

#### Abstrakt

Príspevok sa venuje porovnávaniu požiarotechnických vlastností rôznych druhov tapiet. Aby bolo možné odhadnúť riziko vzniku požiaru v interiéri, je dôležité poznať požiarotechnické charakteristiky jednotlivých komponentov, ktoré interiér tvoria. Experiment sa rozdelil na dve časti. V prvej fáze meraní sa zisťovala rýchlosť šírenia plameňa na zvisle umiestnených vzorkách, odolnosť proti konvekčnému teplu použitím piecky s cirkuláciou horúceho vzduchu a hodnotenie zápalnosti zdrojom zapálenia (tlejúca cigareta, plameň zápalky). V druhom štádiu sa testovali vlastnosti tapiet pomocou kónického kalorimetra, ktorý je určený na malorozmerové modelové skúšky. Hlavnými skúmanými parametrami je rýchlosť uvoľňovania tepla a efektívna výhrevnosť. Na experimentálne hodnotenie sa použili štyri vzorky najčastejšie využívaných druhov tapiet - papierová, vliesová, vinylová a lepiaca fóliová tapeta.

**Kľúčové slová:** Kónický kalorimeter · požiarotechnické vlastnosti · rýchlosť uvoľňovania tepla · tapety

#### Abstract

This article deals with comparison of the fire-technical properties of various types of wallpapers. In order to be able to estimate the fire risk in the interior, it is important to know the fire-technical properties of individual components types in the interior. The experiment was divided into two parts. The first part of the measurements consists of determination of flame spread rate of vertically oriented specimens, a resistance against convectional heat using a furnace with hot-air circulation and assessment of the ignitability with ignition source (smouldering cigarette, match flame equivalent). In the second part of the experiment, the properties of the wallpapers were tested using a cone calorimeter, which is designed for small-scale model tests. The main parameters are the heat release rate and the effective heat of combustion. Four samples of the most commonly used types of wallpapers were used for the experimental evaluation – paper, vinyl, vlies and foil ones.

**Key words:** Cone calorimeter · fire-technical properties · heat release rate · wallpapers

## 1. Úvod

Tapety sa stále používajú vo veľkom množstve a sú využívané dizajnérmí pri navrhovaní priestorov bytov, domov, hotelov, reštaurácií, kancelárskych a halových interiérov, kde plnia estetickú, praktickú ale aj psychologickú funkciu. Môžu sa lepiť na rôzne podklady, zakrývajú nerovnosti a trhliny na stenách, sú umývateľné, odolné a údržba je nenáročná a ľahká. Sú ozdobným materiálom, patriacim medzi stavebné výrobky, ktorý býva súčasťou stavby, a preto je dôležité poznať požiarotechnické vlastnosti tapiet z pohľadu vplyvu na požiarne zaťaženie.

Tapety sa členia na 3 základné druhy - jednovrstvové, dvojevrstvové, špeciálne. Jednovrstvové tapety sú vyrábané z papiera, ktorý má zároveň nosnú aj dekoračnú funkciu. Tieto tapety sa v súčasnosti takmer nepoužívajú. Medzi špeciálne tapety patria napríklad textilné, kovové, keramické a sklovláknité. Príspevok je zameraný na stanovenie požiarotechnických vlastností dvojevrstvových tapiet a jednej fóliovej lepiacej tapety. Dvojevrstvové tapety sa skladajú z nosnej a dekoračnej vrstvy. Patria sem papierové tapety (duplex), vliesové tapety, u ktorých je nosná papierová vrstva nahradená vliesom (materiál z viskózy, buničitých a polyesterových vlákien a polymérového spojiva) a vinylové tapety, ktoré majú na papierovom podklade nanesenú vinylovú vrstvu (vinylová pena alebo kompaktný vinyl).

Aj napriek všetkým kladným vlastnostiam, ktoré tapety majú, sú stále horľavým materiálom, ktorý môže prispieť k šíreniu požiaru. Preto je nevyhnutné venovať zvýšenú pozornosť ich vlastnostiam a poznať správanie jednotlivých druhov pri možných nežiaducich udalostiach.

## 2. Materiál a metodika

Požiarotechnickým vlastnostiam rôznych druhov tapiet bola venovaná pozornosť v príspevkoch[1] a [2]. Skúmalo sa šírenie plameňa po tapetách a fóliách (STN EN ISO 11925-2: 2010)[2], testovala sa vinylová, papierová tapeta a dva druhy fólií metódou stanovenia zápalnosti v teplovzdušnej peci, ktorou sa určuje teplota vzplanutia a vznietenia(STN ISO 871: 2010) a metódou kyslíkového čísla (OI), ktorou sa stanovuje hodnota kyslíkového čísla(STN EN ISO 4589-1-2: 2001) [1]. Porovnávané boli vzorky jednovrstvovej, dvojevrstvovej, vinylovej a vliesovej tapety.

Uvedené poznatky boli rozšírené o ďalšie požiarotechnické charakteristiky tapiet v Požiarotechnickom a expertíznom ústave Ministerstva vnútra Slovenskej republiky v Bratislave. Hodnotili sa nasledovné vzorky tapiet: papierová (tapeta A), vinylová (tapeta B), vliesová (tapeta C), fóliová lepiaca (tapeta D).

Pre jednotlivé druhy tapiet boli vykonané skúšky metódami testovania podľa:

## VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

1. STN EN ISO 6941: 2003 Textílie. Horľavosť. Meranie rýchlosti šírenia plameňa na zvisle umiestnených vzorkách [3].

Podstatou skúšky je, že definovaný plameň špecifikovaného horáka pôsobí 10 s na plochu alebo na spodný okraj skúšobných vzoriek umiestnených v zvislej polohe. Zaznamenávajú sa časy šírenia plameňa v sekundách potrebné na to, aby plameň prešiel medzi značkovacími niťami umiestnenými nad povrchom skúšobnej vzorky v troch vzdialenostiach od zapalovacieho plameňa [3].

Porovnávané vzorky A, B, C s rozmermi (530 x 170) mm a vzorka D s rozmermi (450 x 170) mm boli vystavené pôsobeniu plameňa 10 s, počas ktorých bola vzorka pozorovaná a zaznamenávali sa časy prehorenia jednotlivých značkovacích nití. Pre každú vzorku boli vykonané 3 merania. Pri skúškach bol použitý propán-bután.

2. STN EN 469: 2006 Ochranný odev pre hasičov. Požiadavky na vlastnosti ochranného odevu na zdolávanie požiaru [4].

STN ISO 17493: 2000 Odevy a zariadenia na ochranu pred teplom. Skúšobné metódy na stanovenie odolnosti proti konvekčnému teplu použitím piecky s cirkuláciou horúceho vzduchu [5].

Princíp spočíva v tom, že vzorka je vložená do piecky s cirkuláciou horúceho vzduchu po dobu 5 minút pri určenej skúšobnej teplote. Zaznamenáva sa akékoľvek zapálenie, roztavenie, odkvapkávanie, oddelenie alebo zmraštenie vzorky [5].

Rozmery všetkých vzoriek boli (150 x 150) mm, čas pôsobenia teploty bol 5 minút a každá vzorka bola vystavená skúšobnej teplote 100°C, 150°C a 200°C. Pri každej skúšobnej vzorke sa pred skúškou a po nej zistili jej rozmery a hmotnosť.

3. STN EN 1021-2: 2006 Nábytok. Hodnotenie zápalnosti čalúneného nábytku. Časť 2: Zdroj zapálenia: Ekvivalent plameňa zápalky [6].

Zostava čalúnnických materiálov sa vystaví pôsobeniu plameňa plynového horáka ako zdroja zapálenia. Zostava materiálov je usporiadaná tak, aby v štylizovanej forme zodpovedala spojeniu medzi sedadlom a operadlom, tak ako je to pri bežnom sedacom nábytku. Zápalnosť zostavy sa určí použitím fajčiarskych potrieb ako je plynový plameň, ktorý je ekvivalentom horenia zápalky [6].

Skúšané vzorky A, B a C s rozmermi (530 x 600) mm a vzorka D (450 x 600) mm boli vystavené pôsobeniu plameňa s výškou 40 mm 15 s. Pre každú vzorku boli vykonané 3 merania. Pri skúškach bol použitý bután.

4. STN EN 1021-2: 2006 Nábytok. Hodnotenie zápalnosti čalúneného nábytku. Časť 1: Zdroj zapálenia: tlejúca cigareta [7].

Zostava čalúnnických materiálov sa vystaví pôsobeniu tlejúcej cigarety ako zdroja zapálenia. Zostava materiálov je usporiadaná tak, aby v štylizovanej forme zodpovedala

spojeniu medzi sedadlom a operadlom, tak ako je to pri bežnom sedacom nábytku. Zápalnosť zostavy sa určí použitím fajčiarskych potrieb ako je cigareta [7].

Vzorky mali rovnaké rozmery ako v predchádzajúcej skúške. Cigareta použitá ako zdroj zapálenia mala hmotnosť 0,6 g a dĺžku 50 mm (bez filtra). Cigareta bola priložená k skúšanej vzorke po jej zapálení a prehorení 10 mm. Pre každú vzorku boli vykonané 3 merania.

5. ISO 5660-1: 2002 Rýchlosť uvoľňovania tepla zo stavebných výrobkov (Metóda kónického kalorimetra) [8].

Táto skúšobná metóda je založená na pozorovaní, že vo všeobecnosti je výhrevnosť úmerná množstvu kyslíka, ktoré je potrebné na horenie. Pri horení sa uvoľňuje približne  $13,1 \times 10^3$  kJ tepla na jeden kilogram spotrebovaného kyslíka. Vzorky sa v tejto skúške spaľujú vo vzduchovej atmosfére, pričom sú vystavené vopred stanovenému množstvu tepelného ožiarenia. Meria sa koncentrácia kyslíka a hmotnostný prietok spalných plynov. Cieľom tejto skúšobnej metódy je určenie, ako skúšaný výrobok prispieva k rýchlosti vývinu tepla pri požiari. Tieto charakteristiky sa merajú na malých reprezentatívnych vzorkách.

Z každého druhu skúšaných tapiet bolo narezaných 5 ks vzoriek s rozmermi (100 x 100) mm, ktoré boli uložené na seba a vystavené tepelnému ožiareniu  $30 \text{ kW/m}^2$ , čo zodpovedá teplote  $730^\circ\text{C}$ . Vzorky boli fixované kovovou mriežkou a vzdialenosť od špirály bola 60 mm. Pre každý druh tapety boli vykonané 2 merania.

### 3. Výsledky a diskusia

Jedným z cieľov práce bolo zistiť priemernú rýchlosť šírenia plameňa po tapete (Obrázok 1-3).



Obrázok 1 Papierová tapeta (A) pred a po vykonaní skúšky



Figure 1 Paper wallpaper (A) before and after the test



Obrázok 2 Vliesová tapeta (C) pred a po vykonaní skúšky

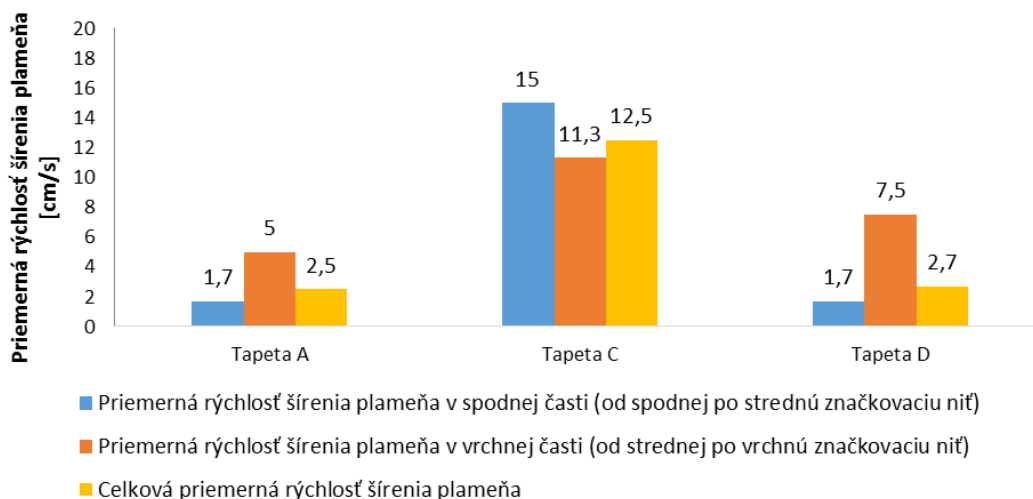
Figure 2 Vlies wallpaper (C) before and after the test



Obrázok 3 Fóliová tapeta (D) pred a po vykonaní skúšky

Figure 3 Foil wallpaper(D) before and after the test

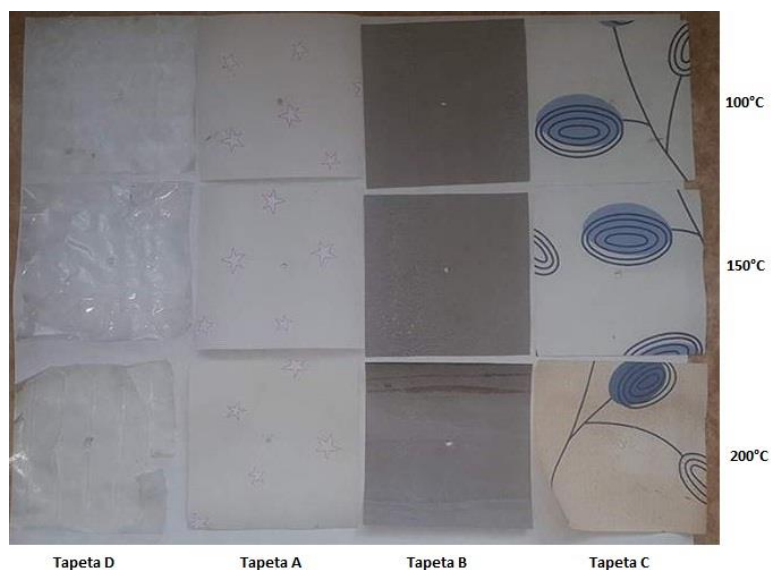
Na základe vykonaných meraní sa zistilo, že pri papierovej (A) a fóliovej (D) tapete sú výsledky priemernej rýchlosti šírenia plameňa podobné. Z Obrázka 4 je zrejmé, že v spodnej časti sa obe vzorky rozohoreli pomalšie a následne ich priemerná rýchlosť vo vrchnej časti stúpala. Naopak pri vliesovej tapete (C) bola priemerná rýchlosť šírenia plameňa v spodnej časti väčšia ako vo vrchnej. Celková priemerná rýchlosť šírenia plameňa (od spodnej po vrchnú niť), bola najvyššia pri vliesovej tapete (C) 12,5 cm/s. Najnižšiu celkovú priemernú rýchlosť šírenia plameňa mala papierová tapeta (A) 2,5 cm/s. Výsledky pre vinylovú tapetu (B) nie sú na Obrázku 4, pretože sa do 10 s nezapálila.



Obrázok 4 Priemerná rýchlosti šírenia plameňa

Figure 4 Averageflamespreadrate

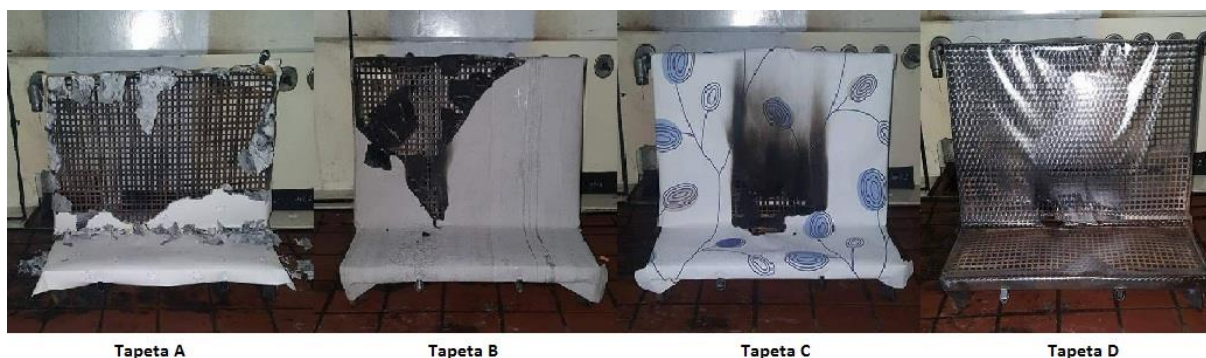
Pri druhom experimente sa zisťovala odolnosť proti konvekčnému teplu použitím piecky s cirkuláciou horúceho vzduchu. Po dobu 5 minút pri skúšobnej teplote 100°C nebolo u žiadnej zo skúšaných vzoriek zaznamenané zapálenie, roztavenie ani odkvapkávanie. Vzorky sa nezmraštali a hmotnosť po skúške tiež zostala rovnaká. Pri skúšobnej teplote 150°C tapeta A zostala nezmenená, ale pri tapete B a C nastalo krútenie okrajov a pri tapete D aj zmena povrchu (strata vzoru). Po vystavení teplote 200°C nastali už viditeľné zmeny skúmaných vzoriek - papierová tapeta(A) zmenila farbu (zožltla), vinylová tapeta (B) sa začala pri okrajoch krútiť, zmenil sa povrch vzorky a nastal úbytok hmotnosti o 0,2 g, vliesová tapeta (C) sa krútila po okrajoch, zmenila farbu (zožltla) a hmotnosť sa znížila o 0,2 g. Pri fóliovej tapete (D) nastalo roztavovanie (vypálené diery vo vzorke), zmraštala sa z oboch strán a hmotnosť sa znížila taktiež o 0,2 g (Obrázok 5).



Obrázok 5 Vzorky tapiet vystavené konvekčnému teplu pri rôznej teplote

Figure 5 Samples of wallpapers exposed to convection heat at different temperatures

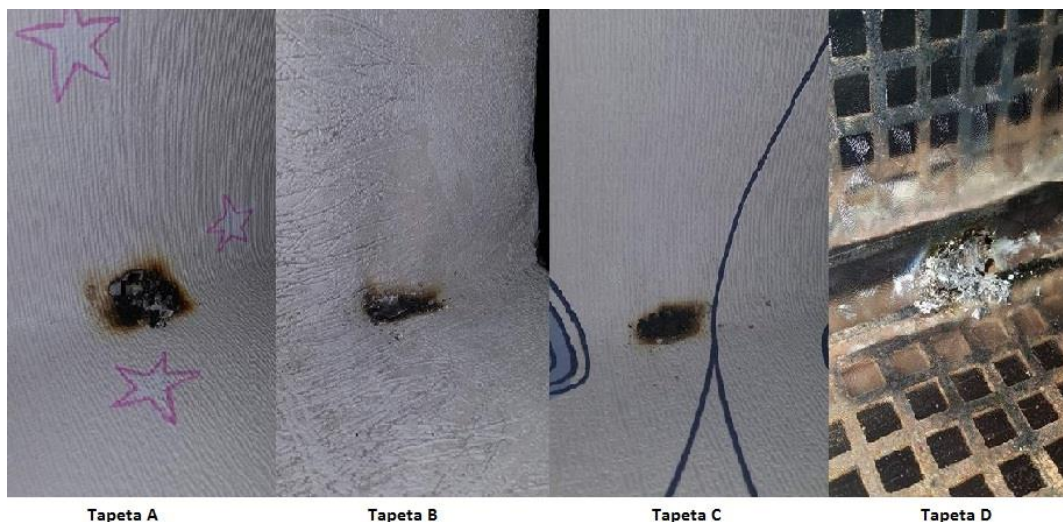
Pri skúške plameňom papierová tapeta (A) horela plameňom viac ako 120 s a prehorela k obom okrajom. Zo skúmaných vzoriek horela najdlhšie a plameň sa šíril do strán. U vinylovej tapety (B) sa striedalo horenie a tlenie a plameň sa šíril iba k jednému z okrajov. Vliesová tapeta (C) zahorela po 15 s po priložení plameňa, ale zhasla skôr ako vzorky A a B. Tapeta D prestala horieť hneď po oddialení plameňa od vzorky. Plameň poškodil tapetu iba v mieste pôsobenia a ďalej sa nešíril. Na Obrázku 6 sú jednotlivé vzorky po uvedenej skúške.



Obrázok 6 Pôsobenie plameňa zápalky na jednotlivých skúšobných vzorkách

Figure 6 Effect of the match flame on individual test specimens

Pri ďalšom skúšaní sa vystavili vzorky pôsobeniu tlejúcej cigarety ako zdroja zapálenia. Žiadna z uvedených skúšaných vzoriek A - D sa tlejúcou cigaretou nezapálila (Obrázok 7). Pri skúšobných vzorkách A a D nastalo prehorenie materiálu v mieste uloženia cigarety, na rozdiel od tapiet B a C, pri ktorých k prehoreniu nedošlo.



Obrázok 7 Pôsobenie tlejúcej cigarety na jednotlivých skúšobných vzorkách

Figure 7 Effect of smouldering cigarette on individual test samples

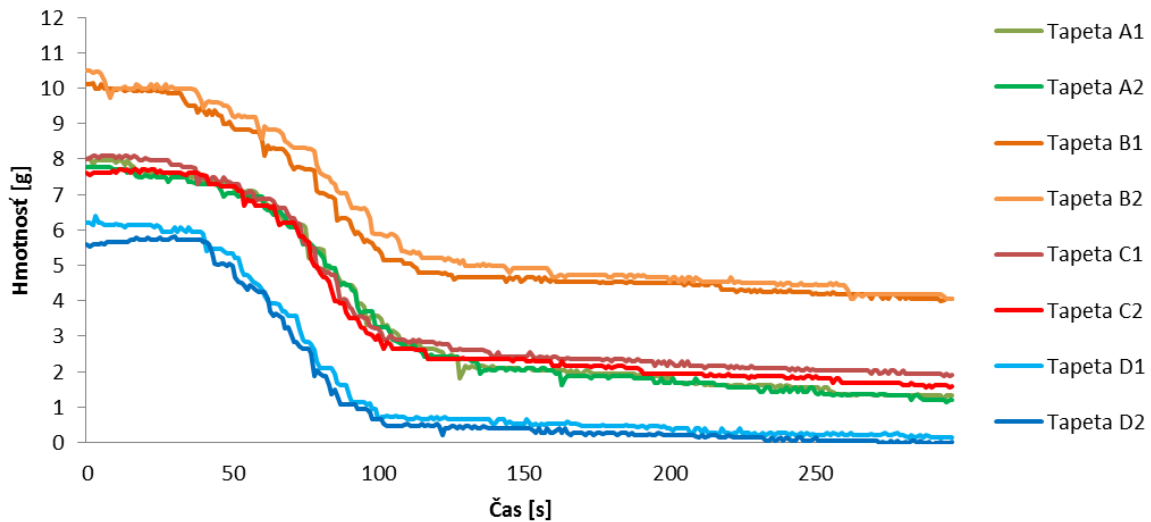
Vyhodnotením experimentu na kónickom kalorimetri sa získalo viacero údajov, ako napríklad úbytok hmotnosti vzoriek, rýchlosť uvoľňovania tepla, čas do zapálenia vzoriek, maximálna rýchlosť uvoľňovania tepla a efektívna výhrevnosť. Tieto údaje sú zhrnuté v Tabuľke 1.

Tabuľka 1 Vybrané požiarnotechnické charakteristiky skúšaných tapiet

Table 1 Selected fire-technical characteristics of the tested wallpapers

Požiarnotechnické charakteristiky skúšaných tapiet					
Tapeta	Č. merania	Hmotnosť (g)	Čas do zapálenia (s)	Max. rýchlosť uvoľňovania tepla (kW/m <sup>2</sup> )	Efektívna výhrevnosť (MJ/kg)
Tapeta A (papier)	1	8,0	75,0	122,7	12,1
	2	7,8	75,0	119,8	12,8
Tapeta B (vinyl)	1	10,1	71,0	114,7	13,7
	2	10,4	74,0	117,3	14,0
Tapeta C (vlies)	1	8,0	69,0	168,0	17,1
	2	7,6	66,0	165,4	16,7
Tapeta D (fólia)	1	6,2	69,0	155,2	16,1
	2	5,6	66,0	154,6	15,4

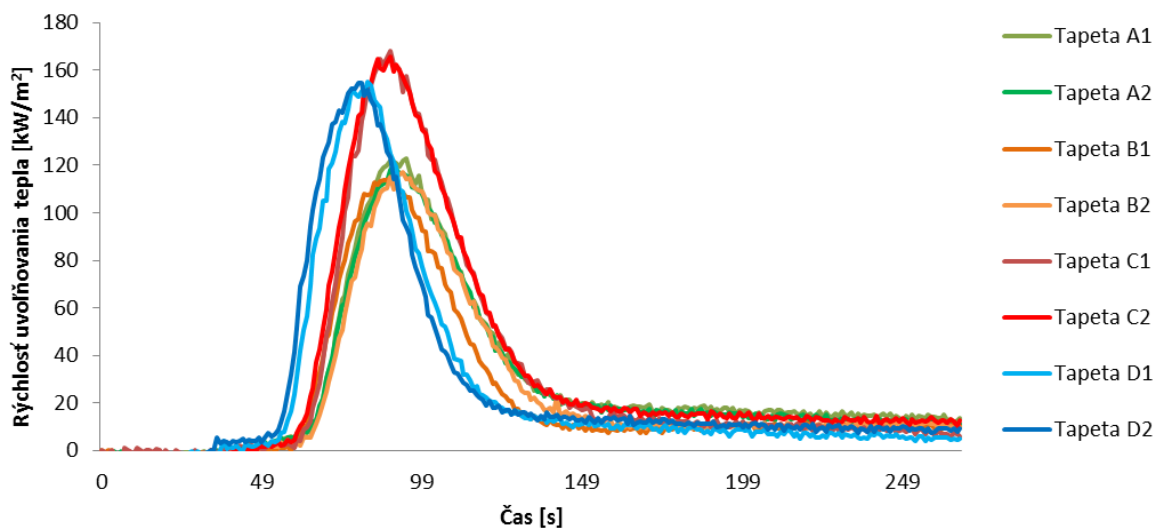
Na Obrázku 8 je uvedená časová závislosť úbytku hmotnosti. K výraznému úbytku hmotnosti dochádza v čase v intervale približne 40 s až 100 s bez ohľadu na počiatočnú hmotnosť vzorky.



Obrázok 8 Časová závislosť úbytku hmotnosti

Figure 8 Time dependence of mass loss

Ďalším údajom z testovania na kónickom kalorimetri je rýchlosť uvoľňovania tepla, ktorá sa zisťuje zo spotreby kyslíka počas merania. Na Obrázku 9 je vykreslená časová závislosť rýchlosti uvoľňovania tepla. Priebeh rýchlostí uvoľňovania tepla je v prípade tapiet A a B rovnaký.

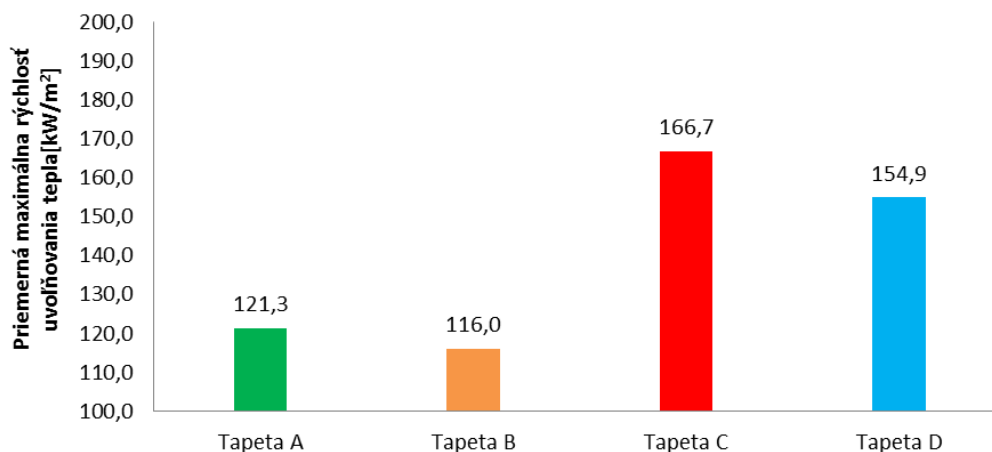


Obrázok 9 Časová závislosť rýchlosti uvoľňovania tepla

Figure 9 Time dependence of heat release rate

Z maximálnych rýchlostí uvoľňovania tepla meraných vzoriek (Tabuľka 1) sme vypočítali priemernú maximálnu rýchlosť uvoľňovania tepla uvedenú v Obrázku 10. Najvyššiu hodnotu priemernej maximálnej rýchlosti uvoľňovania tepla má vliesová tapeta (C) 166,7 kW/m<sup>2</sup> a najnižšiu hodnotu má vinylová tapeta 116,0 kW/m<sup>2</sup>.

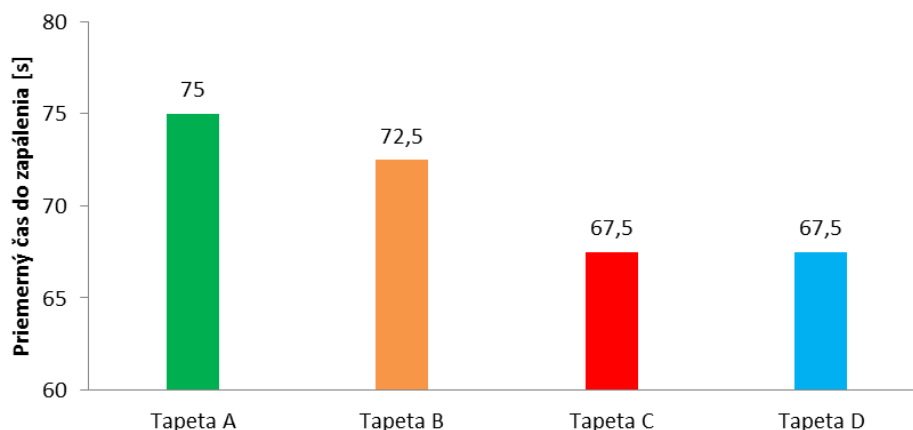




Obrázok 10 Priemerná maximálna rýchlosť uvoľňovania tepla zo vzoriek

Figure 10 Average maximal heat release rate of samples

V Tabuľke 1 sú uvedené aj časy do zapálenia jednotlivých druhov tapiet, z ktorých sa vypočítal priemerný čas do zapálenia. Najkratší priemerný čas do zapálenia má vinylová tapeta (C) a rovnako aj fóliová tapeta (D), a to 67,5 s (Obrázok 11). Najodolnejšia bola papierová tapeta (A) s priemerným časom do zapálenia 75 s.

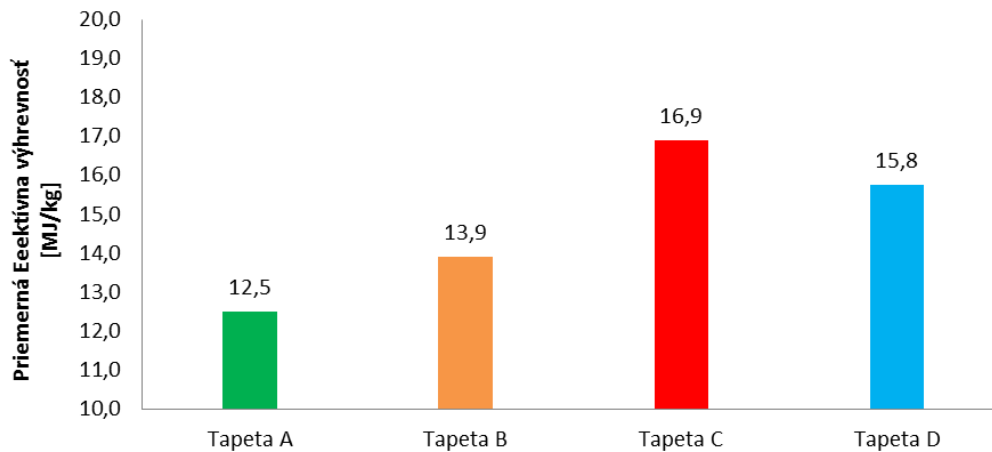


Obrázok 11 Priemerný čas do zapálenia vzoriek

Figure 11 Average time to ignition of samples

Z jednotlivých časov do zapálenia jednotlivých druhov tapiet (Tabuľka 1), sa vypočítal priemerný čas do zapálenia. Najkratší priemerný čas do zapálenia má vinylová tapeta (C) a rovnako aj fóliová tapeta (D), a to 67,5 s (Obrázok 11). Najodolnejšia bola papierová tapeta (A) s priemerným časom do zapálenia 75 s.

Posledným porovnávaným údajom na kónickom kalorimetri je efektívna výhrevnosť. V Tabuľke 1 je uvedená efektívna výhrevnosť jednotlivých meraných vzoriek, z ktorých priemerná hodnota je graficky znázornená na Obrázku 12. Najväčšiu priemernú efektívnu výhrevnosť dosahuje vliesová tapeta (C) 16,9 MJ/kg a najmenšiu papierová tapeta (A) 12,5 MJ/kg.



Obrázok 12 Priemerná efektívna výhrevnosť vzoriek

Figure 12 Average effective heat of combustion of samples

#### 4. Záver

Práca bola zameraná na stanovenie požiarnotechnických vlastností najpoužívanejších druhov tapiet - rýchlosť šírenia plameňa, odolnosť proti konvekčnému teplu použitím piecky s cirkuláciou horúceho vzduchu, zápalnosť zdrojom zapálenia (tlejúca cigareta, plameň zápalky), rýchlosť uvoľňovania tepla, úbytok hmotnosti, efektívna výhrevnosť a čas do zapálenia vzorky.

Zo získaných výsledkov vyplýva, že všetky skúmané tapety sú odolné voči pôsobeniu tepla do 100°C. Najvhodnejšou tapetou do interiéru z hľadiska protipožiarnej bezpečnosti je vinylová tapeta (B). Pri skúške rýchlosti šírenia plameňa sa ako jediná nezapálila, pri pôsobení tlejúcej cigarety nedošlo k jej prehoreniu a má zo všetkých skúmaných tapiet najnižšiu rýchlosť uvoľňovania tepla. Najmenej vhodnou je vliesová tapeta (C), ktorej hodnota rýchlosti šírenia plameňa, rýchlosti uvoľňovania tepla a efektívnej výhrevnosti sú najvyššie zo skúšaných tapiet.

Podľa štatistických údajov tapety nie sú uvádzané ako zdroj požiaru, v prípade vzniku požiaru však prispievajú k jeho šíreniu.

Tapety sú vhodným dekoračným materiálom s estetickou, praktickou aj psychologickou funkciou a nemajú významný vplyv na požiarne zaťaženie. Preto sa pri samostatnom posudzovaní povrchových úprav stien na ne neprihliada.

#### Zoznam bibliografických odkazov

[1]Šovčíková Ľ. Požiarnotechnické charakteristiky tapiet. *Spravodajca*. 3/2011: 44-45

**VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017**

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

[2]Matejka T. Šírenie plameňa po tapetách a fóliach používaných na renováciu zariadení. Zborník vedeckých a odborných prác z 9. medzinárodného odborného seminára: FÓRUM MLADÝCH ODBORNÍKOV PROTIPOŽIARNEJ OCHRANY 2008: 189-200

[3]STN EN ISO 6941: 2003 Textilie. Horľavosť. Meranie rýchlosti šírenia plameňa na zvisle umiestnených vzorkách

[4]STN EN 469: 2006 Ochranný odev pre hasičov. Požiadavky na vlastnosti ochranného odevu na zdolávanie požiaru

[5]STN ISO 17493: 2000 Odevy a zariadenia na ochranu pred teplom. Skúšobné metódy na stanovenie odolnosti proti konvekčnému teplu použitím piecky s cirkuláciou horúceho vzduchu

[6]STN EN 1021-2: 2006 Nábytok. Hodnotenie zápalnosti čalúneného nábytku. Časť 2: Zdroj zapálenia: Ekvivalent plameňa zápalky

[7]STN EN 1021-2: 2006 Nábytok. Hodnotenie zápalnosti čalúneného nábytku. Časť 1: Zdroj zapálenia: tlejúca cigareta

[8]ISO 5660-1: 2002Rýchlosť uvoľňovania tepla zo stavebných výrobkov (Metóda kónického kalorimetra)



## PŘENOS TEPLA RADIACÍ NA SVRCHNÍ VRSTVU ZÁSAHOVÉHO ODĚVU

### RADIATION HEAT TRANSFER ON THE SURFACE LAYER OF FIREFIGHTING SUITE

Dana CHUDOVÁ<sup>\*1</sup> – Eliška MAIXNEROVÁ<sup>1</sup> – Adam THOMITZEK<sup>1</sup> – Aleš DUDÁČEK<sup>1</sup>

\*Korespondenční autor

<sup>1</sup>VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta bezpečnostního inženýrství, Lumírova 630/13, 700 30,  
Ostrava – Výškovice, Česká republika, +420 597 732 857, e-mail: [dana.chudova@vsb.cz](mailto:dana.chudova@vsb.cz)

#### Abstrakt

V článku jsou uvedeny některé výsledky srovnávacích měření vlivu barvy vnější vrstvy zášahového oděvu na přenos tepla radiací. Z celkového srovnání čtyř barev povrchových vrstev oděvu jsou podrobněji prezentovány výsledky pro tmavě modrou a pískovou barvu, pro červenou a žlutou barvu jsou uvedeny jen maximálně dosažené povrchové teploty a maximální teploty na tvárnici simulující tělo osoby. Pro zkoušky bylo použito zařízení vlastní konstrukce simulující přestup tepla ze zášahového oděvu do těla hasiče. Jako zdroje sálavého tepla bylo použito elektrického sálavého panelu.

**Klíčové slová:** barva · emisivita · hustota tepelného toku · materiál · Nomex® · zášahový oděv

#### Abstract

The paper presents some results of comparative measurements of the effect of the colours of the outer layer of the firefighting suits on heat transfer by radiation. From the overall comparison of the four colours of the surface layers, the dark blue and sand colours are presented in greater detail, for the red and yellow surface layers colours only the maximum surface temperatures and maximum temperatures on the simulating body of the person are shown. For testing, a device of its own design was used to simulate heat transfer from the firefighting suit to firefighter's body. As a radiant heat sources were be used an electric radiant panel.

Keywords: colour · emissivity · heat flow density · material, Nomex® · fire fighter suit

## 1. Úvod

V České republice jednotky hasičského záchranného sboru a jednotky sborů dobrovolných hasičů používají zášahové obleky tmavomodré barvy v souladu s vyhláškou č. 69/2014 Sb., o technických podmínkách věcných prostředků požární ochrany ve znění pozdějších předpisů. U jednotek HZS a SDH podniku není barva zášahového oděvu právně ošetřena. V jiných

zemích je barevné provedení různé, často se používá písková barva, protože se jedná o přírodní barvu obtížně hořlavých vláken (Nomex, PBI, PBO).

Cílem článku je na základě teoretických předpokladů a experimentálních měření stanovit vliv barevného odstínu svrchní vrstvy zásahového oděvu na přenos tepla radiací a určit, zda barva oděvu má vliv na komfort hasiče při zásahu a toto konfrontovat se zažitou představou, že tmavé barvy pohlcují větší množství tepla než barvy světlé (Blahož, 2000).

Třívrstvý zásahový oděv používaný jednotkami požární ochrany je obvykle složen z vnější vrstvy, druhé vrstvy - vlhkostní bariéry a z třetí vnitřní tepelné vrstvy - tepelné bariéry. V článku je hodnocena pouze vnější vrstva zásahového oděvu. Jedná se o vzorky různých barev (červená, žlutá, písková a tmavě modrá) stejného materiálu obchodní značky Nomex®.

Úkolem vnější vrstvy je chránit proti působení vnějších vlivů u zásahu, což znamená proti teplu a krátkodobému působení plamenů. Tato vrstva je nesnadno zapalitelná, má mechanickou a částečně i chemickou odolnost. Je lehká a ohebná, musí zachovávat stálou pružnost, oděruvzdornost a být trvale antistatická. Její vlastnosti jsou docíleny kombinací různých materiálů, nejčastěji však para-aramidů a meta-aramidů různých výrobců. Materiály na bázi meta-aramidů (např. NOMEX) se dobře barví. Para-aramidy (Kevlar) nebo např. polybenzimidazol (PBI) mají vyšší mechanickou odolnost, tkanina je drsnější a obtížně se barví (Jánošík, 2014).

## 2. Materiál a metody

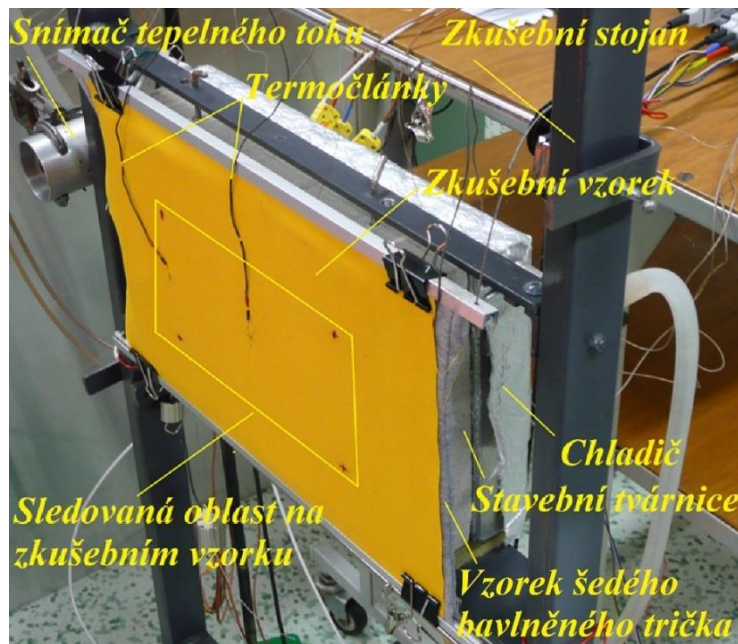
Principem experimentálního měření (Maixnerová, 2017) bylo vystavení vzorků různých barev vnější vrstvy zásahového oděvu působení rozdílných hustot tepelných toků (1, 3 a 5 kW·m<sup>-2</sup>). Měření při působení hustoty tepelného toku 1 kW·m<sup>-2</sup> probíhalo pouze pro vzorky barvy tmavě modré a pískové, z důvodu porovnání vlivu barvy na komfort nošení při zásahu na volném prostranství, kdy 1 kW·m<sup>-2</sup> přibližně odpovídá maximální intenzitě slunečního záření (Modest, 2003).

Se změnou působící hustoty tepelného toku se sledovaly a zaznamenávaly prostupující hustoty tepelného toku na přední straně tvárnice (povrchu těla), tzn. jak barva vzorku ovlivnila prostupující hustotu tepelného toku a kolik jí dopadalo na přední stranu tvárnice. Zaznamenávaly se také teploty na přední a zadní straně vzorku pomocí termočlánků.

### Komponenty měřící sestavy

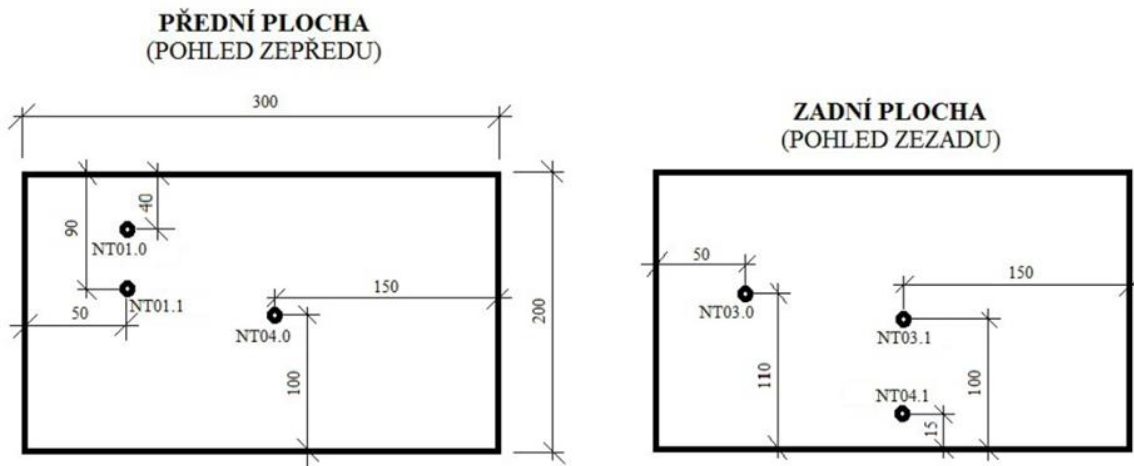
Jako zdroje tepelného záření bylo použito panelového topného tělesa OMEGALUX QH-081060-T s radiční plochou 250 x 200 mm vyrobenou z 99% křemene s maximální intenzitou vyzařování 92,99 kW·m<sup>-2</sup>. Maximum vyzařování panelu leží v rozsahu vlnových délek 2,5 až 6,0 μm. Tělo hasiče bylo simulováno vápenopískovou tvárnici, jejíž tepelně technické parametry (tepelná vodivost, tepelná kapacita) se přibližují průměrným hodnotám lidského

těla. Na přední stranu tvárnice simulující tělo hasiče byl připevněn vzorek svrchní vrstvy zásahového oděvu, mezi povrchem tvárnice a vzorkem byl umístěn fóliový flexibilní snímač prostupujícího tepelného toku FQA0XX. Pro udržování zadní strany tvárnice na teplotě odpovídající teplotě tělesného jádra (cca 37 °C) bylo použito chladiče / ohřívače s cirkulačním termostatem s ohřevem. Pro měření hustoty tepelného toku dopadajícího na vzorek bylo použito snímače hustoty tepelného toku SBG01, pro měření teploty vzorku potom termočlánků typu K o průměru 0,18 mm. Povrchové teploty tvárnice byly měřeny NTC čidly. Povrchová teplota vzorku byla sledována termokamerou FLIR T640. Pro záznam měřených dat sloužily měřicí ústředny ALMEMO 710 a 2590.



Obrázek 1: umístění vzorku na měřicí soustavu

Vzorek svrchní vrstvy oděvu byl připevněn na zkušební stojan se stavební tvárnicí, která simulovala lidské tělo (teplotu lidského těla). Měření teplot na vnější a vnitřní straně vzorku bylo zajištěno vždy dvěma termočlánky typu K na každé straně. Jeden termočlánek byl umístěn ve středu sledované oblasti a druhý na jejím okraji (viz Obrázek 1). Vnější povrch vzorku měřila také termokamera, která snímala maximální a minimální teploty a průměrnou teplotu v předem nastavené oblasti Bx1, která odpovídala sledované oblasti dané velikostí destičky flexibilního snímače měřícího hustotu tepelného toku mezi vzorkem a tvárnicí. Teplota stavební tvárnice byla z každé strany snímána třemi odporovými teplotními čidly NTC (viz. Obrázek 2).



Obrázek 2: Rozložení odporových teplotních čidel NTC na stavební tvárnici

Termočlánky byly ke vzorku upevněny pomocí nomexové niti získané vypáráním z okraje vzorku. Vzorek látky svrchní vrstvy oděvu byl podložen vzorkem šedého bavlněného trička (Gray), jenž hasiči používají pod zásahový oblek. Celá tato sestava (vzorek látky svrchní vrstvy oděvu a vzorek šedého trička) byla uchycena na zkušební stojan s tvárnici. Poté byl vzorek napnut na přední stranu tvárnice tak, aby se sledovaná oblast na vzorku překrývala s plochou destičky měřící hustotu tepelného toku. Požadované hodnoty hustoty tepelného toku na povrchu vzorku bylo docíleno změnou vzdálenosti zdroje sálání od vzorku **Chyba! Nenašel sa žádný zdroj odkazov..** Potřebná vzdálenost byla stanovena experimentálně pomocí snímače hustoty tepelného toku SBG01.

Při vlastních experimentech byl po dobu zahřívání sálavého panelu vzorek odstíněn clonou tvořenou Al plechem. Po zahřátí sálavého panelu byl zapnut záznam na termokameře a na dataloggerech ALMEMO 710 a 2590 a potom bylo odstraněno stínění vzorku. Každý ze čtyř vzorků byl třikrát vystaven sálavému teplu s hustotou tepelného toku 3 a 5 kW·m<sup>-2</sup>. Měření pro hustotu tepelného toku 1 kW·m<sup>-2</sup> proběhlo vždy dvakrát a to pouze pro vzorky tmavě modré a pískové barvy. Tato měření byla provedena z důvodu porovnání možného vlivu barvy na komfort nošení při zásahu na volném prostranství, kdy 1 kW·m<sup>-2</sup> přibližně odpovídá maximální intenzitě slunečního záření.

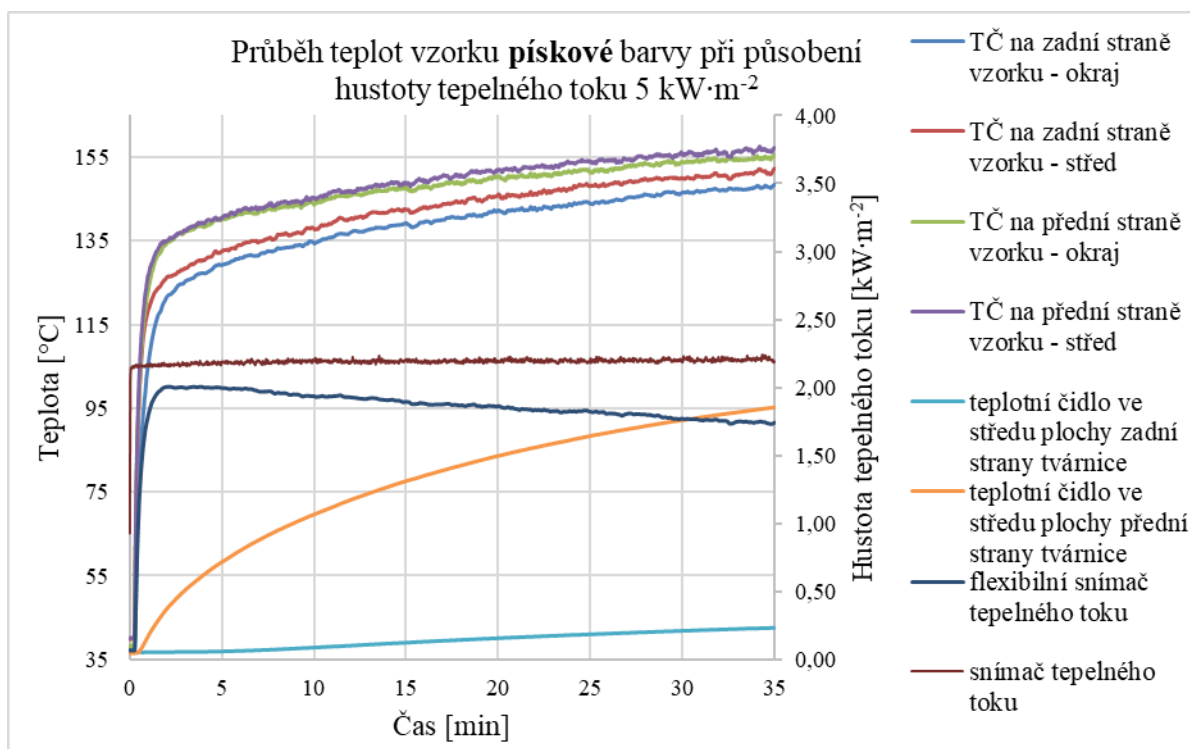
### 3. Výsledky a diskuze

Experimentálně získané hodnoty teplot vzorku a tvárnice simulující tělo hasiče a hustoty tepelného toku mezi vzorkem a tvárnici byly převedeny níže uvedeným postupem do grafů vyjadřujících časový průběh těchto hodnot po dobu zkoušky. Ze vzájemného porovnání těchto grafů je zřejmý vliv barvy svrchní vrstvy zásahového oděvu na změnu teplot při vystavení vzorku sálavému teplu s určitou hodnotou hustoty tepelného toku.

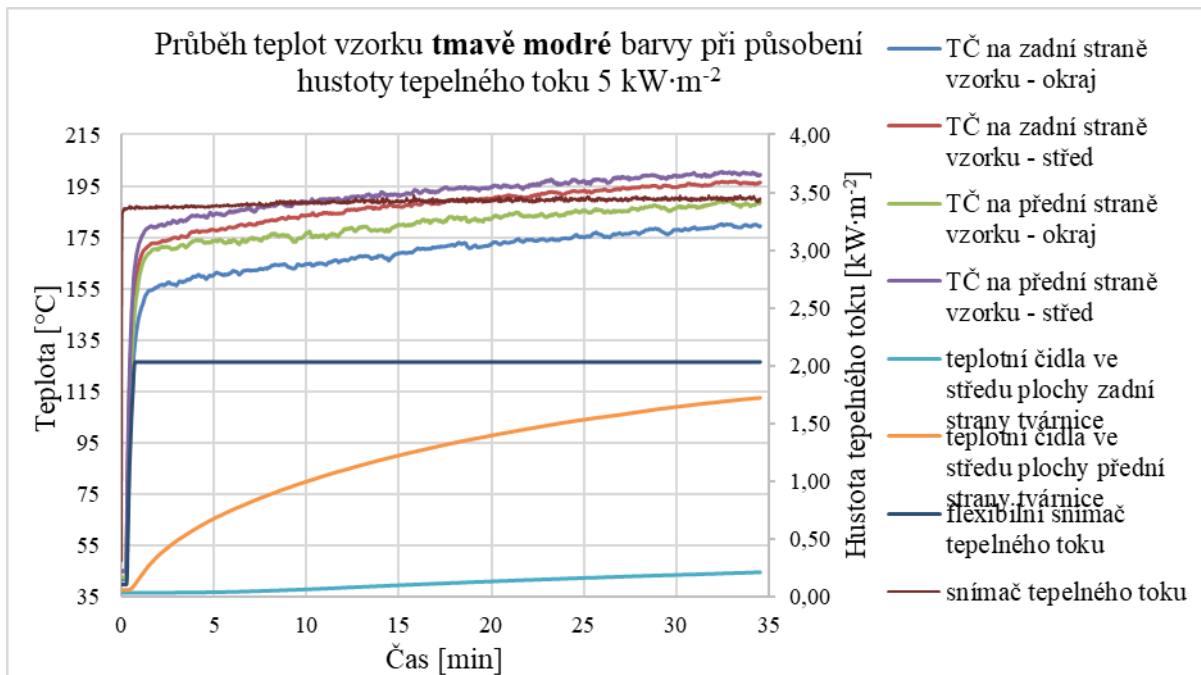
Hodnoty získané vždy ze tří opakovaných měření při hustotě tepelného toku 3 a 5 kW·m<sup>-2</sup> a dvou opakovaných měření při hustotě tepelného toku 1 kW·m<sup>-2</sup> byly zprůměrovány a

z těchto hodnot sestaven vždy jeden graf pro každou barvu zkušební vzorku. V grafech jsou znázorněny teploty získané ze čtyř termočlánků typu K, kdy dva se nacházejí na přední straně vzorku a dva na straně přiléhající k tvárnici, dále ze dvou odporových teplotních čidel NTC umístěných ve středu plochy přední a zadní strany stavební tvárnice simulující tělo hasiče. Uvedeny jsou také hodnoty hustoty tepelného toku prostupujícího ze zkušebního vzorku do tvárnice (měřené pomocí flexibilního snímače prostupujícího tepelného toku) a pro kontrolu i hustoty tepelného toku sálavého panelu v místě tvárnice (vzhledem k tomu, že snímač byl v tomto případě umístěn mimo osu panelu, je tato hodnota nižší, než hustota tepelného toku dopadajícího na zkušební vzorek). Zkušební vzorky nebyly po celou dobu měření měněny, tedy pro všechny tři hustoty tepelného toku byl od každé barvy použit vždy stejný vzorek. Po zkouškách zůstala u všech zkušebních vzorků, s výjimkou vzorku tmavě modré barvy, barva a struktura vzorku zachována. U vzorku tmavě modré barvy došlo při měření s hustotou dopadajícího tepelného toku  $5 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}$ , které bylo vždy prováděno jako poslední, k vyblednutí barvy a ke změně drsnosti povrchu vzorku.

Experimenty při hustotě tepelného toku  $5 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}$  probíhaly ve třech zkouškách pro každý ze čtyř různě barevných vzorků (písková, tmavě modrá, červená a žlutá). Vzorky byly vystaveny sálavému teplu 34 minut.



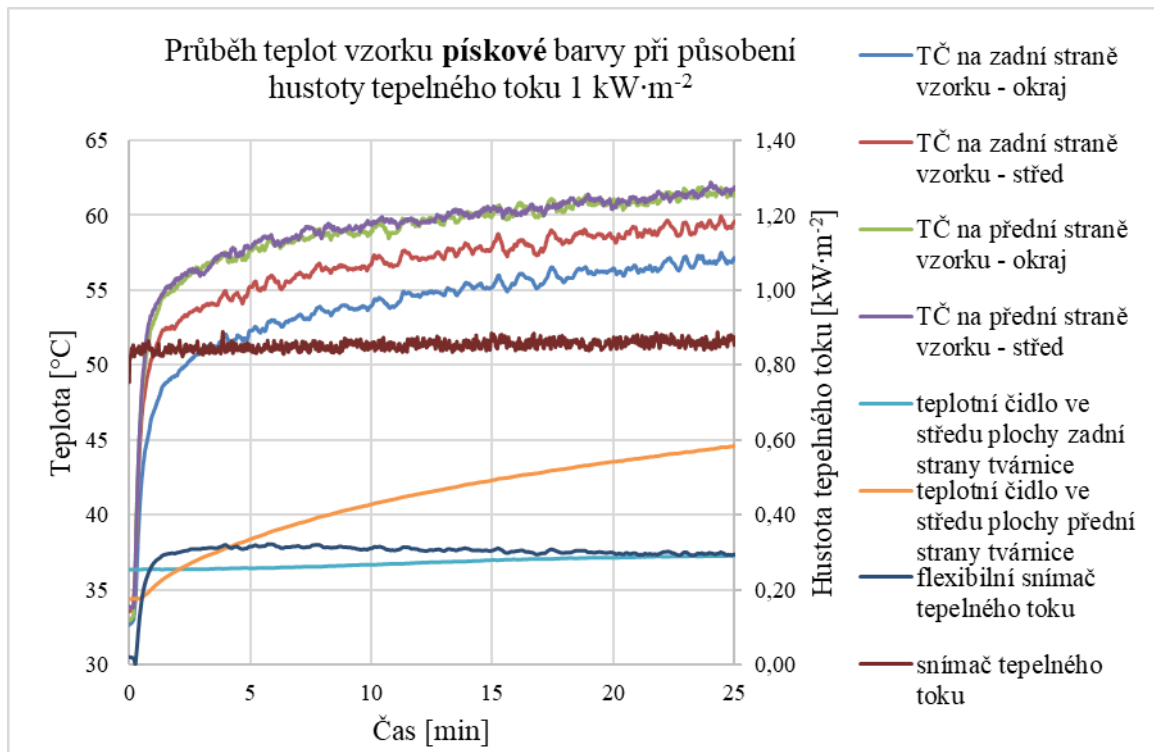
Graf 1: Průběh teplot vzorku pískové barvy při působení hustoty tepelného toku  $5 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}$



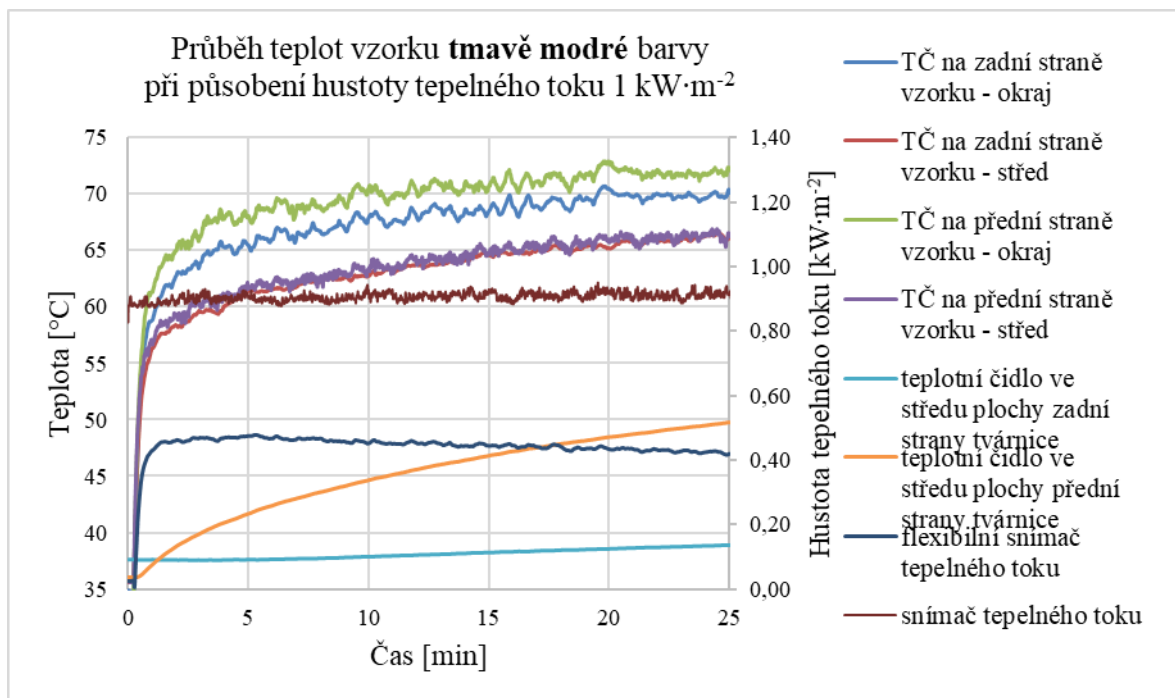
Graf 2: Průběh teplot vzorku tmavě modré barvy při působení hustoty tepelného toku  $5 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}$

Při experimentech s hustotou tepelného toku  $5 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}$  bylo po 34 minutách působení dosaženo na povrchu tvárnice (na povrchu simulovaného těla hasiče) nejnižší maximální teploty u vzorku pískové barvy ( $95 \text{ }^\circ\text{C}$ ). Oproti tomu nejvyšší maximální teploty na povrchu tvárnice bylo dosaženo u vzorku tmavě modré barvy ( $113 \text{ }^\circ\text{C}$ ). Vzorky v červené a žluté barvě měly tyto teploty shodné a to  $103 \text{ }^\circ\text{C}$ . Maximální teplota naměřená na povrchu přední strany vzorku byla  $157 \text{ }^\circ\text{C}$  pro vzorek pískové barvy,  $175 \text{ }^\circ\text{C}$  pro vzorek červené barvy,  $178 \text{ }^\circ\text{C}$  pro vzorek žluté barvy a  $200 \text{ }^\circ\text{C}$  pro vzorek barvy tmavě modré. Experimenty pro  $1 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}$  probíhaly ve dvou opakovaných zkouškách pouze pro vzorky barvy tmavě modré a pískové. Vzorky byly vystaveny sálavému teplu po dobu 25 minut.





Graf 3: Průběh teplot vzorku pískové barvy při působení hustoty tepelného toku  $1 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}$



Graf 4: Průběh teplot vzorku odstínu tmavě modré při působení hustoty tepelného toku  $1 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}$

Z grafů je zřejmé, že rychlost nárůstu teplot na vzorku se po počátečním prudkém nárůstu postupně snižuje. Postupně se snižuje i rozdíl mezi teplotou na vnitřní straně vzorku a povrchu tvárnice simulující tělo hasiče. To vede k mírnému poklesu hustoty tepelného toku procházejícího ze vzorku do tvárnice. Tento tepelný tok po zahájení zkoušky prudce narůstá

**VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017**

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

až do maxima, kterého dosáhne v průběhu několika minut. Potom dochází k pozvolnému poklesu až do ukončení zkoušky.

Z porovnání grafů 3 a 4 vyplývá, že po 25 minutách zkoušky dosahuje povrchová teplota tvárnice simulující tělo hasiče u tmavě modrého vzorku o cca 5 °C vyšší hodnoty než u vzorku pískové barvy. Maximální hodnota hustoty tepelného toku procházejícího ze vzorku do tvárnice je u tmavě modrého vzorku vyšší než u vzorku pískové barvy o cca 0,2 kW·m<sup>-2</sup>. Také teploty na vlastním vzorku vykazují u tmavě modrého vzorku vyšší hodnoty než u vzorku pískové barvy. Tento rozdíl teplot je po 25 minutách trvání zkoušky na vnějším povrchu vzorku cca 11 °C, na vnitřní straně vzorku potom cca 8 °C.

Dosažené maximální teploty na povrchu tvárnice a na vnějším povrchu vzorku jsou uvedeny v tabulkách 1 a 2.



Tabulka 1: Výsledky maximálných dosažených teplot na povrchu tvárnice [°C]

Hustota tepelného toku [kW·m <sup>-2</sup> ]	Barevný odstín zkušebního vzorku			
	Písková	Tmavě modrá	Červená	Žlutá
1	45	50	-	-
3	67	75	70	71
5	95	113	103	103

Tabulka 2: Výsledky maximálných dosažených teplot na vnějším povrchu zkušebního vzorku [°C]

Hustota tepelného toku [kW·m <sup>-2</sup> ]	Barevný odstín zkušebního vzorku			
	Písková	Tmavě modrá	Červená	Žlutá
1	62	73	-	-
3	119	128	70	71
5	157	200	103	103

#### 4. Závěr

Provedené experimenty ukázaly, že zásahový oblek pískové barvy může být pro hasiče z hlediska tepelného komfortu při nošení výhodnější, než oblek barvy tmavě modré. Je však třeba vzít v úvahu, že při zkouškách bylo použito řady zjednodušení, např. tvárnice simulující tělo hasiče měla po dobu zkoušky prakticky konstantní tepelně technické vlastnosti, kdežto lidské tělo na zvýšení teploty reaguje mimo jiné změnou krevního oběhu, což jeho „tepelně technické parametry“ výrazně mění. Z tohoto důvodu by reálné povrchové teploty kůže byly nižší než teploty naměřené na povrchu tvárnice.

#### Poděkování

Tento příspěvek vznikl za podpory projektu SGS SP2016/124. Parametry prostředí komory č. 1, 2 a 3 v prostorách výcvikového zařízení pro hasiče na plynná paliva při zkoušce normového požáru ve vztahu k bezpečnému pobytu v podmínkách simulace požáru v uzavřeném prostoru.

#### Seznam bibliografických odkazů

JÁNOŠÍK L. Osobní ochranné pracovní prostředky pro hasiče [online]. Ostrava, 2014. ISBN 978-80-248-3491-7.

Maixnerová E. Vliv barvy svrchní vrstvy zásahového oděvu na přenos tepla radiací. Ostrava, 2017. Bakalářská práce. VŠB-TU Ostrava, Fakulta bezpečnostního inženýrství

**VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017**

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

Vyhláška č. 69/2014 Sb. O technických podmínkách věcných prostředků požární ochrany ve znění pozdějších předpisů. Sbírka zákonů České republiky, 2014

Blahož V. a Kadlec Z. Základy sdílení tepla. 2 vyd. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2000. 110 s. ISBN 80-902001-1-7.

Modest M. F. Radiative heat transfer. 2nd ed. San Diego: Academic Press, c2003. ISBN 0-12-503163-7.

## ŠPECIFIKÁ BEZPEČNOSTI HORSKEJ TURISTIKY NA SLOVENSKU

### SAFETY SPECIFITIES OF HIKING IN SLOVAKIA

Juraj JANCÍK<sup>1</sup> – Jaroslav FLACHBART<sup>1</sup> – Linda MAKOVICKÁ OSVALDOVÁ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta bezpečnostného inžinierstva, ul. 1.mája 32, 010 26 Žilina,  
Slovenská republika  
Email: [juraj.jancik@fbi.uniza.sk](mailto:juraj.jancik@fbi.uniza.sk), [jaroslav.flachbart@fbi.uniza.sk](mailto:jaroslav.flachbart@fbi.uniza.sk), [linda.makovicka@fbi.uniza.sk](mailto:linda.makovicka@fbi.uniza.sk)

#### Abstrakt

Článok sa zaoberá problematikou horskej bezpečnosti, sústreďujúc sa na niektoré aspekty bezpečnosti horskej turistiky, pričom vychádza z rozsiahlejšieho výskumu, z ktorého vyberá určité časti určené pre konferenciu AFSE-2017 v Trnave. Výskum vychádza z dvoch nosných zdrojov údajov a to z prieskumu medzi turistami v slovenských horách a z databázy Horskej záchranej služby Slovenskej republiky.

**Kľúčové slová:** Bezpečnosť · Horská záchranná služba · Horské oblasti · Vysokohorská turistika

#### Abstract

This paper deals with issues of safety in mountain areas, focusing on certain aspects of hiking safety. It's based on more extensive research, from which it takes parts intended for the AFSE-2017 conference in Trnava. The research is based on two main data resources, a research conducted among hikers in Slovak mountains and a database of the Slovak Mountain Rescue Service.

**Keywords:** Alpine hiking · Mountain areas · Safety · Slovak Mountain Rescue Service

## 1. Úvod

Voľnočasové aktivity na horách v sebe ukrývajú veľké množstvo rizík, ktoré sú mnohokrát podceňované. Turistika, ako jedna z týchto aktivít, nie je výnimkou. V článku sú rozoberané určité aspekty bezpečnosti, ktoré boli skúmané priamo v teréne na vzorke turistov z horských oblastí. Zmapovaním a vyhodnotením aktuálneho stavu sa článok snaží priblížiť túto problematiku a poukázať na potrebné smerovanie v ďalšom vývoji, pre zvyšovanie úrovne bezpečnosti.

Zo skúmanej problematiky boli pre tento článok vybrané otázky, týkajúce sa turistov samotárov, respektíve mapovanie aktuálneho stavu turistov, ktorí na svoje turistické výlety vyrážajú osamote. Ďalej je to otázka poistenosti turistov, teda typ zdravotného poistenia,

ktoré si turisti zabezpečujú pre svoje pôsobenie na horách. Skúmaná bola tiež znalosť kontaktného čísla Horskej záchranej služby Slovenskej republiky a nakoniec rola pohľavia pri vzniku nehôd, respektíve porovnanie nehodovosti turistov podľa pohľavia.

## 2. Zdroje dát a metodika vyhodnocovania

Výskum vychádza z dvoch základných zdrojov údajov, ktoré boli ďalej analyzované pomocou štatistických metód. Konkrétne sa jedná o metódu jednoduchého triedenia štatistických znakov. Prvým zdrojom je štatistický prieskum, vytvorený priamo pre účely riešenia tejto problematiky. Jedná sa o primárny zdroj dát, získaný dopytovaním turistov vo vysokohorských oblastiach, ktorých údaje boli vpisované do dotazníka osobou zodpovednou za zber. Druhým zo zdrojov je databáza obetí Horskej záchranej služby, čo je sekundárny zdroj dát. Jedná sa o údaje zhromaždené HZS za roky 2014, 2015 a 2016.

Vykonaný prieskum sa radí medzi prieskumy kvantitatívne. Za jeho cieľovú oblasť bol zvolený región Tatier, nakoľko sa jedná o zhluk najvyšších hôr na území Slovenskej republiky. Zber dát bol naplánovaný na 4 miestach po jednom meraní na každom z nich, pričom každé zberné miesto pokrývala iná osoba. Konkrétne sú to lokality na hrebeni Roháčov, na chate pod Rysmi, na turistickom chodníku v blízkosti Hrebienka a na turistickom chodníku v blízkosti Štrbského plesa. V prípade posledných dvoch menovaných zberných miest bol zber vykonávaný na turistických chodníkoch mierne vzdialených od dominant, aby sa predišlo zahrnutiu ľudí, ktorí nepraktizujú vysokohorskú turistiku, ale uprednostňujú pasívnu rekreáciu v horách. Každý z opýtaných išiel na turistiku do terénu na viac, ako dve hodiny.

Prieskum prebiehal v časovom intervale od Augusta do Októbra 2016 počas víkendov (vrátane piatka), kedy bol predpoklad pre frekventovanejší výskyt turistov. Počas všetkých štyroch meraní sa podarilo zozbierať odpovede 294 respondentov.

Získavanie dát od respondentov bolo prevedené osobným dopytovaním formou rozhovoru, kedy pre úsporu času a papiera bolo vypisovanie dotazníka vykonávané osobou, zodpovednou za zber. Osoba zodpovedná za zber dosahovala úroveň znalosti anglického jazyka B2, pre bezproblémovú komunikáciu so zahraničnými turistami. Pre osoby, ktoré neovládajú slovenský ani anglický jazyk boli pripravené formuláre v nemeckom, ruskom, maďarskom a poľskom jazyku, tieto však nebolo potrebné využívať, nakoľko kombinácia slovenčiny a angličtiny sa osvedčila, ako dostačujúca pri všetkých respondentoch. Počas prieskumu boli oslované všetky osoby, ktoré sa vyskytli v mieste zberu dát. Selekcia nebola potrebná, nakoľko každého, kto sa vyskytol v mieste zberu, môžeme považovať za súčasť skúmanej populácie. Oslovovaní boli ochotní poskytnúť požadované údaje takmer vo všetkých prípadoch, rozhovor odmietlo len niekoľko jedincov počas celého zberu.

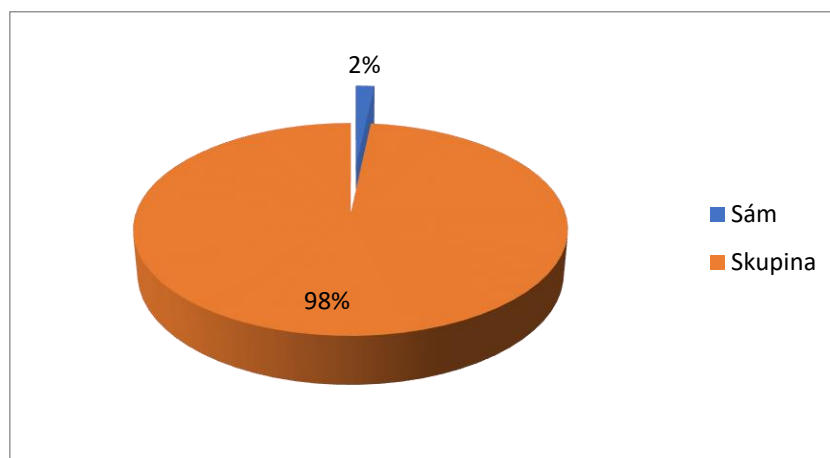
Pre účely tohto článku boli z prieskumu vybrané nasledujúce štatistické znaky:

- Typ turistiky podľa početnosti účastníkov – kvalitatívny, alternatívny;

- Pohlavie obete – kvalitatívny alternatívny;
- Znalosť kontaktného čísla HZS – kvalitatívny, alternatívny;
- Zabezpečenie poistenia – kvalitatívny, množný.

### 3. Výsledky a diskusia

Prvou zo skúmaných otázok bola otázka početnosti účastníkov turistiky. Cieľom bolo zistiť, aký je podiel turistov samotárov z celkovej populácie turistov. Pracovali sme pritom s kvalitatívnym alternatívnym štatistickým znakom typ turistiky podľa početnosti účastníkov, ktorý nadobúda obmeny Sám alebo Skupina. Výsledné hodnoty podielu sú vyobrazené v nasledujúcom grafe.

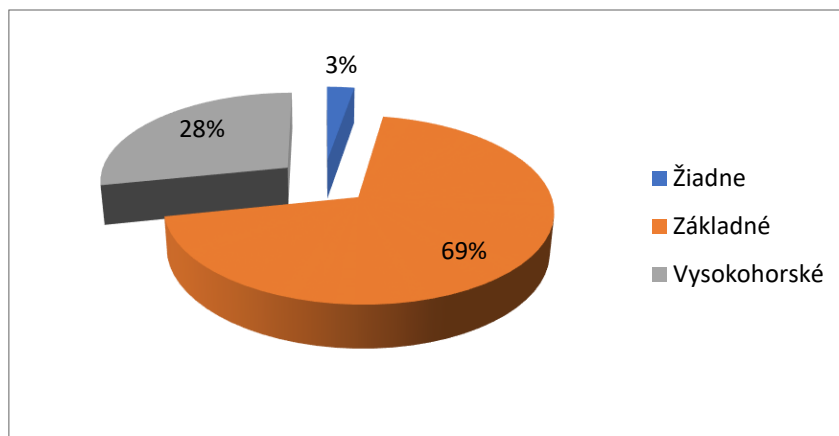


Obr.1 Podiel turistov podľa početnosti účastníkov turistiky

Figure 1 Share of hikers according to quantity of hiking trip participants

Z výsledkov vidíme, že drvivá väčšina ľudí chodí na turistiku v skupinách. Osamelú turistiku uprednostňujú len 2% respondentov, čo môžeme vnímať ako pozitívny jav, nakoľko osamelá turistika je výrazne rizikovejšia, ako tá skupinová. Toto poňatie vychádza z faktu, že osamelý turista je v prípade úrazu, zablúdenia, či iných neočakávaných negatívnych javov odkázaný len sám na seba, čo môže mať fatálne následky, napríklad pri upadnutí do bezvedomia.

Ďalšou problematikou, ktorá bola zahrnutá vo výskume je problematika poistenosti turistov. Jedná sa o mapovanie zdravotného poistenia, ktoré si turisti zabezpečujú, respektíve nezabezpečujú pre svoje aktivity na horách. Počas výskumu sa pracovalo so štatistickým znakom zabezpečenie poistenia, ktoré nadobúda obmeny Žiadne, Základné a Vysokohorské. Výsledky sú vyobrazené v nasledujúcom grafe.

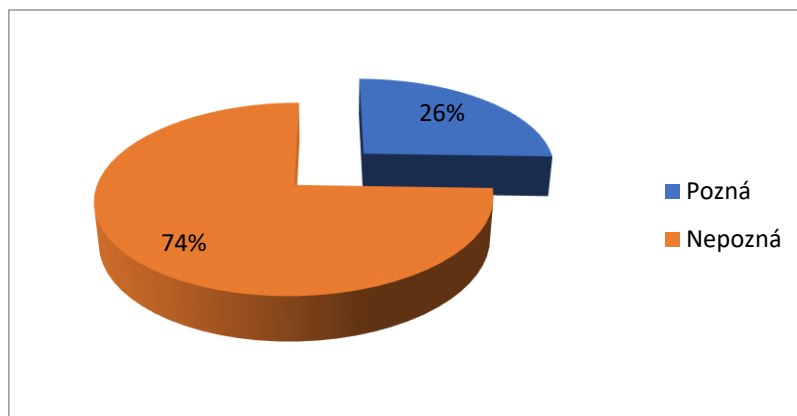


Obr.2 Podiel turistov podľa typu zabezpečeného poistenia

Figure 2 Share of hikers according to the type of insurance obtained

Ak uvažujeme uvedené druhy poistení ako kvalitatívne hierarchické, môžeme skonštatovať, že najrizikovejšia skupina tvorí len zanedbateľný trojpercentný podiel z celej populácie, čo môžeme považovať za pozitívny jav. Väčšinu tvoria turisti so základným zdravotným poistením, ktoré však v prípade núdze nemusí stačiť na pokrytie nákladov spojené so zásahom Horskej záchranej služby, či inej zložky Integrovaného záchranného systému spolupodieľajúcej sa na zásahu, prípadne môže poisťovňa odmietnuť preplatiť potrebnú starostlivosť, napríklad ak k úrazu dôjde mimo značených turistických chodníkov. Najvhodnejšia sa preto javí možnosť priplatenie si poistenia, ktoré pokrýva tiež aktivity v horských oblastiach. Túto možnosť využíva 28% z respondentov, čo môžeme považovať za nedostatočný stav, respektíve za stav, ktorý má potenciál zlepšiť sa v prospech turistov.

Horská záchranná služba disponuje svojim vlastným telefónnym číslom (18 300), ktoré spája volajúceho priamo s dispečingom HZS. V rámci prieskumu bolo preto prevedené skúmanie znalosti kontaktného čísla HZS medzi turistami. Pracovalo sa so štatistickým znakom znalosť kontaktného čísla HZS, čo je kvalitatívny štatistický znak, alternatívny. Nadobúda obmeny Pozná a Nepozná. Na vyhodnocovanie bola použitá štatistická metóda jednoduchého triedenia. Výsledné hodnoty sú zobrazené v nasledujúcom grafe.

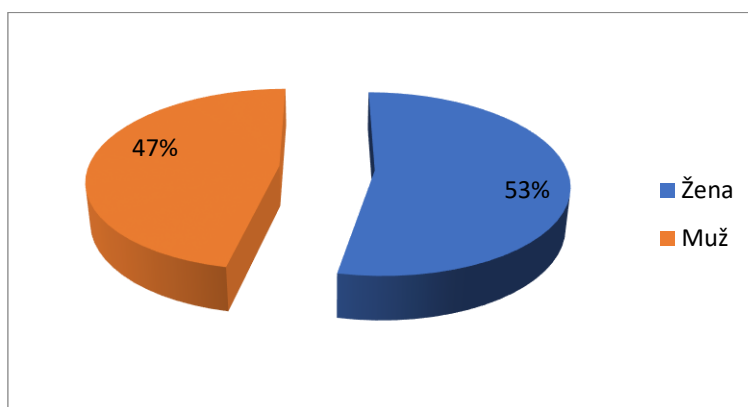


Obr.3 Podiel turistov podľa znalosti kontaktného čísla HZS

Figure 3 Share of hikers according to knowledge of Mountain Rescue Service contact number

Z grafu vidíme, že len približne štvrtina turistov pozná kontaktné číslo HZS. Stav môžeme považovať za nedostatočný s jestvujúcim priestorom na jeho zlepšovanie. Núdzové volanie je možné uskutočniť tiež prostredníctvom tiesňovej linky IZS 112, avšak takéto volanie musí byť vždy prepájané, čo spôsobuje časové preťahy, ktoré sú v núdzových situáciách nežiadúce.

Ako posledné z výskumu bol skúmaný vplyv pohlavia na nehodovosť počas turistiky, respektíve rozdiely vo frekvencii nehôd jednotlivých pohlaví. Dáta boli čerpané z databázy zásahov Horskej záchranej služby za roky 2014, 2015 a 2016. Na vyhodnotenie bola použitá štatistická metóda jednoduchého triedenia. Pracovalo sa so štatistickým znakom pohlavie, ktorý sa radí medzi kvalitatívne štatistické znaky, alternatívne a nadobúda obmeny Muž a Žena. Vyhodnotenie je vyobrazené v nasledujúcom grafe.



Obr.4 Podiel obetí podľa pohlavia

Share of hikers according to gender

Výsledné hodnoty ukazujú, že pohlavie obetí je vyrovnané. Pomer je dokonca hodnotovo identický s pomerom pohlaví vo vlastnom prieskume, kde zástupcovia mužského pohlavia tvoria taktiež 47% a ženy 53% z celkovej populácie. Výsledky tak ukazujú, že obe pohlavia sa na nehodách podieľajú rovnako, nejestvuje teda rozdiel medzi nehodovosťou mužov a žien.

#### 4. Záver

Prvá, zo skúmaných problematík ukázala pozitívny výstup, hovoriaci len o dvojpercentnom podiele osamelých jedincov z celkovej populácie turistov. Nie je preto potrebné vykonávať opatrenia na zamedzenie šírenia trendu osamelej turistiky, je však potrebné naďalej monitorovať stav, aby bola možná okamžitá reakcia v prípade, že bude zaznamenaný nárast tejto rizikovej skupiny.

V otázke poistenosti turistov článok odhalil nedostatočný stav, kde len 28% turistov využíva vhodné poistenie pre turistiku vo vysokohorských oblastiach. Bolo by vhodné, aby komerčné poisťovne dbali viac na vzdelávanie svojich klientov a propagáciu vhodných poistení v tejto oblasti. Chvályhodná je v tomto prípade činnosť Horskej záchranej služby, ktorá na svojom webovom portáli zriadila osobitnú stránku, venovanú vhodným poisteniam s prepojením priamo na konkrétne produkty jednotlivých poisťovní.

Ďalším nedostatočným stavom sa ukázala byť znalosť kontaktného čísla HZS. Priestor na šírenie povedomia o priamom kontakte na HZS je dostatočne veľký, preto by mala HZS a ostatné inštitúcie a organizácie pôsobiace v horskom prostredí, prostredníctvom svojich komunikačných prostriedkov zlepšovať informovanosť verejnosti.

Článku sa podarilo tiež dokázať, že pohlavie nemá vplyv na nehodovosť. Zástupcovia oboch pohlaví sú zastúpení pri nehodách rovnomerne, môžeme teda konštatovať, že medzi mužmi a ženami nie je rozdiel v zodpovednosti v rámci turistiky.

#### Zoznam bibliografických odkazov

1. HZS. (18. Január 2017). Databáza Horskej záchranej služby. *Databáza obetí v rokoch 2014, 2015 a 2016*. Vysoké Tatry, Slovenská republika: Horská záchranná služba.
2. Novák, L. (2017). *Měření závislostí ve statistice*. Cit. 10. September 2017. Dostupné na Internetu: FBI UNIZA:  
<http://fbi.uniza.sk/kkm/files/zamestnanci/novak/9%20Mereni%20zavislosti%20ve%20statistice.pdf>
3. Novák, L. (2017). *Získávání dat pro statistický projekt*. Cit. 11. September 2017. Dostupné na Internetu: FBI UNIZA:  
<http://fbi.uniza.sk/kkm/files/zamestnanci/novak/3%20Ziskavani%20dat%20pro%20statisticky%20projekt.pdf>
4. HZS. (27. Február 2017). Prehľad smrteľných nehôd v horách v rokoch 2014, 2015 a 2016. *Databáza*. Vysoké Tatry, Slovenská republika.
5. JANCÍK, J. *Bezpečnosť v horských oblastiach a špecifiká vysokohorskej turistiky na Slovensku*. Žilinská univerzita Žilina: 2017, s.78, 28900220172013.



**STUDIE VYBRANÉHO FAKTORU CHARAKTERIZUJÍCÍHO BEZPEČNOU JÍZDU  
PRVOVÝJEZDOVÉHO VOZIDLA K ZÁSAHU**

**A STUDY OF A SELECTED FACTOR CHARACTERIZING THE SAFE DRIVING OF THE FIRST-  
RESPONSE VEHICLE TO THE INTERVENTION**

Ladislav JÁNOŠÍK\*<sup>1</sup> – Ivana JÁNOŠÍKOVÁ<sup>2</sup> – Jakub VACULÍK<sup>1</sup>

\*Korešpondenčný autor a autor prezentujúci príspevok

<sup>1</sup> VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta bezpečnostního inženýrství, Lumírova 13, 700 30  
Ostrava-Výškovice, Česká republika, +420 59 699 2854, {[ladislav.janosik@vsb.cz](mailto:ladislav.janosik@vsb.cz);  
[jakub.vaculik.st@vsb.cz](mailto:jakub.vaculik.st@vsb.cz)}

<sup>2</sup> VŠB – Technická univerzita Ostrava, Ekonomická fakulta, Sokolská třída 33, 702 00 Ostrava,  
Česká republika, +420 56 699 2163, [ivana.janosikova@vsb.cz](mailto:ivana.janosikova@vsb.cz)

**Abstrakt**

Príspevok sa zaoberá analýzou charakteru jazdy k zásahu prvovýjezdového vozidla v rámci Hasičského záchranného zboru Moravskosliezskeho kraja. V prvej časti sú popísané technické parametre vybranej požiarnej techniky. Ďalej je vykonaný rozbor početnosti výjazdov do daných smerov na konkrétnej hasičskej stanici. Následne sú prevedené výpočty definovaných jazdných charakteristík, ktoré sú porovnané s reálnymi dátami, ktoré boli namerané v priebehu jazdy k zásahu. Súčasťou je tiež overenie dojazdových časov. Záverom je uvedené vyhodnotenie jednotlivých faktorov, ktoré ovplyvňujú dĺžku dojazdových časov a bezpečnú jazdu k zásahu.

**Kľúčové slová:** bezpečná jazda · zásahový hasičský automobil · brzdná dráha · medzná rýchlosť

**Abstract**

The paper deals with the analysis of the ride manner to the intervention of selected first-response vehicle at the Fire Rescue Service of the Moravian-Silesian Region. The first part describes technical parameters of selected firefighting vehicle. Next, an analysis of the exit frequency to given directions within specific fire station is carried out. Subsequently, calculations of defined driving characteristics are compared with the real data, which were measured during the ride to the intervention. Verification of driving times is also included. Finally, factors that affect the length of arrival times and the safe driving to the intervention are evaluated.

**Keywords:** safe driving · fire rescue vehicle · breaking distance · speed limit

## 1. Úvod

Jízda zásahového požárního automobilu k místu zásahu je nejen o rychlosti, ale měla by být především o její bezpečnosti. Pojem bezpečná jízda v tomto případě můžeme charakterizovat jako 100 % jistotu, že požární družstvo a vozidlo se dostanou na místo zásahu bez škod na zdraví a majetku svých i ostatních účastníků silničního provozu. Bezpečnou jízdu ovlivňují tři základní faktory: řidič, vozidlo a komunikace. Tento příspěvek se věnuje zejména komunikacím, a to z pohledu jejich členitosti a vlivu na bezpečnou jízdu. Cílem je potom srovnání teoretických výpočtů se zaznamenanými parametry skutečné jízdy požárního automobilu k zásahu.

## 2. Teoretický základ

Pro sledovaná požární vozidla byly počítány následující jízdní charakteristiky:

- *mezní rychlost jízdy v neklopené zatáčce,*
- *rychlost jízdy na mezipřeklopení v neklopené zatáčce (pro odpružené vozidlo),*
- *brzdná dráha – podle Vlka (2003),*
- *brzdná dráha - podle typu zkoušky 0 se zapojeným motorem, pro kategorii vozidla N<sub>3</sub> [7].*

Výpočet mezní rychlosti jízdy v neklopené zatáčce  $v_A$  vychází z překonání rovnováhy síly odstředivé a síly adhezní. Pro výpočet byla použita rovnice podle Ptáčka(1985):

$$v_A = \sqrt{\mu \cdot g \cdot R} \quad (1)$$

kde  $\mu$  je součinitel adheze [-],  $g$  je gravitační zrychlení [ $m/s^2$ ],  $R$  je poloměr křivosti zatáčky [m] určený trajektorií těžiště vozidla při průjezdu zatáčkou.

Pro výpočet rychlosti jízdy na mezi překlopení v neklopené zatáčce  $v_K$  pro odpružené vozidlo platí překonání rovnováhy momentu tíhy a momentu odstředivé síly podle Ptáčka(1985):

$$v_K = \sqrt{\frac{g \cdot b \cdot R}{2,5 \cdot h_T}} \quad (2)$$

kde  $b$  je rozchod kol [m] a  $h_T$  výška těžiště vozidla [m].

Brzdná dráha  $s_b$ , kterou vozidlo ujede od okamžiku začátku působení řidiče na brzdový pedál do zastavení vozidla a která v těchto výpočtech nezahrnuje reakční dobu řidiče, byla počítána podle Vlka (2003):

$$s_b = v_0 \cdot \left( t_p + \frac{t_n}{2} \right) + \frac{v_0^2}{2 \cdot a_b} \quad (3)$$

kde  $v_0$  je počáteční rychlost [m/s],  $t_p$  je doba prodlevy brzdění [s],  $t_n$  je doba náběhu účinku brzd [s],  $a_b$  je brzdné zpomalení [m/s<sup>2</sup>]. Brzdné zpomalení bylo vypočteno podle Vlka (2003):

$$a_b = g \cdot \mu \quad (4)$$

Brzdnou dráhu  $s$  podle typu zkoušky 0 se zapojeným motorem pro kategorii vozidla N3 (motorová vozidla, jejichž celková hmotnost převyšuje 12000 kg) vypočteme pomocí normované rovnice podle Vyhlášky č. 341/2014 Sb.:

$$s \leq 0,15v + \frac{v^2}{103,5} \quad (5)$$

kde  $v$  [m/s] je skutečná počáteční rychlost při brždění.

Výše uvedené jízdní charakteristiky sledovaných požárních automobilů byly vypočteny pro analyzované směry nejčastějších výjezdů této techniky. Vstupními hodnotami byly zjištěné poloměry křivosti zatáček a počáteční rychlosti požárních automobilů před bržděním. Jízdní charakteristiky byly počítány pro tři základní stavy vozovky: suchý asfalt, mokrý asfalt a nízkoadhezní vozovka (náledí, sníh). V Tabulce 1 jsou uvedeny základní veličiny a jejich hodnoty pro výpočet definovaných jízdních charakteristik (Hinner, 2017). Výška těžiště  $h_T$  byla určena graficky podle předepsaného úhlu bočního náklonu, který definuje norma ČSN EN 1846-2 (2014) pro jednotlivé hmotnostní kategorie a druhy podvozku požární techniky.

**Tabulka 1** Veličiny a jejich hodnoty pro výpočet jízdních charakteristik

Table 1 Variables and their values for the calculation of driving characteristics

Veličina	Označení	Hodnota
Výška těžiště	$h_T$ [m]	1,98
Rozchod kol	$b$ [m]	2,38
Součinitel adheze pro suchý asfalt	$\mu$ [-]	0,85
Součinitel adheze pro mokrý asfalt	$\mu$ [-]	0,71
Součinitel adheze pro nízkoadhezní vozovku	$\mu$ [-]	0,22
Gravitační zrychlení	$g$ [m.s <sup>-2</sup> ]	9,81
Doba prodlevy brzdění	$t_p$ [s]	0,1
Doba náběhu účinku brzd	$t_n$ [s]	0,02

### 3. Materiál a metodika

Primárním výběrem před vlastním vyhodnocením jízdních charakteristik byla vybrána místa dislokace a následně konkrétní požární technika. Jednalo se Moravskoslezský kraj, jmenovitě Územní odbor Nový Jičín a zdejší hasičská stanice (dále jen HS). Hasebním obvodem je jak samotné okresní město a přilehlé obce, ale innejzdálenější město Frenštát pod Radhoštěm. Na HS Nový Jičín došlo dne 28. 5. 2015 k výměně vozidla. Důvodem bylo opotřebením tehdejšího 1.

**VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017**

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

vozu CAS 24/2500/200-M1T na podvozku Mercedes-Benz Atego 1528 F 4x2 a jeho nahrazení novějšíma výkonnějším vozidlem CAS 20/4000/240-S2T na podvozku TATRA 815 TerrN<sup>o</sup>1 4x4. Takto byla v průběhu měsíce května na této stanici postupně vyměněna celkem 3 vozidla identického provedení. V Tabulce 2 je uvedeno, jak se jednotlivá vozidla postupně zapojovala do výjezdové činnosti. Zároveň se v průběhu sledovaného období přesouvala mezi pozicemi vozidla 1. výjezdu, 2. výjezdu a zálohy (3. vůz). Důvodem byla poruchovost nové požární techniky v záběhu, ale především docílení rovnoměrného opotřebení všech vozidel.

**Tabulka 2** Zařazení požární techniky na hasičské stanici Nový Jičín

**Table 2** Ranging of firefighting vehicles at the Nový Jičín fire station

Zařazení	SPZ	Výjezdová činnost		Celkový počet výjezdů
		od	do	
1. vůz	9T5 2243	29.5.2015	30.9.2016	426
2. vůz	9T5 2230	3.6.2015	25.9.2016	435
3. vůz	9T5 2231	22.5.2015	24.8.2016	530

Pro vyhodnocení členitostí komunikací a četnosti jejich použití při jízdách k zásahu bylo nutno vyhodnotit statistiku výjezdové činnosti sledované požární techniky. Evidenci jízd a provozu požární techniky upravuje Řád strojní služby (2006). V současnosti se již sedmým rokem úspěšně využívá k této evidenci elektronický informační systém IKIS. Z něj byla exportována data o provozu vybraných vozidel ve formátu souboru „xlsx“ (Melecký, 2017) pro následné zpracování a vyhodnocení v software MS Excel. Pro vozidla z HS Nový Jičín s ohledem na jejich obměnu bylo sledované období od května 2015 do září 2016.

Cíle tras výjezdů k zásahu ve sledovaném hasebním obvodu byly rozděleny do hlavních směrů výjezdů podle společné jízdy po podstatné části stejné trasy. Utěchto vozidel bylo sledované období evidováno celkem 1391 jízd k zásahům. Pro další analýzu byla výjezdová činnost sledované požární techniky rozdělena na jízdy k zásahům do městských částí města Nový Jičín a do 4 hlavních směrů nejčastějších výjezdů z města do okolí. Směry odpovídají přibližně světovým stranám. Východní a západní směr určuje rychlostní komunikace č. 48. Směrem na východ je to směr do Kopřivnice (včetně cíle Příbor), na západ je to Starý Jičín. Jižní směr je do Frenštátu pod Radhoštěm (včetně Životic u Nového Jičína, Mořkova, Veřovic a Bordovic). Severní směr míří k dálnici D1 na Hladké Životice (včetně Šenova u Nového Jičína, Kunína a Bílovce). Výsledky vyhodnocení výjezdové činnosti do těchto směrů a cílů za sledované období jsou uvedeny v Tabulce 3.

Na základě předchozí analýzy byly v následujícím kroku na těchto 4 definovaných směrových trasách zjišťovány profily komunikací v horizontální rovině. Výjezd vozidla z HS Nový Jičín k cíli po každé trase byl určen podle kritéria nejrychlejšího času dojezdu. K tomu byla využita funkce „Plánování“ na mapovém portálu Mapy.cz a následně byly tyto trasy konzultovány na HS Nový Jičín, zda odpovídají realitě při výjezdu. I přesto bylo při vyhodnocování skutečných záznamů z výjezdu zjištěno, že do Frenštátu pod Radhoštěm řidiči

**VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017**

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

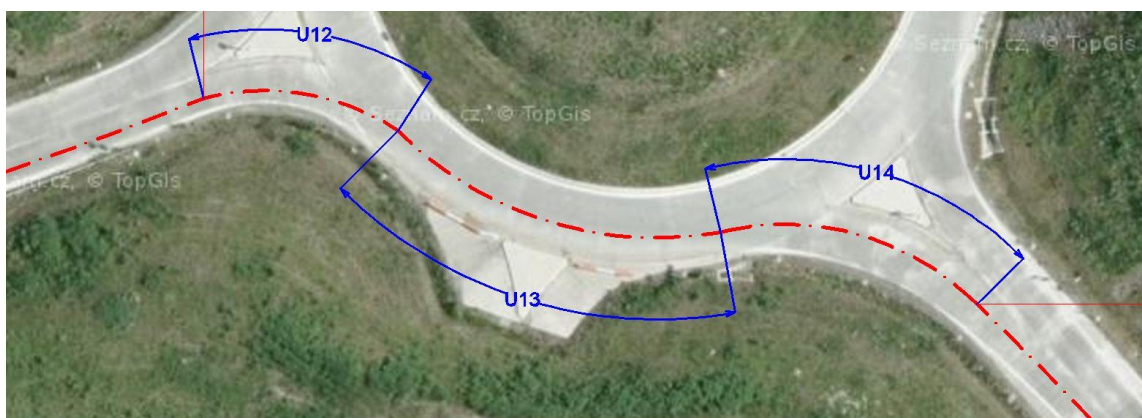
použili obě možné trasy – nejkratší (po silnici III. třídy, přes 4 obce, délka 19 km na začátek města), ale i nejrychlejší (po R48, následně po silnici II. třídy, přes 2 obce, délky 24 km na začátek města).

Tabulka 3 Výjezdová činnost požární techniky z hasičské stanice Nový Jičín

Table 3 Intervention activity of firefighting vehicles from the fire station Nový Jičín

Cíl jízdy k zásahu	Počet výjezdů				Vzdálenost k cíli [km]	Celkem projetá vzdálenost [km]
	1. vůz	2. vůz	3. vůz	Celkem		
Nový Jičín	99	109	116	324	2	648
Kopřivnice	72	64	91	227	18	4086
Frenštát pod Radhoštěm	34	50	60	144	19	2736
Příbor	26	11	26	63	14	882
Šenov u Nového Jičína	19	10	22	51	3	153
Bílovec	14	10	6	30	23	690
Starý Jičín	6	11	15	32	7	224
<b>Celkem</b>	<b>270</b>	<b>265</b>	<b>336</b>	<b>871</b>		<b>9419</b>

Z portálu Mapy.cz byly rovněž využity mapové podklady a ortofotomapy. Každá trasa byla vložena ve formátu rastrového obrázku do grafického systému AutoCAD a upravena do měřítká 1:1. Následně byly do vložených map zakreslovány optimální trajektorie těžiště vozidla při průjezdu vyhodnocovanou trasou k cíli. Nakonec byla zjištěna geometrie těchto trajektorií. Byly změřeny a zaznamenány poloměry oblouků a vzdálenosti přímých úseků před těmito oblouky. Na Obrázku 1 je ukázka řešení zatáček č. 9 až 11 (v grafickém řešení označené jako úseky U12 až U14) na výjezdové trase pro směr Kopřivnice. Jedná se konkrétně o nájezd ze silnice R48 přes kruhový objezd na silnici č. 58.



Obrázek1 Zjišťování trajektorie vozidla pro směr Kopřivnice, zatáčky č. 9 až 11

Figure 1 Detection of the trajectory of the vehicle for the Kopřivnice direction, turns No. 9 to 11

Ukázka vybraných poloměrů zahrnutých do výpočtů na této vyhodnocované trase výjezdu je uvedena v Tabulce 4. Do výpočtů byly zahrnuty pouze zatáčky s poloměrem trajektorie do 100 m. Dalších 5 zatáček s poloměry většími než 200 m nebylo do výpočtů zahrnuto. Tímto postupem byly zdokumentovány výjezdové trasy na všech 4 směrech.

**VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017**

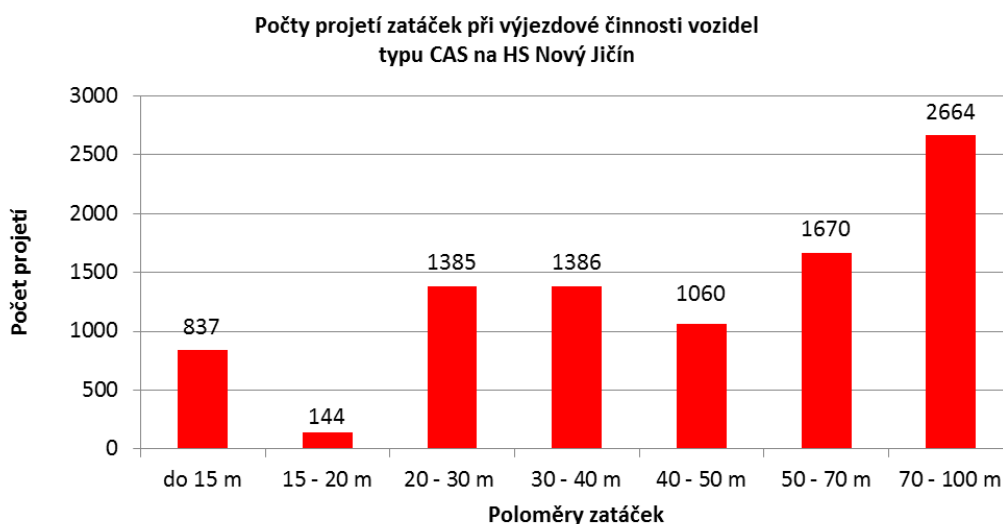
Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

Tabulka 4 Definované zatáčky a jejich poloměry pro směr Kopřivnice

Table 4 Defined turns and their radii for the Kopřivnice direction

Číslo	Popis zatáčky	Poloměr [m]
1	výjezd z HS na ul. Zborovská, severní směr	7,2
2	ul. Zborovská - kruhový objezd ul. Sokolovská	35,3
3	ul. Sokolovská - kruhový objezd Sokolovská	43,1
4	ul. Sokolovská - kruhový objezd Přemyslovců	37,6
5	ul. Přemyslovců - kruhový objezd silnice č. 57	30,2
6	nájezd ze silnice č. 57 na R48 - 1. pravotočivá	37,6
7	nájezd ze silnice č. 57 na R48 - 2. levotočivá	58,4
8	nájezd ze silnice č. 57 na R48 - 3. pravotočivá	64,3
9	nájezd z R48 přes kruhový objezd na silnici č. 58 - 1. pravotočivá	25,4
10	nájezd z R48 přes kruhový objezd na silnici č. 58 - 2. levotočivá	38,3
11	nájezd z R48 přes kruhový objezd na silnici č. 58 - 3. pravotočivá	28,3
12	křižovatka silnice č. 58 - silnice č. 480 (Lubina)	28,5
13	ČS armády - kruhový objezd Záhumenní	29,9
14	ul. Záhumenní - parkoviště Albert	13,2

Tyto geometrické charakteristiky propojené s analýzou statistiky výjezdů za sledované období ve výsledku charakterizují četnosti průjezdů požární techniky různými zatáčkami v definovaných škálách poloměrů křivosti. Výsledky jsou seříděné na Obrázku 2.



Obrázek 2 Četnosti průjezdů požární techniky na HS Nový Jičín definovanými zatáčkami

Figure 2 Frequencies of passages through defined turns by fire-fighting vehicles at fire station Nový Jičín

#### 4. Výsledky

V následující Tabulce 5 jsou jako příklad uvedeny výsledky výpočtů teoretických jízdních charakteristik podle rovnic (1) až (5) pro definované zatáčky při jízdě z HS Nový Jičín ve směru

**VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017**

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

na Kopřivnici. S ohledem na omezený rozsah článku jsou zde uvedeny pouze výsledky výpočtů pro součinitel adheze pro suchý asfalt  $\mu = 0,85$  (viz Tabulka 1). Tento směr byl vybrán pro ilustraci záměrně z důvodu následného srovnání vypočtených teoretických hodnot se skutečnými hodnotami zjištěných rychlostí při jízdě k zásahům pomocí autokamery TrueCam 6 s GPS modulem. Druhým důvodem byla skutečnost, že záznamy výjezdů z autokamery byly pořízeny za podmínek pro suchý asfalt.

**Tabulka 5** Přehled vypočtených teoretických hodnot jízdních charakteristik pro směr Kopřivnice

**Table 5** Overview of the calculated theoretical values of the driving characteristics for Kopřivnice direction

Číslo zatáčky	Rychlost na mezi překlopení [km/h]	Mezní rychlost [km/h]	Počáteční rychlost [km/h]	Brzdná dráha [m]	Brzdná dráha (dle vyhlášky) [m]
1	21	28	80	72	74
2	46	62	55	24	37
3	51	68	50	18	32
4	48	64	50	18	32
5	43	57	55	24	37
6	48	64	50	18	32
7	60	79	40	9	21
8	63	83	45	13	26
9	39	52	60	31	44
10	48	64	50	18	32
11	42	55	55	24	37
12	42	55	55	24	37
13	43	57	55	24	37
14	28	38	70	48	58

Počáteční rychlost pro výpočty brzdných drah byla stanovena po konzultacích na HS Nový Jičín jako rozdíl mezi maximální rychlostí a rychlostí na mezi překlopení zaokrouhlenou dolů na 5 km/h. Maximální rychlost je podle technického průkazu vozidla 100 km/h. Nicméně vozidla TATRA 815 nejsou vybavena omezovačem rychlosti a mohou jet vyšší rychlostí. Apokud to umožňuje geometrie a stav komunikace při reálných výjezdech, rychleji i jezdí, jak jsme si ověřili na některých záznamech. Vypočtené teoretické brzdné dráhy slouží jako informativní hodnoty pro řidiče, který by hypoteticky před danou zatáčku jel po přímém úseku maximální povolenou rychlostí 100 km/h, jakou dlouhou brzdou dráhu teoreticky potřebuje k snížení rychlosti na bezpečnou hodnotu, která bude menší než rychlost na mezi překlopení. Brzdná dráha podle Vyhlášky č. 341/2014 Sb. potom charakterizuje minimální předepsanou účinnost brzdné soustavy vozidla. Je zde uvedena jen pro porovnání.

Další částí projektu byla analýza záznamů z výjezdové činnosti sledovaného vozidla. Do vozidla byla v období od 15. do 21. března 2017 umístěna autokamera TrueCam 6 s GPS modulem. Kamera zaznamenávala pouze polohu vozidla. Zvuk byl vypnutý a objektiv kamery zaslepený. Bylo pořízeno 9 záznamů o pohybech vozidla při výjezdové činnosti o velice rozdílné

**VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017**

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

kvalitě. Z toho byly k analýze použity pouze 4 záznamy, jejichž charakteristiky jsou uvedeny v Tabulce 6. Ostatní záznamy byly bohužel nepoužitelné, protože z velké části nedošlo k navázání spojení s družicí GPS. Tento problém se vyskytoval i na záznamech, které byly analyzovány, ale ne v tak velké míře. Důvodem bylo umístění kamery uvnitř kovové kabiny vozidla, čímž docházelo místy k odstínění GPS signálu a tím k přerušení záznamu polohy.

**Tabulka 6** Vybrané záznamy výjezdové činnosti

**Table 6** Selected intervention activity records

Cíl výjezdu	Příbor	Frenštát p. R., jízda přes Příbor	Nový Jičín město	Frenštát p. R., jízda přes Veřovice	Frenštát p. R., jízda přes Příbor
Pořadové číslo záznamu	1	2	3	4	5
Datum	17.3.2017	19.3.2017	19.3.2017	19.3.2017	20.3.2017
Čas výjezdu [hh:mm]	14:51	7:30	8:11	14:25	1:12
Doba záznamu [hh:mm:ss]	0:40:33	0:38:51	0:11:43	0:43:47	1:12:17
Délka zaznamenané trasy [km]	23,7	42,9	2,9	15,3	56,1

V následující Tabulce 7 jsou shrnuty výsledky analýzy záznamů z výjezdové činnosti pro směr na Kopřivnici. Zde byly analyzovány záznamy z výjezdů číslo 1, 2, 3 a 5. Vlastní analýza záznamů probíhala v software DATAKAM PLAYER v5.8.0.2 od dodavatele DATAKAM technology Co. Ltd, Taiwan při využití mapových podkladů z OpenStreetMap, které používají i navigace od společnosti Garmin.

Z celkových 14 hodnocených zatáček na této trase byly pořízeny záznamy polohy a počítány úsekové rychlosti bohužel pouze na 8 zatáčkách. Při analýze záznamů byla zjišťována reálná rychlost vozidla před najetím do oblouku zatáčky a následně sledována a zaznamenávána minimální rychlost uvnitř oblouku zatáčky při jejím průjezdu. Počty projetí definovaných zatáček byly od jedné do tří. Tyto zjištěné rychlosti můžeme porovnávat s teoreticky vypočtenou rychlostí na mezi překlopení a udělat si vlastní závěr, jak byla jízda bezpečná.

O něco lépe vyšel záznam č. 4 (viz Tabulka 6) při výjezdu ve směru na Frenštát s cílem v obci Veřovice. V tomto směru bylo geometricky řešeno 27 zatáček. Z toho jich je hodnoceno do cíle tohoto výjezdu celkem 19. Při tomto výjezdu byl pořízen záznam polohy vozidla z projetí trasy s 15 zatáčkami. Od výjezdu ze stanice ujelo vozidlo 1,2 km a projelo první 4 zatáčky, než došlo ke spojení s GPS satelitem.



**VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017**

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

**Tabulka 7** Přehled záznamů reálných rychlostí pro směr Kopřivnice

**Table 7** Overview of real speed records for Kopřivnice direction

Číslo zatáčky	Rychlost na mezi překlopení [km/h]	Reálná rychlost před zatáčkou			Minimální reálná rychlost při průjezdu zatáčkou [km/h]		
2	46	33			30		
3	51	31	53	37	26	39	33
4	48	40	45	35	31	33	27
5	43	45	39		34	25	
9	39	57	60	40	44	47	25
10	48	39	40	26	39	40	30
11	42	36	43	31	35	41	32
12	42	41	24		27	17	

Za tímto, dalo by se konstatovat úspěšným záznamem, stojí skutečnost, že trasa je za zatáčkou č. 4 směřována na jih a příjem signálu ze satelitu GPS nebyl úplně zastíněn kabinou vozidla. Výsledky analýzy jsou uvedeny v Tabulce 8.

**Tabulka 8** Přehled záznamů reálných rychlostí pro směr Frenštát p. R.

**Table 8** Overview of real speed records for Frenštát p. R. direction

Číslo zatáčky	Rychlost na mezi překlopení [km/h]	Reálná rychlost před zatáčkou [km/h]	Minimální reálná rychlost při průjezdu zatáčkou [km/h]
5	56	73	62
6	73	70	63
7	56	60	56
8	61	77	62
9	73	79	69
10	77	75	54
11	78	74	63
12	60	61	52
13	75	72	65
14	75	66	63
15	77	74	70
16	55	68	41
17	54	64	46
18	74	66	59
19	77	74	68

Ze zaznamenaných reálných rychlostí pro směr Kopřivnice (viz Tabulka 7) lze konstatovat, že na 20 záznamech vozidlo mělo před zatáčkou v 6 průjezdech rychlost větší než je teoretická rychlost na mezi klopení a ve 2 případech dokonce tato rychlost byla větší i uvnitř zatáčky. Pro

směr Frenštát p. R. (viz Tabulka 8) bylo pro 15 zatáček zaznamenáno překročení teoretické bezpečné rychlosti před zatáčkou 7x a uvnitř zatáčky 2x.

## 5. Diskuze

K diskuzi nad touto problematikou se nabízí řada otázek a námětů k dalšímu studiu faktorů, které ovlivňují bezpečnou jízdu. *Prvním* faktorem je konstrukce vozidla. Zde byly hodnoceny parametry dynamiky jízdy vozidel TATRA s centrální nosnou rourou a výkyvnými polonápravami. Tato vozidla na nerovné komunikaci a v zatáčkách nabízejí lepší stabilitu a komfort pro osádku než ostatní u jednotek HZS ČR používaná konstrukčně odlišná vozidla s tuhou nápravou a příhradovým rámem s tvarovou pamětí. Toto byl i jeden z úvodních záměrů v rámci projektu specifického výzkumu SP2017/51, který je v současnosti řešen na pracovišti autora a měl za cíl zjistit, zda rozdíly mezi těmito typy podvozků budou extrémní nebo nikoliv. Ze současného porovnání teoretických výpočtů a reálných rychlostí vozidel TATRA a MAN je zřejmé, že jízda vozidlem TATRA byla při vyhodnocovaných jízdách blíže bezpečnostním limitům (Dvořák, 2017).

*Druhým* faktorem jsou pneumatiky a od nich se odvíjející velikost součinitelů adheze pro jednotlivé povrchy a stavy vozovky, které byly použity ve výpočtech. Hodnoty byly poskytnuty výrobcem vozidel TATRA. Ideální by samozřejmě bylo realizovat vlastní měření pro konkrétní vozidla a pneumatiky. To je ale úkol na samostatný projekt a několik let práce, aby byly podchyceny zároveň různé klimatické poměry.

*Třetím*, ale o to důležitějším faktorem, je lidský činitel, který v konečném důsledku bude určovat parametry bezpečné jízdy. Posledním potvrzením této známé skutečnosti je dopravní nehoda jednotky ze stanice Moravský Krumlov dne 24. 8.2017, kdy řidič při průjezdu mírnou pravotočivou zatáčkou na suché a přehledné komunikaci nezvládl řízení vozidla a cisternu CAS 15 TATRA 815-2 4x4 převrátil na levý bok.

Problémem analýzy byly reálné záznamy polohy vozidla získané z autokamery. Jak bylo uvedeno v textu, poloha byla snímána a ukládána komerčním zařízením v závislosti na příjmu signálu z GPS satelitu. Zařízení nemělo externí anténu. Ukládání záznamů poloh v čase po 1 sekundě bylo dostatečné, ale jeho nepřesnost při zobrazení v mapě v mezních případech dosahovala až 18 m. Při rychlosti 60km/h ujede tuto vzdálenost vozidlo za 1 s. Problém je v rámci uvedeného projektu řešen vývojem a výrobou autonomního GPS modulu. Tento modul bude vybaven externí anténou, která bude umístěna na střechu vozidla.

## 6. Závěr

Uvedené výsledky budou přeneseny hlavně do preventivní činnosti v rámci prevence dopravní nehodovosti při vzdělávání hasičů - strojníků nejen na vybrané stanici v Novém Jičíně, ale i v rámci Moravskoslezského kraje. V rámci řešeného projektu stále probíhá analýza jízdy

prvovýjezdových požárnych automobilů v kraji Jihomoravském a bude následovat analýza v kraji Zlínském. V každém kraji je výzkum vždy zaměřen na centrální požární stanici v krajském městě a jednu stanici na územním odboru mimo krajské město.

Druhým cílem analýzy jízdních parametrů požární techniky při výjezdovém zatížení je získávání vstupních dat pro další numerické modelování chování vozidla za jízdy a vyhodnocení vlivu zátěže na konstrukční prvky vozidla pro budoucí plánovaný projekt.

### Poděkování

Tento příspěvek vznikl za podpory interního grantu specifického výzkumu „SP2017/51 - Bezpečná jízda požární techniky k zásahu“.

### Seznam bibliografických odkazů

Pokyn č. 9 generálního ředitele HZS ČR a náměstka MV ze dne 13. 3. 2006, kterým se vydává *Řád strojní služby* Hasičského záchranného sboru České republiky. Praha: Sběrka interních aktů řízení generálního ředitele HZS ČR a NMV - částka 9/2006, 2006, 29 s.

Melecký, Pavel. *Osobní konzultace a export provozních dat z IKIS II. HZS Moravskoslezského kraje*. Krajské ředitelství HZS Moravskoslezského kraje, Oddělení IZS a služeb, Výškovická 40, Ostrava-Výškovice, dne 3. února 2017

Ptáček, Petr. *Mechanika pohybu silničních vozidel*. Praha: Komenium, 1985, 30 s.

Vlk, František. *Dynamika motorových vozidel*. Brno: Prof. Ing. František Vlk, DrSc., nakladatelství a vydavatelství, 2003, 423 s., ISBN 80-239-0024-2.

*Vyhláška č. 341/2014 Sb., o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích*. Praha: Ministerstvo vnitra. Sběrka zákonů České republiky, Ročník 2014.

Hinner, Jan. *E-mailová korespondence. Poskytnutí hodnot součinitelů adheze z měření vlastností ABS vozidla T815-231R55 s bubnovou brzdou dle EHK 13. TATRA TRUCKS a. s., dne 15. března 2017.*

ČSN EN 1846-2. *Požární automobily - Část 2: Obecné požadavky - Bezpečnost a provedení*. Praha: Český normalizační institut, 2014, 56 s.

Dvořák, Ivo. *Studie bezpečné jízdy zásahového požárního automobilu*. Diplomová práce. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta bezpečnostního inženýrství, vedoucí diplomové práce Ing. Ladislav Jánošík, Ph.D., 2017, 89 s.

**POROVNANIE PARAMETROV VYBRANÝCH PRÍRODNÝCH A SYNTETICKÝCH POLYMÉRNÝCH  
MATERIÁLOV PO TERMICKOM ZAŤAŽENÍ V INERTNEJ ATMOSFÉRE**

**THE PARAMETERS COMPARISON OF THE SELECTED NATURAL AND SYNTHETIC POLYMER  
MATERIALS AFTER THE THERMAL LOADING IN THE INERT ATMOSPHERE**

Danica KAČÍKOVÁ<sup>1</sup> – Veronika VELKOVÁ<sup>1</sup> – Tatiana BUBENÍKOVÁ<sup>1</sup> – Adriana EŠTOKOVÁ<sup>2</sup> –  
Branislav RAGAN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Technická univerzita vo Zvolene, T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolene, Slovenská republika, +421  
45 520 6829, [kpo@tuzvo.sk](mailto:kpo@tuzvo.sk)

<sup>2</sup>Technická univerzita v Košiciach, Vysokoškolská 4, 042 00 Košice, Slovenská republika, +421  
55 602 4265, [adriana.estokova@tuke.sk](mailto:adriana.estokova@tuke.sk)

**Abstrakt**

Termickú stabilitu a priebeh termickej degradácie polymérnych materiálov je možné hodnotiť metódami termickej analýzy. Simultánna termická analýza (TG, DTG, DSC) v dusíkovej atmosfére v rozsahu teplôt 25-600 (800) °C bola použitá na porovnanie vybraných parametrov prírodných a syntetických polymérnych materiálov. Vzorky boli pripravené zo smrekového dreva, bukoveho dreva, čalúnnickej polyuretánovej (PUR) peny bez retardačnej úpravy a čalúnnickej PUR peny s retardačnou úpravou. Termický rozklad vzoriek dreva prebiehal dvojstupňovo s endotermickými tepelnými efektmi. Degradácia hlavných zložiek smrekového dreva začala pri 186 °C. Najrýchlejší rozklad 10,23 %·min<sup>-1</sup> prebiehal pri 362°C. Hmotnostný zvyšok pri 800 °C bol 17,30-33,59 %. Degradácia hlavných zložiek bukoveho dreva začala pri 229°C. Najrýchlejší rozklad 8,27 %·min<sup>-1</sup> prebiehal pri 355 °C. Hmotnostný zvyšok pri 800 °C bol 5,82-15,84 %. Termický rozklad PUR peny NORMAL bez retardačnej úpravy prebiehal dvojstupňovo. Prvý stupeň sprevádzaný exotermickým a následným endotermickým efektom začal pri 191 °C. Druhý stupeň prebiehal pri teplotách 319-422 °C s endotermickým efektom. Hmotnostný zvyšok pri 600 °C bol 10,12-11,08 %. Termický rozklad PUR peny DEFLAMO s retardačnou úpravou prebiehal v troch stupňoch s endotermickými efektmi. Prvý stupeň začal pri teplote 180 °C. Intenzívna termická degradácia bola ukončená do 440 °C. Hmotnostný zvyšok pri 600 °C bol 12,02-14,13 %.

**Kľúčové slová:** Bukové drevo · DSC · DTG · PUR pena · Smrekové drevo · TG

**Abstract**

The thermal stability and the thermal degradation course of polymer materials can be evaluated by methods of thermal analysis. The simultaneous thermal analysis (TG, DTG, DSC)

in the nitrogen atmosphere at the temperatures 25-600 (800) °C was used for the comparison of the selected parameters of the natural and synthetic polymer materials. The specimens were prepared from the spruce wood, beech wood, upholstery polyurethane (PUR) foam without and with retardant modification. The thermal decomposition of the wood samples took place in two stages with the endothermal heat effects. The degradation of the main wood compounds of spruce wood began at 186 °C. The fastest decomposition  $10.23 \text{ \%} \cdot \text{min}^{-1}$  took place at 362 °C. The residual mass at 800 °C was 17.30-33.59 %. The degradation of the main compounds of beech wood began at 229 °C. The fastest decomposition  $8.27 \text{ \%} \cdot \text{min}^{-1}$  was at 355 °C. The residual mass at 800 °C was 5.82-15.84 %. The thermal decomposition of the PUR foam NORMAL without retardant modification took place in two stages. The first stage with the exothermal and subsequent endothermal effect began at 191 °C. The second stage took place at 319-422 °C with the endothermal effect. The residual mass at 600 °C was 10.12-11.08 %. The thermal decomposition of the PUR foam DEFLAMO with the retardant modification took place in three stages with the endothermal effects. The first stage began at 180 °C. The intensive thermal degradation was finished till 440 °C. The residual mass at 600 °C was 12.02-14.13 %.

**Keywords:** Beech Wood · DSC · DTG · PUR Foam · Spruce Wood · TG

## 1. Úvod

Požiarotechnické charakteristiky materiálov, t.j. hodnoty vybraných fyzikálnych, chemických a fyzikálnochemických parametrov, majú veľký význam pre bezpečné používanie materiálov a produktov. Tieto údaje charakterizujú možnosti zapálenia daných látok, ich zmeny vplyvom tepla a ohňa a ich príspevok k rozvoju a šíreniu požiaru. V prípade prírodných a syntetických polymérnych materiálov a výrobkov z nich je vhodné poznať nielen základné požiarotechnické charakteristiky, ale aj podrobné údaje o ich termickej stabilite, priebehu termického rozkladu, spotrebovanej tepelnej energii pri fyzikálnych a chemických zmenách, resp. uvoľnenej energii pri oxidácii a horení.

Uvedené informácie je možné získať aplikáciou moderných fyzikálnochemických analytických metód, napr. metódami termickej analýzy. Termická analýza slúži na zaznamenanie zmien vo vzorke pri jej ohreve alebo ochladzovaní (Gabbot, 2008). Pri simultánnej termickej analýze je zaznamenávaný úbytok hmotnosti vzorky pri programovanom ohreve (TG krivka), začiatková a konečná teplota jednotlivých stupňov termického rozkladu a teplota najrýchlejšieho rozkladu (DTG krivka) a energia, potrebná na vyrovnanie teploty vzorky a referenčnej látky, v ktorej pri danom teplotnom programe neprebiehajú žiadne zmeny (DSC krivka) (Dulebová a Garbacz 2013, Kačík et al. 2012, Skreiberg et al. 2011).

Drevo je prírodný polymérny horľavý materiál. Je zložené z polymérov (hlavných zložiek), t.j. celulózy (40-50 %), hemicelulózy (20-30 %), lignínu (20-30 %) a z nízkomolekulových

extraktívnych látok (Wichman, Altreya, 1987, Fengel, Wegener, 1984). Hlavné zložky dreva sa termicky degradujú pri rôznych teplotách (hemicelulózy pri 170-240 °C, celulóza pri 250-350 °C a lignín pri 300-390 °C) (Carrier et al., 2011, Shen et al. 2009). Priebeh termickej degradácie možno rozdeliť na dva alebo tri stupne. V prvom stupni dochádza k dehydratácii a vzniku prchavých produktov, v druhej fáze prebieha degradácia a oxidácia a v tretej fáze sa oxiduje uhlíkový zvyšok (Carrier et al., 2011, Su et al., 2012, Yorulmaz, Atimtay, 2009).

Rôzne druhy polyuretánových (PUR) pien patria medzi široko používané čalúnické materiály pri výrobe nábytku, dopravných prostriedkov, izolačných panelov. Pre uvedené použitie majú mnohé výhodné vlastnosti, napr. nízka hustota, odolnosť voči vlhkosti, zvuková pohltivosť. Negatívnymi vlastnosťami je ich horľavosť a ľahká zapáliteľnosť. Pri horení uvoľňujú množstvo toxických produktov (Kramer et al. 2010, Paabo, Levin 1987). Termická degradácia PUR pien sa začína štiepením uretánovej väzby pri teplotách 200-300 °C (Woolley, 1972). Lefebvre et al. (2005) popisujú priebeh horenia PUR pien ako dvojestupňový proces. V prvom stupni dochádza k taveniu, v druhom k oxidácii.

Cieľom bolo porovnanie priebehu termického rozkladu prírodných polymérnych materiálov (smrekové a bukové drevo) a syntetických polymérov (polyuretánová pena bez retardačnej úpravy a s retardačnou úpravou) v inertnej atmosfére metódami termickej analýzy.

## 2. Materiál a metodika

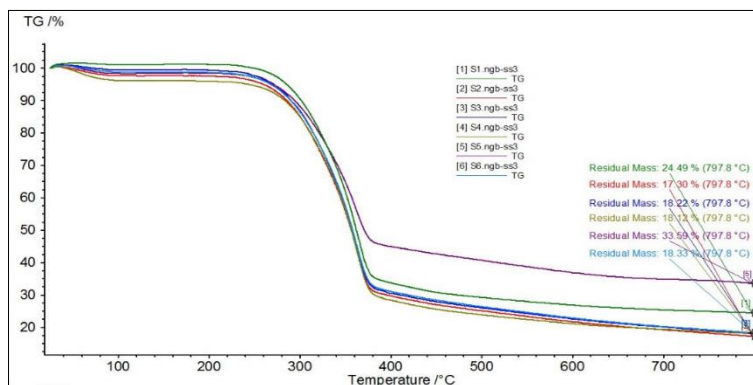
Na laboratórne experimenty boli použité smrekové drevo (*Picea abies* (L.) Karst), bukové drevo (*Fagus silvatica* (L.)), a čalúnické polyuretánové peny NORMAL N 3038 a DEFLAMO FF 5740. Vzorky smrekového dreva s hmotnosťou cca 7 mg boli vymanipulované z tangenciálne narezaných dosiek s hustotou 460 kg·m<sup>3</sup> a vlhkosťou 5,9 %. Vzorky bukového dreva s hmotnosťou cca 13 mg boli pripravené z tangenciálne narezaných dosiek s hustotou 650 kg·m<sup>3</sup> a vlhkosťou 9,8 %. Vzorky PUR pien mali hmotnosť 10-15 mg. NORMAL N 3038 je štandardná PUR pena s hustotou 30 kg·m<sup>3</sup> a tvrdosťou 3,8 kPa. DEFLAMO FF 5740 je komfortná PUR pena s retardačnou úpravou, hustotou 57 kg·m<sup>3</sup> a tvrdosťou 4,0 kPa.

Krivky TG, DTG a DSC boli zaznamenané metódou simultánnej termickej analýzy na prístroji NETZSCH STA 449 F3 (Košice, Slovenská republika). Podmienky merania pre vzorky dreva: teplotný rozsah 25-800 °C, rýchlosť ohrevu 10 °C·min<sup>-1</sup>, atmosféra N<sub>2</sub>, kelímok Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, počet opakovaní 6. Podmienky merania pre vzorky PUR peny: teplotný rozsah 25-600 °C, rýchlosť ohrevu 10 °C·min<sup>-1</sup>, atmosféra N<sub>2</sub>, kelímok Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, počet opakovaní 6.

Hodnotiacimi parametrami termickej stability a priebehu termickej degradácie boli: stupne termického rozkladu, hmotnostný zvyšok, teplotné intervaly hmotnostných úbytkov, začiatková teplota termického rozkladu, teplota maximálnej rýchlosti rozkladu, zmena entalpie.

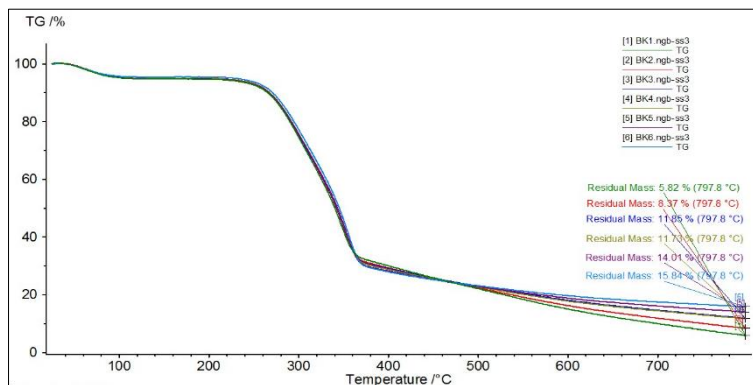
### 3. Výsledky a diskusia

Priebeh úbytku hmotnosti vzoriek smrekového dreva (S1, S2, S3, S4, S5 a S6) je na obr. 1, priebeh úbytku hmotnosti vzoriek bukového dreva (BK1, BK2, BK3, BK4, BK5 a BK 6) je na obr. 2. Hmotnostný zvyšok pri smrekovom dreve bol 17,30-33,59 %, pri bukovom dreve 5,82-15,84 %. Rozptyl hodnôt bol spôsobený nehomogenitou prírodného polymérneho materiálu. Z nameraných DTG kriviek je zrejmé, že termický rozklad vzoriek dreva oboch drevín prebiehal dvojstupňovo (tab. 1, tab. 2).



Obrázok 8 TG krivky vzoriek smrekového dreva

Figure 1 TG curves of spruce wood samples



Obrázok 2 TG krivky vzoriek bukového dreva

Figure 2 TG curves of beech wood samples

Tabuľka 1 Priebeh termickej degradácie smrekového dreva – vyhodnotenie TG, DTG a DSC krivky vzorky S2

Table 1 Course of spruce wood thermal degradation -- evaluation of TG, DTG and DSCG curve of sample S2

Teploty (°C)	$T_{vmax}$ (°C)	$V_{max}$ (%·min <sup>-1</sup> )	$\Delta m$ (%)	$\Delta H$ (J·g <sup>-1</sup> )
25-105	60	0,72	2,35	188,9
186-394	318	6,72	67,48	53,7
	362	10,23		6,9
394-800	-	0,63	12,84	2,6

**VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017**

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

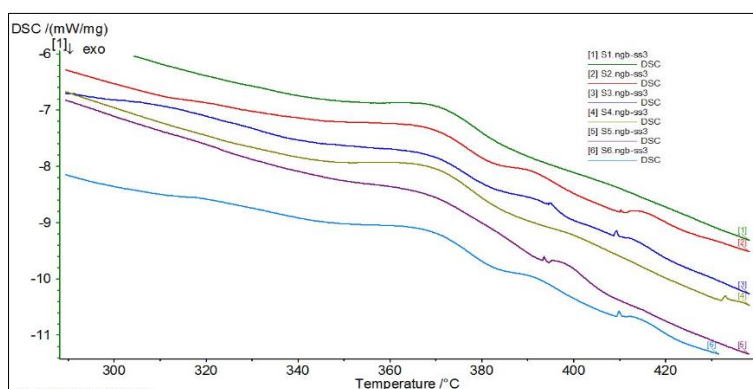
Na DTG krivke smrekového dreva vzorky S2 sme v teplotnom rozsahu 25-105 °C pozorovali prvý hmotnostný úbytok s maximálnou rýchlosťou 0,72 %·min<sup>-1</sup> pri teplote 60 °C, kedy sa uvoľňovala voda. Najvyšší úbytok hmotnosti 67,48 % bol zaznamenaný pri teplotách 186-394 °C. V tejto oblasti sa nachádzali dve maximálne rýchlosti rozkladu, pri teplote 318 °C to bolo 6,72 %·min<sup>-1</sup>, pri teplote 362 °C to bolo 10,23 %·min<sup>-1</sup>. Predpokladáme, že v prvom prípade sa jednalo o degradáciu sacharidického podielu, v druhom o pyrolýzu lignínu. Uvedený dvojestupňový proces termickej degradácie je v súlade so závermi Liodakisa et al. (2013). Hmotnostný úbytok zaznamenaný v rozsahu teplôt 394-800 °C bol 12,84 %. V tejto oblasti neboli pozorované výrazné odchýlky od rýchlosti rozkladu 0,63 %·min<sup>-1</sup>. Po ukončení merania bola hmotnosť zvyšku 17,30 %.

**Tabuľka 2** Priebeh termickej degradácie bukového dreva – vyhodnotenie TG, DTG a DSC krivky vzorky BK4

**Table 2** Course of beech wood degradation – evaluation of TG, DTG a DSC curve of sample BK4

Teploty (°C)	$T_{vmax}$ (°C)	$V_{max}$ (%·min <sup>-1</sup> )	$\Delta m$ (%)	$\Delta H$ (J·g <sup>-1</sup> )
25-119	66	1,15	4,96	280,9
229-388	292	5,74	65,31	30,9
388-800	355	8,27	4,9	4,9
	-	0,74	19,10	3,1

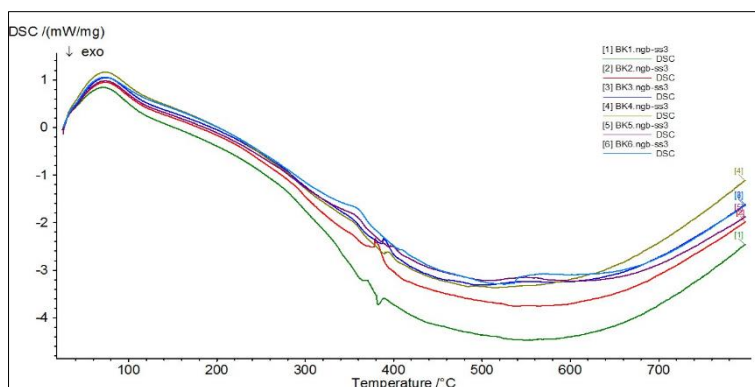
Na základe DTG krivky bukového dreva vzorky BK4 môžeme povedať, že termická degradácia má obdobný priebeh ako u dreva smrekového. Začiatok degradácie sacharidického podielu je pri teplote 229 °C s najvyššou rýchlosťou 5,74 %·min<sup>-1</sup> pri teplote 292 °C. Pri teplote 355 °C bola pozorovaná druhá najvyššia rýchlosť rozkladu 8,27 %·min<sup>-1</sup>, kedy prebiehal najmä rozklad lignínu. Su et al. (2012) a Fang et al. (2006) uvádzajú, že znížením obsahu kyslíka sa posúva oblasť degradácie zložiek dreva k vyšším teplotám. Termická degradácia pokračovala pomalým poklesom hmotnosti až do ukončenia merania pri dosiahnutí teploty 800 °C. Zostatková hmotnosť vzorky bola 10,61 %.



**Obrázok 3** DSC krivky vzoriek smrekového dreva

**Figure 3** DSC curves of spruce wood samples



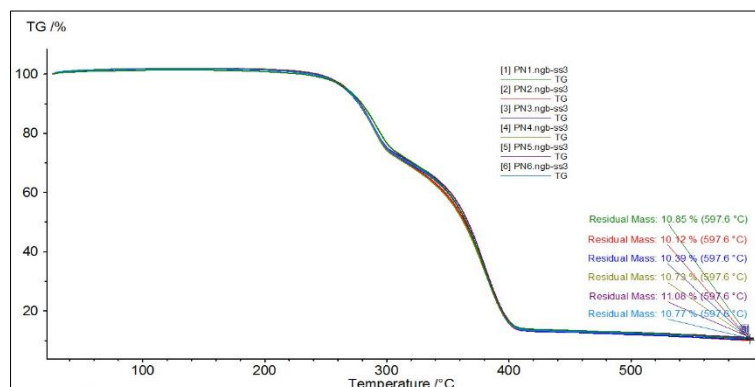


Obrázok 4 DSC krivky vzoriek bukového dreva

Figure 4 DSC curves of beech wood samples

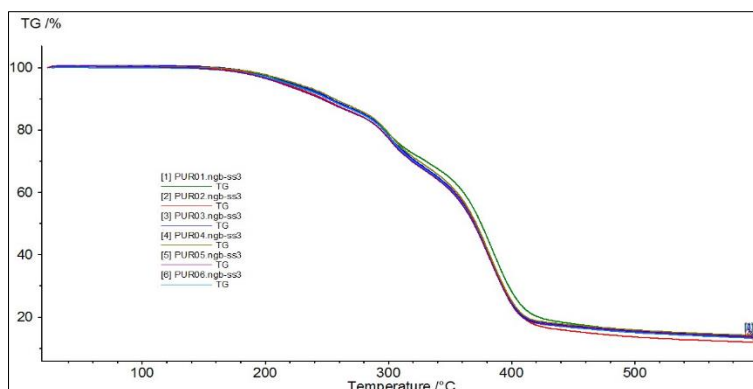
Na DSC krivkách smrekového (obr. 4) a bukového dreva (obr. 5) boli pozorované endotermické efekty (tab. 1, tab. 2), zodpovedajúce jednotlivým stupňom termickej degradácie vzoriek. Najvyššia hodnota bola v oblasti dehydratácie vzoriek. Druhá najvyššia hodnota ( $53,7 \text{ J}\cdot\text{g}^{-1}$  v prípade smreka a  $30,9 \text{ J}\cdot\text{g}^{-1}$  v prípade buka) bola zaznamenaná v teplotnom rozsahu, kedy prebiehala pyrolytická degradácia sacharidického podielu sprevádzaná začiatkom degradácie aromatického lignínu (Carrier et al. 2011).

Priebeh úbytku hmotnosti vzoriek PUR pien NORMAL (PN1, PN2, PN3, PN4, PN5 a PN6) je na obr. 5, priebeh úbytku hmotnosti vzoriek PUR pien DEFLAMO (PD1, PD2, PD3, PD4, PD5 a PD 6) je na obr. 6. Hmotnostný zvyšok pri vzorkách NORMAL bol 10,12-11,08 %, pri vzorkách DEFLAMO 12,02-14,13 %, čo vypovedá o homogenite syntetického polyméru. Z nameraných DTG kriviek je zrejmé, že termický rozklad vzoriek NORMAL prebiehal dvojstupňovo, termický rozklad vzoriek DEFLAMO prebiehal trojstupňovo (tab. 3, tab. 4). Výrazný termický rozklad PUR pien DEFLAMO bol ukončený do teploty  $440 \text{ }^\circ\text{C}$ , v prípade PUR pien NORMAL do  $426 \text{ }^\circ\text{C}$ .



Obrázok 5 TG krivky vzoriek PUR peny NORMAL

Figure 5 TG curves of PUR foam NORMAL



Obrázok 6 TG krivky vzoriek PUR peny DEFLAMO

Figure 6 TG curves of PUR foam DEFLAMO

Tabuľka 3 Priebeh termickej degradácie PUR peny NORMAL – vyhodnotenie TG, DTG a DSC krivky vzorky PN5

Table 3 Course of PUR foam NORMAL thermal degradation – evaluation of TG, DTG and DSCG curve of sample PN5

Teploty (°C)	$T_{vmax}$ (°C)	$V_{max}$ (%·min <sup>-1</sup> )	$\Delta m$ (%)	$\Delta H$ (J·g <sup>-1</sup> )
191-319	289	7,19	29,65	-57,42 39,22
319-422	380	11,62	59,26	112,70

Tabuľka 4 Priebeh termickej degradácie PUR peny DEFLAMO – vyhodnotenie TG, DTG a DSC krivky vzorky PD3

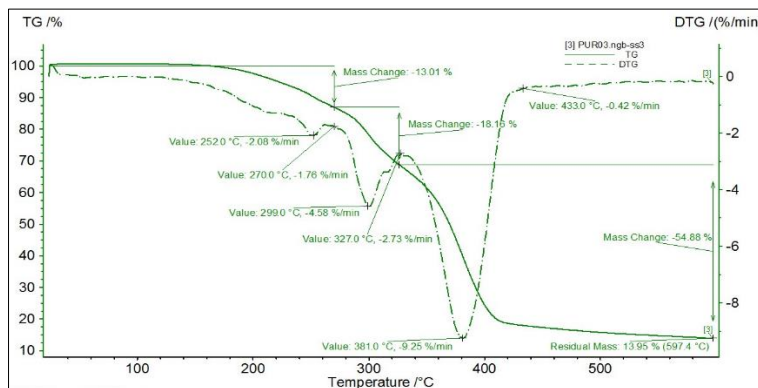
Table 4 Course of PUR foam DEFLAMO thermal degradation – evaluation of TG, DTG and DSC curve of sample PD3

Teploty (°C)	$T_{vmax}$ (°C)	$V_{max}$ (%·min <sup>-1</sup> )	$\Delta m$ (%)	$\Delta H$ (J·g <sup>-1</sup> )
180-270	252	2,08	13,01	30,95
270-327	290	2,73	18,16	19,52
327-433	381	9,25	54,88	101,70

Z DTG krivky PUR peny NORMAL vzorky PN5 vyplýva, že dvojestupňový rozklad začína pri teplote 191 °C. Hmotnostný úbytok 29,65 % s najvyššou rýchlosťou rozkladu 7,19 %·min<sup>-1</sup> pri teplote 289 °C je sprevádzaný exotermickým efektom, na ktorý hneď nadväzuje efekt endotermický. Výrazný endotermický efekt bol zaznamenaný pri úbytku hmotnosti 59,26 % v teplotnom rozsahu 319-422 °C s najvyššou rýchlosťou rozkladu 11,62 %·min<sup>-1</sup> pri teplote 380 °C.

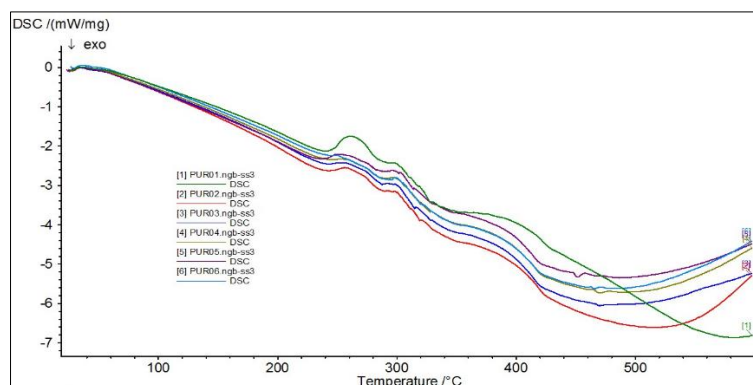
Termická degradácia vzorky PD3 PUR peny DEFLAMO prebiehala v troch na seba nadväzujúcich stupňoch (obr. 7). Všetky boli sprevádzané endotermickými efektmi (obr. 8). Prvý stupeň začal pri teplote 180 °C, čo bola nižšia teplota, než v prípade PUR peny NORMAL. Hmotnostný úbytok bol 13,01 %, najvyššia rýchlosť rozkladu 2,08 %·min<sup>-1</sup> bola dosiahnutá pri teplote 252 °C. Druhý stupeň pyrolýzy s hmotnostným úbytkom 18,16 % začínal pri teplote 270 °C, najvyššia rýchlosť rozkladu 2,73 %·min<sup>-1</sup> bola zaznamenaná pri teplote 289 °C. Najvyšší hmotnostný úbytok (54,88 %), najvyššia rýchlosť rozkladu (9,25 %·min<sup>-1</sup> pri teplote 381 °C) s najvyšším endotermickým efektom (101,70 J·g<sup>-1</sup>) boli zaznamenané v treťom stupni rozkladu v teplotnom intervale 327-433 °C.

Nižšie počiatkové teploty rozkladu retardačne upravených PUR pien sú podľa Chena et al. (2008) spôsobené nižšou stabilitou väzieb v retardéroch (napr. P-O-C) v porovnaní s väzbami C-C. Retardéry ale prispievajú k tvorbe kompaktného zvyšku, ktorý chráni materiál pred ďalšou degradáciou.



Obrázok 7 TG a DTG krivky vzorky PUR peny PD3

Figure 7 TG and DTG curves of PUR foam PD3



Obrázok 8 DSC krivky vzoriek PUR peny DEFLAMO

Figure 8 DSC curves of PUR foam DEFLAMO

#### 4. Záver

Použitými metódami termickej analýzy boli získané originálne výsledky hodnotiace priebeh termického rozkladu vybraných prírodných (smrekové a bukové drevo) a syntetických (PUR peny NORMAL a DEFLAMO) polymérnych materiálov. Z vyhodnotenia priebehu TG, DTG a DSC kriviek vyplývajú nasledovné poznatky.

Termická degradácia vzoriek dreva prebiehala v dvoch stupňoch. Pyrolytický rozklad hlavných zložiek smrekového dreva začína pri teplote 186 °C, najvyššia rýchlosť rozkladu 10,23 %·min<sup>-1</sup> bola pri teplote 362 °C. Všetky procesy boli sprevádzané endotermickými efektmi. Rozptyl hodnôt zvyškov vzoriek po ukončení merania pri teplote 800 °C (17,30-33,59 %) bol spôsobený heterogenitou dreva. Pyrolytický rozklad hlavných zložiek bukového dreva začína pri teplote 229 °C, najvyššia rýchlosť rozkladu 8,27 %·min<sup>-1</sup> bola pri teplote 355 °C. Všetky

procesy boli sprevádzané endotermickými efektmi. Hmotnosť zvyškov vzoriek po ukončení merania pri teplote 800 °C bola 5,82-15,84 % z pôvodnej hmotnosti.

Termická degradácia PUR peny bez retardačnej úpravy (NORMAL) prebiehala dvojestupňovo, peny s retardačnou úpravou (DEFLAMO) prebiehala v troch stupňoch. Rozklad PUR peny NORMAL začínal pri teplote 191 °C exotermickým efektom, na ktorý nadväzoval efekt endotermický. Najvyšší hmotnostný úbytok 59,26 % bol zaznamenaný v druhom stupni rozkladu, ktorý začal pri 319 °C. Pyrolytický rozklad PUR peny DEFLAMO bol trojstupňový. Všetky stupne boli sprevádzané endotermickým tepelným efektom. Prvý stupeň rozkladu začal pri 180 °C, druhý pri 270 °C a tretí stupeň rozkladu začal pri teplote 327 °C. Intenzívny termický rozklad PUR pien DEFLAMO bol ukončený do teploty 440 °C, v prípade PUR pien NORMAL do 426 °C.

### PodĎakovanie

Príspevok vznikol vďaka finančnej podpore slovenskej grantovej agentúry KEGA, Projekt č. 012TU Z-4/2016 (50 %) a Projekt č. 030UMB-4/2017 (50 %).

### Zoznam bibliografických odkazov

Carrier M, Loppinet-Serani A, Denux D, Lasnier JM, Ham-Pichavant F, Cansell F et al. 2011. Thermogravimetric analysis as a new method to determine lignocellulosic composition of biomass. *Biomass and Bioenergy*. 2011; 35(1): 298-307.

Dulebová Ľ, Garbacz T. 2013. Termická analýza polymérnych kompozitov. *Transfer inovácií*. 2013; 26: 130-134.

Fang MX, Shen DK, Li YX, Yu CJ, Luo ZY, Cen KF. 2006. Kinetic study on pyrolysis and combustion of wood under different oxygen concentrations by using TG-FTIR analysis. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*. 2006; 77: 22-27.

Fengel D, Wegener G. 1984. Wood: chemistry ultrastructure reactions. New York : Walter de Gruyter. 1984. 613 s.

Gabbot P. 2008. Principles and Applications of Thermal Analysis. Oxford : Blackwell Publishing. 2008. 480 s.

Chen XL, Jiao CM. 2008. Thermal degradation characteristics of a novel flame retardant coating using TG-IR technique. *Polymer Degradation and Stability*. 2008; 93: 2222-2225.

Kačík F, Laurová M, Kačíková D. 2012. Analytická chémia. Zvolen : Technická univerzita vo Zvolene. 2012. 295 s.

VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

Kramer RH, Zammarano M, Linteris GT, Gedde UW, Gilman JW. 2010. Heat release and structural collapse of flexible polyurethane foam. *Polymer Degradation and Stability*. 2010; 95: 1115-1122.

Lefebvre J, Bastin B, Le Bras M, Duquesne S, Paleja R, Delobel R. 2005. Thermal stability and fire properties of conventional flexible polyurethane foam formulations. *Polymer Degradation and Stability*. 2005; 88: 28-34.

Liodakis S, Tsapara V, Agiovlasis IP, Vorisis D. 2013. Thermal analysis of Pinus sylvestris L. wood samples treated with a new gel-mineral mixture of short- and long-term fire retardants. *Thermochimica Acta*. 2013; 568: 156-160.

Paabo M, Levin BC. 1987. A review of the literature on the gaseous products and toxicity generated from the pyrolysis and combustion of rigid polyurethane foams. *Fire and Materials*. 1987; 11: 1-29.

Shen DK, Gu S, Luo KH, Bridgwater AV, Fang MX. 2009. Kinetic study on thermal decomposition of woods in oxidative environment. *Fuel*. 2009; 88: 1024-1030.

Skreiberg A, Skreiberg J, Sandquist L, Sorum L. 2011. TGA and macro-TGA characterisation of biomass fuels and fuel mixtures. *Fuel*. 2011; 90: 2182-2197.

Su Y, Luo YH, Wu WG, Zhang YL, Zhao SH. 2012. Characteristics of pine wood oxidative pyrolysis: Degradation behavior, carbon oxide production and heat properties. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*. 2012; 98: 137-143.

Wichman IS, Atreya A. 1987. A simplified model for the pyrolysis of charring materials. *Combustion and flame*. 1987; 68: 231-247.

Woolley WD. 1972. Nitrogen-containing products from the thermal decomposition of flexible polyurethane foams. *Br. Polymer J.* 1972; 4: 27-43.

Yorulmaz SY, Atimtay AT. 2009. Investigation of combustion kinetics of treated and untreated waste wood samples with thermogravimetric analysis. *Fuel Processing Technology*. 2009; 90: 939-946.

## STANOVENIE RÝCHLOSTI A HĹBKY ZUHOĽNATENIA DREVENÝCH PRVKOV POMOCOU METÓD PODĽA EUROKÓDU 5, ČASŤ 2

### DETERMINATION OF THE CHARRING RATE AND DEPTH OF TIMBER MEMBERS USING METHODS ACCORDING TO EUROCODE 5, PART 2

Zuzana KAMENICKÁ\*<sup>1</sup> – Jaroslav SANDANUS<sup>1</sup>

\*Korešpondenčný autor a autor prezentujúci príspevok

<sup>1</sup>Katedra kovových a drevených konštrukcií, Stavená fakulta, STU v Bratislave, Radlinského 11, 810 05  
Bratislava, Slovensko, tel. číslo: +4212 592 74 561, e-mail: [zuzana.kamenicka@stuba.sk](mailto:zuzana.kamenicka@stuba.sk)

#### Abstrakt

Pre určenie mechanickej odolnosti drevených konštrukcií je rozhodujúci prierez, ktorý prenáša mechanické zaťaženie. To platí pre drevené konštrukcie aj za bežných teplôt a aj za vystavenia požiaru. Počas požiaru je tento prierez znižovaný pôsobením ohňa a vznikom zuhoľnatej vrstvy. Hĺbka zuhoľnatenia je podľa Eurokódu 5, časť 2 uvažovaná ako poloha izotermy 300 °C. Pre určenie tejto hĺbky zuhoľnatenia existujú v tejto norme zjednodušené aj spresnené výpočtové metódy. S hĺbkou zuhoľnatenia súvisí aj rýchlosť uhoľnatenia, ktorá je pri zjednodušených metódach uvažovaná ako konštantná v čase. Spresnenými metódami je možné získať rýchlosť uhoľnatenia, ktorá sa mení v čase. Podľa viacerých publikácií sa rýchlosť uhoľnatenia v prvých minútach výrazne zvyšuje do určitého času, kedy sa začne postupne spomaľovať. Preto je hĺbka zuhoľnatenia získaná spresnenými výpočtami nelineárna v čase, pričom hĺbka zuhoľnatenia podľa zjednodušených výpočtov je lineárne narastajúca v čase. Zjednodušené aj spresnené metódy majú svoje výhody aj nevýhody. Cieľom tohto článku je porovnať výsledky získané pomocou zjednodušených a spresnených výpočtových metód.

**Kľúčové slová:** Drevo · Hĺbka zuhoľnatenia · Požiar · Rýchlosť uhoľnatenia

#### Abstract

The cross-section carrying a mechanical load is crucial for a determination of mechanical resistance of timber structures. That is applied to timber structures in normal temperatures and to timber structures exposed to fire. This cross-section is reduced by influence of the fire and by creation of the char layer. The charring depth is considered as the position of the 300-degree isotherm according to the Eurocode 5, part 2. This standard includes simplified and advanced calculation methods for the determination of this charring depth. The charring rate is related to the charring depth and it is considered as constant with time by means of the simplified methods. It is possible to gain the charring rate changing in time by means of the advanced methods. According to several publications, the charring rate increases significantly

in the first minutes until a specific time and then starts to slow down. Therefore, the charring depth by advanced calculations is nonlinear in time and the charring rate by simplified calculations is linearly increasing in time. Simplified and advanced methods have advantages and disadvantages. The aim of this paper is to compare results obtained by using of simplified and advanced calculation methods.

**Keywords:** Charring depth · Charring rate · Fire · Timber

## 1. Úvod

Výsledné rýchlosti a hĺbky zuhoľnatenia získané z rôznych výpočtov môžu mať rôzne hodnoty. Okrem normových postupov podľa (STN EN 1995-1-2, 2008) existujú aj rôzne iné postupy (napr. Mikkola, 1991 alebo Hietaniemi, 2005) pre výpočet rýchlosti uhoľnatenia (Kamenická, 2017). Zjednodušené postupy podľa normy (STN EN 1995-1-2, 2008) majú vo väčšine prípadov dostatočne konzervatívne výsledky, avšak ich použitie je limitované na drevo s 12 % vlhkosťou, ktoré je vystavené normovému požiaru s krivkou ISO 834 a len pre určité objemové hmotnosti. V iných prípadoch je potrebné využiť spresnené postupy. Cieľom tohto príspevku je porovnať výsledné rýchlosti a hĺbky zuhoľnatenia na základe zjednodušených a spresnených výpočtov s využitím normy (STN EN 1995-1-2, 2008).

## 2. Materiál a metodika

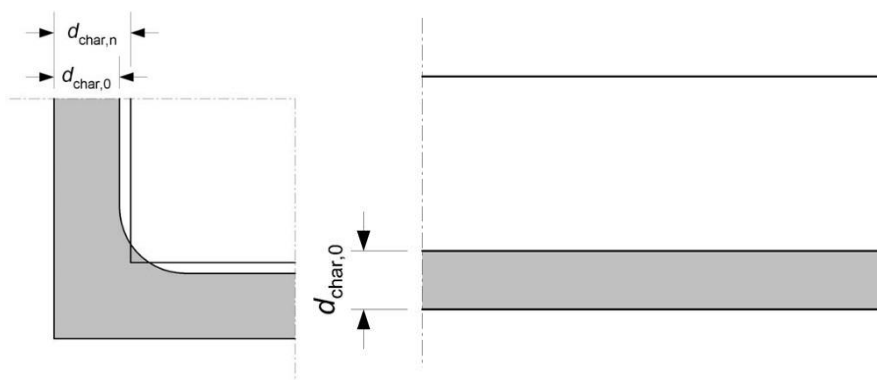
Pri nechránených drevených povrchoch existujú v norme (STN EN 1995-1-2, 2008) zjednodušené metódy s hodnotami rýchlostí uhoľnatenia rôznych druhov dreva (mäkké, tvrdé, vrstvené dýhové drevo, dosky). V Tabuľke 1 sú uvedené hodnoty iba pre mäkké a tvrdé drevo. Na Obrázku 1 je znázornené jednosmerné a viacsmerne uhoľnatenie a príslušné hĺbky zuhoľnatenia. Návrhová teoretická hĺbka zuhoľnatenia sa vo všeobecnosti vypočíta pomocou vzťahu:

$$d_{char} = \beta \cdot t \quad (1)$$

kde:

$\beta$  – rýchlosť uhoľnatenia (pri jednosmernom uhoľnatení má index 0 a pri viacsmerne uhoľnatení, ktoré zohľadňuje vplyv zaoblenia rohov, má index n) (mm/min)

$t$  – čas vystavenia požiaru (min)



Obrázok 9 Viacsmerné uhoľňatenie (vľavo) a jednosmerné uhoľňatenie (vpravo)

Figure 1 More-dimensional charring (left) and one-dimensional charring (right)

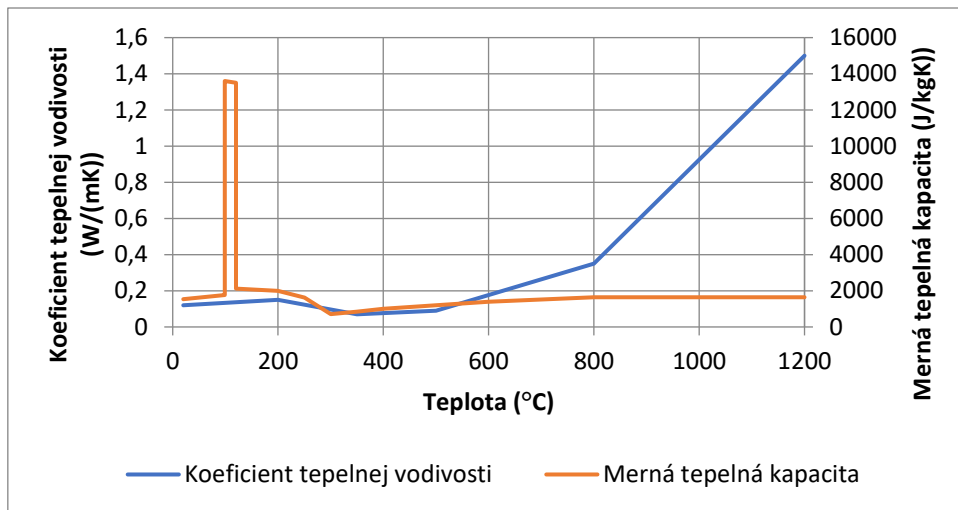
Tabuľka 1 Rýchlosti uhoľňatenia pre mäkké a tvrdé drevo podľa normy (STN EN 1995-1-2, 2008)

Table 1 Charring rates for softwood and hardwood according to the standard (STN EN 1995-1-2, 2008)

	$\beta_0$	$\beta_n$
	mm/min	mm/min
<b>a) Mäkké drevo a buk</b>		
Lepené lamelové drevo s charakteristickou objemovou hmotnosťou $\approx 290 \text{ kg/m}^3$	0,65	0,7
Rastené drevo s charakteristickou objemovou hmotnosťou $\approx 290 \text{ kg/m}^3$	0,65	0,8
<b>b) Tvrdé drevo</b>		
Rastené alebo lepené lamelové drevo s charakteristickou objemovou hmotnosťou $290 \text{ kg/m}^3$	0,65	0,7
Rastené alebo lepené lamelové drevo s charakteristickou objemovou hmotnosťou $\approx 450 \text{ kg/m}^3$	0,5	0,55

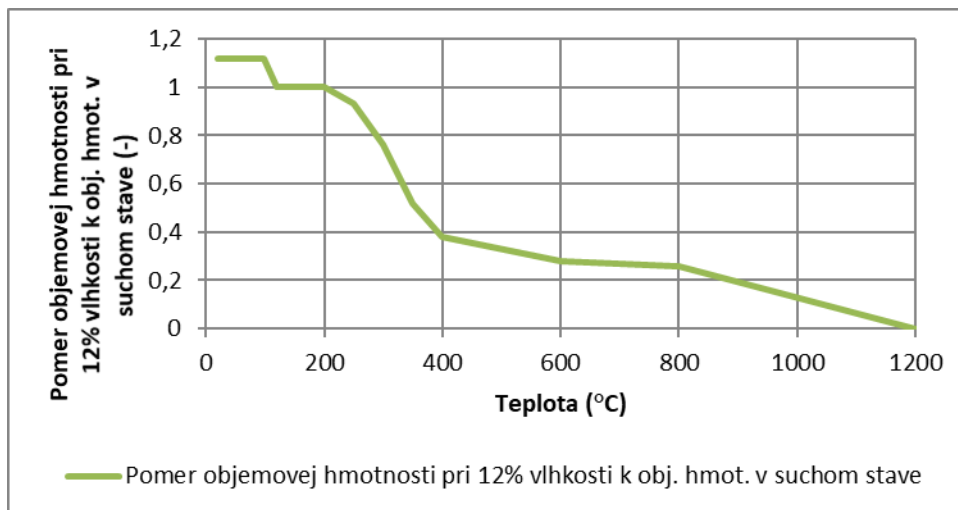
V prípade použitia spresnených metód sa v norme (STN EN 1995-1-2, 2008) nachádzajú tepelné vlastnosti, ktoré menia svoje hodnoty v závislosti od teploty (Obrázok 2 a 3). Hodnoty týchto tepelných vlastností boli získané na základe skúšok podľa požiarnej krivky ISO 834 (STN EN 1991-1-2, 2007). Tieto vlastnosti je možné použiť pri numerických analýzach v počítačových programoch na báze MKP (napr. Ansys).





Obrázok 2 Hodnoty koeficientu tepelnej vodivosti a mernej tepelnej kapacity v závislosti od meniacej sa teploty počas požiaru podľa normy (STN EN 1995-1-2, 2008)

Figure 2 Values of thermal conductivity and specific heat capacity depending on the changing temperature during the fire according to the standard (STN EN 1995-1-2, 2008)



Obrázok 3 Hodnoty pomeru objemovej hmotnosti pri 12% vlhkosti k objemovej hmotnosti v suchom stave v závislosti od meniacej sa teploty počas požiaru podľa normy (STN EN 1995-1-2, 2008)

Figure 3 Values of density ratio with initial moisture content of 12 % depending on the changing temperature during the fire according to the standard (STN EN 1995-1-2, 2008)

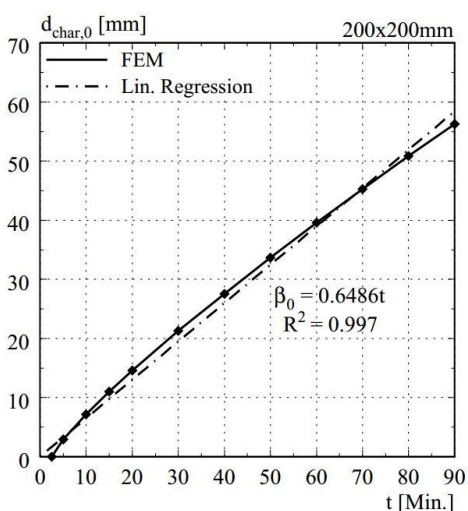
### 3. Výsledky a diskusia

Hĺbky zuhoľnatenia získané jednotlivými výpočtovými metódami boli analyzované pre porovnanie na Obrázkoch 5,6 a 7. Popisy „jednosmerné uhoľnatenie“ a „viacsmerne uhoľnatenie“ znamenajú normové hodnoty. Pri zjednodušených metódach pre jednosmerne a viacsmerne uhoľnatenie boli hodnoty rýchlosti uhoľnatenia prevzaté z Tabuľky 1 a z toho boli vypočítané hĺbky zuhoľnatenia pomocou vzťahu (1). Pri spresnených výpočtových

metódach boli uskutočnené modely dreveného prierezu v programe AnsysWorkbench, kde boli tepelné vlastnosti zadané podľa Obrázkov 2 a 3. Objemová hmotnosť bola zvolená ako priemerná hodnota hustoty pre minimálnu, maximálnu a bežne používanú triedu dreva, čo bol jediný rozdiel medzi jednotlivými modelmi. Drevený prierez bol vystavený normovému požiaru iba z jednej strany. Hodnoty hĺbky zuhoľnatenia pri viacsmerom uhoľnatení sú uvedené na obrázkoch len informatívne.

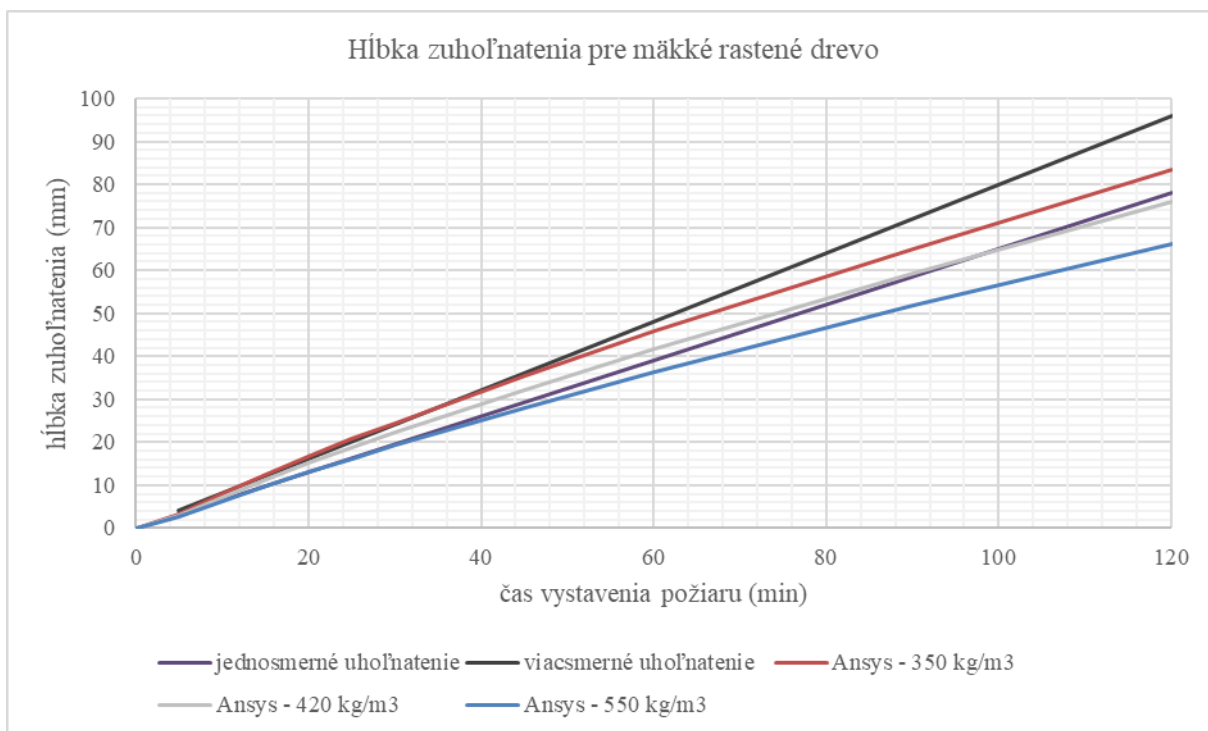
Pri mäkkom rasteňom dreve (Obrázok 5) je priebeh hĺbky zuhoľnatenia v čase pri modeli v Ansyse s objemovou hmotnosťou  $420 \text{ kg/m}^3$  približne podobný ako priebeh normového jednosmerného uhoľnatenia. Pri modeli s objemovou hmotnosťou  $350 \text{ kg/m}^3$  je tento priebeh po celý čas vystavenia požiaru vyšší ako pri normovom a naopak pri modeli s objemovou hmotnosťou  $550 \text{ kg/m}^3$  je po celý čas výrazne nižší. Podobné je to aj v prípade lepeného lamelového dreva (Obrázok 7), avšak pri najnižšej objemovej hmotnosti prekračuje hĺbka zuhoľnatenia hodnoty nie len pre jednosmerné, ale aj pre viacsmeré normové uhoľnatenie. V prípade tvrdého rasteňom dreva (Obrázok 6) je pri modeli s objemovou hmotnosťou  $650 \text{ kg/m}^3$  priebeh hĺbky zuhoľnatenia v prvých 80 minútach podobný viac priebehu viacsmerného normového uhoľnatenia a až po tejto dobe sa začína približovať k priebehu jednosmerného uhoľnatenia. V prípade modelu s objemovou hmotnosťou  $570 \text{ kg/m}^3$  je tento priebeh takmer celý čas s vyššími hodnotami ako pri viacsmerom uhoľnatení. Iba pri modeli s objemovou hmotnosťou je tu priebeh značne nižší ako pri jednosmernom normovom uhoľnatení.

V publikácii (Erchinger, 2009) bola analyzovaná hĺbka zuhoľnatenia počas 90 minút pri jednosmernom uhoľnatení dreveného prierezu  $200 \times 200 \text{ mm}$  (Obrázok 4). V tejto analýze je rýchlosť uhoľnatenia pre jednosmerné uhoľnatenie takmer identická ako v norme (STN EN 1995-1-2, 2008) a to  $0,6486 \text{ mm/min}$ , pričom normová hodnota rýchlosti uhoľnatenia pre mäkké drevo je  $0,65 \text{ mm/min}$ .



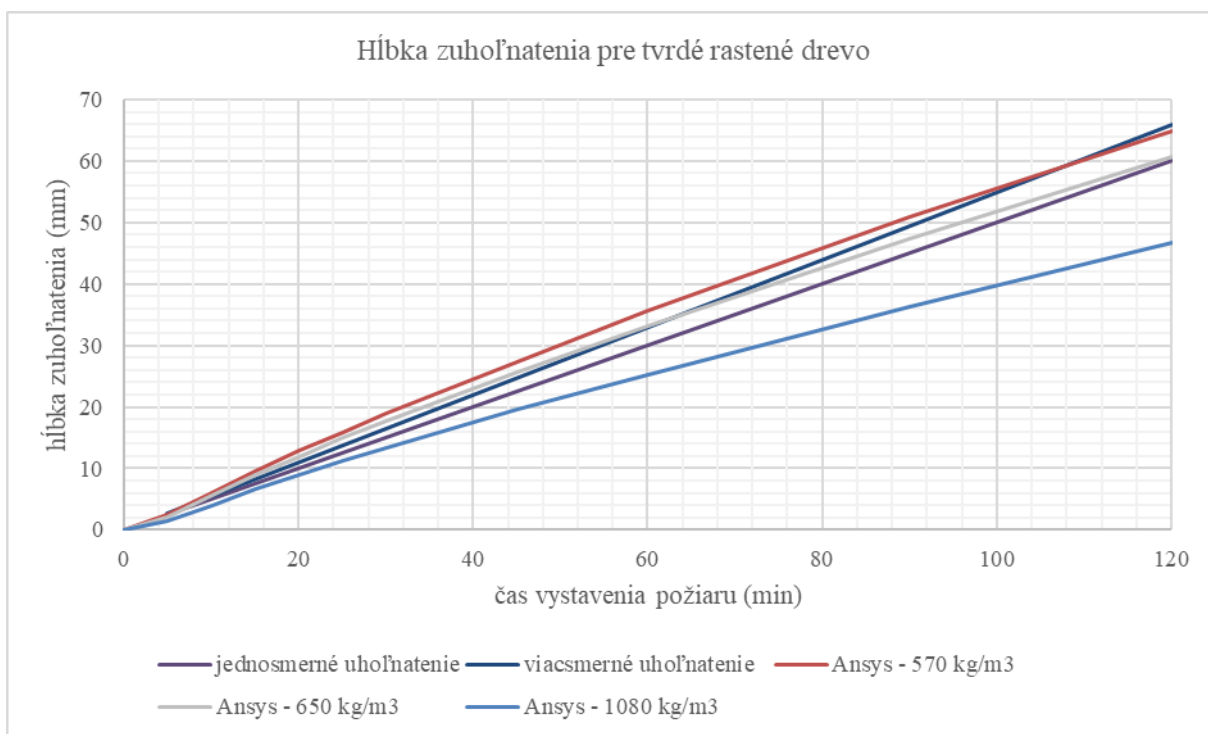
Obrázok 4 Hĺbka zuhoľnatenia pri jednosmernom uhoľnatení  $d_{char,0}$  analyzovaná v publikácii (Erchinger, 2009)

Figure 4 The charring depth for one-dimensional charring  $d_{char,0}$  analysed in the publication (Erchinger, 2009)



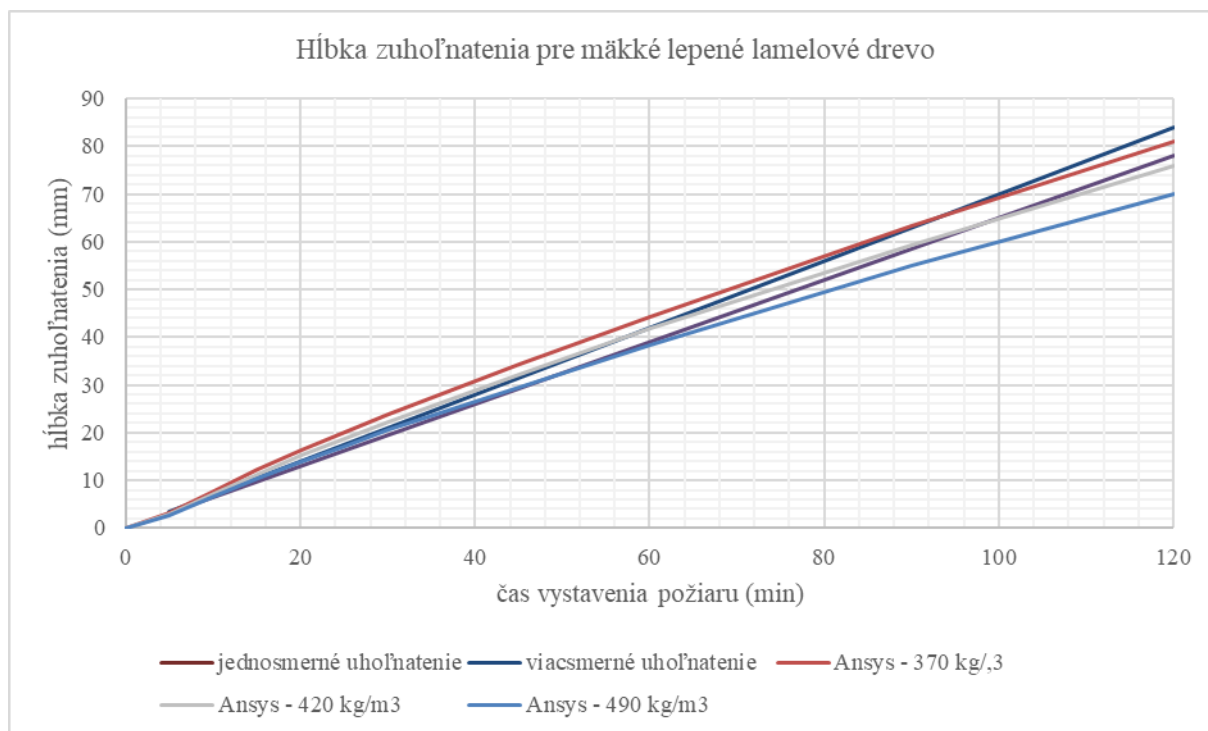
Obrázok 5 Hĺbka zuhoľnatenia mäkkého rasteného dreva stanovená zjednodušenými metódami a programom Ansys

Figure 5 The charring depth of solid softwood determined by simplified methods and by programme Ansys



Obrázok 6 Hĺbka zuhoľnatenia tvrdého rasteného dreva stanovená zjednodušenými metódami a programom Ansys

Figure 6 The charring depth of solid hardwood determined by simplified methods and by programme Ansys



Obrázok 7 Hĺbka zuhoľnatia mäkkého lepeného lamelového dreva stanovená zjednodušenými metódami a programom Ansys

Figure 7 The charring depth of glued laminated softwood determined by simplified methods and by programme Ansys

#### 4. Záver

Zjednodušené metódy na určenie hĺbky a rýchlosti uhoľnatia podľa normy (STN EN 1995-1-2, 2008) sú vhodné na použitie pri bežných prípadoch v stavebnej praxi, pretože sú dostatočne bezpečné a ich použitie je pomerne rýchle a jednoduché. Pri iných prípadoch (s inou vlhkosťou dreva, pri inom vystavení požiaru, pri rôznych vadách dreva) je vhodné použiť spresnené výpočtové postupy. Tieto spresnené výpočty môžu byť uskutočnené pomocou programov na báze MKP alebo rôznych rovníc s určitými okrajovými podmienkami, ako napr. podľa vzťahov v publikáciách od Hietaniemiho (2005) alebo Mikkolu (1990) (Kamenická, 2017). Pre získanie čo najpresnejších hodnôt hĺbky a rýchlosti uhoľnatia v akomkoľvek čase vystavenia požiaru je najvhodnejší numerický výpočet pomocou MKP programu. Tieto numerické výpočty je vhodné doplniť aj experimentálnymi analýzami pre prípady, ktoré nie sú zahrnuté v norme.

#### Zoznam bibliografických odkazov

Erchinger C.-D. Zum Verhalten von mehrschnittigen Stahl-Holz-Stabdübelverbindungen im Brandfall [online], Zürich, 2009 [cit. 2016-12-08], Dostupné z: <http://e-collection.library.ethz.ch/eserv/eth:2352/eth-2352-01.pdf>, PhD. Thesis, Institut für Baustatik und Konstruktion Eidgenössische Technische Hochschule Zürich

VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

Hietaniemi, J. A. Probabilistic Approach to Wood Charring Rate [online]. In: Finland: VTT Information Service, 2005 [cit. 2016-12-06]. ISBN 951-38-6583-5. ISSN 1459-7683. Dostupné z: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/>

Kamenická, Z. Analytické a numerické modely pre drevené konštrukcie vystavené požiaru. In: *Juniorstav 2017 [elektronický zdroj] : 19. odborná konferencia doktorského studia. Brno, ČR, 26. 1. 2017 = Juniorstav 2017, 19th International Conference of PhD Students. 1. vyd. Brno : Vysoké učení technické v Brně, 2017, USB kľúč, [8] s. ISBN 978-80-214-5473-6.*

Mikkola, E. Charring of Wood Based Materials. *Fire Safety Science* [online]. 1991, 3, 547-556 [cit. 2016-12-06]. DOI: 10.3801/IAFSS.FSS.3-547. ISSN 18174299. Dostupné z: <http://www.iafss.org/publications/fss/3/547>

STN EN 1991-1-2: Eurokód 1. Zaťaženia konštrukcií. Časť 1-2: Všeobecné zaťaženia. Zaťaženia konštrukcií namáhaných požiarom, 2007

STN EN 1995-1-2: Eurokód 5: Navrhovanie drevených konštrukcií. Časť 1-2: Všeobecné pravidlá. Navrhovanie konštrukcií na účinky požiaru, 2008

## INSPECTION OF DANGEROUS MATERIALS TRANSPORT IN HUNGARY

Alexandra KISS

Firefighter lieutenant, Professional Firefighting Command, Szigetszentmiklós 13.Kunszentmiklósi  
st. Dömsöd H-2344, Hungary, [kiss.alex.csiby@gmail.com](mailto:kiss.alex.csiby@gmail.com)

### Abstract

When we speak of dangerous substances, almost everybody is thinking about factories and plants. Eventhough materials of similar properties in homes and factories, have often quantitative differences. However, to get these materials into our home, to adapt to the territorial features they must meet with one of the shipping processes through various packaging techniques from their place of production. In Hungary, the organizational element of Disaster Management's industrial safety is becoming more and more significant in controls, official procedures, prevention activities and sanctions. This is very important in reducing the hazards of society. By carrying out appropriate preventive and exploratory controls filtering out the consequences from available case studies and proportionate and professional use of the devices for controlling dangerous goods transport, many accidents resulting from irregular transport can be prevented.

**Keywords:** ADR · learnings · disaster management · ADR control · training

### Abstrakt

Keď hovoríme o nebezpečných látkach, takmer všetci uvažujú o továrňach a rastlinách. Napriek tomu, že materiály s podobnými vlastnosťami v domácnostiach a závodoch majú často kvantitatívne rozdiely. Avšak, aby sme tieto materiály dostali do nášho domova, prispôbili sa územným prvkom, musia sa stretnúť s jedným z lodných procesov prostredníctvom rôznych obalových techník z miesta ich výroby. V Maďarsku sa organizačná zložka priemyselnej bezpečnosti riadenia katastrof stáva čoraz dôležitejšou v oblasti kontroly, úradných postupov, preventívnych činností a sankcií. To je veľmi dôležité pri znižovaní nebezpečenstiev spoločnosti. Pri vykonávaní vhodných preventívnych a prieskumných kontrol, ktoré filtrujú dôsledky dostupných prípadových štúdií a primerané a profesionálne používanie zariadení na kontrolu prepravy nebezpečného tovaru, sa dá zabrániť mnohým nehodám spôsobeným nepravidielným prevozom.

**Kľúčové slová:** ADR · vzdelávanie · riadenie katastrof · kontrola ADR · školenie

## 1. Introduction

If we look at our surroundings, in our homes, we can easily find out, that we can find objects and materials in almost every corner which are source of some kind degree of danger and contain a substance which has to be classified, packaged or transported with special attention because of the risks inherent in it.

Dangerous goods are objects or materials, which are prohibited by rules or permitted only under conditions. From our point of view, those materials are relevant which have a dangerous property even in their new state, even as waste. It is very important that transport is carried out under any circumstances, whichever way it is. Various materials that can be liquid, granular or even gaseous can be sent from the sender to the recipient through a wide range of packaging materials. In order for this delivery to take place in the right lane, it is necessary to control it from all sides.

Hungary has been an active participant in the international transport of dangerous goods since 1979. The European Union and other international agreements in this area have been written since this year and started to incorporate into the Hungarian law system [1].

This year we are having a jubilee year in 2017. The first ADR agreement was concluded in September 1957 and we celebrate the 70th anniversary of the UNECE Internal Transport Commission. Every two years we improve regulation of dangerous goods and implement international results by the middle of the following year of the agreement. This year, different vehicles had to be transported with documents, labels, and billboards according to the new regulations, until June 30, 2017.

This is the date when the grace period expires, during which the features left out from the previous regulation that are still in use can be changed by the carriers [2].

The professional disaster management institution in Hungary exercises full power over the mechanism of official supervision of the activities covered by these legislation. A well-prepared, professionally outstanding workmanship is required to supervise the transportation of hazardous materials. On weekdays, continuous training sessions are organized for office workers at various venues, which helps to maintain the acquired knowledge, to expand knowledge, to familiarize the novelties and to provide professional experience.

## 2. Inspections

Hungarian roads traffic is characterized according to the fact that transport of dangerous goods is significant for both domestic and international levels, for volume of material and the utilization of the road network. In order to meet growing needs of growing society high level logistics and forwarding capacities are needed. Various physical and chemical properties are switched to many water, air, rail and road vehicles. Over the last couple of decades the road

## VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

transport structure of different societies has gradually evolved and it also had a drastic increase in the volume of different materials to be transported. As a consequence, accidents, their investigation and the number of inspections to prevent them had to be carried out.

At the beginning of the inspections, it is always necessary to clarify the transport mode in which it is delivered. It should be investigated whether it is a piece of bulk, bulk, tan, mixed, special or other, and the customer's issue, which is probably the most complex and most controversial concept. The elimination of shortcomings discovered during inspections should be far more responsive to ADR deliveries, as they pose a greater risk to the environment than a general transport vehicle, depending on the properties of the material concerned [3].

In Hungary, in the area of Disaster Management Offices, there are different quality, types and businesses. Various materials are produced, wrapped and shipped abroad and domestically and will be later subjects of numerous checks by inspectors.



Obrázok 1. ADR cestná doprava

Picture 1 ADR - road transport

Different companies and sites have obligation to provide information to the authorities and authorities specified by law, in which they must strictly take into the account the materials used in their work processes, as well as the quantities and types of materials that are being produced and delivered. Parallel with the submission of the data, the delivery must be in accordance to the legal regulations in force and is available to inspectors at any time of day at the designated places.

Any defects or deficiencies found on a vehicle that have been intercepted on the spot and if there is a further risk with them, must be eliminated on the spot. The vehicle must not be allowed to travel? without a conviction. We classify the gaps in different risk categories to determine if the vehicle will be able to take part in the traffic or not at a later stage.

It is often difficult to determine liability of the drivers. At the site of the audit, we find an error that affects many people in general, but on the spot we can only talk to the driver, or



## VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

possibly over the telephone with the carrier's headquarter or other authority. The carriage of the goods on the transported vehicle must be always checked by several people, finally by the driver before the loading starts. 1-1 pieces during shipment delivery, cargo occupies the entire load floor inside the vehicle. Because of the strict resting requirements for drivers, the driver can not be present at all attachments when recording any materials and to monitor the related processes. Materials inside the vehicle are usually clamped with the lower ones, so it is not always possible for ADR audits to have a complete overall control over every square centimeter. However, an anomaly flaw detected during a check will be virtually the full driver's responsibility, since it is his obligation to check the goods before departure. Experience has shown that carriers are also charging the drivers they use for fines imposed during the procedure. Inspectors often meet with desperate drivers on the spot, who are only aware of the financial responsibility they have/had on their shoulders, and that the cargo what they control does not fixing requirements, or only one tunnel restriction code is missing from the documentation. Unfortunately, the fines what were imposed in these circumstances - which is proportional to the hazard aspects defined in the risk category – especially if it is handed over to the drivers within the company, it can cause a great deal of trouble or even get into the position of the employee [4].



Obrázok 2. ADR cestná kontrola

Picture 2 ADR - roadside inspection

By eliminating this, if it would be possible to make a record with the fastener or the insertion when the goods were recorded, in which the loading and unloading agent declares that the materials placed on the vehicle are properly secured. Workers in the industrial security sector are required to be up-to-date with the relevant applicable legislation and to make changes as soon as possible and incorporate those new records and protocols into workflows.

### 3. Training

Trainings are usually carried out in the spring and summer, at specific training centers. On-site provision and accommodation is provided to those who require it. The venues of the training courses are close to Budapest, but those from the distant counties have to stay there during multi-week training. Training on hazardous substances is based on ADR training, the firefighters have not been able to acquire the necessary knowledge for 2 weeks. During this 2 weeks they will be able to meet with different instructors, especially the performers within the organization, but external performers will also be invited to different themes and topics. For example: Inspectors of the Police, National Tax and Customs Administration, staff of the National Transport Authority. Long-term first ADR training is followed by shorter training courses that are usually 3 days long. Occasionally, you can apply for the number of courses you are spending on the number of people you are writing, the date of which is printed in the electronic education system a month before. Inspectors may be involved in water, rail and air transport ADN, RID or ICAO training, however, due to lack of time and a lot of work, not everyone can complete ADR initial training before taking part in smaller courses. In order to get enough staff, it is possible to pre-register inspectors for initial training, so you can get the exam certificate from different types sooner. Additionally, by extending the time spent on trainings, making practical arrangements, constructive processes could begin within the organization. In any case, more and more experience and on-site knowledge could be gained from student's colleagues. With regard to the duration of the course, the first week, they aim at the knowledge transfer of the material in complete books in a somewhat monotonous manner. A review of the topic and a description of the book's theme are about 3 days. This huge amount of data is presented through a few examples which the books contain. Using detailed examples from the very first day could help a lot in the transparency, understanding, and commentary of the curriculum. On the other days, you will also find a few tools to use, such as the correct shipping designations, the type and the quality of transport equipment, packaging materials on packaging materials and boxes. These tools should already be given practical examples of acquired knowledge (within the lesson) that will greatly contribute to a later successful exam. In the exemplary manner, the task assigned to the exam must be resolved successfully. Apart from the usual means, there is almost no technical innovation that would make interventions or the work of those involved in the checks easier. It would be a great help if the participants could try new applications for mobile apps to help identify potentially dangerous substances [5]. Moreover, if they were to pay particular attention to communication with customers, it would in any event reduce the time taken to carry out checks on the spot. Choosing the right communication with clients is not always easy, even if the driver involved is a Hungarian native. Occasionally, they react surprisingly to the initiation of proceedings or to the information given to them about the fines. It is very important for the inspector to be reluctant, professionally and humane to the person under the measure, which may facilitate his or her work when making subsequent inquiries.

## VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

Training is easier to attract interest and attract attention if it is possible on site to present details of each delivery process, to attend some of the ongoing audits, to originally see the various documents, and ask the local questions on the scene. There are few places in the proper checks, which are also appropriate and are safe to education, where the student inspectors can in practice test the knowledge they have received in the theoretical training.



Obrázok 3 ADR vzdelávacie nástroje

Picture 3 ADR - educational tools

After the training, the inspectors carrying out the course have to fill out a two-sided satisfaction questionnaire without the name, from which the organizers would primarily like to get information on the location of the training, the quality of the electronic and other tangible assets required for education, and the overall nature of the curriculum when processing the questionnaires. They would like to get an idea of the issues they are asking, such as the availability of equipment for the classrooms, the practical training site or the availability of demonstration tools. Fulfillers only need to answer questions (1-5 with numbers) that have been used during training. The questionnaires also cover the question whether the participants received any information on the exam, the training, or whether the attitudes of the staff of the training institution were adequate. Completing the questionnaires will take about 2-3 minutes, and you will be able to fill out all the training you need after the course. Unfortunately, the inspectors do not have any feedback on the extent to which the suggestions for education that they may pose as positive criticisms affect later training. Furthermore, what would be more developmental during the training days, or how could it be improved the subject matter, the lectures.

At the same time, there are relatively few workplace forums on education or audits. The forums that are organized in different counties in order to discuss the issues of the region can help to exchange information. Centric training is less effective in transferring knowledge and experience. Constructive processing of different cases and follow-up of the same procedural order in all counties would be a step forward in the process of effective case-processing. The fewer people are in a particular training the more effective the training, the more people are able to pay attention to the trainers, or start from simple human psychology: if they are fewer, many more people dare to ask questions, raise issues and discuss each other.

Within the organization, in the different positions, besides different official tasks, the various fields and the Disaster Management Offices also have different territorial abilities. In here the staff here must have the most versatile, most crowded people, who are constantly updating their knowledge in everyday life, and are regularly up-to-date with existing legislation, changing regulators. However, the sites may only use programs and installations that are already recognized and regulated within the organization [6].

#### 4. Conclusion

On this basis we can state, that there are only few practical training opportunities in the disaster protection training. In my opinion, job definitions prepared during the training are not completely harmless. Because without sufficient self-confidence, knowledge, and knowledge of legislation it is almost impossible to rule and cover all the details when checking the places where people rarely meet in civil life. (For example: tanker, seed carrier or complete RID assembly).

In the mirror of the great amount of knowledge 50% of theoretical and 50% of practical training would be useful which can be learned within 2 weeks. In parallel, examples can be used to increase the auditors' competencies and (the) abilities to adapt to different situations on external locations. Two weeks later for further training the same way as book teaching learning would be more understandable, enjoyable, experience-oriented and with connection with statistics and effective for more students. I think, this would result in more motivated, purposeful and more successful controls.

#### References

- [1]. 27/2017. (VII. 5.) NFM rendelet a Veszélyes Áruk Nemzetközi Közúti Szállításáról szóló Európai Megállapodás (ADR) „A” és „B” Mellékletének belföldi alkalmazásáról szóló 61/2013. (X. 17.) NFM rendelet módosításáról
- [2]. dr. Sárosi György – ADR 2017 változások - Az MKFE „Autóközlekedés” c. szaklapjában megjelent az ADR 2017 változásairól szóló rövid összefoglaló cikk.

**VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017**

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

[3]. 2004) A "FÚRÁS-ROBBANTÁSTECHNIKA 2004" c. konferencia előadásai ([pdf](#))  
117.oldal VESZÉLYES ANYAGOK KÖZÚTI SZÁLLÍTÁSA HAZÁNKBAN

[4]. 178/2017. (VII. 5.) Korm. rendelet a Veszélyes Áruk Nemzetközi Közúti Szállításáról szóló Európai Megállapodás „A” és „B” Melléklete kihirdetéséről, valamint a belföldi alkalmazásának egyes kérdéseiről

[5]. dr. László Komjáthy, Zsolt Noskó, Enikő Kuk, Alexandra Kiss - (2014/10) ADVANCES IN FIRE & SAFETY ENGINEERING ([pdf](#)) Október 30-31. ISBN 978-80-8096-202-9  
Identifikácia nebezpečných látok pomocou mobilnej aplikácie

[6]. dr. László Komjáthy, Zsolt Noskó, Alexandra Kiss - (2014/10) SAFETY ENGINEERING, The 4<sup>th</sup> International Scientific Conference ([pdf](#)) Október 2-3. ISBN 978-80-557-0678-8 Android-based decision support in accidents involving the transportation of dangerous goods

## SVIEČKA AKO MOŽNÝ INICIÁTOR POŽIARU

### THE CANDLE AS POTENTIAL FIRE INITIATIVE

Hana KOBETIČOVÁ<sup>1</sup> – Michaela KLAČANSKÁ<sup>2</sup> – Lenka REŽNÁ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Slovenská technická univerzita v Bratislave, Materiálovotechnologická fakulta so sídlom v Trnave, Ústav integrovanej bezpečnosti, Botanická 49, 917 08 Trnava, Slovenská republika, +421 906 068 519, [hana.kobeticova@stuba.sk](mailto:hana.kobeticova@stuba.sk)

<sup>2</sup>Slovenská technická univerzita v Bratislave, Materiálovotechnologická fakulta so sídlom v Trnave, Ústav integrovanej bezpečnosti, Botanická 49, 917 08 Trnava, Slovenská republika, +421 906 068 509, [michaela.klacanska@stuba.sk](mailto:michaela.klacanska@stuba.sk)

<sup>3</sup>Slovenská technická univerzita v Bratislave, Materiálovotechnologická fakulta so sídlom v Trnave, Ústav integrovanej bezpečnosti, Botanická 49, 917 08 Trnava, Slovenská republika, [michaela.klacanska@stuba.sk](mailto:michaela.klacanska@stuba.sk)

#### Abstrakt

Príspevok sa zaoberá hodnotením vybraných charakteristík požiarnej bezpečnosti sviečok. Stratou hmotnosti sviečok počas procesu horenia, rýchlosťou horenia sviečok a indexom sadzí vzhľadom na hrúbku knôtu. Rýchlosť odhorievania bola pri vzorkách A – D lineárna, čo znamená, že materiál vo sviečke bol homogénne rozložený. Sadzový index bol stanovený podľa normy STN EN 15426:2008 Sviečky. Špecifikácia správania sa pri tvorbe sadzí. Všetky vzorky spĺňali povolenú hodnotu sadzí. Najmenší index sadzí bol pri vzorke C (Si 0,213) a najväčší index pri vzorke D (Si 0,486). Výsledky ukázali, že hrúbka knôtu má významný vplyv na technicko-požiarné parametre sviečok.

**Kľúčové slová:** hmotnostný úbytok · hrúbka knôtu · index sadzí · parametre sviečok

#### Abstract

The current paper deals with the assessment of selected fire safety characteristics of candles. Weight loss of a candle during the burning process, candle burning rate and soot index owing to the thickness of the wick. Burning rate of samples A - D was linear, that means the material was homogeneous of the candle. Soot index was determined according to STN EN 15426:2008 - Candles - Specification for Sooting Behavior. All samples met the prescribed amount of produced soot. Minimum soot index was in the sample C (Si 0.213) and maximum soot index was in the sample D (Si 0.486). Results shows, that the thickness of the wick has a significant impact on the technical-fire parameters of candle.

**Keywords:** parameters of candles · soot index · the thickness of the wick · weight loss

## 1. Úvod

Sviečky sa považujú za významný iniciátor vzniku požiaru. V rámci 5-ročného sledovania iniciátorov požiarov sviečkou na Slovensku, bol zaznamenaný stúpajúci trend (Balog et al., 2016 a).

Podobná situácia bola zaznamenaná aj v USA. Na túto situáciu reagovala v roku 2002 ASTM vydaním špecifikácie ASTM PS 59, v ktorej sa stanovili bezpečnostné požiadavky na sviečky (Torero, 2004). V Európe boli vydané štandardizované požiadavky na kvalitu a bezpečnosť sviečok až v roku 2007. Ich účelom je zlepšenie a definovanie bezpečnosti sviečok, poskytovania formálnych prostriedkov na preukázanie svojej bezpečnosti a poradenstvo pre spotrebiteľov ohľadom rizík spojených s týmito produktmi. Tieto európske normy sú v súčasnosti stále platné. Konkrétne ide o:

- EN 15426:2007 – Sviečky – Špecifikácia správania sa pri tvorbe sadzí
- EN 15493:2007 – Sviečky – Požiarna bezpečnosť
- EN 15493:2007 – Sviečky – Bezpečnostné označenie výrobku

K základným materiálom potrebným na vyrobenie sviečky patrí parafín, stearín a včelí vosk. V článku sa budeme zaoberať stanovovaním požiaro-technickým parametrov sviečky vyrobenej z včelieho vosku. Včelí vosk je 100 % prírodné palivo vytvorené včelami, ktoré je tvorené zmesou rôznych mastných kyselín (Pišák, 2016). Najlepšie tvarovateľný je pri teplote 35 °C. Konzistencia, viskozita a pevnosť vosku sa v súvislosti so zmenou teploty značne mení. Pri teplotách blízkyh nule a pod nulou sa stáva vosk veľmi krehkým (Přidal, 2007). Horením sviečky vznikajú chemické a fyzikálne reakcie. Fyzikálne zmeny nastávajú v dôsledku zmeny teploty, kedy plameň naruší väzby. Po ochladení je však vosk schopný tieto väzby znova utvoriť a zmeniť svoje skupenstvo z kvapalnej do tekutej formy. K fyzikálnym vlastnostiam patrí:

- tvarovateľnosť,
- nerozpustnosť vo vode,
- teplota topenia okolo 35 °C;
- vzhľad je biely alebo nažltlý.

Chemické reakcie sú komplexnejšie. Prvou chemickou reakciou je produkcia oxidu uhličitého. Teplota, ktorú sviečka vtedy vyžaruje, pohlcuje kyslík. Počas horenia dochádza taktiež k produkcií sadzí (NASA, 2017).

K tomu, aby sme sviečku vôbec mohli zapáliť a mohla horieť potrebujeme knôť. Jeho úlohou je priviesť palivo k plameňu sviečky. Priťahuje vosk k plameňu, a tým zabezpečuje kontinuálne a stabilné horenie. Príliš veľa paliva môže zapríčiniť prílišné vznietenie plameňa. Naopak, príliš málo paliva môže zapríčiniť malý a nestabilný plameň. Všetky knôty pozostávajú z prepletených vlákien, ktoré môžu byť zapletené rôznymi spôsobmi. Tieto vlákna absorbujú

tekutý vosk a kapilárne ho privádzajú k plameňu. Na výber knôtu vplývajú viaceré charakteristiky ako napríklad typ vosku použitého vo sviečke, tvar, farba, vôňa. Voľba vhodného knôtu je zásadná, pokiaľ chceme vyrobiť sviečku, ktorá má horieť stabilne a správne. Knôty sa štandardne delia do 4 hlavných skupín:

- ploché knôty,
- štvorcové knôty,
- jadrové knôty,
- špeciálne knôty (National Candle Association, 2017).

Vplyv na stekavosť a dobu horenia sviečky má práve voľba knôtu. Pomocou hrúbky knôtu vieme určiť aká bude veľkosť plameňa sviečky. Ak ide o knôt, ktorý je pre sviečku príliš malý, výška plameňa bude nižšia, a to zapríčiní malé roztavenie vosku a následne tak dochádza k samovoľnému uhaseniu sviečky. Naopak, ak sa jedná o knôt, ktorý je pre sviečku príliš veľký, dochádza k väčšiemu množstvu roztopeného vosku. Sviečky zo včelieho vosku využívajú hrubší a pevnejší knôt v porovnaní so sviečkami vyrobenými z parafínu (Odetka a.s., 2016).

Cieľom tejto štúdie bolo sledovanie vplyvu hrúbky knôtu na hmotnostný úbytok, rýchlosť odhorievania a index sadzí.

## 2. Materiál a metodika

Pre experimentálnu časť práce boli vyrobené štyri vzorky sviečok pod označením A, B, C a D (z plátov včelieho vosku) s požiadavkou zachovania rozmerov sviečok, ktoré sa líšili hrúbkou knôtu. Vzorky sviečok boli zakúpené u výrobcu Ing. arch. Ľuboša Labanca. Rozmery a hmotnosť použitých vzoriek boli veľmi podobné (s malými odchýlkami, ktoré mohli byť zapríčinené napríklad samotným zálisom včelieho plátu). Práve odlišnosť v hrúbke knôtu pri zachovaní rozmerov sviečky, môže mať vplyv na tvorbu sadzí, hmotnostný úbytok sviečky, rýchlosť odhorievania. V Tabuľke 1 sú zaznamenané rozmery a hmotnosť jednotlivých vzoriek.



VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

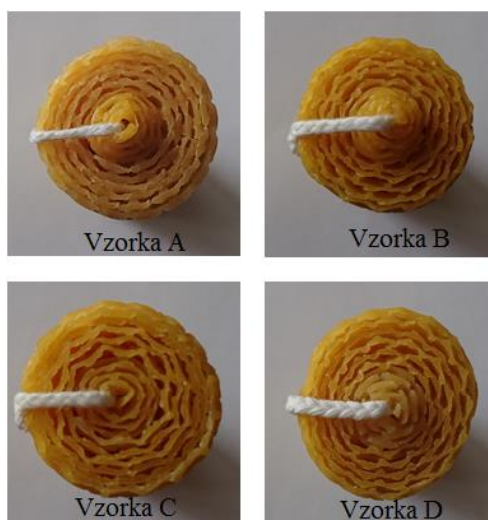
Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

Tabuľka 1 Parametre sviečok

Table 1 Parameters of candles

Označenie vzorky	Dĺžka [cm]	knôtu	Parametre knôtu [mm]	Výška sviečky [cm]	Priemer sviečky [cm]	Hmotnosť sviečky [g]
A	2,5		3x6 nití	10	3	40,201
B	2,5		3x8 nití	10	2,8	39,129
C	2,5		3x10 nití	10	3	39,335
D	2,5		3x12 nití	10	3	40,045

Na Obrázku 1 môžeme vidieť hrúbky knôtov, s ktorými sa pracovalo v daných vzorkách. Pri vzorke A je použitý knôt, ktorý sa štandardne volí pre sviečky s priemerom do 1 cm a jeho parameter knôtu je teda 3x6 nití. To znamená, že bol zapletený z troch zväzkov, ktorý pozostáva dokopy z 18 kusov bavlnených nití. Pri vzorke sviečky B bol zvolený knôt 3x8 nití, ktorého celý zväzok tvorí 24 nití. Takýto knôt sa používa pre sviečky s priemerom 1 – 2 cm. Vzorka C bola vyhotovená z typu knôtu 3x10 nití, čo znamená 30 zapletených bavlnených nití v troch zväzkoch. Tento typ knôtu sa štandardne volí pre sviečky s priemerom 2 – 4 cm. Posledná vzorka D pozostáva z parametra knôtu 3x12 nití. Typ knôtu D je celkovo zložený z 36 bavlnených nití, takýto knôt sa najčastejšie používa pre priemery sviečky 3 – 5 cm.



Obrázok 1 Druhy knôtov vzoriek

Figure 1 Types of sample wicks

Na Obrázku 2 môžeme vidieť porovnanie najtenšieho (3x6 nití; vzorka A) a najhrubšieho knôtu (3x12 nití; vzorka D).



Obrázok 2 Porovnanie najtenšieho a najhrubšieho knôtu

Figure 2 Comparison of the thinnest and thickest wick

### Hmotnostný úbytok sviečky pri horení

Hmotnostný úbytok horiacej sviečky slúži na posúdenie rovnomerného zloženia sviečky. Keďže všetky vzorky boli valcového tvaru (rovnaký priemer v celej výške vzorky), hmotnostný úbytok vzoriek by mal mať lineárny charakter, čo znamená, že materiál vo sviečke by mal byť homogénne rozložený.

Vybraná vzorka sviečky sa umiestnila do vopred odváženého nehorľavého stojana tak, aby nedošlo k prevrhnutiu vzorky počas horenia. Stojan so vzorkou sa umiestnil na digitálne laboratórne váhy KERN EW 2200-2NM. Tie boli prepojené pomocou datalogeru NPORT 5410 so softvérom na zaznamenávanie hodnôt hmotnosti. Celá zostava je zobrazená na Obrázku 3.



Obrázok 3 Zostava meracieho zariadenia s príslušenstvom

Figure 3 Measuring assembly with accessory equipment

Po zapálení vzorky sa spustil softvér, ktorý v 10 sekundových intervaloch zaznamenával aktuálnu hmotnosť vzorky. Vzorka sa nechala dohoriť do konca t.j. kým nedošlo k jej samovoľnému uhaseniu. Počas experimentu bolo v miestnosti 22 °C a nedochádzalo k nadmernému prúdeniu vzduchu. Z nameraných údajov sme zostrojili grafy priebehov úbytku hmotností jednotlivých vzoriek.

### Stanovenie indexu sadzí

Stanovenie indexu sadzí sa vykonalo podľa normy *STN EN 15426:2008 Sviečky. Špecifikácia správania sa pri tvorbe sadzí*. Princíp merania je založený na porovnaní svetelnej priepustnosti sklenenej dosky znečistenej vznikajúcimi sadzami zo zapálenej sviečky. Výhody metódy sú nízka cena a nenáročnosť, rýchle a jednoduché vyhodnotenie. Táto norma špecifikuje požiadavky aj skúšobné metódy na požiaru bezpečnosť sviečok určených na horenie v interiéri (STN EN 15426:2008).

Podľa obsahu sadzí plameň delíme na:

- nesvietivý;
- svietivý;
- čadivý.

Nesvietivý plameň je typický svojím modrým sfarbením, počas ktorého nevznikajú sadze. Svietivý plameň vyžaruje žlte svetlo a na rozdiel od nesvietivého plameňa vznikajú pri ňom sadze. Ak sviečka horí čadivým plameňom, znamená to, že zo sviečky vzniká najväčšie množstvo sadzí. Plameň je vtedy sfarbený do tmavšej žltej farby (Martinka, Balog, 2011).

#### **Skúšobné zariadenia použité pri meraní indexu sadzí**

Sitový valec je pripevnený na podložku s nastaviteľnou výškou s upínačom na sklenenú dosku. Valec má minimálnu výšku 300 mm a skladá sa z drôteného pletiva so 60 % priepustnosťou vzduchu. V norme sú špecifikované dva typy valcov, s rozdielnymi rozmermi. Na základe rozmerov a hmotnosti vzorky sviečky sa v norme špecifikuje, ktorý typ valca má byť použitý pre danú vzorku. Nami testované vzorky majú priemer menší ako 70 mm, preto sa použil valec Typu 1 (Obrázok 4) (Balog et al., 2016 b).

Vzorka sviečky sa umiestni podľa predpisu v norme do požadovanej vzdialenosti od sklenej dosky. Knôt sviečky smeruje do stredu valca. Samotný valec slúži na vytvorenie rovnomerných podmienok v okolí plameňa sviečky, tak aby nedochádzalo k jeho ovplyvňovaniu okolitým prúdením vzduchu.



Obrázok 4 Sitový valec

Figure 4 Mesh cylinder

Samotné meranie je v norme rozdelené do niekoľkých fáz (v závislosti od veľkosti a hmotnosti sviečky). Tie sú zobrazené v Tabuľke 2. Stabilizačná fáza slúži na rovnomerné rozhorenie sviečky a knôtu. Počas tejto fázy nie je v upínači sitového valca vložená sklenená doska, nakoľko dochádza k zvýšenej tvorbe sadzí. Po uplynutí predpísanej doby sa vloží sklenená doska do upínača a nasleduje samotná fáza merania. Ak nedôjde k dostatočnému zhoreniu sviečky do 240 minút, sklenená doska sa vyberie z upínača a vzorka sa zahasí. Po 60 minútovej pauze sa opakuje stabilizačná a meracia fáza. Po skončení merania sa sklenená doska vloží do optickej meracej jednotky, pozostávajúcej z luxmetra LX1010BS a optickej meracej komory vid'. Obrázok 5 (Balog et al., 2016 b).

Z dôvodu presnejšieho merania sa prístroj nechal pred každým meraním (vložením sklenenej vzorky do prístroja) kalibrovať 20 min.



Obrázok 5 Merací prístroj luxmeter LX1010BS s optickou komorou

**VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017**

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

Figure 5 Luxmeter LX1010BS with optical chamber

Tabuľka 2 Fázy merania sadzí (STN EN 15426:2008)

Table 2 Stages of soot measurement

Typ sviečky	Stabilizačný cyklus 1	Cyklus horenia 1	Pauza	Počiatočný cyklus horenia 2	Cyklus horenia 2	Pauza	Počiatočný cyklus horenia 3	Cyklus horenia 3
<b>m&lt;40g</b>	(5±1) min	Kontinuálne horenie až do zostatkovej výšky 10 mm						
<b>čajová sviečka</b>	(5±1) min	Kontinuálne horenie až do samotného zahasenia						
<b>m&gt; 40g, d&lt;70mm</b>	(5±1) min	240 min	> 60 min	5 min	240 min alebo až do spálenia zostatkovej výšky 10 mm			
<b>m&gt; 40g, d rovným alebo &gt;70mm</b>	(5±1) min	240 min	> 60 min	5 min	240 min	>60 min	5 min	240 min

Index sadzí je daný nasledujúcou rovnicou (1), kde je podiel intenzity svetla zadymeného skla a očisteného skla:

$$Si = \left(1 - \frac{E_3}{E_1}\right) \times 100 \quad (1)$$

kde Si – index sadzí [-]

$E_3$  – osvetlenie optickej jednotky so znečistenou doskou [lx]

$E_1$  – osvetlenie optickej jednotky s čistou doskou [lx](STN EN 15426:2008)

Index sadzí, ktorý sa meria v hodinových intervaloch je daný podľa nižšie uvedenej rovnice (2), kde je podiel indexu sadzí a celkového času skúšky (STN EN 15426:2008):

$$Si_h = \frac{Si}{t_m} \quad (2)$$

kde  $Si_h$  – priemerný hodinový index sadzí [ $h^{-1}$ ]

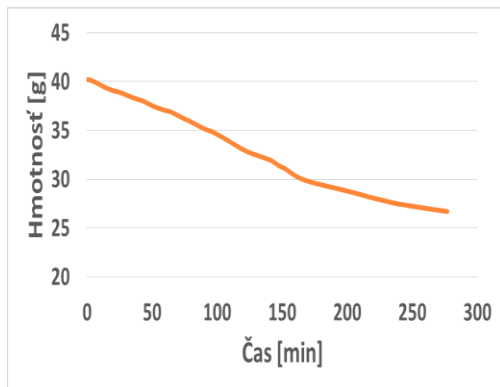
Si – index sadzí [-]

$t_m$  – celkový čas merania [h](STN EN 15426:2008)

### 3. Výsledky a diskusia

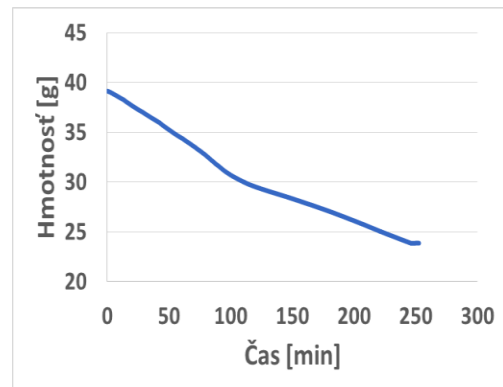
V rámci experimentálneho merania sa použili skúšobné sviečky vzoriek s označením A, B, C a D. U jednotlivých vzoriek sa sledoval vplyv hrúbky knôtu na priebeh hmotnostného úbytku. Pri všetkých vzorkách A, B, C a D sa hmotnostný úbytok sledoval v 10 sekundovom intervale. Zobrazenie závislosti hmotnostného úbytku sviečok za čas je uvedené na Obrázkoch 6 až 9.

Na Obrázku 6 je vidieť priebeh horenia vzorky A, kde zostatková hmotnosť pri takmer 5 h horenia tvorila 13,5 g. Sviečka nadobudla počas svojho odhorievania lineárny charakter s



Obrázok 6 Vzorka A

Figure 6 Sample A

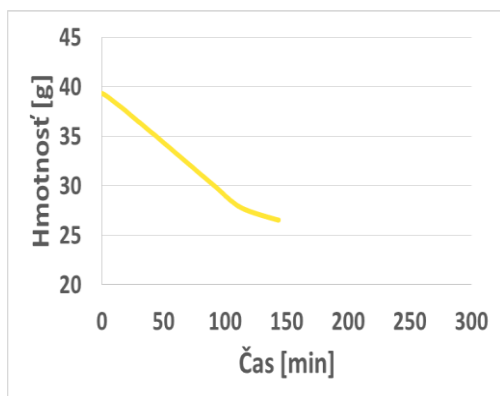


Obrázok 7 Vzorka B

Figure 7 Sample B

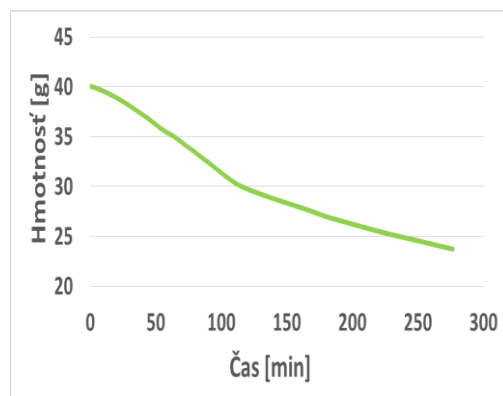
rýchlosťou odhorievania  $0,0532 \text{ g}\cdot\text{min}^{-1}$ .

Pri odhorievaní vzorky B podľa Obrázku 7 mala sviečka lineárny charakter s rýchlosťou odhorievania  $0,0609 \text{ g}\cdot\text{min}^{-1}$ . Vzorka B mala výslednú zostatkovú hmotnosť 15,27 g, po 4 h a 21 min odhorievania.



Obrázok 8 Vzorka C

Figure 8 Sample C



Obrázok 9 Vzorka D

Figure 9 Sample D

Vzorka C na Obrázku 8 odhorela za 2 h a 38 min. Počas jej doby horenia odhorelo 12,79 g vosku. Rýchlosť odhorievania vzorky C bola  $0,1048 \text{ g}\cdot\text{min}^{-1}$ , keď od hodnoty 27,861 g sa rýchlosť odhorievania sviečky znížila na  $0,0367 \text{ g}\cdot\text{min}^{-1}$ . Toto zníženie rýchlosti odhorievania mohlo byť zapríčinené zachytením vyššej spomenutej skutočnosti zachyteného rozpusteného vosku v nádobe, kt. bola zvolená pri meraní.

VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

Počas odhorievania vzorky D na Obrázku 9, odhorelo 16,324 g včelieho vosku po dobu takmer 5 h. Rýchlosť odhorievania bola stanovená z hodnôt na  $0,0916 \text{ g}\cdot\text{min}^{-1}$ , kde sa zbytok roztekol do nehorľavého stojana. Napokon sa rýchlosť spomalila na  $0,0383 \text{ g}\cdot\text{min}^{-1}$ , pretože nestíhal odvádzať množstvo vosku potrebného na horenie. Rýchlosť odhorievania sa znížila pri takmer všetkých sviečkach približne po 110 min.

Vo všetkých vzorkách bolo jasne vidieť, že dochádzalo k výraznému stekaniu vosku, čo malo za následok vyššiu zostatkovú hmotnosť v nami určenom nehorľavom stojane. Najväčšie zostatkové množstvo včelieho vosku bolo vo vzorke A. Naopak, najmenšie bolo namerané vo vzorke D.



Obrázok 10 Pred začiatkom odhorievania sviečky

Figure 10 Before the candle burning



Obrázok 11 Počiatočná fáza stekania vosku

Figure 11 The first stage of beeswax melt

Na Obrázku 10 je zobrazený začiatok odhorievania sviečky v nami určenej nádobe, kde nedochádza k žiadnej stekavosti sviečky. Pričom na Obrázku 11 sa už sviečka nachádza vo fáze stekania. Postupné odhorievanie sviečky spôsobilo, že vosk stekal po okraji sviečky, kvôli nadmernému množstvu vosku v okolí knôtu. Úplné stečenie sviečky nám zobrazuje Obrázok 12, kde sa posledný tvar valcovitej sviečky zmenil na rozpustený vosk.





Obrázok 12 Roztečenie vosku pri meraní

Figure 12 Beeswax melt during the measurements

Počas merania hmotnostného úbytku sviečky sme taktiež sledovali stekavosť sviečky bez umiestnenia v sitovom valci na drevenom podstavci. Postupné odhorovanie sviečky a jej stekanie vosku je znázornené na Obrázku 13 – 16.



Obrázok 13 Počiatočná fáza stekanie vosku na drevenom podstavci

Figure 13 The first stage of beeswax melt on the wood pedestal



Obrázok 14 Stekanie vosku po dvoch hodinách horenia

Figure 14 The beeswax melt after 2hrs of burning



Obrázok 15 Stekanie vosku po štyroch hodinách horenia

Figure 15 The beeswax melt after 4hrs of burning

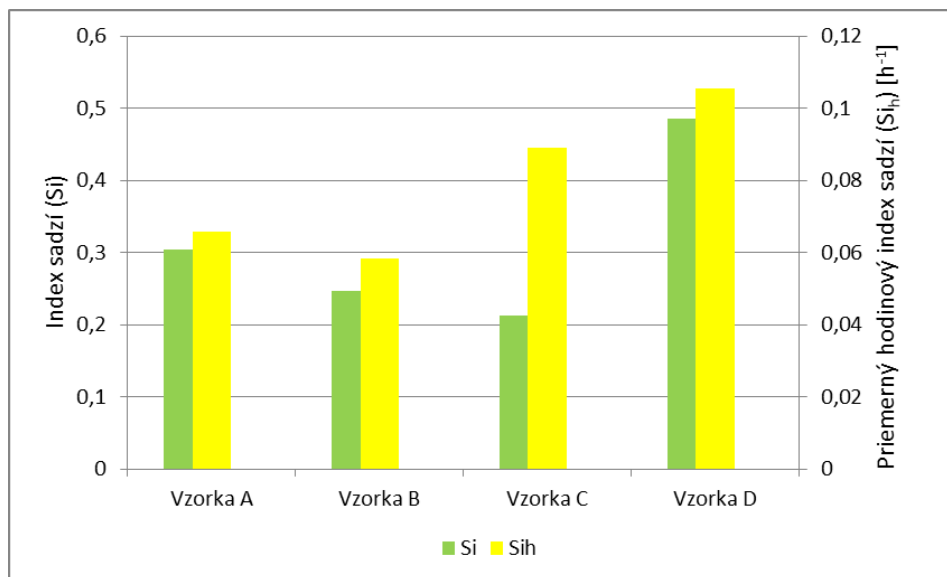


Obrázok 16 Sviečka po odhorení knôtu

Figure 16 The candle after wick burnout



Počas pozorovania horenia sviečky a jej stekavosti došlo k väčšiemu úbytku odhoreného vosku ako pri priamom meraní. Na Obrázku 15 – 16 môžeme vidieť sviečku a jej stekanie počas celého horenia a sviečku po horení. Po okrajoch sviečky zostali časti stekaného vosku, ktoré sa počas horenia neroztopili. Na stekanie sviečky mal veľký vplyv pri našom pozorovaní rozmer knôtu, ktorý zapríčinil, že sa okolo knôtu vytvoril kruh roztaveného vosku. Ak je knôt pri odhorievaní už príliš krátky, môže dôjsť k jeho samouhaseniu. Pri stekaní mohlo na vzorku pôsobiť iné prúdenie vzduchu, ako keď bola vzorka umiestnená v sitovom valci a taktiež aj iný podstavec kvôli ktorému sa sviečka lepšie roztekala do strán ako pri experimentálnom meraní, kde sa nám stečený vosk zachytával na okraje nádoby a zväčšoval tým svoj objem.



Obrázok 17 Index sadzí (Si) a priemerný index sadzí (Si<sub>h</sub>) vzoriek

Figure 17 Soot index (SI), mean soot index per hours (Si<sub>h</sub>) of samples A - D

Ani jedna hodnota zo vzoriek sviečok pri našich experimentálnych podmienkach nepresiahla normou povolenú hodnotu  $Si_h \leq 2 \text{ h}^{-1}$ , môžeme teda tvrdiť, že namerané hodnoty sadzí sviečok, mali dostatočne nízku hodnotu pre vyhovenie normy o tvorbe sadzí. Z Obrázku 17 je jasne vidieť, že pri vzorkách A, B a C so vzrastajúcou hrúbkou knôtu vzniká menej sadzí, pričom pri vzorke D, sadze naopak stúpali. Hrúbka knôtu 3x12 nití bola pri vzorke D už priveľmi hrubá na odvádzanie množstva vosku sviečky. Keďže sadze, ktoré tam vznikli, boli zapríčinené dlhým horením sviečky, pri ktorom sa knôt pomaly znižoval a došlo tam k zvýšenej tvorbe sadzí. I keď tento typ knôtu sa ešte stále nachádza v rozsahu pre nami vybraný priemer sviečky, tak pri priamom experimentálnom meraní sme zistili, že zvolený knôt nevyhovuje pre nami navrhnutý priemer sviečky. Index sadzí sa stanovil pri vzorke A ( $Si_A=0,3041$ ), pri vzorke B ( $Si_B= 0,246$ ), pri vzorke C ( $Si_C=0,213$ ) a pri vzorke D ( $Si_D=0,486$ ). Priemerný hodinový index sadzí sa pohybuje od 0,06 po 0,11. Môžeme z toho usúdiť, že typ knôtu 3x10 nití pre rozsah priemeru sviečok 2 – 4 cm, bol pri vzorke C najideálnejšie zvolený, pretože sme zaznamenali najmenšie množstvo sadzí. Vznikajúce sadze pri odhorievaní sviečky môžeme minimalizovať tým, že si napríklad zvolíme najprimeranejšiu dĺžku knôtu a mala by byť umiestnená na takom mieste, kde nedochádza k vyššiemu prúdeniu vzduchu.

#### 4. Záver

Priebeh odhorievania všetkých skúšobných sviečok mal lineárny charakter. Zvolený knôt pri vzorke A odhorieval takmer 5 h. Množstvo vosku, ktoré počas odhorievania sviečky odhorelo je 13,5 g. Pri vzorke B bol použitý knôt, ktorý odhorel za 4 h a 21 min. Jeho odhorené množstvo vosku bolo 15,27 g. Vzorka C odhorela za 2 h a 39 min, pri ktorom odhorelo 12,79 g včelieho vosku. Knôt, ktorý bol zvolený pri vzorke D nám odhorel takmer za 5 h, pri ktorom odhorelo 16,32 g včelieho vosku. Pri všetkých skúšobných vzorkách mala na odhorievanie značný vplyv hrúbka použitého knôtu.

Počas merania hmotnostného úbytku sviečky sme taktiež sledovali stekavosť sviečky bez umiestnenia v sitovom valci na drevenom podstavci. U sviečok vyrobených zo včelieho vosku sme pozorovali zvýšenú stekavosť, čo môže byť zapríčinené napr. zvýšením prúdením vzduchu. Pri nadmernom stekaní vosku a zle zvolenom podstavci môže dôjsť k prevráteniu a následnému zapáleniu okolitých vecí.

Experimentálnym meraním rýchlosti odhorievania sviečky sme zistili, že knôt 3x6 nití pri vzorke A, mal najnižšiu rýchlosť odhorievania  $0,0532 \text{ g}\cdot\text{min}^{-1}$ , tým pádom môžeme aj potvrdiť jeho najdlhšiu dobu odhorievania. Knôt použitý pri vzorke C s veľkosťou 3x10 nití mal najväčšiu rýchlosť odhorievania  $0,1048 \text{ g}\cdot\text{min}^{-1}$ , preto jeho doba odhorievania bola najnižšia. Rýchlosť odhorievania bola pri vzorkách A, B, C a D lineárna, čo nasvedčuje o homogénnom zložení vzoriek.

Index sadzí pri nami testovaných skúšobných sviečkach bol najmenší vo vzorke C ( $S_i = 0,213$ ) a najväčšia tvorba sadzí vznikla pri vzorke D ( $S_i = 0,486$ ). Tým, že sa pri vzorke C nevytvorilo veľké množstvo sadzí, môžeme usúdiť, že typ knôtu 3x10 nití bol pri vzorke C najideálnejšie zvolený.

Z celkových výsledkov môžeme povedať, že rôzny rozmer knôtu má veľký vplyv vzhľadom na nami namerané technicko-požiarné parametre sviečok.

#### Podakovanie

Táto práca bola podporovaná Kultúrnou a edukačnou grantovou agentúrou MŠVVaŠ SR (KEGA 030UMB-4/2017).

Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. APVV-16-0223.

#### Zoznam bibliografických odkazov

1. BALOG K. et al. 2016 a. Požiarnobezpečnostná charakteristika sviečok pre potreby zisťovania príčin požiarov. In: Požární ochrana 2016. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství; 2016. s. 12 – 16.

VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

2. BALOG K. et al. 2016 b. Požiarne nebezpečenstvo sviečok. In: Červený kohout 2016. České Budějovice: Dům techniky; 2016. ISBN: 978-80-02-02635-8.
3. MARTINKA J., BALOG K. Požiarne inžinierstvo. MTF STU; 2014. 201 s.
4. NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION. NASA. 2017. Candle Flames. In: *Microgravity – A Teacher's Guide with Activities in Science, Mathematics, and Technology, EG-1997-08-110-HQ, Education Standards Grades*. [Online] [cit. 2017-10-23]. Dostupné na: <[https://www.nasa.gov/pdf/315952main\\_Microgravity\\_Candle\\_Flames.pdf](https://www.nasa.gov/pdf/315952main_Microgravity_Candle_Flames.pdf)>.
5. NATIONAL CANDLE ASSOCIATION. 2017. Types of Wicks. [Online] [cit. 2017-05-02]. Dostupné na: <<http://candles.org/elements-of-a-candle/wicks/>>.
6. ODETKA, a. s. KNOTY. 2016. [Online] [cit. 2017-05-17]. Dostupné na: <<http://www.odetka.cz/net20/cz/knoty.aspx#cojeknot>>.
7. PIŠÁK P. 2016. Prečo používať voskové sviečky a nie sviečky z parafínu alebo iného materiálu? [Online] [cit. 2017-04-17]. Dostupné na: <<https://www.slovensky-med.sk/1/voskove-sviecky>>.
8. PŘIDAL A. R. 2007. Včelí vosk-složení a využití. [Online] [cit. 2017-04-03]. Dostupné na: <<http://mendelu.apridal.cz/text/c029.pdf>>.
9. Torero J.L. Ignition Handbook, Principles and Applications to Fire Safety Engineering, Fire Investigation, Risk Management and Forensic Science by Vytenis Babrauskas, PhD. *Journal of FIRE PROTECTION ENGINEERING*. 2004;14:229-232

## POŽIARNA OCHRANA HISTORICKÝCH BUDOVÁCH V MAĎARSKU

### FIREFIGHTING IN HERITAGE BUILDINGS IN HUNGARY

László KOMJÁTHY

Associate professor, Institute of Disaster Management, National University of Public Service 9-11  
Hungária krt. Budapest H-1101, Hungary, [komjathy.laszlo@uni-nke.hu](mailto:komjathy.laszlo@uni-nke.hu)

#### Abstrakt

Podobne ako v iných bežných prípadoch by sa požiar v budovách kultúrneho dedičstva mal zamerať aj na dve hlavné úlohy: čo najskôr požiar uhasiť a čo najmenšie škody spôsobiť pri hasení požiarov. Pri ukladaní cenností je veľmi potrebná odbornosť odborníkov pracujúcich v danej budove. Navyše je potrebná aj rýchlá doba odozvy hasičov, ale nie je to možné so vzdialenými požiarnymi zbraňami. Musia sa vytvoriť priaznivé podmienky pre čo najrýchlejšiu a najefektívnejšiu požiarnu intervenciu. Potenciálnym riešením by bola spolupráca medzi hasičskými zbormi cez hranice. Príspevok skúma skutočný prípad požiaru v budove kultúrneho dedičstva v Maďarsku.

**Kľúčové slová:** hasenie požiarov · plán požiarnej bezpečnosti · protipožiarna prevencia · zachránenie majetku

#### Abstract

Similarly, to other ordinary cases, firefighting in heritage buildings should also focus on two main tasks: to extinguish the fire as soon as possible and to cause as little damage as possible during firefighting. When saving the valuables, the expertise of professionals working at the given building is much needed. Moreover, rapid response time of firefighters is also required, but it is not feasible with distant fire brigades. Favourable conditions have to be created for the quickest and most effective fire intervention possible. A potential solution would be cooperation among fire brigades across the border. The paper examines an actual fire case in a heritage building in Hungary.

**Keywords:** fire prevention · firefighting · saving possessions · Fire Safety Plan

## 1. Introduction

Preventing and extinguishing fires in historic buildings needs special expertise and attention. What should be primarily included in the Hungarian legislation, which characteristics? All of these require the cooperation of professionals from the fields of fire prevention and firefighting along with other institutions involved.

The paper explores the special requirements which have to be taken into consideration in such fire incidents, extinguishments, rescue and drills. The author points out the differences between theory and practice through an actual fire case.

## 2. National regulations

Cultural values are unique and inimitable creations. Any damage to them necessitates a lengthy and costly restoration process, while their destruction causes an irreparable damage. Therefore, preventing and suppressing such fires require special expertise and interventions. The legislation currently in force mainly focuses on firefighting activities [1]. The Decree of the Minister of the Interior of Hungary No. 39/2011. (XI.15.) lays down the basic regulations of the fire fighting and technical rescue activities performed by fire brigades. However, it does not cover fire suppression in heritage buildings. As regards saving material values, life saving precedes it in every case and they are to be saved only if human lives are not at risk. In addition, a paragraph provides for Fire Safety plans for establishments carrying high-priority from the viewpoint of fire safety. They are to be prepared by the fire department in its area of responsibility [2]. Article 15 of the Regulations on Fire Fighting Tactics [3] related to the Decree of the MoI does not cover firefighting in heritage buildings either. Article 2 of the Regulations on Technical Rescue Operations [4] touches only lightly on this subject:

- is there any damage to the building based on the fire detection;
- reconnaissance has to address the extent of damage and the function of the building;
- saving material values is the last point to consider.

## 3. Intervention and rescue

Based on the above, it is clear that fire suppression is the primary purpose. However, in heritage buildings firefighting operations should pay particular attention to saving objects. When starting the intervention the main factors to consider are the location of the building, its special features, the size of its interior, its fire load, the size of the fire compartments and the risk of heat and smoke spread. [2]

Main considerations for the intervention units:

- fire water supply;

## VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

- installed fire safety equipment;
- escape routes;
- ventilation and smoke removal;
- the surroundings of the objects on fire;
- the surroundings of the building;
- available equipment and tools;
- travel time of the intervention unit.

Smoke alone is enough to cause irreparable damage to certain artworks, whereas others can withstand direct exposure to fire without being significantly damaged. Heavy heat and smoke conditions greatly affect rescue and firefighting operations as well, since it delays fire suppression, requires more personnel and equipment and may alter tactical plans. A further point to consider is whether the valuables can be moved and transported from the scene with resources available there. Moreover, what exposure to fire, smoke or heat the given valuable can tolerate. Depending on this characteristic, the objects can fall into various categories, such as sensitive to smoke and heat, limited tolerance to fire, tolerance to smoke.

In addition to fire, smoke and heat, the huge amount of water that is used for extinguishing is also a potential source of damage. As an example, water could be replaced by IFEX rear-mounted impulse fire extinguishers. Despite the fact it is a Hungarian invention, it is rarely used among fire fighters. It consists of a 12.5 litre water container, a 300 bar air cylinder and a pressure reducer. The purpose of the air cylinder is to keep the pressure of the water container below 6 bar and to supply the impulse extinguisher with air of 25 bar pressure. The air cylinder can also supply air to the breathing apparatus of a person performing the rescue. It can be used during the rescue in fire and smoke by spraying a corridor and it can even save human life. With the application of the impulse fire extinguisher the water usage could be greatly reduced which would be especially important in case of confined areas [5].

No general rule can be set up on saving valuables when preplanning the intervention, but we must not ignore their size, weight, density and location. It is a basic requirement that a low number of crew should be able to move the given object via the escape routes to a safe location within a short time.

If cultural values are endangered, an increased number of crew is needed which has to be considered when determining the level of alarm together with the different travel time of the various deployed units. The recommendations of the local specialists (curators, restorers) have to be taken into account when assessing the emergency and preplanning the response [2]. Involving the restorers at this stage is essential because as professionals they can predict and specify the impact of fire on the given valuables, thus providing information for the planning of the possibilities and methods of the intervention. The tactics can be specified, which has a decisive role in the allocation of the necessary resources. For the sake of effectiveness, alternative, unconventional methods of firefighting might have to be applied. Therefore, it is advisable to create a preliminary account of all the equipment that might

become necessary and the organisations that are ready to provide them in emergencies within a short time (e.g. civil protection, police, economic players, local governments, etc.).

#### 4. Protection of valuables

Protection of fixed valuables: Fire suppression in the presence of cultural valuables should minimise damage to them as much as possible. Preferably, pulverized water or even impulse fire extinguishers should be used in the intervention with periodical application. To protect fixed valuables from heat, fire resistant sheets can be of service. In case of attic fires when domes or towers are on fire, drainage of water has to be ensured with the help of openings or special foils. Vaulted roofs bear the risk that water gathering at the vault poses a threat to the statics of the building and it might collapse.

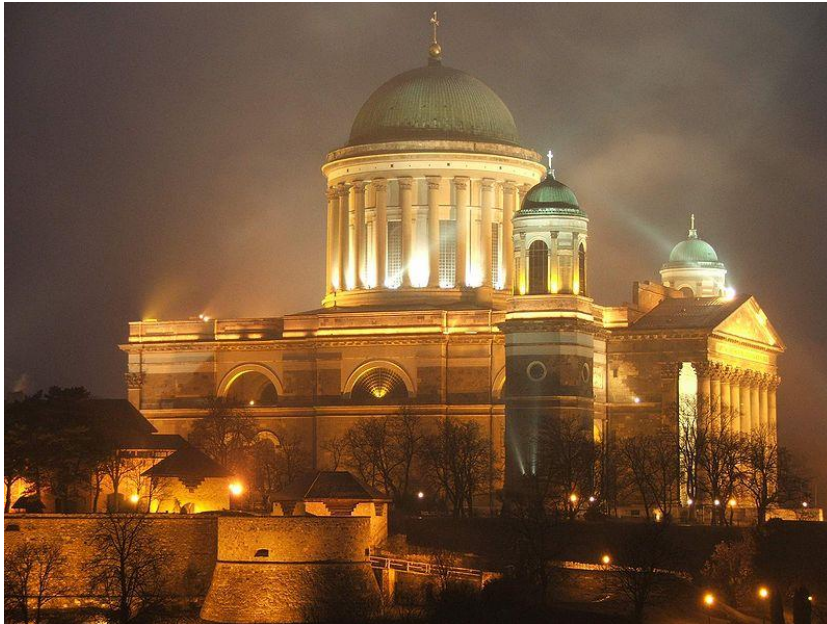
Protection of portable valuables: With this type of objects, rescue seems a convenient solution. The question that arises is what should take priority: firefighting or rescue. In the case of valuables of cultural-historical importance, fires may lead to serious financial losses. Various fire models show that fire may spread incredibly fast without any effective and quick response [6][7]. As a result, rescue cannot be the first step. The priority is, thus, firefighting or at least preventing fire spread. As soon as the necessary number of crew is available, they have to start rescuing the objects without delay. Saving objects is not an ordinary activity for fire fighters, so it requires special training. The incident commander has to specify the following tasks:

- Rescue activities in areas directly exposed to fire, smoke and water;
- Rescue activities in areas indirectly exposed to fire, smoke and water;
- Rescue activities in collection and exhibition areas;
- Evacuating and sheltering valuables.

When preparing for the intervention, the necessary forces and resources have to be reckoned (e.g. packaging materials, tents, means of transport, foils). The rescue activities always pose a certain amount of risk to the artworks and they have to be protected from the main hazards. Therefore, the ways to secure the area surrounding the artwork have to be explored. Investigations show that the valuables can be successfully protected from the impacts of fire and smoke. Exploring fire prevention possibilities and identifying related potential problems can contribute to higher effectiveness. Protection against heat radiation is also possible in certain situations, but it requires special solutions (for instance fire resistant tarps, special fire protection equipment). Protection against direct heat radiation can only be achieved with architectural solutions.

## 5. Fire in the Basilica

An example is a fire in Hungary, in the town of Esztergom. The Basilica is the symbol of the city (Figure 1). The fire lit up in the attic above the main entrance of the monument. It was discovered by bystanders when the roof was on fire as well. Because of the wooden roof structure which is more than a hundred years old, the fire was expected to spread rapidly. The level of alarm was ordered to be 4. This means that 8 water ladders, 5 turntable ladders and 5 special purpose ladders marched onsite with 52 fire fighters [2].



Obrázok 1. Bazilika v Esztergome, Maďarsko

Figure 1. Basilica in Esztergom, Hungary

The huge amount of smoke, the closed doors, the large area on fire and the heat made the rescue even more complicated. The source of the fire was almost inaccessible. The rescue in a height of 30 metres probed the firefighters as well as the water ladders. The huge amount of water needed for the rescue could not be provided by the fire hydrants around the Basilica.



VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

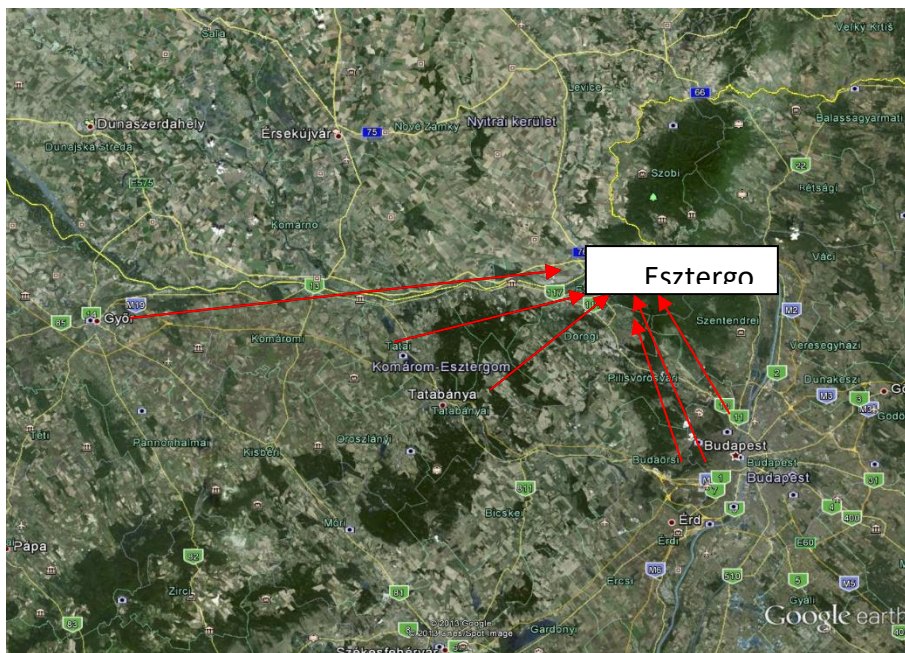
Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava



Obrázok 2. Prívod vody z Dunaja

Figure 2. Water supply from the Danube

Therefore the water was pumped from the river Danube next to the monument using a 400 metre main pipe with a height difference of 200 metres (Figure 2). This placed a heavy strain on the pumps. After two hours of intense rescue stairs leading to the attic was torn. 4 fire fighters were stuck in the attack due to that. They had to be rescued. The fire was extinguished with 6 beams. During the rescue firefighters had to strive to avoid any further damages. If the ceiling got soaked, the frescos were ruined as well. Moreover, the fire spread toward a priceless wooden framed organ. It was already mentioned that more personnel and equipment is required in case cultural artworks are endangered. However, it should be considered that the alarmed units arrive from different locations and requires different time to arrive to the location. So it happened in case of the fire at the Basilica. Fire inspection revealed that the fire was caused by short circuit of electricity [8]. Although the fire was extinguished quickly, financial damage is still significant. Due to the rapid response, inimitable values (e.g. the dome, the organ) suffered no damages.



Obrázok 3. Hasičské jednotky z rôznych lokalít

Figure 3. Fire fighter units from different localities

The 17 fire fighter units came from 6 different localities as visible on the attached figure (Figure 3). The half of them needed 50 minutes to arrive. As Esztergom is a town near the border, it would be advisable to ask forces from the other side of the border for help in similar cases [9]. They could join the rescue much earlier than interior forces. As a result of open borders it would be possible nowadays.

## 6. Conclusion

Because of the priceless artworks, this field poses a significant challenge for the fire fighters. Such responses call for unconventional approaches, where risks endangering cultural values have to be considered (e.g. sooting, water damage) together with the tactical solutions to avoid them. To prepare for these responses, a good cooperation with restorers, collection managers, architects and monument protection professionals is inevitable. They have to be informed about the circumstances of firefighting interventions and accordingly, the most reasonable decisions can be made. Various drills and exercises are good ways to test the feasibility of the plans. If possible, these drills should take place in life-like circumstances as this gives rise to solutions that could be useful in actual situations. The International Visegrad Fund could contribute to this purpose, as its aim is to facilitate transboundary connections between the Visegrad Group (V4) countries [9].

In cases similar to the fire that happened in the Basilica in Esztergom, it would be reasonable to alert fire brigades on the other side of the border – on a reciprocal basis – since they are much closer to the site [9]. It is not always possible or allowed to use traditional firefighting methods – that is, water. It is not always possible to apply the well-proven tactics.

Yet, the best decision has to be made in every case. Successful and preferably quick interventions need nothing else than a bit of luck, the right technique, well-trained firefighters, cooperation and plenty of exercises

## References

- [1] Act of Hungary No. XXXI of 1996 on fire protection, technical rescue and fire brigades
- [2] The Decree of the Minister of the Interior of Hungary No. 39/2011. (XI.15.) on the general rules of the fire fighting and technical rescue activities performed by fire brigades
- [3] NDGDM Mol, Internal regulation No. 42/2012
- [4] NDGDM Mol, Internal regulation No. 124/2011
- [5] Rajmund KUTI: Special Opportunities for the Use of Water Fog Extinguishing Devices and the Research of their Efficiency in the Field of Fire Extinguishing and Damage Elimination. PhD dissertation, 2009. p 45
- [6] Csaba SZILÁGYI: Tűzvizsgálat számítástechnikai támogatással (Fire inspection with IT support) <http://www.vedelem.hu/letoltes/anyagok/127-tuzvizsgalat-szamitastechnikai-tamogatassal.pdf> (Downloaded: 15/12/2016)
- [7] Gergő ÉRCES: A komplex tűzvédelem vizsgálata mérnöki módszerekkel történő tűzvizsgálat alkalmazásával (Analysis of Complex Fire Safety through Fire Inspections using Engineering Methods). Budapest, 2015. pp 26-28  
[http://tuzvedelemmegelozes.lapunk.hu/tarhely/tuzvedelemmegelozes/dokumentumok/201601/740\\_a\\_komplex\\_tuzvedelem\\_vizsgalata\\_mernoki\\_modszerekkel\\_torteno.pdf](http://tuzvedelemmegelozes.lapunk.hu/tarhely/tuzvedelemmegelozes/dokumentumok/201601/740_a_komplex_tuzvedelem_vizsgalata_mernoki_modszerekkel_torteno.pdf)  
(Downloaded: 15/12/2016)
- [8] <http://lexikon.katolikus.hu/E/esztergomi%20bazilika.html> (Downloaded: 14/12/2016)
- [9] László KOMJÁTHY-László FÖLDI: Slovak-Hungarian Fire Fighting Co-Operation Opportunities Along The Border. Fire Engineering Proceedings. Zvolen, 2006. 125p. ISBN: 80-89241-03.4

## NOVÝ POHĽAD NA NÁVRH POŽIARNEHO VETRANIA BUDOVY

### NEW VIEW ON DESIGN OF FIRE VENTILATION SYSTEMS IN THE BUILDING

Radovan KOSTELNÍK\*<sup>1</sup> – Juraj OLBŘÍMEK<sup>2</sup>

\*Korešpondenčný autor a autor prezentujúci príspevok

<sup>1</sup>Katedra Konštrukcií Pozemných Stavieb, Stavebná Fakulta, Slovenská Technická Univerzita, Radlinského 11, 813 68 Bratislava, Slovenská republika, [radovan.kostelnik@stuba.sk](mailto:radovan.kostelnik@stuba.sk)

<sup>2</sup>Katedra Konštrukcií Pozemných Stavieb, Stavebná Fakulta, Slovenská Technická Univerzita, Radlinského 11, 813 68 Bratislava, Slovenská republika, [juraj.olbrimek@stuba.sk](mailto:juraj.olbrimek@stuba.sk)

#### Abstrakt

Šírenie požiaru vo viacpodlažnej budove závisí od viacerých faktorov. Jedným z najdôležitejších faktorov je vetranie požiarneho úseku. Nevhodné riešenie vetrania má pri požari nežiaduci vplyv nielen na samotnú konštrukciu, ale aj na jej užívateľov. Šírenie ohňa a dymu po budove musí byť systémovo riadené a súčasne spĺňať požiadavky technických noriem. Práve šírenie dymu je nutné obmedziť, pretože predstavuje najväčšie riziko pre užívateľov budovy. Dym spôsobuje vážne poškodenia na zdraví aj v miestach, ktoré sú vzdialené od skutočného ohniska požiaru. Šírenie dymu v nových a rekonštruovaných budovách ovplyvňujú tepelnoizolačné kritéria. Vzduchotesnosť budovy pri požari spôsobuje zvýšenú koncentráciu dymu v budove. Vetranie budovy podľa národných Slovenských technických noriem je pri súčasných podmienkach nedostatočné. Návrh vetrania budovy musí byť systémovo riešený. Vetranie chránených únikových ciest musí byť prepojené s vetraním požiarneho úseku. Do únikových ciest musí prúdiť čerstvý vzduch a súčasne s požiarneho úseku, v ktorom sa vyskytol požiar a pretlak dymu a splodín horenia musí byť odsávaný. Správny návrh vetrania zabezpečí a zvýši čas potrebný na evakuáciu a záchranu osôb a zvýši efektívnosť hasičskej jednotky pri zásahu.

**Kľúčové slová:** Chránená úniková cesta · Šírenie dymu · Vetranie · Viacpodlažná budova

#### Abstract

Fire spreading depends from more factors in the building. One of the most important factors is ventilation of fire compartment. Inappropriate ventilation solution has an undesirable effect on the structure, but also on its occupants. Spread of fire and smoke through the building have to be system-controlled and at the same time satisfying requirements of the technical standards. Exactly distribution of smoke has to be reduced because it poses the greatest risk to building occupants. Smoke causes serious damage to health even in places that are distant from the actual outbreak of fire. Smoke spreading in new and renovated buildings affects requirements of thermal insulation. Air-tightness of building causes increased concentration

of smoke in the building during fire. The ventilation of buildings according to Slovak technical standards is inappropriate under the current conditions. Designing a ventilation of building has to be solved like system solution. The ventilation of protected escape routes has to be connected to the ventilation of fire compartments. Fresh air must flow into the escape route, and at the same time the smoke and heat exhaust have to be suctioned from fire compartment. A correct design of ventilation will increase the time required to evacuate occupants and increase the effectiveness of the firefighters.

Keywords: Multi-storey building · Protected escape route · Smoke spreading · Ventilation

## 1. Úvod

Z hľadiska požiarnej bezpečnosti budov je otázka návrhu vetrania chránených únikových ciest a ostatných požiarnych úsekov veľmi dôležitá. Dym a splodiny horenia v chránenej únikovej ceste sú príčinou závažných poranení a v najhoršom prípade aj smrti užívateľov budovy. Väčšina obetí pri požiari nezomiera v plameňoch, ale sú usmrtené dymom a inými splodinami horenia. Chránená úniková cesta musí byť najbezpečnejšie miesto v budove. Táto cesta slúži na evakuáciu a záchranu osôb a jej návrh musí byť podľa najvyšších požiadaviek. Požiare z minulosti ukázali, že vetranie únikových ciest predstavuje vážny problém pri požiari. Súčasne vetranie musí spĺňať požiadavky slovenskej legislatívy a technických noriem (Vyhlášky č. 94/2004 Z.z.; STN 92 0201 – 3:2000). Povinnosť používania vetracích systémov podľa STN je iba v niektorých typoch chránených únikových ciest a v zhromažďovacích priestoroch.

## 2. Legislatíva a vetranie

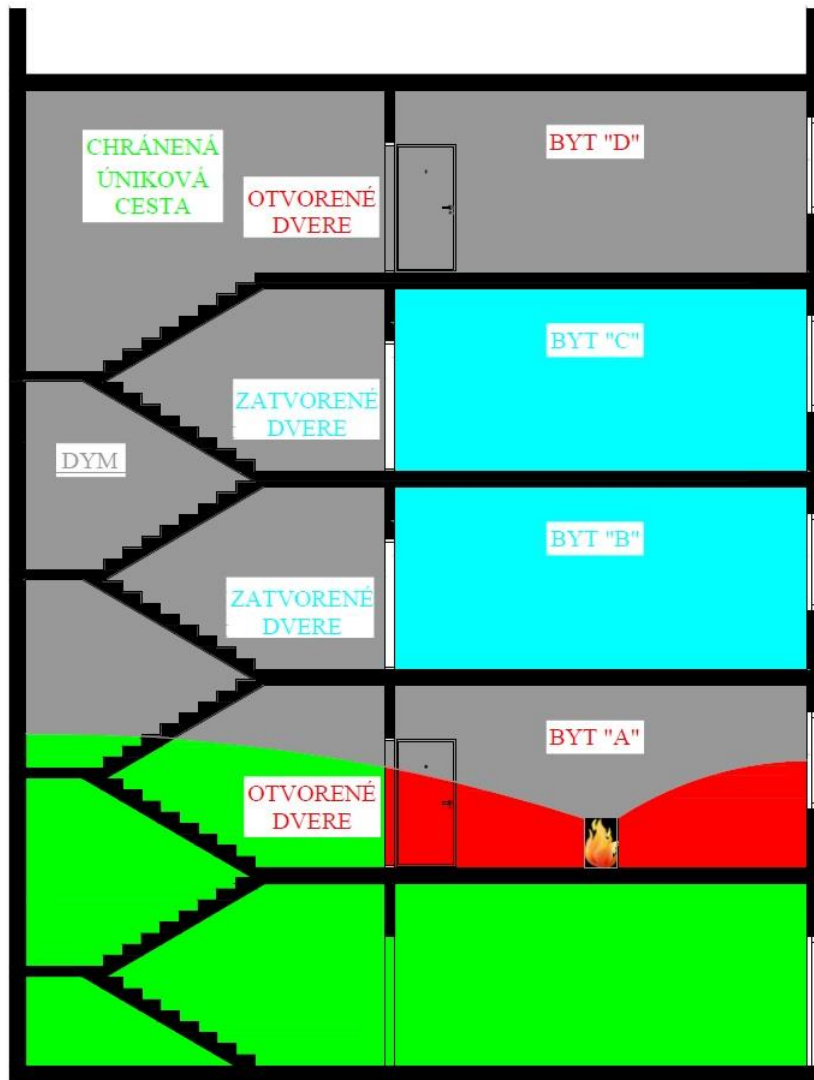
Vetranie chránenej únikovej cesty sa navrhuje podľa Slovenských technických noriem (STN 92 0201 – 3:2000). Vetranie sa rozdeľuje do troch základných skupín:

- prirodzené vetranie,
- nútené vetranie,
- pretlakové vetranie.

Z hľadiska požiarnej bezpečnosti budov je nútené a pretlakové vetranie výhodnejšie ako prirodzené a používané hlavne tam kde nie je možné prirodzené vetranie. Prirodzené vetranie nepredchádza prenikaniu dymu do chránenej únikovej cesty Obrázok 1. V prirodzene vetranej únikovej ceste sa znižuje koncentrácia dymu pri správnom návrhu podľa požiarneho scenára na stotinu objemu vzduchu priestoru, v ktorom sa zdržujú osoby. Vo viacpodlažných budovách vzniká problém so šírením dymu do najvyšších podlaží. Príčiny šírenia dymu spôsobujú absencie samozatváračov a dymotesnosti vstupných dvier do bytov, prípadne iné chyby v tesnosti konštrukcií a prestupov.



Slovenská republika je členom Európskej únie a z toho vyplýva povinnosť akceptovať európske technické normy, v ktorých sa nachádza aj nový pohľad na riešenie pretlakového vetrania (EN 12101 – 6:2006). Norma predstavuje návod na návrh, výpočet, montáž a skúšobné zostavy chránených únikových ciest s pretlakovým vetraním. Návrh pretlakového vetrania podľa tejto normy sa na Slovensku nevyužíva, aj napriek faktu, že norma platí od roku 2007 a jedná sa o novší postup ako je v prežitých technických normách.



Obrázok 10 Potenciálne šírenie dymu v chránenej únikovej ceste (prirodzené vetranie)

Figure 1 Potential spread of smoke in protected escape route (natural ventilation)

### 3. Šírenie dymu

Pri požiaroch sa dym šíri do miest, ktoré sú vzdialené od ohniska požiaru, a plameňov. Štúdie požiarov vo viacpodlažných budovách v ukázali, že obeť boli usmrtené na miestach, ktoré boli vzdialené od ohniska (Structural Firefighting, 2016). Tepelnoizolačné kritéria majú vplyv na rozvoj požiaru a šírenie dymu po budove. Dym, ktorý vzniká pri požiari v požiarnom

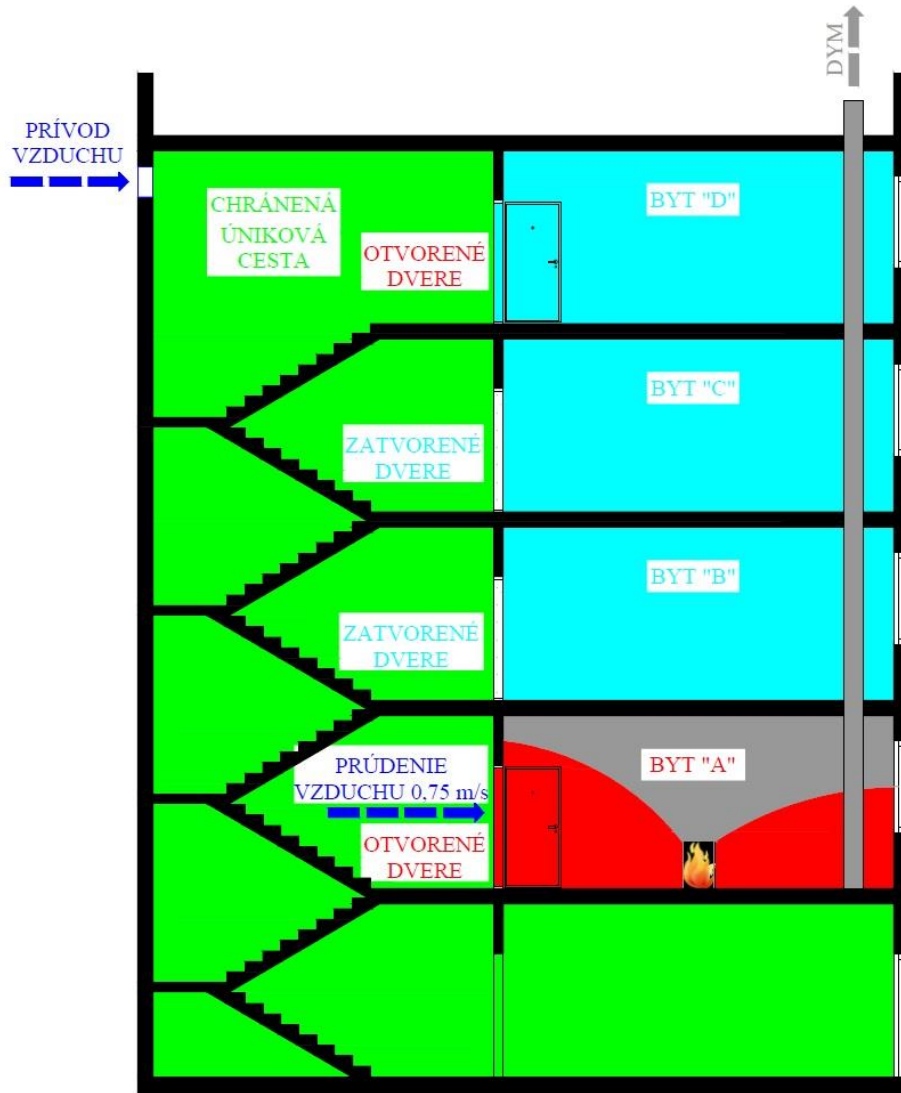
úseku nemôže unikať cez škáry, preto je nutné tieto požiarne úseky pripojiť na ventilačný systém. Vetrание chránených únikových ciest pracuje správne, ak je prepojené s vetraním požiarneho úseku. Dym je odsávaný z požiarneho úseku, kde vznikol požiar a v rovnakom čase je čistý vzduch vháňaný do chránenej únikovej cesty pomocou zariadení, ktoré boli vyvinuté pre nútený odvod dymu a tepla podľa súboru EN 12101-6.

#### 4. Pretlakové vetranie

Pretlakové vetranie pracuje na podobnom princípe ako nútené vetranie. Hlavným parametrom, ktorý sa má dosiahnuť v tomto prípade, je požadovaný pretlak v chránenej únikovej ceste, za určitých definovaných podmienok. Použitím pretlakového vetrania sa zabraňuje prieniku dymu do chránených únikových ciest Obrázok 2, Obrázok 3. Pretlak vytvorí podmienky pre bezpečnejšiu evakuáciu a záchranu užívateľov z budovy. Použitím tohto typu vetrania môže predĺžiť čas potrebný na evakuáciu a bezpečný zásah v budove. Použitie potrubí vo ventilačnom systéme závisí od výšky budovy.

Základom každého návrhu je určenie minimálne dvoch prevádzkových scenárov. Prvý požiarne scenár – otvorené dvere Obrázok 2. Prevádzkový scenár je definovaný otvorením určitého počtu požiarneho dverí v chránenej únikovej ceste. Hlavným kritériom, ktoré musí byť splnené vetracím systémom je rýchlosť vzduchu vstupujúceho do požiarneho úseku, v ktorom sa požiar rozvíja. Štandardné návrhové rýchlosti podľa oblasti použitia: 0,75 m/s, 1 m/s, 1,5 m/s a 2 m/s.

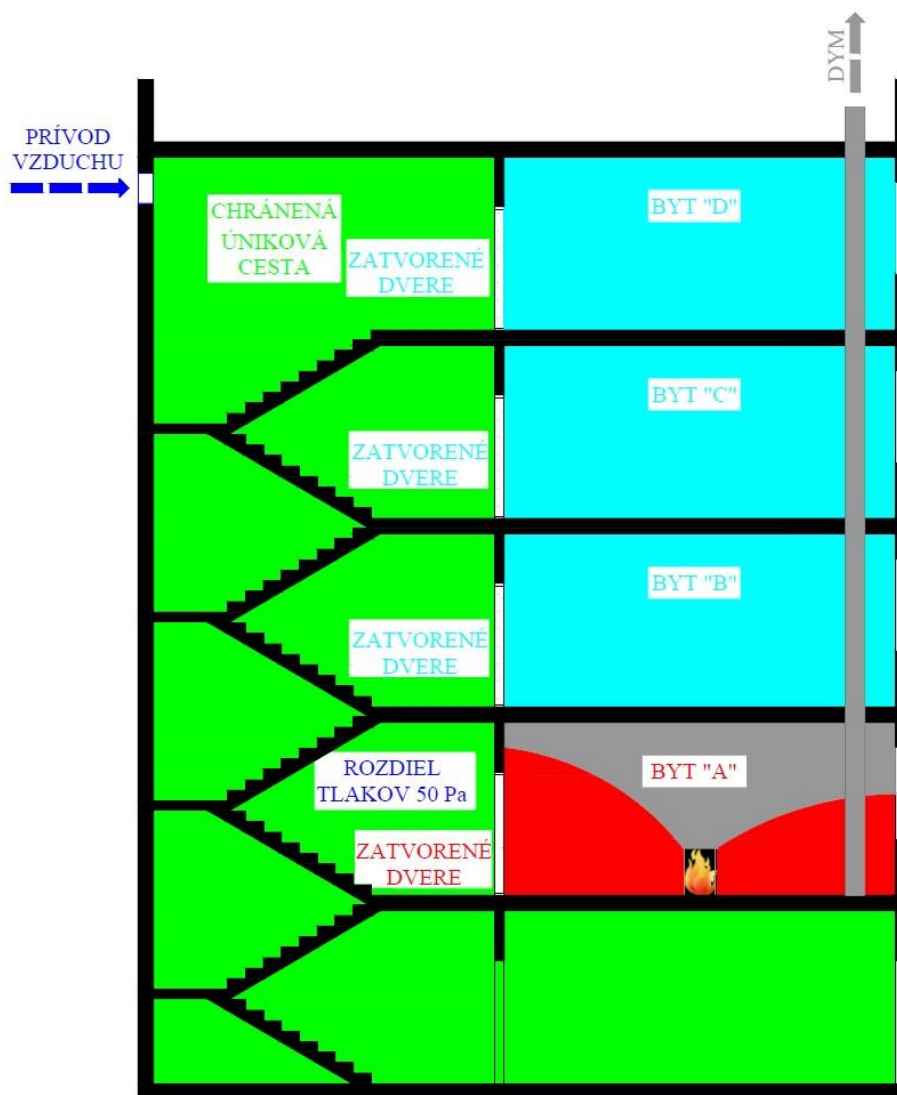
Druhý scenár – zatvorené dvere Obrázok 3. Prevádzkový scenár je definovaný zatvorením všetkých požiarneho dverí v chránenej únikovej ceste. Hlavným parametrom, ktorý musí byť zachovaný je pretlak. Štandardný návrhový rozdiel tlakov podľa oblasti použitia: 5 Pa, 10 Pa, 12,5 Pa, 25 Pa, 37,5 Pa a 50 Pa. Ďalšie prevádzkové podmienky sú navrhnuté v prípade zložitých evakuácií, križovatiek viacerých únikových ciest, výškových objektov atď. V takýchto prípadoch je definícia vetrania vždy individuálna, pretože zodpovedá konkrétnemu stavebnému riešeniu.



Obrázok 2 Pretlakové vetranie chránenej únikovej cesty podľa EN 12101-6 (otvorené dvere)

Figure 2 Overpressure ventilation of protected escape route according to EN 12101-6 (door open)





Obrázok 3 Pretlakové vetranie chránenej únikovej cesty podľa EN 12101-6 (zatvorené dvere)

Figure 3 Overpressure ventilation of protected escape route according to EN 12101-6 (door closed)

## 5. Záver

Článok sa zameriava na problematiku požiarneho vetrania chránených únikových ciest. Opisuje dôležitosť používania aktuálnych európskych technických noriem, ktoré sú podstatné pri návrhu ventilačných systémov. Ventilačné systémy musia byť prepojené, aby odstránili nežiaduce účinky požiaru a zabránili šíreniu dymu v budove.

Návrh pretlakového vetrania chránených únikových ciest zahŕňa množstvo požiadaviek. Základom je určenie všetkých možných prevádzkových scenárov a následne určenie výpočtovej metódy. Prevádzkové scenáre predstavujú rozdiel medzi slovenskými predpismi a technickými normami a európskymi technickými normami.

Súčasťou návrhu pretlakového vetrania je overenie, či pretlak v chránenej únikovej ceste nepresahuje prípustnú silu 100 N potrebnú na otvorenie dverí prípadne tlak 50 Pa. Takzvaná sila kľučky dverí by mala byť ľahko prekonaná slabšími ľuďmi, deťmi a seniormi. Overenie výpočtu je založené na rovnici hybnosti sily pôsobiacej na dvere (EN 12365 – 1:2004).

### **Zoznam bibliografických odkazov**

EN 12101 – 6 (2006): Smoke and heat control systems. Part 6: Specification for Pressure Differential Systems. Kits. CEN European Committee for Standardization, Brussels, 2006.

EN 12365 – 1 (2004): Building Hardware. Gasket and Weatherstripping for Doors, Windows, Shutters and Curtain Walling. Part 1: Performance Requirements and Classification. CEN European Committee for Standardization, Brussels, 2004.

STN 92 0201 - 3 (2000): Požiarna bezpečnosť stavieb. Základné ustanovenia. Časť 3: Únikové cesty a evakuácia osôb. Slovenský ústav technickej normalizácie, Bratislava, 2000.

Structural Firefighting: Strategy and Tactics 3rd Edition, NFPA National Fire Protection Association (USA), Burlington MA, 2016, pg. 418-419.

Vyhláška MV SR č. 94/2004 Z.z.: ktorou sa ustanovujú technické požiadavky na protipožiarnu bezpečnosť pri výstavbe a pri užívaní stavieb v znení neskorších predpisov, Zbierka zákonov, Bratislava, 2004.

## KOMPARACE STRATEGICKÝCH DOKUMENTŮ ZABÝVAJÍCÍ SE PROBLEMATIKOU RESILIENCE V KRIZOVÉM ŘÍZENÍ

### COMPARISON OF STRATEGIC DOCUMENTS DEALING WITH ISSUES OF RESILIENCE IN CRISIS MANAGEMENT

Eliška KRISTLOVÁ<sup>1</sup>, Lenka MALÉŘOVÁ<sup>2</sup>, Marek SMETANA<sup>3</sup>, Hana ŠTVERKOVÁ<sup>4</sup>, Jana  
WOJNAROVÁ<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Fakulta bezpečnostního inženýrství, VŠB-TUO, Lumírova 13/630, 700 30 Ostrava – Výškovice, e-mail:

[eliska.kristlova@vsb.cz](mailto:eliska.kristlova@vsb.cz)

<sup>2</sup> Fakulta bezpečnostního inženýrství, VŠB-TUO, Lumírova 13/630, 700 30 Ostrava – Výškovice, e-mail:

[lenka.malerova@vsb.cz](mailto:lenka.malerova@vsb.cz)

<sup>3</sup> Fakulta bezpečnostního inženýrství, VŠB-TUO, Lumírova 13/630, 700 30 Ostrava – Výškovice, e-mail:

[marek.smetana@vsb.cz](mailto:marek.smetana@vsb.cz)

<sup>4</sup> Ekonomická fakulta, VŠB-TUO, Sokolská tř. 2416/33, 702 00 Moravská Ostrava a Přívoz, e-mail:

[hana.stverkova@vsb.cz](mailto:hana.stverkova@vsb.cz)

<sup>5</sup> Fakulta bezpečnostního inženýrství, VŠB-TUO, Lumírova 13/630, 700 30 Ostrava – Výškovice, e-mail:

[jana.wojnarova@vsb.cz](mailto:jana.wojnarova@vsb.cz)

#### Abstrakt

V současné době se do popředí dostávají diskuze zabývající se tématem zajištění bezpečnosti komunity na základě intenzivnějších výskytů a následků způsobené katastrofami či mimořádnými událostmi. Stávající úroveň zranitelnost komunity je ohrožena eskalujícím nebezpečím a je možné očekávat růst potřeby krizového řízení. Řízení rizik společně s krizovým řízením provádí činnosti zaměřené na prevenci, řešení a odstraňování následků způsobené událostmi. Každý stát se k této problematice postavil jinak. Převážně na základě svých zkušeností, které získal daný stát v minulosti během jiných událostí, kde tento souhrn znalostí implementoval do stávající legislativy zabývající se krizovým řízením, nebo se staly podkladem pro vznik nových právních předpisů v daném státu.

Tento článek stručně seznamuje s vývojem a charakteristikou pojmu resilience a poukazuje na potenciální vzájemný vztah mezi dalším pojmem zranitelností, kdy s tímto tématem může úzce souviset i změny klimatu či environmentální rizika. Klíčovým pojetím příspěvku je analýza a komparace národních strategických dokumentů a dalších legislativních předpisů vybraných států zabývajících se právě konceptem resilience a krizového řízení.

**Klíčová slova:** katastrofa · krizové řízení · mimořádná událost · strategický dokument · resilience · zranitelnost

## Abstract

At present, discussions are underway to address the issue of ensuring community safety on the basis of intensified incidents and consequences caused by disasters or emergencies. The current level of vulnerability of the community is threatened by escalating dangers, and the need for crisis management can be expected. Risk management, along with crisis management, performs actions to prevent, address and eliminate the consequences of events. Everyone has come up against this issue differently. Based largely on the experience gained by the State in the past in other events where this knowledge package has been implemented in existing legislation dealing with crisis management, or has become the basis for the emergence of new legislation in that State.

This article briefly introduces the development and characterization of the concept of resilience and points to the potential interrelationship between the other concepts of vulnerability, where climate change or environmental risks can be closely related to this topic. The key concept of the contribution is the analysis and comparison of the national strategy papers and other legislative regulations of selected countries dealing with the concept of resilience and crisis management.

**Keywords:** disaster · crisis management · extraordinary events · strategic document · resilience · vulnerability

## 1. Úvod

Nelze zcela eliminovat mimořádné události<sup>1</sup> ani katastrofy<sup>2</sup>, které komunitu obklopují den, co den. Je pouze možné snížit důsledky způsobené těmito událostmi. Většina států se snaží právě o minimalizaci následků, které vznikly během dané události a debatují nad tím, jak zvýšit resilienci dané komunity na území ohrožené vzniklou událostí. Na toto téma se vedou různé diskuze, které se zabývají nejen resiliencí komunity, ale i její zranitelností. Velká část publikací se snaží charakterizovat způsoby chování komunity při mimořádných událostech a možnosti připravenosti na katastrofy. Ekonomické a lidské ztráty způsobené mimořádnými událostmi či katastrofami závisí na vyspělosti státu, kde k události dojde. Ve vyspělých státech může dojít ke snížení lidských obětí na základě výstavby preventivních opatření, ale na úkor financí, které je nutné do opatření vložit. V rozvojových zemích je tato situace opačná. V současném globalizovaném světě, ale může mít vzniklá událost dopady i na jiné státy. Na základě těchto

---

<sup>1</sup> Mimořádná událost je chápána dle zákona č.239/2000, Sb. o integrovaném záchranném systému jako „škodlivé působení sil a jevů vyvolaných činností člověka, přírodními vlivy, a také havárie, které ohrožují život, zdraví, majetek nebo životní prostředí a vyžadují provedení záchranných a likvidačních prací“.

<sup>2</sup> Katastrofa je chápána jako „náhle vzniklá mimořádná událost velkého rozsahu, kdy řešení situace může být úspěšné jen tehdy, uplatní-li se koordinovaný postup záchranných složek. Kritériem pro katastrofu je více než 50 postižených bez rozdílu počtu mrtvých, těžce zraněných či lehce zraněných“.

informáci se rozhodla Organizace spojených národů (dále OSN) zaměřit na problematiku řešení katastrof. Pod záštitou OSN se uskutečnilo několik konferencí zabývajících se tématy životního prostředí, změny klimatu, ale také problematiky řešení katastrof a resilience. Mezi další významné organizace, které se zabývají snižováním katastrof je Úřad OSN pro snižování rizika katastrof (dále UNISDR). Cílem této organizace je vytvořit odolné národy a komunity vůči katastrofám. Vytvořením takovýchto odolných národů a komunit by mělo být základní podmínkou a výchozím bodem pro udržitelný rozvoj.

Cílem předkládaného příspěvku je představení vybraných pojmů (resilience a zranitelnost) a analýza konceptů využívaných ve vybraných zemích v oblasti krizového řízení.

## 2. Historie a evoluce výrazů resilience a zranitelnosti

Resilience a zranitelnost se v poslední době staly klíčovými slovy v oblasti řízení rizik a bezpečnosti. Oba pojmy jsou široce používány k označení obecných stavů – tato komunita je „resilientní“, infrastruktura je „zranitelná“ na útok atp. Přestože jsou tyto pojmy součástí krizového řízení, jejich skutečné významy se mohou lišit stejně jako jejich kontext. Na internetu a v různých publikacích zaměřených na bezpečnost a krizové řízení se dá najít nespočet výkladů popisující charakteristiku a vznik pojmů resilience a zranitelnosti.

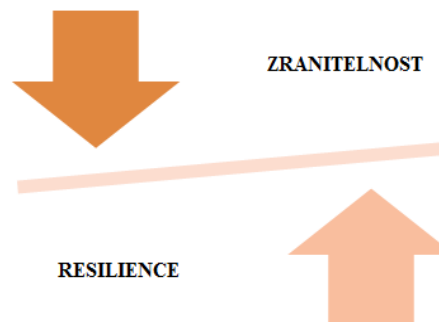
Pojem resilience pochází z latinských slov „resilio, resilire“, které je možné přeložit jako odskočit, či návrat zpět. Jako první byla resilience použita v přírodních vědách pro popis materiálu vystavený fyzickým otřesům, později v psychologii byla chápána jako schopnost komunity nebo jednotlivce vyrovnat se s nepřízní osudu, traumaty, nebo jinými významnými událostmi, které jsou zdrojem stresu. V ekologii byl následně pojem spojován s ekologickým systémem jako míra vytrvalosti, který se setkal s nepředvídatelnými poruchami a schopností absorbovat změnu. [1,2,3,4]

Pojem zranitelnost pochází z latinského slova „vulnus“, což je možné přeložit jako zranění. Zranitelnost, tak odkazuje na stav křehkosti a dispozici ke zranění. Definice zranitelnosti začala být používána v roce 1970 v souvislosti s řízením rizik pro popis zranitelnosti některých komunit nebo území, které jsou ohrožovány environmentálními nebo socioekonomickými riziky, jako je například zemětřesení nebo narušení dodávek potravin. V 21. století se používání výrazu zranitelnosti výrazně zvýšilo s přijetím Mezivládního panelu pro změnu klimatu (IPCC), aby bylo možné zhodnotit potenciální dopady globálního oteplování na regionální a globální úrovni. Na základě této skutečnosti se zranitelnost začala používat v souvislosti s mitigací a adaptací. [2,4,5]

Schopnost zvládnout a přizpůsobit se rizikům spojuje zranitelnost s konceptem resilience. Organizace UNISDR definuje zranitelnost jako „*schopnost systému odolat nebo se změnit, aby získal přijatelnou úroveň fungování a struktury*“, resilienci definuje jako: „*schopnost systému, komunity nebo společnosti odolávat vystavenému nebezpečí, absorbovat, přizpůsobit se,*

*adaptovat, transformovat a zotavit se včas a efektívne z účinků nebezpečí, včetně zachování a obnovy nezbytně základních struktur a funkcí prostřednictvím řízení rizik“.* [6]

I přes zvyšující se množství publikací zabývající se resiliencí a zranitelností, nejsou v nich dostatečně identifikovány vazby mezi těmito pojmy. Často se lidé domnívají, že resilience a zranitelnost jsou protikladem: čím resilientní je komunita, tím méně bude zranitelná při vzniku mimořádné události nebo katastrofě (obrázek 1), nebo je resilience součástí zranitelnosti (obrázek 2). I když to může být pravda v některých případech,



Obrázek 1: Zranitelnost protiklad resilience – vlastní zpracování



Obrázek 2: Resilience součástí zranitelnosti – vlastní zpracování

není tomu vždy tak. Resilience především odkazuje na vlastnosti systému jako celku, zranitelnost je zaměřena na rozdíly mezi složkami systému. Například resilience komunity je spíše chápána jako vztah mezi lidmi než součtem resilience každého jednotlivce, protože kombinace resilience jednotlivců nezaručuje resilienci komunity. Komunita může být jako celek odolná, ale jelikož se skládá ze zranitelných skupin obyvatelstva, tak jejich potřeby nemusí být splněny kapacitami na úrovni komunity. V tomto smyslu je kladen důraz na společnost, v níž se vytváří lidské vztahy a interakce (například možnost požádání pomoci od přátel, příbuzných nebo sousedů). [5]

### 3. Strategické dokumenty a právní předpisy v oblasti civilní ochrany

Ochrana obyvatelstva před katastrofami a mimořádnými událostmi je trvalý proces, který vyžaduje, aby byly mechanismy prevence a řízení rizik pravidelně přizpůsobovány neustále se měnícímu ekologickému, technologickému a sociálnímu prostředí. Periodická analýza relevantních střednědobých a dlouhodobých trendů včetně jejich vlivů na systém civilní ochrany a systematickou analýzu rizik tvoří základní nástroje pro optimalizaci tohoto systému.

V následující kapitole budou představeny národní strategické dokumenty a právní předpisy. Vzhledem k rozsahu dané problematiky není provedena komplexní analýza strategických dokumentů a legislativ všech států, ale jsou uvedeny příklady koncepcí, které se zabývají problematikou resilience a zranitelnosti v oblasti krizového řízení.

#### 3.1. Austrálie

Každý rok je australská společnost ohrožována řadou rozsáhlých a ničivých přírodních katastrof, včetně katastrofických požárů buší, dalekosáhlých přivalových dešťů, které

způsobují povodně, zničujících bouří a katastrofy, jejichž důsledky mají výrazný dopad na komunitu, ekonomiku, infrastrukturu a životní prostředí. Přírodní katastrofy jsou charakteristické pro australské klima a krajinu a vznik hrozeb bude pravděpodobně pokračovat i nadále, neboť změna klimatu způsobuje, že počasí je méně předvídatelné a extrémnější. Austrálie se i přesto dobře vyrovnává s přírodními katastrofami prostřednictvím dobře zavedených a kooperativních opatření pro řízení mimořádných událostí, efektivních schopností a profesionálního a dobrovolnického personálu. Australané se už delší dobu zabývají resiliencí vůči důsledkům způsobené přírodními katastrofami, včetně schopnosti inovovat a adaptovat se. Znamená to, že se snaží podporovat komunitu, která je v nouzi a je soběstačná a schopná odolávat a zotavovat se z katastrof. Tyto důležité informace jsou zmíněny v dokumentu „National strategy for disaster resilience“. Vzhledem k rostoucí pravidelnosti a závažnosti přírodních katastrof australská vláda uznala, že je potřeba zvýšit schopnost odolávat a zotavit se z katastrof (resilience). Komunita bude resilientní pouze tehdy, pokud bude spolupracovat tak, aby pochopila a zvládla rizika, která je ohrožují. V dokumentu se klade důraz na kolektivní odpovědnost všech odvětví společnosti, včetně všech úrovní vlády, podniků, nevládního sektoru a jednotlivců. Pokud budou všechna tato odvětví spolupracovat s jednotným zaměřením a společným smyslem odpovědnosti za účelem zlepšení resilience vůči katastrofám, budou mnohem účinnější než individuální úsilí jednoho sektoru. [7]

V Austrálii existuje několik způsobů definování resilience komunity. Spíše než definovat resilienci vůči katastrofám, se snaží Australané zaměřit na strategii, která má společnou charakteristiku pro komunity, jednotlivce a organizace, které jsou resilientní vůči přírodním katastrofám. Mezi společné znaky patří: fungovat i během stresu, úspěšná adaptace, samostatnost (soběstačnost) a sociální schopnost. Resilientní komunity také sdílí důležitost sociální podpory systémů, jako je sousedství, rodinné a příbuzenské vztahy, sociální soudržnost, vzájemné zájmové skupiny a vzájemné sousední skupiny. [7]

### **3.2. Česká republika**

V České republice jsou v oblasti ochrany obyvatelstva obecně přijímány koncepce zaměřující se na prevenci ochrany obyvatelstva. Koncepce ochrany obyvatelstva představuje základní strategický dokument, kde výchozím podkladem pro její zpracování je zejména Bezpečnostní strategie České republiky, ve které jsou identifikované bezpečnostní hrozby a zájmy České republiky. Cílem koncepce je analyzovat a rozpracovat úkoly a vize v oblasti ochrany obyvatelstva a krizového řízení a zajistit jejich implementaci a realizaci v praxi. Vzhledem k rozsahu řešené problematiky se na zpracování podílí Ministerstvo Vnitra, které úzce spolupracuje s dalšími orgány veřejné správy. Výsledkem je koncepce, která řeší problematiku ochrany obyvatelstva komplexně.

Koncepce ochrany obyvatelstva do roku 2006 s výhledem do roku 2015 [8] charakterizovala dosavadní stav v oblasti ochrany obyvatelstva a navrhovala řešení stávajících problémů. Vznik koncepce reaguje na mezinárodní události po 11. září 2001. hlavním cílem koncepce je

definování vazeb a úkolů jednotlivých úrovní veřejné správy a zaměřit se na zvýšení úrovně připravenosti pracovníků veřejné správy. Koncepce klade důraz na eskalaci okruhu hrozeb a rizik nevojenského původu a zaměřuje se na plnění úkolů ochrany obyvatelstva při každodenních mimořádných událostech. Druhá Koncepce ochrany obyvatelstva do roku 2013 s výhledem do roku 2020 [9] se opět zdůrazňuje potřebu informovanosti a vzdělávání v oblasti ochrany obyvatelstva, posílení a materiální zabezpečení složek IZS. V nejaktuálnější Koncepti ochrany obyvatelstva do roku 2020 s výhledem do roku 2030 [10] je stěžejní SWOT analýza a zaměřuje se na komparaci vývoje civilní ochrany (obran), od minulosti, přes současnost až po budoucí pojetí ochrany obyvatelstva. Formuluje základní principy ochrany obyvatelstva a definuje její významné oblasti a nástroje, prostřednictvím kterých je prakticky realizována.

V průběhu vzniku všech koncepcí dochází k rozvoji chápání pojmu ochrany obyvatelstva, všechny definované strategické cíle směřují k zajištění základních funkcí státu, tedy ke zajištění bezpečnosti obyvatelstva a ochrany jejich životů, zdraví a majetku. Poslední koncepce se zaměřuje na širší zapojení občanů do systému ochrany obyvatelstva cestou zvýšení jejich sebeochrany za zvýšení informací a znalostí získaných v rámci systému výchovy a přípravy na mimořádné události a krizové situace, tzv. zvyšování resilience komunity.

### **3.3. OSN - Světové konference o snižování rizik katastrof**

První konference se uskutečnila v roce 1994 v japonském městě Yokohama, výsledkem této konference byl vznik významného dokumentu zaměřující se na hodnocení rizik a rozvoje prevence a připravenosti na katastrofy: „Yokohamská strategie pro bezpečnější svět a Akční plán pro bezpečnější svět: Pokyny pro předcházení přírodním katastrofám, připravenost a zmírnění“ [11]. V tomto dokumentu se také objevuje první zmínka o resilienci, kde se poukazuje na potřebu posílit resilienci a sebevědomí místních komunit a vypořádání se s přírodními událostmi prostřednictvím dostupných znalostí, postupů a hodnot v rámci rozvojových činností. Hlavní pozornost byla věnována nejméně rozvinutým státům, neboť vyšší zranitelnost těchto států je způsobena špatnou ekonomickou situací a nízkými nebo sociálními službami. OSN v roce 2005 pořádala v Hyogo druhou konferenci, kdy výsledkem byl dokument: „Rámec pro činnost z Hyogo na období 2005-2015: Budování resilience národů a společností vůči katastrofám“ [12]. Cílem tohoto strategického dokumentu je snížení následků katastrof na životech a na sociálních, ekonomických a environmentálních činnostech komunit a zemí. Díky tomuto konceptu dochází ke snahám o hledání řešení zaměřené na resilienci komunity, jak by komunita mohla reagovat na vzniklou katastrofu, neboť důsledky způsobené vzniklou katastrofou mají většinou dopad na životy a zdraví právě komunity či jednotlivců.

Třetí světová konference pořádána OSN byla v roce 2015 v japonském Sendai. Výsledkem této konference byl dokument: „Sendai rámec pro snižování rizik katastrof pro období 2015-2030“ [13]. Tento rámec navazuje na předešlý rámec z Hyogo ohledně snížení rizik katastrof, které mají vliv na ztrátách na životech a zdraví komunity, ale i ekonomické nebo kulturní



aspekty. Klade väčší dôraz na realizaci udržiteľného rozvoje, a hlavne posílení investic na řešení snížení rizik, zvýšení resilience a připravenosti na katastrofy pro efektivní reakce.

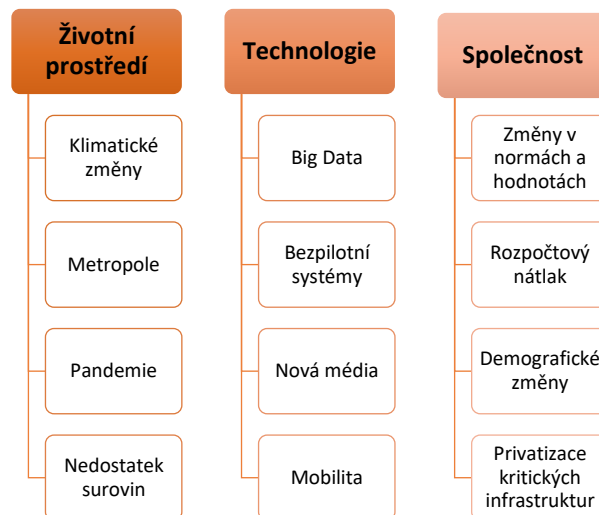
Rámec definuje společnou odpovědnost zúčastněných stran a jejich úlohu, které musí zaujímat v oblasti snižování rizik katastrof, přičemž primární odpovědnost za prevenci a snížení rizik katastrof má stát. Cílem je snaha řízení všech rizik katastrof ve všech úrovních, v rámci jednotlivých odvětví a napříč mezi nimi.

### 3.4. Švýcarsko

Zejména s technicky vyvolanými mimořádnými událostmi mohou bezpečnostní opatření snížit pravděpodobnost vzniku takového nebezpečí. Pro většinu přírodních mimořádných událostí (například extrémní studená fronta) tomu tak není. Proto je velmi důležité, aby taková komunita, jako je Švýcarsko, měla schopnost zvládnout a zotavit se z takové situace. Jedním z cílů havarijního či krizového plánování je umožnit rychlý návrat k normálu po katastrofě nebo mimořádné události. Bezpečnost a bezpečnostní opatření, havarijní nebo krizové plánování a flexibilita jsou součástí resilience. To poskytuje silný základ pro účinnou reakci na tyto vzniklé situace.

Dokument „Mapping Social Vulnerability in Switzerland“ zdůrazňuje důležitost zaměření se na zranitelnost s ohledem na způsob, jak lidé v komunitách budou reagovat a zotaví se z tohoto nebezpečí (resilience). Dokument se snaží definovat pojem zranitelnost ve vztahu k riziku, nebezpečí, resilience a integrovanému řízení rizik. Zranitelnost je brána v kontextu s rizikem katastrof a pojem se používá v souvislosti s jednotlivci, komunitou, ekosystémem, technologickými systémy a celou řadou dalších sociálních, strukturálních, kulturních a ekologických složek. Dále je v dokumentu zmíněna studie jejíž snahou bylo snížení sociální zranitelnosti. Studie zjistila, že i přesto že se Švýcarsko řadí mezi vyspělé státy na světě, tak zde sociální zranitelnost více méně neexistuje. Na základě těchto zjištěných informací Švýcarsko klade důraz na prohloubení znalostí o sociální zranitelnosti v souvislosti s řízením katastrof [14]. Dalším strategickým dokumentem souvisejícím se zranitelností a resiliencí komunity je „Trend Analysis Civil Protection 2025“. Tento dokument poskytuje přehled o řadě aktuálně sledovaných trendů, které mohou v příštích 5 až 10 letech výrazně ovlivnit vývoj systému civilní ochrany ve Švýcarsku. Cílem této studie je analyzovat relevantní trendy a identifikovat modifikace, které jsou nezbytné k udržení a optimalizaci civilní ochrany v letech 2015-2025. Dokument dále popisuje studii skládající se ze systematické analýzy environmentálních, technologických a sociálních trendů a jejich souvisejících výzev, příležitostí a důsledků související s civilní ochranou, podrobněji zkoumá interference a interakce mezi identifikovanými trendy a vyvozuje obecné závěry týkající se úprav systému civilní ochrany. Obě části jsou založeny na analýze úředních dokumentů a statistik, vědeckých studií a zpráv mezinárodních a nevládních organizací [15].

Dokument se celkově zabývá 3 hlavními oblastmi, kdy každá je ještě rozdělena na další podskupiny. Grafické znázornění dělení oblastí je na obrázku 3. Finální analýza dospěla k závěru, že každý ze zkoumaných trendů v této studii má důsledky pro civilní ochranu ve Švýcarsku, ovšem rozsah dopadů, které mohou ovlivnit komunitu, se značně liší. Důraz je kladen na včasné identifikování trendů, předvídání vlivů na civilní ochranu a následné a včasné zavedení vhodných řešení. Výsledkem studie je zaměření se na posílení mechanismů spolupráce a koordinace s průmysly a podniky a dalšími společnostmi, zvýšení zapojení obyvatel do plánování ochrany před katastrofami, posílení adaptability struktur a procesů samotné civilní ochrany [15].



Obrázek 3: Grafické znázornění dělení oblastí v dokumentu [15]

#### 4. ZÁVĚR

Tento příspěvek se zabývá resiliencí a zranitelností jako dvěma význačnými slovy v oblasti krizového řízení. Shrnuje rozbor těchto dvou pojmů a jejich vzájemné vztahy. Obě slova vychází z latinských slov „resilire, resilio“ a „vulnus“ a jedním z možných překladů je krok zpět (resilience) a zranění (zranitelnost). Obě slova jsou v této době velmi často používána, ovšem většina je používá ve špatném kontextu. Velká část lidí chápe resilienci jako protiklad ke zranitelnosti, nebo ji bere jakou součást zranitelnosti. Ve skutečnosti resilience odkazuje na vlastnosti systému jako celku, zranitelnost je zaměřena na rozdíly mezi složkami systému.

Hlavním cílem příspěvku je přehled a analýza vybraných současných strategických dokumentů a koncepcí zaměřující se nejen na krizové řízení ale i na řešení katastrof, které úzce souvisí s resiliencí a zranitelností. Eskalující ztráty na životech a ekonomické dopady způsobené katastrofami a mimořádnými událostmi vedly nejen mezinárodní organizace, ale i státy ke snaze zajistit koordinované přístupy v oblasti krizového řízení pro snížení rizik katastrof a zvyšování resilience. První snaha o zavedení těchto přístupů měla organizace OSN v rámci světové konference v Yokohamě, konference měla úspěch a navazovaly na ně další dvě konference v Hyogo a Sendai. Všechny strategické dokumenty, které vznikly na základě těchto konferencí, se zaměřují na charakteristiku a podmínky vzniklých událostí a možností realizace preventivních a následných opatření. Hlavním posunem je zaměření na predikci a prevenci rizik, zvyšování resilience a připravenosti na události. Lze vidět velký pokrok ve vnímání řešení problematiky snižování rizik katastrof v oblasti krizového řízení.

V posledných letoch začala austrálska vláda spolupracovať na reforme prístupů k řízení katastrof. Uplatňování přístupu založeném na resilienci není doménou pouze subjektů krizového řízení, jedná se spíše o společnou odpovědnost mezi vládami, komunitami, podniky a jednotlivci. Cílem strategického dokumentu je poskytnutí podrobného návodu na řešení krizových situací pro federální, státní, územní a místní samosprávu, komunity, podniky a jednotlivce. Zatímco tato strategie se zaměřuje na prioritní oblasti zájmu budování resilience komunit vůči katastrofám v celé Austrálii, uznává také, že odolnost vůči katastrofám je společnou odpovědností jednotlivců, domácností, podniků, komunit, stejně jako vlády.

V České republice se první koncepce se zásadně zaměřila na plnění úkolů ochrany obyvatelstva při každodenních mimořádných událostech, druhá koncepce pojala ochranu obyvatelstva v širších souvislostech než jen opatření vyplývající z její základní definice ze zákona č.239/2000 Sb., O integrovaném záchranném systému a v poslední koncepci se mezi strategické priority řadí širší zapojení občanů do systému ochrany obyvatelstva zvýšením sebeochrany za využití informací a znalostí získaných během minulých mimořádných událostí nebo krizových situací.

Ve Švýcarsku se tímto problémem zabývá strategický dokument Trend Analysis Civil Protection 2025, popisuje v něm posílení mechanismů spolupráce a koordinace s průmysly a podniky a dalšími společnostmi, zvýšení zapojení obyvatel do plánování ochrany před katastrofami, posílení adaptability struktur a procesů samotné civilní ochrany.

## Poděkování

Příspěvek byl zpracován v rámci projektu studentské grantové soutěže „Návrh (vytvoření) kategorizace zdrojů umožňující zvládání mimořádných událostí ke vztahu ke komunitě“. Identifikační číslo projektu je SP2017/140.

## Seznam bibliografických odkazů

- [1] ALEXANDER, D. E.: *Resilience and disaster risk reduction: an etymological journey*, Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 13, 2707-2716, <https://doi.org/10.5194/nhess-13-2707-2013>, 2013.
- [2] FEKETE, A., HUFSCHMIDT, G. & KRUSE, S. Int J Disaster Risk Sci (2014) 5: 3. <https://doi.org/10.1007/s13753-014-0008-3>.
- [3] KRISTLOVÁ, E., MALÉŘOVÁ, L., SMETANA, M., ŠTVERKOVÁ, H., WOJNAROVÁ, J., Co se skrývá pod povrchem resilience?, Spektrum 1/2017, ročník 17, SPBI - Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, ISSN: 1804-1639, s. 12-14
- [4] URRUTY, N., TAILLIEZ-LEFEBVRE, D. & HUYGHE, C. AGRON. Sustain. Dev. (2016) 36: 15. <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0347-5>.

VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

- [5] *Measuring Resilience: Benefits and Limitations of Resilience Indices* [online]. Zurich, 2012. Dostupné také z: [https://www.files.ethz.ch/isn/173644/Focal-Report\\_-8-Measuring\\_Resilience\\_2013.pdf](https://www.files.ethz.ch/isn/173644/Focal-Report_-8-Measuring_Resilience_2013.pdf)
- [6] *UNISDR terminology on disaster risk reduction* [online]. United nations, 2009. Dostupné také z: [http://www.unisdr.org/files/7817\\_UNISDRTerminologyEnglish.pdf](http://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologyEnglish.pdf)
- [7] [NATIONAL EMERGENCY MANAGEMENT COMMITTEE (NEMC) FOR THE COUNCIL OF AUSTRALIAN GOVERNMENTS]. *National Strategy for Disaster Resilience: building the resilience of our nation to disasters* [online]. Barton, A.C.T: Council of Australian Governments, 2011 [cit. 2017-09-11]. ISBN 978-192-1725-425.
- [8] Koncepce ochrany obyvatelstva do roku 2006 s výhledem do roku 2015. Praha: Generální ředitelství HZS ČR, 2002. [usnesení vlády ČR č. 416 z 22. 4. 2002, ke Koncepti ochrany obyvatelstva do roku 2006 s výhledem do roku 2015]
- [9] Koncepce ochrany obyvatelstva do roku 2013 s výhledem do roku 2020. Praha: Generální ředitelství HZS ČR, 2008. [usnesení vlády ČR č. 165 z 25. 2. 2008, Vyhodnocení stavu realizace Koncepce ochrany obyvatelstva do roku 2006 s výhledem do roku 2015 a Koncepti ochrany obyvatelstva do roku 2013 s výhledem do roku 2020]
- [10] Koncepce ochrany obyvatelstva do roku 2020 s výhledem do roku 2030. Praha: Generální ředitelství HZS ČR, 2013. [usnesení vlády ČR č. 805 z 23. 10. 2013, ke Koncepti ochrany obyvatelstva do roku 2020 s výhledem do roku 2030]
- [11] *Review of the Yokohama Strategy and Plan of Action for a Safer World* [online]. Kobe, Hyogo: United Nations Office for Disaster Risk Reduction, 2005 [cit. 2017-09-11]. Dostupné z: <http://www.unisdr.org/2005/wcdr/intergover/official-doc/Ldocs/Yokohama-Strategy-English.pdf>
- [12] *Hyogo Framework for Action 2005–2015: Building the Resilience of Nations and Communities to Disasters*. UNISDR [online]. Kobe, Hyogo: United Nations Office for Disaster Risk Reduction, 2005 [cit. 2017-09-11]. Dostupné z: [http://www.unisdr.org/files/1037\\_hyogoframeworkforactionenglish.pdf](http://www.unisdr.org/files/1037_hyogoframeworkforactionenglish.pdf)
- [13] *Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015–2030*. PreventionWeb [online]. Sendai: United Nations, 2015 [cit. 2017-09-11]. Dostupné z: [http://www.preventionweb.net/files/43291\\_sendaiframeworkfordrren.pdf](http://www.preventionweb.net/files/43291_sendaiframeworkfordrren.pdf)
- [14] *Mapping social vulnerability in Switzerland* [online]. Zurich, 2017. Dostupné také z: <https://www.research-collection.ethz.ch/bitstream/handle/20.500.11850/170310/RR-Reports-2017-Social%20Vulnerability.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [15] Trend Analysis 2025: Trend Analysis Civil Protection 2025 Opportunities and challenges in the areas of the Environment, Technology and Society [online]. Dostupné také z: [https://www.researchgate.net/publication/308721635\\_Trend\\_Analysis\\_2025\\_-\\_Trend\\_Analysis\\_Civil\\_Protection\\_2025\\_Opportunities\\_and\\_challenges\\_in\\_the\\_areas\\_of\\_the\\_Environment\\_Technology\\_and\\_Society](https://www.researchgate.net/publication/308721635_Trend_Analysis_2025_-_Trend_Analysis_Civil_Protection_2025_Opportunities_and_challenges_in_the_areas_of_the_Environment_Technology_and_Society)

## EFEKTÍVNÍ NASAZENÍ KUMULATIVNÍCH NÁLOŽÍ JAKO VODNÍHO CHRLIČE PRO UHAŠENÍ OHNISKA INTENZIVNÍHO PLAMENE

### EFFECTIVE PLACING OF CUMULATIVE DUSTS AS A WATER TANKF THE FOOTBALL OF THE INTENSIVE PLANE

Stanislav LICHOROBIEC

Ing. Stanislav Lichorobiec, Ph.D., VŠB – TU Ostrava, Fakulta bezpečnostního inženýrství,  
Lumírova 13, 700 30, Ostrava-Výškovice, tel: +420 602 939 878,  
[stanislav.lichorobiec@vsb.cz](mailto:stanislav.lichorobiec@vsb.cz),

#### Abstrakt

Kumulativní nálože jsou speciálně upravené pyrotechnické výbušné prostředky, které usměrňují povýbuchové zplodiny do jednoho místa díky dutině vytvořené v přední části nálože brizantní trhavinou. Tyto nálože jsou převážně určeny k prorážení, nebo řezání odolných a kovových materiálů. V tomto případě je kumulativní dutina vyplněna vložkou z měkkého kovu, kdy tlakem a teplotou při výbuchu se vytvoří velmi úzký kovový paprsek, který má značné řezací a perforační účinky. Pokud bychom ale předurčili tento typ nálože k efektivnímu a rychlému uhašení ohniska velmi intenzivního plamene vyvolaného prudkým únikem hořlavého plynu nebo kapaliny, pak do přední části musíme umístit místo kovu tekuté médium – vodu. Tímto krokem vytvoříme vysokotlaký vodní paprsek úzkého průřezu doprovázený tlakovou vlnou. Předpoklad je takový, že tlaková vlna, která se pohybuje před vodním paprskem, tzv. sfoukne intenzivní plamen a voda zabezpečí odebrání tepla z epicentra požáru a zamezí jeho znovu rozhoření. Aby se dala trhavinová nálož použít kdekoliv, třeba i v zastavěné oblasti, musí zadní část této nálože obsahovat další masu kapaliny určitého objemu v tzv. ucpávkovém prostoru. Táto vodní ucpávka, jednak umocní dopřední účinek pracovního paprsku a jednak vytvoří vodní mlhu, která do jisté míry, nebo zcela kompenzuje tlakovou vlnu šířící se při výbuchu všemi směry, tedy i dozadu a současně zamezí zahoření lehce zápalných předmětů v této zóně. Tím se vyloučí případné poškození okolních předmětů a stavebních objektů v ohrožené oblasti.

**Klíčová slova:** intenzivní plamen · kumulativní nálož · semtex · vodní chrlič · výbuch

#### Abstract

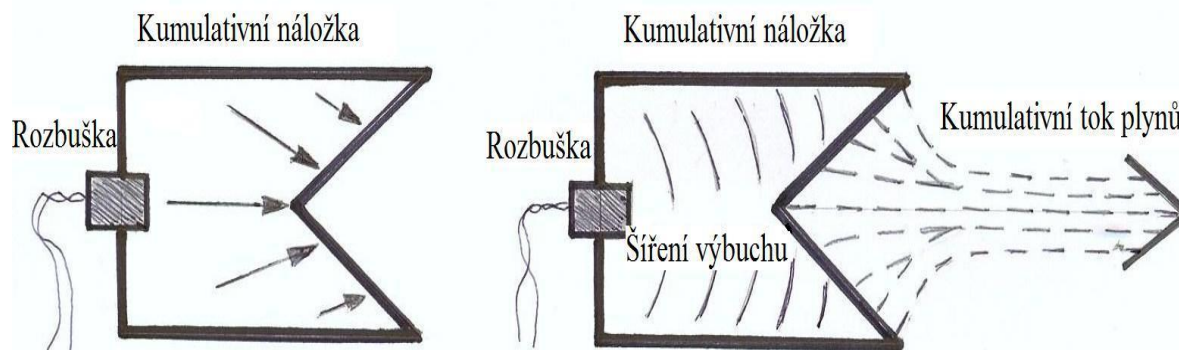
Cumulative charges are specially designed pyrotechnic explosive devices that direct the explosive exhausts to one location thanks to the cavity formed in the front part of the brizant explosive charge. These charges are predominantly designed for piercing or cutting durable

and metallic materials. In this case, the cumulative cavity is filled with a soft metal insert when a very narrow metal beam is created by pressure and the explosion temperature, which has considerable cutting and perforating effects. If, however, we predestined this type of charge to effectively and quickly extinguish the focus of a very intense flame caused by a violent escape of flammable gas or liquid, we must place a fluid medium - water in the front. This step creates a high-pressure water jet of narrow cross section accompanied by a pressure wave. The assumption is that the pressure wave that moves in front of the water jet, the so-called intense flame blows and the water will ensure the removal of heat from the epicenter of the fire and will prevent it from burning again. In order to use the explosive charge anywhere, even in the built-up area, the rear part of the charge must contain a further mass of liquid of a certain volume in the so-called packing space. This water seal, on the one hand, enhances the forward effect of the work beam and, on the other hand, creates a water mist that, to a certain extent, or fully compensates for the explosion-waving pressure wave in both directions, backwards, and at the same time prevents the burning of inflammable objects in this zone. This will exclude potential damage to surrounding objects and building structures in the vulnerable area.

**Key words:** intense flame · Cumulative charge · Semtex · Water spouts · explosion

## 1. Úvod

Při výbuchu brizantní trhavin se vzniklé povýbuchové zplodiny v podstatě šíří všemi směry, které jsou přesně určeny tvarem nálože. Čím je detonační rychlost použité trhavin větší, tím zřetelněji se tyto účinky „směrnosti“ projeví. Tyto plyny vzniklé výbuchem mají tendenci se šířit rychleji z míst, kde je koncentrace výbušniny větší, než z míst, kde je koncentrace menší. Vytvořením vhodné dutiny v takovéto trhavinové náložce se při výbuchu dosáhne usměrnění toku plynů tak, že se spojí do velmi kompaktního a rychlého proudu. Tím lze získat usměrněný proud plynů o velmi vysoké rychlosti, který odpovídá obrovské kumulaci energie, viz obrázek 1 (Cooper a Kurovski, 1996).



Obrázek 1 Vytvoření kumulativního toku plynů, který má průbojný charakter

Figure 1 Creating a cumulative flow of gases that has a propelling character

Proud těchto povýbuchových plynů sám o sobě nemá ještě dostatečnou hustotu, aby měl požadovanou účinnost a mohl způsobit větší destrukci materiálu. Zvýšení jeho hustoty a tím i podstatného zvýšení účinnosti se dosáhne např. vložení kovové vložky do vytvořené dutiny. Tohoto efektu se využívá u prorážení kovových materiálů zejména ve vojenské oblasti. Další variantou je, že tuto dutinu vyplníme nějakým médiem, třeba vodou.

Jednou z vlastností vody je její nestlačitelnost a tím voda svou konzistencí podstatně zvýší – zhmotní i účinnost takovéto usměrněné trhavinové nálože. Upravená kumulativní náložpak svým vodním usměrněným paprskem může účinně působit proti intenzivnímu ohnisku plamene, který je vyvolán tryskajícím hořlavým plynem nebo kapalinou z poškozeného plynového potrubí, zásobníku, cisterny, nebo tlakové láhve a způsobit jeho uhašení. Na hasícím účinku plamene se podílí dva faktory.

Prvním z nich je rázová vlna, která se šíří před vodním paprskem a tzv. sfoukne plamen a druhým faktorem je pohybující se vodní paprsek, který odebere z inkriminovaného místa teplotu, dokoná sfouknutí plamene a zamezí jeho znovu rozhoření.

Detonační tlak je nejvyšší tlak zplodin výbuchu v detonační vlně v případě, že se řídí zákony ideálního plynu dle stavové rovnice (1), (Vávra a Vágenknecht, 2002):

$$p \cdot V = n \cdot M \cdot R \cdot T; \quad p = n \cdot M \cdot R \cdot T / V \quad (1)$$

kde:

$p$  – tlak [MPa],  $V$  – objem [ $m^3$ ],  $n$  – počet molů v 1 kg trhaviny,  $R$  – plynová konstanta,  $T$  – teplota [K],  $M$  – hmotnost výbušniny [kg],

Nejznámějším příkladem urychlování hmoty ve sledovaném kontextu pomocí výbušniny je výstřel, těžba nerostů a hornin, nebo rozrušování ledu na zamrzlých vodních plochách. Nejprůhodnější příměr k urychlení vody pomocí trhaviny lze uplatnit pomocí tzv. Gurney-ho modelu, na jehož základě byla odvozena rychlost výbuchem urychlených fragmentů.

Základem tohoto modelu jsou dva předpoklady (Vávra a Vágenknecht, 2002):

1. detonací dané výbušniny se uvolní určité množství energie na jednotku hmoty výbušniny a tato energie se rozdělí na urychlení inertního materiálu ve formě kinetické energie a energii předanou plyným produktům detonace,
2. vzniklé plynné produkty mají prostorově jednotnou hustotu a lineární 1D profil rychlosti v prostorových rozměrech systému.

Primárně je energie, která je z celkové energie využitelná pro urychlení hmoty vyjádřena hodnotou v rozměrech rychlosti ( $km \cdot s^{-1}$ ), charakteristickou pro každou výbušninu, respektive pro její hustotu a je značena výrazem  $(2 \cdot E)^{1/2}$  tzv. – Gurneyho rychlost. Exaktní stanovení této hodnoty se provádí experimentálně „cylinder“ testem.



Pro trhavinu Semtex-10 SE, při udané tabulkové hustotě  $1,44 (g \cdot cm^{-3})$ , je údaj Gurney-ho rychlosti  $\sqrt{2 \cdot E}$  touto tabulkou stanoven v hodnotě  $2,3 - 2,5 (km \cdot s^{-1})$ .

Podle konkrétně použité trhaviny lze tuto hodnotu vypočítat ze stanovené detonační rychlosti „D“ uvedené trhaviny, pomocí rovnice (2), (Vávra a Vágenknecht, 2002):

$$\sqrt{2 \cdot E} = \frac{D}{2,97} \quad (2)$$

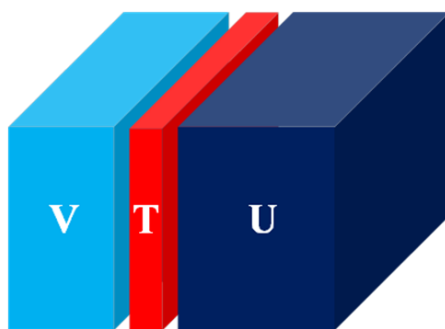
kde:

$\sqrt{2 \cdot E}$  – Gurney-ho rychlost ( $km \cdot s^{-1}$ ), D – detonační rychlost ( $km \cdot s^{-1}$ ) a 2,97 – bezrozměrný koeficient.

Po dosažení hodnoty detonační rychlosti předpokládaně použité trhaviny Semtex 10-SE,  $D = 7,2 km \cdot s^{-1}$ , do této rovnice (2) je hodnota Gurney-ho rychlosti  $\sqrt{2 \cdot E} = 2,43 (km \cdot s^{-1})$ .

Vzhledem k tomu, že sestava vodní kumulativní vodní nálože bude volně stát v prostoru a bude nasměrována na epicentrum plamene, pak matematický model pro výpočet účinnosti této sestavy byl vzat z konstrukčního přirovnání k tzv. asymetrickému sendviči (Vávra a Vágenknecht, 2002).

Matematická rovnice pro výpočet urychlení vody pomocí výbuchu trhaviny je dáná uspořádání tohoto sendviče v posloupnosti – Voda v přední části trhaviny/ Trhavina/Ucpávka-voda v zadní části trhaviny – V/T/U. Schéma přirovnaného sendvičového uspořádání je zobrazeno na obrázku 2.



Obrázek 2 Konstrukční provedení tzv. asymetrického sendviče, pro výpočet urychlených částic vody výbuchem trhaviny (Vávra a Vágenknecht, 2002)

Figure 2 Design of the so-called asymmetric sandwich for the calculation of accelerated water particles by explosive blasting (Vávra and Vágenknecht, 2002)

Matematický výpočet urychlení vody před trhavinou při jejím výbuchu vychází z uvedených rovnic (3) a (4), (Vávra a Vágenknecht, 2002), (Zukas a Walters, 1998):

$$\frac{v}{\sqrt{2 \cdot E}} = \left[ \frac{1+A^3}{3 \cdot (1+A)} + \frac{U}{T} \cdot A^2 + \frac{V}{T} \right]^{-\frac{1}{2}} \quad (3)$$



VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

$$A = \frac{1+2\frac{V}{U}}{1+2\frac{U}{T}} \quad (4)$$

kde:

$v$  – rychlost urychlených částic vody ( $km \cdot s^{-1}$ ),  $\sqrt{2 \cdot E}$  – Gurney-ho rychlost ( $km \cdot s^{-1}$ ),  $U$  – hmotnost ucpávky – vody za trhavinou (kg),  $T$  – hmotnost trhaviny (kg),  $V$  – hmotnost vody před trhavinou (kg).

Při všech druzích výbuchu se šíří tlaková vlna v závislosti na druhu výbušniny, na prostředí a na reakci se stavební konstrukcí v místě výbuchu.

Od epicentra výbuchu se šíří tlaková vlna v kulových vlnoplochách a při dopadu na překážku se odrazí a modifikuje. Účinnost této tlakové vlny je dána:

- velikostí nálože
- vzdáleností a dobou působení

Účinnost uvedené tlakové vlny v zadní část vyvíjených náloží je potřebné utlumit natolik, aby se její vliv na okolní objekty co nejvíce minimalizoval.

Kumulativní nálože při využití jako vodní chrliče by měly tedy pracovat na principu usměrnění pracovního média v přední části, kdy toto médium je pomocí trhaviny kumulováno do vysokotlakého proudu určitého průřezu.

V zadní části této nálože je umístěn daný objem vody v tzv. "ucpávkovém prostoru", který zajišťuje jednak větší dopřední účinek pracovního paprsku a jednak vytváří vodní mlhu v zadní části nálože, která zamezí zahoření lehce zápalných předmětů v této zóně a zároveň podstatně utlumí tlakovou vlnu v zadní části nálože. Tím se vyloučí poškození okolních předmětů a stavebních objektů v ohrožené oblasti (Dojčár et al.,1996).

Při konstrukci speciálních usměrněných nebo kumulativních náloží se používají především trhaviny s větší detonační rychlostí, která se pohybuje nad hranici  $6000 m \cdot s^{-1}$  např.:

- Hexogen RDX ( $8520 m \cdot s^{-1}$ )
- A-IX-1 ( $8700 m \cdot s^{-1}$ )
- H/TNT – 50/50 ( $7270 m \cdot s^{-1}$ )
- H/TNT – 60/40 ( $7800 m \cdot s^{-1}$ )
- Oktogen HMX ( $9100 m \cdot s^{-1}$ )
- Semtex 1A, 1H, 10 ( $7200, 7400, 7300 m \cdot s^{-1}$ )
- Semtex 10-SE ( $7200 m \cdot s^{-1}$ )

## 2. Vývoj prototypu vodního chrliče při využití kumulace

Vzhledem ke snadné manipulaci s plastickou formou trhaviny je experimentálně výhodné využít právě plastickou trhavinu Semtex 10-SE, která se výrobcem dodává v listové podobě o síle 2 mm, šířce 300 mm a délce deseti metrů. Její provedení je přilnavě lepidlo a umístitelné na jakýkoliv tvar kumulativní dutiny. Její detonační schopnosti jsou stabilní a rovnoměrné v celém průměru, viz foto experimentálního testu na obrázku 3.

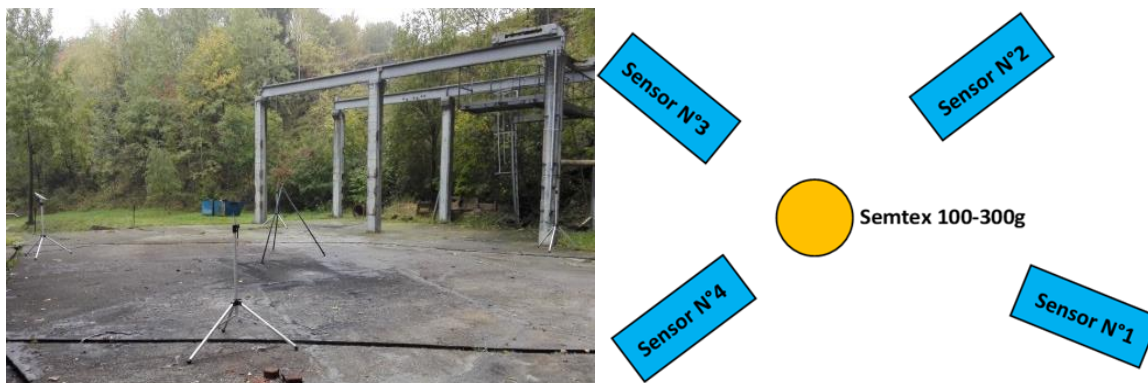


Obrázek 3 Test rovnoměrnosti výbuchu trhaviny Semtex 10-SE,  $t = 5,236$  ms,

Figure 3 Explosion Examination Test Semtex 10-SE,  $t = 5,236$  ms,

V rámci prvotních testů byla prováděna měření šíření velikosti rázové vlny v okolí zkušební vzorku této trhaviny. Trhavina byla vymodelovaná do tvaru koule, při hmotnostech vzorků 100, 200 a 300 gramů.

Na obrázku 4 je znázorněna prostorová geometrie rozmístění tlakových sensorů měřiče rázové vlny v okolí epicentra výbuchu, ve vzdálenostech uvedených v tabulce 1, a to z důvodu získání relevantní informace o velikosti tlakové vlny, která se bude šířit všemi směry prostorem v místě výbuchu kumulativních náloží různých hmotností.



Obrázek 4 Geometrie rozmístění tlakových snímačů pro měření rázové vlny

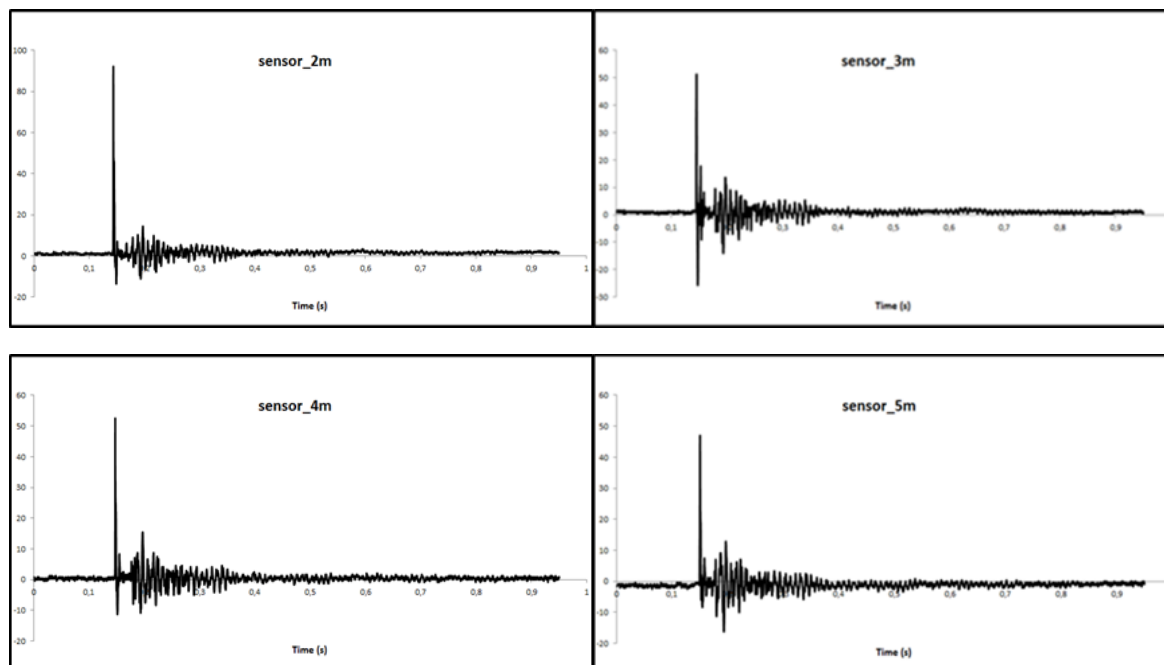
Figure 4 Geometry of the location of pressure sensors for shock wave measurement

Tabulka 1 Vzdálenosti tlakových snímačů od epicentra výbuchu

Table 1 Distances of the pressure sensors from the epicenter of the explosion

Číslo senzoru	1	2	3	4
Vzdálenost (m)	5	4	3	2

Na grafech, viz obrázek 5, jsou zobrazeny průběhy a velikosti rázové vlny v definovaných vzdálenostech od měřeného vzorku trhaviny – epicentra výbuchu. Výsledky odpovídají trhavině Semtex 10-SE o hmotnosti 300 g.



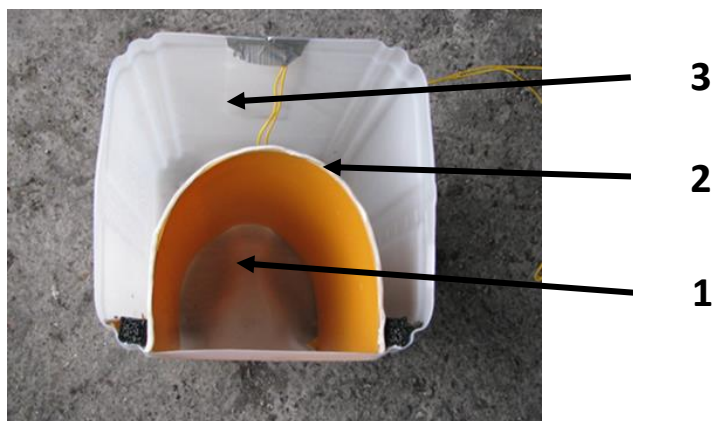
Obrázek 5 Průběhy rázových vln trhaviny Semtex 10-SE, 300 g

Figure 5 Extreme shock waveforms of Semtex 10-SE, 300 g

Pro potvrzení uvedené teorie asymetrického sendviče, byl konstrukčně řešen prototyp vodního chrliče pro praktickou realizaci zkoušek s cílem, zdali bude vytvořen potřebný

kumulatívny tlakový prúd vody pro pôsobení na dané epicentrum ohnivého zdroje. Testy měly potvrdit i účinnosť vodní masy v ucpávkovém prostoru, pro eliminaci rázové vlny v zadní části nálože. Jako obal nálože byl zvolen běžný plastový kanystr, kterému byla odřezána vrchní část tak, aby se dovnitř dala umístit kumulativní plastová vložka s trhavinou, viz obrázek 6, kde:

- č. 1 je prostor kumulativní dutiny pro umístění pracovní vodní masy,
- č. 2 je trhavina typu Semtex 10-SE, nalepená na kumulativní dutinu s rozbuškou,
- č. 3 je zadní prostor nálože pro umístění vodní masy, který funguje jako ucpávka.



Obrázek 6 Konstrukce kumulativní nálože v plastovém kanystru

Figure 6 Construction of a cumulative charge in a plastic can

Na obrázku 7 a 8 jsou pak vidět dvě velikosti takto provizorně vyrobených kumulativních náloží za využití kanystrů o objemech – 5 a 10 litrů vody celkově v přední i zadní části trhaviny (vlevo) a již připravená kumulativní nálož s trhavinou a iniciátorem, před napuštěním vodou (vpravo) pro provedení experimentálních zkoušek účinnosti vodního chrliče.



Obrázek 7 a 8 Vyrobené náložky dvou velikostí (vlevo) a s umístěnou trhavinou (vpravo)

Figure 7 and 8 Manufactured two-dimensional charges (left) and explosive placed (right)

Obrázky 9 a 10 dokumentují vytvoření tlakového vodního paprsku v přední části nálože letící rychlostí cca 580 m/s.



Obrázek 9 a 10 Test improvizované vodní nálože 5 l, t = 0,6 ms a 10 l, t = 1,5 ms

Figure 9 and 10 Improved water test 5 l, t = 0.6 ms and 10 l, t = 1.5 ms

### 3. Ideový návrh prototypu vodního chrliče

Celkový ideový návrh prototypu kumulativní vodní nálože je uveden pomocí tzv. prostorové designové vizualizace jednotlivých komponentů. Obrázek 11 pak dokumentuje plošné rozkreslení jednotlivých funkčních dílů prototypu v barevném provedení takto:

**Vnitřní kanystr** – (modrá barva) je pracovní. Jeho náplň vody je usměrněna při výbuchu do kumulativního pracovního paprsku. Měl by obsahově pojmout cca do 10 litrů kapaliny, pro vytvoření mohutného usměrněného vodního proudu. V dolní části je opatřen výškově nastavitelnou podstavou (šedá barva), pro korekci výšky prototypu při jeho konkrétním umístění.

**Trhavina** – (červená barva) je vytvarována do kumulativního tvaru tím, že kopíruje tvar vnitřního kanystru. Jak již bylo uvedeno, jedná se o plastickou trhavinu typu Semtex 10-SE. Musí být určitým způsobem fixována k vymezenému tvaru na kanystru proto, aby nebyla později deformována nasunutím vnějšího kanystru, který plní funkci zadní ucpávky.

**Vnější kanystr** – (zelená barva) je ucpávkový. Zajišťuje lepší využití tlakové vlny směrem dopředu a do zadního prostoru vytváří v něm umístěná kapalina při výbuchu trhaviny oblak



mlhoviny pro kompenzaci zápalného tepla. Nasouvá se na pracovní kanystr obalený trhavinou tak, aby se vytvořil kompaktní celek vodní kumulativní nálože pro lepší manipulaci s ní. Měl by obsahově pojmout cca 60 litrů vody (Lichorobiec a Barčová, 2015).



Obrázek 11 Rozložený ideový návrh prototypu kumulativní nálože jako vodního chrliče

Figure 11 Spreadsheet idea of a cumulative charge prototype as a water spout

#### 4. Diskuse – výhody prototypu:

- Jednoduchá konstrukce – jeden celistvý prvek, který bude složen ze dvou samostatných částí, se opatří trhavinou s iniciátorem a napustí vodou,
- Časový úsek dopravy, složení a aktivace na místě použití bude velmi krátký,
- Výroba segmentových kanystrů není složitá, takže finální výrobek nebude finančně nákladný,
- Neobsahuje kovové prvky, a proto nehrozí fragmentace kovovými střepinami,
- Rozlet zbytků plastů při použití improvizovaných vodních kumulativních náloží konstruovaných v kanystrech se projevil do vzdálenosti max. 5 – 8 metrů,
- Před samotným vodním paprskem, který je vytvořen vlivem kumulace, se pohybuje rázová vlna výbuchu, viditelná na video snímcích z rychloběžné kamery, která má zhášecí účinek vepicentrum intenzivního plamene. Samotný vodní paprsek působí chladícím účinkem, takže odebere z daného místa teplo a neumožní znovu rozhoření plamene. Využitím těchto jevů při provedení dalších praktických testů by mělo tuto teorii potvrdit.
- Zadní ucpávkový kanystr by měl mít dostatečný objem vody, který vytvoří vodní mlhovinu pro utlumení ohnivého a tepelného účinku při výbuchu pracovní trhavinu. Tím se zamezí vzniku sekundárních požárů a zároveň dojde k útlumu vlivu rázové vlny šířící se do zadní části vodního chrliče, což neohrozí okolní objekty v případné zástavbě.

## 5. Závěr

Na základě těchto uvedených faktů vyplývajících z provedených prvotních experimentů lze tedy říci, že vývoj kumulativní vodní nálože ve formě vodního chrliče a jeho praktické zavedení v budoucnu podstatně doplní sortiment prostředků pro bezpečnou likvidaci ohniska intenzivního plamene a je kreativní se tímto problémem v další vývojové fázi zabývat. Tyto pyrotechnické prostředky s mohutnou zhášecí schopnosti plamene v současnosti chybí ve výbavě jednotek HZS, který tyto problémy ve své gesci řeší.

## Poděkování

Příspěvek byl vypracován v rámci projektu řešeném v Programu bezpečnostního výzkumu MVČR – BV III/1-VS, pod názvem „Vývoj záchranných destrukčních náloží pro likvidaci staticky narušených budov“, vedený pod číslem VI 20152019047.

## Seznam bibliografických odkazů

1. Vávra P, Vágenknecht J. Teorie působení výbuchu, Univerzita Pardubice, Fakulta chemicko-technologická, 2002, 2004, ISBN 80-7194-494-7.
2. Dojčár et al. Trhacia technika, Montanex, a. s., Ostrava, 1996, ISBN 80-85780-69-0.
3. Cooper, P. W., Kurovski, S. R. Introduction to the Technology of Explosives, VCH Publ., USA 1996.
4. Zukas A. J, Walters W. P. Explosive Effects and Applications, Springer-Verlag, N.Y. 1998.
5. Lichorobiec S. Barcova K. Verification of the Efficacy of the Special Water Shaped Charge
6. Prototype, Defence Science Journal, Vol. 65, No. 5, September 2015, pp. 363-366, DOI :
7. 10.14429/dsj.65.8850.

## PROTIPOŽIARNA OCHRANA NA LETISKU

### AIRPORT FIRE PROTECTION

Dorota LIPTÁKOVÁ<sup>\*1</sup> – Edina JENČOVÁ<sup>2</sup> – Zuzana ŠUSTEROVÁ<sup>3</sup>

\*Corresponding author

<sup>1</sup>Faculty of Aeronautics, Technical University of Košice, Rampová 7, Košice 040 01, Slovakia,  
+421 944 199 804, [dorota.liptakova@tuke.sk](mailto:dorota.liptakova@tuke.sk)

<sup>2</sup>Faculty of Aeronautics, Technical University of Košice, Rampová 7, Košice 040 01, Slovakia,  
[edina.jencova@tuke.sk](mailto:edina.jencova@tuke.sk)

<sup>3</sup>Faculty of Aeronautics, Technical University of Košice, Rampová 7, Košice 040 01, Slovakia,  
[zuzana.susterova@tuke.sk](mailto:zuzana.susterova@tuke.sk)

#### Abstrakt

Zámerom príspevku je opísať komplikácie pri plánovaní a zabezpečovaní protipožiarnej ochrany v priestoroch letiska. Na príklade známeho požiaru na Medzinárodnom letisku v Dusseldorfe, ktorý si vyžiadal 17 mŕtvych, poukazujú na nevyhnutnosť vhodného plánovania únikových ciest. Zároveň vyzdvihujú špecifiká medzinárodnej leteckej dopravy, kedy sa na jednom mieste v jednom momente nachádzajú osoby rôznych národností, kultúr, s rôznymi jazykovými a inými bariérami ako aj s rôznymi skúsenosťami so správaním sa v krízových situáciách. Autori opisujú základné princípy protipožiarnej ochrany a dávajú ich do súvislosti s rizikami a možnosťami protipožiarnej ochrany v priestoroch letísk. Zároveň navrhujú vnímať letisko ako predĺženie samotného lietadla a uplatňovať princípy blízke letovej a palubnej posádke. Princípy manažmentu zdrojov posádky CRM začali byť v priebehu niekoľkých rokov preberané a implementované aj v ďalších oblastiach ľudskej činnosti. Známe sú príklady z chirurgických operačných sál, ako aj zo zásahov požiarnych posádok. Je len prirodzené, aby sa rovnaké princípy uplatňovali vo všetkých fázach leteckého prepravného procesu.

**Kľúčové slová:** Evakuácia · Manažment zdrojov posádky CRM · Letisko · Protipožiarna bezpečnosť

#### Abstract

The aim of the paper is to describe the complications in the planning and provision of fire protection at the airport's premises. Using the example of the Düsseldorf International Airport fire, which claimed 17 deaths, the authors point to the need for an appropriate escape route planning. At the same time, they highlight the specificities of international air transport, where at one point people of different nationalities, cultures, different linguistic and other barriers, as well as people with various experiences with the crisis situation are located. The authors describe the basic principles of fire protection and put them in relation with the risks and



possibilities of fire protection at the airports. At the same time, the paper proposes the airport as an extension of the aircraft itself and applies principles close to the cabin and cockpit crew. The principles of Crew Resource Management CRM have been taken over and implemented in other areas of human activity over the course of several years. There are examples of surgery rooms as well as fire brigade interventions. It is only natural for the same principles to apply at all stages of the air transport process.

**Keywords:** Airport facility · Crew Resource Management CRM · Evacuation · Fire safety.

## 1. Introduction

Air transport is the fastest growing mode of transportation. Over the course of a century, it has made incredible progress and has enabled to transport millions of passengers on a daily basis. By air transport people and goods can overcome huge distances over a short period of time. As part of the air transport process, people from different parts of the world who have different educational, cultural and economic backgrounds can meet in one place at one point of time. Despite the internationality of the aviation, there may be a language barrier between them.

This internationality of the aviation transportation process also means that the same standards and rules are applied globally to ensure a unified level of safety and security for travellers worldwide. Aviation regulations are based on international conventions which set a minimum level of protection. Passengers can meet uniform signs, uniform procedures, security checks and processes while travelling anywhere in the world. Differences, of course, exist. Each country can apply its own rules and standards, which are also based on local legislation, traditions and culture. The most important thing is to accept the internationality and the occurrence of possible inequalities, which might accompany this highly regulated environment.

Nevertheless, there are communication methods that everyone can understand, even without the knowledge of language or local culture. With the correct use of practices used in aviation for several years and a thoughtful teamwork it is possible to ensure the safety of passengers in any circumstances.

## 2. Basic knowledge about fire safety and airport fire hazards

Fire presents the highest known risk factor for any business or organization. Fire safety, therefore, is the prime consideration in planning any business. The history of aviation is littered with different incident and accidents. Although aviation is one of the safest means of transportation, when an accident occurs, usually a lot of media attention is drawn to the scene. Especially when a bigger jet is involved with the potential to injure or kill hundreds of

passengers at once. Many of these accidents were accompanied by fire. This can originate from many sources, we can mention at least a few:

- spill of highly flammable jet fuel due to collisions of two aircraft or aircraft with an object such as building;
- fire of jet engines due to catastrophic failure;
- fire of the braking system due to excessive braking action;
- fire on board originating from the goods stored in cargo compartment or from short circuit in the plane's wiring.

While these examples were focusing on the sole aircraft, ground facilities can be also endangered by these incidents as the stricken aircraft come to their close vicinity. For airport ground facilities there are also other specific potential sources of danger, such as:

- fuel storage facilities;
- cargo storage facilities with dangerous goods;
- the thread of terrorism and sabotage.

Fire safety refers to precautions that are taken to prevent or reduce the likelihood of a fire that may result in death, injury, or property damage, alert those in a structure to the presence of an uncontrolled fire in the event one occurs, better enable those threatened by a fire to survive, or to reduce the damage caused by a fire. CTI Reviews (2016) describes fire safety measures to include those that are planned during the construction of a building or implemented in structures that are already standing, and those that are taught to occupants of the building.

Threats to fire safety are commonly referred to as fire hazards. A fire hazard may include a situation that increases the likelihood of a fire or may impede escape in the event a fire occurs.

### **3. International regulation to the rescue and firefighting services at airport facilities**

Fire safety is often a component of building safety. It refers to planning and infrastructure in an organization that's designed to reduce fires and their effects. This can include things like built-in fire-resistant infrastructure, preventive actions, and the presence of firefighting equipment. Fire safety includes consideration of the following points:

- ensuring the local building code is followed;
- ensuring the provisions of fire codes (exists, stairs, markings and signage etc.) are followed;
- compliance with electrical safety codes;
- fire risk assessments when a building, equipment or process is built or modified;
- proper stowage of flammable and hazardous materials;

## VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

- installation of fire detection and automatic or semi-automatic fire alarm systems;
- arrangement of correct types of operational fire extinguishers and hydrants;
- training users in fire extinguishers, fire alarm, emergency evacuation and assembly procedures;
- conducting fire drills regularly by coordinating with the local fire department.

Airport facilities are obliged to have fire brigade based in their premises. This obligation stems from the Annex 14 to the Convention on International Civil Aviation issued by the International Civil Aviation Organization. Annex 14 Volume I Aerodrome Standards: Aerodrome Design and Operations contains the standards that prescribe the physical characteristics and obstacle limitation surfaces to be provided for at aerodromes, and certain facilities and technical services normally provided at an aerodrome. Aviation security is an integral part of aerodrome planning and operations and this standard contains several specifications aimed at enhancing the level of security at aerodromes. These standards are implemented into local legislation where the standards are either kept at the same level or are more stringent. Chapter 9 of this document deals with emergency and other services including rescue and firefighting.

Introductory notes to the subchapter 9.2 specifically states that requirements to combat building and fuel farm fires, or to deal with foaming of runways, are not taken into account. Nevertheless Annex 14 (ICAO, 1994) clearly explains the need for presence of firefighters. The principal objective of a rescue and firefighting service is to save lives. For this reason, the provision of means of dealing with an aircraft accident or incident occurring at, or in the immediate vicinity of, an aerodrome assumes primary importance because it is within this area that there are the greatest opportunities of saving lives. This must assume at all times the possibility of, and need for, extinguishing a fire which may occur either immediately following an aircraft accident or incident, or at any time during rescue operations. The most important factors bearing on effective rescue in a survivable aircraft accident are:

- the training received;
- the effectiveness of the equipment and
- the speed with which personnel and equipment designated for rescue and firefighting purposes can be put into use.

Later in the Chapter aerodrome categories are defined based on the longest aeroplanes normally using the aerodrome and their fuselage width. For each category rescue equipment to be provided is described together with the minimum usable amounts of extinguishing agents. Extinguishing agents and their performance levels are also given in greater detail as well as response time. The operational objective of the rescue and firefighting service shall be to achieve a response time not exceeding three minutes to any point of each operational runway, in optimum visibility and surface conditions.

In Slovak legislation this document is implemented as L 14 Letiská, zväzok 1, Navrhovanie a prevádzka letísk.

#### 4. Specifics of airport buildings

Risk assessment is the first step toward effective risk control. It includes identification of risks, degree of risk, personnel at risk and why they are at risk. Risks must be controlled according to the following hierarchy:

- removing the hazard or avoiding the hazardous process;
- reducing the risk of hazard or hazardous process or exposure;
- substituting or find alternatives to the hazard or process;
- isolating or segregating the hazard to ensure positive control of the material or process;
- the use of safe engineering controls by placing a barrier between the user and the hazard, like machinery guarding and remote controlling;
- managerial controls like the review of standard operating procedures, training, special instructions, information, cautionary signage and special permission procedures;
- the use of personal protective equipment (PPE), including masks, gloves, visors, glasses, earmuffs or plugs, aprons, safety boots, helmets, etc. PPE is usually used in conjunction with one or more of the other control measures.

Jozefiaková P. , Koščák P. (2015) describe this as the hierarchy of hazard control. Airport terminals present a unique challenge in terms of safety. While the steps mentioned above can all be followed, one has to remember how complex and complicated the airport building can be.

Depending on airport's size and significance the airport facilities might vary from single ground building to vast labyrinth where transport of the passengers to their gates has to be ensured. Generally, all airports have to ensure separate departure and arrival lounges so that passengers don't mix up. Oftentimes international flights where passport control is needed have their own building to take in passengers with slightly different needs than those of domestic flyers. Airport terminal buildings must further include passenger waiting facilities. Often a part of the airport is a dining area, a relax zone, and a duty-free commerce zone. Depending on the size of the airport, there might be more such zones. Passengers leave the terminal building into the aircraft through specific gates. The areas of the gates need a lot of space, depending on the size of the aircraft allowed to use the gate and on the overall layout of the gates and parking possibilities of the aeroplanes. Depending on the size and layout of the terminal the gates might be several hundred meters distant from the entrance and oftentimes such terminals are equipped with conveyor belts of other transportation means to get the passengers to their assigned gates comfortably and in a decent period of time. Besides the terminal building an important part of the airport from passenger perspective are parking facilities. Often parking houses are built to make the best use of allocated space. Some airports

have their own train or underground routes with stations build inside the terminal buildings to ease the volume of traffic on the roads in the vicinity of airports.

Besides the passengers the airport facilities are full of airport staff providing services to passengers and aircraft (passenger and baggage handling agents, security staff, technicians and aircraft handling agents etc.) and the occupant of different businesses operating in the airport premises (shops, restaurants, companies providing handling, catering, cargo handling etc.). In case of an emergency safe and quick evacuation of all these occupants has to be ensured.

## 5. Dusseldorf Airport fire

As reported in Klaene and Sanders, 2000 on April 11, 1996 fire occurred on the ground floor in the airport terminal in Dusseldorf, Germany. It spread rapidly throughout the area and into the upper levels. Several people standing on the roof of the adjacent parking garage observed the smoke and decided to use the elevator to exit from the garage. Unfortunately, the elevator opened into the fire area on the ground floor of the terminal. The smoke obscured the electric eye on the elevator door, so it could not be closed. Seven people died in this elevator. Ten others were killed throughout the terminal. In more detail these shortcomings can be identified:

- Fire spread in the suspended ceiling rapidly, without being noticed (no smoke/fire detectors or sprinklers).
- Rapid spread of smoke in the arrival hall caused by partial collapse of the suspended ceiling.
- Public announcement system played wrong tape for 10 minutes, telling people to evacuate through the ground floor, where the fire started.
- People in the third-level lounge were trapped by smoke. The two exits led to the same smoke-filled stairway.
- Elevators descended to ground floor; doors opened but did not shut, exposing passengers to smoke/flames.
- No early and effective firefighting.
- Result: 17 dead, and more than 80 injured from smoke inhalation. Carbon monoxide (CO) proved to be the lethal component.

This is a sad example of existing threat to passengers in particular. While airport staff and frequent flyers might have a good knowledge of the airport, there are still many persons who are not familiar with the airport layout, evacuation procedures and exit locations. Travellers often carry a lot of baggage and might be reluctant to leave it in the terminal building to speed up the evacuation process (Farkašovská, Ferenc, 2013). Although conducting evacuation drills is a good practice to ensure a high level of fire safety, it is next to impossible to conduct such

drills in the airport as well as it is unfavourable. There are many reasons for this argument, for example:

- the passengers are always changing;
- the likelihood of a fire is very low;
- evacuation drill would hinder the execution of normal procedures and would cause many delays. The restoration of operation in aviation is very complicated and financially demanding.

Airline and airport officials need to be aware of the unique risks and the great potential for minimizing the danger.

## **6. Proposals for measures in the event of an airport fire**

Aviation is a good example of how life-saving procedures have been developed in the course of a short time. Each incident and accident has been scrutinizing, and on the basis of the reviews recommendations were made for further operation. These recommendations were subsequently implemented by national and international agencies and became common practice. Each accident and incident therefore means improvement in safety for future passengers.

One of these improvements that came as a response to recurring problems is Cockpit Resource Management or CRM. This concept was developed after investigators and human performance researchers identified shortcomings in crew communication. They subsequently developed new standards that were also transferred to flight crew training. The basic principle of CRM is the training of crew members to interact actively. Subordinates must not be afraid of the superiors when expressing their opinion and, if necessary, taking initiatives. Today the CRM principles are also applied in other human activities, such as operating theatres, or firefighting crews.

Another example of the measures put into praxis on the basis of an unfortunate event is cabin crew training for cases of emergency evacuation and crisis situations. On 22nd August 1985, a B737-200 operated by British Airtours suffered an uncontained engine failure at the take-off from Manchester Airport, UK. About 30 seconds after the aircraft began its take-off roll the left engine suffered an uncontained failure, which punctured a wing fuel tank access panel. Fuel leaking from the wing ignited and burnt as a large plume of fire trailing directly behind the engine. The crew heard a "thud" and, believing that they had suffered a burst tyre or bird strike, abandoned the take-off immediately, intending to clear the runway to the right. They had no indication of fire until 9 seconds later, when the left engine fire warning occurred. After an exchange with ATC, during which the fire was confirmed, the commander warned his crew of an evacuation from the right side of the aircraft, by making a broadcast on the cabin address system, and brought the aircraft to a halt. The wind carried the fire onto and around the rear fuselage. After the aircraft was stopped, the hull was penetrated rapidly and smoke,

possibly with some flame transients, entered the cabin through the aft rear door which was opened shortly before the aircraft came to a halt. Subsequently fire developed within the cabin. Despite prompt attendance of the airport fire service, the aircraft was destroyed and 55 persons on board lost their lives. Subsequent recommendations suggested the cabin crew take „aggressive“ actions with the passengers, using raised voice and gestures.

The general advice is to accept the fact that terminal buildings are an extension of the aircraft at the gate. Using this philosophy, airport staff can be trained in the same techniques of shouted commands, eye contact, and arm movements used by cabin staff to speed evacuation. Training staff to tell people when to begin evacuating, how to get safely outside, and where to go one outside is vital. The training should cover both airport employees and airline ticket agents and ramp crews.

## 7. Conclusion

Air transport is highly international. Regulations applicable in air transportation are also international, created and enhanced by teams of experts from all around the world. In practice we can see that the same standards are applied at the airport in Slovakia, as well as in Canada or Asia. It is precisely because of this internationalization and high passenger fluctuation that it is difficult to ensure the safety of passengers in the event of a fire at an airport, where the traveling public is exposed to a stressful situation facing different barriers of language and cultural habits. Nevertheless, it is possible to take an example from another aviation area, where there has been a great shift in the study of human behaviour and where procedures have already been designed and implemented to ensure greater safety for people. It is necessary to look at the procedures of the aircraft, the cockpit crew as well as the cabin crew. We ought to transfer their procedures to a slightly different environment. This is possible and doable, just like many examples from activities remote from aviation show.

## References

Air Safety Week. Making Airports Safer: Understanding the hazards, analyzing fire protection system effectiveness, and developing evacuation plans can reduce the risk. *Air Safety Week*. New York, Mar 22, 1999: 1.

CTI Reviews. Essentials of Fire Fighting and Fire Department Operations. *Cram101 Textbook Reviews*, 2016. p. 162.

Farkašovská D., Ferenc J. Training program to increase the resistance of members of fire and rescue services at the airport. *Acta Avionica*. Vol 15, No 27 (2013).

ICAO. Annex 14 Aerodrome standards: Aerodrome design and operations. 1999.

Jozefiaková P., Koščák P. Fire protection of an airport. *Acta Avionica*. Vol 15, No 27 (2013).

**VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017**

**Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava**

Klaene, B. J., Sanders, R. E. Structural Fire Fighting. Massachusetts: National Fire Protection Association. 2000. 431 p.

Salas, E. et al. Does Crew Resource Management Training Work? An Update, an Extension, and Some Critical Needs. *Human Factors*. Vol. 48, Issue 2 (2006). pp. 392-412.



## VPLYV PODCENENIA PRAVIDIEL BEZPEČNOSTI A OCHRANY ZDRAVIA PRI PRÁCI NA VZNIK MIMORIADNEJ UDALOSTI

### IMPACT THE UNDERESTIMATE OF THE RULES OF SAFETY AND HEALTH PROTECTION AT WORK ON OCCURRENCE OF EMERGENCY EVENT

Ľudmila MACUROVÁ<sup>1</sup> – Ján PODHORSKÝ<sup>\*1</sup> – Marián HRUBIZNA<sup>2</sup>

\*Ústav súdneho inžinierstva ŽU v Žiline, Ústav znaleckého výskumu a vzdelávania UNIZA, Ul. 1. mája 32, 010 26 Žilina, SR, 041 / 513 6932, [jan.podhorsky@usi.sk](mailto:jan.podhorsky@usi.sk), [jan.podhorsky@uzvv.uniza.sk](mailto:jan.podhorsky@uzvv.uniza.sk)

<sup>1</sup>Ústav znaleckého výskumu a vzdelávania UNIZA, Ul. 1. mája 32, 010 26 Žilina, SR, 041 / 513 6913, [ludmila.macurova@uzvv.uniza.sk](mailto:ludmila.macurova@uzvv.uniza.sk)

<sup>2</sup>Ústav súdneho inžinierstva ŽU v Žiline, Ústav znaleckého výskumu a vzdelávania UNIZA, Ul. 1. mája 32, 010 26 Žilina, SR, 041 / 513 6908, [marian.hrubizna@usi.sk](mailto:marian.hrubizna@usi.sk), [marian.hrubizna@uzvv.uniza.sk](mailto:marian.hrubizna@uzvv.uniza.sk)

#### Abstrakt

Uvedený príspevok poukazuje na skutočnosť ako veľmi ľahko môže nastať podcenením základných pravidiel bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci mimoriadna udalosť, ktorej dôsledky môžu spôsobiť rozsiahle škody nielen pre výrobnú spoločnosť, ale môžu ohroziť aj životy a zdravie zamestnancov, či byť bezprostrednou hrozbou vzniku závažnej priemyselnej havárie. Okrem objasnenia bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci, sa príspevok zaoberá analýzou mimoriadnej udalosti a posúdením pochybenia zo strany zamestnávateľov i zamestnancov na úseku bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci v zmysle príslušných platných právnych predpisov.

**Kľúčové slová:** Bezpečnosť a ochrana zdravia pri práci · Mimoriadna udalosť · Požiar · Požiarna ochrana · Toluén · Znalecké dokazovanie

#### Abstract

This paper points to the fact that how very easy can happened an emergency event by underestimate the basic rules of safety and protection of health at work, which consequences can cause extensive damage not only to the manufacturing company, but may also endanger the life and health of the employees, whether to be imminent threat of serious industrial accident. In addition to clarifying safety an health at work, the contribution deals with the analysis of the emergency event and assessing the misconduct of employers and employees in the field of occupational health and safety in accordance with the applicable legislation in force.

**Keywords:** Emergency event · Expert evidence · Fire · Fire protection · Safety and protection of health at work · Toluene

## 1. Úvod

Podcenením základných pravidiel bezpečnosti pri práci vznikla mimoriadna udalosť, ku ktorej došlo dňa 16. 04. 2015 o 09:15 h. v spoločnosti zameranej na výrobu amoniaku, priemyselných hnojív a močoviny, výrobkov chlórovej chémie, organických a polymérnych látok. Pri úniku chemickej látky (toluénu) do ovzdušia s následným výbuchom a požiarom vznikla bezprostredná hrozba závažnej priemyselnej havárie. Pri tejto udalosti boli zranení dvaja zamestnanci, ktorí utrpeli popálenia viacerých oblastí tela (popáleniny horných a dolných končatín II. a III. stupňa, popáleniny tváre a trupu). Škoda na majetku zamestnávateľa bola predbežne vyčíslená na cca 84 500,- €.

Cieľom tohto príspevku bude poukázať na základné pravidlá pri činnostiach so zvýšeným nebezpečenstvom vzniku požiaru v zmysle bezpečnosti a ochrany zdravia, priblížiť príčiny vzniku uvedenej mimoriadnej udalosti, ako aj posúdiť pochybenia zo strany zamestnávateľa i zamestnancov z pohľadu bezpečnosti a ochrany zdravia v zmysle príslušných právnych predpisov. Vzhľadom na rozsiahlosť príslušných právnych predpisov súvisiacich s danou témou sa bude príspevok zaoberať iba s vybranými oblasťami.

## 2. Bezpečnosť a ochrana zdravia pri práci so zvýšeným nebezpečenstvom vzniku požiaru

### 2.1. Bezpečnosť a ochrana zdravia pri práci

V zmysle zákona NRSR č. 311/2001 Z. z., ktorým sa vykonáva zákonník práce je **definované** kto je **zamestnávateľom** (§ 7, ods. 1) a kto je **zamestnancom** (§ 11, ods. 1).

**Ochrana práce** je podľa uvedeného zákona (§ 146, ods. 6) neoddeliteľnou súčasťou pracovnoprávných vzťahov, ktorá predstavuje systém opatrení vyplývajúcich z právnych predpisov, organizačných, technických, zdravotníckych a sociálnych opatrení zameraných na utváranie pracovných podmienok zaisťujúcich bezpečnosť a ochranu zdravia pri práci, zachovanie zdravia a pracovnej schopnosti zamestnanca. **Bezpečnosť a ochranu zdravia pri práci** možno teda charakterizovať ako stav pracovných podmienok, ktoré vylučujú alebo minimalizujú pôsobenie nebezpečných a škodlivých činiteľov pracovného procesu a pracovného prostredia na zdravie zamestnancov.

Na účely zákonníka práce (§ 147, ods. 1) má na jednej strane **zamestnávateľ** v rozsahu svojej pôsobnosti povinnosť neustále zaisťovať bezpečnosť a ochranu zdravia zamestnancov pri práci a na tento účel musí vykonávať potrebné opatrenia vrátane zabezpečovania prevencie, potrebných prostriedkov a vhodného systému na riadenie ochrany práce. Zamestnávateľ je tiež povinný zlepšovať úroveň ochrany práce vo všetkých činnostiach a prispôbovať úroveň ochrany práce meniacim sa skutočnostiam.

**Zamestnanec** má podľa vyššie uvedeného zákona právo na zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci, na informácie o nebezpečenstvách vyplývajúcich z pracovného procesu a pracovného prostredia a o opatreniach na ochranu pred ich účinkami. Na druhej strane je zamestnanec povinný pri práci dbať o svoju bezpečnosť a zdravie a o bezpečnosť a zdravie osôb, ktorých sa jeho činnosť týka, čo vyplýva tiež zo zákonníka práce (§ 148, ods. 1).

**Povinnosti zamestnávateľa a zamestnanca** v oblasti bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci upravuje zákon NR SR č. 124/2006 Z. z. o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov, ako aj ďalšie právne predpisy v tejto oblasti. Podľa ustanovenia § 2, ods. 1 vyššie menovaného zákona sa tento zákon vzťahuje na zamestnávateľov a zamestnancov vo všetkých odvetviach výrobnjej sféry a nevýrobnjej sféry.

Podľa zákona NR SR č. 124/2006 Z. z. o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov (§ 6, ods. 1, písm. i) a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov je **zamestnávateľ povinný určiť bezpečný pracovný postup** na konkrétnu činnosť (v našom príspevku pri plnení toluénu zo železničnej cisterny do IBC 1000 I plastových kontajnerov) na základe **zistovania nebezpečenstva a ohrozenia**, ako aj **posúdiť riziká**, ktoré môžu pri tejto činnosti ohroziť životy a zdravie zamestnancov. V určenom bezpečnostnom predpise na základe podmienok prevencie a posúdenia rizík na danú činnosť musia byť určené napr. povolenie na výkon práce, určenie pracovných prostriedkov, určenie osobných ochranných pracovných prostriedkov, spôsob merania prostredia proti výbuchu, spôsob a ohraničenie pracoviska, určenie podmienok pre personál, atď.

## 2.2. Požiarna ochrana

Činnosti spojené s prečerpávaním horľavých kvapalín predstavujú **činnosti so zvýšeným nebezpečenstvom vzniku požiaru**. Vyhláška MV SR č. 121/2002 Z. z. o požiarnej prevencii (§1, ods.1) definuje tieto činnosti ako činnosti, ktoré vytvárajú zvýšené riziko možnosti vzniku požiaru pri výrobe, spracúvaní, používaní alebo pri skladovaní horľavých látok. K týmto činnostiam patrí okrem iného aj prevádzkovanie, odstavovanie a spúšťanie výroby v technologických zariadeniach obsahujúcich horľavé látky.

Podľa zákona 314/2001 Z. z. o ochrane pred požiarimi v znení neskorších predpisov a nadväzne v zmysle vyhlášky MV SR č. 121/2002 v znení neskorších predpisov sú činnosti vykonávané na prevádzke prečerpávania kvapalných surovín jednoznačne považované za **činnosti so zvýšeným nebezpečenstvom vzniku požiaru**. Taktiež sa tieto činnosti vykonávajú na pracoviskách, ktoré boli určené ako **miesta so zvýšeným nebezpečenstvom vzniku požiaru**. Sú to najmä priestory, v ktorých sa okrem iného vyrábajú, používajú, spracúvajú, prečerpávajú, dopravujú alebo skladujú horľavé kvapaliny. Pri takýchto činnostiach musia byť zo strany zamestnávateľa splnené požiadavky vyplývajúce z vyššie uvedenej vyhlášky (§1, ods.2, písm. d) o požiarnej prevencii.

Pracoviská so zvýšeným nebezpečenstvom vzniku požiaru **musia byť zabezpečené proti vstupu nepovolaným osobám**. Spôsob vymedzenia priestoru a zákazu vstupu je na určení v stanovených opatreniach pre zabezpečenie činnosti so zvýšeným nebezpečenstvom vzniku požiaru. Priestor má byť označený aj v zmysle príslušných STN (STN EN 60079-10-1) z hľadiska vymedzenia zón pre prostredie určené v protokole o určení prostredia. Vstupovať do priestoru, kde sa vykonáva činnosť so zvýšeným požiarovým nebezpečenstvom môžu len osoby, ktoré sú školené pre vykonávanie týchto činností alebo sa zúčastnili odbornej prípravy a sú členmi alebo vedúcim protipožiarna asistenčnej hliadky. Povinnosť zriadiť protipožiarnu asistenčnú hliadku ustanovuje zákon č. 314/2001 Z. z. o ochrane pred požiarimi v znení neskorších predpisov.

V prevádzkach, v ktorých sa pracuje s toluénom je potrebné **zabezpečiť stále vetranie a odvod vzduchu z pracoviska pomocou technického zariadenia**, ktorého výfukové zvody odvádzajú výfukové plyny priamo od hláv valcov motorov. Teplota odvádzaných plynov je vyššia ako 1300 °C, preto sú vyrábané z liatiny, namontované a pevne uchytené presne na hlavy valcov. Predná časť tvorí niekoľko úzkych trubiek zvedených do jednej, ktorá smeruje k prednému výfukovému potrubiu. Tlmiče výfuku sú sústavou ohybných perforovaných trubiek a komôr s priehradkami. Vedúce plyny, redukujú hlukové impulzy vznikajúce ich ohybom a hluk z horenia paliva. Väčšina výfukových systémov sa skladá z dvoch až troch tlmičov. Ich dutiny sú vyplnené absorpčnými materiálmi, ktoré účinne redukujú hluky. Predný tlmič odoláva teplotám až 1000°C.

V zmysle vyhlášky MV SR č. 96/2004 Z. z., ktorou sa ustanovujú **zásady protipožiarna bezpečnosti** pri manipulácii a skladovaní horľavých kvapalín, ťažkých vykurovacích olejov a rastlinných a živočíšnych tukov a olejov je možné uskladňovať, prečerpávať horľavé kvapaliny len do nádob, ktoré sú na to určené a majú vyhlásenie o zhode vlastností, ktoré takéto uskladnenie, respektíve prečerpávanie umožňujú. Nádoby majú byť pri prečerpávaní umiestnené na mieste určenom na prečerpávanie v zmysle projektovej dokumentácie. Toto miesto musí byť opatrené záchytnou nádržou a vyznačené ako miesto s nebezpečenstvom výbuchu horľavých plynov a pár.

### 3. Analýza mimoriadnej udalosti

#### 3.1. Vznik mimoriadnej udalosti

Dňa 16. 04. 2015 o 09:15 hod. došlo na pracovisku stáčania a prečerpávania kvapalných surovín ku poškodeniu zdravia dvoch zamestnancov. V uvedený deň boli títo zamestnanci určení na plnenie toluénu z pristavenej železničnej cisterny do IBC 1000 l plastových kontajnerov. Pri tejto činnosti bol prítomný aj ďalší zamestnanec, ktorý sa zaučal a pracovnú činnosť sledoval. Po ukončení činnosti stáčania toluénu zo železničnej cisterny do prenosného kovového 5 m<sup>3</sup> kontajnera, asanovali zamestnanci dusíkom výtlačnú a saciu trasu čerpadla P606. Následne napojili sanie čerpadla P606 flexibilnou hadicou, zloženou z dvoch kusov hadíc

s kovovým opletom, nakoľko jedna hadica nepostačovala na pristavenú železničnú cisternu s toluénom. Pred zahájením plnenia IBC plastových kontajnerov ich inertizovali dusíkom. Potom otvorili vrchný poklop a výpustný ventil na železničnej cisterne. Skontrolovali tesnosť napojených hadíc na saní čerpadla P606 a následne spustili čerpadlo P606 a začali plniť kontajnery, pričom jeden zo zamestnancov bol pri kontajneroch a vykonával samotné plnenie, keď rukami držal hadicu.

Postupne sa plnili nádoby s tým, že po každom naplnení nádoby sa odstavilo čerpadlo, uzatvoril sa výtlak, teda výtláčny ventil z naplnenej nádoby a preložila sa čerpacia hadica do prázdnej. Pri plnení tretieho kontajnera došlo k bližšie nešpecifikovanému úniku toluénu do pracovného prostredia. V uvedenom čase prišiel do blízkosti miesta, kde zamestnanci plnili kontajnery toluénom vodič firemného motorového vozidla zn. Iveco. Vodič uvedený automobil odstavil v blízkosti nádoby a po veľmi krátkom čase, ako vystúpil z motorového vozidla, došlo k náhlemu vzplanutiu a následnému intenzívnemu horeniu. Jeden zo zamestnancov ešte stihol odstaviť čerpadlo P606, ale nestihol uzavrieť ventil. Následne na to boli dvaja zamestnanci zasiahnutí tepelným tokom z požiaru, ktorým bola poskytnutá bezodkladne poskytnutá prvá pomoc. Po príchode záchranej zdravotnej služby boli títo zamestnanci transportovaní do nemocničného zariadenia a následne hospitalizovaní na oddelení popálenín. Po vzniku požiaru uviedli zamestnanci do činnosti chladiace zariadenie na chladenie nádrží s chemikáliami. Požiar bol zlikvidovaný prostredníctvom zásahu jednotky závodných hasičov, ktorým sa podarilo tento požiar uhasiť cca po 50 minútach.

### 3.2. Charakteristika chemickej látky - toluén

Toluén predstavuje aromatický uhľovodík vyrobený extrakciou ropných surovín. Je to priehľadná, ľahko prchavá kvapalina, vo vode veľmi málo rozpustná, ale dobre rozpustná v organických rozpúšťadlách (éter, chloroform, acetón, etanol, atď.). Možno ho použiť pre nátery a farby ako rozpúšťadlo, odmasťovač, palivo, laboratórne činidlo, v gumárenskom priemysle. Toluén je teda bezfarebný, s typickým aromatickým zápachom, s hustotou: max 870 kg/m<sup>3</sup>/20°C, s teplotou vzplanutia: -8,0 °C, s bodom horenia: 6,0°C, s teplotou vznietenia: 480 °C, s teplotnou triedou: T 1, s triedou požiaru: B a so skupinou výbušnosti: II A. Má nízky bod vzplanutia (pod 0 °C) a je veľmi horľavý. Horí čadivým plameňom a jeho pary, ťažšie ako vzduch, sú jedovaté. V zmesi so vzduchom pri koncentrácii od 1,27 do 7,75 obj. % toluénu tvorí výbušnú zmes.

Toluén je zdraviu škodlivá látka, preto je potrebné pri manipulácii s ním presne dodržiavať príslušné predpisy o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci. Pracovisko a sklady musia byť udržiavané v čistote a únikové východy musia byť priechodné. Elektrické zariadenia a osvetlenie sa musí používať v nevýbušnom a v neiskriacom prevedení. Zakazuje sa manipulácia s otvoreným ohňom a žeravými predmetmi. Nesmie sa jesť, piť a fajčiť. Pri manipulácii sa musia používať všetky predpísané ochranné pracovné pomôcky.

### 3.3. Miesto ohliadky

Prístupová cesta na miesto udalosti vedie cez vstupný areál, zo strany cestnej komunikácie. Po prejení cez vstupný areál pokračuje betónová komunikácia, kde po prejení cca 500 m, vedie na križovatke cesta po odbočení doľava. Vo vzdialenosti cca 200 m vedie cesta popod kovovú konštrukciu s potrubiami a ďalej cez železničné koľajnice. Po prejení za koľaje na miesto vedie betónový chodník o šírke 1 m, po dĺžke 30 m. Nad chodníkom vedie kovová konštrukcia s potrubiami, červenej farby, s označením Q10 a Q11. V ľavo sa nachádza betónová budova investičného skladu. Oproti tejto budovy sa nachádza priestor čerpacej stanice prevádzky finalizácie, expedície a skladov výrobných jednotky „Prísady“. Na mieste sú odstavené na dvoch koľajiskách 3 cisternové vozne sivej farby, o objeme 2300 l. Koľaje sú označené číslami 511 a 509. Medzi vozňami sa nachádza obslužná plošina. Naľavo, od koľajiska 511, na ktorom stoja 2 cisternové vozne, sa nachádzajú stáčacie čerpadlá. V čase obhliadky sú čísla vozňov čitateľné z pravej strany, z ľavej strany sú v dôsledku obhorenia nečitateľné. Číslo prvého vozňa je 7853045-0 (NONEN) a číslo druhého vozňa je 7866103-8 (TOUEN). Vrchné montážne prierezy sú v čase obhliadky uzatvorené. Z vozňa číslo 7866103-8 zo spodnej časti vedie hadica do stáčacieho čerpadla. V čase obhliadky je hadica pripevnená k vozňu 2 kusmi matíc. Stáčacie čerpadlo je v čase obhliadky obhorené, sfarbené do čiernej. Čerpadlo je označené P606. Hadica vychádzajúca z vozňa 7866103-8 je zapojená do čerpadla 4 kusmi matíc. Za pripojením sa nachádzajú tzv. sacie čerpadlá, cez ktoré vedú potrubia priamo do kontajnerov. Potrubia, ako aj kovová konštrukcia sú obhorené v smere ku kontajnerom v smere naľavo od stáčacieho čerpadla.

V čase obhliadky sú na zemi viditeľné stopy po požiaroch, kde sa nachádzajú kovové súčiastky sfarbené do čiernej. Na betónovej ploche medzi čerpadlom a kontajnermi sa na zemi nachádza 8 kusov obhorených konštrukcií 1000 l prepravných kontajnerov a 1 kus 5m<sup>3</sup> prepravného kontajnera s obhorenou izoláciou. Okolo kontajnera sa na zemi nachádza kovový výplet plniacej hadice. Vo vzdialenosti 3 metrov od obhorených kontajnerov sa nachádza obhorený skelet nákladného vozidla zn. Iveco, ktoré bolo postavené ľavou časťou k požiarisku, smerom k objektu skladu. Drobné črepiny a malé kovové časti sa nachádzajú v okruhu 70 m miesta požiariska. Vo vzdialenosti 20 m od požiariska, v smere k budove skladu je zaparkované nákladné vozidlo TATRA 815 červenej farby, zaparkované ľavou stranou k požiarisku. Na vozidle sú viditeľné stopy po poškodení ohňom, ľavá zadná bočnica je poškodená, sfarbená do čiernej. Na vozidle sú tiež poškodené ľavé zadné svetlá, poškodená zadná TEČ, značka nadrozmerného nákladu, ako aj ľavý zadný blatník. Obhliadka miesta činu bola riadne vykonaná, s fotodokumentáciou o počte 103 záberov. Stopy z miesta zaistené neboli.

### 3.4. Príčiny vzniku požiaru

Pri zisťovaní príčiny vzniku požiaru sa vychádzalo z obhliadky miesta, kde došlo k vzniku požiaru, z informácií pri požiaroch prítomných osôb (z výsluchu týchto osôb), vykonávaných činností pred vznikom požiaru a podkladov získaných v čase posudzovania. Preverované boli

dve nasledovné verzie príčiny vzniku požiaru, a to kontakt výfukového potrubia s výparmi toluénu a statická elektrina.

**K1** - Bezprostredne pred požiarom došlo k rozliatiu prečerpávaného toluénu na zem (vnútroareálovú komunikáciu), kde už počas opätovného prečerpávania a bezprostredne pred detonáciou na miesto dorazil zamestnanec s firemným automobilom zn. Iveco.

**K2** - Bol skúmaný spôsob uzemnenia prečerpávanej nádoby, ako aj nádoby plnenej toluénom.

Rýchle odparovanie toluénu, vytvorenie výbušnej koncentrácie, ako aj teplota výfukových plynov spôsobila explóziu, následný požiar firemného automobilu, toluénu rozliateho po vnútroareálovej komunikácii a podlahe čerpaceho stanovišťa. Toluén sa na podlahu prečerpávacieho miesta dostal na základe nepozornosti zamestnanca, ktorému unikol pri prečerpávaní vyšpliechnutím, resp. vybratím hadice z nádoby, do ktorej prebiehalo prečerpávanie. Po rozliatí toluénu nedošlo zo strany zamestnancov k vyčisteniu miesta s rozliatou kvapalinou, ani k vysušeniu predmetného miesta a po krátkej pauze sa v prečerpávaní pokračovalo. Miesto vzniku požiaru sa nachádzalo mimo miest určených na prečerpávanie.

Na základe predložených materiálov, výpovede, vyžiadaných materiálov, znaleckého šetrenia, po podrobnej analýze príčiny vzniku požiaru je možné skonštatovať, že **príčinou vzniku požiaru** bolo vznietenie a vzplanutie výparov toluénu. Iniciátorom vzplanutia a vznietenia bolo výfukové potrubie, respektíve jeho teplota.

#### 4. Posúdenie porušenia pravidiel BOZP a PO

V rámci analýzy bezpečnosti zdravia a ochrany pri práci **vyplýva** z jednotlivých dostupných podkladov, **že zamestnávateľ sa zaoberal oblasťou bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci**. Vykonával povinnosti, ktoré mu určujú právne predpisy a ostatné predpisy na zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci (napr. vydával interné predpisy na zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia, vykonával školenia pre zamestnancov, prideloval poškodeným osobné ochranné pracovné prostriedky na prácu, ktorá im bola pridelená, určil jednotlivé postupy práce v normálnom režime, ako aj pri mimoriadnych technologických udalostiach, atď.).

Dňa 16. 04. 2015 na pracovisku stáčacia rampa kvapalných surovín, pri prečerpávaní toluénu z pristavenej železničnej cisterny do IBC 1000 l plastových kontajnerov **nedošlo** u zamestnávateľa k porušeniu predpisov na zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci **zo strany zamestnancov**, ktorým bola pridelená práca nariadená. Títo zamestnanci **neboli dôsledne a preukázateľne oboznámení** s určeným bezpečným pracovným postupom, ktorý zamestnávateľ na uvedenú pracovnú činnosť s príslušnými náležitosťami nemal písomne vypracovaný.

**Zamestnávateľ** v uvedený deň pridelil prácu (prečerpávanie toluénu z pristavenej železničnej cisterny do IBC 1000 l plastových kontajnerov) svojim zamestnancom, čím **porušil ustanovenia** zákona č. 124/2006 Z. z. NR SR o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov v tom, že:

- **nevykonával opatrenia v rámci prevencie** na vylúčenie nebezpečenstva a z neho vyplývajúceho rizika pri používaní pracovných postupov, ktoré zamestnancom nariadil vykonávať (§ 5, ods. 2, písm. a, b)
- **neurčil bezpečný pracovný postup** pri plnení toluénu zo železničnej cisterny do IBC 1000 l plastových kontajnerov na základe zisťovania nebezpečenstva a ohrozenia, posúdenia rizika pri danej pracovnej činnosti (§ 6 ods. 1 písm. i). Určený bezpečný pracovný postup mal jednoznačne určiť podmienky bezpečného výkonu práce pri stáčaní toluénu.
- **neoboznámil zamestnancov** s bezpečným pracovným postupom pre činnosť, ktorú im nariadil (§ 7 ods. 1 písm. a). Zamestnanci teda neboli spôsobilí bezpečne vykonávať nariadenú pracovnú činnosť.

V dostupných podkladoch sa **nenachádzajú doklady** o konkrétne použitých osobných ochranných pracovných prostriedkoch, ktoré zamestnanci používali v čase výkonu práce, pri ktorej došlo k poškodeniu zdravia. Použitie osobných ochranných pracovných prostriedkov sa odvíja od zisťovania nebezpečenstva a ohrozenia, posúdenia rizika pri danej činnosti. Taktiež **nemožno posúdiť**, či jednotlivé pracovné prostriedky použité pri práci boli kontrolované a spĺňali podmienky bezpečného pracovného prostriedku na danú činnosť.

Pri výkone činnosti, akým bola práca s toluénom je nutné zapojiť do diania **príslušné útvary zamestnávateľa**. Zapojenie spočíva v tom, že príslušné útvary sa vyjadria pred začiatkom výkonu práce k podmienkam bezpečnej práce (technické, organizačné, personálne, evakuačné požiadavky a pod.). Žiadať o vyjadrenie mal útvar, ktorý prácu zadával. Po splnení príslušných požiadaviek práce mohli začať. Zámočnícke práce sa vykonávali pri montáži a demontáži potrubí. Toto všetko **mal obsahovať bezpečný pracovný postup**.

**Vodič**, ktorý vošiel s firemným motorovým vozidlom zn. Iveco do tesnej blízkosti zamestnancov prečerpávajúcich toluén z pristavenej železničnej cisterny do IBC 1000 l plastových kontajnerov **neporušil predpisy** na zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci. S vozidlom sa pohyboval po vnútroareálovej komunikácii, bez označenia zákazu vjazdu alebo bez označenia iného zákazu vzhľadom na činnosť, ktorá sa v blízkosti komunikácie vykonávala. Tento priestor nebol žiadnym spôsobom zabezpečený proti vjazdu vozidiel, prípadne iných strojov, ktoré by mohli byť iniciátormi výbuchu a požiaru. Vodič **nebol upozornený**, že do predmetného priestoru nemá s automobilom vstupovať. Jednoznačne vodiča **môžeme považovať za osobu nekompetentnú**, ktorá do priestoru, kde sa vykonávala činnosť so zvýšeným nebezpečenstvom vzniku požiaru nemala vstupovať. Medzi podmienkami bezpečného výkonu práce mala byť aj skutočnosť, kto a za akých podmienok sa môže na vyhradenom pracovisku zdržiavať alebo do vyhradeného priestoru vstupovať.



## VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

Zásobníky, do ktorých sa plnil toluén mali byť pripravené tak, aby nedošlo k zníženiu kvality tovaru a k vyvolaniu nebezpečnej chemickej reakcie a ohrozeniu života a zdravia prítomných zamestnancov v danom priestore. V dostupných podkladoch **sa nenachádza doklad o povolení prác** v príslušnom prostredí.

Pri činnosti (prečerpávanie toluénu) boli zo strany výrobnjej firmy **porušené právne predpisy o ochrane pred požiarmi** platné v čase požiaru, a to najmä z hľadiska presného organizačného zabezpečenia ochrany pred požiarmi pri činnostiach so zvýšeným nebezpečenstvom vzniku požiaru. Organizačné zabezpečenie ochrany pred požiarmi mala mať výrobná firma rozpísané v požiarom štatúte v zmysle vyhlášky o požiarnej prevencii. V požiarom štatúte síce organizačné zabezpečenie ochrany pred požiarmi je rozpísané, ale **chýbajú informácie, respektíve povinnosti, ktoré sú záväzné pre pracoviská so zvýšeným nebezpečenstvom vzniku požiaru**. Tiež sa tu nenachádza **oznamovanie** uvedených činností technikovi požiarnej ochrany, respektíve oddeleniu ZPH, BTS a PP.

Zamestnanci, ktorí sa podieľali na prečerpávaní toluénu boli zaradení do protipožiarnej hliadky pracoviska, ktorá sa zriaďuje pre pracoviská so zvýšeným nebezpečenstvom vzniku požiaru. Zúčastnili sa odbornej prípravy protipožiarnych hliadok a protipožiarnych asistenčných hliadok. Boli však zaradení len do protipožiarnej hliadky pracoviska. Z dostupných podkladov je zrejmé, že **protipožiarne asistenčná hliadka** pri prečerpávaní toluénu **zriadená nebola**. V dokumentácii ochrany pred požiarmi **absentuje dokumentácia školenia zamestnancov podieľajúcich sa na činnosti so zvýšeným nebezpečenstvom vzniku požiaru**.

Z nepozornosti zamestnanca, ktorý zabezpečoval plnenie 8 nádob a prekladal hadicu do otvorov týchto nádob, došlo k úniku toluénu (horľavej kvapaliny I. triedy nebezpečnosti) na okolitý terén (spevnenú plochu a komunikáciu). Podľa projektovej dokumentácie, v ktorej sú vyznačené plniace miesta, rozliata horľavá kvapalina sa mala dostať do záchytnej nádrže. Miesto prečerpávania sa nachádzalo medzi objektmi miesto stáčania a administratívnou budovou (to znamená, že prečerpávanie sa vykonávalo, resp. 1000 l nádoby boli rozmiestnené) **mimo stáčacie stanovište**). **Projektová dokumentácia nerieši spôsob stáčania horľavých kvapalín do voľne uložených prepravných obalov, ale do automobilových cisterien**.

Okrem spomenutých porušení pravidiel na úseku bezpečnosti a ochrany zdravia, ako aj požiarnej ochrany uvádzame aj ďalšie novovzniknuté nedostatky z pohľadu znaleckého dokazovania. **Zamestnávateľ pri činnosti so zvýšeným rizikom vzniku požiaru nezabezpečil:**

- predloženie atestu (dokumentácia o plastových IBC 1000 l barelov na toluén) v slovenskom jazyku, ako aj zrozumiteľnosť písomných návodov na obsluhu pre zamestnancov
- aktualizáciu zoznamu vybraných nebezpečných látok nachádzajúcich sa v priestoroch výrobného podniku, lebo podľa posledného zoznamu bol toluén vyradený zo zoznamu používania

- vyznačenie aj (graficky) zóny nebezpečenstva výbuchu horľavých plynov a pár v objekte na stáčaacej rampe kvapalných surovín, ako aj bezpečnostné značenie zákazu vstupu, vjazdu do tohto priestoru po cestnej komunikácii
- vhodné technické prostriedky na trvalé monitorovanie výbušnej atmosféry, svetelné i akustické signály (prípadne ich kombináciu) na upozornenie zamestnancov, aby opustili pracovisko skôr ako budú ohrození
- aktualizovanie alebo doplnenie protokolu o určení vonkajších vplyvov o plnenie horľavín do otvorených 1000 l plastových barelov respektíve iných plastových obalov, ktoré prevádzkový, technologický predpis pripúšťa.

Mimoriadna udalosť, pri ktorej došlo k pracovnému úrazu dvoch zamestnancov pracujúcich vo výrobnnej spoločnosti viac ako 20 rokov a rozsiahlej škode na majetku zamestnávateľa s potenciálnou hrozbou vzniku závažnej priemyselnej havárie **jednoznačne** poukázala na skutočnosť, že **zamestnávateľ závažným spôsobom porušil** najmä ustanovenia zameraných na prevenciu zmysle zákona NR SR č. 124/2006 Z. z. o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov, ako aj zákona č. 314/2001 Z. z. o ochrane pred požiarmi v znení neskorších predpisov a s nimi súvisiacich vyhlášok.

## 5. Záver

Často krát sa vo výrobných prevádzkach stáva, že pri porušení základných pravidiel o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci sa z malej chyby na začiatku môže stať veľká hrozba na konci. Dôkazom je aj tento príspevok, v ktorom sa autori snažili poukázať ako rýchlo môže vzniknúť potenciálna hrozba závažnej priemyselnej havárie pri podcenení alebo nedodržaní základných pravidiel bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci, a to najmä v priestoroch označených ako miesta so zvýšeným nebezpečenstvom vzniku požiaru.

Na základe predložených i vyžiadaných materiálov, výpovedí a znaleckého šetrenia možno skonštatovať, že zamestnávateľ (výrobná firma) vypracúvala a viedla dokumentáciu na úseku bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci, ako aj na úseku požiarnej ochrany. Na uvedených úsekoch však boli zistené nedostatky (dokumentácia neaktuálna, nedoplnená, v niektorých častiach bez predpísaných dokumentov). Taktiež zamestnávateľ závažným spôsobom porušil najmä ustanovenia zameraných na prevenciu zmysle zákona NR SR č. 124/2006 Z. z. o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov, ako aj zákona č. 314/2001 Z. z. o ochrane pred požiarmi v znení neskorších predpisov a s nimi súvisiacich vyhlášok, nariadení a smerníc.

Okrem dôsledného dodržiavania pravidiel bezpečnosti a ochrany zdravia pri činnostiach so zvýšeným rizikom vzniku požiaru nachádzajúcich sa v príslušných právnych predpisoch navrhujeme v rámci prevencie zaviesť používanie kontrolných listov pri stáčaní a plnení prepravných obalov a kontajnerov, nahradiť používanie IBC kontajnerov bezpečnejšími obalmi

z pohľadu antistatického zabezpečenia, podrobnejšie rozpracovať bezpečnostné opatrenia pre označenie zón, vypracovať informačné listy o vzniku mimoriadnych udalostí a oboznámiť s nimi všetkých zamestnancov firemnej spoločnosti.

### **Zoznam bibliografických odkazov**

Nariadenie vlády SR č. 391/2006 Z. z. o minimálnych bezpečnostných a zdravotných požiadavkách na pracovisko

Nariadenie vlády SR č. 395/2006 Z. z. o minimálnych požiadavkách na poskytovanie a používanie osobných ochranných pracovných prostriedkov

STN EN 60079-10-1 Výbušné atmosféry. Určovanie priestorov. Výbušné plynné atmosféry

STN 92 0111 Požiarne zariadenia. Grafické značky pre výkresy požiarnej ochrany.

Vyhláška MV SR č. 121/2002 Z. z. o požiarnej prevencii znení neskorších predpisov

Vyhláška MV SR č. 96/2004 Z. z., ktorou sa ustanovujú protipožiarnej bezpečnosti pri manipulácii a skladovaní horľavých kvapalín, ťažkých vykurovacích olejov a rastlinných a živočíšnych tukov a olejov

Zákon NR SR č. 124/2006 Z. z. o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov

Zákon NR SR č. 314/2001 Z. z. o ochrane pred požiarimi v znení neskorších predpisov

Zákon NR SR č. 311/2001 Z. z. – Zákonník práce

Zákon NR SR č. 382/2004 Z. z. o znalcoch, tlmočníkoch a prekladateľoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov.

**VYBRANÉ ASPEKTY PREPRAVY NEBEZPEČNÝCH LÁTOK V KOTEXTE S NOVOU PRÁVNOU  
ÚPRAVOU O TRESTNEJ ZODPOVEDNOSTI PRÁVNICKÝCH OSÔB**

**SELECTED ASPECTS OF THE TRANSPORT OF DANGEROUS SUBSTANCES IN NEW  
LEGISLATION CONTEXT ON CRIMINAL LIABILITY OF LEGAL PERSONS**

Milan MARCINEK\*<sup>1</sup>

\*Korešpondenčný autor a autor prezentujúci príspevok

<sup>1</sup>Akadémia Policajného zboru v Bratislave, Sklabinská 1, 835 17 Bratislava, SR, 0961057069,  
[milan.marcinek@minv.sk](mailto:milan.marcinek@minv.sk)

**Abstrakt**

Štúdia sa zaoberá oblasťou trestnoprávných následkov právnických osôb, ktoré vznikajú pri prevoze nebezpečných látok a potenciálnom nebezpečenstve ich úniku pri tomto prevoze. Príspevok reaguje na aktuálnu situáciu trestnej zodpovednosti právnických osôb zodpovedných za prevoz a únik nebezpečných látok. Autor analyzuje možnosti riešenia zodpovednosti právnických osôb za spôsobené škody. Ďalej vymenúva medzinárodné dokumenty, ktoré boli podkladom pre prijatie nového zákona a zamýšľa sa nad návrhmi zmien nového zákona, podľa ktorého by správanie právnických osôb malo byť postihované.

**Kľúčové slová:** ADR · nebezpečná látka · objektívna zodpovednosť · právnická osoba · RID trestnoprávna zodpovednosť právnických osôb · trestný zákon

**Abstract**

The contribution discusses the theme of criminal consequences of legal persons for transport and hazardous substances release. It responds to current situation of criminal liability of legal persons responsible for hazardous substance transport and release. The author analyzes possible solutions of liability for damage caused while transport of hazardous substances release. Moreover, he names the international documents which were the basis for passing the current bill and considers the changes of the act the legal persons' behaviour would be punished.

**Keywords:** ADR · Criminal Code · criminal liability of legal persons · hazardous substance · legal person · objective responsibility · RID

## 1. Úvod

Chemický priemysel patrí medzi k najrizikovejším odvetviam priemyslu v prípade vzniku závažných priemyselných havárií. Okrem vážneho dopadu na životné prostredie pôsobí devastaçne aj na zdravie ÷loveka. Vznik priemyselnej havárie s únikom nebezpeãných látok je jednou z možností negatívneho prejavu.

Výroba chemických výrobkov patrí k strategickým odvetviám slovenského priemyslu. Vo svetovom meradle považujú EÚ za zoskupenie štátov (medzinárodnú organizáciu) sui generis s medzinárodnoprávnu subjektivitou. Od nadobudnutia platnosti Lisabonskej zmluvy získala Únia aj plnú subjektivitu z hľadiska úniového práva a stala sa právnym nástupcom zrušeného ES. Najúãinnším spôsobom realizácie jej cieľov je právo. Jej právny systém výrazne ovplyvňuje právne systémy ÷lenských štátov Únie. To je viditeľné najmä pri príprave na ÷lenstvo, kedy v štáte dochádza k podstatným zmenám v zmysle vnútroštátneho právneho poriadku.

Problematika trestnej zodpovednosti právnických osôb predstavuje v súčasnosti aktuálnu tému. V prípade krajín kontinuálnej právnej kultúry bola aplikácia tohto inštitútu považovaná za problematickú a kontroverznú. V krajinách angloamerického právneho systému sa tento systém vníma ako tradiãný a prirodzený. Zaãiatkom roku 1976 sa prístup európskych krajín zmenil a trestnoprávna zodpovednosť právnických osôb zaãína existovať aj v európskych štátoch.

Trestná zodpovednosť právnických osôb bola v podmienkach SR pretrvávajúcim problémom. Dôkazom mohla byť aj etapa prijímania právnej úpravy a formulácia zákona o trestnej zodpovednosti PO, ktorá zaãala v roku 2004 a bola zavŕšená v roku 2010. Výsledkom tejto snahy bola v praxi neaplikovateľná právna úprava. Tento stav pretrvával ešte niekoľko rokov a bol jasným dôkazom nevyhnutnosti prijať nový zákon o trestnej zodpovednosti PO. Úsilie nášho zákonodarného orgánu napokon úspešne dosiahlo výslednú podobu aktuálneho zákona ÷. 91/2016 Z. z. zákon o trestnej zodpovednosti právnických osôb a o zmene a doplnení niektorých zákonov, ktorý je platný od 25.02.2016 a úãinný od 01.07.2016.

## 2. Medzinárodná a európska legislatívna úprava trestnej zodpovednosti PO

Trestnú zodpovednosť PO môžeme skúmať v rôznych kontextoch. Jedným z nich je aj vzťah medzinárodných právnych nástrojov vzhľadom ku vnútroštátnej právnej úprave. Všetky uvedené dokumenty vo svojich ustanoveniach vyzývajú, predpokladajú alebo odporúčajú zaviesť trestnoprávnu zodpovednosť právnických osôb v právnych poriadkoch jednotlivých ÷lenských štátov. Vzhľadom na to, že SR sa k uvedeným medzinárodným organizáciám a dokumentom hlási, je nepochybné, že zavedenie trestnej zodpovednosti právnických osôb do nášho právneho poriadku bolo nevyhnutným krokom, ktorým v koneãnom dôsledku splníme záväzky, ku ktorým sme sa zaviazali.

## VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

### *Medzinárodné zmluvy (OSN, OECD)*

Medzinárodné dokumenty, ktoré riešia trestnú zodpovednosť PO majú po tematickej stránke rôzny charakter, ktorý sa týka najmä obchodovania s ľuďmi, sexuálneho zneužívania detí, potlačovania organizovaného zločinu, ochrany ŽP, korupcie, boja proti hospodárskej kriminalite, ochrany spotrebiteľa, ochrany finančných záujmov EÚ a boja proti terorizmu.

Patrí sem:

- Zmluva o boji proti podplácaniu zahraničných verejných činiteľov v medzinárodných podnikateľských transakciách - ide o záväznú medzinárodnú zmluvu, ktorá vznikla z iniciatívy OECD.
- Zmluva o potlačovaní a financovaní terorizmu - záväzná medzinárodná zmluva prijatá rezolúciou Valného zhromaždenia OSN
- Zmluva OSN proti korupcii
- Zmluva OSN proti nadnárodnému organizovanému zločinu - „Palermská zmluva“ prijatá Valným zhromaždením OSN

Je na zvážení zmluvných strán či príjmu trestnoprávnu, občianskoprávnu alebo administratívnu zodpovednosť.

### *Zmluvy a iné právne akty Rady Európy*

Rada Európy už v roku 1988 vyzvala členské štáty zvážiť zavedenie trestnej zodpovednosti súkromných a verejných PO za trestné činy pri výkone ich činnosti a dokonca aj pri činoch, ktoré nesúviseli s predmetom ich činnosti. Prvým dokumentom Rady Európy, ktorý okrem uvedených odporúčaní stanovoval povinnosť pre signatárov sankcionovať právnické osoby za trestné činy v pôsobnosti dohovoru bol „Trestnoprávny dohovor o korupcii (č. 173)“. V uvedenom dohovore sa výslovne nestanovovala povinnosť zaviesť trestnú zodpovednosť, ale povinnosť zaviesť legislatívne opatrenia alebo iné opatrenia, aby právnické osoby boli zodpovedné za trestné činy v pôsobnosti dohovoru, ak boli spáchané v prospech právnickej osoby akoukoľvek fyzickou osobou, ktorá koná buď individuálne alebo ako súčasť orgánu právnickej osoby, ktorý má vedúcu pozíciu v rámci právnickej osoby.

Ďalej sem patria:

- Dohovor o ochrane ŽP - záväzná medzinárodná zmluva
- Trestnoprávny dohovor proti korupcii - záväzná medzinárodná zmluva
- Zmluva Rady Európy v boji proti počítačovej kriminalite
- Zmluva Rady Európy o praní, vyhľadávaní, zadriovanií a konfiškovaní výnosov zo zločinu
- Zmluva Rady Európy o boji proti obchodovaniu s ľuďmi
- Odporúčanie Rady Európy (77) 28 o uložení trestného práva pri ochrane životného prostredia
- Odporúčanie Rady Európy (81)12 o hospodárskej kriminalite

## VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

- Odporúčanie Rady Európy (82)15 o práve pri ochrane spotrebiteľa
- Odporúčanie Výboru ministrov Rady Európy (88)18 o zodpovednosti podnikov a iných PO za delikty spáchané pri výkone ich činnosti

Okrem zodpovednosti za uvedené trestné činy, PO mali byť brané na zodpovednosť pre nedostatok dohľadu alebo kontroly. Tiež bola zavedená zásada, že zodpovednosť PO nevylučuje trestné konanie proti FO. Vo vzťahu k sankciám za takéto konanie dohovor vymedzoval iba základný rámec, t.j. úmerné a odrádzajúce trestné alebo iné sankcie vrátane peňažných sankcií.

Z podobnej koncepcie vychádzal aj Dohovor o počítačovej kriminalite (č.185), ktorý však výslovne zdôrazňuje, že v závislosti od právnych zásad strany môže byť zodpovednosť PO trestnoprávna, občianskoprávna alebo správna. Dohovor Rady Európy o praní špinavých peňazí, vyhľadávaní, zaistení a konfiškácii ziskov z trestnej činnosti a o financovaní terorizmu (č. 198) sa prikláňa ku podobnej koncepcii ako Trestnoprávny dohovor proti korupcii a výslovne sa nezmieňuje v rámci akého odvetvia sa má zodpovednosť voči právnickej osobe vyvodzovať.

### *Právo Európskej únie*

Prvým medzinárodným právnym nástrojom v Európe, ktorý obsahoval záväzné ustanovenia o zodpovednosti podnikov PO, bola Európska zmluva zakladajúca Európske spoločenstvo uhlia a ocele (ESUO) v roku 1951 a Zmluva zakladajúca Európske hospodárske spoločenstvo (EHS) a Európske spoločenstvo pre atómovú energiu (EURATOM) v roku 1957.

Do konca 70. rokov bolo prijatých 60 rozhodnutí, ktoré ukladali peňažné tresty podnikom, ktoré sa previnili proti pravidlám ESCUD. EURATOM určil zoznam pokút, ktoré mali byť uložené FO a PO za nedodržanie ich povinností. K trestom patrí (čl. 83):

- a) varovanie (výstraha),
- b) odňatie zvláštnych výhod, napr. finančné podpory alebo technická pomoc,
- c) predaj podniku na 4 mesiace alebo odovzdanie do správy osoby alebo skupiny osôb, povolaných po dohode Komisie a štátu, ktorému podnik podlieha,
- d) úplné alebo čiastočné zhabanie surovín alebo špeciálnych štiepných materiálov.

Ďalším zdrojom legislatívny v tejto oblasti je článok 83 Amsterdamskej zmluvy, ktorá uvádza pokuty alebo penále, ktoré slúžia na zabezpečenie dodržiavania zákazu v oblasti hospodárskej súťaže. Pri uložení takýchto pokút za nedodržanie pravidiel súťaže Komisia a Súdny dvor predpokladajú, že podnik je schopný konať a niesť vinu.

Musíme zdôrazniť skutočnosť, že táto legislatívna hovorí o pokutách, no nejde o trestné pokuty. Rozhodnutie v tomto prípade nemalo mať trestný charakter. Okrem uvedených prípadov každý členský štát bol povinný prijať potrebné opatrenia na zabezpečenie toho, aby právnická osoba bola braná na zodpovednosť vtedy, keď pre chýbajúci dozor alebo kontrolu zo

strany uvedenej osoby sa umožnilo spáchanie podvodu alebo činu aktívnej korupcie alebo prania špinavých peňazí v prospech tejto právnickej osoby vďaka jej podriadenej osobe.

*Právne akty tretieho piliéra Európskej únie*

- Rámcové rozhodnutie Rady 2002/475/SVV zo dňa 13. júna 2002 o boji proti terorizmu
- Rámcové Rozhodnutie Rady 2008/841/SVV z 24. októbra 2008 o boji proti organizovanému zločinu
- Rámcové rozhodnutie Rady 2008/913/SVV z 28. novembra 2008 o boji proti niektorým formám a prejavom rasizmu a xenofóbie prostredníctvom trestného práva
- Rámcové rozhodnutie Rady zo dňa 23. januára 2003 o trestnoprávnej ochrane ŽP
- Rámcové rozhodnutie Rady 2003/568/SVV z 22. júla 2003 o boji proti korupcii v súkromnom sektore
- Rámcové rozhodnutie Rady 2005/222/SVV z 24. februára 2005 o útokoch na informačné systémy
- Smernica Európskeho parlamentu a Rady 2009/123/ES z 21. októbra 2009, ktorou sa mení a dopĺňa smernica 2005/35/ES o znečisťovaní mora z lodí a o zavedení sankcií za porušenie
- Smernica Európskeho parlamentu a Rady 2011/93/EÚ z 13. decembra 2011 o boji proti sexuálnemu zneužívaniu a sexuálnemu vykorisťovaniu detí a proti detskej pornografii, ktorou sa nahrádza rámcové rozhodnutie Rady 2004/68/SVV

### **3. Preprava nebezpečných látok a zodpovednosti za ich únik na Slovensku**

S prepravou nebezpečných látok sa spája riziko vzniku mimoriadnej udalosti. Tieto látky a ich negatívne vlastnosti môžu ohroziť v prvom rade zdravie a život človeka. V neposlednom rade môžu spôsobiť nemalé škody na životnom prostredí, ktoré je dôležité pre fungovanie ľudského organizmu. Existencia tohto rizika pri preprave nebezpečných látok viedla k súčasnej právnej úprave. Prostredníctvom dostatočnej právnej úpravy sa krajiny snažia o elimináciu rizika vzniku mimoriadnej udalosti s hrozivými následkami, ktoré nebezpečné látky predstavujú.

Preprava nebezpečných vecí zaujíma na dopravnom trhu osobitné postavenie. Hospodársky a priemyselný rozvoj spôsobuje, že výbušné, jedovaté, žieravé, samozápalné alebo inak nebezpečné látky a predmety sa v čoraz väčšom rozsahu prepravujú po celom svete. Riziko, s ktorým je táto preprava spojená, je čoraz väčšie. Pochopiteľne, že tieto špeciálne prepravy sa musia v záujme bezpečnosti nielen na národnej, ale aj na medzinárodnej úrovni riadiť prísnymi predpismi. Toto sa okrem iného vzťahuje na konštrukčné vyhotovenie vozidiel, balenie a nakládku nebezpečných vecí, ich označovanie, ich správne deklarovanie v prepravných dokladoch.



V súčasnosti je preprava nebezpečných látok súčasťou života na svete. Negatíva vyplývajúce z prepravy sa avšak nikdy nepodarí odstrániť úplne. Preto je potrebné snažiť sa tieto následky aspoň eliminovať, pretože na svete nie je nič nie je dôležitejšie ako život človeka.

### Legislatívna úprava prevozu nebezpečných látok

Slovenská republika je viazaná množstvom medzinárodných zmlúv, nariadení a dohôd v oblasti bezpečnosti založených na Vzorových predpisoch Odporúčaní pre prepravu nebezpečného tovaru vydaných OSN. Na základe toho je preprava nebezpečných látok zabezpečená medzinárodnými dohodami ADR, RID a ADN. Tieto dohody patria medzi najvýznamnejšie dohovory, ktoré upravujú podmienky pre prepravu nebezpečných látok medzi štátmi.

- **ADR** (European Agreement concerning the international carriage of dangerous goods by road) je dohoda o medzinárodnej cestnej preprave nebezpečných látok. Dohoda stanovuje triedy nebezpečných látok podľa ich vlastností, stavuje podmienky pre ich prepravu, balenie, značenie, predpisuje používanie a vyplňovanie stanovených dokladov. Ďalej definuje požiadavky na dopravné prostriedky vrátane technických požiadaviek na vozidlo podľa jednotlivých tried, obmedzenie množstva prepravovaných vecí, dozor nad nimi, spôsob státia a parkovania.
- **RID** (Reglement international concernant le transport des marchandises dangereuses par chemins de fer) je medzinárodná dohoda pre prepravu nebezpečných látok po železnici. Popisuje klasifikáciu nebezpečných vecí, vrátane klasifikačných kritérií a príslušných skúšobných metód, nároky na školenia šoférov, požiadavky na používanie obalov, cisterien a dopravných prostriedkov
- **ICAO/IATA** (International Civil Aviation Organisation) Medzinárodná organizácia pre civilné letectvo. Ide o dohoda o preprave nebezpečných vecí leteckou dopravou na území Slovenskej republiky, ako aj v ostatných krajinách dohody ICAO/IATA podľa požiadaviek klienta. Výbor ICAO schvaľuje štandardy a odporúčané postupy týkajúce sa leteckej navigácie, ochrany pred protizákonným narušením leteckého priestoru a zjednodušujúce procedúry prechodov cez štátne hranice pre civilné letectvo. Okrem toho ICAO definuje protokoly pre vyšetrovanie leteckých nehôd pre dopravné bezpečnostné úrady v krajinách podpísaných v Dohovore o medzinárodnom civilnom letectve známejšie tiež ako v Chicagskej dohode.
- **ADN** je európska dohoda o medzinárodnej preprave nebezpečného tovaru po vnútrozemských vodných cestách. Táto dohoda sa nevzťahuje na prepravu nebezpečného tovaru námornými plavidlami po námorných vodných cestách, ktoré sú súčasťou vnútrozemských vodných ciest.
- **IMDG - CODE** je medzinárodná dohoda pre námornú prepravu nebezpečného tovaru. Preprava nebezpečného námorného nákladu je predmetom VII. kapitoly Medzinárodného dohovoru o ochrane ľudského života na mori - SOLAS.

#### 4. Problematika identifikácie zodpovednosti za únik nebezpečných látok pri ich preprave

Pri preprave nebezpečných látok môže dôjsť k rôznym mimoriadnym udalostiam spojených s únikom týchto látok. Každá chemická havária má svoje špecifiká. Najvyšší stupeň nebezpečenstva pri mimoriadnych udalostiach týkajúcich sa úniku nebezpečnej látky spôsobujú chemické nebezpečné látky prepravované v kvapalnom skupenstve cisternovými dopravnými prostriedkami po cestných a železničných komunikáciách. Najčastejšie sa stretávame s požiarimi, za ktorými nasledujú explózie, či výrony toxických plynov a pár.

Ľudské aktivity nepoznajú hranice štátov a svetadielov. Neustále sme svedkami rastu objemov nielen produkcie, ale aj spotreby. Milióny ton tovaru prepravovaného denne rôznymi druhmi dopravy pochopiteľne vplyvajú aj na kvalitu životného prostredia. Zodpovednosť za jeho zachovanie je povinnosťou každého človeka, každej organizácie, nehovoriac o tom, že apel na ochranu životného prostredia je stále viac citelný.

Podľa Zákona NR SR č. 514/2009 Z. z. o doprave na dráhach § 23, ods. (5), písm. (e) preprava nebezpečného tovaru na území Slovenska je zakázaná, ak nie je zabezpečená bezpečnostnými poradcami pre prepravu nebezpečného tovaru s potrebným osvedčením o odbornej príprave. Zároveň povinnosť určiť bezpečnostného poradcu pre účastníka prepravy nebezpečného tovaru je zakotvená v Poriadku pre medzinárodnú železničnú prepravu nebezpečného tovaru.

Zákon NR SR č. 35/2014 Z.z., ktorým sa mení a dopĺňa Zákon NR SR č. 338/2000 Z.z. o vnútrozemskej plavbe, § 5a, odsek (1) ukladá za povinnosť vymenovať bezpečnostného poradcu na prepravu nebezpečného tovaru každej osobe, ktorá vykonáva činnosti podľa dohody ADN, ktorou je Slovenská republika viazaná. Táto povinnosť je zároveň zakotvená v dohode o medzinárodnej preprave nebezpečného tovaru po vnútrozemských vodných cestách.

Povinnosť vymenovať alebo ustanoviť bezpečnostného poradcu pre cestnú dopravu v súlade s požiadavkami odd. 1.8.3 Dohody ADR je zakotvená v Zákone NR SR č. 56/2012 Z. z. o cestnej doprave § 36, odsek (1) – Odosielateľ, dopravca, príjemca a každý, kto sa podieľa na preprave nebezpečných vecí balením, plnením, nakládkou, vykládkou alebo inou manipuláciou, pri ktorej by mohlo dôjsť k úniku nebezpečných vecí alebo ohrozeniu života alebo zdravia ľudí alebo zvierat, poškodeniu majetku alebo ohrozeniu životného prostredia, je povinný vymenovať jedného alebo niekoľkých bezpečnostných poradcov a uložiť im v súlade s požiadavkami dohody ADR konkrétne úlohy, ktoré majú pri preprave nebezpečných vecí zabezpečovať.

Prepravu nebezpečného tovaru na cestných komunikáciách obsahuje podrobné predpisy na nebezpečné látky, ich prepravu a používané dopravné prostriedky. Táto právna úprava, platná aj v našej krajine, každé dva roky sa aktualizuje v záujme toho, aby uskladňovanie a preprava nebezpečných látok sa uskutočňovalo vždy podľa najmodernejších postupov.

## VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

RID dohoda pre prepravu nebezpečných látok po železnici platí pre všetkých účastníkov prepravy, t.j. odosielateľa, dopravcu a príjemcu, ako aj pre iných zúčastnené osoby. Každá organizácia vykonávajúca železničnú dopravu nebezpečných vecí, príp. ich balenie, plnenie, nakládku, vykládku musí mať vymenovaného jedného, alebo viacerých bezpečnostných poradcov.

Schopnosť ekologicky plniť požiadavky zákazníkov sa preto stáva nielen jedným zo základných kritérií na posudzovanie kvality prepravných služieb, ale aj významnou konkurenčnou výhodou železničných dopravcov. Železničná doprava je v mnohých prípadoch nielen efektívnym dopravným systémom, ale najmä systémom environmentálne vyhovujúcim, pretože veľké objemy tovaru môžu byť na veľké vzdialenosti prepravené nielen rýchlo, ale aj s minimálnym dosahom na životné prostredie.

Problém identifikácie zodpovednosti na úrovni prepravy a úniku nebezpečnej látky riešia medzinárodné dohovory a vyhlášky. Zodpovednou osobou je vždy odosielateľ nebezpečnej veci. Celý proces zvyčajne začína u výrobcu nebezpečnej veci, ktorý takúto povinnosť má, pretože aj on môže byť prvým odosielateľom. V prípade Pri chemických látkach a zmesiach má práve on povinnosť spracovať, tzv. kartu bezpečnostných údajov (KBÚ), z ktorej sa dozvieme či je tovar klasifikovaný ako RID nebezpečný. Baliaca organizácia je povinná označiť obal v súlade s RID značením.

Pri nákladnej doprave je zodpovednosť dopravcu za poškodenie alebo stratu tovaru, prepravovaného na základe nákladného listu stanovená Dohovormi o prepravnej zmluve v medzinárodnej nákladnej doprave. Zodpovednosť dopravcu vyplýva z jeho základného záväzku, uskutočniť dohodnutú prepravu z miesta odoslania do miesta určenia s odbornou starostlivosťou a v dohodnutej, resp. primeranej lehote a vydať zásielku oprávnenému príjemcovi v neporušenom stave.

Pre stanovenie zodpovednosti cestného dopravcu je dôležité určiť začiatok plynutia zodpovednosti. Pokiaľ ide o škodu na zásielke, jej stratu alebo prekročenie dodacej lehoty, nie je možné jednoznačne vinu prisúdiť dopravcovi. V praxi sa vychádza z predpokladu, že pokiaľ dôjde na zásielke ku škode v čase, keď bola zásielka v starostlivosti dopravcu, je zodpovednosť stanovená dopravcovi, bez toho aby sa skúmalo jej zavinenie. Tejto zodpovednosti sa môže dopravca zbaviť jedine uplatnením vyvíňujúcich dôvodov, ktoré sú striktne stanovené v Dohovore CMR. Ide o dôvody, ktoré dopravca nemohol vopred predpokladať a ani škodu odvrátiť, napr. náhla živelná pohroma. Pre stanovenie začiatku zodpovednosti dopravcu nie je rozhodujúci okamih samotného začatia prepravy ani dátum uzavretia prepravnej zmluvy. Je dôležité, aby zásielka bola prevzatá za účelom uskutočnenia prepravy.

Plynutie zodpovednosti dopravcu sa nekončí doručením zásielky do miesta určenia. Plynutie zodpovednosti dopravcu končí dodaním zásielky, to znamená až časovým okamžikom, v ktorom je umožnené oprávnenému príjemcovi, alebo jeho splnomocnenému zástupcovi získať faktickú dispozíciu nad zásielkou. Tu je potrebné upozorniť, že zodpovednosť

## VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

dopravcu nekončí v prípade, ak zásielka bola vydaná neoprávnenej osobe. Až riadnym dodaním zásielky je ukončená preprava a splnená prepravná zmluva a až v tomto okamihu dopravcovi vzniká nárok na zaplatenie prepravného.

Ako už bolo uvedené, dopravca zodpovedá za úplnú alebo čiastočnú stratu zásielky alebo za jej poškodenie, ktoré vznikne od okamžiku prevzatia zásielky k preprave až do okamžiku jej vydania, ako aj za prekročenie dodacej lehoty.

Doprovca sa neberie na zodpovednosť, ak strata zásielky, jej poškodenie alebo prekročenie dodacej lehoty bolo zavinené:

- oprávneným príkazom dopravcu,
- z iného dôvodu ako nedbalosť dopravcu,
- vlastnou chybou zásielky,
- okolnosťami, ktoré dopravca nemôže odvrátiť a odstrániť ich následky nie je
- v jeho moci.

Doprovca nie je zodpovedný, ak v dôsledku neprimeraného naloženia zásielky odosielateľom sa pri preprave poškodí prepravovaný tovar. Dopravca je tiež zbavený svojej zodpovednosti za škodu, ak škoda na zásielke vznikla z dôvodov vyššej moci, to znamená z dôvodov, ktoré dopravca nemohol predvídať a ani odvrátiť ich vplyv.

Za neodvratiteľnú nehodu vozidla sa považuje iba taká nehoda, ktorá je vyvolaná vonkajšou príčinou, ktorá bola pre vodiča vozidla nepredpokladateľná a svojou povahou prekvapujúca, takže ju vodič nemohol odvrátiť alebo škodovým následkom zabrániť, napr. prasknutá pneumatika, prasknutá náprava. Tento princíp obdobne platí aj pre dopravné nehody, kedy neodvratiteľným môže byť iba stret s vozidlom, ktorého príčina môže byť pričítaná výlučne zavineniu vodičom druhého vozidla.

Na druhej strane sa dopravca nemôže zbaviť sa svojej zodpovednosti v prípade porúch na vozidle, ktoré bolo použité na prepravu, ani zavinení alebo nedopatrení osoby, od ktorej si najal vozidlo, alebo ich zástupcov alebo pracovníkov. Dopravca zodpovedá tiež za následky straty alebo nesprávneho použitia dokladov uvedených v nákladnom liste a k tomuto listu pripojených alebo dopravcovi odovzdaných. Pri strate alebo nesprávnom použití dokladov je však dopravca povinný nahradiť najviac čiastku, ktorú by musel uhradiť pri strate zásielky.

Nezodpovednosť za následky so sebou nesie splnenie povinností, ktoré preprava nebezpečných látok vyžaduje. K základným činnostiam vo vzťahu k preprave nebezpečných látok patrí:

- výber dopravcu a zasielateľa,
- vyžiadať ponuky a vyhodnotiť optimálnu ponuku,
- preveriť reálne možnosti firmy prepravovať NL,

## VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

- preveriť a zabezpečiť všetky činnosti spojené s pohybom a skladovaním NL vo všetkých druhoch prepravy,
- pri väčších a opakujúcich sa prepravách prerokovať detailne podmienky poistenia a stanovisko poisťovne,
- dohodnúť vopred možné havarijné scenáre a zapojenie subjektov,
- zabezpečiť prípadné kvalitatívne a kvantitatívne kontroly,
- prepravu zmluvne zabezpečiť sa všetkými zapojenými partnermi.

Odosielateľ vo vzťahu k tovaru musí:

- definovať parametre tovaru vo vzťahu k preprave,
- vykonať kvalifikáciu nebezpečného tovaru podľa príslušných predpisov,
- určiť typy obalov a ich označenie, stanoviť kompletnú sadu sprievodných dokumentov, prípadne ďalších náležitostí,
- formulovať podmienky skladovania, manipulácie, nakládky
- a preveriť reálnosť prípadných ďalších požiadaviek zákazníka alebo dopravcu.

Vodič musí absolvovať všetky školenia, musí mať všetky potrebné dokumenty a hlavnou požiadavkou je jeho zodpovednosť a spoľahlivosť. V prípade komunikácie medzi dodávateľmi je potrebné, aby objednávka prepravy obsahovala všetky náležitosti a v prípade nejasností sa všetko vopred poriadne vyjasnilo. Je potrebné stanoviť vopred prostriedky komunikácie a kompetentných partnerov pri všetkých zapojených subjektoch. Medzi základné vybavenia pri realizácii prepravy patria sprievodné papiere:

- od vozidla osvedčenie o evidencii (technicky preukaz),
- osvedčenie o schválení vozidla na prepravu ADR/RID produktov,
- od tovaru,
- certifikát kvality,
- technickej spôsobilosti a vybavenosti vozidla v súlade s predpismi profesijnej spôsobilosti vodiča.

Rozsah kontrolných činností dopravcu sa odvíja od zložitosti prepravy. V prípade akejkoľvek mimoriadnej udalosti musia byť bezpodmienečne informované všetky zainteresované subjekty a nasleduje okamžité spustenie vopred dohodnutého havarijného scenára. Orgány štátnej správy na úseku prepravy nebezpečných látok majú vytvárať kvalitné legislatívne prostredie vrátane jasných kompetencií. Rovnako by mali flexibilne reagovať na zmeny objektívnych podmienok a vzťahov, vykonávať preventívne kontroly odosielateľov, dopravcov, zasielateľov a príjemcov. V súlade so zákonmi by mali uskutočňovať dôsledné kontroly v priebehu realizácie prepravy a v prípade mimoriadnych situácií by mali udeliť neodpušiteľné sankcie.

## 5. Vybrané aspekty zákona o trestnoprávnej zodpovednosti PO

Od júla 2016 za spáchanie TČ nie sú trestaní len ľudia, ale aj PO v zmysle zákona č. 91/2016 Z. z. Zákon o trestnej zodpovednosti právnických osôb a o zmene a doplnení niektorých zákonov. Zákon pozostáva zo šiestich častí a 37 paragrafov.

Tento zákon upravuje základy trestnej zodpovednosti právnických osôb, druhy trestov, ich ukládanie a trestné konanie proti právnickým osobám. Ak tento zákon neustanovuje inak a ak to povaha veci nevyklučuje, na trestnú zodpovednosť právnickej osoby a tresty ukladané právnickej osobe sa vzťahuje Trestný zákon a na trestné konanie proti právnickej osobe sa vzťahuje Trestný poriadok.

### Pôsobnosť zákona

Podľa tohto zákona sa posudzuje trestnosť činu, ktorý bol spáchaný právnickou osobou na území Slovenskej republiky. Trestný čin sa považuje za spáchaný na území Slovenskej republiky, ak

- a) sa právnická osoba dopustila konania aspoň sčasti na území Slovenskej republiky, aj keď porušenie alebo ohrozenie záujmu chráneného Trestným zákonom nastalo alebo malo nastať celkom alebo sčasti mimo územia Slovenskej republiky, alebo
- b) porušenie alebo ohrozenie záujmu chráneného Trestným zákonom aspoň sčasti nastalo alebo malo nastať na území Slovenskej republiky, aj keď sa právnická osoba dopustila konania mimo územia Slovenskej republiky.

Podľa tohto zákona sa posudzuje aj trestnosť činu spáchaného mimo územia Slovenskej republiky právnickou osobou, ktorá má sídlo v Slovenskej republike. Právnickou osobou, ktorá má sídlo v Slovenskej republike, sa na účely tohto zákona rozumie aj právnická osoba, ktorej organizačná zložka má sídlo v Slovenskej republike, ak bol trestný čin spáchaný v rámci jej činnosti.

Podľa tohto zákona sa posudzuje aj trestnosť činu spáchaného mimo územia Slovenskej republiky právnickou osobou, ktorá nemá sídlo na území Slovenskej republiky, ak bol čin spáchaný v prospech právnickej osoby, ktorá má na území Slovenskej republiky sídlo alebo v prospech fyzickej osoby, ktorá je občanom Slovenskej republiky, alebo cudzinca, ktorý má na území Slovenskej republiky trvalý pobyt.

Podľa tohto zákona sa posudzuje aj trestnosť činu spáchaného mimo územia Slovenskej republiky právnickou osobou, ktorá nemá sídlo na území Slovenskej republiky, ak bola činom spôsobená škoda právnickej osobe, ktorá má na území Slovenskej republiky sídlo, alebo fyzickej osobe, ktorá je občanom Slovenskej republiky, alebo cudzincovi, ktorý má na území Slovenskej republiky trvalý pobyt a v mieste činu je čin trestný, alebo ak miesto činu nepodlieha žiadnej trestnej právomoci.

Trestnosť činu sa posudzuje podľa tohto zákona aj vtedy, ak to ustanovuje medzinárodná zmluva, ktorá bola ratifikovaná a vyhlásená spôsobom ustanoveným zákonom, ktorou je Slovenská republika viazaná. Ustanovenia odsekov 1 až 5 sa nepoužijú, ak to nepripúšťa medzinárodná zmluva, ktorá bola ratifikovaná a vyhlásená spôsobom ustanoveným zákonom, ktorou je Slovenská republika viazaná.

### **Trestná zodpovednosť právnickej osoby**

Trestný čin podľa § 3 je spáchaný právnickou osobou, ak je spáchaný v jej prospech, v jej mene, v rámci jej činnosti alebo jej prostredníctvom, ak konal

- a) štatutárny orgán alebo člen štatutárneho orgánu,
- b) ten, kto vykonáva kontrolnú činnosť alebo dohľad v rámci právnickej osoby, alebo
- c) iná osoba, ktorá je oprávnená zastupovať právnickú osobu alebo za ňu rozhodovať.

Trestný čin podľa § 3 je spáchaný právnickou osobou aj vtedy, ak osoba uvedená v odseku 1 nedostatočným dohľadom alebo kontrolou, ktoré boli jej povinnosťou, hoci z nebanlivosti umožnila spáchať trestný čin osobou, ktorá konala v rámci oprávnení, ktoré jej boli zverené právnickou osobou.

Spáchanie trestného činu právnickou osobou podľa odseku 2 sa právnickej osobe nepričíta, ak vzhľadom na predmet činnosti právnickej osoby, spôsob spáchania trestného činu, jeho následky a okolnosti, za ktorých bol trestný čin spáchaný, je význam nesplnenia povinností v rámci dohľadu a kontroly zo strany orgánu právnickej osoby alebo osoby uvedenej v odseku 1 nepatrný.

Trestná zodpovednosť právnickej osoby nie je podmienená vyodením trestnej zodpovednosti voči fyzickej osobe uvedenej v odseku 1 a nie je podmienená ani zistením, ktorá konkrétna fyzická osoba konala spôsobom podľa odsekov 1 a 2.

Trestná zodpovednosť právnickej osoby nezaniká vyhlásením konkurzu, vstupom do likvidácie, jej zrušením alebo zavedením nútenej správy.

Ustanovenia odsekov 1 až 5 sa použijú aj vtedy, ak

- a) k spáchaniu trestného činu došlo v čase od založenia právnickej osoby do jej vzniku,
- b) právnická osoba vznikla, ale súd rozhodol o jej neplatnosti,
- c) právny úkon, ktorý mal založiť oprávnenie na konanie za právnickú osobu, je neplatný alebo neúčinný,
- d) fyzická osoba, ktorá konala za právnickú osobu, nie je za takýto trestný čin trestne zodpovedná.

Konanie týchto osôb bude teda v zmysle návrhu zákona možné pričítať právnickej osobe. V teórii trestného práva hmotného sa takéto vymedzenie najviac približuje dvom doktrínam trestnej zodpovednosti a síce doktríne strict liability a vicarious liability.

Prejavom, tzv. strict liability (absolútnej zodpovednosti) je, že právnická osoba „je zodpovedná za určité konkrétne jednanie, ktoré však musí mať predvídateľný následok a nevyžaduje teda konkrétne formu zavinenia“. Táto forma zodpovednosti vychádza z predpokladu, že konanie fyzickej osoby, sa za istých podmienok „automaticky“ pričíta právnickej osobe. Absolútna zodpovednosť je teda v návrhu vyjadrená tým, že protiprávne konanie štatutárneho orgánu právnickej osoby, osoby vykonávajúcej riadiacu činnosť, osoby oprávnenej vykonávať v právnickej osobe kontrolnú činnosť alebo dohľad a osoby vykonávajúcej vplyv na riadenie právnickej osoby v prípade, ak je toto konanie v záujme právnickej osoby alebo v rámci jej činnosti alebo prostredníctvom nej, je pričítané právnickej osobe.

Vyššie popísaná doktrína absolútnej zodpovednosti právnickej osoby je aj v uvedenom návrhu zákona doplnená o prvok tzv. vicarious liability (delegovanej zodpovednosti). Delegovaná zodpovednosť je v návrhu zákona vyjadrená tak, že právnickej osobe sa pričíta aj konanie „iného zamestnanca alebo osoby v obdobnom postavení pri plnení pracovných úloh alebo iných úloh pre právnickú osobu vykonaných na základe rozhodnutia, schválenia alebo pokynu orgánov právnickej osoby“. Pri delegovanej zodpovednosti sa prihliada na organizačnú štruktúru konkrétnej právnickej osoby. Vytvára sa tu vzťah medzi podriadeným zamestnancom právnickej osoby jednajúcim v zmysle pokynov riadiaceho pracovníka, riadiacim pracovníkom právnickej osoby, ktorý podriadeného zamestnanca kontroluje a riadi.

#### **Vylúčenie trestnej zodpovednosti niektorých právnických osôb**

Podľa tohto zákona nie sú trestne zodpovedné

- a) Slovenská republika a jej orgány,
- b) iné štáty a ich orgány,
- c) medzinárodné organizácie zriadené na základe medzinárodného práva verejného a ich orgány,
- d) obce a vyššie územné celky,
- e) právnické osoby, ktoré sú v čase spáchania trestného činu zriadené zákonom,
- f) iné právnické osoby, ktorých majetkové pomery ako dlžníka nemožno usporiadať podľa osobitného predpisu upravujúceho konkurzné konanie.

Majetková účasť právnických osôb uvedených v odseku 1 na právnickej osobe nevylučuje trestnú zodpovednosť takejto právnickej osoby podľa tohto zákona.

#### **Páchateľ, spolupáchateľ, účastník**

Páchateľom trestného činu je právnická osoba, ktorej sa pričíta porušenie alebo ohrozenie záujmu chráneného Trestným zákonom spôsobom ustanoveným týmto zákonom.



Ak bol trestný čin spáchaný spoločným konaním dvoch alebo viacerých páchatel'ov, z ktorých aspoň jeden je právnickou osobou, zodpovedá každý z nich, ako keby trestný čin spáchal sám.

Účastníkom je právnická osoba, ktorá k spáchaniu trestného činu využila inú právnickú osobu alebo fyzickú osobu.

### **Miestna príslušnosť**

Konanie vykonáva súd, v ktorého obvode bol trestný čin spáchaný. Ak nemožno zistiť miesto činu alebo ak bol čin spáchaný v cudzine, vykonáva konanie súd, v ktorého obvode má obvinená právnická osoba sídlo alebo v ktorého obvode má obvinená zahraničná právnická osoba svoju prevádzku alebo organizačnú zložku; ak sa nedajú tieto miesta zistiť alebo sú mimo územia Slovenskej republiky, vykonáva konanie súd, v ktorého obvode čin alebo pri spoločnom konaní o viacerých trestných činoch najťažší trestný čin vyšiel najavo.

### **Zmena, zrušenie a zánik právnickej osoby**

Štatutárny orgán právnickej osoby alebo jeho člen, proti ktorej bolo začaté trestné konanie, je povinný bez meškania písomne oznámiť prokurátorovi a v konaní pred súdom predsedovi senátu vykonávanie právnych úkonov a vznik právnych skutočností, ktoré môžu spôsobiť jej zmenu, zrušenie alebo zánik.

Na nadobudnutie účinnosti právnych úkonov smerujúcich k zmene, zrušeniu alebo zániku právnickej osoby sa vyžaduje v prípravnom konaní písomný súhlas sudcu pre prípravné konanie a v konaní pred súdom a vo vykonávacom konaní písomný súhlas predsedu senátu. Proti rozhodnutiu podľa odseku 2 je prípustná sťažnosť.

Ten, kto vedie obchodný register alebo iný zákonom určený register, zápisom v ktorom právnická osoba vzniká, nezapíše zrušenie alebo zmenu právnickej osoby do takéhoto registra, ani nevykoná jej výmaz bez súhlasu podľa odseku 2.

## **6. Záver**

V správnom práve je obsiahnutá objektívna zodpovednosť PO. To umožňuje sankcionovanie PO priamo za protiprávne konanie. Tieto sankcie, žiaľ, často nezodpovedajú ohrozeniu chráneného spoločenského záujmu. V prospech zavedenia trestnej zodpovednosti PO z dôvodov nedostatočných možností administratívnoprávneho postihu môžeme uviesť, že správne právo je vybudované na zásade objektívnej zodpovednosti absolútnej, čo znamená, že niektoré správne delikty právnickej osoby nevyžadujú zavinenie a zároveň vylučujú možnosť oslobodenia. Ďalším argumentom znejúcim v prospech úpravy tejto problematiky trestným právom je fakt, že v správnom práve, s ohľadom na sociálne dôsledky správnych sankcií, sa častejšie uplatňuje zásada oportunitity ako zásada legality a dochádza tak k prejednávaniu len

## VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

tých prípadov, ktorých prejednanie sa javí účelné. Čiastkovým dôvodom, ktorý zaznieva v prospech trestného práva než správneho práva je aj procesná stránka oboch možností.

Aktuálnou polemikou je, či sa Slovenská republika mala vydať na cestu trestnej zodpovednosti PO. Avšak mnohé kauzy dokazujú, že trestnoprávna úprava je nevyhnutná a že je nutná existencia prísnych sankcií. Od roku 2005 sa v Národnej rade Slovenskej republiky prerokovávalo niekoľko poslaneckých, či vládnych návrhov zákonov o trestnej zodpovednosti právnických osôb, resp. návrhov, ktoré by trestnoprávnu zodpovednosť právnickej osoby zaviedli novelizáciou Trestného zákona.

Ako najzásadnejšou zmenou od roku 2005 sa v roku 2010 ukázalo prijatie zákona č. 224/2010 Z. z., ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 300/2005 Z. z. Trestný zákon v znení neskorších predpisov a o zmene a doplnení niektorých zákonov. Touto zmenou Trestného zákona bola teda zavedená nepravá trestná zodpovednosť právnických osôb. Toto riešenie nezavádza pravú trestnú zodpovednosť právnických osôb, ku ktorej sa Slovenská republika niekoľkokrát zaviazala. Ide len o akýsi sankčný aparát v podobe zhabania peňažnej čiastky a zhabania majetku. Tieto inštitúty sú systematicky zaradené do piateho dielu druhej hlavy Trestného zákona a zákon ich teda považuje za ochranné opatrenia.

Podstata nepravého trestnej zodpovednosti teda spočíva v možnosti uložiť ochranné opatrenie právnickej osobe za protiprávne konanie aj v tom prípade, že trestnoprávna zodpovednosť právnickej osoby v Trestnom zákone vyslovene uvedená nie je.

„Ochranné opatrenie je ujma na osobnej slobode alebo majetku odsúdeného alebo inej osoby, ktorú môže uložiť len súd podľa tohto zákona v záujme ochrany spoločnosti pred trestnými činmi alebo činmi inak trestnými.“ Na tomto mieste možno vysloviť názor, že tieto nové ochranné opatrenia existovali v Trestnom zákone aj pred spomínanou novelou v podobe ochranného opatrenia zhabanie vecí v zmysle § 83 zákona č. 300/2005 Z. z. Trestného zákona v znení neskorších zákonov.

V praktickej rovine môže byť niekedy problematickejšie subsumovať konkrétne konanie pod teoretickoprávnu formu úmyselného zavinenia. Takéto dôslednejšie rozlišovanie je nepochybne prínosné, nakoľko umožňuje viac vystihnúť podstatu konania páchatel'a a vzťah jeho psychickej stránky jednak ku konaniu, ako aj k ostatným znakom skutkovej podstaty trestného činu.

V praxi sa stáva, že spáchaný trestný čin nie je v zmysle individualizácie trestného konania možné pričítať konkrétnej fyzickej osobe, čo má za následok nepotrestanie protiprávneho konania. V iných prípadoch sa zase stáva, že je potrestané protiprávne konanie „posledného“ zamestnanca právnickej osoby, pričom spoločnosť aj následne koná v rozpore so zákonom a jej potrestanie nie je v zmysle súčasnej právnej úpravy možné.

V našej práci sme chceli poukázať na potrebu zavedenia inštitútu trestnej zodpovednosti právnických osôb v Slovenskej republike. Slovenské TP je budované na princípe subjektívnej

trestnej zodpovednosti. Vyvodzovanie trestnej zodpovednosti je pri splnení všetkých znakov skutkovej podstaty trestného činu možné len vo vzťahu k takým konaniam a ich príčinným následkom, ktoré sú pokryté zavinením páchatela.

Vôľová zložka vyjadruje trestnoprávne kladný, aktívny vzťah páchatela, čiže jeho zameranosť k trestnoprávne relevantnému konaniu a následku tohto konania. Vôľa sa zameriava spravidla na to, čo páchatel v danom momente priamo sleduje. Môže sa vzťahovať aj na následky, ktoré sú trestnoprávne relevantné, no z pohľadu páchatela boli druhotné resp. sekundárne. To, že páchatel určité následky považuje za hlavné a iné za vedľajšie, to ešte nevyplýva o priamom alebo o nepriamom úmysle páchatela. V konečnom dôsledku, vôľa páchatela môže byť zameraná aj na s právom súladné následky. Predpokladom tohto však musí byť, že páchatel mal v úmysle spôsobiť trestno-právne relevantný a nie právom aprobovaný následok.

Pri úmyselnom zavinení je možné kvantitu vôle vyjadriť jej stupňom. Podľa tohto rozlišujeme jednak vôľu priamu – priame chcenie následkov a nepriame chcenie, teda uzrokovanie s následkami s tým, že naozaj vzniknú.

Na dosiahnutie primárnych cieľov TZ sa navrhovalo zaviesť trestnú zodpovednosť PO na základe striktno vymedzených podmienok, ktorá sa bude uplatňovať vedľa trestnej zodpovednosti fyzických osôb. Trestná zodpovednosť PO v tomto čase vychádzala z filozofie, že ak spoločnosti môžu konať v zmysle občianskeho a obchodného práva, potom môžu konať aj v zmysle práva trestného. V posledných desaťročiach už sa neopakujú námietky proti trestnej zodpovednosti spoločností založené na argumente, že právnická osoba nemôže samostatne konať. Právne systémy po celom svete uznávajú, že právnické osoby majú spôsobilosť k právnym úkonom, spôsobilosť k právam a k povinnostiam, teda aj spôsobilosť k zodpovednosti, čo je najčastejšie povinnosť niesť dôsledky za porušenie svojej povinnosti.

Slovenské trestné právo je založené na zodpovednosti za zavinenie, teda ide o subjektívno-trestnoprávnu zodpovednosť, na rozdiel od zodpovednosti objektívnej. So zásadou zodpovednosti za zavinenie úzko súvisia aj iné všeobecné a primárne zásady trestného práva hmotného, predovšetkým zásada trestnoprávnej zodpovednosti individuálnej a zásada subsidiarity trestnoprávnej represie. Zavinenie predstavuje obligatórny znak subjektívnej stránky trestného činu a preto tento pojem nie je možné stotožňovať s pojmom vina. Pojem vina je totiž širší vo vzťahu k zavineniu a predstavuje zavinené naplnenie znakov skutkovej podstaty páchatelom. Úmyselné zavinenie predstavuje základnú formu zavinenia, ktorá sa vzhľadom na stupeň kvantitatívneho a kvalitatívneho vyjadrenia jeho vôľovej zložky delí na úmysel priamy (dolus directus) a úmysel nepriamy (dolus indirectus alebo dolus eventualis).

Pokiaľ dôjde k takejto udalosti, zložky integrovaného záchranného systému majú stanovené metodické postupy, podľa ktorých v takýchto prípadoch postupujú. Spôsob likvidácie chemickej havárie závisí od prostredia v ktorom dôjde k vzniku mimoriadnej udalosti. Na to aby samotný zásah jednotiek prebehol bez zbytočných strát na životoch a iných škôd na

životnom prostredí, je dôležité dodržiavať pravidlá a postupy s ktorými sú jednotlivé zložky oboznámené.

Zavedenie trestnej zodpovednosti právnických osôb do právneho poriadku SR výrazným spôsobom napomôže k naplneniu účelu trestného práva a povedie tak k ochrane spoločenských vzťahov pred trestnými činmi a zároveň k potrestaniu spáchaných trestných činov na životom prostredí.

Životné prostredie je neodmysliteľnou súčasťou nášho života. Nová právna úprava a dohovory boli výsledkom aktívnych rokovaní v roku 2015. Podnetom týchto stretnutí boli alarmujúce výsledky a prepovede do budúcnosti. Každý má právo na zdravé životné prostredie. Cieľom nových dohovorov je chrániť životné a zastaviť znižovanie biodiverzity, zabrániť zhoršovaniu kvality vody alebo znižovaniu zásob vody a chrániť pôdu. K tomuto sme sa ako platný členský štát Európskej únie rovnako zaviazali.

Preprava nebezpečných látok má v doprave osobitné postavenie. Hospodársky a priemyselný rozvoj spôsobuje, že sa tieto látky čoraz častejšie prepravujú po celom svete. Riziko, s ktorým je táto preprava spojená, je čoraz väčšie a práve preto sa musia v záujme bezpečnosti riadiť prísnyimi právnymi predpismi. Tieto predpisy upravujú nielen konštrukčné vyhotovenie vozidiel, ktoré slúžia na ich prevoz, ale aj spôsob balenia, označovania, samotnú prepravu a prepravné doklady.

Identifikácia zodpovednosti za únik nebezpečných látok je upravená v dohovoroch a predpisoch na národnej a nadnárodnej úrovni. Rovnako prijatá smernica o environmentálnej zodpovednosti je založená na zásade „znečisťovateľ platí“, podľa ktorej sú znečisťovatelia, ktorí škodu spôsobili, zodpovední za vykonanie potrebných preventívnych a nápravných opatrení a za uhradenie nákladov na tieto opatrenia. Všeobecnou zásadou je odstránenie škôd takým spôsobom, aby sa poškodené životné prostredie vrátilo do stavu, v akom by bolo, keby ku škode nedošlo. Dospeli sme do stavu, kedy by sme životnému prostrediu mali začať vracieť požičané a v prípade ďalších škôd ich čo najrýchlejšie napraviť alebo v lepšom prípade im úplne predchádzať, kým pre nás nebude neskoro.

## **Podakovanie**

Príspevok je súčasťou vedeckovýskumnej úlohy „Metodológia tvorby typových krízových scenárov pre prípravu študentov - krízových manažérov Akadémie Policajného zboru v Bratislave, Akadémie ozbrojených síl generála M. R. Štefánika v Liptovskom Mikuláši, Vysokej škole bezpečnostného manažerstva v Košiciach, Pomorskej akadémie v Slupsku a Vysokej školy manažmentu, marketingu a cudzích jazykov v Katoviciach“

## Zoznam bibliografických odkazov

ADR - Európska dohoda o cestnej preprave nebezpečných vecí [online]. [cit. 2017-10-02]. Dostupné na internete: <<http://www.ekotox.sk/component/content-adr-europska-dohoda>>.

Čo očakávať od trestnej zodpovednosti právnických osôb [online]. [cit. 2016-04-22]. Dostupné na internete: <<http://www.epravo.sk/clanky/co-ocakavat-od-trestnej-zodpovednosti-pravnicky-ch-osb-27205.html>>.

Dohoda ADR o medzinárodnej cestnej preprave nebezpečných látok.

Dohoda RID o medzinárodnej železničnej preprave nebezpečných látok.

Dohovor č. 11/1975 Zb. o prepravnej zmluve v medzinárodnej cestnej nákladnej doprave.

Ivor J. a kol. Trestné právo hmotné 1, Wolters Kluwer (Iura Edition), 2010, ISBN 978-80-8078-308-2.

Jelínek J. Trestní odpovědnost právnických osob, Praha, Linde, 2007, ISBN 978-80-7201-683-9.

Konanie o trestnej zodpovednosti proti právnickým osobám a konanie proti nim - EU [online]. [cit. 2017-10-02]. Dostupné na internete: <<http://www.psp.cz/sqw/text/tiskt.sqw?T=285&CT1=0>>.

Korgo D. et al. Trestné právo hmotné. Všeobecná časť. Plzeň: Aleš Čeněk, 2012. ISBN 978-80-7380-407-7.

Marcinek M, Dworzecki J. Technical Aspects of use of Selected Specialist Equipment Intended for Road-Side Rescuing. 1. vyd. - New York : Iglobal Writer Inc., Pro Pomerania Foundation Poland, 2015. - 175 s. - ISBN 978-83-63680-77-0.

Marcinek M, Marková I. Working Effectiveness of Hydraulic Rescue Equipments for Firefighters. In: Advanced Materials Research-ISSN 1022-6680-Vol.1001 (2014),Text:<<http://www.scopus.com/Working+effectiveness+rescue+equipments+for+firefighters%29>>.

Marcinek M, Müllerová J. Insulation Material Fire Safety and Toxicity. In: Safety Engineering Selected Aspects. - New York, 2014. - ISBN 978-83-63680-13-8.

Marcinek M. Aktuálna právna úprava o nebezpečných chemických látkach a jej aplikácia prostredníctvom typového krízového scenára pri úniku nebezpečnej látky počas dopravnej nehody v podmienkach Integrovaného záchranného systému SR. In: Zborník z 13. medzinárodného sympózia konaného dňa 8. 9. 2016 v rámci medzinárodného veľtrhu SECURITY BRATISLAVA 2016 [elektronický zdroj]. - Bratislava : Akadémia Policajného zboru v Bratislave, 2016. - ISBN 978-80-8054-691-5. - CD-ROM, S. 149-165.

**VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017**

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

Marcinek M. Integrovaný záchranný systém Slovenskej republiky a možnosti efektívneho využitia dobrovoľných hasičských zborov: In: Právní a bezpečnostní prostředí Evropské unie v teritoriální optice vybraných zemí středoevropského prostoru. - České Budějovice : Vysoká škola evropských a regionálních studií, 2016. - ISBN 978-80-7556-005-6. - S. 36-45.

Marcinek M. Materiálno-technické vybavenie zložiek IZS v boji proti nebezpečným látkam, extrémizmu a terorizmu. In: Extrémizmus - hrozba pre demokratickú spoločnosť : zborník príspevkov z medzinárodnej virtuálnej konferencie : [Bratislava, 31. október 2012]. - Bratislava : Akadémia Policajného zboru v Bratislave, 2012. - ISBN 978-80-8054-552-9.

Marcinek M. Metodický podklad pre vypracovanie typového krízového scenára likvidácie ekologickej havárie pri dopravnej nehode. In: Riešenie krízových situácií prostredníctvom simulačných technológií, zborník vedeckých prác z medzinárodnej vedeckej konferencie v Liptovskom Mikuláši 22. októbra 2013. Akadémia ozbrojených síl gen. M. R. Štefánika v Liptovskom Mikuláši, 2013. - ISBN 978-80-8040-481-9.

Marcinek M. Organizácia, fungovanie a rozvoj Integrovaného záchranného systému (IZS) na území Slovenskej republiky. In: Edukacja dla bezpieczeństwa: przegląd naukowo-metodyczny. - ISSN 1899-3524.

Marcinek M. Simulácia krízových situácií národného a medzinárodného krízového manažmentu ako podpora edukácie krízových manažérov, In:Nehody s hromadným postihnutím osôb, 2011 Žilina, Medzinárodný kongres, ISBN 978-80-969219-8-0.

Marcinek M. Štatistika zásahov jednotiek HaZZ za obdobie 2004-2013 so zameraním na nebezpečné látky. In: SPEKTRUM [elektronický zdroj] : recenzovaný časopis Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství a Fakulty bezpečnostního inženýrství. - ISSN 1804-1639. - Roč. 15, č. 1 (2015), online, s. 13-17.

Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 1272/2008 o klasifikácii, označovaní a balení látok a zmesí, o zmene, doplnení a zrušení smerníc 67/548/EHS a 1999/45/ES a o zmene a doplnení nariadenia (ES) č. 1907/2006.

Pikna B. Vnitřní bezpečnost a veřejný pořádek v evropském právu (oblast policejní a justiční spolupráce), Praha: Linde Praha 2006, s. 221.

Preprava nebezpečného tovaru pomocou telematického systému: môže zabrániť ekologickej katastrofe [online]. [cit. 2017-10-02]. Dostupné na internete: <http://sk.webeye.eu/novinky/preprava-nebezpecneho-tovaru-pomocou-telematickeho-systemu-moze-zabranit-ekologickej-katastrofe/>

Prepravný poriadok Železničnej spoločnosti CARGO SLOVAKIA, a. s.

Segeš I. Konceptia trestnej zodpovednosti právnických osôb v slovenskom trestnom práve, Právny obzor 2002, č. 4, s. 450.

VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

Smernica o environmentálnej zodpovednosti [online]. [cit. 2017-10-02]. Dostupné na internete:

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:143:0056:0075:en:PDF>

Suja M. Perspektíva v poskytovaní pomoci v oblasti ochrany osôb a majetku. In Právne vedomie verejnosti v demokratickom štáte : zborník z celoštátneho vedeckého seminára s medzinárodnou účasťou konaného dňa 22.11.2010 na Akadémii Policajného zboru v Bratislave. Bratislava 2011. ISBN 978-80-8054-518-5, s. 100-103.

Šimák L. Krízový manažment vo verejnej správe. Žilina: Fakulta špeciálneho inžinierstva Žilinskej univerzity v Žiline, 2001. ISBN 80-88829-13-5.

Večeňa M, Gerloch A, Schlosser H, Beran K, Rudenko S. Teória práva. 3. vyd. Bratislava: Eurokodex 2009, s. 223.

Zákon NR SR č. 124/2006 Z. z. o Bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci.

Zákon NR SR č. 128/2015 Z. z. O prevencii závažných priemyselných havárií.

Zákon NR SR č. 129/2002 Z. z. o Integrovanom záchrannom systéme.

Zákon NR SR č. 300/2005 Z. z. Trestný zákon.

Zákon NR SR č. 301/2005 Z. z. Trestný poriadok.

Zákon NR SR č. 314/2001 Z. z. o Ochrane pred požiarmi.

Zákon NR SR č. 355/2007 Z. z. Zákon o ochrane, podpore a rozvoji verejného zdravia.

Zákon NR SR č. 67/2010 Z. z. Chemický zákon.

Zákon NR SR č. 91/2016 Z. z. Zákon o trestnej zodpovednosti právnických osôb.

## HODNOTENIE VPLYVU VIBRÁCIÍ NA RUKY V DÔSLEDKU POUŽÍVANIA PNEUMATICKÉHO NÁRADIA

Iveta MARKOVÁ – Marek SUCHOŇ

Katedra životného prostredia, Fakulta prírodných vied, Univerzita Mateja Bela, Banská Bystrica,  
korešpondenčná adresa: [iveta.markova@umb.sk](mailto:iveta.markova@umb.sk)

### Abstrakt

Práca sa zaoberá hodnotením vplyvu vibrácií na človeka v pracovnom prostredí u vybraných profesií a elektrických zariadení. V teoretickej časti sa popisuje vznik vibrácií, vplyv a možné negatívne dopady daného fyzikálneho faktora na zdravie zamestnanca. Cieľom príspevku práce je sledovanie vplyvu vibrácií u vybraných profesií formou dotazníkového prieskumu a realizácia experimentálnych meraní vibrácií na ruky. Sledovanie vplyvu vibrácií bolo zvolené v podniku, kde sa opracovávajú výrobky pneumatickými nástrojmi a existuje riziko expozície zamestnancov vibráciám. V praktickej časti sú popísané a vyhodnotené realizované prieskumy dotazníkom. Nasleduje porovnanie získaných výsledkov u jednotlivých profesií so štandardom.

Výsledky ukázali zmeny hodnôt, ako sú hodnoty garantované výrobcom. Dôvodom je realizácia práce s vibrujúcimi nástrojmi dlhšie časové obdobie, kde dochádza k opotrebovaniu dielov a tým aj k vyššej expozícii kmitaniu.

**Kľúčové slová:** vibrácie, pracovné prostredie, zdravie zamestnanca, škodlivé fyzikálne faktory, meranie expozície vibráciám

### Abstract

The work deals with assessing the effects of vibrations in the working environment of selected staffs and electrical equipment. In the introduction parts is described of formation of vibrations, the effects and possible negative impact of physical factors on employees health. The aim of this work is the effect of vibrations on selected professionals through questionnaire survey and implementation of experimental vibration measurements on a hand of employee. The observation of vibration effects was chosen in a company, where products are being shaped with pneumatic instruments and there is a risk of an exposure of vibrations on the employees.

In experimental part are described and evaluated questionnaire surveys conducted on selected risk factors. We evaluated the measured data and compared them with the



standards. The reason is the realization of work with vibrating tools for a longer time, where some parts do wear-out and therefore there is a higher exposure to oscillation.

**Keywords:** negative effects of vibrations · survey · experimental measurements of vibrations on hand

## 1. Úvod

Pracovné prostredie je dôležitý životný priestor na realizáciu pracovných činností, ktorým zamestnanec venuje denne 8,5 hodiny. Významnosť škodlivých faktorov pracovného prostredia je vo vzťahu k výške expozície faktora na človeka a z toho vyplývajúce zdravotné riziká. (Azmir et al., 2015, Suchoň, Zelený, 2016, Zelený, 2010, Marková a Majlingová, 2010, Marková, 2014, Suchomel et al., 2007)

Jedným z uplatniteľných faktorov v pracovnom prostredí, ktorému môžu byť zamestnanci vystavený na jednom pracovnom mieste, na dlhšie časové obdobie, sú hluk a vibrácie. Expozícia uvedenými faktormi môže viesť k vyššej pravdepodobnosti vzniku sprievodných javov v zdravotnom stave zamestnancov, ktoré majú priamy súvis s vibráciami a hlukom. (Hodgson, Bradley, 2006, Legáth, 2013, Dado, Hnilica, 2009, Dado a kol., 2011, 2012)

### **Legislatívna stránka problematiky vplyvu vibrácií ako škodlivého faktora**

Vďaka nastaveným legislatívnym pravidlám je možné poskytnúť zamestnancom optimálne podmienky pracovného prostredia. Zákon č. 124/2006 Z. z. o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci (BOZP), ako kľúčový zákon BOZP, ustanovuje všeobecné zásady prevencie a základné podmienky na zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci. Predmetom zákona č. 124/2006 Z. z. je vylúčenie rizík a faktorov podmieňujúcich vznik pracovných úrazov a rôznych chorôb z povolania, prípadne iných poškodení zdravia zamestnancov. Zákon č. 355/2007 Z. z. o ochrane, podpore a rozvoji verejného zdravia v znení neskorších predpisov, ustanovuje vykonávanie prevencie ochorení. V § 30, ktorý sa venuje ochrane zdravia pri práci, sú definované povinnosti zamestnávateľov, povinnosť hodnotenia zdravotných rizík, kategorizácie rizikových prác. V § 33 je definovaná ochrana zamestnancov pred vibráciami pri práci (Zákon č.355/2007 Z. z.).

Prvým významným dokumentom k tejto problematike je Smernica Európskej únie 2002/44/ES (smernica o vibráciách), ktorá ukladá zamestnávateľom povinnosti posudzovať riziká pôsobiace na ruky a ramená a odstraňovať ich, prípadne znížiť na minimum. Slovenská republika po vstupe do Európskej únie smernicu implementovala v nariadení vlády SR č. 416/2005 Z. z. o minimálnych zdravotných a bezpečnostných požiadavkách na ochranu zamestnancov pred rizikami súvisiacimi s expozíciou vibráciám, ktoré ustanovuje konkrétne požiadavky na zaistenie zdravia a bezpečnosti pri práci zamestnancov pred pôsobením vibrácií a otrasov, stanovuje limitné a akčné hodnoty expozície vibráciám, posudzovanie rizík z danej expozície, opatrenia a zdravotný dohľad.

Nariadenie vlády (NV) SR č. 416/2005 Z. z. o minimálnych zdravotných a bezpečnostných požiadavkách na ochranu zamestnancov pred rizikami súvisiacimi s expozíciou vibráciám ustanovuje konkrétne požiadavky na zaistenie zdravia a bezpečnosti pri práci zamestnancov pred pôsobením vibrácií a otrasov, stanovuje limitné a akčné hodnoty expozície vibráciám, posudzovanie rizík z danej expozície, opatrenia a zdravotný dohľad. Zamestnávateľ je povinný poskytnúť preventívnu lekársku prehliadku v lehotách a vo frekvenciách, ktoré mu ukladá zákon. V nariadení sú uvedené aj základné požiadavky na meranie vibrácií, záznamy o meraniach, prevádzkový poriadok a iné (NV SR č. 416/2005 Z. z.).

Nariadenie vlády SR č. 416/2005 Z. z. o minimálnych zdravotných a bezpečnostných požiadavkách na ochranu zamestnancov pred rizikami súvisiacimi s expozíciou vibráciám sa v decembri 2005 menilo a dopĺňalo nariadením vlády č. 629/2005 Z. z.

Vibrácie ako škodlivý faktor pracovného prostredia hodnotí vyhláška č. 448/2007 Z. z. Ministerstva zdravotníctva SR v Príloha 1, bod c) o podrobnostiach o faktoroch práce a pracovného prostredia vo vzťahu ku kategorizácii prác z hľadiska zdravotných rizík a o náležitostiach návrhu na zaradenie prác do kategórií v znení vyhlášky č. 98/2016 Z. z. a vyhlášky č. 283/2016 Z. z. Vibrácie sú aj súčasťou faktora fyzickej záťaže podľa uvedenej vyhlášky. Koncepcia kategorizácie prác vyplýva z analýzy rizík, ktorej súčasťou je posudzovanie rizika, v prípade potreby, stanovením akčnej hodnoty expozície vibráciám.

### **Vibrácie v pracovnom prostredí**

Vibrácie, mechanické kmitanie (s frekvenciou  $f > 25$  Hz), je pohyb mechanickej sústavy alebo jej časti, pri ktorom veličina opisujúca pohyb alebo polohu je striedavo menšia, väčšia ako určitá rovnovážna hodnota tejto veličiny ( STN ISO 2631-1:1999, Legáth, 2013, Lumnitzer, et al., 2007

Najčastejším zdrojom vibrácií a otrasov v pracovnom prostredí sú ťažké mechanizmy, rôzne pohyblivé dopravníky, elektromotory, vodné i hydraulické čerpadlá, vzduchové vývevy a v neposlednom rade malé vibrujúce nástroje.

Vznikajú používaním kmitajúcich mechanizačných prostriedkov a mechanizmov na vyvolanie nárazov, napr. pri používaní pneumatických a elektrických kladív, príp. nástrojov držaných či nesených v rukách a poháňaných motorom (ako sú píly, odvetvovače a pod.). Vibrácie pôsobia aj pri stabilnom strojovom zariadení, ak sú nevyvážené, pri manipulačných a dopravných prostriedkoch (volant, sedadlo) a pod. Teória, merania a účinky vibrácií sú v porovnaní s hlukom zložitejšie. Namiesto akustického tlaku sú vibrácie charakterizované ako zrýchlenie vibrácií, ktoré vyjadruje zrýchlenie jednotlivých častíc materiálu pri prechode do okrajových polôh. (Suchomel et al., 2007)

Podľa spôsobu, akým sa vibrácie prenášajú zo zdroja na ľudský organizmus, sa delia na vibrácie prenášané na ruky (pochádzajúce z rukovätí ručných nástrojov, príp. celých zariadení (ako je napr. leštička, pneumatické kladivo, volant automobilu)), vibrácie prenášané na celé

telo (absorbované stojacou, sediacou i ležiacou osobou ako celkom cez oporný bod), miestne vibrácie (prenášané na určitú časť ľudského organizmu) a celkové vibrácie (prenášané na celé telo človeka v sediacej, príp. stojacej polohe). (Suchomel et al., 2007, Zelený et al., 2010; Suchomel et al., 2007)

### Účinky vibrácií na ľudský organizmus

V dôsledku vplyvu vibrácií na ľudský organizmus dochádza k vzniku rezonancie ľudského organizmu. Negatívny účinok vibrácií vzniká dvoma spôsobmi (Čerkala a Lalík, 2012)

1. Poškodzovanie určitých častí tela a orgánov v dôsledku otrasov, úderov alebo rázov. Uvedené pohyby spôsobujú ľudskému telu otrasy s nízkou frekvenciou, ale vysokou amplitúdou. Vibrácie dané otrasom majú oveľa nižší počet kmitov za sekundu, ale naproti tomu ich výchylka z pôvodnej rovnovážnej polohy je väčšia.
2. Poškodzovanie zdravia dlhotrvajúcimi vibráciami s nízkou amplitúdou a vyššou frekvenciou (vysokokmitočtové vibrácie). Tieto vibrácie majú vysoký počet kmitov za sekundu pri minimálnej odchýlke z rovnovážnej polohy.

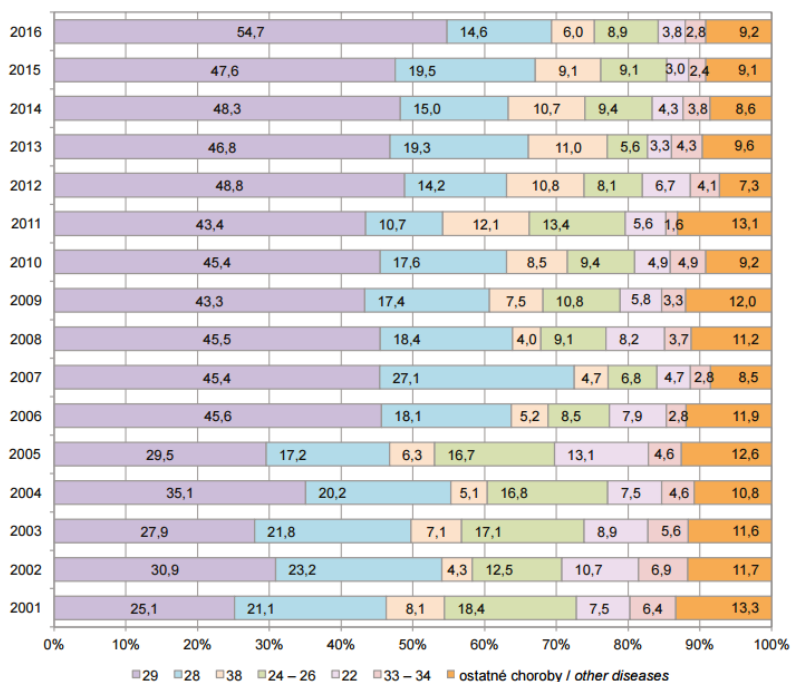
Uznávanie choroby z povolania vplyvom vibrácií v pracovnom prostredí sa potvrdzuje od roku 1998. V Európe a USA trpia danou expozíciou približne 2-3 percentá zamestnancov. Ochorenia zamestnancov, na ktorých vplyvajú vibrácie ako škodlivý fyzikálny faktor, možno rozdeliť na tri základné skupiny (Kukučková et al., 2011):

1. Syndróm poškodenia kostí, kĺbov, šliach a svalov, ktorý sa prejavuje bolesťami v zápästí, v ramenných a lakťových kĺboch, pravdepodobne aj opuchom predlaktia.
2. Syndróm poškodenia periférnych ciev horných končatín (tzv. Raynaudov fenomén), ktorý sa prejavuje ako zreteľná subjektívna citlivosť na chlad, pocit oziabania, strnulosť rúk. Nastáva pritom zmena farby prstov dobiela, ktorú spôsobilo zúženie ciev v končatinách, najmä v koncoch prstov. Tento stav sa zlepšuje v teplom prostredí. Ochorenie cievneho systému, vazoneuróza, sa prejavuje poruchou prekrvenia ciev v dolných, ale hlavne horných končatinách, konkrétne v prstoch.
3. Periférna neuropatia nervov, tzv. rukavičkový syndróm.

Štatistické údaje SR vydávané Národným centrom zdravotníckych informácií prezentuje (obr. 1), medzi najsilnejšie negatívne faktory ovplyvňujúce celkovú klímu, pohodu a záťaž zamestnancov v ich pracovnom prostredí, vibrácie (číslo 28 zo zoznamu chorôb z povolania – obr. 2) a hluk (číslo 38 zo zoznamu chorôb z povolania) po pracovnej činnosti s bremenami (číslo 29 zo zoznamu chorôb z povolania). (NCZI, 2017)

# VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava



**Obr 1** Prezentácia % podielu chorôb z povolania najčastejších chorôb z povolania v rokoch 2001 – 2016 v SR. (zdroj: NCZI, Správa Choroby z povolania alebo ohrozenia chorobou z povolania v SR 2016, 2017)

Legenda: Číselník zo zoznamu chorôb z povolania:

- 29 - Choroba z dlhodobého, nadmerného a jednostranného zaťaženia končatín – ochorenie kostí, kĺbov, šliach a nervov končatín
- 28 - Choroba z vibrácií – ochorenie kostí, kĺbov, svalov, ciev a nervov končatín spôsobené vibráciou
- 38 - Porucha sluchu z hluku, pri ktorej dosahuje strata sluchu podľa Fowlera pri poškodených mladších ako 30 rokov najmenej 40 %. Pri poškodených nad 30 rokov sa uvedená hranica každé dva roky zvyšuje o 1 % až do dosiahnutia 50 rokov veku poškodeného, odkedy už musí presahovať 50 %
- 24, 25 a 26 - Infekčné choroby a parazitárne choroby okrem tropických infekčných chorôb a parazitárnych chorôb a chorôb prenosných zo zvierat na ľudí; Tropické prenosné a parazitárne choroby; Choroby prenosné zo zvierat na ľudí priamo alebo prostredníctvom prenášačov
- 22 - Kožné choroby okrem rakoviny kože (to je 21) a prenosné kožné choroby
- 33 a 34 Choroba zaprášenia pľúc prachom obsahujúcim oxid kremičitý (silikóza, silikotuberkulóza) vrátane (uhlíkovskej) pneumokoniózy a Choroba zaprášenia pľúc azbestovým prachom (azbestóza)

Azmir et al. (2015) ponúka výskum vplyvu vibrácií na ruky u vybraných profesií v rôznych oblastiach priemyslu s dôsledkom vzniku choroby. Potvrďuje negatívny vplyv expozície vibráciami na ruky hlavne v poľnohospodárstve.

## 2. Posúdenie rizík z vibrácií

Riziká spôsobené vibráciami pôsobiacimi na ruky a ramená postihujú ľudí pracujúcich v mnohých výrobných odvetviach a povolaniach. Riziká sa značne zvyšujú pri používaní zariadenia s vyššími vibráciami a pri predĺženom a pravidelnom používaní tohto zariadenia. Výskumy však ukázali, že správnym riadením možno nebezpečenstvá spôsobené vibráciami kontrolovať a riziká znížiť. (EK, 2007)

Posúdením rizika by sa malo (EK, 2007):

- stanoviť, kde môže existovať riziko vyplývajúce z vibrácií pôsobiacich na ruky a ramená,
- odhadnúť vystavenie pracovníkov a porovnať ho s akčnou hodnotou vystavenia a limitnou hodnotou vystavenia,
- určiť dostupné kontroly rizika,
- určiť kroky, ktoré plánujete urobiť s cieľom kontrolovať a monitorovať riziká vyplývajúce z vibrácií pôsobiacich na ruky a ramená,
- zaznamenať posúdenie, podniknuté kroky a ich účinnosť.

Podrobnosti týkajúce sa posúdenia rizika pri vypracúvaní posudku o riziku sú ukotvené v § 3 NV č. 416/2005 Z. z. a uvádza ich aj prevádzkový poriadok v § 10 tohto nariadenia.

Stručný návod týkajúci sa vhodných otázok na posúdenie rizika uvádza OSHA (2007) v príručke Základy posudzovania rizík s ponúkaným kontrolným zoznamom, ktorý identifikuje riziká na pracovisku. Je v nej vypracovaný kontrolný zoznam vzťahujúci sa na vibrácie (tab. 3). V prípade, ak jedna odpoveď je kladná, treba postupovať ďalej. Nezáväzná príručka o osvedčených postupoch s cieľom implementovať smernicu 2002/44/ES o minimálnych zdravotných a bezpečnostných požiadavkách vyplývajúcich z vystavenia pracovníkov rizikám vzniknutým pôsobením fyzikálnych faktorov (vibrácií) z roku 2007, vypracovaná pod hlavičkou Európskej komisie, ponúka konkrétne otázky (Marková et al., 2017).

Práve v tejto problematike je dôležité, aby sa zamestnanci a ich zástupcovia zapájali do posúdenia rizika spojeného s vibráciami a boli o ňom informovaní. Efektívne partnerstvo s konkrétnymi pracovníkmi pomôže zabezpečiť, že informácie používané pri posúdení rizika sa budú zakladať na reálnom posúdení vykonávanej práce a času vynaloženého na jej vykonanie. (EK, 2007)

Cieľom príspevku práce je sledovanie vplyvu vibrácií u profesie zlievarenský robotník formou dotazníkového prieskumu a realizácia experimentálnych meraní vibrácií na ruky zlievarenského robotníka.

### **Spôsoby a možnosti merania vibrácií v pracovnom prostredí**

Vibrácie alebo mechanické kmitania sú charakterizované amplitúdou [m] (maximálna výchylka z rovnovážnej) a rýchlosťou v [m. s.<sup>-1</sup>], zrýchlením a [m. s.<sup>-2</sup>]. Parameter, ktorý je meraný pri hodnotení vplyvu vibrácií je hladina zrýchlenia vibrácií (efektívna hodnota zrýchlenia vibrácií) L (a).

$$L(a) = 20 * \log \frac{a}{a_0} \text{ dB}$$

kde a je efektívna hladina zrýchlenia vibrácií, a<sub>0</sub> – referenčná hodnota zrýchlenia, ktorá je stanovená na 10<sup>-6</sup> m.s<sup>-2</sup>.

Faktory, ktorými sa riadi denné vystavenie osoby vibráciám, sú frekvenčne vážená sila (hladina) vibrácií a čas vystavenia osoby tejto sile vibrácií. Čím väčšia je sila, alebo čím dlhšie trvá vystavenie, tým väčšie bude vystavenie osoby vibráciám. (EK, 2007)

### 3. Metodika merania

Definícia limitných a akčných hodnôt expozície vibráciám sa uvádza v technických normách – v STN EN ISO 5349-1:2001, ktorá opisuje všeobecnú i praktickú časť merania vibrácií na ruky (časť 1. a časť 2.), a v STN ISO 26311-1:1999, ktorá opisuje vibrácie prenášané na celé telo človeka. Podrobnosti s praktickými pokynmi o používaní metódy na meranie vibrácií na pracovisku sú uvedené v dokumente EN ISO 5349-2:2001. To všetko obsahuje aj príloha 2 NV č. 416/2005 Z. z.

Vibrácie sa merali u zamestnancov, ktorí sa zúčastnili na dotazníkovom prieskume. Vibrácie určuje ich sila a frekvencia. Silu vibrácií možno vyjadriť ako vibračný posun (v metroch), vibračnú rýchlosť (v metroch za sekundu) alebo vibračné zrýchlenie (v metroch za sekundu na druhú alebo  $m \cdot s^{-2}$ ). No väčšina vibračných prevodníkov vytvára výstupnú hodnotu, ktorá súvisí so zrýchlením, a tak na opis vibrácií sa tradične používa zrýchlenie. Na získanie úplného obrazu o vibráciách na povrchu sa vibrácie musia merať v troch osiach (obr. 3b).

Veličiny, ktoré sa hodnotia pri každej vykonávanej operácii počas expozície kmitania, sú:

- **$a_{hwi}$** : čo je výsledná hodnota kmitania vyjadrená v metroch za sekundu ( $m/s^2$ ). Táto hodnota sa vypočítava z troch hodnôt frekvenčne váženého zrýchlenia kmitania prenášaného na ruku  $a_{hwix}$ ,  $a_{hwiy}$ ,  $a_{hwiz}$  zistených v smere troch osí.
- **trvanie  $T_i$**  (za 1 deň) vystavenia kmitania pre preddefinovanú operáciu.

Základný parameter, ktorý sa zaznamenáva, je denná expozícia kmitaniu **A(8)**.

#### Príprava meracieho postupu

Metóda merania bola zvolená od charakteru zvoleného pracovného prostredia, druhu práce, opracúvaného výrobku a zdroja kmitania. Bola vybraná operácia na ručnom pneumatickom náradí.

Bola zvolená možnosť „krátkotrvajúce meranie prerušovanej operácie náradia“, pretože vybraný robotník často opustí ručné pneumatické náradie a rukami obracia obrobok a opäť po pár sekundách uchopí ručný nástroj. Krátkotrvajúce merania nie je možné vykonať spoľahlivo počas pracovného procesu, za určitých podmienok. Meranie, denné vystavenie vibráciám, sa realizuje s veľmi krátkym časom expozície kmitania. Je nutné meranie uskutočňovať simulovaným procesom. Operácia sa upravuje na neprerušovanú a časovo dlhšiu, ale so snahou o priblíženie sa reálnym podmienkam. Merania boli vykonané v troch opakovaníach v celkovej dĺžke minimálne 1 minútu. (STN EN ISO 5349, časť 2)

## VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

Zaužívané operácie boli merané v dĺžke 30 minút kontinuálne, za tento čas zamestnanec pracuje s pneumatickým nástrojom minimálne 10 minút. Zároveň boli merané časy ako dlho je daný operátor vystavovaný expozícii kmitaniu počas dennej pracovnej zmeny. Neistota hodnotenia denného vystavenia v našom prípade nebola uplatnená.

Meracie systémy na detekciu pohybu kmitajúceho povrchu sa zvyčajne používajú 3-osové piezo-kryštálické snímače. Piezo-kryštálický snímač bol umiestnený upevňovacím adaptérom na povrchu ruky, v strednej časti dlane, kde kmitanie vstupuje do tela (obr. 2).

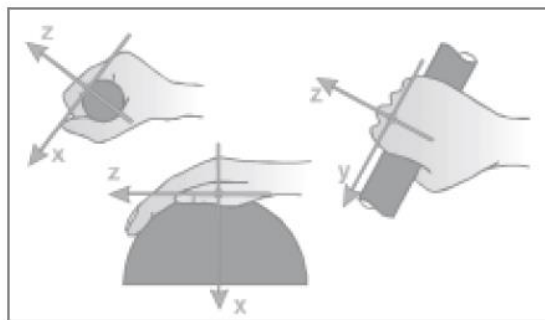
Meranie bolo uskutočnené Analyzátorom vibrácií pôsobiacich na človeka typu 4447 (Human Vibration Analyzer 4447) od firmy Brüel&Kjær.



Obr. 2 Upevnenie snímača na pravú ruku (Autor: Suchoň, 2016)

Kalibrovanie meracieho prístroja bolo pomocou takzvaného budiča vibrácií z piatich citlivostí snímačov. 3-osový snímač bol upevnený pomocou adaptéra na budič vibrácií a spustil sa kalibračný mód prístroja, ktorý po pár sekundách uložil nabudené hodnoty. Kalibrácia sa robila pre všetky tri osi (obr. 3a).





Obr. 3a) Schéma zapojenia 3-osového snímača na nástroj (Autor: Suchoň, 2016)

Obr. 3b) Osi merania vibrácií pôsobiacich na ruky a ramená. (EK, 2007)

## 4. Výsledky

### Výsledky meraní vplyvu expozície vibráciám

Pri profesii zlievarenský robotník a robotník, ktorý ručne obrusuje opracovaný materiál pomocou pneumatickej brúsky, sa namerala expozícia vibráciám, a to v dĺžke trvania v pravej ruke 28 minút a v ľavej ruke 17 minút (tab. 1).

Tab. 1 Výsledky merania expozície vibráciám prenášaným na ruky

Merané nástroje: Pneumatické nástroje	$a_{wegT}$ [ $m.s^{-2}$ ]			Celkový expozičný čas	Normaliz. zrýchlenie vibrácií	Výsledné zrýchlenie
	Smer 1	Smer 2	Smer 3	Tc [s]	$a_{weg8h}$ [ $m.s^{-2}$ ]	[ $m.s^{-2}$ ]
<b>Zlievarenský robotník</b>						
Pravá ruka	2,07±0,05	2,43±0,11	2,59±0,07	198 ±1,25	2,23±0,05	2,65±0,09
Ľavá ruka	2,19±0,11	2,55±0,09	2,67±0,09	198 ±1,42	2,34 ±1,64	2,76±1,33
Normované hodnoty podľa NV č. 416/2005 Z. z.	Výsledné zrýchlenie z nameraných hodnôt ako priemerná hodnota			Max. hodnota zrýchlenia vibrácií		Deklarova né zrýchlenie udávané výrobcom
				Akčná hodnota	Limitná hodnota	
	2,76			2,5	5	2,5

Výsledky merania vibrácií na vybranom zariadení ukázali existenciu vibrácií. Subjektívne vnímanie zamestnancov týkajúce sa existencie vplyvu vibrácií sa potvrdilo tiež. Výsledky prieskumu dotazníkovou formou (tab. 2) potvrdil skutočný vplyv vibrácií pneumatických nástrojov. Zamestnanci absorbujú vibrácie cez horné končatiny do svojho tela. Vibrácie pôsobia na organizmus počas práce s pneumatickými nástrojmi v hodnotách, ktoré spadajú do legislatívnych podmienok NV č. 416/2005 Z. z., deklarované maximálne zrýchlenie vibrácií výrobcom bolo prekročené.



### Výsledky prieskumu ohľadom vplyvu expozície vibráciám

Na základe otázok z kontrolného zoznamu bol vypracovaný dotazník a so žiadosťou odpovedať na otázky boli oslovení zamestnanci z výrobných prevádzok používajúcich pri pracovnej činnosti pneumatické náradie. Počet respondentov 20 (11 zlievarenský robotníci) s návratnosťou 65 %. Výskum sa realizoval počas decembra 2015 a januára 2016, novembra a decembra 2016. Prieskum bol realizovaný u zamestnancov mužského pohlavia vo veku 30-59 rokov. Všetci respondenti mali ukončené stredoškolské vzdelanie.

Prezentácia časti výsledkov prieskumu dotazníkovou formou u zlievarenských robotníkov a robotníkov (tab. 2), dokazuje názor respondentov o existencii rizika expozície vibráciám.

Tab. 4 Výsledky prieskumu dotazníkovou metódou ohľadom vplyvu vibrácií

Vybrané otázky z dotazníka	Zlievarenský robotník [%]	
	áno	nie
Máte pocit, že má v práci pri výkone povolania niečo negatívny vplyv na vaše zdravie?	90	10
Považujete svoje pracovné prostredie za pracovisko, kde dochádza k vibráciám z pracovnej, či výrobnej činnosti?	75	25
Poznáte dôsledky vplyvu vibrácií na zdravie človeka?	100	0
Používate pri práci na pracovisku osobné ochranné pracovné prostriedky (OOPP) na elimináciu negatívneho vplyvu vibrácií na organizmus?	100	0

Palmer et al. (2001) realizoval národný prieskum ohľadom expozície vibrácií vo vybraných oblastiach priemyslu. Šlo o vzorku 12 240 mužov vo veku 16 až 64 rokov a 906 mužov z ozbrojených síl. Otázky pokrývali súčasné zamestnanie, zdroje vibrácií, znečistenie alebo brnenie v prstoch za posledný týždeň. Riziko senzorických symptómov bolo zvýšené u robotníkov a poľnohospodárskych zamestnancov. Uvedené príznaky boli spojené s použitím ručných pneumatických zariadení, prerušovačov betónu, reťazových píl a brúsnych píl. Poukázal na venovanie malej pozornosti rizikám poškodenia vibráciami u stavebných robotníkov, robotníkov pracujúcich s drevospracujúcimi strojmi, mechanikov motorových vozidiel a robotníkov pracujúcich s niektorými ďalšími bežnými vibračnými nástrojmi.

## 5. Záver

Výsledky meraní vibrácií v profesiách zlievarenský robotník a robotník prekročili hodnoty deklarované výrobcom. Výsledné zrýchlenie z nameraných hodnôt ako priemerná hodnota  $a_{w_{egT}}$  bola  $2,76 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ , pričom výrobca deklaruje  $2,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ . Výsledky meraní ukázali zmeny hodnôt, ako sú hodnoty garantované výrobcom. Zapríčinila to práca s vibrujúcimi nástrojmi počas dlhšieho pracovného obdobia, keď dochádzalo k opotrebovaniu dielcov a tým k vyššej expozícii zamestnancov kmitaniu.

## Podakovanie

Príspevok vznikol v rámci riešenia Projektu ITMS 26210120024 „Obnova a budovanie infraštruktúry pre ekologický a environmentálny výskum na UMB“.

## Zoznam bibliografických odkazov

Azmir N Ghazali, A.Z., Yahya, M., Ali, M., Song, J. 2015. Effect of Hand Arm Vibration on the Development of Vibration Induce Disorder among Grass Cutter Workers. *Procedia Manufacturing*. 2015 vol: 2 pp: 87-91. ISSN 2351-9789. Dostupné na: 10.1016/j.promfg.2015.07.015

Čerkala, E., Lalík, V. 2012. Pracovné prostredie v praxi environmentálneho manažéra. 1. vyd. Technická univerzita vo Zvolene 2012 (ISBN 978-80-228-2393-7).

Európska komisia 2007. Nezáväzná príručka o osvedčených postupoch s cieľom implementovať smernicu 2002/44/ES o minimálnych zdravotných a bezpečnostných požiadavkách vyplývajúcich z vystavenia pracovníkov rizikám vzniknutým pôsobením fyzikálnych faktorov (vibrácie). [on-line] [cit. 2017-02-25].

Dado, M., Hnilica, R. 2009. Hodnotenie rizík súvisiacich s expozíciou hluku vo vybraných prevádzkach drevospracujúceho priemyslu. *Acta Universitatis Matthiae Belii: series Environmental Management*. **11**(1), 93-99. ISSN 1338-4430.

Dado, M., ŠÍPOŠ, J., FRIČ, M. 2011. Porovnanie základných stratégií merania na určenie expozície hluku na pracovisku. *Acta Universitatis Matthiae Belii: series Environmental Management*. **13**(2), 34-43. ISSN 1338-4430.

Dado, M., Hudecová, M., Hnilica, R. 2012. Vplyv kombinovaných účinkov osvetlenia, hluku a teploty na pracovný výkon. *Acta Universitatis Matthiae Belii: series Environmental Management*. **14**(1), 100-104. ISSN 1338-4430.

Hodgson, M., Bradley, J. 2006. Sound in rooms. In: *Noise and vibration control engineering: principles and application* [online]. Second Edition. Hoboken: Willey & Sons, pp. 181-214 [cit. 2017-06-27]. ISBN 978-0-471-44942-3. Dostupné na: <http://dx.doi.org/10.1002/9780470172568.ch7>

Kukučková, et al. 2011. Choroba z vibrácií. [online]. S.l.: s.n. 2011. [cit. 2016.03.23]. Dostupné na internete: [http://www.vpl.sk/files/file/-XXXIIpdf\\_prednasky/74%20VPL\\_choroba%20z%20vibracii.pdf](http://www.vpl.sk/files/file/-XXXIIpdf_prednasky/74%20VPL_choroba%20z%20vibracii.pdf)

Legáth, Ľ. 2013. Poškodenie zdravia z práce- aktuálne trendy v SR. *Fyzikálne faktory prostredia*. **3**(2), 93-96. ISSN 1338-3922.

VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

Lumnitzer, E., Badida, M., Románová, M. 2007. Hodnotenie kvality prostredia. 1. vyd. Strojnícka fakulta TU, Košice 2007 (ISBN 978-80-8073-836-5).

Marková, I. 2014. Bezpečnosť ekologických pracovných miest. In: *Celoživotné vzdelávanie v BOZP: medzinárodné sympóziu*, Nitra, 5.-7. mája 2014. Nitra: Univerzita Konštantína Filozofa, s. 81-87. ISBN 978-80-558-0595-5.

Marková, I., Majlingová, A. 2010. Lifelong education of students and professionals in the wood industry related to the PPE use on the workplace. In *Bezbednosni inženjering: požar, životna sredina, radna okolina, integrisani rizici*. Novi Sad : Visoka tehnička škola strukovnih studija u Novom Sadu, s. 389-397.

Nariadenie vlády č. 416/2005 Z. z. o minimálnych zdravotných a bezpečnostných požiadavkách na ochranu zamestnancov pred rizikami súvisiacimi s expozíciou vibráciám.

NCZI 2017. Správa Choroby z povolania alebo ohrozenia chorobou z povolania v SR 2016 [online]. Bratislava: Edícia zdravotnícka štatistika, ZŠ-6/2017. [cit. 2017-07-31]. Dostupné na: <http://www.nczisk.sk/Documents/publikacie/2016/zs1706.pdf>

OSHA 2007. Základy posudzovania rizík. [on-line] [cit. 2017-03-30] Dostupné na internete: [https://osha.europa.eu/sk/tools-and-publications/publications/promotional\\_material/rat2007](https://osha.europa.eu/sk/tools-and-publications/publications/promotional_material/rat2007).

Palmer K Griffin M Syddall H Pannett B Cooper C et. al. 2001. Risk of hand-arm vibration syndrome according to occupation and sources of exposure to hand-transmitted vibration: A national survey. *American Journal of Industrial Medicine* 2001 vol: 39 (4) pp: 389-396. DOI 10.1002/ajim.1029

STN ISO 2631-1:1999 (01 1405) Mechanické kmitanie a otrasy. Hodnotenie expozície človeka kmitaniu na celé telo. Časť 1: Všeobecné požiadavky.

STN 33 1600:1996 Revízie a kontroly elektrického ručného náradia počas používania.

STN EN ISO 5349-1 Mechanické kmitanie. Meranie a hodnotenie expozície človeka prenosom kmitania na ruky. Časť 1: Všeobecné požiadavky (ISO 5349-1:2001). STN EN ISO 5349-2 Mechanické kmitanie. Meranie a hodnotenie expozície človeka prenosom kmitania na ruky. Časť 2: Praktický pokyn na meranie na pracovnom mieste (ISO 5349-2: 2001).

Suchoň, M., Zelený, J. Evaluation of the risk of exposure of employees by vibration in the working environment. *ACTA UNIVERSITATIS MATTHIAE BELII series Environmental Management* [online]. Banská Bystrica, 2017, XIX(1), 42-55 [cit. 2017-06-30]. ISSN 1338-4430. Dostupné na: <http://dx.doi.org/10.24040/actaem.2017.19.1.42-55>

Suchomel, J., Belanová, K., Vlčková, M. 2007. Profesionálna hluchota z vibrácií v lesníctve na Slovensku. *Human Resources Management & Ergonomics* 3/2007.

VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

Trotto, S.: Hand-arm vibration syndrome Workers who use power tools may be at risk [online].  
Safety & Health. [cit. 2017-08-01]. Dostupné na:  
<http://www.safetyandhealthmagazine.com/articles/13117-hand-arm-vibration>

Vyhláška č. 448/2007 Z. z. Ministerstva zdravotníctva SR o podrobnostiach o faktoroch práce a pracovného prostredia vo vzťahu ku kategorizácii prác z hľadiska zdravotných rizík a o náležitostiach návrhu na zaradenie prác do kategórií v znení vyhlášky č. 98/2016 Z. z. a vyhlášky č. 283/2016 Z. z.

Zákon č. 124/2006 Z. z. o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci (BOZP)

Zákon č. 355/2007 Z. z. o ochrane, podpore a rozvoji verejného zdravia v znení neskorších predpisov

Zelený, J., et al.: 2010. Environmentálna politika a manažérstvo organizácií. 1. vyd. Fakulta prírodných vied UMB. Banská Bystrica 2010 (ISBN 978-80-8083-976-5).

**TECHNOLÓGIA ZÁSAHOVEJ ČINNOSTI HASIČSKÝCH JEDNOTIEK PRI DOPRAVNÝCH  
NEHODÁCH NA ŽELEZNIČNOM PRIECESTÍ**

**TECHNOLOGY OF TRAFFIC ACTIVITY OF FIRE UNITS IN CONFORMITY TO RAILWAY  
ACCIDENTS AT THE RAILWAY PRIESTEST**

Mikuláš MONOŠ<sup>1</sup> – Michal BALLAY<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta bezpečnostného inžinierstva – katedra požiarného inžinierstva,  
kontakt: [mikulas.monosi@fbi.uniza.sk](mailto:mikulas.monosi@fbi.uniza.sk)

<sup>2</sup>Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta bezpečnostného inžinierstva – katedra technických vied  
a informatiky, [michal.ballay@fbi.uniza](mailto:michal.ballay@fbi.uniza)

**Abstrakt**

Článok sa zaoberá problematikou dopravnej nehodovosti na železničných priecestiach s dôrazom na zásahovú činnosť hasičských jednotiek. Posudzuje zásahovú činnosť Hasičského a záchranného zboru Ministerstva vnútra SR a modeluje jednotlivé procesy vykonávané pri zásahu na železničnom priecestí, pričom využíva všetky prednosti metódy PERT.

**Kľúčové slová:** sieťová analýza · zásahová činnosť · železničné priecestie

**Abstract**

The article deals with the issue of traffic accidents on railway crossings with an emphasis on the intervention of fire units. It assesses the intervention of the Fire and Rescue Corps (hereinafter HaZZ) and model the individual processes performed during the intervention on the railway crossing, taking advantage of all the advantages of the PERT method.

**Keywords:** intervention · network analysis · railway crossing

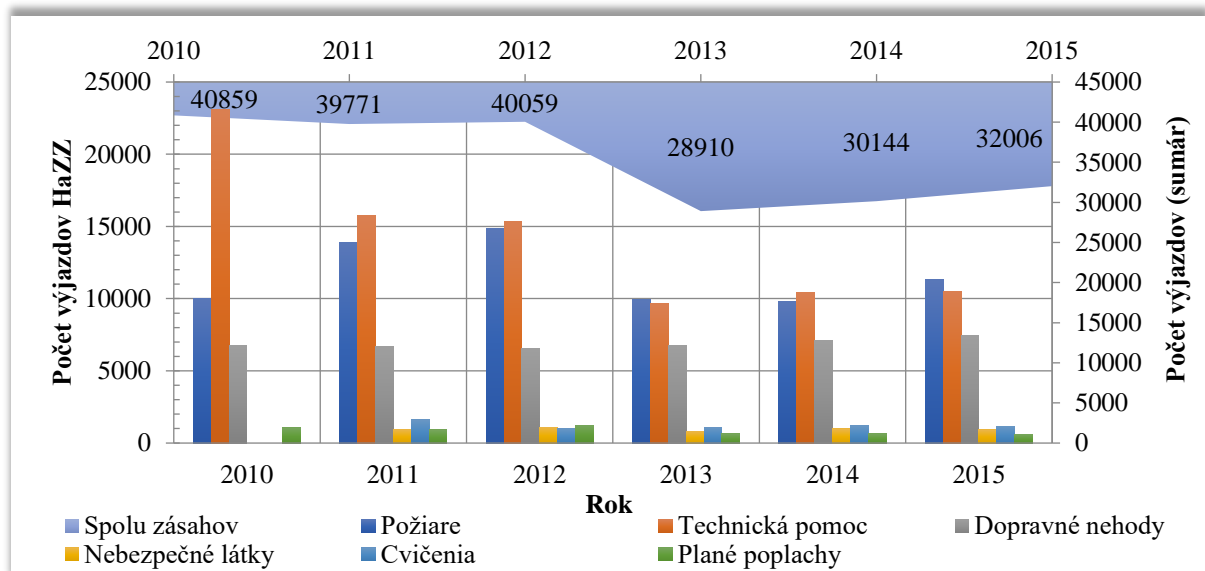
**1. Úvod**

Železničné priecestia sú vo svete dopravy jedinečné, keďže predstavujú jedinú možnosť stretu dvoch rôznych infraštruktúr, ktorých systém riadenia podlieha rôznym odlišným predpisom a v neposlednom rade sú to vozidlá s dramaticky odlišnými výkonmi a konštrukčným riešením. Jedinečný je aj zásah príslušníkov Hasičského a záchranného zboru Ministerstva vnútra SR (ďalej HaZZ) v prípade nehodovej udalosti na nich. Článok definuje východiskový model zásahovej činnosti pri dopravných nehodách na železničných priecestiach a začleňuje jednotlivé postupy do fáz. Na základe uvedeného rozdelenia budeme modelovať jednotlivé procesy vykonávané pri zásahu na železničnom priecestí.

## 2. Posúdenie zásahovej činnosti HAZZ pri dopravných nehodách na železničných priecestiach v Slovenskej republike

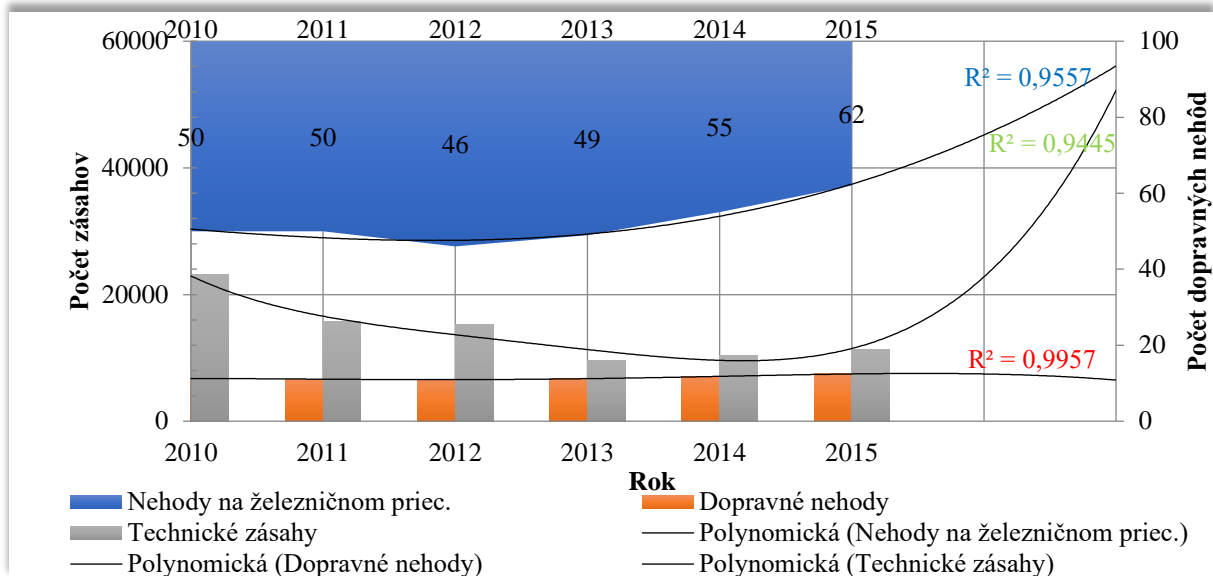
V rámci Slovenskej republiky tvoria základnú organizačnú štruktúru IZS ministerstvá, obvodné úrady a záchranné zložky. Najčastejšie zasahujúcimi, a podľa druhu mimoriadnej udalosti aj najčastejšie spolupracujúcimi zložkami pri zásahoch sú zložky HaZZ, ZZS a Útvary PZ. Hasičský a záchranný zbor tvorí prezídium HaZZ, 8 krajských riaditeľstiev, 49 okresných riaditeľstiev a Hasičský a záchranný útvar hlavného mesta Slovenskej republiky Bratislavy, 5 zariadení a pracoviská. Zásahovú činnosť HaZZ riadi príslušné operačné stredisko HaZZ a koordinačné stredisko v sídle kraja. Systém vedenia zásahu, riadenie a koordináciu činnosti záchranných zložiek IZS na mieste zásahu upravuje zákon č. 129/2002 Z. z. o integrovanom záchrannom systéme, v znení neskorších predpisov. Na mieste zásahu riadi a koordinuje činnosť záchranných zložiek veliteľ zásahu HaZZ, ktorý však nezasahuje do odborných činností iných záchranných zložiek IZS. (Konceptia, 2011)

Hasičský a záchranný zbor SR tvorí jadro hlavných zložiek integrovaného záchranného systému. Ich činnosť je zameraná na hasenie požiarov, likvidáciu následkov mimoriadnych udalostí a plnenie ďalších úloh spojených s ochranou obyvateľstva. Z pohľadu štatistiky hasičské jednotky vykonali v roku 2015 celkovo 32 006 výjazdov, z toho 11 317 bolo k požiarom, 18 895 výjazdov spĺňalo náležitosti technického alebo záchranného charakteru a 618 výjazdov bolo zadefinovaných ako falošné poplachy. Popri priamej zásahovej činnosti sa uskutočnilo 1 176 cvičení. V tabuľke 1 je znázornený počet výjazdov v rokoch 2007 – 2015.



Obr. 1 Celkový počet výjazdov HaZZ k jednotlivým druhom zásahovej činnosti 2010 – 2015 (Podľa: HaZZ. Štatistická ročenka 2010 – 2016)

Na obrázku 2 je zobrazený počet zásahov pri nehodách na železničných priecestiach k celkovému počtu technických zásahov.



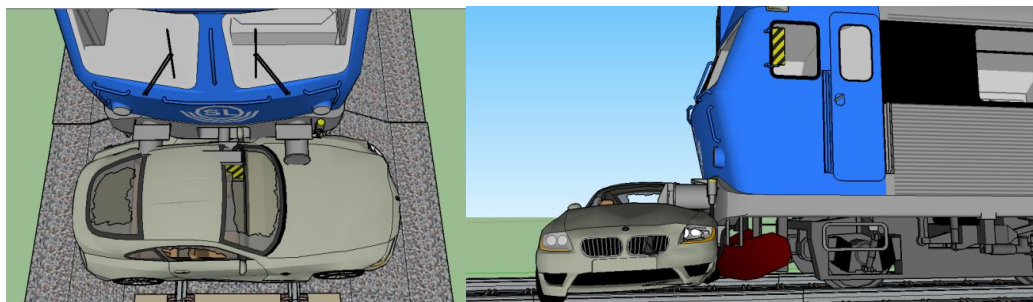
Obr. 2 Podiel počtu zásahov pri dopravných nehodách HaZz v rokoch 2007 – 2015 (Podľa: HaZZ. Štatistická ročenka 2010 – 2016)

Pri mimoriadnych udalostiach v železničnej doprave, mal železničný dopravca vo svojej organizačnej štruktúre začlenený hasičský útvar Závod protipožiarnej ochrane železníc. Zmena nastala v roku 2013 po spracovaní a posúdení dokumentu „Analýzy nebezpečenstva vzniku požiaru pre ŽSR“ kedy došlo k zrušeniu šiestich útvarov, ktoré vypomáhali hasičským jednotkám HaZZ pri rôznych druhoch zásahov. V súčasnosti má železničný dopravca vytvorené dva útvary, ktoré sa nachádzajú v Bratislave a Košiciach.

### 3. Časová analýza nadväzujúcich činností hasičských jednotiek pri nehodovej udalosti osobné vozidlo x osobný vlak – metóda PERT

Železničné priecestie je úrovňové križovanie pozemnej komunikácie so železničnou traťou, aj prechod cez železničnú trať. Z hľadiska zásahu, železničné priecestie predstavuje jednu z najťažších a najkomplikovanejších technických zásahov. Takýto zásah je charakteristický prekonávaním väčších vzdialeností výhradne peši, fyzicky náročnou dopravou technických prostriedkov, náročným terénom, neprítomnosťou zodpovedného zamestnanca Železníc SR a zložitými zásahovými cestami. Vzhľadom na odborné činnosti a manipuláciu treba zásah vykonávať v spolupráci s personálom železnice a operačným strediskom železníc.

Mimoriadna udalosť – osobný automobil x vlak, patrí v rámci SR medzi najčastejšie vyskytujúce sa. Zároveň sú spojené ťažkým technickým zásahom. Tým, že medzi osobným vozidlom a vlakom je obrovský nepomer hmotnosti, následky sú vo väčšine prípadov veľmi závažné. Dôsledky našej modelovej situácie, pri ktorej príčinou bolo porušenie pravidiel cestnej premávky, sú znázornené na obrázku 3.



Obr. 3 Zrážka osobného vlaku s osobným vozidlom na železničnom priecestí.

Na vypracovanie, alebo na posúdenie už existujúcich postupov riešenia nadväzných procesov, aplikovaných na špecifické situácie, vyžadujúce riešenie a riadenie najmä z hľadiska času, kedy ukazovatele sú druhoradé, je výhodné použiť metódu sieťovú analýzu. Z hľadiska spomínaných špecifik riešenia mimoriadnych udalostí ide o metódy, ktoré sa zaoberajú časovou analýzou nadväzných činností. V tejto časti dizertačnej práci uskutočníme výpočet sieťového grafu typu PERT a jeho analýzu prevodom na deterministický model.

Tab. 1 Rozpis činností pri nehodovej udalosti – osobné vozidlo x osobný vlak

Označenie	Rozpis činnosti
A	Oznámenie o nehodovej udalosti na železničnom priecestí/výjazd HaZZ
B	Príjazd na miesto dopravnej nehody
C	Rozmiestnenie hasičskej techniky
D	Prieskum miesta dopravnej nehody
E	Organizácia miesta dopravnej nehody
F	Zabezpečenie hasiacej látky
G	Zaistenie bezpečnosti pri zásahu
H	Stabilizácia automobilu
I	Deaktivácia prvkov pasívnej bezpečnosti
J	Vstup do automobilu
K	Prvá pomoc
L	Fixácia postihnutej osoby a jej vyslobodenie z vraku automobilu
M	Vytvorenie priestoru pre vyslobodenie postihnutej osoby
N	Transport postihnutého
O	Odstránenie následkov dopravnej nehody

Sústava časových ukazovateľov je budovaná na predpoklade jednoznačne určených dôb trvania činností. Výpočtom metódou PERT redukciu na deterministický model dostávame celkovú dobu trvania zásahovej činností 104,8 min. Pri modelovej situácii sme zapracovali aj fázu odstraňovania následkov dopravnej nehody, pretože pri manipulácii s automobilom, by mohlo dôjsť k úniku ropných a prevádzkových kvapalín. V prípade, pokiaľ by situácia nevyžadovala prítomnosť HaZZ pri odstraňovaní následkov nehody, celkový čas trvania zásahovej činnosti pri nehodovej udalosti osobný automobil x vlak by bola 70,24 min.



VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
 ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava



Obr. 4 Výpočet a zápis termínových ukazovateľov v sieti – metóda PERT

Aby sme pri metóde PERT ukončili riešenie vo fáze výpočtu termínových ukazovateľov a stanovenia pravdepodobnosti kritickej cesty „degradovali“ by sme v podstate stochastickú metódu na deterministický model, iba s tým rozdielom, že na určenie dôb trvania činností, s ktorými vykonávame výpočty, používame tri odhady. Aby sme plne využili všetky prednosti metódy PERT, pristupujeme k ďalšej fáze riešenia, k dodatočným pravdepodobnostným výpočtom, ktoré sú znázornené v tabuľke 2.

**Tab. 2 Pravdepodobnosť ukončenia zásahovej činnosti nehodovej udalostí osobný automobil x osobný vlak**

<b>Pravdepodobnosť ukončenia zásahovej činnosti do 95, 105 a 110 min.</b>			
$P\{T_{10} \leq 95\}$	-2,72648	$1 - \Phi(2,72648)$	0,003264
$P\{T_{10} \leq 105\}$	0,860995	$\Phi(0,860995)$	0,807850
$P\{T_{10} \leq 110\}$	2,654735	$\Phi(2,654735)$	0,995975
<b>Ukončenie zásahovej činnosti pri pravdepodobnosti 0,3; 0,5; 0,95</b>			
$\{T_{15}=0,3\}$	101,1505		
$\{T_{15}=0,7\}$	104,0495		
$\{T_{15}=0,95\}$	107,1715		

Častejšou a významnejšou úlohou je odhad pravdepodobnosti dodržania plánových časových jednotiek zásahovej činnosti, tj. ako ukončenie celej zásahovej činnosti hasičských jednotiek na železničnom priecestí. Pravdepodobnosť, že uzol 15 (a tým celá zásahová činnosť) bude ukončený v čase  $T=95$  min. je 0,003264. Pri čase  $T=105$  je pravdepodobnosť 0,807850 a pri čase  $T=110$  je pravdepodobnosť 0,995975. Každý jeden zásah je jedinečný a z tohto dôvodu nie je možné presne stanoviť, kedy dôjde k ukončeniu celej zásahovej činnosti. Modelová situácia aj preto približuje a dáva do pozornosti odhadované časy trvania jednotlivých činností v rámci zásahu a poukazuje z pohľadu činnosti hasičských jednotiek na náročnosť a z pohľadu času trvania celej zásahovej činnosti.

#### **4. Záver**

Z pohľadu zásahovej činnosti na železničných priecestiach, je zrejmé, že charakter práce hasičských jednotiek je veľmi špecifický a že nie je možné exaktne stanoviť scenáre všetkých možných nehodových udalostí. Pri tvorbe uvedeného scenára sme vychádzali z mimoriadnych udalostí ktoré sa stali v rámci SR, pričom významnú úlohu zohráva výška a charakter škôd, resp. množstvo – usmrtených a množstvo zranených, tak ako aj rozsah spôsobených zranení, rozsah škôd na životnom prostredí a pod. Vytvorený scenár následne predstavuje vstupné a objektívne údaje, na ktorých sme mohli aplikovať zásahovú činnosť.

#### **Zoznam bibliografických odkazov**

HASIČSKÝ A ZÁCHRANNÝ ZBOR, 2014. *Štatistická ročenka 2016*. Ministerstvo vnútra Slovenskej republiky. 2016. 64 st. Dostupné na: <http://www.minv.sk/?hasici-zachranari>

*Internetový portál Železnice Slovenskej republiky*. [online]. Bratislava:2016. [cit. 2016-10-03] Dostupný na: [http://www.zsr.sk/slovensky.html?page\\_id=123](http://www.zsr.sk/slovensky.html?page_id=123)

*Koncepcia organizácie, fungovania a rozvoja IZS na roky 2011 až 2015* [online], Schválená uznesením vlády SR č. 33 dňa 19. januára 2011. Bratislava:2011. [cit.2013-05-09]. Dostupné na: <http://www.minv.sk/?tlacove-spravy&sprava=vlada-schvalila-novu-koncepciu-fungovania-integrovaného-zachranneho-systemu>

VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

MONOŠI, M. – DERMEK, M. – BALLAY, M. 2016. *Technika a technické prostriedky hasičských jednotiek*, Žilina. ISBN 978-80-554-1231-3

*Technické prostriedky používané pri vyslobodzovacích prácach pri dopravných nehodách*, [online]. Internetový portál ElearnHaZZ. Bratislava:2015. [cit.2015-08-12].

Dostupné na: <http://elearnhazz-sk.webnode.sk/technicke-prostriedky-pouzivane-pri-vyslobodzovacich-zachrannych-pracach/technicke-prostriedky-pouzivane-pri-vyslobodzovacich-pracach-pri-dn/>

## RIEŠENIE MIMORIADNEJ UDALOSTI NA VODNEJ STAVBE GABČÍKOVO

### THE SOLUTION OF EXTRAORDINARY EXCIDENTS ON GABČÍKOVO WATERWORK

Mikuláš MONOŠÍ<sup>1</sup> – Nikoleta CSÁPAIOVÁ\*<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta bezpečnostného inžinierstva, Katedra požiarneho inžinierstva, Ulica 1. mája 32, 010 26 Žilina, Slovenská republika, +421 903 687 618, [mikulas.monosi@fbi.uniza.sk](mailto:mikulas.monosi@fbi.uniza.sk)

<sup>2</sup>Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta bezpečnostného inžinierstva, Katedra požiarneho inžinierstva, Ulica 1. mája 32, 010 26 Žilina, Slovenská republika, +421 915 611 613, [nikoleta.csapaiova@gmail.com](mailto:nikoleta.csapaiova@gmail.com)

#### Abstrakt

Článok sa venuje riešeniu mimoriadnej udalosti na prívodnom kanály vodnej stavby Gabčíkovo. V prvej časti sa autori zaoberali právnymi predpismi súvisiacimi s riešenou problematikou, charakteristikou vodnej stavby a mimoriadnych udalostí na prívodnom kanály. V praktickej časti sú uvedené spôsoby na zlepšenie pripravenosti obyvateľstva a starostov obcí dotknutého územia. Zároveň sú navrhnuté odporúčania na prepracovanie povodňových plánov a pre zlepšenie technického vybavenia na úseku ochrany pred povodňami.

Vodná stavba je podľa Vyhlášky č. 458/2005 zaradená do kategórie I, čo znamená, že Vodná stavba Gabčíkovo patrí medzi vodnými stavbami s potenciálne najväčšou hrozbou. Pri I. kategórii ide hlavne o energetické stavby a o najväčšie vodárenské nádrže. Zaradenie vykonáva Ministerstvo životného prostredia SR na základe kategorizácii, ktorá je založená na odhade faktora rizika, ktorý vyplýva z existencie vodnej stavby. Najrizikovejšou oblasťou v dotknutom území je Malý žitný ostrov s tromi obcami a to Bodíky, Vojka nad Dunajom a Dobrohošť.

**Kľúčové slová:** Evakuácia · Mimoriadna udalosť · Prívodný kanál · Vodná stavba

#### Abstract

This thesis deals with emergency responses on the supply channel of the Gabčíkovo Waterwork. The thesis divided into six chapters. In the first chapter the authors deal with the characteristics of the waterwork, legislation related to solve the problem of water feature construction and incidents on the leading channel. In the partical part of this thesis are ways to improve the preparedness of the population, mayors of the affected villages, proposals for reworking flood plans and to improve the technical equipment of the affected municipalities.

**Keywords:** Evacuation · Extraordinary incidents · Supply channel · Waterwork

## 1. Úvod

Existujúce technologické hazardy vplývajú rôznym spôsobom na život človeka. Pod hazardom v našom prípade rozumieme environmentálne zaťaženie. Každý jednotlivec vníma svoje prostredie inak a inak prijíma zmyslovými orgánmi podnety z vonkajšieho sveta. V našom prostredí typickým prejavom správania sa človeka k objektu hazardu je pasivita, napriek tomu, že veková, zamestnanecká, vzdelanostná a príjmová štruktúra takisto ovplyvňujú hodnotenie rizík a takisto sa prejavujú i v správaní človeka. Človek, ak chceme konkretizovať, občania bývajúci v tesnej blízkosti Vodnej stavby Gabčíkovo (ďalej len „VS Gabčíkovo“) hlavne v obciach Bodíky, Vojka nad Dunajom a Dobrohošť, ťažko chápu, že technika priniesla podstatné zlepšenie kvality ich života.

S narastaním významu technologických hazardov vzrástol aj potenciál vzniku katastrof a obava z technických pokrokov. Rastúci záujem o vedľajšie negatívne účinky technológií na prírodu, na sociálny a na ekonomický systém vyvolávajú odpor a skeptický pohľad na ďalší technický pokrok.

V súvislosti s výskumom vzťahu človeka k Vodnému dielu Gabčíkovo (ďalej len „VD Gabčíkovo“) sa zisťovala skutočnosť, že v oblastiach s najväčším nebezpečenstvom vzniku mimoriadnej udalosti je informovanosť občanov nedostatočná, respektíve úplne nedostatočná (Ira, Kollár, 1991).

## 2. Teoretický základ a analýza právnych predpisov

Pred dvadsiatimi štyrmi rokmi, v októbri 1992 bolo po prehradení Dunaja v profile Čunovo spustené do prevádzky Vodné dielo Gabčíkovo. Skoro 25 rokov prevádzky našej najväčšej vodnej stavby nie je len prínosom energie do našej elektrizačnej sústavy, ale zohráva významnú rolu v čase povodní a pri zlepšení kvality podzemnej vody pod Žitným ostrovom. Na druhej strane sú v prípade havárie vodnej stavby aj potenciálnym zdrojom nebezpečenstva.

Pri výskyte havárií sa postupuje podľa platných predpisov - Zákon č.364/2004 Z. z. o vodách.

Ochranu pred povodňami vykonávajú zúčastnené organizácie podľa zákona č.7/2010 Z. z. o ochrane pred povodňami.

V prípade vzniku mimoriadnej situácie na VD – živelná pohroma, havária alebo katastrofa – prevádzkovateľ bezodkladne oznámi vznik situácie Okresnému úradu, v ktorej území nastala, v zmysle zákona č.42/1994 Z. z. o civilnej ochrane obyvateľstva.

Prevádzka plavby na VD Gabčíkovo sa riadi zákonom č. 338/2000 Z. z. o vnútrozemskej plavbe v platnom znení.

Tabuľka 1 Zákony ustanovené NR SR

Číslo zákona	Predmet zákona
47/2012	o civilnej ochrane obyvateľstva v znení neskorších predpisov
45/2011	o kritickej infraštruktúre v znení neskorších predpisov
3/2010	o národnej infraštruktúre priestorových informácií v znení neskorších predpisov
7/2010	o ochrane pred povodňami v znení neskorších predpisov
201/2009	o štátnej meteorologickej a hydrologickej službe v znení neskorších predpisov
569/2007	geologický zákon v znení neskorších predpisov
277/2005	o prevencii závažných priemyselných havárií v znení neskorších predpisov
364/2004	vodný zákon v znení neskorších predpisov
543/2002	o ochrane prírody a krajiny v znení neskorších predpisov
387/2002	o riadení štátu v krízových situáciách mimo času vojny a vojnového stavu v znení neskorších predpisov
129/2002	o IZS v znení neskorších predpisov
330/1991	o pozemkových úpravách a usporiadaní pozemkového vlastníctva, pozemkových úradoch, pozemkovom fonde, pozemkových spoločenstvách v znení neskorších predpisov
138/1991	o majetku obce v znení neskorších predpisov
369/1990	o obecnom zriadení v znení neskorších predpisov

### 3. Materiál a metodika

V článku hľadáme cestu k riešeniu odborného problému, čiastočne ho aj riešime a navádzame k zamysleniu sa o problémoch v oblasti „Malého žitného ostrova“ súvisiacich s povodňami a mimoriadnymi udalosťami, ktorého riešenia nie sú úlohami súčasnosti, ale sú súčasťou života obyvateľstva v troch obciach Bodíky, Vojka nad Dunajom a Dobrohošť a predmetom tohto článku. V článku sme sa snažili do hĺbky rozobrať problém mimoriadnych udalostí súvisiacich s povodňami na „Malom žitnom ostrove“ z rôznych pozícií. V článku navrhujeme možné riešenia a systém ochrany v prípade mimoriadnej situácie podľa charakteru na dotknutom území.

Už vyššie uvedené tri obce sú vystavené vyššiemu riziku, kvôli blízkosti VS Gabčíkovo. V niektorých svetových literatúrach nájdeme odporúčania, ktoré v priamom pásme ohrozenia pod vodnými dielami by zakázali alebo obmedzili osídlenie územia. Za takou zónou je záchrana v prípade havárie prakticky vylúčená alebo až priveľmi komplikovaná. Malý žitný ostrov nie je vystavený len haváriám, ale aj iným mimoriadnym udalostiam, ako sú povodne, požiare na

vodnej ploche, únik nebezpečných látok, porucha VD Gabčíkovo, priesaky a následné poškodenie hrádze. Predchádzanie zbytočným stratám na ľudských životoch a materiálnych hodnotách zapríčinených mimoriadnymi udalosťami je úlohou našej spoločnosti. Hlavná pozornosť by mala byť stále upriamená na preventívne opatrenia a na pripravenosť obcí. Orgány štátnej správy ako i obce sa riadia počas mimoriadnych udalostí podľa zákonných noriem. Avšak tieto dokumenty nie v každom prípade zodpovedajú skutočnosti. Chýbajúce výpočty a veľké nedostatky v povodňových plánoch dotknutých obcí ležiacich na mieste s vysokým nebezpečenstvom vzniku mimoriadnej udalosti sú netolerovateľné.

Najdôležitejším cieľom autorov je nájsť všetky nedostatky v pripravenosti obcí na náhle vzniknutú mimoriadnu udalosť a preukázať aj na neadekvátnu akcieschopnosť obcí Bodíky, Vojka nad Dunajom, Dobrohošť, čo sa týka ochrany pred povodňami. Cieľom je pripraviť pre občanov povodňové cvičenie a odborné školenie pre starostov týchto troch obcí.

### **Špecifiká vodnej stavby Gabčíkovo**

Okrem základných úloh VS Gabčíkovo má aj iné špecifiká. Medzi hlavné špecifiká patrí:

- umožnenie existencie obcí Bodíky, Vojka nad Dunajom a Dobrohošť,
- umožnenie plavby po Dunaji,
- odstránenie nánosov drevenej hmoty,
- ochrana lužných lesov,
- zastavenie procesu erózie,
- vplyv na režim podzemných vôd.

### **Charakteristika obcí Bodíky, Vojka nad Dunajom a Dobrohošť**

Uvedené obce odjakživa patrili do záplavového územia pri koryte Dunaj a rok čo rok boli ohrozované povodňami resp. záplavami. Povodne pred vybudovaním VS Gabčíkovo vznikali tým, že voda v koryte Dunaja vystúpila z brehov a zaplavila príľahlé územia. Okrem klimatických príčin je pre vznik povodní dôležitá i prostredie, ktorým voda odteká.

Moderný vodohospodársky výskum dokáže riešiť celkovú povodňovú ochranu zaplavovaných území najčastejšie výstavbou ochranných hrádzí a zároveň aj úpravou toku. V oblasti Malého žitného ostrova povodňová ochrana ako i zabezpečenie inundačnej sústavy od Čunova až po Sap bola riešená výstavbou umelého koryta.

### **Analýza mimoriadnych udalostí na VS Gabčíkovo**

Aj napriek dokonalým odborným štúdiám i vedeckým poznatkom pri výstavbe VS Gabčíkovo je potrebné rátať aj so vznikom mimoriadnych udalostí na dotknutom vodnom diele. V uplynulom období k mimoriadnym udalostiam nedošlo len vďaka rýchlemu zásahu odborníkov a k dokonalej stavbe hrádzí VS Gabčíkovo, ktoré odolali aj nárazom nákladných lodí aj vplyvu tisícročnej a storočnej vode. Avšak ani v súčasnej dobe nie je možné vznik mimoriadnych udalostí vylúčiť vzhľadom k veku vodnej stavby, zvýšenej frekvencii vodnej

dopravy a nie je možné vylúčiť v súčasnej dobe ani možný teroristický útok na uvedenú stavbu (ubytovaní migranti priamo pri objekte VS Gabčíkovo). V tejto súvislosti bol vypracovaný kompletný materiál Európskou Komisiou na prijatie opatrení pred mimoriadnymi udalosťami na VS Gabčíkovo s termínom do roku 2018, avšak je potrebné podrobne rozpracovať tieto opatrenia aj na dotknuté oblasti.

#### 4. Prípadové štúdie mimoriadnych udalostí na VS Gabčíkovo

Oblasť Malého žitného ostrova je nadpriemerne ohrozená kvôli existencii VS Gabčíkovo. Počas písania tejto práce sme zistili, že obyvatelia týchto troch obcí nie sú dostatočne pripravení a nie sú si toho vedomí, aké mimoriadne udalosti sa môžu stať s priamym ohrozením ich životov, zdravia a majetku. Hovorí sa, že papier všetko znesie, ale v tomto prípade dôležitejšie by bolo pripraviť sa na možné katastrofy, a nie uložiť povodňové a evakuačné plány na poličku a dúfať, že nič vážne sa nestane. Vie občan postup evakuácie? Pozná varovné signály? Vie kam má ísť ak započuje šesťminútový stály tón? Sú oboznámení občania s povodňovými a evakuačnými plánmi? Odpoveď je NIE.

V povinne vypracovaných dokumentáciách pre obce je všetko navrhnuté všeobecne bez konkrétnych úloh príslušných komisií a bez prijatia konkrétnych opatrení na zamedzenie škodlivých účinkov rôznych udalostí ohrozujúcich životy, zdravie a majetok občanov v dotknutých obciach.

V tejto časti našej práce by sme chceli poukázať na nedostatky v pripravenosti občanov a starostov obcí, a načrtnúť mimoriadne udalosti, ktoré môžu nastať kedykoľvek nečakane. Vybudovaním VS Gabčíkovo bola úplne vylúčená lodná doprava na starom koryte Dunaja. VS Gabčíkovo vytvorilo možnosti zvýšenej frekvencie osobných dopravných a iných lodí a zintenzívnila sa aj medzinárodná vodná doprava. Samozrejme takáto intenzívna vodná doprava prináša so sebou aj možné riziká najmä v plavebných komorách VD Gabčíkovo ale i na celom úseku prívodného kanála od Čunova až po VE Gabčíkovo, ako tomu bolo aj v prípade nárazu lode do ochrannej hrádze, požiare lodí, havárie lodí a iné udalosti ako napríklad únik nebezpečných látok do vôd vodnej stavby. Predpoklad vzniku havárie alebo inej udalosti s katastrofálnym následkom na VS Gabčíkovo je viac ako odôvodnený. Nasledovné podkapitoly riešia rôzne druhy mimoriadnych udalostí, ktoré môžu nastať na VS Gabčíkovo s bezprostredným vplyvom na Malý žitný ostrov.

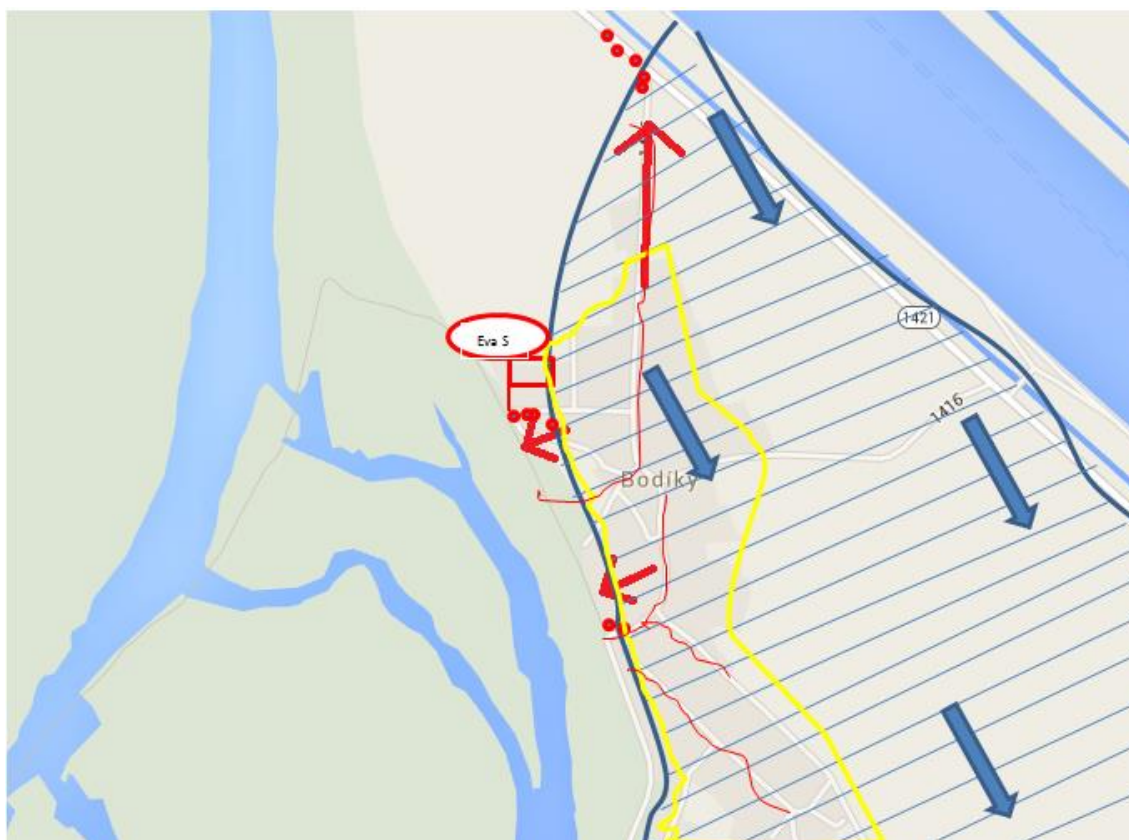
##### **Povodňový plán obce Bodíky hovorí o zabezpečovaní varovnej povodňovej služby ak:**

- *„došlo k vybreženiu vôd z koryta vodného toku na území obce, alebo ak je zjavná takáto hrozba*
- *hladina vody na vodnom toku Dunaja dosiahne výšku 750 cm, prípadne výšku, ktorú obec, správca vodnej stavby, alebo investor inej stavby na vodnom toku označí za vznik povodňovej situácie*



- *ide o mimoriadne úkazy pri odchode ľadov, pri vzniku ľadových zátarás, pri upchaní mostných otvorov a priepustov, prietrži mračien, lokálnych búrkach, topení snehu a pod.*“(Povodňový plán, 2011).

Povodňový plán obce však nerieši náhle vzniknuté mimoriadne udalosti a nepredvídateľné udalosti, ktorých vznik je nepravdepodobný, avšak nie je možné vylúčiť. Povodňový plán obce Bodíky rieši vyliatie vôd z koryta vodného toku na území obce pre prípad povodní, sto a tisícročnej vody, avšak následky pretrhnutia hrádze poškodenej nárazom lode malo podobné účinky na obec ako spomínané povodňové udalosti. Príčinou katastrofy v tomto prípade môže byť ľudský faktor, porucha stroja, zlá manipulácia alebo zlé manévrovanie na plavebnej dráhe, ako i nedodržanie predpisov Štátnej plavebnej správy, podmienok plavby na prívodnom kanáli a v plavebných komorách. Nedodržanie týchto faktorov citlivo môžu zasiahnuť do konštrukcie hrádze plavebných komôr vrátane brán alebo celého objektu vodnej elektrárne. Ďalej povodňový plán určí postupnosť a trasy evakuácie, a tie vedľa prívodného kanála do mesta Gabčíkovo, cez Bodíky. **Keby došlo k pretrhnutiu, alebo k narušeniu hrádze, by sme odporúčali evakuovať občanov buď na ochrannú hrádzu starého Dunaja, alebo smerom na Dobrohošť (vid'. Obr. 1). Postavená hrádza je nad úrovňou terénu a zabezpečuje bezprekážkovú záchranu občanov povodňovou záchrannou technikou, alebo leteckou technikou.**



Obrázok 1 Odporúčaný smer evakuácie 1 (spracovala: Csápaiová, 2016)

Figure 1 Recommended evacuation plan 1

**V prípade pretrhnutia hrádze v žiadnom prípade nie je odporúčané evakuovať občanov, zvieratá a majetok smerom na Gabčíkovo, nakoľko hrozí zaplavenie celého územia dôsledku úniku vody smerom „dole“.**



Obrázok 2 Odporúčaný smer evakuácie 2 (spracovala: Csápaiová, 2016)

Figure 2 Recommended evacuation plan 2

Určené miesto náhradného ubytovania je v meste Gabčíkovo, na Komplexnom ubytovacom zariadení Gabčíkovo („ďalej len KUZ). V prípade evakuácie občanov z hrádze by bolo potrebné riešiť presun ľudí do vyššie položených oblastí smerom na Dobrohošť, Čunovo alebo Bratislava a povodňovou technikou smerom k mestu Šamorín cez kompu Kyselica.

**Za účelom zabezpečenia včasnej a dôslednej evakuácie občanov, zvierat a majetku navrhujeme vytvoriť v krízovom štábe jednotlivé skupiny pre evakuáciu občanov, zvierat a majetku aj to podľa dôležitosti: deti, ženy, starci, chorí, hospodárske zvieratá, umelecké diela.**

Objem vody v prívodnom kanáli je 43 mil. m<sup>3</sup> (spolu so zdržou 243 mil. m<sup>3</sup>), z toho pre transformovanie prietokov sa využíva asi 11 mil. m<sup>3</sup> (Sústava,2016).

Pre prípad pretrhnutia hrádze nad obcou Bodíky pri uvedenom objeme vody v kanáli dotknuté obce nemajú vypracované presné výpočty. Je zrejmé, že k zatopeniu obce by došlo avšak nevieme do akej výšky a aké by boli následky tejto udalosti. Výpočty Hydroconsultu a.s. spracovali konkrétne štúdiá a výpočty pre celú oblasť Sústavy vodného diela Gabčíkovo avšak neboli spracované štúdiá pre prípadné riziká v prípade pretrhnutia pravostrannej hrádze VS Gabčíkovo od Čunova po Gabčíkovo. Táto skutočnosť sťažuje prípadné riešenie vzniknutej situácie alebo prijímania rozhodnutí na elimináciu následkov a vôbec situácie. Príslušné orgány nemajú k dispozícii presný výpočet masy uvoľnenej vody, prípadný smer odtoku ani spôsob upchatia miesta pretrhnutia hrádze. Dotknuté orgány by mali navrhnúť aj riešenie

upchatia pretrhnutej hrádze najmä smer a spôsob dovozu použitého materiálu. Problémom je úzka hrádza, jednosmerná cesta, premočený terén a pod.

*„Ak by k prietrži hrádze došlo na úseku pod Bratislavou, povodeň by bola spustošila celý Žitný ostrov a škody by boli viac ako dvojnásobné oproti tým, aké vznikli za povodne 1965. Preto medzi hlavné zámery výstavby vodných diel na Dunaji patrí, zbaviť obyvateľov Žitného ostrova a Szigetközú hrozby možného opakovania sa katastrofy, akú zažili v r. 1954 a 1965.“*  
([http://www.vvb.sk/old.gabcikovo.gov.sk/doc/gabcikovo/slo/2\\_1.htm](http://www.vvb.sk/old.gabcikovo.gov.sk/doc/gabcikovo/slo/2_1.htm), 2016)

## 5. Výsledky a diskusia

Pri získavaní podkladov pre písanie príspevku sme zistili veľké a neprijateľné nedostatky vo vedení a v technickom vybavení týchto troch obcí. V nasledujúcich podkapitolách by sme chceli poukázať na nedostatky v povodňových a evakuačných plánoch obce Bodíky, Vojka nad Dunajom a Dobrohošť a navrhujeme možnosti eliminácie týchto nedostatkov.

### **Praktické cvičenie ochrany pred povodňou pre obyvateľov a starostov obcí Bodíky, Vojka nad Dunajom a Dobrohošť**

- Cvičenie pre starostov obcí pri mimoriadnej udalosti
- Cvičenie pre obyvateľov obcí pri mimoriadnej udalosti
- Návrhy technického vybavenia
- Návrh aktualizácie povodňového plánu pre zasiahnuté obce

Na základe zistených skutočností navrhujeme aktualizovať povodňový plán záchranných prác obcí Bodíky, Vojka nad Dunajom a Dobrohošť. Vzhľadom k tomu, že spomínané tri obce nemajú špecifikované vypracované povodňové plány pre svoje územie, v tejto kapitole návrhy na aktualizácie jednotlivých častí dokumentácií platia pre všetky tri obce.

- V prílohe č. 2/1 Hlásna a Varovná služba navrhujeme doplniť odsek: *„Obec odosiela varovnú povodňovú správu ak:“*
  - došlo k nárazu lode do pravostrannej hrádze prírodného kanála,
  - následkom priesakov hrozí pretrhnutie hrádze.
- V prílohe č. 3/6 Určenie postupnosti evakuácie, je trasa evakuácie určená nasledovne: *„z Bodíkov cez Vodné dielo Gabčíkovo na K.U.Z. Gabčíkovo“.*
- V prílohe č. 3/7 Určenie miesta náhradného ubytovania je uvedené len ubytovacie zariadenie v Gabčíkove. Vzhľadom na veľký počet obyvateľov z troch obcí a na obsadenosť ubytovacieho zariadenia migrantmi navrhujeme určiť aj iné miesta okrem KUZ Gabčíkovo.
- V prílohe č. 4 Zoznam pracovných síl navrhujeme aktualizovať údaje fyzických a právnických osôb, a vylúčiť možnosť žiadanie pomoci z Poľnohospodárskeho družstva Horný Bar, ktoré sa nachádza na druhej strane prírodného kanála. Odporúčame žiadanie pomoci z Poľnohospodárskeho družstva Dunaj Rusovce.

- V prílohe č. 4/2 Zoznam členov DHZO, navrhujeme vôbec zriadenie hasičskej jednotky na území obce. Podľa našich informácií okrem obce Bodíky nefungujú DHZO, ktoré v prípade vzniku MU môžu poskytnúť rýchlu pomoc. Rýchla pomoc v tomto prípade môžeme chápať doslovne, lebo spomínané tri obce sa nachádzajú cca. 30 km od najbližších hasičských staníc (Dunajská Streda a Šamorín). Dostať sa na Malý žitný ostrov sa dá len cez VD Gabčíkovo, alebo cez Kompu Kyselica.
- V prílohe č. 4/4 Zoznam vybavenia DHZO, podľa našich poznatkov obce nedisponujú s uvedenými technickými prostriedkami, a v prípade potreby vôbec nie sú akcieschopné.

Navrhujeme uviesť viaceré možnosti, podľa charakteru MU aj smerom „hore“ do obce Vojka nad Dunajom alebo Dobrohošť, alebo na ochrannú hrádzu starého koryta Dunaja.

- V prílohe č. 4/6 Súpis zásob dezinfekčných látok navrhujeme vybaviť obce aspoň so základnými dezinfekčnými materiálmi. Ako to dozvieme z dokumentácie obce nedisponujú so žiadnymi dezinfekčnými látkami (Povodňový plán obce Bodíky, 2011).

## 6. Záver

V tomto príspevku sme sa snažili načrtnúť niektoré reálne možnosti riešenia mimoriadnych udalostí súvisiacich s povodňami alebo inými udalosťami v oblasti Malého žitného ostrova. Našou úlohou bolo dať aspoň čiastočný námet k vypracovaniu a k zaujatiu správnych postojov a stanovísk pre starostov dotknutých obcí. Práca môže byť prínosom pre prepracovanie a aktualizáciu ako i doplnenie už existujúcich plánov a dokumentácii povodňovej ochrany, ktoré však ako sme na to aj v práci poukázali nie sú dostatočne reálne a ich plnenie v zmysle stanovených plánov a úloh nie je vždy zrealizovateľné, myslíme tu konkrétne na vzniknutú MU pri obci Bodíky. Doposiaľ štátne orgány dostatočne nezrealizovali navrhnuté plány povodňovej ochrany Malého žitného ostrova v zmysle prijatých uznesení ústredných orgánov a vlády. Zovšeobecnenie nášho materiálu by malo mať za následok zvýšenie spoločenskej úrovne, právneho vedomia, vybudovanie znalostnej spoločnosti, pochopenia dôležitosti povodňovej ochrany a k vybudovaniu pozitívneho postoja občanov v prípade akejkoľvek udalosti v obci a k odstráneniu strachu a paniky.

## Zoznam bibliografických odkazov

IRA, V., KOLLAR, D. *Behaviorálne aspekty výskumu technologických hazardov a rizík*. [on line]. [cit. 2016-03-11]. Dostupné z:

[http://geography.upol.cz/soubory/lide/smolova/PPR/PPR\\_Behavioralne\\_aspekty\\_tehnologickych\\_hazardu.pdf](http://geography.upol.cz/soubory/lide/smolova/PPR/PPR_Behavioralne_aspekty_tehnologickych_hazardu.pdf).

*Povodňový plán záchranných prác, Obec Bodíky*. Bodíky: 2011.

Sústava vodných diel Gabčíkovo – Nagymaros, [on line]. [cit. 2016-04-02]. Dostupné z: [http://www.vvb.sk/old.gabcikovo.gov.sk/doc/manip\\_VII/text2.htm](http://www.vvb.sk/old.gabcikovo.gov.sk/doc/manip_VII/text2.htm).

**VYBRANÉ PROTIPOŽIARNE ZARIADENIA NA OCHRANU DREVENÝCH KULTÚRNYCH  
PAMIATOK PRED POŽIAROM A VÝBUCHOM**

**SELECTED FIRE-FIGHTING EQUIPMENT TO PROTECT THE WOODEN CULTURAL  
MONUMENTS AGAINST FIRE AND EXPLOSION**

Eva MRAČKOVÁ\*<sup>1</sup>

\*<sup>1</sup>Technická univerzita vo Zvolene, T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, Slovensko, +421 45 52  
06 831, [mrackova@tuzvo.sk](mailto:mrackova@tuzvo.sk)

**Abstrakt**

Článok sa zaoberá možnosťami použitia protipožiarneho zariadenia na ochranu drevených stavieb a priestorov kultúrnych pamiatok. Konkrétne sa jedná o výhody použitia elektrických požiarneho zariadenia, stabilných hasiacich zariadení, hydrantov a ďalších. Ako príklady ochrany pred požiarom sú kultúrne pamiatky České, Nórske, Švédske, a Slovenské technológie. Pre získanie a udržanie vysokej úrovne protipožiarnej bezpečnosti v kultúrnych pamiatkach drevenej architektúry je nutné vypracovanie projektov požiarnej bezpečnosti stavieb a ich realizácia súvisiaca s ochranou proti požiarom podľa platnej legislatívy.

**Kľúčové slová:** elektrická požiarňa signalizácia (EPS) · kultúrne pamiatky · drevené stavby · stabilné hasiace zariadenie (SHZ)

**Abstract**

The presented paper deals with possibility of using fire equipment for protection of the wooden buildings and premises cultural monuments. Specifically, the benefits of using electrical anti fire equipment, fixed fire extinguishing system, fire hydrants and other equipment are presented. Czech, Norwegian, Swedish and Slovak technologies are presented like examples of fire protection of cultural monuments. It is necessary to develop and realize projects of fire safety of building relation to fire protection according to valid legislation to obtain and keep high level of fire protection in cultural monuments and user premises.

**Keywords:** cultural monuments · electrical fire alarm system (EFAS) · fixed fire extinguishing system (FFES) · wooden buildings



## 1. Kultúrne pamiatky drevenej architektúry na Slovensku

Drevené kostoly sa stavili bez jediného železného klinca, bez veže a zvonov, bez hlavného vchodu od dediny, za jediný rok. Stáli a väčšinou stoja na okraji dedín a mimo mestských hradieb. Také boli podmienky. To hovorila dvadsaťa šiesta artikula. Písalo sa 17. storočie a protireformácia bola v plnom prúde. V roku 1681 podpísali na šopronskom sneme 25. a 26. zákonný článok - artikulu. Povoľovali výstavbu protestantských kostolov v niektorých stoliciach Uhorska (Sedlák, 2011). Dodnes sa ich u nás zachovalo päť. Tri z uvedených zachovaných drevených kostolov na Slovensku sú vyobrazené na obrázku 1.



Obrázok 1 Drevený kostol v Tvrdošíne, v Novej Polianke a v Príkrej Chrám sv. Michala Archanjela

Figure 1 Wooden church in Tvrdosin, Nova Polianka and temple of st. Michael archangel in Prikra

V čase stavby artikulárnych chrámov habsburskí úradníci robili všetko pre to, aby ešte zmenšili trvácnosť protestantských cirkevných stavieb. V tomto čase bol postavený aj drevený artikulárny kostol v Hronseku. Stavba kostola začala 23. októbra 1725 a na jeseň 1726 bola dokončená. Kostol je postavený v tvare kríža. Dlhšie rameno kríža má dĺžku 23 m, kratšie má 18 m, výška kostola je 8 m. Stavba je hrádzenej drevenej konštrukcie z masívneho - dubového a ihličnatého - smrekovcového dreva. Unikátne je použitie klasickej spojovacej techniky hlavných nosných prvkov, ktoré sú spájané klasickými tesárskymi spojmi a drevenými kolíkmi. Vnútorňa klenba kostola pripomína tvar prevrátenej lode. Nachádzajú sa tu neobvyklé prvky škandinávskej architektúry, ktorú charakterizujú stĺporadia na chóroch a pod chórmami, zdobené jónskym ornamentom a prístrešky pri vstupe, podľa čoho sa usudzuje, že na stavbe pracovali remeselníci z Nórska či Švédska. Jedinečné je aj amfiteatrálne usporiadanie lavíc na chóroch.

## VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava



Obrázok 2 Drevený artikulárny kostol v Hronseku Obrázok 3 Vnútorný priestor kostola v Hronseku

Figure2 Wooden articular church in Hronsek Figure3 Inside area of the church in Hronsek

Celková kapacita kostola je 1 100 miest na sedenie. Do kostola vedie 5 vchodov. Po obvode kostola je 30 okien. Strecha je šindľová s tromi krížmi a kohútom - symbolom kresťanskej bdelosti (Moleková, 2008.)

Drevená osada Vlkolínec (Obrázok 3) predstavuje najzachovalejší a najucelenejší urbanistický celok pôvodných ľudových stavieb v strednej Európe. Vďaka periférnej polohe zostal zachovaný nielen historický charakter sídla Vlkolínec a okolitej prírody, ale aj vonkajší vzhľad objektov a vnútorné usporiadanie väčšiny domov. Od roku 1993 je zaradená v svetovom kultúrnom dedičstve UNESCO. Stavebným materiálom obytných domov je drevo. Steny sú zrubové z čiastočne alebo úplne kresaných trávov vodorovne kladených na seba. Z konštrukčného hľadiska sú hospodárske objekty riešené ako zrubové stavby. Niektoré sú konštruované ako rámové s stĺpové. Ťarchu veľkej strechy nesú väčšinou kamenné alebo drevené stĺpy. Výplň stien tvoria vodorovne kladené trámy alebo dosky zasunuté do žliabku vyhlbeného v stĺpiku. Neopracované ložné plochy drev umožňovali vytvorenie potrebných medzier na vetranie. Zrubové stavby so sedlovými strechami sú pokrytými šindľom.



Obrázok 3 Drevená osada Vlkolínec zapísaná v kultúrnom dedičstve UNESCO

Figure 3 The wooden village of Vlkolínec, registered in the UNESCO cultural heritage

## 2. Ochrana drevených kultúrnych stavieb

Drevená sakrálna architektúra na Slovensku pretrvala takmer štyri storočia, ale požiare, krádeže, vandalizmus a povodne sú v dnešných podmienkach najčastejšími príčinami poškodzovania kultúrnych budov a v nich uložených zbierok, nielen na Slovensku, ale aj v okolitých krajinách. Poškodenie stavby požiarom je na rozdiel od poškodenia vodou, degradovaná väčšinou trvalo.

Jedinou možnosťou, ako zachovať kultúrne pamiatky ako sú napr. sakrálny stavby pre budúce generácie, je ochrana účinnými technickými protipožiarne zariadeniami. Najvhodnejšie je vytvoriť tu také podmienky, aby požiar vôbec nevznikol, tzn. vhodnou prevenciou. Ako účinné a vhodné zariadenie je použitie systému elektrickej požiarnej signalizácie (EPS) alebo videodetekciou, ktorá ihneď vzniknutý požiar detekuje a pokiaľ je napojená na stabilné hasiace zariadenie (SHZ) alebo systémom parnej hmly, je možný aj okamžitý zásah a zlikvidovanie začínajúceho sa požiaru (Zelinger, 2009).

### Stratégia protipožiarnej ochrany

Vypracovanie kvalitnej stratégie protipožiarnej ochrany má významný vplyv pri zabraňovaní poškodenia konštrukcie budovy požiarom. Výber protipožiarnej technológie musí byť založený na dôkladnej analýze požiarneho ohrozenia budovy. Napríklad v Českej republike nutnosť inštalácie požiarotechnických zariadení (PTZ) nevyplýva iba z rizika nenahraditeľných strát, ale aj z legislatívy, napríklad §. 26 vyhlášky č. 23/2008 Zb., O technických podmienkach požiarnej ochrany stavieb, kde sa hovorí, že stavba pamiatkovo chránená musí byť vybavená elektrickou požiarou signalizáciou (EPS) alebo hlásičom požiaru použitým v elektrickej zabezpečovacej signalizácii a v určitých prípadoch tiež stabilným hasiacim zariadením (SHZ). Pri výbere vhodného PTZ treba rešpektovať určité špecifikácie, ktoré sa viažu na kultúrne pamiatky, ako sú často veľké priestory, kde môže byť sťažená včasná detekcia požiaru, jedinečné maľby na stenách, ktoré znemožňujú inštaláciu klasických PTZ, veľké množstvo pomerne ľahko zapáliteľných predmetov (drevo, papier, koberce na stenách) apod. Teda nie každé požiarotechnické zariadenie, ktoré sa používa v bežných aplikáciách je vhodné použiť do týchto zvlášť cenených historických priestorov (Hütter, 2013).

### Odhad rizika požiaru

Základom tvorby stratégie protipožiarnej ochrany musí byť analýza príčin vzniku požiaru. V krajinách škandinávie boli uskutočnené štatistické rozbory príčin vzniku požiaru, a za hlavné príčiny boli označené: podpaľáči, poruchy elektrickej inštalácie, poruchy elektrických zariadení a ich chybné používanie, stavebné a rekonštrukčné práce, chybné konštrukcie pecí, krbov a otvorených ohňov, blesky, výbuchy, samovznietenie, priame plamene a sálavé teplo z požiarov v okolí, iskry prenesené na veľkú vzdialenosť.

Technické zariadenie požiarnej ochrany má zabezpečiť maximálnu bezpečnosť pri minimálnom poškodení budovy (fyzické poškodenie štruktúry budovy a minimálne zásahy do



jeho vzhľadu). Fyzické poškodenie budovy je väčšinou nezvratné a preto sa odporúča aby napr. káble, potrubia spriklerov a pod. boli umiestnené v skrytých priestoroch na rímсах, v pivničných priestoroch a v podstrešných priestoroch. V rámci estetiky je dôležité používať správne materiály, aby nebol narušený prirodzený vzhľad budovy. Z tohoto dôvodu sa využívajú medené potrubia s mosadznými sprinklerovými hlaviciami, ktoré časom prirodzene splynú so starým povrchom dreva.

Dôležitým hľadiskom pri výbere protipožiarneho zariadenia je vypracovanie podrobnej analýzy zrovnávajúcej cenu s predpokladaným úžitkom. Rozhodujúca je najmä pred inštaláciou finančne náročnejších zariadení s protipožiarou ochranou. Takéto bývajú zväčša prvé investované finančné prostriedky, ktoré majú najvyšší efekt pri protipožiarnej ochrane budovy. Následne môžu byť realizované ďalšie jednoduché administratívne opatrenia, ktoré pri minimálnych nákladoch dokážu znížiť riziko vzniku požiaru v budove až o 40%. K takýmto administratívnym opatreniam patrí revízia elektrického zariadenia, zabezpečenie bezpečného skladovania odpadov a pod. Dosiahnutie 100% hladiny bezpečnosti je finančne mimoriadne náročné. V nórskech stĺpových kostoloch, kde sa hladina bezpečnosti blíži k 100% boli vynaložené finančné prostriedky na zabezpečenie protipožiarnej ochrany rádovo v niekoľkých stovkách tisíc Klárov (Zelinger, 2009).

### **3. Technológia protipožiarnej ochrany artikulórných chrámov a stavieb**

Pri potláčaní požiaru hlavne pri ochrane sakrálnych stavieb a priestorov je rozhodujúcim faktorom rýchlosť s akou bude hasenie zahájené. Výber technologického vybavenia závisí na vzdialenosti od hasičskej stanice, na schopnosti prítomných osôb hasiť požiar, na vybavení lokálnymi hasiacimi prostriedkami a ich účinnosťou a pod. Pri väčších vzdialenostiach od hasičskej stanice je boj s požiarom založený na vyhlásení poplachu a na bezprostrednom použití ručných hasiacich prostriedkov personálom budovy (Zelinger, 2009).

#### **Elektrická požiarňa signalizácia (EPS)**

Základným zariadením protipožiarnej bezpečnosti v historických drevených budovách je systém EPS. Slúži na preventívnu ochranu objektov pred požiarom tak, že opticky a akusticky signalizuje vznik a miesto požiaru.

EPS samočinne alebo prostredníctvom ľudského činiteľa urýchľuje odovzdávanie informácie o požiaru osobám určeným na vykonanie požiarneho zásahu, prípadne uvádza do činnosti zariadenia, ktoré bránia rozšíreniu požiaru, resp. priamo vykonávajú protipožiarne zásah. EPS má charakter pomocného zariadenia, ktoré je jedným z prostriedkov protipožiarneho istenia objektu. Zariadenie EPS musí vyhovovať požiadavkám technických noriem EN-54, STN 73 0875 a smie sa projektovať a používať až po schválení územne príslušných orgánov protipožiarnej ochrany (Bebčák, 2004).

Základná zostava EPS pozostáva z: hlásičov požiaru (manuálnych a automatických), požiarных slučiek, ústrední EPS, signalizačnej linky, doplnujúcich zariadení (signalizačné zariadenie, zariadenie diaľkového prenosu, informácií, ovládacie jednotky a pod.).

### **Klasifikácia automatických detektorov požiaru**

podľa konfigurácie hlásičov požiaru:

- bodové hlásiče reagujú na fyzikálny jav snímaný v blízkosti jedného pevného bodu,
- viacbodové hlásiče reagujú na fyzikálne javy snímané v blízkosti viacerých pevných bodov,
- líniové hlásiče reagujú na javy snímané v blízkosti jednej spojitej rovnej čiary.
- podľa spôsobu reagovania hlásiča na snímaný jav:
- statické hlásič reaguje na prekročenie vopred nastavenej hodnoty meranej fyzikálnej veličiny,
- diferenčné hlásič reaguje na situáciu, keď rozdiel hodnôt meraných fyzikálnych veličín odmeraných v rôznych časových okamžikoch alebo v rôznych miestach prekročí vopred nastavenú hodnotu,
- dynamické hlásič reaguje správou o poplachu, keď rýchlosť zmeny meranej fyzikálnej veličiny prekročí stanovenú hodnotu,
- detekcia požiaru do výbušného prostredia,
- inteligentné hlásič vyhodnocuje niekoľko parametrov snímanej fyzikálnej veličiny (napríklad rýchlosť zmeny, gradient nárastu,.) podľa zložitejších algoritmov (Bebčák, 2004)

EPS má by riešená tak, aby samočinné hlásiče požiaru signalizovali všetky požiare, pokiaľ možno už v začiatkovej fáze horenia, bolo rovnomerne zabezpečené účinné stráženie ktoréhokoľvek miesta v požiarном úseku umiestnením jednotlivých prvkov EPS nedošlo k zníženiu ich prevádzkovej spoľahlivosti v maximálnej miere bola vylúčená nežiadúca funkcia hlásiča (planý poplach) bol zabezpečený prístup k hlásičom pri ich údržbe a demontáži.

Pri využívaní EPS je dôležité riešiť problémy inštalácie, ktoré môžu bezprostredne spôsobiť:

- nenávratné poškodenie interiéru budovy a jeho výzdoby,
- renovácia, údržba a demontáž spôsobujúce poškodenie interiéru budovy,
- estetické narušenie citlivého historického prostredia,
- nedostatočný reakčný čas niektorých typov detektorov,
- nadmerné problémy s poplachmi; optické detektory dymu sú citlivé na prach,
- káblová inštalácia zvyšuje riziko požiaru vyvolaného zásahom blesku,
- ústredne EPS môžu byť vyradené z prevádzky zásahom blesku,
- EPS môže byť nevhodné z hľadiska ceny a účinnosti (Zelinger, 2009) reprodukovať.

### **Automatické hasenie stabilným hasiacim zariadením**

Stabilné hasiace zariadenia sú zariadenia, ktoré umožňujú znížiť požiarne riziko stavieb. Zvyšujú preventívnu ochranu proti šíreniu požiaru hlavne tam, kde je potrebný zákrok pri začiatku požiaru. Sú pevne (stabilne) zabudované v konštrukcii alebo objekte, ktorý majú strážiť. Hasiaca látka sa do rozvodu SHZ dopravuje z pevne zabudovaného zdroja.

Vodné SHZ môžu byť zariadenia s kropiacimi hlavcami – sprinklerové, drenčerové, záplavové, na vodnú hmlu.

Vodné SHZ rozoznávame hasiace a chladiace, ktoré používajú vodu na uhasenie požiaru, ovládnutie procesu horenia – vodná hmla alebo ochrana povrchov pred účinkami tepelného žiarenia. Pri Sprinklerových SHZ sa hasiaca látka, voda pri požari samočinne uvedie do činnosti a súčasne zvukovou signalizáciou oznamuje vznik požiaru. K vytváraniu sprchového prúdu slúžia rôzne deflektory. Sprinklerové hlavice sa rozlišujú podľa výstrekovej charakteristiky, otváracej teploty, prietoku, povrchovej ochrany a citlivosti. Zahriatím náplne sklenej poistky na otváraciu teplotu sa kvapalina vnútri poistky roztiahne natoľko, až dôjde k prasknutiu banky a uvoľní sa poistný čap. Kompaktný prúd vody dopadne na deflektor, kde sa roztriešti na sprchový prúd. Základné typy sprinklerových hlavíc sú hlavica typu C zaisťuje aj ochladzovanie stropu, prednosťou hlavice typu S je zase rovnomernejšie pokrytie skrúpanej plochy. Pri hlavici typu W je prúd nasmerovaný na jednu stranu v horizontálnom alebo vertikálnom smere. Z hľadiska montáže na potrubnú sieť rozlišujeme dva druhy usporiadania hlavíc, a to závesné a stojaté (Kucbel, 1993).

Automatické sprinklerové systémy pracujúce s vodou sú najvýznamnejším systémom ochrany škandinávskych drevených kostolov, skanzenov a drevených historických miest pred požiarom. Tieto systémy boli vyvinuté pre spoľahlivú, účinnú a finančne prijateľnú protipožiaru ochranu budov. Sú vhodné z hľadiska ochrany budov, zbierok a predmetov v nich uložených, ako aj z hľadiska ochrany životov obyvateľov a návštevníkov budov.

### **Hasenie vysokotlakovým systémom vodnej hmly**

Hmlové SHZ využíva na hasenie vodnú hmlu. Za tú považujeme prúd vody, v ktorom je 90 % kvapiek s priemerom menším ako 1 mm. Pri vysokotlakových zariadeniach sa skutočná veľkosť kvapky pohybuje od 50 mikrometrov do 120 mikrometrov. Porovnaním s klasickými sprinklami, ktoré sú funkčné napr. v supermarketoch, kde sú kvapky s veľkosťou okolo 600-1000 mikrometrov. Jednotlivé kvapky vody majú v súčte väčší povrch a môžu rýchlejšie a teda efektívnejšie odoberať teplo z priestoru požiaru. Akonáhle sa kvapka vody premení na paru, tak sa prejaví navyše inertizačný efekt vodnej pary, ktorá lokálne vytesňuje kyslík z daných priestorov a obmedzuje prenos radiačného tepla. Tým sa dosahuje vysoká hasiaca účinnosť hmlového prúdu s ďalšími efektmi, z ktorých môžeme uviesť hlavne menšiu požiadavku na množstvo vody a teda i veľkosť nádrží, rozmery strojovne a minimálne ekologické škody. K haseniu dochádza kombináciou chladiaceho a dusivého účinku pri premene vody na vodnú paru, hlavne v uzavretých priestoroch (Hütter, 2013).

#### 4. Výsledky a diskusia

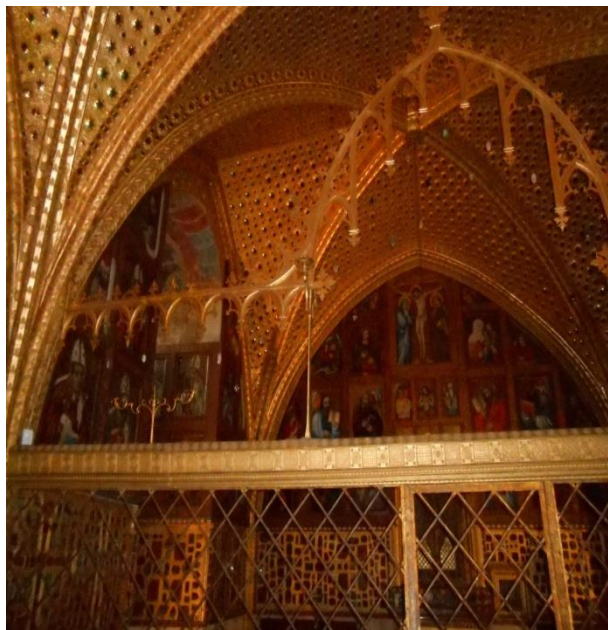
Osada Vlkolínec, ktorá je národná kultúrna pamiatka, sa odporúča v technickej správe o protipožiarnej ochrane vypracovanej v roku 2007 vybaviť areál drevenej osady elektrickou požiarňou signalizáciou s automatickými a manuálnymi tlačidlovými hlásičmi požiaru v každej stavbe. Ešte v roku 2013 nebola žiadna z existujúcich stavieb vybavená zariadením, ktoré by identifikovalo začínajúci požiar. V technickej správe bolo navrhnuté, aby každá drevostavba bola vybavená aspoň jedným 9 kg vodným prenosným hasiacim prístrojom. Vzhľadom na jestvujúce pumpy, slúžiace pre obyvateľov Vlkolínca na odber pitnej vody zo studní, rozmiestnené po osade, boli v technickej správe navrhnuté nadzemné požiarne hydranty, ktoré sa svojím vzhľadom podobajú jestvujúcim „pumpám“ a nebudú rušivo pôsobiť na svoje okolie.

Nasledujúca tabuľka 1 zobrazuje aktuálny stav vybavenia elektrickou požiarňou signalizáciou alebo elektronickou zabezpečovacou signalizáciou vo vybraných drevených sakrálnych objektoch na Slovensku zaradených do svetového kultúrneho dedičstva UNECSO na základe vykonaného prieskumu v roku 2013.

Tabuľka 1 Vybavenosť kultúrnych pamiatok elektrickou požiarňou signalizáciou na Slovensku

Objekt	Druh elektrickej signalizácie
Artikulárny kostol Hronec	EPS kombinovaná s EZS
Artikulárny kostol Leštiny	-
Evanjelický artikulárny kostol Kežmarok	EPS
Gotický kostol Tvrdošín	EZS
Chrám Prenesenia ostatkov svätého Mikuláša Ruská Bystrá	-
Chrám sv. Mikuláša Bodružal	EZS
Chrám svätého Michala Archanjela Lodomirová	EPS
Kostol svätého Františka z Assisi Hervartov	-

V Českej republike sa v kultúrnych pamiatkách využíva na detekciu vznikajúceho požiaru kamery systému CCTV, slúžiace ku stráženie danej oblasti. Typ VIFD - video image fire detektor podľa FM 3232. Signál z kamier je softvérovo vyhodnocovaný vo vyhodnocovacej jednotke. Na detekciu dôjde v prípade zmeny intenzity resp. spektra žiarenia v sledovanom priestore. Priestory sú osvetlené bežným, alebo infračerveným svetlom. Výstupom je súbor parametrov, ktoré udávajú hodnotu tzv. "Zloženého útlmu svetla". K vyhláseniu poplachu dôjde, ak sa objaví dym s takými parametrami, ktoré prekročia prahové hodnoty jednotlivých meraných parametrov systému (Hütter, 2013).



Obrázok 4 Požiarna videodetektoria nainštalovaná v priestoroch kaplnky svätého kríža na štátnom hrade Karlštejn v Českej republike (Hütter, 2013).

Figure 4 Fire video detectors installed in the space of the Holy Cross Chapel at the Karlštejn State Castle in Czech Republic (Hütter, 2013).



Obrázok 5 Chránený priestor kaplnky pred požiarom dvoma kamerami (Hütter, 2013).

Figure 5 Protected area of the chapel before the fire by two cameras (Hütter, 2013).

Chránený priestor (Obrázok 5) je snímaný dvoma kamerami umiestnenými na spoločnom vertikálnom nosníku v okne nad vstupnými dverami do kaplnky. Celý priestor je presvetľovaný IR reflektorom. Vyhodnocovacia jednotka je potom pripojená k ústredni EPS, ktorá je umiestnená v purkrabstvi hradu. Je vidieť, že sa jedná o vhodnú alternatívu ku klasickým hlásičom, pretože jej vyššia obstarávacía cena je vyvážená svojou vysokou citlivosťou na dym a navyše nenarušuje architektúru (Hütter, 2013).

## VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

V nórskech a švédskych drevených kostoloch a domoch sa naopak často používajú líniové detektory teploty (Obrázky 6, 7). Z celého radu možností technického riešenia sú používané štyri riešenia:

- Rúrky z plastu naplnené vzduchom z kompresora alebo tlakovej fľaše s tlakom 2 - 4 bary. Prasknutie rúrky za zvýšenej teploty požiaru vyvolá pokles tlaku, spustí sa poplach a začne hasenie.
- Nerezové alebo medené rúrky uzavreté na jednej strane membránou. Pri zahriatí dôjde k expanzii vzduchu a následné prehnutie membrány vyvolá poplach.
- Káble pozostávajúce z dvoch predpäťých stočených vodičov (drôtov) vybavených samostatnou izolačnou vrstvou z plastu. Táto izolačná vrstva pri zahriatí na určitú teplotu zmäkne a predpäťé drôty ju prerežú. Tým je vyvolaný skrat medzi vodičmi a zároveň je daný impulz k vyhláseniu poplachu.
- Drôty z tavitelnych zliatin. Veľmi starý princíp, ktorý je založený na tom, že drôt z nízko tavitelnej zliatiny je položený na fasáde domu v slučke a je trvalo sledovaný slabý elektrický prúd prechádzajúci slučkou. Keď sa roztaví časť drôtu teplom z požiaru, obvod sa preruší a je vyhlásený poplach. Táto metóda detekcie požiaru je veľmi jednoduchá, spoľahlivá a bola použitá pri požiarnej ochrane nórskech drevených miest (Zelinger, 2009).



Obrázok 6 Medené potrubí sprinklerov splýva s povrchom starého dreva. Foto: Zelinger, J.

Figure 6 The copper sprinkler piping merges with the old wood surface. Foto: Zelinger, J.



Obrázok 7 Bodový detektor dymu a sprinklerov v Rybárskej kaplnke v skanzene MaihaugenvLillehamere. Foto: Holmberg,

Figure 7 Point smoke detector and sprinkler in Fisherman's Chapel at Maihaugen in Lillehamere. Foto: Holmberg, J.

## 5. Záver

Pri ochrane drevených kultúrnych pamiatok sa postupuje podľa mnohých faktorov a to napríklad či sa jedná o jednu stavbu osamotenú, či je to historická drevená dedina, skanzen alebo sakrálna stavba a či potrebujeme chrániť vnútorný priestor alebo fasádu drevenej stavby. V prípade, ak by sa v drevených stavbách nachádzala koncentrácia horľavých plynov a pár horľavých kvapalín môžu sa do priestoru aplikovať automatické hlásiče vhodné do výbušného prostredia. V každom prípade je potrebné rešpektovať platnú legislatívu a po dobrých príkladoch z Nórska, Švédska a Česka využiť všetky najvýhodnejšie princípy ich protipožiarnej ochrany pre dané drevené stavby, ktoré patria do kultúrneho dedičstva každého štátu.

## Podákovanie

Táto práca bola podporovaná Kultúrnou a edukačnou grantovou agentúrou Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky na základe projektu č. KEGA 009TUZ-4/2017.

## Zoznam bibliografických odkazov

Bebčák P. Požárně bezpečnostní zařízení, SPB Ostrava 2004, ISBN 80-86634-34-5

Hütter M. Aktivní požární prevence památkových objektů. Pyromeeing 2013 Brno. Hasičský záchranný sbor ČR

Kucbel J. Požiarna ochrana budov. Vydavateľstvo a distribúcia odbornej literatúry, Bratislava 1993, s. 165 - 183

Moleková Ľ. Drevený artikulárny kostol Hronsek. Blog SME. Hrady, zámky, kostoly. 2008, 4:10-11

Sedlák J. Drevené spomienky. PLUS 7 DNÍ. Kultúra.2011, 21:72-74

Zelinger J. Požární bezpečnost dřevěných staveb, které jsou kulturním dědictvím, Praha 2009, 64. s. ISBN 978-80-86640-85-3



**OHROZENIE KULTÚRNEHO DEDIČSTVA NA ÚZEMÍ SLOVENSKA V DÔSLEDKU EXISTENCIE  
POŽIARNEHO RIZIKA**

**THE DANGER OF CULTURAL HERITAGE DUE TO THE EXISTENCE OF FIRE RISK ON THE  
SLOVAKIA TERRITORY**

Ivan MURIN<sup>1</sup> – Iveta MARKOVÁ<sup>2</sup> – Jana JAĎUĎOVÁ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>PhDr. Ivan Murin, PhD., Katedra sociálnych štúdií a etnológie, Filozofická fakulta, Tajovského 40,  
794 40 Banská Bystrica, Slovensko

<sup>2</sup>prof. RNDr. Iveta Marková, PhD., PhDr. Jana Jaďuďová, PhD.

Katedra životného prostredia, Fakulta prírodných vied, Tajovského 40, 794 40 Banská Bystrica,  
Slovensko, e-mail: [iveta.markova@umb.sk](mailto:iveta.markova@umb.sk)

**Abstrakt**

Článok rozoberá problematiku lesných požiarov, ktoré sa vyskytli za posledné desaťročie na území Slovenskej republiky. Údaje sú získané zo štatistických ročeniek PTAEU MV SR a Štatistického úradu SR. Poukazuje na prienik území s kultúrnym dedičstvom a územím často vystaveným pôsobeniu požiarov. Požiare predstavujú nekontrolovateľné a nežiaduce horenie s negatívnymi dopady na spoločnosť a životné prostredie, ktorého súčasťou je kultúrne dedičstvo.

Ochrana prírodného a kultúrneho dedičstva v rámci podmienok globálnych zmien, bude jedným z hlavných kritérií pre rozhodovanie tvorcov a výskumníkov v Európe. Bude považovaná za indikátor udržania európskej kultúry v jej diverzite, ako aj ochrana ich špeciálnej bezpečnosti v tejto prioritnej oblasti európskeho výskumu. Rozsiahle konzultácie v celej Európe s odborníkmi v oblasti udržateľnosti kultúrneho dedičstva ako aj pamiatkovej bezpečnosti vedú k jeho ochrane, ktorej súčasťou je ochrana pred požiarom.

Je nutné využívať prostriedky rôznych grantových schém pre účely ochrany pred požiarom, a tým aj uchovaniu nášho dedičstva. Príspevok prezentuje súčasný stav požiarovosti za posledné desaťročie, identifikáciu oblastí zvýšeného rizika vzniku požiaru a prehľad ohrozených kultúrnych pamiatok v uvedených lokalitách.

**Kľúčové slová:** kultúrne dedičstvo · počet výjazdov k požiarom počas rokov 2004-2016 · požiarne riziko

**Abstract**

Article discusses the issue of forest fires that have occurred over the past decade in the Slovak Republic. Data are obtained from statistical yearbooks PTAEU Ministry of Interior of Slovak Republic and from the Statistical Office of Slovak Republic. Paper refers to the penetration



area of cultural heritage and the area often exposed to fire. The fires represent burning uncontrolled and undesirable negative impacts on society and the environment, including cultural heritage.

The protection of natural and cultural heritage under global change conditions will be a major concern for decision makers and researchers in Europe. It will be viewed as a indicator of the European culture diversity as well as protection specially safety in this priority research area. Extensive consultation across Europe with experts in the field of safety of heritage lead to integrate protection in this case before fire.

It is necessary to use different grant tools for fire protection purposes and sustainable use and re-use of our heritage. The paper presented actually state of fire causes in past decade, identification of heightened risk areas for start a fire and by this endangered culture heritage sites in research localities. Cultural changes in Europe are often perceived through the topical issue of cultural adaptation of migrants, especially new ethnic groups arriving in Europe. In a survey of European heritage experts (JPI Cultural Heritage and Global Change 2011, 2013),

**Keywords:** Cultural Heritage · Fire risk assessment · the number and the occurrence of Fire,2004-2016

## 1. Úvod

Kvantifikácia priorít a optimalizácia stratégie požiarnej ochrany sú dôležité a aktuálne priority v programoch financovaných Európskou komisiou, Generálnym riaditeľstvom pre výskum a vývoj, Úniou "udržateľnosti miest a kultúrneho dedičstva" ako aj rámcovým programom Životné prostredie a udržateľný rozvoj (pozri <http://ec.europa.eu/>).

Jedným z cieľov prezentovanej priority výskumu zadaného v Strategickú výskumnú agendu Joint Programm Initiative in Culture Heritage (JPI Cultural Heritage and Global Change, 2013) je zhodnotiť nebezpečenstvo požiaru predstavujúce pre historické objekty kultúrneho a prírodného dedičstva na Slovensku. Ďalším je navrhnúť metódy, ktorými môže byť toto riziko kvantifikované a spravované pomocou systémov a komponentov, ktoré sú v súčasnej dobe k dispozícii. Pojem riziko súvisí ako s následkami a pravdepodobnosti výskytu nežiaducej udalosti. Existujú aj výskumné iniciatívy zamerané na zhromažďovanie existujúcich metód analýzy rizík a výber vhodnej metódy pre posúdenie požiarneho rizika kultúrneho a prírodného dedičstva (García a kol. 2016).

Taktiež sú k dispozícii čiastkové metódy identifikácie existujúcich postupov. V rôznych členských štátoch EÚ boli prijaté opatrenia na zachovanie kultúrneho a prírodného dedičstva voči požiaru na základe vlastných analýz, legislatívnych právomoci a systémov závislých na rozhodovacích procesoch v jednotlivých členských štátoch.

## VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

Hlavným zmyslom v probléme rozvoja požiaru z rôznych materiálov sú ciele opatrenia proti rozvoju a šíreniu požiaru, zníženie rizika vzniku požiaru v krajine alebo v stavbe a v prípade takejto situácie, kontrola nárastu rýchlosti požiaru a šíreniu požiaru v stavbe alebo priestore. Tempo rastu požiaru v uzavretom priestore závisí na materiálovej skladbe obsahu a obloženia, na veľkosti priestoru a tvaru, poveternostných podmienkach. Stav techniky ochrany pred požiarom a produktov podporujúcich rôzne súčasti požiaro-bezpečnostného riešenia, je nutnou súčasťou riešenia kultúrneho a prírodného dedičstva. (Marková et al., 2016) Hlavnou otázkou je: Existujú požiaro bezpečnostné technológie a produkty pre ochranu predmetov a objektov prírodného a kultúrneho dedičstva? Informácie a reakcie vedú k riešeniu spoľahlivosti nákladov v rámci ochrany kultúrneho a prírodného dedičstva. Tieto informácie sú zhromažďované, ich prijateľnosť a obmedzenia sú porovnávané, akceptované ako vstup do kvantitatívneho rozhodnutia a tvorby modelu/metódy. Hlavným účelom týchto prípadov je empirická evidencia pre ďalší výber metódy hodnotenia (Konishi a kol. 2015). Po druhé je potrebné uplatnenie praktických nástrojov schopných pomáhať v procese rozhodovania, čo sú matematická alebo štatistická metóda optimalizácie (Pourtaghi a kol. 2016).

Zvýšené riziko prírodných katastrof a javov z antropogénnej činnosti ako sú extrémne poveternostné javy spôsobené zmenou klímy, predstavujú záplavy, zvýšené hladiny za búrok, sucha alebo lesné požiare. Preto dostali osobitnú pozornosť v mnohých strategických dokumentoch v európskej výskumnej stratégii (Rhisiart, 2012a 2012b) vystupujúce ako prioritné témy (Document G8, 2009). Štúdia o ochrane kultúrneho dedičstva pred prírodnými katastrofami pre oddelenie Parlamentu politiky EÚ odhalila množstvo nedostatkov pri ochrane a zachovaní európskeho dedičstva (Londýn deklarácia, 2004); identifikovala potrebu ďalej spoločne plánovaného výskumu (JPI CH, 2011) a ďalej rozširuje myšlienku " bariérových reportov" (EP, 2007b).

Štúdie o strate kultúrneho dedičstva pred požiarom boli vyvinuté v rámci činnosti COST 17 "Požiarne straty historických budov" (<http://www.heritagefire.net>). Ochrana kultúrneho dedičstva tvárou v tvár globálnej zmene, sa tak stáva veľkým problémom pri rozhodovacej právomoci stakeholderov a občanov v Európe. Ďalší výskum je potrebný do stratégií, metódik a nástrojov na ochranu kultúrneho dedičstva proti nepretržitému rozpadu (UNESCO, 1989). Pred nevrátnym poškodením kultúrneho dedičstva sa stále pracuje, existujú dohodnuté akcie, založené na spoľahlivých vedeckých poznatkoch za účelom ochrany kultúrneho dedičstva Európy (UNESCO, 2006).

Jednou z ciest získavania poznatkov je rozbor požiarov. Rozbor požiarov možno chápať ako vstupný materiál, ktorý je koncipovaný ako najbohatší súbor informácií o požiaroch s cieľom určiť príčiny požiarov, hľadať opatrenia na predchádzanie vzniku požiarov a zníženie ich výskytu a ich rozvoja, ako aj údaje o poškodení/strate. Štatistické údaje a správy o závažných požiaroch boli zhromaždené od štátnych orgánov zodpovedných za kultúrne a prírodného dedičstva.

Cieľom príspevku je zhodnotiť existenciu ohrozenia hodnôt kultúrneho dedičstva na základe štatistického vyhodnotenia požiarovosti na Slovensku.

## 2. Metodika

Na základe terminologicky popísaných skutočností ohľadom kultúrneho dedičstva bol zmapovaný aktuálne objekty v podobe prehľadných grafov. Zo získaných štatistických hodnôt výjazdovosti príslušníkov HaZZ, získaných vďaka P-TaEU MV SR (zo štatistických ročeniek Hasičského záchranného zboru) boli zmapované oblasti s vysokým rizikom vzniku prírodných a lesných požiarov v priebehu posledného desaťročia a identifikované objekty kultúrneho dedičstva spadajúce do uvedených lokalít.

### Požiare

Požiar je každé nežiaduce horenie, pri ktorom sú bezprostredne ohrozené životy alebo zdravie fyzických osôb alebo zvierat, majetok alebo životné prostredie, pri ktorom vznikajú škody na majetku, životnom prostredí alebo ktorého následkom je zranená alebo usmrtená fyzická osoba alebo zviera. (§ 1 čl. 2 zákon 314/2001 Z.z.) Je nutné konštatovať, že súčasťou ohrozeného životného prostredia sú aj prvky nášho kultúrneho dedičstva nachádzajúce sa v prírodnom prostredí a exponované okolitými podmienkami, bez vhodnej systematickej ochrany.

Slovensko je malá krajina s veľkou lesnou plochou, ktorá predstavuje 41 % z celkovej výmery štátu (predstavujú lesné pozemky), čo predstavuje cca 2 milióny ha (Lesy- prírodné bohatstvo našej krajiny, s.a.). Uvedené údaje radia Slovensko medzi krajiny s najvyššou lesnatosťou (Lesy- prírodné bohatstvo našej krajiny 2011). Lesné požiare na lesnom ekosystéme zapríčiňujú priame a nepriame škody. Poškodzujú všetky zložky lesných biocenóz, ako biotop, ale aj rastlinstvo a živočíšstvo (Hlaváč, 2006). Podľa spôsobu vzniku lesných požiarov rozlišujeme antropogénne a prírodné škodlivé činitele. Priame škody sa vzťahujú na znehodnotenie živých stromov, spracovanej a nespracovanej drevnej hmoty, stratu prírastku a zhoršenie kvality drevnej suroviny. Nepriame škody súvisia s pôsobením ďalších druhotných škodcov, ako aj so zvýšením nákladov na odstraňovanie následkov požiarov (Hlaváč, 2006, 2009). Existenciu lesných požiarov dokazujú výsledky štatistickej analýzy vykonanej za obdobie rokov 2004 – 2014 (Marková, Kohútová, 2015). V rámci analýzy počtu a výskytu lesných požiarov na Slovensku, priemerná hodnota počtu lesných požiarov z celkového počtu predstavuje 2,5 % (Marková, Kohútová, 2015). Je nutné konštatovať, že nie v každej ročenke počas minulého desaťročia boli uvedené požiare prezentované v celej škále, z čoho vyplýva, že uvedené požiare síce nie sú najčastejším dôvodom výjazdov, ale sú trvalým miestom vzniku požiaru, kde musia príslušníci HaZZ zasahovať. Zároveň je nutné akceptovať vznik následných ekonomických škôd a negatívnych environmentálnych dopadov. Štatistické údaje Hasičského a Záchranného zboru SR neboli za rok 2015 doposiaľ spracované, v dôsledku čoho posledný rok hodnotenia lesných požiarov bol 2014. Z hľadiska vyhodnocovania počtu výjazdov

príslušníkmi HaZZ sa požiare delia podľa dvoch hľadísk akceptovaných HaZZ a vyhodnocovaných Požiarno-technickým a expertíznym ústav MV SR v Bratislave, a to na sledovanie odvetví ekonomických činností, čiže „požiare v lesnom hospodárstve“ a podľa priestoru vzniku požiarov – „požiare lesov“. Samozrejme, lesných požiarov je menej, keďže patria do skupiny požiarov v lesnom hospodárstve, kde sú aj požiare krov a iných prírodných materiálov. (Marková, Kohútová, 2015)

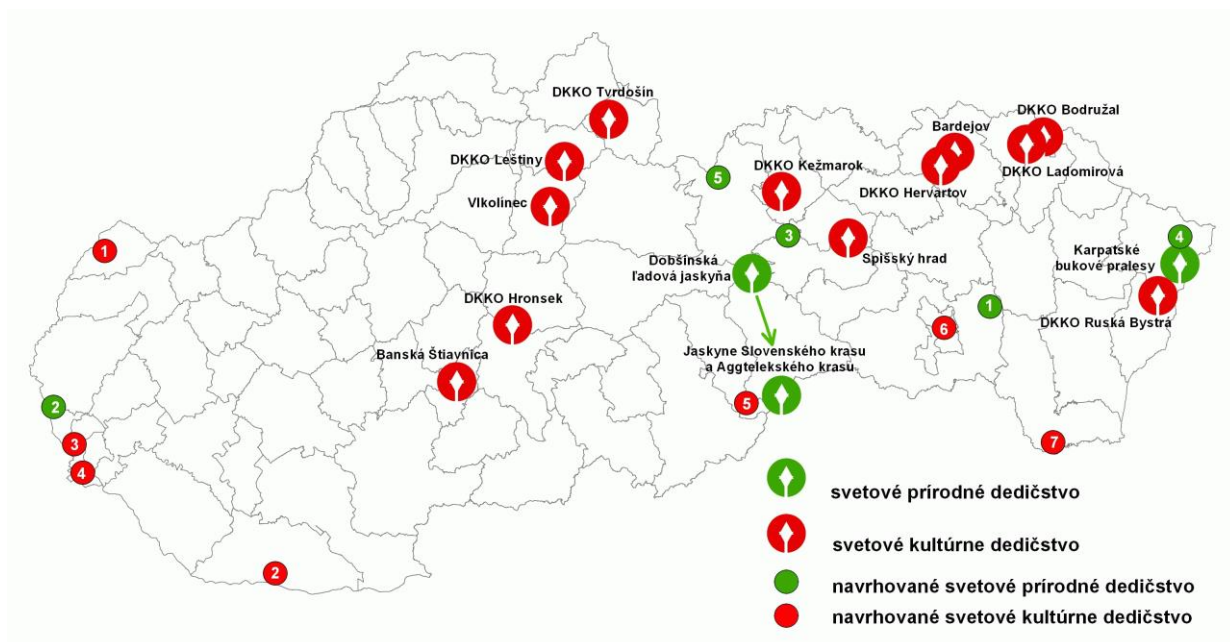
### **Kultúrne dedičstvo**

Kultúrnym dedičstvom sú hmotné a nehmotné hodnoty, hnutelné a nehmotelné veci vrátane importovaných diel a myšlienok, ktoré našli na Slovensku miesto a uplatnenie. Hmotnou hodnotou kultúrneho dedičstva sú najmä archívne dokumenty bez ohľadu na spôsob zaznamenania informácie, historické knižničné dokumenty a fondy, diela písomníctva, scénografie, kinematografie, televíznej a audiovizuálnej tvorby, zbierky múzeí a galérií, diela výtvarného, úžitkového a ľudového umenia, dizajnu, architektonické objekty, urbanistické súbory, archeologické nálezy a lokality, objekty ľudového staviteľstva, pamiatky výroby, vedy a techniky, historické záhrady, parky a kultúrna krajina. (Deklarácia Národnej rady Slovenskej republiky o ochrane kultúrneho dedičstva, 2001). Detailnejšie rozdelenie a charakteristika kultúrneho dedičstva v meniacom sa čase je predmetom jeho priebežnej revidencie (Drdácky, 2006) a inventarizácie. (ICCROM Working Group 'Heritage and Society', 2005)

### **Znázornenie diverzifikácie prírodného dedičstva na mape Slovenska**

Kultúrne dedičstvo v krajine ako súčasť životného prostredia (obr.1) tvorí špecifické a nenahraditeľné bohatstvo štátu, je dokladom umenia, vedy, techniky, vzdelanosti a celkového vývoja spoločnosti. Štát, jeho orgány, obce, všetky organizácie a občania sú povinní kultúrne dedičstvo chrániť, starať sa oň a vytvárať podmienky pre jeho zachovanie a zodpovedajúce spoločenské využitie. Kultúrne dedičstvo možno vnímať ako proces prostredníctvom ktorého objekty, udalosti, miesta, zvyklosti, osobnosti a ich interpretácie odvodené na základe minulosti sú transformované do skúsenosti v prítomnosti a pre prítomnosť. (Ashworth, 2012)

Európski občania žijú v kultúrnom dedičstve alebo okolo neho, s ktorým sa dôkladne identifikujú, a to pre jedinečnosť a nezastupiteľnú hodnotu historických budov, múzejných zbierok, historických a archeologických lokalít v krajine (obr. 1) hodnota. Kultúrne dedičstvo je kľúčovým faktorom európskej identity (Tomaškin a Tomaškinová, 2009).



Obr. 1 Rozdelenie objektov kultúrneho dedičstva na Slovensku zapísaných alebo navrhovaných do svetového zoznamu.  
Zdroj: enviroportal.sk

### 3. Výsledky a diskusia

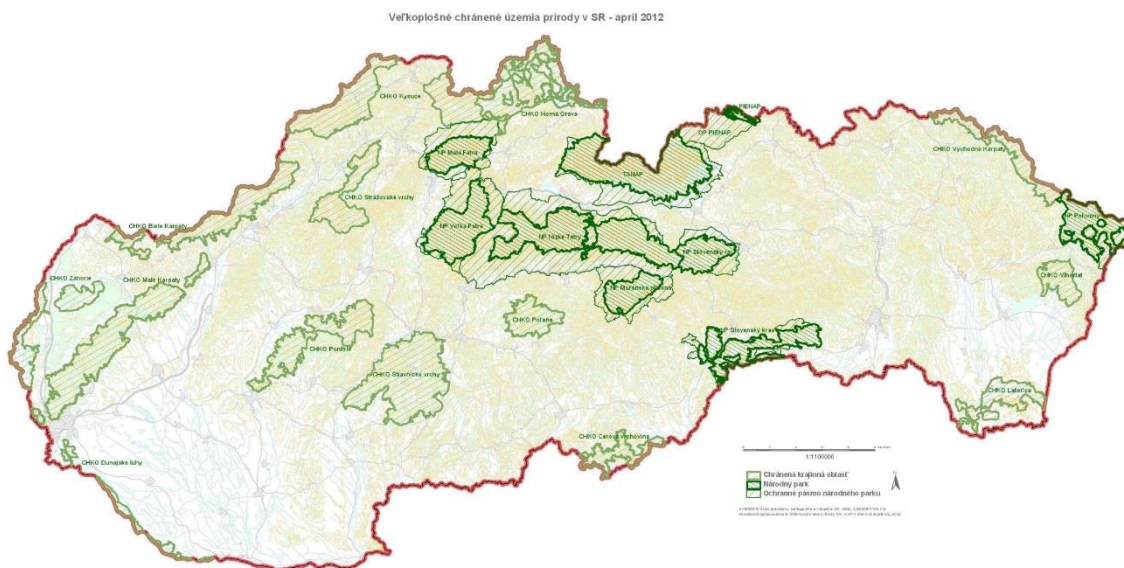
Jedným z predpokladov o príčinách / zapálenie prírodných a lesných požiarov je lesná doprava a turistika. Cielené turistické oblasti sú osobitne chránene krajinné oblasti (CHKO), alebo Národné parky (NP), ktoré sú obľúbeným cieľom turistov. Súčasne CHKO a NP sú miesta zvýšeného rizika vzniku požiaru aj z dôvodu ich stupňa ochrany. V najlepšie zachovaných starých zónach týchto oblastí sa nesmie (podľa zákona) do prírody zasahovať. Po prírodnej katastrofe (tzn. Víchrica vo Vysokých Tatrách v roku 2004), človek nesmie zasahovať do prírody, a tým pádom ani podieľať sa na odstránení polomového dreva. Tieto oblasti sú najviac ohrozené vznikom požiarom kalamitných plôch (Kohútová, 2014). Súčasťou uvedených oblastí sú objekty hmotného kultúrneho dedičstva. (obr.2)

Zmeny životného prostredia a bezpečnostné riziká ohrozujú kultúrne dedičstvo a potenciálne ho vystavujú nezvratným škodám a stratám z dôvodu jeho veku a krehkosti (Eichengreen, 2011).

Je to povinnosť voči súčasným a budúcim generáciám, aby ho chránili a uchovávali ako symbol kultúry a histórie. V rýchlo sa meniacom svete musí technologický pokrok odrážať spôsob, akým je kultúrne dedičstvo študované, chránené a prezentované občanom s cieľom posilniť ich spoznanie. (Hrabčáková, Murin, 2014)

Na obrázku 3 je znázornená mapa SR s chránenými krajinnými oblasťami a národnými parkami, ktoré sa nachádzajú na území SR. Do okresu Čadca zasahujú až dve chránené krajinné oblasti, konkrétne CHKO Kysuce a CHKO Horná Orava.

Okresy Liptovský Mikuláš a Poprad majú na svojom území, značnou mierou, priamo národné parky TANAP a NAPANT a zároveň aj ich ochranné pásma. Národný park Slovenský raj zasahuje nielen do okresu Poprad, ale aj do okresu Spišská Nová Ves. Práve v týchto okresoch bol zaznamenaný najvyšší počet lesných požiarov za sledované desaťročie. Taktiež aj okresy Čadca a Žilina patria medzi tie, v ktorých lesné požiare boli najčastejšie. V okrese Žilina sa rozprestiera Národný park Malá Fatra a CHKO Strážovské vrchy. (Marková et al., 2016) V okrese Čadca sa tiahne CHKO Horná Orava a CHKO Kysuce (Kaputa, s.a.).



Obr. 2 Lokalizácia chránených krajinných oblastí (CHKO) a národných parkov (NP) ako prírodného dedičstva na Slovenskom (Kaputa, 2015, Marková, Kohútová, 2015)

Najväčším iniciátorom vzniku lesných požiarov je človek, predovšetkým v snahe zabezpečiť si základnú surovinu – palivové drevo k vykurovaniu. Preto sme sa zamerali na údaje o nezamestnanosti, ktoré indikujú potenciálne ohrozenie lesa založením požiaru. Tie sme porovnali s počtom požiarov v jednotlivých okresoch. Podľa štatistík pri viac ako 98 % lesných požiarov je príčinou vzniku požiaru zavinenie človeka (Marková, Kohútová, 2015). Uvedená skutočnosť sa premietla aj v nežiaducej udalosti: požiaru hradu Krásna Hôrka. (Marková et al., 2016)

Následne boli vypracované mapy na základe údajov zo štatistík MV SR a MP SR, so snahou čo najpresnejšie zistiť lokality lesných požiarov. V okrese Čadca bolo najviac lesných požiarov zo všetkých okresov na území SR za sledované desaťročie, konkrétne 252 lesných požiarov (Požiarno-technický a expertízny ústav MV SR v Bratislave, 2005 – 2013, Miškovičová, 2015). V danom okrese sa nachádza viacero meštianskych domov a objektov ľudovej architektúry, ktoré majú status národnej kultúrnej pamiatky. Tie si zaslúžia zvýšenú ochranu (Register nehnuteľných NKP, pamiatkový úrad SR).

Druhým okresom, ktorý má najvyšší počet lesných požiarov za sledované obdobie je okres Poprad, s celkovým počtom lesných požiarov 190 (Požiarno-technický a expertízny ústav MV SR v Bratislave, 2005 – 2013, Miškovičová, 2015). Okrem meštianskych a ľudových domov,



VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

menších kaštieľov, kúrií a kostolov, sú pre tento okres výnimočné tzv. staré tatranské vily, zotatovne a liečebné domy (obr. 3) navrhnuté v súlade s okolitou prírodou s typickou podtatranskou architektúrou (Register nehnuteľných NKP, pamiatkový úrad SR).

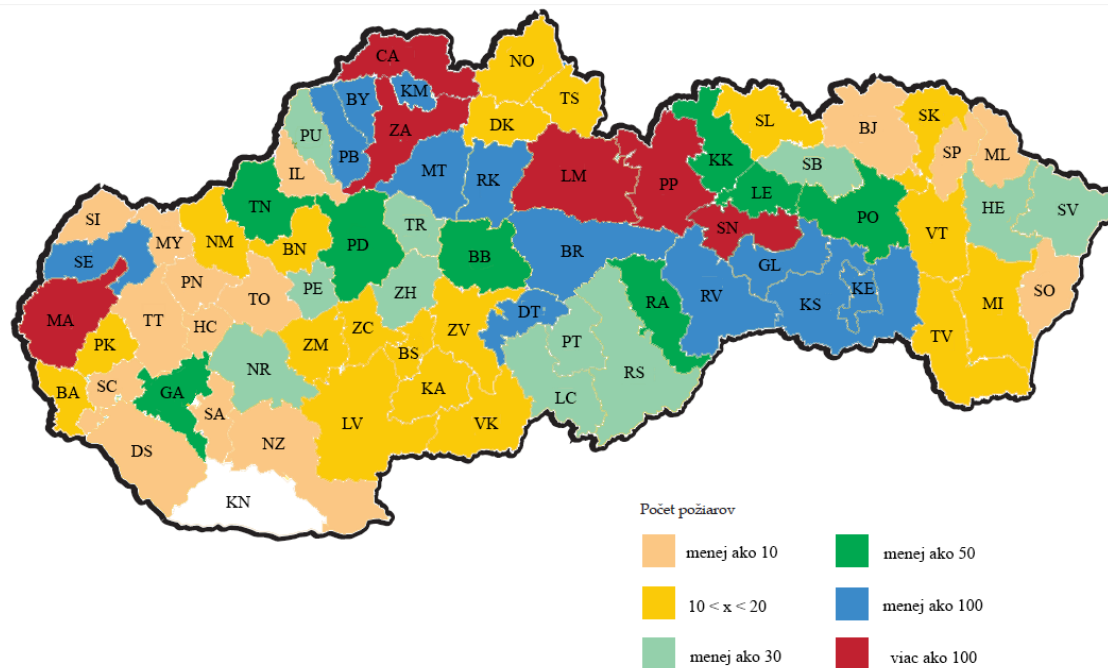


Obr. 3 Dom liečebný v Novom Smokovci (NovySmokovec10Slovakia1.JPG) a Horáreň v Tatranskej Polianke.(TatranskaPolianka12Slovakia5.JPG)

Jediný okres, v ktorom sa nevyskytol žiaden lesný požiar za sledované desaťročie bol okres Komárno (Požiarno-technický a expertízny ústav MV SR v Bratislave, 2005 – 2013, Miškovičová, 2015).

VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
 ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava



Obrázok 4 Počet lesných požiarov v slovenských okresoch v rokoch 2004 - 2014 (Kohútová, 2014). **Legenda:** ružová – 0 požiarov, žltá – 1 až 5 požiarov, bledomodrá 6 až 10 požiarov, zelená 11 až 20 požiarov, tmavomodrá 21-30 a červená viac ako 30 požiarov, tmavozelené body – lesné plochy

Špecifikované kritické okresy, kde počet lesných požiarov je v porovnaní s ostatnými okresmi vysoký sú Malacky, Žilina, Čadca, Liptovský Mikuláš, Poprad a Spišská Nová Ves. V nich sú z hľadiska kultúrneho dedičstva zastúpené sakrálné a svetské objekty so statusom národnom kultúrnej pamiatky: kostoly, zvonice, kaštiele, meštianske a ľudové domy, zrúcaniny hradov a pod. V okrese Spišská Nová Ves sa nachádza súbor pamiatok chránených na úrovni Svetového kultúrneho dedičstva UNESCO – Spišský hrad a kostol sv. Ducha v Žehre. Do okresu Žilina v rámci katastra patrí hrad Strečno (obr. 5), skanzen Čičmany s objektmi ľudovej architektúry, či Budatínsky hrad s expozíciou drotárstva ojedinelou na území Slovenskej republiky. (Register nehnuteľných NKP, pamiatkový úrad SR). Ochrana hmotného kultúrneho dedičstva súvisí i s jeho nehmotnými hodnotami, napríklad čičmianske ornamenty vonkajších stien zrubových domov boli zapísané do Reprezentatívneho zoznamu nehmotného kultúrneho dedičstva Slovenska a uchádzajú sa o zápis do Nehmotného Zoznamu kultúrneho dedičstva UNESCO.





Obr. 5 Hrad Strečno (:Strečno\_skalne\_bralo.jpg) a Plác Hradný v Hričovskom Podhradí (Hricov\_hrad.jpg)

#### 4. Závěry

Na základe získaných výsledkov možno konštatovať nasledujúce závery:

- Časť slovenského hmotného kultúrneho dedičstva, pamiatkových objektov sa nachádza v lokalitách, kde je zvýšený počet požiarov a preto je im potrebné venovať pozornosť ako miesta s potencionálnym rizikom vzniku požiaru
- Je potrebné venovať špecifickú pozornosť protipožiarnej ochrane kultúrneho dedičstva vzhľadom na materiálne (hmotné) a symbolické (nehmotné) hodnoty.
- Percento výjazdov k lesným požiarom k celkovému počtu výjazdov kolíše okolo 2,5%.

#### Pod'akovanie

Táto práca bola podporená grantom z projektovej schémy Interreg CENTRAL EUROPE projekt

CE902 RUINS “Sustainable re-use, preservation and modern management of historical ruins in Central Europe - elaboration of integrated model and guidelines based on the synthesis of the best European experiences”, vypracovaním zadania z pracovného balíka

Work Package 1 – development of the model forms of technical and conservation protections of historical ruins and the model for the risk assessment related to historical ruins.

### Zoznam bibliografických odkazov

Ashwort, H, G. J. 2012. Preservation, Conservation and Heritage: Approaches to the Past in the Present through the Built Environment. Asian Anthropology, 10:1, 1-18. DOI:10.1080/1683478X.2011.10552601

Commonwealth of Australia. 2002. Australian natural heritage charter for the conservation of places of natural heritage significance. 2 ed. [online]. Australia : Australian heritage commission, 2002. 26 s. ISBN 0-642-26420-1. [cit. 2016.02.15.]. online: <https://www.environment.gov.au/resource/australian-natural-heritage-charter>

Convention Concerning the Protection of the World Cultural and Natural Heritage, 1972 . [online]. [cit. 2016.02.15.]. online: <http://whc.unesco.org/en/conventiontext/>

Deklarácia Národnej rady Slovenskej republiky o ochrane kultúrneho dedičstva, 2001. Zbierka zákonov Slovenskej republiky č. 91/2001, čiastka 39.

EP, European Parliament 2007b. Protecting the Cultural Heritage from Natural Disasters, Brussels, by M. Drdácky et. al. (<http://www.europarl.europa.eu/activities/committees>).

Document G8, Responsible leadership for a sustainable future, L'Aquila, 2009.

Eichengreen, B. 2011. Global Shifts. University of California, Berkeley. [Online] April 2011. [Dátum: 2. June 2014.] [http://eml.berkeley.edu/~eichengr/Global\\_shifts\\_5-17-11.pdf](http://eml.berkeley.edu/~eichengr/Global_shifts_5-17-11.pdf).

Hlaváč, P.2006. Dopad lesného požiaru na lesný ekosystém. Definovanie základných protipožiarneho prvkov z lesníckeho aspektu. In: Lesné požiare – aktuálne nebezpečenstvo v jarných a letných mesiacoch: Zborník referátov z odborného seminára. Zvolen, Technická univerzita vo Zvolene, CD – médium, 2006, s. 15 -17. ISBN 80 – 228 – 1579 – 9.

Drdácky, M. 2006. European Research on Cultural Heritage. Praha : Advanced Research Centre for Cultural Heritage Interdisciplinary Projects-ITAM, 2006. ISBN 80-86246-21-3.

Hlaváč, P. et al. 2009. Od projektu protipožiarnej ochrany lesa vo Vysokých Tatrách po vetrovej kalamite po zmeny legislatívy v oblasti ochrany lesov pred požiarimi v podmienkach Slovenskej republiky. Zvolen : Technická univerzita vo Zvolene, 2009. 145 p. ISBN 978-80-228-1976-3.

<http://www.heritagefire.net>

<http://ec.europa.eu/>

<http://www.tourist-channel.sk>

VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

García, Casas Á., Siegel, M., Koltunov, R., Ramírez, A., Ustin S. 2016. Burned forest characterization at single-tree level with airborne laser scanning for assessing wildlife habitat. Remote Sensing of Environment. 2016 vol: 175 pp: 231-241.

Hrabčáková, L., Murin, I. 2014. Analysis of interaction environment and human activities (Case study SUCHÁ DOLINA & VLČIE DOLY) [online] ACTA UNIVERSITATIS MATTHIAE BELII Sekcia Environmentálne manažérstvo roč. 16, č. 1, 2014, s. 87- 96.

ICCROM Working Group 'Heritage and Society'. 2005. Definition of Cultural Heritage. References to documents in history. UNESCO. [Online] 15. January 2005. [Dátum: 1. December 2014.] [http://cif.icomos.org/pdf\\_docs/Documents%20on%20line/Heritage%20definitions.pdf](http://cif.icomos.org/pdf_docs/Documents%20on%20line/Heritage%20definitions.pdf).

JPI Cultural Heritage and Global Change. 2013. Strategic Research Agenda. JPI on Cultural Heritage. [Online] 2013. [Dátum: 6. June 2014.] <http://www.jpi-culturalheritage.eu/wp-content/uploads/SRA-last-version.pdf>.

Kaputa, P. [s.a.]. Chránené územia [Protected Areas] [online]. [s.a.]. [cit. 2015.04.20.]. online: <http://www.enviroportal.sk/indicator/detail?id=121>.

Kim K Konishi T Ziemba T Nonaka H Nam K Tanaka T. 2015. Fire protection analysis and potential improvements for wooden cultural heritage sites in Japan. Journal of Disaster Research. 2015 vol: 10 (4) pp: 586-594.

Kohútová, I. 2014. Evaluation of the development of fires in SR of natural fires in the last decade. Students scientific conference, section Environment. [non publish].

Lesy- prírodné bohatstvo našej krajiny 2011.[online]. [s.a.]. [cit. 2014.04.04.]. Dostupné na internete: <[www.nlcsk.sk/files/2490.pdf](http://www.nlcsk.sk/files/2490.pdf)>.

Marková, I., Kohútová, I. 2015. Hodnotenie počtu a výskytu lesných požiarov na Slovensku za posledné desaťročie. In FIRECO 2015 : Drevo ako ekologický materiál, Manažment požiarov v prírodnom prostredí a v sídelných štruktúrach : XI. medzinárodná konferencia, Trenčín, 28. - 29. mája 2015. - 1. vyd. - Bratislava : Požiarny a expertízny ústav Ministerstva vnútra SR, 2015. - ISBN 978-80-89051-17-5. - S. 97-110

Marková, I., Murin, I., Jaďuďová, J. 2016. Hodnotenie lesných požiarov z pohľadu ochrany prírodného a kultúrneho dedičstva na území SR = Evaluation of forest fires from the point of view safety of natural and cultural heritage [online]. In SPEKTRUM [elektronický zdroj] : [recenzovaný časopis Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství a Fakulty bezpečnostního inženýrství]. - Ostrava : Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2016. - ISSN 1804-1639. - online, roč. 16, č. 1 (2016), s. 12-15.

MV SR, 2003. Metodický list 70. Lesné požiare [online]. Dostupné na: [http://www.dhzsamorin.sk/met\\_listy/ml%20c.070-lesne%20poziare.pdf](http://www.dhzsamorin.sk/met_listy/ml%20c.070-lesne%20poziare.pdf)

VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

Pamiatkový úrad SR. Register nehnuteľných NKP. online: <https://www.pamiatky.sk/po/po>

Pourtaghi, Z., Pourghasemi, H., Aretano, R., Semeraro, T. 2016. Investigation of general indicators influencing on forest fire and its susceptibility modeling using different data mining techniques. *Ecological Indicators*. 2016 vol: 64 pp: 72-84.

Rhisiart, M. 2012a. JPI Cultural Heritage and Global Change, Real-Time Delphi Study on the Future of Cultural Heritage Research. Paris : Centre for Research in Futures and Innovation, University of Glamorgan, UK with CM International University, 2012a.

Rhisiart, M. 2012b. JPI Cultural Heritage and Global Change, Report on Drivers of Change and the Future of Cultural Heritage. Paris : Centre for Research in Futures and Innovation, University of Glamorgan, UK with CM International University, 2012b.

Rhisiart, M. 2012c. JPI Cultural Heritage and Global Change. Futures Literacy Scenarios Workshop: The Future of Cultural Heritage Research. A workshop to support the development of the Strategic Research Agenda. Paris : Centre for Research in Futures and Innovation, University of Glamorgan, UK with CM International University, 2012c.

Ročenky Hasičského a záchranného zboru 2004 - 2014. Vydalo Ministerstvo vnútra SR, Prezídium Hasičského a záchranného zboru v Bratislave, Spracoval: Požarno -technický a expertízny ústav MV SR v Bratislave.

Tomaškin, J., Tomaškinová, J. 2009. Natural and Cultural Heritage in content of higher secondary education. *Acta Universitatis Matthiae Belii*, Vol. XI., 1/2011, 73-85. ISSN 1338-4430.

UNESCO, 2006. For the definition of "safety of heritage", refer to: UNESCO, Convention concerning the Protection of the World Cultural and Natural Heritage, Paris, 16 November 1972; The Economy of Culture in Europe, a study carried out by KEA European Affairs for the European Commission, 2006, pp. 147-155 and pp. 303-306.

## SMARTOVÉ ZARIADENIA V PRÁČACH PROTIPOŽIAROV

### SMART DEVICES IN THE WORK OF FIREFIGHTERS

Zsolt NOSKÓ

National Universtiy of Public Service, 1101 Budapest Hungária körút 9-11. Hungary  
[zsozsosoft.hun@gmail.com](mailto:zsozsosoft.hun@gmail.com)

#### Abstract

Introduction: Smart devices are very popular today. Many people have smart tools, especially between the younger age groups. These devices are not only entertainments, these are very useful in the disaster management too. The leader of the firefighting commands the intervention activity at an interference. He has to make the main decisions. Critical time is one of the most important elements of the decision-making mechanism during an intervention. However, the short-term decision making is a big responsibility. Supporting the decision maker of the disaster management leader is a very important activity, so that's why it is very important to have information, data and equipment's. Methods: In the writing of the article, it was very important to deal with the most important domestic and international literature. Besides, the author tried to make consultations with the competent companies. Result: In this paper, the author presents the results of his research on mobile communication tools, including the so-called smart devices.

**Keywords:** decision support · leader of the firefighting · smart devices · smart watch

#### 1. Introduction

The development of the information technology has accelerated in recent years, and new innovations are coming from day to day with reduced prices. In our everyday life, it has become natural that our so-called clever devices are surrounded by us, and these devices make our leisure time more colourful. But what is the smart device? According to a 2013 definition: "Smartphones are so well-developed phones that are often computer-friendly, and have many other features besides telephony; they can download and install various applications; they are also suitable for e-mail and internet usage; usually have a touchscreen or a full alphabet (so-called QWERTY keyboard)" (Pintér, 2011). The pace of the evolution of the technology is well illustrated by the fact that this definition is out of date in just four years. Nowadays, refrigerators are able to measure the stored food stock in them and send a shopping list to a smartphone or to our mail address. Our televisions can analyse the viewed programs in the video store and compile their suggestions to view the following content. Nowadays, it is not surprising that there are intelligent mowers or cleaning robots that can send SMS, which is, a short text message to our phone if there is a problem in their "work". The automation of our gloomy world is a development process that is made possible by many

technical devices and modern IT technology. However, a wide range of smart tools can not only make our lives simpler but safer.

Engineers are working on the development of intelligent, self-guided cars, biologists are planning self-sustaining ecosystems, and we can even list endless scientific results. In the area of the manufacturing engineering, the medicine or the space technology different robots are doing the most complicated operations and according to the experts and researchers in nanotechnology are on the verge of major breakthroughs. These developments often cover in a long period of time, and often result in a parallel research field that promotes the breakthroughs.

During nearly thirty years of my scientific research, I have been pursuing the developments of the information technology and researching technologies that can help to the firefighters to make their intervention more effective and safety. (Pántya, 2015) The continuous changes of the technology made my research sometimes more difficult and sometimes more effective. The effectiveness is very important during the firefighting. Many case studies and papers deal with this problem. (Bodnár, 2016) (Restás, 2016)

I have analysed several areas of the use of the Raspberry type of the small industrial computers (Noskó, Nagy 2015), which are now available for a few thousand forints - using the Internet - through cameras, to analyze the applicability of the mobile communication devices. Some tools are suitable, while other technologies can only be used with limited constraints and compromises in the firefighting. However, according to my experiences in the development of the decision support systems, there are great opportunities in the so-called smart hours. According to Rácz (2016) the decision making support can be very important at a large scale storage fire. In this paper, I would like to present the features and the uses that will enable one of the major developments in the near future to begin to support the firefighters and their interventions. I suppose that the use of the smart devices can increase the safety of firefighter's intervention.

## **2. The attribute of the device**

The smart watch is a portable computer technology that is a part of the mobile communications tool group, a product that has been growing rapidly today, and is the first in the market for smartphone development by Google Inc. Among the undisputed benefits of the product, besides its many positive features, the low price should be mentioned, given that we can obtain retail prices from 2.500 HUF to about 150.000 HUF, depending on integrated sensors and integrated services. The technology is used primarily among young people in Hungary is a less commonplace tool, but its spread is only a matter of time. The basic features of the device and the hardware parameters are constantly evolving, and developers are launching new software, creating new opportunities to use smart hours.



### 2.1. Small but effective

With the low price of a smart watch it is important to point out that its size is really small, it can be worn as a watch, but it can even be nearly the same achievement with the other smart phones. Some products can be purchased with 4-core processors, 8 Gigabytes of memory, and up to 128 Gigabyte Micro SD memory cards. They can either communicate with a micro or nano SIM card in the GSM / GPRS 850/900/1800/1900 frequency ranges and 3G or 4G Internet connections, just like cell phones.

#### Samsung Gear S Product Specifications



- All functionality features, specifications, and other product information provided in this document including, but not limited to, the benefits, design, pricing, components, performance, availability, and capabilities of the product are subject to change without notice or obligation.

SAMSUNG TOMORROW

Figure 1 The attributes of the Samsung Gear S smart watch (Source: pto.hu) Source: <http://www.pto.hu/samsung-gear-s-okosora-teszt/> - Download: 18.04.2017.

Watches with built-in SIM cards can be operated as a full-featured phone and can provide a permanent Internet connection depending on the mobile subscription.

In addition, smart clocks support Bluetooth and Wi-Fi (IEEE 802.11ac and IEEE 802.11ah) wireless standards, so you can connect other devices to them and also connect to the computer networks. Thanks to the Bluetooth standard, devices without a SIM card can be connected to phones, tablets, or computers running IOS, Android or even Windows operating systems, so that it can replace and control the connected device by taking full or partial functions.

Both the SIM cards and the wireless phones connected to the cordless phone allow the user to access the telecommunication service that can be used through the built-in speakers or connected microphone headsets.

Most of the smart watches are suitable for sharing and reading the content of the social networking sites, and of course sending messages, which can be greatly facilitated by the Google voice recognition feature. The owner of the device can share and receive messages on the tool. In addition to email or SMS text messages, the watch may be able to stream any multimedia content, depending on the product type and the installed applications, to play videos, capture photos, and of course upload them.

### **2.2. Easy to wear**

Almost everybody has wristwatches today, so no one has any difficulty with the using of the device and it does not hinder the wearer. The elastic, plastic or rubber strap makes the watch to safe, which breaks or releases in the event of accidental ingestion, thus preventing injuries. For most IT devices the greatest difficulty is the extreme applicability and the size but it is not true in connection with the smart watches. Due to their small size, it is not difficult to wear them and just like the traditional watches it can be worn underneath our clothes. Wearing it under clothing - as well as the wearer and the watch - it protects the watch from excessive heat and a waterproof design, it does not even have to worry about getting damaged during work. Its impact resistance is limited due to the vulnerability of the touch screen, however, it can be repaired by a silicone shield, glass foil or mechanical damage.

### **2.3. Easy to apply**

The use of the device, like smartphones, does not make it difficult because its surface is simple, clear and controlled by both touch and voice control. Smart watches usually run on an Android operating system that supports Google's services (Schuster, 2010) including voice control, map, and many useful features. Default features are provided by default use, and you can download virtually unlimited number of apps and services from your Android Google Play store, as well as we can develop our own apps. The downloadable applications can be operated by a built-in camera, GPS receiver and other sensors, depending on the type and the equipment, which open additional areas for firefighters. Factory standard equipment and installed software's naturally provide limited quantity access to firefighters, given that they are designed for civil users. In order to be a special equipment from the smart watches, a targeted development of software have to be required.

## **3. Fields of the application**

In this chapter, I would like to introduce the clear benefits that - can without development or with only a small software development - to make the device ideal for the use.



### 3.1. Individual communication panel

One of the basic services of the device is the communication, which can be done in two ways depending on the type. One type of the connection is a wireless phone connection - typically based on a Bluetooth standard - when the clock only functions as a loudspeaker and auxiliary screen, while the other one is equipped with a SIM card and operates as a standalone phone. Although in both cases it is possible to receive and launch calls through the device, according to my experiences the latter is much better, so I will specify the built-in SIM card versions for the test. You can make or receive a phone call from any home network, and of course you can send or receive short text messages.

The built-in phone book is the same as in other mobile phones and can be easily synchronized depending on the type of the online account services. Some types can be displayed in text format, other software can display caller information even with photo.

As I explained earlier, text messages can be sent by dictation, although under noisy conditions, the service is more likely to misrecognize. Nevertheless, the watch is perfectly suitable for receiving group messages, so the leader of the firefighting or the news agency can notify the people who are involved in the intervention by sending a message. The watch gives vibration, sound and light to the wearer for incoming calls and messages that can be detected while working. With the built-in microphone and camera systems, voice and picture messages can be sent to the device, but with the same functionality as the Viber, we can make live video conversations. Of course, most of the communication can be recorded in the device or on the servers, so that it can be retrieved later if needed.

### 3.2. Navigation, positioning panel

The work of Leader of the Firefighting and Operational Controllers is supported by a number of GIS databases and maps that assist in the work of decision-makers when navigating on navigational units or on IT devices applied at the venue. (Noskó, 2012)

The modern watches can support the wearer during the navigation and positioning tasks, which may be different by types. For basic types, the satellite receiver's coordinates are handled by Bluetooth over the phone and watch, while the more serious hours have a built-in GPS receiver and can store, display it on the map, or send coordinates to other devices. During the fight of the vegetation fires, the interveners may be removed from each other and may occasionally break apart, which poses a serious risk. With appropriate software's, the firefighter, the Operation Control Centre, or even the extra terrestrials can also receive information about the coordinates sent by the watches and, like the tracker applications popularly run by the runners, can subsequently display the movement of firefighters on a map, areas actually affected. The location of the deployment site is currently supported by a state-of-the-art GIS system that allows GPS operators to track GPS traffic on their vehicles, but it only applies to vehicles with GPS receivers and EDR radios that support it. (Deák, Dobos, Erdélyi, Hesz, 2012) Because of the average of 3 handhelds in a paradise during missions,

there are at least two major handheld radio and tracking sites at the location of the damage, which can have up to ten acres.

In addition to the fire fighters' movement, GPS coordinates of POIs and POIs and other sites such as fire hydrants (Noskó, 2009) can of course also be displayed on higher-quality IT devices, so the navigator can be a useful tool for the wearer.

### **3.3. Work safety panel**

During the work of firefighters, work safety is very important. Intervention is dangerous even if it comes to complying with safety rules and the use of state-of-the-art protective equipment, so any solution that can make the work more secure is suggested to be considered. In this case, the use of GPS coordinates as life-saving information cannot be ignored. If a firefighter is injured or lost during an intervention, his comrades can easily find the firefighter who is unable to move or are unconscious, following the coordinates that is sent by the watch. In this case, you it is easy to create a program that sends the alarm and the current GPS coordinates to the incoming phone numbers or Internet data servers, of course, along with the alarm identifiers.

Occupational safety and more specifically safety-related services, smart watches have a so-called heart rate monitor function that is designed for athletes, but it can also be used for firefighters. By processing the sensor data, the leader of the firefighting can easily get information about the wearer's state, for example, in the case of too low a heart rate, so that he may be in danger. At the same time, too high a pulse may be a signal, as it tells that the watch owner is subjected to a high heart rate, so it is important to be replaced or rested him soon.

The heart rate sensor as well as the motion sensing sensor - as an alarm detector - is currently known between the firefighters, although its spread is unlikely to have reached the desired level because of its high price. For this purpose, the most well-known available equipment is the Dräger BodyGuard's product, which has an electronic monitoring system consisting of a sensor unit, a switch box and a BodyGuard. The device continuously measures the pressure of the air bottle, then displays its data on the Bodyguard, as well as when it comes to critical pressure or gives an alarm signal in the event of a derangement. BodyGuard can also check the movements of the wearer. (Pinkóczy, 2013) Using the smart pulse-trigger or GPS-based motion detector function, also a loud panic alarm and the aforementioned alarm can be sent to other fire extinguishers involved in the firefighting or to the operation control. In this case, the signal can be a voice and SMS message or an alarm sent as a digital data.

During the development of the smart clocks, many additional functions have been integrated into the devices, and most of it can be used in the work of the firefighters, such as the pedometer, the compass, the telemeter, and the UV light meter or even the high-brightness LED lamps. Several Bluetooth standard meters can be connected to the clocks.

### **3.4. Image documentation**

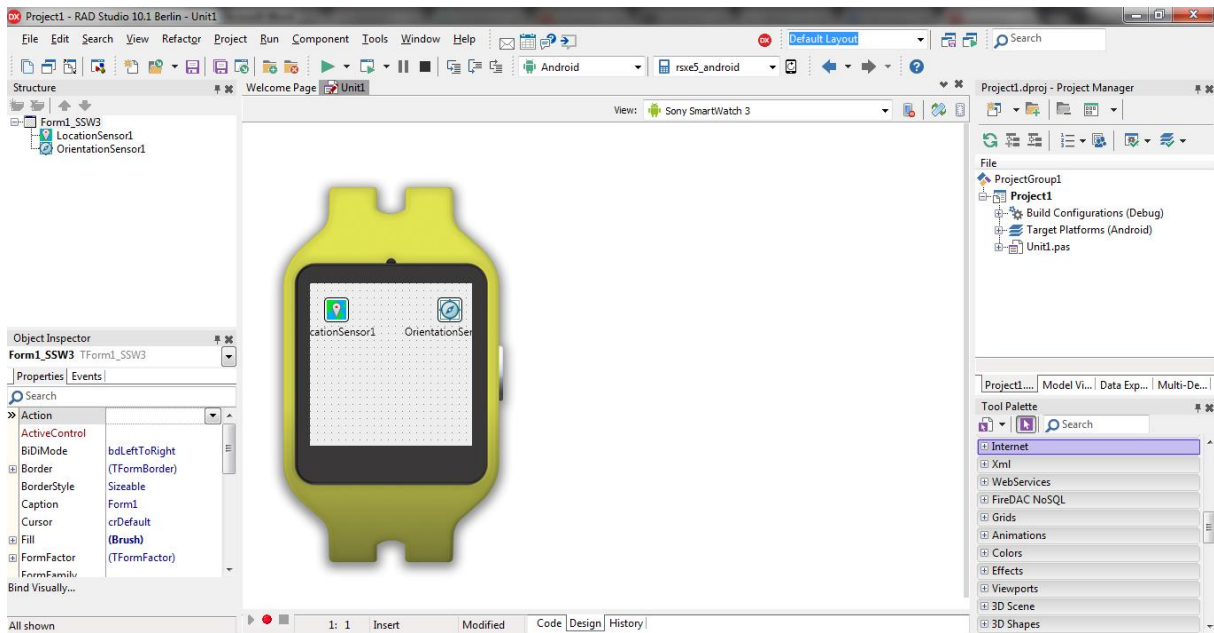
In many cases there are problems with the documentations of the circumstances of the damage, such as the state situation and the time of the arrival and the location that can be documented after the fire has been extinguished or after the completion of the technical backup. To prevent this –as it is published earlier - it would be useful to provide cameras to the firefighters and to the fire engines. (Noskó, Nagy, 2010) Using smart watches this problem can partly solved. Watches can capture high-quality photos and even HD video on a removable memory card, so it can record the location before, during and after the intervention.

The records can be downloaded either immediately or later and stored in a fire database. Image documentation is important not only for meeting the press and the public's demand, but it may also be necessary for insurance, official certificates and possible litigation or criminal proceedings. This Recordings can be processed during fire analysis, research and case studies, and may also be used during training of the firefighters.

## **4. Upgradeability**

### **4.1. Self developed applications**

There are also a number of the developed environments available on the Internet for smart watches that can run the Android operating system, including smart hours. Some of these are free, such as the Java-based NetBeans offered by Oracle Corporation, but for the most of these have to be paid. During my previous research, I have examined a number of development environments in order to assess the differences in support for development work, offered services, and trade prices. The Embarcadero RAD Studio developer environment, which I have chosen and has many advantages, supports cross-platform development so that you can create programs with multiple source platforms, including mobile phones and smart lessons, in Java, C ++, or Object Pascal programming languages.



**Figure 2** Development of smart clock application in Embarcadero RAD Studio (Source: Author)

Although the smart watch display is small, its resolution can be up to 360x480 pixels and 300 dpi (pixel per inch) depending on the type. Some products already use Google Maps as their default, run YouTube applications, and feature more complex services, or programs that require access to data, and community interfaces. The touchscreen is suitable for displaying videos or multi-page text documents, and more complicated programs can be run perfectly on the interface.

The object-oriented development environment uses both Windows and mobile object-oriented objects, as well as data entry fields similar to web forms, to provide cleaner interfaces for development. Data requests for application operations can be provided from online data sources, servers, or data files stored on the phone.

#### **4.2. Management and decision support opportunities**

There are many possibilities for the decision support and leadership management in the smart watches, so it can be used as a complex system element or as a tool used to run separate application groups. Detailed analysis of the opportunities and the development of technology will provide newer and newer application areas for developers, which will likely be supported by a rapidly decreasing price of devices. My previous researches in this topic, showed that smart watches are useful to publish databases and different protocols, but its developing need further researches.

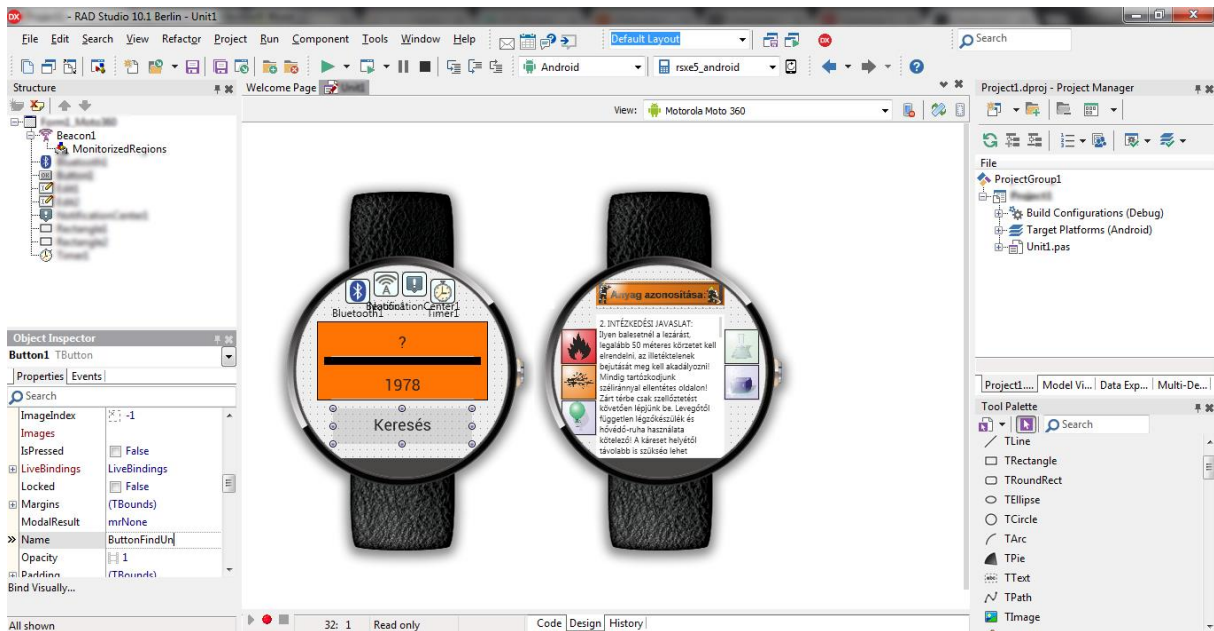


Figure 3 UN-Number database development interface in smart watches, in the designer view (Source: Author)

Due to the small size smart watches are only limited to display texts, but the display of pictograms and graphics has proved useful. Its speed is close to the mobile phones and tablets, and its storage capacity can be expanded by using memory cards as its mobile companion. These watches need to use in the developing countries as well, because in Africa there are a lot of disasters, where these tools can be very useful. (Maipisi, Restas, Jordaan, 2016)

## 5. Conclusions

The development of the smart devices helps the comfort of our everyday lives, so we have more and more experience in our IT tools. In addition to phones and computers, the development of the smart devices are also significant, which can be utilized, alongside everyday use, and can be used more extensively in the work of the firefighters by developing appropriate software's. The firefighters have to make interventions under extreme circumstances, for example at a forest fire where the leader of the firefighting have to deal with logistic problems as well. (Bodnár, 2016) (Restas, 2015) So the leader of the firefighting need to use all possible tools to make the right decisions. Whether it is an operation log, maps, tables, or info communication tools, all possible demonstration tools in driving management have to be applied. (Jackovics, 2016) As a result of my researches smart watches can solve these problems.

Looking at the parameters of the product, the device has a particularly advantageous features. It is small, wearable, easy to use and easy to apply. Among the disadvantages, it can be mentioned the price of a dust-proof product is relatively high. Smart watches with built-in

## VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

GPS receiver and heart rate monitor are currently available for more than 50,000 HUF, but the price of that is constantly reducing.

During my research on the decision-making capabilities of leader of the firefighting, I showed that the development of the operation control centres is not sufficient because information often needs to be available at the venue. The leader of the firefighting is a single person leader, who has to make decisions during the intervention, so his decisions make a big affect to the interveners. (Noskó, 2012)

During the analyses, I have identified several areas of applications, including the security and the decision support. The GPS coordinates, as well as the movement of motion trails and the communication services can be used most effectively for drivers, while the individual protection of the firefighters can be best served by the heart rate monitor as well as motion sensing sensors and pedometers. No special software developments are required to use the communication functions, but the development of a specific application is required for the processing of sensor data and for fire extinguish ability.

For the development of the smart watches, I tested the Embarcadero RAD Studio software that I have chosen for my previous studies, which allows quick and easy development. Applications can be textual or graphical, but according to my experience in the tests - because of the small size of the display - text objects can only be used in a limited way. In the case of an Internet connection, online databases are also available, in the absence of the data files stored on the memory card.

By adopting certain conditions, the use of smart hours is almost unlimited, so of course they can be used in the intervention of the firefighters. Until further use of the smart tools, however, further research and development work is waiting for the researchers of the subject.

In my paper I supposed that the use of the smart devices can increase the safety of firefighter's intervention. In this article a confirmed this assumption.

### References

1. Bodnár László: The efficiency of the aerial firefighting in Hungary using outside tank technology. Book of Preceedings: МЕЂУНАРОДНА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЈА БЕЗБЕДНОСНИ ИНЖЕЊЕРИНГ. 530 p. Conference: Novi Sad, Szerbia, 2016.10.05-2016.10.07. 5th INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE ON SAFETY ENGINEERING
2. Bodnár László: Logistic problems of fighting forest fires based on case studies from Hungary. Proceedings of the 8th International Scientific Conference Wood and Fire Safety. Strbske Pleso, Slovakia, 2016.05.08-12. 2016. pp. 23-32. (ISBN:978-80-554-1201-6)

VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnológia Fakulta so Sídrom v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

3. Deák István, Dobos Gábor, Erdélyi István, Dr. Hesz József: Műveletirányítás, ügyeleti rendszer - a hatékonyság-növelés alapfeltételei In: *Katasztrófavédelmi Szemle*, 2012; 6. 21-22. ISSN: 1218-2958
4. Heidi Schuster: The use of Google services and tools in academic institutions – A critical review (Original Articles) In: *Journal International Review of Law, Computers & Technology* 2010; Volume 24.
5. Jackovics Péter: Robbanás a londoni metróban – EUR gyakorlaton a HUNOR Mentőszervezet In: *Védelem Katasztrófavédelmi Szemle* 2016; 3 35-39.
6. Maipisi Albert, Restás Ágoston, Jordaan Andries: Disaster risk reduction (DRR) interventions implementation challenges and successes: A discussion on Zimbabwe, South Africa and India. *Delta*. 2017; VEDECKO-ODBORNÝ ČASOPIS KATEDRY PROTIPOŽIARNEJ OCHRANY 11:(2) 298-311.
7. Noskó Zsolt, Nagy Lajos: *Tűzoltó-ipari-számítógépek* In: *Florian Press* 2015; (7) 1-16.
8. Noskó Zsolt: Térképek háborúja: avagy a térinformatikai forradalom a katasztrófavédelem szemszögéből In: *Florian Express XXI*. 2012; (5) 202-208.
9. Noskó Zsolt: *Zsebből támogatott döntés* In: *Katasztrófavédelem* 2009; LI.: (7) pp. 20-21. ISSN: 1586-2305
10. Pinkóczi Tamás: 4 óra használati idejű oxigénes légzőkészülék alkalmazhatósága a katasztrófavédelmi tevékenységek során - *Bolyai Szemle* különszám 2013; 3 211-226.
11. Noskó Zsolt, Dr. Nagy Lajos: Látni és látszani!: Nem lehet kérdés Védelem-Katasztrófa-Tűz és Polgári védelmi Szemle 2010; VII.vol: (4) 42-44.
12. Noskó Zsolt: Döntéstámogatás és vezetésirányítás a tűzoltók munkájában In: *Védelem Katasztrófavédelmi Szemle* 2012; XIX: (5) 5-10. ISSN: 2064-1559
13. Pántya Péter: WHAT CAN HELP FOR THE FIREFIGHTERS? Conference: Zvolen, Slovakia, 2015.10.22-2015.10.23. Zvolen: Technicka Univerzita v Kosiciach, 2015. 10 ADVANCES IN FIRE & SAFETY ENGINEERING ISBN:9788022828239
14. Pintér Róbert: Az okostelefonok terjedése Magyarországon. In: *Információs Társadalom*, 2011; 11. 1-4. sz. 48-63.
15. [http://epa.oszk.hu/01900/01963/00035/pdf/EPA01963\\_informacios\\_tarsadalom\\_2011\\_1\\_4\\_048-063.pdf](http://epa.oszk.hu/01900/01963/00035/pdf/EPA01963_informacios_tarsadalom_2011_1_4_048-063.pdf) download: 22.07.2017.
16. Rácz Sándor: Decision Making Support in Case of Large Scale Storage Fires. In: 11th International Conference on "Environmental Legislation, Safety Engineering and Disaster Management" Elsedima: Building Disaster Resilience in a Changing World (Book of abstracts). 199 p. Conference: Cluj-Napoca, Romania, 2016.05.26-2016.05.28. 2016. p. 154.(ISBN:978-606-93873-1-3)
17. Restás Ágoston: Az UAV katonai alkalmazásának transzfere a polgári alkalmazás felé: Katasztrófavédelmi alkalmazások; REPÜLÉSTUDOMÁNYI KÖZLEMÉNYEK (ISSN: 1417-0604) (eISSN: 1789-770X) 25: (2) pp. 626-635. (2013)
18. Restás Ágoston: The Examination of the Economical Effectiveness of Forest Fire Suppression by Using Theoretical Fire Spread Models. *Academic and applied research in military and public management Science*, (2016) 15:(1) 85-92.

## VYUŽITIE DOBROVOĽNÝCH HASIČSKÝCH ZBOROV V KRÍZOVEJ MEDZINÁRODNEJ POMOCI

### USE OF VOLUNTARY FIRE BRIGADES IN CRISIS INTERNATIONAL ASSISTANCE

Peter PALKO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Vysoká škola bezpečnostného manažérstva v Košiciach, Košťova č.1, 040 01 Košice, Slovensko,, tel. 055/7274315, e-mail: [peter.palko@vsbm.sk](mailto:peter.palko@vsbm.sk), študent 4. ročníka externej formy doktorandského štúdia, študijného programu „Bezpečnosť a obrana štátu“, v študijnom odbore 8.4.4 Národná a medzinárodná bezpečnosť Akadémie ozbrojených síl M.R. Štefánika v Liptovskom Mikuláši.

#### Abstrakt

Ochrana pred požiarmi je vecou každého z nás. Ľudská činnosť vplyva na klimatické zmeny dôsledkom, ktorých sú abiotické faktory teda stále častejšie a dlhodobejšie obdobie extrémneho sucha a privalových dažďov. Tým sa zvyšuje pravdepodobnosť vzniku rozsiahlych lesných požiarov. Likvidácia týchto požiarov je extrémne náročná z hľadiska použitia počtu ľudských síl, ako aj použitia techniky v náročných členitých terénoch. Je nevyhnutné, aby sme sa v európskom rozmere zaoberali budovaním a integrovaním zborov z radov dobrovoľného hasičstva. Vzhľadom na skutočnosť, že v prevažnej miere ide o osoby odborne znalé, fyzicky zdatné, trénované, disciplinárne vedené bolo by na škodu veci ich potenciál nevyužiť pre vzájomnú medzinárodnú výpomoc v krízových situáciách, medzi ktoré rozsiahle lesné požiare rozhodne patria. Je na mieste si uvedomiť, ak horí les v krajine, horí Európa. Následok toho sa dotýka nás všetkých na planéte Zem.

**Kľúčové slová:** dobrovoľné hasičstvo · lesný požiar · medzinárodná pomoc · požiar

#### Abstract

Fire protection is a matter for each of us. Human activity impacts on climate change as a result of which abiotic factors are becoming more frequent and a longer period of extreme drought and torrential rain. This increases the likelihood of large forest fires. The destruction of these fires is extremely demanding in terms of the use of human forces and the use of techniques in demanding rugged terrains. It is imperative that we deal with the European dimension of building and integrating corps from the ranks of voluntary firefighting. Due to the fact that they are predominantly knowledgeable, physically fit, trained, disciplined, it would be detrimental to their potential not to exploit their mutual international assistance in crisis situations, among which the extensive forest fires will definitely belong. It is in the spot to realize if the forest burns in the country, Europe is burning. The consequence of this affects us all on planet Earth.



**Keywords:** international aid · fire · forest fire · voluntary firefighting

## 1. Úvod

Lesy v EÚ zaberajú plochu 161 miliónov ha (4 % svetovej zalesnenej plochy). Pokrývajú 38 % povrchu Únie, ich výskyt však nie je rovnomerný: dve tretiny zalesnenej plochy Európy sa nachádzajú v šiestich členských štátoch (Nemecku, Španielsku, Fínsku, Francúzsku, Poľsku a Švédsku). Rozsah zalesnených plôch sa navyše výrazne líši: zatiaľ čo Fínsko, Švédsko a Slovinsko sú zo 60 % pokryté lesmi, v Holandsku a v Spojenom kráľovstve predstavuje podiel lesov len 11 %. Okrem toho na rozdiel od mnohých oblastí sveta, v ktorých odlesňovanie predstavuje naďalej veľmi vážny problém, v EÚ lesov pribúda: v období 1990 až 2010 sa rozloha lesov zväčšila približne o 11 miliónov ha, a to najmä vďaka prirodzenej expanzii i snahám o zalesňovanie. Vzhľadom na to, že členské štáty EÚ nemajú žiadnu vzájomne dohodnutú spoločnú definíciu lesa, používajú sa ako pracovný základ na debatu o ochrane lesov definície, ktoré pri pravidelnom posudzovaní lesných zdrojov používa Organizácia pre výživu a poľnohospodárstvo (Food and Agriculture Organization, FAO) a Hospodárska komisia OSN pre Európu (United Nations Economic Commission for Europe, UNECE) [11] a o ktorú sa opiera aj MCPFE.

„Les“ plocha s korunovým zápojom (alebo ekvivalentným stupňom zakmenenia), ktorý dosahuje hodnotu viac ako 10 % a plochou väčšou ako 0,5 ha. Stromy by mali byť schopné dosiahnuť v dospelosti minimálnu výšku 5 m na danom stanovisku.

Medzi abiotické faktory (teda fyzické či chemické), ktoré ohrozujú lesy, patria požiare (najmä v oblasti Stredozemia) sucha a búrky.

## 2. Lesné požiare v Európe

Prognózy, ale aj obdobie posledných rokov potvrdzujú, že zmena klímy bude mať najmä v južnej Európe za následok častejšie obdobia sucha, vyššie teploty a veternejšie počasie. Tým sa zvýši pravdepodobnosť vzniku rozsiahlych požiarov. V dôsledku budúcich poveternostných podmienok v Stredomorskom regióne EÚ pravdepodobne narastie riziko požiaru, a teda aj rozsah spálených oblastí.

V súčasnosti v EÚ za rok podľahne požiaru v priemere 500 000 ha lesa, čo vedie k vzniku emisií CO<sub>2</sub>, ako aj iných plynov a častíc. Každoročne vznikne v najohrozenejších členských štátoch viac ako 50 000 lesných požiarov, hoci v porovnaní s predchádzajúcim obdobím tento počet za posledných desať rokov klesol, ale aj tak je dopady sú alarmujúce.

Okrem toho, že spôsobujú obeť na ľudských životoch, škody na majetku a pokles úrodnosti pôdy z dôvodu úbytku organickej hmoty, majú veľké požiare negatívny vplyv na snahu o ochranu biodiverzity. V lete 2009 sa minimálne 30 % spálenej plochy nachádzalo

v lokalitách Natura 2000 v Bulharsku, Francúzsku, Grécku, Taliansku, Portugalsku, Španielsku a Švédsku. V prípade závažne poškodených lesov v lokalitách Natura 2000 bude potrebné vyvinúť značné úsilie, aby sa podarilo obnoviť ich stav pred požiarom, a to najmä z hľadiska biodiverzity.

EÚ a členské štáty sa intenzívne venovali riešeniu problematiky prevencie lesných požiarov. Sústredili sa pritom na odbornú prípravu, výskum, zvyšovanie informovanosti a štrukturálnu prevenciu. V dôsledku zmeny klímy bude potrebné úsilie v tejto oblasti ešte viac zintenzívniť. Pri porovnávaní výsledkov požiarovosti lesov na Slovensku je objektívne porovnávať dlhšie obdobie, keďže na počet lesných požiarov v roku majú hlavný vplyv klimatické podmienky jednotlivých rokov, ktoré sa výrazne menia v poslednej dobe aj z roka na rok. Z údajov predložených Požiarnotechnickým a expertíznym ústavom vyplýva, že v období rokov 2007-2016 vzniklo 113 608 požiarov - z tohto počtu bolo 2 657 požiarov lesa s priamymi materiálnymi škodami 8 217 335 € a pri týchto požiaroch bolo 17 osôb zranených a 3 osoby boli usmrtené.

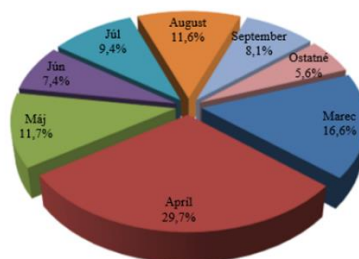


Obrázok 11 Požiarovosť lesov za vybrané obdobie

Figure 1 Forest fires for the selected period

Počasia je výrazným faktorom ovplyvňujúcim počet požiarov v jarných a letných mesiacoch. Ako vyplýva z údajov SHMÚ za posledné obdobie, leto 2012 bolo historicky tretie najteplejšie od roku 1871, odkedy sa uskutočňujú merania teploty. Leto 2013 bolo na Slovensku teplotne mimoriadne nadnormálne (cca + 3 °C od dlhodobého priemeru). Jar 2014 bola na Slovensku teplotne silne nadnormálna (miestami okolo 140 % normálu). Napriek skutočnosti, že priemerná teplota v lete 2014 nezaostávala výrazne za letom roku 2013 a bola vyššia ako normál, vplyvom častej oblačnosti, nestabilného charakteru počasia a pravidelných búrok bolo menej príležitostí na aktivity v prírode a s tým v konečnom dôsledku súvisí aj fakt, že klesalo riziko vzniku požiarov (v letných mesiacoch bolo iba 16 požiarov). Rok 2015 podľa meteorológov bol na Slovensku druhý najteplejší v histórii meteorologických meraní v Európe (bol o niečo menej teplý ako rekordne teplý rok 2014). Zrážkovo podnormálny z hľadiska dlhodobého priemeru bol apríl (asi 55%). Teplotne silne až mimoriadne nadnormálne (cca o 4,5 – 5 °C teplejšie ako dlhodobý priemer) boli júl a august 2015 (miestami boli najteplejšími mesiacmi od začiatku meteorologických pozorovaní v SR. Rok 2016 bol na Slovensku mimoriadne teplý ) a môže skončiť ako ôsmy až desiaty najteplejší od začiatku 20. storočia.

Lesné požiare v jednotlivých mesiacoch  
rokov 2007 - 2016



Obrázok 2 Požiarovosť lesov podľa kalendárnych mesiacov

Figure 2 Forest fires per calendar months

### 3. Požiare v Chorvátsku

Celá Európa pozorne sledovala počas letných mesiacov júl a august situáciu pri zdolávaní lesných požiarov v Chorvátsku.



Obrázok 3 Najväčšie požiare v Chorvátsku 2017

Figure 3 The biggest fires in Croatia 2017

Výše mesiaca počas letného obdobia sužovali Chorvátsko, ale aj Portugalsko a Španielsko lesné požiare. Ohrozené životy a zdravie osôb v zasiahnutých oblastiach, zničené tisíce hektárov lesov, zničená flóra, fauna, s dopadom na životné prostredie v oblastiach, obrovské materiálne škody, ochromená doprava, ohrozené destinácie dovolenkárov, finančné straty a pod.

Vysoké teploty a silný nárazový vietor mali vplyv na "vysušovanie" vzduchu na východnom pobreží Jadranského mora. V oblasti začalo vznikať niekoľko menších požiarov, ktoré sa vplyvom silného vetra rozširovali veľmi rýchlo. Už v nedeľu večer vypukol obrovský požiar neďaleko známej dovolenkovej destinácie - mesta Split. Obrovský požiar zachvátil oblasť okolo pobrežia dlhú približne 20 kilometrov. Oheň zničil najmenej 6 domov a zranil niekoľko ľudí. S požiarom bojuje niekoľko stoviek hasičov a dobrovoľníkov. Samotný požiar a dym z neho pochádzajúci zachytili aj družice z vesmíru.

Významnou mierou na rýchlom šírení sa živlu mal vplyv tzv. „Bóra“, ktorá v uplynulých dňoch zasiahla pobrežie Chorvátska, ale aj vysoké horské polohy čelili extrémnym poryvom

vetra. Bóra (v chorvátčine: bura) je zjednodušene povedané silný, padavý, severný až severovýchodný vietor na Jadrane, v Grécku, v Rusku a v Turecku. V Chorvátsku ho poznajú ako veľmi nebezpečný vietor kvôli dvom hlavným faktorom:

**rýchly príchod:** silný vietor dokáže prísť nepredvídane a náhle,

**intenzita:** vietor môže fúkať rýchlosťou až 150 km/h, pričom v nárazoch môže dosahovať aj viac ako 200 km/h (15. marca 2006 náraz vetra 235 km/h na Pažskom moste).

Jedným zo závažných problémov zdolávania požiarov bol aj nedostatok ľudí v oblastiach zachvátených živlom. V televíznom večernom spravodajstve kanála HRT4 dňa 16.7.2017, sa takto vyjadrili viacerí zodpovedný predstavitelia Splitsko-dalmatínskej župy (hrt.hr). Je známe, že ohrozené dediny, boli skôr väčšie osady, obývané v horských zalesnených oblastiach.

V súčasnej dobe je bežné, že si štáty navzájom napomáhajú v krízových stavoch, ale aj mimo týchto extrémov, poskytovaním odborníkov na pomoc, ale aj prevenciu. Bývajú to tímy záchranárov, policajných zástupcov v turistických destináciách, vznikajú inštitúty hasičského atašé ako vyslaných zástupcov v krajinách a pod. Žiada sa, aby mohli vzniknúť vzájomne výhodné výmeny odborníkov pre tento prípad z radov Dobrovoľných hasičských zborov pri zdolávaní extrémnych požiarov najmä lesov, ale aj v iných krízových situáciách. Všeobecným prínosom takejto spolupráce je eliminácia dôsledkov na životné prostredie a tu sa hranice nedajú vytýčiť. Ďalším argumentom je, že členovia zásahových tímov získajú obrovské praktické skúsenosti pri zdolávaní požiarov v sťažených podmienkach, a ak nastane u nás takáto situácia, budú k dispozícii dostatočné počty už skúsených odborníkov pre riadenie a výkon zdolávania požiarov.

Zastávam názor, ak sa extrémne šíria požiare v inom členskom štáte, tak nehorí iba v tom-ktorom štáte, ale horí Európa a následne nesieme dôsledky týchto krízových javov my všetci.

#### 4. Návrh

V SR sú k dispozícii organizované zložky dobrovoľného hasičstva, ktoré prešli plnou rekonštrukciou a vďaka podpore vlády a realizáciou európskych grantov boli plne hasičskou technikou vyzbrojené dobrovoľné hasičské zbory, ktoré na základe dobrovoľnosti plnia podmienky na zaradenie do celoplošného rozmiestnenia síl a prostriedkov, ktorých členovia sú odborne spôsobilí a tieto zbory sú schopné sa plne disciplinovane organizovať a mobilizovať aj pre krízové situácie.

Na Slovensku je v súčasnosti funkčných 1 489 Dobrovoľných hasičských zborov, kategorizovaných, a teda zaradených do plošného rozmiestnenia síl a prostriedkov v súlade so zákonom o ochrane pred požiarimi.



KATEGORIZÁCIA DHZO  
PREHĽAD - SR

Kategória	2013	2014	2015	2016
A1	33	0	0	3
A	170	78	78	99
B	225	533	646	797
C	457	653	652	590
<b>SPOLU</b>	<b>885</b>	<b>1264</b>	<b>1376</b>	<b>1489</b>

Obrázok 4 Kategorizácia DHZO v rámci SR

Figure 4 Categorization of DHZO within SR

Návrhom je využiť na základe dobrovoľnosti vybraných členov týchto zborov a vytvoriť skupiny záchranných tímov, ktoré by bolo možné využiť v medzinárodnej krízovej pomoci pri zdolávaní extrémnych požiarov podľa navrhovaného modelu ilustrovaného obrázkom č. 3:

- riadiace stredisko požiarom postihnutej oblasti v prípade nutnej potreby žiada o pomoc vyšší územný celok (kraj, župu...),
- na základe vyhodnotenia krízovej situácie, vyšší územný celok povoláva na zvládnutie stavu možnú pomoc z iných dostupných oblastí krajiny, resp. žiada ministerstvo o medzinárodnú pomoc,
- ministerstvo žiada príslušnú krajinu o špecifikovanú medzinárodnú pomoc,
- ministerstvo požiadanej krajiny o pomoc postúpi žiadosť najvyššiemu orgánu (DPO SR), ktorý v presnej špecifikácii síl žiada krajské riadenie DPO o možnosť poskytnutia pomoci v špecifikovanom zložení síl,
- krajské riadenie DPO na základe vypracovaného registra odbornej spôsobilosti členov DHZ v oblasti, vyzýva jednotlivé DHZ o možnosť poskytnutia požadované pomoci svojimi členmi v špecifikovanom členení síl na určenom mieste a čase mobility,
- velitelia oslovených Dobrovoľných hasičských zborov mobilizujú sily na základe dobrovoľnosti svojich členov v špecifikovanom členení s určením miesta a času mobility (letisko, autobusové stanovište...),
- dostavením sa mobilít v čase na určené miesto nasleduje preprava síl na miesto postihnutej oblasti,
- každé splnenie úlohy v stanovenom reťazci je podmienené spätnou väzbou pre účel operatívneho prehľadu a plánovania logistického zabezpečenia operácie.



Obrázok 5 Hustota skúmaných drevín

Figure 5 Density of investigated woods species

Je samozrejmé, že realizácia návrhu je podmienená legislatívnou podporou, ale najmä je potrebné upraviť:

- medzivládne dohody krajín o výpomoci v krízových situáciách pri ochrane pred požiarmi,
- novelizáciu zákona o ochrane pred požiarmi a súvisiacich predpisov,
- legislatívne riešenia v oblasti náhrady dopravy, mzdy a poistenia pri výkone medzinárodnej pomoci,
- špecifikované spracovanie registra členov DHZ v celom rozsahu štruktúry DPO,
- vypracovanie vyznamievacieho systému mobility členov do krízovej oblasti,
- vypracovanie systému odborných školení o hasičskej technike okolitých krajín.

## 5. Záver

Cieľom tohto spracovania je predložiť na ďalšie odborné posúdenie a dopracovanie možností využitia síl a prostriedkov z radov Dobrovoľných hasičských zborov, ktorých pomoc v krízových situáciách pri zdolávaní požiarov aj na úrovni medzinárodnej pomoci by mohla byť neoceniteľná, a to bez dôsledkov na vnútornú bezpečnosť a ochranu pred požiarmi. Táto úloha by bola bez ujmy zabezpečovaná profesionálnym Hasičským a záchranným zborom Slovenskej republiky.

Realizácia takéhoto návrhu by priniesla neoceniteľné skúsenosti našich členov DHZ, ktorí by reálne v praxi získavali pri hasení (ale aj na určenom stupni riadení) rozsiahlych požiarov, najmä lesov alebo v iných špecifických podmienkach, ktoré na cvičeniach nemožno získať.

V neposlednom rade je na mieste preukázať integritu a jednotu Európy pri záchrane hodnôt na báze vzájomnej pomoci.

## Zoznam bibliografických odkazov

Ministerstvo vnútra SR, Prezídium Hasičského a záchranného zboru, Ochrana lesov pred požiarimi., Bratislava, marec 2017, s. 3-11, Dostupné na internete: [https://www.minv.sk/swift\\_data/source/hasici\\_a\\_zachranari/malatinec/preventivno\\_vychovna\\_cinnost/Ochrana%20lesov%20pred%20poziarmi.pdf](https://www.minv.sk/swift_data/source/hasici_a_zachranari/malatinec/preventivno_vychovna_cinnost/Ochrana%20lesov%20pred%20poziarmi.pdf)

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/?uri=CELEX%3A52010DC0066>

[http://www.europarl.europa.eu/atyourservice/sk/displayFtu.html?ftuld=FTU\\_5.2.11.html](http://www.europarl.europa.eu/atyourservice/sk/displayFtu.html?ftuld=FTU_5.2.11.html)

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2010:0066:FIN:SK:PDF>

<https://www.aktuality.sk/clanok/210912/chorvatske-letoviska-v-plamench-evakuuju-turistov-dopravne-obmedzenia/>

<http://www.hrt.hr>

<http://vijesti.hrt.hr/404199/pozar-kod-krila-jesenica>

R. Kaliňák, Fórum: „Celoplošné rozmiestnenie síl a prostriedkov hasičských jednotiek“, Košice, 2017

## VÝPOČET KRITICKÉHO TEPELNÉHO TOKU PEVNÉHO PODPAĽOVAČA

### CALCULATION OF CRITICAL HEAT FLUX OF SOLID LIGHTER

Peter RANTUCH<sup>\*1</sup> – Tomáš ŠTEFKO<sup>2</sup> – Jozef MARTINKA<sup>3</sup>

<sup>\*</sup>Korešpondenčný autor a autor prezentujúci príspevok

<sup>1</sup>Materiálovotechnologická fakulta so sídlom v Trnave, Slovenská technická univerzita v Bratislave, Ulica Jána Bottu č. 2781/25, 917 24 Trnava, Slovenská republika, [peter.rantuch@stuba.sk](mailto:peter.rantuch@stuba.sk)

<sup>2</sup>Materiálovotechnologická fakulta so sídlom v Trnave, Slovenská technická univerzita v Bratislave, Ulica Jána Bottu č. 2781/25, 917 24 Trnava, Slovenská republika, [tomas.stefko@stuba.sk](mailto:tomas.stefko@stuba.sk)

<sup>3</sup>Materiálovotechnologická fakulta so sídlom v Trnave, Slovenská technická univerzita v Bratislave, Ulica Jána Bottu č. 2781/25, 917 24 Trnava, Slovenská republika, [jozef.martinka@stuba.sk](mailto:jozef.martinka@stuba.sk)

#### Abstrakt

Pevné podpaľovače sú zmesi látok, ktoré majú ako celok pevné skupenstvo a slúžia predovšetkým na zlepšenie iniciačnej fázy horenia v krboch, kotloch, griloch a pod. Ich zloženie môže byť veľmi variabilné. Tento príspevok sa zaoberá podpaľovačom, ktorého základnú zložku tvorí petrolejová ropná frakcia. Merania boli uskutočnené na vzorkách s rozmermi 100 mm x 100 mm a hrúbkou 30 mm. Sledovaný bol čas do zapálenia vzorky v závislosti od hustoty externého tepelného toku. Ako zdroj sálavého tepla slúžil kónický žiarič a zapálenie plynných produktov termického zaťaženia vzorky prebiehalo za použitia iskrového iniciátora. Použitých bolo päť tepelných tokov, pričom ich hustota predstavovala 2,5 kW.m<sup>-2</sup>, 5 kW.m<sup>-2</sup>, 10 kW.m<sup>-2</sup>, 15 kW.m<sup>-2</sup> a 20 kW.m<sup>-2</sup>. Čas do iniciácie plameňového horenia s rastúcou hustotou tepelného toku klesal. Na základe nameraných výsledkov boli pomocou štyroch rôznych závislostí určené kritické hustoty tepelného toku. Metódy boli následne porovnané z hľadiska korelácie. Vzhľadom na štvorec korelačného koeficienta je možné za kritický tepelný tok považovať hodnotu 2,25 kW.m<sup>-2</sup>.

**Kľúčové slová:** iniciácia · horenie · kritická hustota tepelného toku · pevný podpaľovač

#### Abstract

Solid lighters are mixtures of substances that have a solid state as a whole and are primarily used to improve the initiation phase of flame in fireplaces, boilers or grills. Their composition can be very variable. This paper deals with a combustion agent whose base constituent is kerosene fraction. Dimensions of test samples were 100 mm x 100 mm and 30 mm. Time to ignition of the sample was monitored depending on the external heat flux density. Cone calorimeter was used as a source of radiant heat. Gaseous products of thermal degradation of samples were ignited by spark ignitor. Density of heat fluxes used in experiment were 2,5 kW.m<sup>-2</sup>, 5 kW.m<sup>-2</sup>, 10 kW.m<sup>-2</sup>, 15 kW.m<sup>-2</sup> and 20 kW.m<sup>-2</sup>. Increment of heat flux density led to



decrease of the time to ignition of the sample. Based on the measured results, the critical heat flux density was determined by means of four different dependencies. The methods were then compared in terms of correlation. Due to the square of correlation coefficient, it is possible to consider a critical heat flux of  $2,25 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}$ .

**Keywords:** burning · critical heat flux density · initiation · solid lighter

## 1. Úvod

Pevné podpaľovače sa používajú na iniciáciu rôznych palív, predovšetkým drevných materiálov a uhlia. Niektoré typy sú vďaka svojim vlastnostiam vhodné aj ako samostatné palivo do prenosných varičov. Ich zloženie býva rôzne od ekologických prírodných materiálov, cez materiály napustené látkami zvyšujúcimi ich horľavosť až po uhľovodíkové zmesi. Hlavnou zložkou pevného podpaľovača, ktorému sa venuje tento príspevok je petrolej, nazývaný aj kerozín. Jedná sa o látku získavanú destiláciou ropy, pôvodne určenú ako náhrada dovedy najpoužívanejšieho svetelného zdroja – veľrybieho oleja. (LNĚNIČKOVÁ, 2010) Petrolejová frakcia sa skladá z tých zložiek ropy, ktorých var nastáva medzi teplotami  $160 \text{ }^\circ\text{C}$  –  $260 \text{ }^\circ\text{C}$ . (petroleum.cz) Hodnota spaľovacieho tepla petroleja je v Enclosure fire dynamics uvádzaná  $44,1 \text{ kJ}\cdot\text{g}^{-1}$ . (Karlsson a Quintiere, 1999) V Sfpe handbook of fire protection engineering sa udáva spaľovacie teplo  $43,2 \text{ kJ}\cdot\text{g}^{-1}$ , teplota vznietenia  $210 \text{ }^\circ\text{C}$  –  $255 \text{ }^\circ\text{C}$  a teplota vzplanutia v závislosti od použitej metódy  $52,8 \text{ }^\circ\text{C}$  –  $60,0 \text{ }^\circ\text{C}$ . Pri dobre vetranom požiari sa počas jeho horenia uvoľňuje  $2,83 \text{ g}\cdot\text{g}^{-1} \text{ CO}_2$  a  $0,012 \text{ g}\cdot\text{g}^{-1} \text{ CO}$ , veľkosť častíc jeho dymu je okolo  $0,079 \text{ }\mu\text{m}$ . (Dineno, 2002)

Cieľom príspevku je určiť kritickú hustotu tepelného toku nazývanú aj kritický tepelný tok.

## 2. Teoretický základ

Jednou z dôležitých požiarno-technických vlastností materiálu je čas do zapálenia vzorky. Experimentálne sa meria ako interval medzi začiatkom testu a objavenia sa plameňa na povrchu vzorky. (Fateh et al., 2014) Z času do zapálenia je ďalej možné vypočítať ďalšie vlastnosti testovaného materiálu ako je kritický tepelný tok, parameter tepelnej odozvy, či povrchová teplota vzplanutia.

Kritický tepelný tok je minimálna hodnota hustoty externého tepelného toku, ktorá spôsobí vývin dostatočného množstva horľavých pár z povrchu materiálu na iniciáciu jeho horenia. Kritický tepelný tok môže byť určený tak pre iniciáciu horenia prostredníctvom iniciátora ako aj pre vznietenie. Kritický tepelný tok pre vzplanutie býva nižší ako v prípade zapálenia bez iniciátora. (Tewarson, 2002)

Vo všeobecnosti platí, že medzi časom do zapálenia ( $t_{ig}$ ) a externým tepelným tokom ( $\dot{q}_e''$ ) je vzťah:

$$\dot{q}'' = a * t_{ig}^b \quad (1)$$

, kde a a b sú konštanty. Naopak, inverznou funkciou je vzťah:

$$t_{ig} = (\dot{q}''/a)^{1/b} \quad (2)$$

, alebo recipročne:

$$1/t_{ig} = 1/(\dot{q}''/a)^{1/b} = a_1 * \dot{q}''^{b_1} \quad (3)$$

, kde  $a_1$  a  $b_1$  sú nové konštanty. (Bluhme, 1987, Heselden, 1982)

Bluhme (1987) vo svojej práci uvádza, že korelácia medzi  $1/t_{ig}$  a  $\dot{q}''$  je lineárna a teda (Toal et al., 1989, Shields, 1989):

$$\dot{q}'' \propto 1/t_{ig} \quad (4)$$

Metóda výpočtu kritického toku uvádzaná Tewarsonom (2002) udáva, že pre tepelne hrubé materiály, je prevrátená hodnota druhej odmocniny času do zapálenia vzorky lineárnou funkciou rozdielu externého tepelného toku a kritického tepelného toku pre daný materiál:

$$1/t_{ig}^{1/2} = \frac{q_e'' - q_{cr}''}{TRP} \quad (5)$$

, kde  $q_{cr}''$  je kritický tepelný tok a  $TRP$  je parameter tepelnej odozvy. Kritický tepelný tok sa dá potom určiť na základe rovnice závislosti tepelného toku a prevrátenej hodnoty druhej odmocniny času do zapálenia vzorky, pri čase  $t_{ig}$  blížiacom sa k nekonečnu.

Lawson et al. (1952) uvádzajú, že pre zapálenie materiálu namáhaného externým tepelným tokom platí v prípade použitia iniciátora vzťah:

$$(\dot{q}'' - \dot{q}_{cr}'') t_{ig}^{2/3} = A \cdot (\kappa \rho c + B) \quad (6)$$

a pri vznietení platí:

$$(\dot{q}'' - \dot{q}_{cr}'') t_{ig}^{4/5} = A_1 \cdot (\kappa \rho c + B_1) \quad (7)$$

Kde  $\kappa$  je tepelná vodivosť,  $\rho$  je hustota a  $c$  je tepelná kapacita a  $A$ ,  $A_1$ ,  $B$  a  $B_1$  sú konštanty.

Toal a kol. (1989) vychádzajú pri výpočte tepelného toku z rovnice:

$$\dot{q}'' = C \frac{\dot{q}''}{t_{ig}^{1/2}} + \dot{q}_{cr}'' \quad (8)$$

, kde  $C$  je konštanta.

### 3. Materiál a metodika

Testovaný bol komerčne dostupný tuhý podpaľovač. Výrobca udáva jeho použitie na zakurovanie v záhradných roštach, kozuboch, kachliach a otvorených ohniskách. Podpaľovač bol dodaný v blokoch s hmotnosťou 300 g, pričom ich rozmery boli (165 mm x 80 mm x 30 mm)  $\pm$  2 mm. Následne bol rozrezaný a upravený na vzorky s rozmermi 100 mm x 100 mm

**VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017**

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

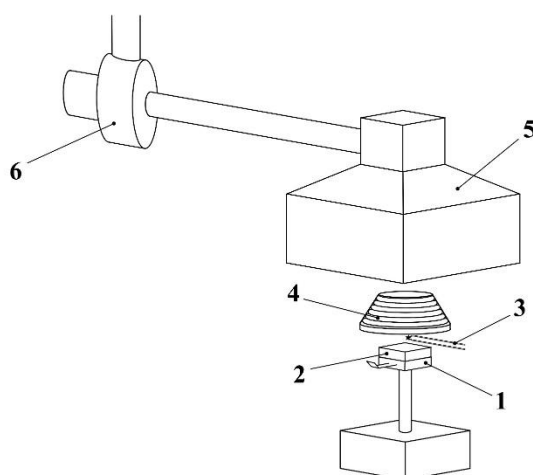
pričom hrúbka zostávala totožná s pôvodnými blokmi. Zloženie vzorky, ako aj jej základné fyzikálno- chemické vlastnosti sú uvedené v tabuľke 1.

Tabuľka 1 Zloženie, fyzikálne a chemické vlastnosti vzorky (Tatrachema, 2017a, Tatrachema, 2017b)

Table 1 Composition, physical and chemical properties of sample (Tatrachema, 2017a, Tatrachema, 2017b)

Zloženie	Petrolej [%]	30 - 90
	Aniónový tenzid [%]	< 5
	Močovina [%]	Neuvedené
	Voda [%]	Neuvedené
Farba		Biela
Zápach		Po petroleji
Teplota vzplanutia [°C]		190±12
Teplota vznietenia [°C]		280±12
Medze výbušnosti (pre pary petroleja)	Dolná [% obj.]	0,6
	Horná [% obj.]	8
Rozpustnosť pri 20 °C	Vo vode	Nerozpustný
	V iných rozpúšťadlách	Čiastočne rozpustný v benzíne, acetóne

Meraný bol čas do zapálenia vzoriek pri tepelných tokoch  $2,5 \text{ kW.m}^{-2}$ ,  $5 \text{ kW.m}^{-2}$ ,  $10 \text{ kW.m}^{-2}$ ,  $15 \text{ kW.m}^{-2}$  a  $20 \text{ kW.m}^{-2}$  s presnosťou na 1 s. Schéma meracieho zariadenia je znázornená na obrázku 1. Vzorka (2) bola uložená do držiaka (1) a umiestnená pod kónický žiarič (4) schopný zabezpečiť homogénnu hustotu tepelného toku na exponovaný povrch vzorky. Ku iniciácii horľavých produktov termického rozkladu vzorky bol použitý iskrový iniciátor (3) umiestnený 13 mm nad geometrický stred povrchu vzorky. Spaliny boli odsávané cez zvon (5) pomocou ventilátora s elektrickým pohonom (6). Zapálenie vzorky bolo sledované vizuálne. (RANTUCH et al., 2016)



Obrázok 1 Testovacie zariadenie: 1 – držiak vzorky; 2 – vzorka; 3 – iskrový iniciátor; 4 – kónický žiarič; 5 – odsávací zvon; 6 – ventilátor (Rantuch et al., 2016)

Figure 1 Testing device: 1 – sample holder, 2 – sample; 3 – spark ignitor; 4 – cone radiator; 5 exhausting hood; 6 – fan  
 (Rantuch et al., 2016)

#### 4. Výsledky a diskusia

Ako už bolo spomenuté, meraný bol čas do iniciácie horenia vzoriek pri jednotlivých tepelných tokoch. Tieto časy sú uvedené v tabuľke 2. S rastúcou hustotou tepelného toku čas do iniciácie klesá, čo je logickým dôsledkom vyššieho množstva tepelnej energie dopadajúcej na povrch vzorky. Táto energia je čiastočne povrchom odrážaná (v závislosti od jeho emisivity), čiastočne prechádza vedením do vnútra vzorky a zvyšok spôsobuje zahriatie tenkej vrstvy materiálu vzorky. Práve posledná zložka má najvýraznejší vplyv na množstvo uvoľňovaných horľavých plynov.

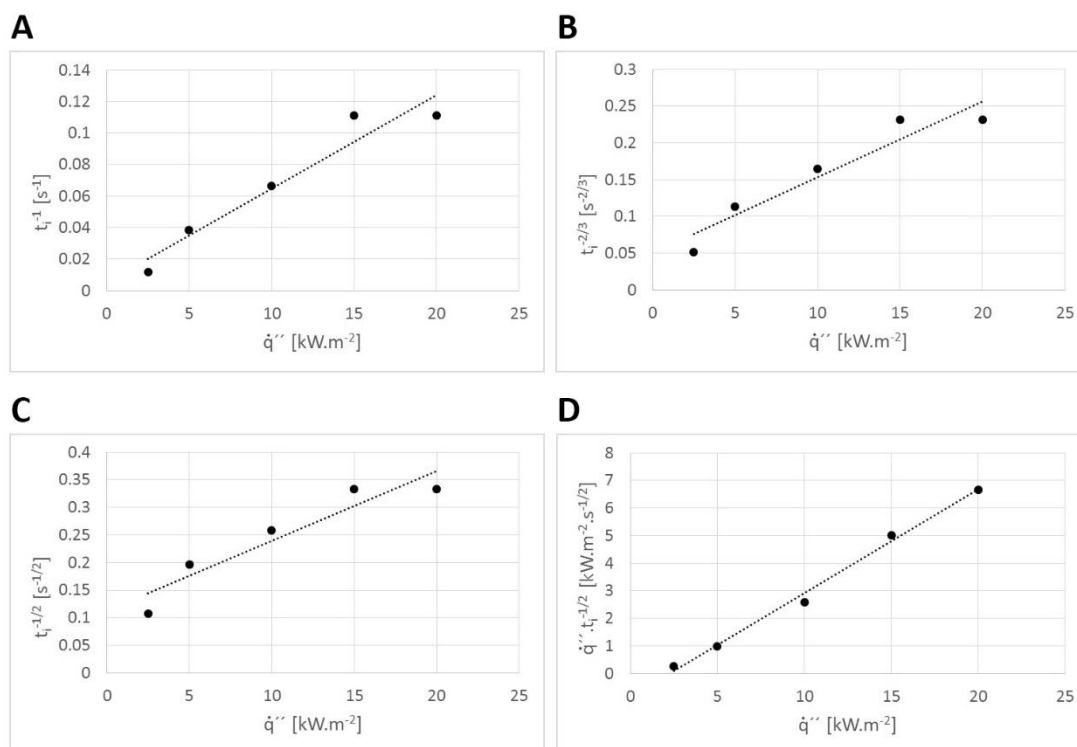
Tabuľka 2 Závislosť externého tepelného toku a príslušných časov do iniciácie popísaných v rovniciach (4), (5), (6) a (8)

Table 2 Dependence of external heat flux and corresponding times to ignition describes in the equations (4), (5), (6) and (8)

$\dot{q}''$	$t_{ig}$	$1/t_{ig}$	$1/t_{ig}^{1/2}$	$1/t_{ig}^{2/3}$	$\dot{q}''/t_{ig}^{1/2}$
2,5	86	0.012	0.108	0.051	0.270
5	26	0.038	0.196	0.114	0.981
10	15	0.067	0.258	0.164	2.582
15	9	0.111	0.333	0.231	5.000
20	9	0.111	0.333	0.231	6.667

Pri tepelných tokoch s hustotou  $15 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}$  a  $20 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}$  je čas do zapálenie vzorky totožný. Táto skutočnosť je spôsobená presnosťou merania na celé sekundy, pričom rozdiel času do iniciácie v týchto prípadoch nedosahoval dostatočnú hodnotu. Na základe rovníc (4), (5), (6) a (8) boli z nameraných údajov vypočítané hodnoty príslušných funkcií uvedené v tabuľke 2.

Z uvedených hodnôt boli zostavené príslušné grafické závislosti (obrázok 2). Následne boli určené zodpovedajúce lineárne trendové čiary. Podľa štvorcov korelačných koeficientov vzťahujúcich sa k rovniciam bola vyhodnotená najvhodnejšia závislosť. Ako je zrejmé z tabuľky 3, najvyššiu koreláciu dosahuje závislosť popisovaná rovnicou (8) a síce 0,9936. V ostatných prípadoch nepresahuje štvorec korelačného koeficientu hodnotu 94 %. Z tohto dôvodu sa vzťah (8) javí ako najvhodnejší z navrhovaných.



Obrázok 2 Grafické znázornenie závislostí na výpočet kritického tepelného toku: A – podľa rovnice (4); B – podľa rovnice (5); C – podľa rovnice (6); D – podľa rovnice (8)

Figure 2 Graphical representation of dependencies on calculation of critical heat flux: A – according equation (4); B - according equation (5); C - according equation (6); D - according equation (8)

Hodnoty kritickej hustoty tepelného toku pre jednotlivé rovnice sú uvedené v tabuľke 3. Ako je zrejmé, tri hodnoty sú záporné. To by znamenalo, že za bežných podmienok dokáže iskrový iniciátor zapáliť vzorky aj v prípade, že má nižšiu energiu ako iniciátor použitý. Vzhľadom na nižšie hodnoty štvorcov korelačných koeficientov sa však táto možnosť nezdá byť veľmi pravdepodobná. Za skutočnú kritickú hustotu tepelného toku je preto možné považovať hodnotu získanú závislosťou popisovanou vzťahom (8) a síce 2,25 kW.m<sup>-2</sup>. V praxi táto hodnota znamená, že daný pevný podpaľač potrebuje ku svojej iniciácii iskrou príslušnej energetickej charakteristiky externý tepelný tok.

Tabuľka 3 Kritické hustoty externého tepelného toku získané podľa rôznych závislostí a štvorce ich korelačných koeficientov

Table 3 Critical densities of external heat flux determined by various dependencies and their squares of correlation coefficients

Vzťah	R2 [-]	Kritická hustota externého tepelného toku [kW.m <sup>-2</sup> ]
(4)	0,9310	-0,92
(5)	0,8891	-8,88
(6)	0,9082	-4,85
(8)	0,9936	2,25

## 5. Záver

Vzorky pevného podpaľovača na báze petroleja boli termicky zaťažované sálavým teplom. Bolo uskutočnených päť meraní, kde hustota tepelného toku bola  $2,5 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}$ ,  $5 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}$ ,  $10 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}$ ,  $15 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}$  a  $20 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}$ . Na základe nameraných výsledkov je pre testovaný pevný podpaľovač na báze petroleja možné vyvodiť nasledovné závery:

- čas do iniciácie výrazne závisí od hodnoty hustoty externého tepelného toku, pričom s jeho zvyšovaním narastá,
- testované vzorky nemožno ani pri hrúbke 30 mm považovať za tepelne hrubé materiály,
- na výpočet kritickej hustoty tepelného toku je najvhodnejšia závislosť externého tepelného toku od podielu externého tepelného toku a druhej odmocniny času do iniciácie,
- kritický tepelný tok pre iniciáciu testovaného podpaľovača je  $2,25 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}$ .

## PodĎakovanie

Táto práca bola podporovaná Kultúrnou a edukačnou grantovou agentúrou MŠVVaŠ SR (KEGA 030UMB-4/2017).

Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. APVV-16-0223.

## Zoznam bibliografických odkazov

1. Bluhme D A. ISO ignitability test and proposed criteria. Fire and materials. 1987;11(4): 195-199.
2. Dinunno P J. SFPE handbook of fire protection engineering. SFPE, 2002, 1604 s.
3. Fateh T, Rogaume T, Luche J, Richard F., Jabouille F. Characterization of the thermal decomposition of two kinds of plywood with a cone calorimeter – FTIR apparatus. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis. 2014;107:87–100.
4. Heselden A. Notes on the Meaning and Use of the ISO Ignitability Test. ISO/TC92/WG2. 1982.
5. Karlsson B, Quintiere J. Enclosure fire dynamics. CRC press. 1999. 317 s.
6. Lawson D I, SIMMS D L. The ignition of wood by radiation. British Journal of Applied Physics, 1952;3(9):288-292.
7. Lněničková J. Svítidla na kapalnú uhľovodíky (časť 2): Petrolejová svítidla vstupujú na scénu. Světlo. 2010;3: 52-55.
8. petroleum.cz/ropa/ [24.10.2017]

**VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017**

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

9. Rantuch P, Hrušovský I, Martinka J, Balog K. Determination of the critical heat flux and the corresponding surface ignition temperature of expanded cork plates. In Wood & Fire Safety: proceedings of the 8th International Conference. The High Tatras, Štrbské Pleso, 8. - 12. May 2016. Wood and Fire Safety 2016. Žilina : EDIS. 2016:261-268 s.
10. Shields T. J. An examination of piloted ignition characteristics of cellulosic materials using the ISO ignitability test. Fire and Materials. 1989; 14(3):97-106.
11. Tatrachema. Bezpečnostní list. 2017a:8 s.
12. Tatrachema. Karta bezpečnostných údajov. 2017b:13 s.
13. Tewarson A. Generation of heat and chemical compounds in fires. In: SFPE Handbook of fire protection engineerin. Quincy. MA. National Fire Protection Association. 2002.
14. Toal B R, Silcock G W H, Shields T J. An examination of piloted ignition characteristics of cellulosic materials using the ISO ignitability test. Fire and Materials, 1989;14(3): 97-106

## KVINTESENCIA INŠTITÚTU ŠTÁTNEJ POMOCI NA ŽIVOTNÉ PROSTREDIE

## QUINTESENCE OF THE INSTITUTE OF STATE AID FOR THE ENVIRONMENT

Miroslav RUSKO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Slovenská technická univerzita v Bratislave, Materiálovotechnologická fakulta Trnava, Botanická 49,  
917 01 Trnava, Slovenská republika  
e-mail: >[miroslav.rusko@stuba.sk](mailto:miroslav.rusko@stuba.sk)<

### Abstrakt

Príspevok sa zaoberá problematikou inštitucionálnej a právnej podpory v oblasti štátnej pomoci v EU a SR. Členské štáty Európskej únie sú vo všeobecnosti povinné pred poskytnutím štátnej pomoci notifikovať plánované poskytnutie štátnej pomoci Európskej komisii, tzn. požiadať Európsku komisiu o schválenie poskytnutia štátnej pomoci (všeobecná notifikačná povinnosť). Žiadosť o schválenie poskytnutia štátnej pomoci sa Európskej komisii predkladá (notifikuje) v súlade s § 9 ods. 4 zákona o štátnej pomoci prostredníctvom Protimonopolného úradu SR v slovenskom jazyku na príslušnom notifikačnom formulári. Poskytovatelia rovnako ako príjemcovia štátnej pomoci si musia byť vedomí právnych povinností stanovených zákonom. Komisia v spolupráci s členskými štátmi priebežne skúma systémy pomoci poskytovanej v týchto štátoch. Navrhuje im príslušné opatrenia, ktoré si vyžaduje postupný rozvoj alebo fungovanie vnútorného trhu.

**Kľúčové slová:** štátna pomoc · environment · politika

### Abstract

The paper deals with the problems of institutional and legal support in the field of state aid in the EU and Slovakia. European Union Member States are generally required before granting aid to notify intention of granting a State aid to the European Commission, ie. ask the European Commission for approval of State aid (general notification obligation). The application for approval of the state aid is presented (notified) to the European Commission in accordance with § 9 paragraph. 4 of the Law on State Aid through the Antimonopoly Office of the Slovakia in Slovak language on the relevant notification form. Both providers and recipients of the state aid must be aware of the legal obligations established by law. The Commission shall, in cooperation with Member States, keep under constant review all systems of aid existing in those States. It shall propose to the latter any appropriate measures required by the progressive development or by the functioning of the internal market.

**Keywords:** state aid · environment · policy



## 1. Úvod

Podľa čl. 107 ods. 1 Zmluvy o fungovaní Európskej únie (ZFEÚ), ak nie je zmluvami ustanovené inak, „pomoc poskytovaná členským štátom alebo akoukoľvek formou zo štátnych prostriedkov, ktorá narúša hospodársku súťaž alebo hrozí narušením hospodárskej súťaže tým, že zvyhodňuje určitých podnikateľov alebo výrobu určitých druhov tovaru, je nezlučiteľná s vnútorným trhom, pokiaľ ovplyvňuje obchod medzi členskými štátmi“.

Štátna pomoc (verejná podpora) je definovaná ako výhoda v akejkoľvek forme priznaná na základe výberu podnikom národnými orgánmi verejnej moci.<sup>3</sup>

Oznámenie Komisie o pojme štátna pomoc uvedenom v článku 107 ods. 1 Zmluvy o fungovaní Európskej únie (2016/C262/01) konštatuje v bode 1.3 že, keďže pojem štátna pomoc je objektívna a právna koncepcia vymedzená priamo v zmluve,<sup>4</sup> toto oznámenie objasňuje, ako Komisia chápe článok 107 ods.1 zmluvy v zmysle výkladu Súdneho dvora a Všeobecného súdu (tzv. „súdy Únie“). Pokiaľ ide o otázky, ktoré ešte neboli zvažované súdmi Únie, Komisia vysvetlí, ako by sa v jej chápaní mal pojem štátna pomoc vykladať. Názory vyjadrené v tomto oznámení platia bez toho, aby bol nimi dotknutý výklad pojmu štátna pomoc súdmi Únie.<sup>5</sup> Primárnym referenčným zdrojom na účely výkladu zmluvy je vždy judikatúra súdov Únie.<sup>6</sup>

Národná rada SR dňa 10. novembra 2015 schválila zákon č. 358/2015 Z. z. o úprave niektorých vzťahov v oblasti štátnej pomoci a minimálnej pomoci a o zmene a doplnení niektorých zákonov (zákon o štátnej pomoci). Zákon o štátnej pomoci nadobudol účinnosť dňa 1. januára 2016 a na jeho základe prešla pôsobnosť koordinátora pomoci z Ministerstva financií SR na Protimonopolný úrad SR.

Zákomom č. 231/1999 Z. z. o štátnej pomoci bol zriadený Úrad pre štátnu pomoc ako orgán štátnej správy na preskúmanie, posudzovanie, hodnotenie, schvaľovanie štátnej pomoci, kontrolu jej poskytovania a evidenciu štátnej pomoci. V súčasnosti koordinátorom pomoci je na základe zákona č. 358/2015 Z. z. o úprave niektorých vzťahov v oblasti štátnej pomoci a minimálnej pomoci a o zmene a doplnení niektorých zákonov Protimonopolný úrad SR.

Štátna pomoc (verejná podpora) je definovaná ako výhoda v akejkoľvek forme priznaná na základe výberu podnikom národnými orgánmi verejnej moci.<sup>7</sup>

---

<sup>3</sup> State aid control. - [on-line] Available on - URL: [http://ec.europa.eu/competition/state\\_aid/overview/index\\_en.html](http://ec.europa.eu/competition/state_aid/overview/index_en.html)

<sup>4</sup> Rozsudok Súdneho dvora z 22. decembra 2008, British Aggregates / Komisia, C-487/06P, ECLI:EU:C:2008:757, bod 111.

<sup>5</sup> Rozsudok Súdneho dvora z 21. júla 2011, Alcoa Trasformazioni / Komisia, C-194/09P, ECLI:EU:C:2011:497, bod 125.

<sup>6</sup> Oznámenie Komisie o pojme štátna pomoc uvedenom v článku 107 ods. 1 Zmluvy o fungovaní Európskej únie (2016/C262/01). - [on-line] Available on - URL: [http://www.statnapomoc.sk/wp-content/uploads/2016/12/Oznámenie-o-pojme-pomoc\\_SK1.pdf](http://www.statnapomoc.sk/wp-content/uploads/2016/12/Oznámenie-o-pojme-pomoc_SK1.pdf)

<sup>7</sup> State aid control. - [on-line] Available on - URL: [http://ec.europa.eu/competition/state\\_aid/overview/index\\_en.html](http://ec.europa.eu/competition/state_aid/overview/index_en.html)

## 2. Zásady riadenia životného prostredia ES

Koncepcia environmentálnej politiky ES sa premietala do environmentálnych akčných plánov (Environment Action Programme - EAP).<sup>8</sup> V prvom (1973) a druhom (1977) z nich sa uvádza veľký počet kľúčových opatrení, ktoré treba zrealizovať na európskej úrovni. Od roku 1983 sa postupne presadzuje princíp: prevencia je lepšia, účinnejšia, menej nákladná ako nápravné opatrenia prijímané až potom, čo došlo k environmentálnym škodám.<sup>9</sup> Rovnako dôležitý je ďalší princíp: presvedčenie o ekonomickej a environmentálnej potrebe prísnych štandardov ochrany životného prostredia, ktoré treba uplatňovať v tesnej súvislosti s ekonomickým rastom a vytváraním nových pracovných miest. Zmena stratégie – prechod od nápravných, korektívnych akcií k preventívnym akciám je vo výraznej podobe zakotvená v piatom EAP.<sup>10</sup> Piaty EAP "K trvalej udržateľnosti"<sup>11</sup> predstavoval prelom v prístupe ES v oblasti životného prostredia uplatňovanom v 70. a 80. rokoch. Tento tzv. korekčný prístup kládol dôraz na normy, ktorých účelom bolo reflektovať hlavné otázky environmentálnej politiky. Nový prístup zdôrazňoval potrebu uskutočňovania dlhodobej politiky s cieľom podporovať TUR. Cieľom bolo dosiahnutie rovnováhy rozvoja európskej ekonomiky s potrebou ochrany životného prostredia na trvalom základe.<sup>12</sup>

Hlavné zásady environmentálnej politiky EÚ sú obsiahnuté v programoch EÚ zameraných na ochranu životného prostredia:

- •1. environmentálny akčný program (1973 – 1976)<sup>13</sup>
- •2. environmentálny akčný program (1976 – 1978)<sup>14</sup>
- •3. environmentálny akčný program (1982 – 1986)<sup>15</sup>

<sup>8</sup> Rusko, M., 2007: Environmentálna politika. - In: Planeta. ISSN 1801-6898. Roč. XV, č. 2 (2007), s. 14-16

<sup>9</sup> Rusko, M. - Česnek, K., 2002: Schvaľovanie štátnej pomoci na životné prostredie. - In: XXI. Plavebné dni 2002. s. 348-354

<sup>10</sup> Šíbl D. (1998): Európska únia – encyklopédia.- SPRINT, Bratislava, 432 pp.

<sup>11</sup> Piaty environmentálny akčný program "K trvalej udržateľnosti" prijatý v roku 1993, (OJ C 138, 17.5.1993)

<sup>12</sup> Rusko, M., 2006: Environmentálna a regionálna štátna pomoc v Európskej únii a Slovenskej republike. Environmental and regional state aid in the European Union and Slovak Republic. - In: Monitorovanie a hodnotenie stavu životného prostredia VI : Zborník referátov. - Zvolen : TU, ISBN 80-228-1685-X. - s. 281-289

<sup>13</sup> A European Communities programme of policy and action in relation to the environment (first programme), OJ C 62,31.7.1973, p.16

<sup>14</sup> A European Communities programme of policy and action in relation to the environment (second programme), OJ C 178,31.7.1976, p.44

<sup>15</sup> A European Communities programme of policy and action in relation to the environment (third programme), OJ C 182, 19.7.1982, p.102

## VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

- •4. environmentálny akčný program (1987 – 1992)<sup>16</sup>
- •5. environmentálny akčný program „Smerom k udržateľnosti“ (1993 – 2000)<sup>17</sup>
- •6. environmentálny akčný program "2010: Naša budúcnosť, naša voľba" (2002-2012)<sup>18, 19, 20</sup>
- •7. environmentálny akčný program „Dobrý život v rámci možností našej planéty“ (2012 – 2020)<sup>21, 22</sup>

Súčasný 7.EAP pokrýva obdobie do roku 2020. Kľúčovou črtou programu je ochrana a zlepšovanie prírodného kapitálu, podpora lepšieho využívania dnešných zdrojov a urýchlený prechod na nízko-uhlíkové hospodárstvo. Program má podporiť trvalo udržateľný rast, vytváranie nových pracovných príležitostí a vytvoriť tak z EÚ zdravšie a lepšie miesto pre život.

23

Program je zameraný na prioritné ciele::

- Ochrana a zlepšenie prírodného kapitálu EÚ.
- Zvýšenie efektivity využívania zdrojov, podpora zeleného, konkurencieschopného, nízko-uhlíkového hospodárstva.
- Ochrana zdravia občanov EÚ pred nepriaznivými vplyvmi, rizikami a tlakmi spojenými s kvalitou životného prostredia.
- Zabezpečenie lepšieho vykonávania právnych predpisov EÚ v oblasti životného prostredia.
- Zabezpečenie využívania najmodernejších poznatkov vedy pri tvorbe environmentálnej politiky.

---

<sup>16</sup> A European Communities programme of policy and action in relation to the environment (fourth programme), OJ C 156, 15.6.1987, p. 138

<sup>17</sup> Towards Sustainability - the European Community Programme of policy and action in relation to the environment and sustainable development (better known as The Fifth EC Environmental Action Programme). - [on-line] Available on - URL: ><http://ec.europa.eu/environment/actionpr.htm><

<sup>18</sup> 6. environmentálny akčný program. - [on-line] Available on - URL: >[http://www.eppgroup.eu/policies/envi/archive/kn\\_42\\_sk.asp](http://www.eppgroup.eu/policies/envi/archive/kn_42_sk.asp)

<sup>19</sup> Záverečné posúdenie 6. environmentálneho akčného programu poukazuje na pokrok v oblasti environmentálnej politiky – avšak aj na nedostatky pri jeho realizácii. - [on-line] Available on - URL: ><http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/11/996&format=HTML&aged=0&language=SK&guiLanguage=en><

<sup>20</sup> The Sixth Environment Action Programme of the European Community 2002-2012. - [on-line] Available on - URL: ><http://ec.europa.eu/environment/newprg/final.htm><

<sup>21</sup> Rozhodnutie EP a Rady o všeobecnom environmentálnom akčnom programe Únie do roku 2020 „Dobrý život v rámci možností našej planéty“, V Bruseli 29. 11. 2012, COM(2012) 710 final, 2012/0337 (COD)

<sup>22</sup> The 7th Environment Action Programme. - [on-line] Available on - URL: <http://ec.europa.eu/environment/action-programme/>

<sup>23</sup> The 7th Environment Action Programme. - [on-line] Available on - URL: <http://ec.europa.eu/environment/action-programme/>

- Zabezpečenie dostatočných zdrojov a investícií na podporu politiky v oblasti ochrany životného prostredia a klímy.
- Zlepšenie previazanosti environmentálnej legislatívy s ostatnou legislatívou.
- Posilnenie trvalej udržateľnosti miest v EÚ.
- Zlepšenie efektivity EÚ pri riešení regionálnych a globálnych problémov súvisiacich so životným prostredím a zmenou klímy.

Činnosť spoločenstva by sa nemala obmedzovať na reakciu na environmentálne problémy, ale tak ako je výslovne uvedené v článku 6 Zmluvy o ES zmenenej a doplnenej Amsterdamskou zmluvou, požiadavky ochrany životného prostredia sa musia integrovať do definície a implementácie celej politiky a činností spoločenstva a musia podporovať aktívnu účasť spoločensko-hospodárskych subjektov. Článok 174 zmluvy stanovuje, aby sa politika ES zakladala na princípe "znečisťovateľ platí". Náklady spojené s ochranou životného prostredia by firmy mali internalizovať tak, ako iné výrobné náklady. Na implementáciu tejto politiky ES používa rad nástrojov: reguláciu a najmä prijímanie noriem, ale aj dobrovoľné dohody alebo ekonomické nástroje.<sup>24</sup>

### 3. Štátna pomoc v kontexte Zmluvy o fungovaní Európskej únie

Usmernenie spoločenstva o štátnej pomoci, ktoré komisia prijala v roku 1994, tvorí neoddeliteľnú súčasť environmentálnej politiky ES. Od roku 1994 sa uskutočnili tieto zmeny:

- od prijatia piateho EAP v oblasti životného prostredia, ktorý bol založený na princípe "znečisťovateľ platí" a internalizácii nákladov, mali firmy sedem rokov na to, aby sa prispôbili postupnému uplatňovaniu tohto princípu;
- správa komisie o piatom EAP z roku 1996 a hodnotiaci správa z roku 1999 opakovane uvádza potrebu zabezpečiť internalizáciu nákladov a využiť nástroje trhu na významný pokrok v zlepšovaní životného prostredia;
- využitie nástrojov trhu a správnu cenovú politiku obhajuje aj Kjótsky protokol o zmene klímy.

Podľa čl. 107 ZFEÚ sa pravidlá štátnej pomoci, resp. minimálnej pomoci vo všeobecnosti uplatňujú len vtedy, keď je príjemcom pomoci „podnik“ (v čl. 107 ZFEÚ označený ako „podnikateľ“). Podnikom sa rozumie každý subjekt vykonávajúci hospodársku činnosť bez ohľadu na právne postavenie a spôsob jeho financovania. Hospodárskou činnosťou je každá činnosť, ktorá spočíva v ponuke tovaru a/alebo služieb na trhu. Označenie konkrétneho subjektu za podnik teda plne závisí od povahy jeho činnosti (tzn. podnikom môže byť napr. aj nezisková organizácia alebo príspevková organizácia za predpokladu výkonu hospodárskej činnosti). Podľa čl. 108 ods. 3 ZFEÚ, Európska komisia musí byť v dostatočnom čase

---

<sup>24</sup> Rusko, M., 2002: Právna úprava poskytovania štátnej pomoci na životné prostredie v Európskej únii a Slovenskej republike. - In: Euroregión Tatry - súčasť Zelených Karpát, s. 59-63

upovedomená o zámeroch v súvislosti s poskytnutím alebo upravením pomoci, aby mohla podať svoje pripomienky.

Členské štáty Európskej únie sú preto vo všeobecnosti povinné pred poskytnutím štátnej pomoci notifikovať plánované poskytnutie štátnej pomoci Európskej komisii, tzn. požiadať Európsku komisiu o schválenie poskytnutia štátnej pomoci (všeobecná notifikačná povinnosť). Žiadosť o schválenie poskytnutia štátnej pomoci sa Európskej komisii predkladá (notifikuje) v súlade s § 9 ods. 4 zákona o štátnej pomoci prostredníctvom Protimonopolného úradu SR v slovenskom jazyku na príslušnom notifikačnom formulári.<sup>25</sup>

Štátnou pomocou (verejnou podporou) sú také opatrenia v prospech podnikov, ktoré spĺňajú nasledovné štyri kumulatívne kritériá:

- prevod verejných zdrojov (v čl. 107 ZFEÚ označené ako „štátne prostriedky“) a pripísateľnosť štátu,
- ekonomické zvýhodnenie príjemcu pomoci,
- selektívnosť opatrenia pomoci,
- vplyv na hospodársku súťaž,
- vplyv na vnútorný obchod EÚ.<sup>26</sup>

Výnimky zo všeobecnej notifikačnej povinnosti:

- minimálna pomoc,
- skupinové výnimky,
- individuálna pomoc poskytovaná na základe platných a účinných schém štátnej pomoci,
- individuálna pomoc poskytovaná na základe platných a účinných schém minimálnej pomoci.

V týchto prípadoch je možné poskytnúť pomoc bez jej predchádzajúcej notifikácie Európskej komisii, musia byť však splnené všetky podmienky stanovené zákonom o štátnej pomoci a príslušnou legislatívou Európskej únie.<sup>27</sup> Na základe tzv. Európskych dohôd, ktoré založili združenie medzi tromi Európskymi spoločnosťami (ES) a ich členskými štátmi na jednej strane a postkomunistickými štátmi na strane druhej sa uskutočnilo pridruženie krajín strednej a východnej Európy k Európskej únii. Zbližovanie sa s vnútorným trhom je potrebné odlišovať od vstupu do EÚ, pri ktorom prichádza k prijatiu celého *acquis communautaire*. Tzv. „Biela kniha“ určuje kľúčové opatrenie v každom sektore vnútorného trhu a navrhuje postup

---

<sup>25</sup> O štátnej pomoci. -[on-line] Available on - URL: <http://www.statnapomoc.sk/>

<sup>26</sup> O štátnej pomoci. - [on-line] Available on - URL: <http://www.statnapomoc.sk/>

<sup>27</sup> O štátnej pomoci. - [on-line] Available on - URL: <http://www.statnapomoc.sk/>

pri aproximácii legislatívy.<sup>28, 29</sup> Rovnaká dôležitosť sa pripisuje vytvoreniu potrebných štruktúr pre zavedenie a zabezpečenie dodržiavania zákonodarstva. Zahrnutie legislatívy vzťahujúcej sa na oblasť hospodárskej súťaže (HS), sociálnej a environmentálnej politiky, ktorých niektoré časti sú pre fungovanie vnútorného trhu životne dôležité, zaisťuje vyrovnaný prístup. Príloha Bielej knihy načrtáva legislatívnu situáciu, podmienky na uplatňovanie legislatívy a postupnosť v procese aproximácie.<sup>30</sup>

Zmluva o Európskej únii a Zmluva o fungovaní Európskej únie, ako aj ich protokolov a príloh v znení zmien a doplnení vyplývajúcich z Lisabonskej zmluvy podpísanej 13. decembra 2007 v Lisabone nadobudla platnosť 1. decembra 2009. Základ právnej úpravy kontroly podpory poskytovanej štátmi zostal nezmenený od podpisu Zmluvy o založení EHS v roku 1957.<sup>31</sup> Základné pravidlá pre kontrolu verejnej podpory boli obsiahnuté v článkoch

- 92 až 94 Zmluvy o Európskej únii - tzv. Maastrichtská zmluva,<sup>32</sup>
- 87 až 89 Zmluvy o Európskej únii - tzv. Amsterdamské znenie.<sup>33</sup>
- 107 až 109 Zmluvy o Európskej únii / Zmluva o fungovaní Európskej únie (Konsolidované znenie)<sup>34</sup>

Od podpísania Rímskej zmluvy v roku 1957 je politika štátnej pomoci neoddeliteľnou súčasťou politiky hospodárskej súťaže a úlohou Európskej komisie je predchádzať tomu, aby pomoc, ktorú poskytujú členské štáty, neprímerane narúšala hospodársku súťaž.<sup>35</sup>

Pojem štátna podpora nie je legálne definovaný v žiadnom článku ani v žiadnom ustanovení primárneho práva EÚ. Pojem štátna podpora je potrebné vykladať v zmysle judikatúry Súdneho dvora Európskej únie (SDEÚ). Dotácia býva v zmysle uvedeného označovaná ako platba v hotovosti alebo v naturáliách alebo ako iný účel podpory podniku, napríklad uhradenie kúpnej ceny kupujúcim alebo spotrebiteľom za tovar alebo služby, ktoré podnik produkuje. Štátna podpora vo forme pomoci je podobný koncept, ktorý na rozdiel od

---

<sup>28</sup> Biela kniha (1995a) – Príprava asociovaných krajín strednej a východnej Európy na integráciu do vnútorného trhu Únie, Brusel, 3.5.1995, COM(95)163, konečné znenie. - Jori-press, Bratislava, 38 pp.

<sup>29</sup> Biela kniha (1995b) – Príloha - príprava asociovaných krajín strednej a východnej Európy na integráciu do vnútorného trhu Únie, Brusel, 10.5.1995, COM(95)163, konečné znenie/2. - Jori-press, Bratislava, 467 pp.

<sup>30</sup> Rusko, M. - Balog, K., 2004: Štátna pomoc na životné prostredie a regióny v Európskej únii a Slovenskej republike. - In: Akademická Dubnica 2004 : II. diel. - Bratislava : STU v Bratislave, ISBN 80-227-2076-3. - s. 489-492

<sup>31</sup> ÚOHS (2000): Veřejná podpora – Příručka pro poskytovatele a příjemce veřejné podpory. – Úřad pro ochranu hospodářské soutěže, Brno, 28 pp.

<sup>32</sup> Strážnická V. (1998): Zmluva o Európskej únii – s úplným znením Zmluvy o založení Európskeho spoločenstva. – SAP, Bratislava, 358 pp.

<sup>33</sup> Strážnická V. (1999): Zmluva o Európskej únii – amsterdamské znenie. Platné znenie Zmluvy o Európskej únii a Zmluvy o založení Európskeho spoločenstva. - SAP, Bratislava, 207 pp.

<sup>34</sup> Konsolidované znenie Zmluvy o Európskej únii a Zmluvy o fungovaní Európskej únie, 2012/C 326/01, Úradný vestník EÚ, L 341/10, 18.12.2013, [https://www.ecb.europa.eu/ecb/legal/pdf/c\\_32620121026sk.pdf](https://www.ecb.europa.eu/ecb/legal/pdf/c_32620121026sk.pdf)

<sup>35</sup> Akčný plán štátnej pomoci – menšia a lepšie zacielená štátna pomoc: orientačný plán reformy štátnej pomoci na roky 2005 – 2009. -KOM(2005) 107 v konečnom znení, Brusel 7.6.2005. - [on-line] Available on - URL: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/?uri=CELEX:52005DC0107>

**VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017**

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

finančnej podpory kladie dôraz na konkrétny účel pomoci. Pomoc je zameraná na konkrétny cieľ, ktorý je bez nej obvykle nemožné dosiahnuť. Štátna podpora vo forme pomoci je extenzívnejší pojem ako pojem dotácia, pretože zahŕňa aj zásahy, ktoré v rôznych formách znižujú náklady podniku, a ktoré bez toho, aby boli dotáciami v presnom zmysle slova, sú rovnakej povahy a majú rovnaké účinky.<sup>36</sup> Problematiky štátnej pomoci v Zmluve o fungovaní Európskej únie (ZFEÚ) sa týka Tretia čas: Vnútorne politiky a činnosti únie – Hlava VII: Spoločné pravidlá pre hospodárku súťaž, zdaňovanie a aproximáciu práva. - Kapitola 1: Pravidlá hospodárskej súťaže - Oddiel 2: pomoc poskytovaná štátmi:

- Článok 107 (bývalý článok 87 ZES)<sup>37</sup>
- Článok 108 (bývalý článok 88 ZES)<sup>38</sup>
- Článok 109 (bývalý článok 89 ZES)<sup>39</sup>

**Tab. 1 Pravidlá pre pomoc poskytovanú štátmi [upravené podľa <sup>40, 41</sup>]**

základné znaky štátnej pomoci (podpory) <sup>42</sup>	poskytovanie členským štátom EÚ (existencia súvislosti medzi konaním štátu a jeho prostriedkami na jednej strane a podporou na strane druhej)	
	jej pôvod z verejných prostriedkov (rozpočtu, ku ktorému má štát prístup alebo vplyv)	
	zvýhodňovanie príjemcu v hospodárskej súťaži (podnik alebo odvetvie výroby) bez ohľadu na formu, dôvody alebo ciele.	
štátna pomoc	opatrenia v prospech podnikov, ktoré spĺňajú nasledovné štyri kumulatívne kritériá <sup>43</sup>	prevod verejných zdrojov (v čl. 107 ZFEÚ označené ako „štátne prostriedky“) a pripísateľnosť štátu
		ekonomické zvýhodnenie príjemcu pomoci
		selektívnosť opatrenia pomoci
		vplyv na hospodársku súťaž a vnútorný obchod EÚ

<sup>36</sup> Štátna podpora v európskom kontexte. - [on-line] Available on - URL: <http://www.ulclegal.com/sk/bulletin-probono/ine/5136-statna-podpora-v-europskom-kontexte>

<sup>37</sup> Konsolidované znenie Zmluvy o fungovaní Európskej únie. - Úradný vestník 115 , 09/05/2008 S. 0091 – 0092. - [on-line] Available on - URL: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/HTML/?uri=CELEX:12008E107&from=EN>

<sup>38</sup> Konsolidované znenie Zmluvy o fungovaní Európskej únie. - Úradný vestník 115 , 09/05/2008 S. 0091 – 0092. - [on-line] Available on - URL: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/HTML/?uri=CELEX:12008E108&from=EN>

<sup>39</sup> Konsolidované znenie Zmluvy o fungovaní Európskej únie. - Úradný vestník 115 , 09/05/2008 S. 0093 - 0093. - [on-line] Available on - URL: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/HTML/?uri=CELEX:12008E109&from=EN>

<sup>40</sup> Konsolidované znenie Zmluvy o fungovaní Európskej únie - TRETIA ČASŤ: VNÚTORNÉ POLITIKY A ČINNOSTI ÚNIE - HLAVA VII: SPOLOČNÉ PRAVIDLÁ PRE HOSPODÁRSKU SÚŤAŽ, ZDAŇOVANIE A APROXIMÁCIU PRÁVA - Kapitola 1: Pravidlá hospodárskej súťaže - Oddiel 2: Pomoc poskytovaná štátmi - Článok 107 (bývalý článok 87 ZES) Úradný vestník 115 , 09/05/2008 S. 0091 – 0092. – [on-line] Available on - URL: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/HTML/?uri=CELEX:12008E107&from=EN>

<sup>41</sup> O štátnej pomoci. - [on-line] Available on - URL: <http://www.statnapomoc.sk/>

<sup>42</sup> Štátna podpora v európskom kontexte. - [on-line] Available on - URL: <http://www.ulclegal.com/sk/bulletin-probono/ine/5136-statna-podpora-v-europskom-kontexte>

<sup>43</sup> O štátnej pomoci. - [on-line] Available on - URL: <http://www.statnapomoc.sk/>

**VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017**

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

nezlučiteľnosť s vnútorným trhom <sup>44</sup>	ak nie je zmluvami ustanovené inak, pomoc poskytovaná členskými štátmi alebo akoukoľvek formou zo štátnych prostriedkov, ktorá narúša hospodársku súťaž alebo hrozí narušením hospodárskej súťaže tým, že zvýhodňuje určitých podnikateľov alebo výrobu určitých druhov tovaru, je <b>nezlučiteľná s vnútorným trhom</b> , pokiaľ ovplyvňuje obchod medzi členskými štátmi. (čl. 107 ods. 1 ZFEÚ)	
zlučiteľnosť s vnútorným trhom <sup>45</sup>	pomoc <b>je zlučiteľná</b> s vnútorným trhom (čl. 107, ods.2):	pomoc sociálnej povahy poskytovaná jednotlivým spotrebiteľom za predpokladu, že sa poskytuje bez diskriminácie vo vzťahu k pôvodu výrobkov; pomoc určená na náhradu škody spôsobenej prírodnými katastrofami alebo mimoriadnymi udalosťami. <sup>46</sup>
	pomoc <b>možno považovať</b> za zlučiteľnú s vnútorným trhom (čl. 107, ods.3)	pomoc na podporu hospodárskeho rozvoja oblastí s mimoriadne nízkou životnou úrovňou alebo s mimoriadne vysokou nezamestnanosťou, ako aj na podporu regiónov uvedených v článku 349, pričom sa zohľadní ich štrukturálna, hospodárska a sociálna situácia; pomoc na podporu vykonávania dôležitého projektu spoločného európskeho záujmu alebo na nápravu vážnej poruchy fungovania v hospodárstve členského štátu; pomoc na rozvoj určitých hospodárskych činností alebo určitých hospodárskych oblastí, za predpokladu, že táto podpora nepriaznivo neovplyvní podmienky obchodu tak, že by to bolo v rozpore so spoločným záujmom; pomoc na podporu kultúry a zachovania kultúrneho dedičstva, ak takáto pomoc neovplyvňuje podmienky obchodovania a hospodárskej súťaže v Únii v rozsahu, ktorý odporuje spoločným záujmom; iné druhy pomoci, ako ich vymedzia rozhodnutia Rady prijaté na návrh Komisie. <sup>47</sup>

#### 4. Pravidlá pre hospodársku súťaž, zdaňovanie a aproximáciu práva

V zmysle hlavy VII Spoločné pravidlá pre hospodársku súťaž, zdaňovanie a aproximáciu práva, kap. 1, odd.1, čl. 101 sa zakazuje ako nezlučiteľné s vnútorným trhom: všetky dohody medzi podnikateľmi, rozhodnutia združení podnikateľov a zosúladené postupy, ktoré môžu ovplyvniť obchod medzi členskými štátmi a ktoré majú za cieľ alebo následok vylúčovanie,

<sup>44</sup> Konsolidované znenie Zmluvy o fungovaní Európskej únie. - Úradný vestník 115 , 09/05/2008 S. 0091 – 0092. - [online] Available on - URL: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/HTML/?uri=CELEX:12008E107&from=EN>

<sup>45</sup> Konsolidované znenie Zmluvy o fungovaní Európskej únie. - Úradný vestník 115 , 09/05/2008 S. 0091 – 0092. - [online] Available on - URL: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/HTML/?uri=CELEX:12008E107&from=EN>

<sup>46</sup> Konsolidované znenie Zmluvy o fungovaní Európskej únie - TRETIA ČASŤ: VNÚTORNÉ POLITIKY A ČINNOSTI ÚNIE - HLAVA VII: SPOLOČNÉ PRAVIDLÁ PRE HOSPODÁRSKU SÚŤAŽ, ZDAŇOVANIE A APROXIMÁCIU PRÁVA - Kapitola 1: Pravidlá hospodárskej súťaže - Oddiel 2: Pomoc poskytovaná štátmi - Článok 107 (bývalý článok 87 ZES) Úradný vestník 115 , 09/05/2008 S. 0091 – 0092. - [online] Available on - URL: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/HTML/?uri=CELEX:12008E107&from=EN>

<sup>47</sup> Konsolidované znenie Zmluvy o fungovaní Európskej únie - TRETIA ČASŤ: VNÚTORNÉ POLITIKY A ČINNOSTI ÚNIE - HLAVA VII: SPOLOČNÉ PRAVIDLÁ PRE HOSPODÁRSKU SÚŤAŽ, ZDAŇOVANIE A APROXIMÁCIU PRÁVA - Kapitola 1: Pravidlá hospodárskej súťaže - Oddiel 2: Pomoc poskytovaná štátmi - Článok 107 (bývalý článok 87 ZES) Úradný vestník 115 , 09/05/2008 S. 0091 – 0092. - [online] Available on - URL: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/HTML/?uri=CELEX:12008E107&from=EN>



## VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

obmedzovanie alebo skresľovanie hospodárskej súťaže v rámci vnútorného trhu, najmä tie, ktoré:

- priamo alebo nepriamo určujú nákupné alebo predajné ceny alebo iné obchodné podmienky;
- obmedzujú alebo kontrolujú výrobu, odbyt, technický rozvoj alebo investície;
- rozdeľujú trhy alebo zdroje zásobovania;
- uplatňujú nerovnaké podmienky pri rovnakých plneniach voči ostatným obchodným partnerom, čím ich v hospodárskej súťaži znevýhodňujú;
- podmieňujú uzatváranie zmlúv s ostatnými zmluvnými stranami prijatím dodatočných záväzkov, ktoré svojou povahou alebo podľa obchodných zvyklostí nesúvisia s predmetom týchto zmlúv. <sup>48</sup>

Vyššie uvedené ustanovenia sa však neuplatnia na:

- dohody alebo kategórie dohôd medzi podnikateľmi,
- rozhodnutia alebo kategórie rozhodnutí združení podnikateľov,
- zosúladené postupy alebo kategórie zosúladených postupov,

ktoré prispievajú k zlepšeniu výroby alebo distribúcie tovaru alebo k podpore technického alebo hospodárskeho pokroku, pričom umožňujú spotrebiteľom primeraný podiel na výhodách z toho vyplývajúcich, a ktoré:

- neukladajú príslušným podnikateľom obmedzenia, ktoré nie sú nevyhnutné pre dosiahnutie týchto cieľov a
- neumožňujú týmto podnikateľom vylúčiť hospodársku súťaž vo vzťahu k podstatnej časti daných výrobkov.

Akékoľvek zneužívanie dominantného postavenia na vnútornom trhu či jeho podstatnej časti jedným alebo viacerými podnikateľmi sa zakazuje ako nezlučiteľné s vnútorným trhom, ak sa tým môže ovplyvniť obchod medzi členskými štátmi.

Takéto zneužívanie môže zahŕňať najmä:

- priame alebo nepriame vynucovanie neprimeraných nákupných alebo predajných cien alebo iných obchodných podmienok;
- obmedzovanie výroby, odbytu alebo technického rozvoja na úkor spotrebiteľov;
- uplatňovanie nerovnakých podmienok voči obchodným partnerom pri rovnakých plneniach, čím ich v hospodárskej súťaži znevýhodňujú;

---

<sup>48</sup> Konsolidované znenie Zmluvy o Európskej únii a Zmluvy o fungovaní Európskej únie - Zmluva o Európskej únii (Konsolidované znenie) - Zmluva o fungovaní Európskej únie (Konsolidované znenie) - Protokoly - Prílohy - Vyhlásenia pripojené k záverečnému aktu medzivládnej konferencie, ktorá prijala Lisabonskú zmluvu podpísanú 13. decembra 2007 - Tabuľky zhody, Úradný vestník C 326 , 26/10/2012 S. 0001 - 0390

## VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

- podmieňovanie uzatvárania zmlúv prijatím dodatočných záväzkov, ktoré svojou povahou alebo podľa obchodných zvyklostí nesúvisia s predmetom týchto zmlúv.

Podľa článku 103 na návrh Komisie a po porade s Európskym parlamentom Rada vydá príslušné nariadenia alebo smernice na vykonávanie zásad stanovených v článkoch 101 a 102 [ <sup>49</sup> ], ktoré sa prijímú so zámerom:

- zaručiť dodržiavanie zákazov uvedených v článku 101 ods. 1 a článku 102 stanovením pokút a opakovaného ukladania pokút;
- stanoviť podrobné pravidlá uplatňovania článku 101 ods. 3 s prihliadnutím na nevyhnutnosť zabezpečiť účinný dozor pri čo najjednoduchšej správnej kontrole;
- ak je to potrebné, vymedziť rozsah uplatňovania ustanovení článkov 101 a 102 v jednotlivých hospodárskych odvetviach;
- vymedziť príslušné úlohy Komisie a Súdneho dvora Európskej únie pri uplatňovaní ustanovení uvedených v tomto odseku;
- vymedziť vzťah medzi vnútroštátnymi zákonmi a ustanoveniami tohto oddielu alebo prijatými podľa tohto článku. <sup>50</sup>

Do nadobudnutia účinnosti opatrení vydaných podľa článku 103 rozhodujú orgány členských štátov o prípustnosti dohôd, rozhodnutí a zosúladených postupov, ako aj o zneužívaní dominantného postavenia na vnútornom trhu v súlade s právom príslušného členského štátu a s ustanoveniami článku 101, najmä odseku 3 a článku 102.

Na žiadosť členského štátu alebo z vlastného podnetu a v spolupráci s príslušnými orgánmi členských štátov, ktoré im poskytnú pomoc, Komisia prešetrí každý prípad podozrenia z porušenia týchto zásad. Ak zistí, že k porušeniu došlo, navrhne vhodné opatrenia na jeho odstránenie.

Ak porušovanie zásad naďalej pokračuje, Komisia to uvedie v rozhodnutí s odôvodnením. Komisia môže svoje rozhodnutie zverejniť a zmocniť členské štáty, aby prijali opatrenia na nápravu situácie na základe podmienok a podrobností, ktoré stanoví. Komisia môže prijať nariadenia týkajúce sa kategórií dohôd, v súvislosti s ktorými Rada prijala nariadenie alebo smernicu.

Podľa článku 106 (pôvodný článok 86 ZES) v prípade verejnoprávnych podnikov a podnikov, ktorým členské štáty priznávajú osobitné alebo výlučné práva, tieto štáty neustanovia ani neponechajú v účinnosti opatrenia, ktoré sú v rozpore s pravidlami zmlúv, najmä s pravidlami

---

<sup>49</sup> Hlava VII Spoločné pravidlá pre hospodársku súťaž, zdaňovanie a aproximáciu práva, kap. 1, odd.1, čl. 101, Konsolidované znenie Zmluvy o Európskej únii a Zmluvy o fungovaní Európskej únie - Zmluva o Európskej únii (Konsolidované znenie) - Zmluva o fungovaní Európskej únie (Konsolidované znenie), Úradný vestník C 326 , 26/10/2012 S. 0001 - 0390

<sup>50</sup> Konsolidované znenie Zmluvy o Európskej únii a Zmluvy o fungovaní Európskej únie - Zmluva o Európskej únii (Konsolidované znenie) - Zmluva o fungovaní Európskej únie (Konsolidované znenie), Úradný vestník C 326 , 26/10/2012 S. 0001 - 0390

uvedeným v článkoch 18 a 101 až 109.<sup>51</sup> Podniky poverené poskytovaním služieb všeobecného hospodárskeho záujmu alebo podniky, ktoré majú povahu fiškálneho monopolu, podliehajú pravidlám zmlúv, najmä pravidlám hospodárskej súťaže, za predpokladu, že uplatňovanie týchto pravidiel neznemožňuje právne alebo v skutočnosti plniť určité úlohy, ktoré im boli zverené. Rozvoj obchodu nesmie byť ovplyvnený v takom rozsahu, aby to bolo v rozpore so záujmami Únie. Komisia zabezpečí uplatňovanie ustanovení tohto článku a v prípade potreby vydá členským štátom príslušné smernice alebo rozhodnutia.

## 5. Právna úprava poskytovania štátnej pomoci na životné prostredie v eú

Aktuálne pravidlá pre posudzovanie horizontálnej štátnej pomoci sú uvedené v Nariadení Rady (EÚ) č. 733/2013 z 22. júla 2013, ktorým sa mení nariadenie (ES) č. 994/98 o uplatňovaní článkov 92 a 93 Zmluvy o založení Európskeho spoločenstva na určité kategórie horizontálnej štátnej pomoci.<sup>52, 53</sup>

Pravidlá pre poskytovanie štátnej pomoci na životné prostredie sú špecifikované v:

- Oznámení Komisie - Usmernenie o štátnej pomoci v oblasti ochrany životného prostredia a energetiky na roky 2014 – 2020 (2014/C 200/01)
- Usmernení Spoločenstva o štátnej pomoci na ochranu životného prostredia, Ú.v. C 82, 1.4.2008, s. 1, (Zdroj: [www.europa.eu.int/eur-lex/sk](http://www.europa.eu.int/eur-lex/sk)) - platné od 2.4.2008
- Usmernení Spoločenstva o štátnej pomoci na ochranu životného prostredia, Ú.v. ES C 37 z 3.2.2001, s.3 (Zdroj: [www.europa.eu.int/eur-lex/sk](http://www.europa.eu.int/eur-lex/sk)) - platné do 1.4.2008 .<sup>54</sup>

Primárnym cieľom kontroly štátnej pomoci v oblasti ochrany životného prostredia je zabezpečiť, aby opatrenia štátnej pomoci viedli k zvýšeniu úrovne ochrany životného prostredia v porovnaní so stavom bez pomoci, a zabezpečiť, aby pozitívne účinky pomoci prevažovali nad jej negatívnymi účinkami, pokiaľ ide o narušenie hospodárskej súťaže, zohľadňujúc zásadu „znečisťovateľ platí“ stanovenú článkom 174 Zmluvy o ES.

---

<sup>51</sup> Konsolidované znenie Zmluvy o Európskej únii a Zmluvy o fungovaní Európskej únie - Zmluva o Európskej únii (Konsolidované znenie) - Zmluva o fungovaní Európskej únie (Konsolidované znenie), Úradný vestník C 326 , 26/10/2012 S. 0001 - 0390

<sup>52</sup> Nariadenie Rady (EÚ) č. 733/2013 z 22. júla 2013, ktorým sa mení nariadenie (ES) č. 994/98 o uplatňovaní článkov 92 a 93 Zmluvy o založení Európskeho spoločenstva na určité kategórie horizontálnej štátnej pomoci. - [on-line] Available on - URL: [http://www.mfsr.sk/Components/CategoryDocuments/s\\_LoadDocument.aspx?categoryId=5580&documentId=10216](http://www.mfsr.sk/Components/CategoryDocuments/s_LoadDocument.aspx?categoryId=5580&documentId=10216)

<sup>53</sup> Pravidlá pre posudzovanie horizontálnej štátnej pomoci. --[on-line] Available on - URL: <http://www.mfsr.sk/Default.aspx?CatID=5580>

<sup>54</sup> Životné prostredie. - [on-line] Available on - URL: <http://www.mfsr.sk/Default.aspx?CatID=5583>

## 6. Právna úprava poskytovania štátnej pomoci v SR

Dňa 31.3.1998 sa v Londýne začali vstupné rozhovory zo 6 uchádzačskými štátmi. V súlade so závermi helsinského summitu v decembri 1999 predstavitelia 15 členských krajín EÚ otvorili dňa 15.2.2000 so Slovenskou republikou tzv. Medzivládnu konferenciu o pristúpení. Konkrétne rokovania k prvým ôsmim (z celkového počtu 29) negociačným kapitolám sa začali dňa 28.3.2000. ŠP tvorí časť negociačnej pozície SR v kapitole č. 6 Hospodárska súťaž. V súlade s čl. 87 a 88 Zmluvy o založení ES a čl. 64 Európskej dohody o pridružení Ministerstvo financií SR v roku 1999 pripravilo zákon o štátnej pomoci. Prijatie zákona bolo vytýčené ako priorita v dokumentoch „Partnerstvo pre vstup“ a na základe tejto skutočnosti bolo prijatie tohto zákona stanovené ako krátkodobá priorita v „Národnom programe pre prijatie *acquis communautaire*“. Národná rada SR zákon č. 231/1999 Z. z. o štátnej pomoci schválila 26.8.1999 a nadobudol účinnosť 1.1.2000.<sup>55</sup>

Táto právna norma bola čiastočne kompatibilná s právom EÚ. Úplná kompatibilita bola dosiahnutá prijatím novely zákona o ŠP č. 434/2001 Z.z., ktorý nadobudol účinnosť 1.11.2001.<sup>56</sup> Zákon rešpektoval základné princípy vyplývajúce z čl. 87 Zmluvy o založení ES (pôvodne čl. 92) a príslušné smernice EÚ, ktoré upravujú poskytovanie a monitorovanie štátnej pomoci (v dôvodovej správe k zákonu je použitý ekvivalentný termín "verejná podpora", aplikovaný napríklad v Českej republike - zákon č. 59/2000 Sb.<sup>57</sup>

Cieľom Európskej dohody bolo rozšíriť vnútorný trh EÚ aj na trh SR a preto bolo logické, aby záväzok členských štátov EÚ ku kontrole ŠP bol rozšírený aj na SR.<sup>58</sup>

Národná rada SR dňa 10. novembra 2015 schválila zákon č. 358/2015 Z. z. o úprave niektorých vzťahov v oblasti štátnej pomoci a minimálnej pomoci a o zmene a doplnení niektorých zákonov (zákon o štátnej pomoci). Zákon nadobudol účinnosť dňa 1. januára 2016 a na jeho základe prešla pôsobnosť koordinátora pomoci z Ministerstva financií SR na Protimonopolný úrad SR.<sup>59</sup> Zákon č. 358/2015 Z. z. upravuje

- základné práva a povinnosti poskytovateľa štátnej pomoci a poskytovateľa minimálnej pomoci
- Nariadenie Komisie (EÚ) č. 360/2012 z 25. apríla 2012 o uplatňovaní článkov 107 a 108 Zmluvy o fungovaní Európskej únie na pomoc *deminimis* v prospech podnikov poskytujúcich služby všeobecného hospodárskeho záujmu (Ú. v. EÚ L 114, 26. 4. 2012).

---

<sup>55</sup> Zákon NR SR č. 231/1999 Z. z. o štátnej pomoci

<sup>56</sup> Zákon NR SR č. 434/2001 Z. z. o štátnej pomoci

<sup>57</sup> Zákon č. 59/2000 Sb. o verejnej podpore

<sup>58</sup> Rusko, M., 2002: Právna úprava poskytovania štátnej pomoci na životné prostredie v Európskej únii a Slovenskej republike. - In: Euroregión Tatry - súčasť Zelených Karpát, s. 59-63

<sup>59</sup> Zákon č. 358/2015 Z. z. o úprave niektorých vzťahov v oblasti štátnej pomoci a minimálnej pomoci a o zmene a doplnení niektorých zákonov

**VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017**

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

- Nariadenie Komisie (EÚ) č. 1407/2013 z 18. decembra 2013 o uplatňovaní článkov 107 a 108 Zmluvy o fungovaní Európskej únie na pomoc de minimis (Ú. v. EÚ L 352, 24. 12. 2013).
- Nariadenie Komisie (EÚ) č. 1408/2013 z 18. decembra 2013 o uplatňovaní článkov 107 a 108 Zmluvy o fungovaní Európskej únie na pomoc de minimis v sektore poľnohospodárstva (Ú. v. EÚ L 352, 24. 12. 2013).
- Nariadenie Komisie (EÚ) č. 717/2014 z 27. júna 2014 o uplatňovaní článkov 107 a 108 Zmluvy o fungovaní Európskej únie na pomoc de minimis v sektore rybolovu a akvakultúry (Ú. v. EÚ L 190, 28. 6. 2014).
- základné práva a povinnosti príjemcu štátnej pomoci a príjemcu minimálnej pomoci
- výkon štátnej správy v oblasti poskytovania štátnej pomoci a minimálnej pomoci.

Protimonopolný úrad SR ako koordinátor pomoci plní tieto úlohy:

- vypracováva stanoviská k schémam pomoci vrátane ich dodatkov z hľadiska dodržiavania pravidiel Európskej únie pre pomoc,
- vypracováva stanoviská k návrhom na poskytnutie pomoci ad hoc,
- registruje schémy minimálnej pomoci,
- zabezpečuje metodickú činnosť a konzultačnú činnosť v oblasti pomoci,
- zabezpečuje spoluprácu pri schvaľovaní poskytovania novej štátnej pomoci medzi poskytovateľmi štátnej pomoci a Európskou komisiou a pri schvaľovaní zmien v existujúcej štátnej pomoci,
- zabezpečuje spoluprácu s Európskou komisiou na úseku vybavovania sťažností tretích strán,
- zabezpečuje školenia a šírenie informácií v oblasti pomoci,
- vypracováva súhrnnú správu o poskytnutej štátnej pomoci za predchádzajúci kalendárny rok,
- zabezpečuje spoluprácu s Európskou komisiou pri príprave právne záväzných aktov Európskej únie pre pomoc,
- vypracováva stanoviská k návrhom právnych predpisov Slovenskej republiky z hľadiska dodržiavania pravidiel Európskej únie pre pomoc.

Koordinátor pomoci plní aj iné úlohy vyššie neuvedené , ktoré pre koordinátora pomoci vyplývajú zo zákona č. 358/2015 Z. z. alebo z osobitných predpisov.

**Tab. 2 Štátna pomoc v zmysle zákona o štátnej pomoci**

• Štátna pomoc v zmysle zákona zákon č. 358/2015 Z.z. o úprave niektorých vzťahov v oblasti štátnej pomoci a minimálnej pomoci a o zmene a doplnení niektorých zákonov		
Základné pravidlá	pre poskytovanie štátnej pomoci (§ 3)	Štátnu pomoc možno poskytnúť podľa osobitných predpisov upravujúcich príslušné opatrenia pomoci, ak sú v súlade s pravidlami Európskej únie pre štátnu pomoc.
	pre poskytovanie minimálnej pomoci (§ 4)	Minimálnu pomoc možno poskytnúť podľa osobitných predpisov upravujúcich príslušné opatrenia pomoci, ak sú v súlade s pravidlami Európskej únie pre minimálnu pomoc
Štátnu pomoc		(♦) Napríklad zákon č. 561/2007 Z. z. o investičnej pomoci a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov, zákon č. 528/2008 Z. z. o pomoci a podpore

**VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017**

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

možno poskytnúť (§ 3)	podľa osobitných predpisov upravujúcich príslušné opatrenia pomoci (♦), ak sú v súlade s pravidlami EÚ pre štátnu pomoc (♦♦)	poskytovanej z fondov ES v znení neskorších predpisov, zákon č. 185/2009Z. z. o stimuloch pre výskum a vývoj a o doplnení zákona č. 595/2003 Z. z. o dani z príjmov v znení neskorších predpisov v znení neskorších predpisov, zákon č. 71/2013 Z. z. o poskytovaní dotácií v pôsobnosti Ministerstva hospodárstva SR v znení zákona č. 321/2014 Z. z., zákon č. 292/2014 Z. z. o príspevku poskytovanom z európskych štrukturálnych a investičných fondov a o zmene a doplnení niektorých zákonov. (♦♦) Napr. čl.107 ods.3 Zmluvy o fungovaní EÚ, nariadenie EP a Rady (EÚ) č.1303/2013 zo 17.12.2013, ktorým sa stanovujú spoločné ustanovenia o Európskom fonde regionálneho rozvoja, Európskom sociálnom fonde, Kohéznom fonde, Európskom poľnohospodárskom fonde pre rozvoj vidieka a Európskom námornom a rybárskom fonde a ktorým sa stanovujú všeobecné ustanovenia o Európskom fonde regionálneho rozvoja, Európskom sociálnom fonde, Kohéznom fonde a Európskom námornom a rybárskom fonde, a ktorým sa zrušuje nariadenie Rady (ES) č. 1083/2006 (Ú. v. EÚ L 347, 20.12. 2013) v platnom znení, nariadenie Komisie (EÚ) č. 651/2014 zo 17.6.2014 o vyhlásení určitých kategórií pomoci za zlučiteľné s vnútorným trhom podľa článkov 107 a 108 zmluvy (Ú. v. EÚ L 187, 26. 6. 2014), nariadenie Komisie (EÚ) č. 702/2014 z 25.6.2014, ktorým sa určité kategórie pomoci v odvetví poľnohospodárstva a lesného hospodárstva a vo vidieckych oblastiach vyhlasujú za zlučiteľné s vnútorným trhom pri uplatňovaní článkov 107 a 108 Zmluvy o fungovaní EÚ (Ú.v.EÚ L 193,1.7. 2014)
	Najmä na ÚČELY	na rozvoj regiónov, pre malý podnik a stredný podnik, na uľahčenie prístupu k financovaniu pre malý podnik a stredný podnik, na výskum, vývoj a inovácie, na podporu vzdelávania, na podporu zamestnanosti, pre znevýhodnených zamestnancov a zamestnancov so zdravotným postihnutím, na ochranu životného prostredia, na náhradu škody spôsobenej určitými prírodnými katastrofami, na širokopásmové infraštruktúry, na kultúru a zachovanie kultúrneho dedičstva, na športové a multifunkčné rekreačné infraštruktúry, na miestne infraštruktúry, na podporu poľnohospodárstva, lesného hospodárstva a vidieckych oblastí, na podporu dopravy, na uľahčenie zatvorenia uhoľných baní neschopných konkurencie, na podporu rizikových finančných investícií, na podporu rybného hospodárstva, na účel neuvedený v §3, ods.2,písmenách a) až r), ak tak ustanovila Rada Európskej únie [čl. 109 Zmluvy o fungovaní Európskej únie] podľa medzinárodnej zmluvy, ktorou je Slovenská republika viazaná [čl. 107 ods. 3 Zmluvy o fungovaní Európskej únie]
Formy pomoci (§ 6)	<b>Priama</b> (poskytnutie výhody príjemcovi v peňažných prostriedkoch)	dotácia, príspevok, grant úhrada úrokov alebo časti úrokov z úveru poskytnutého podnikateľovi, úhrada časti úveru, návrtná finančná výpomoc poskytnutá za výhodnejších podmienok, ako sú trhové podmienky, zvýšenie základného imania spôsobom, ktorý nie je v súlade s trhovými podmienkami, iná forma pomoci neuvedená v písmenách a) až f) § 6 zákona č. 358/2015 Z.z.
	<b>Nepriama</b> (poskytnutie výhody príjemcovi v nepeňažnej forme)	štátna záruka alebo banková záruka poskytnutá za výhodnejších podmienok, ako sú trhové podmienky, úľava na dani, úľava na penále, pokute, sankčnom úroku alebo na iných sankciách, predaj nehnuteľného majetku štátu, vyššieho územného celku alebo obce za cenu nižšiu, ako je trhová cena, poradenská služba poskytnutá bezplatne alebo za čiastočnú úhradu, odklad platenia dane alebo povolenie zaplatenia dane v splátkach za výhodnejších podmienok, ako sú trhové podmienky, iná forma pomoci neuvedená v písmenách a) až f) § 6 zákona č. 358/2015 Z.z.
	podľa schém štátnej pomoci	
	ako individuálna štátna pomoc	

Žiadosť o schválenie poskytnutia štátnej pomoci sa Európskej komisii predkladá (notifikuje) v súlade s § 23 ods. 2 zákona o štátnej pomoci v slovenskom jazyku na príslušnom notifikačnom formulári.<sup>60</sup>

Výnimky zo všeobecnej notifikačnej povinnosti:

- minimálna pomoc
- skupinové výnimky,
- individuálna pomoc poskytovaná na základe platných a účinných schém minimálnej pomoci,
- individuálna pomoc poskytovaná na základe platných a účinných schém štátnej pomoci.

V týchto prípadoch je možné poskytnúť pomoc bez jej predchádzajúcej notifikácie Európskej komisii, musia byť však splnené všetky podmienky stanovené zákonom o štátnej pomoci a príslušnou legislatívou Európskej únie.<sup>61</sup>

### Poskytnutá štátna pomoc v Slovenskej republike

Správa o poskytnutej štátnej pomoci v Slovenskej republike za príslušný rok sa predkladá na rokovanie vlády SR v súlade so zákonom o štátnej pomoci. Predložená správa sa vypracováva na základe podkladov, ktoré podľa § 16 ods. 4 zákona o štátnej pomoci predložili poskytovatelia štátnej pomoci. Forma a obsah predkladanej správy zodpovedajú požiadavkám Európskej komisie na predkladanie ročných správ o poskytnutej štátnej pomoci v súlade s nariadením Komisie (ES) č. 794/2004 z 21. apríla 2004, ktoré vykonáva nariadenie Rady (ES) č. 659/1999, ktorým sa ustanovujú podrobné pravidlá uplatňovania článku 93 Zmluvy o ES (Ú.v. EÚ L 140, 30.4.2004,s. 1) v platnom znení. Správa faktograficky a sumárne zachytáva smerovanie štátnej pomoci od poskytovateľov štátnej pomoci k prijímateľom štátnej pomoci a zároveň prezentuje hlavné tendencie vo vývoji poskytovania štátnej pomoci. Správa hodnotí poskytnutú štátnu pomoc v príslušnom roku a dáva ucelený prehľad štátnej pomoci podľa účelov, kategórií a poskytovateľov štátnej pomoci.

Celkový objem štátnej pomoci poskytnutej v SR v roku 2015 predstavoval sumu 440,65 mil. eur (tab. 3), z toho 207,01 mil. eur bolo poskytnutých z národných zdrojov a 233,64 mil. eur predstavovali prostriedky z fondov EÚ.

Tab. 3 Celkový objem štátnej pomoci v SR (2007 – 2015)<sup>62</sup>

---

<sup>60</sup> Schémy pomoci de minimis.-[on-line] Available on - URL:<http://www.finance.gov.sk/Default.aspx?CatID=4458>

<sup>61</sup> Schémy pomoci de minimis.-[on-line] Available on - URL:<http://www.finance.gov.sk/Default.aspx?CatID=4458>

<sup>62</sup> Správa o poskytnutej štátnej pomoci v Slovenskej republike za rok 2016. - [on-line] Available on - URL:[http://www.rokovania.sk/File.aspx/ViewDocumentHtml/Mater-Dokum-200854?prefixFile=m\\_](http://www.rokovania.sk/File.aspx/ViewDocumentHtml/Mater-Dokum-200854?prefixFile=m_)

**VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017**

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

Rok	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Štátna pomoc v mil. eur	300,93	406,08	440,27	454,83	352,42	295,80	290,74	322,14	440,65
Štátna pomoc v mil. Sk	10 165,85	12 233,48	13 262,37	-	-	-	-	-	-

Poznámka k tab.3: Celkový objem štátnej pomoci za obdobie rokov 2007 – 2008 je prepočítaný na euro podľa priemerných ročných kurzov stanovených Národnou bankou Slovenska. Celkový objem štátnej pomoci za roky 2009 - 2015 je prepočítaný na slovenské koruny podľa konverzného kurzu 30,126

Celková výška štátnej pomoci poskytnutá v roku 2015 sa v porovnaní s rokom 2014 zvýšila o 118,51 mil. eur, čo predstavuje nárast o 36,79 %. V tab. 4 je uvedený podiel poskytnutej štátnej pomoci z HDP na obyvateľa, na zamestnanca a z výdavkov štátneho rozpočtu za rok 2015. Prehľad poskytnutej štátnej pomoci v SR za rok 2015 podľa účelov pomoci (podľa klasifikácie účelov pomoci vypracovanej EK) je uvedený v tab. 5.

**Tab. 4 Podiely poskytnutej štátnej pomoci v SR v roku 2015**

Rok	Podiel poskytnutej štátnej pomoci			
	z HDP (v %)	na obyvateľa v eurách	na pracujúceho v eurách	z výdavkov štátneho rozpočtu (v %)
2015	0,56	81,21	179,68	2,40

Poznámka k tab. 4: Pre výpočet jednotlivých hodnôt boli použité údaje z materiálu: "Štatistická správa o základných vývojových tendenciách v hospodárstve SR v 4. štvrťroku 2015" a informácie o výdavkoch štátneho rozpočtu v SR za rok 2015 z Interaktívneho rozpočtového portálu ([www.rozpocet.sk](http://www.rozpocet.sk)).

**Tab. 5 Prehľad štátnej pomoci podľa účelov pomoci za rok 2015 <sup>63</sup>**

ÚČELY POMOCI	Výška pomoci za rok 2015	
	v % z celkovej výšky pomoci	(v mil. eur)
Horizontálna pomoc celkom	74,60	328,73
z toho:		
Regióny podľa článku 107 (3)(a) Zmluvy o fungovaní EÚ	49,82	219,51
Kultúra a záchrana kultúrneho dedičstva	4,66	20,52
Výskum, vývoj a inovácie	11,96	52,71
Zamestnanosť	0,12	0,53
Vzdelávanie	1,20	5,30
Životné prostredie	6,84	30,16
Odvetvová pomoc celkom	4,39	19,32
Doprava	1,59	6,99
Telekomunikácie	2,76	12,14
Uhoľný priemysel	0,04	0,19
Iné - Výroba energie, prenos a rozvod	15,28	67,33
Pôdohospodárstvo	5,73	25,27
Štátna pomoc za SR celkom	100,00	440,65

<sup>63</sup> Správa o poskytnutej štátnej pomoci v Slovenskej republike za rok 2016. - [on-line] Available on - URL: [http://www.rokovania.sk/File.aspx/ViewDocumentHtml/Mater-Dokum-200854?prefixFile=m\\_](http://www.rokovania.sk/File.aspx/ViewDocumentHtml/Mater-Dokum-200854?prefixFile=m_)



## 7. Poskytovanie štátnej pomoci pre životné prostredie v SR

Na ochranu životného prostredia bola v roku 2015 poskytnutá štátna pomoc colnými úradmi a MŽP SR 332 prijímateľom, v celkovej výške 30,16 mil. eur. Colné úrady poskytli štátnu pomoc formou daňového zvýhodnenia 327 prijímateľom v celkovej výške 21,81 mil. eur prostredníctvom nasledovných schém štátnej pomoci:

- daňové zvýhodnenie na podporu rozvoja používania pohonných látok z obnoviteľných zdrojov, vyplývajúce zo smernice Rady 2003/96/ES (Biopalivá), schéma štátnej pomoci, č. N 360/2006. Štátna pomoc bola poskytnutá 11 prijímateľom v celkovej výške 2,95 mil. eur.
- daňové zvýhodnenie uplatňované na elektrinu, uhlie a zemný plyn podľa smernice Rady 2003/96/ES o reštrukturalizácii právneho rámca spoločenstva pre zdaňovanie energetických výrobkov a elektriny, schéma štátnej pomoci, č. NN 63/2009. Štátna pomoc bola poskytnutá 316 prijímateľom v celkovej výške 18,86 mil. eur.

MŽP SR poskytlo podľa Schémy štátnej pomoci na ochranu životného prostredia v oblasti ochrany ovzdušia a minimalizácie nepriaznivých vplyvov zmeny klímy pre programové obdobie 2007 – 2013 (skupinová výnimka), č. X 588/2009 štátnu pomoc 5 prijímateľom v celkovej výške 8,35 mil. eur. V porovnaní s rokom 2014 sa výška štátnej pomoci na tento účel zvýšila o 4,08 mil. eur, t. j. o 15,64 %.

Tab. 6 Poskytnutá štátna pomoc pre životné prostredie v SR v roku 2015

Výška pomoci	30,16	mil. eur
	6,84	% z celkovej pomoci
Forma pomoci	72,31	% daňové zvýhodnenie
	27,69	% NFP
Poskytovateľ		colné úrady, MŽP SR

**VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017**

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

**Tab. 7 Výška poskytnutej štátnej pomoci pre životné prostredie podľa rokov 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70**

	Výška poskytnutej štátnej pomoci pre životné prostredie podľa rokov							
	ROK	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
mil. €		75,03	87,33	22,39	13,22	33,60	26,08	30,16
% z celkovej pomoci		17,04	19,18	6,35	4,50	11,56	8,10	6,84

**Tab. 8 Forma poskytnutej štátnej pomoci pre životné prostredie podľa rokov <sup>71, 72, 73, 74, 75, 76, 77,</sup>**

	Forma poskytnutej štátnej pomoci pre životné prostredie podľa rokov							
	ROK	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
% daňové zvýhodnenie		♦	♦	♦	♦	90,95	86,62	72,31
% nenávratný finančný príspevok		♦	♦	♦	♦	9,05	13,38	27,69

<sup>64</sup> Správa o poskytnutej štátnej pomoci v Slovenskej republike za rok 2015. Protimonopolný úrad SR. Bratislava, máj 2016, s.44. - [on-line] Available on - URL: [http://www.statnapomoc.sk/wp-content/uploads/2016/09/04\\_Vlastny-material3.pdf](http://www.statnapomoc.sk/wp-content/uploads/2016/09/04_Vlastny-material3.pdf)

<sup>65</sup> Správa o poskytnutej štátnej pomoci v Slovenskej republike za rok 2014. Ministerstvo financií Slovenskej republiky, Bratislava, máj 2015, s.15 - [on-line] Available on - URL: <http://www.statnapomoc.sk/wp-content/uploads/2015/06/Sprava.pdf>

<sup>66</sup> Správa o poskytnutej štátnej pomoci v Slovenskej republike za rok 2013. Ministerstvo financií Slovenskej republiky, Bratislava. [on-line] Available on – URL: [http://www.statnapomoc.sk/wp-content/uploads/2014/12/3\\_Sprava\\_o\\_poskyt\\_SP\\_2013.pdf](http://www.statnapomoc.sk/wp-content/uploads/2014/12/3_Sprava_o_poskyt_SP_2013.pdf)

<sup>67</sup> Správa o poskytnutej štátnej pomoci v Slovenskej republike za rok 2012. Ministerstvo financií Slovenskej republiky, Bratislava. [on-line] Available on – URL: [http://www.statnapomoc.sk/wp-content/uploads/2014/12/Sprava\\_o\\_poskyt\\_SP\\_2012.pdf](http://www.statnapomoc.sk/wp-content/uploads/2014/12/Sprava_o_poskyt_SP_2012.pdf)

<sup>68</sup> Správa o poskytnutej štátnej pomoci v Slovenskej republike za rok 2011. Ministerstvo financií Slovenskej republiky, Bratislava. [on-line] Available on – URL: [http://www.statnapomoc.sk/wp-content/uploads/2014/12/3\\_Sprava\\_o\\_poskyt\\_SP\\_2011.pdf](http://www.statnapomoc.sk/wp-content/uploads/2014/12/3_Sprava_o_poskyt_SP_2011.pdf)

<sup>69</sup> Správa o poskytnutej štátnej pomoci v Slovenskej republike za rok 2010. Ministerstvo financií Slovenskej republiky, Bratislava. [on-line] Available on – URL: [http://www.statnapomoc.sk/wp-content/uploads/2014/12/3.Sprava\\_o\\_poskyt\\_SP\\_v\\_SR\\_za\\_rok\\_2010.pdf](http://www.statnapomoc.sk/wp-content/uploads/2014/12/3.Sprava_o_poskyt_SP_v_SR_za_rok_2010.pdf)

<sup>70</sup> Správa o poskytnutej štátnej pomoci v Slovenskej republike za rok 2009. Ministerstvo financií Slovenskej republiky, Bratislava, máj 2010. [on-line] Available on – URL: [http://www.statnapomoc.sk/wp-content/uploads/2014/12/Sprava\\_o\\_poskytnutej\\_st\\_pom.pdf](http://www.statnapomoc.sk/wp-content/uploads/2014/12/Sprava_o_poskytnutej_st_pom.pdf)

<sup>71</sup> Správa o poskytnutej štátnej pomoci v Slovenskej republike za rok 2015. Protimonopolný úrad SR. Bratislava, máj 2016, s.44. - [on-line] Available on - URL: [http://www.statnapomoc.sk/wp-content/uploads/2016/09/04\\_Vlastny-material3.pdf](http://www.statnapomoc.sk/wp-content/uploads/2016/09/04_Vlastny-material3.pdf)

<sup>72</sup> Správa o poskytnutej štátnej pomoci v Slovenskej republike za rok 2014. Ministerstvo financií Slovenskej republiky, Bratislava, máj 2015, s.15 - [on-line] Available on - URL: <http://www.statnapomoc.sk/wp-content/uploads/2015/06/Sprava.pdf>

<sup>73</sup> Správa o poskytnutej štátnej pomoci v Slovenskej republike za rok 2013. Ministerstvo financií Slovenskej republiky, Bratislava. [on-line] Available on – URL: [http://www.statnapomoc.sk/wp-content/uploads/2014/12/3\\_Sprava\\_o\\_poskyt\\_SP\\_2013.pdf](http://www.statnapomoc.sk/wp-content/uploads/2014/12/3_Sprava_o_poskyt_SP_2013.pdf)

<sup>74</sup> Správa o poskytnutej štátnej pomoci v Slovenskej republike za rok 2012. Ministerstvo financií Slovenskej republiky, Bratislava. [on-line] Available on – URL: [http://www.statnapomoc.sk/wp-content/uploads/2014/12/Sprava\\_o\\_poskyt\\_SP\\_2012.pdf](http://www.statnapomoc.sk/wp-content/uploads/2014/12/Sprava_o_poskyt_SP_2012.pdf)

<sup>75</sup> Správa o poskytnutej štátnej pomoci v Slovenskej republike za rok 2011. Ministerstvo financií Slovenskej republiky, Bratislava. [on-line] Available on – URL: [http://www.statnapomoc.sk/wp-content/uploads/2014/12/3\\_Sprava\\_o\\_poskyt\\_SP\\_2011.pdf](http://www.statnapomoc.sk/wp-content/uploads/2014/12/3_Sprava_o_poskyt_SP_2011.pdf)

<sup>76</sup> Správa o poskytnutej štátnej pomoci v Slovenskej republike za rok 2010. Ministerstvo financií Slovenskej republiky, Bratislava. [on-line] Available on – URL: [http://www.statnapomoc.sk/wp-content/uploads/2014/12/3.Sprava\\_o\\_poskyt\\_SP\\_v\\_SR\\_za\\_rok\\_2010.pdf](http://www.statnapomoc.sk/wp-content/uploads/2014/12/3.Sprava_o_poskyt_SP_v_SR_za_rok_2010.pdf)

<sup>77</sup> Správa o poskytnutej štátnej pomoci v Slovenskej republike za rok 2009. Ministerstvo financií Slovenskej republiky, Bratislava, máj 2010. [on-line] Available on – URL: [http://www.statnapomoc.sk/wp-content/uploads/2014/12/Sprava\\_o\\_poskytnutej\\_st\\_pom.pdf](http://www.statnapomoc.sk/wp-content/uploads/2014/12/Sprava_o_poskytnutej_st_pom.pdf)

**VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017**

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

% daňová úľava	♦	♦	♦	95,46	♦	♦	♦
% dotácia, nenávratný finančný príspevok	♦	♦	♦	4,54	♦	♦	♦
% oslobodenie alebo zníženie spotrebnej dane	99,00	99,86	99,69	♦	♦	♦	♦
% zvýhodnený úver	1,00	0,14	0,31	♦	♦	♦	♦

*Poznámka: ♦ - neuvádzané v správe o poskytnutej štátnej pomoci v Slovenskej republike za príslušný rok*

## 8. Záver

Medzi nástroje uplatňované v environmentálnej politike patrí účelové poskytovanie finančných zdrojov. Plnenie Európskej dohody o pridružení zaviazalo Slovenskú republiku zabezpečiť transparentnosť a prehľadnosť v oblasti poskytovania štátnej pomoci. Podľa Článku 64 Európskej dohody o pridružení bol pripravený zákon o štátnej pomoci. Národná rada Slovenskej republiky schválila dňa 26. augusta 1999 zákon č. 231/1999 Z.z. o štátnej pomoci, ktorý nadobudol účinnosť 1. januára 2000. Táto právna norma bola čiastočne kompatibilná s právom Európskej únie. Úplná kompatibilita bola dosiahnutá prijatím novely zákona o štátnej pomoci č. 434/2001 Z.z., ktorý nadobudol účinnosť 1.11.2001. Zákon bol postupne dplňaný v súvislosti s prijatím viacerých právnych predpisov. Zákon rešpektoval základné princípy vyplývajúce z právnych predpisov EÚ, ktoré upravujú poskytovanie a monitorovanie štátnej pomoci. Dňa 10. novembra 2015 bol schválený zákon č. 358/2015 Z. z. o úprave niektorých vzťahov v oblasti štátnej pomoci a minimálnej pomoci a o zmene a doplnení niektorých zákonov. V novom zákone o štátnej pomoci sa posilnila úloha koordinátora štátnej pomoci tak, aby jeho stanoviská a pozície boli záväzné. Súčasne sa vytvoril právny rámec pre zriadenie centrálného registra pre minimálnu pomoc a pre štátnu pomoc, ktorý by mal zahŕňať aj individuálnu pomoc a pomoc podliehajúcu všeobecnej skupinovej výnimke, vzhľadom na to, že transparentnosť, pokiaľ ide o poskytovanie štátnej pomoci je kľúčovým prvkom modernizácie pravidiel štátnej pomoci. Inštitút poskytovania štátnej pomoci má významnú funkciu v environmentálnej politike. Poskytovatelia i príjemcovia štátnej pomoci si musia byť vedomí zákonných povinností vyplývajúcich zo zákona o štátnej pomoci.

## Zoznam bibliografických odkazov

6. environmentálny akčný program. - [on-line] Available on - URL:

>[http://www.eppgroup.eu/policies/envi/archive/kn\\_42\\_sk.asp](http://www.eppgroup.eu/policies/envi/archive/kn_42_sk.asp)

Záverečné posúdenie 6. environmentálneho akčného programu poukazuje na pokrok v oblasti environmentálnej politiky – avšak aj na nedostatky pri jeho realizácii. - [on-line] Available on

-

URL:

><http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/11/996&format=HTML&age d=0&language=SK&guiLanguage=en><

**VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017**

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

A European Communities programme of policy and action in relation to the environment (first programme), OJ C 62,31.7.1973

Aid by main objectives – million EUR. - [on-line] Available on - URL: [http://ec.europa.eu/eurostat/tgm\\_comp/refreshTableAction.do?tab=table&plugin=1&pcod=e=comp\\_sa\\_01&language=en](http://ec.europa.eu/eurostat/tgm_comp/refreshTableAction.do?tab=table&plugin=1&pcod=e=comp_sa_01&language=en)

Akčný plán štátnej pomoci – menšia a lepšie zacielená štátna pomoc: orientačný plán reformy štátnej pomoci na roky 2005 – 2009. -KOM(2005) 107 v konečnom znení, Brusel 7.6.2005. - [on-line] Available on - URL: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/?uri=CELEX:52005DC0107>

Biela kniha (1995a) – Príprava asociovaných krajín strednej a východnej Európy na integráciu do vnútorného trhu Únie, Brusel,3.5.1995,COM(95)163, konečné znenie. - Jori-press,Bratislava, 38 pp.

Biela kniha (1995b) – Príloha - príprava asociovaných krajín strednej a východnej Európy na integráciu do vnútorného trhu Únie, Brusel,10.5.1995,COM(95)163, konečné znenie/2. -Jori-press, Bratislava, 467 pp.

Hlava VII Spoločné pravidlá pre hospodársku súťaž, zdaňovanie a aproximáciu práva, kap. 1, odd.1, čl. 101, Konsolidované znenie Zmluvy o Európskej únii a Zmluvy o fungovaní Európskej únie . Úradný vestník C 326 , 26/10/2012 S. 0001 - 0390

Konsolidované znenie Zmluvy o Európskej únii a Zmluvy o fungovaní Európskej únie, 2012/C 326/01, Úradný vestník EÚ, L 341/10, 18.12.2013, [https://www.ecb.europa.eu/ecb/legal/pdf/c\\_32620121026sk.pdf](https://www.ecb.europa.eu/ecb/legal/pdf/c_32620121026sk.pdf)

Konsolidované znenie Zmluvy o Európskej únii a Zmluvy o fungovaní Európskej únie - Protokoly - Prílohy - Vyhlásenia pripojené k záverečnému aktu medzivládnej konferencie, ktorá prijala Lisabonskú zmluvu podpísanú 13. decembra 2007 - Tabuľky zhody, Úradný vestník C 326 , 26/10/2012 S. 0001 - 0390

Konsolidované znenie Zmluvy o Európskej únii a Zmluvy o fungovaní Európskej únie - Zmluva o Európskej únii (Konsolidované znenie) - Zmluva o fungovaní Európskej únie (Konsolidované znenie), Úradný vestník C 326 , 26/10/2012 S. 0001 - 0390

Konsolidované znenie Zmluvy o fungovaní Európskej únie - TRETIA ČASŤ: VNÚTORNÉ POLITIKY A ČINNOSTI ÚNIE - HLAVA VII: SPOLOČNÉ PRAVIDLÁ PRE HOSPODÁRSKU SÚŤAŽ, ZDAŇOVANIE A APROXIMÁCIU PRÁVA - Kapitola 1: Pravidlá hospodárskej súťaže - Oddiel 2: Pomoc poskytovaná štátmi - Článok 107 (bývalý článok 87 ZES)Úradný vestník 115 , 09/05/2008 S. 0091 – 0092. --[on-line] Available on - URL: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/HTML/?uri=CELEX:12008E107&from=EN>

VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

Konsolidované znenie Zmluvy o fungovaní Európskej únie. - Úradný vestník 115 , 09/05/2008 S. 0091 – 0092. - [on-line] Available on - URL: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/HTML/?uri=CELEX:12008E107&from=EN>

Ministerstvo financií Slovenskej republiky, Bratislava. [on-line] Available on – URL: <http://www.finance.gov.sk/Default.aspx?CatID=4458>

Nariadenie Rady (EÚ) č. 733/2013 z 22. júla 2013, ktorým sa mení nariadenie (ES) č. 994/98 o uplatňovaní článkov 92 a 93 Zmluvy o založení Európskeho spoločenstva na určité kategórie horizontálnej štátnej pomoci. - [on-line] Available on - URL: [http://www.mfsr.sk/Components/CategoryDocuments/s\\_LoadDocument.aspx?categoryId=5580&documentId=10216](http://www.mfsr.sk/Components/CategoryDocuments/s_LoadDocument.aspx?categoryId=5580&documentId=10216)

O štátnej pomoci. -[on-line] Available on - URL: <http://www.statnapomoc.sk/>

Oznámenie Komisie o pojme štátna pomoc uvedenom v článku 107 ods. 1 Zmluvy o fungovaní Európskej únie (2016/C262/01). - [on-line] Available on - URL: [http://www.statnapomoc.sk/wp-content/uploads/2016/12/Oznamenie-o-pojme-pomoc\\_SK1.pdf](http://www.statnapomoc.sk/wp-content/uploads/2016/12/Oznamenie-o-pojme-pomoc_SK1.pdf)

Piaty environmentálny akčný program "K trvalej udržateľnosti" prijatý v roku 1993, (OJ C 138, 17.5.1993)

Pravidlá pre posudzovanie horizontálnej štátnej pomoci. --[on-line] Available on - URL: <http://www.mfsr.sk/Default.aspx?CatID=5580>

Prehľad schválenej a neschválenej štátnej pomoci – Úrad pre štátnu pomoc, Bratislava. - [on-line] Available on - URL: <http://www.usp.sk>

Ročné správy o poskytnutej štátnej pomoci. - [on-line] Available on - URL: <http://www.statnapomoc.sk/?cat=8> [issue date: 2016-10-08]

Rozhodnutie EP a Rady o všeobecnom environmentálnom akčnom programe Únie do roku 2020 „Dobrý život v rámci možností našej planéty, V Bruseli 29. 11. 2012, COM(2012) 710 final, 2012/0337 (COD)

Rozsudok Súdneho dvora z 21. júla 2011, Alcoa Trasformazioni / Komisia, C-194/09P, ECLI:EU:C:2011:497, bod 125.

Rozsudok Súdneho dvora z 22. decembra 2008, British Aggregates / Komisia, C-487/06P, ECLI:EU:C:2008:757, bod 111.

Rusko, M. - Balog, K., 2004: Štátna pomoc na životné prostredie a regióny v Európskej únii a Slovenskej republike. - In: Akademická Dubnica 2004 : II. diel. - Bratislava : STU v Bratislave, ISBN 80-227-2076-3. - s. 489-492

VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

Rusko, M. - Česnek, K., 2002: Schvaľovanie štátnej pomoci na životné prostredie. - In: XXI. Plavebné dni 2002. s. 348-354

Rusko, M., 2002: Právna úprava poskytovania štátnej pomoci na životné prostredie v Európskej únii a Slovenskej republike. - In: Euroregión Tatry - súčasť Zelených Karpát, s. 59-63

Rusko, M., 2006: Environmentálna a regionálna štátna pomoc v Európskej únii a Slovenskej republike. Environmental and regional state aid in the European Union and Slovak Republic. - In: Monitorovanie a hodnotenie stavu životného prostredia VI : Zborník referátov. - Zvolen : TU, ISBN 80-228-1685-X. - s. 281-289

Rusko, M., 2007: Environmentálna politika. - In: Planeta. ISSN 1801-6898. Roč. XV, č. 2 (2007), s. 14-16

Schémy pomoci de minimis.-[on-line] Available on - URL:  
<http://www.finance.gov.sk/Default.aspx?CatID=4458>

Správa o poskytnutej štátnej pomoci v Slovenskej republike za rok 2016. - [on-line] Available on - URL: <http://www.rokovania.sk/File.aspx/ViewDocumentHtml/Mater-Dokum-200854?prefixFile=m>

Správa o poskytnutej štátnej pomoci v Slovenskej republike za rok 2015. - [on-line] Available on - URL: [http://www.statnapomoc.sk/wp-content/uploads/2016/09/04\\_Vlastny-material3.pdf](http://www.statnapomoc.sk/wp-content/uploads/2016/09/04_Vlastny-material3.pdf)

Správa o poskytnutej štátnej pomoci v Slovenskej republike za rok 2015. Protimonopolný úrad SR. Bratislava, máj 2016, s.44. - [on-line] Available on - URL: [http://www.statnapomoc.sk/wp-content/uploads/2016/09/04\\_Vlastny-material3.pdf](http://www.statnapomoc.sk/wp-content/uploads/2016/09/04_Vlastny-material3.pdf)

Správa o poskytnutej štátnej pomoci v Slovenskej republike za rok 2014. Ministerstvo financií Slovenskej republiky, Bratislava, máj 2015, s.15 - [on-line] Available on - URL: <http://www.statnapomoc.sk/wp-content/uploads/2015/06/Sprava.pdf>

Správa o poskytnutej štátnej pomoci v Slovenskej republike za rok 2013. Ministerstvo financií Slovenskej republiky, Bratislava. [on-line] Available on - URL: [http://www.statnapomoc.sk/wp-content/uploads/2014/12/3\\_Sprava\\_o\\_poskyt\\_SP\\_2013.pdf](http://www.statnapomoc.sk/wp-content/uploads/2014/12/3_Sprava_o_poskyt_SP_2013.pdf)

Správa o poskytnutej štátnej pomoci v Slovenskej republike za rok 2012. Ministerstvo financií Slovenskej republiky, Bratislava. [on-line] Available on - URL: [http://www.statnapomoc.sk/wp-content/uploads/2014/12/Sprava\\_o\\_poskyt\\_SP\\_2012.pdf](http://www.statnapomoc.sk/wp-content/uploads/2014/12/Sprava_o_poskyt_SP_2012.pdf)

Správa o poskytnutej štátnej pomoci v Slovenskej republike za rok 2011. Ministerstvo financií Slovenskej republiky, Bratislava. [on-line] Available on - URL: [http://www.statnapomoc.sk/wp-content/uploads/2014/12/3\\_Sprava\\_o\\_poskyt\\_SP\\_2011.pdf](http://www.statnapomoc.sk/wp-content/uploads/2014/12/3_Sprava_o_poskyt_SP_2011.pdf)

VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

Správa o poskytnutej štátnej pomoci v Slovenskej republike za rok 2010. Ministerstvo financií Slovenskej republiky, Bratislava. [on-line] Available on – URL: [http://www.statnapomoc.sk/wp-content/uploads/2014/12/3.Sprava\\_o\\_poskyt\\_SP\\_v\\_SR\\_za\\_rok\\_2010.pdf](http://www.statnapomoc.sk/wp-content/uploads/2014/12/3.Sprava_o_poskyt_SP_v_SR_za_rok_2010.pdf)

Správa o poskytnutej štátnej pomoci v Slovenskej republike za rok 2009. Ministerstvo financií Slovenskej republiky, Bratislava, máj 2010. [on-line] Available on – URL: [http://www.statnapomoc.sk/wp-content/uploads/2014/12/Sprava\\_o\\_poskytnutej\\_st\\_pom.pdf](http://www.statnapomoc.sk/wp-content/uploads/2014/12/Sprava_o_poskytnutej_st_pom.pdf)

State aid control. - [on-line] Available on - URL: [http://ec.europa.eu/competition/state\\_aid/overview/index\\_en.html](http://ec.europa.eu/competition/state_aid/overview/index_en.html)

Strážnická V. (1998): Zmluva o Európskej únii – s úplným znením Zmluvy o založení Európskeho spoločenstva. – SAP, Bratislava, 358 pp.

Strážnická V. (1999): Zmluva o Európskej únii – amsterdamské znenie. Platné znenie Zmluvy o Európskej únii a Zmluvy o založení Európskeho spoločenstva. - SAP, Bratislava, 207 pp.

Šíbl D. (1998): Európska únia – encyklopédia.- SPRINT, Bratislava, 432 pp.

Štátna podpora v európskom kontexte. - [on-line] Available on - URL: <http://www.ulclegal.com/sk/bulletin-pro-bono/ine/5136-statna-podpora-v-europskom-kontexte>

Štátna pomoc č. SA.37447 (2013/N) –Slovenská republika Mapa regionálnej pomoci na roky 2014 – 2020. V Bruseli 22.1.2014 , C (2014) 105. - [on-line] Available on - URL: [http://ec.europa.eu/competition/state\\_aid/cases/250127/250127\\_1548744\\_63\\_2.pdf](http://ec.europa.eu/competition/state_aid/cases/250127/250127_1548744_63_2.pdf)

The 7th Environment Action Programme. -[on-line] Available on - URL: <http://ec.europa.eu/environment/action-programme/>

The Sixth Environment Action Programme of the European Community 2002-2012. - [on-line] Available on - URL:><http://ec.europa.eu/environment/newprg/final.htm><

Towards Sustainability - the European Community Programme of policy and action in relation to the environment and sustainable development (better known as The Fifth EC Environmental Action Programme). - [on-line] Available on - URL: ><http://ec.europa.eu/environment/actionpr.htm><

Ú. v. ES L 242, 10.9.2002, s. 1.

ÚOHS (2000): Veřejná podpora – Příručka pro poskytovatele a příjemce veřejné podpory. – Úřad pro ochranu hospodářské soutěže, Brno, 28 pp.

VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

Zákon č. 358/2015 Z. z. o úprave niektorých vzťahov v oblasti štátnej pomoci a minimálnej pomoci a o zmene a doplnení niektorých zákonov,

Zákon č. 59/2000 Sb. o verejnej podpoře

Zákon NR SR č. 231/1999 Z.z. o štátnej pomoci

Životné prostredie. - [on-line] Available on - URL:  
<http://www.mfsr.sk/Default.aspx?CatID=5583><sup>1</sup> Akčný plán štátnej pomoci – menšia a lepšie zacielená štátna pomoc: orientačný plán reformy štátnej pomoci na roky 2005 – 2009. - KOM(2005) 107 v konečnom znení, Brusel 7.6.2005. - [on-line] Available on - URL: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/?uri=CELEX:52005DC0107>



## POŽIARNO-BEZPEČNOSTNÉ RIEŠENIA VYBRANEJ STAVBY

### SOLUTIONS FOR FIRE SAFETY OF CHOSEN BUILDING

Patrik SČENSNÝ – Anna DANIHELOVÁ

Katedra protipožiarnej ochrany, Drevárska fakulta, Technická Univerzita vo Zvolene, ul. T.G.  
Masaryka 24, 960 53 Zvolen, +421-45-520 6166 , [pato2393@gmail.com](mailto:pato2393@gmail.com)

#### Abstrakt

Príspevok prezentuje rozdiely v prístupoch riešenia protipožiarnej bezpečnosti nevýrobnej stavby v minulosti a v súčasnosti na príklade materskej školy. Vychádza z pôvodného riešenia protipožiarnej bezpečnosti predmetnej stavby realizovanej v roku 1980. Toto riešenie bolo konfrontované s riešením vypracovaným podľa aktuálnych požiadaviek a predpisov. Na základe analýzy rozdielov v riešeníach je možné konštatovať, že požiadavky stanovené v súčasnej legislatíve jednoznačne prispeli k zvýšeniu protipožiarnej bezpečnosti stavby a tým aj bezpečnosti osôb nachádzajúcich sa v objekte.

**Kľúčové slová:** Nevýrobné stavby · Osoby s obmedzeniami · Požiarne riziko · Požiarny úsek · Protipožiarna ochrana.

#### Abstract

This article presents differences in solution approaches to the fire safety of nonproductive building in the past and in the present by the example of a nursery school. It is based on the original fire safety solution of the building in question from 1980. This solution was confronted with a new solution elaborated according to the current requirements and regulations. Based on the analysis of differences in solutions, it is possible to conclude that requirements laid down in current legislation have clearly contributed to increase in fire safety of building and safety of people located in the building as well.

**Keywords:** Disabled People · Fire compartment · Fire danger · Fire protection · Nonproductive buildings.

## 1. Úvod

S postupom času je čoraz nutnejšie dbať na ochranu obyvateľov. Preto sa pri výstavbe nových a úprave už existujúcich stavieb postupne uplatňujú pravidlá, ktoré musia tieto stavby spĺňať počas celej doby svojej životnosti. Najväčšie nebezpečenstvo je práve vznik požiaru. K zníženiu rizika slúži tvorba a aktualizácia legislatívy, noriem a určovanie požiadaviek,

ktoré stavba musí spĺňať. Jednou z nich je práve požiadavka na vypracovanie projektovej dokumentácie o požiarnej ochrane stavby (Vyhláška 94/2004).

Medzi najcitlivejšie budovy patria tie, v ktorých sa nachádza veľký počet osôb. Príkladom je predmetná stavba materskej školy, ktorá bola vybudovaná pred takmer štyridsiatimi rokmi. Stavby budované v tomto období v drvivej väčšine nespĺňajú požiadavky určené legislatívou, pritom by mali byť zabezpečené na veľmi vysokej úrovni z dôvodu prítomnosti detí, ktoré sa považujú za osoby s obmedzenou schopnosťou orientácie a pohybu.

Príspevok je zameraný na zhodnotenie rozdielov v požiadavkách obsiahnutých v legislatíve zaoberajúcou sa požiarou bezpečnosťou stavieb do roku 1980 a aktuálnych. Posúdenie bolo realizované na vybranej stavbe materskej školy.

## 2. Požiadavky pri riešení požiarnej bezpečnosti stavieb

### 2.1. Legislatíva do roku 1980

Hlavnou normou, ktorá sa zaoberala požiarou bezpečnosťou stavieb v tomto období bola ČSN 730802 – Požiarne bezpečnosť pre nevýrobné objekty.

### 2.2. Súčasná legislatíva

Do roku 2001 sa táto problematika riadila československými predpismi. Neskôr vznikol zákon, ktorý určoval potrebu zabezpečenia stavby pred vznikom požiaru. Bol to zákon 314/2001 Z.z. (§ 4, písm. k) o ochrane pred požiarmi v znení neskorších predpisov. Kde je uvedená povinnosť právnickej a fyzickej osoby – podnikateľa zabezpečiť pri vypracúvaní projektovej dokumentácie stavieb dodržiavanie požiadaviek protipožiarnej bezpečnosti. Tieto požiadavky sa musia dodržiavať pri projektovaní, uskutočňovaní, užívaní a pri zmene užívania stavby. Spomenuté požiadavky zabezpečuje špecialista požiarnej ochrany. Jeho úlohou je vypracovanie riešenia PBS v projektovej dokumentácii stavby. Jednotlivé časti bezpečnosti stavieb sú definované v Slovenských technických a Európskych normách.

Projektová dokumentácia musí obsahovať:

- Členenie stavby na požiarne úseky,
- určenie požiarneho rizika,
- určenie požiadaviek na konštrukcie stavby,
- zabezpečenie evakuácie osôb a zvierat,
- určenie požiadaviek na únikové cesty,
- určenie odstupových vzdialeností,
- určenie požiaro-bezpečnostných opatrení,
- určenie zariadení na zásah (Kucbel, 2004).

### 3. Protipožiarna bezpečnosť vybranej stavby materskej školy

#### 3.1. Popis a umiestnenie hodnotenej stavby materskej školy

Budova škôlky je dvojpodlažná a nepodpivničená (Obrázok 1). Po celý čas svojej existencie súžila len na jeden účel, taktiež na nej nebola vykonaná žiadna rozsiahla rekonštrukcia. Rozloženie podlaží je zrkadlovo rozdelené do dvoch častí, pričom obidva podlažia sú totožné. Konštrukcia je murovaná a typ strešnej konštrukcie je pultový. Budova je pripojená na všetky typy inžinierskych sietí. Nachádza sa v západnej časti obce v blízkosti potoka. V čase výstavby sa v jej okolí nenachádzali iné budovy. V súčasnosti sa na náprotivnej strane prístupovej komunikácie nachádzajú rodinné domy.



Obrázok 12 Budova materskej školy (archív autora)

Figure 1 Nursery school building (author's archive)

#### 3.2. Projekt požiarnej bezpečnosti stavby z roku 1980

Pôvodný projekt škôlky bol vypracovaný v roku 1975. V roku 1980 bola dodatočne vypracovaná požiarne dokumentácia formou elaborátu, ktorý obsahoval výpočty požiarneho zaťaženia, ktoré je tvorené súčiniteľmi **a** a **b**, (Tabuľka 1).

Tabuľka 2 Vybrané parametre v pôvodnom vypracovaní

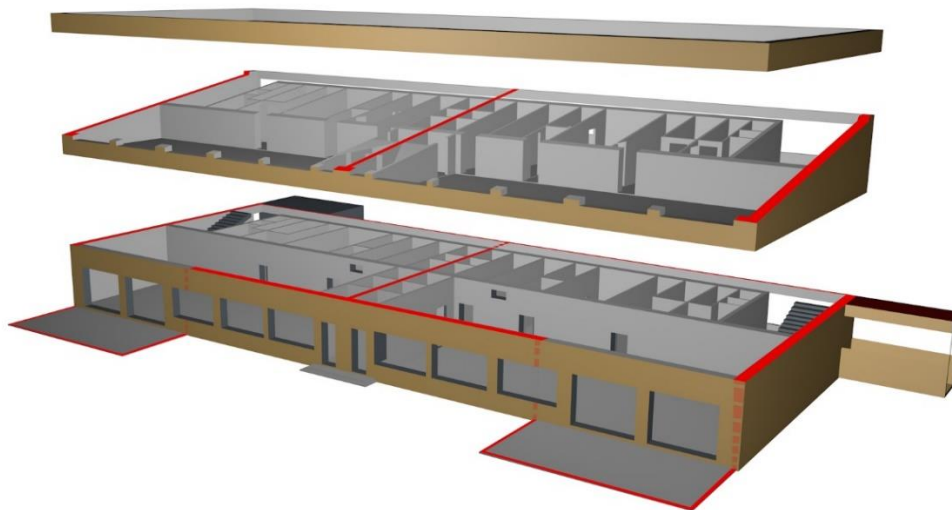
Table 1 Chosen parameters in original elaboration

	Plocha (m <sup>2</sup> )	Súčiniteľ a	Súčiniteľ b	Výpočtové požiarne zaťaženie (kg/m <sup>2</sup> )
Požiarne úsek 1 a 2	271,2	1,01	0,91	22,52
Požiarne úsek 3 a 4	233,11	1,01	0,7	17,32

Vo vypracovaní požiarnej dokumentácie sú uvedené výpočty únikových ciest, množstva hasiacich prístrojov a určenie potreby vybavenia stavby protipožiarne zariadeniami. Výkresovú časť tvorili pôdorysy podlaží a rezy. Pôvodná dokumentácia stavby obsahovala

rozdelenie na požiarne úseky s určením súčiniteľov horľavých látok a požiarneho nebezpečenstva, dovolenú a skutočnú plochu požiarneho úsekov. Vychádzajúc z výsledkov požiarneho nebezpečenstva bol stanovený stupeň požiarnej bezpečnosti a odolnosť požiarneho konštrukcií. Následne bola určená šírka únikových ciest, zariadenia na zásah a stanovenie normatívu hasiacich prístrojov, ktoré mali byť inštalované v určených priestoroch.

Pôvodne bola stavba rozdelená na štyri požiarne úseky. Jej 3D model je prezentovaný na Obrázku 2. Požiarne úseky tvorili jednotlivé triedy škôlky a príslušné priestory spojené s ich prevádzkou. Súčasťou bolo aj schodisko a časť loggie.



Obrázok 13 Rozdelenie budovy na požiarne úseky v pôvodnom vypracovaní (archív autora)

Figure 2 The division of building into fire compartments in original elaboration (author's archive)

Všetky požiarne úseky boli vzhľadom na ich požiarne zaťaženie zaradené do druhého stupňa požiarnej bezpečnosti. Konštrukcia je navrhnutá z tehlového muriva s hrúbkou 45 cm a požiarou odolnosťou 240 minút. Obvodové murivo z pórobetónových tvárnic hrúbky 30 cm a požiarou odolnosťou 240 minút. Deliace priečky z tehlového muriva hrúbky 10 a 15 cm z nehorľavého materiálu a odolnosťou 60 a 180 minút. Stropná konštrukcia je tvorená z PZD dosiek, ktoré sú kombinované s monolitickým železobetónom s hrúbkou 19 cm. Konštrukcia stropu je nehorľavá a má požiarou odolnosť 80 minút. Každá časť stavby podľa príslušnej normy vyhovovala podmienkam, ktoré určovali minimálnu požiarou odolnosť.

Šírka únikových ciest bola jedinou časťou, ktorá sa v projekte posudzovala (1 únikový pruh = 550 mm). Pri týchto výpočtoch sa vychádzalo z hodnôt, ktoré prislúchajú pre osoby s obmedzenou schopnosťou pohybu (Tabuľka 2).

Tabuľka 3 Šírka únikových ciest v pôvodnom vypracovaní

Figure 2 Width of escape routes in original elaboration

PÚ 1,2	PÚ 3,4
--------	--------

---

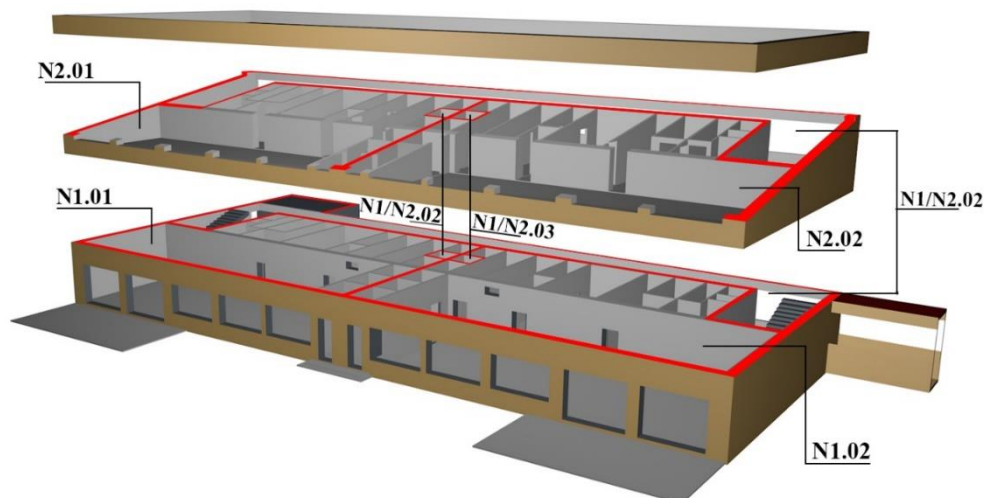
Počet únikových pruhov	1,295	1,44
Šírka únikovej cesty	0,71	0,79

---

K materskej škole je prístup požiarnej techniky po cestách obce. Výška stavby je menšia ako 22,5 m, teda nie je nutné vybudovanie vnútorných zásahových ciest. Únikové cesty sú vybavené hydrantmi C52. V stavbe boli navrhnuté 2 hasiace prístroje v každom požiarne úseku, teda spolu 8 ks HP.

### 3.3. Projekt požiarnej bezpečnosti stavby škôlky podľa súčasne platnej legislatívy

Pri novom vypracovaní dokumentácie sa vo všetkých častiach dokumentácie postupovalo podľa legislatívy, ktorá je platná na Slovensku, respektíve v Európe. Stavba bola rozdelená na sedem požiarne úsekov (Obrázok 3). Dôsledkom zvýšenia ich počtu bolo zvýšenie bezpečnosti stavby a teda aj osôb, ktoré sú v nej prítomné. Štyri požiarne úseky, ktoré obsahujú veľké triedy a príslušné priestory majú plochu 173,15 m<sup>2</sup>. Ďalšie dva požiarne úseky tvoria výťahy, ktoré museli byť určené ako samostatné požiarne úseky, pretože prechádzajú dvomi rôznymi požiarne úsekmi. Ich plocha je 1,08 m<sup>2</sup>. Posledný požiarne úsek tvorí loggia na oboch poschodiach a schodiská. Veľkosti všetkých PÚ svojou plochou vyhovujú.



Obrázok 14 Rozdelenie budovy na požiarne úseky v pôvodnom vypracovaní (archív autora)

Figure 3 The division of building into fire compartments in new elaboration (author's archive)

Požiarne výpočtové zaťaženie bolo počítané v súlade s STN 92 0201-1 Požiarne bezpečnosť stavieb. Časť 1: Požiarne riziko, veľkosť požiarneho úseku. Požiarne zaťaženie je tvorené náhodným a stálym požiarne zaťažením a tiež súčiniteľmi **a** a **b** (Tabuľka 3).

Tabuľka 3 Vybrané parametre v novom vypracovaní

Table 3 Chosen parameters in new elaboration

**VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017**

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

	Plocha (m <sup>2</sup> )	Súčiniteľ a	Súčiniteľ b	Výpočtové požiarne zaťaženie (kg/m <sup>2</sup> )
<b>PÚ N1.01 a N1.02</b>	173,45	0,92	0,95	29,82
<b>PÚ N2.01 a N2.02</b>	173,45	0,92	1,02	32,02
<b>PÚ N1/N2.01</b>	144,73	0,89	0,13	1,95
<b>PÚ N1/N2.02</b>	1,08	-	-	-
<b>a N1/N2.03</b>	1,08	-	-	-

Pri určovaní stupňa požiarnej bezpečnosti sa postupovalo v súlade s STN 92 0201-2 Stavebné konštrukcie. Zohľadňovalo sa výpočtové požiarne zaťaženie úsekov a požiarne výška posudzovanej stavby. Výsledkom bolo zaradenie všetkých úsekov do I. stupňa požiarnej bezpečnosti.

Pri evakuácii bol počítaný dovolený čas, dĺžka a šírka únikových ciest (Tabuľky 4, 5 a 6). Výpočty evakuácie osôb boli realizované podľa predpokladanej únikovej cesty, ktorá sa radí medzi nechránené pred účinkami požiaru, pričom sa vychádzalo s predpokladu, že v budove je 68 osôb. Uvedený počet osôb bol prebraný z údajov v pôvodnom projekte.

**Tabuľka 4** Posúdenie dovoleného času evakuácie v novom vypracovaní

Table 4 Assessment of allowed evacuation time in new elaboration

	Hodnota výpočtu	Dovolená hodnota	Posúdenie
<b>Prvá časť ÚC</b>	4,62 min		
<b>Druhá časť ÚC</b>	4,43 min = 12,31 min	3,5 min	NEVYHOVUJE
<b>Tretia časť ÚC</b>	3,26 min		

**Tabuľka 5** Posúdenie dĺžky únikových ciest v novom vypracovaní

Table 5 Assessment of allowed escape routes length in new elaboration

	Dovolená hodnota	Skutočná hodnota	Posúdenie
<b>Prvá časť ÚC</b>	-12,8 m	24,6 m	NEVYHOVUJE
<b>Druhá časť ÚC</b>	-15,5 m	9,4 m	NEVYHOVUJE
<b>Tretia časť ÚC</b>	44,7 m	36,9 m	VYHOVUJE

**Tabuľka 6** Posúdenie šírky únikových ciest v novom vypracovaní

Table 6 Assessment of allowed escape routes width in new elaboration

	Dovolená hodnota	Skutočná hodnota	Posúdenie
<b>Prvá časť ÚC</b>	1,5 úp	2,11 úp	NEVYHOVUJE

**VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017**

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

<b>Druhá časť ÚC</b>	2 úp	2,6 úp	NEVYHOVUJE
<b>Tretia časť ÚC</b>	2,72 úp	2,43 úp	VYHOVUJE

Pri určení odstupových vzdialeností sa vychádzalo z STN 92 0201-4: Odstupové vzdialenosti. Odstupy sú zaznačené vo výkresovej dokumentácii s veľkosťou určenou podľa výpočtu. Odstupová vzdialenosť zo severnej strany je 0,7 m a južnej 6 m. Z iných strán sa nenachádzajú požiarne otvorené plochy.

Podľa vyhlášky MV SR č. 699/2004 je nutné stavbu opatriť dodávkou vody s prietokom minimálne 12 l/s a objemom nádrže 22 m<sup>3</sup>.

Medzi zariadenia na protipožiarne zásah je potrebné zabezpečiť príjazdovú komunikáciu s prislúchajúcimi parametrami a tiež je potrebné zriadiť nástupné plochy pre hasičské jednotky.

Vybavenie stavby SHZ, EPS a ZOTSH nie je podľa príslušných vyhlášok potrebné.

Podľa STN 92 0202-1: Vybavovanie hasiacimi prístrojmi, je nutné stavbu vybaviť hasiacimi prístrojmi. Podľa výpočtov je potrebné v piatich požiarnych úsekoch umiestniť po dva hasiace prístroje s hmotnosťou 6 kg, celkovo 10 ks.

#### **4. Diskusia**

Ako ukázala naša analýza, pôvodné riešenie PBS sa výrazne odlišuje od nového riešenia, ktoré zohľadňuje súčasne platné predpisy.

Pri detailnejšom skúmaní pôvodnej výkresovej dokumentácie a vypracovaného elaborátu PBS sa ukázali určité nezrovnalosti. Z vypracovania vyplynulo, že plošné rozmery priestorov uvádzané vo výkresovej dokumentácii a elaboráte PBS sa nezhodujú. Taktiež pôvodné rozdelenie chodby na dva samostatné požiarne úseky v jej strede nie je správnym riešením. Požiarne úseky sa totiž oddeľujú protipožiarou konštrukciou, prípadne odstupovou vzdialenosťou. Ďalšou veľmi dôležitou časťou je výpočet evakuácie. Výpočet bol však uskutočnený len s ohľadom na dovolenú šírku únikových ciest. Čas evakuácie sa do úvahy nebral. Dĺžka únikových ciest bola posudzovaná len na základe súčiniteľa horľavých látok, neprihliadalo sa na počet osôb, ich zdravotný stav a ďalšie dôležité premenné. Čo sa týka vybavenia stavby požiarными zariadeniami, boli posudzované len zariadenia umožňujúce zásah, ktoré ale vyhovujú aj dnešným požiadavkám. Odstupové vzdialenosti v pôvodnom vypracovaní neboli spomenuté.

Významnou zmenou v riešení PBS je aj skutočnosť, že stavba bola podľa súčasného návrhu rozdelená na sedem požiarnych úsekov namiesto pôvodných štyroch. Táto zmena spôsobila veľké rozdiely medzi starým a novým riešením PBS.

Zväčšenie počtu úsekov znížilo ich jednotkové plochy a s nimi spojené stále, náhodné, priemerné a výpočtové požiarne riziko. Pri určovaní stupňa požiarnej bezpečnosti sa ukázali rozdiely, nakoľko nami určená požiarne bezpečnosť bola zaradená do I. stupňa, pričom v pôvodnom vypracovaní bola v II. stupni. Požiadavky na konštrukcie sa zhodovali, v oboch prípadoch boli postačujúce. Na zabezpečenie požiarneho úsekov bolo potrebné navrhnuť v novom PBS iba požiarne uzávery dverí, prípadne uzáver výťahovej šachty.

Najväčšie rozdiely vo vypracovaniach vznikli pri výpočte evakuácie. V novom vypracovaní bol dovolený čas evakuácie takmer štyrikrát nižší ako čas určený výpočtom. V pôvodnom vypracovaní vzdialenosť aj šírka únikových ciest vyhovovali.

Pri určovaní požiarneho zariadení neboli zistené veľké rozdiely. Vybavenie tohto typu stavby SHZ, EPS, ZOTSH nie je potrebné, keďže nutnosť vybavenia týmito zariadeniami sa podľa legislatívy neuvádza. Rozdielny bol počet hasiacich prístrojov. V pôvodnom riešení sa uvádzalo 8 hasiacich prístrojov s neurčenou hmotnosťou. V nami navrhovanom riešení je 10 šesťkilogramových hasiacich prístrojov. Väčšina týchto rozdielov bola ovplyvnená už spomenutým zvýšeným počtom požiarneho úsekov.

Z vyššie uvedených informácií je zrejmé, že hlavným prínosom nového riešenia PBS je zabezpečenie vyššej bezpečnosti pre osadenstvo stavby.

## 5. Záver

Ako je známe, stavby, ktoré boli postavené pred niekoľkými desiatkami rokov, často nevyhovujú dnešným požiadavkám v rôznych oblastiach. Cieľom príspevku bolo poukázať na rozdiely v oblasti požiarnej ochrany na príklade stavby materskej školy. Výsledok preukázal veľké rozdiely medzi pôvodným vypracovaním podľa vtedy platnej legislatívy a podľa požiadaviek, ktoré platia dnes. Výsledok práce môže byť podnetom k zmene tejto skutočnosti a výstrahou pred nežiadúcou udalosťou, ktorá hrozí v oblasti vzniku požiaru v stavbách, kde sa nachádza väčší počet osôb.

### PodĎakovanie

Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. APVV-0057-12.

## Zoznam bibliografických odkazov

1. ČSN 73 0802 Požární bezpečnost staveb: Nevýrobní objekty
2. KUCBEL J. Protipožiarne bezpečnosť stavieb. Bratislava: Akadémia Policajného zboru v Bratislave; 2004. 406 s.



**VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017**

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

3. STN 92 0201-1 Požiarna bezpečnosť stavieb. Časť 1: Požiarne riziko, veľkosť požiarneho úseku (2000)
4. STN 92 0201-2 Požiarna bezpečnosť stavieb. Časť 2: Stavebné konštrukcie (2007)
5. STN 92 0201-3 Požiarna bezpečnosť stavieb. Časť 3: Únikové cesty (2000)
6. STN 92 0201-4 Požiarna bezpečnosť stavieb. Časť 4: Odstupové vzdialenosti (2000)
7. STN 92 0202-1 Požiarna bezpečnosť stavieb: Vybavovanie stavieb hasiacimi prístrojmi (2000)
8. Vyhláška MV SR č. 699/2004 Z.z., o zabezpečení stavieb vodou na hasenie požiarov
9. Vyhláška MV SR č. 94/2004 Z.z., ktorou sa ustanovujú technické požiadavky na protipožiarnu bezpečnosť pri výstavbe a pri užívaní stavieb, v znení neskorších predpisov

## OVĚŘENÍ METODIKY PRO SIMULACI ÚNIKU TECHNICKÉHO PLYNU Z PŘEPRAVNÍHO SVAZKU

### VERIFICATION OF THE METHODOLOGY FOR SIMULATING THE RELEASE OF TECHNICAL GAS FROM THE BUNDLE

Petr A. SKŘEHOT<sup>1,2\*</sup> – Jakub MAREK<sup>1,2</sup> – Michaela MELICHAROVÁ<sup>3</sup> – Zdeněk HON<sup>4</sup>

<sup>1</sup>ERGOWORK s.r.o., Raichlova 2659/2, 155 00 Praha 5, Česká republika, [ergowork@ergowork.cz](mailto:ergowork@ergowork.cz)

<sup>2</sup>Znalecký ústav bezpečnosti a ochrany zdraví, z.ú., Ostrovského 253/3, 150 00 Praha 5,

Česká republika, [skrehot@zuboz.cz](mailto:skrehot@zuboz.cz)

<sup>3</sup>T-SOFT a.s., U Zásobní zahrady 2552/1a, 130 00 Praha 3, Česká republika, [melicharova@tsoft.cz](mailto:melicharova@tsoft.cz)

<sup>4</sup>České vysoké učení technické v Praze - Fakulta biomedicínského inženýrství, nám. Sítná 3105,  
272 01 Kladno 2, Česká republika, [zdenek.hon@fbmi.cvut.cz](mailto:zdenek.hon@fbmi.cvut.cz)

#### Abstrakt

Článek shrnuje poznatky z unikátního experimentu, který byl proveden v rámci výzkumného projektu DEGAS v roce 2016 na vojenském letišti v Bechyni. Jednalo se o tzv. validační testy, jejichž účelem bylo ověřit navrženou metodiku pro provedení experimentu a dále prokázat, zda je možné za použití dostupné detekční a snímkovací techniky získat dostatečně validní výstupy. Pro experiment bylo použito pět přepravních svazků obsahující oxid uhličitý o celkovém množství 2250 kg. Poznatky získané při tomto experimentu byly následně využity pro úpravu metodiky, použitého způsobu detekce a snímkování i zpracování dat. Po validačních testech budou provedeny tzv. ostré testy, při nichž bude jako zdroj úniku těžkého plynu použita autocisterna.

**Klíčová slova:** modelování · prevence havárií · terénní testy · těžký plyn.

#### Abstract

The article summarizes the findings of a unique experiment that was carried out within the DEGAS research project in 2016 at the army airport in Bechyně. These were so-called validation tests to verify the proposed methodology for experimentation, and to further demonstrate whether it is possible to obtain sufficiently valid outputs using available detection and imaging techniques. For the experiment, five carrier beams containing carbon dioxide with a total volume of 2250 kg were used. The knowledge gained in this experiment was subsequently used to modify the methodology, the method of detection, imaging and data processing used. After the validation tests will be carried out „sharp“ tests in which a tanker will be used as a source of leakage of heavy gas.

**Keywords:** accident prevention · field tests · heavy gas · modeling.

## 1. Úvod

Projekt DEGAS, ktorý je riešen v období 01/2015 až 12/2018, má za cieľ vytvoriť nový modul počítačového programu TerEx. Stejnomený modul DEGAS bude určen pro prognostické modelování jednorázového nebo kontinuálního úniku s cílem predikovat dosah zraňujících koncentrací plynných látek a disperzí těžších než vzduch. Kromě obsáhlé rešeršní a analytické části, jejímž výsledkem je návrh rozptylového modelu, je součástí projektu také jeho ověření prostřednictvím série terénních zkoušek. Ty mají poskytnout experimentální data pro realizaci srovnávacích (verifikačních) testů vyvinutého software, resp. úpravu jeho algoritmů, tak aby program poskytoval dostatečně validní výstupy. V roce 2016 se řešení projektu dostalo do fáze ověřování, která zahrnuje provedení nejprve validačního a následně ostrého testu. Účelem validačního testu je ověřit navrženou metodiku pro provedení experimentu s únikem těžkého plynu a současně prokázat, zda je možné za použití dostupné detekční a snímkovací techniky získat výstupy dostatečně validní pro ověřování vyvinutého softwaru. Pro testy, které byly realizovány v říjnu 2016 za aktivní spolupráce s Armádou České republiky, bylo použito pěti přepravních svazků obsahujících zkapalněný oxid uhličitý o celkovém množství 2250 kg. Jednalo se o vcelku ojedinělý experiment, jehož průběh a získané poznatky shrnuje tento článek.

## 2. Teoretický základ

Ke skladování a přepravě technických plynů se používá řada nádob – lahve, tlakové sudy, cisterny, cisternové kontejnery a další. Zdaleka nejrozšířenější jsou tlakové lahve, které se často kombinují i do svazků (někdy označovaných jako baterie). Podle konstrukce se tlakové lahve dělí na svařované plechové (pro LPG), bezešvé (pro kyslík, acetylen ad.) a kompozitní. Podle plnicího tlaku se rozlišují lahve nízkotlaké (do 2,5 MPa) a vysokotlaké (nad 2,5 MPa). Uvnitř lahví se mohou plyny nacházet rozpuštěné pod tlakem (jedná se o plyny rozpuštěné v kapalině, např. čpavková voda, acetylen), stlačené (např. kyslík, vodík, dusík, argon), nebo zkapalněné tlakem (např. oxid uhličitý, propan-butan, chlor, amoniak) (GŘ HZS ČR, 2007).

Svazek představuje soubor dvou až dvaceti lahví (nejčastěji se používá 12 nebo 16) umístěných v tuhé ocelové konstrukci vybavený veškerým potřebným příslušenstvím pro plnění, přepravu a použití (ČSN EN 12755: 2001). Do svazků se spojují vždy jen lahve stejného typu (konstrukce) obsahující týž plyn. Přepravní klec pak tvoří ocelový ochranný rám na půdorysu palety umožňující manipulaci pomocí vysokozdvížného vozíku nebo jeřábu (viz obrázek 1). Jednotlivé lahve jsou vzájemně trvale propojeny pomocí vysokotlakých ocelových trubek, čímž vzniká jedna velká spojená nádoba (viz obrázek 2). Ovládání svazku se pak provádí pomocí jednoho ventilu nebo panelu.



Obrázek 15. Zapojení jednotlivých lahví do svazku (zdroj: webové stránky firmy Wystrach).

Figure 1. Detail of connection of individual bottles into a bundle.



Obrázek 16. Zapojení jednotlivých lahví do svazku (zdroj: webové stránky firmy CEFRANK).

Figure 2. Detail of connection of individual bottles into a bundle.

V případě stlačených plynů je celkový objem náplně svazku dán součinem vodního objemu použitých lahví (40 nebo 50 litrů), plnicího přetlaku (až 30 MPa) a počtu spojených lahví. U zkapalněných plynů je maximální hmotnost náplně svazku dána součinem dovoleného plnění (NETTO) a počtu lahví (ČAVTP, 2004).

Pro manipulaci se svazky platí v České republice příslušná ustanovení ČSN 07 8304, ČSN 05 0601 a ČSN 05 0610. Podle vyhlášky č. 21/1979 Sb. ve znění pozdějších předpisů, se jedná o vyhrazená plynová zařízení a jejich provozovatel je povinen pro jejich provoz mít zpracován

místní provozní řád a ten řádně dodržovat. Pro přepravu svazků silničními vozidly pak platí Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí ADR (ČAVTP, 2004).

Jelikož se plyn uvnitř svazku nachází pod vysokým tlakem nebo dokonce v kapalném skupenství, představuje toto plynové zařízení významné riziko. Při přepravě nebo manipulaci se svazkem totiž může dojít k poškození jeho konstrukčních částí, a to nejen ventilů nebo potrubí, ale také pláště některé z vnějších tlakových lahví. Jednoznačně nejzranitelnější jsou ovšem vzájemná propojení jednotlivých lahví (tlakové trubky), která se mohou poškodit ať již při dopravní nehodě, tak i při nešetrném zacházení během manipulace se svazkem nebo při jeho vlastním používání. V takovém případě obvykle dojde k úniku veškerého množství skladovaného plynu, neboť uzavření jednotlivých lahví není technicky možné. V případě stlačených plynů probíhá vlastní únik až do okamžiku, kdy dojde k vyrovnání tlaku uvnitř nádoby s tlakem atmosférickým, a jeho trvání závisí na počátečním rozdílu těchto tlaků, velikosti únikového otvoru a viskozitě unikajícího plynu. Na rozdíl od stlačených plynů, kde tlak při odebírání plynu postupně klesá, závisí tlak v nádobě se zkapalněným plynem na teplotě, a nikoliv na jeho množství. Teprve při odpaření veškeré kapalně fáze, kdy už v lahvi zbývá malé množství produktu, začne tlak klesat. U některých plynů, jako je například oxid uhličitý, může při jejich rychlém úniku docházet uvnitř lahve k sublimaci („vysněžení“), což je z mnoha ohledů problematické. Jednak může dojít k uzavření únikového otvoru a jednak může uvnitř lahve tlak dramaticky narůst, což může způsobit roztržení potrubí či hadice nebo k vystřelení zátky značnou rychlostí ven (Kutěj a Hanza, 2002).

Ačkoli není problém nasimulovat si průběh úniku řady plynů pomocí některého z dostupných softwarových nástrojů, pro získání praktických zkušeností a relevantních dat je mnohem přínosnější provést reálnou zkoušku *in situ* za použití skutečného zařízení. Projekt DEGAS předpokládá provedení dvou experimentů – validačních (za použití svazků lahví) a ostrých (za použití autocisterny nebo ekvivalentního mobilního tlakového zásobníku). Tento článek pak popisuje realizaci prvního z nich.

### 3. Metodika

Experiment byl proveden na polygonu v prostoru vojenského letiště v Bechyni jižních Čechách ve dnech 25. až 26. 10. 2016. Jeho cílem bylo ověřit navrženou metodiku experimentů, provést potřebné kamerové a detekční zkoušky a zjistit možné technické nebo výzkumné nejistoty. Do přípravy celé akce byly zapojeny všechny řešitelské organizace (viz poděkování). Pro svou logistickou náročnost se experimentů zúčastnili také vojáci z 15. ženijního pluku Armády ČR a několik dalších spolupracujících institucí a firem, jejichž technická asistence byla pro hladký průběh testů nezbytná.

První den testů proběhlo na velitelství pluku úvodní vzájemné představení zúčastněných osob, po kterém následovalo školení o BOZP a stanovení způsobů dorozumívání na velké vzdálenosti včetně smluvení klíčových signálů. Ačkoli oxid uhličitý není podle platné legislativy

## VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

klasifikován jako nebezpečná látka, vznikají při jeho používání rizika pro zdraví osob i bezpečnost zařízení, kterým bylo potřeba v rámci školení věnovat náležitou pozornost. Následoval přesun na letištní plochu, kde byla zahájena výstavba zázemí (stany, dieselažegát, elektrické instalace, určení stanoviště záchranářů apod.), vymezení experimentální plochy, vytýčení detekční sítě a určení přesného umístění svazků lahví s CO<sub>2</sub> (viz obrázek 4). Pro vlastní experiment bylo použito celkem pěti svazků složených vždy ze dvanácti tlakových lahví, které byly rozmístěny do půlkruhu (viz obrázek 6).

Jednotlivé detektory byly v testovacím prostoru rozmístěny ve třech řadách kolmých na trajektorii úniku plynu. Jednotlivé řady byly vzájemně vzdáleny 4 metry. V první řadě se nacházel jeden detektor (S1), ve druhé řadě dva (S2 a S3) a ve třetí tři (S4, S5 a S6). Jednotlivé detektory v každé řadě byly od sebe vzdáleny také 4 metry (viz obrázek 3). Jako detektory byly použity digitální přístroje Lutron CO2-9904SD, které umožňují souběžně měřit koncentraci CO<sub>2</sub>, teplotu, rosný bod a relativní vlhkost vzduchu. Detektory byly nastaveny na měření ve 2-sekundových intervalech, přičemž naměřená data byla zaznamenávána na SD kartu ve formátu MS Excel. Výrobce uvádí absolutní rozsah měření koncentrace CO<sub>2</sub> v rozpětí od 0 až 6 000 ppm, pro který jsou přístroje také kalibrovány. Rozlišení činí 1 ppm a přesnost měření je pro jednotlivé koncentrační rozsahy následující:

- $\leq 1\ 000$  ppm CO<sub>2</sub> :  $\pm 40$  ppm
- 1 000 až 3 000 ppm CO<sub>2</sub> :  $\pm 5\%$
- $>3\ 000$  ppm CO<sub>2</sub> :  $\pm 250$  ppm

Po provedeném testu se nicméně ukázalo, že přístroj je schopen měřit i koncentrace vyšší, přičemž maximální hodnota na displeji je 10 000 ppm. Hodnoty nad 6 000 ppm ale již nejsou validní a lze je využít pouze pro sledování trendů (blíže viz diskuse).

Druhý den bylo přistoupeno k vlastnímu experimentu. Veškeré činnosti byly prováděny striktně podle navržené metodiky a v souladu s časovým plánem. Po spuštění detektorů byl polygon vyklizen a vedoucí testů vydal pokyn k manuálnímu otevření výpustních ventilů u všech pěti svazků. Únik oxidu uhličitého z prvního svazku byl zahájen v 9:17:31 hod. SELČ. Během experimentu bylo prováděno snímkování šíření oblaku těžkého plynu pomocí Full HD kamer, termokamer a dronu s kamerou. Vzhled oblaku těžkého plynu během experimentu zachycují obrázky 5 až 7. Po 75 minutách byly výpustní ventily všech svazků uzavřeny a únik CO<sub>2</sub> zastaven.

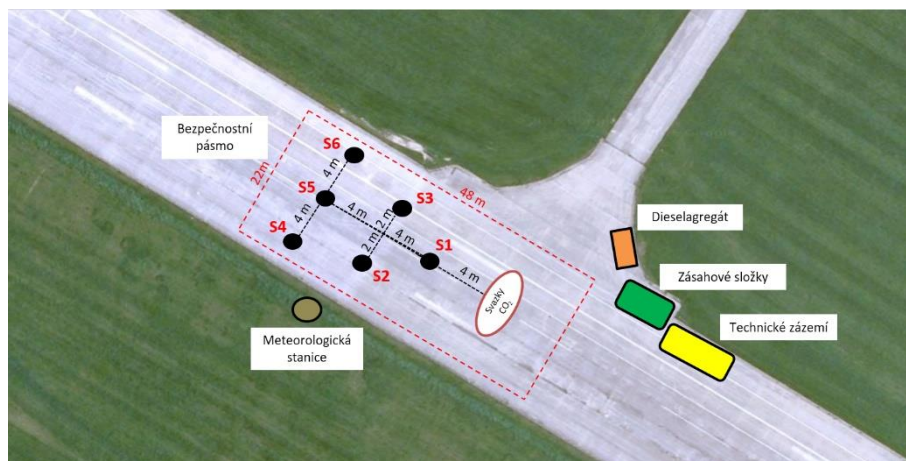
Následovala bezpečnostní prodleva v délce asi 5 minut, neboť bylo nutné počkat, až koncentrace CO<sub>2</sub> klesne pod 1 000 ppm. Po tuto dobu byl vstup osob na experimentální plochu zakázán. Teprve poté bylo zahájeno vypínání detektorů. V závěru experimentu byla ještě provedena vizualizace pole proudění za pomoci speciálních oranžových dýmovnic (viz obrázek 8). Následně bylo ukončeno snímkování pomocí kamer a celý test byl ukončen.

Meteorologické podmínky byly během akce následující:

VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

- Pokrytí oblohy oblaky 10/10 nízkou inverzní oblačností (Stratus).
- Ráno nevýrazné dešťové srážky do 1 mm; během experimentu beze srážek.
- Teplota vzduchu na počátku experimentu 8,9 °C; na konci experimentu 10,5 °C.
- Rosný bod na počátku experimentu 7,0 °C; na konci experimentu 8,5 °C.
- Relativní vlhkost vzduchu během experimentu kolísala v rozmezí 87,8 až 94,7 %.
- Na počátku testu bezvětří; na konci experimentu severní vítr o rychlosti do 1 m.s<sup>-1</sup>.



Obrázek 17. Schéma experimentálního polygonu.

Figure 3. Scheme of experimental polygon.



Obrázek 18. Příprava detektorů před zahájením experimentu.

Figure 4. Preparing the detectors before starting the experiment.





Obrázek 19. Únik oxidu uhličitého z pěti svazků – pohled z boku.

Figure 5. Carbon dioxide release of five bundles – side view.



Obrázek 20. Únik oxidu uhličitého z pěti svazků – pohled shora.

Figure 6. Carbon dioxide release of five bundles – upper view.





Obrázek 21. Únik oxidu uhličitého z pěti svazků – pohled z výšky.

Figure 7. Carbon dioxide release of five bundles – panoramic view.



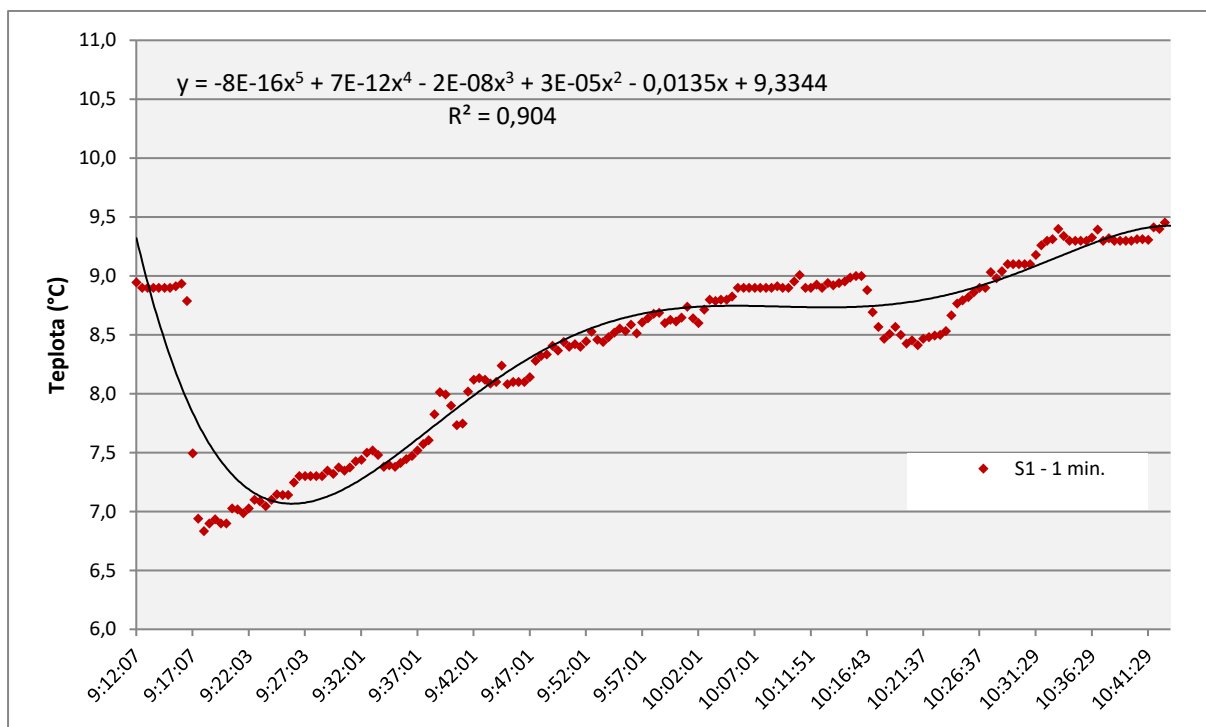
Obrázek 22. Vizualizace pole proudění pomocí speciálních dýmovic (v pozadí možno spatřit JE Temelín).

Figure 8. Visualization of the field of flow using special smoke grenade (in the background is Temelín Nuclear Power Plant).

#### 4. Výsledky a diskuse

Při experimentu mělo být provedeno měření koncentrace  $\text{CO}_2$  na vymezené ploše a teploty uvnitř vzniklého oblaku těžkého plynu. Za tímto účelem bylo použito šest automatických detektorů Lutron CO2-9904SD schopných měřit obě veličiny současně.

Na obrázku 9 je zachycen časový průběh teploty vzduchu změřený detektorem S1 (nejblíže zdroji úniku), kdy jednotlivé body představují 1-minutové průměry z naměřených hodnot. Ke grafu je přiložena také spojnice trendů vygenerovaná za využití polynomické funkce pátého řádu, její rovnice a interval spolehlivosti. Z grafu je patrný prvotní pokles teploty jen o 2,3 °C, který byl způsoben skokovým ochlazením unikajícím oxidem uhličitým. Tato skutečnost je jistě zajímavým zjištěním, neboť v místě únikového otvoru má unikající oxid uhličitý teplotu -78 °C (při jeho rychlém úniku do atmosféry dochází k tvorbě vloček pevného CO<sub>2</sub>, které tvořily viditelnou část oblaku). Důvodem patrně bylo, že úbytek tepla v důsledku expanze látky po úniku z tlakového zařízení byl prakticky zcela kompenzován teplem, který do oblaku vnášel okolní vzduch, který tento oblak naředoval v důsledku turbulentního proudění. Teplota v oblaku tak rychle narůstala, takže již ve vzdálenosti 4 metry byla teplota nižší jen o již zmíněných 2,3 °C a ve vzdálenosti 12 metrů od zdroje úniku pak tento rozdíl činil jen nepatrných 0,5 °C (za daných meteorologických podmínek).



Obrázek 23. Časový průběh 1-minutových průměrů teploty vzduchu (detektor S1).

Figure 9. Time course of 1-minute air temperature diameters (detector S1).

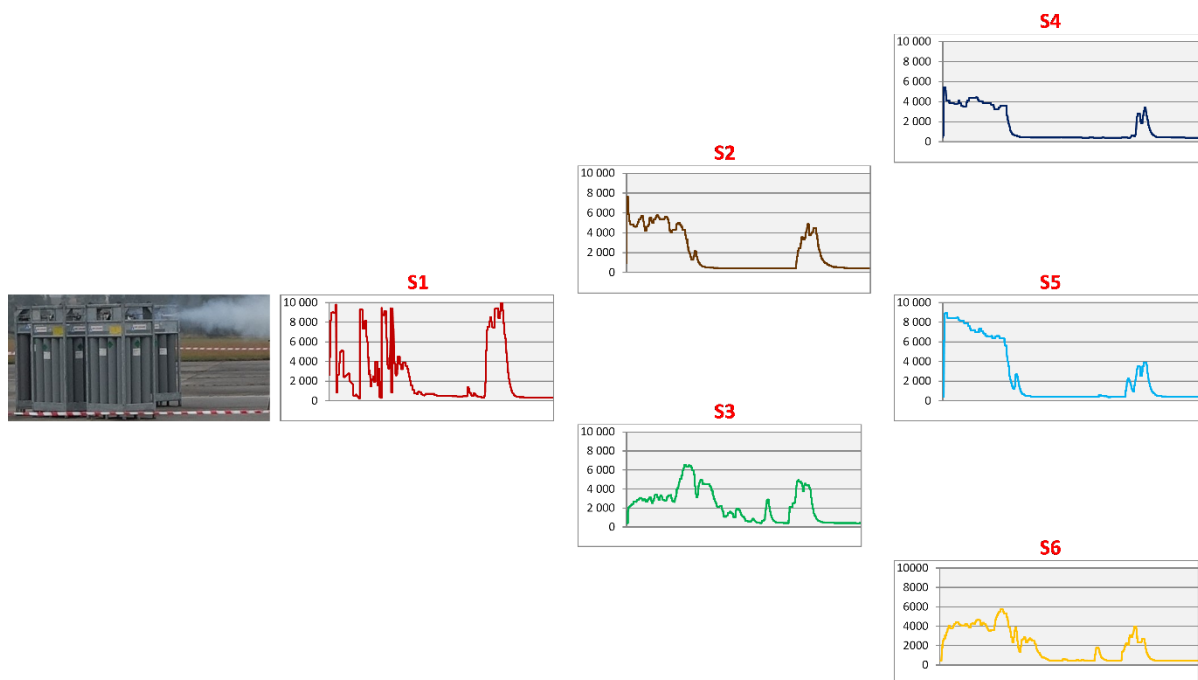
Klíčovým úkolem bylo ověření možnosti použití použitých detektorů za daných experimentálních podmínek a stanovení koncentrace CO<sub>2</sub> na sledované ploše polygonu. Detektor Lutron CO2-9904SD funguje na principu nedisperzivní infračervené spektrometrie (NDIR). Jedná se o metodu, která je založena na fyzikálním principu absorpce určité vlnové délky záření, které daným plynem prochází. Při správné volbě zdroje záření tato metoda umožňuje s vysokou selektivitou určovat a měřit složení plynů, jejichž absorpční pásma pohlcující světlo leží ve spektru infračervených vlnových délek, tzn. od 200 do 900 nm (dále jen IR). Limitujícím faktorem měřících vlastností těchto senzorů je, že vyšší koncentrace CO<sub>2</sub>

vedou k jeho tzv. „oslepnutí“. Veľký počet molekúl totiž pohltí prakticky veškeré IR sledovaných vlnových délek, což se projeví na úbytku kvality měřicího signálu v oblasti vyšších měřicích rozsahů. Vyšší přesnosti měření (pod  $\pm 5\%$ ) tak paradoxně dosahují senzory určené pro nižší měřicí rozsahy v řádech tisíců ppm. Bohužel tento jev nelze jakkoli potlačit, a proto tyto přístroje není možné použít pro měření absolutních hodnot koncentrací  $\text{CO}_2$  vyšších jak 6 000 ppm. Na druhou stranu se ale jedná o přístroje velmi spolehlivé, jednoduché na obsluhu a relativně levné. Provedený experiment nicméně měl za úkol prokázat, zda budou tyto přístroje za daných podmínek fungovat, resp. zda nedojde k jejich poškození ať už účinkem vysokých koncentrací  $\text{CO}_2$  (až 500 000 ppm) nebo nízkých teplot uvnitř oblaku  $\text{CO}_2$ . Z tohoto pohledu tak experiment dopadl nad očekávání dobře, neboť se prokázalo, že přístroje spolehlivě fungovaly a po celou dobu úniku plynu měřily v nastaveném 2-sekundovém režimu.

Jelikož nám v rámci validačních testů postačilo sledovat pouze časové změny v koncentracích, různé fluktuace vznikající uplatněním turbulence apod., byly pro nás získané výsledky užitečné. Na základě následných konzultací s odborníky z Ústavu fyzikální chemie Jaroslava Heyrovského Akademie věd ČR bylo zjištěno, že z naměřených dat lze získat i data absolutní, a to za pomoci fitování. K tomu je ale zapotřebí provést řadu laboratorních měření, které umožní stanovit nepřímo měřené veličiny, z nichž lze následně odvodit vztah, který je vzájemně svazuje. Tímto způsobem pak lze odvodit rovnici kalibrační funkce pro rozsah hodnot 6 000 až 10 000 ppm udávaných použitým přístrojem. Jedná se ale o značně náročnou úlohu, která bude v rámci řešení projektu teprve realizována.

Pro účely tohoto článku jsme tak vybrali pouze sumární výsledek, který zachycuje časové změny koncentrací  $\text{CO}_2$  na jednotlivých detekčních místech během provedeného experimentu (viz obrázek 10). Z nich je patrné, že pouze v místě detektoru S1 docházelo k výrazným časově proměnným fluktuacím koncentrací  $\text{CO}_2$ , což potvrzuje, že hmotnostní rychlost úniku plynu byla zejména na počátku experimentu značně proměnlivá. To je ostatně ve shodě s teorií pro kontinuální turbulentní únik plynu, podle níž je únik stlačeného nebo zkapalněného plynu ze zásobníku, v němž je tlak vyšší jak 100 kPa, charakterizován vysokou hodnotou Reynoldsova čísla (nad  $Re > 104$ ) a tedy i vysokou mírou turbulence (Skřehot a kol., 2008).

Na všech detekčních místech byl přibližně po 60 minutách od zahájení úniku plynu zaznamenán výrazný nárůst koncentrace  $\text{CO}_2$ , který trval přibližně 10 minut (viz obrázek 10). Ačkoli hmotnostní rychlost úniku  $\text{CO}_2$  ze svazků postupně klesala a před koncem experimentu byla výrazně nižší než na jeho počátku, není zřejmé, co bylo příčinou této odchylky. Jediné uspokojivé vysvětlení je, že vlivem lokálních mikroklimatických podmínek došlo k nahuštění oblaku těžkého plynu, resp. ke krátkodobému potlačení jeho rozptylu na dané ploše.



Obrázek 24. Prostorové rozložení časových průběhů koncentrace CO<sub>2</sub> během experimentu (na ose y jsou uvedeny hodnoty koncentrace v rozmezí 0 až 10 000 ppm).

Figure 10. Spatial distribution of time streams of CO<sub>2</sub> concentration during the experiment (the y-axis shows concentration values ranging from 0 to 10,000 ppm).

## 5. Závěr

Terénní testy byly podle navržené metodiky úspěšně realizovány. Vymezený prostor polygonu byl dostatečně velký, avšak pro experimenty za použití autocisterny jej bude nutné zvětšit s přihlédnutím k bezpečnosti přítomných osob i velikosti potřebného detekčního pole. Jako velmi užitečné se ukázalo snímkování pomocí dronu, neboť byly zjištěny vizuální detaily, které by za normálních okolností zůstaly oku pozorovatele skryty. Naopak snímkování unikajícího plynu pomocí termokamer se nezdařilo, neboť použité kamery nebyly schopné vizualizovat oblak těžkého plynu ani „jet“ proudy. Princip užití termovize neumožnil vizualizovat plynný objekt v atmosféře, byť měl výrazně nižší teplotu. Kamery zaznamenaly pouze změny teploty samotných svazků (tj. pevných předmětů), což je ale informace, která pro účely řešení projektu nemá žádné reálné využití.

S ohledem na cíle experimentu se ovšem jako hlavní nedostatek ukázal malý počet použitých detektorů pro měření koncentrace CO<sub>2</sub>. Šest detektorů nebylo schopno pokrýt prostor zamoření v dostatečném rozsahu. Vlastní dosah viditelné části oblaku těžkého plynu byl až do vzdálenosti nejméně 25 metrů, přičemž původní předpoklad činil cca 10 metrů. Obavy, že by mohlo dojít k poškození detektorů účinky vysokých koncentrací CO<sub>2</sub> a nízkých teplot uvnitř oblaku těžkého plynu, se ale nakonec ukázaly jako neopodstatněné. Všechny detektory fungovaly spolehlivě po celou dobu experimentu a měřily koncentrace CO<sub>2</sub> v nastavených 2-sekundových intervalech. Žádný z nich nebyl při experimentu jakkoli poškozen,

a to ani detektor S1, ktorý bol umiestnený priamo v epicentre „jet“ proudů (viz obrázek 6). Předpoklad, že teplota v tomto místě bude dosahovat hodnot okolo -40 °C, se taktéž ukázal jako lichý (ve skutečnosti došlo k poklesu teploty pouze o 2,3 °C oproti teplotě okolního vzduchu). Ačkoli získané hodnoty koncentrace CO<sub>2</sub> lze s ohledem na detekční limity použitých přístrojů považovat za validní pouze do hodnot 6 000 ppm, bylo následně ověřeno, že lze hodnoty vyšší přepočítat na absolutní hodnoty koncentrací CO<sub>2</sub> pomocí fitování.

### Poděkování

Výsledky publikované v tomto článku vznikly v rámci řešení výzkumného projektu TH01031098 „Validace a verifikace modelu šíření a disperze těžkého plynu za specifických situací (DEGAS)“, který je spolufinancován Technologickou agenturou ČR. Uvedený projekt řeší konsorcium společností T-SOFT a.s., ERGOWORK s.r.o., České vysoké učení technické v Praze – Fakulta biomedicínského inženýrství a ÚJV Řež, a.s. za odborného přispění Znaleckého ústavu bezpečnosti a ochrany zdraví, z.ú.

### Seznam bibliografických odkazů

ČSN EN 12755 Lahve na přepravu plynů - Podmínky plnění svazků lahví na acetylen. Český normalizační institut, 2001.

Internetové stránky firmy Wystrach. [online]. Dostupné na WWW: <<https://www.wystrach.gmbh/en/produkt-wystrach-druckgas.html>>

Internetové stránky firmy CEFRANK. [online]. Dostupné na WWW: <<http://cefrank.com/tag/cefrank-gas-bundle/>>

Kutěj P., Hanza J. *Oxid uhličitý*. Řada: informace, normy, předpisy. Česká asociace výrobců technických plynů (ČAVTP); 2002. [online]. Dostupné na WWW: <[http://www.catp.cz/publikace2.php?download=catp\\_01-02-cz.pdf](http://www.catp.cz/publikace2.php?download=catp_01-02-cz.pdf)>

Pitra L., Dvořáková L. *Historie technických plynů v České republice*. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze. [online]. Dostupné na WWW: <<http://kuhv.vscht.cz/files/uzel/0017043/Technick%C3%A9%20plyny.pdf?redirected>>

*Požáry s přítomností tlakových lahví s technickými stlačenými a zkapalněnými plyny*. Bojový řád jednotek požární ochrany – taktické postupy zásahu. Metodický list číslo 32. Ministerstvo vnitra – Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky (GŘ HZS ČR); 2007. [online]. Dostupné na WWW: <<http://www.hzscr.cz/soubor/p-32-technicke-plyny-pdf.aspx>>

VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

Skřehot P... [et al.]. *Prevence nehod a havárií : 2. díl : mimořádné události a prevence nežádoucích následků*. VÚBP, T-SOFT, 2009. 510 s. ISBN 978-80-86973-73-8.

*Svazek lahví – stlačené a zkapalněné plyny*. informační list č. 1/99. Česká asociace výrobců technických plynů (ČAVTP); 2004. [online]. Dostupné na WWW: [http://www.catp.cz/publikace2.php?download=il\\_1-99-cz.pdf](http://www.catp.cz/publikace2.php?download=il_1-99-cz.pdf)

## EVALUATION OF EVACUATION CALCULATION METHODS AND THEIR INPUT VALUES THROUGH SIMULATION

Martin SZÉNAY<sup>1</sup> – Martin LOPUŠNIAK<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Technická Univerzita v Košiciach Stavebná fakulta, Vysokoškolská 4, 042 00, Košice, Slovenská republika, [martin.szenay@tuke.sk](mailto:martin.szenay@tuke.sk)

<sup>2</sup>Technická Univerzita v Košiciach Stavebná fakulta, Vysokoškolská 4, 042 00, Košice, Slovenská republika, [martin.lopusniak@tuke.sk](mailto:martin.lopusniak@tuke.sk)

### Abstract

Each building must meet the requirements for safe evacuation to avoid loss of life. Because of it, during designing buildings is used method for evaluating the evacuation. The calculation methods were tested in three real buildings. Test used methods of calculation of evacuation time according to Slovak standards and calculation of evacuation time in building Exodus simulation software. If the calculation methods are chosen appropriately with regarding to the character of the evacuation and at the same time the correct values of the inputs are entered, we will be able to obtain almost identical evacuation times compared to the real simulation results. The difference may be from 1 to 27%.

**Keywords:** calculation methods · evacuation of building · evacuation time · input values · simulation.

### 1. Introduction

There are many methods and procedures to determine the time required for safe evacuation. In designing buildings, engineers use methods to calculate evacuation times. Methods need to be verified to provide results matching the actual situation. In case of evacuation, this verification may be difficult in practice. For determination of time and process can be used various methods, ranging from simple to complex. For simple geometry building can be used simplified calculation methods. The question is “to what extent are these simplified calculation methods reliable?”. It is necessary to find the limits of when simple calculation methods can be used and since we are no longer able to not use simulation. One of them is the possibility of using simulation software, which will detect problems, even during designing and solving of evacuation itself, while also bringing the calculation to real results.

The analysis is aimed at determining the suitability of selected calculation methods. Part of the analysis is also a comparison of the results of the calculations when fitting different values of their inputs. The analyzed calculation methods were used to determine the time of

evacuation from three different buildings - the community center, the shopping center and the apartment building.

## 2. Description of solved buildings and simulation software

The first is the community center (Fig. 1). The building has two floors and there are 79 persons according to the standard [1]. The building includes club rooms and one staircase which serves as unprotected escape route. Overall, the building has one escape exit.

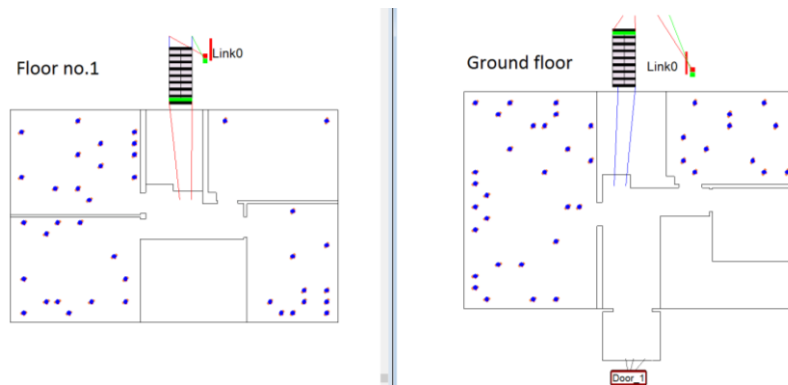


Figure 1 Geometry of building a community center

The second building is a shopping center (Fig. 2). This building has one storey and according to the standard [1] there are 555 persons. There are several unprotected escape routes in the whole building that lead to five escape exits.

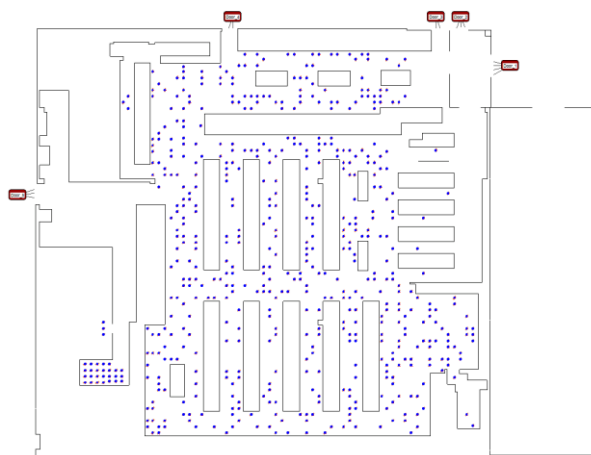


Figure 2 Geometry of shopping center

The last building is an apartment building (Fig. 3) with seven floors, where there are 110 persons according to the standard [1]. Every floor is linked by one stairway, which forms the protected escape route leading into one escape exit.



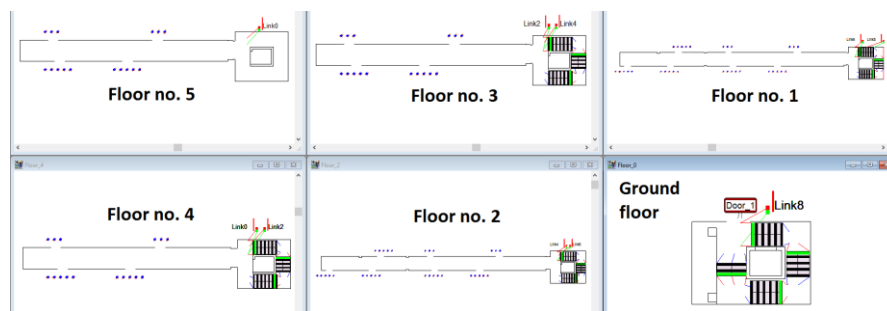


Figure 3 Geometry of shopping centre

BEXO simulation software is designed to simulate the evacuation of large numbers of people in large buildings. Spatial and temporal proportions within BEXO are set two-dimensional geometric network and the simulation clock. Spatial grid maps the geometry of the building, the location of exits, internal partitions, obstacles etc. The space network maps the geometry of the building, the location of exits, internal partitions, obstacles etc. The network consists of nodes and links (Fig. 4). In BEXO node is standardly a room with dimensions of 0.5×0.5 m and generally has eight connections with neighbouring nodes to 45°. Nodes can be assigned special properties. For example, the nodes which match the stairs, barriers or floor space footprint (some terrain features) are so assembled in three different classes. An important part of the program are virtual people. People can be assigned different characters physical or psychological (gender, age, aggression, etc.). People can go from node to node along by linking individual nodes. During the simulation, trajectory of each person is watched creating a way out of the building, or overcome the risk of fire, such as heat and toxic gases. [2] [3]

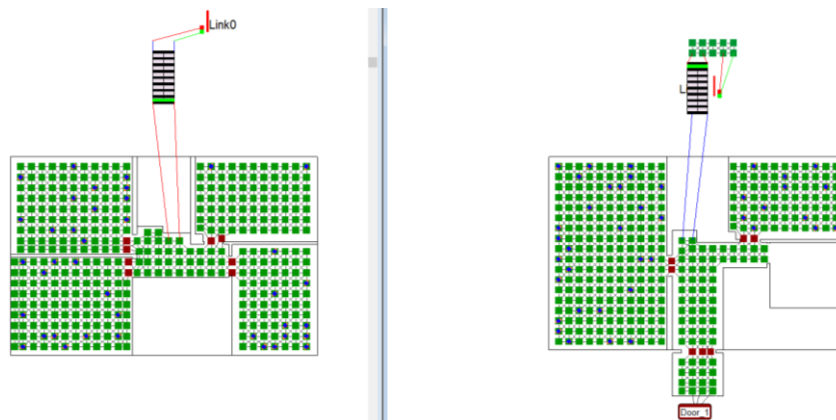


Figure 4 Example of a building model in a simulation software

### 3. Method

In the work were used three methods of calculation of evacuation times – numerical calculation in simulation software BEXO; manual calculation in parts and manual calculation by one formula according to standard [4]. For these methods to be mutually comparable had to be used the same input values of the door capacity and the speed of person's movement.

**VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017**

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

Because of it, the door capacities (interior and exits) have been set to these values to match their widths to real widths for simulations. In the manual calculations, a more detailed calculation method in parts was used for building no. 1 and 3. For building no. 2, a calculation method by one formula was used. For manual calculations and simulations, the following variables were set:

- Capacity of escape route a and door –  $K_u = 1.21 \text{ p}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$  (horizontal area) and  $0.91 \text{ p}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$  (stair down)
- Speed of person's movement –  $v_u = 0.5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  (fast walk and walk) and  $0.417 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  (stair down)
- Width of escape routes according to geometry in meters
- Constant –  $K_k = 1, 0.75$  or based on simulation results
- Length of escape route from simulation results
- Capacity of escape route a and door (English Standard) –  $K_u = 1.33 \text{ p}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$
- Speed of person's movement (English Standard) –  $v_u = 1.2$  to  $1.5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  (fast walk and walk) and  $0.83 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  (stair down)

Building models were created in the simulation software and the same conditions of speed of person's movement and the capacity of the doors were set. Simulations were performed ten times (each simulation contained a different starting position) and the results were averaged. The simulation results determined the time of evacuation, the maximum distance, and the constant. These values were used to perform the calculations by parts or by one formula. In addition, a simple calculation was performed for one person. The building models were modified in the simulation software, and the speed of person's movement and the door capacity were set according to the default values from English standards. Simulations were performed ten times (each simulation contained a different starting position) and the results were averaged.

Building no. 1 contains 3 evacuation scenarios – the whole building, just the ground floor and only the floor. Building no. 2 contains 5 evacuation scenarios – 5 escape exits from the building. Building no. 3 contains 1 evacuation scenario – the vertical staircase as a protected escape route.

## 4. Results

Table 1 Constant values obtained from simulation results

Building a community center			Shopping center				Apartment b.
Sc. 1	Sc. 2	Sc. 3	Sc. 1	Sc. 2	Sc. 3	Sc. 4	Sc. 1
0,62	0,75	0,83	0,54	0,60	0,73	0,60	0,59

VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
 ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídrom v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

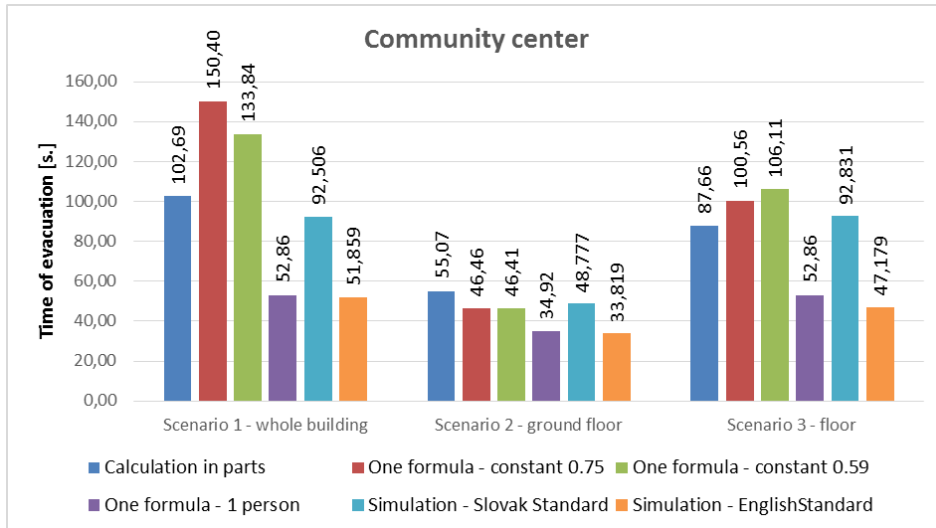


Figure 5 Results for building no. 1 – building a community centre

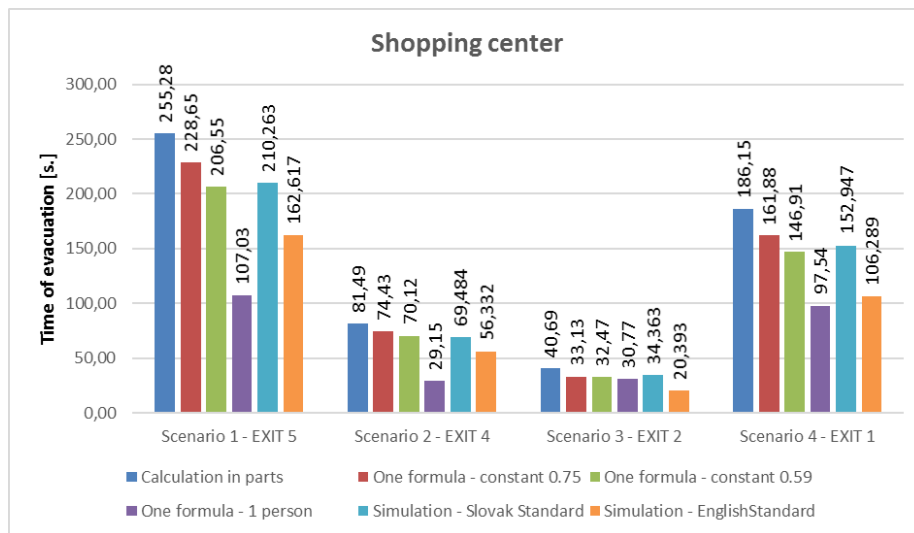


Figure 6 Results for building no. 2 – shopping centre

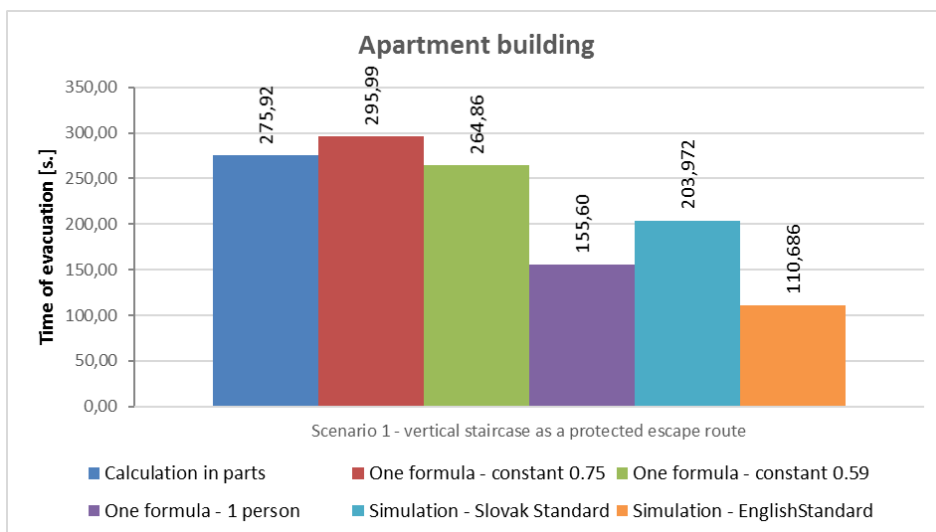


Figure 7 Results for building no. 3 – apartment building

## 5. Discussion

Buildings no. 1 and 3 have a vertical character of evacuation – the movement of persons down the stairs predominantly. Calculation with one formula, even using the calculated constant, showed a significantly higher evacuation time than a fractional calculation or simulation – a difference of 22.99 to 43.26%. For getting results approached to the simulation, is possible for the most advantageous method in this case considered calculation in parts by using the simulations, with using exact values of lengths of escape routes from the simulation results - the difference from 4.88 to 27.17%.

Building no. 2 has a horizontal character of evacuation – the movement of persons along horizontal area predominantly. The results for this building have shown that the constants 1 and 0.75 do not match the results of real time from simulation. However, placing the correct value of the constant in the calculation with one formula, the time of the horizontal evacuation can be approximated to the real results from the simulation – the difference from 0.91 to 5.51%. At the same time, in this case, the calculation in parts is insignificant.

Comparing the results of evacuation times from simulation with Slovak and English input values, it is possible to see a difference of up to 43.03% in benefit for English standards.

## 6. Conclusion

In this work we focused on the suitability of selected calculation methods.

- The time of vertical evacuation in multi-storey buildings has the importance of calculating the fractional method to achieve the results that come close to the result of the simulation. Using one formula, the results from the simulation remain unchanged.
- For buildings with a horizontal character of evacuation, it is preferable to use one formula, but it is necessary to consider, calculating the actual value of the constant (the diameter between the longest and the shortest distance of the evacuee).
- It is appropriate to consider the revision of input values in the calculations because their results are compared with English input values increased by more than 35%.

## Acknowledgements

This work was supported by grant project 2/0042/17 “Solar energy influences and integrated envelopes on the quality of the environment in buildings and cities.”

## References

- [1] STN 92 0241: 2012: Požiarna bezpečnosť stavieb – Obsadenie stavieb osobami.
- [2] Building – EXODUS Tutorial
- [3] The International Association for Fire Safety Science. [online, 30. 09. 2015]:  
<<http://www.iafss.org/publications/fss/5/795/view>>
- [4] STN 92 0201-3: 2000: Požiarna bezpečnosť stavieb – Spoločné ustanovenia – Časť 3:  
Únikové cesty a evakuácia.

## RETARDAČNÉ LÁTKY VYUŽÍVANÉ NA OCHRANU DREVA

### FIRE-RETARDING MATERIALS USED FOR WOOD PROTECTION

Nikoleta SZIRMAIOVÁ<sup>1</sup> – Iveta MITTEROVÁ<sup>2</sup> – Danica KAČÍKOVÁ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Katedra protipožiarnej ochrany, Drevárska fakulta, Technická univerzita vo Zvolene, T.G. Masaryka 24, 96053, Zvolen, Slovenská republika, +421 455 206 827, [xszirmaiova@is.tuzvo.sk](mailto:xszirmaiova@is.tuzvo.sk)

<sup>2</sup>Katedra protipožiarnej ochrany, Drevárska fakulta, Technická univerzita vo Zvolene, T.G. Masaryka 24, 96053, Zvolen, Slovenská republika, +421 455 206 480, [mitterova@tuzvo.sk](mailto:mitterova@tuzvo.sk)

<sup>3</sup>Katedra protipožiarnej ochrany, Drevárska fakulta, Technická univerzita vo Zvolene, T.G. Masaryka 24, 96053, Zvolen, Slovenská republika, +421 455 206 829, [kacikova@tuzvo.sk](mailto:kacikova@tuzvo.sk)

#### Abstrakt

Príspevok sa zaoberá problematikou protipožiarnej ochrany dreva. V tejto súvislosti sú v ňom prezentované výsledky experimentálnych prác porovnávajúce jednak vplyv vybraných retardačných látok (FLAMGARD a PLAMOSTOP D transparent) na úbytok hmotnosti a čas vznietenia smrekového dreva, ako aj vplyv starnutia týchto látok na ich ochrannú funkciu. Z celkového hodnotenia vyplynulo, že vzorky ošetrené protipožiarnymi nátermi zaznamenali z hľadiska hodnotiacich kritérií oveľa pozitívnejšie výsledky ako neošetrené vzorky. Úbytok hmotnosti ošetrených vzoriek bolo v priemere o 68% nižší ako pri retardačne neošetrených vzorkách. Pozitívnym zistením bolo aj to, že za časové obdobie 2,5 roka nedošlo k poklesu účinnosti oboch retardačných látok a k ich zmene ochranných vlastností.

**Kľúčové slová:** čas vznietenia · drevo · protipožiarny náter · protipožiarna ochrana · retardér horenia · smrek · úbytok hmotnosti

#### Abstract

The article deals with the topic of fire protection of wood. It brings the results of experimental works comparing impact of chosen fire-retardant materials (FLAMGARD and PLAMOSTOP D transparent) on weight loss and ignition time of spruce-wood. The impact of ageing of these materials regarding to their protective functions was compared as well. Overall results has shown that samples treated with fire-retardant coatings proved better results than untreated samples when speaking about evaluative criteria. Weight loss of treated samples was 68 % lower on average compared to untreated samples. There was no decrease of effectiveness of neither fire-retardant material and no change in their protecting qualities in 2.5 year. These findings are considered to be positive results as well.

**Keywords:** fire coatings · fire protection · fire retardant · ignition time · spruce wood · weight loss

## 1. Úvod

V súčasnosti je nebezpečenstvo vzniku požiaru a jeho následné rozšírenie na veľké plochy čoraz častejším javom, preto je dôležité klásť väčší dôraz na prevenciu pred vznikom požiaru, spomalenie procesu horenia, ako aj na protipožiarnu ochranu.

Dnešný trh nám poskytuje širokú škálu možností výberu vhodných ochranných materiálov, za pomoci ktorých vieme dosiahnuť zvýšenie protipožiarnej odolnosti horľavých látok. V oblasti stavebníctva sú prírodné materiály, akým je drevo, veľmi žiadanými a populárnymi komponentmi. Drevené konštrukcie si však vyžadujú veľkú pozornosť vzhľadom na ich protipožiarnu odolnosť. V súčasnosti je množstvo dostupných retardačných materiálov využiteľných práve na ochranu drevených konštrukcií. Z množstva ochranných látok si môžeme zvoliť druh ochrany, a to nátermi, omietkami alebo rôznymi protipožiarňými obkladmi. Úlohou retardačných látok je nielen zvýšenie ochrany daných stavebných materiálov voči účinkom požiaru, ale v určitých prípadoch aj úplnému zamedzeniu jeho vzniku.

Cieľom príspevku je hodnotenie účinnosti dvoch ochranných látok ( FLAMGARD, PLAMOSTOP D transparent ), aplikovaných na smrekové drevo. Zámerom je hodnotenie starnutia oboch ochranných látok v priebehu časového obdobia dva a pol roka. Hodnotiacimi kritériami pre sledovanie starnutia retardačných látok bol úbytok hmotnosti a čas vznietenia testovaných vzoriek.

## 2. Teoretický základ

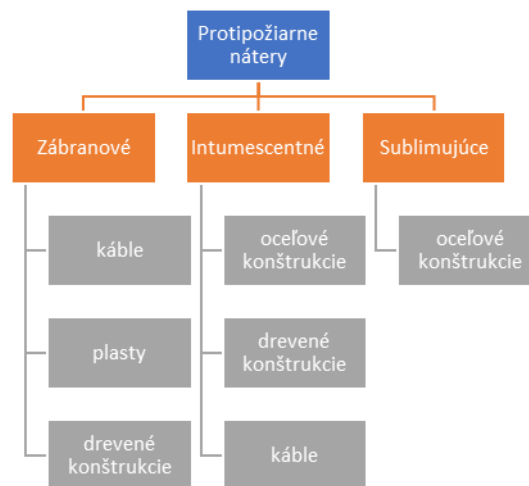
Retardéry horenia sú chemické látky, ktoré svojím chemickým, fyzikálnym alebo kombinovaným spôsobom bránia zapáleniu, spomaľujú proces horenia horľavého materiálu a eliminujú vznik požiaru. Princípom ich fungovania je zabránenie prístupu oxidačného činidla. Ovplyvňujú horľavosť materiálu, zlepšujú požiarotechnické charakteristiky a majú schopnosť brániť impregnovaný materiál pred priamym kontaktom plameňa, bezplamenným horením (tlením) a pred zvýšenými teplotami (FANFAROVÁ, 2013), (MAKOVICKÁ, 2014).

V procese retardácie horenia dreva je hlavnou úlohou ovplyvnenie jeho horľavosti. Dôležité je ovplyvniť rýchlosť tvorby alebo rýchlosť odvodu tepla z reakčnej zóny horenia. Retardér horenia, inak nazývaný aj ako spomaľovač, plní funkciu katalyzátora, ktorý dokáže zmeniť potrebnú rýchlosť k dosiahnutiu chemickej rovnováhy. Intenzitu tepelného toku však nemôže zmeniť. V neskorších štádiách požiaru, kde vznikajú vysoké tepelné toky, je retardácia veľmi obmedzená. Najdôležitejšiu funkciu plnia v prvých etapách horenia (PETRÁŠ, 2013). Spomalenie vznietenia dreva zahŕňa komplexný rad súčasných chemických reakcií, ktorých mechanizmy sú závislé na konkrétnom spomaľovači horenia a na termofyziologickom prostredí (HAGEN, 2009).

Najpoužívanejšími retardérmí horenia sú: retardéry na báze fosforu, bóru a dusíka. Vzhľadom na ekologickosť k životnému prostrediu sa retardéry horenia na báze chlóru a brómu obmedzili pre aplikáciu na plasty, a hlavne v drevospracujúcom priemysle (KLEMENT, 2010).

### Protipožiariarne nátery

Protipožiariarne nátery sú systémy založené na princípe nanášania tenkej vrstvy na povrch vybraného materiálu. Hrúbka nanášanej vrstvy závisí od pokynov výrobcu jednotlivých náterov, špecifikovaných v technický listoch. Ich hlavnou úlohou je dosiahnutie stanovenej požiarnej odolnosti a zníženie horľavosti konštrukcie. U novodobých protipožiariarnych náteroch a retardéroch horenia sa vyžaduje dosiahnutie zníženia množstva splodín horenia, zároveň aj zníženie ich toxicity. Protipožiariarne nátery sa v porovnaní s inými protipožiariarnymi ochranami vyznačujú kratšou životnosťou (PURSER, 2014), (SZIRMAIOVÁ, 2017). Podľa charakteru, účelu a účinku, akým sa prejavujú pri požiari, môžeme protipožiariarne nátery rozdeliť nasledovným spôsobom:



Obrázok 25 Protipožiariarne nátery a ich použitie (NETOPILOVÁ, 2010)

Figure 1 Fire-resistant coatings and their usage

**Intumescentné (penotvorné) protipožiariarne nátery** – princíp pôsobenia tohto typu náteru pozostáva v expanzii a karbonizácii náteru vystaveného pôsobeniu vysokých teplôt. Vytvorením kompaktnej tepelno izolujúcej uhlíkovej vrstvy peny je daný materiál chránený pred účinkami ohňa a sálavého tepla. Podstatou penotvorby je chemická reakcia, iniciovaná pri požiari teplotami nad 150 °C. Objem náteru sa pri vystavení tepelnému žiareniu dokáže zväčšiť až 50-krát (NETOPILOVÁ, 2010).

### 3. Materiál a metodika

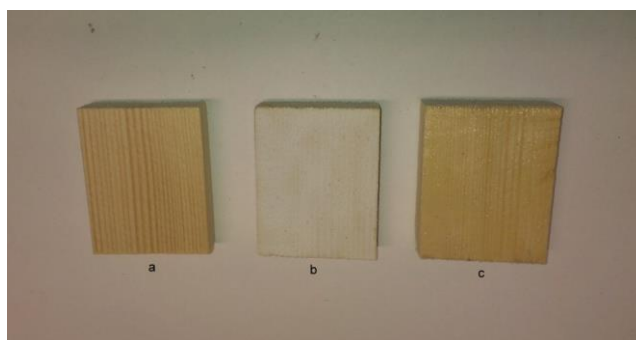
Experimentálne skúšky zamerané na hodnotenie účinnosti retardačných látok, FLAMGARD a PLAMOSTOP D transparent, boli rozdelené na vopred stanovené časové obdobie, a to dva



a pol roka. Dohromady sme vykonali šesť laboratórnych skúšok, ktoré prebehli s časovým odstupom šiestich mesiacov.

Vzorky smrekového dreva nám poslúžili ako materiál na vykonanie experimentálnych skúšok. Smrekové drevo patrí medzi najpoužívanejšie dreviny v stavebnom priemysle. Dané vzorky boli pre potreby vybranej testovacej metódy narezané na rozmer 50 x 40 x 10 mm. Takto pripravené vzorky boli povrchovo upravené dvomi retardačnými látkami: PLAMOSTOP D transparent a FLAMGARD. Retardačné látky sme aplikovali na povrch vzoriek za pomoci štetca. Pri aplikácii náterov sme vychádzali z technických listov daných látok. Aplikácia prebehla formou jednovrstvového náteru, pri množstve 500 g/m<sup>2</sup>, pričom vlhkosť vzoriek pred nánosom bola 12 %.

Z dôvodu dlhšieho naplánovaného časového obdobia daného experimentu, dva a pol roka, prebehla príprava vzoriek a následná aplikácia náterových látok na celé plánované obdobie naraz. Dôvodom bola skutočnosť, aby bolo možné sledovanie účinnosti a starnutia vybraných látok, v priebehu naplánovaného obdobia. Pre každý skúšobný súbor bolo pripravených päť reprezentatívnych vzoriek.



Obrázok 26 Vzorky smrekového dreva: a) neupravené, b) FLAMGARD, c) PLAMOSTOP D transparent

Figure 2 Samples of spruce wood: a) untreated, b) FLAMGARD, c) PLAMOSTOP D transparent

### ***Smrek obyčajný (Picea abies)***

#### **Makroskopická štruktúra smrekového dreva**

Smrek je zrelodrevná drevina. Drevo je bez viditeľného jadra. V čerstvo zoťatom stave je viditeľná zóna zrelého dreva. Medzi ročnými kruhmi je zreteľná hranica: pozvoľnejší prechod medzi jarným a letným drevom v rámci ročného kruhu. Živicové kanáliky má smrekové drevo malé, menej zreteľne roztrúsené. Voľným okom sa dajú spozorovať len na radiálnom a tangenciálnom kvalitne opracovanom reze, ako jemné, tmavšie a lesklé trhliny. Stržňové lúče sú voľným okom nepozorovateľné. Stržeň je úzky najviac 5 mm. Kresbu zbiehajúcich sa ročných kruhov môžeme prirovnať štruktúre vrstevníc na mape (KLEMENT, 2010).

### **Mikroskopická štruktúra smrekového dreva**

Prevládajúcim elementom anatomickej stavby smrekového dreva sú tracheidy – cievice, ktoré zaberajú 87 – 95 % celkového objemu dreva. Majú vodivú a mechanickú funkciu. Radiálny priemer jarných tracheíd je 2 – 4  $\mu\text{m}$ , v neskorom dreve 4 – 8  $\mu\text{m}$ . Dĺžka tracheíd (drevných vlákien) je 1,7 – 2,9 – 3,7 mm. Podiel stržňových lúčov je 4,4 – 5,5 %. Parenchymatické bunky stržňových lúčov plnia funkciu rozvádzania organických zásobných látok. Živica chráni strom pri poranení a taktiež zvyšuje odolnosť dreva proti hubám, prostredníctvom svojej impregnačnej vlastnosti (KLEMENT, 2010).

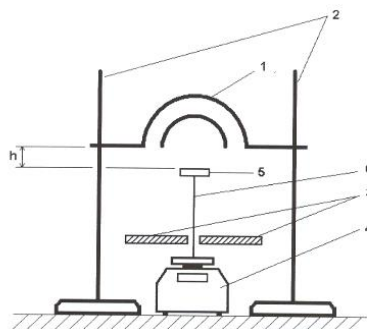
**FLAMGARD** - je jednozložková vodou riediteľná intumescentná náterová hmota. Obsahuje kokso tvornú zložku, tiež zložku, ktorá je zdrojom minerálnej kyseliny (kyselina fosforečná), napeňujúcu zložku, spojivá, plnivá, aditíva a pomocné látky upravujúce úžitkové vlastnosti náteru. Neobsahuje azbest, toxické pigmenty ani chlórované prísady. Vrstva náterovej hmoty vytvára šedo biely súvislý hladký matný povlak na povrchu materiálu. Protipožiarny náter je určený na ochranu dreva a lignocelulózo vých materiálov pred pôsobením ohňa a sálavého tepla. Používa sa výlučne v interiéroch a v suchom prostredí, kde relatívna vlhkosť vzduchu dosahuje maximálne 80 %. Náter je vhodný na drevo s maximálnou relatívnou vlhkosťou 20 %. Hrúbka nánosu 500 g/m<sup>2</sup> musí byť dodržaná, požiarna odolnosť sa nedá zvýšiť pridaním ďalších vrstiev náteru. Protipožiarny náter tvorí konečnú úpravu povrchu materiálu a nemožno ho prekryť žiadnym iným lakom ani náterom (APLIKAČNÝ NÁVOD).

**PLAMOSTOP D transparent** - je transparentný protipožiarny náter určený na drevené konštrukcie. Náter dosahuje horľavosť B pri množstve 200 g/m<sup>2</sup> pri mäkkých aj tvrdých drevinách. Pri spotrebe 440 g/m<sup>2</sup> zvyšuje požiarnu odolnosť zaťažených drevených konštrukcií o 16 minút. Použitie náteru je predpísané na vnútorné priestory stavebných objektov s relatívnou vlhkosťou do 75 %. Vplyvom času nedochádza k fyzikálnym ani chemickým zmenám náteru. Jeho funkcia je zachovaná po celú dobu životnosti konštrukcie. Náter treba chrániť pred mrazom a priamym slnečným žiarením (TECHNICKÝ LIST).

## **4. Testovacia metóda**

### **Skúška sálavým tepelným zdrojom**

**Testovacie zariadenie** – jedná sa o nenormovú testovaciu metódu, používanú pri modelových testoch horenia. Zariadenie, ktorého schematické znázornenie je na obr.3, pozostáva z: elektronických váh (4), ochrany váh (3), kovového stojana (6) na umiestnenie skúšobných vzoriek (5), kovového nosného rámu (2) na umiestnenie sálavého tepelného zdroja a tepelného infražiariča (1).



Obrázok 27 Testovacia metóda na hodnotenie hmotnostného úbytku pri zaťažení sálavým teplom (RUŽINSKÁ, 2013).

Figure 3 Test method for assessing the mass loss at radiant heat load

**Elektronické váhy Sartorius Basic Plus** – typ BDBC 200 od firmy Sartorius AG Merajú s presnosťou na dve desatinné miesta a maximálna nameraná hmotnosť na tomto type váh je 2 100 g.

**Keramický infražiarič** – pracuje pri teplote od 300 – 750°C, vyrába vlnovú dĺžku 3 – 6 mikrometrov a je navrhnutý tak, aby ponúkol vysokú účinnosť (85 % v správne navrhnutých systémoch). Základné parametre žiaričov pri použití elementu typu F.T.E – (Full trough element - plný zaoblený element) sú uvedené v tab.1.

Tabuľka 1 Parametre charakterizujúce žiariče typu F.T.E (RUŽINSKÁ, 2013).

Table 1 Parameters characterizing type of radiant F.T.E.

Výkon [W]	250	500	750	1000
Stredná povrchová teplota [°C]	418	560	670	750
Minimálna vlnová dĺžka [mikrometre]	4,9	4,0	3,5	3,0
Povrchové zaťaženie [W/cm <sup>2</sup> ]	1,7	3,4	5,1	6,8

### Skúšobný postup

Experiment spočíva vo vystavení skúšobných vzoriek účinku tepelného infražiariča s výkonom 1000 W (viď tab. 1) po dobu 10 minút, vo vzdialenosti 30 mm od povrchu žiariaceho telesa. Počas skúšky sa v pravidelných 10–sekundových intervaloch zaznamenáva úbytok hmotnosti a vizuálne sa sleduje prípadné vznietenie vzoriek, s vykonaním časového záznamu, ak uvedený jav nastane.

### Spôsob vyhodnotenia

Hodnotiacimi kritériami experimentu je relatívny úbytok hmotnosti:

$$\delta_m(\tau) = \frac{m(\tau_0) - m(\tau)}{m(\tau_0)} * 100 \quad (\%) \quad (1)$$

Pričom:

$\delta_m$  - relatívny úbytok hmotnosti v čase ( $\tau$ ) [%]

$m(\tau_0)$  - pôvodná hmotnosť vzorky [g]

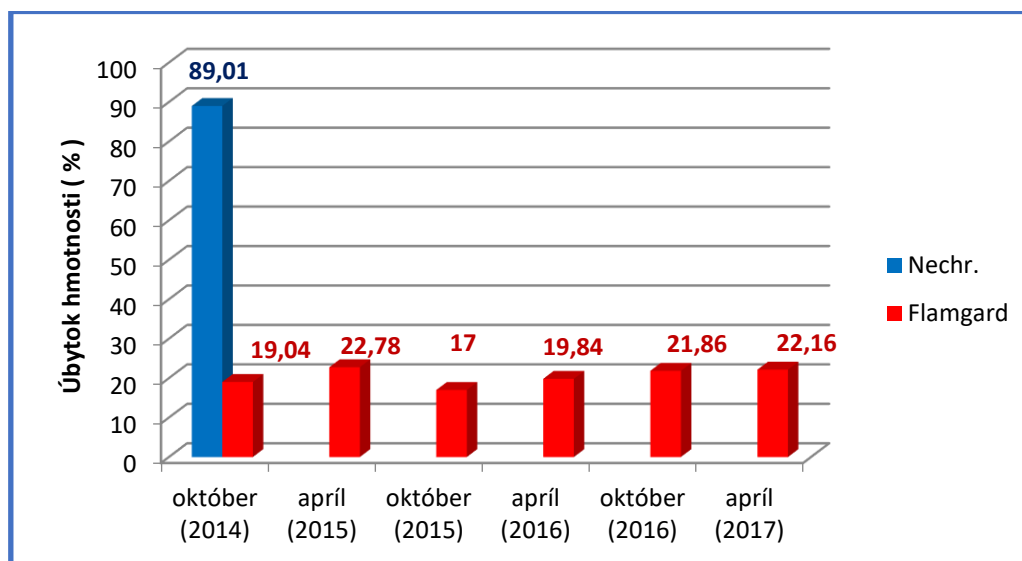
$m(\tau)$  - hmotnosť vzorky v čase ( $\tau$ ) [g]

## 5. Výsledky a diskusia

V nasledujúcich grafoch sme zhrnuli výsledky experimentálnych skúšok vykonávaných v priebehu dva a pol ročného časového obdobia. Hodnotiacim kritériami pre vzájomné porovnanie nám poslúžili úbytok hmotnosti a čas vznietenia skúšobných vzoriek.

Zosumarizovanie výsledkov uvádzame na obr. 4 až 6. Na obrázkoch 4 a 5 uvádzame konečné hodnoty úbytku hmotnosti nechránených ako aj retardačne upravených vzoriek protipožiarnymi nátermi FLAMGARD a PLAMOSTOP D transparent pre celé merané obdobie 2,5 roka.

Na obr. 6 uvádzame zosumarizovanie výsledkov času vznietenia vzoriek smrekového dreva bez retardačnej úpravy a s retardačnou úpravou, získaných v priebehu dva a pol roka.

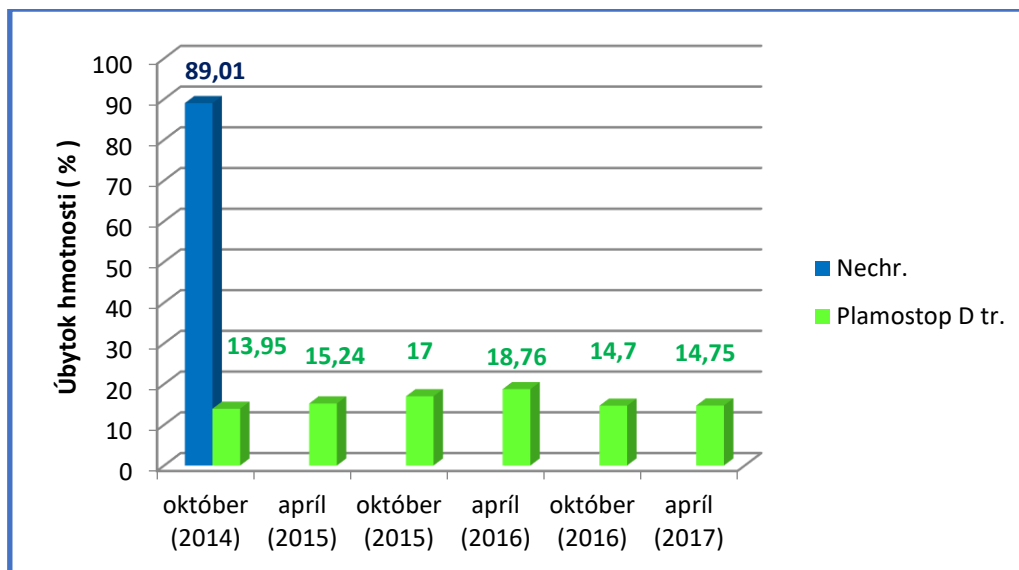


Obrázok 4 Porovnanie konečných úbytkov hmotnosti nechránených vzoriek a vzoriek upravených protipožiarnym náterom FLAMGARD v období dva a pol roka

Figure 4 Comparison of final weight loss of unprotected samples and FLAMGARD-treated samples over a period of two and a half years

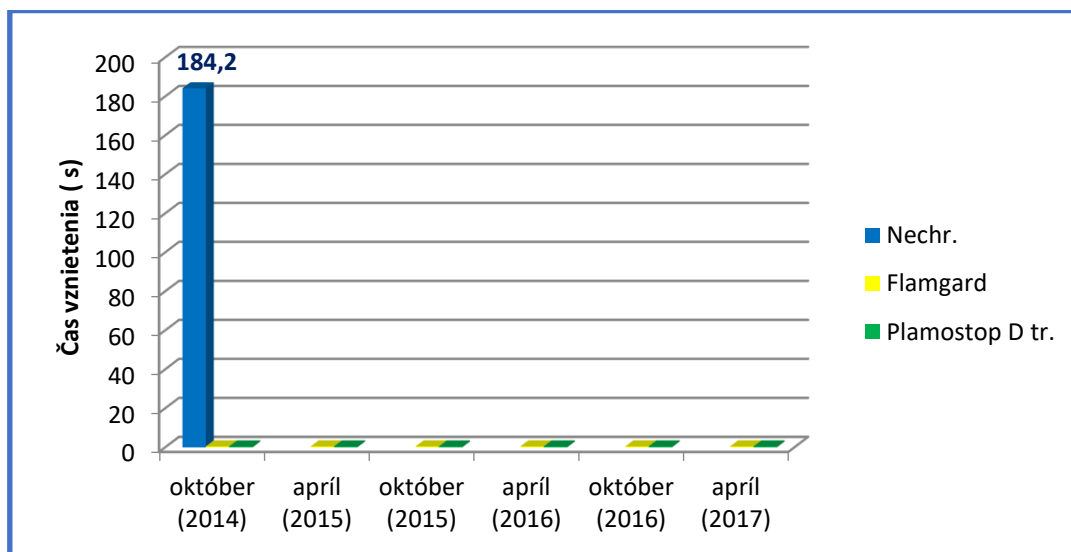
VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
 ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava



Obrázok 5 Porovnanie konečných úbytkov hmotností nechránených vzoriek a vzoriek upravených protipožiarnym náterom PLAMOSTOP D transparent v období dva a pol roka

Figure 5 Comparison of final weight loss of unprotected samples and treated with PLAMOSTOP D transparent in two and a half years

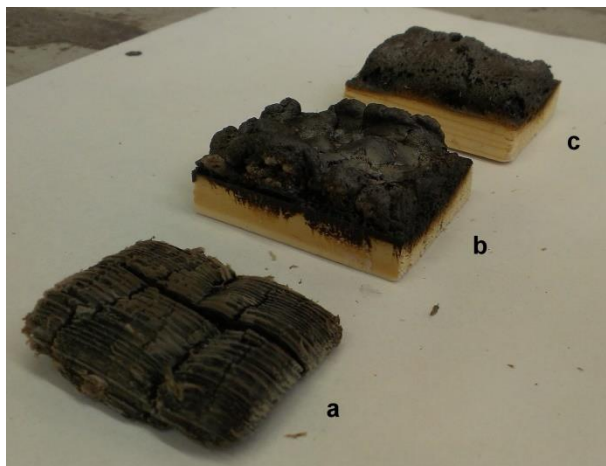


Obrázok 6 Porovnanie času vznietenia nechránených a retardačne upravených smrekových vzoriek v sledovanom období dva a pol roka

Figure 6 Comparison of ignition time of unprotected and retarded spruce samples in the monitored period of two and a half years

VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava



Obrázok 7 Vzorky smrekového dreva po skúške: a) bez retardačnej úpravy, b) protipožiarny náter FLAMGARD, c) protipožiarny náter PLAMOSTOP D transparent

Figure 7 Spruce-wood samples after the test: a) without retardation, b) FLAMGARD fire retardant, c) PLAMOSTOP D transparent

Po vykonaní laboratórnych skúšok, ktoré prebehli v termínoch – október 2014, apríl 2015, október 2015, apríl 2016, október 2016, apríl 2017 môžeme získané výsledky zhodnotiť nasledovne:

- počas sledovaného obdobia vzorky smrekového dreva upravené protipožiarnymi nátermi FLAMGARD a PLAMOSTOP D transparent zaznamenali podstatne nižšie hodnoty úbytku hmotnosti (cca o 68 % nižšie) ako retardačne neupravené vzorky. Pri vzájomnom porovnaní týchto dvoch retardačných látok môžeme konštatovať, že účinnším sa preukázal protipožiarny náter PLAMOSTOP D transparent, nakoľko vzorky, na ktorých bol aplikovaný tento náter preukázali nižší úbytok hmotnosti v priemere o 4 % ako vzorky s aplikáciou náteru FLAMGARD,
- pri oboch hodnotených retardačných látkach môžeme konštatovať, že v priebehu sledovaného obdobia nedošlo k výraznej zmene ich účinnosti. Pri náterovej hmote FLAMGARD bol priemerný úbytok hmotnosti v októbri 2014 - 19,04 % a v apríli 2017 – 22,16 % (rozdiel len 3 %). Pri PLAMOSTOPE D transparent bol priemerný úbytok hmotnosti v októbri 2014 – 13,95 % a v apríli 2017 – 14,75 % (rozdiel necelého 1 %).
- výsledky z hľadiska času vznietenia testovaných vzoriek nám poukazujú na význam retardačnej ochrany, nakoľko vzorky, na ktorých boli aplikované protipožiarné nátery FLAMGARD a PLAMOSTOP D transparent, na rozdiel od retardačne neupravených vzoriek, dokázali počas celého hodnotiaceho obdobia (október 2014 – apríl 2017) odolávať tepelnej záťaži bez toho aby sa vznietili.

Testovaním protipožiarnych náterov sa zaoberali aj iní autori. Protipožiarny náter Plamostop D transparent testovali aj iní autori. Ich priemerné hodnoty úbytku hmotnosti retardačne ošetrených smrekových vzoriek predstavovali: (TÓTHOVÁ, 2014) - 12,61 % a (RUŽINSKÁ, 2015) - 10,31 % úbytku hmotnosti retardačne ošetrených smrekových vzoriek.

## 6. Záver

Cieľom príspevku bolo posúdenie vplyvu starnutia dvoch vybraných retardačných látok, FLAMGARD a PLAMOSTOP D transparent, aplikovaných na drevný materiál (smrekové drevo), na vybrané požiarotechnické vlastnosti danej dreveniny. Pri vykonaných meraniach sme postupovali podľa testovacej metódy - Skúška sálavým tepelným zdrojom, pomocou ktorej sme vyhodnocovali úbytok hmotnosti a čas vznietenia testovaného materiálu.

Nami dosiahnuté výsledky potvrdzujú pozitívne vlastnosti a účinok retardačných látok. Pri protipožiarnom nátere FLAMGARD sme zaznamenali za celé hodnotené obdobie priemerný úbytok hmotnosti 20,45 %. Pri PLAMOSTOPE D transparent sme získali hodnotu 15,73 %. Za testovacie obdobie 2,5 roka sme pri retardačne ošetrovaných vzorkách nezaznamenali vznietenie týchto vzoriek.

### PodĎakovanie

Príspevok vznikol vďaka finančnej podpore agentúry KEGA, Projekt č. 012TU Z-4/2016.

## Zoznam bibliografických odkazov

FANFAROVÁ A, OSVALD A. 2013. Hodnotenie povrchových úprav dreva retardérmí horenia. In: Požární ochrana 2013: Sborník přednášek XXII. ročníku mezinárodní konference. Ostrava: Vysoká škola baňská – Technická univerzita Ostrava, 2013. s. 31-33. ISBN 978-80-7385-127-9.

HAGEN M. et.al. 2009: Flammability assessment of fire-retarded Nordic Spruce wood using thermogravimetric analyses and cone calorimetry. In: Fire Safety Journal, [online]. November 2009, vol 44, Issue 8 Pages 1053-1066. [cit. 2017-09-20]. Dostupné na internete: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0379711209000988>> ISSN 0379-7112.

JIANG J, LI J, GAO Q. 2015. Effect of flame retardant treatment on dimensional stability and thermal degradation of wood. In: Construction and Building Materials, [online]. January 2015, vol 75, Pages 74–81. [cit. 2017-09-20]. Dostupné na internete: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061814011817>>

KLEMENT I, RÉH R, DETVAJ J. 2010. Základné charakteristiky lesných drevín – spracovanie drevnej suroviny v odvetví spracovania dreva, Zvolen: NLC Zvolen, 2010. s. 1-4. ISBN 978-80-8093-112-4.

MAKOVICKÁ–OSVALDOVÁ L, MAJLINGOVÁ A, GALLA Š, OSVALD A. 2014. „Nová“ metóda hodnotenia retardérov horenia dreva. In: Advances in Fire, Safety and Security Research 2014. – Bratislava: Požiarotechnický a expertízny ústav MV SR, s. 24-30. ISBN 978-80-89051-16-8.

VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

NETOPILOVÁ M, KAČÍKOVÁ D, OSVALD, A. 2010. Reakce stavebních výrobků na oheň. 1.vyd. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2010. 126 s. ISBN 978-80-7385-093-7.

PETRÁŠ P, JURÍČEK P. 2013. Protipožiarne nátery využiteľné na ochranu Národných kultúrnych pamiatok. In: X. Medzinárodná konferencia FIRECO 2013: Zborník prednášok. Bratislava: Požiarnotechnický a expertízny ústav MV SR, 2013. s.393-403. ISBN 978-80-89051-12-0.

PURSER D. A. 2014. Fire Safety Performance of Flame Retardants Compared with Toxic and Environmental Hazards. In: Polymer Green Flame Retardants, [online]. August 2014, Pages 45-86. [cit. 2017-02-24]. Dostupné na internete: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780444538086000020>>. ISBN 978-0-444-53808-6.

RUŽINSKÁ E, MITTEROVÁ I. 2013. Štúdium vybraných charakteristík termickej degradácie povrchovo upravených drevných materiálov, Časť 1: Skúška sálavým tepelným zdrojom. In: 44. Mezinárodní konference o nátěrových hmotách, 20-22.5.2013. Pardubice, 213, s. 251-258. ISBN 978-80-7395-627-1.

RUŽINSKÁ E, a kol. 2015. Modifikovaná metóda hodnotenia účinku ochranných retardačných náterov aplikovaných na povrch drevených stavebných konštrukcií. In: Materials Science Forum. Vol. 818, (2015), Surface Engineering and Materials in Mechanical Engineering. s. 194-197. ISSN 1662-9752.

SZIRMAIOVÁ, N. 2017. Vplyv starnutia retardačnej látky na požiarotechnické vlastnosti smrekového dreva. Diplomová práca. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2017, 70 s.

TÓTHOVÁ, J. 2014. Retardačné látky a ich vplyv na požiarotechnické vlastnosti dreveného materiálu. Diplomová práca. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2014, 70s.

Aplikačný návod protipožiarnej náterovej hmoty FLAMGARD. DUALCOM, s.r.o.

Technický list PLAMOSTOP D transparent. FIREK, s.r.o.



## ZISŤOVANIE PRÍČIN VZNIKU POŽIARU

### DETECTION OF CAUSES OF FIRE


Ľubica ŠOVČÍKOVÁ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Stredná škola požiarnej ochrany MV SR v Žiline, P.O.Box 25/B , 010 26 Žilina, Slovenská republika,  
041/8406704, [lubica.sovcikova@minv.sk](mailto:lubica.sovcikova@minv.sk)

#### Abstrakt

Článok pojednáva o systéme vzdelávania a organizácie na úseku zisťovania príčin požiarov v Hasičskom a záchrannom zbore Slovenskej republiky.

**Kľúčové slová:** organizácia · požiar · právny predpis · vzdelávanie

**Abstract**  The article deals with the system of education and organization in the field of detection of causes of fires in the Fire and Rescue Society of the Slovak Republic

**Keywords:** association · fire · legislation · special education

## 1. Úvod

Zisťovanie príčin vzniku požiarov (ďalej len „ZPP“) je vysoko odborná činnosť zameraná na zistenie príčiny vzniku požiaru, dôvodov a spôsobov jeho šírenia a škôd ním spôsobených. Jej súčasťou je vedenie štatistiky, ktorá je v spojení s poznatkami o konkrétnych príčinách využívaná pre tvorbu noriem na úseku ochrany pred požiarimi. Na základe zistenia príčiny požiaru je prípadne vyvodzovaná právna zodpovednosť konkrétnych osôb za vznik daného požiaru. Vyžaduje si kriminalistické metódy a postupy.

## 2. Právna úprava ZPP

Kompetencie ZPP stanovuje orgánom Hasičského záchranného zboru SR právne predpisy v oblasti ochrany pred požiarimi a to konkrétne zákon NR SR č. 129/2015 Z.z., ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 314/2001 Z.z. o ochrane pred požiarimi.

Tento zákon ukladá orgánom štátnej správy na úseku ochrany pred požiarimi (Ministerstvu vnútra Slovenskej republiky, krajským riaditeľstvám HaZZ, okresným riaditeľstvám HaZZ) v rámci vykonávania štátneho požiarneho dozoru, zisťovanie príčin požiaru.

Pričom zisťovanie príčin požiarov v obzvlášť závažných prípadoch ukladá priamo Ministerstvu vnútra SR a v závažných prípadoch krajským riaditeľstvám HaZZ.

Okrem iného tiež oprávňuje orgány vykonávajúce štátny požiarly dozor vstupovať do objektov a zariadení právnickej osoby alebo podnikajúcej fyzickej osoby za účelom zisťovania príčin vzniku požiarov a požadovať potrebnú súčinnosť od vedúcich a ostatných zamestnancov právnickej osoby a podnikajúcej fyzickej osoby. Ďalej umožňuje sankcionovať právnickú osobu a podnikajúcu fyzickú osobu ak neoznami bez zbytočného odkladu príslušnému okresnému riaditeľstvu každý požiar, ktorý vznikol v objektoch, priestoroch a na veciach v jej vlastníctve, správe alebo užívaní. Alebo ak neposkytne potrebné doklady, pomoc a súčinnosť pri zisťovaní príčin požiarov.

Fyzickej osobe je možné uložiť pokarhanie alebo pokutu ak neoznami bez zbytočného odkladu príslušnému okresnému riaditeľstvu požiar, ktorý vznikol v objekte v jej vlastníctve alebo užívaní, poprípade neumožní orgánom štátneho požiarneho dozoru vykonanie potrebných úkonov pri zisťovaní príčin požiarov.

Osoby vykonávajúce zisťovanie príčin požiarov sú viazané povinnosťou mlčanlivosti o skutočnostiach, ktoré vo všeobecnom záujme, alebo v záujme zúčastnených osôb majú zostať utajené pred nepovolanými osobami. Táto povinnosť trvá aj po skončení úlohy, alebo pracovného pomeru po dobu tri roky, pokiaľ tejto povinnosti nebudú zbavené.

Ďalším právnym dokumentom je vyhláška MV SR č. 591/2005, ktorou sa novelizovala vyhláška č. 121/2002 Z.z. o požiarnej prevencii. Táto vyhláška vo svojom štvrtom oddieli, § 41 „Zisťovanie príčin vzniku požiarov“ ďalej rozpracováva ustanovenia zákona č. 314/2001 Z.z., ktoré sa týkajú zisťovania príčin požiarov.

Ustanovuje, že pri každom požiaru sa zisťuje príčina jeho vzniku a na základe získaných údajov a poznatkov sa vypracúva správa o zásahu, odborný posudok, alebo požiarnotechnická expertíza. Určuje obsah odborného posudku a požiarnotechnickej expertízy a ich využitie, ktoré spočíva najmä pri určovaní protipožiarlych opatrení, a pri vypracúvaní rozborov požiarovosti. Taktiež určuje obsah rozborov požiarovosti.

Vnútorň predpis Pokyn prezidenta Hasičského a záchranného zboru č. 32/2016 o zisťovaní príčin vzniku požiarov a štatistickom sledovaní požiarovosti upravuje postup krajských a okresných riaditeľstiev Hasičského a záchranného zboru pri zisťovaní príčin vzniku požiarov, spracúvaní dokumentácie o požiaroch a o štatistickom sledovaní a vypracúvaní rozborov požiarovosti. Koordinujú činnosť medzi Prezidiom HaZZ, Krajskými a Okresnými riaditeľstvami HaZZ a Požiarlynotechnickým a expertíznym ústavom. Je v nich rozpracovaná štruktúra, ktorá prostredníctvom personálneho, materiálo-technického a organizačného zabezpečenia vytvára podmienky pre plnenie úloh vyplývajúcich zo zákona č. 314/2001 Z.z a z Vyhlášky MV SR č. 591/2005 Z.z. Okrem iného obsahovo určuje zásady postupu pri zisťovaní príčin požiaru a pri odbere vzoriek a dôkazového materiálu na požiarisku. Určuje materiálo-technické vybavenie na zisťovanie príčin vzniku požiaru.

Ukladá zisťovateľovi pri plnení si svojich úloh spolupracovať s príslušnými orgánmi činnými v trestnom konaní, orgánmi samosprávy, ako aj s vybranými technickými pracoviskami. Pri zisťovaní príčin požiaru a určení spôsobených škôd zisťovateľ má spolupracovať s inými osobitnými komisiami, ktoré určí štatutárny orgán právnickej osoby, v ktorej požiar vznikol.

### 3. Systém organizácie ZPP na SR

Na základe vyššie uvedených právnych predpisov je príslušník vykonávajúci funkciu zisťovania príčin vzniku požiarov nazývaný zisťovateľ príčin požiarov (ďalej len „zisťovateľ“). V budúcnosti sa plánuje preformulovanie na vyšetrovateľa požiarov, ktoré viac vystihuje jeho činnosť, pretože sa zaoberá i radou iných okolností vedúcich k objasneniu a ďalších okolností vzniku a priebehu požiaru. V budúcnosti sa plánuje, že zisťovateľ bude odborne odoberať vzorky z požiariska, ktorých výsledky budú slúžiť na objasnenie príčiny vzniku konkrétneho požiaru.

Na účely zabezpečenia plnenia úloh na úseku zisťovania príčin vzniku požiarov sa zisťovateľom určuje služobná pohotovosť s možnosťou použitia mobilných prostriedkov spojenia. Služobná pohotovosť sa zabezpečuje tak, aby bola určená služobná pohotovosť vždy jednému zisťovateľovi z párových okresných riaditeľstiev. Harmonogram služobnej pohotovosti na príslušný kalendárny mesiac spracúva vedúci oddelenia analytického a expertízneho a na krajskom riaditeľstve vedúci oddelenia operatívno-technického.

Krajské riaditeľstvo zabezpečuje zisťovanie príčin vzniku závažných prípadov požiarov prostredníctvom minimálne dvoch zisťovateľov okresných riaditeľstiev v územnej pôsobnosti príslušného krajského riaditeľstva spracované vo forme odborného posudku, jedným zo zisťovateľov je vždy zisťovateľ územne príslušného okresného riaditeľstva.

#### Okresné riaditeľstvo zabezpečuje zisťovanie príčin vzniku požiarov :

- a) veliteľom zásahu pri požari podľa pokynu 32/2016 čl. 3 ods. 2 písm. a) pokynu, ktoré vznikli v priestoroch uvedených v prílohe č. 1, pričom vznikla škoda najviac v sume 3000 €, spracované vo forme správy o zásahu a formulárom „Obhliadka požiariska“, ktorého vzor je uvedený v prílohe č. 2,
- b) zisťovateľom v ostatných prípadoch, ktoré sa uzatvárajú formou odborného posudku, v prípade požiaru ľahkého automobilu sa spracúva aj formulár pre ľahké automobily, ktorý je súčasťou softvérovej aplikácie.

Prezídium Hasičského a záchranného zboru (ďalej len „prezídium“) zabezpečuje prostredníctvom ústavu zisťovanie príčin vzniku obzvlášť závažných prípadov požiarov formou požiarotechnickej expertízy.

Na určenie orgánu štátneho požiarneho dozoru príslušného na zisťovanie príčin vzniku požiarov rozlišujeme :

- a) Požiar, pri ktorom vznikla priama škoda najviac do sumy 200 000 € a nebola usmrtená viac ako jedna osoba,
- b) závažný prípad požiaru boli usmrtené najmenej dve osoby (boli zranené najmenej tri osoby, z ktorých aspoň jedna utrpela ťažkú ujmu na zdraví alebo sa zranila smrteľne),
- c) obzvlášť závažný prípad požiaru (boli usmrtené najmenej tri osoby alebo bolo zranených najmenej sedem osôb, z ktorých aspoň jedna utrpela ťažkú ujmu na zdraví alebo sa zranila smrteľne, vznikla priama škoda v sume nad 200 000 €).

Informácie o usmrtených a zranených osobách, predbežnej príčine vzniku požiaru, výške priamej škody, charakteristikách objektu, majiteľovi a užívateľovi na účely spracúvania hlásení poskytuje operačnému stredisku veliteľ zásahu bez zbytočného odkladu. Operačné stredisko následne bez zbytočného odkladu informuje príslušného zisťovateľa.

Operačné stredisko prezídia poskytuje Požiarnotechnickému a expertíznemu ústavu bez zbytočného odkladu informácie o vzniku obzvlášť závažného prípadu požiaru.

Dôležitým faktorom je, že zodpovednosť za zistené príčiny vzniku požiaru a následné úkony má i orgán Polície SR. Hasičský zisťovateľ svoje závery, ohľadom príčiny vzniku požiaru a možnosti porušenia zákona a predpisov na úseku ochrany pred požiarimi na požiadanie predloží policajnému vyšetrovateľovi prostredníctvom odborného posudku. V tomto prípade dokumentácia slúži ako podklad pre ďalšiu činnosť policajných orgánov. Tí sa však zisteniami hasičského zisťovateľa nemusia riadiť. Zodpovednosť a rozhodnutia potom zostávajú na Polícii SR. Odborné vyjadrenie ako dokument HaZZ k príčine požiaru má svoju váhu, ale neporovnateľnú so znaleckým posudkom súdneho znalca v odbore PO. Preto je potrebné posunúť zisťovateľov HaZZ do pozície súdnych znalcov, aby orgány činné v tresnom konaní potom nemali pochybnosti, či odborné vyjadrenie zisťovateľa požiaru je dostatočné a relevantné. Ako prvým krokom má byť osobitné vzdelávanie príslušníkov HaZZ SR na úseku zisťovania príčin požiarov.

#### **4. Osobitné vzdelávanie na úseku zisťovania príčin vzniku požiarov v podmienkach Hasičského a záchranného zboru.**

Cieľom osobitného vzdelávania príslušníkov Hasičského a záchranného zboru zaradených na úseku zisťovania príčin vzniku požiarov (ďalej len „zisťovateľov“) bude dosiahnutie požadovanej úrovne pripravenosti príslušníkov v oblasti zisťovania príčin vzniku požiarov. Príslušník musí absolvovať základnú prípravu, špecializovanú odbornú prípravu a osobitnú odbornú prípravu v oblasti zisťovania príčin vzniku požiarov, podľa nariadenia ministra vnútra Slovenskej republiky č. 103/2010 o osobitnej odbornej spôsobilosti a o prehlbovaní kvalifikácie v Hasičskom a záchrannom zbere.

Nosným pilierom osobitného vzdelávania je zavedenie celoživotného vzdelávania zisťovateľov so zameraním na druhy požiarov podľa samotného vývoja spoločnosti a hospodárskeho dopadu.

Cieľom nového osobitného vzdelávania je dosiahnutie jednotného postupu pri zisťovaní príčin vzniku požiarov a ich následnej analýze v priamej súvislosti s platnou legislatívou na tomto úseku.

Spracovaním učebných osnov nie je možné komplexne pokryť problematiku z pohľadu chemického a inžinierskeho vzdelávania, ale majú sa vytvoriť základné predpoklady zisťovateľa pri jeho postupoch na požiarisku a elimináciu zničenia stôp po požiari jeho samotnou činnosťou.

#### Definované oblasti osobitného vzdelávania:

1. Teoretická časť - 80 hodín (zameranie na činnosti hasičskej jednotky na požiarisku, procesy horenia a rozvoj požiaru, spôsoby iniciácie, vyhľadávanie ohnísk a zhromažďovanie podkladov, odber a analýza vzoriek, stanovenie príčiny vzniku požiaru a spracovanie dokumentácie).
2. Praktické cvičenia - 40 hodín (riešenie konkrétnych modelových situácií, jej súčasťou budú riešenia modelových situácií na získavanie podkladov o požiari, obhliadka požiariska, odber a analýza vzoriek, analýza a spôsob vyhodnotenia informácií, spracovanie dokumentácie o požiari).
3. Tematické vzdelávanie v rámci každoročne organizovaných zamestnaní.

## **5. Záver**

Práca zisťovateľov na požiarisku zameraná na zistenie ohniska požiaru a príčiny jeho vzniku je umením a vedou zároveň. Vyžaduje si dokonalé poznanie jednotlivých stôp a všetkých možných príčin ich vzniku. Iba praktické skúsenosti v spojitosti s poznatkami z mnohých vedných odborov mu umožňujú správne vyhodnotiť tieto stopy a vyhnúť sa možným omylom

## **Zoznam bibliografických odkazov**

Zákon NR SR č. 314/2001 Z.z. o ochrane pred požiarmi v znení neskorších predpisov.

Vyhláška MV SR č. 591/2005, ktorou sa mení vyhláška č. 121/2002 Z.z. o požiarnej prevencii v znení neskorších predpisov.

Pokyn prezidenta Hasičského a záchranného zboru č. 32/2016 o zisťovaní príčin vzniku požiarov a štatistickom sledovaní požiarovosti.

**VYUŽITIE DOBROVOLNÝCH HASIČSKÝCH ZBOROV MESTA ŽILINA PRI POVODNIACH  
S VYUŽITÍM HASIČSKEJ A ZÁCHRANÁRSKEJ TECHNIKY**

**USE OF VOLUNTARY FIRE BRIGADES OF THE CITY OF ŽILINA IN FLOODS USING FIRE AND  
RESCUE EQUIPMENT**

Monika ŠULLOVÁ – Mikuláš MONOŠI

Mesto Žilina, Námestie obetí komunizmu 1, 011 31 Žilina, Slovenská republika a Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta bezpečnostného inžinierstva, Ul. 1.mája 32, 010 26 Žilina, Slovenská republika,  
[monika.Sullova@zilina.sk](mailto:monika.Sullova@zilina.sk), [mikulas.monosi@fbi.uniza.sk](mailto:mikulas.monosi@fbi.uniza.sk)

**Abstrakt**

Cieľom príspevku je predstaviť činnosť dobrovoľných hasičských zborov mesta Žilina pri vzniknutých povodniach v meste Žilina a mestských častiach Žiliny, uskutočnených a riešených zásahoch. Príspevok čitateľom priblíži prácu členov ôsmich dobrovoľných hasičských zborov mesta Žilina, základnú prípravu taktiky zásahov, praktické zručnosti pri používaní hasičskej techniky a protipovodňových vozíkov. Ďalej autor predstaví technické a materiálne vybavenie, ktoré je zabezpečené z finančnej podpory miest a obcí a Dobrovoľnej požiarnej ochrany Slovenskej republiky. Súčasťou príspevku bude popis činnosti, ktoré boli vykonané pri konkrétnych zásahoch od zvolania do zásahu od operačného strediska Hasičského a záchranného zboru alebo priamo od predsedu krízového štábu mesta Žilina až po ukončenie zásahu. Autor sa ďalej venuje záverečnému zhodnoteniu vykonania zásahu, jeho analýzou a záveru, v ktorom sa poukáže na nedostatky pri zásahu, ktoré bude nutné v budúcich zásahoch odstrániť. Uvedené činnosti a technické a materiálne vybavenie sú uskutočňované v rámci celoplošného rozmiestnenia síl a prostriedkov hasičských jednotiek. Poukazuje na význam existencie a zriaďovania dobrovoľných hasičských zborov miest a obcí a na aké zásahy sú predurčené.

**Kľúčové slová:** Dobrovoľný hasičský zbor mesta · povodeň · technické a materiálne vybavenie · zásahová činnosť

**Abstract**

The aim of the contribution is to present the activities of the voluntary fire brigades of the city of Žilina in the course of the floods in the city of Žilina and the city districts of Žilina, realized and solved interventions. The contribution will bring readers closer to the work of the members of the eight voluntary fire brigades of the city of Žilina, the basic preparation of intervention tactics, practical skills in the use of fire fighting equipment and flood protection trolleys. Furthermore, the author will present technical and material equipment, which is provided by the financial support of towns and municipalities and the Voluntary Fire Protection of the Slovak Republic. Part of the contribution will be a description of the activities

that have been carried out for specific interventions from the call to intervention from the Fire and Rescue Service Operations Center or directly from the Chief of Staff of Žilina until the end of the intervention. The author further investigates the implementation of the intervention, its analysis and conclusions, pointing out the shortcomings in the intervention that will be necessary in future interventions. The above-mentioned activities and technical and material equipment are carried out in the framework of the nationwide deployment of forces and means of firefighting units. It points out the importance of the existence and establishment of voluntary fire brigades of towns and municipalities and what interventions are predetermined.

**Keywords:** equipment · flood · technical and material intervention · Voluntary fire brigade of the city

## 1. Úvod

Žilina je centrum severozápadného Slovenska a jedno z najväčších miest Slovenskej republiky. Je sídlom orgánov Žilinského kraja, jedného z ôsmich. Samotná Žilina má rozlohu 80,03km<sup>2</sup>s cca 85 tis. obyvateľov. Mesto Žilina leží v údolí rieky Váh v Žilinskej kotline, na sútoku rieky Váh s riekami Kysuca a Rajčanka. Celá kotlina sa nachádza medzi horskými chrbtami pohorí Malá Fatra, Strážovské vrchy, Súľovské vrchy, Javorníky a Kysucká vrchovina. Žilina spolu s mestskými časťami je často ohrozovaná vzniknutými mimoriadnymi udalosťami, najčastejšie povodňami.

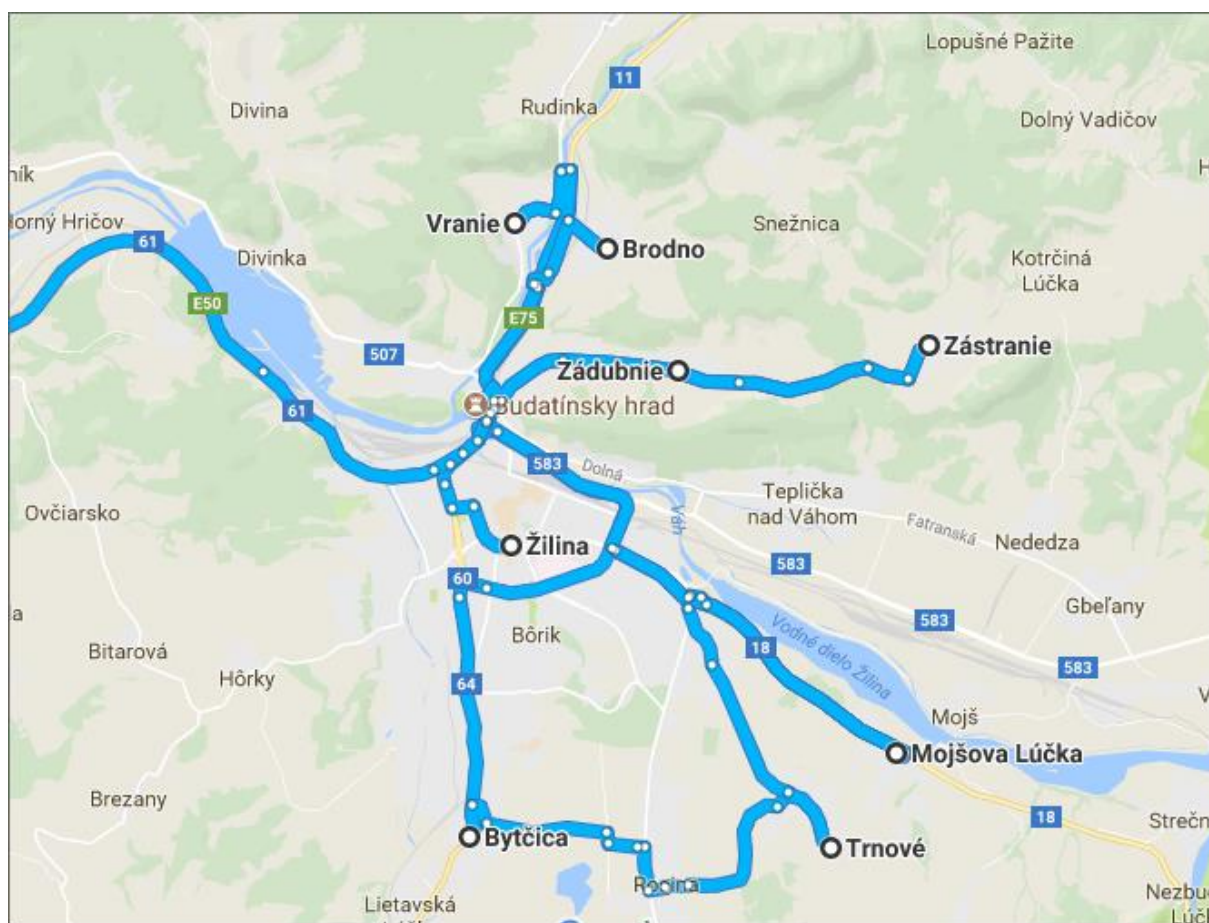
Slovenská republika rieši ochranu obyvateľstva pred účinkami a následkami mimoriadnych udalostí (MU), konkrétne požiarov a povodní prostredníctvom Zákona č. 42/1994 Z. z. o civilnej ochrane obyvateľstva, Zákona č. 314/2001 Z.z. o ochrane pred požiarmi a Zákona č. 7/2010 Z.z. o ochrane pred povodňami. Na činnosti súvisiace s riešením následkov mimoriadnych udalostí sa v Slovenskej republike využívajú čoraz viac Dobrovoľné hasičské zbory miest a obcí (DHZM). Cieľ a úlohy DHZM sú vymedzené v Zákone č. 37/2014 Z.z. o Dobrovoľnej požiarnej ochrane Slovenskej republiky a o zmene niektorých zákonov.

Základnými dokumentmi mesta Žilina na zabezpečenie úloh a opatrení, zameraných na ochranu života, zdravia a majetku obyvateľov v meste Žilina, v období ohrozenia alebo v období pôsobenia následkov mimoriadnej udalosti, konkrétne povodní je Povodňový plán záchranných prác mesta Žilina. Jeho obsahom je súbor technických a organizačných opatrení, potrebných na zdoľávanie povodní alebo na zmiernenie ich následkov.

Cieľom tohto vedeckého príspevku je predstaviť činnosť dobrovoľných hasičských zborov mesta Žiliny, ich významný prínos pri ochrane obyvateľov mesta Žilina pri riešení mimoriadnych udalostí, konkrétne povodní a nutnosti venovať problematike existencie a rozvoju dobrovoľných hasičských zborov miest a obcí dostatočnú pozornosť.

## 2. Dobrovoľné hasičské zbory mesta Žilina

Mesto Žilina má v zmysle zákona č. 314/2001 Z.z. o ochrane pred požiarmi zriadených osem Dobrovoľných hasičských zborom mesta Žilina v mestských častiach Brodno, Bytčica, Mojšová Lúčka, Trnové, Vranie, Zádubnie a Zástranie. Ich činnosť je zameraná na zdoľavanie následkov MU, hlavne na zdoľavanie požiarov a povodní, vykonávanie záchranných prác, ak ďalej nie je ustanovené inak. Mesto Žilina udržiava ich akcieschopnosť a zabezpečuje ich materiálno-technické vybavenie spolu v súčinnosti s Dobrovoľnou požiarnou ochranou Slovenskej republiky.



Obrázok 1 Rozmiestnenie Dobrovoľných hasičských zborov mesta Žilina [1]

Figure 1 Distribution of the Voluntary Fire Brigade of the City of Žilina [1]

### 2.1. Vzdelávacia činnosť členov DHZM

Dobrovoľné hasičské zbory miest a obcí v Slovenskej republike sú povolávané na zásahovú činnosť operačným strediskom Hasičského a záchranného zboru, koordinačným strediskom integrovaného záchranného systému alebo operačným strediskom tiesňového volania za splnenia určitých podmienok základného vzdelania. V meste Žilina sú DHZM povolávané aj predsedom krízového štábu mesta Žilina.



## VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

Pre poskytovanie čoraz kvalitnejších zásahových činností s odborným zameraním dobrovoľní hasiči absolvujú nasledovné školenia z dôvodu zvyšovania si odbornej kvalifikácie, ktorými sú:

- základná príprava členov hasičských jednotiek
- špecializovaná príprava veliteľov DHZM
- odborná príprava na používanie motorových píl
- odborná príprava na operátora automobilových a ručných rádiostaníc
- odborná príprava zameraná na strojnú službu
- oprávnenie na používanie výstražných svetelných a zvukových zariadení
- vodičské oprávnenie na vedenie motorového vozidla skupiny C
- psychotesty
- previerkové a taktické cvičenia na zdolávanie požiarov, diaľkové vedenie vody, používanie protipovodňových bariér a pod.



Obrázok 2 Taktické cvičenie zamerané na stavanie protipovodňových bariér

Figure 2 Tactical exercise to build flood barriers

### 2.2. Technické a materiálové vybavenie

Na odborné vykonávanie svojej činnosti Dobrovoľné hasičské zbory miest a obcí v Slovenskej republike sú vybavované novou, modernou hasičskou technikou, a to spravidla:

- nákladnými motorovými automobilmi značky Iveco Daily, CAS 15 - zásahovými
- osobnými 9 miestnymi motorovými automobilmi - prepravnými
- protipovodňovými vozíkmi
- prenosnými motorovými striekačkami – PS12

VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava



Obrázok 3 Hasičské nákladné motorové vozidlo Iveco Daily CAS 15

Figure 3 Iveco Daily CAS 15 fire truck



Obrázok 4 Prepravné motorové vozidlo Mercedes Sprinter pre DHZM Žilina – Trnové

Figure 4 Mercedes Sprinter for DHZM Žilina - Trnové



Obrázok 5 Protipovodňový prívesný vozík

Figure 5 Flood floating trolley

### 2.3. Zásahová činnosť

DHSM Žilina zasahovali pri rôznych mimoriadnych udalostiach. V priemere ročne zasahujú dobrovoľní hasiči mesta Žilina pri požiaroch 5 zásahov, lesných požiaroch 5 zásahov, povodniach 3 zásahy, zosuvoch pôdy 1 zásah, snehových kalamitách 3 zásahy, pátranie po nezvestných osobách 1 zásah.



**VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017**

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava



**Obrázok 6 Hasenie požiaru rodinného domu v Žiline [8]**

**Figure 6 Fire Extinguishment of a Family House in Žilina [8]**



**Obrázok7 Vyboreženie miestneho potoka v mestskej časti Žilina – Vranie [8]**

**Picture7 Outbreak of the local creek in city part Žilina - Vranie [8]**





Obrázok 8 Zaplavenie rodinného domu pri povodni v mestskej časti Žilina – Vranie [8]

Picture 8 Flooding of a family house during a flood in city part Žilina - Vranie [8]



Obrázok 9 Likvidácia lesného požiaru v mestskej časti Žilina – Trnové [8]

Figure 9 Forest Fire Disposal in city part Žilina - Trnové [8]

### 3. Povodeň 2014 v meste Žilina

#### 3.1. Popis mimoriadnej udalosti - povodne

Dňa 21.7.2014 cca o 16,30 hod. počas silnej búrky v meste Žilina oznámil veliteľ DHZM Žilina - Brodno, že potok Brodnianka sa začal vylietať zo svojho koryta, voda zaplavuje dvory a pivnice rodinných domov a tiež areál základnej školy. Primátor mesta vydal príkaz na zvolanie členov KŠ mesta a po obhliadke postihnutej oblasti a tiež ostatného územia mesta vyhlásil o 17,40 hod. III. stupeň povodňovej aktivity (SPA) na celom území mesta Žilina. Hliadky mestskej polície Žilina zabezpečovali monitorovanie celého územia mesta a priebežne nahlasovali vzniknuté škody na území mesta.

Na zasadnutí krízového štábu mesta Žilina bolo okrem iného jednohlasne rozhodnuté, že na vykonávanie záchranných prác budú povolaní členovia dobrovoľných hasičských zborov mesta Žilina spolu s technickým a materiálom vybavením.

Najviac postihnuté búrkou boli mestské časti Brodno, Považský Chlmec, Budatín, Vranie a Strážov, kde došlo k zaplaveniu ulíc, poškodeniu mestských komunikácií a k zaplaveniu rodinných domov, záhrad, pivníc rodinných domov. V centre mesta boli zaplavené ulice, niekoľko podchodov a podjazdov. Došlo tiež k upchatiu kanalizačných vpustí na zaplavených uliciach na území mesta. V parkoch a na sídliskách búrka vyvrátila a zlomila množstvo stromov. S vykonávaním záchranných prác na území mesta sa začalo hneď, ako to dovolili poveternostné podmienky – sprejazdnenie kritických úsekov ciest, postupný odvoz sute a asfaltu na skládku z poškodených ciest, čistenie komunikácií od nánosov bahna, odstraňovanie konárov a polámaných stromov z komunikácií a chodníkov, odčerpávanie vody zo zaplavených podchodov, pivníc, rodinných domov a pozemkov na celom území mesta – všetky uvedené záchranné práce vykonávali príslušníci Záchranej brigády HaZZ Žilina, HaZZ Žilina v úzkej spolupráci s členmi DHZM Žilina.

Dňa 22.7.2014 o 08,30 hod. bol primátorom mesta odvolaný III. SPA a pokračovalo sa vo vykonávaní záchranných prác.

#### 3.2. Prehľad pracovných síl, strojov a zariadení, materiálu použitých počas povodne

Tabuľka 1 Prehľad pracovných síl počas povodne na území obce v meste Žilina od 21.07.2014 do 12.12.2014

Table 1 Overview of the labor force during the flood in the municipality of Žilina from 21.07.2014 to 12.12.2014

Pracovné sily	Počet osôb
Fyzické osoby – obyvatelia obce	250
Zamestnanci orgánov ochrany pred povodňami	0
Členovia povodňových komisií	0
Členovia krízového štábu obce	15
Príslušníci Hasičského a záchranného zboru	30
Príslušníci ostatných hasičských jednotiek – DHZM Žilina	25
Príslušníci Policajného zboru, Mestskej polície	20

**VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017**

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

Príslušníci ostatných zložiek integrovaného záchranného systému	0
Príslušníci ozbrojených síl Slovenskej republiky	0
Zamestnanci iných subjektov vykonávajúcich povodňové záchranné práce	30
Iné pracovné sily	10
<b>Spolu</b>	<b>380</b>

Tabuľka 2 Stroje a zariadenia použité pri vykonávaní opatrení na ochranu pred povodňou v meste Žilina od 21.07.2014 do 12.12.2014

Table 2 Machinery and equipment used to implement flood protection measures in the city of Žilina from 21.07.2014 to 12.12.2014

Druhy strojov a zariadení	Počet
Traktory MF-750, Bucher	2
Bagre a rýpadlá JCB 8035,4CX, Kubota	3
Nákladné autá všetkých druhov TATRA, MAN, UDS, CAK	5
Hasičské autá všetkých druhov	8
Nakladač Komatsu	1
Caterpillár, AVIA, Multicar	3
Čerpadlá všetkých druhov	1
Motorové píly	6
Rezačka asfaltov, fréza, valec, sypač	4

Tabuľka 3 Materiál použitý pri vykonávaní opatrení na ochranu pred povodňou v meste Žilina od 21.07.2014 do 12.12.2014

Table 3 Material used to implement flood protection measures in the city of Žilina from 21.07.2014 to 12.12.2014

Druh materiálu	Merná jednotka	Množstvo
Kameň všetkých druhov	t (m <sup>3</sup> )	240,2 t

### 3.3. Povodňou postihnuté území mesta Žiliny spolu s jej následkami

Tabuľka 4 Povodňou postihnuté územie mesta v meste Žilina od 21.07.2014 do 12.12.2014

Table 4 Flood affected area of the city in Žilina from 21.07.2014 to 12.12.2014

Názov obce	Rozsah zaplaveného územia [ha]			
	Intravilán	Poľnohospodárska pôda	Lesná pôda	Spolu
Centrum mesta a sídliská	8,0	-	-	8,0
Brodno	10,0	-	-	10,0
Považský Chlmec	7,0	-	-	7,0
Vranie	1,5	-	-	1,5
Budatín	1,0	-	-	1,0
Strážov	2,0	-	-	2,0
<b>Spolu</b>	<b>29,5</b>	-	-	<b>29,5</b>

**VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017**

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

Tabuľka 5 Následky spôsobené povodňou na území mesta v meste Žilina od 21.07.2014 do 12.12.2014

Table 5 Consequences caused by flood on the territory of the city in Žilina from 21.07.2014 to 12.12.2014

Následky spôsobené povodňou		Počet/dĺžka
Postihnutí obyvatelia	celkom	-
z toho	Osoby bez prístrešia	celkom
		z toho deti
	evakuované osoby	-
	zachránené osoby	-
	zranené osoby	-
	usmrtené osoby	-
	nezvestné osoby	-
Zaplavené bytové budovy	celkom	250
z toho	bytové domy	-
	rodinné domy	250
	ostatné budovy na bývanie	-
Zaplavené nebytové budovy	celkom	20
z toho	priemyselné budovy a sklady, nádrže a silá,	-
	poľnohospodárske budovy a sklady, stajne a maštale	-
	kultúrne pamiatky, ktoré nie sú bytovými budovami	-
	nemocnice, zdravotnícke a sociálne zariadenia	-
	ostatné nebytové budovy	20
Poškodené inžinierske stavby	celkom	
z toho	železničné, lanové a iné dráhy	-
	diaľnice a rýchlostné komunikácie [m]	-
	cesty I. triedy [m]	-
	cesty II. a III. triedy [m]	-
	miestne a účelové komunikácie [m]	3500
	lesná dopravná sieť [m]	-
	chodníky [m]	-
	mosty	3
	diaľkové ropovody a plynovody	-
	miestne rozvody plynu	-
	diaľkové a miestne rozvody vody	-
	diaľkové a miestne rozvody pary	-
	vodné zdroje a úpravne vody	-
	kanalizácie a čistiarne odpadových vôd	-
	diaľkové a miestne rozvody elektriny	-
	lesné sklady	-
	cestné priepusty	-
	ostatné inžinierske stavby	-
Evakuované hospodárske zvieratá		-
Evakuovaná hydina a drobné zvieratá		-
Uhynuté hospodárske zvieratá		-
Uhynutá hydina a drobné zvieratá		-
Hmotnosť evakuovaného materiálu (t)		-
Zaplavené dopravné prostriedky		-
Odplavené drevo		-



#### 4. Záver

Jednou z hlavných úloh a poslaním mesta Žilina je zabezpečenie príjemného a bezpečného žitia jej obyvateľov. Vieme, že v súčasnosti sa bezpečnosti obyvateľstva na celom svete dáva čoraz väčší dôraz z dôvodu častejších výskytov mimoriadnych udalostí.

Na zdoľávanie mimoriadnych udalostí a aj zdoľávanie ich následkov sa obce a mestá pripravujú prostredníctvom dobrovoľných hasičských zborov miest a obcí, ktoré finančne podporujú spolu v súčinnosti s DPO SR, zvyšujú odbornú spôsobilosť členov DHZM a modernizujú zásahovú techniku a materiálne vybavenie. V roku 2017 je naplánovaná modernizácia všetkých hasičských zbrojníc pre dobrovoľné hasičské zbory miest a obcí v Slovenskej republike, čo tiež prispeje k rozvoju dobrovoľného hasičstva.

Hlavným prínosom tejto vedeckej práce je na základe praktických skúseností oboznámiť čitateľa s činnosťou členov dobrovoľných hasičských zborov miest a obcí, vyzdvihnúť ich dôležitosť a nepostrádateľnosť. Hlavne je nutné vyzdvihnúť slovko „dobrovoľný hasič“, ktoré v sebe skrýva veľké odhodlanie, veľa práce na úkor osobného voľna a za minimálnu cenu.

Dovolím si vyjadriť názor, že Mesto Žilina vykonáva všetky potrebné kroky na riešenie uvedených mimoriadnych udalostí, ochranu svojich obyvateľov prostredníctvom dobrovoľných hasičských zborov a venuje tejto problematike dostatočnú pozornosť.

#### Zoznam bibliografických odkazov

- [1] Šullová, M. 2015. Plán ochrany obyvateľstva mesta Žilina.
- [2] Šullová, M. 2015. Povodňový plán záchranných prác mesta Žilina
- [4] <https://www.google.sk/maps>
- [5] Zákon č.314/2001 Z.z. z 2. júla 2001 o ochrane pred požiarmi.
- [6] Zákon č.7/2010 Z.z. z 2. decembra 2009 o ochrane pred povodňami.
- [7] Zákon č.37/2014 Z.z. z 29. februára 2001 o Dobrovoľnej požiarnej ochrane Slovenskej republiky a o zmene niektorých zákonov.
- [8] Správy zo zásahov DHZM Žilina.

## BEZPEČNOSŤ V CIVILNOM LETECTVE A MOŽNOSTI ZVYŠOVANIA JEJ ÚROVNE

### SAFETY IN CIVIL AVIATION AND THE POSSIBILITY TO INCREASE ITS LEVEL

Juraj VAGNER<sup>\*1</sup> – Edina JENČOVÁ<sup>2</sup> – Lucia MELNIKOVA<sup>3</sup>

\*Korešpondenčný autor

<sup>1</sup>Katedra letovej prípravy, Letecká fakulta TUKE, Rampová 7, 04121 Košice, Slovenská republika, tel. č. +421918882383, e-mail: [juraj.vagner@tuke.sk](mailto:juraj.vagner@tuke.sk)

<sup>2</sup>Katedra manažmentu leteckej prevádzky, Letecká fakulta TUKE, Rampová 7, 04121 Košice, Slovenská republika, e-mail: [edina.jencova@tuke.sk](mailto:edina.jencova@tuke.sk)

<sup>3</sup>Katedra manažmentu leteckej prevádzky, Letecká fakulta TUKE, Rampová 7, 04121 Košice, Slovenská republika, e-mail: [lucia.melnikova@tuke.sk](mailto:lucia.melnikova@tuke.sk)

#### Abstrakt

Príspevok sa zaoberá aktuálnou problematikou bezpečnosti v oblasti letectva. Uvádza nástroje a faktory, ktoré pozitívne alebo negatívne vplyvajú na bezpečnosť letovej prevádzky. V príspevku sa nachádza stručný prehľad analytických metód a nástrojov, ktoré sa používajú na analýzu incidentov a zvyšovanie úrovne bezpečnosti letovej prevádzky. Prostredníctvom rozboru systémov ohlasovania udalosti, simulačných systémov, výcvikových systémov a ľudského faktora prináša predstavu o hlavnom účele týchto nástrojov. Cieľom je charakterizovať bezpečnostné nástroje v celom spektre a ich následná komparácia.

**Kľúčové slová:** analýza dát · ľudský faktor · nástroje bezpečnosti · systém · udalosť · úroveň bezpečnosti

#### Abstract

The paper deals with current aviation security issues. It lists the tools and factors that have a positive or negative impact on air traffic safety. The paper provides a brief overview of the analytical methods and tools used to analyze incidents and increase the level of air traffic safety. By analyzing event reporting systems, simulation systems, training systems, and human factors, they give an idea of the main purpose of these tools. The aim is to characterize the safety tools in the whole spectrum and their subsequent comparison.

**Keywords:** Data Analysis · Human Factor · Security Tools · System · Event · Level of Security,

## 1. Úvod

Rast leteckej dopravy je každoročne zdokumentovaný v štatistikách . Letecká doprava je najmä stále dostupnejšia, rýchlejšia a pohodlnejšia. Práve toto vedie k rastu leteckej prevádzky, ktorý stále pokračuje a počas najbližších 15 rokov sa očakáva zdvojnásobenie počtu letov.

Cieľom príspevku je analyzovať a porovnať nástroje pre zvýšenie úrovne bezpečnosti a následne navrhnúť optimálne využitie týchto nástrojov. Neustále vznikajúce nové nástroje na zvyšovanie úrovne bezpečnosti sú navrhované s cieľom zvýšiť počet lietadiel, ktoré je možné čo najjednoduchšie a najbezpečnejšie obslúžiť a zlepšiť výkonnosť celého systému leteckej dopravy. Nové systémy nevyhnutne menia povahu úloh, čo vedie k vzniku nových problémov (napr. nové postupy sa nezhodujú alebo priamo odporujú starým postupom) a vyžadujú tak rekvalifikáciu zamestnancov v leteckej doprave. V príspevku sú uvedené indikátory bezpečnosti, nástroje na zvyšovanie úrovne bezpečnosti vrátane ohlasovania udalostí v leteckej prevádzke, rozoberá interaktívne a neinteraktívne nástroje, sumarizuje spoločné a odlišné vlastnosti jednotlivých skupín nástrojov.

## 2. Bezpečnosť v letovej prevádzke

Bezpečnosť je jedným zo základných pojmov aj v odvetví, akým je letectvo. Každá ľudská činnosť má svoj bezpečnostný aspekt. Všeobecne pod bezpečnosťou rozumieme to, že to čo robíme alebo s čím sa stretávame nám nespôsobí stratu, poprípade možnosť vzniku tejto straty je minimalizovaná na akceptovateľnú mieru.

V globálnom hľadisku sa do úvahy berú aspekty bezpečnosti práce, ako aj bezpečnosti technických zariadení. Bezpečnosť je charakterizovaná ako vlastnosť objektu, t. j. stroja, technológie, činnosti, neohrozoť ani osoby a ani okolie. Aby bolo možné takýto cieľ dosiahnuť, je potrebné venovať pozornosť rozhraniu „človek – stroj – prostredie“. Zanedbanie akejkoľvek jednej zložky vedie k strate rovnováhy systému.

Pojem manažment bezpečnosti môžeme definovať ako aktívny, prediktívny, proaktívny a reaktívny prostriedok v rámci systému riadenia organizácie – leteckého prevádzkovateľa, užívateľa leteckej techniky, správcu letiska a pod., na elimináciu rizík a riešenie mimoriadnych udalostí (situácií) a stavov v leteckej prevádzke.

Mimoriadnou udalosťou v leteckej prevádzke môžeme rozumieť nebezpečný letový alebo pozemný stav, pri ktorom je ohrozený život, alebo zdravie osôb (pilota, osádka, cestujúcich a majetku na zemi aj vo vzduchu), životné prostredie, alebo stratu spôsobilosti letu, alebo ohrozenie bezpečnosti letu, ak také riziko existuje.

### Indikátory a ciele bezpečnosti

## VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

Výber indikátorov bezpečnosti je funkcia, ktorá predstavuje určitú úroveň bezpečnosti. Indikátory bezpečnosti musia byť reprezentatívne, aby charakterizovali prvky systému, napr.:

1. letecké nehody – rast, frekvencia, počet,
2. vážne incidenty - rast, frekvencia, počet,
3. incidenty- rast, frekvencia, počet,
4. iné udalosti – tendencia, opakovanie rovnakých udalostí,
5. úroveň zhody so všeobecne záväznými právnymi predpismi.

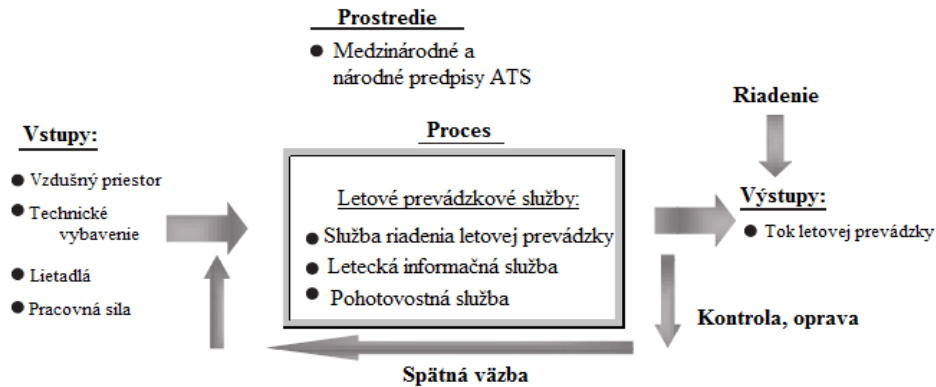
Indikátormi sú tiež letecké nehody s následkom smrti, vážne incidenty, prípady vniknutia na dráhu, prípady kolízie na zemi, vypracovanie alebo absencia legislatívy v oblasti civilného letectva, vypracovanie alebo absencia prevádzkových predpisov, úroveň zhody so všeobecne záväznými právnymi predpismi.

Cieľmi bezpečnosti sú napríklad:

- zmenšenie počtu leteckých nehôd s následkom smrti/vážnych incidentov
- zmenšenie počtu prípadov vniknutia na dráhu/prípadov kolízie na zemi
- počet inšpekcií ukončených za štvrtrok príslušného roku
- zabezpečenie primeranej odbornej spôsobilosti všetkých osôb činných v civilnom letectve potrebných pre výkon svojej funkcie v oblasti systému riadenia bezpečnosti.

Letecká nehoda je možná pri chybnosti činnosti posádky, riadiaceho letovej prevádzky, pozemného personálu, bezpečnostného pracovníka letiska, pri poruche technického zariadenia, lietadla alebo vplyvom vonkajších okolností počas leteckej prevádzky.

Mimoriadnou situáciou rozumieme situáciu s hroziacou, alebo už vzniknutou mimoriadnou udalosťou. Mimoriadna situácia môže prerastať až do krízovej alebo katastrofickej situácie. Napríklad systém riadenia letovej prevádzky poskytuje služby na dosiahnutie určitých výsledkov spracovaním vložených vstupov, podľa daných zásad. Hlavnou funkciou týchto systémov je poskytovať služby riadenia letovej prevádzky tak, aby usporadúvali tok letovej prevádzky. Pre efektívne poskytovanie takýchto služieb sa niektoré komponenty synchronizujú. Ide o vzdušný priestor, navigáciu, technické vybavenie, lietadlá, ľudskú výkonnosť. Obr. 1 zobrazuje hlavné vstupy systému riadenia letovej prevádzky. Hlavné vstupy zahŕňajú vzdušný priestor, technické vybavenie, lietadlá a prácu človeka.



Obrázok 28 Operácie systému letovej prevádzky

Figure 4 Air traffic system operations

(Zdroj: <http://journals.tubitak.gov.tr/engineering/issues/muh-10-34-2/muh-34-2-1-0902-2.pdf>)

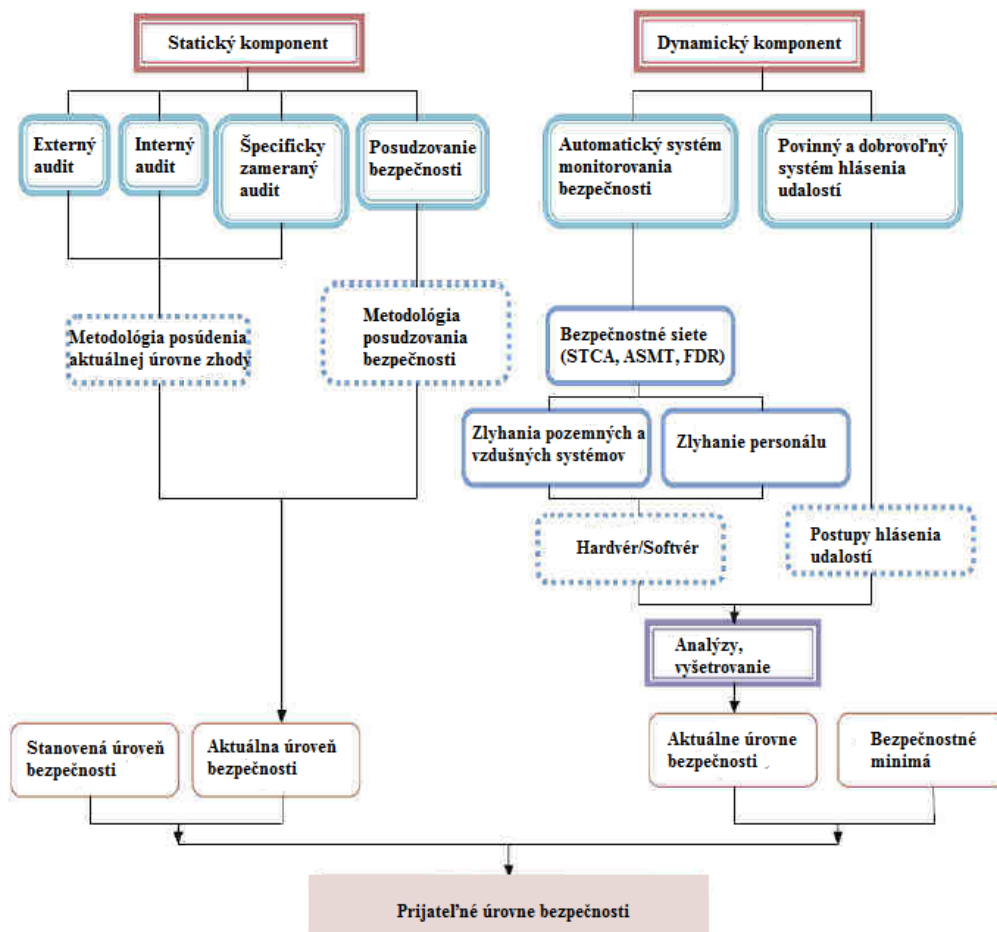
### Dohľad nad bezpečnosťou

Štátny dohľad je vykonávaný prostredníctvom auditov, inšpekcií a kontrol s cieľom zabezpečiť dodržiavanie stanovených štandardov subjektmi činnými v civilnom letectve. Pre každého zamestnanca dopravného úradu sú definované kompetencie na vykonávanie štátneho odborného dohľadu.

Základné formy dohľadu:

1. kontrola,
2. audit,
3. inšpekcia,
4. posúdenie dokumentácie.

Dopravný úrad pravidelne monitoruje vstupy ako všetky ohlásené udalosti prijaté prostredníctvom povinného systému ohlasovania udalostí, záverečné správy z výkonu ŠOD vykonaného príslušnými odborníkmi dopravného úradu, akýkoľvek prijatý vstup majúci vplyv na bezpečnosť (hlásenie od cestujúcich a iné hlásenia, ktoré nie sú zahrnuté v povinnom systéme ohlasovania udalostí, atď.), výročné správy od subjektov činných v civilnom letectve a záverečné správy útvaru vyšetrovania. Na základe posúdenia prijatých hlásení o udalostiach, vzťahu závažnosti a frekvencie výskytu, dopravný úrad iniciuje vykonanie príslušných krokov (napr. prijatie nápravných opatrení, prípadne notifikáciu nadriadeného stupňa). Monitorovanie bezpečnosti je chápané ako proaktívny spôsob odhaľujúci príležitosti na zlepšenie. Zlepšenie môže byť dosiahnuté aplikáciou nápravných a preventívnych opatrení na zvýšenie úrovne bezpečnosti. Grafické znázornenie monitorovania bezpečnosti je uvedené na obr. 2.



Obrázok 29 Grafické znázornenie monitorovania bezpečnosti

Figure 5 Graphical representation of safety monitoring

(Zdroj: <http://www.telecom.gov.sk/index/index.php?ids=76082>)

### 3. Nástroje a metódy na analýzu bezpečnosti v leteckej prevádzke

Táto časť obsahuje prehľad metód a nástrojov, ktoré by mohli byť užitočné pri vykonávaní analýzy bezpečnosti letovej prevádzky. Uvedené nástroje predstavujú len výber tých, ktoré boli k dispozícii. V skutočnosti ich existuje omnoho viac. Je potrebné poznamenať, že tieto nástroje samé o sebe nie sú riešením pre zvýšenie úrovne bezpečnosti. Cieľom je určiť správnu kombináciu nástrojov a metód, ktoré by boli účinné na riešenie vzniknutého problému.

#### Informačné systémy (systémy ohlasovania udalostí) na zvýšenie bezpečnosti v leteckej prevádzke

Nástroje zvyčajne obsahujú možnosti a funkcie, ktoré pomáhajú užívateľovi ukladať informácie, riadiť a generovať správy a dopyt. Niektoré z nich sú schopné analyzovať a uľahčovať spracovanie, kontrolu a výmenu dát. Tieto nástroje majú do činenia aj s inými aspektmi letectva, ale všetky svojím spôsobom zahŕňajú riadenie leteckej dopravy. Tento zoznam neobsahuje nástroje určené výhradne len pre použitie leteckými spoločnosťami. Napriek tomu je tento zoznam len malá vzorka systémov existujúcich po celom svete. Niektoré z nástrojov poskytujú údaje pre verejnosť, iné sú navrhnuté tak, aby cez osobné údaje umožnili len obmedzený prístup.

Niektoré existujú roky, iné sú ešte vo fáze plánovania a vývoja. Dajú sa rozdeliť do kategórií na:

1. automatický systém monitorovania bezpečnosti,
2. dobrovoľné systémy ohlasovania udalostí,
3. povinné systémy ohlasovania udalostí,
4. rôzne zdroje dát.

Hlásenie udalostí v civilnom letectve je významný faktor prevencie leteckých nehôd. Letecké nehody nemajú zriedkavo len jednu príčinu. Sú skôr výsledkom kombinácií celého radu udalostí a okolností. Skúsenosti poukazujú na množstvo rôznych drobných udalostí, ktoré môžu vypovedať o existencii nebezpečenstva a vzniku rizika vedúceho k leteckej nehode. Je dôležité poznať tieto drobné udalosti. Preto je nutné ich zhromažďovať a posudzovať za účelom prijatia preventívnych opatrení. Hlásenie udalostí je dôležitou súčasťou systému manažmentu bezpečnosti:

1. monitorovanie vývoja ukazovateľov (indikátorov) bezpečnosti,
2. hodnotenie plnenia (dosahovania) cieľov bezpečnosti,
3. posudzovanie rizika,
4. tvorba preventívnych opatrení.

### **Interaktívne a neinteraktívne nástroje simulácie letovej prevádzky**

Prehrávanie zahŕňa reálny čas, zrýchlený čas a kumulatívne spomalený čas prehrávania. Obsahuje záznamy skutočných dát, zobrazuje hypotetické dáta, a kombinácie oboch.

Tieto nástroje je možné rozdeliť do podkategórií, ako sú:

1. *nástroje pre prehrávanie dát*, ktoré sa týkajú osobitných udalostí - niektoré prehrávacie nástroje sú navrhnuté tak, aby prehrávanie sledovalo hlasovú komunikáciu zaznamenanú počas doby, ktorá viedla k výskytu udalosti týkajúcej sa porušenia bezpečnosti, za účelom zhromaždenia doplnkových dát pre analýzu nehody alebo mimoriadnej udalosti.
2. *prehrávanie a simuláciu dát pre všeobecné účely* - nástroje na prehrávanie skutočných, alebo simulovaných dát. Niektoré majú funkciu skúmať štruktúru prevádzky a jej

- vyťaženia. Niektoré z nich sú konštruované tak, aby analyzovali navrhované zmeny, napr. vo vzdušnom priestore, ako je dizajn, smer prevádzky, alebo postupy a procedúry.
3. *ostatné údaje o prehrávaní* - nástroje na zaznamenávanie údajov potenciálneho nebezpečenstva. Jedným z najzaujímavejších je systém v pilotných kabínach lietadiel, ktorý slúži na varovanie pred kolíziou, nebezpečenstvom zrážky.

#### 4. Sumarizácia a komparácia nástrojov

Vykonanie porovnávacej analýzy systémov ohlasovania udalosti je veľmi zložitá činnosť. V tejto časti sa zaoberáme porovnávacou analýzou systémov ohlasovania udalosti, porovnávacou analýzou interaktívnych a neinteraktívnych nástrojov simulácie letovej prevádzky, porovnaním simulačných nástrojov a zariadení letovej prevádzky a analýzou, metódami a nástrojmi na zvyšovanie úrovne bezpečnosti.

##### **Systémy ohlasovania udalostí**

Systémy ohlasovania udalosti zachytávajú širokú škálu udalostí súvisiacich s bezpečnosťou, vrátane ATC prevádzkových nezrovnalostí, chybných komunikácií, navigácie, nepozornosti, zlyhanie systémov riadenia letovej prevádzky, porušenie pravidiel vo vzdušnom priestore. Zachytávajú udalosti týkajúce sa všetkých lietadiel, letísk, bezpečnosti ako takej. Ich hlavnou úlohou je zabezpečiť voľné a ničím nerušené podávanie správ a šírenia podstaty správ v prípade potreby a v záujme bezpečnosti letu. Vztahujú na operátorov, výrobcov, údržbu, opravy a generálne opravy, službu riadenia letovej prevádzky, a prevádzkovateľov letísk. Jednotlivé systémy ohlasovania udalostí sa od seba líšia. Je možné medzi nimi nájsť podstatné rozdiely. Najviac rozdielov je možné pozorovať medzi povinne a dobrovoľne hlásnymi systémami ohlasovania udalosti. Kým povinné hlásenia majú presne definovanú formu a postupnosť ohlasovania udalosti, dobrovoľné systémy ohlasovania takouto formou nedisponujú. Dobrovoľné systémy ohlasovania udalosti povzbudzujú akéhokoľvek jednotlivca k ohlasovaniu všetkých situácií a javov, ktoré vnímajú za potenciálne nebezpečenstvo, alebo ktoré môžu mať akýkoľvek vplyv na bezpečnosť. V skutočnosti sa neoznamuje len to čo sa stalo, konkrétne údaje incidentu, nehody ale aj domnienky ohlasujúceho. To znamená pravdepodobnosť identifikácie neznámeho hazardu, ktorý podlieha hláseniu a jeho povrchná a neodborná definícia. Povinné hlásne systémy neakceptujú povrchnosť a hlásiť udalosti smú len poverené osoby. Jednoducho povedané, prostredníctvom povinného systému ohlasovania sa podávajú informácie o tom, čo sa stalo, čo „lietadlo robilo“ v čase, keď došlo k nehode. Ide teda o objektívne hodnotenia situácie, činnosti a udalosti súvisiacich s bezpečnosťou. Prostredníctvom dobrovoľného systému sa podávajú zväčša informácie prečo sa to stalo.

Informácie z databázy dobrovoľného systému sú zverejňované v obmedzenom formáte a zabezpečená je aj ochrana osobných údajov. Z takýchto hlásení sa nevyvodzuje trestná zodpovednosť a získavajú sa cenné poznatky o pôsobení ľudského faktora na zníženie úrovne



bezpečnosti, čo môže viesť k návrhom na zlepšenie návodov na obsluhu zariadení, preškoľovaní pracovníkov a zainteresovaných osôb a k vytvoreniu nápravných opatrení. Každý štát je povinný mať zavedený povinný systém hlásenia udalostí, kým zariadenia typu dobrovoľného systému ohlasovania sú len odporúčané. Systémy ohlasovania udalosti si vyžadujú ľudský faktor, kde môže dôjsť k nedostatočným hláseniam a chybám z rôznych dôvodov. Automatické systémy ohlasovania zaznamenávajú udalosti, ktoré sa týkajú bezpečnosti na základe prevádzkových dát. Preto sa vyznačujú menšou chybovosťou, sú pružnejšie a schopné sledovať a zhromažďovať viacero údajov naraz. Automatický systém môže taktiež zlyhať, môže hlásiť udalosti, ktoré nespĺňajú podmienky, teda sú to len domnelé incidenty, ktoré treba podrobiť preskúmaniu. Automatický systém kategorizuje výskyt každej udalosti a odosiela ich na posúdenie vyškoleným prevádzkovým expertom. Obsahuje výkonnú databázu podporujúcu zhromažďovanie dát, ich usporiadanie a analýzu aj v offline stave. Tento systém je schopný zhromažďovať, usporadúvať a spájať navzájom súvisiace správy.

### **Interaktívne a neinteraktívne nástroje simulácie letovej prevádzky**

Nástroje simulácie poskytujú riadiacim integrovaný obraz o vzdušnej situácii v riadenej oblasti, za ktorú sú zodpovední. Niektoré nástroje sú doplnené o letecké a meteorologické informácie, ako aj o nástroje na navedenie lietadiel, iné disponujú technológiami, ktoré majú také vlastnosti, ako je napr. stanovenie súradníc cieľa, vrátane merania výšky cieľa rôznymi typmi senzorov. Všetky z uvedených obsahujú modul spracovania prehľadových dát, modul spracovania letových dát, modul záznamu a prehrávania hlasu a dát, modul presného priblíženia lietadiel, modul operačného plánovania letov, modul technického dohľadu a monitoringu stavu systému a modul simulácie na zvyšovanie zručností riadiacich. V celku sa tieto nástroje od seba líšia len minimálne a to v užívateľských funkciách.

### **Simulačné výcvikové zariadenia**

Riadenie letovej prevádzky je komplikovaný obor, v ktorom by mali mnohí odborníci spolupracovať a navzájom medzi sebou komunikovať, aby bol zaručený bezpečný a efektívny tok letovej prevádzky. Značný počet chýb v riadení letovej prevádzky je spojený buď s chybnou koordináciou medzi riadiacimi pracovníkmi, alebo so zlyhaním koordinácie v tíme. Tieto chyby sa pravdepodobne v budúcnosti zvýšia, následkom neustále sa zvyšujúcej hustoty lietadiel. Využívanie simulácie vo výcviku je dnes hlavnou metódou, ktorá sa osvedčila a bude sa používať aj v budúcnosti. Neustále vznikajú nové simulačné programy a nástroje, rozvíjajú sa a usmerňujú myšlienky pre vytvorenie novej generácie vzdelávacích procesov. Mnohí vedci naznačujú, že zavedenie tímovej spolupráce a tímovej koordinácie medzi pracovníkmi riadenia letovej prevádzky počas fázy výcviku, bude viesť k zníženiu vzniku množstva chýb v procese riadenia.

### **Ľudský faktor**

Vyšetrotatelia mnohých incidentov naprieč rôznymi priemyselnými sektormi došli k záveru, že rôzne typy ľudských zlyhaní boli určené za hlavnú príčinu ich vzniku. Tieto ľudské zlyhania boli ovplyvnené radom ľudských a organizačných faktorov. Napríklad zlá kultúra bezpečnosti, únava, personálne omyly, komunikačné problémy, nedostatočné školenia a vzdelávacie kurzy. Väčšina organizácií má vlastný postup na analýzu incidentu, ktorý zvyčajne zahŕňa nejakú formu analýz hlavných príčin a snaží sa určiť bezprostredné príčiny nehôd, mimoriadnych udalostí a takmer udalostí. Mnoho organizácií má štruktúrovaný proces, ktorý je veľmi účinný pri určení toho, čo sa stalo pri riešení rôznych situácií a používajú rôzne metódy a nástroje. Avšak aj tam dospievame často k rozdielom v identifikácii, prečo sa ľudia správali ako sa správali, a preto aj odporúčania majú obmedzený vplyv na budúce správanie. V mnohých prípadoch sa stretávame s tým, že organizácie využívajú aj viaceré kombinácie analýz, metód a nástrojov na zvyšovanie úrovne bezpečnosti v otázke ľudského faktora. Kauzálna analýza sa zaoberá historickými udalosťami súvisiacimi s bezpečnosťou. Nástroje určujú pravdepodobné príčinné faktory vzniku udalosti, čiže odhaľuje príčiny a ich dôsledky. Nástroje predikcie chýb určujú pravdepodobnosť, s akou by daná chyba nastala pod určitým súborom podmienok alebo za určitého sledu udalostí. Analýza správania sa človeka pozerá na schopnosti človeka zvládať zložité úlohy keď je nutné viacúrovňové alebo paralelné spracovanie úloh. V konečnom dôsledku sa analyzuje aj pracovná záťaž v danej situácii. Nástroje pre posúdenie výkonnosti človeka vyhodnocujú pracovnú záťaž (množstvo práce dopadajúcej na pracovníka) a to, ako si pracovník uvedomuje situáciu, v ktorej problém rieši (uvedomenie človeka, čo sa deje okolo neho v čase výkonu služby).

## 5. Záver

V dnešnej dobe je potrebné navrhovať a zavádzať nové technologické riešenia a vyrovnávať sa tak s rastúcou hustotou letovej prevádzky a s jej komplikovanosťou. Hlavnými faktormi pre bezpečné, vysoko výkonné a udržateľné riadenie letovej prevádzky sú prevratné technológie a priekopnícke koncepcie v prevádzke. Ľudia a stroje musia spoločne spracovávať enormne rastúce množstvo údajov a dáť pre výpočet najbezpečnejších a najefektívnejších vzdušných trás. V snahe neustále zlepšovať úroveň služieb pre cestujúcu verejnosť, musia poskytovatelia letových navigačných služieb zvýšiť svoju snahu hľadania nových inováčných spôsobov.

Tento príspevok predstavuje prehľad nástrojov rôznych typov. Existuje mnoho spôsobov, ako zoradiť a roztriediť tieto nástroje. Bez ohľadu na snahu rozdelenia, je jasné, že niektoré nástroje sa nedajú zatriediť do žiadnej z kategórií a ďalšie sa dokážu zaradiť do viacerých. Príspevok predstavuje jeden zo spôsobov, ako by nástroje mohli byť zoskupené. Príspevok neobsahuje kompletný zoznam, je to len pokus vytvoriť reprezentatívny prierez dostupných nástrojov. Akékoľvek analytické zariadenia, ktoré sú potenciálne užitočné pri identifikácii, definovaní, alebo riešení problému ohľadom bezpečnosti riadenia letovej prevádzky sú považované za nástroj. Aby bolo možné vykonať analýzu, mohli by sme potrebovať celý rad nástrojov. Výber nástrojov, ktoré by boli vhodné, bude závisieť od konkrétneho

problému. Prvá vec, ktorú z nich budeme takmer určite potrebovať, sú dáta. Údaje o minulých udalostiach sú k dispozícii v rôznych zdrojoch, z ktorých niektoré môžu byť prístupné prostredníctvom databázy systémov ohlasovania udalosti. Tieto nástroje majú selektívnu schopnosť a schopnosť triedenia. Údaje o minulých udalostiach je potrebné vnímať s opatrnosťou. Zvyčajne sú predmetom správ a obsahujú chyby, alebo subjektívne názory, niekedy sú neúplné, predmetom môže byť nesprávny výklad. Niektoré situácie môžu vyzerať nebezpečne, no v skutočnosti nie sú. Existuje jeden spôsob, ako zistiť, čo by sa mohlo odohrávať v ľudskej mysli a ako by mohol človek reagovať v nebezpečnej situácii, a tým je zapájať ľudí do simulácií. Môžeme simulovať nebezpečenstvo v laboratóriu, vidieť reakcie človeka. Existujú rôzne druhy analýzy rizík. Pole odhadu spoľahlivosti používa analytické techniky, ako sú „stromy chýb“, „stromy udalostí“, udalosti sekvenčných diagramov, atď., čo sa pokúša odrážať skutočnosť, že každá letecká nehoda je prepojená s dlhým reťazcom málo pravdepodobných udalostí.

### Zoznam bibliografických odkazov

ICAO. Doc 9859-Safety Management Manual. [online]. máj 2013. s. 14. ISBN 978-92-9249-214-4. Dostupné z:

<http://www.icao.int/safety/SafetyManagement/Documents/Doc.9859.3rd%20Edition.alltext.en.pdf>

EUROCONTROL. ESSAR3-Use of Safety Management Systems by ATM Service Providers. [online]. júl 2000. s. 16. Dostupné z: <http://www.skybrary.aero/bookshelf/books/505.pdf>

MDVSR. Vyšetrovanie leteckých nehôd a incidentov. [online]. LISSR, máj 2004. s. 11. ISBN 80-968747-6-4. Dostupné z:

[www.telecom.gov.sk/index/open\\_file.php?file=doprava/uvlni/L\\_13\\_LIS.pdf](http://www.telecom.gov.sk/index/open_file.php?file=doprava/uvlni/L_13_LIS.pdf)

USLU, S., CAVCAR, A.: Anevaluation model for air traffic systems. [online]. 2012. s. 75-77 Dostupné z: <http://journals.tubitak.gov.tr/engineering/issues/muh-10-34-2/muh-34-2-1-0902-2.pdf>

MDVSR. Národný bezpečnostný program civilného letectva Slovenskej republiky. [online] Dostupné z: <http://www.telecom.gov.sk/index/index.php?ids=76082>

EUROCONTROL. ATM Safety Monitoring Tool. [online]. 2012. Dostupné z: <http://ec.europa.eu/research/growth/aeronautics-days/pdf/session-d/joyce.pdf>

**VEĽKOSŤ ČASŤÍ AKO JEDEN Z PARAMETROV VPLÝVAJÚCICH NA MINIMÁLNU TEPLOTU  
VZNIETENIA PRIEMYSELNÝCH PRACHOV**

**PARTICLE SIZE AS A PARAMETER EFFECTING ON MINIMUM IGNITION TEMPERATURE OF  
INDUSTRY DUSTS**

Miroslava VANDLÍČKOVÁ

Miroslava Vandlíčková

Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta bezpečnostného inžinierstva, Ulica 1. mája 32, 010 26 Žilina,  
Slovenská republika, 041/5136755, [miroslava.Vandlickova@fbi.uniza.sk](mailto:miroslava.Vandlickova@fbi.uniza.sk)

**Abstrakt**

Vývoj nových technológií priniesol so sebou aj nové možnosti spracovania a opracovania dreva a starostlivosti o drevené materiály. Z dôvodu zvýšenej potreby ľudí po produktoch z dreva prešiel priemysel z výroby v remeselných dielňach cez manufaktúry až po továrenskú výrobu. Tento fakt so sebou nesie aj zvýšenie množstva drevného prachu v priestoroch výrobných dielní či hál, a tým aj zvýšené nebezpečenstvo výbuchu drevného prachu. Pri vhodnom iniciačnom zdroji, dostatočnom množstve horľavej látky, okysličovadla a potrebnom tlaku môže výbuch nastať a trvať niekoľko milisekúnd, a tak záchrana osôb v priestoroch ohrozenia je v čase výbuchu nemožná. Jedným z parametrov, ktoré ovplyvňujú vlastnosti horľavého drevného prachu, je veľkosť jeho častíc. Článok sa zaoberá vplyvom veľkosti častíc drevného prachu na jeho minimálnu teplotu vznietenia v rozvírenom stave. Na základe experimentálnych meraní je zhodnotený vplyv minimálneho pôsobenia tepelnej energie pre aktivovanie procesu vznietenia drevného prachu v rozvírenom stave za pôsobenia tlaku a rôznorodosti veľkosti zrn.

**Kľúčové slová:** drevný prach · protivýbuchová ochrana · teplota vznietenia · veľkosť častíc · výbuch prachu

**Abstract**

The development of the new technologies has also brought new possibilities of the wood processing, wood shaping and wood materials tending. By reason of increased human need for wood products the industry has shifted from the production in the workshops through manufactures up to fabrications. This fact also causes increasing of the wood dust amount in the spaces of the production shops or halls, and by that also increased danger of the explosion of the wood dust. At the adequate initiatory source, sufficient amount of flammable material, oxidant and essential pressure, the explosion can occur and last for several milliseconds, therefore people rescue in the endangered spaces in case of explosion is impossible. One of

the parameters which influence properties of the flammable wood dust is its particle size. The article deals with the particle size influence of the wood dust at its minimal temperature of ignition in the stirred state. On the basis of the experimental measures the influence of the minimal action of the thermal energy for the activation of the ignition process of the wood dust in the stirred state at the reacting of pressure and variousness of grit size is assessed.

**Keywords:** dust explosion · explosion safety · ignition temperature · particle size · wood dust

## 1. Úvod

Prieskum v oblasti výbušných prachov nie je na takej úrovni alebo nedosahuje mieru dôležitosti ako štúdie o výbušnosti kvapalín a plynov, kde za bežných podmienok môžeme považovať substanciu za nehorľavú, ale v tvare prachu už tvorí rapidnú výbušnú zmes. Výbuch zmesí prachov alebo horenie prachu sa v princípe správa podľa zákonitostí určených pri plyných zmesiach. (Tureková, 2012) Teda môžeme povedať, že tvorí prudkú oxidáciu alebo deštruktívnu reakciu charakteristickú enormným nárastom tlaku a teploty.

Výbuch sa uskutoční za podmienky ohraničenia priestorom, požadovanej koncentrácie horľavej látky v difúznej zmesi s možným okysličovadlom a za existencie iniciačného zdroja (pentagón výbuchu).

Horľavý prach môžeme definovať ako súbor rozomletých častíc tuhej látky, ktoré sa vyskytujú v plynnom ovzduší. Tieto častice prachu sú o rozmeroch menších ako 0,5 mm. V premyslených odvetviach vznikajú prachy ako produkty v procese zameranom na výrobu potravín (múka, škorica), alebo môžu vznikať ako vedľajšie suroviny pri opracovaní tuhých látok, a to najčastejšie v drevospracujúcom alebo textilnom priemysle. (Štroch, 2010)

Snaha spoločnosti o znižovanie počtu výbuchov dreveného prachu v priemysle úzko súvisí s poznaním jeho požiaro – technických charakteristík. Jednou z nich je minimálna teplota vznietenia v rozvírenom stave, ktorej stanovenie pre rôzne druhy dreveného prachu v závislosti od veľkosti jeho častíc je hlavným cieľom príspevku. Až na základe vedomostí o požiaro – technických vlastnostiach je možné účinne a presne potlačiť výskyt výbuchov dreveného prachu v konkrétnych prevádzkach a poznanie minimálnej teploty vznietenia prachu v rozvírenom stave k tomu prispieva v značnej miere, pretože predstavuje jednu z kľúčových vlastností dreveného prachu z hľadiska jeho výbušnosti.

## 2. Teoretické východiská riešenej problematiky

Horľavé prachy môžeme zaradiť k disperzným a koloidným sústavám na základe posúdenia ich fyzikálno-chemických charakteristík determinovaných lineárnym rozmerom častíc. Štádium disperzity  $d$  [ $m^{-1}$ ] vyjadruje proporciu povrchu  $S$   $d$  [ $m^2$ ] pri danom objeme  $V$  [ $m^3$ ].

Od geometrického tvaru častice prachu je primárne podmienená veľkosť štádia disperzity. Pri posúdení klesajúcej tendencie lineárnych rozmerov častíc prachu môžeme uvažovať o náraste štádia disperzity. (Štroch, 2010)

Rozmer zrnitosť prachov je podstatný pre posúdenie segmentácie prachov a stanovenia minimálnych teplôt vznietenia. Ak je konzistentnosť zrn prevažne zhodná, prachy môžeme potom segmentovať na:

- Prach hrubých častíc: 103 až 102  $\mu\text{m}$
- Prach jemných častíc: 102 až 10  $\mu\text{m}$
- Prach s veľmi jemnými časticami: 10 až 0,1  $\mu\text{m}$
- Dym a para: 0,1 až 10-3  $\mu\text{m}$
- Molekula: 10-3 až 10-5  $\mu\text{m}$
- Segmentovanie prachov z hľadiska koloidných častíc:
- Prach: 200 až 2  $\mu\text{m}$
- Hrubý prach: 2 až 0,2  $\mu\text{m}$
- Jemný prach: 0,2 až 0,02  $\mu\text{m}$
- Veľmi jemný prach: 0,02 až 0,002  $\mu\text{m}$
- Subkoloidný prach: 0,002  $\mu\text{m}$  až 0

Podľa Stokesovho zákona o páde nemôžeme konštatovať, že častice prachu o rozmeroch menších ako 0,1  $\mu\text{m}$  (1  $\mu\text{m} = 10^{-6}$  m) sú prachom, ale môžeme ich začleniť do koloidnej chémie. (Koncz, 1969)

### 3. Materiál a metodika

V práci je použitých viacero vedeckých metód, a to stanovenie vlhkosti drevných prachov váhovou metódou podľa STN EN 13183-1, experimentálne stanovenie zrnitosti drevných prachov sitovou metódou a stanovenie minimálnych hodnôt teploty vznietenia metódou B podľa STN EN 50281-2-1.

Zabezpečenie požadovaných vzoriek prachu bolo zložité z toho dôvodu, že pre experiment boli potrebné rôzne druhy drevných prachov a ich homogénne zloženie. Z toho dôvodu sa zaobstarali požadované vzorky v tuhom stave (drevené doštičky), a tie boli následne na brúsiacom zariadení nabrúsené na požadované homogénne vzorky. Vizuálne zobrazenie štruktúry zrnitosti drevných prachov sa vykonávalo pod Stereomikroskopom Nikon SMZ 1270.

Na experiment sme použili smrekový, dubový a kaučukovníkový prach, ktoré boli odobraté z určených častí stromov a následne nabrúsené na požadovaný prach brúsiacim zariadením.

Pred stanovením vlhkosti daných drevných prachov boli vzorky uložené pri izbovej teplote 23°, pri tlaku 97 200 Pa vlhkosti miestnosti 40% po dobu štyroch týždňov. Nasledovne boli vzorky drevných prachov predložené na stanovenie vlhkosti vzorku reziva váhovou metódou

podľa STN EN 13183-1. Stanovenie náležitej zrnitosti drevných prachov bolo vykonané sitovou metódou, ktorá predstavovala rozdelenie sitovanej zmesi cez sito. Veľkosť častíc sa stanovuje následným zvážením podielu danej zmesi prachu zostalého v site po preosiatí prachu. Analýzu môžeme použiť pre veľkosti častíc prachu. (STN ISO 3310-1, 2007)

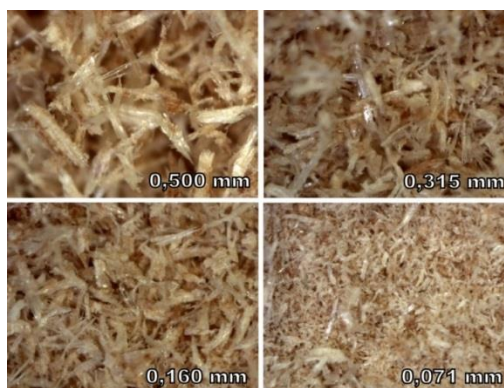
Prachové zmesi nemožno dokonale rozdeliť na frakcie so zreteľne stanovenou hranicu veľkosti častíc prachu. Z tohto dôvodu sme rozdelili častice prachu do približne identicky veľkých množín, ktoré predstavovali jednotlivé intervaly veľkosti častíc prachu. Testované vzorky prachov boli preosiate cez experimentálne sito z perforovaného materiálu so štvorcovými otvormi s proporciálnymi rozmermi otvorov: 0,5 mm; 0,315 mm; 0,16 mm a 0,071 mm. Hmotnosť navážky prachu bola 10g v dvoch duplicitných vzorkách. Vzorky boli preosievané po dobu 10 min s odchýlkou merania  $\pm 5\%$ .

**Tabuľka 1** Percentuálne zastúpenie hmotnostných frakcií vzoriek drevných prachov

**Table 1** Percentage of weight fractions of wood dust samples

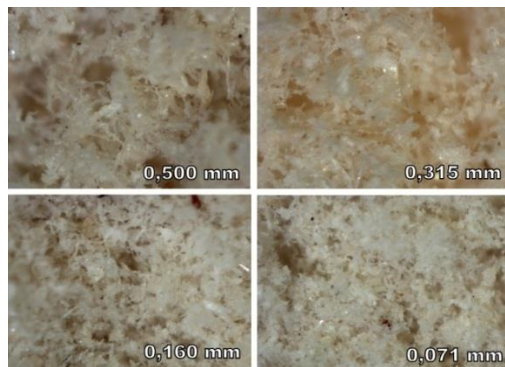
Veľkosť frakcie [mm]	Podiel hmotnosti frakcií [%]		
	Kaučukovník brazílsky	Smrek obyčajný	Dub letný
<0,5;0,315>	12,2	15,2	18,8
(0,315;0,16>	38,7	31,65	34,95
(0,16;0,017>	35,35	42,35	37,7
(0,071 a menej>	11,1	7,95	6,7
Odchýlka merania	2,65	2,85	1,85
Spolu	100	100	100

Určenie veľkosti drevných častíc prachov z vizuálneho hľadiska predstavovalo pozorovanie štruktúry a veľkosti drevných prachov v jednotlivých veľkostných frakciách po vykonaní sitovej metódy. Na pozorovanie bola zvolená metóda pomocou Stereomikroskop Nikon SMZ 1270.



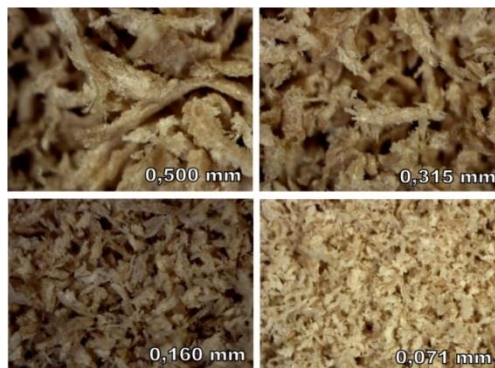
**Obrázok 30** Zrnitosť kaučukovníkového prachu pri priblížení 114x

**Figure 1** Granularity of the hevea rubber palm dust at the zooming of 114x



Obrázok 2 Zrornosť smrekového prachu pri priblížení 114x

Figure 2 Granularity of the spruce dust at the zooming of 114x



Obrázok 3 Zrornosť dubového prachu pri priblížení 114x

Figure 3 Granularity of the oak dust at the zooming of 114x

Ako skúšobnú metódu sme použili metódu podľa STN EN 50281-2-1: 1999, Elektrické zariadenia pre priestory s horľavým prachom - Časť 2-1: Metódy skúšok - Metódy pre stanovenie minimálnych teplôt vznietenia prachu, metódu B, ktorá sa používa na určenie minimálnej teploty vznietenia rozvíreného prachu tzn. najnižšej možnej teploty vo vnútri pece, pri ktorej nastáva vznietenie prachu v rozvírenom stave. (STN EN 50281-2-1, 1999)



Obrázok 4 Zariadenie na stanovenie minimálnej teploty vznietenia rozvíreného prachu

Figure 4 Equipment for measuring of minimum ignition temperature of the stirred dust



#### 4. Výsledky a diskusia

Minimálne teploty vznietenia testovaných prachov boli v rozmedzí od 440°C do 390°C. Podľa normy STN EN 50281-2-1 „za minimálnu teplotu vznietenia sa berie najnižšia teplota pece, pri ktorej došlo k vznieteniu pri vyššie uvedenom postupe znížená o 20K pre teploty pece vyššie ako 300°C.“ (STN EN 50281-2-1, 1999) Výsledky ukazujú, že bola zachovaná bezpečnostná rezerva 20°C.



Obrázok 5 Vznietenie prachu kaučukovníka brazílskeho pri veľkosti častíc prachu 0,5 mm a 0,071 mm

Figure 5 Burning of hevea rubber palm dust with a particle size of 0.5 mm and 0.071 mm

Tabuľka 1 Teploty vznietenia kaučukovníkového prachu v rozvírenom stave s percentuálnym podielom vlhkosti 4,9%

Table 1 Ignition temperatures of the hevea rubber palm dust in the stirred state with the moisture content of 4,9%

Veľkosť častíc [mm]	[m = 0,2 g; p = 40 kPa; C] = 4,9 %]			
	$t_{\min}^r$ experimentálna [°C]	$t_{\min}^r$ + bezp. rezerva [°C]	najintenzívnejší plameň [°C]	zóny bez vznietenia [°C]
<0,5;0,315>	440	420	500	430 ≥
(0,315;0,16>	430	410	500	420 ≥
(0,16;0,017>	430	410	500	420 ≥
(0,071 a menej>	410	390	500	400 ≥

**VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017**

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

Tabuľka 2 Teploty vznietenia smrekového prachu v rozvírenom stave s percentuálnym podielom vlhkosti 6,3%

Table 2 Ignition temperatures of the spruce dust in the stired state with the moisture content of 6,3%

Veľkosť častíc [mm]	[m = 0,2 g; p = 40 kPa; C] = 6,3 %]			
	t <sub>min</sub> experimentálna [°C]	t <sub>min</sub> + bezp. rezerva [°C]	najintenzívnejší plameň [°C]	zóny bez vznietenia [°C]
<0,5;0,315>	430	410	500	420 ≥
(0,315;0,16>	430	410	500	420 ≥
(0,16;0,017>	420	400	500	410 ≥
(0,071 a menej>	410	390	500	400 ≥

Tabuľka 3 Teploty vznietenia dubového prachu v rozvírenom stave s percentuálnym podielom vlhkosti 6,3%

Table 3 Ignition temperatures of the oak dust in the stired state with the moisture content of 6,3%

Veľkosť častíc [mm]	[m = 0,2 g; p = 40 kPa; C] = 6,3 %]			
	t <sub>min</sub> experimentálna [°C]	t <sub>min</sub> + bezp. rezerva [°C]	najintenzívnejší plameň [°C]	zóny bez vznietenia [°C]
<0,5;0,315>	430	410	500	420 ≥
(0,315;0,16>	430	410	500	420 ≥
(0,16;0,017>	420	400	500	410 ≥
(0,071 a menej>	410	390	500	400 ≥

Na základe experimentálneho merania sa zistilo a môžeme povedať, že jedným z dôležitých kvantitatívnych faktorov pre minimálne vznietenie dreveného prachu, je veľkosť častíc. Náchylnosť minimálnej teploty vznietenia a samotného výbuchu dreveného prachu je závislá od veľkosti častíc, kde bolo možné sledovať výraznú zmenu minimálnej teploty vznietenia skôr pri rádovo stovkách až pri tri stovkách um, ako pri zmene veľkosti častíc o desiatky um.

## 5. Záver

Stanovenie minimálnych teplôt vznietenia umožňuje posúdiť horľavosť a výbušnosť dreveného prachu z kvantitatívneho hľadiska. Závislosť tejto veličiny od veľkosti častíc dreveného prachu je významné najmä v priemyselných technológiách, kde sa takéto frakcie s rôznymi veľkosťami častíc prachu nachádzajú. Je nutné poznať tieto vlastnosti z dôvodu efektívnej protivýbuchovej ochrany v danej prevádzke. Zo všeobecne vžitej predstavy je možné konštatovať, že rozvírený prach s menšími časticami je náchylnejší k výbuchu a teda jeho rozpoloženie v priestore ukazuje, že so zmenšovaním častíc pri zachovaní identickej hmotnosti vzorky je potrebná nižšia iniciačná teplota, ako už bolo spomínané v práci. Z tohto dôvodu menšie častice drevených prachov sú nebezpečnejšie, a preto vzniká väčšia potreba

riešiť preventívne opatrenia pred výbuchmi na vyššej úrovni ako pri väčších časticách drevných prachov. Tento pohľad na danú situáciu je potvrdený exaktným prístupom získaným z experimentálneho merania v laboratórnych podmienkach.

### PodĎakovanie

Táto práca bola podporovaná Vedeckou grantovou agentúrou MŠVVaŠ SR na základe zmluvy č.1/0222/16[6] Požiarne bezpečné zatepľovacie systémy na báze prírodných materiálov.

### Zoznam bibliografických odkazov

Koncz, I., 1969. *Odstraňovanie a odlučovanie prachu*. Bratislava: ALFA, 1969, 455s., ISBN 63-093-75.

*STN EN 13183-1: 2002, Vlhkosť vzorku reziva - Časť 1: Stanovenie váhovou metódou.*

*STN EN 50281-2-1: 1999, Elektrické zariadenia pre priestory s horľavým prachom - Časť 2-1: Metódy skúšok - Metódy pre stanovenie minimálnych teplôt vznietenia prachu.*

*STN ISO 3310-1: 2007. Skúšobné sitá. Technické požiadavky a skúšanie. Časť 1: Skúšobné sitá z kovovej tkaniny.*

Štroch, P. 2010. *Procesy horenia a výbuchov*. Žilina: Žilinská univerzita v Žiline, 2010. 157 s. ISBN 978-80-554-0187-4.

Tureková, I. 2012. Zdravotné a bezpečné rizika drevných prachov. In *Zborník z XII. konferencie so zahraničnou účasťou, 19 - 20.11.2012, Bratislava*. Žilina: Strix. Edícia ESE-12, Prvé vydanie. ISBN 978-80-89281-85-5.

## PREHĽAD DOSTUPNÝCH PROSTRIEDKOV NA MODELOVANIE A SIMULÁCIU POŽIAROV V PRÍRODNOM PROSTREDÍ

### AN OVERVIEW OF AVAILABLE MEANS FOR MODELING AND SIMULATION OF FIRES IN THE NATURAL ENVIRONMENT

Rastislav VEĽAS<sup>1</sup> – Andrea MAJLINGOVÁ<sup>2</sup> – Danica KAČÍKOVÁ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Katedra protipožiarnej ochrany, Drevárska fakulta, Technická univerzita vo Zvolene, T. G. Masaryka  
24, 960 53, Zvolen, Slovenská republika, [xvelasr@is.tuzvo.sk](mailto:xvelasr@is.tuzvo.sk)

<sup>2</sup>Katedra protipožiarnej ochrany, Drevárska fakulta, Technická univerzita vo Zvolene, T. G. Masaryka  
24, 960 53, Zvolen, Slovenská republika, [majlingova@tuzvo.sk](mailto:majlingova@tuzvo.sk)

<sup>3</sup>Katedra protipožiarnej ochrany, Drevárska fakulta, Technická univerzita vo Zvolene, T. G. Masaryka  
24, 960 53, Zvolen, Slovenská republika, [kacikova@tuzvo.sk](mailto:kacikova@tuzvo.sk)

#### Abstrakt

Príspevok ponúka prehľad dostupných prostriedkov na modelovanie a simuláciu požiarov v prírodnom prostredí. Súčasný stav vývoja softvérov umožňujúcich modelovať správanie sa požiaru, kladie na prvé miesta systémy ako FARSITE, FlamMap, BehavePlus a WFDS. V príspevku popisujeme na akom princípe tieto systémy pracujú, popis potrebných údajov pre vstup na samotné modelovanie a možné výstupy, náročnosť využitia v praxi a taktiež výhody a nevýhody, ktoré plynú z ich používania. Najpoužívanejším a najvhodnejším systémom v praxi je softvér FARSITE, ktorý v sebe zahŕňa najnovšie modely správania sa požiarov, ako sú napr. modely pre poruchový požiar, korunový požiar, pre postfrontálne horenie a hasenie. Jeho využitie narastá aj vo forme spätnej simulácie lesných požiarov, ktoré sa vyskytli na území Slovenskej republiky. FlamMap je počítačový program, ktorý pri modelovaní popisuje rýchlosť šírenia požiaru, dĺžku plameňa, intenzitu požiaru pri konštantných podmienkach prostredia. Softvér BehavePlus, ktorý je založený na matematických modeloch opisuje správanie požiaru, účinky požiaru a prostredie požiaru založené na špecifických podmienkach paliva a vlhkosti. Simulovať procesy horenia jediného stromu je možné v simulačnom systéme Wildland-Urban Interface Fire Dynamics Simulator (WFDS), ktorý je v článku taktiež popisovaný. V príspevku uvádzame taktiež ukážky simulácie jednotlivých programov pri modelovaní požiarov.

**Kľúčové slová:** BehavePlus · FARSITE · FlamMap · modelovanie · simulácia · WFDS

#### Abstract

The paper is an overview of the available means for modeling and simulation of fires in the natural environment. The current state of software development to model fire behavior, puts first the systems such as FARSITE, FlamMap, BehavePlus and WFDS. In the paper we describe

how these systems work, a description of the data required for input to the modeling and possible outputs, the demanding use in practice as well as the advantages and disadvantages that arise from their use. The most common and most appropriate system in practice is the FARSITE software, which includes the latest models of fire behavior such as models for breakdown fire, crown fire, postfrontal burning, and fire extinction. Its use is also increasing when simulating a retrospective forest fires that occurred in the territory of the Slovak Republic. FlamMap is a computer program that describes the fire spread rate, flame length and fire intensity under constant environmental conditions. BehavePlus, based on mathematical models, describes fire behavior, fire effects and fire environment based on specific fuel and humidity conditions. Simulation of single tree burning processes is possible in the Wildland-Urban Interface Fire Dynamics Simulator (WFDS) simulation system, which is also described in the paper. We also present examples of simulation of individual programs in modeling of fires.

**Keywords:** BehavePlus · FARSITE · FlamMap · Modeling · Simulation · WFDS

## 1. Úvod

Ničivé lesné požiare a požiare v intraviláne lesa spôsobujú každoročne nevýčísliteľné škody na majetku občanov, na životnom prostredí, výrazne poškodzujú pôvodný ráz krajiny a ohrozujú taktiež samotné ľudské životy (Halada, Glasa, Weisenpacher, 2011). Je jedným z najnebezpečnejších škodlivých činiteľov, poškodzujúci jednotlivé dreviny až celé lesné ekosystémy. V našich zemepisných šírkach sú lesné požiare považované za mimoriadne udalosti – prírodné katastrofy (Hlaváč, Chromek, 2016).

Podľa štatistík o lesných požiaroch publikovaných Prezídiom Hasičského a záchranného zboru (2017) za obdobie rokov 2007 – 2016 vyplýva, že na území Slovenskej republiky bolo evidovaných 2 657 lesných požiarov s priamymi materiálnymi škodami vo výške 8 044 285 €. Pri týchto požiaroch bolo 17 osôb zranených a 3 osoby usmrtené. Zo štatistických údajov o mieste požiaru vzhľadom na druh lesného porastu vyplýva, že najvyšší počet požiarov vznikol v lesnom poraste zmiešanom a v lesnom poraste ihličnatom vo veku nad desať rokov (<http://www.minv.sk>). Najviac lesných požiarov v uplynulých rokoch vzniklo z dôvodu zakladania ohňov v prírode, úmyselným zapálením, v dôsledku vypaľovania trávy a suchých porastov, spaľovaním odpadu a odpadkov, manipuláciou s otvoreným ohňom, ale taktiež požiare vyvolané bleskom, avšak tie sa vyskytujú len sporadicky (Hlaváč, Chromek, 2016). Môžeme teda povedať, že najčastejšou príčinou lesných požiarov je činnosť, ktorá je priamo spojená s človekom. Domáci a zahraniční autori uvádzajú ako príčinu vzniku lesných požiarov taktiež vplyv globálneho otepľovania a s ním súvisiace klimatické zmeny (Majlingová, Sedliak, 2013).

Problematikou lesných požiarov sa zaoberá mnoho odborníkov nielen z oblasti protipožiarnej ochrany či civilnej ochrany, ale aj z oblasti lesníctva a poľnohospodárstva

(Tuček, Majlingová, 2007). Patrí tu oblasť výskumu posudzovania rizika výskytu požiaru a s ňou spojená problematika budovania a rozvoja protipožiarneho varovného systému či systémov detekcie požiaru, resp. dymu založených na báze kamerových monitorovacích prostriedkov. Ďalej je to problematika modelovania správania sa lesného požiaru s využitím systémov založených na báze geografických informačných systémov (GIS) a problematika hľadania a testovania efektívnych taktických postupov hasenia lesných požiarov s ohľadom na podmienky prostredia, dostupné sily a prostriedky (Majlingová, Galla, Buzalka, 2016).

Modelovanie a simuláciu šírenia lesných požiarov možno považovať za zaujímavú oblasť, v ktorej sa integrujú výsledky výskumu lesných požiarov a aplikácie matematického modelovania a geoinformatiky (Majlingová, Galla, Buzalka, 2016). Prostredníctvom modelovania môžeme určiť jeho základné parametre, zobrazíť postup šírenia požiaru, ako aj testovať stratégiu a účinnosť potlačania požiaru. Výsledky, ktoré ponúka modelovanie vo v súčasnosti dostupných programových prostriedkoch umožnia riadiacemu štábu lepšie rozhodovanie pri nasadzovaní síl a prostriedkov (Monoši, Majlingová, Kapusniak, 2015).

V tomto príspevku predstavujeme využitie programových prostriedkov FARSITE, FlamMap, BehavePlus a WFDS, ktoré sa najčastejšie využívajú pre účely modelovania a simulovania správania sa lesného požiaru.

## 2. Modelovanie a simulácia lesných požiarov

Pri modelovaní lesných požiarov sa v súčasnosti používajú dva dominantné princípy, ktoré sú založené na sofistikovaných laboratórnych experimentoch a experimentoch s riadeným lesným požiarom a na starostlivej validácii a verifikácii jednotlivých modelov (Glasa, Weisenpacher, Halada).

Na modelovanie požiarov na veľkých plochách sa najčastejšie využívajú takzvané semi-empirické modely, ktoré sú založené spravidla na Rothermelovej formulácii šírenia požiaru v stabilnej fáze, v ktorej parametre čelnej línie požiaru (rýchlosť šírenia, výška plameňa, intenzita požiaru) závisia na daných podmienkach prostredia, ako sú parametre paliva a jeho vlhkosť, rýchlosť a smer vetra, sklon terénu a pod.

Na modelovanie požiarov na menších plochách sa využívajú takzvané fyzikálne modely, v ktorých je proces horenia opísaný pomocou fyzikálnych zákonov zachovania hmotnosti a zložky, hybnosti, energie, pričom palivo je modelované ako porézne prostredie. Takéto modely berú do úvahy procesy prenosu energie zo zóny horenia do zóny požiarom nezasiahnutého paliva a spravidla vedú k výpočtovo náročným systémom diferenciálnych rovníc vyžadujúcich si vysokovýkonné počítačové prostriedky (Glasa, Halada, Weisenpacher, 2011).

Empirické metódy, ktoré šírenie požiaru popisujú pomocou funkcií získaných aproximáciou experimentálnych údajov, nezohľadňujú žiadny fyzikálny mechanizmus. Výsledky sa dajú

použiť len v podobných podmienkach, v akých boli získané (Monoši, Majlingová, Kapusniak, 2015). Základom použitia empirických metód je stanovenie rýchlosti postupu línie požiaru ovplyvňovanej typom paliva a jeho hustotou, vlhkosťou, topografiou terénu, rýchlosťou vetra, teplotou ovzdušia, ako aj ďalšími vplyvmi z predchádzajúcich dní (Halada, Glasa, 2013).

Pri praktickej simulácii požiaru je potrebné použiť v prípade empirických a semi-empirických modelov okrem konkrétneho modelu aj špecifickú simulačnú techniku, ktorou je daný spôsob reprezentácie prostredia a požiaru. Medzi najpoužívanejšími simulačnými technikami sú:

**Celulárne automaty** – povrch krajiny a vegetácia sú reprezentované ako mriežka zložená z buniek charakterizovaných topografickými a palivovými parametrami. Sú dané pravidlá, ktoré určujú pravdepodobnosť rozšírenia požiaru do konkrétnej bunky na základe jej parametrov a stavu susedných buniek. Na tomto princípe je založený napr. portugalský systém FireStation.

**Eliptické šírenie** – obáľkové modely. Krajina je reprezentovaná ako spojité dvojrozmerné médium pokryté palivom, pričom na popis šírenia požiaru sa využíva Huygensov princíp. Každý bod aktuálnej línie požiaru sa stáva zdrojom šírenia malých sekundárnych požiarov eliptického tvaru. Rozmery, tvar a orientácia elíps sú dané sklonom svahu, smerom a rýchlosťou vetra a typom paliva v danom bode. Obálka obklopujúca všetky sekundárne elipsy udáva líniu požiaru v nasledujúcom časovom kroku. Na princípe eliptického šírenia je založený systém FARSITE (Monoši, Majlingová, Kapusniak, 2015).

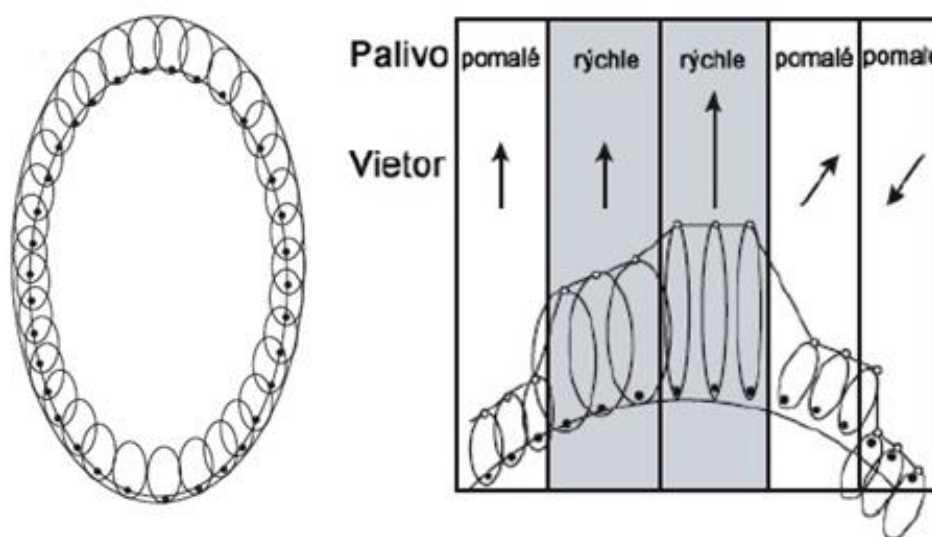
### 3. Softvérové prostriedky pre modelovanie a simuláciu lesných požiarov

Vo svete existuje niekoľko systémov používaných na modelovanie a simuláciu lesných požiarov. Ide o bežne známe a voľne šíriteľné programy, medzi ktoré v praxi najčastejšie používané patria FARSITE, FlamMap, BehavePlus a WFDS (Majlingová, 2015).

#### 3.1. FARSITE

FARSITE (Fire Area Simulator) je v súčasnosti zrejme najúspešnejší a v praxi najpoužívanejší simulačný systém šírenia lesných požiarov. Tento biofyzikálny, deterministický, dvojrozmerný model simulácie rastu ohňa v sebe zahŕňa najnovšie modely správania sa požiarov, ako sú napr. modely pre poruchový požiar, pre korunový požiar, pre postfrontálne horenie, pre vznik požiarov vznietených horľavými úlomkami a pre hasenie (Ryu et al., 2007; Majlingová, Galla, Buzalka, 2016). V modelovaní a simulácii rastu a rozširovania sa čela požiaru sa využíva Huygensov princíp šírenia vln, teda v každom bode čela požiaru sa nachádza jeho bodový zdroj a predpokladá sa lokálne šírenie požiaru z tohto zdroja v tvare elipsy, ktorej poloosi závisia od prostredia, v ktorom sa požiar šíri (spaľovaného paliva) a od smeru a sily vetra. Na obrázku 1 vľavo vidíme aplikáciu Huygensovho princípu s homogénnymi podmienkami pre šírenie požiaru. Naopak obrázok 1 vpravo ukazuje vplyv nehomogénnych podmienok, t.j. pri

zmenenom smere vetra a zmenených palivových podmienkach. Pôvodné čelo požiaru je znázornené čiernymi krúžkami. Nové čelo je tvorené vonkajšou obálkou zobrazených elíps (Mikula, Urbán, Balažovjeh, 2011).



Obrázok 31 Huygensov princíp s homogénnymi (vľavo) a nehomogénnymi (vpravo) podmienkami pre šírenie lesného požiaru (Mikula, Urbán, Balažovjeh, 2011)

Figure 1 Huygens' principle with homogeneous (left) and non-homogeneous (right) conditions for spreading forest fires (Mikula, Urbán, Balažovjeh, 2011)

FARSITE modeluje les ako spojité médium, kde pri správnom nastavení parametrov je možné simulovať priebeh požiaru na veľkých plochách pre rozsiahle lesy s malým stupňom heterogenity, a to s takou presnosťou, s akou je pre túto zidealizovanú situáciu použiteľný eliptický model. Avšak tento model nedokáže zohľadniť lokálne javy prejavujúce sa na škále rozmeru jedného stromu alebo malej skupiny stromov, ani javy na rozmedzí vegetácie a ľudských konštrukcií ako napr. cesty, stavby, dopravné prostriedky. Táto situácia je dôležitá najmä v husto zaľudnených oblastiach Európy, kde na rozdiel od USA či Austrálie hrozia menšie požiare, často v blízkosti ľudských obydí oproti obrovským požiarom na neprerušovaných plochách lesa (Monoši, Majlingová, Kapusniak, 2015).

System FARSITE má tri hlavné využitia, a to simulácia minulých požiarov, simulácia aktívnych požiarov a simulácia potenciálnych požiarov.

Analýza minulých požiarov odhaľuje, ako simulácia reprodukuje rast požiaru vzhľadom na dostupné vstupné údaje a taktiež je rozhodujúca pri rozvíjaní dôvery používania programu k premietnutiu rastu aktívnych požiarov.

Simulácia aktívnych požiarov sa uskutočňuje pre všeobecné scenáre dlhodobého počasia s cieľom navrhnuť možné dôsledky rastu požiaru počas mnohých týždňov. V poslednej dobe sa softvér používa aj na krátke 1-2 dňové projekcie pri veľkých požiaroch, kde sa simulačné výsledky používajú na podporu strategických protipožiarňch rozhodnutí.



## VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

Potenciálny požiar sa dá simulovať na rôznych miestach za rôznych palivových a poveternostných podmienok. Medzi činnosti plánovania požiaru patrí napr. analýza priestorových alternatív pre riadenie palív a skúmaním možností potlačenia požiarov, ktoré začínajú na rôznych miestach v rôznych scenároch počasia (Finney, Andrews, 1999).

Nevýhodou týchto semi-empirických modelov je neschopnosť popísať nelineárne javy, ako sú náhle erupcie požiaru, ktoré zapríčiňujú najmä obeť medzi príslušníkmi hasičských zborov, ktorí takéto nečakané erupcie zdanlivo stabilného charakteru nepredpokladajú. Okrem tohto FARSITE pokladá vietor za stabilný, nemodeluje priebeh atmosférických procesov ani vplyv topografie, či spätnej väzby požiaru na priebeh vzdušných prúdov, čo sa môže prejaviť ako nedostatok zvlášť v prípade členitej topografie územia (Monoši, Majlingová, Kapusniak, 2015).

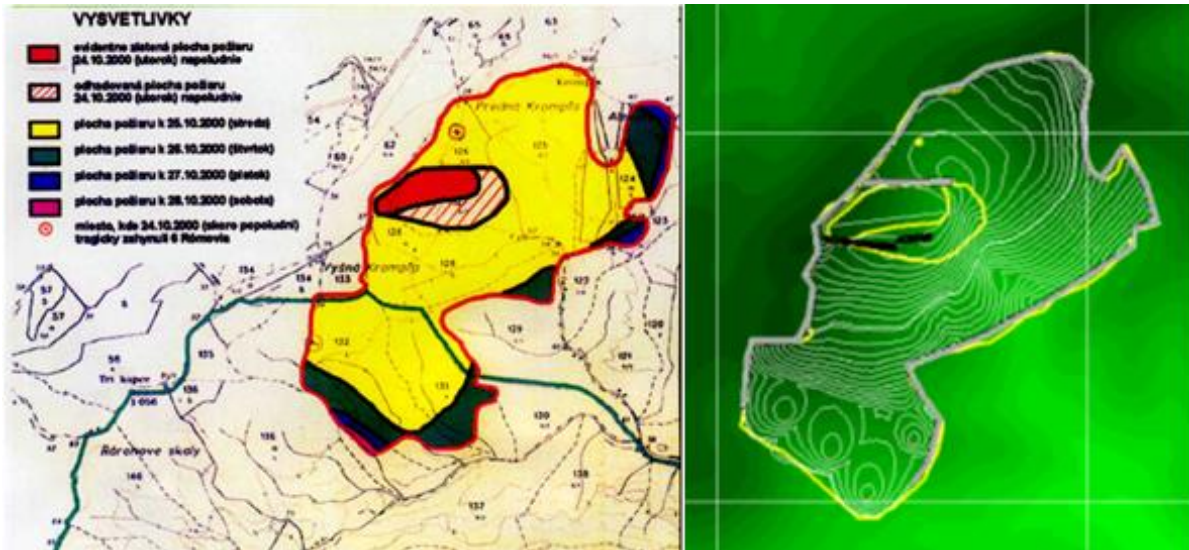
Samotnému modelovaniu v prostredí FARSITE predchádza predspracovanie geoúdajov, ktoré predstavujú základné vstupy do modelovania v prostredí ArcGIS Desktop.

**Údaje vo formáte GIS:** nadmorská výška, sklon a orientácia svahu, typ paliva, výška koruny, výška nasadenia koruny a hustota koruny, pokrytie koruny.

**Meteorologické údaje:** teplota a relatívna vlhkosť ovzdušia, rýchlosť a smer vetra prepočítaná na priestor lesa, množstvo zrážok.

**Charakteristika paliva:** zahŕňa nasledujúce údaje: množstvo (1, 10, 100 h) odumretého paliva ( $t \cdot ha^{-1}$ ) priemeru 0,0 – 0,635 cm; 0,635 – 2,54 cm; 2,54 – 7,62 cm; množstvo živého bylinného a drevného paliva ( $t \cdot ha^{-1}$ ) bez ohľadu na priemer; pomer povrchu k objemu odumretého, živého bylinného a živého drevitého paliva, hrúbka palivovej vrstvy, medzná vlhkosť vznietenia, výhrevnosť odumretého a živého paliva (Majlingová, Sedliak, 2013).

Ako výstupy FARSITE vytvára rôzne rastrové a vektorové GIS vrstvy vypočítanej plochy požiariska, intenzity požiaru, rýchlosti šírenia požiaru, smeru šírenia požiaru alebo dĺžky plameňov rozvrstvené v priestore a čase. Tieto sa dajú ďalej analyzovať v iných GIS prostrediach (Tuček, Majlingová, 2007). Na obrázku 2 je znázornená počítačová rekonštrukcia požiaru pomocou systému FARSITE spolu s výrezom z dokumentácie požiaru, ktorá ilustruje priebeh požiaru (Halada, Glasa, Weisenpacher, 2011).



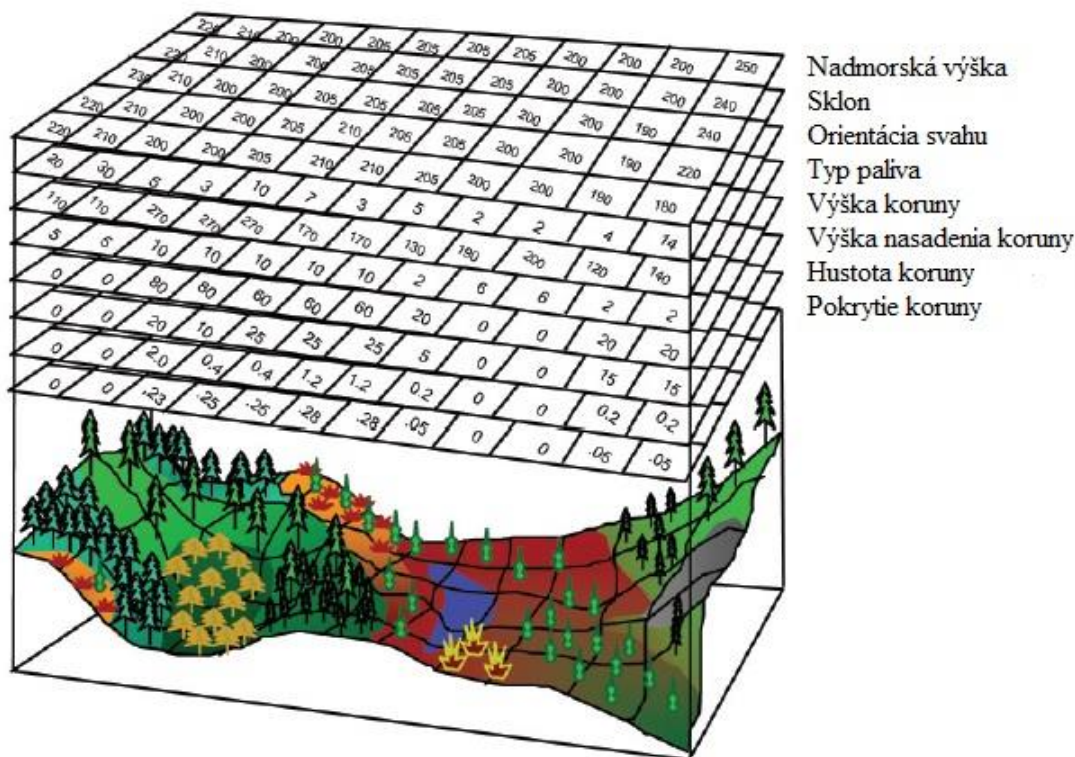
Obrázok 32 Priebeh požiaru z dokumentácie požiaru a jeho simulácia pomocou systému FARSITE (Halada, Glasa, Weisenpacher, 2011)

Figure 2 Fire propagation based on fire documentation and its simulation in FARSITE (Halada, Glasa, Weisenpacher, 2011)

### 3.2. FlamMap

Systém na simuláciu a modelovanie požiaru FlamMap je počítačový program, ktorý popisuje potenciálne správanie požiaru (rýchlosť šírenia, dĺžku plameňa, intenzitu požiaru) pri konštantných podmienkach prostredia (počasie a vlhkosť paliva). Správanie požiaru sa vypočítava pre každý obrazový bod (bunku rastra) v rámci súboru krajiny nezávisle (<https://www.firelab.org>).

Dáta vstupných údajov, ktoré sa vyžadujú pri spustení programu sú rovnaké ako pre FARSITE obsiahnuté v súbore Landscape (LCP), ktoré zahŕňa osem GIS rastrov popisujúce palivo a topografiu. V modelovaní je možné použiť akékoľvek rozlíšenie rastra, ale podmienkou je, aby všetky vrstvy mali rovnaké rozlíšenie a priestorové parametre (Finney, 2006)



Obrázok 33 Vstupné údaje požadované pre spustenie programu FlamMap (Finney, 2006)

Figure 3 The input data required to run FlamMap (Finney, 2006)

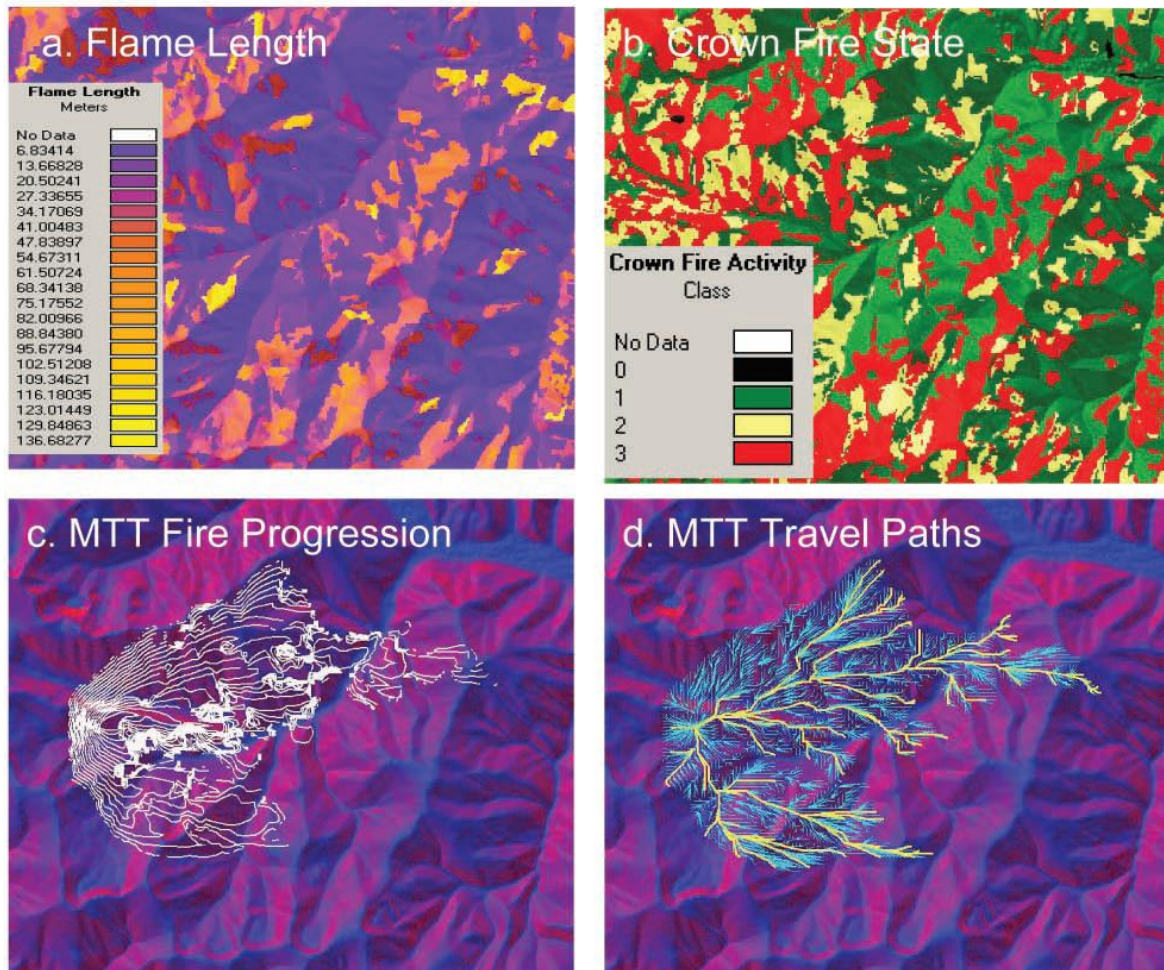
Potenciálne výpočty správania požiaru zahŕňajú rast povrchového požiaru (Rothermel 1972), iniciovanie korunového požiaru (Van Wagner 1977) a rast korunového požiaru (Rothermel 1991). Vlhkosť mŕtveho paliva je vypočítaná pomocou modelu Nelson (Nelson 2000) (<https://www.firelab.org>).

Vzhľadom na to, že podmienky prostredia zostanú konštantné, FlamMap nebude simulovať časové zmeny v správaní požiaru spôsobené kolísaním počasia a denných výkyvov, ako to robí FARSITE. Nebude ani zobrazovať priestorové odchýlky spôsobené podkladovým alebo ohraničujúcim správaním požiaru. Tieto obmedzenia je potrebné brať do úvahy pri prezeraní výstupu FlamMap v absolútnom, nie relatívnom zmysle. Výstupy sú však vhodné na porovnanie efektivity spracovania paliva na úrovni krajiny, pretože jedinou premennou, ktorá sa mení, je palivo (<https://www.firelab.org>).

Rastrové formáty údajov je možné prehliadať priamo v prostredí FlamMap alebo exportovať do akéhokoľvek GIS prostredia (Monoši, Majlingová, Kapusniak, 2015). Na obrázku 4 sú zobrazené príklady výstupov z programu FlamMap.

Systém FlamMap nemožno považovať ako náhradu modelu FARSITE alebo modelu úplnej simulácie rozvoja požiaru, z dôvodu chýbajúcej časovej zložky. Využíva priestorové informácie o topografii a palivách na výpočet charakteristík správania modelovaného požiaru (<https://www.firelab.org>).





Obrázok 4 Príklady výstupov z FlamMap na a) rýchlosť šírenia požiaru, b) korunová požiarne aktivita (0 = žiadna, 1 = povrchový požiar, 2 = horiace stromy alebo pasívny požiar koruny a 3 = aktívny požiar koruny) c) progresia požiaru (biele obvody) simulované pomocou metódy minimálneho času rozvoja (MTT) a d) trasa rozvoja požiaru vytvorená MTT (tučné žlté čiary odlišia hlavné cesty od všetkých ciest svetlomodrou farbou) (Finney, 2006)

Figure 34 Example outputs from FlamMap for (a) fire spread rate, (b) crown fire activity (0 = none, 1 = surface fire, 2 = torching trees or passive crown fire, and 3 = active crown fire), (c) fire progression (white perimeters) simulated using the Minimum Travel Time (MTT) method, and (d) the fire travel paths produced by MTT (bold yellow lines distinguish major paths from all paths in light blue) (Finney, 2006)

### 3.3. BehavePlus

Systém požiarneho modelovania BehavePlus je počítačový program, ktorý je založený na matematických modeloch, ktoré opisujú správanie požiaru, účinky požiaru a prostredie požiaru založené na špecifických podmienkach paliva a vlhkosti (<https://www.firelab.org>). Ide o bodový systém, pre ktorý sú podmienky pre každý výpočet konštantné, ale je navrhnutý tak, aby podporoval preskúmanie vplyvu rôznych podmienok prostredníctvom tabuliek a grafov (Andrews, 2013).

Môže byť použitý na aplikáciu pre riadenie požiaru, ktorá zahŕňa modelovanie správania požiaru a následkov vrátane projekcie správania sa prebiehajúceho požiaru, plánovania predpísaného požiaru, posúdenia rizika palív a iné. Úspešná aplikácia závisí najmä od rozhodnutí používateľov. Tí, ktorí sú vzdelaní v správaní požiaru, rozumejú systémom na

modelovanie požiarov so súvisiacimi predpokladmi a obmedzeniami, ako aj vplyv rôznych vstupných premenných na vypočítané hodnoty (Heinsch, Andrews, 2010).

Plánovanie riadených požiarov si vyžaduje definovanie kritérií, ktoré definujú rozpätie podmienok, počas ktorých môže dôjsť k zapáleniu a kontrolovaniu riadeného požiaru. Softvér poskytuje nástroj na analýzu súčasných podmienok až po podmienky akceptovateľné pre vznik a následné šírenie požiaru. Pre plánovanie možných scenárov vývoja požiaru možno využiť pozorovacie vzdialenosti, pravdepodobnosť vzniku požiaru, rozvoja požiaru z lokálnych ohnisk a kontrolné modelovanie.

Proces posudzovania aktuálnej požiarnej hrozby je založený na modelovaní účinku zmeny v povrchovom a korunovom palive na počítanom správaní požiaru v podmienkach rôznych vlhkostí paliva a poveternostných podmienok (Monoši, Majlingová, Kapusniak, 2015).

BehavePlus ponúka množstvo funkcií a možností. Heinsch a Andrews (2010) vo svojej príručke zoskupujú modely do logických skupín nazvané moduly. Medzi deväť modulov patrí napr. SURFACE pre správanie pozemného (povrchového) požiaru, CROWN pre korunový požiar a MORTALITY pre úmrtnosť stromov. Príručka popisuje stručný opis každého modulu s poznámkami o vzťahoch medzi nimi, ďalej opisuje možnosť prepojenia medzi modulmi, pričom výstup z jedného modulu je použitý ako vstup do druhého. Ak sú vybrané obidva moduly, väzba je platná. Napr. ak sú vybrané moduly SURFACE a SCORCH. Dĺžka plameňa, ktorá sa vypočítava v SURFACE, sa používa ako vstup do modelu CROWN SCORCH HEIGHT (výška spaľovania koruny) v module SCORCH. Ak nie je vybraná možnosť SURFACE, používateľ musí zadať hodnotu dĺžky plameňa do SCORCH.

Ďalej sú uvedené príklady možnosti použitia BehavePlus.

**Modul Surface/pozemný požiar:** výpočet rozšírenia požiaru, dĺžka plameňa, nastavenie vetra.

**Modul Crown/korunový požiar:** prechod pozemného do korunového požiaru, rozšírenie požiaru.

**Modul Safety/veľkosť zóny bezpečia:** veľkosť bezpečnostnej zóny, vzdialenosť, polomer.

**Modul Contain/Uzavretie:** úspešné uzavretie (lokalizovanie) požiaru.

**Modul Spot/požiar šíriaci sa vetrom:** maximálna vzdialenosť rozšírenia požiaru vetrom.

**Modul Scorch/zapálenie koruny stromu:** výpočet teploty na zapálenie listov/ihličia stromu.

**Modul Mortality/úmrtnosť pre stromy:** výpočet pravdepodobnosti nebezpečenstva pre stromy.

**Modul Ignite/pravdepodobnosť zapálenia:** blesk, ohorok (Halaj, 2014).

Grafické výstupy možno použiť na porovnanie počítaného správania požiaru pre niekoľko palivových modelov povrchového paliva, pre rozličné výšky nasadenia korún atď. Umožňuje

testovať citlivosť výpočtov na rozličné vstupné hodnoty. Je to prostredie vhodné na využitie pre účely výcviku a vzdelávania (Monoši, Majlingová, Kapusniak, 2015).

BehavePlus, FARSITE, FlamMap sa považujú za systémy správania sa požiaru. Tieto systémy sú založené na mnohých rovnakých jadrových modeloch, ale sú určené pre rôzne aplikácie. Jedným z dôležitých podmienok použitia BehavePlus je lepšie pochopenie modelu. Systém môže byť použitý na cvičenie modelov a systematické skúmanie vzťahov, ako napríklad vplyv výberu daného modelu paliva alebo hodnoty živého obsahu paliva vplýva na povrchovú rýchlosť šírenia požiaru a dĺžku plameňa. V programe BehavePlus možno ľahko preskúmať vzájomné pôsobenie medzi ohňom, palivom, vlhkosťou a vetrom zmenou vstupných premenných a podmienok paliva pre každú prevádzku modelu. To robí BehavePlus vhodným pre určenie správania sa požiaru v bezpečnom prostredí (Heinsch, Andrews, 2010).

### 3.4. Wildland-Urban Interface Fire Dynamics Simulator

Simulačný systém Wildland-Urban Interface Fire Dynamics Simulator (WFDS) vyvinutý v National Institute for Standard and Technology, USA nadväzuje na simulačný systém Fire Dynamic Simulator (FDS) vyvinutý v NIST, ktorý je určený predovšetkým na simuláciu požiarov v objektoch a ich lesnom okolí, pričom je schopný simulovať procesy horenia jediného stromu, čo iné programy pre lesné požiare nedokážu. Systém je doplnený vizualizačným programom Smokeview, ktorý umožňuje po spracovaní výpočtu zobrazovať priebeh požiaru, je dnes používaný v inžinierskej praxi na mnohých pracoviskách po celom svete (Halada, Weisenpacher, Glasa, 2013).

FDS dokáže simulovať procesy ako sú nízkorýchlostné prúdenie produktov spaľovania, tepelné žiarenie, vedenie tepla medzi plynmi a povrchmi telies, spaľovanie, šírenie plameňov a dymu, aktivácia vodných rozprašovačov a priebeh hasenia. Fyzikálny model použitý v FDS je založený na zákonoch zachovania hmotnosti, zložky, hybnosti a energie. Pri ich riešení sa využíva tzv. aproximácia s nízkym Machovým číslom, ktorá predpokladá, že zmeny tlaku spôsobené požiarom sú zanedbateľné v porovnaní s okolitým tlakom, čím sa výrazne redukuje matematická zložitosť problému (Weisenpacher, 2008).

WFDS predstavuje rozšírenie systému tak, aby ako palivo zahŕňal okrem palív z ľudských konštrukcií aj vegetáciu a aby bol použiteľný aj v komplikovanej topografii. V súčasnosti je schopný popísať šírenie požiaru na rovnom povrchu – požiar trávy a horenie jednotlivého stromu. Cieľom vývoja je zdokonalenie systému tak, aby bol schopný simulovať požiar aj v rámci rozsiahlejšej vegetácie a v komplexnejšej topografii (Weisenpacher, 2007).

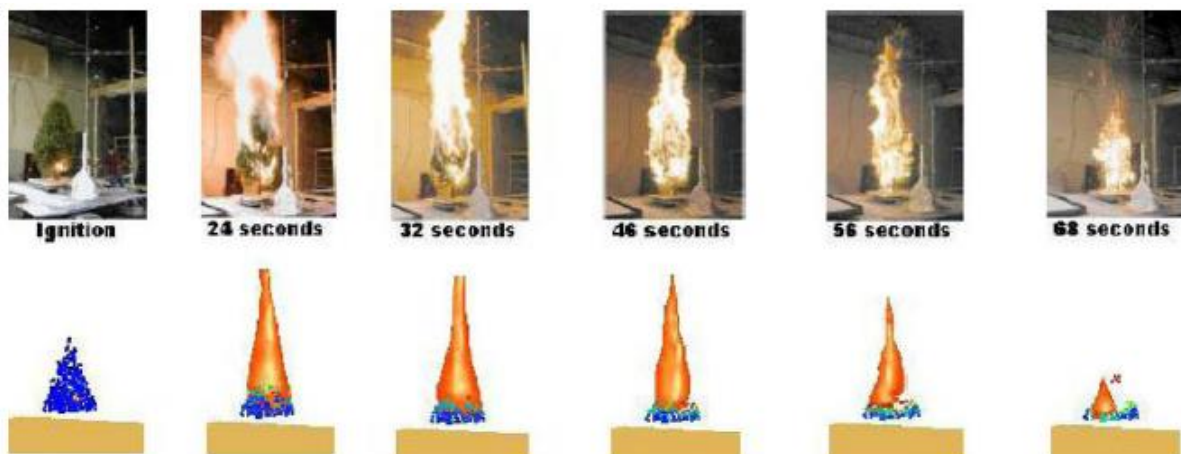
V súčasnosti existujú dva spôsoby reprezentovania vegetatívneho paliva vo WFDS:

**Fuel Element Model** – pri tomto prístupe vegetácia zaberá určený objem, napr. koruny stromov,

**Boundary Fuel Model** – je obmedzený na povrchové palivá, napr. trávu (<https://www.fs.fed.us>).

Z fyzikálneho hľadiska a z hľadiska numerickej simulácie je dôvodom tohto rozlíšenia odlišná výška plameňa nad vrstvou vegetácie. Ak je výška plameňa podstatne väčšia, ako je hrúbka palivovej vrstvy (napr. požiar trávy), k väčšej časti horenia dochádza nad vrstvou vegetácie. Vtedy je vhodné použiť dve osobitné mriežky pre vegetáciu (pevná fáza) a pre oblasť plameňov nad vegetáciou (plynná fáza). V prípade, že je výška plameňov porovnateľná s hrúbkou palivovej vrstvy, ako je to v prípade požiaru stromov alebo kríkov, je potrebné použiť prístup, ktorý zohľadňuje aj šírenie požiaru v rámci pevnej fázy, napr. šírenie požiaru od povrchovej vegetácie smerom do korún stromov. Vtedy je nutné brať do úvahy aj nehomogenitu v rámci palivovej vrstvy a šírenie požiaru vo vertikálnom smere a modelovanie vegetácie sa stáva náročnejším problémom (Weisenpacher, 2008).

Obrázok 5 zobrazuje štádia horenia 2,4 m vysokej Douglaskej jedle. Fotografie horiaceho stromu v hornej časti obrázka sú z požiarneho laboratória NIST a na spodnom riadku je zobrazená počítačová simulácia horiaceho stromu vo WFDS, ako to zobrazuje nástroj Smokeview (zobrazovací nástroj NIST) (Mell et al., 2009).



Obrázok 35 Snímky zobrazujúce charakteristické štádia horenia 2,4 m vysokej Douglaskej jedle (Mell et al., 2009)

Figure 5 Snapshots showing the characteristic stages of burning of a 2,4 m tall Douglas fir (Mell et al., 2009)

Program FDS simuluje základné fyzikálne procesy v priebehu horenia, preto je využiteľný jednak pri štúdiu týchto procesov samotných, jednak pri riešení praktických problémov pri ochrane pred ohňom. V prípade lesných požiarov by mal podobné ciele spĺňať aj WFDS. Patrí tu pomoc pri navrhovaní protipožiarnych opatrení a evakuácie, vyhodnocovanie rizika požiaru a skúmanie hypotetických požiarov, vyhodnocovanie dopadu požiaru na vegetáciu a pomoc pri rekonštrukcii konkrétnych požiarov.

Keďže systémy FDS aj WFDS používajú metódu konečných diferencií, skúmaná oblasť musí byť aproximovaná pravouhlou mriežkou, a to buď v 2D alebo 3D. Všetky údaje potrebné pre spustenie simulácie je potrebné zadať vo forme textového súboru v špeciálnom formáte obsahujúcom skupiny údajov určujúcich geometriu skúmanej oblasti, súradnicovú sústavu, delenie mriežky, okrajové podmienky, telesá v oblasti a parametre simulácie. Oblasť požiaru je určená mriežkou v danej súradnicovej sústave. Predmety v oblasti požiaru sú

## VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

reprezentované pravouhlými prekážkami, ktoré sa môžu zahrievať, viesť teplo a vydávať tepelné žiarenie. Ich steny, podobne ako prieduchy, majú určené okrajové podmienky. Je možné tiež špecifikovať, ktoré výstupy simulácie a v akom formáte majú byť po skončení výpočtu uložené na disk (Weisenpacher, 2007).

Výstupom systému sú hodnoty fyzikálnych veličín charakterizujúcich plynnú fázu a pevné telesá v skúmanej oblasti. Väčšinu tvoria hodnoty charakterizujúce polia, a to pre prípad plynnej alebo pevnej zložky (ako napr. teplotné pole, pole rýchlosti). Tieto veličiny sú dané hodnotami v každej bunke mriežky. Súčasťou výstupu sú tiež niektoré globálne veličiny.

Výstupné hodnoty pre plynnú zložku zahŕňajú veličiny ako teplota, rýchlosť a tlak plynu, koncentrácia dymu a odhad viditeľnosti, tepelná produkcia pre jednotkový objem, zmiešavací zlomok, hustota plynu a hustota vodných kvapiek.

Na povrchoch pevných telies sú definované teplota povrchu, radiačný a konvektívny tepelný tok, rýchlosť horenia, hustota vodných kvapiek. Medzi globálne veličiny patrí celková produkcia tepla, aktivačné časy rozprašovačov a detektorov, hmotnostné a energetické toky.

Ďalšie možnosti pridané vo WFDS patrí skupina údajov charakterizujúcich vegetačné palivo. Vo Fuel Element Model sa jedná o skupiny vstupných údajov označené vo vstupnom súbore ako PART a TREE. V modeli Boundary Fuel je rozšírená skupina SURF, ktorá v FDS definuje okrajové podmienky.

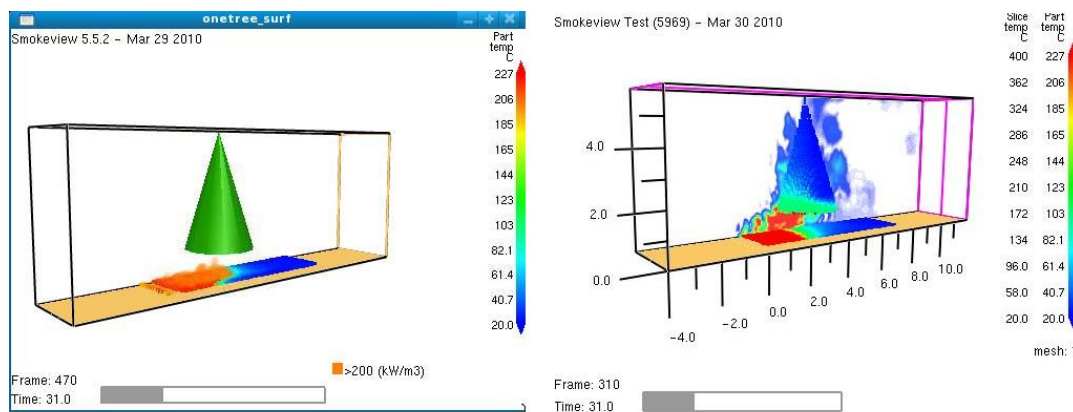
Skupina údajov PART udáva geometrické a fyzikálne vlastnosti častíc, z ktorých sa skladá príslušný typ vegetácie. Obsahuje veličiny ako pomer povrchu k objemu, hustota častíc, teplota vyparovania, skupenské teplo vyparovania, vlhkosť paliva, percentuálne zastúpenie produktov pyrolýzy, hustota palivovej vrstvy a priemer častíc. Je možné zadať viacero takýchto typov pre rôzne zložky vegetácie, napr. pre trávu, opadané ihličie alebo koruny stromov.

Skupina údajov TREE udáva tvar, veľkosť a priestorové umiestnenie vegetácie charakterizovanej údajmi v niektorej z definovaných skupín PART. Ak sa jedná o strom, je možné zadať priamo parametre ako sú šírka koruny, výška základne koruny a výška stromu. Napr. koruna ihličnatého stromu môže byť zadaná ako kužeľ s definovanými rozmermi a umiestnením, vyplnený časticami popísanými v skupine PART.

V skupine SURF v Boundary Fuel Model sa zadávajú údaje (hustota elementov vegetácie, pomer povrchu k objemu, hrúbka palivovej vrstvy, hmotnosť paliva na jednotku plochy, vlhkosť vegetácie, výhrevnosť a teplota vznietenia) popisujúce fyzikálne vlastnosti plošného paliva (Weisenpacher, 2007).

Niektoré zjednodušené prípady pre simuláciu pomocou WFDS zobrazujeme na obrázkoch 6 a 7.

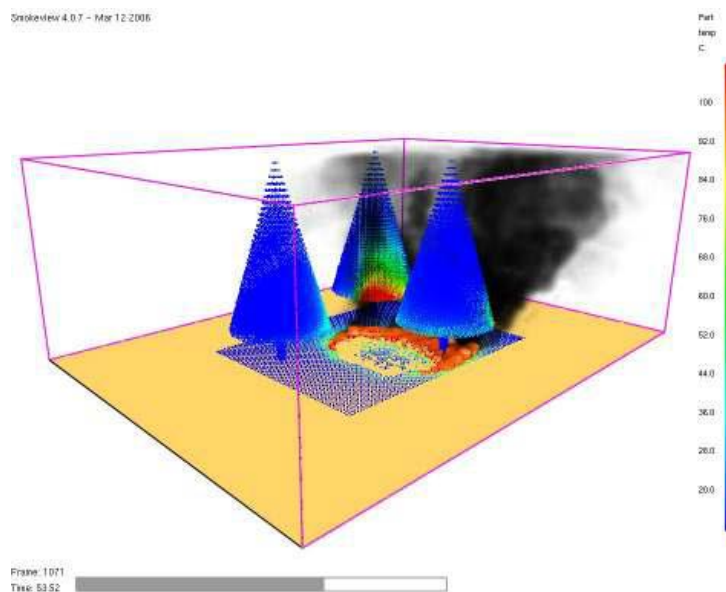




Obrázok 36 Šírenie požiaru po hrabanke (vľavo) a rozšírenie požiaru na borovicu (vpravo) (<https://www.fs.fed.us>)

Figure 6 Spread of fire on needle litter (left) and spread of fire on pine (right) (<https://www.fs.fed.us>)

Simulácia horenia opadanky (hrubej 5 cm) s následným horením stromu. Oblasť simulácie bola dlhá 16 m, široká 3 m, a vysoká 6 m, rozdelená na 160 x 30 x 60 to predstavuje asi 288 tisíc buniek. Čas simulácie bol 60 s a vyžadovala si 2,2 CPU hodín na procesore s výkonom 3,8 GHz hodín a 200 MB RAM (<https://www.fs.fed.us>).



Obrázok 37 Šírenie požiaru povrchovým palivom medzi tromi stromami (Weisenpacher, 2008)

Figure 7 The spread of fire by surface fuel between the three trees (Weisenpacher, 2008)

Na obrázku 7 bolo simulované šírenie požiaru podložíom tvoreným 5 cm hrubou vrstvou borovicového ihličia medzi tromi stromami. Oblasť simulácie bola dlhá 16 m, široká 12 m a vysoká 6 m, rozdelená bola na 160 x 120 x 60, t.j. 1 152 000 buniek. Delenie mriežky bolo 10 cm v horizontálnom smere, vo vertikálnom smere nerovnomerné a postupne sa znižujúce: 5 cm pri povrchu a 20 cm v hornej časti mriežky. Použité boli dva rôzne modely osobitne pre povrchové a pre korunové palivo. Simulácia požiaru trvajúceho 80 s si vyžiadala približne 13 hodín CPU času na procesore Pentium IV 3 GHz a približne 600 MB RAM. Výsledok slúži na

demonštráciu možností systému a nebol konfrontovaný s experimentom (Weisenpacher, 2008).

#### 4. Záver

Simulačné programy FARSITE, BehavePlus, FlamMap a WFDS sú určené na priame využitie pri riešení mimoriadnych udalostí týkajúcich sa požiarov v prírodnom prostredí - lesných požiarov. V práci sme popísali na akom princípe jednotlivé systémy pracujú, ich vlastnosti, potrebné vstupy na modelovanie a ich možné výstupy, ktoré sú pre nás nápomocné a to hlavne v oblasti správania sa požiaru, jeho veľkosti, rýchlosti šírenia ale aj reprodukcia minulých požiarov a overovanie správnosti simulácie týchto prostriedkov.

Z porovnania možností modelovania správania sa požiaru v prírodnom prostredí a výstupov, ktoré jednotlivé vyššie popísané programy ponúkajú, sa ako najvhodnejší z týchto simulačných programov javí byť systém FARSITE, ktorý dokáže modelovať pozemné požiare, korunové požiare, ich kombináciu a takisto predpovedať šírenie požiaru v danej oblasti. V simulácii požiaru je možné uvažovať aj s vedením požiarových útokov, ktoré sa do modelovania vkladajú prostredníctvom tzv. bariér. Ako výstupy vytvára rôzne GIS vrstvy vypočítanej plochy požiariska, intenzity požiaru, rýchlosti šírenia požiaru, smeru šírenia požiaru alebo dĺžky plameňov rozvrstvené v priestore a čase.

Systém FlamMap taktiež popisuje rýchlosť šírenia, dĺžku plameňa, intenzitu požiaru avšak pri konštantných podmienkach (počasie, vlhkosť paliva). Keďže podmienky prostredia sú konštantné, systém nesimuluje časové zmeny v správaní požiaru spôsobené kolísaním počasia. Ako u systému FARSITE, je možné výstupy exportovať do akéhokoľvek GIS prostredia.

Softvér BehavePlus oproti predchádzajúcim softvérom nie je založený na báze GIS. Výstupmi sú údaje vo forme tabuliek, grafov a diagramov. Taktiež simulačný systém WFDS nie je založený na báze GIS. Je schopný simulovať požiar jediného stromu, kde predchádzajúce systémy takúto možnosť neponúkajú. Daný program slúži najmä na výskumné účely správania sa požiaru.

Kľúčovou úlohou pri všetkých spomenutých prostriedkoch pre dosiahnutie vierohodných výsledkov simulácie a spoľahlivú interpretáciu jej výsledkov je zabezpečenie dostatočne spoľahlivých, vierohodných a presných vstupných údajov pre simuláciu. Preto je potrebné pripraviť v dostatočnom predstihu databázu, resp. geodatabázu údajov o jednotlivých palivových modeloch, ich typoch, a to ako pre povrchový, tak i korunový požiar.

#### PodĎakovanie

Príspevok vznikol vďaka finančnej podpore agentúry KEGA, Projekt č. 012TU Z-4/2016.

## Zoznam bibliografických odkazov

1. Andrews P. L. Current status and future needs of the BehavePlus Fire Modeling System. *International Journal of Wildland Fire*. 2013; 23:21-33.
2. Finney M, Andrews P. 1999. FARSITE – A program for fire growth simulation. In: *Fire Management Notes*, 59, pp. 13-15. [online] [cit. 2017-09-24]. Dostupné na internete: <[https://www.firelab.org/sites/default/files/images/downloads/Finney\\_and\\_Andrews\\_1999\\_FMN\\_v59\\_i2\\_pp13-15.pdf](https://www.firelab.org/sites/default/files/images/downloads/Finney_and_Andrews_1999_FMN_v59_i2_pp13-15.pdf)>.
3. Finney M. A. 2006. An Overview of FlamMap Fire Modeling Capabilities. In *Fuels Management - How to Measure Success: Conference Proceedings*. [online]. Portland: OR. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, 2006, p 213-215. [cit. 2014.09.24]. Dostupné na internete: <[http://www.fs.fed.us/rm/pubs/rmrs\\_p041/rmrs\\_p041\\_213\\_220.pdf](http://www.fs.fed.us/rm/pubs/rmrs_p041/rmrs_p041_213_220.pdf)>.
4. Glasa J, Halada L, Weisenpacher P. Výskum požiarov v prírodnom prostredí. *Spravodajca: Protipožiarna ochrana a záchranná služba*. 2011;1:4-8.
5. Glasa J, Weisenpacher P, Halada L. Analýza priebehu lesného požiaru pomocou počítačovej simulácie. [online] [cit. 2017-09-24]. Dostupné na internete: <<http://tses.vsb.cz/Home/DownloadArchived?aid=286>>.
6. Halada L, Glasa J, Weisenpacher P. Modelovanie lesného požiaru v prostredí Farsite a možnosti jeho nasadenia do praxe HaZZ SR. In: *Geoúdaje pre podporu záchranných jednotiek: zborník príspevkov a prezentácií z odborného seminára [CD]*. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2011. ISBN 978-80-228-2299-2.
7. Halada L, Glasa J. Počítačová simulácia lesných požiarov. *Civilná ochrana*. 2013;4:39-41.
8. Halada L, Weisenpacher P, Glasa J. Počítačová simulácia požiarov v intraviláne. *Civilná ochrana*. 2013;5:49-50.
9. Halaj J. Prístupy k modelovaniu a simulácii lesných požiarov : bakalárska práca. Zvolen : Technická univerzita vo Zvolene. Drevárska fakulta. 2014. 45 s.
10. Heinsch F. A, Andrews P. L. 2010. BehavePlus fire modeling system, version 5.0: Design and Features. [online]. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-249. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 111 p. [cit. 2017-09-24]. Dostupné na internete: <[https://www.fs.fed.us/rm/pubs/rmrs\\_gtr249.pdf](https://www.fs.fed.us/rm/pubs/rmrs_gtr249.pdf)>.
11. Hlaváč P, Chromek I. Lesné požiare a integrovaný systém ochrany lesov pred požiarimi. 1. vyd. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2016. 81 s. ISBN 978-80-228-2930-4.
12. Majlingová A. 2015. Lesné požiare – Aktuálny stav riešenia problematiky v podmienkach Slovenska [online] [cit. 2017-09-24]. Dostupné na internete: <<http://fbi.uniza.sk/kkm/files/admincasopis/KM%201%202015/010%20Majlingova.pdf>>.
13. Majlingová A, Galla Š, Buzalka J. Využitie údajov a nástrojov GIS, SDSS a dynamického modelovania v manažmente rizík vybraných druhov mimoriadnych udalostí. 1. vyd. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene; 2016. 133 s.

VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

14. Majlingová A, Sedliak M. 2013. Implementácia systémov pre modelovanie a simuláciu správanía sa lesných požiarov do procesu prípravy a realizácie taktických cvičení hasičských jednotiek [online] [cit. 2017-09-12]. Dostupné na internete: <[http://gisak.vsb.cz/GIS\\_Ostrava/GIS\\_Ova\\_2013/sbornik/papers/gis2013506b44428830f.pdf](http://gisak.vsb.cz/GIS_Ostrava/GIS_Ova_2013/sbornik/papers/gis2013506b44428830f.pdf)>.
15. Majlingová A, Sedliak M. Možnosti využitia simulačného programu Farsite v praxi HaZZ. In: Riešenie krízových situácií prostredníctvom simulačných technológií. Liptovský Mikuláš; 2013. s. 97-104.
16. Mell W. et. al., Numerical simulation and experiments of burning douglas fir trees. In: Combustion and Flame, 156, 2009. pp. 2023-2041. [online] [cit. 2017-09-24]. Dostupné na internete: <[https://www.researchgate.net/profile/Samuel\\_Manzello/publication/222831504\\_Numerical\\_simulation\\_and\\_experiments\\_of\\_burning\\_Douglas\\_fir\\_trees/links/02e7e52699485b5b06000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Samuel_Manzello/publication/222831504_Numerical_simulation_and_experiments_of_burning_Douglas_fir_trees/links/02e7e52699485b5b06000000.pdf)>.
17. Mikula K, Urbán J, Balažovjch M. 2011. Numerické modelovanie lesných požiarov pomocou evolúcie rovinných kriviek [online] [cit. 2017-09-24]. Dostupné na internete: <[https://www.researchgate.net/publication/304581300\\_NUMERICKE\\_MODELOVANIE\\_LESNYCH\\_POZIAROV\\_POMOCOU\\_EVOLUCIE\\_ROVINNYCH\\_KRIVIEK](https://www.researchgate.net/publication/304581300_NUMERICKE_MODELOVANIE_LESNYCH_POZIAROV_POMOCOU_EVOLUCIE_ROVINNYCH_KRIVIEK)>.
18. Monoši M, Majlingová A, Kapusniak J. Lesné požiare. 1. vyd. Žilina: Žilinská univerzita v Žiline; 2015. 200 s.
19. Prezídium Hasičského a záchranného zboru. Ochrana lesov pred požiarimi. [online]. [cit. 2017-09-22]. Dostupné na internete: <[http://www.minv.sk/swift\\_data/source/hasici\\_a\\_zachranari/malatinec/preventivno\\_vychovna\\_cinnost/Ochrana%20lesov%20pred%20poziarmi.pdf](http://www.minv.sk/swift_data/source/hasici_a_zachranari/malatinec/preventivno_vychovna_cinnost/Ochrana%20lesov%20pred%20poziarmi.pdf)>.
20. Ryu S.-R. et. al., 2007. Relating surface fire spread to landscape structure: An application of FARSITE in a managed forest landscape. In: Landscape and Urban Planning, 83, pp. 275-283.
21. Tuček J, Majlingová A. Lesné požiare v Národnom parku Slovenský Raj: Aplikácie geoinformatiky. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene; 2007. 173 s.
22. Weisenpacher P. 2008. Simulácia požiaru intravilánu – možnosti systému WFDS [online] [cit. 2017-09-24]. Dostupné na internete: <<http://tses.vsb.cz/Home/DownloadArchived?aid=296>>.
23. Weisenpacher P. Možnosti systému WFDS pri simulácii lesných požiarov. In: Ochrana území postihnutých prírodnými ničivými pohromami : Zborník z medzinárodnej konferencie. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene; 2007. s. 227 – 237.
24. [online]. [cit. 2017-09-24]. Dostupné na internete: <<https://www.firelab.org/project/flammap>>.
25. [online]. [cit. 2017-09-24]. Dostupné na internete: <<https://www.firelab.org/project/behaveplus>>.
26. [online]. [cit. 2017-09-24]. Dostupné na internete: <<https://www.fs.fed.us/pnw/fera/research/wfds/>>.

## MODELOVANIE JAVU FLASHOVER A POROVNANIE MAXIMÁLNYCH TEPLÔT PLYNOV VS. MAXIMÁLNYCH PREDPOVEDANÝCH TEPLÔT V UZATVORENOM PRIESTORE

Ľubica VRÁBLOVÁ<sup>1</sup>, Jana MÜLLEROVÁ<sup>2</sup>

Stredná škola požiarnej ochrany MV SR v Žiline, [lubica.vrablova@minv.sk](mailto:lubica.vrablova@minv.sk),  
[vrablova.lubica@gmail.com](mailto:vrablova.lubica@gmail.com)

Žilinská univerzita v Žiline, FBI, [jana.mullerova@fbi.uniza.sk](mailto:jana.mullerova@fbi.uniza.sk)

### Abstrakt

Presné predpovedanie rozloženia teplôt horúcich plynov pri požiari je kľúčovým problémom pri evakuácií ohrozených ľudí požiarom. S cieľom preskúmať fenomén javu flashover bola zostavená maketa uzatvoreného priestoru v zmenšenej mierke. Vykonané boli dva experimenty (požiarne zaťaženie  $30 \text{ kg.m}^{-2}$  a  $45 \text{ kg.m}^{-2}$  podlahovej plochy v plnom rozmere), kde sme skúmali rozloženie teplôt v priestore ako aj vznik nebezpečného javu flashover. Za účelom hodnotenia modelovania požiaru v zmenšenej mierke bolo žiaduce namerané údaje z vykonaných požiarnych skúšok a dvoch získaných výsledkov z plného rozsahu porovnať s numericky odhadovanými maximálnymi teplotami plynov v priestore vo fáze po – flashover. Získané výsledky umožnia poskytnúť cennú odozvu či už v oblasti simulácií ohrozenia, odhadu rizika ako aj ochrany proti požiaru.

**Kľúčové slová:** maketa · flashover · maximálna teplota horúcich plynov · po-flashover

### 1. Úvod

Požiar priťahuje veľa pozornosti v oblasti výskumu protipožiarnej ochrany vzhľadom k jeho rýchlemu rastu a obrovskej sile ničenia do štruktúry budovy. V prípade, ak sa neočakáva nijaká forma zásahu, za predpokladu, že je k dispozícii dostatočné množstvo paliva a vetranie, oheň môže vyrásť z lokalizovaného do plne - rozvinutého požiaru. Protipožiarne ochrana je oblasť výskumu a praxe, kde inžinieri a stavební projektanti využívajú rôzne techniky ako aj experimentálne metódy, empirické korelácie a počítačové modelovania pri analýze problémov z hľadiska požiaru. Vykonané boli početné štúdie zamerané na podmienky a čas vzniku javu flashover. Použitie práve modelov so zámerom reprezentácie správania sa požiaru v plnom rozmere vyžaduje dodržiavanie všeobecných znalosti premenných medzi prototypom a modelom objektu. Práve využitím modelovania je možné predpovedať napr. nárast teploty v priestore, rýchlosť uvoľňovania tepla, správanie detekcie a potlačenie reakcie.

## 2. Experimentálny návrh uzatvoreného priestoru

Experimentálny projekt bol realizovaný v zostavenej makete uzatvoreného priestoru v zmenšenej mierke  $\frac{1}{4}$  (1,33 m x 1,21 m x 0,65 m) plného rozmeru priestoru ( 5,3 m x 4,85 m x 2,6 m). Prototyp objektu pozostával z tehlového muriva a tvárnic s hrúbkou stien 0,45 m. Skúšobný priestor mal dva symetricky usporiadané otvory  $h_o=1,65$  m so šírkou 2,45 m a parametrom odvetrania  $F_o=0,0518$   $m^{1/2}$  [6]. Tepelno – technické charakteristiky materiálu:  $k = 0,83$   $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$ ,  $\rho = 1700$   $kg \cdot m^{-3}$ ,  $c = 0,92$   $kJ \cdot kg^{-1} \cdot ^\circ C^{-1}$  [5]. Materiálové prevedenie stien makety ( $s=1/4$ ), najbližšie svojimi vlastnosťami v zmenšenom meradle  $1/4$  zodpovedala 5 cm hrubá minerálna vata so sadrokartónom 1, 25 cm hrubým. Palivo, použité v požiarnej skúške, bolo zmenšené parametrom zmenšenia  $s = 1/4$  pomocou všeobecných pravidiel zmenšovania daného druhu paliva [3]. Počet vrstiev sa riadil požiarnym zaťažením, čo v našom prípade predstavuje  $30$   $kg \cdot m^{-2}$  a  $45$   $kg \cdot m^{-2}$  podlahovej plochy v plnom rozmere.

V rámci požiarnych skúšok boli vykonávané dva rozdielne požiarne scenáre. Intenzita požiaru bola uskutočňovaná podľa nasledujúcich scenárov:

- Palivový balík zo smrekového dreva s 15 % vlhkosťou pri požiarom zaťažení  $30$   $kg \cdot m^{-2}$  podlahovej plochy (označenie skúšky **D/30**).
- Palivový balík zo smrekového dreva s 15 % vlhkosťou pri požiarom zaťažení  $45$   $kg \cdot m^{-2}$  podlahovej plochy (označenie skúšky **D/45**).

### 2.1. Modelovanie javu flashover

Teploty plynov boli merané v rôznych rovinách v rámci priestoru. Reprezentatívna teplota plynov vnútri horiaceho priestoru bola určená pre každú minútu skúšky aritmetickým priemerom hodnôt z 8 termočlánkov v príslušnom intervale. Množstvo paliva bolo navrhnuté tak, aby dosiahlo reprezentatívny požiar v objekte. Krivky na obrázku zachytávajú priemery teplôt experimentálneho požiaru D/30 a D/45 v rovinách 10 cm nad podlahou, 32,5 cm v strede miestnosti a 1 cm pod stropom. Grafy znázorňujú proces rozvoja požiaru od iniciácie do plne rozvinutého požiaru v priestore. Pri požiarnej skúške D/30 bol dosiahnutý jav flashover v 381 s pri priemernej teplote podstropných plynov  $584,2$   $^\circ C$ . Pri skúške D/45 bol opäť dosiahnutý flashover v 452 s (7, 53 min) pri teplote  $600,1$   $^\circ C$ . Dve kritéria pre vznik flashoveru boli naplnené [2] (teplota podstropných plynov približne  $600$   $^\circ C$  a plamene vystúpili von z otvoru). Počas javu flashover došlo k vzplanutiu všetkých balíkov v priestore.

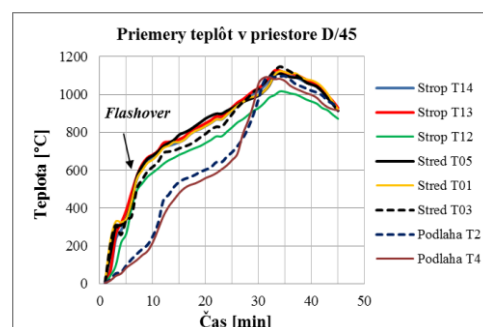
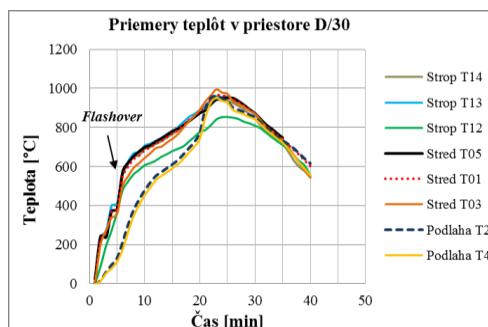




Figure 6 History of average gas temperatures D/30 and D/45

Obrázok 38 História priemerných teplôt plynov D/30 a D/45

Priemerná rýchlosť vzostupu vrstvy horúceho plynu od začiatku požiaru do doby, kedy sa teplota blížila k maximám je 0,71 °C/s (D/30) a 0,56 °C/s (D/45) na základe vzťahu [4]:

$$\left(\frac{dT_g}{dt}\right)_{priem.} = \left(\frac{T_{g\ vrchol} - T_0}{t_{vrchol}}\right) \quad (1)$$

,kde  $t_{vrchol}$  je čas od začiatku (iniciácie požiaru) na dosiahnutie vrcholu  $T_{g\ vrchol}$  [s],  $T_0$  je teplota okolitého vzduchu [°C].

Najvyššia rýchlosť a to 2,1 °C/s (D/30) a 2,38 °C/s (D/45) vzostupu horúceho plynu získaná vzťahom [4]:

$$\left(\frac{dT_g}{dt}\right)_{vrchol} = \max\left[\frac{T_{gi} - T_{g(i-1)}}{\Delta t}\right] \quad (i = 1, 2, 3, \dots, \frac{t_{vrchol}}{\Delta t}) \quad (2)$$

Ide o najvyššiu hodnotu zo všetkých nameraných priemerných hodnôt od vypuknutia požiaru do dosiahnutia  $t_{vrchol}$ .

Table 1 Summary of D / 30 and D / 45 Fire Test Results

Tabuľka 1 Sumarizácia výsledkov požiarnej skúšky D/30 a D/45

Požiarne skúška	Maximálna priem. podstropná teplota [°C]	Čas do max. podstropnej teploty [s]	Flashover [A/N]	Čas vzniku flashover [s]	Teplota vzniku flashover [°C]
D/30	916,9	1440	A	381	584,2
D/45	1084,4	1980	A	452	600,1



Figure 2 Neutral plane and the phenomenon of flashover

Obrázok 2 Neutrálna rovina a jav flashover

## 2.2. Experimentálne pozorovanie vybraných premenných

Pri experimentálnych požiarnej skúškach sme rozšírili popis požiaru na základe troch pozorovateľných premenných.

Jedná sa o:

- $t_1$  čas, kedy plamene dosiahnu strop,
- $t_2$  čas, kedy plamene pokryjú strop a objavia sa vo vetracom otvore,
- $t_3$  čas dosiahnutia kritickej podstropnej teploty 600 °C.

Za vychádzajúci bod sme zvolili premennú II. (plamene pokrývajú strop a objavia sa vo vetracom otvore). Od tohto času sme zisťovali časové rozdiely od ďalších premenných.

**Table 2 Time and time- differences of selected observable variables at different fire loads**

**Tabuľka 2 Príslušná doba a časové rozdiely vybraných pozorovateľných premenných pri rôznom požiarom zaťažení**

Požiarna skúška	Čas			Časové rozdiely	
	$t_1$	$t_2$	$t_3$	$ t_2 - t_1 $	$ t_2 - t_3 $
<i>D/30</i>	216	381	395	165	14
<i>D/45</i>	258	452	455	194	3

Ako je možné vidieť, vzhľadom na väčšie množstvo paliva, čas pozorovateľných premenných nevykazoval výrazné rozdiely. Pri požiarom skúškach najskôr boli pozorované plamene vo vetracom otvore s neskorším dosiahnutím teploty podstropných plynov 600 °C.

Tabuľka 2 uvádza príslušné doby jednotlivých pozorovateľných premenných. Vychádzajúci bod sme zvolili premennú II. (plamene pokrývajú strop a objavia sa vo vetracom otvore). Od tohto času sme zisťovali časové rozdiely od ďalších premenných.

Čas, kedy plamene dosiahli strop a následne sa objavili vo vetracom otvore, trval približne 165 s (2,75 min) pri požiarom skúške D/30. Čas, kedy plamene vychrlili von z vetracích otvorov a dosiahnutie podmienky teploty podstropných plynov 600 °C trval iba 14 s. Pri požiarom skúške najskôr boli pozorované plamene vo vetracom otvore s neskorším dosiahnutím teploty podstropných plynov 600 °C.

Požiarom skúška D/45 vzhľadom na väčšie množstvo paliva, čas pozorovateľných premenných nevykazoval výrazné rozdiely. Čas, kedy plamene dosiahli strop a následne sa objavili vo vetracom otvore trval 194 s (3,23 min). Doba dosiahnutia teploty podstropných plynov 600°C s časom, kedy plamene vychrlili von z vetracích otvorov trvala 3 s. Opäť bola najskôr dosiahnutá podmienka  $t_2$  – plamene vo vetracom otvore.

### **2.3. Maximálna predpovedaná teplota vs. Maximálna priemerná nameraná teplota plynov**

Odhad maximálnej teploty plynov v priestore vo fáze po - flashover bol vykonaný numericky [1], zvolením dvoch metód, a to Law's metóda a EUROKÓD - parametrická rovnica za účelom ich porovnania s nami nameranými hodnotami. Metódy boli vybrané zo skupiny jedenástich rôznych spôsobov a variantov, ktoré nezahŕňali použitie počítačových simulácií.

**Table 3 Comparison of the measured temperatures with numerically predicted values**



Tabuľka 3 Porovnanie nameraných teplôt s numericky predpovedanými hodnotami

Požiarne zaťaženie [kg. m <sup>-2</sup> ]	Priemerná max. teplota nameraná [°C]	Law's rovnica [°C]	Eurokód parametrická rovnica [°C]
<b>30 - model</b>	946,9		
<b>30 -prototyp</b>	902	990,88	1010,9
<b>45 - model</b>	1095,5	1098,83	1068,94
<b>60 - prototyp</b>	1020	1140,81	1112,34

Obrázky 3 prezentuje body maximálnych predpovedaných a nami nameraných maximálnych priemerných teplôt ako korelácia pre všetky vykonané testy. Taktiež zobrazuje líniu dokonalej zhody medzi analyzovanými hodnotami (červená čiara). Červené body určujú hodnoty najvyšších priemerných teplôt získaných z prototypu objektu. Čierne body zobrazujú hodnoty modelu objektu.

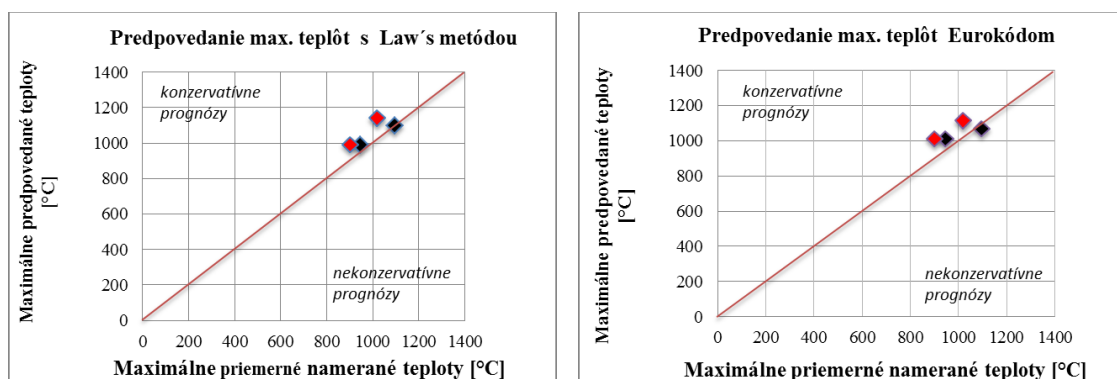


Figure 3 Analysis of maximum temperatures - Law's method and Eurokód

Obrázok 3 Analýza maximálnych teplôt - Law's metóda a Eurokód

Je možné vidieť, že obe použité metódy na odhad maximálnych teplôt vykazujú dobrú zhodu s nameranými hodnotami, či už v modeli alebo v prototypu. Ako uvádza Hunt vybrané metódy sú takmer vždy konzervatívne, prípadne ležiace na línii dokonalej zhody, čo sa v rámci nášho porovnania potvrdilo. Maximálne teploty získané v zmenšenom modeli objektu sú vyššie ako teploty prezentované v prototypu. Z porovnania zvolených metód môžeme konštatovať, že maximálne teploty v modeli sú bližšie k línii dokonalej zhody. Teploty v prototypu objektu sú konzervatívnejšie vzhľadom k porovnaniu s numericky vypočítanými hodnotami.

### 3. ZÁVER

Modelovanie požiaru v zmenšenej mierke umožňuje replikovať špecifické nebezpečenstvo dynamiky požiaru za výrazne zníženú cenu. Pri požiarnej skúške bol dosiahnutý jav flashover, v dôsledku ktorého došlo k vzplanutiu všetkých palivových balíkov v priestore. Dve

kritéria pre vznik flashoveru (teplota podstropných plynov 575 - 600°C a plamene vo vetracom otvore) boli pozorované a meraním teplôt naplnené. Najdôležitejší prechodový bod v rámci požiaru v uzatvorenom priestore, jav flashover, bol sprevádzaný: zvýšením tempa nárastu teploty v čase, vychrlením plameňov von cez vetracie otvory, dosiahnutím kritických priemerných podstropných teplôt plynov okolo 600°C. Všetky sprevádzané ukazovatele sú v súlade s predbežnými závermi vzniku flashover prezentovanými rôznymi vedcami.

Na základe výsledkov sme zistili, že požiarne zaťaženie malo vplyv na dosiahnuté teploty v priestore. Môžeme predpokladať, že bolo spôsobené meniacou sa hodnotou uvoľňovania tepla, ktoré nebolo predmetom nášho výskumu. Keďže maximálne teploty neboli dosiahnuté v tých istých časoch, môžeme konštatovať, že požiarne zaťaženie vplyva na priebeh horenia v čase.

Na základe konfrontácie dosiahnutých výsledkov a numericky vypočítaných hodnôt sme zistili, že teploty získané v zmenšenom modeli sú bližšie k predpovedaným numericky vypočítaným hodnotám, čiže na grafickom zobrazení sú situované blízko línie dokonalej zhody. Maximálne teploty získané z prototypu objektu pri porovnaní s predpovedanými hodnotami sú konzervatívnejšie.

## Zoznam bibliografických odkazov

- [1] BABRAUSKAS, V. – PEACOCK, R. – RENEKE, P. 2003. Defining flashover for fire hazard calculations: Part II [on line]. In *Fire Safety Journal*, No 38. 2003, [cit. 2014-07-15]. p. 613-622. Dostupné na: <http://www.sciencedirect.com/sci-hub.org/science/article/pii/S0379711203000274>
- [2] BUCHANAN, A. H. 2001. *Structural design for fire safety*. Nový Zéland : University of Canterbury, 2001. 421 s. ISBN 0-471-89060-X.
- [3] CAFREY, A. C. 2010. Scale modeling of static fires in a complex geometry for forensic fire applications. Masters of Science. Meryland : Univerzity of Meryland, 2010. 138 s.
- [4] CHEN, A. – FRANCIS, J. – DONG, X. – CHEN, W. 2011. An experimental study of the rate of gas temperature rise in enclosure fires [on line]. In *Fire Safety Journal*, No 46. 2011, [cit. 2014-08-20]. p. 397-405. Dostupné na: <http://libgen.org/scimag/?s=An+experimental+study+of+the+rate+of+gas+temperature+rise+in+enclosure+fires++&journalid=&v=&i=&p=&redirect=1>
- [5] MÜLLEROVÁ, J. 2014. *Heat transfer*. LAP LAMBERT Academic Publishing. Germeny. 2014. 81 s. ISBN 978-3-659-58993-5
- [6] REICHEL, V. 1981. *Stanovení požadavku na stavební konstrukce z hlediska požární bezpečnosti*. In.:1. vyd. Svaz požární ochrany ČSSR, Praha, 1981. 416 s.

# OBORNÉ PRÍSPEVKY

## PITNÝ REŽIM NA PRACOVISTI JAKO PRVEK BEZPEČNOSTI PRÁCE

### DRINKING REGIME IN THE WORKPLACE AS AN ELEMENT OF WORK SAFETY

Rudolf RŮŽIČKA

JUWITAL s.r.o., Blanická 15, 120 00 Praha 2, ČR

#### 1. Úvod

#### FYZIOLOGICKÝ VÝZNAM PITNÉHO REŽIMU

V zásadě se jedná o udržení fyzikálně chemické a biologické rovnováhy v lidském organismu. Také u vody, podobně jako u potravin platí nutnost rovnovážného stavu mezi příjmem a výdejem, ale u vody si organismus nedovede vytvářet zásoby. Výdej vody a jeho regulace je poměrně složitý proces. Pocit žízně může být různě ovlivňován, na ztrátu vody se může člověk adaptovat. Vliv prostředí, včetně pracovního, má specifické nároky i možná rizika. Ochranné nápoje a přívod různých bioaktivních látek v nich podporují udržení dobrého zdravotního stavu.

*(Turek, B., Šíma, P., 2010)*

#### 2. Ochranné nápoje v pracovním procesu

**Základní potřeba** tekutin se u člověka za 24 hodin pohybuje okolo 2,5 – 3 litry. Tato spotřeba se počítá v běžných podmínkách venkovního prostředí a bez zvýšené tělesné aktivity.

**Množství potřebných tekutin** se však významně mění, v závislosti na aspektech jako je:

venkovní faktor	kterým je teplota a vlhkost okolí, proudění vzduchu, charakter fyzické zátěže a typu oblečení
vnitřní faktor	který má na potřebu tekutin největší vliv je teplota těla a ohlas látkové přeměny na zatížení, úroveň trénovanosti a zdravotní stav konkrétního jedince
pitný režim	napomáhá urychlení regenerace organismu po zátěži nebo v jejím průběhu. Zabezpečuje nejen dostatek vody, ale i vhodné množství minerálních látek

## VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

teplota nápoje	lépe se vstřebávají chladnější tekutiny. Teplota by se však neměla pohybovat okolo nuly. Velmi chladný nápoj (nebo zmrzlina) způsobuje výraznější prokrvení ústní dutiny a hltanu což vyvolává pocit žízně
odvodnění	dosahující 2 % tělesné hmotnosti se projevuje zhoršením vytrvalostní výkonnosti až o 20 %
čas náhrady tekutin	s náhradou tekutin je potřeba počítat od začátku zatížení organismu. Žízeň přichází až při relativně pokročilém stavu odvodnění
nápoje	nesmí obsahovat alkohol. Nedoporučují se nápoje s obsahem cukru nad 2,5 %

Příliš velký tepelný rozdíl mezi teplotou prostředí a podávaným nápojem může vést k místnímu podchlazení organismu a zánětlivým změnám na dýchacích cestách a žaludeční sliznici. Čistá voda ve větším množství způsobuje snížení svalového napětí projevujícího se slabostí ve svalech a poklesem pracovního výkonu. Sodová voda ve větším množství má nepříznivý účinek na žaludeční sliznici podporuje vznik zánětu horních cest dýchacích.

Při práci v chladném prostředí se doporučuje podávání teplých nápojů pro vytvoření tepelné pohody.

### 3. Doporučené parametry ochranného nápoje:

<b>Teplota:</b>	v létě 16 °C (min 10 °C)	v zimě 20 až 25 °C (min. 16 °C)
<b>Chuťové vlastnosti:</b>	takové, aby byl nápoj ochotně přijímán	
<b>Množství za hodinu:</b>	max. 600 až 800 ml	

#### Optimální hodnoty hlavních minerálních látek:

$Ca^{2+}$	>40–80 mg/l
$Mg^{2+}$	>20 mg/l
$K^+$	>1 mg/l
$Na^+$	<20 mg/l
$Cl^-$	<25 mg/l
$SO_4^{2-}$	<240 mg/l
$NO_3^-$	<10 mg/l
<b>Obsah vitamínů</b>	Může být
<b>Látky zvyšující odolnost organismu</b>	Může být

(Ariana Lajčíková, Centrum odborných činností Centrum odborných činností SZÚ Praha)

### 4. Látky zvyšující odolnost organismu (Juwim)

Obsažené v našich ochranných nápojích

- Juwim® je unikátní směs bioaktivních látek, která je přírodním zdrojem esenciálních aminokyselin, oligopeptidů, nukleotidů, minerálních solí a stopových prvků.
- Jedná se o originální patentovaný potravní doplněk, který je zcela nenávykový a neukládá se v organismu

## 5. Posudek účinnosti preparátu JUWIM

Přípravek představuje potravinový doplněk, který není považován za běžnou složku výživy a podle určení nelze tento přípravek považovat za léčivo. Předložené materiály představují široké spektrum údajů od složení preparátu, experimentálních studií až po klinická sledování u pacientů s různými chorobnými jednotkami a preventivní použití jak individuální tak v kolektivech. Experimentální studie byly prováděny především na 3 pracovištích, a to v Sektoru imunologie a gnotobiologie Mikrobiologického ústavu AV ČR (RNDr. Petr Šíma, CSc.), v Ústavu imunologie Vojenské lékařské akademie JEP (RNDr. R. Hernychová, CSc., doc. RNDr. A. Macela, CSc.) a rovněž ve Vojenské lékařské akademii JEP (doc. RNDr. J. Vávrová, CSc.) a nepochybně prokázaly imunomodulační vlastnosti přípravku JUWIM (především zvýšení proliferační aktivity T buněk a cytotoxické aktivity suplenocytů, projevující se mj. zvýšenou resistencí k intracelulární bakteriální infekci *Francisella tularensis* a ovlivněním T buněčné imunologické paměti. Zároveň byl prokázán důležitý radioprotektivní efekt JUWIMU.

Ve studiích klinického, případně preventivního podávání přípravku jsou výsledky doloženy velkým počtem studií, které ve stručném shrnutí prokázaly, že JUWIM funguje jako nespecifický imunomodulátor bez toxických nebo jiných nežádoucích účinků a lze oprávněně očekávat pozitivní působení v řadě indikací:

1. Imunodeficientní nemocní, u nichž imunodeficiencie vznikla buď primárně nebo ve většině případů sekundárně, např. po virových infekcích, rozsáhlých hepatálních lezích, při uremii po těžkém traumatu apod., včetně iatrogenního poškození – kortikosteroidy, cytostatika, radiační léčba.
2. Diabetes mellitus (zvláště preparát Fortisim).
3. U polékových a postradiačních komplikací léčby nádorů.
4. Preventivní využití u pacientů před závažným chirurgickým úkonem.
5. U pacientů s chronickými nebo recidivujícími infekcemi virovými, bakteriálními nebo mykotoxickými.
6. Podpůrná léčba u alergií.
7. U tropických defektů kožních apod.
8. Jde o výhodný doplněk stravy při rekonvalescenci a u sportovců při vrcholové přípravě.
9. Rovněž velice výhodná se jeví indikace preventivního podávání JUWIMU nebo VITA-C PREVENTIMu z epidemiologických důvodů, tedy tam, kde jsou jednotlivci nebo především kolektivy (školy, pracovní kolektivy, armádní celky apod.) vystaveny výraznému riziku nakažlivých chorob, především respiračního charakteru, jako je např.

VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

chřipka apod. Průkaznými studii je doloženo příznivé snížení pracovní neschopnosti při tomto podávání.

Preparát JUWIM, obsahující směs polypeptidů, nízkomolekulárních oligopeptidů a některých aminokyselin, lze považovat za velmi výhodný potravinový doplněk, vhodný k použití jak pro nemocné, tak pro zdravou populaci. Kromě nahoře zmíněných imunomodulačních účinků, ovlivňujících T buňkami zprostředkovanou imunitu, byly zjištěny i další pozitivní vlivy i na imunitu humorální (zvl. sekreční a na některé jiné parametry homeostatických mechanismů organismu (např. reaktanty akutní fáze). Zvláště je třeba zdůraznit, že preparát nejeví žádné nežádoucí účinky a je z hlediska ekonomického velmi výhodný. Ze všech uvedených důvodů proto jednoznačně **doporučuji** další výrobu a distribuci tohoto přípravku.

***V Praze, 29.10.1999***

***Prof. MUDr. Ivo Hána, CSc.***

***vedoucí lékař IP IKEM***

***Institut klinické a experimentální medicíny***

***Imunologické pracoviště***

***Praha 4 – Krč***

# VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

## OBSAH

### KEYNOTE PRÍSPEVKY

*ANTON OSVALD*

**ÚBYTOK NA HMOTNOSTI AKO HODNOTIACE KRITÉRIUM VLASTNOSTÍ VZŤAHUJÚCICH SA K OHŇU .....10**

*JURAJ SINAY, ZUZANA KOTIANOVÁ*

**NOVÉ TRENDY V BOZP V KONTEXTE STRATÉGIE PRIEMYSLE 4.0.....16**

*PETER ŠIMON, TIBOR DUBAJ, ZUZANA CIBULKOVÁ, ANNA VYKYDALOVÁ*

**TERMOANALYTICKÉ TECHNIKY A IZOKONVERZNÉ METÓDY PRI HODNOTENÍ POŽIARNEHO RIZIKA .....26**

### VYŽIADANÉ PRÍSPEVKY

*VLADIMÍR ADAMEC, BARBORA SCHÜLLEROVÁ, LIBOR KREJČÍ, KRISTÝNA HRABOVÁ*

**MODELOVÁNÍ ÚNIKU AMONIAKU A CHLÓRU V HUSTĚ OSÍDLENÝCH MĚSTSKÝCH OBLASTECH .....36**

*PETR KUČERA, ADAM THOMITZEK, DANA CHUDOVÁ, BOHDAN FILIPI*

**PRAKTICKÉ POZNATKY ZE ZKOUŠEK URČENÝCH PRO VALIDACI MODELŮ HAŠENÍ SPRINKLEROVOU HLAVICÍ.....56**

*JOZEF SVETLÍK*

**PRENOS POŽIARU V STATICKEJ DOPRAVE Z VOZIDLA NA VOZIDLO .....65**

### PÔVODNÉ VEDECKÉ PRÁCE

*DALIBOR BALNER, KARLA BARČOVÁ*

**ODEBÍRÁNÍ TEPLA POMOCÍ VODNÍCH KAPEK .....76**

*MARTIN BEDNÁR, TATIANA BUBENÍKOVÁ, FRANTIŠEK KAČÍK, IVETA ČABALOVÁ*

**VPLYV STARNUTIA IZOLAČNÝCH MATERIÁLOV NA BÁZE POLYSTYRÉNOV NA VZNIK TOXICKÝCH PRCHAVÝCH PRODUKTOV .....88**

*VLADIMÍR BLAŽEK, MARIÁN SUJA*

**SKÚSENOSTI Z PRAKTICKEJ PRÍPRAVY ŠTUDENTOV ŠTUDIJNEHO ZAMERANIA OCHRANA PRED POŽIARMÍ A ZÁCHRANNÉ SLUŽBY V SIMULAČNOM CENTRE .....95**

*TATIANA BUBENÍKOVÁ, VERONIKA VELKOVÁ, MAROŠ ČEREVKA*

**ÚČINOK VYBRANÝCH SORPČNÝCH LÁTKO PRI ODSTRAŇOVANÍ ÚNIKU ROPNÝCH LÁTKO Z VODNEJ HLADINY .....111**

*IVETA CONEVA*

**HORENIE A VLASTNOSTI HORĽAVÝCH LÁTKO.....117**

*JÁN DEKÁNEK*

**HISTORICKÉ PREDPISY O HORĽAVÝCH KVAPALINÁCH NA ÚZEMÍ SLOVENSKA .....129**

*ROMANA ERDÉLYIOVÁ*

**TOXICKÉ LÁTKY AKO JEDEN Z FAKTOROV OHROZUJÚCICH ZDRAVIE HASIČO V .....142**

*STANISLAVA GAŠPERCOVÁ, TOMÁŠ KOSTELANSKÝ*

**OCHRANA HISTORICKÝCH OBJEKTOV PRED POŽIARMÍ .....150**

*JANA GORDANOVÁ, ANNA DANIHELOVÁ*

**INTEGROVANÝ ZÁCHRANNÝ SYSTÉM A ZÁCHRANÁRSKY PES.....160**



VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

MARIÁN HRUBIZNA, JÁN PODHORSKÝ, ĽUDMILA MACUROVÁ

**ZNALECKÉ DOKAZOVANIE PRI VÝPOČTE NÁHRADY ŠKODY SPÔSOBENEJ POŽIAROM.....170**

ALICA HUDÁKOVÁ, MARTINA HUDÁKOVÁ, ŠTEFAN GALLA, JANA KRAJČOVIČOVÁ

**POŽIARNOTECHNICKÉ VLASTNOSTI RÔZNYCH DRUHOV TAPIET.....182**

DANA CHUDOVÁ, ELIŠKA MAIXNEROVÁ, ADAM THOMICZEK, ALEŠ DUDÁČEK

**PŘENOS TEPLA RADIACÍ NA SVRCHNÍ VRSTVU ZÁSAHOVÉHO ODĚVU.....194**

JURAJ JANCÍK, JAROSLAV FLACHBART, LINDA MAKOVICKÁ OSVALDOVÁ

**ŠPECIFIKÁ BEZPEČNOSTI HORSKEJ TURISTIKY NA SLOVENSKU .....204**

LADISLAV JÁNOŠÍK, IVANA JÁNOŠIKOVÁ, JAKUB VACULÍK

**STUDIE VYBRANÉHO FAKTORU CHARAKTERIZUJÍCÍHO BEZPEČNOU JÍZDU PRVOVÝJEZDOVÉHO VOZIDLA K ZÁSAHU .....210**

DANICA KAČÍKOVÁ, VERONIKA VEĽKOVÁ, TATIANA BUBENÍKOVÁ, ADRIANA EŠTOKOVÁ, BRANISLAV RAGAN

**POROVNANIE PARAMETROV VYBRANÝCH PRÍRODNÝCH A SYNTETICKÝCH POLYMÉRNÝCH MATERIÁLOV PO TERMICKOM ZAŤAŽENÍ V INERTNEJ ATMOSFÉRE .....221**

ZUZANA KAMENICKÁ, JAROSLAV SANDANUS

**STANOVENIE RÝCHLOSTI A HĽBKY ZUHOĽNATENIA DREVENÝCH PRVKOV POMOCOU METÓD PODĽA EUROKÓDU 5, ČASŤ 2 .....231**

ALEXANDRA KISS

**INSPECTION OF DANGEROUS MATERIALS TRANSPORT IN HUNGARY .....239**

HANA KOBETIČOVÁ, MICHAELA KLAČANSKÁ, LENKA REŽNÁ

**SVIEČKA AKO MOŽNÝ INICIÁTOR POŽIARU.....247**

LÁSZLO KOMJÁTHY

**POŽIARNA OCHRANA HISTORICKÝCH BUDOVÁCH V MAĎARSKU.....261**

RADOVAN KOSTELNÍK, JURAJ OLBŘÍMEK

**NOVÝ POHĽAD NA NÁVRH POŽIARNEHO VETRANIA BUDOVY .....269**

ELIŠKA KRISTLOVÁ, LENKA MALÉŘOVÁ, MAREK SMETANA, HANA ŠTVERKOVÁ, JANA WOJNAROVÁ

**KOMPARACE STRATEGICKÝCH DOKUMENTŮ ZABÝVAJÍCÍ SE PROBLEMATIKOU RESILIENCE V KRIZOVÉM ŘÍZENÍ .....276**

STANISLAV LICHOROBIEC

**EFEKTÍVNÍ NASAZENÍ KUMULATIVNÍCH NÁLOŽÍ JAKO VODNÍHO CHRLIČE PRO UHAŠENÍ OHNISKA INTENZIVNÍHO PLAMENE .....286**

DOROTA LIPTÁKOVÁ, EDINA JENČOVÁ, ZUZANA ŠUSTEROVÁ

**PROTIPOŽIARNA OCHRANA NA LETISKU.....297**

ĽUDMILA MACUROVÁ, JÁN PODHORSKÝ, MARIÁN HRUBIZNA

**VPLYV PODCENENIA PRAVIDIEL BEZPEČNOSTI A OCHRANY ZDRAVIA PRI PRÁCI NA VZNIK MIMORIADNEJ UDALOSTI .306**

MILAN MARCINEK

**VYBRANÉ ASPEKTY PREPRAVY NEBEZPEČNÝCH LÁTKOV V KOTEXTE S NOVOU PRÁVNOU ÚPRAVOU O TRESTNEJ ZODPOVEDNOSTI PRÁVNICKÝCH OSÔB .....317**

IVETA MARKOVÁ, MAREK SUCHOŇ

**HODNOTENIE VPLYVU VIBRÁCIÍ NA RUKY V DÔSLEDKU POUŽÍVANIA PNEUMATICKÉHO NÁRADIA .....337**

MIKULÁŠ MONOŠI, MICHAL BALLAY

**TECHNOLÓGIA ZÁSAHOVEJ ČINNOSTI HASIČSKÝCH JEDNOTIEK PRI DOPRAVNÝCH NEHODÁCH NA ŽELEZNIČNOM PRIECESTÍ .....350**

MIKULÁŠ MONOŠI, NIKOLETA CSÁPAIOVÁ

**RIEŠENIE MIMORIADNEJ UDALOSTI NA VODNEJ STAVBE GABČÍKOVO.....357**

VI. MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA  
ADVANCES IN FIRE AND SAFETY ENGINEERING 2017

Materiálovotechnologická Fakulta so Sídлом v Trnave, 19. – 20. Október 2017, Trnava

EVA MRÁČKOVÁ

**VYBRANÉ PROTIPOŽIARNE ZARIADENIA NA OCHRANU DREVENÝCH KULTÚRNYCH PAMIATOK PRED POŽIAROM A VÝBUCHOM.....366**

IVAN MURIN, IVETA MARKOVÁ, JANA JAĎUĐOVÁ

**OHROZENIE KULTÚRNEHO DEDIČSTVA NA ÚZEMÍ SLOVENSKA V DÔSLEDKU EXISTENCIE POŽIARNEHO RIZIKA.....377**

ZSOLT NOSKÓ

**SMARTOVÉ ZARIADENIA V PRÁČACH PROTIPOŽIAROV .....390**

MONIKA ŠULLOVÁ, MIKULÁŠ MONOŠI

**VYUŽITIE DOBROVOĽNÝCH HASIČSKÝCH ZBOROV V KRÍZOVEJ MEDZINÁRODNEJ POMOCI .....401**

PETER RANTUCH, TOMÁŠ ŠTEFKO, JOZEF MARTINKA

**VÝPOČET KRITICKÉHO TEPELNÉHO TOKU PEVNÉHO PODPAĽOVAČA.....409**

MIROSLAV RUSKO

**KVINTESENCIA INŠTITÚTU ŠTÁTNEJ POMOCI NA ŽIVOTNÉ PROSTREDIE .....417**

PATRIK SČENSŇÝ, ANNA DANIHELOVÁ

**POŽIARNO-BEZPEČNOSTNÉ RIEŠENIA VYBRANEJ STAVBY .....442**

PETR ADOLF SKŘEHOT, JAKUB MAREK, MICHAELA MELICHAROVÁ, ZDENĚK HON

**OVĚŘENÍ METODIKY PRO SIMULACI ÚNIKU TECHNICKÉHO PLYNU Z PŘEPRAVNÍHO SVAZKU.....451**

MARTIN SZÉNAY, MARTIN LOPUŠNIAK

**EVALUATION OF EVACUATION CALCULATION METHODS AND THEIR INPUT VALUES THROUGH SIMULATION .....464**

NIKOLETA SZIRMAIOVÁ, IVETA MITTEROVÁ, DANICA KAČÍKOVÁ

**RETARDAČNÉ LÁTKY VYUŽÍVANÉ NA OCHRANU DREVA.....471**

ĽUBICA ŠOVČÍKOVÁ

**ZISŤOVANIE PRÍČIN VZNIKU POŽIARU.....482**

PETR PALKO

**VYUŽITIE DOBROVOĽNÝCH HASIČSKÝCH ZBOROV MESTA ŽILINA PRI POVODNIACH S VYUŽITÍM HASIČSKEJ A ZÁCHRANÁRSKEJ TECHNIKY.....487**

JURAJ VAGNER, EDINA JENČOVÁ, LUCIA MELNIKOVÁ

**BEZPEČNOSŤ V CIVILNOM LETECTVE A MOŽNOSTI ZVYŠOVANIA JEJ ÚROVNE .....499**

MIROSLAVA VANDLÍČKOVÁ

**VELKOSŤ ČASTÍC AKO JEDEN Z PARAMETROV VPLÝVAJÚCICH NA MINIMÁLNU TEPLOTU VZNIETENIA PRIEMYSELNÝCH PRACHOV .....509**

RASTISLA VEĽAŠ, ANDREA MAJLINGOVÁ, DANICA KAČÍKOVÁ

**PREHĽAD DOSTUPNÝCH PROSTRIEDKOV NA MODELOVANIE A SIMULÁCIU POŽIAROV V PRÍRODNOM PROSTREDÍ.....517**

ĽUBICA VRÁBLOVÁ, JANA MÜLLEROVÁ

**MODELOVANIE JAVU FLASHOVER A POROVNANIE MAXIMÁLNYCH TEPLÔT PLYNOV VS. MAXIMÁLNYCH PREDPOVEDANÝCH TEPLÔT V UZAVRETOM PRIESTORE.....535**

RUDOLF RŮŽIČKA

**PITNÝ REŽIM NA PRACOVISŤI JAKO PRVEK BEZPEČNOSTI PRÁCE .....541**



"TMV SS" spol. s r.o.  
obchodní a servisní  
zastoupení pro ČR a SR

Studánková 395, 149 00 Praha 4 - Újezd  
tel.: +420 272 942 720, fax: +420 272 942 722  
email: info@tmvss.cz, www.tmvss.cz



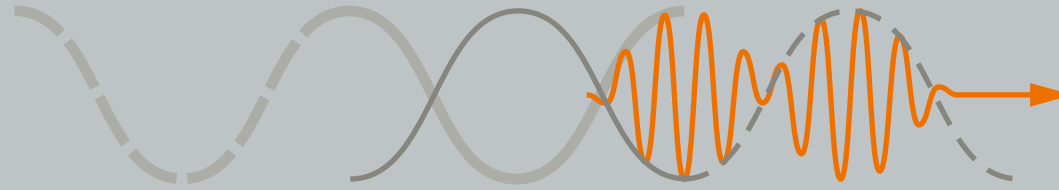
# FORAtherm

Photothermal  
Radiometry



## **FORAtherm – Non-destructive characterization of surfaces-near structures**

*Photothermal radiometry is a contactless and non-destructive testing method for hardness measurements (e.g. hardness profiles of case-hardened steels). Other applications are measurements of coating thickness, coating adhesion or detection of grinding burns. Whenever surface layers are altered by mechanical, chemical or heat treatment, a characterization with photothermal radiometry should be considered. This technique is much faster than metallographic analyses making inline hardness inspection possible. Even complete hardness depth profiles can be reconstructed for laboratory purposes.*



# APPS/CONCEPT

## Typical applications

### Hardness testing

- Measurement of case hardness depths (CHD)
- Hardness depth profiling of coatings
- Measurement of coating thicknesses
- Detection of delaminated coatings
- Detection of hidden corrosion

### Other applications

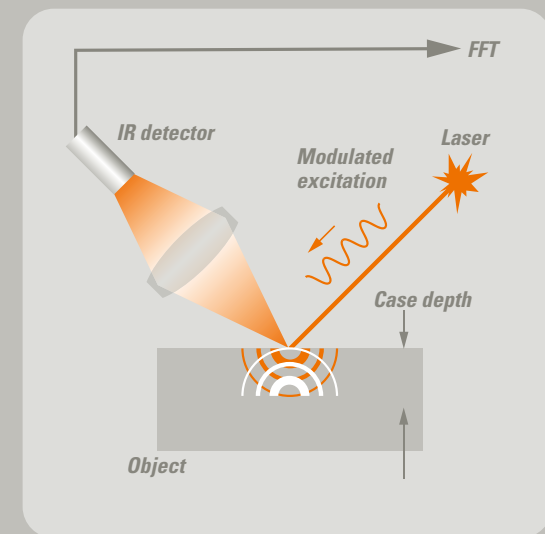
- Detection of grinding burns
- Porosity quantification
- Testing of welding joints

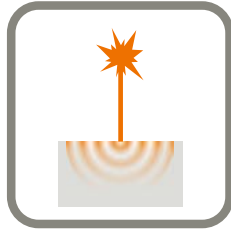
## Principle of photothermal radiometry

The photothermal measuring method is based on intensity-modulated or pulsed heating of surfaces by laser light. During excitation, the surface temperature is monitored by an infrared detector. The generated heat diffuses into the sample. The detector measures the resulting surface temperature, which depends on material parameters and sample geometry. A lock-in amplifier extracts the phase information of the infrared signal. Using calibration measurements, the phase can be linked to certain material parameters like hardness or coating thickness. Therefore, the system needs to be calibrated with destructive measurements on sample material and geometry.

The measurement duration depends on the type of application:

- Classification of case depths at a certain modulation frequency within 10 to 30 seconds
- Reconstruction of a hardness depth profile within 15 to 40 minutes





# SPECIFICATIONS

## **Laser**

<i>Description</i>	<i>Fiber-coupled diode laser</i>
<i>Optical output power</i>	<i>max. 25 W</i>
<i>Wavelength</i>	<i>810 nm</i>
<i>Power supply</i>	<i>230 V, 16 A, 50 Hz</i>
<i>Cooling</i>	<i>Peltier</i>

## **Detector**

<i>Detector material</i>	<i>Indium antimonide (InSb)</i>
<i>Lens material</i>	<i>Germanium (Ge)</i>
<i>Spectral response</i>	<i>2,0 - 5,5 <math>\mu</math>m</i>
<i>Cooling</i>	<i>Stirling cooler or liquid nitrogen</i>

## **System**

*Transimpedance amplifiers*  
*Digital two-phase lock-in amplifier*  
*PC for data acquisition and laser control*  
*Customer adapted software (FORAspect)*  
*Optional: scanning system*

## **Measurement duration**

*Fixed-frequency measurement (1 - 30 s)*  
*Frequency scan (10 s – 30 min)*  
*Measurement of case hardening depths (5 s – 1 min)*  
*Reconstruction of hardness depth profile (15 - 40 min)*  
*Good-bad-classification (1 – 10 s)*





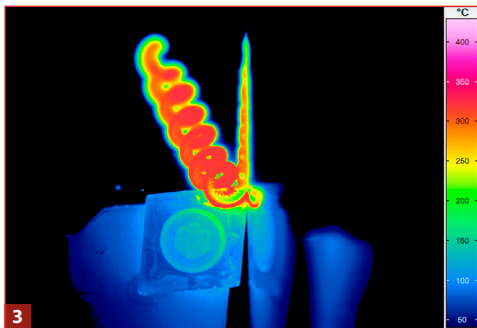
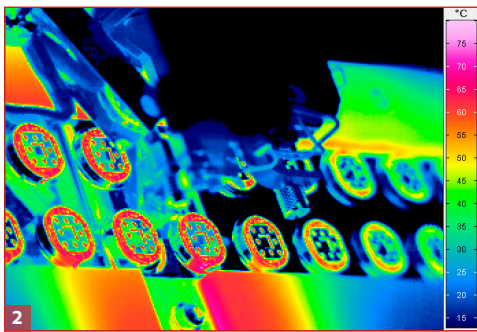
**edevis GmbH**

Handwerkstraße 55 · 70565 Stuttgart  
Tel ++49 711 93 30 77-20 · [info@edevis.de](mailto:info@edevis.de)  
[www.edevis.de](http://www.edevis.de)

 **TMV<sup>SS</sup>** "TMV SS" spol. s r.o.  
obchodní a servisní  
zastoupení pro ČR a SR  
Studánková 395, 149 00 Praha 4 - Újezd  
tel.: +420 272 942 720, fax: +420 272 942 722  
email: [info@tmvss.cz](mailto:info@tmvss.cz), [www.tmvss.cz](http://www.tmvss.cz)

# ImageIR® 8300 hp

High-speed Thermography Camera



- 1) ImageIR® 8300 hp with interchangeable lenses from InfraTec
- 2) Bonding of sensors
- 3) Machining with a tool bit

## INFRA TEC.

Europe's leading specialist for infrared sensors and measurement technology

Cooled FPA photon detector with (640 × 512) IR pixels

Full-frame rate up to 355 Hz, GigE Vision compatible

Snapshot detector, internal trigger interface

Extremely short integration times in the microsecond range

Pixel size with microscopic lens up to 2 μm

Thermal resolution better than 0.02 K



[www.InfraTec.eu](http://www.InfraTec.eu)

[www.InfraTec-infrared.com](http://www.InfraTec-infrared.com)

Made in Germany

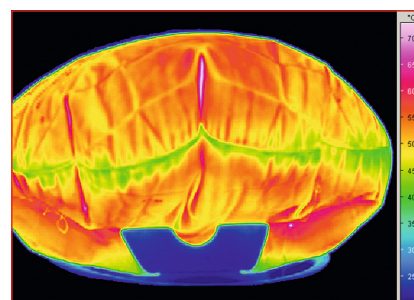




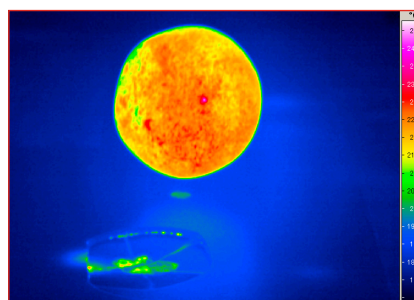
Latest information on the internet.

Spectral range	(2.0 ... 5.7) $\mu\text{m}$
Pitch	15 $\mu\text{m}$
Detector	MCT or InSb
Detector format (IR pixels)	(640 $\times$ 512)
Image acquisition	Snapshot
Readout mode	ITR/IWR
Aperture ratio	f/3.0
Detector cooling	Stirling cooler
Temperature measuring range	(-40 ... 1,500) $^{\circ}\text{C}$ , up to 3,000 $^{\circ}\text{C}^*$
Measurement accuracy	$\pm 1^{\circ}\text{C}$ or $\pm 1\%$
Temperature resolution @ 30 $^{\circ}\text{C}$	Better than 0.02 K
Frame rate (full / half / quarter / sub frame)*	Up to 355 / 670 / 1,200 / 5,000 Hz
Window mode	Yes
Focus	Manual, motorised or automatically*
Dynamic range	Up to 16 bit*
Integration time	(0.6 ... 20,000) $\mu\text{s}$
Rotating filter wheel*	Up to 5 positions
Rotating aperture wheel*	Up to 5 positions
Multi integration time*	Yes
Interfaces	GigE, 10 GigE*, 2 $\times$ CAMLink*, USB, HDMI*
Trigger	2 IN / 2 OUT, TTL
Analogue signals*, IRIG-B*	1 IN / 2 OUT, yes
Tripod adapter	1/4" and 3/8" photo thread, 2 $\times$ M5
Power supply	24 V DC, wide-range power supply (100 ... 240) V AC
Storage and operation temperature	(-40 ... 70) $^{\circ}\text{C}$ , (-20 ... 50) $^{\circ}\text{C}$
Protection degree	IP54, IEC 60529
Dimensions, weight	(244 $\times$ 120 $\times$ 160) mm*, 3.3 kg (without lens)

\* Depending on model



Airbag test



Impact of a steel ball

With its ImagerIR<sup>®</sup> 8300 hp, InfraTec introduces another top level thermographic camera model belonging to the ImagerIR<sup>®</sup> high-end camera series. The implementation of a **digitally interfaced (640  $\times$  512) pixel MWIR detector** now allows **355 Hz full-frame** real-time imaging without compromising any thermal accuracy.

Like all camera models of this series the ImagerIR<sup>®</sup> 8300 hp and its cooled focal-plane array photon detector reach an outstanding **thermal resolution better than 0.02 K**. The new version was developed for most demanding operations in research and development and process monitoring fields. Its **modular structure consisting of the optical, detector and interface section**, makes the camera easily compatible to the related applications and for tailored configurations.

An **integrated trigger** interface guarantees a repeatable high-precision triggering of quick procedures. **Two configurable digital inputs and outputs** serve as control ports for the camera or as generator of digital control signals for external devices.

The optical channel consists of the **exchangeable infrared lens** as well as application-specific apertures, filters and reference elements. All exchangeable ImagerIR<sup>®</sup> 8300 hp standard lenses can be **equipped with a motorised focus unit** easily operable from the camera's application software. It allows **precise, fast and remotely controlled motorised focusing** and is part of the autofocus function.

Lenses	Focal length (mm)	FOV ( $^{\circ}$ )	IFOV (mrad)
Wide-angle lens	12	(43.6 $\times$ 35.5)	1.3
Standard lens	25	(21.7 $\times$ 17.5)	0.6
Telephoto lens	50	(11.0 $\times$ 8.8)	0.3
Telephoto lens	100	(5.5 $\times$ 4.4)	0.15
Telephoto lens	200	(2.7 $\times$ 2.2)	0.08

Macro and microscopic lenses	Minimum object distance (mm)	Object size (mm)	Pixel size ( $\mu\text{m}$ )
Close-up for telephoto lens 50 mm	300	(58 $\times$ 46)	90
Close-up for telephoto lens 100 mm	500	(48 $\times$ 38)	75
Microscopic lens M=1.0 $\times$	40 / 195 / 300	(9.6 $\times$ 7.7)	15
Microscopic lens M=3.0 $\times$	22	(3.2 $\times$ 2.6)	5
Microscopic lens M=8.0 $\times$	14	(1.2 $\times$ 0.96)	1.9

Headquarters

**InfraTec GmbH**  
**Infrarotsensorik und Messtechnik**  
Gostritzer Str. 61 – 63  
01217 Dresden / GERMANY  
Phone +49 351 871-8630  
Fax +49 351 871-8727  
E-mail thermo@InfraTec.de

USA office

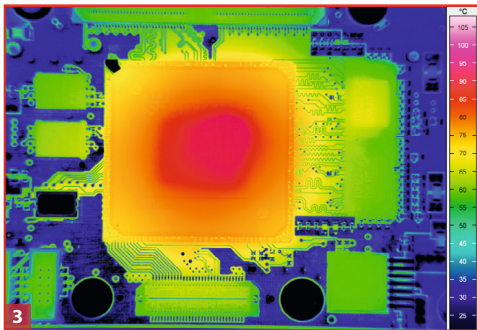
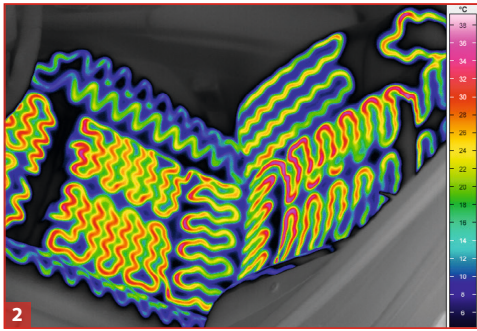
**InfraTec infrared LLC**  
5048 Tennyson Pkwy.  
Plano TX 75024 / USA  
Phone +1 844-226-3722 (toll free)  
E-mail thermo@InfraTec-infrared.com

© InfraTec 03/2017 / All stated product names and trademarks remain in property of their respective owners.



# VarioCAM® HD head

Thermographic Solution for Use in Industry and Research



- 1) VarioCAM® HD head
- 2) Seat heater
- 3) Assembled circuit board

## INFRA<sup>TEC</sup>.

Europe's leading specialist for infrared sensors and measurement technology

Microbolometer detector with up to (1,024 × 768) IR pixels  
Optomechanical MicroScan with up to (2,048 × 1,536) IR pixels

Frame rate of up to 240 Hz, GigE Vision interface

Process- and trigger interface

Solid light metal housing (IP67)

Pixel size with microscopic lens up to 17 μm



Made in Germany

[www.InfraTec.eu](http://www.InfraTec.eu)



Spectral range	(7.5 ... 14) µm
Detector	Uncooled Microbolometer Focal Plane Array
Detector format (IR pixels)	(1,024 × 768), with built-in opto-mechanical high-precision scan unit (2,048 × 1,536)* (640 × 480), with built-in opto-mechanical high-precision scan unit (1,280 × 960)*
Temperature measuring range	(-40 ... 2,000) °C*
Measurement accuracy	± 1 °C or ± 1 %*
Temperature resolution @ 30 °C	Up to 0,02 K*
Frame rate	Full-frame: 30 Hz (1,024 × 768), sub-frame formats*: 60 Hz (640 × 480) / 120 Hz (384 × 288) / 240 Hz (1,024 × 96) Full-frame: 60 Hz (640 × 480), sub-frame formats*: 120 Hz (384 × 288) / 240 Hz (640 × 120)
Storage media	SDHC Card, external control computer for camera control and data acquisition*
Image storage	Time-, trigger- und temperature controlled recording of 16 bit single frames or image sequences with timestamp, video streaming in MPEG format
Realtime storage*	Computer-aided storage of radiometric sequences by GigE interface with up to 240 Hz
Lens mount	Bayonet to comfortably switch objectives, automatic objective detection and data transfer; screw-on interface*
Focus	Motor-driven, automatic or manual, accurately adjustable, laser-supported autofocus*
Zoom	Up to 32x digital, stepless
Dynamic range	16 bit
Interfaces; Trigger*	GigE Vision*, DVI-D (HDMI), C-Video, RS232, USB 2.0, WLAN*, Bluetooth*; 2 × digital I/O, 2 × analogue I/O
Tripod adapter	1/4" photo thread
Power supply	AC adapter, (12 ... 24) V DC, PoE*
Storage and operation temperature	(-40 ... 70) °C, (-25 ... 55) °C
Protection degree	IP54, IEC 529, IP67 with screw-on interface*
Impact strength/vibration resistance in operation	25 G (IEC 68 - 2 - 29), 2 G (IEC 68 - 2 - 6)
Dimensions; weight	(221 × 90 × 94) mm; 1.15 kg (basic configuration with standard lens)
Further functions	Camera internal emissivity correction, shutter free operation, use of various colour sets, contrast enhancement, user profile, language selection
Analysis and evaluation software*	IRBIS® 3, IRBIS® 3 report, IRBIS® 3 view, IRBIS® 3 plus*, IRBIS® 3 professional*, IRBIS® 3 remote HD, IRBIS® 3 control*, IRBIS® 3 online*, IRBIS® 3 process*, IRBIS® 3 active*, IRBIS® 3 mosaic*, IRBIS® 3 vision*, FORNAX 2*, FORNAX 2 plus*

\* Depending on model

The **thermographic high-resolution system VarioCAM® HD head** was conceived for demanding stationary monitoring and measurement tasks. The VarioCAM® HD head produces **brilliant high-quality thermographic images with 16 bits**, which allows unprecedented efficiency, especially when capturing smallest details on large object surfaces. Because of the maximum frame rate of 240 Hz, **very quick temperature changes can be recognised reliably**.

The **various sets of equipment** make it easy to adjust the setup to the respective measurement task: The application range includes automatic threshold recognition and signalling, digital real-time image acquisition via GigE, online processing of thermographic data and much more. The industrial light metal housing (IP67) allows easy and inexpensive **installation in tough process environments**.

#### Application examples:

- High-resolution thermography in research and development
  - Stationary microthermography
- Security engineering and early fire detection
  - Monitoring and controlling of fast-running processes

Detector format (IR pixels)		(640 × 480)	(1,024 × 768)
Lens	Focal length (mm)	FOV (°)	FOV (°)
Super wide-angle lens	7.5	(93.7 × 77.3)	(98.5 × 82.1)
Wide-angle lens	15	(56.1 × 43.6)	(60.3 × 47.0)
Standard lens	30	(29.9 × 22.6)	(32.4 × 24.6)
Telephoto lens	60	(15.2 × 11.4)	(16.5 × 12.4)
Telephoto lens	120	(7.6 × 5.7)	(8.3 × 6.2)
<b>Macro and microscopic lenses</b>	Minimum object distance (mm)	Pixel size (µm)	Pixel size (µm)
Close-Up 0.2x for 30 mm	70	75	51
Close-Up 0.5x for 30 mm	33	42	29
Close-Up 0.5x for 60 mm	78	42	28
Microscopic lens M=1.0x	50	25	17

#### Headquarters

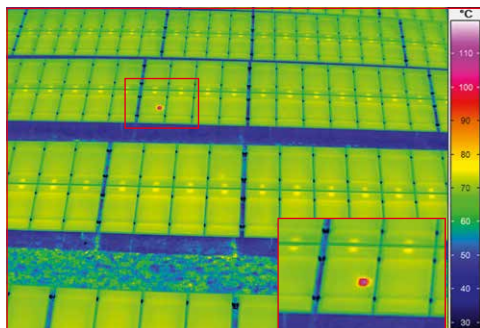
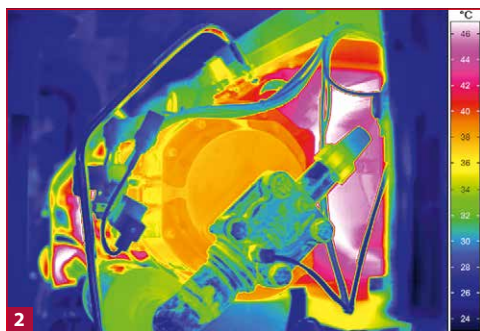
**InfraTec GmbH**  
**Infrarotsensorik und Messtechnik**  
 Gostritzer Str. 61 – 63  
 01217 Dresden / GERMANY  
 Phone +49 351 871-8630  
 Fax +49 351 871-8727  
 E-mail thermo@InfraTec.de

#### USA office

**InfraTec infrared LLC**  
 5048 Tennyson Pkwy.  
 Plano TX 75024 / USA  
 Phone +1 844-226-3722 (toll free)  
 E-mail thermo@InfraTec-infrared.com

# VarioCAM® High Definition

Thermographic Solution for Universal Use



- 1) VarioCAM® High Definition
- 2) Transmission
- 3) Photovoltaic power plant

## INFRA<sup>TEC</sup>.

Europe's leading specialist for infrared sensors and measurement technology

- Microbolometer camera with up to (1,024 × 768) IR pixels
- Opto-mechanical MicroScan with up to (2,048 × 1,536) IR pixels
- Frame rate of up to 240 Hz, GigE Vision interface
- Integrated light-sensitive digital 8 MP camera
- 5.6" colour TFT display with (1,280 × 800) pixels
- Laser range finder and GPS sensor
- Wireless camera control and data acquisition via WLAN



[www.InfraTec.eu](http://www.InfraTec.eu)



“TMV SS” spol. s r.o.  
obchodní a servisní  
zastoupení pro ČR a SR

Studánková 395, 149 00 Praha 4 - Újezd  
tel.: +420 272 942 720, fax: +420 272 942 722  
email: [info@tmvss.cz](mailto:info@tmvss.cz), [www.tmvss.cz](http://www.tmvss.cz)

Made in Germany





Spectral range	(7.5 ... 14) $\mu\text{m}$
Detector	Uncooled Microbolometer Focal Plane Array
Detector format (IR pixels)	(1,024 × 768), with built-in opto-mechanical high-precision scan unit (2,048 × 1,536)* (640 × 480), with built-in opto-mechanical high-precision scan unit (1,280 × 960)*
Temperature measuring range	(-40 ... 2,000) °C*
Measurement accuracy	$\pm 1$ °C or $\pm 1$ %*
Temperature resolution @ 30 °C	Up to 0.02 K*
Frame rate	Full-frame: 30 Hz (1,024 × 768), sub-frame formats*: 60 Hz (640 × 480) / 120 Hz (384 × 288) / 240 Hz (1,024 × 96) Full-frame: 60 Hz (640 × 480), sub-frame formats*: 120 Hz (384 × 288) / 240 Hz (640 × 120)
Storage media	SDHC Card, external control computer for camera control and data acquisition*
Image storage	Time-, trigger- und temperature controlled recording of 16 bit single frames or image sequences with timestamp, video streaming in MPEG format
Realtime storage*	Computer-aided storage of radiometric sequences by GigE interface with up to 240 Hz
Lens mount	Bayonet to comfortably switch objectives, automatic objective detection and data transfer
Focus	Motor-driven, automatic or manual, accurately adjustable, laser-supported autofocus*
EverSharp function*	Multifocal recording allows for maximum extend of sharp focus
Zoom	Up to 32x digital, stepless
Digital colour video camera	8 Megapixels, LED video light, vision mixer and cross-fade feature
Dynamic range	16 bit
Interfaces; Trigger*	GigE Vision*, DVI-D (HDMI), C-Video, RS232, USB 2.0, WLAN*, Bluetooth*; 2 × digital I/O, 2 × analogue I/O
Tripod adapter	1/4" photo thread
Power supply	Standard Lithium-Ion battery, energy save mode, AC adapter, (12 ... 24) V DC
Integrated microphone and speaker	Voice annotation feature, replay and audio dubbing
Laser range finder*	Semiconductor laser red, laser protection class 2, range up to 70 m
Integrated GPS sensor*	Image integrated storage of position data
Display	5,6" colour TFT display (1,280 × 800) pixel, 170° rotatable and 280° revolvable, daylight suited, incl. flip mirror feature
Colour viewfinder*	Tilttable colour viewfinder with diopter compensation
Single-handed operation	Intuitive operation with ergonomically arranged function keys and multifunctional joystick, programmable keys
Protection degree; Storage and operation temperature	IP54, IEC 529; (-40 ... 70) °C, (-25 ... 55) °C
Impact strength / vibration resistance in operation	25 G (IEC 68 - 2 - 29), 2 G (IEC 68 - 2 - 6)
Dimensions; weight	(210 × 125 × 155) mm; 1.6 kg (basic configuration with standard lens)
Automatic functions	Autofocus, permanent autofocus, automatic distance indicator, distance-dependent display of pixel size to avoid geometrically related measurement errors, autoimage, autolevel, min./max. temperature alarm: visual / acoustic, alarm triggered image storage
Measurement functions	8 free choosable, movable measurement fields / -points, automatic hot / cold spot display: global and internal defined measurement fields, differential temperature measurement, temperature profile, histogram, differential image, isotherms display
Further functions	Camera internal emissivity correction, shutter free operation, use of various colour sets, contrast enhancement, user profile, language selection, user-specific comment data base, digital voice recording
Analysis and evaluation software*	IRBIS® 3, IRBIS® 3 report, IRBIS® 3 view, IRBIS® 3 plus*, IRBIS® 3 professional*, IRBIS® 3 remote HD, IRBIS® 3 control*, IRBIS® 3 online*, IRBIS® 3 process*, IRBIS® 3 active*, IRBIS® 3 mosaic*, IRBIS® 3 vision*, FORNAX 2*, FORNAX 2 plus*

\* Depending on model

Detector format (IR pixels)		(640 × 480)	(1,024 × 768)
Lens	Focal length (mm)	FOV (°)	FOV (°)
Super wide-angle lens	7.5	(93.7 × 77.3)	(98.5 × 82.1)
Wide-angle lens	15	(56.1 × 43.6)	(60.3 × 47.0)
Standard lens	30	(29.9 × 22.6)	(32.4 × 24.6)
Telephoto lens	60	(15.2 × 11.4)	(16.5 × 12.4)
Telephoto lens	120	(7.6 × 5.7)	(8.3 × 6.2)
<b>Macro and microscopic lenses</b>	Minimum object distance (mm)	Pixel size ( $\mu\text{m}$ )	Pixel size ( $\mu\text{m}$ )
Close-Up 0.2x for 30 mm	70	75	51
Close-Up 0.5x for 30 mm	33	42	29
Close-Up 0.5x for 60 mm	78	42	28
Microscopic lens M=1.0x	50	25	17

Headquarters

**InfraTec GmbH**  
**Infrarotsensorik und Messtechnik**  
 Gostritzer Str. 61 – 63  
 01217 Dresden / GERMANY  
 Phone +49 351 871-8630  
 Fax +49 351 871-8727  
 E-mail thermo@InfraTec.de

USA office

**InfraTec infrared LLC**  
 5048 Tennyson Pkwy.  
 Plano TX 75024 / USA  
 Phone +1 844-226-3722 (toll free)  
 E-mail thermo@InfraTec-infrared.com



"TMV SS" spol. s r.o.  
obchodní a servisní  
zastoupení pro ČR a SR

Studánková 395, 149 00 Praha 4 - Újezd  
tel.: +420 272 942 720, fax: +420 272 942 722  
email: info@tmvss.cz, www.tmvss.cz



# ITvis

## Induction Thermography

### **Non-destructive test system for joining application and crack detection**

Induction Thermography is a non-contact testing method for defect detection in metallic or electrically conductive structures. The method provides excellent detection capabilities of near-surface cracks at very high testing speeds. Moreover it is useful for quality assurance of joining applications like adhesive, mechanical or welded joints. The pulse-phase evaluation technology results in a method insensitive to environmental influences and surface properties at short measurement times.

For crack detection, the method is highly competitive to color penetrant or magnetic flux testing due to test cycles of far below one second. As well as other thermographic techniques, Induction Thermography has a high potential for automated testing using image processing methods. Therefore, it can be applied to manufacturing lines as an inline quality control tool.

The system design is modular and thus extendable with all other edervis excitation modules like OTvis, UTvis or PTvis.





# APPS/CONCEPT

## Typical applications

### Automotive applications

- Crack detection in metallic components (e.g. casting, forging or punch drawing)
- Detection of flaws in adhesive, riveted or welded joints
- Characterization of metal-polymer compounds
- Detection of double skin in rolled plates

### Aerospace applications

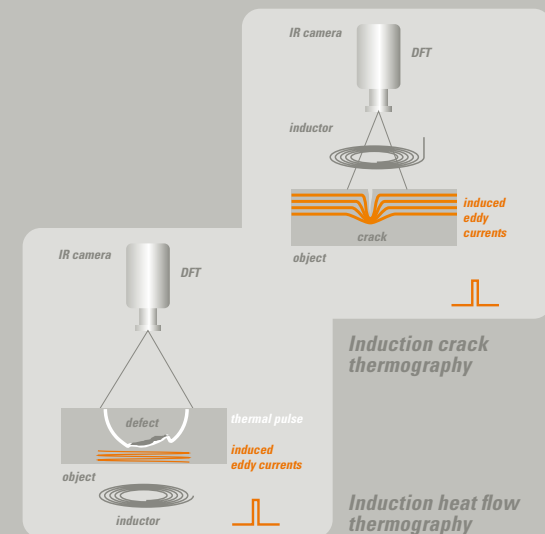
- Crack detection in structural components (fatigue)

### Other applications

- Non-contact crack detection in bolts

## Principle of Induction Thermography

Induction Thermography is charging the specimen locally to eddy currents. Thus a defect selective warming of cracks or interaction of flaws to a heat flow is resulting. Local irregularities of the specimen's surface temperature indicate material defects and can be visualized by the infrared camera. For measurement result, the time difference between inductive excitation and thermal response is evaluated, providing an extremely robust signal, which is insensitive to irregularities of the component surface. For excitation highly accurate industry-proven induction technology is used. Depending on test case detection is done by sensitive and fast cooled detectors or cost efficient uncooled cameras.





# SPECIFICATIONS

*ITvis is available as ITvis3000 / ITvis5000 / ITvis 10000*

## **Induction generator**

Output power	3kW / 5kW / 10kW
Supply	230 V or 400 V, 16 A, 50 Hz
Frequency	MF or HF induction
Cooling system	Water- or air-cooled
Overload protection	√

## **Software**

Real-time Fourier transform	√	Sequential acquisition	P
Offline storing	√	Parameter storing	√
Phase representation	√	Remote control (DDE)	P
Amplitude representation	√	Adjustable induction parameter	√
Live image overlay	P	induction parameter	√

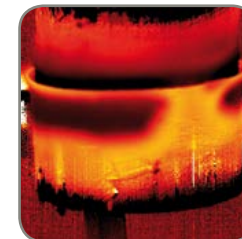
*P= only for PRO version; √= BASIC and PRO version*

## **Inductors**

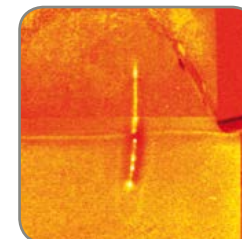
*Copper, water cooled, variable geometry  
Uncooled flexible inductors, quick-changeable  
Pre-optimized geometries for a multitude of applications*

## **Camera (options)**

Detector	InSb, MCT or Bolometer
Resolution	up to 1280 x 1024 Pixel
Spectral sensitivity	MWIR or LWIR
Frame rate	typically 100 Hz / full frame
Interfaces	CamLink or Gigabit Ethernet
Lens	12mm, 25mm, 50mm, 100mm, G1- G5



**Characterization of soldered joint**



**Crack detection in forged component**



**edevis GmbH**

Handwerkstraße 55 · 70565 Stuttgart  
Phone +49 711 93 30 77-20 · [info@edevis.de](mailto:info@edevis.de)  
[www.edevis.de](http://www.edevis.de)

 **TMVSS<sup>®</sup>** termovize **"TMV SS" spol. s r.o.**  
obchodní a servisní  
zastoupení pro ČR a SR  
**Studánková 395, 149 00 Praha 4 - Újezd**  
tel.: +420 272 942 720, fax: +420 272 942 722  
email: [info@tmvss.cz](mailto:info@tmvss.cz), [www.tmvss.cz](http://www.tmvss.cz)





"TMV SS" spol. s r.o.  
obchodní a servisní  
zastoupení pro ČR a SR

Studánková 395, 149 00 Praha 4 - Újezd  
tel.: +420 272 942 720, fax: +420 272 942 722  
email: info@tmvss.cz, www.tmvss.cz

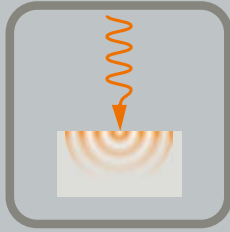


# OTvis

*Optically excited  
Lockin Thermography*

*Optically excited lock-in thermography is a contactless non-destructive testing method, which is well established for the characterization of carbon fiber reinforced plastics in aerospace and automotive industry. It allows for depth resolved defect and boundary detection. Large areas with complex structures can be inspected in one go. The lock-in technique is extremely robust, unsusceptible to external disturbances, and works even under harsh conditions. The method is suitable for quality assurance in production and maintenance. All edevis testing systems are modularly designed. The **OTvis** system can be extended with all other edevis excitation sources and software packages.*





# APPS/CONCEPT

## Industrial applications

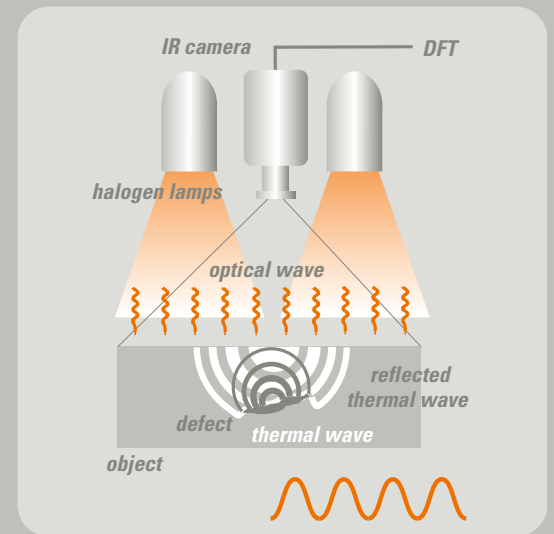
- CFRP/other fiber composites (delaminations, impacts, voids and porosity, bonding of inserts, content of resin, preform characterization ...)
- Leather (grain, inclusions, repairs)
- Corrosion detection
- Wall thickness measurements
- Characterization of adhesive joints
- Characterization of plastic welding
- Rotor blades (wind generator)
- Batteries, fuel cells

## Principle of optically excited lock-in thermography

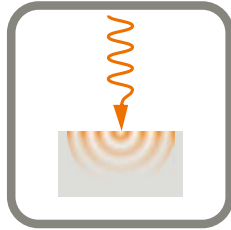
The basic idea of lock-in thermography is the visualization of thermal wave propagation. The phase angle of such waves provides information about thermal structures and inhomogeneities. The thermal waves are generated by intensity-modulated halogen lamps which heat up the surface. The signal is captured by a high-resolution infrared camera.

- Large inspection areas [m<sup>2</sup>]
- Non-destructive, contactless
- Excitation of complex structures
- Depth resolved results

Our new and patented evaluation method "R/L-Algorithm" allows for the determination of thicknesses and thermal reflection coefficients.



Subsurface structures visualized with **OTvis**



# SPECIFICATIONS

**OTvis is available as 2500 / 5000 / 7500 version**

## Lamp control

Output power	2,5 / 5 / 7,5 kW
Circuit points	1 / 2 / 3 lamps each with max. 2,5 kW
Power supply	230 / 400 / 400 V, 16A, 50Hz
Fan	Temperature controlled
Fuse protection	16A
Overload protection	√

## Software

Real-time-lockin	√	Sequence measuring	P
Arbitrary signals	P	Parameter files (xml)	√
Offline storage	P	Remote control (DDE)	P
Phase images	√	R/L-Algorithm	P
Amplitude images	√		
Live image overlay	P		

P= in PRO version available; √= in Standard version available

## Excitation

1 / 2 / 3 halogen lamps each with 2,5 kW
Temperature controlled fan
Changeable reflector with bayonet connector
Changeable filter
Changeable illuminants
Robust tripod incl. gear set

## Camera (options)

Detector material	InSb or MCT
Detector arrays	640x512 or 320x256 Pixel
Spectral response	3-5 μm or 8-9 μm
Frame rate	100Hz @ 640x512
Interface	CamLink or Gigabit Ethernet
Lens	12mm, 25mm, 50mm, 100mm, G1- G5



**edevis GmbH**

Handwerkstraße 55 · 70565 Stuttgart  
Tel ++49 711 93 30 77-20 · [info@edevis.de](mailto:info@edevis.de)  
[www.edevis.de](http://www.edevis.de)



**"TMV SS" spol. s r.o.**  
obchodní a servisní  
zastoupení pro ČR a SR

Studánková 395, 149 00 Praha 4 - Újezd  
tel.: +420 272 942 720, fax: +420 272 942 722  
email: [info@tmvss.cz](mailto:info@tmvss.cz), [www.tmvss.cz](http://www.tmvss.cz)



**"TMV SS" spol. s r.o.**  
obchodní a servisní  
zastoupení pro ČR a SR

Studánková 395, 149 00 Praha 4 - Újezd  
tel.: +420 272 942 720, fax: +420 272 942 722  
email: info@tmvss.cz, www.tmvss.cz



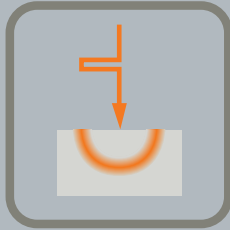
# PTvis

*Pulse  
Thermography*



## *Test system for laboratory use*

*Pulse thermography is a non-contact testing method which is well suited for characterization of thin films and coatings or for flaw detection. Extremely short test duration and high detection sensitivity makes PTvis a powerful tool in non-destructive testing. Powerful evaluation techniques allow for quantification of material thicknesses, porosities or thermal diffusivities. In addition, disturbances such as varying surface properties or inhomogeneous heating are suppressed. With this fast and imaging method, interpretation and documentation of the test results is clear and simple. The test system is modular and extendable with other edervis excitation modules (e.g. OTvis, UTvis or ITvis).*



# APPS/FUNCTION

## Typical applications

### Automotive applications

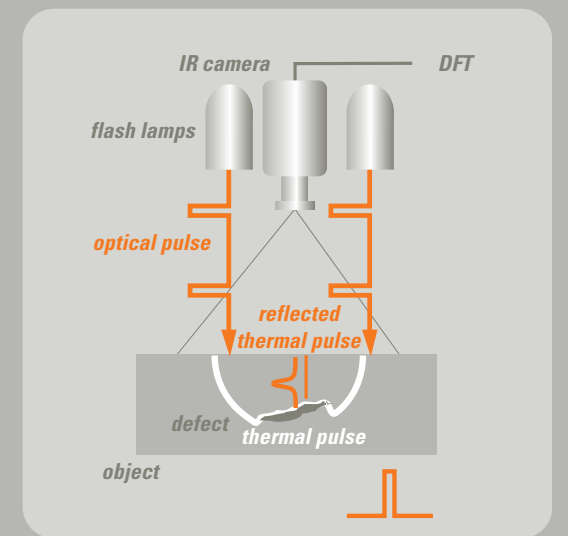
- Measurement of layer thicknesses in multi-layer systems (e.g. ceramic-coated metal)
- Characterization of paint
- Measurement of film and coating thicknesses
- Flaw detection on adhesive, welding and soldering joints

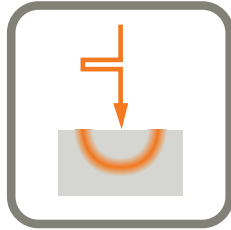
### Aerospace applications

- Inspection of composite material (e.g. CFRP)
- Measurement of coatings (detection of delaminations and poor adhesion, measurement of thickness)

## The principle of pulse thermography

Pulse thermography is used for analyzing interfaces, thicknesses and material defects in components and coatings. The thermal balance of a component is disrupted using a short pulse of energy. This disturbance decays rapidly by heat conduction. The decay behavior contains the desired information about many material properties. The heat is supplied by powerful xenon flash lamps. A fast infrared camera records the thermal image sequence following the energy impulse. The sequence is analyzed pixelwise online or in post processing. Optimized algorithms such as pulse-phase analysis allow for quantitative evaluation of the measured signal. Via Calibration, related physical quantities, e.g. coating thickness or thermal conductivity, can be determined.





# SPECIFICATIONS

## Excitation

Flash Energy	3kJ up to 12kW
Connectors	2 Flashlamps
Supply	230 VAC, 16A, 50Hz
Cooling	Built-in ventilators
Fusing	16A
Overload protection	√

## Software

Real-time lockin	√	Sequence acquisition	P
Parameter storing	√	Offline Storing	P
Phase representation	√		
Amplitude representation	√		
Complex representation	P		
Live image overlay	P		

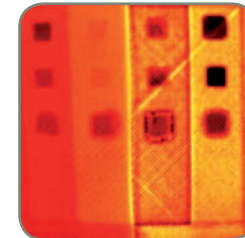
P= only for PRO version; √= Standard and PRO version

## Flash Lamps

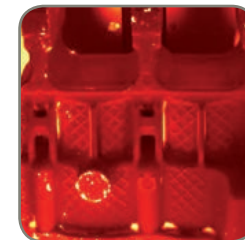
High-power flash lamps with robust aluminum housing  
Xenon tube with maximum energy of 6 kJ  
Optimized spectral emission  
Ventilator cooled

## Camera (options)

Detector	InSb or MCT
Pixel	640x512 or 1280x1024 Pixel
Spectral sensitivity	3-5 μm or 8-9 μm
Frame rate	max. 355 Hz @ 640x512
Interfaces	CamLink or Gigabit Ethernet
Exchangable lenses	12mm, 25mm, 50mm, 100mm, G1- G5



CFRP component inspected with PTvis, carbon fiber honeycomb structure with metal inserts



Section of a coated engine block. Detection of film adhesion with PTvis





**edevis GmbH**

Handwerkstraße 55 · 70565 Stuttgart  
Tel ++49 711 93 30 77-20 · [info@edevis.de](mailto:info@edevis.de)  
[www.edevis.de](http://www.edevis.de)

 **TMV SS** <sup>termovize</sup> <sup>®</sup> "TMV SS" spol. s r.o.  
obchodní a servisní  
zastoupení pro ČR a SR  
Studánková 395, 149 00 Praha 4 - Újezd  
tel.: +420 272 942 720, fax: +420 272 942 722  
email: [info@tmvss.cz](mailto:info@tmvss.cz), [www.tmvss.cz](http://www.tmvss.cz)





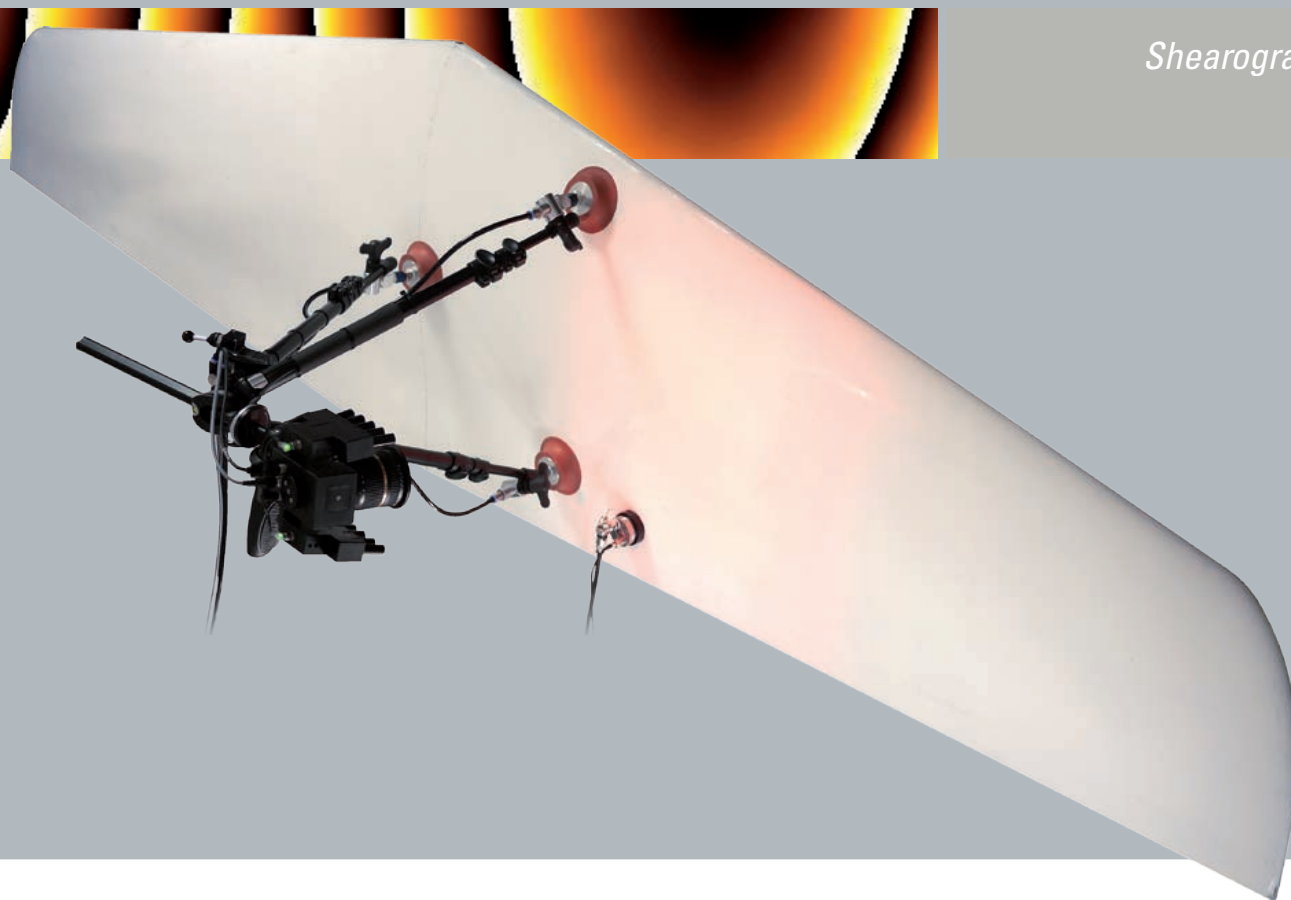
**"TMV SS" spol. s r.o.**  
obchodní a servisní  
zastoupení pro ČR a SR

Studánková 395, 149 00 Praha 4 - Újezd  
tel.: +420 272 942 720, fax: +420 272 942 722  
email: [info@tmvss.cz](mailto:info@tmvss.cz), [www.tmvss.cz](http://www.tmvss.cz)



# SHEAROvis

*Shearography/Vibrography  
testing system*





# SHEAROVIS





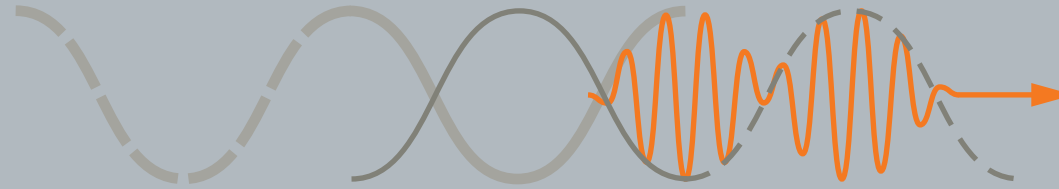
# OVERVIEW

## ***SHEAROvis – Shearography system for NDT and vibration analysis***

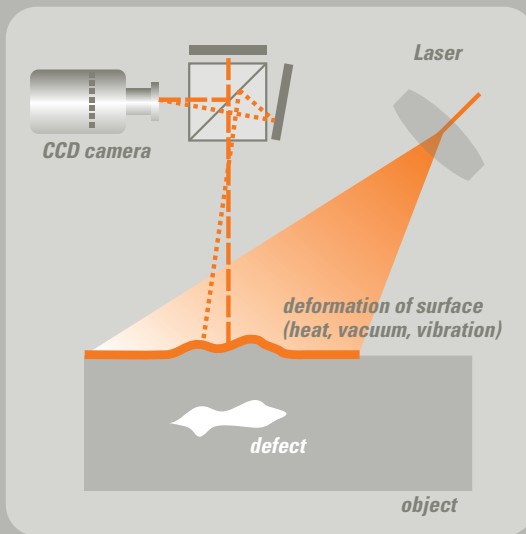
*Shearography is a non-destructive testing method for non-contact measurements of deformation and vibration. Especially aerospace and automotive components with sandwich structures can be inspected.*

*The sensor measures deformation - respectively strain - distributions revealing defects due to their different local mechanical behavior. Shearography is a highly sensitive method, so that only small loads are required. Excitations methods include thermal, mechanical, vacuum and vibration loading. Dynamic or ultrasound excitation by piezoshakers in combination with the vibrography modes are versatile and reliable especially for mobile in-service inspections. In particular, it is possible to detect delamination and debonding to the honeycomb or foam core even on the backside, where other methods such as ultrasound or thermography fail.*

*All SHEAROvis testing systems are modularly designed and can be upgraded with all other edevis excitation sources and software packages.*



# FUNCTIONALITY



## **Concept of Shearography for NDT applications**

Shearography is an interferometric technique. It determines the relative phase differences of laser light which is scattered at different points of the object surface. Deformations of the surface change the light phase differences and can therefore be monitored. Although only the surface is measured, also deep-lying defect can be detected as long as they affect the deformation behavior of the component.

The deformation can be generated with different excitation methods:

- Vibration excitation (piezoshakers)
- Thermal excitation (pulse and halogen lamps, laser, induction, high-power ultrasound)
- Mechanical excitation (vacuum chamber and hood, pressure, tensile test machine)

Summary of Advantages:

- High quality measurement: High resolution (5 MPixel), 10 nm light phase sensitivity
- Simplicity: Robust and reliable design, rapid operation
- Modularity: Modular design of system (sensor, laser, excitations sources, software)
- Applicability: Rapid and rigid mounting of sensor by vacuum tripod in various positions
- Transportation: System based either on Laptop and stormcase or workstation and 19" flight case
- Low maintenance and operational cost



# SPECIFICATIONS

## **Sensor SE2**

- Interface:** Digital sensor (via IEEE 1394) for timed phase shifting shearography
- Spatial resolution:** 5 Mega Pixel CCD with special binning filter for data reduction
- Lens system:** Wide range of lens selection based on F-Mount (Nikon, Zeiss, Tamron, Sigma ...)
- Laser:** Array of 5 modules with 100mW (each laser class 1), used in sets of 2, 4 or 6; stroboscopic illumination up to 50 kHz (100 kHz optional)
- Interference filter:** High performance bandpass filter permits measurement at day light
- Dimension:** Compact and robust aluminum housing: 116 x 68 x 58 mm (without lens)
- Adjustment:** Manual shear vector control, remote setting optional
- Field of view:** From < 10mm (with extension tube and long focal lens) to > 1m (image diagonal)
- Sensitivity:** Standard derivation of phase reconstruction below  $\pm 10^\circ$ ,

which corresponds to  $\pm 18$  nm at 658 nm wavelength distance/shearing  
( $\pm 9$  nm displacement or  $\pm 9$  nm per superposed pixel/shearing)

## **Excitation sources**

- Dynamic excitation:**  $\pm 100$  V, 5 A, 50 kHz (100 kHz optional)  
Vacuum coupled piezoshakers
- Thermal excitation:** 2 kW halogen lamp  
6 kJ flash lamp  
250W laser  
10 kW induction generator, 4 kW ultrasound generator
- Vacuum excitation:** Vacuum chamber (800 mbar pressure difference)  
Vacuum hood or frame with glass window (500 mbar pressure difference)  
Vacuum generation by stationary or mobile pumps or vacuum ejectors (using pressurized air)



# APPLICATIONS

## Materials/flaws

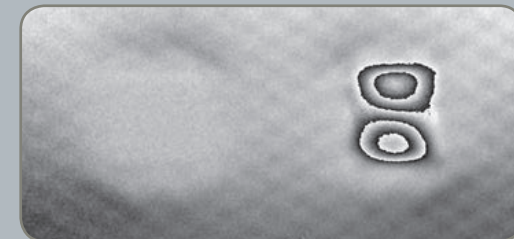
CFRP/GFRP: Delamination, impact, kissing bond, voids, cracks

Sandwich: Debonding of honeycomb or foam core from cover (near and far side), debonding of inserts, resin- and water-filled honeycombs, cracks

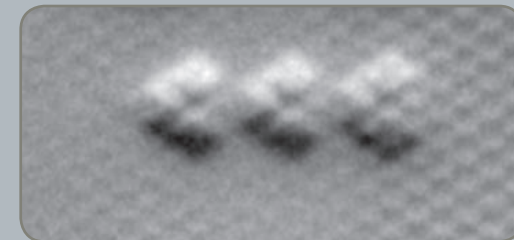
Adhesive joints: Interruption/narrowing of adhesive bead, kissing bonds

Rubber: Air-bubbles (e.g. in tires)

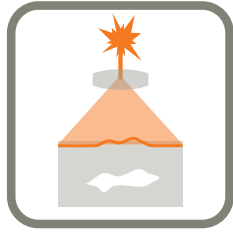
Stacked films: Air-pockets (e.g. in Li-Ion-batteries)



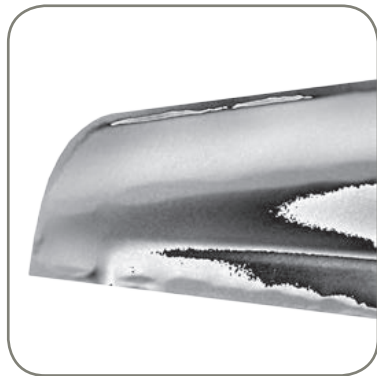
*Bonded and debonded insert (on the left / right) in aluminum honeycomb panel*



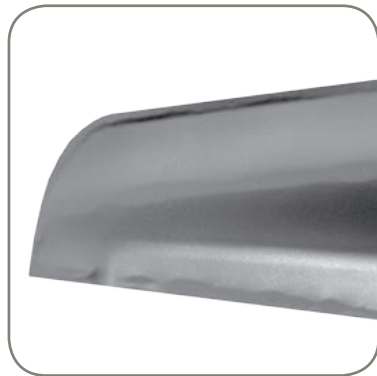
*Resin-filled honeycombs in aluminum honeycomb panel*



*Defects in bonding of spar, leading edge and trailing edge of GFRP-foam-sandwich tailplane ...*



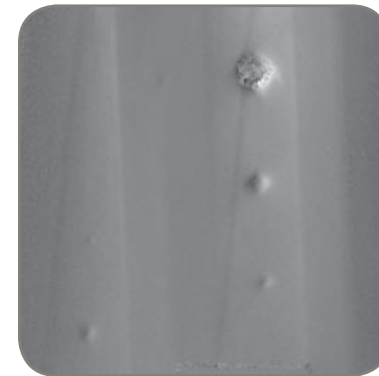
*... wrapped shearogram*



*... unwrapped*



*... filtered*



*Impacts in CFRP stringer panel*



**edevis GmbH**

Handwerkstraße 55 · 70565 Stuttgart  
Tel ++49 711 93 30 77-20 · [info@edevis.de](mailto:info@edevis.de)  
[www.edevis.de](http://www.edevis.de)



**"TMV SS" spol. s r.o.**  
obchodní a servisní  
zastoupení pro ČR a SR

Studánková 395, 149 00 Praha 4 - Újezd  
tel.: +420 272 942 720, fax: +420 272 942 722  
email: [info@tmvss.cz](mailto:info@tmvss.cz), [www.tmvss.cz](http://www.tmvss.cz)





**"TMV SS" spol. s r.o.**  
obchodní a servisní  
zastoupení pro ČR a SR

Studánková 395, 149 00 Praha 4 - Újezd  
tel.: +420 272 942 720, fax: +420 272 942 722  
email: info@tmvss.cz, www.tmvss.cz



# UTvis

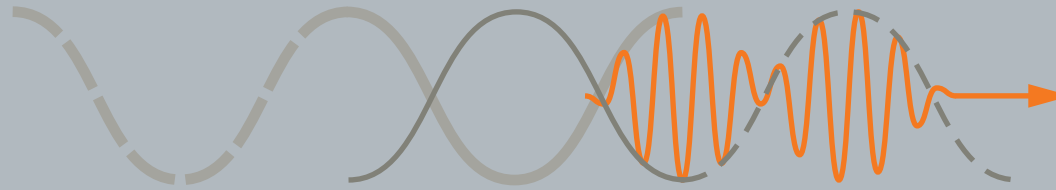
*Ultrasound  
excited Thermography*

**Fully automated ultrasound thermography  
in industrial series production**

*Ultrasound thermography is a powerful test  
method for defect selective indication of cracks,  
disbonds, or delaminations.*

*UTvis test stands are based on digital high-  
power ultrasound generators and converters as  
excitation sources and high-sensitive infrared  
cameras. A temperature resolution of 16 mK and  
frame rates up to 400 Hz (full frame mode) in  
lockin or burst mode enables to detect smallest  
dissipative effects and allow for a reliable flaw  
detection with minimum of mechanical load for  
the component.*





# APPS/CONCEPT

## Typical applications

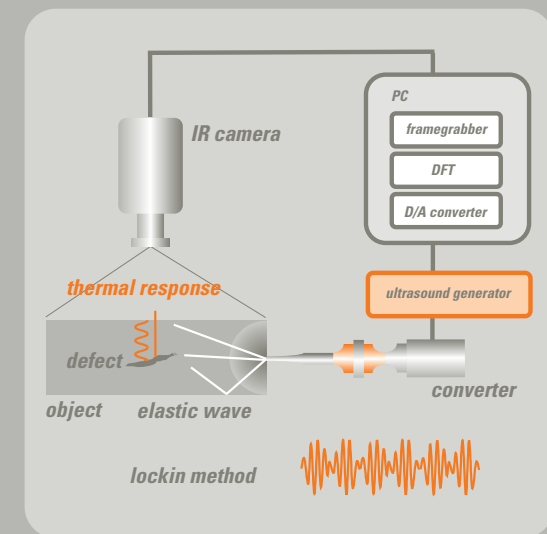
Ultrasound thermography is an excellent method for defect selective detection of material defects in the following applications.

- Crack detection (open as well as closed cracks, independent of their orientation in the material)
- Testing of adhesive, rivet, and welding joints
- Characterization of multi-material compounds
- Detection of delaminations and impacts in fiber composites

## The principle of ultrasound thermography

Ultrasound Thermography uses the interaction of mechanical and thermal waves to detect material defects. If a defect in a component absorbs the injected, high-energetic ultrasound waves, it will locally heat up (**defect selective dark-field method**).

The resulting temperature gradient on the surface of the inspected specimen is measured by an infrared camera, visualizing the dissipated energy. Depending on the application, there are two derivatives of this method: the very fast burst phase analysis and the sensitive lockin method. In both cases the evaluation calculates the time delay between injected energy and the thermal response, resulting in a robust and reliable technique, which is invariant against surface properties or ultrasound distribution.





# SPECIFICATIONS

*UTvis is available as UTvis 2000/ UTvis 4000/ UTvis 6000 version*

## **Excitation**

Converter: piezo-ceramic actuator  
 Power: up to 4 kW at 20 kHz or 0.8 kW at 40 kHz  
 Frequency range: 15 kHz – 25 kHz or 30 kHz – 50 kHz  
 Option: handgun with integrated start button  
 Option: measurement table with pneumatic coupling system

## **Generator**

Digital Ultrasound Generator  
 2 kW / 4 kW / 6 kW version available as 20 kHz version  
 Robust 19" industrial housing  
 Supply: 220 V 16 A (2 kW), 400 V 32 A (4-6 kW)

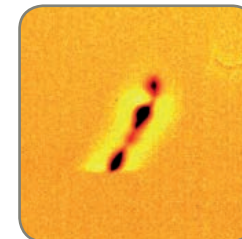
## **Software**

Real-time-lockin	√	Sequence measuring	P
Arbitrary signals	P	Parameter files (xml)	√
Offline storing	P	Remote control (DDE)	P
Phase images	√	Frequency Analysis	P
Amplitude images	√		
Live image overlay	P		

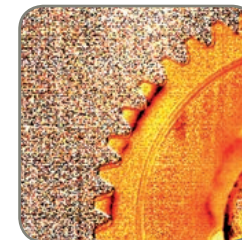
*P= only for PRO version; √= Standard and PRO version*

## **Camera (options)**

Detector	InSb or MCT
Pixel	640x512 or 320x256 Pixel
Spectral response	3-5 μm oder 8-9 μm
Frame rate	max. 355 Hz @ 640x512
Interfaces	CamLink oder Gigabit Ethernet
Lens	12 mm, 25 mm, 50 mm, 100 mm, G1-G5



**Crack in a piston**



**Gear wheel with cracks**



**edevis GmbH**

Handwerkstraße 55 · 70565 Stuttgart  
Tel ++49 711 93 30 77-20 · [info@edevis.de](mailto:info@edevis.de)  
[www.edevis.de](http://www.edevis.de)



**"TMV SS" spol. s r.o.**  
obchodní a servisní  
zastoupení pro ČR a SR

Studánková 395, 149 00 Praha 4 - Újezd  
tel.: +420 272 942 720, fax: +420 272 942 722  
email: [info@tmvss.cz](mailto:info@tmvss.cz), [www.tmvss.cz](http://www.tmvss.cz)

# **Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.**

**se sídlem**

**Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava**



SPBI, z.s.

Lumírova 13

700 30 Ostrava – Výškovice

tel: +420 597 322 970

tel/fax: +420 597 322 837

e-mail: [spbi@spbi.cz](mailto:spbi@spbi.cz)

[www.spbi.cz](http://www.spbi.cz)



Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s. vydává ve své edici „SPBI SPEKTRUM“ publikace pro odbornou veřejnost zabývající se protipožární a bezpečnostní problematikou.

## **ČERVENÁ ŘADA:**

### **2. Blahož V., Kadlec Z.: Základy sdílení tepla**

Publikace je určena specialistům, kteří se zabývají protipožární a bezpečnostní problematikou. Vysvětluje metody a postup při řešení stacionárního a nestacionárního vedení a postupu tepla tělesy. Pozornost je věnována objasnění a matematickému vyjádření tepelného působení na povrch těles konvekcí a radiací.

Publikace nemá nahradit rozsáhlejší příručky. Má přehledně nastítnit strukturu předkládané problematiky s vyznačením toho, co již je známo a která řešení nejsou dosud spolehlivě popsána. Objasňuje některé nepřesnosti, které se dosud vyskytovaly v literatuře, např. při výpočtu odstupových vzdáleností. Doplněna je stručným vyjádřením k vybrané odborné literatuře týkající se sdílení tepla.

### **4. Kalousek J.: Základy fyzikální chemie hoření, výbuchu a hašení**

Hoření, výbušné přeměny, hašení jsou děje, podmíněné přednostně chemickými reakcemi. Tepelný efekt, složení produktů, rychlosti fyzikálních a chemických procesů, podmínky jejich podpory nebo potlačení, vypařování kapalin, vznik plynných, kapalných a prašných soustav, jejich meze, inertizace, přechod hoření v detonaci a jiné jsou témata, kterými se tato publikace zabývá. Předpokladem studia jsou znalosti anorganické a organické chemie, fyziky, matematiky, odpovídající středoškolskému vzdělání.

Příklady, řešitelné metodami středoškolské matematiky, jsou významnou částí publikace. Řazení bezprostředně za teoretickou statí, ilustruje - většinou numericky - praktickou aplikaci. Jsou především metodické, nutí čtenáře k hledání souvislosti a přístupu k problému, demonstrují některé frekventované metody numerické matematiky i vyhodnocení experimentálních dat. V neposlední řadě dokumentují, jak poměrně nenáročnými prostředky lze získat soubor informací, zajímavých pro požární a bezpečnostní inženýrství.

### **6. Kvarčák M.: Požární taktika v příkladech**

Knihy má za cíl ukázat postupy stanovení rozsahu a plochy požáru, potřebného množství sil a technických prostředků na dopravu hasebních látek a na hašení při použití vody, pěny a inertních plynů. Na základě teoretických postupů, zjednodušených modelů a praktických zkušeností ze zásahové činnosti překládá tato sbírka postupy řešení, jak s pomocí výpočetních vzorců kvantifikovat potřebu sil a prostředků při hašení. Systematicky od jednoduchých řešení po složité případy prezentuje jednotlivé příklady tak, aby výpočty byly nápomocny pro urychlení a zkvalitnění rozhodovacího procesu při požárním zásahu.

### **7. Bartlová I., Balog K.: Analýza nebezpečí a prevence průmyslových havárií**

Pro posouzení nebezpečí a hodnocení souvisejících rizik technologických procesů je potřebné znát především vlastnosti a technicko bezpečnostní parametry látek, které nebezpečí mohou způsobit, umět je aplikovat pro provozní podmínky a věnovat pozornost poruchám zařízení, odchylkám od technologického procesu i chybám obsluhy. V této publikaci je proto proveden rozbor známých průmyslových havárií a jejich příčin, vysvětlen postup při analýze rizika včetně důvodů provedení se zaměřením na metody identifikace a hodnocení nebezpečí. Pozornost je věnována i aplikaci směrnice EU 96/82/EEC tzv. SEVESO II direktivy do zákona o prevenci a likvidaci průmyslových havárií. Je doplněna zásadami ochrany proti požáru a výbuchu plynů a par hořlavých kapalin a charakterizováním nebezpečí a prevence vybraných fyzikálních i chemických procesů.

### **8. Damec J.: Protivýbuchová prevence**

Autor rozdělil obsah problematiky protivýbuchové prevence do dvou částí. První část je věnována objasnění pojmu výbuch, možností jeho vzniku, způsobu vyjádření chování výbušných směsí,

faktorů ovlivňujících toto chování, různosti projevu a působení na okolí, možnosti předpovědi hrozícího nebezpečí výbuchu, příklady vytváření výbušných směsí. Účelem této části je přiblížit tuto problematiku tak, aby čtenář mohl rozpoznat hrozící nebezpečí a uvědomit si potřebu protivýbuchových opatření. Ve druhé části shrnuje současné možnosti zabránění vzniku podmínek výbuchu, resp. pro případy, kde to není možné nebo by to nebylo vhodné, možnosti konstrukční protivýbuchové ochrany, která počítá s možným výbuchem a umožní upravit konstrukci zařízení, potrubí nebo budov tak, aby výbuch neohrozil okolí ani zařízení, tj. sníží účinky výbuchu na nejmenší možnou míru. Účelem této části v souvislosti s částí první je umožnit čtenáři posoudit v konkrétním případě, zda navrhovaná opatření odpovídají současným požadavkům protivýbuchové ochrany.

### **9. Dohnal J., Lošák J.: Technické prostředky PO I**

Publikace obsahuje osobní výstroj a výzbroj, požární příslušenství přívodní, výtláčné, záchranné, pomocné, pěnотvorné a některé speciální přístroje a nástroje. Každý prostředek je popsán s uvedením technicko-taktických dat. Popis je doplněn jednoduchým schématem činnosti nebo obrázkem a předepsanými značkami. U některých prostředků je zaznamenáno předepsané zkoušení. *Publikace je vyprodána. Je k dispozici v knihovně VŠB – TU Ostrava.*

### **10. Tkačíková D., Šenovský M.: Informační zdroje sítě Internet**

Publikace je pojata z pohledu uživatele, který se seznamuje s internetem a zejména s jeho možnostmi se zaměřením na požární ochranu. Obsahuje: základní služby a aplikace sítě internet, vyhledávání informačních zdrojů v prostředí WWW, vyhledávací nástroje, informační zdroje PO sítě internet, elektronická pošta, intranet.

### **11. Kolektiv autorů: Záchrana zvířat**

Publikace se zabývá problematikou záchrany zvířat v oblasti požární ochrany. Podává odborné informace o biologických vlastnostech vybraných druhů zvířat, o běžně používaných a doporučovaných postupech při manipulaci se zvířaty, o chování zachraňovaných zvířat v krizových situacích.

### **12. Šenovský M., Prokop P., Beččák P.: Větrání objektů**

Větrání budov je zásadní otázkou nejen požární bezpečnosti staveb, ale i požární represe. Na základě těchto skutečností vznikla i tato odborná publikace. Autoři se snažili obsáhnout problematiku větrání budov v co největší šíři, a to předurčilo i její členění.

V první části nazvané „Teorie větrání“ jsou popsány základy tohoto složitého procesu od vlastností plynů, přes složení a vlastnosti ovzduší, zplodiny hoření a jejich fyzikálně chemické vlastnosti, definice základních pojmů atmosférického vzduchu, aerodynamiku ovzduší, až po základy větrání a to jak přirozeného, tak i nuceného. Druhá část je věnována požární bezpečnosti budov z pohledu jejich větrání. V úvodních definicích požáru a jeho jednotlivých fází se autoři zabývají zařízením pro odvod tepla a kouře a jejich vlivem na požární bezpečnost objektů. Je zde popsán i způsob návrhů zařízení pro odvod tepla a kouře i s praktickými náčrtky jednotlivých zařízení. Třetí část je zaměřena na požární represu, resp. na větrání při zásahu jednotek požární ochrany. Výměna plynu je popisována na příkladech jednotlivých schematicky znázorněných objektů. V další části jsou popsány obecné principy větrání vztahované k požáru v objektu a to jak přirozené tak i podtlakové a přetlakové větrání.

### **13. Hanuška Z.: Organizace jednotek požární ochrany**

Obsahem publikace je popis systému jednotek požární ochrany, který se v České republice začal budovat od roku 1994 pod názvem plošné rozmístění sil a prostředků. Jsou zde popsány teoretické základy tohoto systému a důvody pro jeho vznik. Z hlediska systémové analýzy je věnována pozornost definici dvou podsystémů uvedeného plošného rozmístění a jsou zde podrobně rozpracovány charakteristiky vnitřní organizace základních druhů jednotek PO v návaznosti na systém plošného rozmístění.



#### **14. Šváb S.: Základy pracovní a inženýrské psychologie hasiče – záchranáře**

Vznik problematiky inženýrské psychologie a její aplikace v oblasti záchranářské problematiky. Základní faktory osobnosti – struktura, dynamika osobnosti. Struktura a dynamika systému, HZS jako systém. Aplikace ergonomických principů. Možnost řízené ochrany záchranáře proti přetížení z výkonu funkce. Filozofie přístupu k výběru příslušníků HZS.

#### **15. Balog K., Zapletalová - Bartlová I.: Základy toxikologie (publikace ve slovenském jazyce)**

Publikace je zaměřena na základy průmyslové toxikologie, základní terminologii, typy škodlivin. Nebezpečí pracovního prostředí hasičů, požár a toxicitu prostředí, zplodiny hoření a jejich vliv na lidský organismus. Dále se zabývá toxicitou zbytků hoření, prognózováním tvorby nebezpečných látek při hoření, toxicitou hasebních látek, dekontaminací technických prostředků a osobních ochranných pomůcek.

#### **16. Rucký E.: Průmyslové lezectví a záchranářství**

Publikace je zaměřená na komplexní problematiku bezpečnosti práce ve výškách a nad volnou hloubkou, prováděnou speciální technikou průmyslového lezectví, slaňovacími a záchranými přístroji. Teoretické pasáže jsou doplněny praktickými závěry a doporučeními v posloupnosti podle školy 4V: výběr osob pro práce s ohrožením pádem, výchova a výcvik a vybavování osobními ochrannými prostředky proti pádu, slaňování a záchranou technikou.

#### **17. Beběčák P.: Požárně bezpečnostní zařízení**

Publikace se zabývá podrobným řešením požárně bezpečnostních zařízení, tedy systémy elektrické požární signalizace, zařízením pro odvod tepla a kouře a stabilním hasicím zařízením. Zároveň se publikace zabývá problémy funkčního a logického propojení těchto požárně bezpečnostních zařízení.

#### **18. Orliková K.: Chemie procesů hoření**

Publikace přináší nové poznatky v oblastech ovlivňujících procesy hoření. Pojednává o hořlavínách, o jejich dělení a vlivu chemického složení a fyzikálních vlastností na jejich hořlavost. Popisuje vliv kyslíku, ale i dalších oxidačních prostředků na průběh hoření a vysvětluje současné moderní teorie hoření. Popis požárně technických charakteristik hořlavin je předmětem dalších kapitol publikace. Navazuje na ně vysvětlení procesu samovznícení a vlivu reakčních podmínek na hodnotu teploty samovznícení hořlavin. Publikace věnuje značnou pozornost popisu vlastností dominantních toxických produktů požáru. Zabývá se rovněž vlastnostmi hořlavých prachů a hybridních systémů a uvádí základní předpoklady jejich bezpečného provozování.

#### **19. Lošák J.: Technické prostředky PO II**

Publikace představuje požární automobil jako technický prostředek používaný k zastavení nárůstu ztrát při mimořádné události. Úvodní část je věnována teorii jízdy automobilu a v návaznosti na Technické prostředky požární ochrany I. principu činnosti pístového čerpadla. Dále jsou stručně popsány některé základní zásahové automobily s uvedením parametrů v tabulkách na konci knihy.

#### **21. Balog K.: Samovznícení (publikace ve slovenském jazyce)**

Publikace seznamuje odbornou veřejnost s problematikou hořlavosti materiálů z hlediska iniciační fáze procesu hoření. Pozornost je věnována zápalnosti tuhých a kapalných materiálů od různých zápalných zdrojů, přičemž nosnou část tvoří proces samozahřívání, samovznícení a vznícení materiálů. Publikace zpřístupňuje problematiku tepelného, chemického a biologického samovznícení a uvádí základní požárně technické charakteristiky vybraných látek se sklonem k samozahřívání a samovznícení. Značná pozornost je věnována plamennému a bezplamennému hoření lignocelulóзовých materiálů při jejich tepelném namáhání a problematice jejich zápalnosti po retardační úpravě. V práci jsou taktéž uveřejněny experimentální výsledky pokusů s nebezpečnou chemickou látkou, jako je bílý fosfor, samovznícení hořlavých kapalin nanesených na organické i anorganické nosiče a termická analýza vybraných polymerních materiálů v oxidační a inertní atmosféře.

## **22. Balog K., Kvarčák M.: Dynamika požáru**

Předkládána publikace napomáhá řešit složitou problematiku dynamiky požáru. Charakterizuje požár a zpřesňuje používanou terminologii. Zabývá se jeho vznikem, rozvojem a plným rozvinutím, také přerušením hoření a dalšími jevy, které provázejí požáry na otevřeném prostranství i v uzavřených prostorech. Ukazuje způsob využití výsledků požárních testů při hodnocení požárního nebezpečí a předkládá postupy při kvantifikaci některých parametrů požáru. Publikace je doplněna požárně technickými charakteristikami hořlavých látek a dalšími nezbytnými údaji pro provedení výpočtů.

## **23. Damec J.: Protivýbuchová prevence v zemědělství a potravinářství**

Knihla vznikla v rámci programu Copernikus stanoveného Evropskou unií k rozvoji spolupráce se zeměmi střední Evropy; byly osloveny Polská a Česká republika ve věci spolupráce na zpracování tématu „Požární a protivýbuchová prevence v zemědělství a v potravinářském průmyslu“ pod koordinací organizace Ineris - Francie. Obsahuje rozbor nebezpečí požáru a výbuchu, uvádí statistiku významných nehod a jejich příčiny, možná opatření požární a protivýbuchové prevence se zaměřením na skladování a samovznětlivé vlastnosti zemědělských a potravinářských produktů. Shrnuje francouzské a české národní předpisy vztahující se k uskladňování organických výrobků vytvářejících hořlavý prach a návod pro posuzování nebezpečí požáru a výbuchu těchto prašných provozů. Zabývá se možnostmi odlehčení a potlačení výbuchu v silech a v jejich podzemních chodbách. Popisuje způsoby skladování zrnin ve Francii a České republice.

## **24. Bartlová I.: Nebezpečné látky I**

V průmyslu, v obchodě, při přepravě i v každodenní činnosti se setkáváme s nebezpečnými chemickými látkami a chemickými přípravky (toxickými, hořlavými, výbušnými apod.), které mohou mít negativní dopad na zdraví člověka i životní prostředí. Je důležité znát a v praxi dodržovat nová zákonná opatření, v souladu s požadavky Evropské unie, při nakládání s nebezpečnými chemickými látkami a chemickými přípravky. Jedná se především o požadavky vedení evidence, označování a balení, hodnocení nebezpečnosti a způsob klasifikace nebezpečných látek. Neméně důležitá je i znalost požadavků jejich bezpečné přepravy (ADR, RID), třídění a značení nebezpečného zboží i označení dopravních prostředků, přepravní doklady. Totéž platí i pro přepravu nebezpečných odpadů. Postupně prováděné úpravy, event. změny legislativy budou vhodně zapracovány.

Využití uvedených možností k získání potřebných informací o nebezpečných látkách vytváří předpoklady pro snížení nebezpečí vzniku havárií a jejich dopadu na zdraví člověka, životní prostředí i ekonomiku. Podrobné informace pro provedení zásahu na jednotlivé typy havárií s nebezpečnými látkami jsou zpracovány v navazující publikaci (Nebezpečné látky II).

## **25. Kolektiv autorů: Likvidace ropných havárií**

Publikace je zaměřena na problematiku úniku nebezpečných kapalin ze zařízení, jejich čerpání, zachycování a likvidaci. Publikace předkládá základní příčiny úniku nebezpečných kapalin, charakterizuje jejich negativní vliv na okolí a zabývá se právními aspekty havárií s úniky nebezpečných kapalin. Dále předkládá postupy čerpání kapalin z nádrží a uvádí opatření ke snížení rizik vznikajících při těchto činnostech. Následně se zabývá problematikou utěsňování míst úniku nebezpečných kapalin ze zařízení a zachycováním kapalin. Uvádí nejčastěji používané sorbenty a prostředky určené zachycování kapalin, jejich vlastnosti a příklady použití.

## **26. Dudáček A.: Automatická detekce požáru**

Knihla se zabývá problematikou detekce vzniku požáru v uzavřených prostorech. Uvádí inženýrské nástroje založené na fyzikálně chemických, technických a prostorových parametrech, které představují další krok pro široké a efektivní využívání systémů pro detekci vzniku požáru. První část knihy je věnována místu Elektrické požární signalizace (EPS) v ochraně osob a majetku a popisu systémů EPS. V druhé a třetí části knihy jsou předloženy postupy umožňující výpočet reakční doby různých druhů hlásičů požáru na základě matematického modelování rozvoje požáru v uzavřeném prostoru. Nedílnou součástí problematiky včasné detekce vzniku požáru je i otázka

funkční spolehlivosti systémů detekce požáru. Jsou uvedeny perspektivní možnosti využití vícekritériálních a vícesenzorových hlásičů požáru. Nový pohled na využití systémů detekce požáru, např. pro zjišťování příčin vzniku požárů, představuje část zabývající se řešením inverzního problému detekce a lokalizace požáru v uzavřeném prostoru. Je představena možnost určení polohy a velikosti vznikajícího požáru na základě doby reakce několika hlásičů v daném prostoru. Závěrečná část knihy je věnována v ČR doposud opomíjeným autonomním (bytovým) hlásičům požáru.

### **27. Wichterlová J.: Chemie nebezpečných anorganických látek**

Knihy má sloužit jako doplněk k běžným učebnicím obecné a anorganické chemie. Nelze ji tedy považovat za jediný a samostatný zdroj informací o popisovaných látkách a skutečnostech.

Byla psána se záměrem upozornit na:

- a) ty vlastnosti představitelů základních druhů nebezpečných látek, jejichž znalost je pro prevenci a likvidaci nehod nutná,
- b) chemické reakce provázející hlavně hoření a hašení látek, porozumění těmto reakcím by mělo pomoci při řešení nestandardních nebezpečných situací i k pochopení smysluplnosti bezpečnostních nařízení týkajících se příslušné látky.

### **28. Šenovský M., Adamec V.: Základy krizového managementu**

Publikace se zabývá základy krizového řízení, plánování a organizací činností, komunikací, výběrem a přípravou pracovníků zejména v oblasti záchranných služeb. Předvídání a včasné řešení krizových stavů, mimořádných událostí a mimořádných situací je aktuálním problémem ekonomické rovnováhy a existenčních možností lidstva. Proto je zapotřebí zahájit přípravu lidí, kteří se budou zabývat problematikou řešení mimořádných a krizových situací, a to jak v podmínkách státní správy a samosprávy, tak i v průmyslové sféře.

*Publikace je vyprodána. Je k dispozici v knihovně VŠB – TU Ostrava.*

### **30. Bartlová I., Damec J.: Prevence technologických zařízení**

Publikace je rozdělena do tří částí. V první části vysvětluje podstatu mimořádných událostí. Je zdůrazněn význam prevence závažných havárií, systematického provádění analýz rizik technologických procesů ve světě i v ČR a řízení rizik. Stručně jsou rozebrány i některé metody identifikace nebezpečí. Obsahem části dvě je objasnění pojmů a veličin používaných pro vyjádření nebezpečných vlastností jednotlivých látkových souborů a jejich ovlivnění pracovními podmínkami. Velká pozornost je věnována aktivním i pasivním preventivním opatřením. Jejich důsledné dodržení je zárukou bezpečné práce výrobních zařízení. Ve třetí části jsou uvedeny příklady vybraných technologií.

### **31. Masařík I.: Plasty a jejich požární nebezpečí**

Publikace obsahuje následující témata: Všeobecné údaje o výrobě, vlastnostech a použití. Plastické hmoty z hlediska požární ochrany. Průvodní jevy při hoření plastických hmot. Hašení požárů plastických hmot. Snižování hořlavosti plastických hmot. Přehled zkušebních metod.

### **32. Vojta Z., Rucký E.: Osobní ochranné pracovní prostředky**

Publikace je určena všem, kteří zajišťují bezpečnost práce a ochranu zdraví při práci. Není určena jen pro bezpečnostní techniky.

Obsahuje následující témata: ochrana hlavy, ochrana uší a obličeje, ochrana dýchacích orgánů, ochrana sluchu, ochrana rukou, ochrana těla – ochranné oděvy, ochrana nohou, ochrana proti pádu osob z výšky.

### **33. Bartlová I., Pešák M.: Analýza nebezpečí a prevence průmyslových havárií II - Analýza rizik a připravenost na průmyslové havárie**

Publikace navazuje na Analýzu nebezpečí a prevenci průmyslových havárií. Jsou uvedeny mimořádné události antropogenní (havárie) i přírodní, jejich příčiny, výskyty i projevy. Rovněž jsou uvedeny dostupné informace o průmyslových haváriích s přítomností nebezpečných látek v ČR za poslední období. Je vysvětlena podstata zákona č. 353/1999 Sb., o prevenci závažných

havárií, který je aplikací směrnice Rady 96/92/EC tzv. SEVESO II direktivy, z pohledu významu zajištění prevence a připravenosti na závažné havárie i další vývoj v této oblasti v EU i v ČR. V publikaci jsou popsány metody používané pro odhad a hodnocení následků průmyslových havárií. V závěru publikace jsou vybrané metody identifikace nebezpečí i hodnocení následků využity ve zpracovaných případových studiích.

#### **34. Kotinský P., Hejdová J.: Dekontaminace v požární ochraně**

Publikace pojednává o problematice dekontaminace (dřívější název speciální očista). Dekontaminaci je věnována řadu let trvalá pozornost zejména v Armádě ČR. V požární ochraně, v důsledku narůstajícího počtu zásahů jednotek PO na nebezpečné látky, byla dekontaminace řešena zejména v letech 1992 až 1994, se zaměřením na dekontaminaci od průmyslových škodlivin a radioaktivních látek. V poslední době v souvislosti se zvýšenou hrozbou teroristických útoků biologickými látkami se zvýšila technická a organizační úroveň při provádění dekontaminace. Publikace definuje dekontaminaci, ale také její příčinu – kontaminaci. Popisuje druhy dekontaminace a metody jejího provádění. Jedná se o první publikaci zabývající se touto tematikou v požární ochraně v ČR.

#### **35. Novák P., Šoch M. a kolektiv: Záchrana zvířat II - Zásady manipulace se zvířaty**

Publikace navazuje na publikaci Záchrana zvířat a jejím cílem je poskytnout pracovníkům hasičských záchranných sborů, ale i dalším osobám, které přicházejí do styku se zvířaty v mimořádných nebo život ohrožujících situacích, nové informace, využitelné při manipulaci se zvířaty s důrazem na názorné zpracování metodiky ve formě bohaté fotodokumentace. Součástí publikace je i stručný přehled legislativy související s danou problematikou.

*Publikace je vyprodána. Je k dispozici v knihovně VŠB – TU Ostrava.*

#### **36. Šenovský M., Balog K., Hanuška Z., Šenovský P.: Nebezpečné látky II**

Publikace Nebezpečné látky II se zabývá problematikou zásahu jednotek požární ochrany v prostředí s nebezpečnými látkami. V úvodních kapitolách je pojednáno o vlastnostech nebezpečných látek, jejich označování a bezpečné manipulace s nimi. Jsou zde popsány systémy S vět, R vět a bezpečnostní značky používané jak pro přepravu, tak i na obalech nebezpečných látek. V další části jsou popsány informační a databázové systémy zabývající se informacemi o nebezpečných látkách. Poslední část publikace je věnována zásahu jednotek požární ochrany v prostředí s nebezpečnými látkami.

#### **37. Balog K.: Hasiace látky a jejich technologie (publikace ve slovenském jazyce)**

Cieľom publikácie je oboznámiť odbornú verejnosť s problematikou hasiacich látok, ktorých poznanie a správna voľba môže značne prispieť k záchrane ľudských životov a spoločenských hodnôt. Nemalý význam má i možnosť ovplyvnenia následkov požiarov a environmentálnych dopadov hasiacich látok pri ich správnej aplikácii. Pozornosť je venovaná hasiacim účinkom, fyzikálno-chemickým vlastnostiam i toxicite hasiacich látok a v nemalej miere aj ich environmentálnej akceptovateľnosti. V prílohe sú uvedené prehľady v súčasnosti dostupných hasiacich látok, ich vlastnosti a hasiace účinky i niektoré dôležité fyzikálno-chemické a požiarotechnické charakteristiky horľavých látok.

#### **38. Šenovský M. a kol.: Základy požárního inženýrství**

Publikace je zaměřena na vybrané oblasti požární ochrany. Jedná se zejména o hoření pevných a kapalných látek, dále pak o problematiku stavebních materiálů a jejich požárně technických vlastností, o požární ochranu stavebních konstrukcí. Pozornosť je také věnována základům teorie proudění plynů a požárnímu větrání. Nedílnou součástí textu jsou základy požární taktiky, které tvoří poslední část publikace. Kolektiv autorů v jednotlivých kapitolách vysvětluje základní principy hoření, požární odolnosti stavebních materiálů a konstrukcí, přes požární větrání až po přerušení hoření represivní jednotkou - požární taktiku. Jednotlivé kapitoly tvoří samostatné celky, které na sebe vzájemně nenavazují. Každá kapitola je doplněna seznamem literatury, která se danou problematikou zabývá.

### **39. Šenovský M., Adamec V.: Právní rámec krizového managementu**

Publikace Právní rámec krizového řízení má podtitul Management záchranných prací. Autoři v knize seznamují zejména příslušníky a pracovníky služeb zařazených do Integrovaného záchranného systému s právním rámcem vymezujícím oblast krizového řízení. V publikaci jsou popsány i vzájemné vazby mezi jednotlivými orgány krizového řízení. Závěr publikace je věnován hospodářským opatřením pro krizové stavy.

### **40. Šenovský M., Adamec V., Hanuška Z.: Integrovaný záchranný systém**

Předkládaný text popisuje základy koordinace záchranných a likvidačních prací v České republice, které se nazývají integrovaný záchranný systém (dále jen „IZS“). Základním právním předpisem pro IZS je nyní zákon č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému, v aktuálním znění. IZS vznikl z potřeby každodenní činnosti záchranářů, zejména při složitých haváriích, nehodách a živelních pohromách. Je to systém spolupráce a koordinace složek, orgánů státní správy a samosprávy, fyzických a právnických osob při společném provádění záchranných a likvidačních prací. Publikace se rovněž zabývá činností operačních a informačních středisek IZS, jejich rozmístěním a činností ve vztahu k základním i ostatním složkám IZS. V poslední části publikace je popsán systém havarijního plánování a vztah IZS k havarijním plánům. Text je doplněn řadou obrázků, schémat a tabulek. V příloze jsou uvedeny vzory dokumentů a výkladový slovník použitých pojmů.

### **41. Ošťádalová, T.: Zavedení tísňové linky 112 v ČR**

Předložená publikace představuje problematiku zavedení jednotného evropského čísla tísňového volání 112 v České republice. Snaží se o ucelený pohled na danou oblast, a proto se zabývá existencí čísla 112 i v podmínkách Evropské unie, popisuje nový prvek v příjmu tísňových volání, a to telefonní centra tísňového volání 112 (TCTV 112). Dále je uveden princip identifikace polohy volajícího a zpracována informace o legislativních změnách v oblasti lokalizace polohy volajícího na tísňovou linku 112. Připojený přehled použité a související literatury společně s přílohami a shrnutím na konci každé kapitoly umožňují širší využití publikace.

### **42. Kratochvílová, D., Kratochvílová D., ml. Folwarczny L.: Ochrana obyvatelstva**

Ochrana obyvatelstva je komplex opatření prováděných k ochraně obyvatelstva, zvířat, kulturních hodnot a životního prostředí. Její vznik a vývoj v ČR se datuje od přijetí zákona č. 82 Sb. ze dne 11. dubna 1935 o ochraně a obraně proti leteckým útokům, kdy byla zřízena civilní protiletecká ochrana. V současné době lze pojem ochrana obyvatelstva chápat v širším a užším slova smyslu. V užším pojetí je ochrana obyvatelstva plnění úkolů civilní ochrany, zejména varování, evakuace, ukrytí a nouzové přežití obyvatelstva a dalších opatření k zabezpečení ochrany jeho života, zdraví a majetku při mimořádných událostech a krizových situacích. V širším pojetí je ochranou obyvatelstva také příprava na mimořádné události a provádění záchranných a likvidačních prací. Opatření ochrany obyvatelstva jsou realizována základními složkami IZS a ostatními složkami IZS. Odpovědnost za provedení opatření ochrany obyvatelstva je přenesena na státní orgány, orgány samosprávy, právnické a podnikající fyzické osoby a fyzické osoby. Požadavky ochrany obyvatelstva jsou uplatňovány v územním plánování, stavebním a územním řízení.

### **43. Matoušek J., Linhart P.: CBRN – Chemické zbraně**

Knihla pojednává o vývoji a základních vlastnostech chemických zbraní a o jejich hlavní složce – otravných látkách. Přináší detailní moderní informace o zneschopňujících, dráždivých, dusivých, obecně jedovatých, zpuchřujících a nervově paralytických látkách. Charakterizuje hlavní formy a metody chemického terorismu. Ukazuje snahy o zákaz chemických zbraní, mj. úlohu Ženevského protokolu (1925) a seznamuje s Úmluvou o zákazu vývoje, výroby, hromadění a použití chemických zbraní a o jejich zničení (1993) a s jejím plněním.

### **44. Kvarčák, M.: Základy požární ochrany**

Tato publikace si dává za cíl vysvětlit principy vzniku požárů a jejich působení na okolí. Má snahu vysvětlit někdy složité procesy chemie a fyziky související se vznikem a rozvojem požáru pomocí zjednodušených a jednoduchých postupů, sjednotit výklad jevů, které charakterizují požár,

formulovat jednoduchá pravidla z hlediska předcházení vzniku požáru a postupů pro případ jeho likvidace.

**45. Kačíková D., Netopilová M., Osvald A.: Drevo a jeho termická degradácia (publikace ve slovenském jazyce)**

Publikace se zabývá dřevem a jeho použitím z hlediska protipožární ochrany a bezpečnosti. Autoři se zabývají hodnocením dřeva, popisují charakteristiky dřeva, chemické složení, fyzikální a mechanické vlastnosti dřeva za normálních podmínek a při zvýšené teplotě, se zaměřením na protipožární ochranu.

**46. Slabotinský J., Brádka S.: Ochrana osob při chemickém a biologickém nebezpečí**

Publikace seznamuje s problematikou ochrany osob proti životu nebezpečným chemickým a biologickým látkám. Zabývá se základními předpisy, uvádí nejzákladnější charakteristiky nebezpečných látek a vysvětluje základní pojmy toxikologie. Podrobněji se zabývá charakteristikou a členěním ochranných prostředků osob a způsoby dekontaminace. Velká pozornost je soustředěna na problematiku ochranné účinnosti charakterizované rezistenční dobou a plynotěsností. Část je rovněž věnována působení ochranných prostředků na organismus, způsob předávání tepla a vytváření mikroklimatu pod oděvem. V části pojednávající o dekontaminaci uvádí nejen problémy s její účinností, ale i různé druhy dekontaminačních prostředků.

*Publikace je vyprodána. Je k dispozici v knihovně VŠB – TU Ostrava.*

**47. Folwarczny L., Pokorný J.: Evakuace osob**

Publikace se zabývá úvahami nad evakuací osob z hlediska požární ochrany a ochrany obyvatelstva. Názorem, že parciální členění evakuace osob do uvedených oblastí je anachronismem, který již v současnosti nemá své opodstatnění, předkládá kniha relevantní možnosti jejího členění. Na rozbor z hlediska vymezení právními nebo technickými předpisy navazují zásady řešení objektové a plošné evakuace osob. V knize jsou popsány metody pro hodnocení evakuace osob na území České republiky a aktuální poznatky zahraničních autorů prezentované formou matematických rovnic nebo příklady modelů.

**48. Šenovský M., Adamec V., Vaněk M.: Bezpečnostní plánování**

Publikace Bezpečnostní plánování se zabývá problematikou managementu a plánování zejména v oblasti krizového řízení. Text je proto sestaven tak, aby nejdříve poskytl základní informace o oblasti managementu a plánování v obecné rovině. V dalším je pak vymezen pojem bezpečnostní plánování. Následně jsou jednotlivé oblasti plánovacích aktivit dokumentovány na požadavcích legislativy. Je zmíněna i problematika ochrany informací při plánování bezpečnosti státu. Je nutno předeslat, že se v žádném případě nejedná o úplný popis dané problematiky. Ve své podstatě to totiž ani není dost dobře možné.

**49. Matoušek J., Benedík J., Linhart P.: CBRN - Biologické zbraně**

Knihy pojednává o vývoji a základních vlastnostech biologických zbraní a jejich hlavní složce – biologických agens. Přináší detailní moderní informace o vojensky významných baktériích, virech, rickettsiích, houbách a toxinech a o principech technické a zdravotnické ochrany. Charakterizuje hlavní formy a metody biologického terorismu. Ukazuje snahy o zákaz biologických zbraní, mj. úlohu Ženevského protokolu (1925) a seznamuje s Úmluvou o zákazu výboje, výroby a hromadění bakteriologických (biologických) a toxinových zbraní a o jejich zničení (1972) a s jejím plněním.

**50. Bradáčová I.: Požární bezpečnost staveb - nevýrobní objekty**

Publikace je věnována požární bezpečnosti nevýrobních objektů. Zejména v uplynulých 30 letech se obor požární bezpečnost staveb stal uznávanou inženýrskou disciplínou. Zajištění staveb před požáry se děje pasivními i aktivními opatření, tj. situačním, dispozičním a konstrukčním řešením a funkcí požárně bezpečnostních zařízení. V souvislosti s přejímáním evropských právních a technických předpisů jsou do oboru vnášeny nové požadavky a poznatky.

### **51. Šenovský M., Adamec V., Šenovský P.: Ochrana kritické infrastruktury**

Publikace přináší autorům dostupné informace z oblasti ochrany životně důležité infrastruktury (kritické infrastruktury). Jsou zde prezentovány všeobecné informace o vývoji a současném stavu v předmětné oblasti, a to jak v České republice, tak i v zahraničí. Publikace obsahuje rovněž teoretické pasáže věnované základním principům ochrany kritické infrastruktury, stanovení kritických prvků v provozovaných systémech a možné směry k eliminaci napětí v posuzovaných systémech. Autoři nemají ambice prohlásit obsah publikace za neměnný, spíše naopak. Považují v publikaci soustředěně poznatky za příspěvek k diskusi na předmětné téma.

### **52. Kučera P., Kaiser R.: Úvod do požárního inženýrství**

Co je to požární inženýrství? Jaký je jeho vývoj? Co může přinést praxi? Na tyto a řadu dalších otázek se snaží tato kniha odpovědět. Čtenář je seznámen se současnou koncepcí požárního inženýrství včetně zásad stanovování návrhových požárních scénářů. I když je kniha členěna do kapitol, je při četbě třeba mít stále na paměti, že vše spolu souvisí. Při navrhování rozsáhlých staveb podle inženýrských metod nelze od sebe oddělit dynamiku požáru, chování stavebních konstrukcí za požáru, detekci požáru, aktivaci požárně bezpečnostního zařízení ani evakuaci osob. Autoři se snažili přiblížit téma co nejsrozumitelněji, bez zbytečných matematických rovnic, které si může dychtivější čtenář doplnit z doporučené literatury, jejíž seznam je přiřazen ke každé kapitole.

### **53. Matoušek J., Österreicher J., Linhart P.: CBRN - Jaderné zbraně a radiologické materiály**

Knihou pojednává o vývoji, hlavních typech jaderných zbraní, jejich ničivých účincích a principech technické a zdravotnické ochrany proti nim. Charakterizuje hlavní formy a metody potenciálního jaderného a radiologického terorismu. Na základě podrobné analýzy přijatých mezinárodních dohod seznamuje s výsledky regulace jaderného zbrojení a úsilím za jaderné odzbrojení.

### **54. Bojko M., Kozubková M., Rautová J.: Základy hydromechaniky a zásobování hasiv**

Publikace se zabývá základy hydromechaniky a jejími aplikacemi do specializovaného studia při výpočtů potrubí a potrubních sítí, vypouštěcích prvků (jako jsou proudnice a trysky) a čerpací techniky. Právě tyto aspekty chce autorský kolektiv zohlednit a seznámit tak čtenáře s aplikací do požární problematiky.

Základy hydromechaniky a měřicí techniky jsou rozšířeny o proudění kapalin v potrubních systémech ve stacionárním i nestacionárním stavu, teoreticky je zpracována část týkající se především čerpadel a jejich řazení. K tomu se přidružuje problematika výpustných zařízení. Poslední část je věnována globálnějšímu pohledu především na hydraulický řetězec, tj. partie obsahující teorii potřebnou k inženýrské průpravě hasiče, při čemž příprava je koncipována pro využití počítačových přístupů. Tato problematika se stále rozvíjí a začínají se zde využívat pro výsledky vědy a výzkumu v oblasti dynamiky požáru a jeho simulace.

### **55. Bradáčová I.: Požární bezpečnost staveb II. - výrobní objekty**

Publikace je věnována požární bezpečnosti výrobních objektů. Metodika posuzování požární bezpečnosti výrobních objektů vychází ze specifických znaků výrobních objektů, především ze statistického sledování požárů a umožňuje použít diferencovaný - jednodušší nebo podrobnější - přístup k posuzování výrobních objektů. V souvislosti s vydáváním nových evropských i českých právních a technických předpisů pro oblast navrhování, realizace a provozování staveb dochází jak k posunům požadavků na stavby, tak i k novému hodnocení stavebních konstrukcí a výrobků se zaměřením na jejich požární bezpečnost. Změny se budou dotýkat i aktivních požárně bezpečnostních zařízení.

### **56. Kučera P., Kaiser R., Pavlík T., Pokorný J.: Metodický postup při odlišném způsobu splnění technických podmínek požární ochrany**

Tato publikace přichází s konkrétním popisem posouzení požární bezpečnosti pomocí požárního inženýrství, proto se zde objevuje přehled používaných výpočtových postupů, sledujících určení vzniku a rozvoje požáru, stanovení reakce požárně bezpečnostních zařízení či posouzení možného

chování osob během evakuace. Nechybí ani popis stanovení návrhových požárních scénářů. Pro snazší porozumění probírané látky jsou zpracovány řešené příklady, které poukazují na praktická uplatnění předem vysvětlených pojmů.

### **57. Prouza Z., Švec J.: Zásahy při radiační mimořádné události**

Cílem této publikace je poskytnout informace (vycházející z mezinárodních doporučení - především dokumentů IAEA) složkám Integrovaného záchranného systému, které budou zasahovat v první fázi radiační mimořádné situace lokálního charakteru, a státním, místním institucím, jejichž pomoc při likvidaci následků takové události je nezbytná.

### **58. Franc R.: Bezpečnost a ochrana zdraví při práci a zásahové činnosti ve výškách a nad volnou hloubkou**

Publikace popisuje problematiku harmonizovaných ČSN EN, definuje základní taktické zásady pro bezpečné provádění zásahu ve výšce a nad volnou hloubkou lezecké skupiny a lezeckého družstva. Popisuje systém evidence materiálu a definuje kontroly a prohlídky, které musí být prováděny. Dále se věnuje charakteristice používaných materiálů a prostředků, základních lanových technik, uvádí základní uzly a jejich použití, popisuje pravidla pro práci s lanem ve vztahu především k jeho ochraně, zabývá se problematikou kotvení a vytvoření kotevních bodů. Publikace popisuje základní záchranné techniky a věnuje se popisu vybraných rizik specifických při provádění některých záchranných činností. Poslední část publikace je zaměřena na využití vrtulníků k záchranným pracím.

### **59. Matoušek J., Urban I., Linhart P.: CBRN - Detekce a monitorování, fyzická ochrana, dekontaminace**

Kniha pojednává o základních východiscích, vývoji a soudobých systémech ochrany proti toxickým látkám, ionizujícímu záření, radionuklidům a biologickým agens s důrazem na aktuální vojenské a nevojenské chemické, biologické a radiační hrozby. Podrobně rozebírá metody a prostředky v základních oblastech technické ochrany, tj. průzkumu, monitorování a laboratorní kontrole, fyzické osobní i kolektivní ochrany a dekontaminaci.

### **60. Šenovský M., Balog K.: Integrovaná bezpečnost**

Publikace se zabývá problematikou bezpečnosti. V úvodní části jsou rozepsány jednotlivé oblasti bezpečnosti a je poukázáno na nesystémový přístup praktického provádění. Hlavní důraz je kladen na bezpečnost člověka. V dalších částech je poukázáno na potřebu tyto jednotlivé dílčí bezpečnosti vzájemně propojit a řešit komplexně, protože jednotlivé subsystemy se vzájemně ovlivňují a někdy i negativně. V publikaci je představen model řízení, jedna z možností, jak danou problematiku zvládat. Dále je na příkladu uveden i model možnosti skloubení běžné provozní bezpečnostní dokumentace (BOZP, PO, ...) s dokumentací bezpečnostního plánování. Ve druhé části publikace jsou popsány závažné oblasti mimořádných událostí, které mohou výrazným způsobem ohrozit bezpečnost člověka a prostředí, ve kterém žije, a ty jsou rozpracovány podrobněji. Jedná se o oblast hoření a přerušení hoření včetně výpočtu rozvoje požáru a potřebného množství hasicích látek, problematiku hasicích pěn, zejména jejich vlivu na životní prostředí, problematiku nebezpečných látek a jejich sloučitelnosti. Poslední kapitola je pak věnována bezpečnosti jaderných elektráren.

### **61. Kadlec Z.: Průvodce sdílením tepla pro požární specialisty**

Publikace je zpracována tak, aby při cenové dostupnosti a jednoduchosti splňovala základní požadavky na praktická řešení úloh ze sdílení tepla. Je především určena požárními specialisty ze středoškolským a vysokoškolským vzděláním. Při preventivních kontrolách stávajících objektů a schvalování nových projektů musí specialista identifikovat a předvídat možné zdroje vzniku požáru, výbuchu a jiných havárií, které mohou požár nebo výbuch způsobit. Při expertizách umožňuje správná aplikace poznatků ze sdílení tepla i teoretické zdůvodnění a návrh opatření, která výrazně snižují riziko jejich vzniku. Publikace je řešena formou příručky, kde každá kapitola obsahuje:

- stručný přehled vzorců, zákonů, schémat a diagramů,



- krátký teoretický úvod,
- vyřešené příklady, které jsou pro danou problematiku typické a
- nevyřešené příklady.

V příloze jsou uvedeny tabulky nejdůležitějších fyzikálních vlastností běžných pevných látek, plynů a vodní páry.

### **62. Makeš V.: Vyhledávání osob kynologickými pátracími týmy**

Publikace komplexně řeší problematiku vyhledávání pohřešovaných osob v terénu pomocí čichových schopností psů. Zaměřuje se především na výcvik psů a taktiku práce kynologických pátracích týmů při plošném vyhledávání osob. V závěru se zabývá systémem ověřování odborné způsobilosti psovodů a psů pro tuto specializaci.

### **63. Kročová Š.: Strategie dodávek pitné vody**

Zajištění dostatečného množství pitné vody o požadovaném hydrodynamickém tlaku ve standardních podmínkách nebo krizových situacích pro územní celky je základním požadavkem na veřejné vodovody. Distribuční systémy místního a nadmístního významu musí současně splňovat strategii dodávky pitné vody v čase a požadované kvalitě. Současně musí respektovat nové poznatky, požadavky a reálné možnosti v oblasti havarijního plánování a řešení krizových situací, včetně zajištění nouzových dodávek vody v době jejího přechodného nedostatku pro obyvatelstvo, strategické subjekty a složky Integrovaného záchranného systému. Postupy k jejich dosažení jsou obsahem publikace.

### **64. Šrom I.: Zjišťování příčin požáru od elektrických iniciátorů**

Publikace napomáhá řešit problematiku vzniku požárů od elektrických iniciátorů a vybraných elektrických zařízení. Charakterizuje jednotlivé elektrické iniciátory a z hlediska statistiky porovnává podíly na vzniku požárů mezi jednotlivými druhy elektrických iniciátorů. Publikace je doplněna popisem nejčastějších závad na vybraných elektrických zařízeních, které se podílejí na vzniku požárů. V části publikace je rovněž popsán obecný postup k zajišťování vzorků z požářiště, určených k požárně technické expertize, kdy v příloze jsou zařazeny příklady protokolů provedených v rámci požárně technické expertizy. Zvláštní kapitola je věnována statické elektřině. Závěrečnou část textu publikace tvoří požární bezpečnost elektrických zařízení z pohledu právních předpisů v rámci o požární ochrany.

### **65. Kučera P., Kaiser R., Pavlík T., Pokorný J.: Požární inženýrství - Dynamika požáru**

Kniha „Požární inženýrství - dynamika požáru“ je určena všem odborníkům a studentům, kteří se zajímají o základy posouzení průběhu požáru v uzavřeném prostoru (tj. uvnitř stavebních objektů). Tato publikace přichází s konkrétním popisem vybraných statí dynamiky požáru, proto se zde objevují výpočtové postupy zaměřené na: stanovení rychlosti uvolňování tepla, výměnu plynů při požáru, vznik a rozvoj sloupce zplodin při požáru (Fire Plume), vrstvení kouře v prostoru, odhad teplot uvnitř hořícího prostoru před a po celkovém vzplanutí (flashoverem), vybrané úlohy ze sdílení tepla. Pro snazší porozumění probírané látce jsou zpracovány řešené příklady, které poukazují na praktická uplatnění předem vysvětlených pojmů. Součástí publikace je kompaktní disk, který obsahuje šablony pro výpočet řešených příkladů jednotlivých kapitol v tabulkovém procesoru Excel.

### **66. Mizerski A., Sobolewski M., Król B.: Hasicí pěny**

Publikace podává komplexní informaci o v současné době dostupných pěnidlech, jejich vlastnostech a metodách jejich zkoušení. Zabývá se návrhem použití pěn a jejich kvantifikací. Publikace se zabývá výpočty intenzity dodávky hasicích pěn, uvádí i doporučení firem vyrábějících pěnidla. Další část publikace je věnována zařízením pro podávání pěn. Publikace je určena příslušníkům HZS, technikům a inženýrům požární ochrany, ale také specialistům požární ochrany zejména v průmyslových závodech a v neposlední řadě studentům oboru požární ochrana.

### **67. Kratochvíl V., Kratochvíl M., Navarová Š., Chmel J.: Tlakové láhve z hlediska požární bezpečnosti**

Publikace je určena nejen studentům středních a vysokých škol v oboru požární ochrana nebo profesionálním či dobrovolným hasičům, ale všem lidem, kteří ke své práci potřebují získat dostatečné množství informací v rozsáhlé problematice týkající se oblasti tlakových láhví. Je tedy vhodným zdrojem informací i pro zpracovatele požárně bezpečnostních řešení, projektanty, osoby odborně způsobilé, risk managery, preventisty požární ochrany, členy preventivních požárních hlídek, skladníky, řidiče, svářeče, stavbyvedoucí a mnohé další profese.

Tlakové láhve jsou pomocníkem a při dodržování stanovených pravidel pro zacházení s nimi jsou bezpečné. Cílem autorů je zdůraznit nutnost dodržování zásad pro plnění láhví, jejich dopravu, skladování, ukládání, manipulaci, označování, manipulaci a odběr plynu. Současně jsou uvedeny možné důsledky, které mohou nastat při nedodržení stanovených pravidel, protože téměř všechny mimořádné události spojené s tlakovými láhvemi mají vazbu na selhání lidského faktoru. V publikaci se čtenář může seznámit s druhy tlakových láhví, jejich konstrukcí, barevným značením, ventily a další výstrojí. Publikace obsahuje základy průběhu výbuchového děje a jiné mimořádné události, které mohou při používání tlakových láhví nastat. Významná část publikace je věnována bezpečnostním faktorům pro zacházení s tlakovými láhvemi včetně skladování. Publikace obsahuje popis provedených praktických experimentů tepelného namáhání kovových tlakových láhví s hořlavými a hoření podporujícími plyny v podmínkách požáru, včetně analýzy získaných výsledků a bezpečnostních doporučení, která vyplynula ze získaných poznatků.

### **68. Krömer A., Musial P., Folwarczny L.: Mapování rizik**

Tato publikace popisuje metodu mapování rizik, která byla vyvinuta u Hasičského záchranného sboru Moravskoslezského kraje na základě metodiky doporučené Evropskou unií. Mapování rizik je proces, při kterém se identifikují území s různou úrovní rizika. Při mapování rizik je prováděna interakce projevů různých typů nebezpečí se zranitelností území a s úrovní připravenosti území. Mapování rizik se provádí na základě technologií geografického informačního systému s využitím statistických a numerických analýz. Výsledky mapování rizik se prezentují na speciálních mapách (mapy rizik), které umožňují identifikovat složení a úroveň rizika pro každou část území analyzovaného územního celku. Využití zpracovaného mapování rizik pro daný územní celek je široké. Mapy rizik slouží jako základní vstup do procesů havarijního a krizového plánování, podávají komplexní informaci o zatížení území riziky, jsou zdrojem analýzy ohrožení objektů a další.

### **69. Černý H.: Záchrana osob na zamrzlých hladinách**

Publikace přináší pohled na problematiku záchrany osob probořených v ledu a využitím ochranných obleků pro práci ve vodě a základních technických prostředků jednotek požární ochrany. Představuje základní postupy při záchraně osob na zamrzlých vodních plochách s důrazem na bezpečnost zachránce. V závěru je uveden rozbor výcviku složek IZS v ČR i zahraničí a také statistikou skutečných zásahů.

### **70. Klouda K.: Rizika podzemních staveb**

Tato publikace se věnuje oblasti, která získává na prioritě a to podzemním stavbám. Popisuje zásady navrhování a projekci podzemních staveb, včetně významu geotechnického průzkumu. Věnuje pozornost současným technologickým trendům výstavby. Charakterizuje nejdůležitější typy podzemních staveb, včetně jejich historie, směru vývoje a zajímavosti. Jsou vytipována rizika těchto staveb v rozdělení na rizika spojená s výstavbou, existencí, provozem a s lidským faktorem a ve vztahu k nim. Je vyzdvížen význam Báňské záchranné služby ke snížení rizika propadu a závalu podzemního díla. Druhá část publikace je rozdělena na popis konkrétních experimentů prováděných se záměrem zvýšení některých prvků bezpečnosti u podzemních staveb a na experimenty prokazující možnosti jejich zneužití v kategorii selhání lidského činitele.

### **71. Kučera P., Česelská T., Matečková P.: Požární odolnost stavebních konstrukcí**

Součástí řešení požární bezpečnosti každého objektu je navržení takové stavební konstrukce, která by v případě požáru po určitou dobu zabránila jeho šíření a zároveň byla v takové situaci schopna odolávat vznikajícím teplotám, aniž by došlo k jejímu vážnému porušení. Tato publikace by tak chtěla reagovat na požadavky dnešní technické praxe a nabídnout možnost řešit požární odolnost stavebních konstrukcí výpočtem dle evropských návrhových norem Eurokódů. Výhodou zavedených Eurokódů je legalizace případného výpočtového postupu návrhu stavebních konstrukcí na účinky požáru. Hlavním cílem publikace je poskytnout základní orientaci při návrhu požární odolnosti stavebních konstrukcí výpočtem a zpracovat soubor řešených příkladů pro snazší porozumění vysvětlených postupů. Součástí knihy je CD se šablonami pro výpočet řešených příkladů z publikace v tabulkovém procesoru Excel.

### **72. Netopilová M., Kačíková D., Osvald A.: Reakce stavebních výrobků na oheň**

Publikace reaguje na mezinárodní harmonizaci soustavy technických specifikací stavebních výrobků v oblasti reakce na oheň a evropský systém jejich klasifikace v rámci požární bezpečnosti. Jejím cílem je poskytnout dílčí informace o vývoji zkušebních testů požárně technických charakteristik stavebních materiálů a zejména podat přehled současných zkušebních metod pro stanovení reakce stavebních výrobků na oheň. Jelikož třída reakce na oheň je v úzké souvislosti s charakteristikami materiálů, obsahuje publikace i informace o závislosti fyzikálních a mechanických vlastností stavebně konstrukčních materiálů na tepelném namáhání a možnostech, které poskytují dílčí pasivní požárně ochranné systémy stavebních konstrukcí.

### **73. Kučera P., Pezdová Z.: Základy matematického modelování požáru**

Rozvoj výpočetní techniky a modelů zaměřených na simulaci požárů uvnitř objektu nám v současné době dovoluje využívat několik typů softwaru pro modelování požáru. Tato publikace by proto chtěla seznámit se základy modelování požáru v uzavřeném prostoru, kdy se čtenář dozví jak na základě analýzy problému vybrat vhodný požární model, formulovat zadání pro řešení a interpretovat výsledky modelování.

Publikace nemá svým rozsahem sloužit k předvedení široké škály matematických rovnic a přesných postupů, ale k nastínění základního konceptu matematického modelování požáru. Má snahu poukázat na praktická uplatnění požárních modelů a seznámit se základními softwarovými nástroji pro modelování požáru včetně jejich základní obsluhy. Navíc možný budoucí vývoj naznačuje možné využití některých softwarů pro modelování požární situace u velkorozměrových objektů nebo při zjišťování příčin požáru. Součástí knihy je CD s freewarovými programy a stručnými uživatelskými manuály přeloženými do češtiny.

### **74. Janošec J.: O terorismu - pro pracovníky bezpečnostního systému**

Publikace je určena pro pracovníky bezpečnostního systému (profese policistů, záchranářů, hasičů, vojáků, příslušníků zpravodajských služeb, lidí ve státní a veřejné správě), kteří se podílejí na prevenci i řešení následků teroristických činností. Shrnuje poznatky a znalosti politologie, mezinárodních vztahů, psychologie, práva, managementu a dalších disciplín pro všeobecnou orientaci profesionálů a amatérů v sekuritních oborech. Uvádí základní odborné a teoretické pohledy na terorismus, nastiňuje úskalí i specifika. Přináší nové modelové vyjádření teroristických aktivit jako návod k jeho systémovému využití pracovníky bezpečnostního systému při plnění praktických úkolů obrany a ochrany proti nebezpečným jevům, které ohrožují životy, zdraví, majetek a životní prostředí. Vyvozuje závěry pro ohrožení prostorů a objektů, protože to jsou místa, která představují praktické cíle teroristických útoků. Je stručným průvodcem informacemi o terorismu a napomáhá orientaci v literatuře k problému.

*Publikace je vyprodána. Je k dispozici v knihovně VŠB – TU Ostrava.*

### **75. Pokorný J., Toman S.: Požární větrání - větrání chráněných únikových a zásahových cest**

Publikace Požární větrání - větrání chráněných únikových a zásahových cest popisuje úvodem členění únikových cest, typy chráněných únikových cest a požadavky na jejich provedení. Následně jsou popsány základní charakteristiky jednotlivých způsobů větrání chráněných

únikových cest, na které navazuje popis návrhových principů větrání. V publikaci jsou rozvedeny národní i evropské zásady větrání chráněných únikových cest, přičemž je upozorněno na určité návrhové odchylky. Značná pozornost byla věnována výpočtovým návrhům větrání chráněných únikových a zásahových cest.

#### **76. Lukáš L. a kolektiv: Informační podpora integrovaného záchranného systému**

Monografie se zabývá problematikou informační podpory činnosti integrovaného záchranného systému. V úvodních kapitolách knihy je analyzováno určení, působnost a struktura IZS. Významnou část publikace představuje diskuse teorie a praxe informační podpory a informačního managementu. Důraz je přitom kladen především na procesní a systémový přístup využití ICT pro podporu velení, řízení a rozhodování. V další části analyzována architektura informačního systému IZS. Tato architektura zahrnuje jednotlivé informační systémy základních složek IZS. V závěrečné části publikace je objasněn způsob zajištění informační podpory činnosti základních složek IZS, tedy Hasičského záchranného sboru ČR, Policie ČR a Zdravotnické záchranné služby. Informační podpora sehrává při organizaci záchranných a likvidačních prací klíčovou roli. Digitalizace a integrace informačních systémů je jednou z cest pro její kvalitativní zlepšení.

#### **77. Rybář P.: Sprinklerová zařízení**

Publikace má za účel vysvětlit principy moderní sprinklerové ochrany jako neúčinnějšího opatření v ochraně majetku a osob. Zachycuje historický vývoj, seznamuje s komponentní skladbou sprinklerových zařízení, principy jejich návrhu a s některými aplikačními oblastmi, kde nachází sprinklerová ochrana uplatnění nejen v současnosti, ale z důvodu ekologické nekonfliktnosti i v delším časovém horizontu. Zvláštní pozornost je věnována problematice trvalé provozuschopnosti a účinnosti, která zásadním způsobem ovlivňuje přínosy a očekávání od sprinklerové ochrany. S tím souvisí i systémy kvality, které jsou implementované v EU a jsou příkladem pro jejich zavedení v ČR. Publikace přináší množství informací o významu sprinklerové ochrany pro požární prevenci a jejím celosvětovém vzestupném trendu rozšiřování.

#### **78. Pekar V.: Zjišťování příčin požárů v rámci státního požárního dozoru**

Publikace se zabývá problematikou zjišťování příčin požárů a prováděním požárně technických expertiz v rámci výkonu státního požárního dozoru příslušníky Hasičského záchranného sboru ČR. Z hlediska současné praxe popisuje některé důležité aspekty systému organizace dané činnosti a úkoly vyšetřovatelů, kteří se jí zabývají. Na základě praktických zkušeností jsou pak rozebírány otázky ohledání místa požáru, zajištěním stop, odběru vzorků a využití expertních pracovišť, které mají k této problematice přímý vztah. Podstatnou část publikace tvoří příklady využití nových metod a zařízení pro ZPP a požárně technické expertizy. Bohatou obrazovou dokumentací jsou doplněny vybrané příklady požárů, které byly realizovány oddělením zjišťování příčin požárů Technického ústavu požární ochrany.

#### **79. Šenovský M., Oravec M., Šenovský P.: Teorie krizového managementu**

Tato kolektivní monografie se zabývá základními teoretickými předpoklady krizového managementu. Jsou zde rozebrány jednotlivé fáze rizika, metody jejich rozpoznání a možné způsoby omezení jejich působení. Publikace je členěna do kapitol, kdy každá kapitola popisuje a řeší konkrétní problematiku včetně zdůraznění ekonomické stránky práce s riziky. Publikace dále představuje analytické metody vhodné k identifikaci rizika a stanovení priorit při omezení jejich působení. V závěrečných kapitolách se autoři zabývají systémovým přístupem při hodnocení rizik, přechodem od konvenčních metod posuzování rizik ke klíčovým ukazatelům výkonnosti a jsou zde představeny i modely efektivity nákladů na bezpečnost. V příloze je zpracován výkladový slovník pojmů používaných v krizovém managementu.

#### **80. Herecová L.: Chemicko-analytické metody v bezpečnostním inženýrství a požární ochraně**

Cílem této publikace je seznámit čtenáře se základními pojmy, postupy a metodami chemické analýzy, které souvisejí s požární ochranou a bezpečnostním inženýrstvím. Jsou zde popsány základní postupy klasických i instrumentálních metod chemické analýzy, které lze použít pro

identifikaci neznámých chemických látek. Čtenář této publikace může získat základní přehled v dané oblasti od odběru vzorku přes jeho analýzu až po interpretaci získaných dat. Pozornost je zaměřena nejen na metody, které se používají v chemických laboratořích, ale také na přenosné analyzátoři a detektory sloužící pro rychlou identifikaci neznámých látek v terénu.

### **81. Adamec V. a kol: Ochrana před povodněmi a ochrana obyvatelstva**

Publikace prezentuje problematiku ochrany před povodněmi. Mimo základní principy ochrany je zde věnována zvláštní pozornost některým speciálním aspektům. Jednotlivé prezentované problémy pak tvoří relativně samostatné uzavřené kapitoly. Text uvádí podrobnější informace k činnosti předpovědní a hlášené služby a roli správců povodí při ochraně před povodněmi. Zvláštní pozornost je věnována ochraně zdrojů vody před následky povodně. Je zde pojednáno rovněž o ochranných opatřeních technického charakteru, zejména výstavbě protipovodňových hrází. Jsou zde prezentovány některé aspekty z hlediska ochrany postiženého obyvatelstva, a to i ve vazbě na záchranářství, řízení různých aktivit při povodni povodňovou komisí, resp. krizovým štábem. Jako příklad dobré praxe jsou v textu shrnuty poznatky o unikátním řešení protipovodňové ochrany obce Bolatice. Nutno zmínit i připojený lexikon vybraných pojmů, které s problematikou ochrany před povodněmi souvisí. Publikace je spíše určena krizovým manažerům, kteří mají získat o dané problematice přiměřeně hluboké znalosti. Od nich se očekává, že porozumí řešením, která jim odborně připraví experti z daných oblastí.

### **82. Kročová Š.: Strategie územního plánování v technické infrastruktuře**

Monografie se v jednotlivých kapitolách zabývá strategií územního plánování na úseku strategické infrastruktury státu. V základním rozsahu popisuje způsob hodnocení rizika území, plánování obnovy po vzniku mimořádné události a způsoby ochrany některých typů technické infrastruktury před vznikem krizové situace. Na vzorovém řešení u vybraného typu technické infrastruktury čtenářům publikace deklaruje a dává návod, jak postupovat při hodnocení rizika území a technické infrastruktury v krizových situacích u různých provozovaných systémů a jak snížit sekundární škody na majetku a životním prostředí. Součástí monografie je i důležitá kapitola zabývající se požárním zabezpečením zastavěných území, průmyslových zón a dalších areálů veřejné infrastruktury měst a obcí.

### **83. Trčka M.: Provádění požárního zásahu**

Publikace kombinuje teoretické postupy hašení požáru a výpočtů sil a prostředků s postupy, které je možné uplatňovat v podmínkách reálného zásahu. Kniha vysvětluje teoretické výpočty plochy požáru a následné stanovování sil a prostředků tak, jak to umožňují stávající metodiky a jak se reálná situace na místě požáru odlišuje, zejména ve vztahu k tabulkovým hodnotám lineárních rychlostí šíření požáru a intenzitám dodávky hasiva. Kniha popisuje rozhodovací proces velitele zásahu v první fázi mimořádné události, stanovení úkolů nutných k likvidaci mimořádné události, jejich porovnání s možnostmi prvosledových jednotek, určení priorit z celkového množství úkolů, a dále stanovení množství sil a prostředků nutných pro druhou fázi zásahu, neboli řešení sekundárních cílů.

### **84. Kučera P., Pokorný, J., Pavlík T.: Požární inženýrství – aktivní prvky požární ochrany**

Využití metod požárního inženýrství je motivováno potřebou flexibilnějších způsobů projektování staveb a nutností umožnit méně nákladná řešení, zejména v případě rozsáhlých nebo jinak rizikových objektů, aniž by došlo ke snížení přijatelné úrovně bezpečnosti. Aktivní prvky požární ochrany představují jednu z významných forem zajištění stavby z hlediska požární bezpečnosti, přičemž jejich návrh je možné realizovat standardními postupy (zejm. technickými normami) nebo postupy požárně inženýrskými. Odborná publikace popisuje začlenění popisované problematiky v rámci norem ISO zabývajících se požárním inženýrstvím, základy dynamiky požáru a změnu podmínek v hořícím prostoru při uvedení jednotlivých zařízení do činnosti, filosofii návrhu jednotlivých zařízení (elektrické požární signalizace, zařízení pro odvod kouře a tepla či stabilních hasicích zařízení) a vybrané návrhové požárně inženýrské postupy. Důraz je kladen rovněž na

rozběr kombinace činnosti jednotlivých požárně bezpečnostních zařízení, jejich vzájemnou koordinaci a interakci. Součástí knihy je CD.

### **85. Bebčák P., Čapek J.: Kabelové rozvody v požární bezpečnosti staveb**

Cílem této odborné publikace je seznámit odbornou veřejnost, zejména z řad projektantů, s problematikou provedení kabelových tras a napájení elektrickou energií požárně bezpečnostních zařízení a zařízení, která musejí zůstat v případě požáru funkční v návaznosti na platnou legislativu v České republice a to zejména na vyhlášku č. 23/2008 Sb., o technických podmínkách požární ochrany staveb ve znění vyhlášky č. 268/2011 Sb. a normou ČSN 73 0848 - Požární bezpečnost staveb - Kabelové rozvody. V závěru této publikace jsou uvedeny požadavky a základní projekční pravidla na Vysokofrekvenční vyzařovací kabely sloužící pro radiové spojení složek IZS, zejména v liniových stavbách např. (kabelových kanálech, tunelech jak silničních tak železničních) a v rozsáhlých podzemních prostorách, jako jsou podzemní garáže a jiné.

### **86. Smetana M.: Humanitární pomoc při zvládnutí rozsáhlých mimořádných událostí**

Publikace popisuje rozvoj humanity a filantropie od jejich počátků až k dnešním formám poskytování pomoci lidem v nouzi. Lze se zde dočíst, co bylo předobrazem dvou hlavních směrů dárcovství a dobrovolnictví ve světě - přístupu Evropskému a přístupu Americkému. Závěrečná část publikace se zaměřuje na pomoc poskytovanou postiženým v rámci rozsáhlých mimořádných událostí, mezi jejichž původce lze v České republice řadit především povodně, orkány nebo rozsáhlé požáry ale také další živelní katastrofy a rozsáhlé havárie v průmyslu či dopravě.

### **87. Bernatík A.: Plyná a kapalná paliva a jejich nebezpečné vlastnosti z pohledu prevence závažných havárií**

Publikace shrnuje aktuální poznatky o nebezpečí nakládání s vybranými kapalnými a plynými palivy. V současnosti nejčastěji používaná paliva jsou srovnávána s alternativními palivy s potenciálním využitím v nejbližší budoucnosti. Publikace prezentuje původní výsledky analýzy rizik vybraných paliv z pohledu jejich hořlavosti, výbušnosti, případné toxicity nebo nebezpečnosti pro životní prostředí. Detailně jsou představeny výsledky modelování nebezpečných projevů na specifických příkladech. K mimořádným událostem stále dochází při skladování, přepravě či používání paliv jako je benzín, nafta, LPG, zemní plyn a dalších. Kniha si dává za cíl přispět k prevenci takovýchto havárií a nehod. Je určena pro širokou vědeckou komunitu i odborníky z praxe - složky integrovaného záchranného systému, zástupce průmyslu a dopravy nebo specialisty ze státní správy.

### **88. Kročová Š.: Bezpečnost dodávek požární vody z vodárenských systémů**

požární vody z vodárenských systémů. V základním rozsahu dokumentuje slabé a silné stránky těchto víceúčelových zdrojů požární vody pro zastavěná území měst a obcí a současně řeší problematiku dodávek požární vody z vnitřních a požárních vodovodů pro průmyslové a obchodní areály, průmyslové zóny a dodávku požární vody z vodárenských systémů pro tunelové stavby dopravních komunikací. V dalších kapitolách dává návod, jakými metodami lze provádět rizikovou analýzu, jak ověřovat hydraulickou účinnost odběrních míst požární vody a jak postupovat při vzniku mimořádných nebo krizových situací ohrožujících požární bezpečnost území. Obsahově je strukturovaná tak, aby čtenář dosáhl uceleného přehledu o dané problematice a mohl získané informace využívat v praxi.

### **89. Řehák D., Martínek B., Růžicková P.: Ochrana obyvatelstva v kontextu aktuálních bezpečnostních hrozeb**

Tato odborná monografie se zabývá problematikou ochrany obyvatelstva v kontextu aktuálních bezpečnostních hrozeb. Podstatou je prezentace současného stavu a předpokládaného vývoje systému ochrany obyvatelstva v reakci na neustále se měnící bezpečnostní prostředí České republiky. Za tímto účelem jsou v úvodu monografie prezentovány aktuální bezpečnostní hrozby a problematika vnímání rizik a komunikace o rizicích. Následuje základní deskripce současného systému ochrany obyvatelstva a jeho formování v souvislosti s koncepcí ochrany obyvatelstva. Stěžejní částí monografie je popis jednotlivých opatření ochrany obyvatelstva, kterými jsou

varování a vyrozumění, evakuace a provizorní ukrytí, a jejich předpokládaný vývoj do roku 2020. V této souvislosti je věnována pozornost také organizaci ochrany obyvatelstva a preventivně výchovné činnosti. V závěru monografie je přiblíženo plánování materiálních a finančních zdrojů pro ochranu obyvatelstva a systém hospodářských opatření pro krizové stavy.

### **90. Zavila, Kučera, Šenovský P.: Matematické modelování v prostředí bezpečnostního inženýrství**

Publikace je zaměřena na základní otázky využití metod a nástrojů matematického modelování v prostředí bezpečnostního inženýrství. Čtenáři by měla odpovědět na základní otázky typu „co, kdy, kde a jak“ použít. Práce je rozdělena do pěti hlavních částí, ve kterých je postupně představena základní terminologie a význam matematického modelování, základní principy jednotlivých typů modelů, základní pravidla práce s modely, pravidla pro vizualizaci a správnou interpretaci výsledků, a v závěru také několik praktických ukázek aplikačních úloh. Publikace je určena odborné i laické veřejnosti, a to nejen na poli bezpečnostního inženýrství. Mnoho definovaných principů je platných v jakémkoli aplikačním oboru.

### **91. Šenovský P. a kolektiv: Bezpečnost občanů a rizika v území**

Text knihy je zaměřen na problematiku bezpečnosti území. Čtenář je v knize seznámen s pohledem na nebezpečí, která mohou ohrožovat území v kontextu snižování následků katastrof. V knize jsou také nastíněny některé možné přístupy k nakládání s riziky, které v území mohou působit odlišným způsobem než na úrovni podniku. V tomto ohledu se kniha zaměřuje na vazbu mezi územní bezpečností a prevencí závažných havárií (SEVESO III), možnostmi aplikace obecných postupů analýz rizik v území např. dle ISO 31 000, řeší také některé problémy v dopravě s dopadem do území a otázky vztahu kritické infrastruktury a bezpečnosti území.

### **92. Mynarz M.: Mimořádná zatížení staveb**

Tato kniha přichází s komplexním popisem mimořádných zatížení, která se mohou vyskytnout v průběhu životnosti jednotlivých staveb. V knize je prezentován přehled používaných výpočetních postupů, které umožňují přesněji stanovit zatížení stavebních objektů od mimořádných událostí, mezi něž patří nárazy vozidel či plavidel, vnitřní nebo vnější výbuchy, požáry, případně zemětřesení. Pro snadnější porozumění publikované problematiky jsou zpracovány řešené příklady, které usnadňují praktické uplatnění uvedených výpočetních postupů. Kniha si dává za cíl přispět k upřesnění postupů návrhu a posouzení stavebních objektů vystavených účinkům mimořádných zatížení. Je určena pro širokou vědeckou komunitu, odborníky z praxe, specialisty ze státní správy nebo studenty stavebních a bezpečnostních oborů.

### **93. Věžníková H.: Samozahřívání organických materiálů**

Monotematická publikace „Samozahřívání organických materiálů“ je zaměřena na samovolné vznícení, které je jednou z příčin požárů, především u materiálů, které jsou skladovány ve velkých množstvích. Podstata samozáhřevu a dvě teorie, které vysvětlují chování materiálů při samozáhřevu jsou uvedeny v první části publikace. Další části publikace jsou věnovány samozáhřevu vybraných významných skupin materiálů. Kromě tradičních materiálů, jako je uhlí a seno nebo sláma, jsou uvedeny údaje o nebezpečí samovznícení štěpky, jako jednoho z novějších biopaliv, jehož nebezpečné chování při skladování ve větších množstvích není ještě zcela dokumentováno. V kapitole věnované samovznícení kapalin nanesených na pevných nosičích jsou diskutována nebezpečí samozáhřevu v technologických zařízeních. Publikace také obsahuje přehled metod používaných pro hodnocení sklonu materiálů k samovznícení.

# MODRÁ ŘADA:

## II. SEVESO II

Překlad „SEVESO II“ – směrnice Rady EU 96/82/EC o řízení nebezpečí závažných havárií s nebezpečnými látkami.

## VIII. SEVESO III

Novelizace SEVESO II – směrnice Rady EU 96/82/EC, o řízení nebezpečí závažných havárií s nebezpečnými látkami.

## X. Procházková D.: Bezpečnost lidského systému

Bezpečnost v komplexním pojetí je dnes chápána jako soubor opatření pro zachování, ochranu a rozvoj chráněných zájmů, který vytváří základnu pro bezpečí a veškerý rozvoj lidského systému. Cílem předložené knihy je shrnout dosavadní poznání v předmětné oblasti a popsat základní nástroje pro zajištění bezpečí a udržitelného rozvoje lidského systému. Kniha poskytuje teoretickou základnu a východiska také pro krizové řízení, které je chápáno jako integrální součást řízení bezpečnosti lidského systému. Práce se soustřeďuje na popis, utřídění a charakteristiky metod rizikové analýzy, protože jimi se vytváří datová základna pro veškeré úvahy o bezpečí a o udržitelném rozvoji lidského systému. Pro sjednocení pracovních postupů jsou používány obecné/nadřazené definice pojmů. Toto sjednocení teoretické základny umožňuje sjednotit i opatření v praxi a snadno vyloučit ta opatření, která se používají při aplikaci dílčích postupů či při ochraně jen jednoho chráněného zájmu a v konečné bilanci nejsou optimální pro jiné chráněné zájmy, a nebo dokonce působí významné dopady na jiný chráněný zájem. Jsou posouzeny schopnosti softwarových nástrojů pro stanovení scénářů chemických havárií a povodní.

## XI. Procházková D.: Metodika pro odhad nákladů na obnovu majetku v územích postižených živelní nebo jinou pohromou

Základním nástrojem pro vytvoření bezpečného lidského systému je budování integrální bezpečnosti, tj. bezpečnosti, která dbá na všechny důležité aspekty tohoto systému a která zajišťuje bezpečí a udržitelný rozvoj tohoto systému. Předložená publikace obsahuje charakteristiky živelních a jiných pohrom, které se mohou vyskytnout v České republice. Dále obsahuje soubor opatření pro prevenci, zmírnění a odstranění dopadů živelních či jiných pohrom. Pro vytváření přijatelné bezpečnosti navrhuje implementaci programu preventivní ochrany proti dopadům, které vzniknou nebo mohou vzniknout při možných nouzových a krizových situacích. Metodika pro odhad nákladů na obnovu majetku v územích postižených živelní nebo jinou pohromou se skládá z dvanácti provázaných metodik, které tvoří systémový nástroj a jejich aplikace zajišťuje odpovědi na základní otázky, na které veřejná správa potřebuje při rozhodování znát odpovědi. Metodiky jsou postavené na současném světovém odborném poznání a na zkušenostech vyspělých zemí a jsou vytvořené pro podmínky České republiky.

## XII. Procházková D.: Seismické inženýrství na prahu třetího tisíciletí

Posláním publikace je poskytnout základní informace o zemětřeseních a o jejich dopadech, přehled opatření (včetně občanských), která vedou ke zmírnění dopadů zemětřesení, ucelený přehled o problematice seismického inženýrství, odkazy na odbornou literaturu, ve které lze získat detailní údaje a poznatky.

## XIII. Bartlová I.: Prevence a připravenost na závažné havárie

Od vydání Analýzy nebezpečí a prevence průmyslových havárií II - Analýza rizik a připravenost na průmyslové havárie došlo k podstatným změnám v legislativě, především v oblasti prevence závažných havárií. Byl vydán zákon č. 59/2006 Sb., o prevenci závažných havárií, který je aplikací novelizované směrnice Rady 96/92/EC, tzv. SEVESO II direktivy (směrnice Rady 2003/105/EC). Z tohoto důvodu je vysvětlen vývoj v legislativě pro oblast prevence a připravenosti na závažné havárie v Evropské unii i České republice a hlavní pozornost je zaměřena na požadavky zákona č. 59/2006 Sb., o prevenci závažných havárií a jeho prováděcích předpisů.



#### **XIV. Bartlová I.: Vývoj v oblasti nebezpečných látek a přípravků**

V problematice zajištění bezpečnosti chemických látek a chemických přípravků (směsí) docházelo a dochází k inovacím legislativy. Bylo přijato nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 1907/2006 o registraci, hodnocení, povolování a omezování chemických látek a o zřízení Evropské agentury pro chemické látky - nařízení REACH a tím došlo i k úpravě zákona č. 356/2003 Sb. o chemických látkách a chemických přípravcích, ve znění novelizačního zákona č. 371/2008 Sb. Dále bylo přijato nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 1272/2008 o klasifikaci, označování a balení látek a směsí a o změně směrnice 67/548/EHS a nařízení (ES) č. 1907/2006 - nařízení CLP. Je pochopitelné, že i přijetí nařízení CLP souvisí s potřebnou úpravou zákona o chemických látkách a chemických přípravcích. Byl vydán zákon č. 350/2011 Sb., o chemických látkách a chemických směsích (chemický zákon) a jeho prováděcí předpis - vyhláška MPO č. 402/2011 Sb., o hodnocení nebezpečných vlastností chemických látek a chemických směsí a balení a označování nebezpečných chemických směsí. Z uvedených důvodů bylo nutné přepracovat a upřesnit původní publikaci Vývoj v oblasti nebezpečných látek a přípravků (směsí), která i nadále doplňuje Nebezpečné látky I.

#### **XV. Kratochvíl M., Kratochvíl V.: Technické prostředky požární ochrany**

Publikace má za cíl představit přehled v současné době používaných technických prostředků u jednotek PO včetně základních souvisejících údajů. Publikace je zpracována na základě teoretických znalostí a letitých praktických zkušeností obou autorů. Je určena studentům v oboru požární ochrana, hasičům i strojníkům v jednotkách PO a jejich velitelům. Současně je určena také hasičům v prevenci a kontrolní činnosti jako pomůcka při posuzování požárně bezpečnostních řešení (posuzování možností zásahů jednotek PO), projektantům požární bezpečnosti staveb a osobám odborně způsobilým při odborné přípravě preventivních požárních hlídek a požárních hlídek. Záměrem je všem čtenářům přiblížit některé pro praktiky základní a zdánlivě jednoduše zapamatovatelné údaje.

#### **XVI. Kulhavý M.: Metodika plnění disciplín požárního sportu**

Knihy popisuje historii vývoje požárního sportu v České republice a bývalém SSSR. Názorně ukazuje bezpečné technické provedení výstupu do 4. podlaží cvičné věže a běhu na 100 m s překážkami mužů i žen. Rozebírá základní plán celoroční přípravy za použití dlouhodobě vyzkoušených metod. Vytváří základní metodický postup pro zvyšování výkonnosti doporučený začínajícím závodníkům i trenérům. Uvádí základní metody regenerace a obnovení sil organismu zatíženým požárním sportem. Udává základní popis významu výživy ve sportu obecně. Popisuje bezpečnost při tréninku za použití správné výstroje.

#### **XVII. Kratochvíl V., Navarová Š., Kratochvíl V.: POŽÁRNĚ BEZPEČNOSTNÍ ZAŘÍZENÍ VE STAVBÁCH - Stručná encyklopedie pro jednotky PO, požární prevenci a odbornou veřejnost**

Orientace v oblasti požární bezpečnosti staveb a technologií vyžaduje široký komplex teoretických znalostí a praktických zkušeností. Konkrétní provedení požárně bezpečnostního zařízení nelze navrhnout, realizovat a provozovat bez praktických zkušeností, které lze jen obtížně v obecné formě popsat v technických či právních předpisech. Nové a modernější technologie jednotlivých požárně bezpečnostních zařízení umožňují jejich lepší využití a možné propojení s dalšími technologickými zařízeními. To s sebou ale přináší vícečetné varianty možných stavů, kdy vzhledem k poměru jejich počtu a kombinací může vzniknout kombinace nežádoucí. Proto se problematice systémové integrity požárně bezpečnostních zařízení musí věnovat stejná pozornost, jako každému jednotlivému požárně bezpečnostnímu zařízení. V obsahu knihy jsou v oblasti systémové integrity požárně bezpečnostních zařízení uvedeny základní principy posuzování, které zohledňují nejpoužívanější postupy. Úvodní kapitoly knihy jsou věnovány základům oboru požární bezpečnosti staveb a technologií, stavbám a jejich částem. Další kapitoly obsahují stěžejní informace a principy funkce konkrétních požárně bezpečnostních zařízení. Na závěr je představena činnost složek IZS při mimořádných událostech, ať již vyvolaných absencí požárně bezpečnostních zařízení nebo přírodními vlivy. Kniha je určena studentům škol oboru požární

ochrana, bezpečnostního inženýrství, technického zařízení budov, pozemního stavitelství, dále pro odbornou přípravu v jednotkách požární ochrany, pro rozšíření znalostí zasahujících hasičů, pro stavební prevenci, kontrolní činnost, projektantům, investorům a široké odborné veřejnosti. Publikace je v pevné vazbě.

*Publikace je vyprodána.*

### **XVIII. Procházková D.: Metody rizikového inženýrství**

Předložená monografie se skládá ze dvou základních částí. V první písemné jsou kromě úvodu, závěru a seznamu použité literatury kapitoly: charakteristika rizika a způsoby jeho řízení; současné inženýrské disciplíny zaměřené na bezpečnost, jejich cíle a vztahy; požadavky na data; vybrané specifické pojmy, techniky řízení a inženýrství zaměřené na bezpečnost a odvozené na základě dobré praxe; způsoby řešení problémů a jejich nároky; metody, nástroje a techniky používané v řízení rizik, řízení bezpečnosti a v inženýrských disciplínách, které jsou zaměřené na bezpečnost. V druhé části na CD ROM jsou popsány specializované vybrané metody, nástroje a techniky používané v řízení a v inženýrských disciplínách zaměřených na bezpečnost, shrnutí a seznam použité literatury. Cílem práce není filozofovat, ale naučit postupy, které používají inženýrské disciplíny k zajištění bezpečnosti. Proto jsou sjednoceny pohledy na klíčové parametry stanovení, analýzy a řízení rizik, protože různé obory a disciplíny přistupují k rizikům různým způsobem a často zavádí idiosynkratický jazyk a terminologii a znovu objevují existující metodiky. Vysvětluje problematiku dat a shrnuje nároky na data a datové soubory, které musí být splněny, aby získané výsledky byly věrohodné, a proto se musí v praxi ověřovat. Tematicky strukturalizuje metody a uvádí příklady z praxe.

### **XIX. Řehák D., Folwarczny L.: Východiska technického a organizačního zabezpečení ochrany obyvatelstva**

Tato kolektivní monografie se zabývá problematikou technického a organizačního zabezpečení opatření ochrany obyvatelstva v České republice. Její podstatou je zejména souhrnné představení historických souvislostí a východisek současného systému, který je neustále modernizován a přizpůsobován potřebám soudobého bezpečnostního prostředí České republiky. V rámci monografie jsou podrobněji rozpracovány vybrané významné technické a organizační aspekty jednotlivých opatření ochrany obyvatelstva, kterými jsou především varování a informování obyvatelstva, zabezpečení dlouhodobé evakuace, nouzové zásobování pitnou vodou, historie a současnost ukrytí obyvatel a ukrytí obyvatelstva improvizovaným způsobem.

### **XX. Adamec V., Řehák D., Černá L.: Základy organizace a řízení bezpečnosti v ČR**

Publikace se zabývá problematikou organizace a řízení bezpečnosti v České republice. Je koncipována do vzájemně navazujících oblastí, které jsou orientovány na pojetí bezpečnosti, bezpečnostní strategie, právní prostředí pro zajištění bezpečnosti státu, role veřejné správy při zajišťování bezpečnosti, bezpečnostní systém státu, veřejný pořádek a vnitřní bezpečnost státu, bezpečnostní management a ochrana informací, obranu státu, systém zdolávání mimořádných událostí, krizové řízení v České republice, integrovaný záchranný systém, bezpečnostní plánování a financování bezpečnosti, ochrana obyvatelstva. Cílem této publikace je tedy přiblížit studentům vysokých škol, ale i široké a odborné veřejnosti, problematiku bezpečnostní politiky při řešení úloh spojených s bezpečností území a tím i státu.

### **XXII. Adamec V.: Krizové štáby veřejné správy**

Monografie přibližuje některé z problémů, které jsou spojeny s fungováním krizových štábů veřejné správy. Obsahově jsou v textu zařazeny aktuální poznatky o fungování krizových štábů v obecné rovině. Zvláštní část textu je věnována zásadám organizace a řízení krizových štábů na úrovni obcí s rozšířenou působností. Zejména pak činností probíhajícím v rámci stálé pracovní skupiny krizového štábu. Krátce je rovněž zmíněna problematika vzdělávání osob zařazených do krizových štábů. Monografie má posloužit zejména zaměstnancům ve veřejné správě a složkách integrovaného záchranného systému k přípravě na jejich působení ve stálých pracovních skupinách

krizových štábů. Řadu podnětů zde naleznou osoby zajišťující bezpečnost v soukromé sféře a studenti bezpečnostních oborů.

### **XXIII. Chmelíková K., Adamec V.: Katalog grafických značek pro ochranu obyvatelstva, integrovaný záchranný systém a krizové řízení**

Monografie je věnována problematice zpracovávání grafických částí vybraných bezpečnostních dokumentů. Obsahově jsou v textu zařazeny aktuální poznatky o stavu dokumentačních činností s využitím grafiky v rámci záchranářství a krizového řízení v ČR a v zahraničí. Část textu je věnována zásadám pro tvorbu grafických značek, a to zejména s přihlédnutím k potřebám vedení dokumentace krizového štábu veřejné správy. Samostatnou částí je přehled grafických značek vhodných pro použití při tvorbě grafických částí bezpečnostní dokumentace. Monografie má posloužit zejména zaměstnancům ve veřejné správě a ve složkách integrovaného záchranného systému, kteří se podílejí na přípravě bezpečnostní dokumentace, a osobám zařazeným do štábů velitelů zásahu při zásazích IZS a do krizových štábů veřejné správy. Řadu podnětů zde naleznou osoby zajišťující bezpečnost v soukromé sféře a studenti bezpečnostních studijních oborů. Je nutno předeslat, že se v žádném případě nejedná o úplný popis dané problematiky. Ve své podstatě to totiž ani není dost dobře možné. A to z řady důvodů. Publikace je na CD.

### **XXIV Kirschman E.: Život s hasičem. Vše, co by měla vědět rodina hasiče.**

Jak se mohou rodiny hasičů vyrovnat se stresem, který přináší jejich zaměstnání? Jak zvládat obavy a strach, které přicházejí během dlouhých hodin odloučení od manžela? Kam se obrátit, když se dostanete do obtížné situace? Tato praktická, přesto citlivě napsaná příručka od Dr. Elleny Kirschman představuje první svépomocnou knihu zaměřenou na otázky a problémy, které v současnosti řeší rodiny hasičů. Od vlivu, který může mít práce na směny na vaše manželství, přes prožitky, které doprovází případná fyzická zranění a traumata, až po způsoby, jak zacházet s pracovním stresem a jak doma řešit konflikty, k tomu všemu kniha poskytuje návod – jak pomoci sobě, svému partnerovi a svým dětem vyrovnat se se všemi aspekty této výjimečné profese.

## **MIMO EDICI SPBI SPEKTRUM:**

### **Konspiky odborné přípravy jednotek požární ochrany I, II**

Metodická pomůcka pro odbornou přípravu jednotek požární ochrany.

### **Bojový řád jednotek požární ochrany**

Doporučené postupy pro zásahy jednotek požární ochrany při zdolávání mimořádných událostí.

### **Řád výkonu služby v jednotkách požární ochrany**

Technická služba, Strojní služby, Chemická služba, Spojová a informační služba.

### **Koncepce řešení protivýbuchové prevence v podmínkách průmyslových provozů**

První část publikace se zabývá rozborem podmínek vzniku výbuchu a výčtem základních používaných pojmů a definic, které se vztahují k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci. Popisuje požárně technické a výbuchové charakteristiky látek a jejich význam při řešení protivýbuchové prevence průmyslových provozů. Definuje základní právní a normativní předpisy pro tuto oblast a jejich návaznost na předpisy Evropského parlamentu a Rady. Druhá část čtenáři podává základní informace o problematice analýzy rizik, včetně uvedení praktických příkladů analýz vybraných strojních, elektrických a neelektrických zařízení. Je zde rovněž proveden rozbor problematiky elektrických a neelektrických zařízení a ochranných systémů určených pro provoz v prostředí s nebezpečím výbuchu z pohledu jejich certifikace. Třetí část je věnována rozboru iniciačních zdrojů, způsobům praktického řešení protivýbuchové ochrany průmyslových provozů a rozboru příčin dosavadních průmyslových havárií, spojených s výbuchy v průmyslových provozech. Závěrečná část je věnována řešení problematiky protivýbuchové prevence v oblasti důlních provozů. Zabývá se rozborem legislativy vztahující se k zajištění bezpečnosti a ochrany

zdraví při práci a riziky výbuchu v důlních provozech. V závěru je pak uveden rozbor vybraných nehod v důlních provozech, souvisejících s požárem/výbuchem.

## SOFTWARE:

**Databáze Nebezpečné látky**, *Cena: 3 900,- Kč bez DPH*



Databáze Nebezpečné Látky umožňuje získat základní informace o nebezpečných látkách. Databáze i obslužný program je koncipován tak, aby kladl na uživatele minimální nároky. Získané informace lze prohlížet na obrazovce a tisknout na tiskárně. Databáze je postupně aktualizována Sdružením požárního a bezpečnostního inženýrství, které po dohodě s Ředitelstvím HZS ČR, převzalo nad ní odbornou gesci. Základní informace o nebezpečných látkách jsou tvořeny:

Homel, ADR (včetně R vět, S vět a CAS number), Hazchem, Diamant, výběrech protichemických obleků a dekontaminačních roztoků, výstražné tabulky a podobně. Program je dodáván na CD s příručkou uživatele. K databázi lze dokoupit rozšiřující modul - **odhad slučitelnosti látek**.

# CENÍK KNIH EDICE SPBI SPEKTRUM

Číslo knihy	Autor	Název	Cena
2	Blahož, Kadlec	Základy sdílení tepla	105,-
4	Kalousek	Základy fyzikální chemie hoření, výbuchu a hašení	160,-
6	Kvarčák	Požární taktika v příkladech	160,-
7	Bartlová, Balog	Analýza nebezpečí a prevence průmyslových havárií	160,-
8	Damec	Protivýbuchová prevence	160,-
9	Lošák, Dohnal	Technické prostředky požární ochrany I (vyprodáno)	
10	Šenovský, Tkačíková	Informační zdroje sítě Internet	80,-
11	kolektiv autorů	Záchrana zvířat I	80,-
12	Šenovský, Prokop, Bebčák	Větrání objektů	170,-
13	Hanuška	Organizace jednotek PO	130,-
14	Šváb	Základy pracovní a inženýrské psychologie hasiče	85,-
15	Balog, Bartlová	Základy toxikologie	140,-
16	Rucký	Průmyslové lezectví a záchranářství	170,-
17	Bebčák	Požárně bezpečnostní zařízení	160,-
18	Orlíková, Štroch	Chemie procesů hoření	130,-
19	Lošák	Technické prostředky požární ochrany II	140,-
21	Balog	Samovznietenie	150,-
22	Balog, Kvarčák	Dynamika požáru	130,-
23	kolektiv	Protivýbuchová prevence v potravinářství a zemědělství	190,-
24	Bartlová	Nebezpečné látky I	160,-
25	kolektiv	Likvidace ropných havárií	130,-
26	Dudáček	Automatická detekce požáru	130,-
27	Wichterlová	Chemie nebezpečných anorganických látek	80,-
30	Bartlová, Damec	Prevence technologických zařízení	170,-
31	Masařík	Plasty a jejich požární nebezpečí	160,-
32	Vojta, Rucký	Osobní ochranné pracovní prostředky	170,-
33	Bartlová, Pešák	Analýza nebezpečí a prevence prům. havárií II – Analýza rizik a připravenost na prům. havárie	140,-
34	Hejdová, Kotinský	Dekontaminace v PO	130,-
35	Novák a kol.	Záchrana zvířat II. (vyprodáno)	
36	Kolektiv autorů	Nebezpečné látky II	160,-
37	Balog	Hasiace látky a jejich technologie	105,-
38	Šenovský a kol.	Základy požárního inženýrství	160,-
39	Adamec, Šenovský	Právní rámec krizového managementu	105,-
40	Šenovský a kol.	Integrovaný záchranný systém	130,-
41	Ošťádalová	Zavedení tísňové linky 112 v ČR	75,-
42	Kratochvílová	Ochrana obyvatelstva	130,-
43	Matoušek, Linhart	CBRN – chemické zbraně	140,-
44	Kvarčák	Základy požární ochrany	160,-
45	Kačíková a kol.	Drevo a jeho termická degradácia	75,-

46	Slabotinský, Brádka	Ochrana osob při chemickém a biologickém nebezpečí (vyprodáno)	
47	Folwarczny, Pokorný	Evakuace osob	110,-
48	Šenovský a kol.	Bezpečnostní plánování	85,-
49	Matoušek a kol.	CBRN – Biologické zbraně (vyprodáno)	
50	Bradáčová	Požární bezpečnost staveb I – nevýrobní objekty	190,-
51	Šenovský a kol.	Ochrana kritické infrastruktury	130,-
52	Kučera, Kaiser	Úvod do požárního inženýrství	160,-
53	Matoušek, Österreicher, Linhart	CBRN – Jaderné zbraně a radiologické materiály	160,-
54	Bojko, Kozubková, Rautová	Základy hydromechaniky a zásobování hasivy	170,-
55	Bradáčová	Požární bezpečnost staveb II – výrobní objekty	160,-
56	Kučera, Kaiser, Pavlík, Pokorný	Metodický postup při odlišném způsobu splnění technických podmínek požární ochrany	160,-
57	Prouza, Švec	Zásahy při radiační mimořádné události	105,-
58	Franc a kolektiv	Bezpečnost a ochrana zdraví při práci a zásahové činnosti ve výškách a nad volnou hloubkou	170,-
59	Matoušek, Urban, Linhart	CBRN – Detekce a monitorování, fyzická ochrana, dekontaminace	170,-
60	Šenovský, Balog	Integrální bezpečnost	130,-
61	Kadlec	Průvodce sdílením tepla pro požární specialisty	105,-
62	Makeš	Vyhledávání osob kynologickými pátracími týmy	170,-
63	Kročová	Strategie dodávek pitné vody	160,-
64	Šrom	Zjišťování příčin požáru od elektrických iniciátorů	130,-
65	Kučera a kol.	Požární inženýrství – Dynamika požáru	160,-
66	Mizerski a kol.	Hasicí pěny	170,-
67	Kratochvíl V. a kolektiv	Tlakové láhve z hlediska požární bezpečnosti	210,-
68	Krömer, Musial, Folwarczny	Mapování rizik	180,-
69	Černý	Záchrana osob na zamrzlých hladinách	85,-
70	Klouda	Rizika podzemních staveb	190,-
71	Kučera a kol.	Požární odolnost stavebních konstrukcí	170,-
72	Netopilová a kol.	Reakce stavebních výrobků na oheň	150,-
73	Kučera, Pezdová	Základy matematického modelování požáru	150,-
74	Janošec	O terorismu - pro pracovníky bezpečnostního systému (vyprodáno)	
75	Pokorný, Toman	Požární větrání - větrání chráněných únikových a zásahových cest	130,-
76	Lukáš a kolektiv	Informační podpora integrovaného záchranného systému	180,-
77	Rybář	Sprinklerová zařízení	140,-
78	Pekar a kolektiv	Zjišťování příčin požárů v rámci státního požárního dozoru	150,-
79	Šenovský a kolektiv	Teorie krizového managementu	130,-

80	Herecová	Chemicko-analytické metody v bezpečnostním inženýrství a požární ochraně	150,-
81	Adamec a kolektiv	Ochrana před povodněmi a ochrana obyvatelstva	180,-
82	Kročová	Strategie územního plánování v technické infrastruktuře	180,-
83	Trčka	Provádění požárního zásahu	160,-
84	Kučera, Pokorný, Pavlík	Požární inženýrství - aktivní prvky požární ochrany	130,-
85	Bebčák, Čapek	Kabelové rozvody v požární bezpečnosti staveb	180,-
86	Smetana	Humanitární pomoc při zvládnání rozsáhlých mimořádných událostí	130,-
87	Bernatík	Plynná a kapalná paliva a jejich nebezpečné vlastnosti z pohledu prevence závažných havárií	130,-
88	Kročová	Bezpečnost dodávek požární vody z vodárenských systémů	160,-
89	Řehák, Martínek, Růžičková	Ochrana obyvatelstva v kontextu aktuálních bezpečnostních hrozeb	160,-
90	Zavila, Kučera, Šenovský P.	Matematické modelování v prostředí bezpečnostního inženýrství	130,-
91	Šenovský P. a kolektiv	Bezpečnost občanů a rizika v území	160,-
92	Mynarz	Mimořádná zatížení staveb	130,-
93	Věžníková	Samozahřívání organických materiálů	130,-
II	kolektiv	SEVESO II	40,-
VIII	kolektiv	SEVESO III	40,-
X	Procházková	Bezpečnost lidského systému	130,-
XI	Procházková	Metodika pro odhad nákladů na obnovu majetku v územích postižených živelní nebo jinou pohromou	190,-
XII	Procházková	Seismické inženýrství na prahu třetího tisíciletí	110,-
XIII	Bartlová	Prevence a připravenost na závažné havárie	45,-
XIV	Bartlová	Vývoj v oblasti nebezpečných látek a přípravků	60,-
XV	Kratochvíl M, Kratochvíl V.	Technické prostředky požární ochrany	230,-
XVI	Kulhavý	Metodika plnění disciplín požárního sportu	130,-
XVII	Kratochvíl V., Navarová Š., Kratochvíl M.	Požárně bezpečnostní zařízení ve stavbách - Stručná encyklopedie pro jednotky PO, požární prevenci a odbornou veřejnost (vyprodáno)	
XVIII	Procházková	Metody rizikového inženýrství	180,-
XIX	Řehák, Folwarczny	Východiska technického a organizačního zabezpečení ochrany obyvatelstva	120,-
XX	Adamec, Řehák, Černá	Základy organizace a řízení bezpečnosti v ČR	130,-
XXII	Adamec	Krizové štáby veřejné správy	130,-
XXIII	Chmelíková, Adamec	Katalog grafických značek pro ochranu obyvatelstva, integrovaný záchranný systém a krizové řízení	120,-
XXIV	Kirschman	Život s hasičem. Vše, co by měla vědět rodina hasiče	170,-

		Konspékty odborné přípravy I	220,-
		Konspékty odborné přípravy II	220,-
		Bojový řád jednotek PO – komplet	320,-
		Řád výkonu služeb jednotek PO	130,-
		Koncepce řešení protivýbuchové prevence v podmínkách průmyslových provozů	260,-



Distribuci publikací na Slovensku zajišťuje  
**PBS projekt, s.r.o.**  
 Knihy si můžete zakoupit na:  
<http://www.pbs-knihy.sk/>

## PLÁN KONFERENCÍ POŘÁDANÝCH FBI A SPBI, Z.S.



**OCHRANA OBYVATELSTVA**

31. leden - 1. únor 2018

**BEZPEČNOST A OCHRANA ZDRAVÍ PŘI PRÁCI**

18. - 19. duben 2018

**POŽÁRNÍ BEZPEČNOST STAVEBNÍCH OBJEKTŮ**

26. duben 2018

**POŽÁRNÍ OCHRANA**

5. - 6. září 2018



# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.





## Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

V ýznamné profesní nakladatelství a vydavatelství původní odborné literatury v oblasti bezpečnostního inženýrství v ČR.

Publikace z oblasti požární ochrany, bezpečnosti průmyslu, bezpečnostního plánování a ochrany obyvatelstva nabízíme v internetovém obchodě - [www.spbi.cz](http://www.spbi.cz).

Dále pro širokou odbornou veřejnost organizujeme konference a semináře.



# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

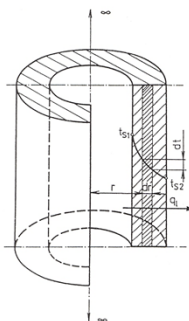
Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **2.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

VLADIMÍR BLAHOŽ  
ZDENĚK KADLEC

## ZÁKLADY SDÍLENÍ TEPLA



### O knize

Publikace je určena specialistům, kteří se zabývají protipožární a bezpečnostní problematikou. Vysvětluje metody a postup při řešení stacionárního a nestacionárního vedení a postupu tepla tělesy. Pozornost je věnovaná objasnění a matematickému vyjádření tepelného působení na povrch těles konvekcí a radiací.



# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **4.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

JAROSLAV KALOUSEK

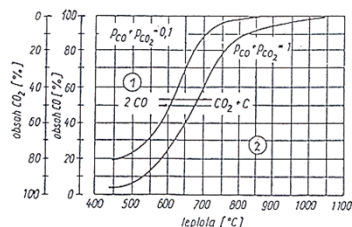
## ZÁKLADY FYZIKÁLNÍ CHEMIE HOŘENÍ, VÝBUCHU A HAŠENÍ

$$K_p = \frac{p_{CO}^2}{p_{CO_2}}$$

$$P = p_{CO} + p_{CO_2}$$

$$x_{CO} = \frac{p_{CO}}{P} = \frac{1 - \alpha}{1 + \alpha}$$

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_p}{K_p + 4P}}$$



2. vydání

## O knize

Hoření, výbušné přeměny, hašení jsou děje, podmíněné přednostně chemickými reakcemi. Tepelný efekt, složení produktů, rychlosti fyzikálních a chemických procesů, podmínky jejich podpory nebo potlačení, vypařování kapalin, vznik plyných, kapalných a prašných soustav, jejich meze, inertizace, přechod hoření v detonaci a jiné jsou témata, kterými se tato publikace zabývá.



# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz



## O knize

Kniha má za cíl ukázat postupy stanovení rozsahu a plochy požáru, potřebného množství sil a technických prostředků na dopravu hasebních látek a na hašení při použití vody, pěny a inertních plynů. Na základě teoretických postupů, zjednodušených modelů a praktických zkušeností ze zásahové činnosti překládá tato sbírka postupy řešení, jak s pomocí výpočetních vzorců kvantifikovat potřebu sil a prostředků při hašení.



# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

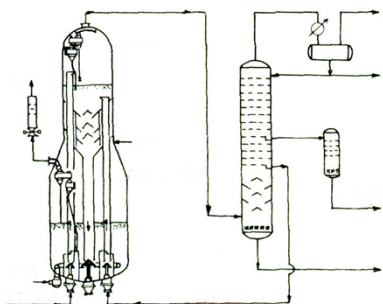
EDICE SPBI SPEKTRUM

7.

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

IVANA BARTLOVÁ  
KAROL BALOG

## ANALÝZA NEBEZPEČÍ A PREVENCE PRŮMYSLVÝCH HAVÁRIÍ I.



2. vydání

### O knize

V této publikaci je proveden rozbor známých průmyslových havárií a jejich příčin, vysvětlen postup při analýze rizika včetně důvodů provedení se zaměřením na metody identifikace a hodnocení nebezpečí. Pozornost je věnována i aplikaci směrnice EU 96/82/EEC tzv. SEVESO II direktivy do zákona o prevenci a likvidaci průmyslových havárií.





# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

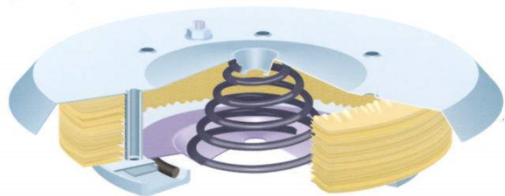
Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

**EDICE SPBI SPEKTRUM 8.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

JAROSLAV DAMEC

## **PROTIVÝBUCHOVÁ PREVENCE**



### **O knize**

Autor rozdělil obsah problematiky protivýbuchové prevence do dvou částí. První část je věnována objasnění pojmu výbuch, příklady vytváření výbušných směsí... Ve druhé části shrnuje současné možnosti zabránění vzniku podmínek výbuchu, resp. pro případy, kde to není možné nebo by to nebylo vhodné, možnosti konstrukční protivýbuchové ochrany.



# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **10.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

DANIELA TKAČÍKOVÁ  
MICHAEL ŠENOVSKÝ

## INFORMAČNÍ ZDROJE SÍTĚ INTERNET



### O knize

Publikace z roku 1998 je pojata z pohledu uživatele, který se seznamuje s internetem a zejména s jeho možnostmi se zaměřením na požární ochranu. Obsahuje: základní služby a aplikace sítě internet, vyhledávání informačních zdrojů v prostředí WWW, vyhledávací nástroje, informační zdroje PO sítě internet, elektronická pošta, intranet.





# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

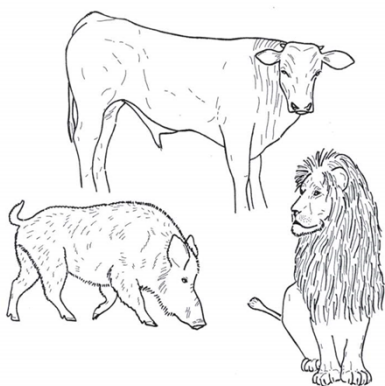
Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **11.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

KOLEKTIV AUTORŮ

## ZÁCHRANA ZVÍŘAT



### O knize

Publikace se zabývá problematikou záchrany zvířat v oblasti požární ochrany. Podává odborné informace o biologických vlastnostech vybraných druhů zvířat, o běžně používaných a doporučovaných postupech při manipulaci se zvířaty, o chování zachraňovaných zvířat v krizových situacích.



# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **12.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

MICHAIL ŠENOVSKÝ  
PAVEL PROKOP  
PETR BEBČÁK

## VĚTRÁNÍ OBJEKTŮ



2. vydání

### O knize

Větrání budov je zásadní otázkou nejen požární bezpečnosti staveb, ale i požární represe. Na základě těchto skutečností vznikla i tato odborná publikace. Autoři se snažili obsáhnout problematiku větrání budov v co největší šíři, a to předurčilo i její členění.



# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

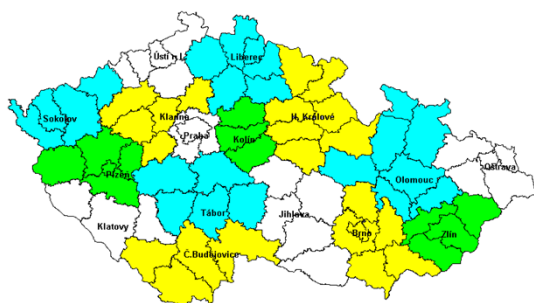
Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **13.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

ZDENĚK HANUŠKA

## ORGANIZACE JEDNOTEK POŽÁRNÍ OCHRANY



2. vydání

### O knize

Obsahem je popis systému jednotek PO, který se v ČR začal budovat od r. 1994 pod názvem plošné rozmístění sil a prostředků. Jsou zde popsány teoretické základy tohoto systému a důvody pro jeho vznik. Z hlediska systémové analýzy je věnována pozornost definici dvou podsystémů uvedeného plošného rozmístění a jsou zde podrobně rozpracovány charakteristiky vnitřní organizace základních druhů jednotek PO v návaznosti na systém plošného rozmístění.



# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **14.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

SVATOSLAV ŠVÁB

**ZÁKLADY PRACOVNÍ A  
INŽENÝRSKÉ  
PSYCHOLOGIE HASIČE**



## O knize

Vznik problematiky inženýrské psychologie a její aplikace v oblasti záchranařské problematiky. Základní faktory osobnosti - struktura, dynamika osobnosti. Struktura a dynamika systému, HZS jako systém. Aplikace ergonomických principů. Možnost řízené ochrany záchranaře proti přetížení z výkonu funkce. Filozofie přístupu k výběru příslušníků HZS.



# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **15.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

KAROL BALOG  
IVANA ZAPLETALOVÁ - BARTILOVÁ

**ZÁKLADY  
TOXIKOLOGIE**



## O knize

Publikace je zaměřena na základy průmyslové toxikologie, základní terminologii, typy škodlivin. Nebezpečí pracovního prostředí hasičů, požár a toxicitu prostředí, zplodiny hoření a jejich vliv na lidský organismus. Dále se zabývá toxicitou zbytků hoření, prognózováním tvorby nebezpečných látek při hoření, toxicitou hasebních látek, dekontaminací technických prostředků a osobních ochranných pomůcek.





# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **16.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

EMIL RUCKÝ

## PRŮMYSLOVÉ LEZECTVÍ A ZÁCHRANÁŘSTVÍ



### O knize

Publikace je zaměřená na komplexní problematiku bezpečnosti práce ve výškách a nad volnou hloubkou, prováděnou speciální technikou průmyslového lezectví, slaňovacími a záchrannými přístroji. Teoretické pasáže jsou doplněny praktickými závěry a doporučeními v posloupnosti podle školy 4V: výběr osob pro práce s ohrožením pádem, výchova a výcvik a vybavování osobními ochrannými prostředky proti pádu, slaňování a záchrannou technikou.



# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

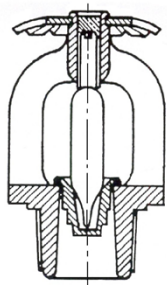
Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **17.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

PETR BEBČÁK

## POŽÁRNĚ BEZPEČNOSTNÍ ZAŘÍZENÍ



2. vydání

### O knize

Publikace se zabývá podrobným řešením požárně bezpečnostních zařízení, tedy systémy elektrické požární signalizace, zařízením pro odvod tepla a kouře a stabilním hasicím zařízením. Zároveň se publikace zabývá problémy funkčního a logického propojení těchto požárně bezpečnostních zařízení.



# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

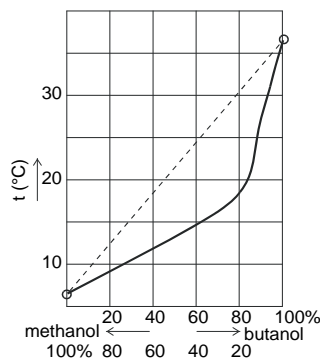
Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

## EDICE SPBI SPEKTRUM 18.

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

KATEŘINA ORLÍKOVÁ  
PETR ŠTROCH

### CHEMIE PROCESŮ HOŘENÍ



## O knize

Publikace přináší nové poznatky v oblastech ovlivňujících procesy hoření. Pojednává o hořlavinách, o jejich dělení a vlivu chemického složení a fyzikálních vlastností na jejich hořlavost. Popisuje vliv kyslíku, ale i dalších oxidačních prostředků na průběh hoření a vysvětluje současné moderní teorie hoření. Popis požárně technických charakteristik hořlavin je předmětem dalších kapitol publikace.





Sdružení požárního  
a bezpečnostního inženýrství, z.s.

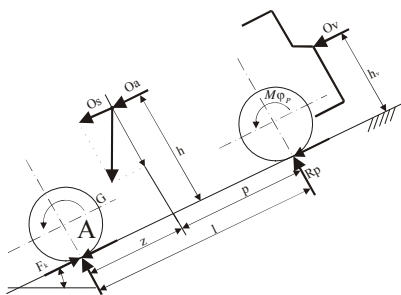
Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **19.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

JIŘÍ LOŠÁK

**TECHNICKÉ PROSTŘEDKY  
POŽÁRNÍ OCHRANY II.**



2. vydání

## O knize

Publikace představuje požární automobil jako technický prostředek používaný k zastavení nárůstu ztrát při mimořádné události. Úvodní část je věnována teorii jízdy automobilu a v návaznosti na Technické prostředky požární ochrany I. principu činnosti pístového čerpadla. Dále jsou stručně popsány některé základní zásahové automobily s uvedením parametrů v tabulkách na konci knihy.



# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

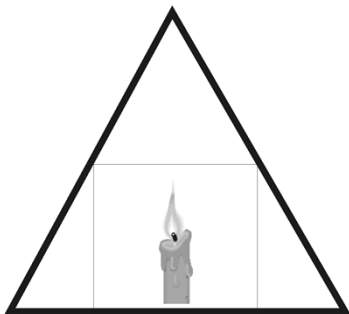
EDICE SPBI SPEKTRUM **21.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

KAROL BALOG

## **SAMOVZNIETENIE**

*Samozahrievanie\*Vznietenie\*Vzplanutie*



## O knize

Publikace seznamuje odbornou veřejnost s problematikou hořlavosti materiálů z hlediska iniciační fáze procesu hoření. Pozornost je věnována zápalnosti tuhých a kapalných materiálů od různých zápalných zdrojů, přičemž nosnou část tvoří proces samozahřívání, samovznícení a vznícení materiálů.



# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

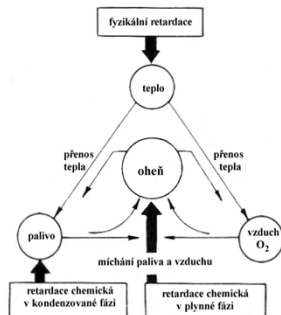
Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **22.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

KAROL BALOG  
MILOŠ KVARČÁK

## DYNAMIKA POŽÁRU



## O knize

Publikace napomáhá řešit složitou problematiku dynamiky požáru. Charakterizuje požár a zpřesňuje používanou terminologii. Zabývá se jeho vznikem, rozvojem a plným rozvinutím, také přerušením hoření a dalšími jevy, které provázejí požáry na otevřeném prostranství i v uzavřených prostorech.



# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **23.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

KOLEKTIV AUTORŮ

## PROTIVÝBUCHOVÁ PREVENCE V POTRAVINÁŘSTVÍ A ZEMĚDĚLSTVÍ



### O knize

Obsahuje rozbor nebezpečí požáru a výbuchu, uvádí statistiku významných nehod a jejich příčiny, možná opatření požární a protivýbuchové prevence se zaměřením na skladování a samovznětlivé vlastnosti zemědělských a potravinářských produktů. Shrnuje francouzské a české národní předpisy vztahující se k uskladňování organických výrobků vytvářejících hořlavý prach a návod pro posuzování nebezpečí požáru a výbuchu těchto prašných provozů.



# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **24.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

IVANA BARTLOVÁ

**NEBEZPEČNÉ LÁTKY I.**



2. vydání

## O knize

V průmyslu, v obchodě, při přepravě i v každodenní činnosti se setkáváme s nebezpečnými chemickými látkami a chemickými přípravky (toxickými, hořlavými, výbušnými apod.), které mohou mít negativní dopad na zdraví člověka i životní prostředí. Je důležité znát a v praxi dodržovat nová zákonná opatření, v souladu s požadavky Evropské unie, při nakládání s nebezpečnými chemickými látkami a chemickými přípravky.



**Sdružení požárního  
a bezpečnostního inženýrství, z.s.**

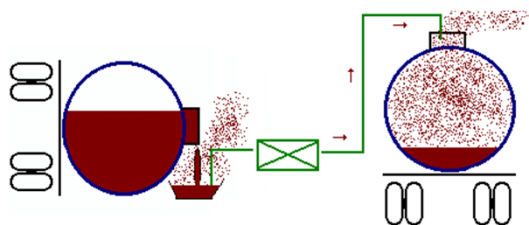
Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

**EDICE SPBI SPEKTRUM 25.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

kolektiv autorů

## **LIKVIDACE ROPNÝCH HAVÁRIÍ**



### **O knize**

Publikace je zaměřena na problematiku úniku nebezpečných kapalin ze zařízení, jejich čerpání, zachycování a likvidaci. Publikace předkládá základní příčiny úniku nebezpečných kapalin, charakterizuje jejich negativní vliv na okolí a zabývá se právními aspekty havárií s úniky nebezpečných kapalin.





# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

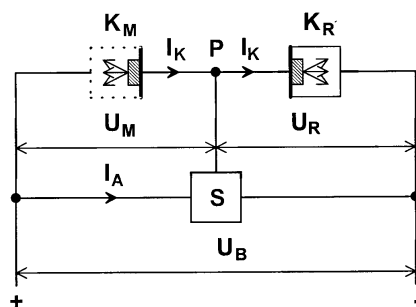
Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **26.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

ALEŠ DUDÁČEK

## AUTOMATICKÁ DETEKCE POŽÁRU



2. vydání

### O knize

Knih se zabývá problematikou detekce vzniku požáru v uzavřených prostorech. Uvádí inženýrské nástroje založené na fyzikálně chemických, technických a prostorových parametrech, které představují další krok pro široké a efektivní využívání systémů pro detekci vzniku požáru.



# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

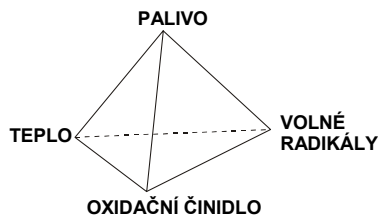
Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **27.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

JANA WICHTERLOVÁ

## CHEMIE NEBEZPEČNÝCH ANORGANICKÝCH LÁTEK



### O knize

Kniha má sloužit jako doplněk k běžným učebnicím obecné a anorganické chemie.

Byla psána se záměrem upozornit na:

a) ty vlastnosti představitelů základních druhů nebezpečných látek, jejichž znalost je pro prevenci a likvidaci nehod nutná; b) chemické reakce provázející hlavně hoření a hašení látek, porozumění těmto reakcím by mělo pomoci při řešení nestandardních nebezpečných situací i k pochopení smysluplnosti bezpečnostních nařízení týkajících se příslušné látky.





# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **30.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

IVANA BARTLOVÁ  
JAROSLAV DAMEC

## PREVENCE TECHNOLOGICKÝCH ZAŘÍZENÍ



### O knize

V první části vysvětluje podstatu mimořádných událostí. Obsahem části dvě je objasnění pojmů a veličin používaných pro vyjádření nebezpečných vlastností jednotlivých látkových souborů a jejich ovlivnění pracovními podmínkami. Velká pozornost je věnována aktivním i pasivním preventivním opatřením. Ve třetí části jsou uvedeny příklady vybraných technologií.



# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **31.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

IVO MASÁŘÍK

## PLASTY A JEJICH POŽÁRNÍ NEBEZPEČÍ



### O knize

Publikace obsahuje následující témata:  
Všeobecné údaje o výrobě,  
vlastnostech a použití. Plastické hmoty  
z hlediska požární ochrany. Průvodní  
jevy při hoření plastických hmot.  
Hašení požárů plastických hmot.  
Snižování hořlavosti plastických hmot.  
Přehled zkušebních metod.



# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

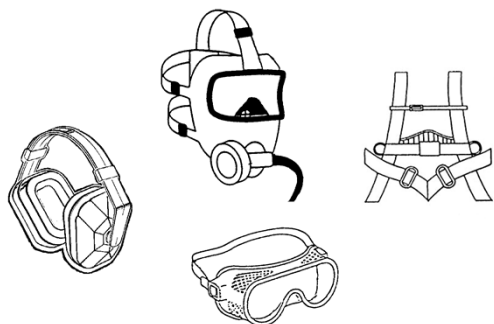
Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **32.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

ZDENĚK VOJTA  
EMIL RUCKÝ

## OSOBNÍ OCHRANNÉ PRACOVNÍ PROSTŘEDKY



2. vydání

### O knize

Publikace je určena všem, kteří zajišťují bezpečnost práce a ochranu zdraví při práci. Není určena jen pro bezpečnostní techniky. Obsahuje témata: ochrana hlavy, ochrana uší a obličeje, ochrana dýchacích orgánů, ochrana sluchu, ochrana rukou, ochrana těla - ochranné oděvy, ochrana nohou, ochrana proti pádu osob z výšky.



# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **33.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

IVANA BARTLOVÁ  
MILOŠ PEŠÁK

## ANALÝZA NEBEZPEČÍ A PREVENCE PRŮMYSLOVÝCH HAVÁRIÍ II

Analýza rizik, a připravenost  
na průmyslové havárie



### O knize

Publikace navazuje na Analýzu nebezpečí a prevenci průmyslových havárií. Jsou uvedeny mimořádné události antropogenní (havárie) i přírodní, jejich příčiny, výskyty i projevy. V publikaci jsou popsány metody používané pro odhad a hodnocení následků průmyslových havárií.



**Sdružení požárního  
a bezpečnostního inženýrství, z.s.**

Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

**EDICE SPBI SPEKTRUM 34.**

**SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ**

**PETR KOTINSKÝ  
JAROSLAVA HEJDOVÁ**

**DEKONTAMINACE**  
v požární ochraně



## O knize

Publikace definuje dekontaminaci, ale také její příčinu - kontaminaci. Popisuje druhy dekontaminace a metody jejího provádění. V poslední době v souvislosti se zvýšenou hrozbou teroristických útoků biologickými látkami se zvýšila technická a organizační úroveň při provádění dekontaminace.





# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **36.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

MICHAIL ŠENOVSKÝ  
KAROL BALOG  
ZDENĚK HANUŠKA  
PAVEL ŠENOVSKÝ

**NEBEZPEČNÉ LÁTKY II.**



2. vydání

## O knize

Publikace se zabývá problematikou zásahu jednotek požární ochrany v prostředí s nebezpečnými látkami. V úvodních kapitolách je pojednáno o vlastnostech nebezpečných látek, jejich označování a bezpečné manipulace s nimi. Jsou zde popsány systémy S vět, R vět a bezpečnostní značky používané jak pro přepravu, tak i na obalech nebezpečných látek.



# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

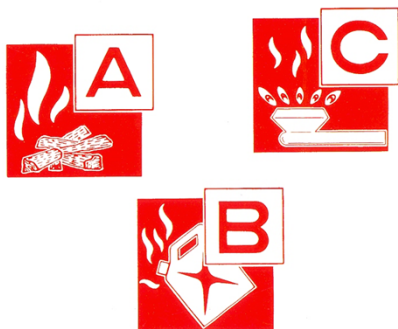
Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **37.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

KAROL BALOG

## HASIACE LÁTKY A JEJICH TECHNOLOGIE



### O knize

Cieľom publikácie je oboznámiť odbornú verejnosť s problematikou hasiacich látok, ktorých poznanie a správna voľba môže značne prispieť k záchrane ľudských životov a spoločenských hodnôt. Nemalý význam má i možnosť ovplyvnenia následkov požiarov a environmentálnych dopadov hasiacich látok pri ich správnej aplikácii.



# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

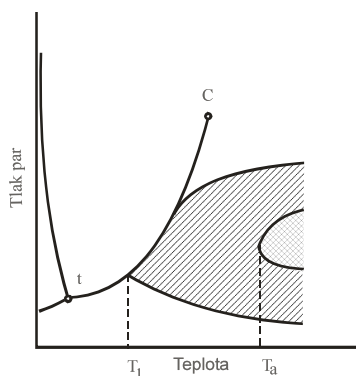
Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **38.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

MICHAIL ŠENOVSKÝ A KOL.

## ZÁKLADY POŽÁRNÍHO INŽENÝRSTVÍ



### O knize

Publikace je zaměřena na vybrané oblasti požární ochrany. Jedná se zejména o hoření pevných a kapalných látek, dále pak o problematiku stavebních materiálů a jejich požárně technických vlastností, o požární ochranu stavebních konstrukcí. Pozornost je také věnována základům teorie proudění plynů a požárnímu větrání. Nedílnou součástí textu jsou základy požární taktiky, které tvoří poslední část publikace





# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **39.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

MICHAIL ŠENOVSKÝ  
VILÉM ADAMEC

## PRÁVNÍ RÁMEC KRIZOVÉHO MANAGEMENTU MANAGEMENT ZÁCHRANNÝCH PRACÍ



2. vydání

### O knize

Autoři v knize seznamují zejména příslušníky a pracovníky služeb zařazených do Integrovaného záchranného systému s právním rámcem vymezujícím oblast krizového řízení. V publikaci jsou popsány i vzájemné vazby mezi jednotlivými orgány krizového řízení. Závěr publikace je věnován hospodářským opatřením pro krizové stavy.



# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **40.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

MICHAIL ŠENOVSKÝ  
VILÉM ADAMEC  
ZDENĚK HANUŠKA

## INTEGROVANÝ ZÁCHRANNÝ SYSTEM



2. vydání

### O knize

Předkládaný text popisuje základy koordinace záchranných a likvidačních prací v České republice, které se nazývají integrovaný záchranný systém (dále jen „IZS“). Základním právním předpisem pro IZS je nyní zákon č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému, v aktuálním znění.



# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **41.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

TEREZA OŠŤÁDALOVÁ

**ZAVEDENÍ TÍSŇOVÉ LINKY 112  
V ČESKÉ REPUBLICE**



## O knize

Knihka představuje problematiku zavedení jednotného evropského čísla tísňového volání 112 v České republice. Snaží se o ucelený pohled na danou oblast, a proto se zabývá existencí čísla 112 i v podmínkách Evropské unie, popisuje nový prvek v příjmu tísňových volání, a to telefonní centra tísňového volání 112 (TCTV 112).



# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **42.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

DANUŠE KRATOCHVÍLOVÁ  
DANUŠE KRATOCHVÍLOVÁ, ML.  
LIBOR FOLWARCZNY

## OCHRANA OBYVATELSTVA



2. vydání

## O knize

Ochrana obyvatelstva je komplex opatření prováděných k ochraně obyvatelstva, zvířat, kulturních hodnot a životního prostředí. Její vznik a vývoj v ČR se datuje od přijetí zákona č. 82 Sb. ze dne 11. dubna 1935 o ochraně a obraně proti leteckým útokům, kdy byla zřízena civilní protiletecká ochrana. V současné době lze pojem ochrana obyvatelstva chápat v širším a užším slova smyslu.



Sdružení požárního  
a bezpečnostního inženýrství, z.s.

Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **43.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

JIŘÍ MATOUŠEK  
PETR LINHART

**CBRN**  
CHEMICKÉ ZBRANĚ



## O knize

Knihka pojednává o vývoji a základních vlastnostech chemických zbraní a o jejich hlavní složce - otravných látkách. Přináší detailní moderní informace o zneschopňujících, dráždivých, dusivých, obecně jedovatých, zpuchýřujících a nervově paralytických látkách. Charakterizuje hlavní formy a metody chemického terorismu.



# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

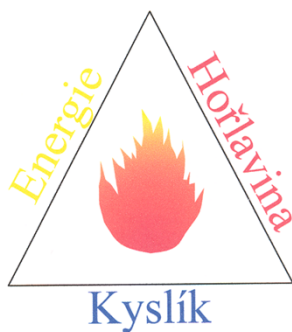
Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **44.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

MILOŠ KVARČÁK

## ZÁKLADY POŽÁRNÍ OCHRANY



### O knize

Tato publikace si dává za cíl vysvětlit principy vzniku požárů a jejich působení na okolí. Má snahu vysvětlit někdy složité procesy chemie a fyziky související se vznikem a rozvojem požáru pomocí zjednodušených a jednoduchých postupů, sjednotit výklad jevů, které charakterizují požár, formulovat jednoduchá pravidla z hlediska předcházení vzniku požáru a postupů pro případ jeho likvidace.





**Sdružení požárního  
a bezpečnostního inženýrství, z.s.**

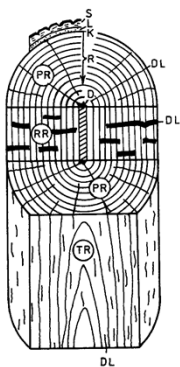
Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

**EDICE SPBI SPEKTRUM 45.**

**SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ**

**DANICA KAČÍKOVÁ  
MIROSLAVA NETOPILOVÁ  
ANTON OSVALD**

**DREVO A JEHO  
TERMICKÁ DEGRADÁCIA**



## O knize

Publikace se zabývá dřevem a jeho použitím z hlediska protipožární ochrany a bezpečnosti. Autoři se zabývají hodnocením dřeva, popisují charakteristiky dřeva, chemické složení, fyzikální a mechanické vlastnosti dřeva za normálních podmínek a při zvýšené teplotě, se zaměřením na protipožární ochranu.



# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

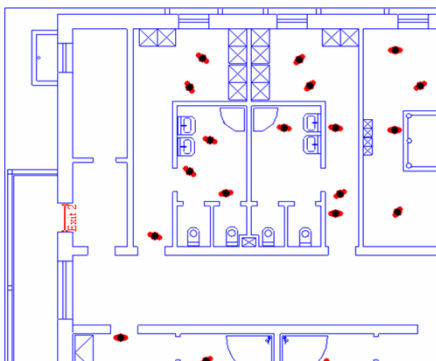
Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **47.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

LIBOR FOLWARCZNY  
JIRÍ POKORNÝ

## EVAKUACE OSOB



### O knize

Publikace se zabývá úvahami nad evakuací osob z hlediska požární ochrany a ochrany obyvatelstva. Názorem, že parciální členění evakuace do uvedených oblastí je anachronismem, který již v současnosti nemá své opodstatnění, předkládá kniha relevantní možnosti jejího členění.





# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **48.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

MICHAIL ŠENOVSKÝ  
VILÉM ADAMEC  
MICHAL VANĚK

## BEZPEČNOSTNÍ PLÁNOVÁNÍ



### O knize

Knih se zabývá problematikou managementu a plánování zejména v oblasti krizového řízení. Text je proto sestaven tak, aby nejdříve poskytl základní informace o oblasti managementu a plánování v obecné rovině. V dalším je pak vymezen pojem bezpečnostní plánování. Následně jsou jednotlivé oblasti plánovacích aktivit dokumentovány na požadavcích legislativy.



# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

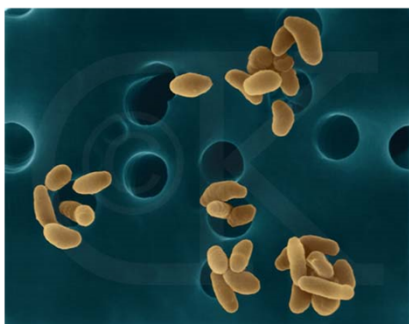
Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **49.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

JIŘÍ MATOUŠEK  
JAROSLAV BENEDÍK  
PETR LINHART

**CBRN**  
BIOLOGICKÉ ZBRANĚ



## O knize

Knihka pojednává o vývoji a základních vlastnostech biologických zbraní a jejich hlavní složce - biologických agens. Přináší detailní moderní informace o vojensky významných bakteriích, virech, rickettsiích, houbách a toxinech a o principech technické a zdravotnické ochrany. Charakterizuje hlavní formy a metody biologického terorismu.



# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

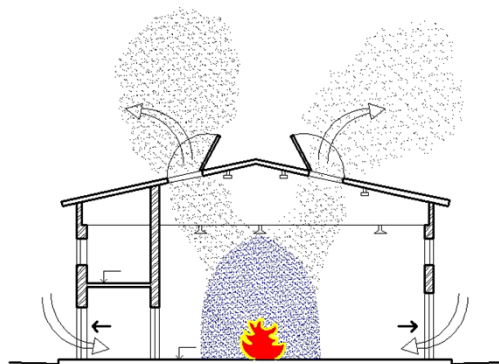
Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **50.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

ISABELA BRADÁČOVÁ

## POŽÁRNÍ BEZPEČNOST STAVEB NEVÝROBNÍ OBJEKTY



### O knize

Publikace je věnována požární bezpečnosti nevýrobních objektů. Zejména v uplynulých 30 letech se obor požární bezpečnost staveb stal uznávanou inženýrskou disciplínou. Zajištění staveb před požáry se děje pasivními i aktivními opatření, tj. situačním, dispozičním a konstrukčním řešením a funkcí požárně bezpečnostních zařízení.



# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **51.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

MICHAIL ŠENOVSKÝ  
VILÉM ADAMEC  
PAVEL ŠENOVSKÝ

## OCHRANA KRITICKÉ INFRASTRUKTURY



### O knize

Publikace přináší autorům dostupné informace z oblasti ochrany životně důležité infrastruktury (KI). Jsou zde prezentovány všeobecné informace o vývoji a současném stavu v předmětné oblasti, a to jak v České republice, tak i v zahraničí. Publikace obsahuje rovněž teoretické pasáže věnované základním principům ochrany kritické infrastruktury, stanovení kritických prvků v provozovaných systémech a možné směry k eliminaci napětí v posuzovaných systémech.



# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

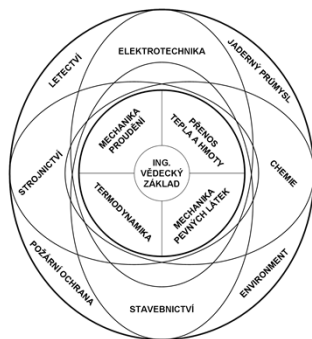
Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **52.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

PETR KUČERA  
RUDOLF KAISER

## ÚVOD DO POŽÁRNÍHO INŽENÝRSTVÍ



### O knize

Co je to požární inženýrství? Jaký je jeho vývoj? Co může přinést praxi? Na tyto a řadu dalších otázek se snaží tato kniha odpovědět. Čtenář je seznámen se současnou koncepcí požárního inženýrství včetně zásad stanovování návrhových požárních scénářů.





# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **53.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

JIŘÍ MATOUŠEK  
JAN ÖSTERREICHER  
PETR LINHART

**CBRN**  
JADERNÉ ZBRANĚ  
A RADIOLOGICKÉ MATERIÁLY



## O knize

Knihka pojednává o vývoji, hlavních typech jaderných zbraní, jejich ničivých účincích a principech technické a zdravotnické ochrany proti nim. Charakterizuje hlavní formy a metody potenciálního jaderného a radiologického terorismu. Na základě podrobné analýzy přijatých mezinárodních dohod seznamuje s výsledky regulace jaderného zbrojení a úsilím za jaderné odzbrojení.



# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

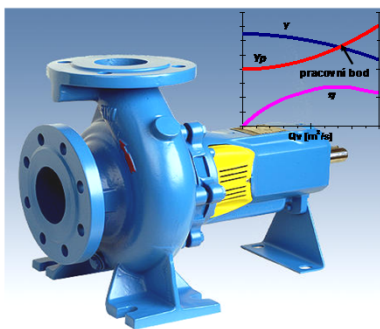
Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **54.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

MARIAN BOJKO  
MILADA KOZUBKOVÁ  
JANA RAUTOVÁ

## ZÁKLADY HYDROMECHANIKY A ZÁSOBOVÁNÍ HASIVY



### O knize

Publikace se zabývá základy hydromechaniky a jejími aplikacemi do specializovaného studia při výpočtů potrubí a potrubních sítí, vypouštěcích prvků (jako jsou proudnice a trysky) a čerpací techniky. Právě tyto aspekty chce autorský kolektiv zohlednit a seznámit tak čtenáře s aplikací do požární problematiky.



# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **55.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

ISABELA BRADÁČOVÁ

## POŽÁRNÍ BEZPEČNOST STAVEB II

VÝROBNÍ OBJEKTY



### O knize

Publikace je věnována požární bezpečnosti výrobních objektů. Metodika posuzování požární bezpečnosti výrobních objektů vychází ze specifických znaků výrobních objektů, především ze statistického sledování požárů a umožňuje použít diferencovaný - jednodušší nebo podrobnější - přístup k posuzování výrobních objektů.





# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

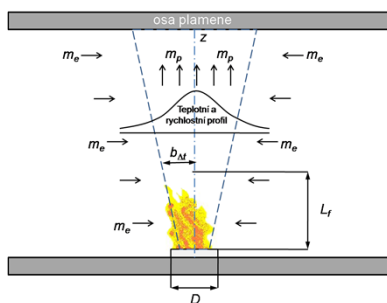
Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **56.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

PETR KUČERA  
RUDOLF KAISER  
TOMÁŠ PAVLÍK  
JÍŘÍ POKORNÝ

**METODICKÝ POSTUP PŘI  
ODLIŠNÉM ZPŮSOBU SPLNĚNÍ  
TECHNICKÝCH PODMÍNEK  
POŽÁRNÍ OCHRANY**



## O knize

Tato publikace přichází s konkrétním popisem posouzení požární bezpečnosti pomocí požárního inženýrství, proto se zde objevuje přehled používaných výpočtových postupů, sledujících určení vzniku a rozvoje požáru, stanovení reakce požárně bezpečnostních zařízení či posouzení možného chování osob během evakuace.



# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **57.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

ZDENĚK PROUZA  
JIRÍ ŠVEC

## ZÁSAHY PŘI RADIČNÍ MIMOŘÁDNÉ UDÁLOSTI



### O knize

Cílem této publikace je poskytnout informace (vycházející z mezinárodních doporučení -především dokumentů IAEA) složkám Integrovaného záchranného systému, které budou zasahovat v první fázi radiční mimořádné situace lokálního charakteru, a státním, místním institucím, jejichž pomoc při likvidaci následků takové události je nezbytná.



# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

**EDICE SPBI SPEKTRUM 58.**

**SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ**

**RICHARD FRANC A KOL.**

**BEZPEČNOST A OCHRANA ZDRAVÍ  
PŘI PRÁCI A ZÁSAHOVÉ ČINNOSTI  
VE VÝŠKÁCH A NAD VOLNOU  
HLOUBKOU**



## O knize

Publikace popisuje problematiku harmonizovaných ČSN EN, definuje základní taktické zásady pro bezpečné provádění zásahu ve výšce a nad volnou hloubkou lezecké skupiny a lezeckého družstva. Popisuje systém evidence materiálu a definuje kontroly a prohlídky, které musí být prováděny.



# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **59.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

JIŘÍ MATOUŠEK  
IASON URBAN  
PETR LINHART

## CBRN

DETEKCE A MONITOROVÁNÍ  
FYZICKÁ OCHRANA  
DEKONTAMINACE



## O knize

Knihka pojednává o základních východiscích, vývoji a soudobých systémech ochrany proti toxickým látkám, ionizujícímu záření, radionuklidům a biologickým agens s důrazem na aktuální vojenské a nevojenské chemické, biologické a radiační hrozby. Podrobně rozebírá metody a prostředky v základních oblastech technické ochrany.



# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **60.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

MICHAIL ŠENOVSKÝ  
KAROL BALOG

**INTEGRÁLNÍ BEZPEČNOST**



## O knize

Publikace se zabývá problematikou bezpečnosti. V úvodní části jsou rozepsány jednotlivé oblasti bezpečnosti a je poukázáno na nesystémový přístup praktického provádění. Hlavní důraz je kladen na bezpečnost člověka. V dalších částech je poukázáno na potřebu tyto jednotlivé dílčí bezpečnosti vzájemně propojit a řešit komplexně.





# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

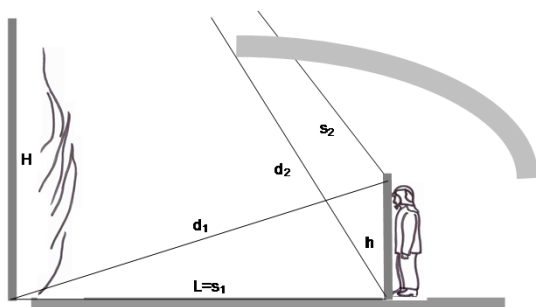
Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **61.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

ZDENĚK KADLEC

**PRŮVODCE SDÍLENÍM TEPLA  
PRO POŽÁRNÍ SPECIALISTY**



## O knize

Publikace je řešena formou příručky, kde každá kapitola obsahuje: stručný přehled vzorců, zákonů, schémat a diagramů; krátký teoretický úvod; vyřešené příklady, které jsou pro danou problematiku typické; nevyřešené příklady. V příloze jsou uvedeny tabulky nejdůležitějších fyzikálních vlastností běžných pevných látek, plynů a vodní páry.



**Sdružení požárního  
a bezpečnostního inženýrství, z.s.**

Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

**EDICE SPBI SPEKTRUM 62.**

**SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ**

**VLADIMÍR MAKEŠ**

**VYHLEDÁVÁNÍ OSOB  
KYNOLOGICKÝMI  
PÁTRÁČÍMI TÝMY**



## **O knize**

Publikace komplexně řeší problematiku vyhledávání pohřešovaných osob v terénu pomocí čichových schopností psů. Zaměřuje se především na výcvik psů a taktiku práce kynologických pátracích týmů při plošném vyhledávání osob. V závěru se zabývá systémem ověřování odborné způsobilosti psovodů a psů pro tuto specializaci.



# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **63.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

ŠÁRKA KROČOVÁ

## STRATEGIE DODÁVEK PITNÉ VODY



### O knize

Zajištění dostatečného množství pitné vody o požadovaném hydrodynamickém tlaku ve standardních podmínkách nebo krizových situacích pro územní celky je základním požadavkem na veřejné vodovody. Distribuční systémy místního a nadmístního významu musí současně splňovat strategii dodávky pitné vody v čase a požadované kvalitě.





# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **64.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

IVO ŠROM

## ZJIŠŤOVÁNÍ PŘÍČIN VZNIKU POŽÁRŮ OD ELEKTRICKÝCH INICIÁTORŮ



### O knize

Publikace napomáhá řešit problematiku vzniku požárů od elektrických iniciátorů a vybraných elektrických zařízení. Charakterizuje jednotlivé elektrické iniciátory a z hlediska statistiky porovnává podíly na vzniku požárů mezi jednotlivými druhy elektrických iniciátorů.



# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

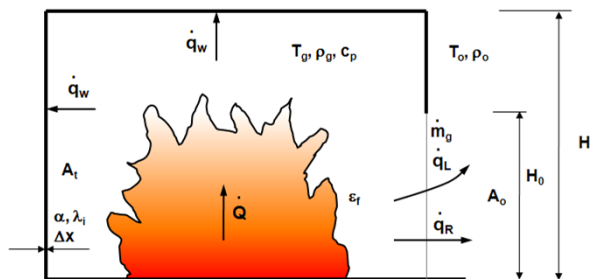
Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **65.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

PETR KUČERA  
RUDOLF KAISER  
TOMÁŠ PAVLÍK  
JÍŘÍ POKORNÝ

## POŽÁRNÍ INŽENÝRSTVÍ DYNAMIKA POŽÁRU



### O knize

Knih je určena všem odborníkům a studentům, kteří se zajímají o základy posouzení průběhu požáru v uzavřeném prostoru (tj. uvnitř stavebních objektů). V knize najdete výpočtové postupy zaměřené na: stanovení rychlosti uvolňování tepla, výměnu plynů při požáru, vznik a rozvoj sloupce zplodin při požáru, vrstvení kouře v prostoru, odhad teplot uvnitř hořícího prostoru před a po celkovém vzplanutí, vybrané úlohy ze sdílení tepla. Součástí publikace je CD.



# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **66.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

ANDRZEJ MIZERSKI  
MIROSLAW SOBOLEWSKI  
BERNARD KRÓL

## HASICÍ PĚNY



### O knize

Publikace podává komplexní informaci o v současné době dostupných pěnidlech, jejich vlastnostech a metodách jejich zkoušení. Zabývá se návrhem použití pěn a jejich kvantifikací. Publikace se zabývá výpočty intenzity dodávky hasicích pěn, uvádí i doporučení firem vyrábějících pěnidla. Další část publikace je věnována zařízením pro podávání pěn.



# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

**EDICE SPBI SPEKTRUM 67.**

**SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ**

**VÁCLAV KRATOCHVÍL  
MICHAL KRATOCHVÍL  
ŠÁRKA NAVAROVÁ  
JIRÍ CHMEL**

## **TLAKOVÉ LÁHVE Z HLEDISKA POŽÁRNÍ BEZPEČNOSTI**



### **O knize**

Publikace je určena nejen studentům středních a vysokých škol v oboru požární ochrana nebo profesionálním či dobrovolným hasičům, ale všem lidem, kteří ke své práci potřebují získat dostatečné množství informací v rozsáhlé problematice týkající se oblasti tlakových láhví. Cílem autorů je zdůraznit nutnost dodržování zásad pro plnění láhví, jejich dopravu, skladování, ukládání, manipulaci, označování, manipulaci a odběr plynu.



# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

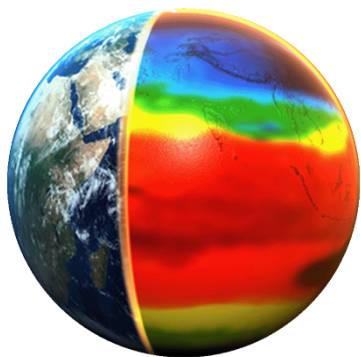
Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **68.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

ANTONÍN KRŮMER  
PETR MUSIAL  
LIBOR FOLWARCZNY

## MAPOVÁNÍ RIZIK



### O knize

Tato publikace popisuje metodu mapování rizik, která byla vyvinuta u Hasičského záchranného sboru Moravskoslezského kraje na základě metodiky doporučené Evropskou unií. Mapování rizik je proces, při kterém se identifikují území s různou úrovní rizika. Mapování rizik se provádí na základě technologií geografického informačního systému s využitím statistických a numerických analýz.





# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **69.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

HYNEK ČERNÝ

## ZÁCHRANA OSOB NA ZAMRZLÝCH HLADINÁCH



### O knize

Publikace přináší pohled na problematiku záchrany osob probořených v ledu a využitím ochranných obleků pro práci ve vodě a základních technických prostředků jednotek požární ochrany. Představuje základní postupy při záchraně osob na zamrzlých vodních plochách s důrazem na bezpečnost zachránce. V závěru je uveden rozbor výcviku složek IZS v ČR i zahraničí a také statistikou skutečných zásahů.



# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **70.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

KAREL KLOUDA

**RIZIKA PODZEMNÍCH STAVEB**



## O knize

Tato publikace se věnuje oblasti, která získává na prioritě a to podzemním stavbám. Popisuje zásady navrhování a projekci podzemních staveb, včetně významu geotechnického průzkumu. Věnuje pozornost současným technologickým trendům výstavby. Charakterizuje nejdůležitější typy podzemních staveb, včetně jejich historie, směru vývoje a zajímavosti.



# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **71.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

PETR KUČERA  
TEREZA ČESELSKÁ  
PAVLÍNA MATEČKOVÁ

## POŽÁRNÍ ODOLNOST STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ



### O knize

Součástí řešení požární bezpečnosti každého objektu je návržení takové stavební konstrukce, která by v případě požáru po určitou dobu zabránila jeho šíření a zároveň byla v takové situaci schopna odolávat vznikajícím teplotám, aniž by došlo k jejímu vážnému porušení. Tato publikace by tak chtěla reagovat na požadavky dnešní technické praxe a nabídnout možnost řešit požární odolnost stavebních konstrukcí výpočtem dle evropských návrhových norem Eurokódů.





# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **72.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

MIROSLAVA NETOPILOVÁ  
DANICA KAČÍKOVÁ  
ANTON OSVALD

## REAKCE STAVEBNÍCH VÝROBKŮ NA OHEŇ



### O knize

Publikace reaguje na mezinárodní harmonizaci soustavy technických specifikací stavebních výrobků v oblasti reakce na oheň a evropský systém jejich klasifikace v rámci požární bezpečnosti. Jejím cílem je poskytnout dílčí informace o vývoji zkušebních testů požárně technických charakteristik stavebních materiálů a zejména podat přehled současných zkušebních metod pro stanovení reakce stavebních výrobků na oheň.



# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

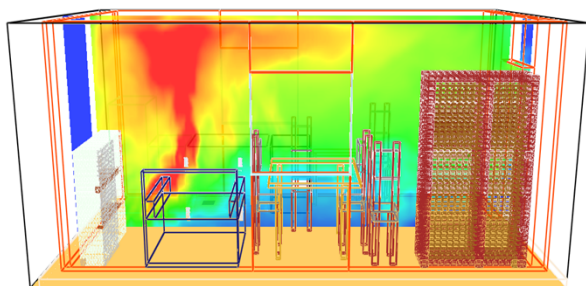
Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **73.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

PETR KUČERA  
ZDEŇKA PEZDOVÁ

## ZÁKLADY MATEMATICKÉHO MODELOVÁNÍ POŽÁRU



### O knize

Rozvoj výpočetní techniky a modelů zaměřených na simulaci požárů uvnitř objektu nám v současné době dovoluje využívat několik typů softwaru pro modelování požáru. Tato publikace by proto chtěla seznámit se základy modelování požáru v uzavřeném prostoru, kdy se čtenář dozví jak na základě analýzy problému vybrat vhodný požární model, formulovat zadání pro řešení a interpretovat výsledky modelování.



Sdružení požárního  
a bezpečnostního inženýrství, z.s.

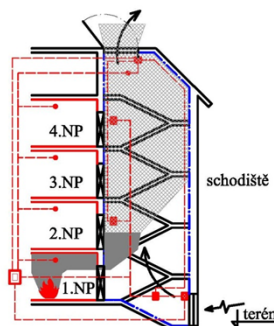
Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **75.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

JIŘÍ POKORNÝ  
STANISLAV TOMAN

**POŽÁRNÍ VĚTRÁNÍ**  
VĚTRÁNÍ CHRÁNĚNÝCH ÚNIKOVÝCH  
A ZÁSAHOVÝCH CEST



## O knize

Publikace popisuje členění únikových cest, typy chráněných únikových cest a požadavky na jejich provedení. Následně jsou popsány základní charakteristiky jednotlivých způsobů větrání CHÚC, na které navazuje popis návrhových principů větrání. V knize jsou rozvedeny národní i evropské zásady větrání CHÚC, přičemž je upozorněno na určité návrhové odchylky. Pozornost je věnována i výpočtovým návrhům větrání CHÚC a zásahových cest.



# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

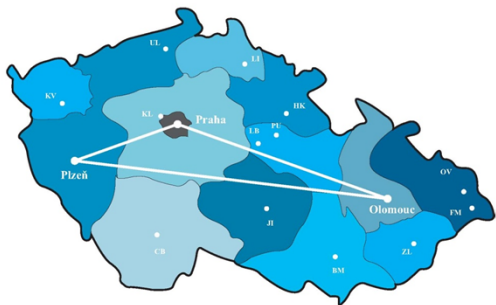
Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **76.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

LUDEK LUKÁŠ A KOLEKTIV

## INFORMAČNÍ PODPORA INTEGROVANÉHO ZÁCHRANNÉHO SYSTÉMU



### O knize

Monografie se zabývá problematikou informační podpory činnosti IZS. V úvodních kapitolách knihy je analyzováno určení, působnost a struktura IZS. Významnou část publikace představuje diskuse teorie a praxe informační podpory a informačního managementu. Informační podpora sehrává při organizaci záchranných a likvidačních prací klíčovou roli. Digitalizace a integrace informačních systémů je jednou z cest pro její kvalitativní zlepšení.





# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **77.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

PAVEL RYBÁŘ

## SPRINKLEROVÁ ZAŘÍZENÍ



### O knize

Publikace má za účel vysvětlit principy moderní sprinklerové ochrany jako nejúčinnějšího opatření v ochraně majetku a osob. Zachycuje historický vývoj, seznamuje s komponentní skladbou sprinklerových zařízení, principy jejich návrhu a s některými aplikačními oblastmi, kde nachází sprinklerová ochrana uplatnění nejen v současnosti, ale z důvodu ekologické nekonfliktnosti i v delším časovém horizontu.



# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **78.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

VASIL SILVESTR PEKAR  
a kolektiv

**ZJIŠŤOVÁNÍ PŘÍČIN POŽÁRŮ**  
V RÁMCI STÁTNÍHO POŽÁRNÍHO DOZORU



## O knize

Publikace se zabývá problematikou zjišťování příčin požárů a prováděním požárně technických expertiz v rámci výkonu státního požárního dozoru příslušníky HZS ČR. Z hlediska současné praxe popisuje některé důležité aspekty systému organizace dané činnosti a úkoly vyšetřovatelů, kteří se jí zabývají. Bohatou obrazovou dokumentací jsou doplněny vybrané příklady požárů, které byly realizovány oddělením zjišťování příčin požárů Technického ústavu PO.



# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

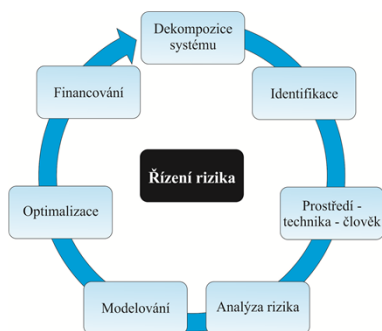
Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **79.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

MICHAIL ŠENOVSKÝ  
MILAN ORAVEC  
PAVEL ŠENOVSKÝ

## TEORIE KRIZOVÉHO MANAGEMENTU



## O knize

Tato kolektivní monografie se zabývá základními teoretickými předpoklady krizového managementu. Jsou zde rozebrány jednotlivé fáze rizika, metody jejich rozpoznání a možné způsoby omezení jejich působení. Publikace je členěna do kapitol, kdy každá kapitola popisuje a řeší konkrétní problematiku včetně zdůraznění ekonomické stránky práce s riziky.



# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **80.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

LENKA HERECOVÁ

## CHEMICKO-ANALYTICKÉ METODY V BEZPEČNOSTNÍM INŽENÝRSTVÍ A POŽÁRNÍ OCHRANĚ



### O knize

Cílem této publikace je seznámit čtenáře se základními pojmy, postupy a metodami chemické analýzy, které souvisejí s požární ochranou a bezpečnostním inženýrstvím. Jsou zde popsány základní postupy klasických i instrumentálních metod chemické analýzy, které lze použít pro identifikaci neznámých chemických látek. Čtenář této publikace může získat základní přehled v dané oblasti od odběru vzorku přes jeho analýzu až po interpretaci získaných dat.





# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

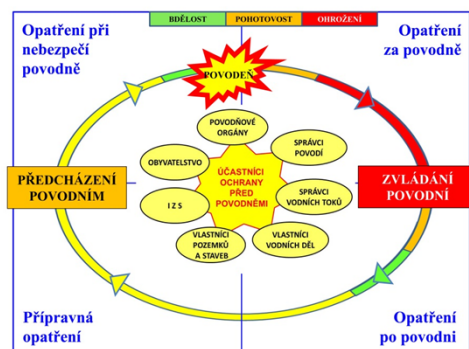
Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **81.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

VILÉM ADAMEC  
a kolektiv

## OCHRANA PŘED POVODNĚMI A OCHRANA OBYVATELSTVA



### O knize

Publikace prezentuje problematiku ochrany před povodněmi. Mimo základní principy ochrany je zde věnována zvláštní pozornost některým speciálním aspektům. Jednotlivé prezentované problémy pak tvoří relativně samostatné uzavřené kapitoly. Text uvádí podrobnější informace k činnosti předpovědní a hlásné služby a roli správců povodí při ochraně před povodněmi. Zvláštní pozornost je věnována ochraně zdrojů vody před následky povodně.



**Sdružení požárního  
a bezpečnostního inženýrství, z.s.**

Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

**EDICE SPBI SPEKTRUM 82.**

**SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ**

**ŠÁRKA KROČOVÁ**

**STRATEGIE ÚZEMNÍHO  
PLÁNOVÁNÍ V TECHNICKÉ  
INFRASTRUKTUŘE**



## **O knize**

Monografie se v jednotlivých kapitolách zabývá strategií územního plánování na úseku strategické infrastruktury státu. V základním rozsahu popisuje způsob hodnocení rizika území, plánování obnovy po vzniku mimořádné události a způsoby ochrany některých typů technické infrastruktury před vznikem krizové situace. Součástí knihy je i důležitá kapitola zabývající se požárním zabezpečením zastavěných území, průmyslových zón a dalších areálů veřejné infrastruktury měst a obcí.



# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **83.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

MARTIN TRČKA

## PROVÁDĚNÍ POŽÁRNÍHO ZÁSAHU



### O knize

Publikace kombinuje teoretické postupy hašení požáru a výpočtů SaP s postupy, které je možné uplatňovat v podmínkách reálného zásahu. Kniha vysvětluje teoretické výpočty plochy požáru a následné stanovování SaP tak, jak to umožňují stávající metodiky a jak se reálná situace na místě požáru odlišuje, zejména ve vztahu k tabulkovým hodnotám lineárních rychlostí šíření požáru a intenzitám dodávky hasiva.



# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

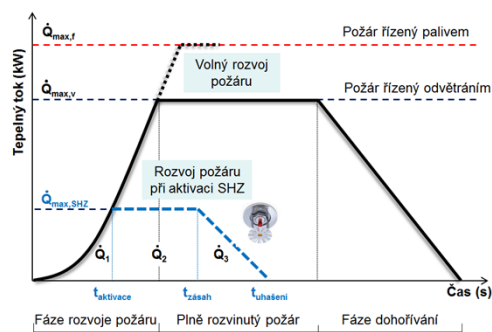
Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **84.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

PETR KUČERA  
JIŘÍ POKORNÝ  
TOMÁŠ PAVLÍK

## POŽÁRNÍ INŽENÝRSTVÍ - AKTIVNÍ PRVKY POŽÁRNÍ OCHRANY



## O knize

Odborná publikace popisuje začlenění popisované problematiky v rámci norem ISO zabývajících se požárním inženýrstvím, základy dynamiky požáru a změnu podmínek v hořícím prostoru při uvedení jednotlivých zařízení do činnosti, filosofii návrhu jednotlivých zařízení (elektrické požární signalizace, zařízení pro odvod kouře a tepla či stabilních hasicích zařízení) a vybrané návrhové požárně inženýrské postupy. Obsahuje CD.





# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **85.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

PETR BEBČÁK  
JAN ČAPEK

## KABELOVÉ ROZVODY V POŽÁRNÍ BEZPEČNOSTI STAVEB



### O knize

Cílem publikace je seznámit odbornou veřejnost, zejména z řad projektantů, s problematikou provedení kabelových tras a napájení el. energií požárně bezpečnostních zařízení a zařízení která musejí zůstat v případě požáru funkční v návaznosti na platnou legislativu v ČR a to zejména na vyhlášku č. 23/2008 Sb., o technických podmínkách požární ochrany staveb, ve znění vyhlášky č. 268/2011 Sb. a normou ČSN 73 0848 - Požární bezpečnost staveb - Kabelové rozvody.



# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

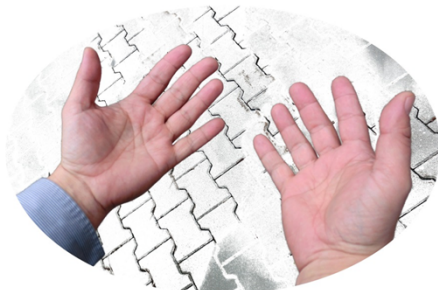
Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **86.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

MAREK SMETANA

## HUMANITÁRNÍ POMOC PŘI ZVLÁDÁNÍ ROZSÁHLÝCH MIMOŘÁDNÝCH UDÁLOSTÍ



### O knize

Publikace popisuje rozvoj humanity a filantropie od jejich počátků až k dnešním formám poskytování pomoci lidem v nouzi. Lze se zde dočíst, co bylo předobrazem dvou hlavních směrů dárcovství a dobrovolnictví ve světě - přístupu Evropskému a přístupu Americkému. Závěr publikace se zaměřuje na pomoc poskytovanou postiženým v rámci rozsáhlých MU, mezi jejichž původce lze v ČR řadit především povodně, rozsáhlé požáry, živelní katastrofy a havárie v průmyslu či dopravě.



# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **87.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

ALEŠ BERNATÍK

## PLYNNÁ A KAPALNÁ PALIVA A JEJICH NEBEZPEČNÉ VLASTNOSTI Z POHLEDU PREVENCE ZÁVAŽNÝCH HAVÁRIÍ



### O knize

Publikace shrnuje aktuální poznatky o nebezpečí nakládání s vybranými kapalnými a plynými palivy.

V současnosti nejčastěji používaná paliva jsou srovnávána s alternativními palivy s potenciálním využitím v nejbližší budoucnosti. Publikace prezentuje původní výsledky analýzy rizik vybraných paliv z pohledu jejich hořlavosti, výbušnosti, případné toxicity nebo nebezpečnosti pro životní prostředí.



# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

**EDICE SPBI SPEKTRUM 88.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

ŠÁRKA KROČOVÁ

**BEZPEČNOST DODÁVEK POŽÁRNÍ  
VODY Z VODÁRENSKÝCH  
SYSTEMŮ**



## O knize

Monografie se v jednotlivých kapitolách zabývá problematikou bezpečnosti dodávek požární vody z vodárenských systémů. V základním rozsahu dokumentuje slabé a silné stránky těchto víceúčelových zdrojů požární vody pro zastavěná území měst a obcí a současně řeší problematiku dodávek požární vody z vnitřních a požárních vodovodů pro průmyslové a obchodní areály, průmyslové zóny a dodávku požární vody z vodárenských systémů pro tunelové stavby dopravních komunikací.





# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

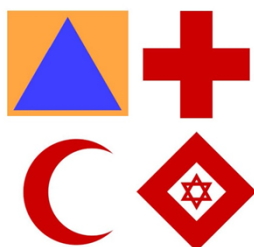
Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

**EDICE SPBI SPEKTRUM 89.**

**SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ**

**DAVID ŘEHÁK  
BOHUMÍR MARTÍNEK  
PETRA RŮŽIČKOVÁ**

**OCHRANA OBYVATELSTVA  
V KONTEXTU AKTUÁLNÍCH  
BEZPEČNOSTNÍCH HROZEB**



## O knize

Tato odborná monografie se zabývá problematikou ochrany obyvatelstva v kontextu aktuálních bezpečnostních hrozeb. Podstatou je prezentace současného stavu a předpokládaného vývoje systému ochrany obyvatelstva v reakci na neustále se měnící bezpečnostní prostředí České republiky. Za tímto účelem jsou v úvodu monografie prezentovány aktuální bezpečnostní hrozby a problematika vnímání rizik a komunikace o rizicích.



# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

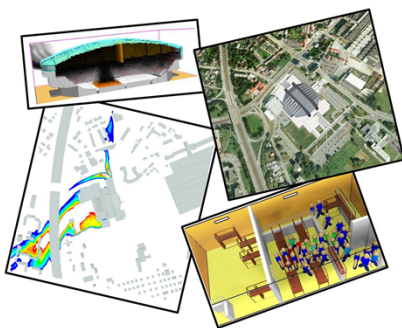
Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **90.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

ONDŘEJ ZAVILA  
PETR KUČERA  
PAVEL ŠENOVSKÝ

**MATEMATICKÉ MODELOVÁNÍ  
V PROSTŘEDÍ BEZPEČNOSTNÍHO  
INŽENÝRSTVÍ**



## O knize

Publikace je zaměřena na základní otázky využití metod a nástrojů matematického modelování v prostředí bezpečnostního inženýrství. Čtenáři by měla odpovědět na základní otázky typu „co, kdy, kde a jak“ použít. Práce je rozdělena do pěti hlavních částí, ve kterých je postupně představena základní terminologie a význam matematického modelování, základní principy jednotlivých typů modelů, základní pravidla práce s modely, pravidla pro vizualizaci a správnou interpretaci výsledků, a v závěru také několik praktických ukázek aplikačních úloh.



# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

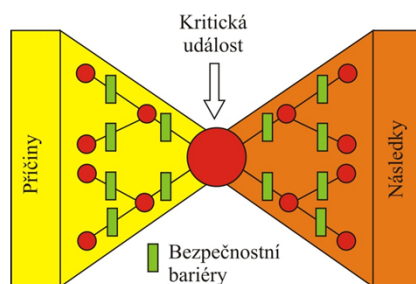
Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **91.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

PAVEL ŠENOVSÝ  
a kolektiv

BEZPEČNOST OBČANŮ A RIZIKA  
V ÚZEMÍ



## O knize

Text knihy je zaměřen na problematiku bezpečnosti území. Čtenář je v knize seznámen s pohledem na nebezpečí, která mohou ohrožovat území v kontextu snižování následků katastrof. V knize jsou také nastíněny některé možné přístupy k nakládání s riziky, které v území mohou působit odlišným způsobem než na úrovni podniku.



# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

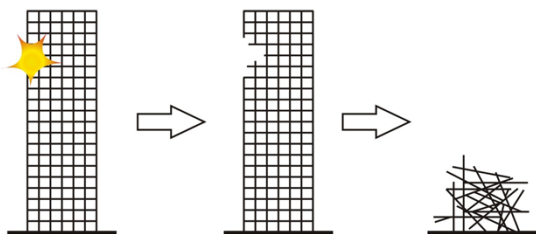
Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **92.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

MIROSLAV MYNARZ

**MIMOŘÁDNÁ ZATÍŽENÍ STAVEB**



## O knize

Tato kniha přichází s komplexním popisem mimořádných zatížení, která se mohou vyskytnout v průběhu životnosti jednotlivých staveb. V knize je prezentován přehled používaných výpočetních postupů, které umožňují přesněji stanovit zatížení stavebních objektů od mimořádných událostí, mezi něž patří nárazy vozidel či plavidel, vnitřní nebo vnější výbuchy, požáry, případně zemětřesení.



# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

**EDICE SPBI SPEKTRUM 93.**

**SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ**

**HANA VĚŽNÍKOVÁ**

## **SAMOZHŘÍVÁNÍ ORGANICKÝCH MATERIÁLŮ**



### **O knize**

Publikace „Samozahřívání organických materiálů“ je zaměřena na samovolné vznícení, které je jednou z příčin požárů, především u materiálů, které jsou skladovány ve velkých množstvích. Podstata samozáhřevu a dvě teorie, které vysvětlují chování materiálů při samozáhřevu jsou uvedeny v první části publikace.





**Sdružení požárního  
a bezpečnostního inženýrství, z.s.**

Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

**EDICE SPBI SPEKTRUM II.**

## **SEVESO II**



### **O knize**

Překlad „SEVESO II“ - směrnice Rady  
EU 96/82/EC o řízení nebezpečí  
závažných havárií s nebezpečnými  
látkami.



**Sdružení požárního  
a bezpečnostního inženýrství, z.s.**

Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

**EDICE SPBI SPEKTRUM VIII.**

## **SEVESO III**



### **O knize**

Novelizace SEVESO II - směrnice Rady  
EU 96/82/EC, o řízení nebezpečí  
závažných havárií s nebezpečnými  
látkami.



# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

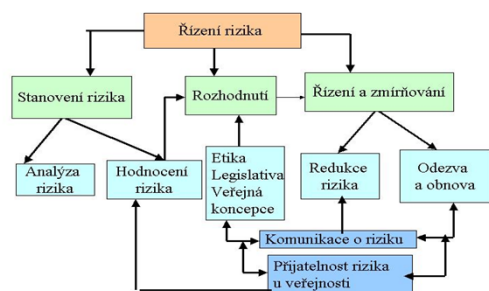
Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

## EDICE SPBI SPEKTRUM X.

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

DANA PROCHÁZKOVÁ

### BEZPEČNOST LIDSKÉHO SYSTÉMU



## O knize

Cílem předložené knihy je shrnout dosavadní poznání v předmětné oblasti a popsat základní nástroje pro zajištění bezpečí a udržitelného rozvoje lidského systému. Kniha poskytuje teoretickou základnu a východiska také pro krizové řízení, které je chápáno jako integrální součást řízení bezpečnosti lidského systému.





# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

## EDICE SPBI SPEKTRUM **XI.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

DANA PROCHÁZKOVÁ

**METODIKA PRO ODHAD NÁKLADŮ  
NA OBNOVU MAJETKU V ÚZEMÍCH  
POSTIŽENÝCH ŽIVELNÍ NEBO  
JINOU POHROMOU**



## O knize

Publikace obsahuje charakteristiky živelních a jiných pohrom, které se mohou vyskytnout v ČR. Dále obsahuje soubor opatření pro prevenci, zmírnění a odstranění dopadů živelních či jiných pohrom. Skládá se z dvanácti provázaných metodik, které tvoří systémový nástroj a jejich aplikace zajišťuje odpovědi na základní otázky, na které veřejná správa potřebuje při rozhodování znát odpovědi.



# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

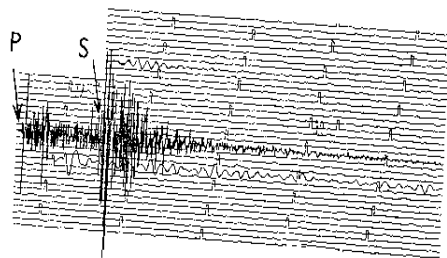
Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

## EDICE SPBI SPEKTRUM **XII.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

DANA PROCHÁZKOVÁ

### SEISMICKÉ INŽENÝRSTVÍ NA PRAHU TŘETÍHO TISÍCILETÍ



## O knize

Posláním publikace je poskytnout: základní informace o zemětřeseních a o jejich dopadech, přehled opatření (včetně občanských), která vedou ke zmírnění dopadů zemětřesení, ucelený přehled o problematice seismického inženýrství, odkazy na odbornou literaturu, ve které lze získat detailní údaje a poznatky.



# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

## EDICE SPBI SPEKTRUM XIII.

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

IVANA BARTLOVÁ

### PREVENCE A PŘIPRAVENOST NA ZÁVAŽNÉ HAVÁRIE



## O knize

Od vydání Analýzy nebezpečí a prevence průmyslových havárií II - Analýza rizik a připravenost na průmyslové havárie došlo k podstatným změnám v legislativě, především v oblasti prevence závažných havárií. Byl vydán zákon č. 59/2006 Sb., o prevenci závažných havárií, který je aplikací novelizované směrnice Rady 96/92/EC, tzv. SEVESO II direktivy (směrnice Rady 2003/105/EC).



# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **XIV.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

IVANA BARTLOVÁ

**VÝVOJ V OBLASTI  
NEBEZPEČNÝCH LÁTEK  
A PŘÍPRAVKŮ**



## O knize

Problematicke zajištění bezpečnosti chemických látek a chemických přípravků (směsí) docházelo a dochází k inovacím legislativy. Bylo přijato nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 1907/2006 o registraci, hodnocení, povolování a omezování chemických látek a o zřízení Evropské agentury pro chemické látky - nařízení REACH a tím došlo i k úpravě zákona č. 356/2003 Sb. o chemických látkách a chemických přípravcích, ve znění novelizačního zákona č. 371/2008 Sb.



# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

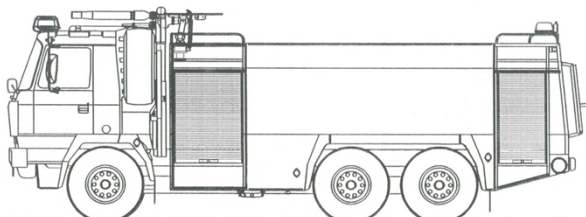
Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

**EDICE SPBI SPEKTRUM XV.**

**SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ**

**MICHAL KRATOCHVÍL  
VÁCLAV KRATOCHVÍL**

**TECHNICKÉ PROSTŘEDKY  
POŽÁRNÍ OCHRANY**



## O knize

Publikace má za cíl představit přehled v současné době používaných technických prostředků u jednotek PO včetně základních souvisejících údajů. Je určena studentům v oboru požární ochrana, hasičům i strojníkům v JPO a jejich velitelům. Současně je určena také hasičům v prevenci a kontrolní činnosti jako pomůcka při posuzování požárně bezpečnostních řešení, projektantům PBS a osobám odborně způsobilým při odborné přípravě preventivních požárních hlídek a požárních hlídek.





# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **XVI.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

MARTIN KULHAVÝ

**METODIKA PLNĚNÍ DISCIPLÍN  
POŽÁRNÍHO SPORTU**



## O knize

Knihka popisuje historii vývoje požárního sportu v České republice a bývalém SSSR. Názorně ukazuje bezpečné technické provedení výstupu do 4. podlaží cvičné věže a běhu na 100 m s překážkami mužů i žen. Rozebírá základní plán celoroční přípravy za použití dlouhodobě vyzkoušených metod.



# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

## EDICE SPBI SPEKTRUM XVII.

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

VÁCLAV KRATOCHVÍL  
ŠÁRKA NAVAROVÁ  
MICHAL KRATOCHVÍL

### POŽÁRNĚ BEZPEČNOSTNÍ ZAŘÍZENÍ VE STAVBÁCH

Stručná encyklopedie pro jednotky PO, požární prevenci  
a odbornou veřejnost



## O knize

Úvodní kapitoly knihy jsou věnovány základům oboru požární bezpečnosti staveb a technologií, stavbám a jejich částem. Další kapitoly obsahují stěžejní informace a principy funkce konkrétních požárně bezpečnostních zařízení.

Na závěr je představena činnost složek IZS při mimořádných událostech, ať již vyvolaných absencí požárně bezpečnostních zařízení nebo přírodními vlivy.



# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

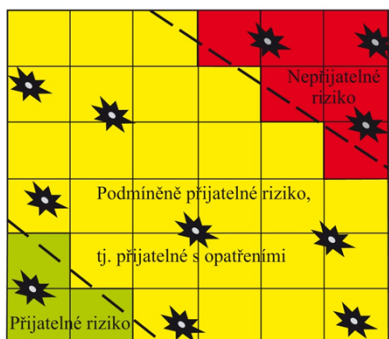
Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

## EDICE SPBI SPEKTRUM XVIII.

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

DANA PROCHÁZKOVÁ

### METODY RIZIKOVÉHO INŽENÝRSTVÍ



## O knize

Předložená monografie se skládá ze dvou základních částí. V první písemné jsou kromě úvodu, závěru a seznamu použité literatury kapitoly: charakteristika rizika a způsoby jeho řízení; současné inženýrské disciplíny zaměřené na bezpečnost, jejich cíle a vztahy; požadavky na data; vybrané specifické pojmy, techniky řízení a inženýrství zaměřené na bezpečnost a odvozené na základě dobré praxe ...





# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

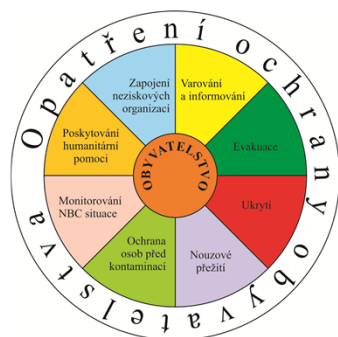
Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **XIX.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

DAVID ŘEHÁK  
LIBOR FOLWARCZNY

## VÝCHODISKA TECHNICKÉHO A ORGANIZAČNÍHO ZABEZPEČENÍ OCHRANY OBYVATELSTVA



### O knize

Tato kolektivní monografie se zabývá problematikou technického a organizačního zabezpečení opatření ochrany obyvatelstva v České republice. Její podstatou je zejména souhrnné představení historických souvislostí a východisek současného systému, který je neustále modernizován a přizpůsobován potřebám soudobého bezpečnostního prostředí České republiky.



# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

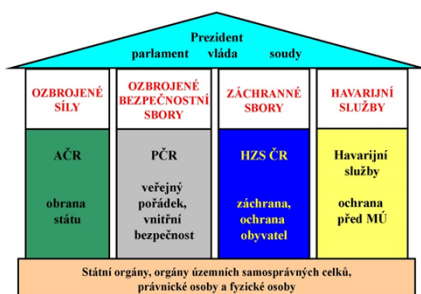
Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

## EDICE SPBI SPEKTRUM **XX.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

VILÉM ADAMEC  
DAVID ŘEHÁK  
LENKA ČERNÁ

### ZÁKLADY ORGANIZACE A ŘÍZENÍ BEZPEČNOSTI V ČESKÉ REPUBLICE



## O knize

Je koncipována do vzájemně navazujících oblastí, které jsou orientovány na pojetí bezpečnosti, bezpečnostní strategie, právní prostředí pro zajištění bezpečnosti státu, role veřejné správy při zajišťování bezpečnosti, bezpečnostní systém státu, veřejný pořádek a vnitřní bezpečnost státu, bezpečnostní management a ochrana informací, obranu státu, systém zdolávání mimořádných událostí, krizové řízení v ČR, IZS, bezpečnostní plánování a financování bezpečnosti, ochrana obyvatelstva.



# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

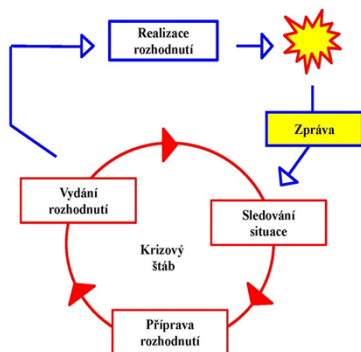
Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

EDICE SPBI SPEKTRUM **XXII.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

VILÉM ADAMEC

## KRIZOVÉ ŠTÁBY VEŘEJNÉ SPRÁVY



## O knize

Monografie přibližuje některé z problémů, které jsou spojeny s fungováním krizových štábů veřejné správy. Obsahově jsou v textu zařazeny aktuální poznatky o fungování krizových štábů v obecné rovině. Zvláštní část textu je věnována zásadám organizace a řízení krizových štábů na úrovni obcí s rozšířenou působností.



# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

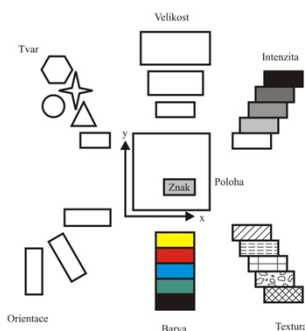
Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

## EDICE SPBI SPEKTRUM XXIII.

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

KAROLÍNA CHMELÍKOVÁ  
VILÉM ADAMEC

### KATALOG GRAFICKÝCH ZNAČEK PRO OCHRANU OBYVATELSTVA, INTEGROVANÝ ZÁCHRANNÝ SYSTÉM A KRIZOVÉ ŘÍZENÍ



## O knize

Monografie je věnována problematice zpracovávání grafických částí vybraných bezpečnostních dokumentů. Obsahově jsou v textu zařazeny aktuální poznatky o stavu dokumentačních činností s využitím grafiky v rámci záchranářství a krizového řízení v ČR a v zahraničí. Část textu je věnována zásadám pro tvorbu grafických značek, a to zejména s přihlédnutím k potřebám vedení dokumentace krizového štábu veřejné správy.



# Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.

Adresa: Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava-Výškovice,  
Tel.: +420 597 322 970,  
spbi@spbi.cz  
www.spbi.cz

**EDICE SPBI SPEKTRUM XXIV.**

SDRUŽENÍ POŽÁRNÍHO A BEZPEČNOSTNÍHO INŽENÝRSTVÍ

ELLEN KIRSCHMAN

**ŽIVOT S HASIČEM**  
VŠE, CO BY MĚLA VĚDET RODINA HASIČE



## O knize

Jak se mohou rodiny hasičů vyrovnat se stresem, který přináší jejich zaměstnání? Jak zvládat obavy a strach, které přicházejí během dlouhých hodin odloučení od manžela? Kam se obrátit, když se dostanete do obtížné situace? Tato praktická, přesto citlivě napsaná příručka od Dr. Elleny Kirschman představuje první svépomocnou knihu zaměřenou na otázky a problémy, které v současnosti řeší rodiny hasičů.

---

Advances in Fire and Safety Engineering 2017

Editori: Karol Balog, Jozef Martinka, Peter Rantuch

Technický editor: Peter Rantuch , Denis Benko

Vydala: Slovenská technická univerzita v Bratislave  
Materiálovotechnologická fakulta so sídlom v Trnave  
vo vydavateľstve AlumniPress, Jána Bottu č. 2781/25, 917 24 Trnava

Miesto a rok vydania: Trnava, 2017

Náklad: 150 ks

Vydanie: Prvé

ISBN: 978-80-8096-245-6

EAN: 9788080962456