

SPEKTRUM

vychází 2x ročně

POŽÁRNÍ OCHRANA 2014 XXIII. ročník mezinárodní konference



Vyhodnocení průběh
objektové evakuace při
evakuačním cvičení

Funkční spolehlivost požární
techniky na podvozcích MAN
TGM u jednotek HZS ČR
Jihomoravského kraje

Plynné zplodiny zahřívání uhlí

Posouzení vlivu koncentrace
kyslíku na plynné produkty
samozáhřevu dřevěných pilin

Systém spolupráce nestátních
neziskových organizací
při řešení mimořádných
událostí v České republice



Plán konferencí FBI a SPBI na rok 2014 - 2015

KONCEPCE OCHRANY OBYVATELSTVA - strategické cíle a priority 10. - 11. 12. 2014

Odborní garanti: Ing. Mgr. Rostislav Richter, Ing. František Kovářik



XIV. ročník OCHRANA OBYVATELSTVA

4. - 5. 2. 2015

Odborný garant: doc. Dr. Ing. Michail Šenovský



XIII. ročník POŽÁRNÍ BEZPEČNOST STAVEBNÍCH OBJEKTŮ

29. 4. 2015

Odborní garanti: Ing. Petr Beběčák, Ph.D., doc. Ing. Miroslava Netopilová, CSc., Ing. Isabela Bradáčová, CSc.



XV. ročník BEZPEČNOST A OCHRANA ZDRAVÍ PŘI PRÁCI

13. - 14. 5. 2015

Odborný garant: doc. Dr. Ing. Aleš Bernatík



XXIV. ročník POŽÁRNÍ OCHRANA

9. - 10. 9. 2015

Odborní garanti: doc. Dr. Ing. Michail Šenovský, Ing. Petr Beběčák, Ph.D., doc. Dr. Ing. Miloš Kvarčák, doc. Ing. Vilém Adamec, Ph.D., doc. Ing. Petr Štroch, Ph.D., Zdeněk Novák, plk. Ing. Zdeněk Ráž, Ing. Jaroslav Dufek, doc. Ing. David Řehák, Ph.D.



FIRE SAFETY

(požární bezpečnost jaderných elektráren)

Odborní garanti: doc. Dr. Ing. Michail Šenovský, Ing. Ján Kandráč, CSc.

listopad



Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství

Vám nabízí následující SW

bližší informace obdržíte na spbi@spbi.cz nebo na 597 322 970

Databáze Nebezpečné látky



Nebezpečné látky jsou databázovou aplikací obsahující základní údaje o víc jak 3500 nebezpečných látkách. Databáze obsahuje

- UN kód
- CAS číslo
- ES číslo
- indexové číslo
- identifikační čísla nebezpečnosti
- HAZCHEM kódy
- bezpečnostní značení
- R a S věty
- P TCH látek
- některé informace pro přepravu (dle ADR)
- výstražné symboly
- hodnocení nebezpečnosti látek dle Diamant
- ochrana před účinky nebezpečných látek pomocí ochranných obleků

Databáze Nebezpečné látky díky prostředí Microsoft Access umožňuje:

- rychlé prohledávání látek
- možnost kombinace prohledávacích kritérií (použití filtrů)
- tiskové sestavy
- transparentní systém číselníků

UN kód	název látky	CAS	ES číslo	Indexové číslo
3018	Acefat (ISO)	30560-19-1	250-241-2	015-079-00-7
2 1089	Acetaldehyd	75-07-0	200-836-8	605-003-00-6
3 3077	Acetamid	60-35-5	200-473-5	616-022-00-4
4	5-[(8-Acetamido-3,6-disulfonato-2-	164058-22-4	413-590-3	611-063-00-4
5	1-(4-[3-Acetamido-4-[4-(4-nitro-2-s	115099-55-3	404-250-5	611-014-00-7
6	3-(5-Acetamido-4-[4-[(4,6-bis[(3-di	115099-58-6	407-670-7	611-040-00-9
7	6-Acetamido-4-hydroxy-3-(4-[[2-su		401-010-1	016-043-00-3
8 1715	Acetanhydrid	108-24-7	203-564-8	607-008-00-9
9 1993	Acetofenon	98-86-2	202-708-7	606-042-00-1
10 1090	Aceton	67-64-1	200-662-2	606-001-00-8
11 1648	Acetonitril	75-05-8	200-835-2	608-001-00-3
12	Směs:trans-(2R)-5-acetoxv-1,3-oxat	147027-04-1	411-660-8	607-369-00-2

K databázi lze dokoupit rozšiřující modul - **odhad slučitelnosti látek**. Tento modul umožňuje odhadnout, zda při styku různých nebezpečných látek je pravděpodobné, že dojde k nežádoucí reakci či ne.

Nebezpečné látky jsou určeny k provozu na pracovních stanicích s operačním systémem MS Windows XP (+ SP2) nebo vyšší. Ke svému provozu nevyžaduje přítomnost žádného dalšího softwarového produktu, ačkoliv některé funkce plně využijete spolu s MS Office 2007 (není součástí dodávky).

SPEKTRUM

Recenzovaný časopis
Sdružení požárního a bezpečnostního
inženýrství a Fakulty bezpečnostního
inženýrství

*Reviewed journal
of Association of Fire and Safety
Engineering and Faculty of Safety
Engineering*

Vydavatel - *Publisher:*
Sdružení požárního a bezpečnostního
inženýrství, Lumírova 13
700 30 Ostrava - Výškovice

Editor - *Editor:*
doc. Dr. Ing. Michail Šenovský

Redakční rada - *Editorial Board:*
doc. Dr. Ing. Michail Šenovský
(šéfredaktor - *Editor-in-Chief*)
doc. Dr. Ing. Miloš Kvarčák
(zástupce šéfredaktora - *Deputy Editor
-in-Chief*)

prof. Ing. Karol Balog, PhD.
doc. Ing. Ivana Bartlová, CSc.
Dr. Ing. Zdeněk Hanuška
doc. Ing. Karel Klouda, CSc., MBA, Ph.D.
RNDr. Stanislav Malý, Ph.D.
prof. MUDr. Leoš Navrátil, CSc.
doc. Ing. Ivana Tureková, PhD.

Výkonný redaktor - *Responsible Editor*
Ing. Lenka Černá

Všechny uveřejněné příspěvky byly
recenzovány
All published contributions were reviewed

Adresa redakce - *Editorial Office Address:*
SPBI
Lumírova 13
700 30 Ostrava - Výškovice
e-mail: spektrum.fbi@vsb.cz

Uzávěrka tohoto čísla - *Current Issue Copy
Deadline:* 30. 10. 2014

Vyšlo: prosinec 2014 - *Issued on December 2014*

Nevyžádané příspěvky nevracíme.
Neoznačené články jsou redakční materiály.
Uveřejněné články nemusí vždy vyjadřovat
názor redakce.

Nebyla provedena jazyková korektura.
*Rejected contributions will not be returned.
Authorless articles are prepared by the
editorial staff.
Published articles need not always express the
opinion of Editorial Board.
No language corrections were made.*

© SPEKTRUM
ISSN 1804-1639 (on-line)



VŠB - TU Ostrava
Fakulta bezpečnostního
inženýrství
VŠB - Technical University of
Ostrava
Faculty of Safety Engineering



Sdružení požárního
a bezpečnostního
inženýrství
Association of Fire and
Safety Engineering

Obsah - Contents

Úvodní slovo - <i>Introductory Word</i>	4
Fire Resistance Testing of Glazed Building Elements Andrzej Borowy	5
Statistické úvahy k normovaným metodám verifikace zkušebních aparatur pro stanovení PTCH - <i>Statistical Consideration About the Standard Methods of Test Apparatus Verification for the Fire Technical Characteristics Determination</i> Otto Dvořák	9
Vyhodnocení průběh objektové evakuace při evakuačním cvičení - <i>Evaluation of Course Object Evacuation at Evacuation Drill</i> Kristýna Kutilová, Petr Kučera, Stanislav Šíma	12
Funkční spolehlivost požární techniky na podvozcích MAN TGM u jednotek HZS ČR Jihomoravského kraje - <i>Operational Reliability of Fire Appliances on MAN TGM Chassis with Brigades of Fire and Rescue Service of the South Moravian Region</i> Ladislav Jánošík	17
System for 3D Mapping the Fire Scene Marzena Półka, Bożena Kukfisz, Grzegorz Kotulek, Eligiusz Starzynski, Dariusz Baranowski Barbara Oscilowska	21
Plynné zplodiny zahřívání uhlí - <i>Gaseous Products of Heating Coal</i> Kateřina Derychová, Michaela Perďochová	23
Výpočtové metody na stanovení dolnej medze výbušnosti uhl'ovodíkových plynov - <i>The Calculation Methods for the Determination of Lower Explosion Limit by Hydrocarbon Gases</i> Eva Mračková	27
Posouzení vlivu koncentrace kyslíku na plynné produkty samozáření dřevěných pilin - <i>Assessment of the Influence of Oxygen Concentration on Gaseous Products of Self - Heating of Wood Sawdust</i> Michaela Perďochová, Kateřina Derychová, Hana Věžníková	31
Systém spolupráce nestátních neziskových organizací při řešení mimořádných událostí v České republice - <i>System of Cooperation of Non-Governmental and Not-for-Profit Organizations During Coping with Emergency Events in Czech Republic</i> Štěpán Kavan	35
Potřebnost komunikace o rizicích v rámci prevence závažných havárií - <i>Risk Communication Necessity in the Major Accident Prevention</i> Jakub Řeháček, Jakub Dlabka, Barbora Baudišová	41

Fotografie na titulní straně - autor: Petra Poláková AVS VŠB - TU Ostrava

Úvodní slovo

Vážené dámy a pánové, kolegyně a kolegové, čtenáři a čtenářky časopisu SPEKTRUM,

SPBI má za sebou první rok druhé „dvacetiletky“ své činnosti. Je více než zřejmé, že si SPBI drží svou pozici na poli požárního a bezpečnostního inženýrství. V roce 2014 jsme vydali další odborné publikace, ať už v červené či modré řadě edice SPBI SPEKTRUM. Ke konci roku jsme v červené řadě došli k číslu publikace 88, v modré řadě pak k číslu 23.

Během tohoto roku SPBI bylo hlavním organizátorem celkem 6 konferencí a spoluorganizátorem konference Tiché nebezpečí v našem okolí - Zařízení pro autonomní detekci požárů a plynů. K tradičním konferencím, které již pořádáme řadu let, tj.

- Ochrana obyvatelstva,
- Požární bezpečnost stavebních objektů,
- Bezpečnost a ochrana zdraví při práci,
- Požární ochrana,
- Fire Safety - Požární bezpečnost jaderných elektráren,

jsme přiřadili ještě jednu. Pořádáme ji ve spolupráci s Institutem ochrany obyvatelstva v Lázních Bohdaneč, a jedná se o konferenci

Koncepce ochrany obyvatelstva - strategické cíl a priority. Tato konference již má po několik let své pevné místo v kalendáři odborníků na ochranu obyvatelstva, krizové řízení a havarijní plánování, SPBI je organizátorem této akce od r. 2013. Protože se spolupráce s Institutem ochrany obyvatelstva osvědčila a je pro obě strany přínosná, dohodli jsme se, že v této spolupráci budeme nadále pokračovat.

V roce 2014 navštívilo všechny námi pořádané konference více jak 1100 účastníků. Ve sbornících bylo publikováno cca 265 příspěvků. Jsou to úžasná čísla, která dokazují myšlenku ze začátku tohoto textu. A to, že SPBI zaujímá významnou pozici v České republice ve vzdělávání v oblasti požárního a bezpečnostního inženýrství.

Nezbývá nám nic jiného, než usilovně a pilně pracovat, abychom si tuto pozici udrželi. K tomu potřebujeme i Vás, čtenáře a autory příspěvků v časopise SPEKTRUM.



Ing. Lenka Černá
prezidentka SPBI

Fire Resistance Testing of Glazed Building Elements

Andrzej Borowy, Ph.D.

Instytut Techniki Budowlanej
1 Filtrowa St., 00-611 Warszawa, Poland
a.borowy@itb.pl

Abstract

Fire resistance test and assessment procedures are defined in European standards specifically for different glazed building elements taking into account element function, orientation and specific behaviour of glazed elements under fire exposure. These elements are normally have to fulfilled requirements regarding normal usage and, in case of fire, have to provide required integrity, insulation and/or radiation criteria, and sometimes also loadbearing capacity. Fire resistance of glazed elements is normally determined by testing. New facilities of Fire Testing Laboratory of Building Research Institute allow to test building elements in really large scale. In the paper some results of testing are presented. Discussion of results obtained is included.

Keywords

Fire resistance, testing, glazed elements, walls, roofs.

1 Introduction

Glass is widely used in modern buildings. Special kind of glass is used in fire resistant separating elements like walls (internal and external) and roofs. Now, in many applications, fire doors are made with glazing or even as fully glazed doors. Fire resistance requirements defined in building regulations are addressed to building elements and construction products. In Construction Products Regulation [1] it is required that the construction works must be designed and built in such a way that in the event of an outbreak of fire:

- the load-bearing capacity of the construction can be assumed for a specific period of time;
- the generation and spread of fire and smoke within the construction works are limited;
- the spread of fire to neighbouring construction works is limited;
- occupants can leave the construction works or be rescued by other means;
- the safety of rescue teams is taken into consideration.

The concept of compartmentation, commonly used in building regulations in most countries, does not differentiate building elements from material point of view but refers to the performance criteria that must be fulfilled by the building elements during the fire in order to achieve fire safety goals. Of course building elements must fulfilled other essential characteristics required in given application. Building regulations do not treat separately glazed elements.

But glazed elements are specific. The most important characteristic of such elements is that they are transparent and some of them even during the fire maintain their transparency. Designers in many projects use glazed elements in different way. Depending on the role of the element in the design - is that partition, external wall or roof, the fire testing procedure and fire performance criteria are defined differently. As glazed elements can fulfill different role in building they are designed specifically to this role and they tested for fire resistance in different way depending on this function. The effect of the tests is fire resistance classification, together with the field of application, elaborated according to EN 13501-2 [2]. The general conditions for fire resistance testing and additional and

alternative procedures are defined in EN 1363-1 [3] and EN 1363-2 [4]. Specific standards addressed to specific building elements define detailed requirements for testing each kind of elements. In the paper some examples of test results obtained for partitions, curtain walls and glazed roofs are presented and discussed.

2 Partitions

Fire resistance tests of partitions are carried out in accordance with EN 1364-1 [5]. Partition, size of 3 x 3 m minimum, shall be heated from one side with one vertical edge not fixed to the supporting construction. If element is symmetrical one test is sufficient to establish fire resistance classification of the partition. During the fire resistance test the measurements of temperature rise, deformation and radiation are made. Also other observations like occurrence of gaps, openings, sustained flaming shall be carried out. The criteria of integrity, insulation and radiation are used for fire resistance assessment of partitions.

Designers gladly use the glass panes of the largest possible sizes. Now it is possible to assess fire resistance of partitions in full size. In Fig. 1 example of glazed partition after the fire resistance test is presented. The size of the element was 4054 x 3500 mm (width x height) with largest glass pane of 1477 x 2577 mm (width x height).



Fig. 1 Example of glazed partition after the fire resistance test

It is visible quite big deformation of the partition but the integrity of the element has been kept.

Comparison of two partitions class EI 30 deformations during the fire resistance test was made. Partitions were made of the same aluminium profiles with the same profile insulations. The arrangements of glass panes were slightly different but the sizes of the elements and of the glasses were similar. In first partition dimensions of 4054 x 3500 mm (width x height), the largest glass pane had dimensions of 1477 x 2577 mm (width x height). In second partition dimensions of 4154 x 3500 mm (width x height), the largest glass pane had dimensions of 1577 x 2577 mm (width x height). For each partition different kind of glass was used. The maximum deformation was reached on the profile located between two biggest glass panes one of each was a pane with the one free vertical edge. The glass construction in partitions was different. The observed deformations were also different. The fastest rise of deformation in both cases was observed in first 10 minutes. In case of first partition the maximum deflection of about 130 mm was reached after 10 minutes of the test. Next, the deformation was slowly raising reaching about 150 mm after 30 minutes. In case of second partition the maximum deflection of about 100 mm was

reached after 10 minutes of the test. Then, the deformation was slowly decreasing reaching about 60 mm after 30 minutes.

Next comparison was made between the first element and "new" element made of the same type of glass but without profiles in between the glass panes. Partition, dimensions of 3000 x 2988 mm (width x height), was made of 3 glass panes dimensions of 1000 x 2888 mm (width x height). Glass panes in the "new" element were smaller but even higher than in first element. The maximum deformation was reached on the pane adjacent to the pane with the one free vertical edge. The maximum deflection of about 55 mm was reached after 10 minutes of the test. Next, the deformation was slowly raising reaching about 70 mm after 30 minutes. That means that the deformation also raised but not so fast reaching less than half of the deformation observed in first partition.

The above analysis confirm, that there are many factors influencing observed phenomena. Clearly the glass construction, size of glass panes and mainly glass restrains decide of the partition deformation in fire resistance tests.

3 Curtain walls

Fire resistance tests of curtain walls are carried out in accordance with EN 1364-3 [6] (full configuration) and EN 1364-4 [7] (part configuration). Second standard is used to assess the behavior of spandrel area, in particular integrity of this part and ability to prevent the fire from spreading to the higher level. In full configuration curtain wall element, size of 3 x 3 m minimum, shall be heated. During the fire resistance test the measurements of temperature rise, deformation and radiation are made. Also other observations like occurrence of gaps, openings, sustained flaming shall be carried out. The criteria of integrity, insulation and radiation are used for fire resistance assessment of curtain walls.

In many designs the elements with the glass panes of the largest possible sizes are used. Now it is possible to assess fire resistance of curtain walls almost in full size. In Fig. 2 an example of curtain wall after the fire resistance test is presented.



Fig. 2 Differences between the average temperature rises on the unexposed surface of test specimens with insulating inserts type No. 1 and type No. 2, internal fire exposure; $\Delta G(I30-60)$ - glass panes, $\Delta P(I30-60)$ - panels, $\Delta M(I30-60)$ - mullions, $\Delta T(I30-60)$ - transoms

Two test specimens, glazed aluminium curtain walls in full configuration, were tested. Curtain walls had the same transom - mullion structure, with:

- transoms and mullions made of the same aluminium profiles, with two different insulating inserts,
- glass panes of the same glass and dimensions of:
 - 1680 x 3198 mm (width x height) for biggest glass pane orientated vertically,
 - 1980 x 1628 mm (width x height) for biggest glass pane orientated horizontally,
- non-transparent panels of the same construction and dimensions,
- similar design (profiles, and consequently glass panes and panels of the same construction on the exposed area).

Dimensions of exposed surfaces were 5000 x 4800 mm (width x height). The distance between the mullion fixing anchors was 5000 mm in both cases. Glass panes were of symmetrical structure. Two test specimens were tested under standard fire exposure.

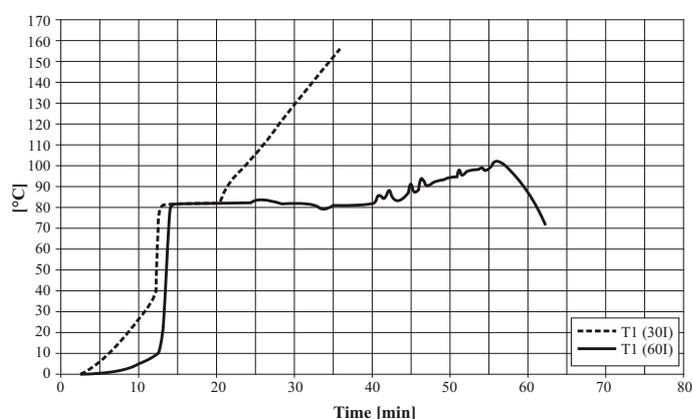


Fig. 3 Comparison of average temperature rises on unexposed surface of mullions depending on the type of insulating inserts, internal fire exposure; T(30I) - insulating inserts type 1, T(60I) - insulating inserts type 2

It can be observed that the average temperature rises are greater on the unexposed surface of profiles with insulating inserts type 1. This is an effect of correctly designed (for given fire resistance class) curtain wall, as different ways of insulating curtain wall profiles lead to different times of reaching insulation criteria.

4 Glazed roofs

Glazed roofs are designed in buildings because they have a number of architectural and usage values. Static calculations are made primarily taking into consideration the serviceability limit states criteria. Glazed roofs are now very often designed from the same profiles that are used to construct curtain walls. As roofs have to fulfill loadbearing function the design must taking into account also this aspect.

Fire resistance tests of glazed roofs are carried out in accordance with EN 1365-2 [8]. Element, size of 3 x 4 m minimum, shall be heated. During the fire resistance test the measurements of deformation, temperature rise and radiation are made. Other observations like occurrence of gaps, openings, sustained flaming shall be also carried out. The criteria of integrity, insulation and radiation are used for fire resistance assessment of glazed roofs.

Glazed roofs classified for fire resistance are commonly used by designers. In Fig. 4, 5 and 6 an example of glazed roof with fire protected steel construction during and after the fire resistance test are presented.



Fig. 4 Glazed roof with fire protected steel construction during the fire resistance test - unexposed side



Fig. 5 Glazed roof with fire protected steel construction during the fire resistance test - unexposed side; glass pane has fallen down into the furnace



Fig. 6 Glazed roof with fire protected steel construction after the fire resistance test - exposed side

In case of roofs the very important question is the field of application of test results. Glazed roofs can be designed in various configurations. It is not possible to test every variations. On the other hand calculations can be used in still very limited way. The rules that could be applied to extend the obtained results on other untested configurations are sought. The following factors need to be taken into consideration:

- steel/aluminium temperature,
- elongation of construction elements,
- deflection of purlins/rafters,
- stresses,
- temperature on the unexposed side of the profiles,
- glass pane support,
- glass pane deflection,
- expansion of glass panes,
- temperature on the unexposed side of the glass panes.

In glazed roofs the interaction between profiles elongation (causing also element deflection) and glass panes behaviour is observed. Glass panes thermal expansion and elongation of frame profiles, effecting in deflection of tested roof cause sliding out glass panes from the frames. There are also many other factor influencing substantially final results.

Collecting data of fire resistance tests is quite difficult as technological modifications cause another problem - it is almost impossible to have results on the same construction and even so new modifications introduced make observations at least partly invalid. Effectively for the fire resistance assessment it is necessary to carry out full testing program for the new solutions.

5 Final remarks

Fire resistance of glazed elements can be influencing by the following factors:

- type of glass,
- pane dimensions, shape and aspect ratio,
- material and construction of the frames,
- joints construction,
- sealing materials,
- fixings,
- load level and way of loading,
- symmetry of the glass construction,
- shape of the glass panes,
- material construction of the glazing beads,
- way of element installation,
- construction of non-transparent parts,
- supporting construction.

There is no doubt that the above list is not exhaustive. There are only main factors listed but in specific design some other aspects can be important.

In order to assess fire resistance of glazed elements by calculations detailed input data have to be known. As there are normally strictly connected with given construction, type of glass, specific configuration, material used, and aspects listed above it is very difficult to use numerical modeling. As some influencing aspects are still not clearly quantified and especially material input data are not sufficiently available, calculations cannot be fully used as an alternative tool for fire resistance assessment of glazed elements. The tests in possibly full scale can give more information on fire resistance of glazed elements and are the only tools for verification of any established rules.

References

- [1] Regulation (EU) No 305/2011 of the European Parliament and of the Council of 9 March 2011 laying down harmonised conditions for the marketing of construction products and repealing Council Directive 89/106/EEC, OJEU 4.4.2011 L 88.
- [2] EN 13501-2:2007+A1:2009 Fire classification of construction products and building elements - Part 2: Classification using data from fire resistance tests, excluding ventilation services.
- [3] EN 1363-1:2012 Fire resistance tests - Part 1 General requirements.
- [4] EN 1363-2:1999 Fire resistance tests - Part 2 Alternative and additional procedures.
- [5] EN 1364-1:1999 Fire resistance tests for non-loadbearing elements - Part 1: Walls.
- [6] EN 1364-3:2006 Fire resistance tests for non-loadbearing elements - Part 3: Curtain walling - Full configuration (complete assembly).
- [7] EN 1364-4:2014 Fire resistance tests for non-loadbearing elements - Part 4: Curtain walling - Part configuration.
- [8] EN 1365-2:1999 Fire resistance tests for loadbearing elements - Part 2: Floors and roofs.

Statistické úvahy k normovaným metodám verifikace zkušebních aparatur pro stanovení PTCH

Statistical Consideration about the Standard Methods of Test Apparatus Verification for the Fire Technical Characteristics Determination

Ing. Otto Dvořák, Ph.D.

Praha

ottodvorak@centrum.cz

Abstrakt

V platných zkušebních normách pro stanovení např. požárně technických charakteristik jsou specifikovány mj. metody verifikace správné funkce zkušební aparatury. Příspěvek je statistickou úvahou ke správnosti těchto metod používajících znalost míry opakovatelnosti r a reprodukovatelnosti R stanovených kruhovou zkouškou (mezilaboratorními porovnáními).

Klíčová slova

Opakovatelnost, reprodukovatelnost, mez opakovatelnosti, mez reprodukovatelnosti, zkušební metoda, výsledek zkoušky, verifikace, zkušební zařízení.

Abstract

Methods of verification of the correct function of the test apparatus are specified apart from other things. In valid test standards for determining e.g. the fire technical characteristics. The contribution is a statistical consideration about the trueness of these methods using knowledge of the repeatability limit r and reproducibility limit R determined by the round robin test (interlaboratory comparisons).

Keywords

Repeatability, reproducibility, repeatability limit, reproducibility limit, test method, test result, verification, test apparatus.

Úvod

Ve zkušebních normách pro stanovení např. požárně technických charakteristik jsou specifikovány shodnosti měření za podmínek opakovatelnosti a reprodukovatelnosti pomocí mezí opakovatelnosti r a reprodukovatelnosti R a dále postupy k verifikaci správné funkce zkušební aparatury na základě porovnání difference mezi korigovanými zkušebními výsledky, naměřenými na SRM nebo SMS látkách/materiálech, a jejich nominálními hodnotami, a to s tolerancí vyjádřenou v dotčených normách nerovností pomocí r a/nebo R .

Mezi opakovatelnosti, r se rozumí rozdíl mezi dvěma výsledky zkoušek, které byly získány stejným operátorem se stejným přístrojem za konstantních provozních podmínek u stejného zkušebního materiálu, by v dlouhodobém horizontu za normálního a správného provádění zkušební metody překročil hodnotu uvedenou v normě pouze v jednom případě z dvaceti, např.:

$$r = 1,4 \text{ °C (čl. 13.2, ČSN EN ISO 13769[1])}$$

Mez reprodukovatelnosti, R je definována jako rozdíl mezi dvěma jednotlivými a nezávislými výsledky zkoušek, získanými různými operátory pracujícími v různých laboratořích se stejným zkušebním materiálem, by v dlouhodobém horizontu za normálního

a správného provádění zkušební metody překročil hodnotu ve vzorci (3) pouze v jednom případě z dvaceti, např.:

$$R = 3,2 \text{ °C (čl. 13.3, ČSN EN ISO 13769[1])}$$

Výše citovaná norma požaduje provést verifikaci po zakoupení zk. aparatury a následně pravidelně k ověření její správnosti/nepoškození buď:

- a) jednou zkouškou realizovanou na CRM a SWS s tím, že rozdíl mezi jedním výsledkem a certifikovanou hodnotou CRM nebo vztažnou hodnotou SWS má být v následující toleranci:

$$x - \mu \leq R / \sqrt{2} \quad (1)$$

kde

- x výsledek zkoušky,
 μ certifikovaná hodnota CRM nebo vztažná hodnota SWS,
 R mez reprodukovatelnosti zkušební metody,

- b) nebo n -krát opakovanými zkouškami realizovanými na CRM nebo SWS; rozdíl mezi průměrem z n výsledků a certifikovanou hodnotou CRM nebo vztažnou hodnotou SWS má být v následující toleranci:

$$|\bar{x} - \mu| \leq R_1 / \sqrt{2} \quad (2)$$

kde

- \bar{x} aritmetický průměr výsledků opakovaných zkoušek,
 μ certifikovaná hodnota CRM nebo vztažná hodnota SWS,
 R_1 se rovná výrazu daným vzorcem (3):

$$R_1 = \sqrt{[R^2 - r^2(1 - 1/n)]} \quad (3)$$

kde

- R mez reprodukovatelnosti zkušební metody,
 r mez opakovatelnosti zkušební metody,
 n počet opakovaných zkoušek provedených na CRM nebo SWS.

Otázkou je, jak statisticky správné jsou výše uvedené nerovnosti, viz následující text.

Statistický model

Chybu výsledku stanovení lze definovat jako rozdíl mezi výsledkem a skutečnou/referenční hodnotou měřené veličiny, tj. podle rovnice:

$$X - \mu = \xi + e \quad (4)$$

kde

- X výsledek stanovení,
 μ skutečná/referenční hodnota měřené veličiny,
 ξ chyba způsobená odchylkou od definovaných zkuš. podmínek,
 e náhodná chyba, která vzniká i za dodržení podmínek opakovatelnosti.

Rozptyl celkové chyby ($X - \mu$) označme σ^2 se rovná součtu rozptylu ξ , a rozptylu e podle rovnice:

$$\sigma^2 = \sigma_{\xi}^2 + \sigma_e^2 \quad (5)$$

kde

- σ^2 celkový rozptyl za podmínek reprodukovatelnosti,
- σ_{ξ}^2 složka celk. rozptylu reprezentující variabilitu nekontrolovatelných faktorů,
- σ_e^2 rozptyl za podmínek opakovatelnosti.

Těmto složkám celkového rozptylu odpovídají příslušné mezní hodnoty reprodukovatelnosti R a opakovatelnosti r . Jestliže R a r jsou známy z kruhových zkoušek (byly určeny např. při validaci návrhu zkušební metody), dotčená zk. norma žádá, aby dvě měření X_1 a X_2 , naměřená za podmínek:

1. **opakovatelnosti** splňovala s pravděpodobností 0,95 toto kritérium:

$$|X_1 - X_2| \leq r \quad (6)$$

Pokud by diference byla větší než r , tj. dle rovnice (7), považovali bychom naměřené hodnoty za zatížené nadměrnou chybou (za „neopakovatelné“).

$$|X_1 - X_2| > r \quad (7)$$

2. **reprodukovatelnosti** splňovala následující kritérium opět s pravděpodobností 0,95:

$$P((X_1 - X_2) \leq R) = 0,95 \quad (8)$$

Pokud by diference byla větší než R dle rovnice (8), považovali bychom opět naměřené hodnoty za zatížené nadměrnou chybou (za „nereprodukovatelné“).

$$|X_1 - X_2| > R \quad (9)$$

Pokud jsou k dispozici referenční/nominální hodnoty μ měřené veličiny, např. CRM nebo SWS materiálů, potom bychom k ověření např. „reprodukovatelnosti“ výsledků nepotřebovali dvojici hodnot X_1 a X_2 ; stačilo by jedno měření/jeden výsledek, ale musela by být splněna následující kritérium:

$$P(X) \leq R / \sqrt{2} = 0,95 \quad (10)$$

(vztah vyplývá ze zákonů matematické statistiky)

Pokud známe referenční hodnoty μ měřené veličiny a máme možnost stanovení opakovat, můžeme realizovat stanovení buď:

- a) **n-krát za podmínek opakovatelnosti** (stejný den, v téže laboratoři, na stejné aparatuře, se stejnou obsluhou),
- b) nebo **n-krát za podmínek reprodukovatelnosti** (např. v n různých laboratořích, jinou dobu, na aparatuře od jiného výrobce, samozřejmě s jiným personálem).

Ad a)

Volbou určité laboratoře, termínu měření, konkrétní obsluhy a zk. zařízení jsme si zvolili konkrétní systém podmínek opakovatelnosti. Potom celková chyba $(x - \mu)$ je rovna součtu chyby tohoto konkrétního systému ξ a aritm. průměru chyb \bar{e} za podmínek opakovatelnosti, tj.:

$$|\bar{x} - \mu| = \xi + \bar{e} \quad (11)$$

Tomu odpovídá rozptyl:

$$Var(\bar{x} - \mu) = Var(\xi) + Var(\bar{e}) \quad (12)$$

Protože z rovnice 5 výše platí, že $\sigma_{\xi}^2 = \sigma^2 - \sigma_e^2$ dosazením do rovnice (12) dostaneme:

$$Var(\bar{x} - \mu) = \sigma^2 - \sigma_e^2 + \sigma_e^2 / n = \sigma^2 - \sigma_e^2(1 - 1/n) \quad (13)$$

Protože σ^2 a σ_e^2 jsou úměrné mezím reprodukovatelnosti R a opakovatelnosti r (ve stejném pořadí), lze rovnici (13) přepsat takto:

$$|\bar{x} - \mu| \leq \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{([R^2 - r^2(1 - 1/n)])} \quad (14)$$

Tim jsme potvrdili platnost výše uvedených kritérií dle rovnic (2) a (3).

Dále je zřejmé, že nesplnění kritéria $|\bar{x} - \mu| \leq R_1 / \sqrt{2}$ signalizuje, že:

- a) buď zk. zařízení/metoda nesplňuje požadovanou mez reprodukovatelnosti, nebo,
- b) dotčená laboratoř pracuje s velkou systematickou chybou, případně že podmínky okolí byly výrazně odlišné od normálních podmínek, atp.

Ad b)

Normová zkušební metoda by mohla v příloze normy ještě doporučit další možnost zkušební laboratoře, jak si ověřit správnosti svého zkušebního zařízení a správnost provádění zkoušky a to mezi-laboratorním porovnáním s jinou laboratoří a se stejným zkuš. vzorkem, tj. za podmínek reprodukovatelnosti.

Potom by podle zákonů počtu pravděpodobnosti a matematické statistiky:

$$Var(\bar{x} - \mu) = Var(\xi + e) \cdot 1/n = \sigma^2 \cdot 1/n \quad (15)$$

s kritériem hodnocení:

$$|\bar{x} - \mu| \leq R / \sqrt{2n} \quad (16)$$

K výše uvedené rozvaze lze ještě doplnit:

- známe-li hodnoty x a μ na konkrétním zk. zařízení, potom by v průměru z mnoha opakování mělo platit že $|\bar{x} - \mu| = 0$,
- pokud $|\bar{x} - \mu| \neq 0$, zřejmě je na zařízení systematická chyba,
- když $|\bar{x} - \mu| > \zeta$, a $P(|\bar{x} - \mu| > \zeta) = \alpha$
- když α je hladina významnosti,
- $\zeta = 1,96 \cdot s$ při $\alpha = 0,05$
- $\zeta = 1,64 \cdot s$ při $\alpha = 0,1$
- atd, když s (resp. σ) je směrodatná odchylka náhodných chyb,
- pokud z opakovaných měření $|\bar{x} - \mu| > \zeta$ (existuje systematická chyba), potom $\zeta = 1,96 \cdot s/\sqrt{n}$. Výběrovou směrodatnou odchylku s lze odhadnout ze známého vzorce $s = \left(\frac{1}{(n-1)} \cdot \sum_1^n (x_i - \bar{x})^2 \right)^{1/2}$,
- potom je $\zeta = t \cdot s/\sqrt{n}$, když koeficient t závisí na n a na α .

Závěr

Výše uvedenou rozvahou byla potvrzena platnost normových kritérií pro ověření/verifikaci správné funkce zkuš. zařízení dle výše uvedených vztahů (1), (2) a (3).

Podle názoru autora:

- přesnější ověření zk. zařízení skýtá mezi-laboratorní porovnání s jinou/ými laboratořemi a s vyhodnocením výsledků stanovení podle výše odvozených vztahů (15) a (16),
- tato možnost by se mohla doporučit při připomínkové revizi zkuš. norem formou doplňku již zavedené přílohy pro verifikaci zk. zařízení. Mohly by ji využívat i výzkumné laboratoře vyvíjející nové zkuš. metody a/nebo akreditované zkušební laboratoře či laboratoře se správnou laboratorní praxí [9, 10].

Pokud se pracuje s konkrétními hodnotami r a R , neměly by se označovat jako opakovatelnost a reprodukovatelnost, jak je to běžné v ČSN normách, ale správně jako meze opakovatelnosti a reprodukovatelnosti [7].

¹ Rozptyl náhodné veličiny X se ve statistice označuje často buď jako $Var(X)$ (variance X), $\sigma^2(X)$, $s^2(X)$, nebo $D(X)$.

Použitá literatura

- [1] ČSN EN ISO 13769 (65 6067):2013 *Stanovení bodu vzplanutí - Metoda v uzavřeného kelímku podle Abela.*
- [2] ČSN EN ISO 3679 (65 6018):2014 *Stanovení bodu vzplanutí - Rychlá rovnovážná metoda v uzavřeném kelímku.*
- [3] ČSN ISO 5725-1 (01 0251):1997 *Přesnost (správnost a shodnost) metod a výsledků měření - Část 1: Obecné zásady a definice.*
- [4] ČSN ISO 5725-2 (01 0251):1997 *Přesnost (správnost a shodnost) metod a výsledků měření - Část 2: Základní metoda pro stanovení opakovatelnosti a reprodukovatelnosti normalizované metody měření.*
- [5] ČSN ISO 5725-3 (01 0251):1997 *Přesnost (správnost a shodnost) metod a výsledků měření - Část 3: Mezilehlé míry shodnosti normalizované metody měření normalizované metody měření.*
- [6] ČSN ISO 5725-4 (01 0251):1997 *Přesnost (správnost a shodnost) metod a výsledků měření - Část 4: Základní metody pro stanovení správnosti normalizované metody měření.*
- [7] ČSN ISO 3534-1 (01 0216):1994 *Statistika - Slovník a značky - Část 1: Obecné statistické termíny a termíny používané v pravděpodobnosti.*
- [8] ČSN ISO 3534-2 (01 0216):1994 *Statistika - Slovník a značky - Část 2: Aplikovaná statistika.*
- [9] Dvořák, O.: Možnosti statistického vyhodnocení výsledků laboratorních stanovení jakostních parametrů technických prostředků PO a hasiv pro potřeby certifikace. In *Požární ochrana 2005*. Ostrava: VŠB - TU Ostrava, 2005. s. 115-119. ISBN 80-86634-66-3.
- [10] Dvořák, O.: Equalizing the statistical or experimental fire protection data by the practically usable probability distributions. In *Security and Safety Management and Public Administration Conference*. Praha: Policejní akademie ČR, 2008.

Vyhodnocení průběh objektové evakuace při evakuačním cvičení

Evaluation of Course Object Evacuation at Evacuation Drill

Ing. Kristýna Kutilová

Ing. Petr Kučera, Ph.D.

Stanislav Šíma

VŠB - TU Ostrava, Fakulta bezpečnostního inženýrství
Lumírova 13, 700 30 Ostrava - Výškovice
kristyna.kutilova@vsb.cz, petr.kucera@vsb.cz

Abstrakt

Objektová evakuace je ovlivňována různými faktory, které mají vliv na její průběh. Pro zefektivnění evakuace, zejména se značným počtem osob, je žádoucí provádět evakuační cvičení. Může se jednat o cvičení ohlášená, o kterých jsou osoby v objektu předem informovány, nebo se mohou provádět neohlášená cvičení, se kterými osoby obeznámeny nejsou. Tento příspěvek se zabývá vyhodnocením neohlášeného evakuačního cvičení, které proběhlo ve vybrané budově se shromažďovacím prostorem. Cílem příspěvku je na základě vyhodnocení průběhu cvičné evakuace poukázat na nedostatky evakuačního procesu a navrhnout možné postupy, které by tyto nedostatky mohly minimalizovat.

Klíčová slova

Budova, evakuační cvičení, chování osob, shromažďovací prostor, pohyb.

Abstract

Building evacuation is influenced by various factors, which influence its course. To streamline the evacuation, especially a substantial number of people, it is desirable to conduct evacuation drill. It can be a workout announced on whom people in the house are informed in advance, or can be carried out unannounced drill with which people are familiar. This paper deals with the evaluation unannounced evacuation drill, which took place in the selected building assembly area. The aim of this paper is based on an evaluation during practice evacuation point out the shortcomings of the evacuation process and suggest possible courses of action that could minimize these shortcomings.

Keywords

Building, evacuation drill, behavior of persons, assembly room, person, movement.

Úvod

Evakuační proces ve stavebních objektech je složen z několika částí, které na sebe postupně navazují. Tento proces v návaznosti na dobu evakuace osob lze rozdělit na dobu od vzniku do detekce požáru, po ní následuje doba do zahájení evakuace, která se skládá z dílčích činností jako je vyhlášení evakuace, doba do rozhodnutí se k zahájení evakuace, a vlastní doba pohybu osob objektem směrem na volné prostranství popř. bezpečných prostor.

Při vzniku mimořádné události v objektu závisí průběh evakuace mimo jiné na počtu osob, jejich fyzickém a psychickém stavu. Ten může být ovlivněn tím, zda jsou osoby účinkům mimořádné události vystaveny (např. osoby vidí plamen, zplodiny hoření) či ne. Dále může být průběh ovlivněn dispozičním řešením stavby (např. umístění únikových cest a východů) a druhem výroby a provozu (např. administrativní, ubytování osob) [1, 2].

Pro zefektivnění evakuace, zejména prostor se značným počtem osob, je žádoucí provádět evakuační cvičení. Provádění evakuačních cvičení vychází z § 33 vyhlášky č. 246/2001 Sb., o požární prevenci, v platném znění [3], který stanovuje požadavky na požární evakuační plán. Jehož správnost je ověřována v rámci cvičného požárního poplachu.

Smyslem evakuačních cvičení je procvičit postupy, které se uplatňují při evakuaci osob z objektů stanovené v požárním evakuačním plánu [3]. Připravit osoby na průběh evakuace při reálné situaci. Osoby si procvičují znalosti prostředí objektu a volby možných únikových cest v návaznosti na požární evakuační řád. Evakuační cvičení lze rozdělit na dva základní typy. Může se jednat o cvičení ohlášená, o kterých jsou osoby v objektu informovány, nebo se mohou provádět předem neohlášená cvičení, se kterými osoby obeznámeny nejsou.

Při realizaci evakuačních cvičení je také možné provést kontrolu funkčnosti požárně bezpečnostních zařízení - elektrické požární signalizace, evakuačního rozhlasu, zařízení pro odvod tepla a kouře, požární klapky atd.

Příspěvek představuje popis průběhu a vyhodnocení neohlášeného evakuačního cvičení, které proběhlo ve vybraném objektu občanské vybavenosti (školské zařízení). Evakuace byla vyhlášena ve shromažďovacím prostoru, který se v tomto objektu nachází. Neočekávané vyvolání evakuace proběhlo prostřednictvím vyvíječů kouře, jako by se jednalo o skutečný požár, jenž svými účinky působí na osoby v objektu dojmem mimořádné události.

1 Popis přípravy evakuačního cvičení

Záměrem evakuačního cvičení bylo sledovat pohyb a chování osob v podmínkách připomínajících skutečný požár. Simulace požáru byla provedena pomocí dvou vyvíječů kouře o výkonu 3000 W, kdy se simulovalo šíření zplodin požáru vzduchotechnickým potrubím do místnosti shromažďovacího prostoru (posluchárny) a sledování jejího postupného zaplňování (obr. 1).



Obr. 1 Zaplňování posluchárny simulovanými zplodinami hoření

1.1 Výběr prostoru a skupiny osob

Pro sledování pohybu a chování osob byl vybrán shromažďovací prostor (posluchárna) pro 208 osob, který se nachází v jedné budově

v komplexu čtyř vzájemně propojených budov (traktů). Komplex budov je školským zařízením. Trakt s vybraným shromažďovacím prostorem (posluchárnou), který prošel celkovou rekonstrukcí a do provozu byl uveden v roce 2007. Tento trakt je vybavena elektrickou požární signalizací s opticko-kouřovými čidly požáru, zařízením pro odvod tepla a kouře (instalované ve vybrané posluchárně) a domácím rozhlasem.

Pro vyhlášení neohlášené cvičné evakuace byla vybrána studijní skupina s počtem cca 100 posluchačů, která má pravidelnou výuku v dotčené posluchárně. S tím, že do evakuace osob se mohou zapojit i další osoby nacházející se ve vybraném traktu v závislosti na vyhlášení poplachu. Posluchači včetně přednášejícího v posluchárně a ostatní osoby ve vybraném traktu nebyly předem informovány o tom, že v rámci této přednášky dojde k realizaci evakuačního cvičení.

1.2 Podmínky simulace šíření zplodin hoření

Rozšíření simulovaných zplodin hoření (vodní mlha s příměsí - Stairville E-HD Fluid) do posluchárny bylo provedeno dvěma vyvíječi kouře (typ Stairville SF-3000 fog machine a typ Stairville Fire Fogger 3000), kdy zplodiny jimi vyvíjené byly směřovány do vnitřního sacího otvoru vzduchotechnického potrubí pro uzavřenou cirkulaci vzduchu umístěného v prostoru pod sedadly posluchárny. Do té pak simulované zplodiny hoření vnikaly soustavou výtlačných otvorů umístěných ve stropě.

Při předběžných přípravných zkouškách bylo ověřeno, že opticko-kouřová čidla umístěná uvnitř místnosti budou reagovat na vnikající kouř, jako by se jednalo o zplodiny hoření vznikající při skutečném požáru. Tato čidla budou následně signalizovat požár na ústřednu elektrické požární signalizace (dále jen „EPS“). Ústředna EPS bude obsluhu oznamovat požár, poté bude následně vyhlášen požární poplach domácím rozhlasem s informací o evakuaci budovy s vybranou místností (evakuační rozhlas). V návaznosti na signalizaci EPS dojde k otevření zařízení pro odvod kouře a tepla (dále jen „ZOKT“) a k otevření únikových východů přímo na volné prostranství z vybrané místnosti.

1.3 Očekávané výsledky cvičení

Před realizací cvičení byly očekávány následující předpoklady:

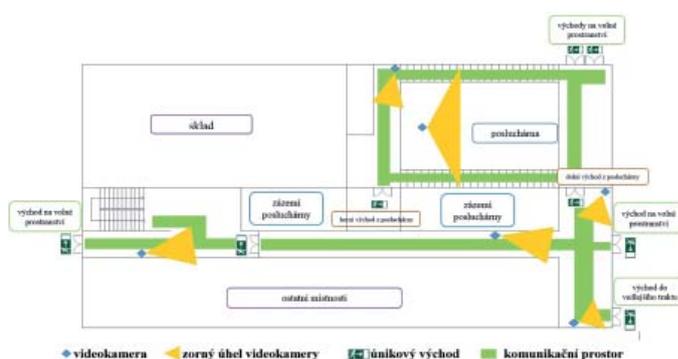
- účastníci cvičení v posluchárně se budou evakuovat po prvotním upozorování kouře;
- bude pozorována kumulace osob u únikových východů vedoucích z vybrané místnosti;
- bude stanovena doba evakuace osob;
- osoby se budou evakuovat výstupy spojovacích chodeb do vedlejších traktů;
- po vyhlášení evakuace evakuačním rozhlasem se budou ostatní osoby z budovy evakuovat;
- bude zjištěna pocitová míra rizika v závislosti s účinky simulovaných zplodin hoření.

2 Průběh evakuačního cvičení

2.1 Záznam evakuačního cvičení

Pro zachycení průběhu cvičné evakuace sloužila záznamová zařízení (videokamery), informace získané od předem informovaných pozorovatelů (figurantů) a údaje od přímých účastníků evakuace získané z dotazníků.

Pro sledování vývoje evakuačního cvičení bylo v posluchárně a na přilehlých chodbách rozmístěno celkem 6 videokamer tak, aby nebyly na první pohled zpozorovatelné (viz obr. 2). Záměrem bylo, aby vše vypadalo jako při běžném provozu a osoby pohybující se v budově netušily, že se chystá evakuační cvičení.



Obr. 2 Schéma rozmístění videokamer a únikových východů 1. nadzemního podlaží budovy s posluchárnou

Ve vybrané místnosti se nacházeli dva pozorovatelé, kteří měli za úkol sledovat dění ve vybrané místnosti a snažit se, co nejvíce splynout s ostatními studenty. Další dva pozorovatelé sledovali prostor u vřátnice, kde je umístěna ústředna EPS.

Pro sledování chování osob v závislosti na tom, co osoby ovlivnilo, byl vytvořen dotazník s 16 otázkami. Otázky v dotazníku byly rozděleny do několika tematických skupin - struktura respondentů (pohlaví, věk), informovanost osob jak se chovat při evakuaci, pocitová míra rizika osob v době evakuačního cvičení, vlivy na evakuaci osob (např. využití bezpečnostních značek). U každého východu (únikového i pro běžný pohyb osob) z budovy byla skupina 2 tazatelů, která evakovaným osobám rozdávala dotazníky k vyplnění. Celkem odevzdalo dotazník 73 respondentů. Dotazníkového šetření se neúčastnili pozorovatelé, kteří sledovali dění v posluchárně.

2.2 Časová osa evakuačního cvičení

Jako počátek evakuačního cvičení byl určen čas, kdy byly spuštěny vyvíječe kouře pro simulaci šíření zplodin hoření vzduchotechnickým potrubím do posluchárny. Konec evakuačního cvičení byl v čase ukončení poplachu, kdy přestal domácí rozhlas hlásit pokyny k evakuaci. Jednotlivé sledované časové kroky jsou uvedeny v tab. 1, jejich hodnota je orientační. Tyto časy byly určeny jak ze záznamů z videokamer, tak z poznatků pozorovatelů, kteří se nacházeli v posluchárně a v blízkosti ústředny EPS.

Tab. 1 Základní časová posloupnost evakuačního cvičení

Čas [min:sec]	Sledovaná situace
00:00	Spuštění vyvíječů kouře
00:10 - 00:30	Zpozorování kouře osobami v posluchárně
01:00	Reakce EPS + reset ¹⁾
02:00	Opětovná reakce EPS
07:10	Vyhlášení poplachu domácím rozhlasem
	Otevření ZOKT
08:00	Vypnutí vyvíječů kouře
09:45	Všechny osoby opustily posluchárnu
16:40	Ukončení poplachu

¹⁾ Reset - obsluha ústředny EPS při prvotní signalizaci požáru resetovala a poté došlo k opětovné signalizaci požáru na ústředně EPS.

Po spuštění vyvíječů kouře osoby v posluchárně reagovaly na kouř ihned, jak pronikl z potrubí do místnosti. K tomu došlo již po 10 sekundách od spuštění produkce kouře oběma vyvíječi. Aktivace hlásičů a předání informace ústředně EPS proběhla do 1 min od spuštění vyvíječů. Po prvotní signalizaci o požáru obsluha ústředny EPS došlo k resetování EPS díky úsudku její obsluhy, že se jedná o falešný poplach a chybu EPS. Poté došlo k opětovné

signalizaci požáru, kdy už obsluha reagovala na hlášení požáru. Instalovaná EPS má dvoustupňové vyhlášení poplachu, kdy čas T_2 (čas k oddálení vyhlášení poplachu, aby mohla obsluha zkontrolovat místo se signalizovaným požárem, zda nejde o falešný poplach) je nastaven na 5 min [4]. Tento čas pak odpovídá vyhlášení poplachu domácím rozhlasem v zasažené budově od reakce EPS. Obsluha během této doby byla zkontrolovat, zda se opravdu jedná o požár. Prostor před posluchárnou byl zaplněný kouřem a v reakci na to otevřela nejbližší únikové východy vedoucí na volné prostranství, aby mohly osoby opustit zasažený trakt.

Oficiální vyhlášení poplachu proběhlo později přes instalovaný domácí rozhlas s následující informací, která se opakovala: „*Prosím pozor. Z důvodu nebezpečí je nezbytné, aby všichni opustili budovu. Zůstaňte prosím klidní a snažte se pomoci každému, kdo má problémy nebo je postižený. K opuštění budovy použijte všechny východy včetně nouzových. Nouzové východy jsou označeny zelenými šipkami a nápisem požární úniková cesta.*“

Činnost vyvíječů byla ukončena po předání informace, že bylo již zaktivováno ZOKT (4 ks střešních světlíků umístěných ve stropě posluchárny). Přibližně 1 min po vyhlášení poplachu v budově. Během 3 min po vyhlášení došlo k opuštění všech osob ze zasažené místnosti. Přibližně 9 min od vyhlášení poplachu se domácím rozhlasem šířila informace o evakuaci osob.

3 Vyhodnocení evakuačního cvičení

Pro vyhodnocení evakuačního cvičení byly použity záznamy z videokamer, které byly porovnávány s daty získanými v dotaznících a informacemi od pozorovatelů.

3.1 Dotazníkové šetření

3.1.1 Základní datový soubor

Z dotazníků odevzdaných respondenty byl vytvořen základní datový soubor, který musel projít korekcí (odstraněná zavádějících či nesprávných informací), aby nedošlo ke zkreslení konečných výsledků. Prvotní korekce dat probíhala podle následujících vyřazujících kritérií:

- uvádění nesmyslných údajů;
- odpověď pouze na část dotazníku (4 a více nezodpovězených otázek);
- osoby se nacházely v době evakuace v jiné části budovy než sledované posluchárně.

Na základě těchto kritérií byly vyřazeny všechny odpovědi z daného dotazníku. Z původního počtu 73 odevzdaných dotazníků zbylo 63 dotazníků. Další korekce dat probíhala při hodnocení jednotlivých typů otázek nebo provázaných otázek, podle následujících vyřazovacích kritérií:

- respondent na otázku neodpověděl;
- respondent uvedl více odpovědí u otázek, u kterých nebyla možnost uvedení více odpovědí.

3.1.2 Vyhodnocení dotazníků podle odpovědi respondentů

Vyhodnocení dotazníkového šetření probíhalo s daty z 63 dotazníků, které splnily vyřazovací kritéria. Všechny osoby, které posuzované dotazníky odevzdalo, měly věkové rozpětí (19; 22) let a nacházely se v době evakuačního cvičení ve vybrané místnosti. Celkem se dotazníkového šetření zúčastnilo 6 žen a 57 mužů. Při dalším hodnocení se postupovalo bez rozlišení pohlaví respondentů, protože porovnání žen a mužů by nemělo požadovanou výpovědní hodnotu.

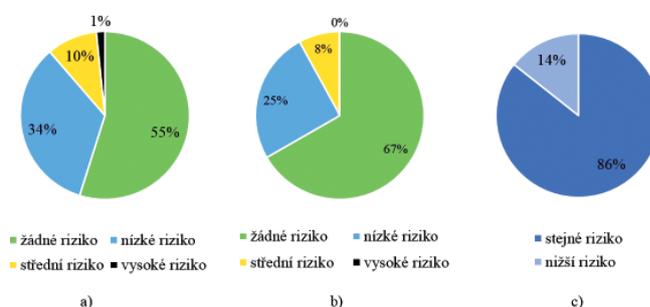
U vybrané skupiny bylo zjišťováno, zda osoby prošly bezpečnostním školením (bezpečnost a ochrana zdraví a požární ochrana). Před cvičením bylo známo, že všechny osoby prošly bezpečnostním školením, resp. podepsaly dokument o absolvování

školení. Bylo předpokládáno, že všichni respondenti označí odpověď ano. Pouze 49 % respondentů uvedlo, že prošlo školením.

V závislosti na průběhu evakuace bylo u respondentů zjišťováno, co si o nastalé situaci mysleli. Ve vztahu k tomu, zda si myslí, že jde o falešný poplach, evakuační cvičení, skutečný poplach nebo něco jiného. Nejčastěji respondenti uváděli, že si v průběhu evakuace mysleli, že jde o evakuační cvičení. Jako další nejčastější možnost volili respondenti falešný poplach 27 %. V odpovědích s možností uvedení, že se jedná o něco jiného, respondenti uváděli zkoušku klimatizace nebo technickou závadu. Tato odpověď dle průběhu evakuačního cvičení odpovídá tomu, o čem posluchače přednášející informoval. Ten dle záznamů pozorovatelů uvedl při prvotním vníkaní kouře do místnosti, že jde o zkoušku klimatizace a že jde o normální jev („*Oni nám tu zkoušejí ventilaci, ale já za chvíli neuvidím*“), volně převedl pozorovatel informaci získanou od přednášejícího). To mohlo ovlivnit celkový pohled evakuovaných osob na nastalou situaci, včetně pocitu míry rizika, kterou osoby v průběhu evakuačního cvičení pociťovaly. Přestože osoby dostaly od přednášejícího informace o zkoušce klimatizace, uvedlo 5 % respondentů, že jde o skutečný poplach.

Tyto odpovědi byly porovnávány s mírou rizika vážného zranění způsobeného požárem, kterou osoby během evakuačního cvičení pociťovaly. Zde se objevilo překvapivé zjištění. Respondenti, kteří vyhodnotili situaci jako skutečný poplach, uvedli míru rizika shodně jako žádné riziko. U ostatních možností byla míra rizika respondenty uváděná nejčastěji jako žádné nebo nízké riziko.

Míra rizika vážného zranění byla sledována ve dvou fázích evakuačního cvičení. Nejprve byla sledována míra rizika v době, kdy se respondent rozhodl evakuovat (viz obr. 3 a)). Další fází byla míra rizika v době evakuace (viz obr. 3 b)). Předpoklad byl, že osoby budou cítit stejné riziko v obou sledovaných etapách, nebo že v době evakuace bude pociťovaná míra rizika nižší. Tomu to předpokladu odpovídají i odpovědi jednotlivých respondentů (viz obr. 3 c)).



Obr. 3 Míra rizika - a) při rozhodnutí k evakuaci, b) během evakuace, c) srovnání při rozhodnutí k evakuaci a během evakuace

Simulované zplodiny hoření produkované vyvíječi kouře aktivovaly EPS, která následně spustila domácí rozhlas s informací o nutnosti evakuace osob nacházejících se v budově. Na základě toho bylo sledováno, kdy a kde osoby slyšely evakuační hlášení. 6 % respondentů uvedlo, že žádné hlášení neslyšelo a převážná část respondentů 94 % evakuační hlášení slyšelo. U těchto respondentů bylo sledováno, kde se v té chvíli nacházeli. 72,8 % respondentů uvedlo, že se nacházelo v posluchárně, když slyšely evakuační hlášení. 13,6 % respondentů se nacházelo na chodbě. Ostatních 13,6 % respondentů na otázku neodpovědělo. Ti se však dle videozáznamů a srovnání s ostatními odpověďmi v dotazníku museli nacházet buď v posluchárně, nebo na chodbě.

V závislosti na vyhlášení poplachu byly posuzovány okolnosti, které vedly osoby k tomu, aby se začaly evakuovat. V této souvislosti měli respondenti na výběr z více možností odpovědí (1 - Spatřil/a jsem/Ucítil/a jsem kouř; 2 - Kolega; 3 - Vyhlášení poplachu; 4 - Požární technik; 5 - Viděl/a jsem, že se evakuuji

ostatní; 6 - Přednášející; 7 - Něco dalšího, prosím uveďte...) a mohly jich označit více.

V první řadě byl posuzován počet vybraných možností. Více jak z poloviny (60 %) respondentů volila jednu možnost odpovědi. Čtvrtina respondentů vybrala 2 možnosti pro odpověď. Pokud respondenti volili jednu možnost odpovědi, vybírali nejčastěji možnost 65 % - evakuace po vyhlášení poplachu (3). 26 % respondentů uvedlo, že se evakovalo na základě zpozorování kouře (1). Při výběru více okolností, které vedli respondenty k zahájení evakuace, byly nejčastějšími vybíranými možnostmi spatření kouře (1) a vyhlášení poplachu (3). Přitom dle videozáznamu doba od prvního zpozorování kouře do vyhlášení poplachu je přibližně 7 minut.

V rámci dotazníkového šetření se posuzovaly vazby mezi osobami během evakuačního cvičení, zda respondent evakoval sám, ve skupině kolegů nebo ve skupině cizích osob. Podle zjištění se buď osoby evakovaly samy 48 %, nebo vytvořily skupinu kolegů 45 %. Pouze 7 % respondentů se evakovalo ve skupině cizích osob.

Evakuaci osob ovlivňuje mnoho faktorů, které mají vliv na celkovou dobu evakuace. Každá osoba na základě vyhodnocení situace si zvolí únikovou cestu z daného prostoru. Ve všech variantách je nejčtenější udávanou volbou výběru únikové cesty 79 %, že ji osoby považovaly za nejkratší (osoby seznámeny s prostředím objektu). Nejpočetnější možností odpovídá faktu, že většina osob odešla z vybrané místnosti únikových východem vedoucím z této posluchárny přímo na volné prostranství, který automaticky otevřela EPS.

3.2 Videozáznam a poznámky figurantů

Ve sledované posluchárně se nacházely 2 videokamery. Jedna z nich byla umístěná u stropu (umístěná trvale) snímala spodní východy a druhá snímala horní východ z místnosti. Jejich záznam sloužil pro určení časové osy a vyhodnocení chování osob ve vybrané místnosti. Další 4 kamery byly umístěny u východů z budovy popř. u východů do spojovacích chodeb (obr. 2). Pro upřesnění videozáznamů byly využity poznámky dvou pozorovatelů nacházejících se v posluchárně.

3.3.1 Poznámky o aktivitách v posluchárně

Po spuštění vyvíječů kouře (čas 00:00) do vybrané místnosti začaly vnikat simulované zplodiny hoření, na které osoby hned začaly reagovat (00:10 - 00:30). Rozhlížely se kolem sebe, avšak zůstaly sedět na svých místech (obr. 1). Reakce přednášejícího byla subjektivní, že se jedná o zkoušku ventilace a že za chvíli nic neuvidí (01:00 - 02:00). Toto sdělení bylo doplněno o další: „*Pokud to někomu vadí, tak může odejít.*“ Takto předaná zpráva od autority přednášejícího mohla ovlivnit jednání studentů, kteří nepříkládali nezvyklému jevu žádné negativní vlastnosti. V dotazníku pak uvádějí, že z nastalé situace usuzovali, že jde o zkoušku klimatizace. Přednášející měl snahu vyvětrat místnost se záměrem pokračovat v přednášce (03:00), čímž se simulované zplodiny dostaly mimo posluchárnu (viz obr. 4). Osoby stále zůstávaly na svých místech, pouze některé odešly do spodní části posluchárny, kam kouřová vrstva ještě neklesla.

3.3.2 Poznámky o chování obsluhy EPS

Po restartování a opětovné signalizaci požáru na ústředně EPS šla její obsluha zkontrolovat stav do místa (03:00), kde byl požár signalizován. Po zjištění, že je chodba zakouřená, tak otevřel nejbližší nouzový východ a okno, u kterého se nacházel. Některé osoby poté dostaly na chodbu (04:30), kde technik otvíral dveře východu vedoucího na volné prostranství. Tímto východem však nikdo neodešel a osoby se kumulovaly na chodbě. Osoby začaly vycházet tímto východem až po vyhlášení poplachu domácím rozhlásem.



Obr. 4 Větrání vybrané místnosti a pořizování záznamu

3.2.3 Poznámky při vyhlášení poplachu

Zároveň s vyhlášením poplachu se otevřely dveře únikového východu vedoucí z posluchárny přímo na volné prostranství (07:10). Došlo k otevření ZOTK a následnému větrání místnosti. Po vyhlášení poplachu si osoby začaly balit své osobní věci a postupně začali odcházet východy ve spodní části vybrané místnosti. Některé osoby, které opustily místnost ještě před vyhlášením poplachu, se vracely zpět pro své věci (obr. 5).



Obr. 5 Vybraná místnost v době po vyhlášení poplachu

Závěr

V rámci evakuačního cvičení nebyly naplněny stanovené předpoklady. Jedním z předpokladů bylo, že se účastníci cvičení budou evakuovat po prvotním zpozorování kouře ve vybrané místnosti. Osoby se začaly evakuovat až po vyhlášení poplachu, proto nebylo možné pozorovat kumulaci osob u únikových východů a určení celkové doby evakuace z důvodu silného zakouření přednáškové místnosti. Dle odevzdaných dotazníků bylo také zjištěno, že se po vyhlášení poplachu evakovali pouze 2 osoby z jiné části budovy. Počet osob mimo vybranou posluchárnu nebylo možné předem zjistit.

Celé evakuační cvičení ovlivnilo tvrzení přednášejícího o tom, že se jedná o zkoušku klimatizace a že jde o normální jev. Při tomto evakuačním cvičení se projevil vliv autority v podobě přednášejícího, kdy osoby v posluchárně předpokládaly, že má informace o této zkoušce. Z tohoto důvodu se neevakovaly hned po zpozorování simulovaných zplodin hoření. Osoby se i po vyhlášení poplachu chovaly velmi klidně a vracely se zpět do místnosti pro své věci.

Z dotazníků bylo zjištěno, že osoby pociťovali nízké nebo žádné riziko v průběhu evakuačního cvičení. Byly také pozorovány sociální vazby mezi jednotlivými respondenty při evakuaci. Osoby se evakovaly buď ve skupině známých osob, nebo samy. Pouze 7 % respondentů uvedlo, že se evakovalo ve skupině cizích osob.

Průběh nehlášeného evakuačního cvičení je těžko předvídatelný díky mnoha nepředvídatelným faktorům. Nelze dopředu určit, jak budou osoby reagovat na simulaci skutečné mimořádné události. Dále závisí na vlivu autority na skupinu osoby při evakuačním cvičení a vyhodnocení celkové situace autoritou a jednotlivými osobami. Rychlost a adekvátnost reakce obsluhy na hlášení požáru ústřednou EPS, která může rozhodovat o době mezi zjištěním požáru a vyhlášením požárního poplachu.

Ve školských zařízeních je pro studenty obvykle autoritou vyučující. Jeho vyhodnocení situace významně rozhoduje o průběhu evakuace. Na to by se mělo pamatovat při provádění školení [5] v těchto zařízeních tak, aby vyučující věděli jak v takové situaci reagovat a působit na skupinu osob pod jeho vedením.

Evakuační cvičení mají velký význam v tom, že dokáží poukázat na nedostatky v evakuačním procesu. Ta by měla být opakovaná v pravidelných intervalech tak, aby si osoby nacvičily evakuační proces a v případě reálné mimořádné události uměly adekvátně reagovat.

Poděkování

Tento příspěvek vznikl za podpory projektu Technologické agentury ČR TA02030441 - „*Virtuální simulace evakuačních a transportních procesů*“. Autoři děkují studentům 3. ročníku bakalářského studia oboru Technika požární ochrany a bezpečnost průmyslu Fakulty bezpečnostního inženýrství (2013/2014), VŠB - TU Ostrava za pomoc při přípravě a realizaci evakuačního cvičení. Dále děkují Ing. Petru Bebčákovi, Ph.D. za pomoc s technickým zajištěním evakuačního cvičení.

Použitá literatura

- [1] Folwarczny, L.; Pokorný, J.: *Evakuace osob*. 1. vydání. Edice SPBI SPEKTRUM 47. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2006, 125 s. ISBN 80-866-3492-2.
- [2] Reichel, V.: *Požární bezpečnost staveb II*. Praha: Federální ministerstvo vnitra, 1989, s. 129.
- [3] Česko. Ministerstvo vnitra. Vyhláška č. 246/2001 Sb., o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci), v platném znění. In *Sbírka zákonů České republiky*. 2001. Dostupné z: <http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/>.
- [4] ČSN 73 0875. *Požární bezpečnost staveb - Stanovení podmínek pro navrhování elektrické požární signalizace v rámci požárně bezpečnostního řešení*. 1. vyd. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.
- [5] Česko. Zákon č. 133/1985 Sb., o požární ochraně, v platném znění. In *Sbírka zákonů České republiky*. 1985. Dostupné z: <http://portal.gov.cz/>. Projektová dokumentace stavby

Funkční spolehlivost požární techniky na podvozcích MAN TGM u jednotek HZS ČR Jihomoravského kraje

Operational Reliability of Fire Appliances on MAN TGM Chassis with Brigades of Fire and Rescue Service of the South Moravian Region

Ing. Ladislav Jánošík

VŠB - TU Ostrava, Fakulta bezpečnostního inženýrství
Lumírova 13, 700 30 Ostrava - Výškovice
ladislav.janosik@vsb.cz

Abstrakt

Príspevek je zaměřen na vyhodnocení primárních údajů získaných z provozních deníků požární techniky se zaměřením na výjezdová vozidla typu CAS na podvozcích MAN za období let 2010 až 2013. Tato vozidla jsou provozována u profesionálních jednotek Hasičského záchranného sboru Jihomoravského kraje. Z údajů evidovaných v elektronické formě v provozních denících byl proveden rozbor záznamů servisních zásahů na sledovaných vozidlech. Prvotním výsledkem této analýzy byla selekce oprav po poruše. Výběrovým kritériem byla její závažnost se zřetelem na funkční spolehlivost požární techniky. Následně bylo provedeno posouzení spolehlivosti stanovením vybraných charakteristiky ze skupiny komplexních ukazatelů spolehlivosti.

Klíčová slova

Funkční spolehlivost, provoz, porucha, oprava.

Abstract

This paper is focused on the evaluation of data obtained from operational records of fire-fighting equipment with a focus on vehicles type Firefighting and Rescue Appliance on the chassis MAN TGM during the period 2010 - 2013. These vehicles are operated by professional units of the Fire and Rescue Service of the South Moravian Region. The data recorded in electronic form in operational records were analyzed those, which concerned service interventions on the monitored vehicles. The primary result of this analysis was selecting repairs after failure. The relevance with respect to operational reliability of firefighting equipment was the selective criterion. The assessment of the reliability was performed subsequently by setting selected characteristics from a group of complex reliability indicators.

Keywords

Operational reliability, service, failure, repair.

Úvod

Príspevek bezprostředně navazuje na předchozí publikaci autora se zaměřením na vyhodnocení provozního vytížení a údržby požární techniky na podvozcích MAN TGM [1], které jsou dislokovány u profesionálních jednotek požární ochrany v Jihomoravském kraji. V této stati jsou shrnuty výsledky podrobnějších výpočtů spolehlivosti, které vyplynuly z vyhodnocení provozu těchto cisternových automobilových stříkaček.

Charakteristika sledované požární techniky

Hodnocená požární technika na podvozcích MAN TGM je v počtu 24 vozidel dislokována na 20 hasičských stanicích. Z tohoto počtu je 9 vozidel na Územním odboru Brno. Tato vozidla měla průměrný roční kilometrický пробěh 7190 km, zatímco vozidla mimo Brno pouze 4037 km. Tento údaj naznačuje větší provozní zatížení

vozidel v regionu Brno-město než mimo něj. Vedle toho podíl práce stroje na místě v MTH (motohodiny) byl srovnatelný a činil v průměru 52 %. Z pohledu výjezdové činnosti k ostatním jízdám již je rozdíl větší. Na ÚO Brno je 69 % jízd k zásahům, mimo Brno to je pouze 58 %. Absolutní počty oprav na vozidlo bez ohledu na závažnost poruchy činil na ÚO Brno za sledované 4 roky 13 poruch, zatímco mimo Brno vyšlo průměrně jen 7 poruch na vozidlo.

Nejvýznamnějším kritériem, které je použito na rozdělení vozidel ve výpočtech při posuzování spolehlivosti, je jejich stáří. Podle tohoto kritéria byla vozidla rozdělena do skupin:

- stáří vozidel do 7 let - 19 vozidel (všech 9 vozidel z ÚO Brno a 10 mimo Brna),
- vozidla starší nad 10 let - 5 vozidel (všechna vozidla z ÚO mimo Brno).

Mezi těmito skupinami se nenachází žádné vozidlo. V období let 2004 až 2006, tedy v rozpětí celých 3 let, nebylo zakoupeno žádné vozidlo typu CAS na podvozku MAN TGM.

Dílčí ukazatele charakteristik spolehlivosti

Pro vyhodnocení poruchovosti sledovaných vozidel byla poskytnutá statistická data o údržbě a opravách [2] rozříděná do následujících skupin:

- opravy po poruše - na podvozkové základně,
 - na požární nástavbě,
- preventivní údržba (revize, zkoušky, plánované kontroly, STK, emise),
- opravy po poškození (při zásahu, po dopravní nehodě).

Zjištěné výsledky rozborů v absolutních hodnotách, jak je uvedeno v úvodu, již byly publikovány [1] a proto zde nebudou rozebírány. V následujícím textu budou předloženy vybrané ukazatele spolehlivosti, které vyplývají z analýzy oprav po poruchách a které reprezentuje:

- bezporuchovost,
- pohotovost,
- střední doba mezi poruchami,
- intenzita poruch.

Bezporuchovost

Bezporuchovost (reliability) lze obecně charakterizovat jako vlastnost objektu počívající ve schopnosti plnit požadované funkce v definovaných podmínkách a definovaném v časovém období [3]. Pro vyhodnocení tohoto ukazatele byla k analýze proudu poruch [4] zvolena metoda tzv. zkušebních plánů [5]. Pomocí této metody lze určit střední doby do poruchy u malé skupiny výrobků. Pro vyhodnocení poruchovosti byl použit zkušební plán cenzurovaný dobou do poruchy, tzv. t - plán. Limitem této zkoušky je doba jejího trvání a náhodnou veličinou je počet zaznamenaných poruch. Předpokladem zkoušky je, že výrobky se po poruše opravují. Časovou veličinou reprezentující průběh zkoušky je akumulovaný pracovní čas T_{AKU} , což je celková doba, po kterou byly všechny výrobky během zkoušky v provozu. Pro zvolený t - plán se vypočte akumulovaný pracovní čas podle rovnice:

$$T_{AKU} = \sum_{i=1}^r (\tau_0 - \theta_i) + (n-r) \cdot \tau_0 \quad (1)$$

kde

τ_0 doba zkoušky, od počátku do vzniku r_0 -té poruchy,

n počet výrobků zařazených do zkoušky,

r počet poruchových kusů,

θ_i celkový čas potřebný na opravy i -tého výrobku.

Vlastním výpočtům předcházelo posouzení závažnosti poruch. Na toto byla použita kritéria dle metody FMEA [6]. Ze skupiny poruch byly vyřazeny poruchy bezvýznamné. Výpočet akumulovaného pracovního času podle rovnice (1) byl proveden pro 4 hodnoty doby zkoušky: 20, 40, 60 a 80 hodin. Tyto intervaly po přepočtu průměrnou rychlostí 50 km/h reprezentují projetou vzdálenost 1000, 2000, 3000 a 4000 km. V běžné praxi se používají ukazatele vztažené pouze na interval 1000 km průběhu vozidla. Rozhodnutí použít intervaly 4 vycházelo z provozního vytížení vozidel, které je uvedeno v jejich charakteristice. Důvodem bylo zachycení aspoň půlročního nasazení techniky ve výjezdu z titulu rozdílných velikostí ročních kilometrických průběhů mezi územím Brno-město a mimo Brno. Výsledky výpočtů akumulovaného pracovního času v průměru na vozidlo ve variantách jednotek kilometry nebo hodiny jsou uvedeny v tab. 1.

Tab. 1 Výsledky výpočtu akumulovaného pracovního času

τ_0 [h] - doba zkoušky	20	40	60	80
T_{AKU} /na vozidlo [h]	19,8	38,6	57,7	76,1
T_{AKU} /na vozidlo [km]	992	1 929	2 887	3 806

Střední doba mezi poruchami

Střední doba mezi poruchami - MTBF (Mean Time Between Failures) je v praxi při hodnocení spolehlivosti opravovaných systémů nejčastěji používaný ukazatel. Je to střední hodnota doby provozu (průběhu) mezi dvěma po sobě následujícími poruchami. V praxi se stanovuje jako výběrový průměr naměřených provozních časů podle vztahu [4, 5]:

$$T_s^* = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i \quad (2)$$

kde

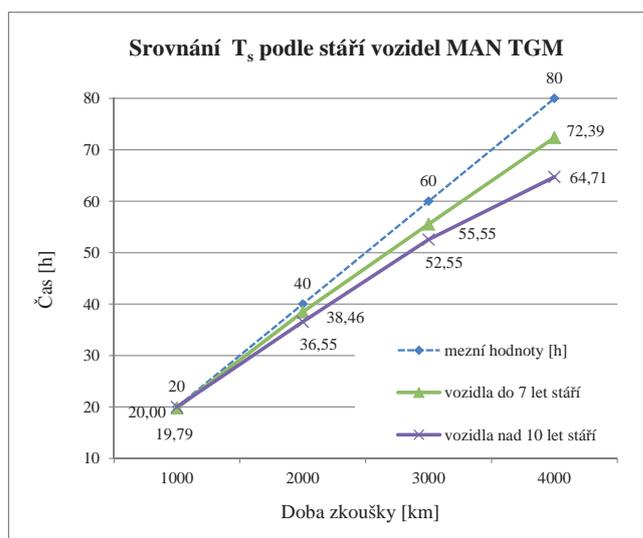
t_i je čas provozu i -tého vozidla za sledované období.

Do tohoto času se při výpočtu opět započítávají všechna sledovaná vozidla, tedy jak vozidla s poruchami tak i ta, u kterých ve sledovaném období nevznikla porucha - hodnota n . Výsledky výpočtů pro všechna vozidla, bez rozdílů jejich stáří jsou uvedeny v tab. 2 pro variantu jednotek v hodinách a variantně v kilometrech.

Tab. 2 Výsledky výpočtů střední doby mezi poruchami

τ_0 [h] - doba zkoušky	20	40	60	80
T_s^* [h]	19,8	38,1	54,9	70,8
Směrodatná odchylka [h]	0,81	5,82	12,22	19,37
T_s^* [km]	992	1 903	2 746	3 540

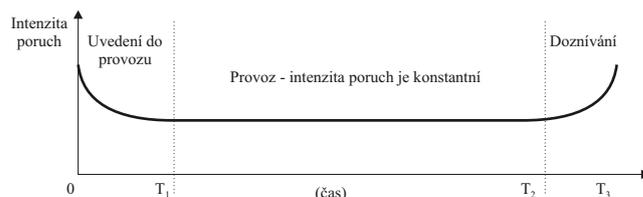
Na obr. 1 je potom graficky zachycen posun výsledných hodnot T_s při rozdělení vozidel na dvě věkové skupiny - do 7 let stáří a nad 10 let stáří.



Obr. 1 Srovnání T_s podle stáří vozidel

Intenzita poruch

Na obr. 2 je obecně znázorněna závislost intenzity poruch na době životního cyklu technického systému. V oblasti normálního využití výrobku (časový úsek T_1 až T_2), kde přibližně platí exponenciální zákon rozdělení doby provozu mezi poruchami, je možno považovat hodnotu T_s za konstantní [4].



Obr. 2 Životní cyklus technického systému [5]

T_s má potom jednoduchý význam, tj. počet hodin nebo kilometrického průběhu, které průměrně připadají na jednu poruchu. Pro výpočet intenzity poruch λ platí tedy rovnice:

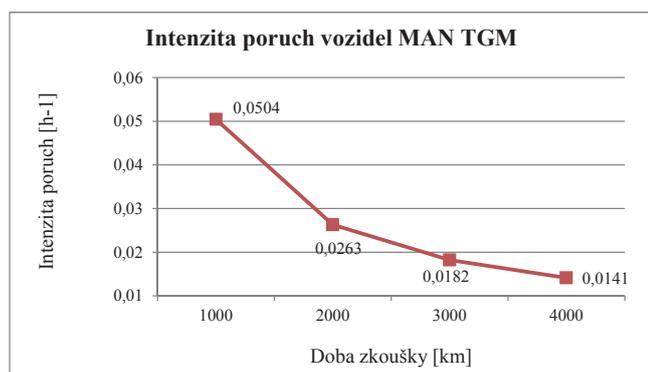
$$\lambda = \frac{1}{T_s^*} \quad (3)$$

Výsledky výpočtů hodnot λ pro všechna vozidla bez rozdílů věku a následně odděleně pro obě skupiny stáří vozidel jsou uvedeny v tab. 3.

Tab. 3 Intenzita poruch vozidel MAN TGM

τ_0 [h] - doba zkoušky	20	40	60	80
Všechna vozidla	0,0504	0,0263	0,0182	0,0141
Vozidla do 7 let stáří	0,0505	0,0260	0,0180	0,0138
Vozidla nad 10 let stáří	0,0500	0,0274	0,0190	0,0155

Na obr. 3 je graficky zachycena změna intenzity poruch pro celou skupinu vozidel v závislosti na velikosti sledovaného období. Zde se prokázalo, že malý časový interval zkoušky nemusí být optimální volba pro výpočet charakteristiky. Volba delších časových intervalů doby zkoušky bylo sice pro výpočty časově náročnější ale ve výsledku správné rozhodnutí.



Obr. 3 Intenzita poruch vozidel MAN TGM

Pohotovost

Pohotovost (availability) je schopnost objektu být ve stavu schopném plnit požadované funkce v daných podmínkách v daném časovém intervalu za předpokladu zajištění požadovaných vnějších podmínek. Tento stav objektu lze charakterizovat řadou komplexních ukazatelů spolehlivosti. V našich výpočtech byl v této etapě zkoumání použit pouze součinitel pohotovosti [4], který je definovaný vztahem:

$$K_p = \frac{\sum_{j=1}^n t_{pj}}{\sum_{j=1}^n t_{pj} + \sum_{i=1}^n t_{oi}} \quad (4)$$

kde

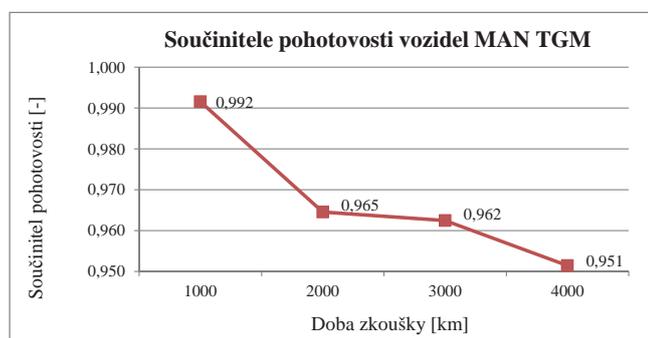
$\sum_{j=1}^n t_{pj}$ součet časů bezporuchového provozu,

$\sum_{i=1}^n t_{oi}$ součet časů oprav v průběhu posuzovaného období.

Rovnici (4) lze pro vlastní výpočet upravit po dosažení již dříve použitých symbolů na tvar:

$$K_p = \frac{T_{AKU}}{T_{AKU} + \sum_{i=1}^n \theta_i} \quad (5)$$

Výsledky výpočtů jsou pro definované časové intervaly zkoušek uvedeny souhrnně na obr. 4. Zde je opět názorně dokumentována skutečnost, že posuzovat požární techniku pouze v rámci jednoho a to v případě vyřízení hasičské techniky, malého intervalu (1000 km) nemusí být zrovna nejlépe vypovídající ukazatel.

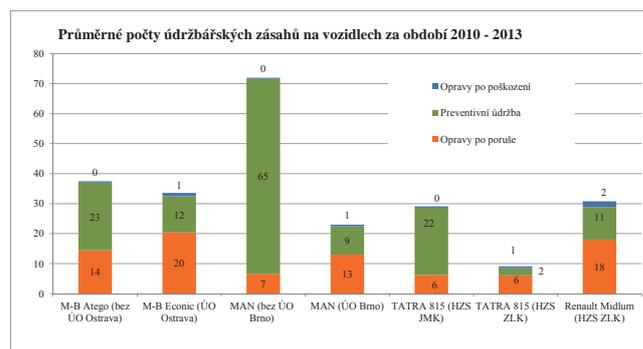


Obr. 4 Součinitel pohotovosti vozidel MAN TGM

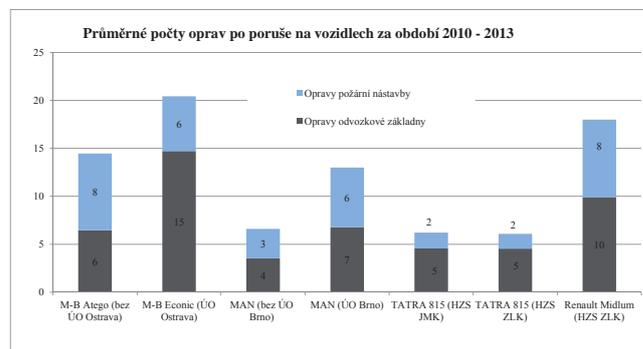
Výsledky

V současnosti je stále prováděno rozsáhlé zpracovávání údajů o provozu požární techniky pro srovnání vozidel na podvozcích MAN TGM, Mercedes-Benz, Renault a TATRA. Jedná se o techniku, která je dislokována v krajích Moravskoslezském, Jihomoravském a Zlínském. Dílčí výsledky tohoto rozboru směrem ke zjištěným absolutním hodnotám v oblasti servisních zásahů na

sledovaných vozidlech jsou shrnuty v grafech na obr. 5 a 6. Zde uvedené údaje jsou průměrné roční hodnoty za období 2010 až 2013.



Obr. 5 Rozdělení servisních úkonů na vozidlech



Obr. 6 Rozdělení údržby vozidla podle místa vzniku poruchy

Zde si lze udělat srovnání techniky na různých podvozcích anebo její provozování na dvou srovnatelných územních odborech velkých městských aglomerací anebo porovnávat provoz techniky na územích mimo tyto aglomerace.

Diskuze

Dosažení ideálního stavu vstupních dat pro výpočty spolehlivosti vozidel u HZS ČR se mi v současnosti stavu *skladby* požární techniky z pohledu modelu jednotlivých vozidel a zhotoviteli požárních nástaveb jeví prakticky nemožné. Druhým faktorem, který ovlivňuje výsledky je poměrně rychlý *vývoj* nejen u podvozkových základen požárních vozidel, ale zejména v provedení nástaveb od ručního ovládání čerpacího agregátu, přes elektro-pneumatické až po současné nasazení elektronických řídicích systémů v nástavbě a přes CAN sběrnice ovládání prakticky celého vozidla včetně podvozkové základny.

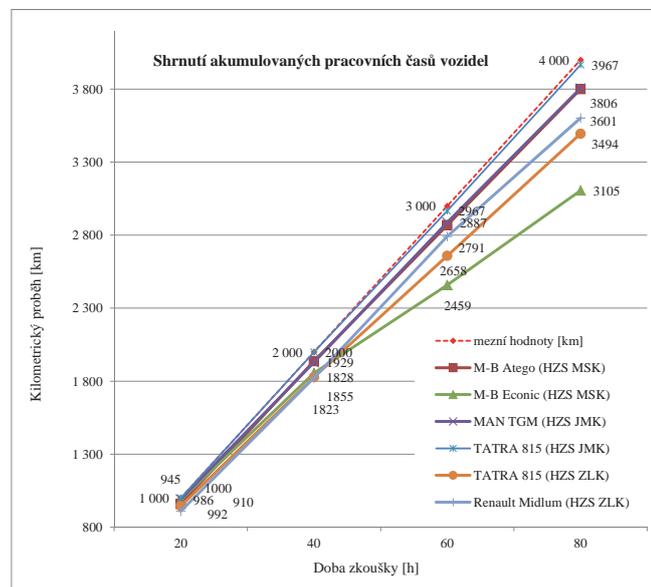
Výsledky by mohla zkreslovat i skutečnost, že sledovaná vozidla v celé skupině, která v současnosti obsahuje 75 cisteren, nejsou identická. Jsou v provozu různě dlouhou dobu a s různým pracovním vyčerpáním. Jsou zde prvovýjezdová vozidla, velkoobjemové cisterny ale i záložní vozidla. Tento fakt je třeba vždy zohlednit a vozidla sledovat ve vhodně zvolených skupinách s obdobnými charakteristikami.

Na závěr si dovoluji pro představu na obr. 7 uvést souhrnné výsledky výpočtu akumulovaného pracovního času T_{AKU} jako charakteristiky bezporuchovosti vozidel. Ve výsledcích vítězí vozidla na podvozku TATRA 815 v Jihomoravském kraji. Vozidla na podvozcích MAN TGM zaujímají společně a vozidla M-B Atego pomyslnou druhou příčku. Obě auta mají téměř totožnou hodnotu tohoto parametru a v grafu splývají. Liší se pouze v řádech jednotek kilometrů. Na dolním konci spolehlivosti je M-B Eonic. Zde je ale nutno podotknout, že se jedná o vývojový prototyp, který se na křivce životního cyklu v podstatě nachází ve fázi „dětských

nemoci“. Tomuto vozidlu bude v další části výzkumu věnována větší pozornost.

Závěr

Další etapa zpracování provozních údajů sledovaných vozidel má za cíl vypočet dílčích ukazatelů udržitelnosti a opravitelnosti sledované požární techniky.



Obr. 7 Souhrnné výsledky výpočtu akumulovaného pracovního času

Vazba na projekt

Tento příspěvek vznikl za podpory interního grantu specifického výzkumu „SP2014/44 - Určující aspekty provozní a funkční spolehlivosti požární techniky“.

Použitá literatura

- [1] Jánošík, L.: Vyhodnocení provozu požární techniky na podvozcích MAN u jednotek HZS Jihomoravského kraje. Ostrava: In *SPEKTRUM*, 2014, roč. 14, č. 1/2014, s. 36-39.
- [2] Ježek, B.: *Osobní konzultace a export provozních dat z IKIS II*. HZS Jihomoravského kraje, Krajské ředitelství Brno, Oddělení IZS a služeb, Zubatého 1, dne 6. února 2014.
- [3] ČSN EN 60 050-191. *Mezinárodní elektrotechnický slovník - Kapitola 191: Spolehlivost a jakost služby*. Praha: Český normalizační institut, 1999, 12 s.
- [4] Stodola, J.: *Prevádzkova spoľhlivosť a diagnostika*. Vysokoškolská učebnice. Brno: Vojenská akademie v Brně, 2002, 88 s.
- [5] Famfulík, J.; Krzyžanek, R.; Galvas, P.: *Zkoušky spolehlivosti: Výbrané stochastické metody*. 1. vyd. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2010. 67 s. ISBN 978-80-248-2277-8.
- [6] ČSN EN 60812 - *Techniky analýzy bezporuchových systémů - Postup analýzy způsobů a důsledků poruch (FMEA)*. Praha: Český normalizační institut, 2007, 37 s.

System for 3D Mapping the Fire Scene

Lt. Col. Marzena Pólka, D.Sc, Associate Professor

Capt. Bożena Kukfisz, PhD, Eng

Capt. Grzegorz Kotulek, MSc, Eng

Lt. Col. Eligiusz Starzynski, MSc, Eng

Capt. Dariusz Baranowski, MSc, Eng

Lt. Col. Barbara Oscilowskac, MSc, Eng

The Main of Fire School Service, Faculty of Fire Safety Engineering
Słowackiego Street 52/54, 01-629 Warsaw, Poland
marzena.polka@gmail.com, bkukfisz@onet.pl
gkotulek@sgsp.edu.pl, e.starzynski@vp.pl
dbaranowski@sgsp.edu.pl, barbaraosc@op.pl

Abstract

The eSURV system is for measurements, documentation and 3D visualization and to interpret a fire scene and determine how a fire started and how it spread. The main objective of the system is to show the way in which scientific principles can be used by the fire investigator. The solution is based on an electronic total station. Its work is being controlled by special software, designed to help the experts in documenting, analysing and reconstructing the accidents. The system includes innovative solutions that have been submitted for patent protection. The solutions improve the safety, the speed and the efficiency of the work. The quality of the final effect is impossible to achieve using traditional methods. eSURV allows the user to collect in a digital form the data on the geometry of the environment including traces and objects revealed on the site of the incident, then develop a plan and sketches, as well as a realistic 3D model of the scene of the post fire places that can be used in the visualization, reconstruction and compartment fire dynamics, which provide the basis for understanding fire behaviour. Working with the eSURV system has already proved successful in such fields, as criminal incidents and road accidents.

Keywords

Scene of crime examination, 3D measurements, mapping, fire safety engineering.

Introduction

The first stage of an undertaken investigation procedure ends when all activities on the fire site are completed. In some cases already after completion of this stage (even after the lapse of a year or more) while the investigation procedure is still being conducted, a necessity arises of performing additional inspections. This takes place when during an investigation procedure some required activity was not performed, or if new circumstances appear, and their examination requires making a new inspection of the site. The execution of such an inspection is determined by the state of the fire site or burnt facility and requires particular attention, as the traces and secured evidence taken up at a later time may turn out to have been altered, for example as a consequence of variable atmospheric conditions.

The next stage of the on-going investigation procedure is the questioning of the claimant, the witnesses, the suspects, as well as a search, an investigating test, a confrontation and a visit to the scene of the crime. In some fires technical documentation of the facilities, technological lines and implemented processes has to be appropriately secured. This is indispensable because the accepted version for the breakout of a fire points to an energy related stimulus arising from a failure of the device or the incorrect progress of a technological process.

In a fire-related investigation procedure the objective of all the above mentioned activities is the establishment of the cause of the fire and finding a full clarification of its breakout and spreading. In addition, the body conducting the investigation procedure wants to ascertain whether the fire was a random incident or whether it was a result of a prohibited act. This means that already in the stage of an investigation procedure the perpetrator may be detained and arrested.

Possibilities offered by the eSURV system

Measurement equipment, such as measuring cups and measurement carts, which is presently at the disposal of court experts in the fields of fire protection, forensic experts and medical emergency personnel prove to be useful in simple cases - in cases of complicated investigations the possibilities offered by such equipment proves to be simply insufficient. This is connected with land topography, and among others with places of difficult access, on which traces may be left. This problem may to a certain extent be solved by modern devices used for measurements and 3d visualisations of the incident sites, darkening of places after flash over. However, in the majority of cases these devices are complicated in use, and while their basic advantage is precision, while a clear drawback - the time-consuming process connected with measurements and processing of the obtained results. Furthermore, also to be borne in mind is the lack of compatibility of the available systems with the Polish applications, easy in use, thanks to which the processing of obtained results would become simple and quick.

To a large extent this problem is solved by the eSURV system. It assures precision of measurements, is easy to handle, offers compatibility with the Polish software and easy data processing. The eSURV system is designated for measurements, documentation and 3D visualization, as well as to interpret a fire scene and determine in what manner a fire started and the way it spread. The main objective of the system is to show how scientific principles can be applied by the fire investigator. The solution is based on an electronic total station. Its work is being controlled by special software, designed to help the experts in documenting, analysing and reconstructing the accidents. The system includes innovative solutions that have been submitted for patent protection. The solutions improve the safety, the speed and the efficiency of the work. The quality of the final effect is impossible to achieve using traditional methods. eSURV allows the user to collect in a digital form data concerning the geometry of the environment, including traces and objects revealed on the site of the incident, then develop a plan and sketches, as well as a realistic 3D model of the scene of the post fire places that can be used in the visualization, reconstruction and compartment fire dynamics, which provide the basis for understanding fire behaviour. Working with the eSURV system has already proved successful in such fields, as criminal incidents and road accidents.

The version of the eSURV system dedicated to conflagration incidents allows the user to measure the site of the fire and create the necessary documentation. The innovations implemented in the system make it possible to recreate precisely the geometry of the site of the incident and the coordination of revealed traces and objects. The system allows obtaining the sketch of the situation and collecting the measurements in digital form for later use to build a true-to-reality 3D model of the site of the event.

eSURV is a system based on the surveying techniques dedicated to measuring points on the site, but the improvements allow the experts to examine the accident sites with no surveying qualifications to create the required documentation. Amongst the innovations that are being protected are the following:

- The position of registered points regarding the global reference system is now designated using GNSS receiver and magnetic field sensor.
- Changes in the position of the measuring device is being defined using the acceleration sensor.
- The procedure of defining a new measurement position that includes comparing the coordinates of two points - the same points for the new and the previous position.
- An algorithm deciding if it is possible to commence the measurements using the sensors to measure the temperature of the outside and inside the measuring device.
- The details of the site registered using a photo transformed into orthophoto maps, for which the common points are defined by a measuring device that is a part of the system.

The version of the system dedicated to document the sites of road accidents has become available on the market. It has been implemented in several Police units, as well as some Military Gendarmerie units. The completion of the parts of the system designed for conflagration incidents will allow offering this solution to the services that document the sides of conflagrations, including fire departments. The development of the CD mapping system of fire sites is of considerable importance, as the execution of proceedings in cases related to fires is a statutory obligation of the law enforcement and judicial authorities. Those authorities undertake proceedings once they have been notified of such an event, as a fire. The instigation of an examination or investigation takes place at the claimant's request, or is carried out ex officio. The objective of such proceedings is the determination whether the given deed may be considered a prohibited act (criminal offence) or not. The authorities handling the proceedings are bound by applicable provisions of the Code of Penal Proceedings, which imposes specified obligations on parties to the proceedings. From the viewpoint of the conducted proceedings the determination of responsibility for the caused fire (determination of the perpetrator) and the determination of risk caused by the specific event (legal qualification of the caused danger) are of key importance. This requires that such proceedings be carried out effectively and that hard and uncontested evidence is gained. One of the elements that could significantly influence the effectiveness of the conducted preliminary investigations (related to fires) is the development of unambiguous and transparent rules for cooperation between the State Fire Service and judicial authorities, from reporting of the fire and documentation related to the facility on fire (e.g. reports inspection and identification activities, etc.), and further cooperation based on a partnership approach. For the time being there are no available rules for cooperation, as legal proceedings may be carried out by the law enforcement and judicial authorities, but the determination of the cause of the fire is also one of the tasks of the State Fire Service, and such entities, as insurance and claim adjustment companies and private persons are interested in the outcome of the process of such investigation. What is more, the effectiveness of proceedings is reduced as a consequence of legal bodies being notified much too late or the legal authorities failing to take any actions at all, as well as due to incorrectly performed inspections, inaccurately drawn up reports, inappropriately secured evidence from the site of the fire or failure to inspect evidence secured on the fire site, lack of availability of a sufficient number of experts in fire protection, deficiencies in basic know-how of the person assigned with the inspection and carrying out of proceedings, lack of follow-up by the person executing the inspection (lack of familiarity with the event, making interviews not based on sufficient information as to circumstances of the given case), insufficient technical equipping during the inspection, lack of modern mobile equipment, such as one that allows qualitative determination of the presence of flammable substances. Such a great number of issues in the present organisation system of

post-fire investigations leads to a considerable number of preliminary investigations, which in the long-lasting process consisting in the determination of the cause of the fire generates additional costs; those costs could be limited thanks to correct and accurate 3D mapping of post-fire sites for all the parties involved, because in the case of almost each preliminary investigation related to the determination of a cause of the fire the first legal action to be executed is an inspection of the site of the incident, followed-up by written report and photographic documentation. For this reason the presented 3D mapping system of fire sites offers a state-of-the-art device that provides a useful tool for the development of a correct site drawing and 3D visualisation, which will allow drawing conclusions as to the cause of the fire in an unequivocal way in each case on the basis of consistently developed documents, which would directly affect the costs related to fire related proceedings, and a reliable and uncontested source of the processed analytical evidence elements would contribute to better identification of the causes of fires, and as a result would considerably improve the social attitude, as frequently arson is not easy to assess, and in such a situation costs of insurance is borne by the entire society. The 3D mapping system of fire sites allows a better initial verification of the place where the fire has started and directions of its spreading, as well as communication of cooperating bodies with the application of compatible technologies.

Summary

The most important hazard for establishing the cause of a fire is failure to perform activities, the execution of which becomes hindered or even quite impossible as time passes. They include primarily actions connected with inspections of the fire site and with securing traces and material evidence. This is due to the fact that as time passes the traces become gradually obliterated and material evidence may get lost. In addition in the majority of fires it is necessary to clean up the site of the fire, which may pose a hazard to the safety of people, or to commence restoration or reconstruction works of the burnt facility. Also the failure to examine traces or material evidence secured on the incident site may have a significant impact on making impossible the establishment of the source of a fire, its cause or also other circumstances important for the particular case. Also the time in which particular activities in the investigation procedure are carried out may affect the final effect of that process. For example, if witnesses to the incident (fire) important in the case are questioned too late, the description of the incident presented by them is as a rule incomplete or the questioned person can even have forgotten some of the facts involved.

Neglecting to perform certain actions by the person executing the investigation procedure, similarly as making incorrect decisions as regards their execution, frequently makes it impossible to determine the source of the fire, its cause or other circumstances of importance for that particular case. That is why in such cases it is so important for adaptation of new application allowing the reproduction of the fire site at any time and the development of a correct training system for persons involved in carrying out inspections of post-fire sites.

The research was supported by the Polish National Centre for Research and Development (NCBiR) - Projects No DOBR-BIO4/050/13009/2013: "Development of system solutions to support the execution of post-fire investigations based on cutting-edge technologies, including technical and IT tools."

Plynné zplodiny zahřívání uhlí

Gaseous Products of Heating Coal

Ing. Kateřina Derychová

Ing. Michaela Perdochová

VŠB - TU Ostrava, Fakulta bezpečnostního inženýrství

Lumírova 13, 700 30 Ostrava - Výškovice

katerina.derychova@vsb.cz, michaela.perdochova@vsb.cz

Abstrakt

Práce je orientována na experimentální měření zplodin uvolňujících se z uhlí v průběhu nízkoteplotního zahřívání v izotermické peci v rozmezí teplot 50 - 250 °C, s krokem 50 °C. Zplodiny byly hodnoceny kvalitativně i kvantitativně za pomoci infračerveného spektrometru s Fourierovou transformací a analyzátoru plynů.

Klíčová slova

Uhlí, nízkoteplotní oxidace, plynné zplodiny.

Abstract

Work was oriented on experimental measurement of combustion products of bituminous coal. These gases were released in isothermal furnace during heating in a temperature range 50 - 250 °C, with step 50 °C. The infrared spectrometer with Fourier transform and the gas analyser were used for qualitative and quantitative evaluation of combustion gases.

Keywords

Bituminous coal, low-temperature oxidation, gaseous products.

1 Úvod

V poslední době jsou prosazována biopaliva jako alternativa za fosilní paliva. Avšak spalování fosilních paliv, zejména uhlí, je jedním z dominantních způsobů získávání energie. Uhlí je hned po ropě druhou nejvýznamnější energetickou surovinou. V České republice se spalování uhlí podílí na výrobě energie asi 60 %. Jelikož celosvětové zásoby uhlí se odhadují na minimálně 200 až 300 let je tedy používání uhlí v energetice výhledově v dlouhodobém horizontu perspektivní (OKD, 2012). Uhlí je hořlavá hornina biologického původu, je dobývána z povrchových či hlubinných dolů. Dle stáří se rozlišuje uhlí na lignit (nejmladší hnědé uhlí), hnědé uhlí, černé uhlí a antracit.

Uhlí může představovat závažný bezpečnostní problém vzhledem jeho sklonu k samovznícení. Samovznícení je v podstatě pokračující fází nízkoteplotní oxidace. Samovznícení je dle (Balog, 1999) komplexní samovolný probíhající proces od prvního okamžiku nárůstu teploty až k dosažení teploty samovznícení v důsledku chemických, fyzikálních nebo biologických procesů. Výsledkem procesu samovznícení je vznícení a následné hoření látky plamenným nebo bezplamenným způsobem. V minulosti došlo k požárům v důsledku samovznícení uhelné hmoty například v Třebeni v roce 2010 nebo v Dětmarovicích v roce 2012.

Uhlí je složeno především z uhlíku a vodíku, dalšími složkami jsou voda, jílové horniny, silikátové horniny a sloučeniny síry (OKD, 2012). Prvkové složení černého uhlí je dle (Roubíček a Buchtele, 1996) následující: uhlík (82 obj. %), kyslík (10 obj. %), vodík (5 obj. %) a dusík (1 obj. %). Mezi hlavní plynné produkty uvolňující se z uhlí patří oxidy uhlíku a voda, jak vyplývá ze složení. Ve zplodinách se mohou vyskytovat i uhlovodíky, protože uhlí je složeno i z vodíku. Plynné zplodiny uvolňující se při oxidaci uhlí za normální teploty představují další závažné riziko. Tyto zplodiny

mohou představovat nebezpečí a ohrožovat tak osoby, ale i životní prostředí.

Účelem této práce je poukázat na možná nebezpečí plynných zplodin při nízkoteplotní oxidaci uhelné hmoty. A vyhodnotit vliv teploty na složení plynných zplodin a jejich množství.

2 Plynné zplodiny nízkoteplotní oxidace uhlí

Nízkoteplotní oxidace uhlí je fenoménem. Pokud je uhlí vystaveno působení vzdušného kyslíku při okolní teplotě, podstupuje pomalou oxidaci, při které dochází k vývoji tepla, plynů a vlhkosti. Se stoupající teplotou uhlí se zvyšuje i rychlost oxidace uhlí.

Řada prací se zabývá studiem uvolňování plynů. Složení plynných produktů závisí dle (Adamus et al, 2011) na vlastnostech uhlí, vlhkosti a podmínkách uložení. Procesy oxidace jsou především ovlivněny teplotou.

Složením a množstvím produkovaných plynů nízkoteplotní oxidace uhlí za různých teplot se zabýval (Lu et al, 2004). Ten rozdělil oxidaci uhlí při nízkých teplotách do čtyř fází. Tyto fáze byly identifikovány na základě změn koncentrací oxidu uhelnatého (dále CO) a etenu. Ve zplodinách při teplotách do 50 °C není nikdy přítomen CO a eten. Přítomnost CO je charakteristická pro rozmezí teplot 50 - 60 °C, zatímco eten není ve zplodinách stále přítomen. Avšak koncentrace těchto plynů se s teplotou pomalu zvyšuje. K prudkému nárůstu koncentrace CO a etenu dochází při teplotách 130 - 140 °C. V případě, že se tato fáze nadále rozvíjí, koncentrace složek dále prudce stoupá do dosažení teploty vznícení. Dle (Lu et al, 2004) lze tedy považovat za hlavní plyny naznačující vznik samovznícení CO a eten.

Dále se podrobně nízkoteplotní oxidací zabývá (Wang et al, 2003). Ten uvádí ve své práci uhlovodíky, CO, oxid uhličitý (dále CO₂) a vodu jako nejdůležitější plynné produkty při oxidaci uhlí v dolech. Při teplotách mezi 22 až 125 °C se vyskytuje CO₂, který je brán jako primární produkt oxidace. Zatímco hodnoty CO jsou v rozmezí teplot 27 až 57 °C zanedbatelné. Běžným jevem v oblastech, kde se těží uhlí, je uvolňování důlních plynů, především metanu (dále CH₄) a oxidů uhlíků. V dolech pak hrozí nebezpečí vzniku výbušné směsi, případně vytvoření nedýchatelného prostředí.

(Davidi et al, 1995) uvádí jako hlavní produkt oxidace uhlí CO₂, ten je doprovázený CO, nízkomolekulárními uhlovodíky a molekulárním vodíkem. Davidi dále uvádí, že pomocí interpretace složení zplodin oxidace uhelné hmoty lze určit relativní odolnost paliva vůči oxidaci a jeho vhodnost pro dlouhodobé skladování.

Při teplotách od 150 °C do 200 °C pozoroval (Adamus, 2004) plyny jako CO, CO₂, CH₄, vodík, etan, etylen a propan, iso-butanu, n-butanu a propylen.

Plyny tvořící se v průběhu oxidace uhlí sledoval (Deng et al, 2003) pomocí FTIR spektroskopie. Ve své práci uvádí, že při růstu teploty z 30 na 100 °C byl produkován CO₂ a voda a v rozmezí teplot 105 až 150 °C vznikala CO.

Z předchozího tedy vyplývá, že plyny uvolňované při samozáhu uhlí mohou při určité koncentraci způsobit úbytek kyslíku v uzavřeném skladovacím prostoru. Toxicita těchto plynů může ohrožovat osoby pracující v těchto prostorách nebo v jejich okolí. Skladování uhlí na volném prostoru může mít negativní dopad na životní prostředí, protože se uvolňují emise skleníkových plynů. Je všeobecně známé, že nejvýznamnějším zdrojem znečišťování ovzduší je spalování fosilních paliv.

Ale již při nízkoteplotní oxidaci a samozahřívání uhlí se uvolňují plyny, které mají vliv jak na lidské zdraví, tak i na životní prostředí. Hlavní složkou skleníkových plynů z oxidace uhlí při teplotě okolí je dle (Carrase et al, 2008) CO_2 a CH_4 . Je všeobecně známo, že CO_2 může při nadýchání v dostatečné koncentraci způsobit smrt člověka.

3 Materiály a metody

3.1 Testované materiály

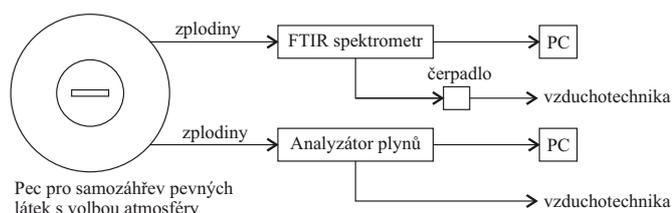
Vzorky černého uhlí OKR byly upraveny mletím na velikost částic pod 1 mm. Analytický a elementární rozbor byl u černého uhlí proveden ve Výzkumném energetickém centru VŠB - TUO, viz. - tab. 1

Tab. 1 Analytický a elementární rozbor uhlí OKR (Perdochova et al, 2014)

Vlastnosti	Černé uhlí OKR
Základní rozbor [% hm.]	
vlhkost W^a	0,62
popel A^d	8,00
prchavá hořlavina V^{daf}	17,91
fixní uhlík C_f^{daf}	77,54
Elementární rozbor [% hm.]	
uhlík veškerý C_t^d	71,34
vodík veškerý H_t^d	3,79
dusík N^d	1,55
síra S_t^d	0,46
kyslík O_d	14,87

3.2 Experimentální metody

Experiment byl prováděn na aparatuře (viz. - obr. 1), která byla složena z pece pro samozáhev pevných látek s volbou atmosféry CLASIC CZ KK5006, infračerveného spektrometru NICOLET iS10 s Fourierovou transformací, čerpadla, analyzátoru plynů TESTO 350 - XL a počítače.



Obr. 1 Blokové schéma aparatury (Perdochová, 2014)

V peci pro samozáhev s volbou atmosféry byly připraveny plynné zplodiny uhlí. Vzorky uhlí byly zahřívány v rozmezí teplot 50 až 250 °C s krokem 50 °C po dobu 180 minut. Rozmezí teplot bylo zvoleno proto, že při teplotě 265 °C došlo již ke vznícení vzorku. Teplotu v peci měřily dva termočlánky a jeden termočlánek měřil teplotu vzorku. Uvnitř pece byla zajištěna cirkulačním ventilátorem homogenizace teploty. Vzorky byly umístěny v krychlovém drátěném košíku o velikosti strany 5 cm. Plyny produkované vzorkem byly v peci odebírány nerezovou trubicí, dále plyny postupovali vyhříváním topným pásem do plynové kyvety spektrometru, která byla taktéž zahřívána.

Identifikace a koncentrace plynných zplodin byla provedena na dvou přístrojích. Prvním z nich je FTIR spektrometr s plynovou kyvetou o délce 10 m. Z naměřených infračervených spekter bylo pomocí softwaru Omnic zjištěno složení plynných zplodin zahřívajícího uhlí. Spektra byla zaznamenávána v intervalu 0,5 minut. Na základě porovnávání naměřených spekter se spektry předem identifikovaných látek, lze v programu Omnic Spectra

spektra identifikovat. Ve spektroskopickém softwaru TQ Analyst bylo provedeno stanovení koncentrace CH_4 . Druhým přístrojem použitým ke stanovení koncentrace CO a CO_2 byl analyzátor plynů TESTO 350 - XL. Data koncentrací byly zapisovány také v intervalu 0,5 minut v softwaru TestoEasyEmission.

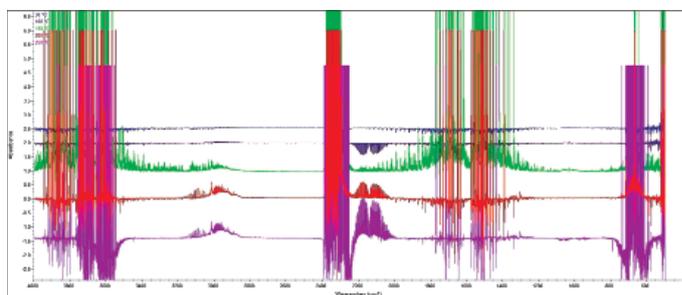
Naměřené hodnoty koncentrací byly dále převedeny do tabulkového editoru Excel a vyneseny do grafu.

4 Výsledky a diskuze

4.1 Složení plynných zplodin uhlí

V programu Omnic Spectra byly identifikovány látky obsažené ve zplodinách uhlí. Z grafů závislosti absorbance na vlnočtu byl získán přehled látek. Na základě vyhledávání piků byly určeny látky, kdy k jejich výkladu byly využity charakteristické vlnočty vibrační funkčních skupin uvedené v publikaci (Stuart, 2004; Kania, 2008).

Na obr. 2 jsou zobrazeny ukázky infračervených spekter složení plynných zplodin uhlí v 90. minutě při teplotách 50, 100, 150, 200 a 250 °C.



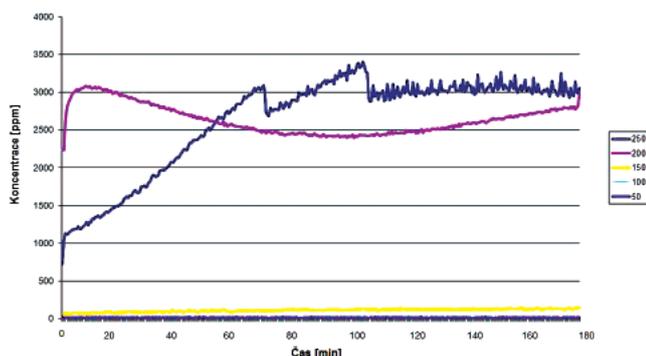
Obr. 2 Infračervená spektra plynných zplodin vzniklých rozkladem uhlí při 50 °C (modře), 100 °C (fialově), 150 °C (zeleně), 200 °C (červeně) a 250 °C (růžově) v čase 90 min

Analýza výsledků zahřívání uhlí v rozmezí teplot 50 - 250 °C dokazuje výskyt látek jako voda, oxidy uhlíku a alifatické uhlovodíky. U všech stanovení vykazovala voda největší intenzitu a to v oblasti 4000 - 3500 cm^{-1} a v oblasti 1700 - 1300 cm^{-1} . CO_2 je zřetelný v oblasti kolem 2350 cm^{-1} a v oblasti kolem 670 cm^{-1} . V těsné blízkosti CO_2 se nachází CO , který má pás v oblasti 2240 - 2040 cm^{-1} . Přítomnost CO je zřetelná především u vzorků zahřívajících na 150, 200 a 250 °C. Pouze stopy CO jsou ze spektra patrné v případě vzorků, které byly vystaveny nižším teplotám.

Při tepelné degradaci uhlí u teplot 150 - 250 °C se ve spektru odhalil zřetelný pás alifatických uhlovodíků v oblasti 3000 - 2800 cm^{-1} . Dále mají alifatické uhlovodíky pás v oblasti 1450 - 1300 cm^{-1} , jejich přítomnost nemohla být potvrzena z důvodu, že se v této oblasti také vyskytuje absorpční pás vody. Při nižších teplotách vzorky nevykazují takovou intenzitu alifatických uhlovodíků. Vzorky vystavené vyšším teplotám, tj. 150 - 250 °C, vykazují velkou intenzitu piků v oblastech CO a alifatických uhlovodíků. Přítomnost uhlovodíků se čtyřmi a více metylovými skupinami v řetězci má pík u 720 cm^{-1} (Stuart, 2004) a vyskytl se ve spektrech při teplotách 150 - 250 °C.

4.2 Vliv teploty na koncentraci CO u uhlí

CO je prudce jedovatý plyn bez barvy a zápachu, lehčí než vzduch. Průběh změn koncentrace oxidu uhelnatého v čase při teplotách 50, 100, 150, 200 a 250 °C je znázorněn v grafu na obr. 3.



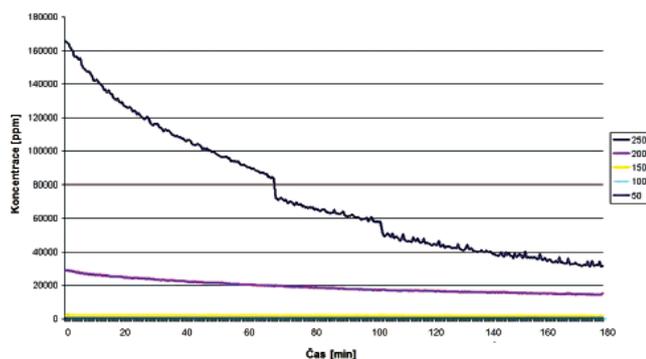
Obr. 3 Koncentrace CO u zahřívání uhlí na 50, 100, 150, 200 a 250 °C

Při pohledu na graf je patrné, že koncentrace CO nabývají výrazně vyšších hodnot v případech vyšších teplot, tj. 200 a 250 °C. Při teplotě 250 °C byla na začátku měření zaznamenána hodnota CO 723 ppm. Téměř v průběhu celého měření při této teplotě měla koncentrace rostoucí tendenci, pouze v 75. minutě a 111. minutě došlo k zakolísání, kdy v 109. minutě dosáhla koncentrace maxima 3405 ppm. Zahřívání vzorku na teplotu 200 °C vykazuje zpočátku výrazný nárůst koncentrace z hodnoty 2238 ppm do maxima při této teplotě v 11. minutě na 3080 ppm. Následně má koncentrace klesající tendenci do 102. minuty (2401 ppm) a dále již postupně koncentrace roste do konečné hodnoty 2993 ppm. Při zahřívání na teplotu 150 °C množství CO úměrně roste s délkou zahřívání. Počáteční koncentrace začíná na 15 ppm a na konci má hodnotu 148 ppm. U vzorků zahřívávaných na teploty 50 a 100 °C nejsou koncentrace tak výrazné jako u vyšších teplot a jsou téměř totožné, křivka pro 100 °C je zastíněna křivkou 50 °C. Počáteční koncentrace CO při teplotě 100 °C dosahuje 9 ppm a na konci měření 17 ppm. Podobné výsledky byly naměřeny při teplotě 50 °C, kdy na začátku měření byla koncentrace 8 ppm a po 180 minutách dosahovala 14 ppm.

4.3 Vliv teploty na koncentraci CO₂ u uhlí

CO₂ je těžší než vzduch, bude se tedy držet při zemi. Je to plyn bez barvy se slabě kyselým zápachem. CO₂ není jedovatý, ale v určitých koncentracích může být pro člověka nebezpečný.

Následující graf na obr. 4 zachycuje průběh změn koncentrací CO₂ v čase při zahřívání uhlí při teplotách 50, 100, 150, 200 a 250 °C.



Obr. 4 Koncentrace CO₂ u zahřívání uhlí na 50, 100, 150, 200 a 250 °C

Z grafu je zřejmé, že nejvyšší koncentrace CO₂ se uvolnila na začátku měření při teplotě 250 °C, kdy její hodnota byla 165 800 ppm. Po zbylou dobu měření koncentrace postupně klesala až na hodnotu 31 800 ppm.

Při teplotě 200 °C bylo vyprodukováno podstatně méně CO₂, kdy koncentrace na začátku měření dosahovala hodnoty 29 000 ppm a po 180 minutách byla koncentrace 15 200 ppm. V obou případech mělo uvolňování CO₂ klesající tendenci.

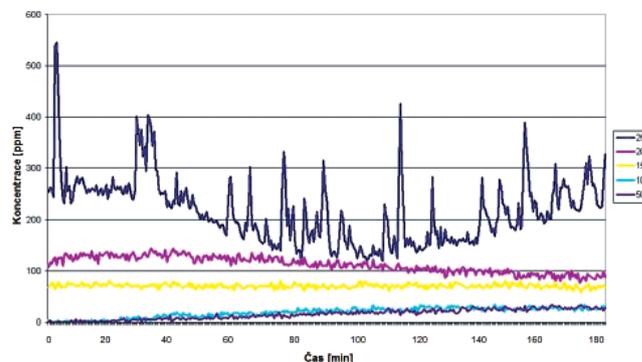
Při zahřívání uhlí na nižší teploty, tj. 50, 100 a 150 °C je z grafu patrné, že se křivky těchto teplot téměř překrývají a mají i podstatně nižší koncentrace. Při teplotě 150 °C se průměrná koncentrace pohybovala kolem hodnoty 1 990 ppm, při 100 °C to bylo 470 ppm a v 50 °C dosahovala koncentrace hodnoty 590 ppm.

4.4 Vliv teploty na koncentraci CH₄ u uhlí

CH₄ je extrémně hořlavý nejdodatý plyn, bez barvy a zápachu. Je lehčí než vzduch. Se vzduchem může tvořit výbušnou směs. Vliv teploty na koncentraci metanu pro teploty 50, 100, 150, 200 a 250 °C je uveden na obr. 5.

Zahřívání uhelné hmoty při vyšší teplotě vzduchu uvolňuje větší množství CH₄ než při nižších teplotách. Značně proměnlivých hodnot má koncentrace CH₄ při teplotě 250 °C v průběhu celého měření. Začíná na hodnotě 255 ppm v 3. minutě dosáhne maximální koncentrace 545 ppm. Z úhlu pohledu koncentrace CH₄ klesá a od 103. minuty zase roste. Konečná hodnota koncentrace naměřená při teplotě 250 °C je 327 ppm.

Na začátku zahřívání při teplotě 200 °C je koncentrace 107 ppm a dále množství CH₄ mírně stoupá, od 45. minuty klesá až do hodnoty 87 ppm. U teploty 150 °C nabývají naměřené koncentrace hodnot 68 - 66 ppm. V případě teplot 50 a 100 °C mají křivky koncentrací CH₄ mírně stoupající tendenci. Při 100 °C je počáteční koncentrace 5 ppm a konečná 30 ppm, u teploty 50 °C je hodnota koncentrace na začátku 4 ppm a na konci měření dosáhla hodnoty 28 ppm.



Obr. 5 Koncentrace CH₄ u zahřívání uhlí na 50, 100, 150, 200 a 250 °C

CH₄ je možné nalézt vždy v plynných zplodinách uhlí a to bez ohledu na podmínky, je to zapříčiněno tím, že se jedná o produkt prouhelňovacího procesu, kdy byl CH₄ sorbován na povrchu uhelné hmoty. Tepelnou oxidací mohlo tedy dojít k odplynění uhlí, a proto mohou být výsledky stanovení koncentrace CH₄ zkresleny (Adamus et al, 2011).

5 Závěr

Pokusy v laboratorním měřítku byly provedeny za účelem zjištění, zda teplota ovlivňuje složení i množství plynných zplodin při nízkoteplotní oxidaci uhlí. Po dobu 180 minut byly vzorky uhlí vystaveny teplotám 50, 100, 150, 200 a 250 °C. Analýza identifikovala vodu, oxidy uhlíků a alifatické uhlovodíky jako plyny vznikající při zahřívání uhlí. Hodnoty koncentrací měnící se v čase dokazují vliv teploty na kvantitu plynných zplodin. CO, CO₂ a CH₄ prezentují látky nebezpečné pro zdraví, životy a životní prostředí, proto bylo u těchto látek provedeno šetření vlivu teploty na koncentrační změny těchto plynů měnící se v čase. Hodnoty koncentrací měnící se v čase dokazují vliv teploty na kvantitu

plynných zplodin. Změny v koncentracích byly patrné zejména při vyšších teplotách samozářevu. Sledování koncentrací změn plynů u uhelné hmoty je tedy jeden ze způsobů, jak lze kontrolovat vývoj samovznícení v dolech a na skládkách. Odhad teploty pomocí nárůstu koncentrací jednotlivých plynů se provádí zejména ve špatně dostupných místech, tedy tam, kde nelze teplotu měřit přímo.

Předložené výsledky mohou být využity ke zvýšení bezpečnosti provozu v průmyslu, kde je uhlí velkokapacitně skladováno či přepravováno. Výsledky dále mohou být využity pro stanovení bezpečnostních podmínek pro skladování a přepravu uhelné hmoty a jiných materiálů na bázi uhlíku.

Článek byl vypracován v rámci projektu ICT CZ.1.05/2.1.00/03.0082 (Institut čistých technologií těžby a užití energetických surovin) financovaný Evropskou unií a z prostředků státního rozpočtu prostřednictvím Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy.

Použitá literatura

- [1] Adamus, A.: *Náchylnost slojí OKR k samovznícení*. Vyd. 1. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 2004. 114 s. ISBN 80-248-0585-5. Dostupné z: <http://www.hgf.vsb.cz/export/sites/hgf/cs/katedry-a-pracoviste/542/st-materialy/NACHYLNOST-SL-OKR.pdf>.
- [2] Adamus, A.; Šancer, J.; Guřanová, P.; Zubíček, V. 2011.: An investigation of the factors associated with interpretation of mine atmosphere for spontaneous combustion in coal. *Fuel Processing Technology*, vol. 92, s. 663-670. ISSN 0378-3820.
- [3] Balog, K.: *Samovznícení*. Edice SPBISPETRUM 21. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, I. vyd. 1999. 133 s. ISBN 80-86111-43-1.
- [4] Carras, J.N.; Day, S.J.; Saghaifi, A.; Williams, D.J. 2009.: Greenhouse gas emissions from low-temperature oxidation and spontaneous combustion at open-cut coal mines in Australia. *International Journal of Coal Geology*, vol. 78, s. 161-168. ISSN 0166-5162.
- [5] Davidi, S.; Grossman, S.L.; Cohen, H. 1995.: Organic volatiles emissions accompanying the low-temperature atmospheric storage of bituminous coals. *FUEL*, 74, 1357-1362, ISSN 0016-2361.
- [6] Deng, C.; Wang, J.; Wang, X.; Deng, H. 2010.: Spontaneous coal combustion producing carbon dioxide and water. *Mining science and technology (China)*, vol. 20, s. 0082-0087.
- [7] Kania, P. 2008.: *Infračervená spektrometrie: Návod na laboratorní práce z analytické chemie I.*, Dostupné z: http://www.vscht.cz/anl/lach1/7_IC.pdf [cit. 2014-01-29].
- [8] Lu, P.; Liao, G.X.; Sun, J.H.; Li, P.D. 2004.: Experimental research on index gas of the coal spontaneous at low-temperature stage. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*. 17, 243 - 247, ISSN 0950-4230.
- [9] OSTRAVSKO KARVINSKÉ DOLY. OKD [online]. 2012 [cit. 2014-10-14]. Dostupné z: <http://www.okd.cz/cs>.
- [10] Perdochova, M.; Derychova, K.; Veznikova, H.; Bernatik, A.; Pitt, M. 2014.: The influence of oxygen concentration on the composition of gaseous products occurring during the self-heating of coal and wood sawdust. *Process Safety and Environmental Protection*. DOI: 10.1016/j.psep.2014.10.006. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0957582014001578>.
- [11] Perdochová, M.: Plynné produkty nízkoteplotní oxidace dřevěných pilin. In *Bezpečnost, spolehlivost a rizika 2014*: XI. ročník Mezinárodní konference mladých vědeckých pracovníků. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2014, s. 188-194. ISBN 978-80-7494-110-8.
- [12] Roubíček, V.; Buchtele, J.: *Chemie uhlí a jeho využití*. 1996. 1. vyd. Ostrava: VŠB - TU Ostrava, 213 s., ISBN 80-7078-406-7.
- [13] Stuart, B.H. 2004.: *Infrared Spectroscopy: Fundamentals and Applications*. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd., 224. ISBN 9780470011140.
- [14] Wang, H.; Długogorski, B.Z.; Kennedy, E.M. 2003.: Coal oxidation at low temperatures: oxygen consumption, oxidation products, reaction mechanism and kinetic modelling. *Progress in Energy and Combustion Science*, 29, 487-513, ISSN 0360-1285.

Výpočtové metódy na stanovenie dolnej medze výbušnosti uhľovodíkových plynov

The Calculation Methods for the Determination of Lower Explosion Limit by Hydrocarbon Gases

Ing. Eva Mračková, PhD.

Technická Univerzita vo Zvolene, Drevárska fakulta
T. G. Masaryka 2117/24, 960 53 Zvolen, Slovenská republika
mrackova@tuzvo.sk

Abstrakt

Článok sa zaoberá stanovením dolnej medze výbušnosti uhľovodíkových plynov pomocou dvoch výpočtových metód. V požiarnej praxi je dolná medza výbušnosti dôležitým parametrom, pretože poskytuje informáciu pre bezpečnú manipuláciu s danou horľavou látkou. Cieľom práce je overiť presnosť dvoch použitých výpočtových metód dolnej medze výbušnosti pre uhľovodíkové plyny LPG, CNG a LNG, porovnať ich s experimentálne stanovenou dolnou medzou výbušnosti. Výsledky možno považovať za aproximatívne.

Kľúčové slová

Uhľovodíkové plyny, dolná medza výbušnosti.

Abstract

The article presenting determination of lower explosion limit of hydrocarbon gases by two calculation methods. Lower explosion limit is important parameter in fire prevention because it contains necessary information for safe handling with given flammable material. The main aim of this work is to verify exactness of lower explosion limits hydrocarbon gases LPG, CNG, LNG by computerized methods in comparison with experimentally determined value and to gain results. The results is possibility be considered to be approximated.

Keywords

Hydrocarbon gases, lower explosion limit.

Úvod

Na energetické účely sa v priebehu takmer 200 rokov histórie plynárenstva používali rôzne plyny. Významnejšie postavenie dosiahli iba plyny vyrobené splynením alebo odplynením uhľia, zemné plyny a kvapalné plyny na báze propánu a butanu. Vykurovacie plyny vyrobené odplynením alebo splynením uhľia patria medzi stredne výhrevné plyny a sú známe ako koksárenský plyn alebo svietyplýn. Ich rozhodujúcimi zložkami je metán, vodík a oxid uhoľnatý. Spalné teplo sa pohybuje v rozmedzí 17 - 20 MJ/m³. Plyny s vysokým obsahom metánu sú veľmi výhrevnými vykurovacími plynmi. Rozhodujúcou zložkou je metán, môžu tiež obsahovať vyššie uhľovodíky a inertné plyny. Ich spalné teplo závisí na obsahu metánu - pohybuje sa od 20 do 40 MJ/m³. Plyny na báze propánu a butánu patria medzi vysoko výhrevné plyny. Používajú sa ako čisté plyny alebo zmes známa pod označením propán-bután. Odberateľom sa na rozdiel od vyššie uvedených plynov dodávajú v kvapalnom stave. Spalné teplo závisí na pomere propánu a butánu v zmesi. Dosahuje od 101,7 (čistý propán) do 133,9 MJ/m³ (čistý bután) [1].

Využívanie uvedených plynov súvisí tiež s automobilizmom a sú priam vhodné v podobe LPG, LNG alebo CNG ako pohon motorov náhradou za tradičný benzín alebo naftu. Avšak protipožiarna ochrana musela byť urýchlene aktualizovaná práve

pre garáže, servisy a opravovne motorových vozidiel a čerpacej stanice pohonných látok, ktorá je uvedená v závere článku.

Metóda a materiál

Stanovenie dolnej medze výbušnosti propán-butánu a zemného plynu pomocou dvoch výpočtových metód:

Výpočtové metódy stanovenia dolnej medze výbušnosti

Stanovenie dolnej medze výbušnosti uhľovodíkových plynov je možné pomocou dvoch výpočtových metód [2], ktoré sú zovšeobecnené:

I. výpočet dolnej medze výbušnosti z počtu atómov v sumárnom vzorci horľavého plynu,

II. výpočet dolnej medze výbušnosti z výhrevnosti.

I. Prvá metóda vychádza z výpočtu:

$$c_{\min} = \frac{44}{k_{hor}} \quad (\text{platí pre } k_{hor} > 1) \quad (1)$$

kde

c_{\min} dolná medza výbušnosti horľavého plynu vo vzduchu [obj. %],

k_{hor} súčiniteľ horľavosti [-].

$$k_{hor} = 4a + b + 4j - 1d - 2c - 2f - 3e - 5g$$

a až j - počty atómov prvkov v sumárnom vzorci horľavého plynu $C_a H_b O_c N_d F_e Cl_f Br_g S_j$.

II. Druhá metóda vychádza z výpočtu:

$$c_{\min} = \frac{4350}{Q_i \cdot M_h} \quad (2)$$

kde

c_{\min} dolná medza výbušnosti horľavého plynu vo vzduchu [obj. %],

Q_i výhrevnosť [MJ.kg⁻¹],

M_h molárna hmotnosť [g.mol⁻¹], ktorá sa vypočíta ako súčet atómových hmotností prvkov v sumárnom vzorci horľavého plynu [2].

Propán - bután (C₃H₈ - C₄H₁₀)

Propán-bután, Liquefied Petroleum Gas - (LPG) je zmes skvapalnených plynov, ktorá je pri normálnom atmosférickom tlaku a bežnej teplote plynná. Okrem propánu a butánu obsahuje 3 - 5 % propylénu v zmesi. Tento plyn a predstavuje mobilnú energiu pre rôzne použitie. Dokáže nahradiť iné energie, zabezpečí čisté vykurovanie, varenie alebo svietenie. Skvapalnený plyn možno skladovať v kvapalnom stave pri teplote prostredia pod jeho vlastným tlakom pár alebo v ochladenom stave pod nižším tlakom, tiež pri atmosférickom tlaku. Z toho vyplýva, že kvapalina zaberá len zlomok objemu rovnovážneho množstva plynu, preto sa propán-bután najmä z ekonomických dôvodov skladuje a prepravuje v kvapalnom stave v tlakových nádobách a železničných alebo automobilových cisternách.

Hustota pár LPG je väčšia ako hustota vzduchu, preto plyn v prípade úniku prúdi v najnižších miestach (ako keby tiekol po zemi) a vniká do najnižších otvorených priestorov, odkiaľ je ťažko

odvetrateľný. Takto nahromadené pary v podmienkach „pokoja“ vyžadujú dlhší čas na dispergovanie. To znamená, že takáto horľavá zmes sa môže zapáliť aj vo veľkej vzdialenosti od miesta úniku a plameň prenikne až do miest úniku. Na iniciáciu je okrem bežných zdrojov, napr. plameň alebo elektrická iskra, ktorá vznikne pri spojení kontaktov, dostatočný aj elektrostatický výboj. Jedným z mnohých zdrojov výbuchu zmesi propán-bután so vzduchom môžu byť elektricky nabité častice propán-butánu [3].

Tab. 1 Identifikácia látky/zmesi

Typ chemikálie	Zmes
Názov	Propán-Bután
Obchodný názov/Označenie	Propán-Bután, LPG, (Autoplyn Trieda C - letný, Autoplyn Trieda B - zimný)

Tab. 2 Základné fyzikálne a chemické vlastnosti LPG

Vzhľad	Plyn rozpustený v kvapaline pod tlakom
Skupenstvo	Plyn
Farba	Bezfarebný
Zápach	bez zápachu
Bod varu	- 10 °C
Výbušné medze [obj.%]	1,8 - 8,4 vol %
Relatívna hustota	2,02
Hustota	2,416 kg/m ³
Log Pow	2,8
Teplota samovznietenia	460 °C

Zemný plyn

Ťažba a úprava zemného plynu

Naftový zemný plyn je spravidla uložený v pórovitých horninách ohraničených nepriepustnými vrstvami a vodou. Tu sa ako špecificky ľahšia látka nahromadil v priebehu tisícov rokov nad vrstvami ropy alebo vody. Plyn sa ťaží vrtmi vedenými priamo do pórovitých vrstiev ložísk v hĺbke do 3 kilometrov pod povrchom zeme. Ťaží sa z ložísk na pevnine (Rusko, Alžírsko, Holandsko) a tiež pod morským dnom (Severné more).

Vyťažený plyn je potrebné pred diaľkovou prepravou upraviť na kvalitu zodpovedajúcu jeho komerčnému využitiu. Technológia čistenia závisí od zloženia plynu. Keďže sa zemný plyn často ťaží spoločne s ropou, obsahuje vysoké podiely vyšších uhlíkov. Odstrániť je treba tiež látky, ktoré by mohli negatívne pôsobiť na distribučné systémy. Ide o vodu a sírne látky, spôsobujúce koróziu zariadení, a tiež prach, ktorý by mohol byť príčinou porúch kompresorových a regulačných staníc.

Rovnako dôležitým energetickým zdrojom pre spaľovacie motory, vykurovanie a tiež pre petrochemický priemysel je zemný plyn. Zemný plyn je používaný vo forme stlačeného plynu - CNG (tlak 20 MPa) alebo v skvapalnenej forme - LNG (pri teplote - 162 °C). Zemný plyn je v súčasnosti častejšie využívaný vo forme CNG [4].

Skvapalnený zemný plyn alebo kvapalný zemný plyn (LNG) je druh paliva. Zemný plyn sa v skvapalnenej forme v prírode prakticky nevyskytuje. Je skvapalňovaný po vyťažení, aby mohol byť dopravovaný na odbytisko, väčšinou pomocou tankerov. Lodnou dopravou môže byť zemný plyn prepravovaný iba vo forme LNG. Lodná flotila na transport LNG je ale obmedzená a súčasne náročná na bezpečnosť a údržbu. Lodné terminály pre LNG sú nákladné a je ich málo.

Je to zmes stlačených alebo skvapalnených uhlíkov s prevládajúcim obsahom metánu alebo propán-butánu. Niekedy sa v unikajúcom zemnom plyne nachádza aj hélium. Pri spaľovaní

zemného plynu sa uvoľňuje veľké množstvo tepelnej energie, preto má veľký význam ako priemyselné palivo, ktoré nahrádza jedovatý svietiplyn. Spracováva sa priamo parciálnou oxidáciou na metanol alebo parciálnou dehydrogenáciou na ľahké alkény a aromaty alebo nepriamo cez syntézy plyn na metanol a celý rad chemikálií cez metanol, alebo priamo zo syntézneho plynu [5].

Zemný plyn nemá nijaký zápach, preto sa k nemu pridávajú chemikálie, aby ho po úniku bolo možné zaregistrovať. Skladá z niekoľkých častí.

Tab. 3 Percentuálne zastúpenie zložiek tvoriacich zemný plyn [5]

Zložka	Vzorec	Podiel Rusko [%]	Podiel Alžírsko [%]	Podiel USA [%]	Podiel Holandsko [%]
Metán	CH ₄	95,0	86,98	99,72	82,12
Etán	C ₂ H ₆	2,3	9,35	0,06	2,81
Propán	C ₃ H ₈	0,7	2,33	0,0005	0,38
Bután	C ₄ H ₁₀	0,3	0,63	0,0005	0,13
Oxid uhličitý	CO ₂	0,2	0,87	0,019	0,99
Dusík	N ₂	1,5	0,71	0,20	13,43

Zloženie zemného plynu je určené lokalitou ťažby. Zemný plyn ťažený v Rusku, Nórsku a vo Veľkej Británii má nízky podiel nehorľavých látok, pod 5 obj. %. Naopak, zemný ťažený v Holandsku, Belgicku a vo Francúzsku má nižšie spaľné teplo a vyšší obsah inertných zložiek.

Unikajúci uhlíkovodíkový plyn predstavuje veľké nebezpečenstvo, pričom o ňom platí:

- je horľavý a ľahko zápalný plyn,
- energia alebo teplota potrebná na zapálenie je veľmi nízka,
- rýchlosť šírenia explózie pri zapálení plynu a rýchlosť narastania výbuchového tlaku spôsobuje deštruktívne zmeny budov,
- je škodlivý pre ľudský organizmus (dusivosť, narkotickosť). [6]

Najdôležitejšími iniciačnými zdrojmi výbuchu zemného plynu sú plameň a horúce produkty horenia, blesk, samovznietenie, ultrazvuk, tepelný prejav mechanickej energie, elektrotechnické zariadenia a vysokofrekvenčné elektromagnetické vlny.

Základné vlastnosti materiálu

Stlačením sa dajú plyny skvapalniť. Podmienky, pri ktorých je to možné sú u rôznych plynov rôzne. Niektoré plyny sa skvapalňujú ľahko, iba stlačením pri obvyčajnej teplote, iné je nutné hlboko ochladiť, aby sa skvapalnili buď obvyčajným alebo zvýšeným tlakom. U každého plynu existuje medzná teplota, pri prekročení ktorej sa už plyn nedá skvapalniť ani väčším tlakom. Táto teplota sa nazýva kritická teplota a tlak potrebný ku skvapalneniu pri tejto teplote je tlak kritický.

Výhrevnosť sa vypočíta zo spaľného tepla daného plynu tak, že sa od spaľného tepla odpočíta výparné teplo vody unikajúcej v spalínach v podobe vodnej pary.

Horľavý plyn je výbušný jedine vtedy ak sa zmieša so vzduchom (kyslíkom). Ak zapálime zmes horľavého plynu a vzduchu, môže sa horenie za priaznivých podmienok šíriť tak rýchlo, že dosahuje rýchlosť niekoľko tisíc m za sekundu: nastáva explózia. Zmes plynu a vzduchu je zápalná len pri určitom zložení. Pri prebytku jedného z oboch plynov sa oheň zmesou nešíri.

Všetky uvedené uhlíkovodíkové plyny sú podľa zákona NR SR 67/2010 Z. z o podmienkach uvedenia chemických látok a chemických zmesí na trh a o zmene a doplnení niektorých zákonov (chemický zákon), vyhláška MV SR 124/2000 Z. z. ktorou sa ustanovujú zásady požiarnej ochrany pri činnostiach s horľavými

plynmi a horenie podporujúcimi plynmi, mimoriadne horľavé, F+ a za určitých podmienok výbušné.

Tab. 4 Kritické hodnoty vybraných horľavých plynov [6, 1]

Plyn	Bod topenia [°C]	Bod varu [°C]	Kritická teplota [°C]	Výhrevnosť [MJ.kg ⁻¹]	Dolná medza výbušn. [obj. %]	Horná medza výbušn. [obj. %]	Zápalná teplota [°C]	Teplota horenia [°C]
LPG	-104/-74	-42,1/-0,5	50	45,8	2,12/1,86	9,35/8,41	-	-
zemný plyn	-182,5	-161,5	50	46,35	4,3	15,0	-	-
LNG	-	-	-	34,08	5	15,0	650	1957

Výsledky a vyhodnotenie

Vypočítané hodnoty dolnej medze výbušnosti propán-butánu a zemného plynu pomocou dvoch výpočtových metód:

Výsledky prvej metódy

Výpočet dolnej medze výbušnosti vybraných horľavých plynov z počtu atómov v sumárnom vzorci horľavého plynu podľa vzorca je zovšeobecnený, [2]:

$$\begin{aligned} \text{LPG} & \quad C = 7, H = 18 \\ (C_3H_8 + C_4H_{10} = C_7H_{18}): & \quad k_{hor} = 4.7 + 1.18 = 46 \\ + & \quad c_{min} = \frac{44}{k_{hor}} = \frac{44}{46} = 0,96 \text{ obj. \%} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3 - 5 \% \text{ propylénu } (C_3H_6) & \quad C = 3, H = 6 \\ \text{v zmesi} & \quad k_{hor} = 4.3 + 1.6 = 18 \\ & \quad c_{min} = \frac{44}{k_{hor}} = \frac{44}{18} = 2,4 \text{ obj. \%} \end{aligned}$$

Dolná medza výbušnosti LPG: $c_{min} = 1,44 - 3,36 \text{ obj. \%}$

$$\begin{aligned} \text{Zemný plyn:} & \quad C = 1, H = 4 \\ 95 \% \text{ metánu } (CH_4) & \quad k_{hor} = 4.1 + 1.4 = 8 \\ & \quad c_{min} = \frac{44}{k_{hor}} = \frac{44}{8} = 5,5 \text{ obj. \%} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} + & \\ \text{Etán } (C_2H_6), \text{ propán, } (C_3H_8) & \quad C = 10, H = 24, O = 2, N = 2 \\ \text{Bután } (C_4H_{10}), \text{ oxid uhličitý } (CO_2) & \quad k_{hor} = 4.10 + 24 - 1.2 - 2.2 = 58 \\ \text{a dusík } (N_2) \text{ tvoria zvyšných} & \quad c_{min} = \frac{44}{hor} = \frac{44}{58} = 0,76 \text{ obj. \%} \\ 5 \% \text{ zmesi} & \end{aligned}$$

Dolná medza výbušnosti zemného plynu: $c_{min} = 4,74 - 6,26 \text{ obj. \%}$

Výsledky druhej metódy

Výpočet dolnej medze výbušnosti vybraných horľavých plynov z výhrevnosti (Q_i) a molárnej hmotnosti (M_h), podľa [2]:

$$\begin{aligned} \text{LPG} \quad \text{Relatívna atómová hmotnosť: } C = 12,011 & \\ (C_3H_8 + C_4H_{10} = C_7H_{18}) & \quad H = 1,008 \\ M_h = (12,011.7) + (1,008.18) = 102,22 & \\ \text{Výhrevnosť LPG } (Q_i) = 45,8 \text{ MJ.kg}^{-1} & \\ c_{min} = \frac{4350}{45,8.102,22} = 0,93 \text{ obj. \%} & \end{aligned}$$

+
3 - 5 % propylénu (C_3H_6) Relatívna atómová hmotnosť: C = 12,011
v zmesi H = 1,008

$$\begin{aligned} M_h & = (12,011.3) + (1,008.6) = 22,08 \\ \text{Výhrevnosť propylénu } (Q_i) & = 46,05 \text{ MJ.kg}^{-1} \end{aligned}$$

$$c_{min} = \frac{4350}{46,05.22,08} = 4,28 \text{ obj. \%}$$

Dolná medza výbušnosti LPG:

$$c_{min} = 3,35 - 5,21 \text{ obj. \%}$$

Zemný plyn:

95 % metánu (CH_4) Relatívna atómová hmotnosť: C = 12,011
v zmesi H = 1,008

$$M_h = (12,011.1) + (1,008.4) = 16,04$$

Výhrevnosť metánu (Q_i) = 50,12 MJ.kg⁻¹

$$c_{min} = \frac{4350}{50,12.16,04} = 5,41 \text{ obj. \%}$$

+

Etán (C_2H_6), propán, (C_3H_8), Relatívna atómová hmotnosť:
C = 12,011

Bután (C_4H_{10}), oxid uhličitý (CO_2) H = 1,008

a dusík (N_2) tvoria zvyšných 5 % zmesi O = 15,99

N = 14,006

$$M_h = (12,011.10) + (1,008.24) + (15,99.2) + (14,006.2) = 204,3$$

Výhrevnosť zložiek zmesi (Q_i) = 185,04 MJ.kg⁻¹

$$c_{min} = \frac{4186,8}{185,04.204,3} = 0,11 \text{ obj. \%}$$

Dolná medza výbušnosti zemného plynu: $c_{min} = 5,3 - 5,52 \text{ obj. \%}$

Tab. 5 Vzájomné porovnanie vypočítaných hodnôt dolnej medze výbušnosti s experimentálne stanovenou hodnotou

Plyn	Prvá metóda [obj. %]	Druhá metóda [obj. %]	Experimentálne stanovenie [obj. %]
LPG	1,44 - 3,36	3,35 - 5,21	1,86/2,12
Zemný plyn	4,74 - 6,26	5,06 - 5,76	4,3

Záver

V článku boli vykonané stanovenia dolnej medze výbušnosti uhl'ovodíkových plynov dvomi výpočtovými metódami, ktoré sú orientačné. Závisí to hlavne od percentuálneho zloženia uhl'ovodíkových plynov, z ktorého ložiska boli čerpané. Prvá výpočtová metóda stanovovala hodnotu dolnej medze výbušnosti uhl'ovodíkových plynov LPG a zemného plynu, ktorý sa môže v praxi nachádzať vo forme stlačeného plynu ako CNG alebo v skvapalnenej forme LNG, na základe počtu atómov v sumárnom vzorci horľavého plynu, druhá výpočtová metóda stanovovala z výhrevnosti. Pri použití týchto orientačných výpočtov stanovenia dolnej medze výbušnosti uhl'ovodíkových látok môžeme konštatovať, že sú výsledky aproximatívne. Vzájomným porovnaním dosiahnutých výsledkov bolo potvrdené, že obidve metódy sú pomerne presné a výsledky, ktoré priniesli, sú porovnateľné s experimentálne nameranými hodnotami dolnej medze výbušnosti len pre uhl'ovodíkové plyny, t.j. pre organické uhl'ovodíky. Po poznaní dolnej medze výbušnosti uhl'ovodíkových

plynov LPG, CNG a LNG je potrebné v praxi zaujať z protipožiarnej ochrany stanovisko, aby bola dodržiavaná bezpečnosť a ochrana osôb a majetku pred požiarom. Konkrétne sa jedná o protipožiarnu bezpečnosť garáží, ktorá je riešená v SR a ČR technickou normou 73 0804 - Požiarna bezpečnosť stavieb, kde sú podľa druhu vozidiel garáže rozdelené do nasledujúcich skupín:

- a) garáž skupiny 1 - pre osobné vozidlá, dodávky a jednostopová vozidlá;
- b) garáž skupiny 2 - pre nákladné automobily, autobusy a špeciálne automobily;
- c) garáž skupiny 3 - pre traktory a samohybné pracovné stroje.

Ďalej sa delia podľa zoskupenia odstavných státi sa garáže triedi na:

- a) jednotlivé garáže - s maximálne tromi stojiskami as možným aj jediným vjazdom;
- b) radové garáže - s viac ako tromi stojiskami, ktoré sú buď v jednej rade, alebo v dvoch radoch za sebou a každé státie v prvom rade má samostatný vjazd;
- c) hromadné garáže - slúžiaci k odstavovanie (odstavná garáž) alebo parkovanie (parkovacia garáž) viac ako troch vozidiel so spoločným vjazdom.

Nie menej podstatné sú typy garáží, ktoré sa delia podľa druhu palív, ktoré vozidlá obsahujú a členia sa do dvoch skupín a to:

- a) s kvapalnými palivami alebo elektrických zdrojov (bez ohľadu na kombináciu s týmito palivami);
- b) s plynými palivami, popr. kombinácii s elektrickým zdrojom.

Pre projektovanie servisov a opravovní motorových vozidiel a čerpacích staníc pohonných látok platí STN 73 6059, obdobne je to aj v ČR.

Základné ustanovenia a ČSN 73 6060; požiarne bezpečnosť sa posudzuje podľa STN 73 0804 o čerpacích staniach pohonných hmôt a podľa STN 650202 Horľavé kvapaliny. Plnenie a stáčanie. Výdajné čerpacie stanice, príp. podľa TPG 304 01 alebo TDG 304 02 pre čerpacie stanice propán-butánu a plniaca stanica stlačeného zemného plynu. Plniace stanice stlačeného zemného plynu pre motorové vozidlá.

Použitá literatúra

- [1] O zemnom plyne. Dostupné na internete (15.7.2014) (online) http://www.rwegas.sk/wps/portal/rwegas/domov/o-zemnom-plyne/druhy-plynu!/ut/p/b1/04_SjzS0MDK0MDM2MDPWj9CPykyssy0xPLMnMz0vMAfGjzOLd_Q2dLZ0MHQ38vd0MDTydAtxM_V0cjYMNTIAKIoEKDHAARwN8-r29DKH68SggYH9wcbZ-uH4UXmsMTaAK8DjTzyM_N1U_NyrHzSI4IB0AhJ9nag!!/dl4/d5/L2dJQSEvUUt3QS80SmtFL1o2X0dPMUM5QjFBME9LRjEwSUJQRjVPREzU080/.
- [2] Damec, J.: *Protivýbuchová prevence*. EDICE SPBI SPEKTRUM 8., Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 1998, ISBN 80-86111-21-0.
- [3] Košík, Š.: Mimoriadne udalosti spojené s únikom vykurovacích plynov, In *Riešenie krízových situácií na plynovodoch pri úniku plynu s následným požiarom*, Rimavská Sobota, 2006, str. 11, 13, ISBN 80-228-1554-3.
- [4] Serafin, J.; Mračková, E.; Bernatík, A.; Mynarz, M.: Safety risks connected with parking of cng vehicles in underground car parks, In *Rizik i bezbednosni inženjering: Zbornik radova 7. Medjunarodnog naučnog savetovanja*, Kopaonik, 29. januar - 4. februar 2012. - Novi Sad: Visoka tehnička škola strukovnih studija, 2012. - ISBN 978-86-6211-006-0. - S. 368-372.

- [5] Mračková, E.: Riziká transportu zemného plynu, Protivýbuchová ochrana, In *Riešenie krízových situácií na plynovodoch pri úniku plynu s následným požiarom*, Rimavská Sobota, 2006, str. 23, 24, ISBN 80-228-1554-3.
- [6] Riedl, R.: *Plynárenská a koksárenská príručka*, Praha 1962, str. 55-61, 04-422-62.

Posouzení vlivu koncentrace kyslíku na plynné produkty samozáhřevu dřevěných pilin

Assessment of the Influence of Oxygen Concentration on Gaseous Products of Self - Heating of Wood Sawdust

Ing. Michaela Perďochová

Ing. Kateřina Derychová

Ing. Hana Věžníková

VŠB - TU Ostrava, Fakulta bezpečnostního inženýrství

Lumírova 13, 700 30 Ostrava - Výškovice

michaela.perdochova@vsb.cz, katerina.derychova.st@vsb.cz

hana.veznikova@vsb.cz

Abstrakt

Předmětem článku je posoudit vliv koncentrace kyslíku na složení a množství plynných zplodin, které vznikají při zahřívání dřevěných pilin. Vzorky byly zkoušeny při 150 °C, a to jak za normálních podmínek tak i za 15 % kyslíku ve vzduchu. Kvalitativní a kvantitativní analýza vznikajících plynů byla provedena pomocí infračerveného spektrometru s Fourierovou transformací. Poznatky uvedené v této studii lze využít pro stanovení bezpečných podmínek pro skladování dřevěné hmoty a volbu bezpečnostních opatření.

Klíčová slova

Plynné zplodiny, samozáhřev, koncentrace kyslíku, dřevěné piliny.

Abstract

This article deals with an assessment of the influence of oxygen concentration on the composition and amount of gaseous products generated in the course of heating wood sawdust at 150 °C. This was done both with normal air and at 15 % oxygen in the air. Qualitative and quantitative analysis of gases was carried out using a Fourier Transform infrared spectrometer. The results have implications for the specification of safe conditions of storage of wood substances and the selection of safety measures.

Keywords

Gaseous products, Self-heating, Oxygen concentration, Wood sawdust.

Úvod

Se snižujícími se zásobami fosilních paliv se přechází na obnovitelné zdroje energie, kam patří i biomasa. Nicméně i skladované rostlinné materiály, jako je např. dřevo, dřevěné piliny, štěpka, seno, sláma, krmiva, vykazují sklon k samovznícení. Statistika ukazuje, že bylo v České republice za posledních 5 let (2008 - 2012) zaznamenáno celkem 521 případů samovznícení, z toho se jednalo o 119 případů samovznícení zemědělských plodin (Statistické ročenky, © 2010).

Podle (ČSN EN ISO 13943, 2011) je samovznícení definováno jako vznícení vznikající vlivem nárůstu teploty bez samostatného zdroje vznícení. Náchylnost materiálů k samovznícení je ovlivněna mnoha faktory. Nejvýznamnější faktor ovlivňující samovznícení je průběh oxidace, kdy povrch molekul hmoty exotermně reaguje se vzdušným kyslíkem dokonce i za normální teploty. Teplo uvolněné reakcí zapříčiní nárůst teploty uvnitř hmoty a v případě, že množství uvolněného tepla v materiálu je vyšší než teplo odvedené do okolí, dochází k samovolnému vznícení.

Samovznícení nepředstavuje pouze riziko výskytu požáru, ale je významné i z hlediska hygienických podmínek. Na rozdíl od fosilních paliv (uhlí) je biomasa brána jako perspektivní udržitelný zdroj „čisté“ energie. Ale je známo, že biomasa se postupně rozkládá chemicky a biologicky a během tohoto procesu dochází k samozáhřevu a uvolňují se jedovaté plyny (Reuss a Pratt, 2000). Složení těchto plynů je závislé na vlastnostech materiálu a podmínkách jeho uložení. Jednou z těchto podmínek je obsah kyslíku ve vzduchu.

Většina studií se zabývá problematikou samovznícení a vznikajícími produkty za atmosférických podmínek (20,9 % obj. kyslíku ve vzduchu). Nicméně z důvodu prevence proti vzniku samovznícení, bývá materiál skladován v uzavřených prostorech při snížené koncentraci kyslíku.

Podle (Oren et al., 1987) se uvolňují první plynné produkty vznikající termickou degradací dřeva, při teplotách 150 °C až 200 °C se vyskytují ve velmi malém množství. Při teplotách nad 200 °C se v plynných produktech vyskytují vodík, metan, oxid uhelnatý a oxid uhličitý, aldehydy, ketony a další produkty.

Samozáhřev je způsoben různými fyzikálními, biologickými nebo chemickými pochody. Jednou z nejčastějších příčin samovznícení je oxidace vzdušným kyslíkem. Mezi hlavní rizika vyplývající ze samozáhřevu biomasy patří uvolnění plynů (dusivých i dráždivých), samovznícení, výbuch prachu či požár (i povrchový a jeho šíření).

Ve své studii se (Svedberg et al, 2004) zabývá pracovními a domácími zdravotními riziky spojenými se skladováním biomasy a s tím spojeným výskytem vysoké hladiny hexanalů a oxidu uhelnatého. Oxidace biomasy v uzavřených prostorech je doprovázena zápachem a člověku, který v tomto prostředí nebo jeho blízkosti pracuje, to může působit podráždění očí a dýchacích cest.

Jak již bylo zmíněno, dřevní pelety (biomasa) emitují oxid uhelnatý, oxid uhličitý, metan a další těkavé látky během skladování. Zvýšená koncentrace těchto plynů v uzavřeném skladu (prostoru) způsobuje úbytek koncentrace kyslíku a toxicita těchto plynů ohrožuje pracovníky ve skladech nebo v okolí zásobníků.

(Kuang et al, 2009) se zabývali vlivem teploty, vlhkosti a relativní vlhkosti v úložném prostoru nad substrátem na emise z dřevěných pelet v uzavřeném prostoru. Při teplotě 50 °C výsledky ukázaly, že se zvýšenou relativní vlhkostí v uzavřené nádobě se zvyšuje rychlost odplynování oxidu uhelnatého, oxidu uhličitého a metanu a vyčerpávání kyslíku. Dále, že vyšší hodnoty emisí jsou spojeny s vyšší teplotou, proto je skladovací teplota klíčovým faktorem, který ovlivňuje odplynování z uložených dřevěných pelet. Dalším zjištěním bylo, že větší objem prostoru (head space) nad uskladněnou biomasou zvyšuje odplynování z důvodu dostupnosti kyslíku.

Ve studii (Koppean J., 2011) se jako prevence samozáhřevu a následného požáru v silech či skladovacích halách pro biomasu navrhuje použití inertní plynu (N₂) jako „tlumiče“ reakcí.

Cílem této studie je identifikovat plynné zplodiny, které vznikají při tepelné degradaci dřevěných pilin ve vzduchu a za snížené koncentrace kyslíku (15 %), provést kvantitativní analýzu vznikajícího oxidu uhelnatého a metanu a zjistit vliv koncentrace kyslíku na poměr CO/CO₂.

Materiály a metody

Testovaný materiál

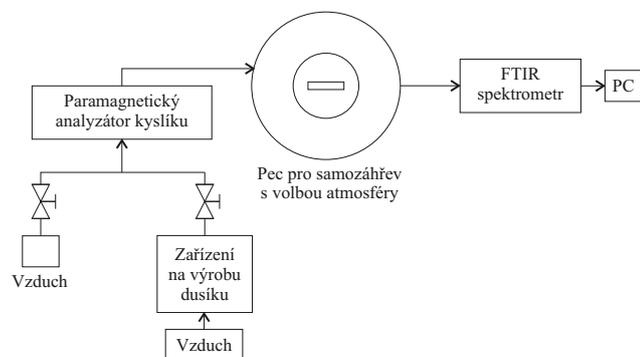
Analýze byly podrobeny vzorky dřevěných pilin, které byly odebrány z pily Mayr - Melnhof Holz Paskov s.r.o. Vzorky byly upraveny mletím na velikost částic pod 1 mm. U hodnoceného materiálu byl proveden analytický a elementární rozbor - tab. 1. Tyto rozbor byly provedeny ve Výzkumném energetickém centru VŠB - TUO.

Tab. 1 Analytický a elementární rozbor dřevěných pilin (Perdochova et al, 2014)

Vlastnosti	Dřevěné piliny
Základní rozbor [% hm.]	
vlhkost W^h	10,49
popel A^d	0,30
prchavá hořlavina V^{daf}	85,42
fixní uhlík C_f^{daf}	51,08
Elementární rozbor [% hm.]	
uhlík veškerý C_t^d	50,93
vodík veškerý H_t^d	6,13
dusík N^d	0,49
síra S_t^d	0,09
kyslík O_d^d	42,06

Experimentální metody

Za účelem provedení analýzy zplodin, které vznikají při samozáhřevu dřevěných pilin, byla sestavena aparatura skládající se z pece pro samozáhřev pevných látek s volbou atmosféry CLASIC CZ KK5006, infračerveného spektrometru NICOLET iS10 s Fourierovou transformací, čerpadla, zařízení na výrobu dusíku a paramagnetického analyzátoru kyslíku TELEDYNE 3000 MA. Uspořádání aparatury je zachyceno na obr. 1.



Obr. 1 Blokové schéma aparatury (Perdochova et al, 2014)

Plynné zplodiny zkoušených materiálů byly připraveny v peci pro samozáhřev s volbou atmosféry o objemu 54 litrů s regulovatelnou teplotou do 600 °C. V peci jsou instalovány tři termočlánky, z nichž dva slouží pro měření teploty v peci a jeden pro měření teploty vzorku. Vzorky byly testovány v krychlovém drátěném košíku o velikosti strany 5 cm při konstantní teplotě 150 °C po dobu 2 hodin. Tato teplota byla zvolena proto, že až při této teplotě se u dřeva uvolňují první plynné produkty (Oren et al., 1987). Homogenizace teploty uvnitř pece byla zajištěna cirkulačním ventilátorem. Vzorky plynů byly odebrány pomocí nerezové trubice. V zadní části pece jsou umístěny výstupy odběrného potrubí a vstupy plynů (možno připojit až 3 plyny) a vzduchu.

V případě měření zplodin za sníženého množství kyslíku, byla do pece přivedena směs dusíku (ze zařízení na výrobu dusíku) a vzduchu. Průtoky jednotlivých plynů byly nastaveny tak, aby byla v peci vytvořena koncentrace kyslíku 15 %. Koncentrace na výstupu byla měřena pomocí paramagnetického analyzátoru kyslíku. Směs dusíku a vzduchu byla přiváděna do pece rychlostí 2,35 l.min⁻¹.

Plyny vystupující z pece byly vyhřívány topným pásem, aby nekondenzovaly v plynové kyvetě spektrometru, která byla rovněž zahřívána.

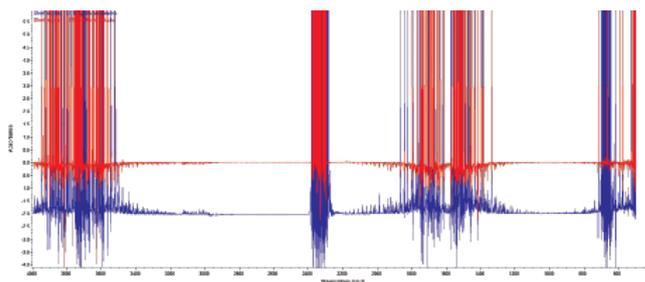
K identifikaci zplodin analyzovaného materiálu byl použit IČ spektrometr s Fourierovou transformací s plynovou kyvetou o délce 10 m. Spektrometr pracuje na principu měření pohlcení infračerveného záření o různé vlnové délce analyzovaným materiálem. Tento přístroj sleduje oblast infračervených spekter v rozsahu 4000 cm⁻¹ až 400 cm⁻¹. Složení plyných zplodin testovaného materiálu bylo zjištěno z naměřených infračervených spekter. Měření spekter bylo provedeno pomocí počítačového softwaru Omnic. Spektra byla měřena v intervalech cca 0,5 min. Identifikace spektra je prováděna na základě srovnání naměřeného spektra se spektry předem identifikovaných látek pomocí programu Omnic Spectra.

Stanovení koncentrací plynů bylo provedeno pomocí spektroskopického softwaru TQ Analyst, kdy pomocí kalibračních křivek byly určeny u těchto složek jejich koncentrace v závislosti na čase. Naměřené hodnoty byly převedeny do tabulkového editoru Excel a následně vyneseny do grafu.

Výsledky a diskuze

Složení plyných zplodin dřevěných pilin při 15 % a 21 % kyslíku ve vzduchu

Identifikace látek obsažených ve zplodinách byla provedena v programu OMNIC SPECTA. Při interpretaci bylo použito charakteristických vlnových vibrací funkčních skupin uvedených v práci (Stuart, 2004; Kania, 2008). Přehled složek byl získán z grafů závislosti absorbance na vlnové délce. K určení složek bylo zvoleno vyhledávání podle píků. Příklady infračervených spekter plynů vzniklých rozkladem dřevěných pilin za normálních podmínek a za snížené koncentrace kyslíku při 150 °C v 62. minutě jsou zobrazeny na obr. 2.



Obr. 2 Infračervená spektra plyných zplodin vzniklých rozkladem dřevěných pilin při 150 °C při 15 % (červeně) a 21 % (modře) kyslíku ve vzduchu (62. minuta) (Perdochova et al, 2014)

Při pohledu na obě spektra je patrné, že jsou velmi podobná. V obou spektrech jsou dominantním znakem absorpční pásy rozprostírající se od 4000 - 3500 cm⁻¹ a od 1700 - 1300 cm⁻¹, které přísluší vodě, a absorpční pásy v oblasti 2350 cm⁻¹ a v oblasti kolem 670 cm⁻¹, které signalizují přítomnost oxidu uhličitého. V oblasti 2240 - 2040 cm⁻¹ se v obou případech objevily pouze známky oxidu uhelnatého.

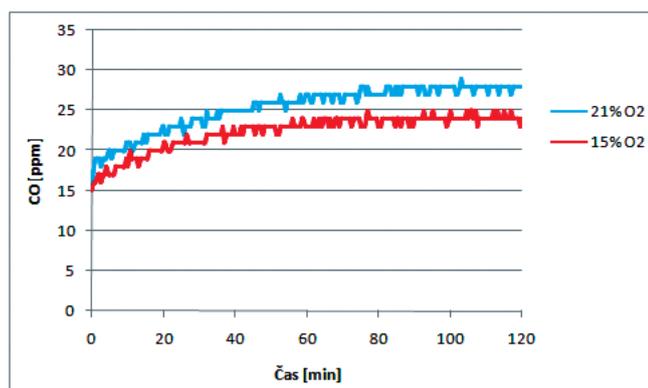
U obou spekter byly programem detekovány alifatické uhlovodíky v oblasti 3000 - 2800 cm⁻¹. Jejich výskyt nemohl být potvrzen dalším pásem z důvodu přítomnosti širokého pásu vody. U vzorku vystaveného 21 % kyslíku je jejich koncentrace zřetelnější.

Analýzou bylo zjištěno, že koncentrace kyslíku má vliv na množství vznikajícího oxidu uhelnatého a metanu při samozáhřevu, jak potvrdilo stanovení provedené u dřevěných pilin v níže uvedených kapitolách.

Koncentrace CO při 15 % a 21 % kyslíku ve vzduchu u dřevěných pilin

Jednou z velmi nebezpečných látek, která vzniká při samozáhřevu všech látek, je toxický oxid uhelnatý. Proto stanovení jeho obsahu a porovnání jeho množství ve zplodinách, které se uvolňují při samovolném zahřívání testovaného materiálu ve vzduchu a za snížené koncentrace kyslíku ve vzduchu je jedním z předmětů této práce.

Obr. 3 zachycuje graf časového průběhu nárůstu koncentrace oxidu uhelnatého při 15 % a 21 % kyslíku ve vzduchu při teplotě 150 °C.



Obr. 3 Dřevěné piliny - koncentrace CO při 15 % a 21 % kyslíku ve vzduchu, 150 °C (Perdochova et al, 2014)

Z grafu je patrné, že oxid uhelnatý má rostoucí tendenci v obou případech koncentrací kyslíku. V případě 15 % kyslíku ve vzduchu je počáteční koncentrace oxidu uhelnatého 15 ppm a hodnoty pomalu stoupají a na konci měření, po dvou hodinách dosáhla koncentrace hodnoty 24 ppm. V 21 % kyslíku ve vzduchu má počáteční koncentrace hodnotu 16 ppm a během měření se zvyšuje až do hodnoty 28 ppm. Analýza dat naměřených u dřevěných pilin prokázala, že vyšší koncentrace oxidu uhelnatého byly naměřeny za 21 % kyslíku ve vzduchu.

Rychlost uvolňování oxidu uhelnatého při zahřívání dřevěných pilin ve vzduchu stoupla z počáteční hodnoty 1,61 ml.min⁻¹.kg⁻¹ na konečnou hodnotu 1,88 l.min⁻¹.kg⁻¹. V případě snížené koncentrace kyslíku ve vzduchu stoupla rychlost uvolňování oxidu uhelnatého z počáteční hodnoty 1,18 ml.min⁻¹.kg⁻¹ na konečnou hodnotu 1,25 l.min⁻¹.kg⁻¹.

Poměr CO/CO₂

Kromě změn koncentrací plynů lze k indikaci samovolného zahřívání hmoty použít poměry některých plynů, např. oxidu uhelnatého k uhličitému (Wihersaari, 2005). Tyto poměry charakterizují teplotu materiálu a tím stav samovznícení. Tento poměr je používán zejména pro hodnocení teploty uhlenné hmoty, a to především v počátečních stádiích samovznícení. Podle (Adamus a Šancer, 2005) je jeho hodnota v rozmezí 100 až 150 °C menší než 10 a často konverguje téměř k nule s občasnými náhodnými odchylkami, které nevykazují závislost na teplotě (Adamus a Šancer, 2005).

Průměrné poměry CO/CO₂ pro hodnocený vzorek pilin pro dvě odlišné koncentrace kyslíku jsou uvedeny v tab. 2. Pro výpočet byly použity koncentrace obou plynů naměřené po dvou hodinách od zahájení experimentu. V tomto čase došlo ke stagnaci nárůstu koncentrací měřených plynů, tedy i k ustálení hodnoty jejich

oměru, a lze ji proto použít pro hodnocení vlivu koncentrace kyslíku a druhu materiálu. Použití poměru koncentrace CO ke koncentraci CO₂ po jejich ustálení po dvou a více hodinách je uvedeno v práci (Yuan a Smith, 2013) v souvislosti s využitím tohoto poměru pro včasnou detekci samovznícení.

Tab. 2 Poměr CO/CO₂ pro dřevěné piliny při 150 °C (Perdochova et al, 2014)

Poměr CO/CO ₂	21 % O ₂	15 % O ₂
Dřevěné piliny	0.0042 ± 0.0002	0.0030 ± 0.0002

Hodnota poměru u dřevěných pilin zůstává v rozmezí hodnot určených v práci (Adamus a Šancer, 2005) pro černá uhlí pro teploty kolem 150 °C. Proto lze předpokládat, že tento poměr je použitelný také pro detekci samovznícení dřevěných pilin, obdobně jako pro uhlí, kde je již řadu let v praxi používán.

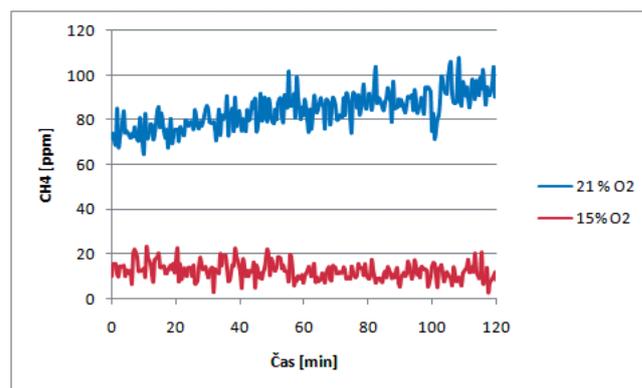
Hodnota poměru CO/CO₂ je obvykle považována za nezávislou na snížené koncentraci kyslíku, ale z hodnot v tab. 2 vyplývá, že k určitému ovlivnění sníženou koncentrací kyslíku došlo. Poměr se při snížené koncentraci kyslíku snížil o hodnotu převyšující preciznost stanovení.

Nicméně oxidace a s tím související samozáhřev materiálu dále probíhá i při koncentraci kyslíku snížené na 15 %, protože koncentrace obou plynů nejsou nulové. Toto tvrzení je v souladu se závěry uvedenými v práci (Yuan a Smith, 2013), kde bylo konstatováno, že snížení koncentrace kyslíku z 21 % na 15 % neovlivňuje zásadním způsobem průběh oxidace a hodnota poměru zůstává bez výraznějších změn.

Hodnota poměru CO/CO₂ se u pilin téměř nemění v závislosti na koncentraci kyslíku. Proto tento poměr lze použít k indikaci samovznícení dřevěných pilin i v uzavřených skladovacích prostorech, kde může dojít ke snížení koncentrace kyslíku.

Koncentrace CH₄ při 15 % a 21 % kyslíku ve vzduchu u dřevěných pilin

Hořlavý a výbušný metan je další látkou, u které byl posuzován vliv koncentrace kyslíku na jeho množství. Na obr. 4 jsou uvedeny jeho změny koncentrací během dvou hodin zahřívání při 150 °C ve vzduchu a za snížené koncentrace kyslíku.



Obr. 4 Dřevěné piliny - koncentrace CH₄ při 15 % a 21 % kyslíku ve vzduchu, 150 °C (Perdochova et al, 2014)

Množství uvolněného metanu při zahřívání dřevěné hmoty, na rozdíl od uhlí, souvisí pouze s její oxidací, protože piliny nemají na svém povrchu nasorbovaný metan. Z porovnání je zřejmé, že v důsledku tepelné oxidace ve vzduchu dochází k mírnému zvýšení vývinu metanu (cca od 70 ppm - 100 ppm), kdežto za snížené koncentrace kyslíku je množství metanu téměř konstantní (kolem 15 ppm). Z výše uvedeného vyplývá, že zahřívání dřevěné hmoty

dokázalo, že snížená koncentrace kyslíku zpomaluje rychlost oxidace a tím i ovlivňuje množství produkovaného metanu.

Závěr

V článku byl posuzován vliv koncentrace kyslíku na složení plyných zplodin, které vznikají při zahřívání dřevěné hmoty. Vzorky byly zahřívány při 150 °C po dobu dvou hodin.

Při samozahřívání dřevěných pilin se uvolňují plyny, z nichž některé mohou mít negativní vliv na zdraví člověka a životní prostředí. Tyto plyny vznikají jak při záhřevu hodnoceného materiálu ve vzduchu tak i za snížené koncentrace kyslíku ve vzduchu.

Rozborem bylo zjištěno, že při zahřívání dřevěných pilin vznikají tyto látky: voda, oxidy uhlíků a alifatické uhlovodíky. Ve studii byl také posuzován vliv koncentrace kyslíku na koncentrační změny vznikajícího oxidu uhelnatého a metanu, tedy látek, které představují největší nebezpečí pro zdraví, životy a životní prostředí. Měření ukázalo, že koncentrace kyslíku má významný vliv na vývin oxidu uhelnatého a metanu. Za snížené koncentrace kyslíku byly u pilin zaznamenány nižší koncentrace obou plynů, z čehož vyplývá, že se snižující se koncentrací kyslíku se také snižuje rychlost oxidace hmoty.

Dále bylo zjištěno, že koncentrace kyslíku má také vliv na rychlost uvolňování oxidu uhelnatého. Z naměřených dat bylo vypočítáno, že rychlejší proces emise oxidu uhelnatého probíhá u vzorku, jež byl vystaven normálním podmínkám, tj. 21 % kyslíku ve vzduchu. Výpočet poměru CO/CO₂ ukázal, že se tento poměr v závislosti na koncentraci kyslíku nemění.

Výsledky uvedené v této práci mohou přispět ke zvýšení bezpečnosti práce při skladování dřevní hmoty zejména v uzavřených prostorech a lze je i využít pro stanovení bezpečných podmínek pro skladování a přepravu dřevní hmoty.

Poděkování

Článek byl vypracován v rámci grantu SGS SP2015/122 - Vliv vybraných fyzikálně - chemických vlastností na proces samovznícení tuhých biopaliv.

Použitá literatura

- [1] Adamus, A.; Šancer, J. 2005.: Binární ukazatele samovznícení uhlí v Ostravsko - karvinském revíru. In *Sborník vědeckých prací Vysoké školy báňské - Technické univerzity Ostrava - řada hornícko - geologická*, vol. LI, no. 2. VŠB - Technická univerzita Ostrava, Hornícko - geologická fakulta, Ostrava, pp. 1 - 8, ISSN 0474-8476. Dostupné z: <http://gse.vsb.cz/2005/LI-2005-2-1-8.pdf>.
- [2] ČSN EN ISO 13943, 2011. *Požární bezpečnost - slovník*. Praha: ÚNMZ, s. 65. Třídící znak 73 0801.
- [3] Kania, P. 2008.: *Infračervená spektrometrie: Návod na laboratorní práce z analytické chemie I*. Dostupné z: http://www.vscht.cz/anl/lach1/7_IC.pdf [cit. 2014-01-29].
- [4] Koppejan, J. 2011.: *Safety aspects of solid biomass storage, transportation and feeding*. Dostupné z: http://www.ieabcc.nl/workshops/task32_Dublin_SSC/07%20Koppejan.pdf [cit. 2013-11-18].
- [5] Kuang, X.; Shankar, T.J.; Bi, X.T.; Lim, C.J.; Sokhansanj, S.; Melin, S. 2009.: Rate and Peak Concentrations of Off - Gas Emissions in Stored Wood Pellets - Sensitivities to Temperature, Relative Humidity, and Headspace Volume. *Annals of Occupational Hygiene*, 56, 789-796. Dostupné z: <http://annhyg.oxfordjournals.org/cgi/doi/10.1093/annhyg/mep049> [cit. 2013-11-17].
- [6] Oren, M.J.; Karunakaran, K.P.; Pegg, M.J.; Mackay, D.M. 1987.: Mechanisms of wood combustion. 1. Flue gas analysis. In *FUEL*, 66, 9-12.
- [7] Perdochova, M.; Derychova, K.; Veznikova, H.; Bernatik, A.; Pitt, M. 2014.: The influence of oxygen concentration on the composition of gaseous products occurring during the self-heating of coal and wood sawdust. *Process Safety and Environmental Protection*. DOI: 10.1016/j.psep.2014.10.006. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0957582014001578>.
- [8] Reuss, R.; Pratt, S., 2000.: Accumulation of carbon monoxide and carbon dioxide in stored canola. *Journal of Stored Products Research*, 37, 23-34, ISSN 0022-474X.
- [9] Statistické ročenky Hasičského záchranného sboru ČR, © 2010. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/clanek/statisticke-rocenky-hasickeho-zachranneho-sboru-cr.aspx> [cit. 2014-01-09].
- [10] Stuart, B.H. 2004.: *Infrared Spectroscopy: Fundamentals and Applications*. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd., 224. ISBN 9780470011140.
- [11] Svedberg, U.R.A.; Högberg, H.E.; Högberg, J.; Galle, B. 2004.: Emission of Hexanal and Carbon Monoxide from Storage of Wood Pellets, a Potential Occupational and Domestic Health Hazard. *Annals of Occupational Hygiene*, 48, 339-349. Dostupné z: <http://annhyg.oupjournals.org/cgi/doi/10.1093/annhyg/meh015> [cit. 2013-11-17].
- [12] Yuan, L.; Smith A.C. 2013.: Experimental study on CO and CO₂ emissions from spontaneous heating of coals at varying temperatures and O₂ concentrations. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jlp.2013.08.002>.
- [13] Wihersaari, M. 2005.: Evaluation of greenhouse gas emission risks from storage of wood residue. *Biomass and Bioenergy*, vol. 28, issue 5, s. 444 - 453, ISSN 0961-9534.

System of Cooperation of Non-Governmental and Not-for-Profit Organizations during Coping with Emergency Events in Czech Republic

plk. Mgr. Štěpán Kavan, Ph.D.

Hasičský záchranný sbor Jihočeského kraje
Pražská 52b, 370 04 České Budějovice
stepan.kavan@email.cz

Abstrakt

Príspevek je zaměřený na systém spolupráce a koordinace činnosti nestátních neziskových organizací při mimořádných událostech a krizových stavech, který je označován jako Panel nestátních neziskových organizací. Je hodnocen současný stav řešeného problému v jednotlivých krajích České republiky. Zkoumání a reflexe tématiky je uskutečněna pomocí SWOT analýzy a dále kvalitativním šetřením. Činnost Panelu nestátních neziskových organizací je řešena v oblasti spolupráce s hasičským záchranným sborem kraje a krajem.

Klíčová slova

Hasičský záchranný sbor kraje, integrovaný záchranný systém, kraj, mimořádné události, Panel nestátních neziskových organizací.

Abstract

The paper is focused on the system of cooperation and coordination of non-governmental and not-for-profit organizations when coping with emergency events and crisis situations, called as the Panel of non-governmental and not-for-profit organizations. The current situation of the issue mentioned above is evaluated here concerning every single region in the Czech Republic. The research and reflection of the issue are done by means of the SWOT analysis and qualitative survey. The activity of the Panel of non-governmental and not-for-profit organizations is dealt with the cooperation of the Fire Rescue Service of the Region and the Regional Authority.

Keywords

Fire Rescue Service of Region, Integrated Rescue System, Region, Emergency Cases, Panel of Nongovernmental Organizations.

Úvod

Ochrana společnosti jako ucelený komplex opatření je zaměřena na lidskou bezpečnost. Mimořádné události svým působením vedou k narušení stavu bezpečí a v rozsáhlejších projevech se dotýkají celé společnosti. Pro řešení mimořádných událostí jsou v České republice zřízeny záchranné a bezpečnostní složky, jejichž prioritním posláním je záchrana života, zdraví, majetku a životního prostředí. Vedle těchto státem garantovaných složek se do přípravy a řešení mimořádných událostí zapojují rovněž nestátní neziskové organizace (dále jen „NNO“). Pro jejich koordinaci při mimořádných událostech platí pravidla spolupráce a koordinace podle zákona č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému, ve znění pozdějších předpisů (dále jen „zákon o IZS“). NNO, které se dlouhodoběji a systémově připravují a zapojují při řešení mimořádných událostí, vytvářejí platformy k součinnosti a koordinaci zaměřené na následné činnosti po záchranných pracích (monitoring zasaženého území, humanitární, psychosociální,

materiální a finanční pomoc, poradenská a jiná odborná pomoc). Pro tuto formu spolupráce a součinnosti více NNO se používá výrazu „Panel NNO“. [6] Výraz „Panel“ lze vysvětlit obsahově jako prostor pro diskusi.

Z hlediska působnosti lze nalézt NNO s celostátní, regionální a místní působností. Následující text je koncipován na základě uspořádání správních území krajů v České republice. Základním předpisem odůvodňujícím vznik kraje je ústavní zákon č. 347/1997 Sb., o vytvoření vyšších územních správních celků a o změně ústavního zákona ČNR č. 1/1993 Sb., Ústava ČR, ve znění pozdějších předpisů. Kraj a jeho orgány vymezuje zákon č. 129/2000 Sb. o krajích, ve znění pozdějších předpisů. Kraj je územní společenství občanů; náleží mu právo na samosprávu, které vykonává v rozsahu stanoveném v souladu s potřebami kraje. Kraj v samostatné působnosti pečuje ve svém územním obvodu v souladu s místními předpoklady a s místními zvyklostmi o komplexní rozvoj svého území a o potřeby svých občanů, zejména o vytváření podmínek pro rozvoj sociální péče, o uspokojování potřeby ochrany a rozvoje zdravých životních podmínek, dopravy a spojů, potřeby informací, výchovy a vzdělávání, celkového kulturního rozvoje a ochrany veřejného pořádku. Na území České republiky je vytvořeno čtrnáct vyšších územních samosprávných celků (dále jen „kraje“): Hlavní město Praha, Středočeský kraj, Jihočeský kraj, Plzeňský kraj, Karlovarský kraj, Ústecký kraj, Liberecký kraj, Královéhradecký kraj, Pardubický kraj, Kraj Vysočina, Jihomoravský kraj, Olomoucký kraj, Moravskoslezský kraj a Zlínský kraj. Vzhledem k jisté spontánnosti pracuje Panel NNO jen v některých krajích.

Neziskový sektor má na našem území dlouhou a bohatou tradici. Nejrůznější nadace a spolky měly významný vliv na formování národního uvědomění. Rozsáhlá byla spolková činnost mezi první a druhou světovou válkou, kdy vznikla např. Masarykova Liga proti TBC. Tradice spolkového života byla přerušena především komunistickým totalitním režimem po roce 1948, kdy byl majetek nestátních organizací z velké části konfiskován a činnost spolků a sdružení potlačována. Aktivity jednotlivých organizací byly směřovány do oficiálně podporovaných propagandistických organizací (např. Pionýr, Socialistický svaz mládeže, aj.), které byly sdruženy a politicky kontrolovány v tzv. Národní frontě. Zásadní změnou ve vývoji neziskového sektoru byly společenské události iniciované 17. listopadu 1989, tzv. sametová revoluce. V následném období docházelo k obnově a rozvoji původních organizací a také vznikaly organizace zcela nové. Neziskové organizace lze vymezit jako organizace nevytvářející zisk k přerozdělení mezi jeho vlastníky, správce nebo zakladatele. [11] Některé NNO se z hlediska svého poslání ztotožňují s myšlenkou pomoci a spolupráce při neštěstích. Vzhledem ke společnému směřování více NNO vznikají určitá uskupení, která mají za cíl zefektivnit jejich činnost.

Cílem příspěvku je zhodnocení zapojení a systému koordinace NNO při mimořádných událostech v jednotlivých správních územích krajů České republiky; dále provést rozbor jednotlivých aktivit. Výzkumný záměr vychází ze zkoumání systému Panelu NNO v podmínkách jednotlivých krajů, porozumění principům spolupráce a jeho propojení na orgány krizového řízení. Ze získaných poznatků doporučit další směřování v této oblasti.

Prvním krokem metodologického postupu byla rešerše a studium dostupné literatury a pracovních materiálů. Bylo použito rámcové analýzy dané problematiky, organizace informací, jejich rozřídění a redukce. Jednalo se tedy o fázi organizace materiálu. Na základě zjištěných informací byla zvolena kvalitativní forma výzkumu - šetření dotazníkem. Následně byla provedena komparace zjištěných informací v jednotlivých regionech na úrovni krajů. V rámci interpretační fáze byla použita indukce, tedy postup od jednotlivého k obecnému. Záměrný výběr byl uskutečněn kontaktováním respondentů, kterými byli příslušníci z oblasti ochrany obyvatelstva hasičských záchranných sborů krajů. Respondenti byli vybráni jako experti a nositelé odborné a kvalifikované informace s jednotnou odbornou přípravou a terminologií, shodným institucionálním zařazením.

Druhým krokem je vlastní prezentace a následná interpretace informací, která vede k popisné zprávě o zkoumané oblasti. [3] Způsob třídění a vyhodnocení kvalitativních údajů byl různorodý na základě získaných údajů. Mimo uvedené postupy byla sledována frekvence určitého prvku (např. zastoupení jednotlivých subjektů v Panelu NNO) a bylo tak částečně dílčí téma zpracováno analýzou kvantitativního druhu. Při rozbořech a uspořádání údajů byly sestaveny shrnující a diferencující tabulky a grafické schematické vyjádření.

1 Panel NNO

Zapojení NNO při mimořádných událostech je legislativně řešeno v zákoně o IZS. NNO se mohou zapojovat jako ostatní složka integrovaného záchranného systému (dále jen „IZS“), § 4, odst. 2 zákona o IZS. Tento systém připravený pro řešení mimořádných událostí se použije také při ochraně obyvatelstva před a po dobu vyhlášení stavu nebezpečí, nouzového stavu, stavu ohrožení státu a válečného stavu (dále jen „krizové stavy“), zákon o IZS, § 1. V rámci IZS organizační složky Hasičského záchranného sboru ČR - HZS kraje uzavírají dohody o plánované pomoci na vyžádání podle § 21, zákona o IZS. Tyto dohody jsou užívány při řešení méně rozsáhlých mimořádných událostí. V případě vyhlášení třetího nebo zvláštního stupně poplachu, kdy mimořádná událost ohrožuje 100 osob, respektive 1000 osob, lze uvažovat o nutnosti spolupráce a koordinace činností NNO. V takové situaci lze reálně předpokládat možnost využití Panelu NNO (stupeň poplachu předurčuje potřebu sil a prostředků pro záchranné a likvidační práce v závislosti na rozsahu a druhu mimořádné události), § 20 - 24, vyhláška č. 328/2001 Sb., o některých podrobnostech zabezpečení integrovaného záchranného systému, ve znění pozdějších předpisů.

V případě rozsáhlých krizových stavů, kdy je zasažena velká část území, se zapojují NNO s cílem minimalizovat dopady negativních jevů na obyvatelstvo. V takovém případě může docházet k nekoordinovanému postupu NNO, kde jejich činnost může být zaměřena pouze na vybranou část území či obyvatelstva a ostatní skupiny obyvatelstva nebo území tak zůstávají nepokryta. Nevyrovnaná nabídka pomoci a spolupráce vede hlavní aktéry k řešení a směřování k vzájemné koordinaci a spolupráci. Zkušenosti při hromadných neštěstích ukázaly, že dosavadní výcvik je výhodný pro individuální práci v terénu, ale chybí koordinátoři, kteří by zvládali hromadné chování. [9]

Jedním z pohledů na vymezení Panelu NNO je, že se jedná o společnou koordináční platformu státních subjektů (např. hasičský záchranný sbor kraje), příspěvkových organizací (např. zdravotnická záchranná služba kraje) nebo NNO, která jednotně vystupuje ve vztahu k veřejné správě a může zastřešovat jejich činnost v případě mimořádných událostí a krizových situací. Posláním Panelu NNO je sdružovat a koordinovat činnost osob a organizací při zlepšování připravenosti obyvatelstva na mimořádné události a poskytování pomoci při odstraňování jejich následků. [1] Jiné vymezení lze nalézt v Jihočeském kraji, kde je Panel NNO definován jako volné sdružení účastníků Panelu NNO za účelem jejich koordinace při poskytování sil, prostředků a činnosti kraji

při řešení mimořádných událostí a krizových situací. Tato smlouva je zaměřena na spolupráci účastníků dohody Panelu NNO, spolupráce a koordinace prostřednictvím koordinátora Panelu NNO a zabezpečování pomoci zasaženému obyvatelstvu na stanoveném území. Jedná se o pomoc při evakuaci obyvatelstva, poskytování první pomoci, pečovatelské služby, pomoc při poskytování nouzového ubytování, stravování a ostatních opatřeních nouzového přežití, humanitární pomoci, pomoci psychologické, psychosociální, sociální nebo duchovní. [2]



Obr. 1 Schéma Panelu NNO v Jihočeském kraji
Zdroj: Krajský úřad Jihočeského kraje, pracovní materiál

Obdobné pojetí Panelu NNO lze nalézt v Panelu humanitárních organizací města Děčína, který je v pracovních materiálech charakterizován jako neformální pracovní skupina složená ze zástupců státních, příspěvkových a NNO s působností na území statutárního města Děčín a území okresu Děčín v Ústeckém kraji. Panel je organizační, koordináční a komunikační platformou pro poskytování komplexní (humanitární) péče o občana při řešení mimořádných událostí a krizových situací. Panel se zaměřuje na spolupráci s místními samosprávami a krizovými štáby. Panel nemá právní subjektivitu. [8]

Téma Panelu NNO částečně řešili odborníci pro oblast dobrovolnictví při mimořádných událostech na konferenci „Příležitosti dobrovolnictví při mimořádných událostech a krizových situacích“, která se konala 17. 10. 2013 v Praze. Konference rovněž reflektovala práci odborné pracovní skupiny Dobrovolnictví při mimořádných událostech a krizových stavech, která je od roku 2011 ustanovená pod koordinací odboru prevence kriminality MV. Pracovní skupina v roce 2012 zpracovala leták „Panel“ jako podporný materiál pro orgány státní správy a samosprávy. [1]

2 Současný stav

Pro vyhodnocení stávajícího stavu Panelu NNO či jinak organizovaných NNO při mimořádných událostech na území České republiky byla využita metodika SWOT analýzy. Metoda byla využita k analýze informací získaných od představitelů Panelu NNO, studiem dostupných písemných materiálů a z praktických zkušeností spolupráce s NNO. Přestože je nezbytné vnímat uvedené téma jako celek s rozlišením na jednotlivá správní území krajů, prioritně se vycházelo ze zkušeností regionální úrovně (základní definované omezení).

SWOT analýza je metoda, jejíž pomocí je možno identifikovat silné (Strengths) a slabé (Weaknesses) stránky, příležitosti (Opportunities) a hrozby (Threats), spojené s určitým tématem či projektem. Pomocí této metody lze komplexně vyhodnotit předmětnou oblast, nalézt problémy nebo nové možnosti růstu.

Tab. 1 Obecný model SWOT analýzy

SWOT analýza			
Vnitřní prostředí	Silné stránky (Strengths) <ul style="list-style-type: none"> NNO jsou zpravidla jasně definované subjekty s vlastní strukturou. Nadšení a motivace pro pomoc lidem zasaženým mimořádnou událostí. 	Slabé stránky (Weaknesses) <ul style="list-style-type: none"> Omezené vlastní finanční zdroje nestátních neziskových organizací. Odlíšná úroveň možností jednotlivých organizací. Různorodost postupů jednotlivých NNO v závislosti na plošném pokrytí a cílů organizace. 	
	Příležitosti (Opportunities) <ul style="list-style-type: none"> Více propagovat činnost ve společnosti - média, propagační činnost. Prosazování pravidelného financování nestátních neziskových organizací v rámci přípravy na řešení mimořádných událostí. Školení a vzdělávání v oblasti krizového řízení pro pracovníky NNO. 	Hrozby (Threats) <ul style="list-style-type: none"> Obtížné plánování rozpočtu nestátních neziskových organizací vzhledem k omezeným vlastním zdrojům a snižujícím se dotačním programům (snižování veřejných rozpočtů). Nízká úroveň spolupráce s orgány obcí s rozšířenou působností. 	
Vnější prostředí			

Zdroj: vlastní zpracování.

SWOT analýza tématu dobrovolnictví a nestátních neziskových organizací při mimořádných událostech (vlastní zpracování):

Silné stránky (Strengths)

- NNO jsou zpravidla jasně definované subjekty s vlastní strukturou.
- Nadšení a motivace pro pomoc lidem zasaženým mimořádnou událostí.
- Jednoznační partneři ze strany státní správy a samosprávy; především hasičský záchranný sbor kraje, územně příslušný kraj a obec.
- Aktuální problematika v návaznosti na řešení mimořádných událostí a realizaci opatření ochrany obyvatelstva zejména v oblasti poskytování psychosociální pomoci, humanitární pomoci, evakuace, nouzového přežití apod.
- Spolupráce aktivních neziskových organizací v rámci Panelu NNO.
- Vysoký kredit v rámci společnosti.

Slabé stránky (Weaknesses)

- Omezené vlastní finanční zdroje nestátních neziskových organizací.
- Odlíšná úroveň možností jednotlivých organizací.
- Neexistence právní dokumentace k systému Panelu NNO.
- Přemíra odlišných aktivit nestátních neziskových organizací a obtížná specializace na uvedenou oblast.
- Nízké využívání NNO při cvičeních a samotných mimořádných událostech.
- Nerovnoměrné rozložení nebo absence organizací v zájmovém území.
- Různorodost postupů jednotlivých NNO v závislosti na plošném pokrytí a cílů organizace.

Příležitosti (Opportunities)

- Více propagovat činnost ve společnosti - média, propagační činnost.
- Prosazování pravidelného financování nestátních neziskových organizací v rámci přípravy na řešení mimořádných událostí.

- Nastavit systém spolupráce NNO v rámci přípravy a řešení krizových situací.
- Vytvořit pokrytí kraje (sítě) vhodnými NNO pro spolupráci při řešení mimořádných událostí a krizových stavů.
- Zpracovat systém pravidelného předávání informací a zvyšování odborné úrovně všech zúčastněných, systematická a trvalá spolupráce.
- Podporovat společenské ocenění činnosti zapojených NNO.
- Školení a vzdělávání v oblasti krizového řízení pro pracovníky a dobrovolníky NNO.

Hrozby (Threats)

- Obtížné plánování rozpočtu nestátních neziskových organizací vzhledem k omezeným vlastním zdrojům a snižujícím se dotačním programům (snižování veřejných rozpočtů).
- Nízká úroveň spolupráce s orgány obcí s rozšířenou působností, případně i s hasičským záchranným sborem kraje (dále jen „HZS kraje“) či krajem.

- Absence aktivních NNO v kraji či ve vybraných částech kraje.
- Nekoordinovanost a jistá míra konkurence tzv. silných NNO.

Na základě provedené SWOT analýzy lze naznačit směry dalšího směřování spolupráce NNO při mimořádných událostech a krizových stavech. Pro zlepšení činnosti v předmetné oblasti je nutné zmírnit či zcela eliminovat slabé stránky a minimalizovat hrozby. K tomu je nezbytné využít silných stránek a příležitostí.

V analýze jsou uvedeny silné a slabé stránky problematiky součinnosti NNO při mimořádných událostech, které je možné do značné míry ovlivňovat. Při analýze příležitostí a hrozeb je vycházeno především z vazeb na okolní prostředí. Prosazování změn je tedy závislé především na vnějších vlivech. Na základě uvedených skutečností lze navrhnout následující opatření:

Oblast slabých stránek

- Na základě společných odborných příprav, seminářů a cvičeníh dosáhnout potřebné úrovně znalostí a připravenosti všech zúčastněných.
- Zabezpečit finanční zdroje pro přípravu a spolupráci při řešení mimořádných událostí ze strany NNO. Zpracovat finanční rozvahu.

Oblast hrozeb

- Zvýšit spolupráci a povědomí o NNO při mimořádných událostech na jednotlivých úrovních státní správy a samosprávy.
- Podchytit NNO, které se zapojují při mimořádných událostech, nabídnout jim spolupráci a koordinaci.

Podstatné je rovněž podporovat a rozvíjet silné stránky a příležitosti. Uvedená analýza je vstupním krokem pro další přiblížení a rozkrytí tématu spolupráce NNO při mimořádných událostech.

SWOT analýza vytváří metodologický základ příspěvku. Na základě tohoto přístupu byly vybrány konkrétní oblasti, které byly dále analyzovány. Téma spolupráce NNO při mimořádných událostech je vnímáno v širší interdisciplinárního přístupu, který směřuje k co možná nekomplexnějšímu uchopení problematiky.

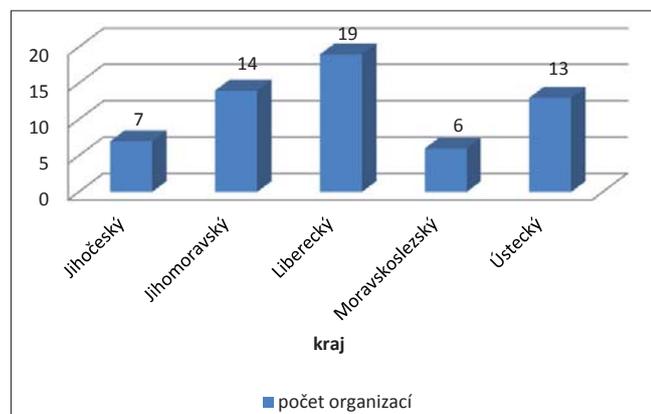
3 Dotazníkové šetření

Hlavní výzkumná otázka vychází z obecného určení cíle výzkumu a byla formulována: Jak funguje a pracuje systém spolupráce a koordinace NNO? Kvalitativní šetření bylo prováděno

dotazováním čtrnácti respondentů z řad příslušníků jednotlivých HZS krajů. O výzkumu formou dotazníku byli informováni vedoucí pracovníci v rámci pravidelné porady organizované MV - generálním ředitelstvím HZS ČR s doporučením k aktivnímu přístupu. Rozesílání a sběr vyplněných dotazníků se uskutečnil prostřednictvím elektronické pošty v druhé polovině září 2013. Dotazník obsahoval celkem dvacet otázek, které byly jak otevřené, tak uzavřené (standardizované) a polouzavřené (polostandardizované). Formulace otázek uzavřených byla zpracována dichotomicky, tedy právě s dvěma variantami odpovědi. [10]

Dílčí výzkumná otázka byla formulována: V kterých krajích byl ustanoven Panel NNO? V první části dotazníku, otázky 1 a 2, byla zjišťována příslušnost ke kraji a skutečnost, zda v dotčeném kraji existuje spolupráce s NNO, tzv. filtrační otázka. Téměř od počátku dotazování se dotazovaný soubor rozdělil na dva podsoubory. Otázky 3 - 15 byly určeny pro respondenty, v jejichž kraji je ustanovena platforma spolupráce NNO při mimořádných událostech a dále byla tato oblast zpřesňována. Respondenti, kteří uvedli neexistenci spolupráce NNO při mimořádných událostech, pokračovali otázkami 16 - 18. Závěrečné společné otázky 19 a 20 byly zaměřeny na názor ohledně spolupráce NNO při mimořádných událostech a možnost závěrečného doplnění informací. Všech čtrnáct oslovených zástupců HZS kraje (dále jen „respondenti“) zaslalo vyplněný dotazník prostřednictvím elektronické pošty.

Z celkového souboru dotazovaných pět respondentů odpovědělo, že v jejich kraji byl ustanoven Panel NNO či obdobná platforma spolupráce s NNO. Tato organizační uskupení pro koordinaci NNO byla zakládána v těchto letech: 2007/2010 (Ústí n. Labem, Děčín), 2008 (JMK), 2009 (JČK), 2009 (MSK), 2012 (LiK). Jako iniciátor zřízení panelu byl označen HZS kraje (2x), oblastní spolek ČČK (2x), ADRA (1x), krajský úřad (1x) a Diecézní charita (1x). Ve dvou případech je Panel NNO založen na písemné dohodě zúčastněných stran, ve třech případech je spolupráce založena na vzájemné důvěře a slovním ujednání.



Graf 1 Počet organizací v Panelu NNO podle krajů
Zdroj: Vlastní šetření

Dílčí výzkumná otázka byla formulována: Které organizace a jak se zapojují do činnosti Panelu NNO? Členy Panelu NNO v šetřených krajích, kde byl Panel NNO zřízen, jsou vždy organizace ADRA o. s. a oblastní spolek Českého červeného kříže (v některých krajích i více oblastních spolků ČČK). Ve čtyřech panelech NNO je zapojena Charita ČR - Diecézní charita (České Budějovice, Litoměřice, ostravsko-opavská) a oblastní charita (Ústí nad Labem, Česká Kamenice). Ve třech případech je v Panelu NNO účasten kraj (Jihočeský, Liberecký a Ústecký kraj) a Diakonie českobratrské církve evangelické. Zastoupení ve dvou panelech NNO mají rovněž organizace jako Armáda spásy, Člověk v tísni, o.p.s., HZS kraje, zdravotnická záchranná služba kraje, Policie ČR, Sdružení hasičů Čech Moravy a Slezska. Jednočetné zastoupení mají

odlišné organizace, mnohdy regionálního či místního charakteru - místní skupiny Vodní záchranné služby, jednotlivá města a obce s rozšířenou působností, organizace zaměřené jako krizová centra či na poradenství v obtížných situacích. Celkem v rámci pěti krajů bylo uvedeno 59 různých subjektů, které jsou zapojeny do činnosti Panelu NNO. V grafu je znázorněn počet organizací Panelu NNO v jednotlivých krajích.

Jako základní formy spolupráce Panelu NNO jsou uváděny společné semináře (pořádané NNO i HZS kraje), cvičení orgánů krizového řízení města/kraje a složek IZS, nasazení při mimořádných událostech a krizových situacích (zabezpečení týlu - strava, nápoje, dopravní nehody - psychosociální spolupráce, strava, nápoje, oblečení při evakuaci), pravidelná setkání v průběhu roku za účelem společné přípravy a „vědet o sobě“. Důraz je kladen na koordinaci dobrovolníků, psychosociální spolupráci a humanitární pomoc, finanční podporu kraje členům Panelu NNO. Koordinátorem Panelu NNO je ve třech případech zástupce oblastního spolku ČČK, v jednom kraji se jedná o příslušníka HZS kraje (Moravskoslezský kraj) a v jednom případě se jedná o zástupce Dobrovolnického centra, o.s.

Panel NNO se setkává při řádných jednáních ve třech krajích 2 x ročně, v Jihomoravském kraji 4 x ročně a v Ústeckém kraji až 5 x ročně. Všech pět respondentů uvádí, že Panel NNO má zástupce v krizovém štábu kraje nebo obce s rozšířenou působností. Rovněž ve všech pěti krajích se těchto jednání zúčastňují příslušníci HZS kraje oddělení krizového řízení a ochrany obyvatelstva, ve čtyřech případech se zúčastňuje psycholog HZS kraje a v jednom kraji se zúčastňuje příslušník oddělení IZS a služeb (i když HZS kraje není vždy součástí Panelu NNO).

Dílčí výzkumná otázka byla formulována: Jaké jsou formy odborných příprav účastníků Panelu NNO? Organizace odborné přípravy pro členy a dobrovolníky organizací koordinovaných v Panelu NNO je odlišná. Pouze jeden respondent uvedl, že odborná příprava není v jejich kraji (Ústecký kraj) organizována. Nicméně i v tomto kraji probíhá školení jedné z organizací Panelu NNO (Centrum krizové intervence Spirála, o. s.). Lze tedy uvažovat, že i v tomto kraji je odborná příprava částečně uskutečňována. Tři respondenti označují za oblast odborné přípravy téma ochrany obyvatelstva a krizového řízení, otázky organizace a zabezpečení úkolů ochrany obyvatelstva související především se zabezpečením nouzového přežití, organizace a činnost krizových štábů obcí s rozšířenou působností (dále jen „ORP“) a krizového štábu kraje, informace k proškolení dobrovolníků. Dva respondenti uvádějí jako zaměření odborné přípravy tématiku psychosociální pomoci v souvislosti s mimořádnými událostmi. Ve všech krajích probíhá součinnostní nácvik v rámci činnosti krizového štábu kraje či ORP nebo v rámci součinnostních taktických cvičení složek integrovaného záchranného systému. Odbornou přípravu zajišťují ve dvou krajích HZS kraje, ve dvou krajích jsou to krajské úřady ve spolupráci s vedoucími příslušných organizací nebo s psychologem HZS kraje, v jednom kraji se jedná o NNO - Centrum krizové intervence Spirála, o. s. Školení a výcviky se konají 1x - 2x ročně.

Panel NNO je finančně podporován příspěvkem z rozpočtu kraje pouze v Jihočeském a Jihomoravském kraji. V Ústeckém kraji je Panel NNO finančně podporován z rozpočtu magistrátu města Ústí nad Labem, tímto příspěvkem je hrazen tisk informačních materiálů pro obyvatelstvo. Jednorázově byla zajištěna finanční podpora darem od společnosti ČEZ, a.s., která byla využita k pořízení jednotných trik pro dobrovolníky (Ústecký kraj). Ve dvou krajích není žádná finanční podpora pro organizace zapojené v Panelu NNO. Z hlediska působnosti Panelu NNO je ve čtyřech případech celokrajská působnost. V jednom případě se jedná o působnost v rámci ORP (Ústí nad Labem a Děčín).

Dílčí výzkumná otázka byla formulována: Existují zkušenosti s využitím Panelu NNO v reálných podmínkách? Čtyři respondenti uvádějí, že systém Panelu NNO byl v jejich kraji využit. Jeden

respondent uvádí, že Panel NNO v Libereckém kraji nebyl v reálných podmínkách mimořádné události či krizového stavu využit. Zkušenosti s činností Panelu NNO jsou hodnoceny jako „dobrá zkušenost - oboustranně výhodná“. Využití Panelu NNO se uskutečnilo např. při povodních v roce 2010 (Moravskoslezský kraj) a 2013 (Jihočeský a Ústecký kraj), při rozsáhlém lesním požáru v okolí Bzence v roce 2012, kdy Panel NNO spolupracoval při zajištění zásobování zasahujících složek. Při povodních se organizace Panelu NNO zapojily v rámci péče o evakuované obyvatelstvo, zajištění nouzového zásobování, volnočasových aktivit evakuovaných dětí. Prostřednictvím členů organizací zapojených v Panelu NNO byl prováděn monitoring zasažených obcí, koordinovaná distribuce materiálu humanitární pomoci a psychosociální pomoc (spolupráce).

Dílčí výzkumná otázka byla formulována: Jaká je situace v oblasti spolupráce v krajích, kde nepracuje Panel NNO? Devět respondentů, kteří uvedli, že v jejich kraji není ustanoven Panel NNO či obdobná platforma NNO, pokračovalo otázkami k upřesnění jejich situace. Tři respondenti z této skupiny (Středočeský, Zlínský a Pardubický kraj) jednají o zřízení Panelu NNO. Pět respondentů zároveň uvádí, že mají zájem o zřízení Panelu NNO, ale v rámci kraje chybí organizace se zájmem o tuto činnost (hlavní město Praha, Kraj Vysočina, Královéhradecký, Plzeňský a Zlínský kraj). Z devítičlenné skupiny respondentů čtyři respondenti potvrzují organizování instruktivně metodických zaměstnání s NNO.

Ze všech čtrnácti dotázaných respondentů na otázku, zda je systém Panelu NNO smysluplný, dvanáct respondentů odpovědělo kladně, dva respondenti uvedli „nevím“. Jako doplňující komentář respondenti na základě svých zkušeností uváděli, že fungování Panelu má být s krajskou působností a s podporou kraje a HZS kraje. Bez aktivního přístupu kraje je fungování Panelu nemožné. Kraj ve spolupráci s HZS kraje může nastavovat požadavky na NNO a zároveň zabezpečit finanční podporu, což v důsledku může vést k zájmu NNO o spolupráci a jejich koordinaci. Panel NNO je platforma systémové spolupráce pro NNO, kraje a HZS kraje. Důležitá je spolupráce mezi NNO a ostatními orgány státní správy a samosprávy. Systém Panelu NNO zajišťuje koordinaci činnosti NNO při mimořádných událostech a krizových situacích, tím je dosaženo přiměřeného pokrytí nabídky a realizace pomoci a spolupráce pro zasažené území. Rovněž se touto koordinací předchází situacím, kdy by zasažené území bylo zatěžováno nepožadovanými (nevhodnými) silami a prostředky. Koordinovaní členové a dobrovolníci NNO mohou zabezpečovat systematicky mnoho úkolů z oblasti ochrany obyvatelstva ve spolupráci s HZS kraje, krajem či dalšími příslušnými orgány krizového řízení.

Tab. 2 Přehled funkčních a připravovaných Panelů NNO dle krajů

Panel NNO pracuje:	Panel NNO se připravuje:
Jihočeský kraj Jihomoravský kraj Liberecký kraj Moravskoslezský kraj Ústecký kraj	Středočeský kraj Zlínský kraj Pardubický kraj

Zdroj: Vlastní šetření.

Závěr

Z provedeného šetření je patrné, že problematika Panelu NNO je v České republice poměrně novou záležitostí. První Panel NNO byl založen v roce 2007 v obci s rozšířenou působností Ústí nad Labem. Subjekty, které iniciovaly či se zapojují do Panelu NNO v jednotlivých krajích, jsou obdobné. Zpravidla každý region v rámci Panelu NNO sdružuje „tradiční organizace“ (ADRA, Český červený kříž, Diecézní charita) a místně specifické organizace (města, obce, organizace zaměřené na krizová centra či

poradenství v obtížných situacích). Kromě neziskových organizací se v jednotlivých krajích na činnosti Panelu různou formou zapojení angažují hasičské záchranné sbory krajů a kraj. Průměr organizací zapojených v Panelu NNO je 12 organizací.

V době provádění šetření existovaly pouze dva případy písemně uzavřených dohod o spolupráci v rámci Panelu NNO. Tento nízký počet písemných dohod se pravděpodobně promítá i v omezené možnosti čerpat finanční prostředky. Při pouhém slovním ujednání o dohodě o spolupráci nejsou jednoznačně naformulována pravidla spolupráce. Pochopitelně s tímto tématem je úzce spojena otázka závaznosti a případné vymahatelnosti ujednaných věcí. Důvodem pro neuzavírání smluv může být skutečnost, že NNO, HZS kraje či kraje využívají principu Panelu NNO, ale spouštějí jej až při samotné mimořádné události či krizovém stavu. Z pohledu orgánů krizového řízení je tak podstata věci vyřešena. Ze strany NNO o smluvní ukotvení spolupráce zájem je (vlastní šetření s představiteli NNO v průběhu roku 2013).

Z hlediska spolupráce mezi jednotlivými subjekty z prostředí Panelu NNO jsou uskutečňována zaměstnání se zaměřením na odbornou přípravu, taktická cvičení, semináře. Probíhá spolupráce při samotných mimořádných událostech a krizových situacích. V kraji, kde je Panel NNO zřízen, je vždy určitá provázanost a spolupráce s krizovým štábem ORP či kraje. Z hlediska požadavku na potřebu koordinace při mimořádných událostech a krizových stavech je tak naplněn jeden ze základních požadavků při provádění opatření ochrany obyvatelstva a spolupráce všech zaangażovaných. Ve všech pěti krajích, kde je Panel NNO zřízen, se jednání Panelu NNO zúčastňují příslušníci HZS kraje, zejména z oddělení krizového řízení a ochrany obyvatelstva a rovněž psycholog HZS kraje. Z hlediska zajišťování odborné přípravy Panelu NNO se ukázala odlišná praxe v jednotlivých krajích. V problematice odborné přípravy se promítají odlišné podmínky jednotlivých krajů, zejména dle složení Panelu NNO a angažovanosti HZS kraje či kraje. V této oblasti je zcela určitě k dalšímu zvážení stanovení alespoň určitých okruhů pro jednotnou odbornou přípravu, např. problematika ochrany obyvatelstva, integrovaného záchranného systému, krizového řízení, humanitární pomoci, psychosociální spolupráce a další. Jednotlivé Panely NNO se rovněž zapojují do preventivně výchovné činnosti, např. v obci s rozšířenou působností Ústí nad Labem byly publikovány letáky pro obyvatelstvo „Když zemře blízky“, „Prožili jsme dopravní nehodu - Jak dál?“, „Když přijde velká voda“, připravuje se záložka Panelu NNO. V některých krajích se pořádají konference „Víme o sobě“ [5] a pro zájemce jsou k dispozici informace na internetových stránkách.

Kromě jednoho příkladu jsou Panely NNO koncipovány s celokrajskou působností. Systém Panelu NNO byl v reálných podmínkách využit ve čtyřech krajích. Panel NNO v Libereckém kraji nebyl při mimořádné události či krizovém stavu využit, ale je nezbytné brát v úvahu, že byl založen teprve v roce 2012. Činnost Panelu NNO byla vždy hodnocena pozitivně. Jako praktický příklad lze uvést povodně. Jednotlivé organizace Panelu NNO si rozdělily zasažené území, kde prováděly monitoring poškození a šetření v zaplavených obydlích tak, aby se pomoc nekumulovala pouze na určitých místech, např. mediálně či politicky zdůrazňovaných. Tímto způsobem se reálně v krizovém štábu a následně v terénu prověřila spolupráce mezi institucemi státní správy, samosprávy a NNO. Spolupráce na této platformě slouží k předávání informací z terénu směrem do koordinačního centra, ke starostům v zasažených lokalitách, ale také k veřejnosti, která nabízí pomoc.

Z šetření vyplývá, že myšlenka jednotné platformy spolupráce NNO je smysluplná. Důraz byl kladen vedle zapojení NNO také na spolupráci s krajem a HZS kraje. Panel NNO je vnímán jako systém spolupráce, pravidly garantovaná koordinace a nastavená komunikace mezi všemi zainteresovanými na řešení mimořádných událostí a krizových stavů. Působnost NNO je mnohem širší než jen nasazení při mimořádných událostech a krizových situacích.

Každodenní základní činnost NNO je zpravidla v době „míru“ (mimo mimořádné události). Koordinovaný systém spolupráce nabízí možnost využít nadšení a potenciálu NNO jako rozšířené spolupráce a služby obyvatelstvu zasaženému mimořádnou událostí či krizovou situací.

Kromě nezbytného zapojení NNO, které tvoří jádro Panelu NNO (člen Panelu NNO), je nanejvýš vhodné, aby součástí této platformy byl HZS kraje a kraj (jako účastník Panelu NNO). Tato skutečnost vyplývá z potřeby koordinovat a usměrňovat činnost NNO při mimořádných událostech a působení Panelu NNO, které je z velké části zaměřeno na poskytování humanitární pomoci a psychosociální spolupráce. Psycholog HZS kraje je zpravidla koordinátorem psychosociální pomoci, organizuje součinnost poskytovatelů psychosociální pomoci při mimořádné události a řeší návaznou psychosociální pomoc po skončení zásahu. [4] Podle zákona o IZS organizuje a koordinuje humanitární pomoc HZS kraje (§ 10, odst. 5, písm. g). Ve stejném zákoně je dále uvedeno, že: „hejtman koordinuje a kontroluje přípravu na mimořádné události“ (§ 11, písm. b). Hejtman kraje řídí a kontroluje činnosti k řešení krizových situací a činnosti ke zmírnění jejich následků (§ 14, odst. 1, písm. a, zákon č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení a o změně krizových zákonů, ve znění pozdějších předpisů). Na základě těchto skutečností je tedy smysluplné, aby všechny angažované subjekty spolupracovaly a koordinovaly své činnosti ke zvýšení efektivity své práce. Nastavení spolupráce NNO - HZS kraje - kraj je podstatou koordinace a kooperace, vymezení vzájemné komunikace, odpovědnosti, řízení a řešení jednotlivých úkolů. Pochopení vlastní role subjektu v systému vazeb umožní zvýšení spolupráce ve prospěch věci a zasažených obyvatel.

V průběhu mimořádných událostí se zástupci NNO, samosprávy a složek IZS pravidelně setkávají. Je žádoucí, aby všechny subjekty zapojené do této sítě spolupracovaly s ohledem na potřeby dané události, podle vzájemně dohodnutého postupu. Součinnost slouží k předávání informací z terénu směrem do koordinačního centra, ke starostům v zasažených lokalitách, ale také k veřejnosti, která nabízí pomoc. Jedná se o možnosti materiální a dobrovolnické pomoci, ale také o rozdělení oblasti na jednotlivé sektory a odpovědnosti jednotlivých NNO za činnost ve vymezených lokalitách. [7] Panel NNO by neměl být uzavřeným prostorem pouze pro smluvně vázané partnery. Další NNO angažované při řešení mimořádných událostí by měly být nasměrovány do systému Panelu NNO a v rámci této koordinace spolupracovat.

V Panelu NNO se může projevat určitá řevnivost a soutěživost členů, tzv. velkých organizací, které si mohou vzájemně konkurovat a někdy mají tendence dokázat, že vše zvládnou bez pomoci druhého subjektu. Takovéto chování pak může být kontraproduktivní. Je úkolem koordinátora Panelu NNO a všech participujících subjektů v systému koordinace takovému jednání předcházet a sjednotit postup spolupráce s cílem podpory zasažené komunity obyvatelstva. Je žádoucí, aby všechny subjekty zapojené do této sítě spolupracovaly s ohledem na potřeby dané události, podle vzájemně dohodnutého postupu. Je nezbytné vnímat odpovědnost jednotlivých NNO za činnost ve vymezených lokalitách.

Pojetí Panelu NNO je v souladu s Konceptí ochrany obyvatelstva do roku 2020 s výhledem do roku 2030, kde je zdůrazňována myšlenka precizace zapojení NNO a dobrovolníků do systému řešení mimořádných událostí nebo krizových situací. V tomto pojetí se jedná zejména o vytvoření optimálního systému komunikace a výměny informací mezi složkami IZS, krizovými štáby a NNO a dobrovolníky. Zapojení NNO do řešení krizových stavů je pozitivní rovněž z důvodu výchovy a vzdělávání členů a dobrovolníků NNO k prevenci, sebeochraně a uvědomění si podílu spoluodpovědnosti na systému bezpečnosti. [12]

Myšlenka Panelu NNO zdůrazňuje prostor pro spolupráci, pro jednotný koordinovaný postup, který zpřehlední a usnadní řešení krizových stavů všem zainteresovaným subjektům. Při činnosti Panelu NNO v rámci celého systému krizového řízení musí být, ať již implicitně či explicitně, vždy na prvním místě podpora zasaženého obyvatelstva. Propojený, sjednocený systém součinnosti je založen na úzké spolupráci složek. Jedná se o vymezený systém spolupráce a koordinace. NNO jsou vedle státem garantovaných bezpečnostních a záchranných složek jedním z nástrojů, které přispívají k ochraně obyvatelstva.

Použitá literatura

- [1] Autor neuveden.: Panel. Ministerstvo vnitra ČR, ADRA, Panel Ústeckého a Jihočeského kraje a pracovní skupina Dobrovolnictví při mimořádných událostech a krizových situacích. Leták - popularizační materiál. Rok, místo vydání, ISBN neuvedeno.
- [2] Dohoda o spolupráci Jihočeského kraje a účastníků Panelu NNO při přípravě na mimořádné události a krizové situace a při jejich řešení. SON/KHEJ/002/2010 ve znění dodatku č. 1 ze dne 20. prosince 2011, 1126/2011/RK-81.
- [3] Hendl, J.: *Kvalitativní výzkum. Základní teorie, metody a aplikace*. Portál, Vyd. 2., aktualizované. Praha, 2008. ISBN 978-80-7367-485-4.
- [4] Katalogový soubor.: *Typová činnost složek IZS při poskytování psychosociální pomoci*. STČ 12/IZS. Praha, 2012. MV- 604/PO-IZS-2011.
- [5] Kavan, Š.; Dostál, J. a kol.: *Dobrovolnictví a nestátní neziskové organizace při mimořádných událostech v podmínkách Jihočeského kraje*. České Budějovice: Vysoká škola evropských a regionálních studií, 2012. 69 s. ISBN 978-80-87472-41-5.
- [6] Kavan, Š.: *Víme o sobě - konference k problematice psychosociální pomoci na úrovni národní a regionální In The Science for Population Protection 1/2012*, Volume 4. MV GR HZS ČR - Institut ochrany obyvatelstva. Lázně Bohdaneč, 2012. ISSN 1803-568X.
- [7] Kolektiv autorů.: *Pravidla dobrovolnické pomoci při mimořádných událostech*. Ministerstvo vnitra ČR. Pracovní skupina při MV ČR Dobrovolníci při mimořádných událostech a krizových stavech. Praha, 2013. ISBN neuveden.
- [8] Majzlíková, J. a kol.: *Vnitřní dokument o Panelu humanitárních organizací města Děčín*. Nepublikovaný interní materiál. Ústí nad Labem, září 2011, aktualizováno květen 2012.
- [9] Neziskový sektor a rozvojová spolupráce. Autor neuveden [online]. [cit. 2013-09-13]. Dostupné z: <http://www.rozvojovka.cz/neziskovy-sektor-a-rozvojova-spoluprace>.
- [10] Nováková, R.: Tradice péče v přirozeném sociálním prostředí z pohledu sociokulturní antropologie. In Vávrová, S. et al. *Kontext transformace pobytových sociálních služeb* (monografie), s. 27 - 53. Zlín: Fakulta humanitních studií Univerzity Tomáše Bati, 2009.
- [11] Reichel, J.: *Kapitoly metodologie sociálních výzkumů*, s. 102 - 105. Praha, Grada, 2009. ISBN 978-80-247-3006-6.
- [12] Usnesení vlády ČR ze dne 23. října 2013 č. 805 ke Koncepti ochrany obyvatelstva do roku 2020 s výhledem do roku 2030. MV - GR Hasičského záchranného sboru ČR. Praha, 2013.

Potřebnost komunikace o rizicích v rámci prevence závažných havárií

Risk Communication Necessity in the Major Accident Prevention

Bc. et Bc. Jakub Řeháček

Ing. Jakub Dlabka

Ing. Barbora Baudišová

VŠB - TU Ostrava, Fakulta bezpečnostního inženýrství

Lumírova 13, 700 30 Ostrava - Výškovice

jakub.rehacek@vsb.cz, jakub.dlabka@vsb.cz

barbora.baudisova@vsb.cz

Abstrakt

V současné době je stále větší pozornost věnována zvyšování resilience obyvatelstva a jeho většímu začleňování do rozhodovacích procesů. Zásadním prostředkem k dosažení těchto cílů je efektivní komunikace o rizicích. Jednou z oblastí, kde je komunikace o rizicích využívána a potřebná především, je prevence závažných havárií. V rámci tohoto článku je poukázán vývoj tohoto vědního oboru spolu s identifikací potřebnosti komunikace o rizicích.

Klíčová slova

Komunikace o rizicích, prevence závažných havárií, ochrana obyvatelstva, nebezpečí.

Abstract

In recent years the concepts of resilience, capacity building and participation in decision-making is being more and more frequently used. Major tool in order to implement those concepts into practice is effective risk communication. Major accident prevention is one of the fields where risk communication is needed most. In this article risk communication development and its necessity is being described.

Keywords

Risk Communication, Major Accident Prevention, Civil protection, Hazard.

Úvod

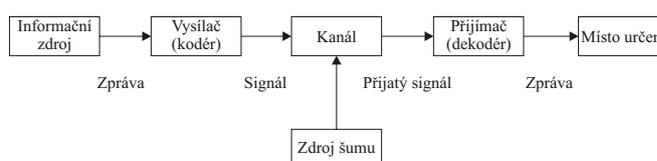
Komunikace o rizicích (Risk Communication) je specifická oblast vědy a výzkumu, která kombinuje poznatky převážně z psychologie, filosofie, antropologie, sociologie a ekonomie. Současně však se jedná o praktickou disciplínu, jejíž výstupy jsou nejčastěji využívány v rámci managementu rizik, který aplikuje a implementuje teoretické poznatky do praxe. Zatímco poznatky na poli vědy a výzkumu obohacují praxi, tak zkušenosti z praktické implementace pomáhají poskytovat zpětnou vazbu a orientovat výzkum směrem k oblastem, které nejsou dostatečně prozkoumány. [8]

Pro snazší práci s pojmem komunikace o rizicích uvádíme zjednodušující postuláty, které sice nejsou dostatečně komplexní, ale zachycují základní parametry komunikace o rizicích. Nejjednodušěji řečeno, je komunikace „jakákoliv smysluplná výměna informací ohledně zdraví a environmentálních rizik mezi zainteresovanými stranami“ [1]. Širší pohled na komunikaci o rizicích poskytuje Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj (dále jen „OECD“), která vnímá komunikaci o rizicích jako:

„Komunikaci směrem k pracovníkům nebo veřejnosti o průmyslových, zdravotních, environmentálních, sociálních,

katastrofických rizicích nebo hrozbách, které mohou mít potencionální dopad na vystavenou populaci, komunitu nebo jednotlivce.“ [9]

Pro snazší pochopení lze proces komunikace o rizicích ilustrovat modelem odesílatel-příjemce uvedeným na obrázku níže.



Obr. 1 Shannon-Weaverův model komunikace [4]

Přestože dosud neexistuje konsensus ohledně vymezení tohoto vědního oboru, jeho komplexní, interdisciplinární, a převážně v humanitních vědách zakotvená podstata, stále představuje výzvu v jeho implementaci do praxe. Cílem tohoto článku je posoudit potřebnost komunikace o rizicích v problematice prevence závažných havárií a zasadit komunikaci o rizicích do širšího kontextu.

Rozvoj oblasti komunikace o rizicích

Nejdůležitějším obdobím pro vývoj komunikace o rizicích bylo rozhodně 20. století. Teprve v této době se věda o bezpečnosti začala formovat do podoby, ve které ji známe teď. Jmenovitě po II. světové válce se v 50. letech poprvé začala objevovat témata přijatelnosti, kvantifikace a hodnocení rizik. V této době se začal také poprvé řešit vztah mezi člověkem a životním prostředím a objevují se první náznaky o udržitelném rozvoji.

Až v letech 70. letech bylo obecně přijímáno hodnocení a posuzování rizika na základě nově vznikajících metod a modelů využívaných v procesu posuzování rizik. V 70. letech se také překotně začal rozvíjet výzkum rozhodovacích procesů a faktorů, které ovlivňují vnímání rizika. Do roku 1970 bylo také převažujícím okruhem zájmu nebezpečí (hazard). Nebezpečí bylo vnímáno z hlediska přírodního, technologického, ale také sociálního.

Nová etapa začala v 80. letech, kdy se okruhem zájmu stala namísto nebezpečí zranitelnost. V této době se objevují první snahy a zmínky o participaci. Především se ale jedná o vrchol rozvoje oblasti percepce (vnímání) rizika. V této době se odborná veřejnost snažila popsat kulturu vědeckými metodami a snažila se odlišit mezi jednáním člověka jako součásti přírody a jednáním člověka spojeného s naučenými vzorci ze strany společnosti (Kulturní teorie). V oblasti rozvoje společnosti se v této době prosazují zásady decentralizace, osvobodování trhu a začíná se výrazněji rozvíjet občanský sektor (NGOs).

Zlatou érou z dnešního pohledu je rok 1990, kdy začaly být poznatky předchozích let v oblasti percepce přenášeny do praxe a vznikl samostatný obor komunikace o rizicích zaměřený na informace, zprávy, média a proces dialogu. V této době pokračuje prosazování udržitelného rozvoje a dobré governance (správy).

V současné době (2000 a dále) společnost zachází se starými koncepty, ale střetává se s mnoha novými. Tam, kde byl v minulosti

kladen důraz na snižování zranitelnosti, se dnes společnost snaží budovat odolnost (resilienci), idea udržitelného rozvoje je stále klíčová, participativní přístupy nelze nadále přehlížet a dochází k jasnému přechodu (kvalitativnímu) k zahrnutí humanitních aspektů v rámci hodnocení rizik. Od roku 2000 také zřetelně operují obory percepce rizika a komunikace o rizicích v rámci studií kultury a governance. Na počátku komunikace o rizicích převažovala jednosměrná komunikace. Odborná veřejnost si uvědomovala, že vnímání rizika mezi experty a „obyčejnými lidmi“ se liší. Cílem komunikace v této době bylo poskytování informací směrem k lidem tak, aby se rozdíly co nejvíce vyrovnaly. Dlouhodobý odklon lidí od předpokládaného výsledku byl připisován na vrub ignoranci a hlouposti lidí.

Později bylo dokázáno, že zvýšení rozsahu informací nevede k větší informovanosti obyvatel, a proto se pozornost přesunula na změnu chování a vnímání jinak než prostřednictvím poskytování informací. V této době již byl opuštěn jednosměrný model a odborná veřejnost se snažila zkoumat způsoby, jakými lidé pracují s informacemi. Cílem této etapy bylo přesvědčovat a měnit chování obyvatel.

Zatím poslední etapou je obousměrná komunikace, která stále pracuje s informacemi a snaží se měnit chování. Změnou je přijetí předpokladu, že všichni účastníci procesu mají právo se vyjádřit a mohou se od sebe navzájem učit (deliberace). Prostředkem k dosažení těchto cílů jsou často participativní (vzájemné) nástroje jako jsou například kulaté stoly, besedy s občany nebo workshopy.

Zásadním rozdílem mezi jednosměrnou komunikací a obousměrnou komunikací je souvislost celého procesu. Jednosměrná komunikace je jednorázovou akcí ze směru odesílatele k příjemci se zaměřením na zprávu a její vizuální a obsahové zpracování. Oproti tomu obousměrná komunikace je dvoustranná souvislá interakce zaměřená na řešení problémů, hledání konsensu a na snahu přizpůsobit proces cílové skupině.

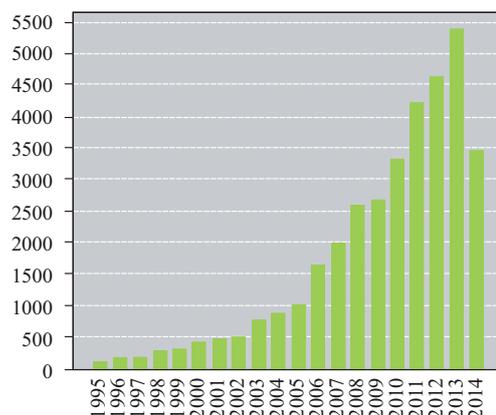
Jednotlivé kroky vývoje komunikace o rizicích se nakonec promítly do formulace funkcí, které by komunikace o rizicích měla plnit. Podle Renn [10, 11] existují čtyři kategorie všeobecně platných funkcí. Jedná se o tyto:

1. Osvětová funkce. Cílem této funkce je zaručit, že příjemci zprávy jsou schopni pochopit její obsah a efektivně tak zvýšit své obecné znalosti o komunikovaných rizicích.
2. Funkce důvěryhodnosti. Cílem této funkce je vytvořit vztah důvěry mezi tvůrcem zprávy a jejím příjemcem.
3. Funkce podpory snižování rizika. Cílem této funkce je přesvědčit příjemce zprávy ke změně svého postoje nebo přístupu v závislosti na typu rizika. Například volba nošení ochranných oděvů, apod.
4. Funkce kooperativního rozhodování. Cílem této funkce je vytvořit podmínky pro efektivní zapojení zainteresovaných stran v otázce rizik tak, aby se obě zasažené strany mohly účastnit procesu řešení konfliktu.

Renn v publikacích [10, 11, 12] dále blíže specifikuje, ke kterým cílům by měla komunikace o rizicích vést. Tyto cíle jsou zvoleny tak, aby vznikla tzv. komunikační aréna, kde se jednotlivé zainteresované strany mohou navzájem obohacovat a učit. Jedná se o tyto cíle:

1. Dosáhnout porozumění mezi příjemcem a odesílatelem zprávy, zajištění prostředí, které toto podporuje.
2. Přesvědčit příjemce zprávy pro změnu svého postoje a chování vzhledem k podstatě rizika.
3. Poskytnout podmínky pro racionální debatu týkající se rizik tak, aby se všechny zainteresované skupiny mohly podílet na efektivním a demokratickém řešení možného konfliktu.
4. Vytvoření vztahu důvěry mezi institucemi a širokou veřejností.

Z historického vývoje oblasti komunikace o rizicích vyplývá, že aktualita tohoto tématu spíše narůstá, nežli klesá. Tento stav reflektuje také zvyšující se počet výskytu pojmu „risk communication“ v akademických databázích (viz obr. 2).



Obr. 2 Citace v jednotlivých letech (zdroj: web of science)

Obecným cílem komunikace o rizicích je zaručení takového procesu, kdy obyvatelstvo je dostatečně informováno o možnostech, jak adekvátně reagovat v případě nebezpečí a zároveň, aby bylo schopné činit odpovědná a informovaná rozhodnutí v oblasti vlastní bezpečnosti. S ohledem na zvyšující se úroveň života, poznatky na poli vědy a výzkumu a ze zkušeností lze konstatovat, že se tak jedná o klíčový proces v rámci budování bezpečné společnosti.

Potřebnost komunikace o rizicích

Snahou České Republiky, stejně jako Evropské Unie, je chránit svou svrchovanost, demokratické základy, ekonomický a sociální rozvoj, zdraví a život občanů, majetku, kulturních statků a životní prostředí. Společným jmenovatelem k dosahování těchto cílů je ochrana obyvatelstva, civilní ochrana nebo civilní obrana.

S rozvíjejícím se poznáním a vývojem společnosti byla stále větší pozornost věnována ochraně před přírodními katastrofami. Postupně se do popředí zájmu začala dostávat ochrana před průmyslovými riziky. Potřebnost vývoje a rozvoje v oblasti prevence závažných havárií (a tím i komunikace o rizicích) vyplývá z historických zkušeností s průmyslovými haváriemi velkého rozsahu, jakými byly například výbuch pyrotechniky v nizozemském Enschede (2000), únik pesticidů v indickém Bhopálu (1984), výbuch dusičnanu amonného ve francouzském Toulouse (2001), únik dioxinů v italském Sevesu (1976) nebo nedávný výbuch dusičnanu amonného (hnojivo) v americkém městě West (2013).

Zkušenosti s těmito a s dalšími haváriemi a katastrofami jasně ukázaly, že je potřeba věnovat pozornost prevenci vzniku samotné havárie (zdokonalení kontrol, evidence, výrobních postupů, apod.), ale také předcházet ztrátám v případě, že k havárii přece jen dojde (cvičení, výuka, komunikace o rizicích, apod.) V současné době existuje velké množství strategických dokumentů (*Směrnice Rady 2012/18/EU (tzv. SEVESO III); Bezpečnostní strategie ČR; Koncepce ochrany obyvatelstva do roku 2020 s výhledem do roku 2030; Obnovená strategie udržitelného rozvoje Evropské unie; Aarhuská úmluva OSN/UNECE o přístupu k informacím, účasti veřejnosti na rozhodování a přístupu k právní ochraně v otázkách životního prostředí; Závěrečná zpráva expertního panelu rady pro výzkum vývoj a inovace: Rostoucí komplexita hrozeb, rizik a adaptace bezpečnostního systému nebo například programové cíle FP7 HORIZIONT 2020*), které stanovují obecné principy a cíle s ohledem na havarijní připravenost a udržitelnost bezpečnostní politiky. Důraz je kladen na zlepšení informovanosti obyvatelstva, usnadnění přístupu k informacím, aktivní sebeochraně obyvatelstva,

posilování principu subsidiarity a zapojení subjektů soukromé sféry. [6, 13, 14, 16]

Na národní úrovni je problematika řešena v rámci systému prevence závažných havárií vymezené zákonem č. 59/2006 Sb., o prevenci závažných havárií, který závažnou havárií definuje jako: „mimořádná, částečně nebo zcela neovladatelná, časově a prostorově ohraničená událost, například závažný únik, požár nebo výbuch, která vznikla nebo jejíž vznik bezprostředně hrozí v souvislosti s užíváním objektu nebo zařízení, v němž je nebezpečná látka vyráběna, zpracovávána, používána, přepravována nebo skladována, a vedoucí k vážnému ohrožení nebo k vážnému dopadu na životy a zdraví lidí, hospodářských zvířat a životní prostředí nebo k újmě na majetku.“ [3]

Potřebnost komunikace o rizicích jako prostředku k dosahování úkolů ochrany obyvatelstva obecně tak jasně vyplývá jak ze strategických dokumentů evropské a národní úrovně. Stejně tak tuto strategii podporují zkušenosti z již proběhlých havárií. Na akademické úrovni je v posledních 10ti letech také patrný nárůst zájmu o komunikaci o rizicích.

Potřebnost komunikace však lze prokázat i neformálně. V popředí zájmu jakékoliv snahy o bezpečnost stojí člověk. Tomu může hrozit nebezpečí (riziko). Cílem komunikace o rizicích je skrze informování poučit člověka tak, aby mohl rizikům efektivně předcházet. Riziko představuje pravděpodobnost výskytu negativní události, která může ovlivnit jeho důstojnost, zdraví nebo život.

Na morální úrovni je člověk vždy účelem a nikdy prostředkem [5]. Respekt k lidskému životu, zdraví a důstojnosti vychází z historie evropské křesťanské kultury a tyto zásady jsou dnes kodifikovány v mezinárodních i národních úmluvách. Všeobecné deklarace lidských práv [15], Listině základních práv evropské unie [7] tak například v Listině základních práv a svobod [2]. Komunikuje se tedy proto, aby byl člověk dostatečně informován o možných rizicích a mohl se efektivně bránit a reagovat aniž by byl ohrožen jeho život, zdraví nebo důstojnost.

V podobném duchu je prosazována také zásada udržitelného rozvoje. Jednak je člověk součástí celého systému a jeho smrt nebo „zranění“ by ve větším měřítku (sociálním, ekonomickém, politickém) mohlo znamenat narušení systému, ale především tato zásada odkazuje na nakládání s přírodními zdroji a k chování společnosti k životnímu prostředí. Komunikuje se tedy proto, aby byla dosažena kontinuita lidské činnosti, ale také aby všechny zainteresované strany mohly činit informovaná rozhodnutí v rámci rozhodovacích procesů týkajících se životního prostředí.

Závěr

Komunikace o rizicích je v rámci systému ochrany obyvatelstva často považována za okrajovou záležitost. Nelze ji chápat jako technický proces, ale jako proces, který v principu vychází z humanitních věd, a jako s takovým je třeba s ním pracovat. Humanitní vědy oproti vědám technickým postupují od nejmenších částí směrem k částem složitějším, obecně nemá tak rozvinutou metodologii a proto má nižší prediktivní schopnost. Z tohoto důvodu je často obtížná implementace do praxe. Nicméně potřebnost komunikace o rizicích potvrzují jak koncepční dokumenty, tak to vyplývá z morálních a etických zásad. Proto, aby byla uchopitelná, je třeba chápat kontext, modely a její vývoj. Jen v takovém případě může vést ke vzniku praktických nástrojů a přispívat ke zvyšování bezpečnosti každého obyvatele.

Poděkování

Tento článek byl podpořen z Programu bezpečnostního výzkumu ČR v letech 2010-2015 v rámci projektu VG20132015131 - KOMRISK.

Použitá literatura

- [1] Covello, V.T.; et al.: Principles and guidelines for improving risk communication. In *Effective risk communication: The role and responsibility of government and nongovernmental organizations*, 1989, 3-16. New York: Plenum.
- [2] Česká republika. Listina základních práv a svobod. In *Sbírka zákonů*, Česká republika. 1992, roč. 1993, částka 1, usnesení předsednictva České národní rady č. 2, s. 17-23.
- [3] Česko, 2006a. Zákon č. 59 ze dne 2. února 2006 o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými přípravky. In *Sbírka zákonů České republiky*. částka 25, s. 842-869.
- [4] Kaminski, S.H.: *Communication models*. [online]. [cit. 2012-06-15]. Dostupné z: <http://www.shkaminski.com/Classes/Handouts/Communication%20Models.htm>.
- [5] Kant, I.: *Základy metafyziky mravů*. 1. vyd. Praha: Svoboda, 1976, 135 s.
- [6] *Koncepce ochrany obyvatelstva do roku 2020 s výhledem do roku 2030: schválená usnesením vlády č. 805 ze dne 23. října 2013*. Vyd. 1. Praha: MV - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2008, 60 s.
- [7] *Listina základních práv Evropské unie (2010/C 83/02) (Úřední věstník EU, C 83/389, 30. 3. 2010)*. Evropská úmluva o ochraně lidských práv a základních svobod ve znění protokolů 3, 5 a 7 ze dne 4. listopadu 1950 (sbírka zákonů č.209/1992).
- [8] Manak, J.: *K problému teorie a praxe v pedagogice*. Pedagogická orientace, 2011, roč. 21, č. 3, s 257-271.
- [9] *OECD Guidance document on risk communication for chemical risk management*. ENV/JM/MONO(2002)18.
- [10] Renn, O.: *Risk Governance: Coping with Uncertainty and Complex World*. London: Earthscan, 2008.
- [11] Renn, O.; Walker, K.: Lessons learned A re-assessment of the IRGC Framework on risk governance. In RENN, O., a WALKER, K. In *Global Risk governance*. Springer, Netherlands, 2008, p. 331-367.
- [12] Renn, O.; Levine, D.: *Credibility and trust in risk communication*. Springer Netherlands, 1991.
- [13] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2012/18/EU ze dne 4. července 2012 o kontrole nebezpečí závažných havárií s přítomností nebezpečných látek. In *EUR-lex* [právní informační systém]. Úřad pro publikace Evropské unie [vid. 29.9.2013]. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/>.
- [14] *Úmluva o přístupu k informacím, účasti veřejnosti na rozhodování a přístupu k právní ochraně v otázkách životního prostředí*. Sbírka mezinárodních smluv, částka 53/2004, Sdělení MZV č. 124/2004 Sb. m.s.
- [15] Všeobecná deklarace lidských práv OSN schválená Valným shromážděním OSN dne 10. prosince 1948 (Dok. OSN A/RES/217/III A).
- [16] Závěrečná zpráva expertního panelu rady pro výzkum vývoj a inovace: Rostoucí komplexita hrozeb, rizik a adaptace bezpečnostního systému nebo například programové cíle FP7 HORIZONT 2020.