

ročník 17, číslo 1/2017

SPEKTRUM

vychází 2x ročně

ISSN 1804-1639 (Online)



Recenzovaný časopis

**Sdružení požárního a bezpečnostního
inženýrství, z.s.**

a

**VŠB - TU Ostrava,
Fakulty bezpečnostního inženýrství**

SPEKTRUM

Recenzovaný časopis
Sdružení požárního a bezpečnostního
inženýrství, z.s. 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, z.s. 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, z.s.
Lumírova 13
700 30 Ostrava - Výškovice
e-mail: spektrum.fbi@vsb.cz

Uzávěrka tohoto čísla - *Current Issue Copy
Deadline*: 30. 04. 2017

Vyšlo: červen 2017 - *Issued on June 2017*

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 (Online)



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



Sdružení požárního
a bezpečnostního
inženýrství, z.s.
Association of Fire and
Safety Engineering

Obsah - Contents

Zvýšení srozumitelnosti opatření ochrany obyvatelstva s využitím procesního modelování - <i>Improving the Intelligibility of Population Protection Measures by Means of the Process Modelling</i>	3
Ing. Veronika Brabcová, doc. Ing. David Řehák, Ph.D.	
Nasadenie jazierkového systému pri požiaroch v extrémnych terénnych podmienkach - <i>Deployment of Pond System to Firefighting in Extreme Terrain Conditions</i>	6
Ing. Milan Dermek, Ing. Bohuslava Kozičová	
Meranie nízkofrekvenčného hluku s dôrazom na sluchové a mimosluchové účinky na človeka - <i>Measuring Low Frequency Noise with Emphasis on Auditory and Non-auditory Effects on Human</i>	9
Ing. Martina Dulebová, doc. Ing. Michaela Balážiková, PhD.	
Co se skrývá pod povrchem resilience? - <i>What is Hidden under the Surface of Resilience?</i>	12
Ing. Eliška Kristlová, Ing. Lenka Maléřová, Ph.D., doc. Ing. Marek Smetana, Ph.D., Ing. Hana Štverková, Ph.D., MBA, Mgr. Jana Wojnarová	
Požiadavky na bezpečnosť pri používaní požiarnych výt'ahov - <i>The Requirements for Safety in Use of Fire Elevators</i>	15
Ing. Marta Nagyová, doc. Ing. Marianna Tomašková, PhD.	
Kultúra bezpečnosti ≈ Multidimenzionálny jav - <i>Safety Culture ≈ Multi - Dimensional Phenomenon</i>	18
Bc. Ivana Osadská, Ing. Vladimíra Osadská, Mgr. Ivana Slováčková	
Procesy exfoliace grafitů - <i>Exfoliation Processes of Graphites</i>	21
Ing. Petra Roupcová, doc. Ing. et Ing. Klouda Karel, CSc., Ph.D., M.B.A., Ing. Petr Lepík, Ph.D., Ing. Bohdan Filipi, Ph.D.	
Zraniteľnosť dopravnej infraštruktúry v súvislosti s konceptom mesta odolného pri katastrofách - <i>Vulnerability of Transport Infrastructure in the Context of Disaster Resilient City Concept</i>	27
Ing., Michal Titko, PhD., Ing. Ján Havko, Mgr. Jana Studená, PhD.	

Zvýšení srozumitelnosti opatření ochrany obyvatelstva s využitím procesního modelování

Improving the Intelligibility of Population Protection Measures by Means of the Process Modelling

Ing. Veronika Brabcová

doc. Ing. David Řehák, Ph.D.

VŠB - TU Ostrava, Fakulta bezpečnostního inženýrství

Lumírova 13, 700 30 Ostrava - Výškovice

veronika.brabcova@vsb.cz, david.rehak@vsb.cz

Abstrakt

Ochrana obyvatelstva v současné době spočívá v přípravě a realizaci jednotlivých opatření, která jsou tvořena nejrůznějšími úkony, jejichž provázanost je mnohdy velice složitá. Na plnění těchto opatření se navíc podílí řada významných subjektů, jejichž správná koordinace je jedním z faktorů úspěšnosti zásahu. Z tohoto důvodu je nezbytné, aby byly struktura prováděných úkonů těchto opatření a činnosti jednotlivých subjektů prezentovány srozumitelným a přehledným způsobem.

Na základě výše uvedeného článku pojednává o možném zvýšení srozumitelnosti opatření ochrany obyvatelstva s využitím procesního modelování. První část příspěvku je orientována na charakteristiku subjektů zapojených do ochrany obyvatelstva a popisuje zásady a postupy tvorby vývojových diagramů. Následující část se věnuje popisu činností subjektů zapojených do ochrany obyvatelstva a organizačním zabezpečením vybraných opatření ochrany obyvatelstva. V závěru příspěvku je uveden návrh procesního modelu jednoho z vybraných opatření ochrany obyvatelstva.

Klíčová slova

Ochrana obyvatelstva, proces, model, opatření.

Abstract

Currently, the population protection is based on the preparation and implementation of individual measures, which are made up of various actions, the complexity of which is often very complex. The significant subjects are involved in the implementation of the measures, whose correct coordination is one of the success factors of intervention. For this purpose, it is essential that the structure of the actions carried out by these measures and the activities of the individual subjects be presented in a clear and comprehensible manner.

Based on the above article deals with a possible improving the intelligibility of population protection measures by means of the process modelling. The first part deals with characterization subjects interested to the population protection and describes the principles and procedures of flowcharts. The next part deals with the description of activities of subjects interested to the population protection and organizational security of selected measures of population protection. In the end of this article is a suggestion of the process model one of the selected measures of population protection.

Keywords

Population protection, process, model, measures.

Úvod

Společnost je založena na fungování procesů. Každá opakovaně vykonaná činnost v důsledku představuje proces. Procesy na sebe mohou navzájem navazovat, doplňovat se a v některých situacích

si i odporovat. Z toho vyplývá, že všechny procesy nejsou na stejné úrovni a mohou být na základě kritérií podrobněji členěny. Jestliže jeden proces doplňuje jiný, je možno říci, že jeden z nich je nadřazený tomu druhému.

Ochrana obyvatelstva představuje komplexní souhrn činností, které jsou vymezeny právními předpisy a stanovují práva a povinnosti subjektů zapojených do problematiky ochrany obyvatelstva. Na problematiku ochrany obyvatelstva je také možno nahlížet jako na soubor procesů, tvořených dílčími procesy v podobě jednotlivých opatření ochrany obyvatelstva a ty jsou zase tvořeny podpůrnými procesy.

Činnosti subjektů při realizaci opatření ochrany obyvatelstva vychází z právních předpisů řešících zmíněnou problematiku. Konkrétně se jedná o jejich práva a povinnosti stanoveny legislativou.

Subjekty zainteresované do ochrany obyvatelstva

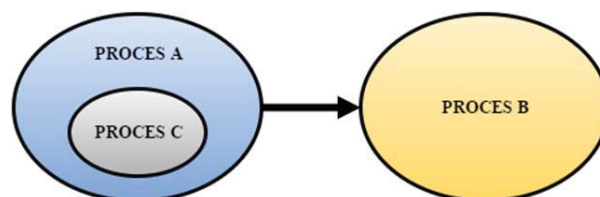
Ochrana obyvatelstva vyžaduje součinnost několika subjektů, které během jejího zajištění spolupracují, aby bylo efektivně dosaženo cíle v podobě zajištění ochrany životů, zdraví a majetku obyvatelstva. Každý jednotlivý subjekt svou činností zabezpečuje určitou část problematiky. Mezi subjekty zainteresované do ochrany obyvatelstva spadá integrovaný záchranný systém (IZS), orgány státní správy a samosprávy a v neposlední řadě také obyvatelstvo a další zainteresované subjekty v daném území jako jsou například školy, podniky (PO a PFO) apod. znázorňující obr. 1. [5]



Obr. 1 Subjekty zainteresované do ochrany obyvatelstva [1]

Základní zásady a postupy tvorby procesních modelů

Princip procesu lze charakterizovat mimo jiné jako účelně naplánovaný postup činností, které jsou poté prostřednictvím dostupných a odpovídajících zdrojů realizovány, aby bylo co nejefektivněji dosaženo požadovaného cíle. Ucelená série jednotlivých úkolů představuje v daném procesu činnost, která je realizována pomocí zdrojů. Zdroje jsou chápány jako materiál, technologie, finanční prostředky, lidské zdroje nebo také informace a čas. Každý proces má vždy jasně vymezený začátek, probíhající činnosti, konec a mimo jiné i rozhraní, které je chápáno jako návaznost další procesy. [2]




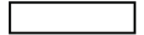

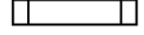


Obr. 2 Provázanost procesů [1]

V praxi je běžné, že jednotlivé procesy jsou mezi sebou provázány (viz obr. 2). Nejčastější vazby představují návazné procesy (proces B vychází z procesu A) a podřízené procesy (proces C je součástí procesu A).

Z důvodu existence nejrůznějších druhů procesů, je třeba tyto procesy členit. Volba rozdělení se odvíjí od úhlu pohledu. Procesy mohou být rozděleny na základě jejich obsahu, struktury, doby existence, frekvenci opakování, významem, důležitostí nebo jejich samotným účelem. V rámci práce bylo využito nejčastěji používané členění z hlediska důležitosti a účelu. Tento typ rozdělení procesu je tvořen třemi kategoriemi. [2]

- První kategorii prezentují hlavní neboli klíčové procesy, které lze chápat jako procesy znázorňující stěžejní činnosti k zajištění ochrany obyvatelstva.
- Druhá kategorie je reprezentována řídicími procesy, které vychází z hlavního procesu a reprezentuje činnosti zajištění jednotlivých opatření ochrany obyvatelstva.
- Třetí kategorií tvoří podpůrné procesy, představující spolupráci mezi jednotlivými subjekty zapojenými do realizace vybraných opatření ochrany obyvatelstva.

Ke grafickému znázornění procesu lze využít řadu kreslených znaků, kdy každý znak představuje činnost určitého charakteru. Pro upřesnění významu znaku, jsou do nich vpisovány komentáře. Proces je následně tvořen kombinací jednotlivých znaků s konkrétními komentáři. Přehled jednotlivých znaků, které lze využít při tvorbě procesních modelů znázorňuje obr. 3.

Znak	Popis znaku
	Mezní značka – začátek/konec; zahájení/ukončení činnosti
	Zpracování – zápis jednoduchých příkazů přiřazení
	Rozhodování/větvení – zápis podmínky
	Předem definovaná činnost, představuje jinde rozpracovanou činnost
	Spojovací čára
	Vznik mimořádné události

Obr. 3 Znaků využity při tvorbě vývojových diagramů [1, 3]

Návrh procesního modelu činností subjektů zainteresovaných při procesu varování a vyrozumění

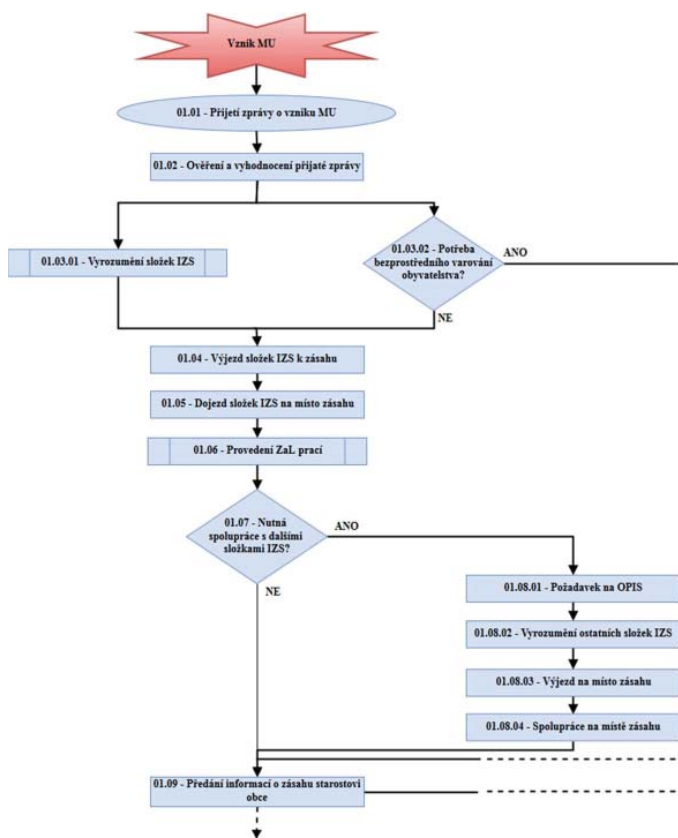
Činnosti jednotlivých subjektů zainteresovaných do procesu varování a vyrozumění znázorňuje návrh procesního modelu (viz obr. 4). V rámci návrhu je daná problematika řešena pouze od operativní úrovně, tj. krajská úroveň, níže.

Všechny činnosti v rámci procesního modelu jsou pro lepší orientaci v textu a grafickém zpracování označeny číselně. V grafickém zpracování jsou navíc barevně rozlišeny činnosti jednotlivých zapojených subjektů.

Z obecného grafického zpracování procesu varování a vyrozumění (viz obr. 4) je zřejmé, že vyrozumění předchází varování, avšak výjimečně může proběhnout bezprostřední varování obyvatelstva. Celý proces je k dispozici v diplomové práci autorky [1].

Procesu varování a vyrozumění předchází řada činností, které se odvíjejí od samotného vzniku mimořádné události. Zprávu o vzniku mimořádné události přijímá OPIS IZS (01.01) na základě informací, které obdrží od osoby ohlašující vznik mimořádné události. V rámci přijetí zprávy operační důstojník zjistí od

volajícího veškeré potřebné informace jako je například, co se stalo, kde k události došlo, kdo ohlašuje vznik mimořádné události a zda jsou na místě zraněné osoby. Po přijetí následuje ověření a vyhodnocení přijaté zprávy (01.02), kdy důstojník OPIS IZS ověří, že se nejedná o planý poplach. Dále na základě Poplachového plánu IZS vyhodnotí, jaká stupeň poplachu je potřeba vyhlásit a od toho odvíjející se složky IZS potřebné pro zvládnutí mimořádné události.



Obr. 4 Procesní model činností subjektů zainteresovaných při varování a vyrozumění (náhled) [1]

Následuje provedení vyrozumění složek IZS (01.03.01), které v sobě sdružuje další činnosti, kterými je vyhlášení poplachu jednotce, která má vyjet k zásahu a zaslání informací o ohlášené mimořádné události. Pokud v této chvíli nastane potřeba bezprostředního varování obyvatelstva (01.03.02), může být v této chvíli provedeno varování obyvatelstva (04.01), avšak při varování je potřeba postupovat obezřetně, protože neopodstatněné vyhlášení varování je dle trestního zákoníku [4] šíření poplašné zprávy.

Jakmile jsou složky IZS vyrozuměny, vyjíždí na místo zásahu (01.04). Některé složky IZS mají zákonem stanovené dojezdové časy, které musí být dodrženy. Po příjezdu na místo zásahu (01.05) je stanoven velitel zásahu, který koordinuje provedení záchranných a likvidačních prací (01.06). Dle potřeby si může velitel zásahu zřídit štáb velitele zásahu. V případě, že během zásahu vyvstane potřeba spolupráce s dalšími složkami IZS (01.07), může velitel zásahu vyslat požadavek na OPIS IZS (01.08.01) k vyrozumění dalších složek IZS potřebných ke zvládnutí mimořádné události. Jakmile jsou tyto složky vyrozuměny (01.08.02), vyjíždějí na místo zásahu (01.08.03) a zapojují se do řešení mimořádné události (01.08.04).

Pokud dochází k zásahu na území obce, má starosta obce právo být informován o provádění záchranných a likvidačních prací (01.09). Tímto okamžikem může být do řešení mimořádné události zapojen další subjekt v podobě orgánů obce. Pokud vzniklá mimořádná událost svým působením ohrožuje i PO a PFO nacházející se na území obce, musí být tyto osoby také informovány

(03.01). Během řešení mimořádné události může velitel zásahu rozhodnout o potřebě provedení varování obyvatelstva (01.10) a dochází k aktivaci koncových prvků varování (01.11), čímž je provedeno varování obyvatelstva (04.01). Jakmile došlo ke zvládnutí mimořádné události (01.12), jsou ukončeny také záchranné a likvidační práce (01.13), odjíždí zasahující složky IZS z místa zásahu zpět na základnu (01.14). Po návratu (01.15) musí být zasahující jednotka a technika uvedena zpět do stavu akceschopnosti.

Zapojení orgánů obce začíná ve chvíli, kdy je starosta obce informován o probíhající zásahu na území obce (02.01). Poté starosta zhodnotí situaci (02.02) a pokud dojde k závěru, že k řešení mimořádné události potřebuje na pomoc poradní orgán (02.03), může si za předpokladu, že má na úrovni obce zřízen krizový štáb (02.04), vyslat požadavek k aktivaci krizového štábu obce (02.06). Krizový zákon [6] ukládá povinnost zřídit krizový štáb pouze určeným obcím. Další možností starosty je využít poradní orgán, který má k dispozici (02.05) z řad svých zaměstnanců. V případě potřeby je provedena analýza situace (02.07) a následuje zapojení starosty do řešení mimořádné události (02.08), protože povinnosti starosty obce je zajistit informování obyvatelstva (02.09) o ohrožení na území obce. Jakmile pomine ohrožení, dojde k deaktivaci krizového štábu (02.11), za předpokladu, že byl zřízen (02.10) a ukončí se také spolupráce orgánů obce se složkami IZS (02.12).

Činnosti PO a PFO při varování a vyrozumění se odvíjejí od prvotního rozhodnutí, zda je potřeba informovat PO a PFO (03.01) o vzniklé mimořádné události, pokud ne, není potřeba PO a PFO do procesu zapojovat. V případě, že situace vyžaduje jejich informování, jsou jim předány potřebné informace o zásahu na území obce (03.02). Dále se mohou v případě potřeby (03.03) zapojit do řešení mimořádné události (03.04) a po jejím zvládnutí je spolupráce následně ukončena (03.05).

Obyvatelstvo je do procesu zapojeno prostřednictvím varování (04.01) a předání informací o vzniklé mimořádné události (04.02).

Náhled grafického zpracování činností subjektů zainteresovaných při varování a vyrozumění prezentuje obr. 4.

Závěr

Vznik mimořádných událostí i přes veškerou snahu moderní společnosti nelze zcela vyloučit, ale může být minimalizován. Prostřednictvím preventivních opatření je kladen důraz na předcházení samotného vzniku mimořádných událostí. Pokud však mimořádná událost i přesto vznikne a svými negativními účinky ohrožuje společnost, je potřeba zajistit její neprodlené zvládnutí.

Mimořádné události, které na území České republiky vznikají, se liší nejen svou povahou, ale také možným vývojem a dalšími znaky. Z tohoto vyplývá, že každá vzniklá mimořádná událost vyžaduje ke zvládnutí specifické řešení na základě charakteru dané události.

Problematika ochrany obyvatelstva je založena na přípravě a realizaci jednotlivých opatření, které upravuje řada nejrůznějších právních předpisů, metodických pokynů a dalších dokumentů. Procesy realizované v rámci opatření ochrany obyvatelstva představují komplexní činnosti subjektů zapojených do zabezpečení ochrany obyvatelstva. Jejich jednotlivé činnosti na sebe navazují, prolínají se a navzájem se ovlivňují. Nelze vždy jasně říci, že daný úkol bude plnit pouze jeden určený subjekt, ale na tomto úkolu se může podílet subjektů více, popř. může být řešen v kompetenci více subjektů a záleží na dané situaci, kdo převezme prioritní odpovědnost za řešení.

Grafické znázornění činností realizace opatření ochrany obyvatelstva prostřednictvím procesů zvyšuje jejich míru srozumitelnosti. Jejich samotné tvorbě předchází řada analýz. První z nich je analýza jednotlivých činností subjektů, které se zapojují do realizace vybraných opatření ochrany obyvatelstva. Následuje provedení zhodnocení organizačního a technického zabezpečení

vybraných opatření ochrany obyvatelstva. Na základě provedených analýz lze vytvořit grafické znázornění procesních modelů.

Vytvořený návrh procesního modelu tak svým grafickým znázorněním činností realizace opatření ochrany obyvatelstva prostřednictvím procesů napomáhá ke zvýšení srozumitelnosti dané problematiky.

Vazba na projekt

Príspevek byl zpracován v rámci projektu studentské grantové soutěže „Definování resilience systému kritické infrastruktury“, identifikační číslo SP2016/99.

Použitá literatura

- [1] BRABCOVÁ, V.: *Procesní model vybraných opatření ochrany obyvatelstva*. [Diplomová práce]. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, Fakulta bezpečnostního inženýrství, 2016.
- [2] GRASSEOVÁ, M.; DUBEC, R.; HORÁK, R.: *Procesní řízení ve veřejném sektoru: teoretická východiska a praktické příklady*. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2008. 266 s. ISBN 978-80251-1987-7.
- [3] CHYTLIL, J.: *Vývojové diagramy: 1. díl* [online]. Programujte: Desktopový vývoj, 2005 [cit. 2016-04-02]. Dostupné z: http://valter.byl.cz/sites/default/files/Vyvojove_diagramy.pdf.
- [4] Zákon č. 40 ze dne 8. ledna 2009 trestní zákoník, ve znění pozdějších předpisů.
- [5] Zákon č. 239 ze dne 28. června 2000 o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů.
- [6] Zákon č. 240 ze dne 28. června 2000 o krizovém řízení a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů.

Nasadenie jazierkového systému pri požiaroch v extrémnych terénnych podmienkach

Deployment of Pond System to Firefighting in Extreme Terrain Conditions

Ing. Milan Dermek

Ing. Bohuslava Kozičová

University of Žilina, Faculty of Security Engineering

Ul. 1. mája 32, 01026 Žilina, Slovakia

Milan.Dermek@fbi.uniza.sk, kozicova@gmail.com

Abstrakt

Článok sa zaoberá možnosťami hasenia lesných požiarov v extrémnych terénnych podmienkach. Zaoberá sa problematikou používania systému jazierka pre vodnú dopravu na miesto požiaru pri hasení požiarov za akých podmienok je výhodné nasadiť tento druh vodnej dopravy, ako postupovať, keď je to potrebné a jeho nasadenie. Preprava vody v otvorenom teréne je riadená základnými hydraulickými pravidelnosťami, ktoré určujú spôsoby nasadenia pondelňajšieho systému.

Kľúčová slova

Lesný požiar, taktika požiaru, systém rybníkov, požiarne zariadenia, nedostupný terén.

Abstract

The article deals with the possibilities of overcoming forest fires in extreme terrain conditions. It is devoted an issue of using pond system for the water transport to the seat of fire during firefighting under what conditions it is advantageous to deploy this mode of water transport, how to proceed when it is required and its deployment. Transport of water in exposed terrain is governed by the basic hydraulic regularities that determine the ways of deployment pond system.

Keywords

Forest fire, firefighting tactics, pond system, firefighting equipment, inaccessible terrain.

Introduction

One of the most devastating type of a wildfire in our country is exactly a forest fire in mountains. Many of them from this kind of localities are for the most used fire appliance hardly available nor unavailable at all. The supply of seat of fire with water for extinguishing requires to create a firefighting tactics applied on mountainous terrains cover by wood vegetation. In this case one of the options is deployment of the pond system. Pond system is a method of long-distance ground transport of water to the seat of fire. This system is possible to use in extreme and inaccessible terrain conditions. Pond system is a system of transport link from hose lines and a low-capacity artificial tank. To make the transport of water into terrain with elevation possible, pumps have to be connected into the system which ensure the transport of water from the source to the seat of fire.

Pond system

A pond is a smaller tank with capacity of thousands liters. It is possible to pack and put the tank into a bag what makes the transport to the required place easier. At the deployment of the pond system it is important to create a so called nest for the pond. That is how the tank is secured against displacement, sliding or outpouring. The

pump adds needed pressure for the water to overcome the height and length loss. Each kind of pump must reach such a power that the pumped water has the sufficient pressure to overcome the terrain differences, sufficient feed pressure before next pump and necessary pressure for extinguishing. Height loss is caused by elevation of the terrain. From the last pond one or more, if necessary, offensive hose lines are being stretched. The number of lines is determined by the number of seat of fire. Offensive hose line can be created from hoses type C or from hoses type D, according to the required pressure. Offensive line is finished with a branch with which the fire is extinguished. The branch can be full flow rate, water curtailed or combined [1, 2].



Fig. 1. The connecting of a pond with pump and hoses (photo: author)

Deployment of the pond system

Option of the deployment and advantages of the pond system:

- transport of water into extreme inaccessible terrain for fire appliance,
- transport of water in terrain with high elevation,
- securing big enough flow necessary for extinguishing,
- at optimal setup of the parameters required pressure is secured for extinguishing also a larger seat of fire,
- in case of larger seat of fire it is possible to move the ponds upwards if needed,
- transport of water by pond system is economically more convenient as air transport,
- the pond system is possible to deploy in bad weather [2, 3].

Deployment of the pond system

At making the pond system it is important to plan and execute each of the activities in a way that the time requirements should be as short as possible. Connecting a system of ponds into action consists of this single steps [4, 5, 6]:

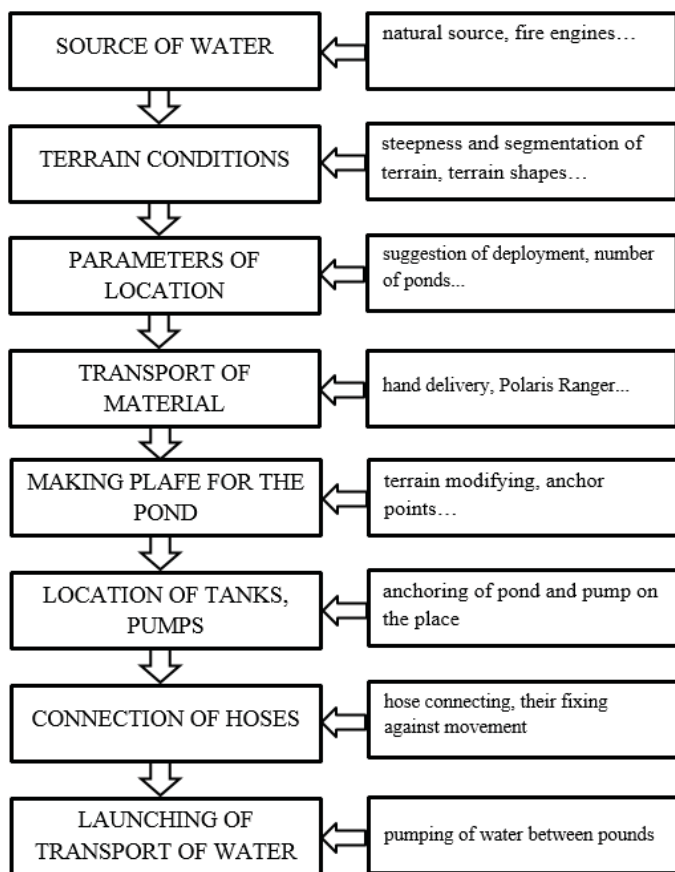


Fig. 2. Process of the deployment

Hydraulic calculation of the basic parameters for transport of water by the pond system

At placing each of the components of the pond system it is important to respect the physical laws of transportation of water. Optimal location of pumps and ponds means to calculate each parameters of the system in a way to reach effective flows of water [6].

Transport of water with pond system is controlled by basic hydrodynamic laws. Forest terrain is characteristic mainly by its segmentation and elevation. When water goes through a hose, some energetic loss is made. This losses are caused by height difference, friction and overcoming places in which the parameters of the flow are changing. For example reduction or enlargement of the hose diameter, overcoming potential obstacles so on.

To define the head loss by friction it is possible to use Darcy - Weissbach equation (1):

$$h_f = \lambda \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{v^2}{2g} \quad (1)$$

h_f - head loss by friction [m], λ - friction factor (dimensionless unit), L - length of hose line or its part [m], d - diameter of hose [m], v - velocity of water flow [m.s⁻¹].

For using Darcy-Weissbach equation it is necessary to find out the friction λ and velocity of the transported water v . The length of the hose line L is the distance between the place of extinguishing and source of water in meters. It is counted with a specific length of used hoses. The diameter of a hose is set by the characteristics of the used fire equipment [3, 7].

Velocity of the flow of water is defined as (2):

$$v = \frac{Q}{S} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d^2} = 1,27 \cdot \frac{Q}{d^2} \quad (2)$$

v - average velocity of the flow of water [m.s⁻¹], Q - volume rate [m³.s⁻¹], S - cross sectional area [m²], d - inside diameter of a hose line [m].

Friction factor λ is possible to define with Reynolds number. The value of the Reynolds number characterizes the type of the flow. The flow of water in hose line can be laminar, turbulent or transitional (3).

$$Re_p = \frac{v \cdot d}{\nu} \quad (3)$$

Re_p - Reynolds number for flow in pipe (dimensionless unit), ν - kinematic viscosity [m².s⁻¹], d - inside diameter of a hose line [m], v - average velocity of the flow [m.s⁻¹].

Flow of water in a hose line consists of more layers. At laminar pipe the layers of water slide on themselves, flow is steady. During turbulent flow each of the layers are mixed together and making whirls. Transitional flow represents the stage when one type of flow turns into another. Laminar flow turns into changes into turbulent especially at increasing the velocity of the flow and diameter of the hose. Exactly for the reason of necessary velocity is the flow of water in a hose line turbulent. Limit value of the Reynolds number is 2320. The flow of water with value of Re higher than 2320 is turbulent [6, 8].

Friction factor λ for turbulent flow is defined from the equation of Nikolajev - Lobanov (4):

$$\lambda = \frac{0,22}{Re^{0,211}} \quad (4)$$

λ - friction factor, Re - Reynolds number for flow in pipe.

Another losses at long-distance transport of water are pressure losses caused by terrain elevation. They are determined according to formula (5):

$$h_g = h_{gk} - h_{gz} \quad (5)$$

h_g - geodetic loss height caused by elevation of the terrain [m], h_{gk} - geodetic height of ending point [m], h_{gz} - geodetic height of initial point [m].

Overall loss height H presents the sum of loss height caused by elevation and head loss because of friction (6):

$$H = h_f + h_g \quad (6)$$

H - overall loss height [m], h_g - geodetic loss height because of elevation [m], h_f - head loss from friction [m].

In the next step it is important to determine the specific energy loss for overall loss height (7):

$$Y_z = g \cdot H \quad (7)$$

Y_z - specific energy, which is necessary to expend on overcoming the overall loss height [J.kg⁻¹], g - gravitational acceleration [m.s⁻²], H - overall loss height [m].

From the value of loss specific energy we determine the number of needed pumps (8):

$$x = \frac{Y_z}{Y_c} \quad (8)$$

x - number of pumps, which are necessary for overcoming overall losses [ks], Y_z - specific energy, which is important to expend for overcoming the overall loss height [J.kg⁻¹], Y_c - specific energy of the pump [J.kg⁻¹]. [3, 7]

Location of the ponds in terrain

The graph is developed for three stages of elevation, and it is 15°, 25° and 35°. On the y axis the value of elevation is marked, which will be overcome at specific length of a hose line and for all the three elevation. The values of the length of the hose line are marked in 20-meters intervals, what response to the length of a single hose. This helping tool is created specifically for the pump Honda WH20X with operating pressure 0,81 MPa. At making the helping tool the values of volume flow 500 l.min⁻¹ and diameter of hoses 52 mm (hose type C) were used.

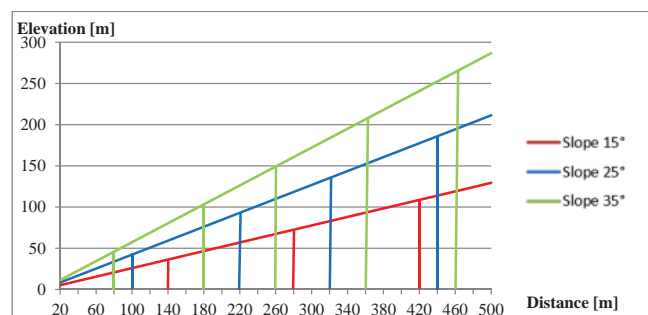


Fig. 3 Graph of determining the number of ponds and their location according to elevation and distance

Critical points in transport of water with the pond system:

- time consuming process of determining or calculating the parameters of locating the ponds,
- requirement of previous experience for the choice of the suitable way and the single places on the base of specific characteristics of terrain surface,
- time consuming process of building the pond system,
- placing the pond in dangerous area of the fire ground, where can be located sharp rocks or overhangs, incoherent terrain and so on,
- threat for the firefighters in response with fire, falling rocks, trunks and so on,
- danger for the components of the Pond system (falling rocks or branches can damage the pumps, hoses and other),
- if performing the activities is not automatic for the intervening firefighters, organization faults and wasteful time loss come up [9].

Deployment of the pond system

In case of using the pond system it is necessary to come out from two following assumptions. Firstly, it is important to respect the properties of specific terrain and situation on the seat of fire. Suggestion and placement the components must come out from individual research of the terrain, which is appropriate to combine with using modern informatics systems. Secondly, it is needed to know the theoretical laws and hydraulic principles, with which the transport of water in hose line is controlled. The pond system is a solution suitable only for specific situation and conditions. If there is a fire in unavailable mountain environment and the situation is in addition complicated because of weather (alternatively another unfavorable factor) it is optimal to use the pond system for securing the seat of fire with water. Its main advantage is, that in extreme terrain conditions it is possible to secure necessary flows of water for extinguishing. On the other side the disadvantages are the time requirements for specification the parameters and making the pond system at the scene of incident. Transport of water using the pond system is managed by hydraulic laws, with which it is possible to calculate the needed placement of pumps. For simplification the activity and fast estimation of deployment the pond system and calculating at intervention a diagram was made using this calculations. With this diagram is helping for fast defining the necessary number of ponds and their location.

References

- [1] BLAŠKO, D. 2008.: Technické zabezpečenie na zdolávanie lesných požiarov. In *SPRAVODAJCA - Protipožiarna ochrana a záchranná služba*. ISSN 1335-9975. 2008, č. 1, s. 20 - 25.
- [2] ŠUBA, J.; CHROMEK, I. 2007.: Jazierkový systém dopravy vody na hasenie požiarov v náročných horských terénoch. In *SPRAVODAJCA - Protipožiarna ochrana a záchranná služba*. ISSN 1335-9975. 2007, č. 4, s. 20 - 22.
- [3] KOZIČOVÁ, B. 2015.: *Doprava vody na hasenie lesného požiaru v extrémnych terénnych podmienkach*. [Master thesis]. University of Žilina. Faculty of Security Engineering, Žilina: FŠI ŽU, 2015. 80 p.
- [4] DANKO, J. 2010.: Doprava vody do výšok v horskom teréne. In: *Spravodajca - Protipožiarna ochrana a záchranná služba*. ISSN 1335-9975. 2010, roč. 41, č. 2, s. 12-15.
- [5] HLAVÁČ, P. 2008.: Zvýšenie efektívnosti využitia vody pri zabránení šírenia lesného požiaru. In: *Delta*. ISSN 1337-0863. 2008, roč. 2, č. 4, s. 15-20.
- [6] KVARČÁK, M. 1998.: *Požárni taktika v príkladech*. Ostrava: SPBI, 1998. 232 s. ISBN 80-86111-08-3.
- [7] DRUSA, M. a kol. 2003.: *Hydraulika a hydrológia*. Žilina: EDIS vydavateľstvo ŽU, 2003. 260 s. ISBN 80-8070-037-0.
- [8] SVETLÍK, J. 2003. Doprava vody na požiarisko. In *Sborník přednášek z mezinárodní konference Požární ochrana 2003*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita, 2003. ISBN 80-86634-17-5, s. 426 - 430.
- [9] HUDEC, O. 2015.: *Modul pozemného hasenia STRED*. Informácie o jazierkovom systéme.

Meranie nízkofrekvenčného hluku s dôrazom na sluchové a mimosluchové účinky na človeka

Measuring Low Frequency Noise with Emphasis on Auditory and Non-auditory Effects on Human

Ing. Martina Dulebová

doc. Ing. Michaela Balážiková, PhD.

Technical University of Košice, Faculty of Mechanical Engineering
Letná 9, 042 00, Košice, Slovakia
martina.dulebova@tuke.sk

Abstrakt

Nízkofrekvenčný hluk sa stáva významnou výskumnou témou už viac ako osemdesiat rokov. Ako typický hluk, má vplyv nielen na sluchový systém ale taktiež aj na mimosluchový systém človeka, napríklad na kardiovaskulárny systém, môže spôsobovať podráždenie a mať psychosociálne účinky. Tieto účinky môžu byť zdrojom rizika na pracovisku. Meranie a hodnotenie nízkofrekvenčného hluku na pracovisku nie je zahrnuté v platnej smernici Európskeho parlamentu a Rady 2003/10/ES. Cieľom príspevku je porovnanie nameraných hodnôt nízkofrekvenčného hluku v pracovnom prostredí pri operáciách zvarovania a brúsenia s rôznymi váhovými filtermi. V diskusii na konci tohto článku sú vyhodnotené namerané hodnoty.

Kľúčové slová

Nízkofrekvenčný hluk, bezpečnosť na pracovisku, riziko, účinky na človeka.

Abstract

Low-frequency noise has been found in many systems and has become a hot research topic for more than eight decades. Like typical noise, it has also effects not only on auditory system (threshold shift) but also on non-auditory system of human, for example cardiovascular system, annoyance and psychosocial effects. These effects can be the sources of risk at workplace. Measurement and evaluation of low frequency noise in workplace is not included in the valid directive of the European Parliament and Council Directive 2003/10/EC. The aim of the article is a comparison of measured values of low frequency noise in work environment in operations welding and abrasion with different frequency weightings filters. In discussion in the end of this article are values evaluated.

Keywords

Low frequency noise, safety at workplace, risk, effects on human.

Introduction

Sound is a mechanical oscillation that propagates through particles of compressible media. Noise is an unpleasant, unfavourable, annoying or harmful sound to human health, caused by everyday human activities. [1] Low frequency noise is usually defined as a broadband noise with the dominant content of frequencies from 10 (20) to 250 Hz. [2] Low-frequency noise is a common component of occupational and residential noise which has received less attention. However, low-frequency noise has features not shared with noises of higher pitch. [3]

Many cases of noise annoyance deal with noise that has a significant content of low frequencies. The complainants typically describe the noise as "rumbling". Low frequency noise is also in the

occupational environments, especially in industrial control rooms and office-like areas. Examples of low frequency noise sources are ventilation systems, pumps, compressors, diesel engines, gas turbine power stations or means of transport, indoor network installations, ventilation, slow-running or idling engines, heating and air conditioning systems. The cases are often solved, either by use of traditional noise limits and measurement methods, or by use of special low-frequency procedures as introduced by some countries, for example Austria, Denmark, Germany, Poland, The Netherlands, Sweden. [2, 4]

Frequency weightings filters in noise measurement

The human ear responds more to frequencies between 500 Hz and 8 kHz and is less sensitive to very low-pitch or high-pitch noises. The frequency weightings used in sound level meters are often related to the response of the human ear, to ensure that the meter is measuring pretty much what you actually hear. It is extremely important that sound level measurements are made using the correct frequency weighting. During the perception of noise distortion occurs, and for this reason weight filters A, B, C, D, G and Z are introduced which are used for the conversion of the actual measured values of noise level to other levels. These filters are inverse to the curves of the equal noise volume at levels of 40 dB, 80 dB and 120 dB, and their frequency sensitivity is similar to the frequency sensitivity of the human ear. [1]

The most common weighting that is used in noise measurement is A-Weighting. Like the human ear, this effectively cuts off the lower and higher frequencies that the average person cannot hear. Although the A-Weighted response is used for most applications, C-Weighting is also available on many sound level meters. C Weighting is usually used for Peak measurements and also in some entertainment noise measurement, where the transmission of bass noise can be a problem. Z-weighting is a flat frequency response of 10 Hz to 20 kHz ± 1.5 dB. This response replaces the older "Linear" or "Unweighted" responses as these did not define the frequency range over which the meter would be linear. This change was needed as each sound level meter manufacturer could choose their own low and high frequency cut-offs (-3 dB) points, resulting in different readings, especially when peak sound level was being measured. [5]

Auditory and non-auditory effects of low frequency noise

In the field of occupational medicine, several studies claim that low-frequency noise is an agent that interferes with the performance of work tasks and that low-frequency noise can affect mental and physical health. Exposure to noise has harmful effects and constitutes a risk factor for human health. The most cited effects on human health refer to emotional changes, namely agitation, distraction, disappointment, stress, hypertension and the association of low-frequency noise with cognitive impairments, the development of cardiovascular diseases, disturbances in sleep and heart rate and hypertension. Exposure to low-frequency noise has significant impacts on human health. This impact is absorbed by auditory sensation, which is a function of the perception that encompasses aspects of physiological, pathological and sociological order. There are caveats in relating certain harmful effects to a single source of noise, but human exposure to multiple sources of noise must be used as a criterion. [6]

Effects of low-frequency noise on hearing have been examined in terms of permanent loss of auditory acuity permanent threshold shifts and in terms of temporary threshold shift. Laboratory studies of noise at various frequencies show noise-induced changes in blood pressure with vasoconstriction or vasodilation, and heart rate change. The primary, and most frequently reported, perceived effect of low-frequency noise is not that of loudness or noisiness, but that of annoyance. The degree of annoyance or disturbance generated by a specific noise, regardless of frequency, is difficult to predict accurately for individuals. [3]

Some of the symptoms that are related to exposure to low frequency noise such as mental tiredness, lack of concentration and headache related symptoms could be associated with a reduced performance and work satisfaction. [7]

Figure 1 shows the auditory and non-auditory effects of low frequency noise.

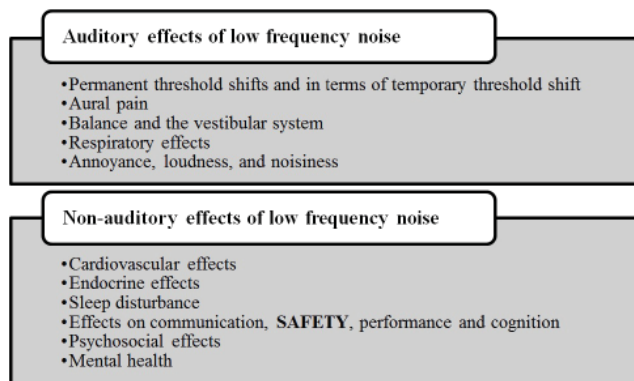


Fig. 1 Effects of low frequency noise on human

Measurement of low-frequency noise on workplace

Measurements are essential for assessing the negative effects of noise and for setting permissible values (criteria) which influence health, comfort and performance in a negative way. Measuring the exposure of employees to noise during work is among the quantitative measurements, and it is done for the purpose of assessing the health-risk of noise exposure and the assigning of a job to a category. An important part of any management of acoustic risks is introducing appropriate criteria for determining a favourable solution to the problems of noise. The required minimizing subsequently determines the resources for making alternative proposals for reducing noise and in the end the resources for estimating costs when meeting the required criteria. [8]

Measurement of low frequency noise exposure was at a workplace, where the production process consists of setting up, welding of the divided and shaped sheet metal into the final product and subsequent abrasion of welds.

The measuring of low frequency noise was performed at the workplace of the equipment operator during operations of welding and abrasion, low frequency noise was measured using a 2250 noise analyser from the company Brüel & Kjær (Fig. 2), which serves for performing broadband measurements of noise exposure in the field. The B&K 2250 host a number of software modules, including frequency analysis, logging (profiling) and recording of the measured signal. [9]

Key features of hand-held Analyzer Type 2250 [9]:

- General-purpose Class 1 sound measurements to the latest national and international standards;
- Occupational noise assessment;
- Environmental noise assessment and logging;
- Product development and quality control;
- FFT analysis of sound and vibration;

- Building acoustics, loudness and noise rating measurements;
- Tone assessment using 1/3-octave and FFT methods;
- Low-frequency building vibration according to ISO 8041:2005 and DIN 45669 - 1:2010 - 09;
- Infrasound (G-weighting) measurements according to ISO 7196:1995 and ANSI S1.42 - 2001 (R2011).



Fig. 2 Hand-held Analyzer Type 2250, module for frequency analysis and time module

The noise meter was placed at a height of 1.5 m above the floor; the axis of the microphone was focused on workplace. The results were stored in the memory of the measuring device and subsequently processed using the relevant computer software. Operator of technical device is not using hearing protectors (Fig. 3).



Fig. 3 Workplace of measurement of low frequency noise

During the experimental measuring the equivalent level A of acoustic pressure L_{Aeq} and the equivalent level Z of acoustic pressure L_{Zeq} were measured over time during the performance of the machining work. The main reason and aim of this measurement was to point out the different levels of acoustic pressure using the A-scale filter and the Z-scale filter at low frequency 100 Hz and at frequency 500 Hz. Records from measurements at various frequencies and weightings are shown in Fig. 4 - Fig. 7.

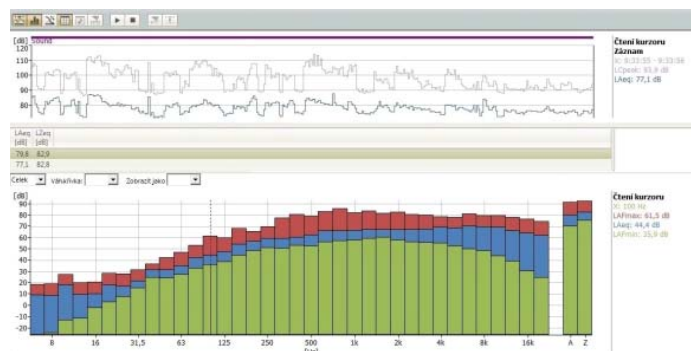


Fig. 4 Record of measurement of noise level A exposure at 100 Hz (welding)

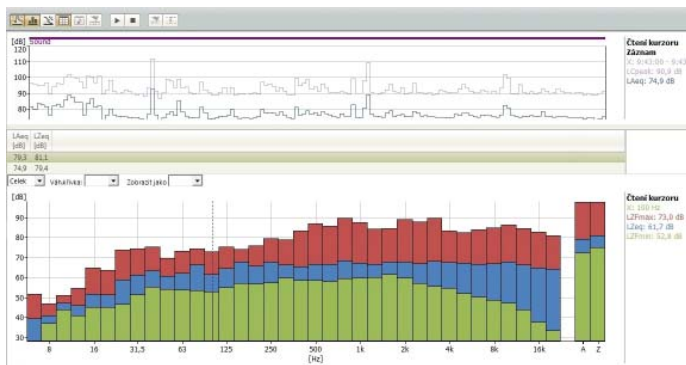


Fig. 5 Record of measurement of noise level Z exposure at 100 Hz (welding)

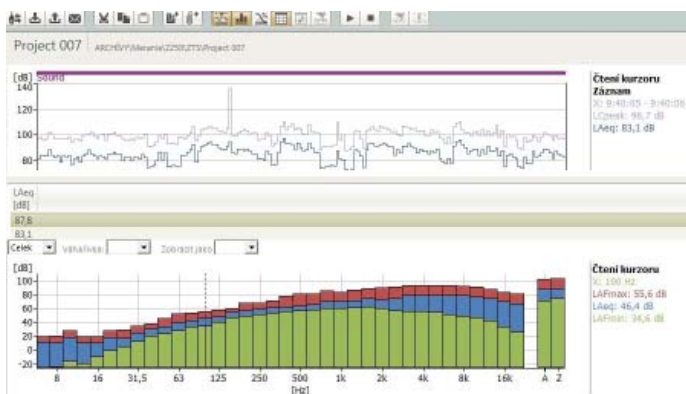


Fig. 6 Record of measurement of noise level A exposure at 100 Hz (abrasion)

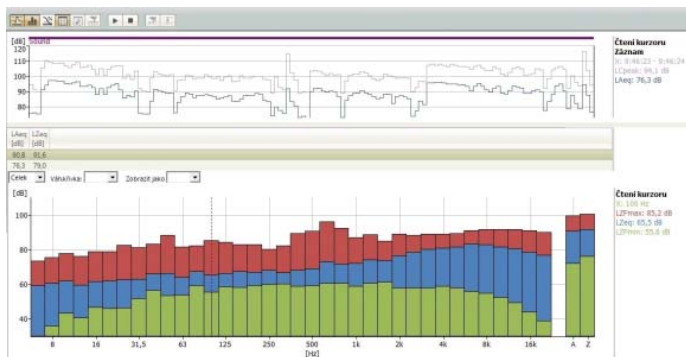


Fig. 7 Record of measurement of noise level Z exposure at 100 Hz (abrasion)

Summary of measured values in operations welding and abrasion with frequency weightings filters A and Z 100 Hz are in Table 1.

Tab. 1 Summary of measured data

Work activities	Value L_{Aeq} at 100 Hz [dB]	Value L_{Zeq} at 100 Hz [dB]
Welding	44,4	61,7
Abrasion	46,4	65,5

Discussion

The measurement of low frequency noise load during welding and abrasion points to the fact that acoustic wavelengths of low frequency (specifically at 100 Hz) have a higher value with weighted Z than with the weighted A, with the difference in values of 17,3 dB

in welding and 19,1 dB in abrasion. Such low frequencies are able to influence the cardiovascular system, the neuropsychic system and the sensory-motor functions of a person.

It is impossible from the viewpoint of the working of energy to correctly evaluate the acoustic wavelengths at low frequencies of the A-weighting; therefore, it is more appropriate to use the Z-weighting, or even the C. A small sensitive portion of the population can feel discomfort of very low frequencies (infrasound) even from levels of 65 dB, if the relevant combination of frequency and length of working occur.

Conclusion

At present, when one of the most significant problems is becoming the securing of reliable operation of newly proposed mechanical systems, questions on studying the origin, spread and isolation of low-frequency wavelengths from machines and their parts are very topical. It is possible to ensure the required reduction of the unwanted effects of low-frequency noise on a person and the surrounding environment using vibrodiagnostics and vibroisolation. Because low - frequency noise is a major component of many occupational and community noises, the effects of such noises may be controlled.

This contribution is the result of the project implementation "VEGA 1/0150/15 Development of methods of implementation and verification of integrated systems for safe machines, machine systems and industrial technologies."

Reference

- [1] ŽIARAN, S.: *Nizkofrekvenčný hluk a kmitanie*. Bratislava: STU, 2016. 316 s. ISBN 978-80-227-4536-9.
- [2] PAWLACZYK-LUSZCZYŃSKA, M. a kol.: The impact of low frequency noise on human mental performance. In: *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*. 2005, vol. 18, issue 2, p. 185 - 198.
- [3] BERGLUND, B.; HASTEN, P.; JOBR, F.: Sources and effects of low-frequency noise. In: *J. Acoust. Soc. Am*. 1996, vol. 99, issue 5, p. 2985-3002.
- [4] PEDERSEN, CH.S.; MØLLER, H.; WAYE, K.P.: AALBORG STUDY A detailed study of low-frequency noise complaints.
- [5] NoiseMeters.inc: Frequency Weightings - A - Weighted, C -Weighted or Z -Weighted? [online]. 2016. [cit. 2017-03-05]. Available on: <<https://www.noisemeters.com/help/faq/frequency-weighting.asp>>.
- [6] ALVES, A.J.; SILVA, L.T.; REMOALDO, P.C.C.: The Influence of Low-Frequency Noise Pollution on the Quality of Life and Place in Sustainable Cities: A Case Study from Northern Portugal. In: *Sustainability*. 2015, 7, 13920-13946. p. 1-27. ISSN 2071 - 1050.
- [7] PERSSON, WAYE, K.; RYLANDER, R.; BENTON, S.; LEVENTHALL, H.G.: Effects on performance and work quality due to low frequency ventilation noise. In: *Journal of Sound and Vibration*. 1997, volume 205, issue 4. p. 467-474.
- [8] BALÁŽIKOVÁ, M.: *Riadenie akustických rizik: Habilitačná práca*. Košice: TU, 2014. 111 s.
- [9] Brüel & Kjær: *Sound Level Meter - Type 2250* [online]. 2016. [cit.2017-03-05]. Available on:<<http://www.bksv.com/Products/handheld-instruments/sound-level-meters /sound-level-meters/type-2250>>.

Co se skrývá pod povrchem resilience? What is Hidden under the Surface of Resilience?

Ing. Eliška Kristlová

Ing. Lenka Maléřová, Ph.D.

doc. Ing. Marek Smetana, Ph.D.

Ing. Hana Štverková, Ph.D., MBA

Mgr. Jana Wojnarová

VŠB - TU Ostrava, Fakulta bezpečnostního inženýrství
Lumírova 13, 700 30 Ostrava - Výškovice
eliska.kristlova@vsb.cz, lenka.malerova@vsb.cz,
marek.smetana@vsb.cz

Grafické znázornění rozboru slova je na obrázku níže (obr. 1).



Obr. 1 Grafické znázornění rozboru RESALIRE - vlastní zpracování [1 - 3]

Abstrakt

Koncept resilience prošel během 40 let, od prvního zkoumání až do dnešních dnů, významným vývojem. Během tohoto bádání a rozboru pojetí resilience nedošlo ke sjednocení pochopení a definice pro obory, které se resiliencí zabývají.

Důvodem zabývání se konceptem resilience jsou stále se zvyšující nežádoucí události, které ohrožují bezpečnost společnosti, respektive obyvatelstva.

Cílem příspěvku je seznámit se s podstatou výrazu resilience a dalšími souvislostmi.

Klíčová slova

Resilience, resiliency, nežádoucí událost, obyvatelstvo.

Abstract

The concept of resilience during 40 years, from the first examination to the present day, an important development. During this research and analysis of the concept of resilience not to unify the understanding and definition of the fields that deal with resilience. The reason for dealing with the concept of resilience are increasing adverse events that threaten the safety of the company, respectively, of the population. The aim of the paper is to get acquainted with the essence of the term resilience and other contexts.

Keywords

Resilience, resiliency, adverse event, population.

Úvod

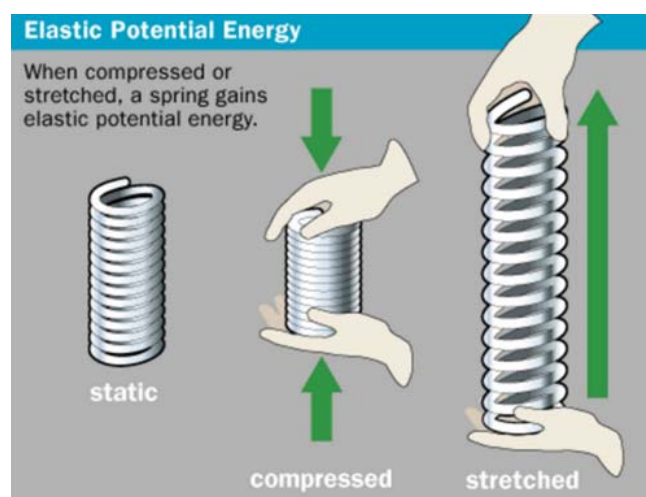
Člověk ani systém, není natolik dokonalý, aby ho nějak neovlivnila nežádoucí událost. Ať už jsou to následky způsobené povodní, teroristickým útokem, výskytem epidemie, ekonomickou krizí, nebo nejnovějším tématem - uprchlíky. Všechny tyto události mohou ohrozit životy a zdraví lidí na celém světě. Na základě těchto událostí je tedy potřeba, aby stát, obce, společnost, nebo jednotlivci byli schopni přizpůsobit se a vyrovnat se s důsledky způsobené těmito nežádoucími událostmi.

V této souvislosti se do podvědomí začal dostávat „nový“ pojem resilience. Při intenzivnějším pátrání po internetu zjišťujeme, že se na něm dá najít přes 46 milionů odkazů zabývajících se tímto pojmem. Během prozkoumávání vybraných odkazů se člověk dozvídá, že existuje nepřeberné množství pohledů na resilienci. Někdo resilienci vysvětluje jako odolnost systému, jiný jako adaptaci daného systému. Kde je ovšem pravda?

Počátek slova resilience a adaptace resilience do vědních oborů ve světě

Pojem resilience vychází z latinského výrazu resalire. Skládá se z předpony RE a slova SALIRE = skákat, naskočit. Překlad slova „resalire“ může tedy znamenat „odskočit“ či „návrat zpět“. [1 - 3]

Termín resilience byl nejdříve použit na začátku 19. století v přírodních vědách, kdy se jednalo o charakteristiku chování pružiny (ukázka na obr. 2). [4, 5]



Obr. 2 Ukázka chování pružiny [6]

Později, v polovině 19. století byl použit i v oboru psychologie [3, 5], kde se jednalo o popis skupiny, u které nedochází ke změně chování v důsledku vzniku nežádoucí události. A o několik let později byla použita v oblasti ekologie [3] pro popis ekosystému, který i po vzniku nežádoucí události funguje skoro stejně.

Během této doby vývoje vědy a výzkumu začala resilience pronikat i do dalších vědních oborů a byly pokusy o vznik různých definic, které se snažily charakterizovat pojem resilience. Příkladem může být spojení resilience s přírodními katastrofami či mimořádnými událostmi jako schopnost přijmout a zotavit se z těchto nežádoucích událostí. [7]

V následující tabulce jsou vybrány definice resilience, které reprezentují některé z oblastí zabývajících se vědou. Zachování správného fungování ekosystému je důležité nejen pro obyvatelstvo, ale i pro rostlinnou a živočišnou říši. Bez koloběhu látek a toku energií by byl problém zabezpečení základních životních potřeb a služeb obyvatelstvu. V ekonomii je potřeba rychle zajistit průběh toku peněz, aby si obyvatelstvo nemuselo „utahovat opasky“ a v případě nežádoucí události mělo možnost zajistit si nezbytné potřeby a služby.

Zajištění správného fungování infrastruktury je dalším z důležitých bodů zabezpečení obyvatelstva. Z psychologického hlediska je resilience chápána jako schopnost člověka přizpůsobit se dané žádoucí situaci a patřičně na ni reagovat. [3]

Tab. 1 Vybrané definice pro různé vědní obory [3]

EKOLOGIE	Schopnost ekosystému udržet svůj normální koloběh živin a produkci biomasy poté, co byl vystaven poškození způsobeným ekologickým narušením.	
EKONOMIE	Proces, kterým komunita vyvíjí a efektivně implementuje svoji kapacitu absorbovat prvotní šok prostřednictvím mitigace, reagovat a adaptovat se po něm tak, aby zachovala funkci a podpořila obnovu, stejně jako být v lepší pozici pro redukci ztrát z budoucích katastrof.	
INFRASTRUKTURA	Kapacita systému/infrastruktury absorbovat narušení a reorganizovat se během působení změny tak, aby i nadále zachoval stejnou funkci, strukturu, identitu, a zpětné vazby.	
PSYCHOLOGIE	Schopnost jedince udržet, navrátit nebo zlepšit své duševní zdraví po vážných zdravotních událostech.	

Jak je možné vidět z tabulky, objevují se různé způsoby vložení si jednoho pojmu. A třebaže se do dnešních dnů pojem resilience adaptoval do různých vědních oborů, neexistuje žádná jednotná obecná definice, která by byla použitelná pro všechny tyto obory. [7]

Resilience v českých zemích

Předcházející odstavec se věnoval zapojení resilience do podvědomí ve světě. Tento odstavec se bude naopak věnovat resilienci v českých zemích.

Pojem resilience se u nás objevil již v dobách Československa, přesněji v druhé polovině 20. století. Dle dostupných informací [2] se pod tímto pojmem rozuměla pružnost. Chápání a překlad pojmu jako pružnost, se odvíjela od doby a situace, která v té době v Československu vládla. Používání anglických slov nebylo v této době podporováno, a proto se všechna slova používaná v anglicky mluvících zemích překládala.

Na slovo pružnost se nahlíželo jako na schopnost, kdy při kterémkoliv útoku nedojde ke zhroutení, rozbití sociální struktury, ale odolá takovému útoku, a pružně se navrátí do původního stavu před útokem. [2]

V dnešní době se na resilienci nahlíží spíše jako na *odolnost systému/infrastruktury*, než na reakci daného systému/infrastruktury na vznik nežádoucí události. [2, 4]

Resilience - vzájemný vztah s resiliency a ego-resiliency?

Výraz resiliency bývá často spojován s resiliencí nebo s ego-resiliency. Je tedy nezbytné se aspoň okrajově o těchto

souvislostech zmínit. Výrazy „resilience“ a „resiliency“ se používají převážně v anglicky mluvících zemích. [5, 8]

Resilience označuje dynamický proces, kterým jedinec dosahuje pozitivní adaptace při vystavení nepřízni, kdežto resiliency označuje osobní charakteristiku jedince, která ovšem nepřepokládá žádné vystavení nežádoucí události. [5, 8]

V češtině bohužel nemůžeme takto jednoduše použít tyto dva významy. Jako „resilienci“ budeme muset brát dynamický proces zmíněný výše a „resiliency“ popisovat jako odolnost ve smyslu nezdolnosti (*hardiness*), ve smyslu soudržnosti (*sense of coherence*) nebo ve smyslu sebeuplatnění (*self-efficacy*). [5, 8]

Ego-resiliency se zaměřuje na vlastnosti jedinců, které přispívají k resilienci. Zahrnuje vlastnosti, jako jsou vynalézavost, odolnost charakteru a flexibilita fungování. Tento termín popisuje schopnost jedince adaptovat se flexibilně na měnící se prostředí. Jedinci s nízkou úrovní ego-resiliency jednají ve stresujících situacích stálým způsobem, nebo naopak chaoticky, což vede k nepřizpůsobení se dané situaci. [5, 8]

Závěr

Příspěvek prezentuje výchozí stanovisko pojetí resilience, které bude dále rozvíjeno v rámci projektu Studentské grantové soutěže.

Na základě zjištěných informací byla resilience jako první použita v přírodních vědách, později také v ekologii a psychologii a chápána jako reakce na nežádoucí událost.

Naopak v dobách Československa byla u nás resilience překládána jako pružnost, na rozdíl od dnešní doby, kdy je brána jako odolnost vybraného systému či infrastruktury.

Příspěvek se snažil rozebrat pojem resilience, od samotného vzniku až po dnešní dobu. I přes velké využívání slova resilience nedošlo ke sjednocení definic pro samotný pojem resilience.

Po zkoumání velkého množství definic, názorů a připomínek je resilienci možné chápat jako reakci na nežádoucí událost, díky které je možné se na ni dostatečně připravit do budoucna.

Koncept resilience může být využit jako nástroj pro vytvoření vhodné strategie či návrhu opatření, které by reagovaly na nežádoucí události, které ohrožují bezpečnost obyvatelstva.

Použitá literatura

- [1] ŠTEFKOVÁ, I.; DOLEJŠ, M.: *Resilience u adolescentů v nízkoprahových zařízeních pro děti a mládež*. Olomouc, 2016. ISBN 978-80-244-4903-6.
- [2] PERNICA, B.; ČÍPA, L. Koncept resilience společnosti a otázka jeho aplikace u států jako česká republika. In: *The science for population protection* [online]. Lázně Bohdaneč: Lázně Bohdaneč: MV - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, Institut ochrany obyvatelstva, 2016, s. 15 [cit. 2016-12-30]. ISSN 1803-568X. Dostupné z: <http://www.population-protection.eu/prilohy/casopis/32/239.pdf>.
- [3] *Definitions of community resilience: an analysis* [online]. In: Community & Regional Resilience Institute, 2013 [cit. 2016-12-30].
- [4] PONDĚLÍČEK, M.: Přístup k resilienci a bezpečnosti ze současného úhlu pohledu. In: *The science for population protection* [online]. Lázně Bohdaneč: Lázně Bohdaneč: MV - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru

- ČR, Institut ochrany obyvatelstva, 2013, s. 9 [cit. 2016-12-30]. ISSN 1803-568X. Dostupné z: <http://www.population-protection.eu/prilohy/casopis/16/119.pdf>.
- [5] ŠOLCOVÁ, I.: *Vývoj resilience v dětství a dospělosti*. Praha: Grada, 2009. Psyché (Grada). ISBN 978-80-247-2947-3.
- [6] Elastic potential energy. *Energy Education* [online]. 2006 [cit. 2017-05-07]. Dostupné z: http://energyeducation.ca/encyclopedia/Elastic_potential_energy.
- [7] NOVOTNÝ, J.S.: *Resilience dnes: teoretické koncepty, nedostatky a implikace* [online]. In: Brno, 2010, s. 28 [cit. 2016-12-30]. ISSN 0009-062X. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/215826137_Resilience_today_Theoretical_concepts_imperfections_and_implications.
- [8] SEBASTIAN NOVOTNÝ, J.: Resilience versus „resilientní jedinec“: co vlastně zkoumáme? *Psychologie a její kontexty* [online]. 2014, , 12 [cit. 2017-05-07]. Dostupné z: http://psychkont.osu.cz/fulltext/2014/Novotny_2014_1.pdf.

Požiadavky na bezpečnosť pri používaní požiarneho výťahov

The Requirements for Safety in Use of Fire Elevators

Ing. Marta Nagyová

doc. Ing. Marianna Tomašková, PhD.

Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta
Letná 9, 042 00 Košice, Slovakia
marta.nagyova@tuke.sk

Abstrakt

Príspevok sa zaoberá tematikou bezpečnosti pri používaní požiarneho výťahov, konkrétne svojimi požiadavkami na ich označenie a prevádzkovanie. Nato, aby sa tieto výťahy mohli zaviesť do budovy musia spĺňať stavebné, konštrukčné a iné požiadavky, keďže zlyhanie pri ich nezastavení môže mať nepriaznivý vplyv na životy zachraňujúcich, ale aj okolitých ľudí. Súčasťou príspevku je analýza a posúdenie rizík v uzavretých priestoroch požiarneho výťahov pomocou grafu rizika.

KLúčové slová

Bezpečnosť, hasičské jednotky, požiarne výťah, riziko.

Abstract

The paper deals with the theme of safety in the use of fire elevators, specific requirements for the labeling and operation. In order to bring these elevators into the building, buildings must meet construction, design and other requirements, as failure to do so may have an adverse effect to rescue, but also the surrounding people. Part of the contribution is to analyze and assess the risks in the closed premises of fire elevators using the risk chart.

Keywords

Safety, Fire units, Fire elevator, Risk.

Introduction

As the population increases, there is a need for fire elevators which are of great importance for the safe and rapid evacuation of persons, and are also extremely important for incendiary fire brigades. In the past, this issue has not been addressed due to the low occurrence of high-rise buildings, but today the importance of fire lifts is rising sharply. Although there are several dozen high-rise buildings above 60 m, in Slovakia it is not known to exit a building that would have two fire elevators or one evacuation and one fire elevator at the same time.

Fire elevator

Fire elevators, Fig. 1, there is a technical equipment reserved for the transport of fire units as well as fire fighting equipment. From these elevators, fire brigades have to be secured to all floors of the planned intervention. The elevator must be located in a protected escape route, properly protected and fully under the control of firefighters or other authorized persons. It is also secured by power supply from two independent sources, which is the main difference between a classic elevator and a fire or evacuation elevator. An evacuation lift is also considered a fire elevator. [2]

The protected escape route is understood as a separate part of the building, which forms a separate fire section that is protected by building elements and other protection from other spaces. This part of the building is intended primarily for safe firefighting of fire units but also for safe evacuation of persons. Buildings are equipped with the necessary elevators, according to their type or need. From the point of view of fire protection, fire and evacuation elevators are equipped according to the relevant technical standards. Failure of

any part of the lift or insufficient number of fire and evacuation lifts may have adverse consequences. [2]

Requirements for fire elevators

For proper use and operation of fire elevators, it is necessary to create a number of technical measures. Failure of any part of the elevator or insufficient number of fire and evacuation elevators in buildings with increased fire risk can have adverse consequences for both life and property. [3]

The technical requirements are divided into three basic areas:

- requirements for building solutions,
- ventilation,
- electrical requirements.

However, experience and practice show that two more new requirements are needed to effectively operate fire elevators, namely:

- requirements for the size and design of the elevators,
- human factor requirements. [3]

Requirements for the construction solution concern the allocation of an evacuation or fire elevator shaft to a separate fire department. In such a shaft, a maximum of two fire or evacuation elevators may be located. The shafts of these lifts can not be shared with the ordinary elevators. If hydraulic equipment is used to drive the elevator, then these fluids must be non-flammable. [3]

The project documentation states that the evacuation lift function is performed by a fire elevator, which closes this case and does not address its need. The necessity of installing two fire elevators in buildings over 70-90 m is necessary because of the higher incidence of people, which prolongs their evacuation time.

Each elevator consists of the main parts, which are shown in Fig. 1.

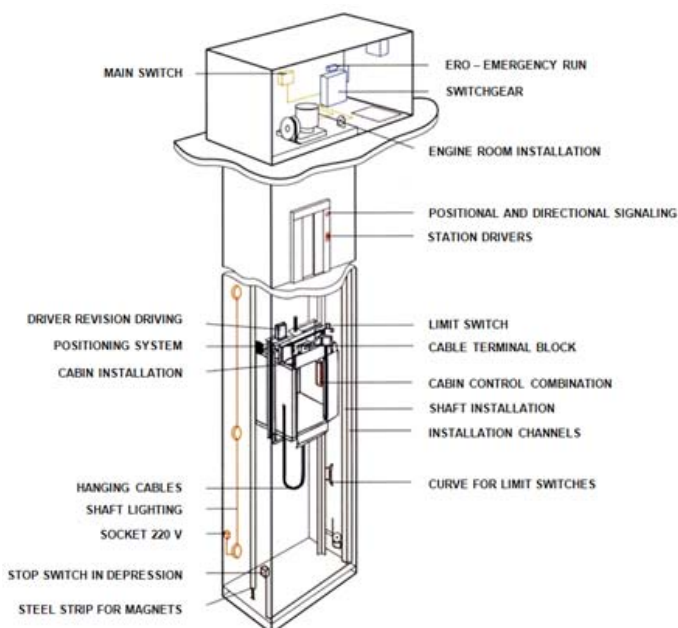


Fig. 1 Fire elevator and its parts [6]

Development of fire

Fire elevators in buildings also have an important function. They facilitate the firefighting of firefighters in the upper floors of buildings by delivering them quickly and effortlessly to the site of fire, thereby effectively using their forces for extinguishing. [4]

When hitting the stairs fire fighters would get very exhausted and the output would take too long. It is also their advantage to easily transport even heavier fire-fighting devices such as hoses or automatic breathing apparatus. This will leave the fireman enough energy to perform rapid intervention. From the mentioned time-heat curve of the fire development, Fig. 2, it can be seen that the fire in its beginning can be more quickly and easily quenched due to its low temperature. In the case of a full-fledged fire, the fire-extinguishing action and the number of incendiary firefighters are involved. [4]

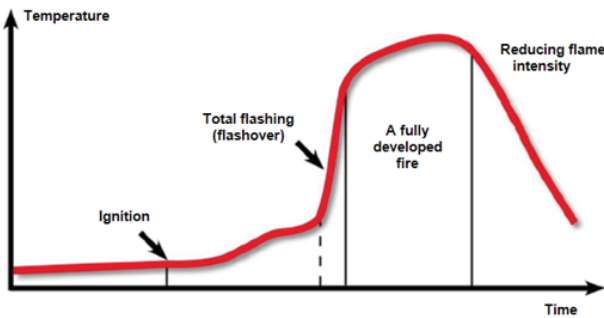


Fig. 2 Time-heat curve development of fire [4]

Safety marking of elevators

Each lifts must be marked with a pictogram in the elevator car and the elevator shaft door. The fire lift must be marked with the pictogram shown in Fig. 3. The label is used in a combination of symbols, texts and various dimensions. It allows use with fire control unit and serves for fire intervention. The pictogram is places in a visible place next to the elevator control and on the given floor, with the assumption of the intervention of the fire units. To compare the difference between the fire and the evacuation elevators. The evacuation lift is indicated by a similar pictogram, but instead of the red color the green color is used, and instead of the flame is a running person, Fig. 4.



Fig. 3 Fire elevator [5]



Fig. 4 Evacuation elevator [5]

KONE has complete solutions for refinement elevators to meet specific customer requirements. Fig. 5. A fire service elevator can be used as a normal passenger elevator even if it has the additional protection, controls and signalization to enable it to be used under the direct control of the firefighter. [7]



Fig. 5 Car interior options for firefighter elevators [7]

Operation fire elevators

Fire elevators and their illumination must be connected to two sources of electricity, both primary and secondary (contingency, emergency, spare), Fig. 6. The replacement source must be sufficient to start and operate the fire elevators. [5]

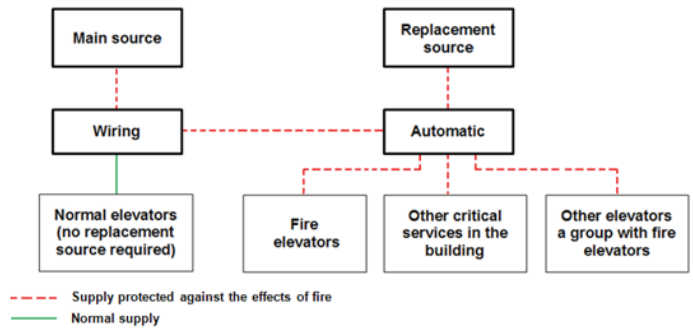


Fig. 6 Example sources of electricity for fire elevators [5]

Analysis and risk assessment in confined spaces

The life of elevators, whether personal, evacuation, fire or other, is very low due to a non-compliant technical site. If we look at this from the older outdated period, it can be said that they corresponded to the level of safety. Security is evolving every year and brings new systems to reduce the level of risk to the current state of safety. [1]

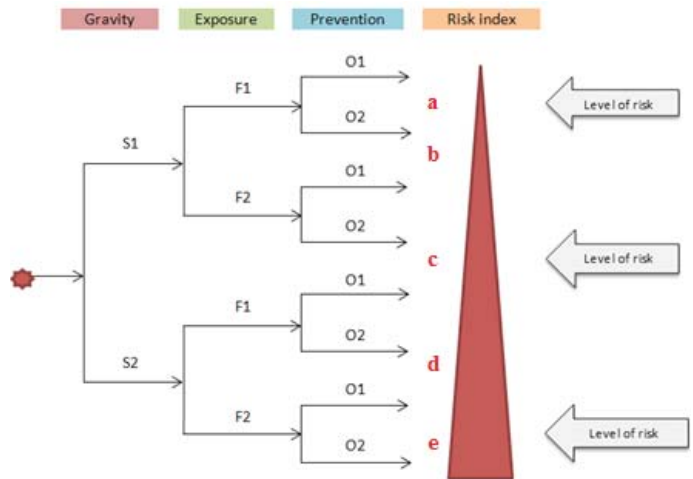


Fig. 7 Risk chart with an indication of the required level of risk [1]

The identification, assessment and risk assessment are made they are currently using many methods. One is also the „risk chart“ which is a graphical output for risk assessment. Coming from so called. Decision tree, where each node of the graph represents a certain quantity, the risk parameter and the graph direction represent the degree of severity of the parameter. [1]

Risk charts illustrate and describe the individual risk parameters that allow them to decide how to reduce them to the desired level, Fig. 7.

Tab. 1 Parameters for risk assessment [1]

S	Severity of injury / damage
S1	small injury (easy injury, reversible), e.g. scratches, cutting wound, bruise
S2	serious injury (e.g. usually irreversible, including death, secession or tingling of limbs)
F	Frequency and / or time of threat
F1	twice or less for working hours (rarely) or shorter than 15 minutes exposure (short exposure time)
F2	more than twice for work change or longer than 15 minutes
O	Possibility of preventing or limiting damage
O1	possible under certain conditions (e.g. if the parts move at a lower speed as 0,25 m/s, workers are using personal protective equipment)
O2	not possible

Tab. 2 Risk calculation using the spot method

Danger / Threat	S	F	O	IR	LR
The heat of sulfuration into the shaft / machinery space (electric elevators shortcut option)	2	1	1	c	MR
Do not protect or block the elevator (prevention of firefighting)	2	1	1	c	MR
Draining the water into the shaft (electric short)	2	2	2	e	HR
Fighting in the firehouse (elevator failure)	1	2	1	b	MR
The construction structure is twisted (rather than firefighters ending the liberation of people)	2	2	2	e	HR
Insufficient or incorrect placement of fire elevators for firefighting in a building (fire brigade)	1	2	1	b	MR
Disturbance or malfunction of the switchboard (elevator failure)	1	1	1	a	LR
Invalid marking of manual elevator control (latch lock)	1	1	1	a	LR
Power supply failure (elevator disability)	1	2	1	b	MR
The presence of harmful combustion products (inhalation of burns from evacuated persons)	2	2	2	e	HR
Drive with incorrect stopping accuracy (stopping the elevators on the mezzanine)	1	2	1	b	MR

The risk graph as shown in Tab. 2, than fire elevators and hence evacuation elevators belong to a group where MR - medium risk.

Conclusion

The importance of fire elevators is increasing due to the construction of higher buildings. Therefore, these elevators are subject to specific requirements. The project documentation lacks the participation of fire protection specialists in the implementation projects and then submission of documentation to the competent fire and rescue authority, whereas the introduction of fire elevators can not only rely on the availability of fire elevators and fire ventilation without verification by functional tests.

Reference

- [1] SINAY, J.: *Bezpečná technika, bezpečné pracoviská - atribúty prosperujúcej spoločnosti*. Košice: TU, 2011. 264 s. ISBN 978-80-553-0750-3.
- [2] STN EN 81-72 Bezpečnostné pravidlá na konštrukciu a montáž výťahov.
- [3] SALVOVÁ, V.: *Zásah hasičských jednotiek a evakuácia osôb z ohrozených priestorov prostredníctvom požiarnych a evakuačných výťahov*: Diploma thesis. Košice: TU Faculty of mechanical engineering, 2016. 66 p.
- [4] SLAŠŤAN, R.: *Požiarné a evakuačné výťahy*: Bachelor thesis. Zvolen: TU Woodworking faculty, 2014. 47 p.
- [5] SALLUT, M.: *Zabezpečovanie evakuácie a zásahu hasičských jednotiek požiarnymi a evakuačnými výťahmi*. Diplomová práca. Zvolen: TU Woodworking faculty, 2010. 77 p.
- [6] *Odborné prehliadky* [online]. [cit. 2016-10-11]. Available on the Internet: <http://www.bp-myjava.sk/index4_2.htm>.
- [7] *KONE Solution for EN81-72*. [online]. [cit. 2017-2-3]. Available on the Internet: <http://www.kone.se/Images/factsheet-kone-elevator-en81-72_tcm27-31305.pdf>.

Kultúra bezpečnosti ≈ Multidimenzionálny jav

Safety Culture ≈ Multi - Dimensional Phenomenon

Bc. Ivana Osadská¹

Ing. Vladimíra Osadská¹

Mgr. Ivana Slováčková^{1,2}

¹VSB - Technical University of Ostrava, Faculty of Safety Engineering

Lumírova 13, 700 30 Ostrava - Výškovice

²Kirschstein & Partner, Kompetenz für Angewandte Psychologie
Bezručova 194/34, 737 01 Český Těšín

vladimira.osadska@vsb.cz

Abstrakt

Článok poukazuje na rozdielnosť vnímania pojmu kultúra bezpečnosti v odbornej sfére ako aj na nejednotu definícií pojmu. Prezentuje možné modely fungovania kultúry bezpečnosti a základné otázky, ktoré je nutné zodpovedať. Ďalej poukazuje na nevyhnutnosť zapojenia managementu firmy pre dobré fungovanie systému, ako aj na ďalšie faktory, ktoré firemnú kultúru bezpečnosti ovplyvňujú.

Kľúčové slová

Kultúra bezpečnosti, modely, psychosociálne faktory.

Abstract

The paper refers to the difference of perception of the concept of safety culture in the professional sphere as well as the definitions of disunity. It presents possible models of functioning safety culture and the fundamental questions that must be answered. Furthermore, it highlights the need for the involvement of the company management for the proper functioning of the system as well as other factors that influence the corporate culture of safety.

Keywords

Safety culture, models, psychosocial factors.

Introduction

Developing and enhancing a strong company safety culture can change the landscape of an organization and pay incredible dividends. Without active participation by all members of an organization, a safety culture will not evolve and the safety management system cannot reach its full potential [1].

The issue of safety of operations is generally a broad term which experts engaged for a long time. The concept of safety culture is not novel, but it began even more relevant after the world-changing events with large-scope effect, e.g. tragedy at Chernobyl nuclear power station. The report of the International Advisory Group (i.e. INSAG) Nuclear Safety states that: "Safety Culture is that assembly of characteristics and attitudes in organizations and individuals which establishes that, as an overriding priority, nuclear plant safety issues receive the attention warranted by their significance." [2]

Understanding of Safety Culture

By the definition, safety culture is difficult to measure. Moreover, there exist numerous definitions of safety culture in the literature, see Tab. 1. Safety cultures evolve gradually in response to local conditions, past events, the character of the leadership and the mood of the workforce [3].

Tab. 1 Various definitions of Safety Culture [4]

Reference	Definition
Cox and Cox (1991)	Safety culture reflects the attitudes, beliefs, perceptions, and values that employees share in relation to safety.
Geller (1994)	In a Total Safety Culture (TSC), everyone feels responsible for safety and pursues it on a daily basis.
Lee (1996)	The safety culture of an organization is the product of individual and group values, attitudes, perceptions, competencies, and patterns of behaviour that determine the commitment to, and the style and proficiency of, and organization's health and safety management.
Reason (1997)	Safe culture is an informed culture and this, in turn, depends upon creating an effective reporting culture that is underpinned by a just culture in which the line between acceptable and unacceptable behaviour is clearly drawn and understood.
Kennedy and Kirwan (1998)	Safety culture is an abstract concept, which is underpinned by the amalgamation of individual and group perceptions, thought processes, feelings, and behaviours, which in turn gives rise to the particular way of doing things in the organization. It is a sub-element of the overall organizational culture.
Hale (2000)	Safety Culture refers to the attitudes, beliefs, and perceptions shared by natural groups as defining norms and values, which determine how they act and react in relation to risks and risk control systems.
Cooper (2000)	Culture is the product of multiple goal-directed interactions between people (psychological), jobs (behavioural), and the organizational (situational); while safety culture is that observable degree of effort by which all organizational members directs their attention and actions toward improving safety on a daily basis.
Mohamed (2003)	Safety culture is a sub-facet of organizational culture, which affects workers attitudes and behaviour in relation to an organizations on-going safety performance.
Fang et al. (2006)	Safety culture is a set of prevailing indicators, beliefs, and values that the organization owns in safety.
OSHA	Safety cultures consist of shared beliefs, practices, and attitudes that exist at an establishment. Culture is the atmosphere created by those beliefs, attitudes, etc., which shape our behaviour.

In all types of activities (and for both of organization and individual at all levels), the attention to safety involves several elements [2]:

- *Individual* - awareness of the importance of safety.
- *Knowledge and competence* - conferred by training and instruction of personnel and by their self-education.
- *Commitment* - requiring demonstration at senior management level of the high priority of safety and adoption by individuals of the common goal of safety.
- *Motivation* - through leadership, the setting of objectives and systems of rewards and sanctions, and through individuals' self-generated attitudes.
- *Supervision* - including audit and review practices, with readiness to respond to individuals' questioning attitudes.
- *Responsibility* - through formal assignment and description of duties and their understanding by individuals.

Safety Culture has two general components. The first is the necessary framework within an organization and is the responsibility of the management hierarchy. The second is the attitude of staff at all levels in responding to and benefiting from the framework [2]. These components are considered separately, because Safety Culture particularly concerns individual performance and many individuals carry safety responsibilities. Fig. 1 demonstrates the major components of Safety Culture.

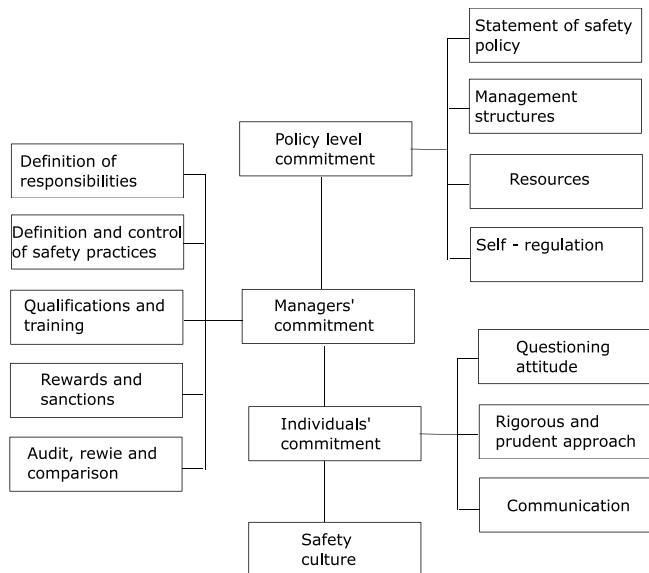


Fig. 1 Illustration of the presentation of Safety Culture [2]

In any important activity, the manner in which people act is conditioned by requirements set at a high level. Establishment of a management structure, assignment of responsibilities within the Safety Culture and allocation of resources are all primary responsibilities at corporate policy level. These arrangements are compatible with the organization's safety objectives.

Safety Culture model

Researchers and practitioners have proposed a variety of models of Safety Culture in recent years. They agreed on a number of 5 steps that should lead to a good Safety Culture. Even with the change of nomenclature, it is still essentially the same. The definition of these levels by Hudson et al. is presented below and also shown in Fig. 2 [5, 6].

- *Pathological*: Who cares about safety as long as we are not caught?
- *Reactive*: Safety is important: we do a lot every time we have an accident.
- *Calculative*: We have systems in place to manage all hazards.
- *Proactive*: We try to anticipate safety problems before they arise.
- *Generative*: Health, Safety and Environment (HSE) is how we do business round here.

The UK Coal Safety Management Systems implements steps that should lead to a good Safety Culture differently, see Fig. 3. The model was designed in a such way, that the bottom level includes only few or none of the standards definitions for organization and as a site moves up through upper five levels these standards are more specified and the amount of requirements are increasing. This increase also includes the improvement of compliance with, and effectiveness of these standards [7].

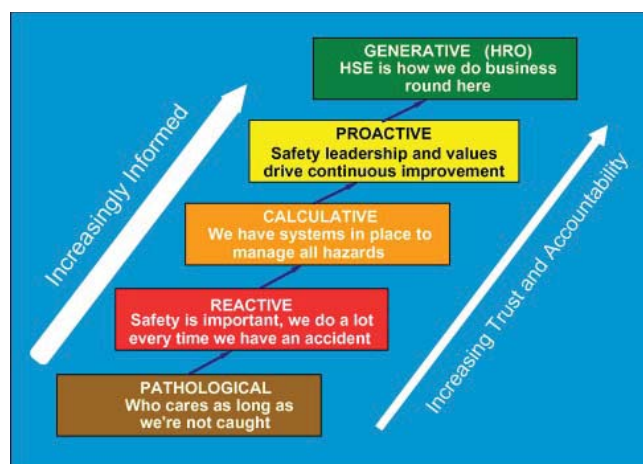


Fig. 2 The Health, Safety and Environment (HSE) Culture ladder [6]

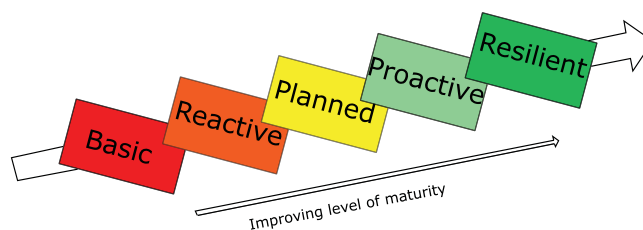


Fig. 3 UK Coal journey model [7]

On the other hand, theoretical background underlying Safety Culture may also be based on a dynamic definition of Safety Culture, which embodies three major questions representing core dimensions of Safety Culture:

- How committed are we to safety?
- How are we involved in safety?
- How do we learn?

These questions underlie the diagram of main elements of Safety Culture presented in Fig. 4, [8].



Fig. 4 Main Elements of Safety Culture

However, all models endorse that the Safety Culture is not only the responsibility of employees but also the basic obligation of management. Safety Culture is a subcomponent of corporate culture, which alludes to individual job and organizational features that affect and influence safety. The concept of Safety Culture is not specific unequivocal [9].

Psychosocial factors and safety culture

One way to frame safety culture is to examine it within the broader context of organizational culture. Although these constructs were developed separately (i.e., Safety Culture was not originally a subculture of organizational culture), they are related concepts. Schein (1990) defines organizational culture as: "[A] pattern of basic assumptions, invented, discovered, or developed by a given group, as it learns to cope with its problems of external adaptation and internal integration, that has worked well enough to be considered valid and, therefore is to be taught to new members as the correct way to perceive, think, and feel in relation to those problems". [4]

Among input factors which also influence Safety Culture, we should also include psychosocial factors, ergonomics factors, social situation and more, see Fig. 5. These factors are affecting the workers and work collectives. The causes of adverse effects and causalities of these factors are well known, however, there are still missing preventive measures. The Safety Culture also suffers from this deficiency. To the basic psychological factors belong motivation, satisfaction, human relations, health and safety, worker nature that accompanies and influences employment. Sufficient working conditions are characterized by physical comfort (adequate physical exercise, good climatic conditions in the workplace, the elimination of harmful physical agents, to ergonomic principles, good social background). Using simple words, it is important to ensure social welfare [10].

However, it is difficult to change the attitudes and beliefs of adults by direct methods of persuasion. But acting and doing, shaped by organizational controls, can lead to thinking and believing. An ideal Safety Culture is the "engine" that drives the system towards the goal of sustaining the maximum resistance towards its operational hazards, regardless of the leadership's personality or current commercial concerns [3].

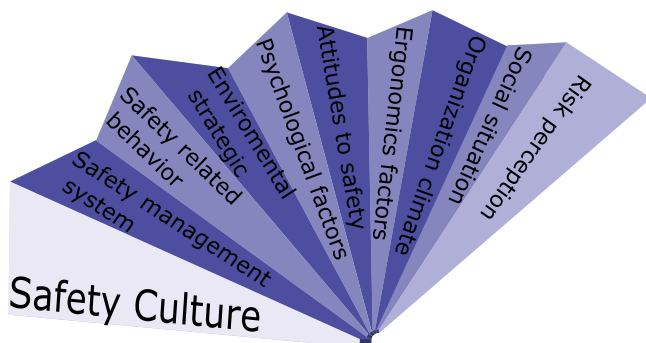


Fig. 5 Factors influencing the Safety Culture

Future development

In this work, we shown that the definition of the concept of Safety Culture using one sentence is not simple and straightforward (see Tab. 1). We also presented outputs related to interconnection between Safety Culture and Safety climate. In our opinion, the most interesting approach was presented by Cooper [9]. He claims that the individual human complacency and psychological welfare plays the key role in Safety Culture. Usually, these factors are disregarded and considered only as black-white area -workers are happy or unhappy. However, we should consider all grayscale which influence the probability of human error. We should ask what was the real reason why the error occurred and what have been other reasons which contributed to this failure. These questions are heading towards "new" risk analysis in the workplace. This multidimensional problem will be investigated in Master's thesis, which focuses precisely on the Safety Culture in companies.

Conclusion

Safety Culture is now a commonly used term. However, there is a real requirement of a deep understanding of its nature because only such understanding leads to the transformation of convenient term "Safety Culture" into a concept of practical value. Every company wants to keep safety culture on high level and reduce occupational injuries. These values are important to achieve a comparative level with high advanced world companies. Every company can obtain such a good quality of safety culture and this is not only a case of the large companies.

References

- [1] *National safety council: 4 barriers to an effective company safety culture*, National safety council, (2013), [online], [cit. 2017-03-03]. Available from: <http://blog.nsc.org/4-barriers-to-an-effective-company-safety-culture>.
- [2] International Nuclear Safety Advisory group: *Safety report (Safety culture)*, Vienna, (1991).
- [3] REASON, J.: *Achieving a safe culture: Theory and practice*, Work & Stress, (1998), [online], [cit. 2017-03-03]. Available from: <http://dx.doi.org/10.1080/02678379808256868>.
- [4] COLE, K.S.; STEVENS - ADAMS, S.M.; WENNER, C.A.: *A Literature Review of Safety Culture, Sandia National Laboratories*, (2013), [online], [cit. 2017-03-03]. Available from: <http://prod.sandia.gov/techlib/access-control.cgi/2013/132754.pdf>.
- [5] PARKER, D.; LAWRIE, M.; HUDSON, P.: *A framework for understanding the development of organisational safety culture*, Safety Science, (2006), ISSN 0925-7535, [online], [cit. 2017-03-03]. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925753505001219>.
- [6] HUDSON, P.: *Implementing a safety culture in a major multi-national*, Safety Science, (2007), ISSN 0925-7535, [online], [cit. 2017-03-03]. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925753507000227>.
- [7] FOSTER, P.; HOULT, S.: *The Safety Journey: Using a Safety Maturity Model for Safety Planning and Assurance in the UK Coal Mining Industry*, Minerals, (2013),3(1), 59 - 72, Doi:10.3390/min3010059, ISSN 2075-163X, [online], [cit. 2017-03-10]. Available from: <http://www.mdpi.com/2075-163X/3/1/59>.
- [8] SkyBrary - Euro control: *Safety culture in ATM*, Skybrary, (2017), [online], [cit. 2017-03-05]. Available from: http://www.skybrary.aero/index.php/Safety_Culture_in_ATM.
- [9] COOPER, D.; FINLEY, L.: *Strategic Safety Culture Roadmap, B - Safe Management Solutions Incorporated*, (2013), ISBN 978-0-9842039-1-8, [online], [cit. 2017-03-02]. Available from: http://news.inconstruction.org/IDOL-ICA%20Partnership/BSMS\discretionary {-} {} {} Safety_Culture_Roadmap.pdf0.pdf.
- [10] OSADSKÁ, I.: *Hodnotenie pracovných podmienok (psychosociálne faktory)*, VSB - TU Ostrava, (2017), seminárna práca.
- [11] Kirschstein & Partner, *Kompetenz für Angewandte Psychologie: Kultura bezpečnosti, obecné princípy ZAT a.s.*, Ostrava.

Procesy exfoliace grafitů

Exfoliation Processes of Graphites

Ing. Petra Roupčová

doc. Ing. et Ing. Klouda Karel, CSc., Ph.D., M.B.A.

Ing. Petr Lepík, Ph.D.

Ing. Bohdan Filipi, Ph.D.

VŠB - TU Ostrava, Fakulta bezpečnostního inženýrství

Lumírova 13, 700 30 Ostrava-Výškovic

petra.roupcova@vsb.cz, karel.klouda@vsb.cz, petr.lepik@vsb.cz,

bohdan.filipi@vsb.cz

Abstrakt

Príspevek popisuje možné chemicko-mechanické cesty (mletí v kulovém mlyně, sonikace, mikrovlnné záření) exfoliace grafitu s cílem získat nanografen. Jsou uvedeny příklady morfologie a základní chemické analýzy produktů pomocí FTIR a schéma předpokládané exfoliace grafitu působením sil při kulovém mletí. Dále byla u námi vyrobených produktů provedena termická analýza pomocí TGA a DSC křivek.

Klíčová slova

Grafit, exfoliace, kulový mlyn, nanočástice, tepelná stabilita, kontaktní toxicita.

Abstract

The paper describes the possible chemical-mechanical ways (ball milling, sonication and microwave radiation) exfoliation of graphite to obtain nanographene. The examples of product morphology are presented and basic chemical analysis of the products by FTIR is given as well. This contribution introduces predicted diagram of exfoliation of graphite created by interaction of forces during a process of ball milling. Finally a thermal analysis of our manufactured products was made by using TGA and DSC curves.

Keywords

Graphite, exfoliation, ball milling, nanographene, nanoparticles, thermal stability, contact toxicity.

Úvod

Mezi využívané metody exfoliace vrstevnatých sloučenin patří sonikace (ultrazvuková kavitace), dále působení mikrovlnného záření a v neposlední řadě vysoce energetické mletí (kulový mlyn). Většinou se tyto metody kombinují a navazují na sebe, sonikace-mletí. Sonikace v určitém typu rozpouštědla je obecnou metodou exfoliace v kapalně fázi. Vhodné medium kapalně fáze by měl mít hodnotu povrchového napětí blízké 40 mJ/m^2 (EtOH, THF, DMF a pod) [1]. Výhodně je tato metoda aplikována vůči vrstevnatým sloučeninám, jako je grafit, BN, MoS₂, WS₂, jily apod., kdy lze jejich exfoliaci získat jako produkt oddělené jednotlivé vrstvy [2]. Zároveň sonikace slouží k fragmentaci částic a tím i k usnadnění mletí.

Vysoce energetické mletí je jedna z metod přípravy nanočástic kovů, jejich oxidů a to tzv. cestou TOP-DOWN. Mletí v kulovém mlyně může být tzv. suché mletí, společně s anorganickou solí, v kapalně suspenzi, v různé atmosféře (vzduch, argon, dusík, amoniak).

Příklady využití:

- Exfoliace vrstevnatých sloučenin [2].
- Dopování uhlíkaté mřížky grafenu dusíkem, sírou, halogenem [3, 4].

- Připojení funkčních skupin na okraje mřížky grafenu (-H, -COOH, -SO₃H), [5].
- Exfoliace grafitu na grafen [1].
- Příprava GO [6] a jeho redukované formy [7].
- Připojení vodíku, chloru, bromu a jodu na okraje mřížky grafenu [8] (mletí grafitu v atmosféře H₂ a halogenu).
- Připojení -OH skupin na okraje mřížky grafenu [9] (společné mletí grafitu s KOH).
- Exfoliace grafitu na grafen po tepelném odstranění karboxylových skupin po společném mletí grafitu a kyseliny šťavelové [10].
- Příprava porézního kompozitu rGO/celulóza [11] (společné mletí GO, NH₂NH₂ a celulózy).
- Mikrovlnné záření bylo aplikováno na exfoliaci a částečnou redukcí GO a takto byl připraven produkt pro aplikaci jako elektrodový materiál v kondenzátoru [12]. Grafit byl exfoliován mikrovlnným zářením a následně míchán v oxidační směsi H₂SO₄/HNO₃ 1 : 1 po dobu 24 hodin. Takto byly připraveny grafenové nanodesičky. Pomocí FT IR byly identifikovány kyslíkaté funkční skupiny [13]. GO společně s HAuH₄ byl vystaven mikrovlnnému záření a získal se produkt s dispergovanými nanočásticemi zlata na povrchu uhlíkatého skeletu [14].

Další cesta k exfoliaci grafitu na grafen je využití dynamiky kapalin-její smykové síly. Smykovou exfoliaci umožní vytvoření turbulentního proudění, které přesahuje kritické Reynhorcovo číslo (10^4) a lze ho docílit běžným kuchyňským mixerm [15]. Tímto způsobem se dá připravit kvalitní vícevrstvý grafen a to bez zavedení zoxidovaných skupin na hrany grafenu a deformaci C-mřížky v planárním seskupení. Smyková exfoliace grafitu v kuchyňském mixeru probíhá často v suspenzi s organickými látkami nebo detergenty (povrchově aktivní látky) např. N,N-dimethyl formamidu [15], N-methyl-2-pyrolidonu [16], polyvinyl pyrolidonu [17] apod.

Experimentální část

Přístroje

- Jednopolozicový planetový mlyněk „Pulveresette 6“ FRITSCH (obr. 1);
- Ultrazvuková čistička Baldelin SONEREX RK 100H, 320W;
- Měření FTIR spekter: spektrometr Brucker alpha/FT-IR, software OPUS 6.5., rozsah 375-4000 cm⁻¹;
- Analýza SEM: Skenovací elektronový mikroskop FEI Quanta 650 FEG (FEI, USA);
- Twist Digital microscope Learning Resource, Inc. USA.
- Měření TGA a DSC, STA i 1500, Instrument Specialists Incorporated.
- Měření TGA/DSC2 Mettler-Toledo

Chemikálie

Grafit (KOH-I-NOOR, ČR), kyselina šťavelová, hydroxid draselný, kyselina sírová, kyselina dusičná, ethylen glykol (Sigma - Aldrich).



Obr. 1 Jednopolozicový planetový mlýn

Suché mletí

Do mlýnku byla předložena směs grafitu (0,5 g) a kyseliny šťavelové (3,9 g) a následovalo mletí 3 hodiny při 550 rpm. Teplota na vnější straně nádoby se pohybovala v teplotním rozmezí 65 - 67 °C. Produkt EM (I) se druhý den smyl proudem destilované vody z mlecích kuliček a nádoby a následně byl přefiltrován s promytím etanolem a destilovanou vodou a nakonec byl sušen 12 hod při 55 °C.

Do mlýnku byla předložena směs grafitu (0,5 g) a hydroxidu sodného (5,5 g) a následovalo mletí 5 hodin při 550 rpm. Teplota na vnější straně nádoby se pohybovala v teplotním rozmezí 65 - 67 °C. Druhý den se produkt EM (II) proudem destilované vody smyl z mlecích kuliček a nádoby a byl přefiltrován s promytím etanolem a destilovanou vodou a následně byl sušen 12 hodin při 55 °C.

Do mlýnku byla předložena směs grafitu (0,5 g) a kyseliny šťavelové (0,25 g) a manganistanu draselného (0,25 g) následovalo mletí 6 hodin při 550 rpm. Teplota na vnější straně nádoby se pohybovala v teplotním rozmezí 66 - 68 °C. Druhý den se produkt EM (IV) proudem destilované vody smyl z mlecích kuliček a nádoby a byl přefiltrován a promyt etanolem a destilovanou vodou a následně sušen 12 hod při 55 °C.

Mokrý mletí

Do mlýnku byla předložena směs grafitu (0,5 g) a 20 ml dimethylsulfoxidu (DMSO) a manganistanu následovalo mletí 5 hodin při 550 rpm. Teplota na vnější straně nádoby se pohybovala v teplotním rozmezí 81 - 90 °C. Druhý den se produkt EM (III) smyl proudem destilované vody z mlecích kuliček a nádoby a byl přefiltrován (intenzivní zápach) a filtrát promyt etanolem a destilovanou vodou. Následně byl vzorek sušen 12 hod při 55 °C.

Do mlýnku byla předložena směs grafitu (0,79 g) a 10 ml dimethylformamidu (DMF) a následovalo mletí 5 hodin při 550 rpm. Teplota na vnější straně nádoby se pohybovala v teplotním rozmezí 81 - 90 °C. Druhý den se produkt EM (V) smyl proudem destilované vody z mlecích kuliček a nádoby a byl přefiltrován a filtrát promyt etanolem a destilovanou vodou. Následně byl vzorek sušen 12 hod při 55 °C.

Sonifikace

Grafit (0,44 g) byl převrstven v Erlenmeyerově baňce 20 ml ethylen glykolem a tato suspenze byla 4,5 hodin sonikována při teplotě 45 °C. Po přefiltrování následovalo promytí filtrátu etanolem a destilovanou vodou, sušení produktu ES (I) při teplotě 55 °C po dobu 12 hodin.

Grafit (0,5 g) byl převrstven v Erlenmeyerově baňce 20 ml dimethylsulfoxidem a tato suspenze byla sonikována 6 hod při teplotě 45 °C. Po přefiltrování a promytí filtrátu etanolem a destilovanou vodou následovalo sušení produktu (ES II) při teplotě 55 °C po dobu 12 hodin.

Grafit (0,62 g) byl převrstven v Erlenmeyerově baňce 8 ml dimethylformamidem a tato suspenze byla 5 hodin sonikována při 45 °C. Po přefiltrování a promytí filtrátu etanolem a destilovanou vodou následovalo sušení produktu (ES III) při teplotě 55 °C po dobu 12 hod.

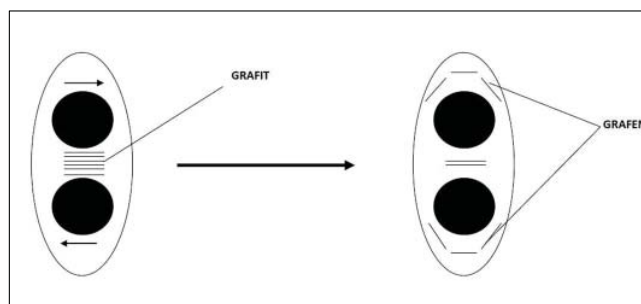
Mikrovlňné záření

Grafit (0,56 g) byl vložen v Erlenmeyerově baňce do mikrovlnné trouby 700 W po dobu 1 min. Po vychlazení byl grafit převrstven 15 ml 65 % HNO₃ a 15 ml H₂SO₄. Tato směs byla míchána při laboratorní teplotě 4,5 hod. Druhý den byla směs vylita do 100 ml destilované vody. Po usazení produktu EW (I) následovala dekantace, přidání 100 ml destilované vody, usazení a dekantace (opakování 7x do neutrálního pH).

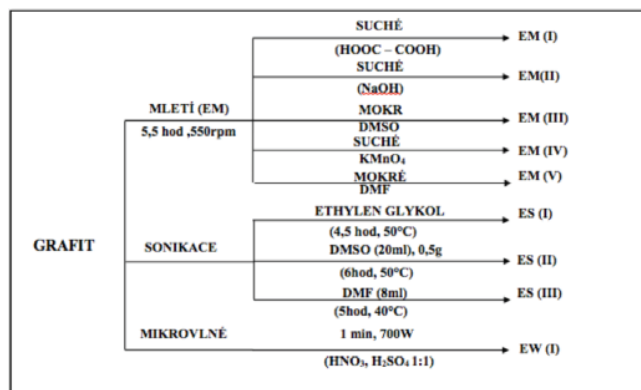
Šupinky z fólie grafen oxidu 0,28 g byly na Petriho misce vloženy na 3 min do mikrovlnné trouby 700 W po dobu 3 min. Cíle tohoto experimentu bylo testování, zda dojde k redukci, oxy skupin u grafen oxidu působením mikrovlnného záření. (Produkt dostal označení rGO).

Výsledky a diskuze

Zdrobňovací procesy pomocí drtičů a mlýnů jsou nedílnou součástí řady technologií, např. zpracování rudy, nerostů, strusky, v potravinářském průmyslu apod. Raketový rozvoj nanotechnologií měl vliv na renezanci a vývoj nových typů laboratorních a poloprovozních kulových mlýnů k využití v základním výzkumu a farmacii (metoda přípravy nanočástic tzv. TOP-DOWN). Nové konstrukce umožní mletí za intenzivního chladu, přítomnosti intenzifikčních přísad a to jak tuhého, kapalného či plynného skupenství. Kulový mlýn díky svému systému mletí a to působení koulí na materiál tlakem, úderem, stříhem a smykem se výborně osvědčil při delaminaci u vrstevnatých sloučenin. Toto působení na vrstevnatý grafit zjednodušeně vyjadřují schémata na obr. 2.



Obr. 2 Schéma delaminace grafitu při mletí v kulovém mlýnu



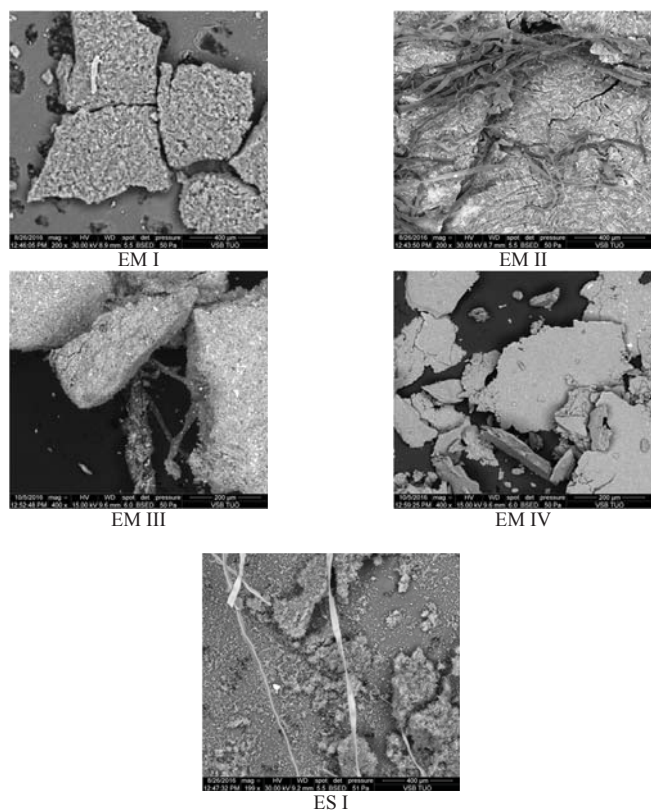
Obr. 3 Schéma realizovaných experimentů s cílem exfoliovat grafit

Při našich experimentech jsme v kulovém mlýnu mleli grafit s pevnou přísadou (suché mletí) a bez přísady v suspenzi s dimethylsulfoxidem a dimethylformamidem (mokré mletí). Reakční podmínky jsou patrné ze schématu, viz obr. 3.

Co lze na základě literárních údajů předpokládat za výsledky, u vzorku EM (I) navázání skupin -COOH na hranách destiček grafitu, u vzorku EM (II) navázání skupin -OH, u vzorku EM (IV) skupiny -COOH, C=O, -OH.

V první etapě identifikace a produktu exfoliace grafitu jsme využili elektronový mikroskop obr. 4, optický mikroskop obr. 5, a FTIR spektroskopii obr. 6. V další etapě chystáme provést tepelnou stabilitu produktů a jejich toxicitu (fytotoxicitu).

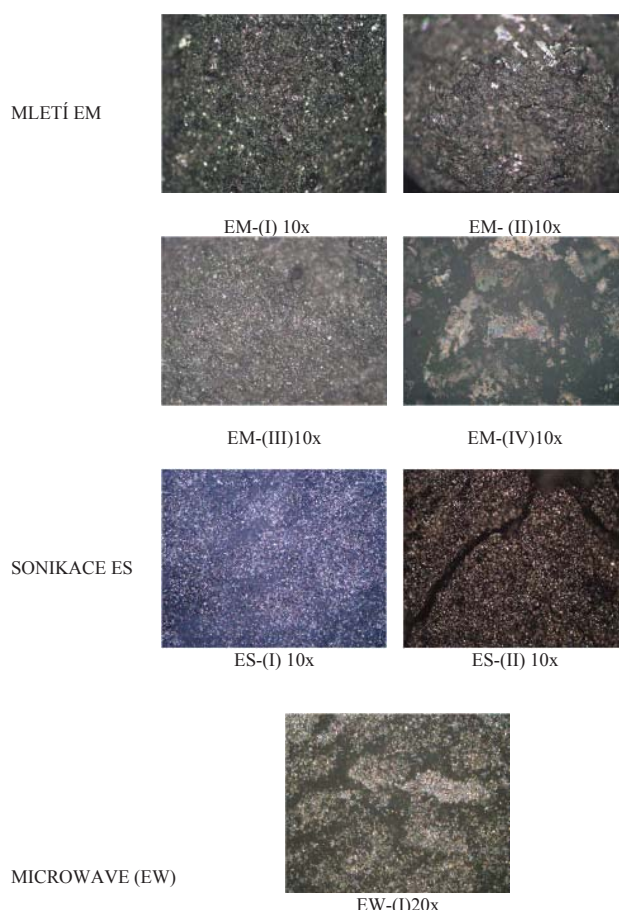
Zajímavý produkt (EM (II)) byl získán mletím přítomnosti NaOH, kdy byly pomocí SEM identifikovány uhlíkové nanostruhy (NANORIBBONS, obr. 4 -EM (II)). Toto si vysvětlujeme stříhem nanografenu (grafenových listků) při kulovém mletí za aktivní účasti radikálů HO. U tohoto produktu byly identifikovány pomocí přiřazených vibrací i skupiny - OH, C-O-C, =C-O-C (1105, 1049 cm^{-1}). Tyto skupiny byly identifikovány i u mokrého mletí s DMSO (EM (III)) a suchého mletí s KMnO_4 (EM (IV)).



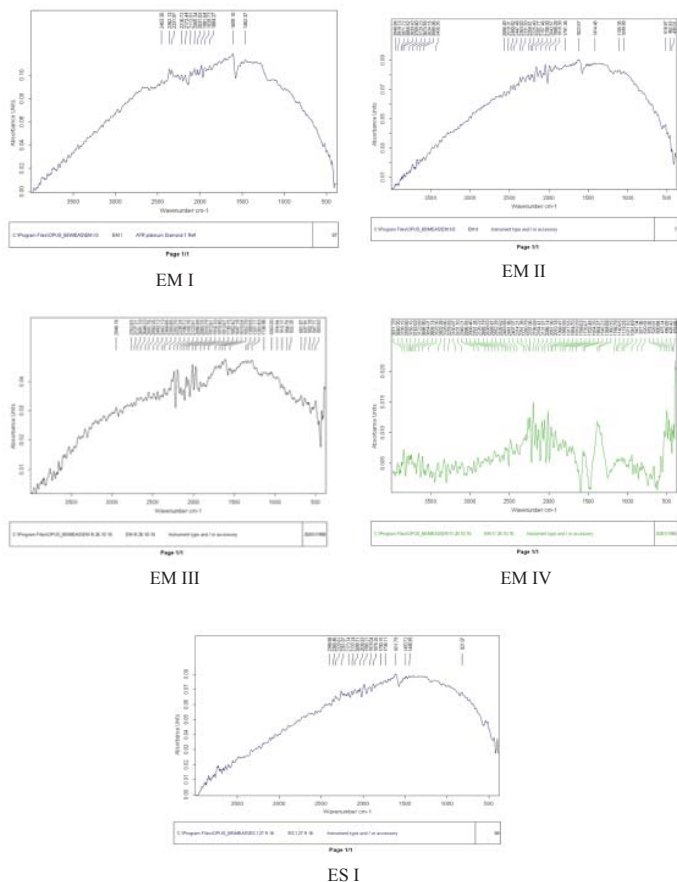
Obr. 4 Příklady elektronových snímků nově připravených produktů exfoliace grafitu

Produkt obsahuje i karbonylové popř. karboxylové skupiny (1791 cm^{-1}), které byly identifikovány i u mletí v prostředí DMSO (1730 cm^{-1}) a produktů sonikace v prostředí ethylenglykolu ES (I) a to s vibracemi při 1736 cm^{-1} a 1790 cm^{-1} . U všech produktů, u kterých byly pořízeny IR spektra lze najít vibrace charakterizující grafenový skelet (-C=C-C-), EM (I) 1609 cm^{-1} , ES (I) 1611 cm^{-1} , EM (II) 1623 cm^{-1} , EM (III) 1615 cm^{-1} a EM (IV) 1654 cm^{-1} .

U produktu EM (IV) - suché mletí grafitu s KMnO_4 se podařilo sejmout IR-spektru umožňující snadnější přiřazení vlnočtů a porovnání intenzit absorpcí. Po přiřazení vibrací funkčním skupinám u produktů, lze konstatovat, že došlo k oxidaci uhlíkatého skeletu, a to za vzniku -OH skupin (2500-3000 cm^{-1}), -COOH (1702, 1736 cm^{-1}), -C=C- (1654 cm^{-1}), C-O, C-O-C, =C-O-C (1384 cm^{-1} , 1140 cm^{-1} , 1119 cm^{-1}).



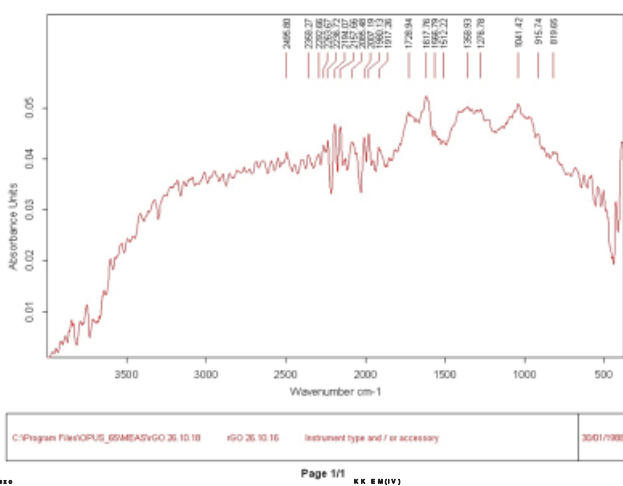
Obr. 5 Příklady mikroskopických snímků nově připravených produktů exfoliace grafitu



Obr. 6 Příklady IR spekter u nově připravených produktů exfoliace grafitu

Vedle grafitu jsme testovali vliv mikrovlnného záření na grafen oxid, kdy by mělo dojít k částečné redukci. 0,4 g GO bylo v Petriho misce vloženo do mikrovlnné trouby na 3 min, výkon 700 W. [12] Sejmuté IR spektrum produktu, který jsme značili rGO, obr. 6 má průběh křivky absorbance / vlnový rozsah odlišný od GO ve formě fólie před ozáření, al vlnočty hlavních absorbancí jsou v podstatě totožné: 1728 cm^{-1} (C=O, COOH), 1617 cm^{-1} (-C=C-C=C), 1358 cm^{-1} (C-O), 1041 cm^{-1} (C-O-C, =C-O-C) a charakterizující oxoskupiny, viz obr. 7.

Odlíšná je tepelná stabilita rGO oproti výchozímu GO zjišťována TGA a DSC analýzou. U obou má rozklad s dvěma exoepekty. U GO 1. exoepekt max. 225 $^{\circ}\text{C}$ - váhový úbytek 43,6 hm. %. U rGO 1. exoepekt max. 228 $^{\circ}\text{C}$ - váhový úbytek 20,1 hm. %, u GO 2. exoepekt max. 450 $^{\circ}\text{C}$ - váhový úbytek 18,1 hm. %, u rGO 2. exoepekt max. 508 $^{\circ}\text{C}$ - váhový úbytek 37,5hm. %. Celkové tepelné zabarvení kompletního rozkladu je u rGO 5xvyšší než u fólie GO před ozáření. Z toho je patrné, že počátek rozkladu je při stejné teplotě, ale s nižším váhovým úbytkem. Druhý exoepekt je u rGO posunut cca o 60 $^{\circ}\text{C}$, ale s vyšším váhovým úbytkem.

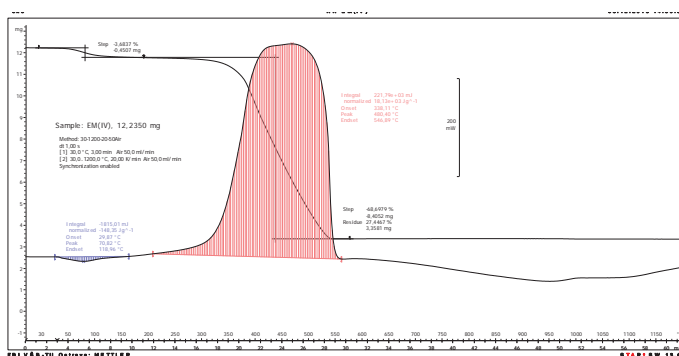


Obr. 7 IR spektrum produktu po mikrovlnném ozáření (rGO)

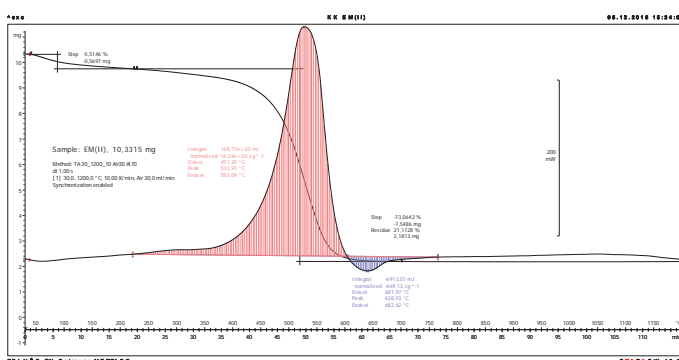
Pro podrobnější termickou analýzu jsme změnili přístrojové vybavení a rozsah měření (viz experimentální část). Velmi podobný průběh termického rozkladu (25-1200 $^{\circ}\text{C}$) měly produkty suchého mletí EM (I), EM (II) a EM (IV), viz obr. 8-10. Rozklad probíhal jedním exoepektem, a to, v tomto teplotním rozsahu a pořadí růstu stability max. EM (IV) společně mletí s KMnO_4 . Teplotní rozsah exoepektu 339-546 $^{\circ}\text{C}$ s max. při 483 $^{\circ}\text{C}$, váhový úbytek 67,4 %.

EM (II) společně mletí s NaOH, teplotní rozsah exoepektu 457-583 $^{\circ}\text{C}$ s max. při 553 $^{\circ}\text{C}$, váhový úbytek 73,1 %. EM (I) společně mletí s kyselinou štelavovou, teplotní rozsah exoepektu 600-769 $^{\circ}\text{C}$, s max. 706 %, váhový úbytek 88,5 %.

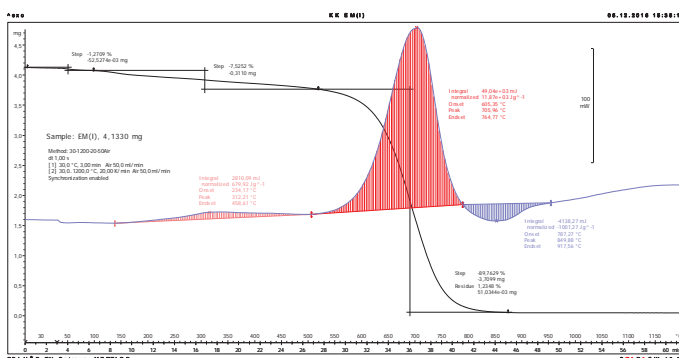
Z tohoto výsledku je patrné, že nejméně teplotně stálý produkt byl při společném mletí grafitu s manganistanem draselným. Srovnávali jsme teplotní průběhy rozkladu s GO, rGO a GO-MWCNT získaných chemickou cestou. Je základní rozdíl v tom, že chybí I. Exoepekt s max. cca 200 $^{\circ}\text{C}$, ale druhý exoepekt (max. u GO 450 $^{\circ}\text{C}$, max. u rGO 508 $^{\circ}\text{C}$, max. u GO-MWCNT 557 $^{\circ}\text{C}$) vcelku koresponduje s hodnotami našich produktů po kulovém mletí EM (IV) a EM (II), odkazy viz obr. 8, 9, 10.



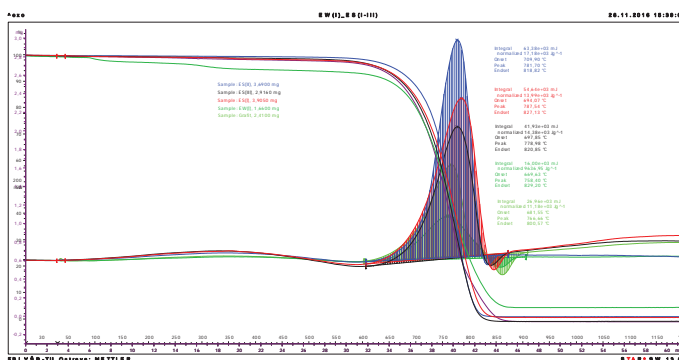
Obr. 8 Termická analýza (TGA a DSC křivka) produktů společného mletí grafitu a KMnO_4 [EM (IV)]



Obr. 9 Termická analýza (TGA a DSC křivka) produktu společného mletí grafitu a NaOH [EM (II)]



Obr. 10 Termická analýza produktu společného mletí grafitu a kyseliny štelavové [EM (I)]



Obr. 11 Termická analýza (TGA a DSC křivka) produktů sonikace a výchozího grafitu

Sonikace grafitu byla realizována ve třech typech rozpouštědel, ethylenglykolu ES (I), dimethylsulfoxidu ES (II), a dimethylformamidu ES (III). Sonikace probíhala v podstatě za obdobných reakčních podmínek (viz obr. 3). Výsledek termální analýzy produktu a výchozího grafitu je patrný z obr. 11.

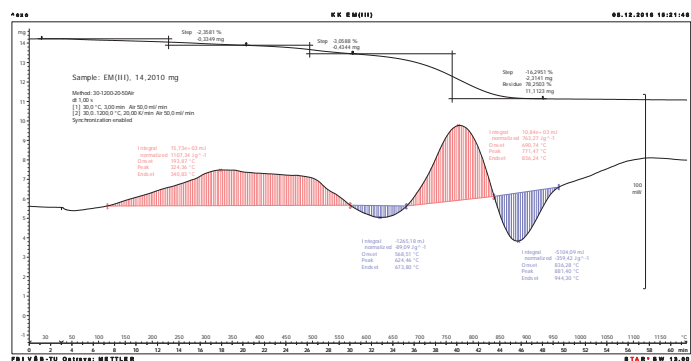
Z výsledků tepelného rozkladu, který je provázen jedním exoeffektem, lze získat pouze tyto hodnoty: počáteční teplotu rozkladu, teplotu maxima efektu exoeffektu a tepelné zbarvení rozkladu. Ve všech těchto hodnotách je stejná závislost jejich růstu u jednotlivých produktů, viz tab. 1:

Tab. 1 Sumarizace výsledků získaných TGA a DSC analýzy a jejich vzájemná závislost

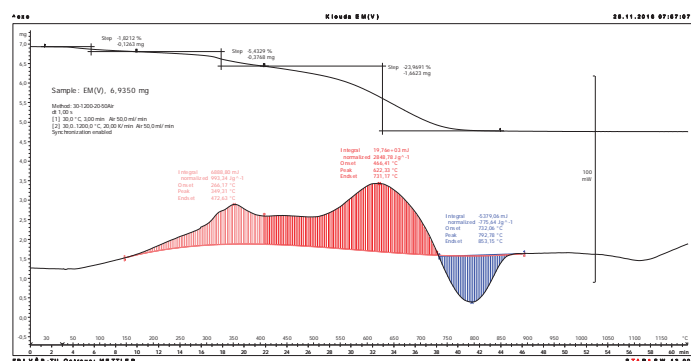
Změřené hodnoty	Produkt			
	Grafit	ES (I)	ES (II)	ES (III)
Počáteční teplota rozkladu [°C]	681	694	697	710
Teplota při max. exoeffektu [°C]	766	787	778	781
Tepelné zbarvení rozkladu [kJ/g]	11,18	13,99	14,38	17,18
Porovnání hodnot tepelného zbarvení produktů k grafitu	1,00	1,25	1,33	1,54

Výsledky mokrého mletí grafitu v DMSO a DMF neumíme zdůvodnit, pouze interpretovat zajímavý průběh DSC křivek a vysokou stabilitu produktů do teplot 1150 °C (výchozí grafit se rozložen od 100 °C - do teplot 800 °C).

U produktů tzv. mokrého mletí jejich rozklad byl pouze 20-30 % celkové hmotnosti s průběhem exotermním tak endotermním. Viz TGA a DSC křivky produktů EM (III) a EM (V), obr. 12, 13.



Obr. 12 Termická analýza (TGA a DSC křivka) produkty mletí grafitu v prostředí DMSO [EM (III)]



Obr. 13 Termická analýza (TGA a DSC křivka) produkty mletí grafitu v prostředí DMF [EM (V)]

U produktu EM (III), mletí v prostředí DMSO je identifikovaný teplotně dlouhý exoeffekt v rozmezí 130-568 °C s minimálním úbytkem hmotnosti 5,5 %, druhý exoeffekt s max. při 771 °C s hmotnostním úbytkem 16,3 %. Mezi oběma exoeffekty a za druhým exoeffektem jsou endoeffekty s teplotním rozpětím začátku a konce cca 100 °C v podstatě bez hmotnostní změny s malým tepelným zbarvením 448 J/g. U produktu EM (V), mletí DMF je dlouhý spojený exoeffekt v teplotním rozsahu 150-731 s dvěma identifikovanými maximy při 349 °C a 622 °C. S celkovým teplotním zbarvením 3842 J/g a váhovým úbytkem 29,4%. Od teploty 732 °C do 853 °C endoeffekt bez váhového úbytku s teplotním zbarvením 775 J/g, tj. celkové tepelné zbarvení $\sum \Delta H$ je -3110 J/g. U produktu EM (III) je $\sum \Delta H$ je -1422 J/g.

Závěr

Prováděné experimenty měly za cíl najít alternativní cesty na přípravu grafenů, jinak než oxidací grafitu a následnou redukcí grafen oxidu na grafen. Získané výsledky je nutné brát jako pilotní a autoři jsou si vědomi nedostatků při formulování závěru k získaným experimentům. Např. u výsledků termické analýzy produktu po sonikaci grafitu v různých rozpouštědlech si zatím netroufáme dát do závislosti stupeň exfoliace a uvolněné teplo ΔH .

Je nutné provést další experimenty k vytvoření závěru, která cesta je ekologická a ekonomická, např. rozšíření přísad na společně mletí nebo u sonikace upravit reakční podmínky apod.

Poděkování

Autoři děkují za odbornou spolupráci Ing. R. Friedrichové, Ph.D., - MV GR HZS ČR TUPO, Ing. E. Zemanové - SÚJB, Ing. L. Gembalové, Ph.D., - VŠB-TU Ostrava.

Zařazení příspěvku

Příspěvek byl vypracovaný v rámci projektu Studentské grantové soutěže „Posouzení vlivu na životní prostředí vybranými nanomateriály a produkty tepelné degradace materiálů po styku s vodou z hlediska ekotoxicity.“ Číslo projektu SP2016/92.

Použitá literatura

- [1] ZHAO, W.; WU, F.; WU, H.; CHEN, G. 2010.: Preparation of Colloidal Dispersions of Graphene Sheets in Organic Solvents by Using Ball Milling, *Journal of Nanomaterials* 2010, p. 1-5.
- [2] NICOLASI, V.; CHHOWALLA, M.; KANATZIDIS, M.G.; STRANO, M.S.; COLEMAN, J.N. 2013.: *Liquid Exfoliation of Layered Nanomaterials*, Science 340, p. 1420-1438.
- [3] XUE, Y.; CHEN, H.; QU, J.; DAI, L., 2015.: Nitrogen - doped graphene by ball-milling graphite with melamine for energy conversion and storage, *2 D Materials*, vol 2, ISSN 2053-1583.
- [4] WANG, X.; SUN, G.; ROUTH, P.; KIM, D-H.; HUANG, W.; CHEN, P., 2014.: *Chem. Soc. Rev.* 43, p.7067-7098.
- [5] JEON, In-Y.; CHOI, H-J.; JUNG, S-M.; SEO, J-M.; KIM, M-J.; DAI, L.; BAEK, J-B., 2012.: *Large-Scale Production of Edge-Selectively Functionalized Graphene Nanoplatelets via Ball Milling and Their Use as Metal-Free Electrocatalysts for Oxygen Reduction Reaction*, J. Amer. Chem. Soc, 135, p. 1386-1393.
- [6] DASH, P.; DASH, T.; KUMAR, T.; MISHRA, L.B.K. 2016.: *Preparation of Graphene Oxide by Dry Planetary Ball Milling Process from Natural Graphite*, RCS Advances 6, p. 12657-12668.
- [7] MONDAL, O.; MITRA, S.; PAL, M.; DATTA, A.; DHARA, S.; CHAKRAVORTY, D., 2015.: *Materials Chemistry and Physics*, p. 1 -7.
- [8] XU, J.; JEON, I-Y; SEO, J-M.; DOU, S.; DAI, L.; BAEK, J-B., 2014.: *Edge-Selectively Halogenated Graphene*

- Nanoplatelets* (XGnPs, X= Cl, Br, or I) Prepared by Ball-Milling and Used as Anode Materials for Lithium - Ion Batteries, *Advanced Materials* p.7317-7323.
- [9] YAN, L.; LIN, M.; ZENG, CH.; ZHANG, S.; ZHAO, X.; WU, A.; WANG, Y.; DAI, L.; QU, J.; GUO, M.; LIU, Y. 2012.: Electroactive and biocompatible hydroxyl-functionalized graphene by ball milling, *Journal of Materials Chemistry*, 22, p.8367-8371.
- [10] LIN, T.; CHEN, J.; WAN, D.; HUANG, F.; XIE, X.; JIANG, M., 2013.: *Facile and economical exfoliation of graphite for mass production of high-quality graphene sheets*, *J. Mater. Chem A*, p.500-504.
- [11] OUYANG, W.; SUN, J.; MEMON, J.; WANG, CH.; GENG, J.; HUANG, Y., 2013.: *Scalable preparation of three-dimensional porous structures of reduced graphene oxide/cellulose composites and their application in supercapacitors*, *Carbon* 62, p.501-509.
- [12] ZHU, Y.; MURALI, S.; STOLLER, M.D.; VELAMAKANNI, A.; PINER, R.D.; RUOFF, R.S., 2010.: *Microwave assisted exfoliation and reduction of graphite oxide for ultracapacitors*, *Carbon* 48, p. 2118-2122.
- [13] KUMR, D.; SINGH, K.; VERMA, V.; BHATTI, H.S., 2015.: *Microwave assisted synthesis and characterization of graphene nanoplatelets*. *Applied Nanoscience* 6, p.97-103.
- [14] JASUJA, K.; LINN, J.; MELTON, S.; BERRY, V. 2010.: *Microwave-Reduced Uncapped Metal Nanoparticles on Graphene: Tuning Catalytic, Electrical, and Raman Properties*, *J. Phys. Chem. Lett*, 1, p. 1853-1860.
- [15] YI, M.; SHEN, Z., 2014.: *Kitchen blender for producing high-quality few - layer graphene*, *Carbon* 78, p.622-626.
- [16] LIU, W.; TANNA, V.A.; YAVITT, B.M.; DIMITRAKOPOULOS, CH.; WINTER, H.H., 2015.: *Fast Production of High-Quality Graphene via Sequential Liquid Exfoliation*, *ACS Appl. Mater. Interf.* 7, p. 27027-27030.
- [17] NOROOZI, M.; ZAKARIA, A.; RADIMAN, S.; WAHAB, Z.A. 2016.: *Environmental Synthesis of Few Layers Graphene Sheets Using Ultrasonic Exfoliation with Enhanced Electrical and Thermal Properties*, *PLoS ONE* 11, e O152699.

Zraniteľnosť dopravnej infraštruktúry v súvislosti s konceptom mesta odolného pri katastrofách

Vulnerability of Transport Infrastructure in the Context of Disaster Resilient City Concept

Ing., Michal Titko, PhD.

Ing. Ján Havko

Mgr. Jana Studená, PhD.

University of Žilina, Faculty of Security Engineering

Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina, Slovakia

jan.havko@fbi.uniza.sk, michal.titko@fbi.uniza.sk,

jana.studena@fbi.uniza.sk

Abstrakt

Trvalý rozvoj a fungovanie mestských služieb závisí aj od infraštruktúry, ktorá je v mestách. Pochopenie rozdielov v odolnosti a zraniteľnosti infraštruktúry je dôležité pre bezpečnosť mesta. Pozornosť je venovaná infraštruktúre, najmä dopravnej, a jej zraniteľnosti. Niektoré typy infraštruktúry alebo niektoré špecifické prvky infraštruktúry môžu byť, viac alebo menej, zraniteľné ako ostatné. Na základe uvedených skutočností sa príspevok zameriava na hodnotenie zraniteľnostiestskej infraštruktúry voči účinkom katastrof ako súčasť koncepcie odolného mesta. Vytvorený návrh hodnotenia zraniteľnosti infraštruktúry má slúžiť pre potreby kritickej infraštruktúry.

Kľúčové slová

Zraniteľnosť, mesto odolné pri katastrofách, dopravná infraštruktúra.

Abstract

The sustainability development and operation of the city services are dependent on city serviceable infrastructure. The understanding of different infrastructures resilience and vulnerabilities is important for the city security. Focus in article will be paid on infrastructure, mainly transport infrastructure and its vulnerability. Some infrastructure types or some specific infrastructure elements can be more or less vulnerable than the others. Following mentioned facts the paper focuses on assessment of the city infrastructure vulnerability to the effects of disasters as a part of the resilient city concept. The proposed assessment is intended to be applied to the critical infrastructure.

Keywords

Vulnerability, Disaster resilient city, Transportation infrastructure.

Introduction

Based on the statistics and literature review [1 - 4] it can be argued that there is an increasing trend of disasters occurrence. At the same time due to disaster higher intensity the more severe impacts can be observed. As a trigger of such events were identified mainly climate change aspects [1 - 3] current disasters development several guidelines (directives) and measures have been adopted by the organizations of international crisis management. The climate change was address in the Paris climate Agreement (2016) and in frameworks Sendai (2015), Hyogo (2005) and Yokohama (1994). These documents are focused mainly on the issues of society resilience as a concept of civil protection.

The resilient city concept is based on anticipation, mitigation and reduction of physical, economic and social impacts of disasters within a city (mainly for natural disasters with association on climate change but it is applicable also for manmade or intentional ones - we will consider natural disasters only). This is done by creating an appropriate conditions for dealing with such situations through application of various measures e.g. ensuring organized services for whole community (from common to rescue); adhering sensible building codes and spatial planning (without informal settlements built on flood plains or steep slopes); incorporating monitoring and early warning systems to protect individuals (residents), infrastructure, community assets, environment, and cultural heritage; preparing and implementing of recovery strategies, etc. [5].

Cities are dense and complex systems. They are characterized by intense, regular interactions that are structured into identifiable activity areas, or in key resource management or mobility sub-systems. In resilient city concept are divided into several components [6]: health, environmental, social/cultural, infrastructure, education, disasters, economic. In this paper we deals with "infrastructure" part and closely with its sub-part transportation infrastructure.

The character of cities as complex place-based systems is very different to that of lower-density rural areas where activities are more spatially separated and interactions are less intense. In the urban environment in particular, the resilience of a place-based system is only as great as its weakest part [5]. Therefore the understanding of the transportation network weak points (vulnerability) and its resilience to disasters is important in general and in particular critical for ensure the city security and safety.

We argue that in many instances transport infrastructure (network) spans other components of society and its reliability and performance have significant influence on services which are provided by the other city components (healthcare - health, business continuity and industry - economic, delivering disaster relief or facilitating mass evacuations - disasters, etc.). Therefore, a vulnerability analysis of transportation network in a resilient city concept should always be viewed in a broader context - with relation to geo-spatial, industrial, social context, etc.

Transport system as a part of resilient city concept

Transport systems are designed to have an operational performance and are expected to contribute to a city's overall sustainability. However, under climate change related hazards, the transport system is at risk of being in a failed state, either below its expected operational performance level, or unavailable all together [7].

Civil infrastructure such as roadways and rail lines in extreme weather conditions can be disrupted by impact of natural hazards as flood and landslide. High temperatures can trigger reductions in speeds due to rail buckling risk and overhead catenary sag. Both road and rail can be disrupted due to bush fire damage of infrastructure in high temperature and high wind events. Each of these can result in delays or suspension of transport services due to these localized effects [8].

Transport activity is the result of bringing together resources of quite a different nature: appropriate infrastructure, equipment, vehicles, trains, airplanes and ships need to be provided. Service providers put together these resources to make transport services available for different needs, thereby using different transport modes: rail, road, aviation, inland water or maritime shipping. Regulators at the various levels provide the basic rules to facilitate operations to run smoothly, efficiently and with minimum impacts.

The role of transportation in cities has layering principles. In operational view it is just transport citizens, cargoes, or something else with existing infrastructure from one place to another. However from strategical point of view it is more about building infrastructure, making land use plan, taking for consideration also environmental pollution and a lot of other issue. Resilient cities have to understand the requirements of stakeholders on transport systems from many perspectives. One of the most important is disasters perspective on which is focused next chapter.

Transport system and its role in disasters solving

Transport network is vulnerable to a wide range of hazards that may lead to a deterioration of its operating parameters and result in a crisis situation. These hazards and risks are associated mainly with external conditions affecting the transport network. Mentioned hazards are partially recognized as the effects of climate change. From disaster or crisis situation perspective resilient cities should be prepared to handle such a situation. Protecting vulnerable infrastructure against the potential effects of climate change is a vital part of a secure transport network strategy, however, it is not sufficient on its own [9]. Therefore a transport system must be able to adapt to hazards, so as to maintain an acceptable level of service.

Based on FUTURENET’s methodology (see Fig. 1) the requirements for the crisis situation solving can be incorporated

into building of resilient cities in two aspects: (1) through transport planning and (2) resilience analysis.

Each threat can affect the capacity of the transportation network and/or produce demand on network (cause people to use transport network). Even if the transportation infrastructure is not directly affected during such incidents, it is important in providing of common services e.g. freight and package delivery, production processes ensuring, commercial and business travel, etc., it plays critical role in providing security for public e.g. emergency response - police, fire, medical services, armed forces, as it plays key role in delivering disaster relief, or facilitating mass evacuations (all these is transport demand). This could result in identification of the critical functions and assets which are critical for particular area (transport assets). During disasters increase the level of risk factors which result in unpredictable behaviour of people with following impact on transportation (transport behaviour). Therefore the ensuring of the required level of safety across the affected area (city) requires in some cases use of non-standard forces and resources, restrictions and grant specific duties which can vary depending on selected country e.g. restriction on freedom of movement and residence in the affected or threatened areas, limitation of integrity and privacy by evacuation to the designated place, no entry for vehicles or their use restriction, the command of civilian duty of maintenance of roads and railways, the traffic operability, etc.

Identification of critical transport assets condition, identification of susceptible services within transport demand, and consideration of transport behaviour in condition of climate change is essential for planning of appropriate programme within transport strategic planning cycle to achieve increased level of transport system resilience as well as increased level of city resilience itself. Strategic system planning should therefore consider and respect not only results of risk assessment but as well the results of resilience assessment of the city.

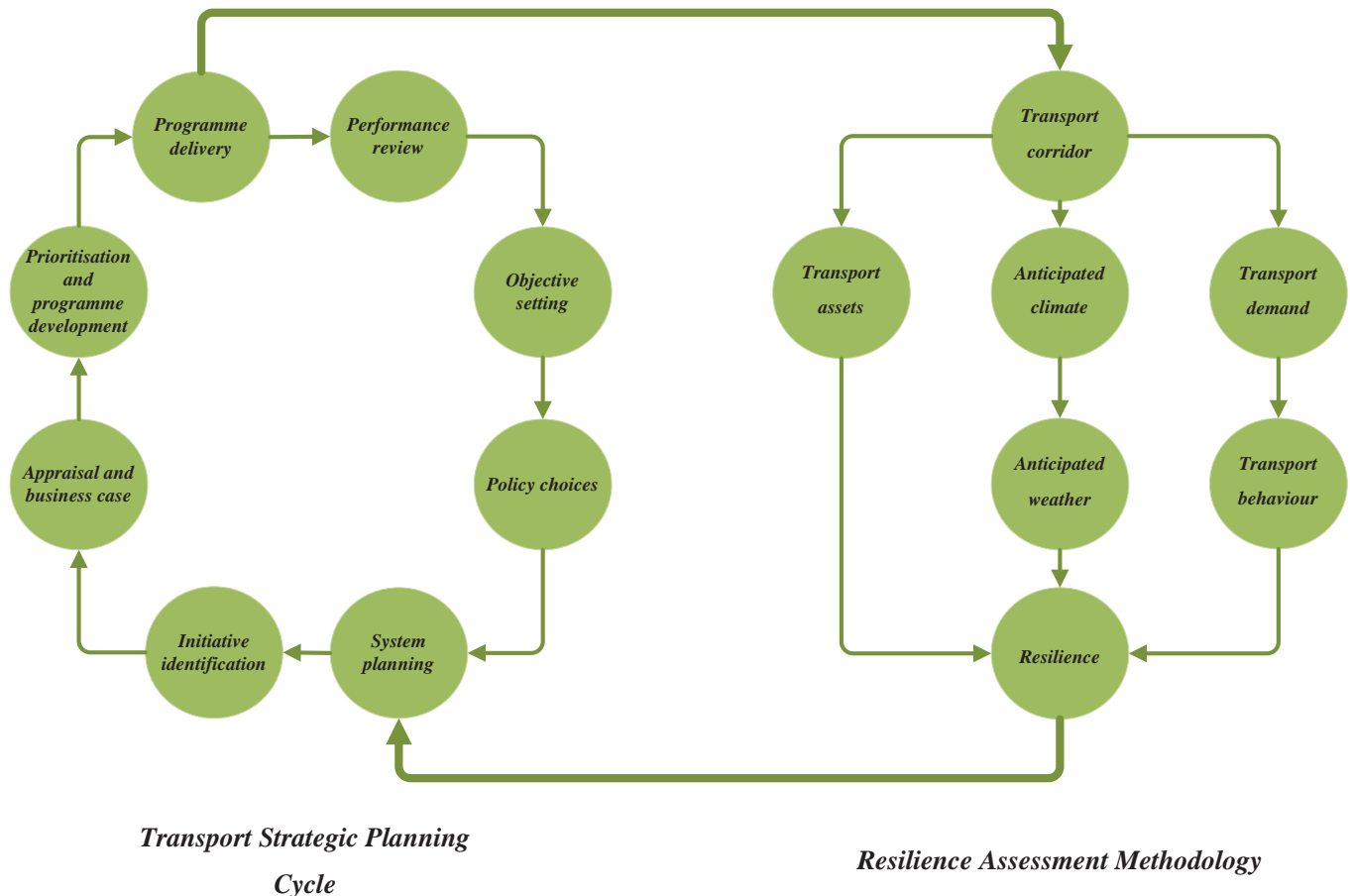


Fig. 1 The interface between the resilience assessment methodology and a typical transport strategic planning cycle [9]

Background and Rationale

There is no consensus on the definition of vulnerability. Basically it depends on subject area (context) in which the notion vulnerability is used. In the context of transportation network one can define the vulnerability as overall susceptibility to a specific hazardous event. It is also the magnitude of the damage given the occurrence of that event [10]. There is common agreement that the vulnerability in the context of transportation network represents a measure of loss of the transportation network's capabilities to perform its functions [11 - 13]. This agreement result in determining of transportation network most vulnerable points which can cause that performance loss. Such determination requires an assessment of the specific physical parameters of the transportation network elements as well as their close surroundings (e.g. bridge piers surrounding or roads subsoil).

Some authors [14, 15] argue that a system might be vulnerable to certain events but be resilient to others. Therefore is important take to account the specific risk and threat profiles to the area under analysis. Particular city areas with corresponding transport infrastructure elements can be on the one hand considerably expose to the danger of landslide because they are locate close to the steep slope but on other hand there is no danger of flood. There is also association with above mentioned requirements for assessment of specific physical parameters. In order to protect transportation elements, e.g. due to location within a flood area, can be performed e.g. hard (technical, construction) measures (pylons, barriers, etc.) which allow use these elements without limitations also in time of flood and this way decrease the sensibility of a particular element.

As the fundamental idea of resilience is derived from Ch. Darwin's research results who declares: „Not the strongest or the most intelligent will survive but a one who is the most adaptive“, the assessment of transportation network infrastructure vulnerability means that we should take into account also adaptive ability of the system under analysis. It can be seen as the ability of a system to change in a way that makes it better equipped to deal with external influences (disasters) [16]. Adaptive ability is also the combination of the strengths, attributes, and resources available to an individual, community, society, or organization that can be used to prepare for and undertake actions to reduce adverse impacts, moderate harm, or exploit beneficial opportunities [17].

Based on above mentioned facts and partial conclusions a system or society that is highly exposed to a threat, susceptible to its effects and less able to adapt is more vulnerable. Following these relationships a vulnerability of transportation network in the context of the resilient city can be assess by considering three types of factors:

- disasters particularities and their impacts (ability of disasters cause dysfunction of transportation network elements) - exposure,
- characteristics of the transportation elements and its susceptibility to effects of a disaster - susceptibility,
- ability or capacity of transportation network in conjunction with society to adapt to changing conditions - adaptive capacity.

Vulnerability Core Factors

The newer vulnerability assessments [18, 19] also address various factors (in literature mostly called “core factors”) of vulnerability and their interplay such as linkages among exposure, susceptibility, and adaptation (see Fig. 2). Questionable is what should be the content of such factors.

Exposure

Following the EPSON CLIMATE project [20] and previous research [13] exposure refers to the nature and degree to which a system is exposed to climatic variations (it means exposure to change in climatic conditions) - for our case exposure of

transportation infrastructure refers to the possible effects and impacts of disasters. It depends also on the system's (transportation infrastructure) location - on spatial variations of assessed systems [21] as well as on disasters occurrence distribution in selected area. Refer to these facts we assume following characteristics as important.

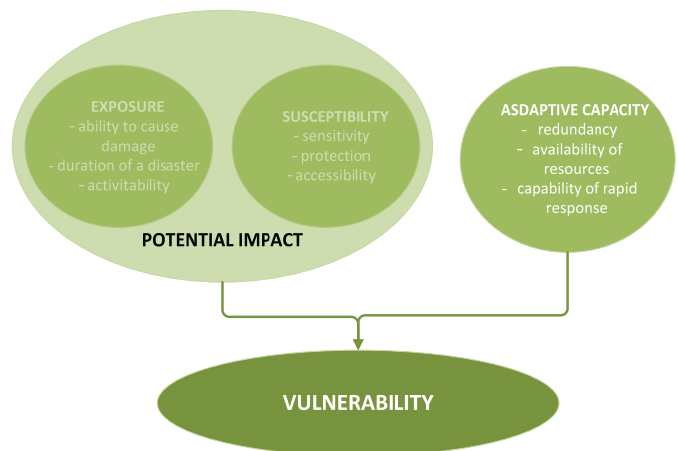


Fig. 2 Vulnerability and its core factors (Adapted from [18])

Ability to cause damage - is associated with an occurrence of particular crisis event and its intensity, type, mode of action, range and in overall with its destructive effects. E.g. earthquake with different intensity may have various destructive impacts. It also depends on the environment conditions in which it operates.

Duration of a disaster - is expected period of exposure to the effects of a disaster. It is also a period necessary to restore the required level of operational state of a transportation element. Increasing duration of a disaster indicates more severe consequences.

Activatability - means time necessary for threat activation. The longer this time period is, the less devastating a disaster could be. In cases with longer activation period it is possible to adopt some mitigation measures (e.g. warning, evacuation, makeshift dykes, enhancing resources and capacities, etc.). This argument cannot be apply across the board, e.g. in the case of a tornado it is not reasonably possible to be prepared to cope with such a disaster without impacts of a tornado (an evacuation is possible but it is not possible to make some hard construction measures). It results from destructive potential of a disaster and from limited resources for disaster prevention (resources could also be used inefficiently).

Susceptibility

As some authors [14, 15] argue that a system might be vulnerable to certain event but be resilient to the others. Our intention was to identify characteristics which reflect this fact. As important characteristics of susceptibility we assume (1) own ability of element to prevent and handle effects of disasters, (2) external ability of protection measures to help prevent or cope with effects of disasters, and (3) location of an element.

Sensitivity - is a tendency of a transportation element to be functionally damaged by effects of particular disaster. This characteristic is related to the ability of a transport network element to resist to and cope with expected negative effects on its own. It is based on an element construction parameters (robustness of construction, quality of materials used, age of construction, etc.). Critical infrastructure elements have characteristics and assumptions to better resist to the negative impacts of disasters.

Protection - it can be seen as additional feature to the “sensitivity”. “Sensitivity” is about own ability of an element to handle situation, on other hand “protection” take into account

external measure which are already applied on element or outside of element in order to protect this element, mainly with aim of decreasing the negative effects of a disaster. It include application of hard measures as dam construction, windbreaks, slope support, etc. as well as soft measures (security measures) which are applicable mainly against intentional crisis events (enhancing guarding of specific elements against terrorist threats, etc.).

Accessibility - is the level of simplicity with which an element of transportation network can be affected by a disaster. When it comes to natural hazards location of the property have to be taken into account e.g. flood area, tectonic area, area with possible landslides, etc.

Adaptive Capacity

Following literature review there is a close relationship between vulnerability, adaptive capacity and resilience and it is still not well articulated. According to previous research, resilience is an integral part of adaptive capacity [22]. Other concepts sees adaptive capacity as the main component of vulnerability [23] or as nested concepts within overall vulnerability structure [24]. In our approach for measuring vulnerability we understand resilience as integral part of adaptive capacity and adaptive capacity belongs to the core factors of vulnerability (see Fig. 1).

Taking into account definitions of adaptive capacity (see Background and Rationale) and according to research about resilience features in which resilient means robust (this is include in part "sensitivity"), redundant, resourceful, and capable of rapid response [25], core factor "adaptive capacity" could contain following parts.

Redundancy - is the ability of other elements of the system take over the functions of failed elements. In the perception of transportation network it means replacement impassable network segment by setting detours. Redundancy is closely linked to the density of the network and its structure. Dense transportation network offers more opportunities to replace an element. Therefore, there is a remarkable difference in redundancy of road and rail transportation network. From such point of view is rail network and its elements more vulnerable than the road elements. Moreover, particular network elements or network as whole may be unable to handle demand from other (others) inoperable network elements due to unsuitable structural features (weight restrictions, maximal traffic density, etc.).

Availability of resources - is access to the sources of city reserves or state material reserves which disposes with construction material for reconstruction of transportation elements or with spare parts for its immediate replacement (temporary bridge constructions, etc.)

Capability of rapid response - is ability of responsible authorities and rescue services (professional and voluntary) effectively (1) prevent effects of disasters by adoption of rapid measures (from coordination of traffic to building of makeshift dams) or (2) remove impacts of such events in short period of time and recovery to the previous state.

Vulnerability Index

For determination and calculation of final value of transportation network elements vulnerability we assume to use Vulnerability Index (equation 1). It represents an integration of all vulnerability core factors and their additional characteristics (from chapter 5). We argue that identified core factors and related characteristics have different influence on vulnerability final value. From that reason a weighted assessment of all factors and characteristics is assumed (multicriteria methods are suitable to use). We assume using specific value for vulnerability index calculation (e.g. from 1 to 5). Increasing values will indicate increasing vulnerability. The vulnerability index and interpretations of specific values (or probably it will be ranges of values) should serve for evaluation

of current state in specific city as well as for decision making purposes. Some recommendations for vulnerability reduction in terms of crisis planning, risk management and preparedness enhancing for decision makers should be also provided.

$$VI = f(E, S, AC) = f[f(CH_{ACD}, CH_{DD}, CH_{Ac}), f(CH_S, CH_P, CH_{Acc}), f(CH_R, CH_{AR}, CH_{CRR})] \quad (1)$$

where:

VI - Vulnerability Index, *E* - Exposure, *S* - Susceptibility, *AC* - Adaptive Capacity, *CH_{ACD}* - Characteristic - Ability to Cause Damage, *CH_{DD}* - Characteristic - Duration of a Disaster, *CH_{Ac}* - Characteristic - Activatability, *CH_S* - Characteristic - Sensitivity, *CH_P* - Characteristic - Protection, *CH_{Acc}* - Characteristic - Accessibility, *CH_R* - Characteristic - Redundancy, *CH_{AR}* - Characteristic - Availability of Resources, *CH_{CRR}* - Characteristic - Capability of Rapid Response.

If the given approach is applied on more elements or network parts simultaneously, it is possible to compare them and it allows the identification of more vulnerable parts. The responsible authorities should manage their reaction based on their current possibilities and with cooperation with crisis management representatives. They should apply some specific measures (hard or soft, or combination) based on particular hazard which should be addressed (e.g. different measures could be applied for floods or landslides). Moreover, by adopting specific measures authorities may also address and enhance unsatisfactory characteristics of vulnerability, e.g. we found out that the particular element is not redundant, but there is still option for construction of more dense network (add some links / roads to the network). Space for enhancing is mainly in core factor "adaptive capacity" and partially in "susceptibility" in which robustness (part "sensitivity") of transportation element can be enhanced. As was discussed, adaptive capacity and resilience are closely interconnected - they have common ground (common characteristics), and together with robustness built basis of resilience definition [25, 26].

In this point, an important relation (complementary relation) between resilience (resilient city concept) and vulnerability can be seen. By enhancing some parts (core factors or subsequent characteristics) of transportation network vulnerability, increased resilient of the city can be observed. On the contrary, by enhancing resilience characteristics, vulnerability of particular element or system can be reduced.

Conclusion

Within academic and also practitioners' communities there is no common agreement of vulnerability understanding in relation to resilience. However, this subject is active interest of both sides. In particular, understanding of vulnerability can help to identify weak components of a system (in our case - the city transportation network) and by adopting of suitable measures make a city more resilient to the impacts of disasters. In our research we assume complementary relation between vulnerability and resilient. Such connection offers enough space for application of vulnerability assessment results into the resilient city concept.

The article does not address possible domino effects which can occur in structural systems but it is only focus on individual vulnerability of transportation network elements. The article also does not discuss possible dependency or interdependency with other components of whole city system. In order to address these influences higher complexity of approach should be achieved. Complexity of approach could provide more accurate results but on the other hand could lead to unwelcome side effects as difficulty in understanding of approach and achieving results, time delays of results providing, overlapping of some features and effects, etc. This could lead to ineffective decision making.

We agree with opinion of Taylor and D'Este that it is not practical and cost-effective to undertake a geophysical or other risks assessment throughout the whole transportation network [11] - in our opinion also vulnerability assessment of all transportation elements. This is dictated by practical considerations - (1) the elicitation burden placed on experts whose knowledge is necessary to provide assessment should be limited; (2) importance of some infrastructure elements is significantly lower than the other ones. The proposed approach is intended to be applied to critical infrastructure elements, rather than to all transportation elements. The critical infrastructure elements in transportation can be identified by the experts through impacts based assessment approaches [27] or through simulations.

Acknowledgements

This work was supported by internal grant IGP201602 Application of resilient city concept in Žilina city.

References

- [1] GROENEMEIJER, P., et al.: *RAIN Project. D2.5 Present and Future Probability of Meteorological and Hydrological Hazards in Europe*.
- [2] BOUWER, L.M.: Have Disaster Losses Increased Due to Anthropogenic Climate Change? In: *Bulletin of the American Meteorological Society*. DOI: <http://dx.doi.org/10.1175/2010BAMS3092.1>.
- [3] GUBA-SAPIR, D.; HARGITT, D.; HOYOIS, P.: *Thirty years of natural disasters 1974 - 2003: The numbers*. Brussel: Louvain-la-Neuve, 190 pp. ISBN 2-930344- 71-7.
- [4] LUSKOVA, M.; DVORAK, Z.; LEITNER, B.: Impact of Extreme Weather Events on Land Transport Infrastructure. *Transport Means 2015*. Transport Means - Proceedings of the International Conference. pp. 306-309.
- [5] BRUGMANN, J.: Financing the resilient city, in: *Environment & Urbanization*, Vol 24(1): pp. 215-232.
- [6] UNIDSR.: *How to make cities more resilient a handbook for local government leaders*, Geneva: UN, 2012.
- [7] DOUST, K.: Towards a practical assessment methodology and toolbox for transport systems. Sustainability vulnerability under climate change. In *Proceedings of the Resilient Cities 2015 congress*. [on line]. [cit. 2015-03-15]. Available at: http://resilient-cities.iclei.org/fileadmin/sites/resilient-cities/files/Resilient_Cities_2015/RC2015_Ken_Doust.pdf://www.unisdr.org/campaign/resilientcities/home/index.
- [8] THORNES, J. et. al.: *Climate Change Risk Assessment for the Transport Sector*. [on line]. [cit. 2015-03-15]. Available at: <http://www.resilientmobility.com/publications>.
- [9] BOUCH, C. et. al.: *Future Resilient Transport Networks (Futurenet): Assessing Transport Network Security in the Face of Climate Change*. [on line]. [cit. 2015-03-15]. Available at: <http://www.resilientmobility.com/publications>.
- [10] JÖNSSON, H.; JOHANSSON, J.; JOHANSSON, H.: Identifying critical components in technical infrastructure networks, in: *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part O: Journal of Risk and Reliability*, Vol. 222, No. 2, 2008, pp. 235-243.
- [11] TAYLOR, M.A.P.; D'ESTE, G.M.: Concepts of network vulnerability and applications to the identification of critical elements of transport infrastructure, *26th Australasian Transport Research Forum*, Wellington, New Zeland, 2003.
- [12] YANG, L.; QIAN, D.: Vulnerability Analysis of Road Networks, in: *Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology*, Vol. 12, No. 1, 2012, pp. 105-110.
- [13] JENELIUS, E.; PETEMEN, T.; MATTSSON, L.G.: Importance and exposure in road network vulnerability analysis, in: *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Vol. 40, No.7, 2006, pp. 537-560.
- [14] DILLEY, M.; BOUDREAU, T.E.: Coming to terms with vulnerability: a critique of the food security definition, in: *Food Policy*, 2001, 26, 229-247.
- [15] WISNER, B.; BLAIKIE, P.; CANNON, T.; DAVIS, I.: *At risk: natural hazards, people's vulnerability and disasters*, 2nd ed. Routledge, London, 2004.
- [16] Allen Consulting Group, Climate Change, Risk and Vulnerability, Report to the Australian Greenhouse Office, Department of the Environment and Heritage, Published by the Australian Greenhouse Office, in the Department of the Environment and Heritage, 2005.
- [17] FIELD, C.B., et. al.: *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation*, Cambridge University Press, IPCC, 2012.
- [18] BIRKMANN, J.: *Measuring vulnerability to natural hazards: towards disaster resilient societies*, United Nations University Press, Tokyo, Japan, 2013.
- [19] Adamec, V.; Maléřová, L.; Adamec, M.: How to assess territory vulnerability. *The Science for Population Protection*. Volume 1/2016, Population Protection Institute of Lázně Bohdaneč, 2016, 117 stran, str. 35-40, ISSN 1803-568X.
- [20] ESPON Climate.: *Climate change and territorial effects on regions and local economies applied research 2013/1/4 Final Report*, 2013.
- [21] FÜSSEL, H.-M.; KLEIN, R.J.T.: Climate Change Vulnerability Assessments: An Evolution of Conceptual Thinking, *Climatic Change* 75 (3):301-329, 2006.
- [22] ADGER, W.N.: Vulnerability, *Global Environmental Change* 16, 2006, pp. 268-281.
- [23] BURTON, I., et. al., From impacts assessment to adaptation priorities: the shaping of adaptation policy, in: *Climate Policy* 2 (2-3), 2002, pp. 145-159.
- [24] GALLOPIN, G.C.: Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity, in: *Global Environmental Change* 16, 2006, pp. 293-303.
- [25] BRUNEAU, M. et. al.: A Framework to Quantitatively Assess and Enhance the Seismic Resilience of Communities, in: *EERI Spectra Journal*, Vol. 19, No. 4, 2006, pp. 733-752.
- [26] MALÉŘOVÁ, L.; SMETANA, M.; DROZDOVÁ, M.: Decreasing aftermath large extraordinary situations via the simulations. In: *Advanced Materials Research*. 2014, č. 1001, s. 453-457. ISSN 1022-6680.
- [27] REHAK, D.; NOVOTNY, P.: Bases for Modelling the Impacts of the Critical Infrastructure Failure, in: *Chemical Engineering Transactions*, Vol. 53, 2016, pp. 91-96.

Plán konferencí FBI a SPBI na rok 2017 - 2018

26. duben 2017 Požární bezpečnost stavebních objektů

Národní konference pořádaná ve spolupráci s Fakultou bezpečnostního inženýrství. Jednání konference je zaměřeno do oblastí týkající se požární bezpečnosti staveb, legislativních postupů při výstavbě, problematiky požárně bezpečnostních zařízení a logických návazností bezpečnostních a protipožárních systémů.

6. - 7. září 2017 Požární ochrana

Mezinárodní konference pořádaná ve spolupráci s Fakultou bezpečnostního inženýrství, Českou asociací hasičských důstojníků a Generálním ředitelstvím HZS ČR. Jednání konference je rozděleno do těchto sekcí: Požární prevence, Požární represe, Civilní nouzová připravenost, Protivýbuchová prevence, Bezpečnost osob a majetku, Věda a výzkum v požární ochraně, Zkušebnictví a certifikace v požární ochraně.

3. - 6. říjen 2017 WOS 2017

Konferenci spolupořádá Fakulta bezpečnostního inženýrství VŠB-TU Ostrava spolu se Sdružením požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s. a Českou technologickou platformou bezpečnosti průmyslu, z.s. Více informací o konferenci najdete na oficiálních stránkách <http://www.wos2017.net/>.

10. - 12. říjen 2017 Fire Safety

Požární bezpečnost jaderných elektráren - mezinárodní seminář, který se koná vždy 2 roky v České republice a 2 roky na Slovensku. Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s. ho spolupořádá s Fakultou bezpečnostního inženýrství a Slovenskou společností propagace vědy a techniky. Seminář je zaměřený na problematiku požární bezpečnosti jaderných elektráren, zúčastňují se ho zástupci všech jaderných elektráren z ČR a Slovenska.

prosinec 2017 Vánoční konference

Národní konference pořádaná ve spolupráci s Generálním ředitelstvím HZS ČR v prostorách Institutu ochrany obyvatelstva Lázně Bohdaneč. Konference je pojímána jako sympozium odborníků z nejrůznějších odvětví oblasti ochrany obyvatelstva. Jednání je rozděleno do 4 diskusních bloků, probíhá formou diskusních stolů, kdy každý je zaměřen na jeden ze strategických cílů Konceptce ochrany obyvatelstva do roku 2020, s výhledem do roku 2030.

31. leden - 1. únor 2018 Ochrana obyvatelstva - Zdravotní záchranářství

Mezinárodní konference pořádaná ve spolupráci s Fakultou bezpečnostního inženýrství, Generálním ředitelstvím HZS ČR a Fakultní nemocnicí Ostrava.

duben 2018 Bezpečnost a ochrana zdraví při práci

Mezinárodní konference pořádaná ve spolupráci s Fakultou bezpečnostního inženýrství, Ministerstvem práce a sociálních věcí ČR a Výzkumným ústavem bezpečnosti práce, v.v.i. Hlavní témata konference se týkají nových výzev v řízení bezpečnosti práce a procesů.

Bližší informace ke konferencím najdete na www.spbi.cz

