

ročník 16, číslo 1/2016

# 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](mailto:spektrum.fbi@vsb.cz)

Uzávěrka tohoto čísla - Current Issue Copy  
Deadline: 31. 03. 2016

Vyšlo: červen 2016 - Issued on June 2016

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

- Hodnocení vývoje trendů mimořádných událostí v železniční dopravě v letech 2005 - 2014 - Rating Trends to Incidents in Rail Transport in the Years 2005 - 2014** 3  
Ing. Peter Hrmel
- Použitie pyrotechnických výrobkov ako náloží NVS - Using of pyrotechnic products as IEDs** 7  
Ing. Štefan Jangl, PhD., Bc. Tomáš Hegyi
- Hodnotenie lesných požiarov z pohľadu ochrany prírodného a kultúrneho dedičstva na území SR - Evaluation of Forest Fires from the Point of View Safety of Natural and Cultural Heritage** 12  
prof. RNDr. Iveta Marková, PhD., PhDr. Ivan Murin, PhD., PhDr. Jana Jaďud'ová, PhD.
- Využití odpadů při odstraňování ropných látek - Use of Waste in the Removal of Oil Products** 16  
Ing. Alexand Trapl



## Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství

Vám nabízí následující SW  
bližší informace obdržíte na [spbi@spbi.cz](mailto:spbi@spbi.cz) nebo na 597 322 970

## Databáze Nebezpečné látky



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

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

Databáze Nebezpečné látky díky prostředí Microsoft Access umožňuje:

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

UN kód	název látky	CAS	EČ číslo	označení flaků
1028	Acetát (SD)	30560-19-1	250-241-2	013-079-00-7
2	1089 Acetaldehyd	75-07-0	200-836-8	605-003-00-6
3	3077 Acetamid	60-35-5	200-473-5	616-022-00-4
4	(S)-(R)-Acetamid-3,6-disulfonát-2	104038-22-4	413-590-3	611-063-00-4
5	1-(4-(3-Acetamido-6-(4-(4-nitro-2-6	115099-55-3	404-250-3	611-034-00-7
6	3-(3-Acetamido-4-(4-(4,6-bis(3-(di	115099-58-6	407-670-7	611-040-00-9
7	6-Acetamido-4-hydroxy-3-(4-(2-(su		401-010-1	016-043-00-3
8	1713 Acetanhydrid	108-24-7	203-564-8	607-008-00-9
9	1393 Acetofenon	98-86-2	202-708-7	606-042-00-1
10	1090 Aceton	67-64-1	200-662-2	606-001-00-8
11	1448 Acetonitril	75-05-8	200-835-2	608-001-00-3
13	4-nitro-2,6-diacetamido-3,5-pyridi	147577-08-1	411-660-8	607-348-00-2

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

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

# Hodnocení vývoje trendů mimořádných událostí v železniční dopravě v letech 2005 - 2014

## Rating Trends to Incidents in Rail Transport in the Years 2005 - 2014

Ing. Peter Hrmel

VŠB - TU Ostrava, Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13, 700 30 Ostrava-Výškovice  
phrmel@seznam.cz

### Abstrakt

Článek se zabývá problematikou vývoje trendů výskytu mimořádných událostí v železniční dopravě v letech 2005 - 2014 definovaných Vyhláškou Ministerstva dopravy č. 376/2006 Sb., o systému bezpečnosti provozování dráhy a drážní dopravy a postupech při vzniku mimořádných událostí na dráhách, v platném znění a evidované orgánem státního dozoru Drážní inspekci ČR (DI) z hlediska kategorizace událostí, následků na životech, zdraví osob a materiálních škod. Vyhodnocení vývoje doplňuje zevrubný pohled na stav opatření ke zlepšení výsledků popisované problematiky. Autor provádí hodnocení vývoje na pozadí probíhající transformace českých železnic, legislativních změn a liberalizace dopravního trhu dle požadavků Evropské Unie (EU).

### Klíčová slova

Železniční doprava, mimořádná událost, vlak, nehoda, drážní vozidlo.

### Abstract

The article deals with the development trends of extraordinary events in railway transport in the years 2005 - 2014 defined Ministry of Transport Decree no. 376/2006 Coll., On the system of rail operation safety and rail transport, and procedures for dealing with incidents in rail systems, as amended, and collected by the state supervisory Czech Rail inspection (DI) in terms of categorization of events, the consequences on the lives, health and property damage. Evaluating the development complements the comprehensive view of the status of measures to improve the results discussed issues. The author carries out the evaluation of development against the background of the ongoing transformation of Czech railways, legislative changes and liberalization of the transport market as required by the European Union (EU).

### Keywords

Rail transport, extraordinary event, train, accident, rail vehicle.

### Úvod

Železniční doprava České republiky představuje významný prvek kritické infrastruktury (KI) a v návazání na evropské tranzitní koridory je součástí evropské kritické infrastruktury. [1] V souladu s platnou legislativou se mimořádnou událostí v drážní dopravě rozumí závažná nehoda, nehoda nebo ohrožení v drážní dopravě, která ohrožuje nebo narušuje bezpečnost, pravidelnost a plynulost provozování drážní dopravy, bezpečnost osob a bezpečnou funkci stavbe a zařízení nebo ohrožuje životní prostředí. [2] Základními atributy fungující železnice je plynulost provozu a včasnost přepravy, za dodržení veškerých bezpečnostních standardů tohoto odvětví. Každé snížení plynulosti dopravy, případně zastavení provozu znamená omezení funkčnosti KI s velkými dopady do národního i evropského hospodářství.

Příčiny tohoto stavu lze rozdělit do několika základních skupin:

- Vlivy mimořádných událostí (MU);
- Poruchy zařízení provozovatelů dráhy nebo drážní dopravy;
- Vlivy výlukové činnosti;
- Povětrnostní vlivy;
- Vlivy vnějšího prostředí;
- Kombinované působení uvedených příčin.

### Orgán státního dozoru ve věcech drah na úseku MU

Dodržování plnění zákonných norem od roku 2003 dozoruje Drážní inspekce (DI), zřízena ustanovením § 53a zákona o drahách [2]. Z pohledu Evropské unie (EU) je DI vnímána jako národní vyšetřovací orgán pro nezávislé šetření mimořádných událostí na drahách. Důležitými funkcemi tohoto orgánu jsou zejména:

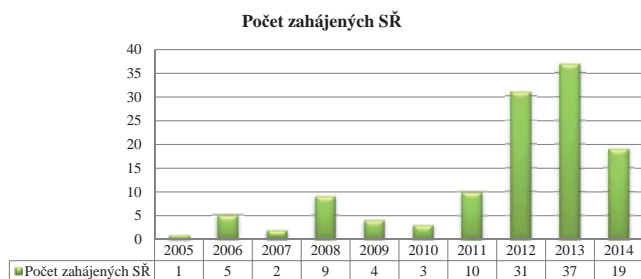
- objektivní pohled na výskyt nehod v odvětví drážní dopravy a jejich šetření,
- výkon státního dozoru ve věcech drah směřovaný do oblasti MU,
- preventivní působení v oboru drážní dopravy, prevence vzniku MU, vyhledávání rizik,
- stanovení nápravných opatření,
- kontrola kultury cestování.

Potřeba vytvořit drážní inspekci v prostředí českých ústředních orgánů byla dána nutností objektivně posuzovat a šetřit MU, nezávisle přistupovat k vyhodnocování rizik v železničním prostředí a byla zakotvena ve směrnicích rady Evropy zabývajících se problematikou dopravních infrastruktur. [2] Výsledné působení DI je každoročně uvedeno ve výroční zprávě Drážní inspekce, kde je průřezově shrnuto celoroční působení orgánu s ohledem na vývoj v oblasti MU na dráhách a výkon státního dozoru ve věcech drah. Výroční zpráva nabízí řadu srovnávacích údajů a grafů s vyhodnocením činnosti DI a porovnáním s předchozím obdobím v různých kategoriích. K vybraným MU zpracovává DI závěrečnou zprávu, zveřejňovanou na webu [www.dicr.cz](http://www.dicr.cz), s přídatkem bezpečnostních doporučení. K dispozici jsou zde i materiály obsahující bezpečnostní prevenci, propagaci činnosti DI, výsledky státního dozoru a kontrolní činnosti orgánu.

### Stav MU na drážní infrastruktuře po ustanovení DI

Dle Zákona č. 266/1994 Sb. o drahách ve znění pozdějších předpisů je manažerem drážní infrastruktury státu stanovena Správa železniční dopravní cesty s. o. (SŽDC). V souladu s platnou legislativou a na ni navazujícími interními předpisy SŽDC jsou stanovena systémová opatření pro umožnění nezávislého šetření MU. Klíčový význam zde sehrává dodržování vyhlášky č. 361/2001 Sb., o způsobu zjišťování mimořádných událostí v drážní dopravě, ve znění pozdějších předpisů. Oznamovací povinnost všech zúčastněných složek SŽDC, dopravců a třetích osob, na základě které nastupují vyšetřovací orgány DI, provozovatele dráhy a dopravců k nezávislému šetření a uzavření MU doznala po dvouletém působení DI (2003 - 2004) výrazného zlepšení. Nedostatky v souvislosti s ohlašováním a šetřením MU v následujících letech poklesly na hodnoty v řádu jednotek, nicméně v letech 2011 - 2014 dochází k nárůstu počtu zahájených správních řízení jako důsledek

sofistikovanějšího přístupu DI k dané problematice a vyššímu odhalování závad v ohlašování a šetření MU.



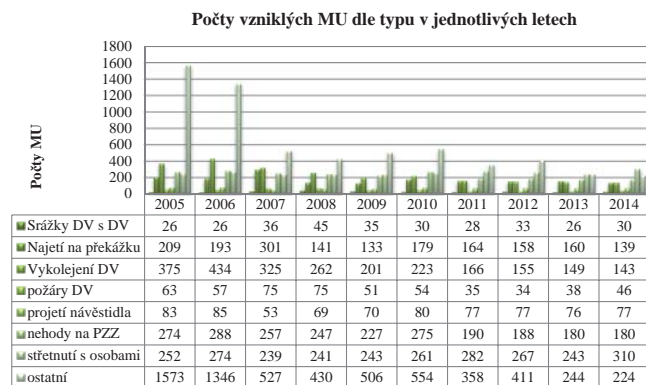
Obr. 1 Počty zahájených správních řízení v jednotlivých letech. (upraveno dle [3])

### Srážky drážních vozidel s drážními vozidly

Srážky drážních vozidel (DV) s jinými drážními vozidly patří zpravidla k nejzávažnějším nehodám. Vyznačují se vysokým destrukčním potenciálem, značnými následky a bývají doprovázeny dalšími důsledky, charakteristickými pro jiné typy MU. Dochází k vykolejení DV, požárům, ekologickým škodám, poškození infrastruktury. Tyto nehody zpravidla dozoruje Drážní inspekce, provádí nezávislé šetření příčin, zpracovává závěrečnou zprávu a případná bezpečnostní doporučení. Na dráhách celostátních, regionálních a vlečkách se těchto MU za období let 2005 - 2014 stalo 315, roční průměr činí 31,5 případů. Přesné počty udává obr. 2.

### Najetí na překážku

Průměrný počet případů najetí na překážku ve sledovaném období činil 177,7 případů ročně. V posledních čtyřech letech se stav těchto MU pohyboval pod ročním průměrem. V této kategorii se 8. srpna 2008 udála jedna z nejhorších nehod novodobých dějin železnice, kdy u mezinárodního vlaku EC 108 dopravce České dráhy došlo k najetí na překážku, tvořenou padající mostní konstrukcí nad kolejemi v žst. Studénka. Následkem této události bylo 8 mrtvých, 96 raněných a značné hmotné škody. [4]



Obr. 2 Graf členění MU na dráze celostátní, regionální a vlečkách dle typu. Upraveno dle [3]

Najetí drážního vozidla na překážku v dopravní cestě dráhy může být příčinou mimořádné události různé závažnosti. Nejsou zde započítány MU, kdy překážku tvoří jiné drážní vozidlo, silniční vozidlo na úrovňovém křížení dráhy s pozemní komunikací nebo osoba. Tyto události jsou v grafu na obr. 2 uvedeny samostatně. Překážkou se rozumí jakýkoli předmět, zasahující do průjezdného průřezu pojižděné koleje, znemožňující bezpečnou jízdu drážního vozidla. Příčinou výskytu těchto překážek bývají povětrnostní vlivy, migrující lesní zvěř, technické příčiny, neukázněnost třetích osob nebo úmyslné způsobení. Častým případem bývají vyvrácené stromy, nebo větve, spadané kamení. Ke zmírnění následků těchto případů zavedl provozovatel dráhy vnitřními předpisy opatření

v návaznosti na probíhající činnost Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ). Ústavem vydané výstrahy před povětrnostními vlivy jsou doplněny v úsecích, kde je to účelné, zpravením vlakového doprovodu o možném riziku. Výsledkem je zvyšující se četnost případů včasného zastavení DV před překážkou, vzniklou v důsledku nepříznivě počasí. Existující prevencí na tomto úseku je důsledné odstraňování porostu na rozhraní dráhy a okolních pozemků zejména v úsecích tratí se zvýšeným rizikem podobných nehod, sanace svahů a jejich zabezpečení před nechtěnými sesuvy a pády.

### Vykolejení drážního vozidla

Tento stav nastává ve chvíli, kdy dvojkolí drážního vozidla opustí byť jen dočasně hlavu kolejnice. [5] Na dráze celostátní, regionální a vlečkách je roční průměr vykolejení 243,3 události. Počty v jednotlivých letech ukazují jednoznačně zlepšující se trend. Pozitivní vliv sehrává především preventivní činnost a organizace státního dozoru Drážní inspekci. Velký podíl na celkovém množství vykolejení DV spočívá v závadné organizaci posunu především na vlečkách. Cíleným zaměřením státního dozoru do těchto provozů došlo k odhalení velkého množství závad a jejich odstranění přispělo k postupnému zlepšení situace v této množině nehod (v roce 2004 bylo zahájeno na vlečkách 46 správních řízení v souvislosti s porušením vyhl. č. 361/2001 Sb., o způsobu zjišťování mimořádných událostí v drážní dopravě, ve znění pozdějších předpisů). Dodržování technologických postupů, bezpečnostních norem a důraz na prohlubování odborných znalostí formou proškolení obsluhujícího personálu mělo velký podíl na celkově lepším se stavu.

### Požár drážního vozidla

Mimořádná událost, mající úzkou souvislost s technickým stavem drážních vozidel. Průměrná úroveň ve sledovaném období je 52,8 případů ročně a v posledních pěti letech jsou roční úhrny výrazně nižší než hodnota mediánu. Tento vývoj souvisí se zlepšenou prací provozovatelů drážní dopravy na úrovni technické přípravy a údržby drážních hnacích vozidel, zároveň je to výsledkem modernizace a obnovy vozového a lokomotivního parku.

### Projetí návěstidla

Nedovolená jízda drážního vozidla za návěstidlo zakazující jízdu. Do MU tohoto typu se nezapočítávají případy, kdy je nedovolená jízda DV způsobena předčasnou změnou návěstního znaku hlavního návěstidla vlivem poruchy. Důvody těchto MU jsou především na straně strojvedoucího případně technického stavu DV. Roční průměr za sledované období je 74,7 událostí, kdy v posledních pěti letech roční úhrny trvale tento údaj převyšují. Jedním z důvodů setrvalého vyššího stavu je zvyšující se pracovní zátěž strojvedoucích a jejich rostoucí průměrný věk. Vlivem celé řady transformačních kroků dochází k značnému úbytku provozních pracovníků na železnici a některé dílčí funkce jsou přeneseny na strojvedoucího. Řešení nepříznivého stavu je možné na úrovni provozovatelů drážní dopravy a je závislé na finančních možnostech jednotlivých dopravců. Snížení pracovní zátěže na exponovaných místech, přenesení některých administrativních úkonů na obslužný personál nebo do řídicího aparátu, zvýšení nároku na rekondiční pobyty, optimalizace turnusů a nástupů směn.

### Nehody na přejezdech

Střetnutí pohybujícího se drážního vozidla se silničním vozidlem na úrovňovém křížení dráhy s pozemní komunikací je z velké části zapříčiněno řidičem silničního vozidla po předchozím porušení pravidel silničního provozu (PSP). Ve sledovaném období se průměrný roční počet MU na přejezdech ustálil na počtu 230,6 případů. Jak vyplývá z obr. 2, má vývoj v této oblasti jednoznačně pozitivní trend. V letech 2011 - 2014 nepřekročil počet MU na přejezdech úroveň 190 případů. Tento stav je z velké



části výsledkem řady preventivních akcí, pořádaných Policií ČR, ministerstvem dopravy a dalších institucí na republikové i krajské úrovni. Vývoj stavu usmrčených a zraněných osob u těchto nehod ovšem není úměrný počtu nehod a jeho trend je téměř setrvalý. Za rok 2014 se počet usmrčených osob vyšplhal na 43 (průměr za sledované období je 38,8 osob). Při prohlídkách podrobnějších statistik DI je zřejmé, že největší množství MU na přejezdech se vyskytuje v případě zabezpečení úrovněového křížení výstražnými kříži a světelnou signalizací bez závor (rok 2013 celkově 91,1 %). Nejméně událostí je evidováno na zařízení s mechanickými závorami (2013 bez MU). Snaha o snížení počtu MU na přejezdech je vedena i cestou prosazování většího množství úrovněových křížení dráhy s pozemní komunikací vybavit závorami. Na základě výsledků šetření střetnutí DV se silničními vozidly (např. Ex 512 ve Studénce dne 22. 7. 2015 v 07:41:49 hodin na PZZ P6501 v km 245,044) dochází k požadavkům na změny platných norem ČSN 34 2650 ed. 2 „Železniční zabezpečovací zařízení - Přejezdová zabezpečovací zařízení“, k nastavení postupného sklopení závor, ze stávajícího současného sklápění. V první fázi by se uzavřely závory v každém jízdním pruhu ve směru jízdy silničního vozidla a následně by docházelo ke sklopení závor zabráňující opuštění přejezdu. Toto opatření umožní neukázněným řidičům, kteří po porušení PSP vjedou na přejezd, tento opustit bez případných časových ztrát, způsobených zmatečným zastavením před sklápěnou druhou závorou na výjezdu z úrovněového křížení. Návrhy úprav podporují i potlačení zákazového vjemu řidiče přeměnou červenobílého (zákazového) nátěru vnitřní strany závor na výstražný (žlutý), doplněný upozorňovacím textem vybízejícím k opuštění prostoru přejezdu. [6] Dalšími opatřeními ke zvýšení bezpečnosti na přejezdech spočívají v rozšíření kamerových dohledacích systémů s napojením na služebny Policie ČR a možností selektivního monitorování s následnými zásahy u vytípaných úrovněových křížení.

### **Střetnutí s osobami**

Mimořádné události tohoto typu jsou charakterizovány vysokým podílem úmrtí osob. V celoroční statistice zemřelých osob při MU připadá největší část na úmrtí při střetnutí DV s osobami. Tito účastníci nehod jednájí ve vysokém procentu v sebevražděném úmyslu a toto je jeden z důvodů nízkého stavu přeživších zraněných osob oproti ztrátám na životech (tab. 1) Stejně tak je ve sledovaném období přes některé výkyvy patrný rostoucí trend počtu událostí tohoto typu. (Křivka úmrtí má podobný průběh křivky počtu případů a je nižší o počet zraněných osob) Příčiny vzniku podobných nehod pramení především ve špatné sociální, psychické a osobnostní situaci zejména sebevražděně smýšlejících účastníků a v ostatních případech v nepozornosti, podcenění nebezpečí pohybu v blízkosti kolejí a porušení zákazu vstupu do míst nepřístupných veřejnosti. Snížení počtu střetnutí DV s osobami lze docílit budováním bariér v místech výskytu nebezpečného chování se osob, častějším monitoringem míst porušování zákazů vstupu Policií ČR a strážníky Městské policie, kde je zřízena. Výbudování kamerových systémů na rozhraní prostoru kolejíšť, nákupních center, průmyslových areálů a okrajů sídlišť, kde je větší pravděpodobnost použití nedovolených přístupových tras přecházením drážního tělesa.

### **Ostatní MU**

Množina ostatních mimořádných událostí je tvořena případy, vzniklých za pohybu drážního vozidla s následnou újmou na zdraví osob, hmotnou škodou nebo ohrožením bezpečnosti a pohybujiícího se drážního vozidla. Patří sem například: MU na rozhraní sběrače HV a trakčního vedení, lom kolejnice, vybočení koleje, lom kola nebo nápravy drážního vozidla, nezajištěná jízda drážního vozidla, ujetí drážního vozidla, jízda drážního vozidla při otevřeném přejezdu, roztržení vlaku osobní dopravy, selhání návěstí (zabezpečovacích) systémů, únik nebezpečné věci při její přepravě, ohrožení bezprostředním rizikem úniku nebezpečné věci při její

přepravě, další blíže nespecifikované MU, vzniklé v souvislosti s pohybem drážního vozidla. Vývojem v oblasti legislativy došlo v průběhu sledovaného období k několika změnám určujícím posuzování jednotlivých událostí jako MU a roční úhrny stavů těchto nehod nemají přesnou vypovídací schopnost o trendu v této oblasti (viz pokles počtů ostatních MU mezi lety 2006 a 2007).

Tab. 1 Vyčíslení MU, střetnutí na PZZ a střetnutí s osobami s počty obětí a újmy na zdraví [3]

	2005	2006	2007	2008	2009
<b>Celkem MU</b>	2855	2703	1813	1510	1466
<b>Usmrčeno celkem</b>	254	247	209	230	215
<b>Zraněno celkem</b>	251	283	260	362	277
<b>Nehody na PZZ</b>	274	288	257	247	227
<b>Usmrčeni na PZZ</b>	53	45	31	45	38
<b>Ranění na PZZ</b>	101	147	117	124	85
<b>Střetnutí s osobami</b>	252	274	239	241	243
<b>Usmrčeno osob při střetu</b>	195	209	165	170	176
<b>Zranění osob při střetu</b>	58	66	76	75	71

	2010	2011	2012	2013	2014
<b>Celkem MU</b>	1656	1300	1323	1116	1149
<b>Usmrčeno celkem</b>	242	263	226	223	281
<b>Zraněno celkem</b>	269	250	213	157	184
<b>Nehody na PZZ</b>	275	190	188	180	180
<b>Usmrčeni na PZZ</b>	49	34	27	23	43
<b>Ranění na PZZ</b>	126	107	110	83	77
<b>Střetnutí s osobami</b>	261	282	267	243	310
<b>Usmrčeno osob při střetu</b>	189	222	197	199	236
<b>Zranění osob při střetu</b>	73	63	68	47	75

### **Závěr**

Úroveň bezpečnosti železniční dopravy je přímo závislá na promítání rizik do skutečných stavů vzniklých mimořádných událostí v oboru a na výši následků těchto událostí. Náhled do období let 2005 - 2014 potvrzuje pozitivní trend v celé řadě ukazatelů, snížení celkové nehodovosti, zlepšení oznamovací povinnosti a dodržování platné legislativy, výsledky preventivní činnosti na úseku státního dozoru a správní činnosti. Nelze ovšem přehlížet negativní vývoj některých dílčích ukazatelů s odkazem, že příčiny vzniku spočívají vně odvětví železniční dopravy. Tab. 2 je názornou ukázkou neustálého vývoje legislativních východisek, metodik a přístupů k dané problematice. Je zřejmé hledání optimálního modelu státní kontroly řízení rizik ve strategickém dopravním odvětví. Úbytek konaných namátkových SD vlivem změny platné metodiky odebralo z repertoáru DI nejprogresivnější z kontrolně preventivních nástrojů předcházení vzniku MU. Jak vyplývá z výročních zpráv DI, jedním z hlavních problémů orgánu státního dozoru je nízké finanční zabezpečení činnosti DI, které se následně promítá do výkonu orgánu a s ohledem na mzdové rozdíly státního a soukromého sektoru i do úrovně stavů personálu DI.

Ke zlepšení stávajícího stavu v oblasti MU je mimo výše uvedené nástroje potřeba použít proaktivní přístup co největšího počtu zúčastněných stran. Příkladem může být zlepšení v komunikační oblasti mezi pracovníky SŽDC, dopravců a třetích stran se složkami IZS. Důsledné dodržování zákazu vstupu cizích osob do prostor veřejnosti nepřístupných, ohlašování těchto osob i dalších podezřelých Policií ČR. Zvýšené sledování kamerových systémů a případně metodické zabezpečení této činnosti, kde je to účelné. Posílení pravomocí a personálních stavů DI. Vyšší mediální účast při výchově občanů ohledně chování se v krizových situacích, eliminaci důsledků již způsobených chyb nebo účasti při vzniklých MU.

Tab. 2 Počty konaných SD dle druhu a zjištěných závad (dle [3])

	2005	2006	2007	2008	2009
Počet provedených SD	4911	2565	1372	1504	1419
Oznámených SD	382	685	467	356	347
Namátkových SD	4529	1880	716	942	753
SD při MU	---	---	189	206	319
SD následné (opětovné)	---	---	---	---	---
SD bez předchozího ohlášení	---	---	---	---	---
SD preventivní	---	---	---	---	---
Počet zjištěných závad	1215	781	584	707	659

	2010	2011	2012	2013	2014
Počet provedených SD	1953	1858	1051	1055	1153
Oznámených SD	212	141	180	214	158
Namátkových SD	1234	1238	455	0	0
SD při MU	370	378	354	407	401
SD následné (opětovné)	137	101	42	23	24
SD bez předchozího ohlášení	---	---	20	198	109
SD preventivní	---	---	---	222	461
Počet zjištěných závad	633	841	544	568	471

#### Použitá literatura

- [1] ŠENOVSÝ, M.; ADAMEC, V.; ŠENOVSÝ, P.: *Ochrana kritické infrastruktury*, SPBI, Ostrava 2007. ISBN 978-80-7385-025-8, 141s.
- [2] Drážní inspekce ČR: *Výroční zpráva 2003*, [cit. 06-03-16], dostupný z WWW: <[http://www.dicr.cz/uploads/Zpravy/DI\\_VZ\\_2003.pdf](http://www.dicr.cz/uploads/Zpravy/DI_VZ_2003.pdf)>.
- [3] Drážní inspekce ČR: *Výroční zpráva 2014*, [cit. 06-03-16], dostupný z WWW: <[http://www.dicr.cz/uploads/Zpravy/DI\\_VZ\\_2014.pdf](http://www.dicr.cz/uploads/Zpravy/DI_VZ_2014.pdf)>.
- [4] Drážní inspekce ČR: *Výroční zpráva 2008*, [cit. 06-03-16], dostupný z WWW: <[http://www.dicr.cz/uploads/Zpravy/DI\\_VZ\\_2008.pdf](http://www.dicr.cz/uploads/Zpravy/DI_VZ_2008.pdf)>.
- [5] Wikipedie: *Otevřená encyklopedie* [online]. c2015 [cit. 19. 02. 2016]. Dostupný z WWW: <<https://cs.wikipedia.org/wiki/Vykolejen%C3%AD>>.
- [6] Drážní inspekce ČR: *Zpráva o výsledcích šetření příčin a okolností vzniku mimořádných událostí*, [cit. 06-03-16], dostupný z WWW: <[http://www.dicr.cz/uploads/Zpravy/MU/DI\\_Studenka\\_150722.pdf](http://www.dicr.cz/uploads/Zpravy/MU/DI_Studenka_150722.pdf)>.

# Použitie pyrotechnických výrobkov ako náloží NVS

## Using of pyrotechnic products as IEDs

Ing. Štefan Jangl, PhD.

Bc. Tomáš Hegyi

Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta bezpečnostného inžinierstva  
Ulica 1. mája 32, 010 26 Žilina, Slovenská republika  
janglestefan@gmail.com, stefan.jangl@fbi.uniza.sk

### Abstrakt

Článok analyzuje možnosti zneužitia pyrotechnických výrobkov ako nástražných výbušných systémov. Definuje základné pojmy a metódy pre rozdelenie nástražných výbušných systémov podľa niekoľkých kritérií. Článok je tiež zameraný na možnosť použitia ohňostrojev v NVS a účinnosť takýchto zariadení.

### Kľúčové slová

Pyrotechnika, pyrotechnická zlož, nástražný výbušný systém.

### Abstract

The paper analyses possibilities of misusing of pyrotechnic parts as improvised explosive devices. It defines the basic concepts and methods for selecting improvised explosive devices according to several criteria. The work is also focused on the possibility of using fireworks for IEDs and on the effectiveness of such devices.

### Keywords

Pyrotechnic, explosive content, improvised explosive devices.

### Úvod

Destabilizácia bezpečnostného prostredia nielen v Európe ale aj na celom svete zapríčinila nárast agresívnych prejavov presadzovania vlastnej vôle, svetonázoru respektíve viery. Najviac exponovaným prejavom takéhoto trendu v poslednej dobe sú teroristické útoky vykonávané za účelom spôsobenia čo najväčšej ujmy civilného obyvateľstva. Najčastejší spôsob realizácie takýchto akcií má jedného spoločného menovateľa a to použitie výbušnín. Tie napriek relatívne prepracovanému regulačnému systému sú ľahko dostupné vďaka materiálom, ktoré primárne nepatria do kontrolovaných položiek. Medzi takéto materiály patria aj pyrotechnické výrobky. Paradoxne tieto výrobky primárne určené pre zábavu boli v poslednej dobe viac krát zneužitú formou nástražných výbušných systémov (NVS) resp. improvizovanými výbušnými systémami (IED) na účely ničenia, zabíjania a zastrašovania.

V novembri 2015 v Ženeve pod záštitou OSN na 17. Výročnom zasadnutí zmluvných štátov rozšíreného protokolu II Dohovoru o určitých konvenčných zbraniach sa schválil vyše 3 roky pripravovaný „dotazník o medzinárodnej spolupráci a boji proti improvizovaným výbušným zariadeniam“. Uvedené hlásenie vypracovala aj Slovenská republika, avšak z dôvodu citlivých informácií nebolo publikované. V tom istom roku v decembri 2015 OSN na svojom 70. valnom zhromaždení schválilo rezolúciu číslo A/RES/70/46 o „Boji proti hrozbe zapríčinenej improvizovanými výbušnými systémami“. Všetky uvedené rozhodnutia globálneho charakteru naznačujú narastajúcu vážnosť a aktuálnosť tematiky improvizovaných výbušných systémov, ktorej sa venujeme aj v tomto článku. Stručne sme analyzovali nástražné výbušné systémy z viacerých pohľadov so zameraním na ich podskupinu improvizovaných výbušných zariadení. Predmet analýzy je však omnoho širší. Ide hlavne o skúmanie možnosti zostrojenia improvizovaných výbušných systémov pomocou bežne dostupných pyrotechnických výrobkov. V našom článku sme sa snažili

zahrnúť všetky tieto úlohy a dať ucelený pohľad o problematike výroby improvizovaných výbušných systémov pomocou zábavnej pyrotechniky.

### Nástražný výbušný systém

Nástražný výbušný systém (NVS) tvorí výbušný predmet, výbušnina alebo zápalná látka, alebo pyrotechnický prostriedok a funkčne prostriedky roznetu. Systém dokáže spôsobiť výbuchový účinok alebo ložisko požiaru. Tieto javy sa splnia za výrobcom stanovených podmienok. NVS nemusí byť skrytý v obale ale môže mať formu, ktorá ukrýva účel predmetu. (Jangl, a iní, 2012)

### Výroba NVS

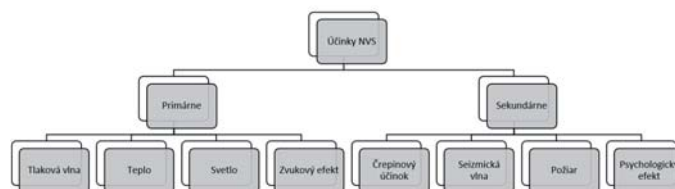
NVS sú známe ako prostriedky ilegálnej činnosti. Najčastejšie sú využívané osobami spojenými s organizovaným zločinom a terorizmom. Majú nízku obstarávaciu cenu a je možné ich vyhotoviť v akejkolvek podobe. Výrobcu a používateľa je veľmi ťažké identifikovať. Jednotlivé časti NVS sú často voľne dostupné na trhu a neexistuje šanca, aby bol výrobca odhalený. (Jangl, a iní, 2012)

NVS môže byť vyrábaný na dvoch úrovniach, a to na amatérskom a profesionálnom. Pri profesionálnej výrobe ide o priemyselne vyrábané NVS. Aj takáto výroba je ilegálna. Pri amatérskej výrobe sa NVS vyrába tzv. „domácou výrobou“. Využívajú sa výbušniny domácej výroby alebo priemyselnej výroby. Pri výbušninách priemyselnej výroby sa používajú výbušniny vyrobené pôvodne na iný účel. (Jangl, a iní, 2012)

Iniciačné prostriedky môžu byť vyrobené improvizáciou alebo domácky. Pri improvizovanej výrobe iniciačného prostriedku sa využívajú predmety slúžiace pôvodne na iné účely (napríklad mobilný telefón). (Spatulatzar)

Zvláštnu skupinu NVS tvoria improvizované výbušné systémy (IED - Improved Explosive Device). IED sú amatérsky zostrojené NVS prevažne z improvizovaných prostriedkov.

NVS sa používajú k štyrom účelom, stupňovaným podľa závažnosti dôsledkov: hrozba, škody na majetku, zranenie, usmrtenie. Niekedy ide o kombináciu týchto cieľov. Pre splnenie stanovených úloh je potrebné poznať účinky NVS. Tie sú zhodné s kategorizáciou účinkov výbušnín. Delia sa na primárne a sekundárne. (Jangl, a iní, 2012)



Obr. 1 Bloková schéma rozdelenia NVS vypracovaná na základe (Jangl, a iní, 2012)

### Príklad IED s využitím pyrotechnických výrobkov

Americké ministerstvo vnútornej bezpečnosti v spolupráci s Americkým ministerstvom spravodlivosti spracovalo viaceré obehníky, ktoré sa venujú problematike IED, pri ktorých výrobe sa používajú aj pyrotechnické výrobky. Príklady takýchto zneužití zábavnej pyrotechniky na výrobu IED a následné teroristické činy je viacero. Okrem atentátu počas Bostonského maratónu 15. Apríla 2013 sa často uvádza ja nevydanený útok na Time Square v New

Yorku 1. Mája 2010. Ďalej si priblížime tieto prípady použitia pyrotechnických výrobkov.

V prípade IED na Time Square mal byť použitý tlakový hrniec naplnený 120 ks petardami typu M-88. (U.S. Department of Homeland Security, 2013)



Obr. 2 Petarda M-88, zdroj: <http://www.peakperformancefireworks.com/>

Predmetný tlakový hrniec s pyrotechnikou mal slúžiť ako iniciátor pre dve 19 l nádoby (bandasky) s benzínom, čo malo viesť do detonácie nitrátu močoviny ( $\text{CH}_5\text{N}_3\text{O}_4$ ), nachádzajúci sa v aute v objeme 113 kg. Okrem uvedeného explozívneho materiálu sa v aute nachádzali aj tri 75 l propánové fľaše. Našťastie, atentátnik uvedené propánové fľaše neotvoril a teda auto nebolo naplnené výbušnou zmesou propánu a kyslíku - pravdepodobne predpokladal, že nádoby budú roztrhnuté výbuchom nitrátu močoviny. Zároveň tlaková nádoba s petardami nevyvinula dostatočnú trhaciu silu na prerazenie nádrží s palivom a teda nedošlo ani k zapáleniu benzínu. Naopak, petardy zapálili koberec na podlahe auta a vzniknutý hustý dym prilákal pozornosť bezpečnostných zložiek. (Stratfor, 2010)

Druhým príkladom je (v tomto prípade z technického hľadiska „úspešné“) použitie pyrotechnických súčastí v atentáte počas Bostonského maratónu. Počas Bostonského maratónu boli ako IED využité dva pretlakové hrnce naplnené zábavnou pyrotechnikou a umiestnené neďaleko cieľovej čiary maratónu. (Office of the Director of National Intelligence, 2014) Použité obaly z uvedeného atentátu sú zobrazené na obr. 3.



Obr. 3 Použité obaly z atentátu v Bostone 2013, zdroj: (Office of the Director of National Intelligence, 2014)

V uvedenom prípade roztrhnutá tlaková nádoba spolu s klincami a guľovými ložiskami slúžili ako črepiny. Tie usmrtili 3 osoby a približne 141 zranili. Z verejných zdrojov nie je známe, aký spínač bol použitý na zapálenie pyrotechnickej zložky.

### Pyrotechnické zložky

Pyrotechnické zložky patria do špecifickej skupiny výbušnín. Tieto zložky sú mechanické zmesi látok, ktoré po správnej iniciácii exotermicky reagujú. Vytvárajú teplo, dym, zvuk alebo plyny. Pyrotechnické zložky sa skladajú z horľavín, oxidovadiel a prípravných látok. (Jangl, a iní, 2012)

**Okysličovadlá** sú pevné látky, ktoré obsahujú čo najviac chemicky viazaného kyslíka. Kyslík uvoľňujú najľahším možným spôsobom a nesmú byť toxické na ľudský organizmus. (Solár, 2000)

V pyrotechnických výrobkoch sa ako okysličovadlá najčastejšie využívajú podľa (Solár, 1998):

- dusičnany: sodný, draselný, bárnatý, strontnatý,
- chlorečnany: draselný bárnatý,
- chloristany: draselný, amónny,
- oxidy a peroxidy kovov.

**Horľaviny** musia horieť s kyslíkom okysličovadla a počas toho uvoľniť dostatok tepelnej energie. Tepelná energia musí byť dostatočná na zahriatie zvyšku zložky na zápalnú teplotu. Horľaviny zvyčajne vykonávajú aj funkciu pomocnej látky. Horľaviny uvoľňujúce pri horení veľké množstvo tepla sú používané do zloží explozívnych, svetelných, zábleskových a osvetľovacích. Horľaviny s malou výhrevnosťou sú používané v dymových zložkách. (Solár, 2000)

V pyrotechnických výrobkoch sa ako horľaviny najčastejšie využívajú podľa (Solár, 1998) organické aj anorganické látky:

- organické látky: škrob, cukor, drevené piliny, dextrín, plastové plastické hmoty a iné,
- anorganické látky: hliník, horčík, titán, železo a iné, ktoré uvoľňujú veľké množstvo tepla.

**Prídavné látky** slúžia na splnenie a zvýraznenie požadovaných vlastností zložky, zlepšenie mechanických vlastností, manipulačnej bezpečnosti a chemickej stability. (Solár, 2000)

**Spojivá** sú horľaviny s tmeliacim alebo lepiacim účinkom na ostatné komponenty zložky. Do zloží sú pridávané formou prášku alebo roztoku. Roztok po uschnutí obalí jednotlivé zložky lepiacim filmom a zložky stmelí. Niektoré spojivá sú používané len v kvapalnom stave. (Solár, 2000)

**Flegmatizátory** sú látky znižujúce rýchlosť horenia a citlivosť zložky na mechanické podnety ako napríklad trenie a náraz. (Solár, 2000)

**Stabilizátory** sú látky zvyšujúce chemickú stálosť. (Solár, 2000)

**Látky farbiace plameň** sú používané vo svetelných zložkách. Pre zafarbenie plameňa sa používajú určité prvky, ktoré zvyčajne tvoria časť molekuly okysličovadla. Konkrétny prvok zafarbí plameň vždy rovnakou farbou. (Solár, 2000)

**Látky vydávajúce iskrenie** obsahujú hrubšie zmené látky a používajú sa v pyrotechnických zložkách s iskrovým efektom. Z horiacej zložky sú vymršťované do okolia, kde pomocou atmosférického kyslíka dohorievajú čím vyvolávajú zdanie iskrenia. (Solár, 2000)

Látky vydávajúce dym svojim pôsobením poskytujú veľké množstvo dymu. Dym bez farbiva má zvyčajne bielu farbu. Pridaním vhodným farbivom vznikne farebný dym. Intenzita zafarbenia sa upravuje množstvom pridávaného farbiva a farebný odtieň zmesou použitých farbív. (Solár, 2000)

### Rozdelenie a druhy pyrotechnických zloží

Rozdelenie pyrotechnických zloží podľa charakteru horenia (Šidlovskij, 1954):

- zložky horiace plameňom:
  - bielym plameňom,
  - farebným plameňom,
- termitové zložky:
  - termitové zápalné,
  - bezplynné,
- dymové zložky:
  - pre biely, šedý a čierny dym,
  - pre farebný dym,



- látky a zmesi horiace na úkor vzdušného kyslíku:
  - kovy a zliatiny kovov,
  - fosfor, jeho roztoky a zliatiny,
  - naftové zmesi,
  - látky a zmesi zapalujúce sa pri styku s vodou alebo vzduchom.

Podľa (Solár, 1998) sa najčastejšie sa pri výrobe pyrotechnických výrobkov používajú tieto druhy pyrotechnických zloží:

- **Čierny prach** sa používa v civilnej pyrotechnike na pohon rakiet a na výmet telies vystreľovaných z mažiarov, výmetná a zažihacia zlož v ohňostrojných telesách. Slúži aj ako oneskorovacia zlož kde je lisovaný do oneskorovačov, nanosený na bavlnené nite vo forme stopiny alebo opradený niťami vo forme zápalnice. Používa sa v rôznych veľkostiach zrnitosti prípadne ako prach múčkový. Klasické zloženie čierneho prachu je 75 % dusičnanu draselného ( $\text{KNO}_3$ ), 15 % dreveného uhlia (C) a 10 % síri (S).
- **Zažihacie zlože** sú používané na zapálenie zloží, ktoré vyžadujú vyššiu teplotu. Najčastejšie sa ako zažihacia zlož používa aplikácia upraveného čierneho prachu takzvanej zlože OOP, ktoré má zloženie 75 %  $\text{KNO}_3$ , 10 % iditol - umelý šelak a 15 % horčíka (Mg). V niektorých prípadoch sa časť horčíka nahrádza zliatinami kremíka.
- **Výmetné zlože** spôsobujú výmet svetličiek z nosiča a podobne. Najčastejšie sa používa v hrubozrnnnej forme čierny prach.
- **Oneskorovacie zlože** vytvárajú časový odstup medzi primárnou iniciáciou a funkciou systému. Ako horľavina sa najčastejšie používa napríklad kremík, titán, zirkón a iné. Na funkciu oksylichovadla sa najčastejšie používajú chloristan, chlorečnan draselný a iné. Ako spojivo sa používa nitrocelulóza, fermež a asfalt. V civilnej pyrotechnike sa do oneskorovačov pridáva najčastejšie čierny prach.
- **Výbuškové zlože** sú vyrábané z voľne sypaného práškového kovu a oksylichovadla. Vytvárajú zvukový a svetelný efekt v podobe silného záblesku. Výbuškové zlože sú veľmi citlivé a nakoľko dosahujú detonačnú rýchlosť až 5000 m/s aj manipulačne nebezpečné. Sú citlivé na vznik a pôsobenie elektrostatického náboja.
- **Osvetľovacie zlože** obsahujú ako horľavinu najčastejšie horčík, ako oksylichovadlo dusičnan sodný a ako spojivo fermež. Využívajú sa hlavne vo svetliciach, pretože pri horení vyžarujú veľmi intenzívne svetlo.
- **Farebne horiace zlože** vytvárajú farebné svetelné efekty.
- **Dymotvorné zlože** využívajú schopnosť sublimácie (zmenu skupenstva látky z pevnej látky priamo na plyn bez predchádzajúceho topenia) chloridu amónneho, ktorý je zahrievaný zmesou horľavín. Do dymotvorných zloží sa pridávajú niektoré uhličitany ako ochladzovadlá. Zafarbenie dymu spôsobujú organické farbivá, ktoré sa zahriatím vyparujú alebo sublimujú.
- **Zápalné zlože** sa pre civilné účely používajú vo forme termitu. Termit je zmes hliníka a železných okují alebo horčík a oxid železnatý - železitý. V civilnej sfére sa zápalné zlože používajú na zváranie koľajníc, ocelových prútov a podobne.
- **Prskavkové zlože** obsahujú železné piliny, hliník a ako oksylichovadlo dusičnan bárnatý. Prídavnú troskotvornú látku tvorí kaolín a spojovacou látkou je dextrín.
- **Zápalkové zlože** sú citlivé na trenie. Vysokú citlivosť zápalkových zloží sa dosahuje napríklad prídavkom skleneného prášku. Najčastejšie sú tvorené z chlorečnanu draselného, dvojchromanu draselného a ďalších. Ďalej je zápalková zlož tvorená spojivom napríklad arabskou gumou.
- **Hvízdavé zlože** sú charakteristické tým, že horia takzvaným pulzným spôsobom, pričom vydávajú hvízdavý zvuk.

- **Zahrievacie zlože** sú pomaly horiace zlože, ktoré vytvárajú veľké množstvo tepla. Používajú sa napríklad na žeravenie vznetových motorov.

### Výbušné vlastnosti pyrotechnických zloží

Pyrotechnické zlože sú vyrábané na rovnomerné horenie. Za normálnych okolností by nemali mať schopnosť vybuchovať a udržať ustálený proces detonácie. Existujú zlože, ktoré sa svojím zložením podobajú trhavinám. (Jangl, a iní, 2012)

Podmienky pre vznik výbuchu podľa (Šidlovskij, 1954):

- Vytvorenie značného množstva plynných produktov pri reakcii (bezplynné a máloplynné zlože nebudú mať výbušné vlastnosti alebo len v najmenšej forme).
- Vysoká exotermickosť (rýchlosť chemickej reakcie závisí na teplote, a preto sa reakcia výbušného rozkladu uskutoční jedine pri odvíjajúcej teplote najmenej 500-600 °C).
- Homogenita systému (pyrotechnické zlože potrebujú nositeľa výbuchu, individuálnu látku schopnú exotermickej reakcie samovoľného rozkladu).

V lisovaných pyrotechnických zložkách sa výbušný rozklad vyvoláva ťažko a rýchlo zaniká. Z čoho vyplýva, že schopnosť vzniku ustáleného šírenia výbuchu u väčšiny zloží klesá so stúpajúcou hutnosťou zlože. Podľa pokusov, výbušný rozklad sa spoľahlivo šíri iba v chlorečnanových pyrotechnických zložkách (minimálne 60 % chlorečnanov) alebo v zložkách obsahujúce prísady trhavín. Zmesi chlorečnanov s horčíkom a hliníkom tvoria pri výbuchu vysokú teplotu, avšak dávajú malé množstvo plynu. Tieto zmesi majú slabšie výbušné vlastnosti ako zmesi tých istých oksylichovadiel s organickými látkami. (Šidlovskij, 1954)

Z uvedeného vyplýva, že pokiaľ chceme použiť pyrotechnické výrobky ako nálož NVS musíme splniť dané podmienky. Po splnení podmienok by mal vzniknúť ustálený výbuch.

### Zábavná pyrotechnika

V článku sa naďalej budeme venovať zábavnej pyrotechnike kategórie F1 až F3. Táto zábavná pyrotechnika je voľne dostupná širokej verejnosti pri splnení jedinej podmienky, a to dovŕšenie stanoveného veku. Jej predaj nie je obmedzovaný množstvom na osobu a obsahuje potenciálne nebezpečné látky.

### Základné časti zábavnej pyrotechniky

Na správne fungovanie jednotlivých výrobkov zábavnej pyrotechniky podľa (Solár, 1998) slúžia nasledovné časti:

- **Svetlička** je teliesko valcového, kockového alebo guľového tvaru. Vyrába sa lisovaním alebo vytlačaním pyrotechnických zloží. Povrch svetličky tvorí nápal z čierneho prachu. Lisujú sa do papierových alebo hliníkových puzdiel. Po zapálení svetlička vydáva svetelný efekt z jednej možnej farby alebo má blikavkový efekt.
- **Tulák** je malý raketový motorček. Zapaluje sa pomocou stopiny umiestnenej v otvore telesa. Po zapálení dochádza k vývinu reaktívnej sily za súčasného vývinu prúdu iskier. Neobsahuje stabilizátor letu a jeho dráha je nepravidelná. Po prehorení raketového motorčka dochádza k zapáleniu explozívnej zlože. Tento dej sa prejaví zvukovým a svetelným efektom.
- **Stopina** sa skladá z troch až štyroch bavlnených nití, ktoré sú obalené čiernym prachom pomocou spojiva. Je vyrábaná v rôznych dĺžkach. V pyrotechnických výrobkoch sa používa na prenos plameňa. Vo voľnom priestore stopina horí pomalšie. Po umiestnení do trubice horí rýchlejšie pomocou horenia pod tlakom. Využíva sa napríklad pri zostavovaní hviezd, kedy sú jednotlivé bomby prepojené stopinami za účelom súčasného odpálenia.

- **Zápalnica** sa vyrába zo stočených bavlnených nití. V strede sa nachádza zrnitý čierny prach. Povrch šnúry chráni obal, najčastejšie tvorený z umelej hmoty. Zápalnica slúži ako oneskorovací prostriedok. Zápalnica má rýchlosť horenia približne 1 centimeter za sekundu.
- **Komunikačná trubica** je papierová trubica skladajúca sa u dvoch kusov papiera. Spoločne so stopinami slúži na vytváraní zvodov. Jednotlivé komunikačné trubice sa spájajú v ľubovoľnej dĺžke.
- **Elektrický palník** používa k elektrickej iniciácii. Iskrovým plameňom zapáli napríklad stopinu, čierny prach, pyrotechnické zložky a podobne. (Pyroex, 2010)

### Zábavná pyrotechnika podľa ČSN EN 15947-1 až 5

Norma EN 15947 je platná v celej Európe. Slovenská republika používa označenie STN EN 15947. Norma obsahuje názvy platné v celej Európskej únii. Ku každému výrobku sú uvedené: pôvodný anglický názov, kategória zaradenia, stručný popis výrobku a maximálne množstvo pyrotechnickej zložky, ktoré môže výrobok v danej kategórii obsahovať. Pre možnosť porovnávania pyrotechnických výrobkov a väčšiu prehľadnosť a čitateľnosť je v nasledovnej podkapitole vytvorená komparačná tabuľka.

### Komparácia množstva pyrotechnickej zložky podľa ČSN EN 15947

Predmetom porovnávania pyrotechnických zloží sú nasledovné parametre: čistá hmotnosť zložky a jej chemické zloženie. Dôvodom výberu týchto dvoch parametrov je definovanie najrizikovejších výrobkov z pohľadu ich zneužitia ako náloží NVS.

Tab. 1 Maximálne povolené množstvo pyrotechnických zloží v zábavnej pyrotechnike kategórie F1 až F3, zdroj (ČSN EN 15947 1-5, 2011)

Typ výrobku	Čistá hmotnosť [g]	Z toho maximálne:				
		Čierny prach [g]	Dusičnan/kov [g]	Chloristan/kov [g]	Fonetická zložka [g]	Trečia zložka [g]
Výškovo stúpajúce efekty	160	80	32	16	-	-
Petardy a delobuchy	10	10	-	-	-	-
Batérie a kombinácie	3000	1000	250	-	-	-
Bengálske ohne	1000	-	-	-	-	-
Bengálske zápalky	3	-	-	-	-	-
Bengálske tyčinky	50	-	-	-	-	-
Vianočné petardy	0,016	-	-	-	-	0,016
Praskajúce granule, guľičky	15	-	-	-	-	-
Dvojitá petarda	10	10	-	-	-	-
Zábleskové petardy	10/5	-	10	5	-	-
Zábleskové telieska	30	-	-	-	-	-
Fontány	1000	-	-	-	20/diel	7,5
Pozemné pohyblivé efekty	25	-	-	-	-	-
Pozemné rotačné efekty	25	-	-	-	-	-
Prskavky	50	-	-	-	-	-
Zabky	10	10	-	-	-	-
Skákajúce a rotujúce efekty	25	-	-	-	-	-

### Záver

Použitie pyrotechnických výrobkov ako náloží NVS nie je dnes nemožné, ale záleží len na fantázii zostrojovateľa nástražného systému a na jeho odborných schopnostiach. Je to už reálna hrozba potvrdená praxou. V našom článku je uvedená klasifikácia NVS so zameraním sa na jej špecifickú podskupinu IED. Zneužitie pyrotechnických výrobkov pre tvorbu IED potvrdzuje opis reálnych prípadov, ktoré sme v článku uviedli. Pozornosť budeme musieť

Typ výrobku	Čistá hmotnosť [g]	Z toho maximálne:				
		Čierny prach [g]	Dusičnan/kov [g]	Chloristan/kov [g]	Fonetická zložka [g]	Trečia zložka [g]
Míny	200	125	50	25	-	-
Rakety	200	50	20	10	-	-
Žartovné zápalky	0,05	-	-	-	-	-
Pyrotechnika pre oslavy	0,016	-	-	-	-	0,016
Rímske sviece	250	200	80	40	-	-
Hady	3	-	-	-	-	-
Výstreľovacie trubice	40	20/diel	8/diel	4/diel	-	-
Búchajúce šnúrky	0,016	-	-	-	-	0,016
Lietajúce rotačné efekty	30	-	-	-	-	-
Stolné bomby	2	-	-	-	-	-
Búchajúce guľičky	0,0025	-	-	-	-	0,0025
Slnko	900	-	-	-	20/diel	-

v budúcnosti venovať taktiež legislatíve a pripraviť možné návrhy na opatrenia, ktoré by mohli znížiť riziko nadobudania zábavnej pyrotechniky na možné teroristické účely. Z uvedených informácií vyplýva, že z legálne nadobudnutej zábavnej pyrotechniky je možné zostrojiť účinný NVS v aj v podmienkach SR. Realnosť takejto hrozby priamo úmerne narastá s radikalizáciou jednotlivých skupín obyvateľstva nielen u nás, ale aj v celej Európskej únii.

### Použitá literatúra

- [1] ČSN EN 15947 1-5. 2011. Pyrotechnické výrobky. Výrobky zábavnej pyrotechniky.
- [2] ŠTEFAN, J.; KAVICKÝ, V. 2012.: *Ochrana pred účinkami výbuchov výbušnín a nástražných výbušných systémov*. Žilina: KAVICKÝ, 2012. ISBN-978-80-971108-0-2.
- [3] National Explosive Task Force. 2013. NETF Industry Advisory. Washington: NETF, 2013. s. 1, Industry Advisory. Obežník publikovaný 27. júna 2013.
- [4] Office of the Director of National Intelligence. 2014. Unclassified Summary of Information Handling and Sharing Prior to the April 15, 2013 Boston Marathon Bombings. publicintelligence.net. [Online] 10. apríl 2014. [Dátum: 10. február 2016.] Správa je neutajovanou časťou 168 stránkovej správy spracovanej CIA. <https://publicintelligence.net/ic-ig-boston-bombings-report/>.
- [5] Zákon číslo 58/2014 Z. z. Slov-Lex. WWW.SLOV-LEX.SK. [Online] Ministerstvo spravodlivosti SR. [Dátum: 8. február 2016.] <https://www.slov-lex.sk/pravne-predpisy/SK/ZZ/2014/58/20151202>.
- [6] ZVAKOVÁ, Z.; FIGULI, L.; MARIŠ, L.: Výpočet maximálneho tlaku vznikajúceho pri explózii štandardne a neštandardne zhotovených výbušnín In: *Riešenie krízových situácií v špecifickom prostredí* [elektronický zdroj]: 21. medzinárodná vedecká konferencia: 25. - 26. máj 2016, Žilina. - Žilina: Žilinská univerzita, 2016. - ISBN 978-80-554-1213-9. - CD-ROM, s. 739-747.
- [7] ZVAKOVÁ, Z.; FIGULI, L.: Tlakový účinok výbuchu nástražného výbušného systému a možnosti eliminácie následkov jeho pôsobenia = Blast effect of improvised explosive devices and the possibility of its consequences elimination. In: *Požárni ochrana 2015* [elektronický zdroj]: sborník prednášok XXIV. ročníku medzinárodnej konferencie: 9. - 10. září 2015 Ostrava. - ISSN 1803-1803. - Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2015. - ISBN 978-80-7385-163-7. - CD-ROM, s. 384-387.
- [8] KAVICKÝ, V.: Výbušniny v dejinách. *Historická revue č. 11/2011*, ISSN 1335-6550.

- [9] FIGULI, L.; KAVICKÝ, V.: Ohrozenie účastníkov hromadnej spoločenskej akcie pri bombovom útoku na budovu = Participant threat of cultural event by a bomb attack to the building. *SPEKTRUM*: recenzovaný časopis Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství a Fakulty bezpečnostního inženýrství. - ISSN 1211-6920. - Roč. 14 č. 1 (2014), s. 45-47.

# Hodnotenie lesných požiarov z pohľadu ochrany prírodného a kultúrneho dedičstva na území SR

## Evaluation of Forest Fires from the Point of View Safety of Natural and Cultural Heritage

prof. RNDr. Iveta Marková, PhD.

PhDr. Ivan Murín, PhD.

PhDr. Jana Jad'ud'ová, PhD.

Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici, Fakulta prírodných vied  
Tajovského 40, 794 40 Banská Bystrica, Slovenská republika  
iveta.markova@umb.sk

### Abstrakt

Ochrana prírodného a kultúrneho dedičstva v rámci podmienok globálnych zmien, bude hlavným záležitosťou pre rozhodovanie tvorcov a výskumníkov v Európe. Bude považovaná za meradlo udržania európskej civilizácie, ako aj ochrana špeciálnej bezpečnosti v tejto oblasti výskumu. Rozsiahle konzultácie v celej Európe s odborníkmi v oblasti pamiatkovej bezpečnosti vedú k ochrane, ktorej súčasťou je ochrana pred požiarom. V rámci analýzy počtu a výskytu lesných požiarov na Slovensku, priemerná hodnota počtu lesných požiarov z celkového počtu predstavuje 2,5 %, okresy s najvyšším počtom lesných požiarov sú Malacky, Žilina, Čadca, Liptovský Mikuláš, Poprad a Spišská Nová Ves a evidujeme pravidelne vznik lesných požiarov aj v oblastiach CHKO a NP. Keďže lesné požiare predstavujú nekontrolovateľné a nežiaduce horenie s negatívnymi dopadmi na spoločnosť a životné prostredie (vrátane prírodného a kultúrneho dedičstva), je potrebné venovať uvedenej problematike stále zvýšenú pozornosť.

Článok rozoberá problematiku lesných požiarov, ktoré sa vyskytli za posledné desaťročie na území Slovenskej republiky. Údaje sú získané zo štatistických ročeniek PTaEU MV SR a Štatistického úradu SR. Poukazuje na prienik území s kultúrnym dedičstvom a územím často vystaveným pôsobeniu požiarov. Je nutné využívať prostriedky rôznych grantových schém pre účely ako ochrany pred požiarom, tak záchrany nášho dedičstva.

### Kľúčové slová

Lesné požiare, prírodné požiare, počet výjazdov k požiarom počas rokov 2004-2015, kultúrne a prírodné dedičstvo.

### Abstract

The protection of natural and cultural heritage under global change conditions will be a major concern for decision makers and researchers in Europe. It will be viewed as a measure of the enduring civilization of Europe as well as protection specially safety in this research area. Extensive consultation across Europe with experts in the field of safety of heritage lead to protection in this case before fire. The analysis of the number and incidence of forest fires in Slovakia, the average value of forest fires of the total represents 2.5 %, districts with the highest number of forest fires are Malacky, Žilina, Čadca, Liptovský Mikuláš, Poprad and Spišská Nová Ves and we regularly register creation of forest fires in the areas of protected areas and national parks. Whereas forest fires represent burning uncontrolled and undesirable negative impacts on society and the environment (including natural and cultural heritage), it should be paid to these issues still more attention. Article discusses the issue of forest fires that have occurred over the past decade in the Slovak Republic. Data are obtained from statistical yearbooks PTaEU Ministry of Interior of Slovak Republic and from the Statistical Office of Slovak Republic. Paper refers to

the penetration area of cultural heritage and the area often exposed to fire. It is necessary to use different means of grant schemes such as the Joint Programme Initiatives (JPI) for purposes such as fire protection and rescue of our heritage.

### Keywords

Forest Fire, Fire of Nature, the number and the occurrence of Fire, 2004-2015, Heritage.

### Úvod

Zvýšené riziko prírodných katastrof a javov z antropogénnej činnosti ako sú extrémne poveternostné javy spôsobené zmenou klímy, predstavujú záplavy, zvýšené hladiny za búrok, sucha alebo lesné požiare. Preto dostali osobitnú pozornosť v mnohých strategických dokumentoch v európskej výskumnej stratégii (2010) vystupujúce ako prioritné témy (Document G8, 2009). Štúdia o ochrane kultúrneho dedičstva pred prírodnými katastrofami pre oddelenie Parlamentu politiky EÚ odhalila množstvo nedostatkov pri ochrane a zachovaní európskeho dedičstva (Londýn deklarácia, 2004); identifikovala potrebu ďalej spoločne plánovaného výskumu (JPI CH, 2011) a ďalej rozširuje myšlienku "bariérových reportov" (EP, 2007b).

Štúdie o strate kultúrneho dedičstva pred požiarom boli vyvinuté v rámci činnosti COST 17 "Požiarne straty historických budov" (<http://www.heritagefire.net>). Ochrana kultúrneho dedičstva tvárou v tvár globálnej zmene, sa tak stáva veľkým problémom pri rozhodovacej právomoci stakeholderov a občanov v Európe. Ďalší výskum je potrebný do stratégie, metodík a nástrojov na ochranu kultúrneho dedičstva proti nepretržitému rozpadu (UNESCO, 1989). Pred nevrátnym poškodením prírodného a kultúrneho dedičstva sa stále pracuje, existujú dohodnuté akcie, založené na spoľahlivých vedeckých poznatkoch za účelom ochrany prírodného a kultúrneho dedičstva Európy (UNESCO, 2006).

Kvantifikácia priorít a optimalizáciu stratégie požiarnej ochrany sú dôležité a aktuálne priority v programoch financovaných Európskou komisiou, Generálnym riaditeľstvom pre výskum, riaditeľstvom pre životné prostredie, Úniou "mestskej udržateľnosti a kultúrneho dedičstva" aj rámcovým programom Životné prostredie a udržateľný rozvoj (pozri <http://ec.europa.eu/>).

Jedným z cieľov tejto priority výskumu v súčasnom európskom výskume je zhodnotiť nebezpečenstvo požiaru predstavujúce pre naše kultúrne a prírodné dedičstvo. Navrhnuť metódy, ktorými môže byť toto riziko kvantifikované a spravované pomocou systémov a komponentov, ktoré sú v súčasnej dobe k dispozícii. Pojem riziko súvisí ako s následkami a pravdepodobnosti výskytu nežiaducej udalosti. Existujú aj výskumné iniciatívy zamerané na zhromažďovanie existujúcich metód analýzy rizík a výber vhodnej metódy pre posúdenie požiarneho rizika kultúrneho a prírodného dedičstva (Garcia a kol. 2016).

Existujú čiastkové metódy identifikácie existujúcich postupov. V rôznych členských štátoch EÚ boli prijaté opatrenia na zachovanie kultúrneho a prírodného dedičstva voči požiaru na základe vlastných analýz, legislatívnych právomoci a systémov závislých na rozhodovacích procesoch v jednotlivých členských štátoch, ktoré sú často skryté. Ďalšia téma vedcov vedie k rozboru požiarov. Možno ho chápať ako vstupný materiál, ktorý je koncipovaný ako najbohatší súbor informácií o požiaroch s cieľom určiť príčiny



požiarov, hľadať opatrenia na predchádzanie vzniku požiarov a zníženie ich výskytu a ich rozvoja, ako aj údaje o poškodení/strate. Štatistické údaje a správy o závažných požiaroch (heritage) boli zhromaždené od vnútroštátnych orgánov zodpovedných za kultúrne a prírodné dedičstvo.

Hlavným zmyslom v probléme rozvoja požiaru z rôznych materiálov je cieľne opatrenie proti nárastu požiaru rastu, zníženie rizika vzniku požiaru v krajine alebo v stavbe a v prípade takejto situácie, kontrola nárastu rýchlosti požiaru a šíreniu požiaru v stavbe alebo priestore. Tempo rastu požiaru v uzavretom priestore závisí na správanie sa pri horení obsahu a obloženia, na veľkosti priestoru a tvaru, poveternostných podmienkach. Stav techniky ochrany pred požiarom a produktov podporujúcich rôzne súčasti požiaru bezpečnostného riešenia je nutnou súčasťou riešenia kultúrneho a prírodného dedičstva. Hlavnou otázkou je: Existujú požiarne bezpečnostné technológie a produkty pre ochranu predmetov a objektov prírodného a kultúrneho dedičstva? Informácie a reakcie vedú k riešeniu spoľahlivosti nákladov v rámci ochrany kultúrneho a prírodného dedičstva. Tieto informácie sú zhromažďované, ich prijateľnosť a obmedzenia sú porovnávané, akceptované ako vstup do kvantitatívneho rozhodnutia a tvorby modelu/metódy. Hlavným účelom týchto prípadov je empirická evidencia pre ďalší výber metódy hodnotenia (Konishi a kol. 2015). Po druhé je potrebné uplatnenie praktických nástrojov schopných pomáhať v procese rozhodovania, čo sú matematická alebo štatistická metóda optimalizácie (Pourtaghi a kol. 2016).

#### Cieľ

Cieľom príspevku je analyzovať a hodnotiť existenciu ohrozenia hodnôt prírodného dedičstva na základe štatistického vyhodnotenia požiarovosti v SR.

#### Metodika

Na základe terminologicky popísaných skutočností ohľadom prírodného a kultúrneho dedičstva, sme zmapovali aktuálne objekty v podobe prehľadných grafov. Zo získaných štatistických hodnôt výjazdovosti príslušníkov HaZZ, získaných vďaka PTAEU MV SR (zo štatistických ročeniek Hasičského záchranného zboru.), sme zhodnotili podiel prírodných a lesných požiarov priebehu posledných desiatich rokov a zrealizovali pokrytie definovaných kategórií požiarneho nebezpečenstva prírodného a kultúrneho dedičstva.

#### Popis vybraných druhov požiaru

##### Lesný požiar

Slovensko je síce malá krajina, ale s veľkou lesnou plochou, ktorá predstavuje 41 % z celkovej výmery štátu (predstavujú lesné pozemky), čo predstavuje cca 2 milióny ha (Lesy- prírodné bohatstvo našej krajiny, s.a.). Uvedené údaje radia Slovensko medzi krajiny s najvyššou lesnatosťou (Lesy- prírodné bohatstvo našej krajiny 2011).

Chromek (2004) hodnotí nárast plochy lesných pozemkov každoročne o niekoľko stotín percenta, čo je výsledkom okrem iného aj zníženia intenzifikácie práce v poľnohospodárstve. Výrazný pokles je sledovaný v 2004 v dôsledku veternej kalamity vo Vysokých Tatrách.

Lesné požiare na lesnom ekosystéme zapríčiňujú priame a nepriame škody. Poškodzujú všetky zložky lesných biocenóz, ako biotop, ale aj rastlinstvo a živočíšstvo (Hlaváč, 2006). Podľa spôsobu vzniku lesných požiarov rozlišujeme antropogénne a prírodné škodlivé činitele. Priame škody sa vzťahujú na znehodnotenie živých stromov, spracovanej a nespracovanej drevnej hmoty, stratu prírastku a zhoršenie kvality drevnej suroviny. Nepriame škody súvisia s pôsobením ďalších druhotných škodcov, ako aj so zvýšením nákladov na odstraňovanie následkov požiarov (Hlaváč, 2006, 2009).

Pri lesnom požiaru dochádza k horeniu celého súboru organických materiálov, z ktorých sa skladá lesný porast. Vytvorené teplo sála do okolitého prostredia, pôsobí na dreveniny a dochádza k čiastočnému alebo celkovému odumieraniu častí, popri prípade aj celého stromu (Hlaváč, 2006, 2009, Chromek, 2006a,b), Hlaváč a kol., 2007a)b), Chromek, 2014).

Existenciu lesných požiarov dokazujú výsledky štatistickej analýzy vykonanej za obdobie rokov 2004 - 2014 (Marková, Kohútová, 2015). V rámci analýzy počtu a výskytu lesných požiarov na Slovensku, priemerná hodnota počtu lesných požiarov z celkového počtu predstavuje 2,5 % (Marková, Kohútová, 2015). Je nutné konštatovať, že nie v každej ročenke počas minulého desaťročia boli uvedené požiare prezentované v celej škále, z čoho vyplýva, že uvedené požiare síce nie sú najčastejším dôvodom výjazdov, ale sú trvalým miestom vzniku požiaru, kde musia príslušníci HaZZ zasahovať. Zároveň je nutné akceptovať vznik následných ekonomických škôd a negatívnych environmentálnych dopadov. Štatistické údaje Hasičského a Záchranného zboru SR neboli za rok 2015 doposiaľ spracované, v dôsledku čoho posledný rok hodnotenia lesných požiarov bol 2014. Z hľadiska vyhodnocovania počtu výjazdov príslušníkmi HaZZ sa požiare delia podľa dvoch hľadísk akceptovaných HaZZ a vyhodnocovaných Požiarno-technickým a expertíznym ústav MV SR v Bratislave, a to na sledovanie odvetví ekonomických činností, čiže „požiare v lesnom hospodárstve“ a podľa priestoru vzniku požiarov - „požiare lesov“. Samozrejme, lesných požiarov je menej, keďže patria do skupiny požiarov v lesnom hospodárstve, kde sú aj požiare krov a iných prírodných materiálov.

#### Znázornenie diverzifikácie dedičstva na mape Slovenska

##### Prírodné dedičstvo

Pre účely článku nasleduje popis prírodného dedičstva podľa Konvencie z roku 1972 (obr. 1):

- 1 Prírodné prvky pozostávajúce z fyzických a biologických útvarov alebo skupín takýchto útvarov, ktoré majú výnimočnú svetovú hodnotu z estetického alebo vedeckého hľadiska.
- 2 Ohrozených druhov zvierat a rastlín výnimočnej svetovej hodnoty z hľadiska vedy alebo starostlivosti o zachovanie.
- 3 Prírodné lokality alebo presne vymedzené prírodné oblasti svetovej hodnoty z hľadiska vedy, zachovanie prírody alebo prírodnej krásy.

Inými slovami, za prírodné dedičstvo označované objekty s nasledujúcimi vlastnosťami (Commonwealth of Australia, 20022002):

- a) Prírodné znaky pozostávajúce z fyzických a biologických útvarov alebo skupín týchto útvarov, ktoré sú prírodné významné.
- b) Geologické a fyziografické útvary a presne vymedzené oblasti, ktoré tvoria miesto prirodzeného výskytu pôvodných druhov živočíchov a rastlín, ktoré sú prírodné významné.
- c) Prírodné lokality alebo presne vymedzené prírodné oblasti, ktoré svedčia o prírodnej významosti z hľadiska vedy, zachovanie prírody alebo prírodnej krásy.

Sú definované prírodné významné, ako významne ekosystémy biodiverzity a geologickej diverzity pre ich existenčnú hodnotou, alebo pre súčasné alebo budúce generácie, pokiaľ ide o ich vedeckú, sociálnu, estetickú a podpornú hodnotu.

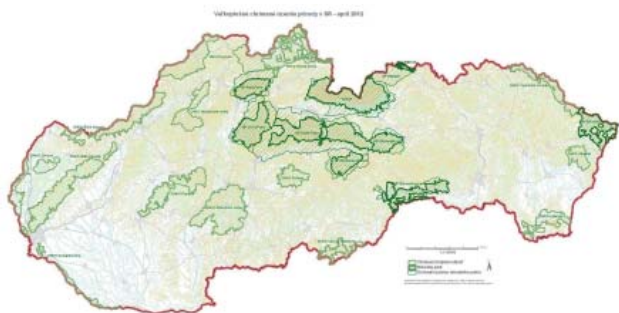
#### Analýza a interpretácia výsledkov výskumu

Jedným z predpokladov o príčinách/zapálenie lesných požiarov je lesná doprava a turistika. Cieľené turistické oblasti sú osobitne chránene krajinné oblasti (CHKO), alebo Národné parky (NP), ktoré sú obľúbeným cieľom turistov. Súčasne CHKO a NP sú miesta zvýšeného rizika vzniku požiaru aj z dôvodu ich stupeňa

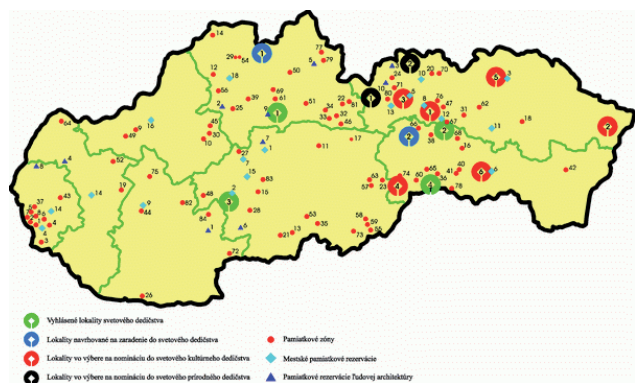
ochrany. V najlepšie zachovaných starých zónach týchto oblastí sa nesmie (podľa zákona) do prírody zasahovať. Po prírodnej katastrofe (tzn. Vichrica vo Vysokých Tatrách v roku 2004), človek nesmie zasahovať do prírody, a tým pádom ani podieľať sa na odstránení polomového dreva. Tieto oblasti sú najviac ohrozené vznikom požiarom kalamitných plôch (Kohútová, 2014).

Na obr. 1 je znázornená mapa SR s chránenými krajinnými oblasťami a národnými parkami, ktoré sa nachádzajú na území SR. Do okresu Čadca zasahujú až dve chránené krajinné oblasti, konkrétne CHKO Kysuce a CHKO Horná Orava.

Do okresu Liptovský Mikuláš a Poprad zasahujú značnou mierou priamo národné parky TANAP a NAPANT a zároveň aj ich ochranné pásma. Národný park Slovenský raj zasahuje nielen do okresu Poprad, ale aj do okresu Spišská Nová Ves. Práve v týchto okresoch bol zaznamenaný najvyšší počet lesných požiarov za sledované desaťročie. Taktiež aj okresy Čadca a Žilina patria medzi tie, v ktorých lesné požiare boli najčastejšie. V okrese Žilina sa rozprestiera Národný park Malá Fatra a CHKO Strážovské vrchy. V okrese Čadca sa tiahne CHKO Horná Orava a CHKO Kysuce (Kaputa, s.a.).



Obr. 1 Lokalizácia chránených krajinných oblastí (CHKO) a národných parkov (NP) ako prírodného dedičstva na Slovenskom (Kaputa, 2015)



Obr. 2 Rozdelenie objektov kultúrneho dedičstva na Slovenskom (www.tourist-channel.sk).

Najväčším iniciátorom vzniku lesných požiarov je človek a práve preto sme sa zamerali na údaje o nezamestnanosti, ktoré sme porovnali s počtom požiarov v jednotlivých okresoch. Vychádzali sme z predpokladu, že nezamestnaní ľudia, často páchajú viac trestných činov ako pracujúci ľudia.

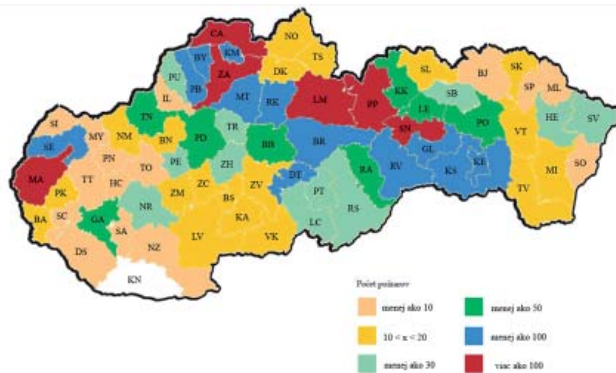
Podľa štatistík pri viac ako 98 % lesných požiarov je príčinou vzniku požiaru zavinenie človeka. Môže byť úmyselné alebo neúmyselné (Chromek, 2007).

Boli vypracované mapy na základe údajov zo štatistík MV SR a MP SR, so snahou čo najpresnejšie zistiť lokality lesných požiarov.

V okrese Čadca bolo najviac lesných požiarov zo všetkých okresov na území SR za sledované desaťročie, konkrétne 252 lesných požiarov (Požiarno-technický a expertízny ústav MV SR v Bratislave, 2005 - 2013, Miškovičová, 2015).

Druhým okresom, ktorý má najvyšší počet lesných požiarov za sledované obdobie je okres Poprad, s celkovým počtom lesných požiarov 190 (Požiarno-technický a expertízny ústav MV SR v Bratislave, 2005 - 2013, Miškovičová, 2015).

Jediný okres, v ktorom sa nevyskytol žiaden lesný požiar za sledované desaťročie bol okres Komárno (Požiarno-technický a expertízny ústav MV SR v Bratislave, 2005 - 2013, Miškovičová, 2015). Percento nezamestnaných v tomto okrese k 31.01.2013 bolo 19,69 čím sa zaraďuje na 22. miesto (Poradie okresov podľa miery evidovanej nezamestnanosti v SR: január, 2013, s.a.).



Obr. 3 Počet lesných požiarov v slovenských okresoch v rokoch 2004 - 2014 (Kohútová, 2014). Legenda: ružová - 0 požiarov, žltá - 1 až 5 požiarov, bledomodrá 6 až 10 požiarov, zelená 11 až 20 požiarov, tmavomodrá 21-30 a červená viac ako 30 požiarov, tmavozelené bodky - lesné plochy

Na obr. 4 vidíme prekrytie obr. 2 s obr. 3. Keď sa pozrieme na mapu na obr. 4 zistíme, že v oblastiach kde nie sú CHKO a NP počet lesných požiarov je minimálny. Na základe tejto mapy môžeme tvrdiť, že v oblastiach CHKO a NP, sú zaznamenané aj vyššie počty lesných požiarov než v oblastiach, kde národné parky a chránené krajinné oblasti nie sú.



Obr. 4 Mapa chránených krajinných oblastí a národných parkov SR s lesnými požiarmi v jednotlivých okresoch za obdobie rokov 2004 - 2013 (Upravené podľa: Kaputa, s.a.; Požiarno-technický a expertízny ústav MV SR v Bratislave, 2005 - 2014)

Špecifikované kritické okresy, kde počet lesných požiarov je v porovnaní s ostatnými okresmi vysoký sú Malacky, Žilina, Čadca, Liptovský Mikuláš, Poprad a Spišská Nová Ves.

## Závery

Na základe získaných výsledkov možno konštatovať nasledujúce závery:

- Je potrebné venovať špecifickú pozornosť protipožiarnej ochrane prírodného a kultúrneho dedičstva.
- Percento výjazdov k lesným požiarom k celkovému počtu výjazdov kolesá okolo 2,5 %.
- Najvyššie hodnoty počtu výjazdov k lesným požiarom bolo v roku 2010.
- Lesné požiare sa vyskytujú v CHKO a Npčo vedie k poškodeniu nášho prírodného dedičstva.
- Najviac lesných požiarov v priebehu desaťročia bolo v okrese Čadca, v okrese Komárno nebol zaznamenaný výjazd k lesnému požiaru

## Pod'akovanie

Táto práca bola podporovaná Kultúrnou a edukačnou grantovou agentúrou MŠVVaŠ SR projekt č. KEGA 035UMB-4/2015 „Environmentálne manažérstvo vo výrobnej sfére“.

## Použitá literatúra

- [1] Commonwealth of Australia. 2002.: *Australian natural heritage charter for the conservation of places of natural heritage significance*. 2 ed. [online]. Australia: Australian heritage commission, 2002. 26 s. ISBN 0-642-26420-1. [cit. 2016.02.15.]. online: <https://www.environment.gov.au/resource/australian-natural-heritage-charter>.
- [2] *Convention Concerning the Protection of the World Cultural and Natural Heritage*, 1972. [online]. [cit. 2016.02.15.]. online: <http://whc.unesco.org/en/conventiontext/>.
- [3] EP, European Parliament 2007b.: *Protecting the Cultural Heritage from Natural Disasters*, Brussels, by M. Drdáký et. al. (<http://www.europarl.europa.eu/activities/committees>).
- [4] Document G8.: *Responsible leadership for a sustainable future*, L'Aquila, 2009.
- [5] HLAVÁČ, P. 2006.: Dopad lesného požiaru na lesný ekosystém. Definovanie základných protipožiarnych prvkov z lesníckeho aspektu. In: *Lesné požiare - aktuálne nebezpečenstvo v jarných a letných mesiacoch*: Zborník referátov z odborného seminára. Zvolen, Technická univerzita vo Zvolene, CD - médium, 2006, s. 15 - 17. ISBN 80 - 228 - 1579 - 9.
- [6] HLAVÁČ, P. et al. 2009.: *Od projektu protipožiarnej ochrany lesa vo Vysokých Tatrách po vetrovej kalamite po zmeny legislatívy v oblasti ochrany lesov pred požiarimi v podmienkach Slovenskej republiky*. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2009. 145 p. ISBN 978-80-228-1976-3.
- [7] HLAVÁČ, P.; CHROMEK, I.; MAJLINGOVÁ, A. 2007a.: *Vybrané projekty protipožiarnej ochrany lesa po vetrovej kalamite*. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2007. 106 p. ISBN 978-80-228-1823-0.
- [8] HLAVÁČ, P.; CHROMEK, I.; MAJLINGOVÁ, A. 2007b.: Stanovenie rizika vzniku lesného požiaru vzhľadom na požiarne zaťaženie lesných porastov. In *Aktuálne problémy v ochrane lesa 2007*: zborník referátov z medzinárodného seminára, ktorý sa konal 12. apríla 2007 vo Zvolene. Zvolen: Národné lesnícke centrum, 2007, s. 89-95. ISBN 978-80-8093-014-1.
- [9] Dostupné z: <http://www.heritagefire.net>.
- [10] Dostupné z: <http://ec.europa.eu/>.
- [11] Dostupné z: <http://www.tourist-channel.sk>.
- [12] GARCÍA, CASAS Á., SIEGEL, M., KOLTUNOV, R., RAMÍREZ, A., USTINS. 2016.: Burned forest characterization at single-tree level with airborne laser scanning for assessing wildlife habitat. *Remote Sensing of Environment*. 2016 vol: 175 pp: 231-241.
- [13] CHROMEK, I. 2006a.: *Využitie leteckej techniky pri hasení lesných požiarov*. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2006. 121 p. ISBN 80-228-1595-0.
- [14] CHROMEK, I. 2006b.: História a definovanie lesných požiarov. In: *Lesné požiare - aktuálne nebezpečenstvo v jarných a letných mesiacoch*: Zborník referátov z odborného seminára. Zvolen, Technická univerzita vo Zvolene, CD - médium, 2006, s. 6 - 14, ISBN 80-228-1579-9.
- [15] CHROMEK, I. 2014.: Geografické členenie SR s ohľadom na vznik lesných požiarov. Hasičské jednotky v priestore Tichej a Kôprovej doliny. In *Hasenie lesných požiarov v slovensko-poľskom pohraničí*: zborník prednášok z medzinárodnej konferencie. Prešov: Agentúra regionálneho rozvoja Prešovského samosprávneho kraja, 2014, s. 4-22. ISBN 978-80-971679-0-5.
- [16] KAPUTA, P. [s.a.]: *Chránené územia* [Protected Areas] [online]. [s.a.]. [cit. 2015.04.20.]. online: <http://www.enviroportal.sk/indicator/detail?id=121>.
- [17] KIM, K.; KONISHI, T.; ZIEMBA, T.; NONAKA, H.; NAM, K.; TANAKA, T. 2015.: Fire protection analysis and potential improvements for wooded cultural heritage sites in Japan. *Journal of Disaster Research*. 2015 vol: 10 (4) pp: 586-594.
- [18] KOHÚTOVÁ, I. 2014.: *Evaluation of the development of fires in SR of natural fires in the last decade*. Students scientific conference, section Environment. [non publish].
- [19] *Lesy - prírodné bohatstvo našej krajiny 2011*. [online]. [s.a.]. [cit. 2014.04.04.]. Dostupné na internete: <[www.nlcsk.sk/files/2490.pdf](http://www.nlcsk.sk/files/2490.pdf)>.
- [20] MARKOVÁ, I.; KOHÚTOVÁ, I. 2015.: Hodnotenie počtu a výskytu lesných požiarov na Slovensku za posledné desaťročie. In: XI. medzinárodná konferencia FIRECO 2015. [CD-rom]
- [21] POURTAGHI, Z.; POURGHASEMI, H.; ARETANO, R.; SEMERARO, T. 2016.: Investigation of general indicators influencing on forest fire and its susceptibility modeling using different data mining techniques. *Ecological Indicators*. 2016 vol: 64 pp: 72-84.
- [22] *Ročenky Hasičského a záchranného zboru 2004 - 2014*. Vydalo Ministerstvo vnútra SR, Prezídium Hasičského a záchranného zboru v Bratislave, Spracoval: Požarno-technický a expertízny ústav MV SR v Bratislave.
- [23] UNESCO, 2006.: For the definition of "safety of heritage", refer to: UNESCO, *Convention concerning the Protection of the World Cultural and Natural Heritage*, Paris, 16 November 1972; The Economy of Culture in Europe, a study carried out by KEA European Affairs for the European Commission, 2006, pp. 147-155 and pp. 303-306.



# Využití odpadů při odstraňování ropných látek

## Use of Waste in the Removal of Oil Products

Ing. Alexand Trapl

HZS Moravskoslezského kraje  
Výškovická 40, 700 30 Ostrava - Zábřeh  
alexandr.trapl@hzsmsk.cz

### Abstrakt

Předložený článek se zabývá problematikou odstraňování ropných látek z vodní hladiny a pevného povrchu za pomoci procesu adsorpce. Odpadu jako možné druhotné suroviny při odstraňování ropných produktů je používán k testování popel z tepláren, využívající rozličné druhy ohnišť. Při experimentech je sledována sorpční schopnost popelů jako sorbentů, při odstraňování všech tříd ropných látek (motorového oleje, motorové nafty, motorového benzínu a leteckého petroleje). Je provedeno matematické stanovení sorpční kapacity testovaných druhů popelů dle postupu normy ASTM F726-06 s ověřením a srovnáním sorpční kapacity daných popelů v laboratorních podmínkách a porovnání a stanovení spotřeby popelů při simulovaném úniku ropných produktů na pevném povrchu. Sorpční schopnost připravených sorbentů je porovnávána se sorpční schopností běžně používaného komerčního sorbentu na bázi rašeliny. Provedené experimenty prokázaly vhodnost využití testovaných druhotných surovin, což znamená pro instituce využívající sorpční přípravky snížení možných nákladů.

### Klíčová slova

Ropné látky, sorbent, popel, polyuretan.

### Abstract

The present article deals with the removal of oil products from the water and solid surface with the help of the adsorption process. Waste as possible secondary raw materials in removing petroleum products are used to test the ash from power stations, using different kinds of fires. In experiments is observed sorption capacity ashes as sorbents, the removal of all classes of petroleum products (engine oil, diesel, petrol and kerosene). Mathematical determination is made sorption capacity ash species tested according to ASTM F726-06 process of verifying and comparing the sorption capacity of the ashes in the laboratory and compared and determine the consumption of ash simulated leak of petroleum products on a hard surface. Sorption capacity sorbents prepared is compared with the adsorption capacity of commonly used commercial peat-based sorbent. The experiments demonstrated the suitability of the use of secondary raw materials tested, which means for institutions using sorbent products reduce the potential costs.

### Keywords

Oil, sorbent, ash, polyurethane.

### Úvod

V posledních desetiletích se setkáváme s únikem ropných produktů především v důsledku mimořádných událostí (havárií), a to jak neúmyslných tak záměrných. V souvislosti se zdoláváním mimořádných událostí se podílejí a jsou v praxi nasazovány také jednotky Hasičského záchranného sboru, které disponují prostředky na zdolávání mimořádných událostí, a to i s možností nasazení sorpčních přípravků.

Tento článek se zabývá vhodností zvolení sorpčních přípravků pro odstranění ropných látek a jejich produktů z vodních zdrojů a půdního fondu. Sorpční schopnost připraveného sorbentu byla porovnávána se sorpční schopností běžně používaného komerčního

sorbentu na bázi rašeliny a teoretické sorpční kapacity podle normy ASTM F726-06.

### Rozdělení a využití sorbentů v procesu adsorpce

Obecně, je sorpce zachycování složky kapalné nebo plynné směsi (adsorbátu) na povrchu tuhé fáze (adsorbentu). Při adsorpci se uplatňují tři druhy sil a o uplatnění rozhodující síly rozhoduje povaha adsorbentu, adsorbované látky (adsorbátu) i rozpouštědla (vody), ve které adsorpce probíhá. Podle povahy sil rozeznáváme tři základní typy adsorpce: fyzikální adsorpce, chemisorpce, iontová adsorpce. [1]

Adsorpce je proces uplatňující se v nejrůznějších oblastech průmyslu a techniky. V průmyslovém měřítku se adsorpčních zařízení využívá např. k sušení (vzduch zbavený vlhkostí vyžaduje metalurgie, farmacie, potravinářský průmysl, z plynů a kapalin se musí zbavovat vlhkostí zemní plyn a petrolejové frakce), jiným příkladem uplatnění adsorpce v průmyslu je např. rekuperace průmyslových rozpouštědel aj. [2]

První zmínkou o adsorpci z vody se objevily již v 18. století. V roce 1785 Lowitz popsal použití aktivního uhlí jako adsorbentu pro snižování zabarvenosti vody. Během 1. světové války se aktivní uhlí používalo ve filtrech plynových masek. Dříve používané adsorbenty, např. aktivní uhlí, měly nižší adsorpční kapacitu než dnešní formy adsorbentů, které zaznamenaly zlepšení vlastností jako je odolnost proti otěru, nebo schopnost regenerace a znovu použití v technologii. [3]

Volba nejvhodnějšího adsorbentu pro daný účel závisí na mnoha okolnostech, jako je celková adsorpční kapacita adsorbentu, jeho kinetické vlastnosti z hlediska adsorpce, koncentrace adsorbátu, druh a stupeň požadované selektivity adsorpce, teplota, při níž má adsorpce probíhat, jeho odolnost proti teplotě, kyselému a zásaditému prostředí, vodě a mechanickému otěru, poměr jeho váhy a objemu, možnost regenerace a její obtížnost, cena a dostupnost adsorbentů. [2]

Pro odstranění kontaminantů procesem adsorpce využíváme tyto nejpoužívanější druhy sorbentů:

**Jednoduché (přírodní) sorbenty** - většina těchto sorbentů je používána pro hrubé odstranění ropných látek z půdy a vodní hladiny nebo při nižších nárocích na vyčištění odpadních vod. Jejich výhodou je snadná dostupnost a nízká cena. Mezi tyto sorbenty zahrnujeme adsorpční hlíny (bentonit), rozsvíkové zeminy (křemelina), různé druhy dřevěných pilin, kůry, rašelinu, aj.

**Uhlíkaté materiály** - k významným a v ochraně životního prostředí nejvíce využívaným sorbetům patří přírodní sorbenty na bázi uhlíkatých materiálů. Aktivní uhlíkaté materiály (AUM) jsou vysoce uhlíkaté látky s mohutnou porézní strukturou. Díky ní dosahují vysokých sorpčních hodnot vztažených na jednotlivé množství a povrch materiálu. AUM nejsou tvořeny pouze atomy uhlíku, ale v jejich struktuře se vyskytují i jiné prvky a sloučeniny, které zůstávají ve struktuře nebo se do nich dostanou při přípravě a výrobě aktivních uhlíkatých sorbentů. [4, 5]

Z hlediska klasifikace výchozích surovin a velikosti pórů v sorbentu, můžeme AUM rozdělit na: aktivní uhlí, aktivní koks a uhlíkaté molekulové sítě.

**Textilní sorbenty** - jsou nejčastěji vyrobeny z aktivovaného polypropylenu a polyetyleny. Vyráběny jsou ve formě netkaných textilií v různých tvarech např. ve tvaru hadů, rohoží, koberec, polštářů nebo vlákných útvarů.



## Sorbenty z druhotných surovin

Uhelný prach, škvára, popel, popílek, recyklovaná celulóza, polyuretan aj. jsou využívány jako druhotné suroviny.

Škvára, popel, popílek jsou odpady z tepelných procesů. Výhodou sorbentů na této bázi jsou nízké pořizovací náklady, nevýhodou oproti některým sorbentům je nižší sorpční účinnost. Popílků (zvláště pak hnědohelných) se může využít k čištění (nebo dočištění) odpadních vod obsahujících fenoly. Schopnost popílků poutat fenoly je dána obsahem nedopalu. Částice nedopalu mají charakter koksu, jsou vysokopórovité. Pomocí metalurgických pevných odpadů např. popílků ze spalování uhlí, které se chovají jako sorbenty, je také možno využít k redukci toxicity a těžkých kovů v odpadních vodách. [6].

Popel a polyuretan jako druhotné suroviny jsou využívány pro svou adsorpční schopnost srovnatelnou např. s rašelinou k odstraňování ropných látek z vody a půdy.

## Složení testovaných druhotných surovin

Vzhledem k předloženému článku zaměřenému na druhotné suroviny byly testovány popely jako sorbenty:

### *Popel z roštových ohnišť (pevný rovinný rošt) PRO I., PRO II.*

Roštová ohniště slouží ke spalování kusových tuhých paliv ve vrstvě na roštu. U procesu spalování na roštovém ohništi se produkují pevné zbytky pocházející ze tří různých zdrojů, a to z propadu jemných částic roštem, ze zbytků po spalování na konci roštu (popel, škvára) a z tuhých zbytků z chlazení a čištění spalin. Zbytky po spalování (popel, škvára a ostatní zbytkové částice) jsou kontinuálně odstraněny na konci posledního roštu a poté ochlazeny ve vodních nádržích. Z chladících nádrží jsou pak vyjmuty a dále využity jako druhotné suroviny nebo jsou ukládány na skládky. [6, 7]

### *Popel z práškových ohnišť (granulační ohniště) PPr I., PPr II.*

Práškové ohniště bylo původně vyvinuto pro spalování prachových zbytků tříděného uhlí. Prášková ohniště mají četná nasazení v teplárenských a elektrárenských provozech. Výhodou práškových ohnišť je především ve vysoké rychlosti spalování.

### *Popel z fluidních ohnišť (ohniště systému IGNIFLUID) PFI I., PFI II.*

Fluidní kotel je zařízení určené pro fluidní spalování zejména práškového uhlí a biomasy. Pro svou vysokou účinnost je využíván ve většině tepláren a elektráren. Jemně rozemleté palivo se spaluje ve vzestupném proudu vzduchu a nad fluidním roštem nabývá vlastností tekutých paliv. Vlastní hoření probíhá okamžitě, takže dochází ke stejnoměrnému hoření a produkci jemného popele. [8]

### *Popel po spalování biomasy s polyuretanem PPoly II.*

Tento sorbent byl připraven z popele po spalování biomasy rostlinného původu, polyuretanové pěny a hydrofobizační přísady v poměru jednotlivých složek tak, aby vykazoval jednak dobré sorpční schopnosti a zároveň bezproblémovou manipulaci, tzn., aby byl minimálně prášivý a při aplikaci neulpíval mimo oblast použití. Pro přípravu vzorků, byl použit popel velikosti zrna od 1-4 mm. [9]

### *Rašelinový sorbent (k porovnání sorpčních kapacit)*

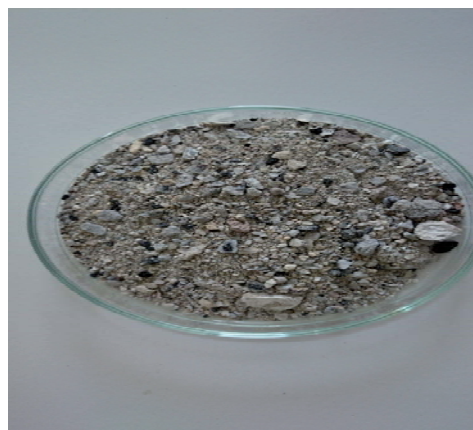
Sypký rašelinový sorbent je přírodní sorbent, který prošel úpravou za teplot 750-900 °C, při kterém dochází k vylučování přírodních vosků na povrch buněk a k aktivaci huminové kyseliny. Vyloučené přírodní vosky způsobují hydrofobnost. V rašelině je přirozeně obsažena huminová kyselina, která je schopná přímo do svého řetězce vázat chemické látky např. uhlovodíky.

Dané druhy popelů jsou pro výzkum a možné porovnání rozděleny, část je ponechána bez hydrofobní úpravy (I.), část prošla hydrofobní úpravou (II.).

Původ testovaných popelů není uveden dle přání poskytovatele.



Obr. 1 Sypký popel PFI I



Obr. 2 Sypký popel PRO I.

## Odstranění ropných látek testovanými sorbenty

Na pevný povrch (kamenina) a vodní hladinu (3000 ml H<sub>2</sub>O) byly přivedeny ropné produkty (motorový olej, motorová nafta, motorový benzín a letecký petrolej), přičemž ropné látky byly sorbenty zasypávány. Poté byl sledován sorpční proces do naadsorbování testovaných popelů. Pro pevný povrch byla mezní hranice sorpce tzv. „do sucha“ tzn., po sorpci ropného produktu musí být povrch suchý, nekluzký, beze stop po ropných produktech. Z vodní hladiny byl sledován proces sorpce tzv. „vizuálně“ tzn., po sorpci ropného produktu musí být vodní hladina beze stop po ropných produktech.

Sorpční kapacita testovaných popelů byla srovnávána se sorpční kapacitou dle normy ASTM F726-06 a se sorpčními schopnostmi běžně dostupného rašelinového sorbentu.

Popely PRO I., PPr I., PFI I. neprošly hydrofobní úpravou, proto nemohlo být provedeno stanovení sorpční kapacity dle normy ASTM F726-06.

Sorpční kapacity jednotlivých testovaných sorbentů byly mezi sebou porovnávány a srovnávány s výpočtem sorpční kapacity dle normy ASTM F726-06 Oil adsorbency, která udává výslednou hodnotu v jednotkách: g nasorbované kapaliny/g sorbentu.

### *Stanovení sorpční kapacity dle postupu normy ASTM F726 - 06*

Výrobci a distributoři sypkých sorbentů udávají k výrobkům údaje o sorpční kapacitě.

Zjednodušený postup stanovení sorpční kapacity dle postupu normy ASTM F726-06:

1. Odváženo x g sorbentu (hmotnosti uvedeny v tabulkách),
2. výška sorbované kapaliny minimálně 2,5 cm,
3. sorbent ponořen na 15 minut do testované kapaliny,
4. nasycený sorbent se nechá odkapat po dobu 30 sekund u motorové nafty a 15 minut u motorového oleje,
5. stanovení hmotnosti sorbentu s nasorbovanou látkou.

Stanovení sorpční kapacity dle postupu normy ASTM F726-06 se provádí dle vzorce:

$$\text{Sorpční schopnost (Oil adsorbency}_m) = S_s/S_0$$

kde

$$S_s = S_{ST} - S_0,$$

$S_0$  počáteční hmotnost suchého sorbentu [g],

$S_{ST}$  hmotnost nasyceného sorbentu [g].



Obr. 3-6 Stanovení sorpční kapacity dle normy ASTM F726-06 popelem PPoly II., sorbovaná látka m. benzín

### Odstranění motorového oleje a motorové nafty z pevného povrchu a vodní hladiny v laboratorních podmínkách

Pro odstranění motorového oleje a motorové nafty z pevného povrchu a vodní hladiny a porovnání sorpčních kapacit byl použit sypký popel PPoly II. o váze 20 g, popel PRo I. na pevný povrch a PRo II. na vodní hladinu o váze 20 g, popel PPr I. na pevný povrch a PPr II. na vodní hladinu o váze 20 g, popel PFI I. na pevný povrch a PFI II. na vodní hladinu o váze 20 g a rašelinový sorbent o váze 20 g. Výsledky měření jsou uvedeny pro motorový olej v tab. 1 a 2 a pro motorovou naftu v tab. 3 a 4.

Aplikace sypkých popelů vytváří při styku s motorovým olejem na hladině olejové shluky, které jsou špatně odstranitelné. Popel PPoly II. s rašelinovým sorbentem mají podobné sorpční vlastnosti, popel PRo I., II., PPr I., II. a PFI I., PFI II. mají shodné vlastnosti, a to jak na pevném povrchu tak vodní hladině. Jejich sorpční kapacita v porovnání s popelem PPoly II. a rašelinou jsou výrazně nižší. V tabulkách je patrný rozdíl mezi sorpční kapacitou testovaných popelů laboratorně, která je nižší oproti stanovené sorpční kapacitě dle normy.

Při styku s motorovou naftou na vodní hladině se všechny druhy popelů chovají hydrofobně, částice popelů jsou na hladině, nedochází k sedimentaci částic popele. Popely, které jsou před použitím světle šedé (světle hnědé) se po nasorbování nafty mění na výrazně tmavší barvu. I toto zbarvení nám může vizuálně vyjádřit dostatečnost nasorbované látky.

Tab. 1 Porovnání sorpčních kapacit, sorpce motorového oleje na pevném povrchu

Motorový olej (100 ml = 77,76 g)	Sorpční kapacita test. popelů (množství sorbovaného m. oleje z pevného povrchu „do sucha“)	Čas adsorpce „vizuálně“	Sorpční kapacita dle normy ASTM F726-06 g/g ml [g]
Popel PPoly II. (20 g)	58 ml/45,1 g	do 3 min	3,85 g/g 99,2 ml (77,0 g)
Popel PRo I. (20 g)	27 ml/20,9 g	do 3 min	--
Popel PPr I. (20 g)	29 ml/22,5 g	do 3 min	--
Popel PFI I. (20 g)	29 ml/22,5 g	do 3 min	--
Rašelina (20 g)	66 ml/51,2 g	do 3 min	3,90 g/g 100,3 ml (78,0 g)

Tab. 2 Porovnání sorpčních kapacit, sorpce motorového oleje z vody

Motorový olej (100 ml = 77,76 g)	Sorpční kapacita test. popelů (množství sorbovaného m. oleje z vody „vizuálně“)	Čas adsorpce „vizuálně“	Sorpční kapacita dle normy ASTM F726-06 g/g ml [g]
Popel PPoly II. (20 g)	52 ml/40,3 g	do 3 min	3,85 g/g 99,2 ml (77,0 g)
Popel PRo II. (20 g)	20 ml/15,5 g	do 3 min	1,08 g/g 27,7 ml (21,6 g)
Popel PPr II. (20 g)	22 ml/ 17,0 g	do 3 min	1,22 g/g 31,4 ml (24,4 g)
Popel PFI II. (20 g)	20 ml/15,5 g	do 3 min	1,37 g/g 35,2 ml (27,4 g)
Rašelina (20 g)	59 ml/45,7 g	do 3 min	3,90 g/g 100,3 ml (78,0 g)

Tab. 3 Porovnání sorpčních kapacit, sorpce motorové nafty na pevném povrchu

Motorová nafta (100 ml = 81,6 g)	Sorpční kapacita test. popelů (množství sorbované m. nafty z pevného povrchu „do sucha“)	Čas adsorpce „vizuálně“	Sorpční kapacita dle normy ASTM F726-06 g/g ml [g]
Popel PPoly II. (20 g)	54 ml/44,06 g	do 1 min	3,61 g/g 88,4 ml (72,2 g)
Popel PRo I. (20 g)	23 ml/18,7 g	do 1 min	--
Popel PPr I. (20 g)	27 ml/ 22,0 g	do 1 min	--
Popel PFI I. (20 g)	25 ml/20,4 g	do 1 min	--
Rašelina (20 g)	61 ml/49,77 g	do 1 min	3,73 g/g 91,4 ml (74,6 g)

Tab. 4 Porovnání sorpčních kapacit, sorpce motorové nafty z vody

Motorová nafta (100 ml = 81,6 g)	Sorpční kapacita test. popelů (množství sorbované m. nafty z vody „vizuálně“)	Čas adsorpce „vizuálně“	Sorpční kapacita dle normy ASTM F726-06 g/g ml [g]
Popel PPoly II. (20 g)	48 ml/39,16 g	do 3 min	3,61 g/g 88,4 ml (72,2 g)
Popel PRo II. (20 g)	19 ml/15,5 g	do 3 min	0,83 g/g 20,3 ml (16,6 g)
Popel PPr II. (20 g)	20 ml/ 16,3 g	do 3 min	0,92 g/g 22,5 ml (18,4 g)
Popel PFI II. (20 g)	21 ml/17,1 g	do 3 min	1,05 g/g 25,7 ml (21,0 g)
Rašelina (20 g)	55 ml/44,88 g	do 3 min	3,73 g/g 91,4 ml (74,6 g)

## Porovnání testovaných popelů při simulovaném úniku ropných produktů

Porovnání testovaných popelů a rašeliny bylo provedeno ve spolupráci s jednotkou Hasičského záchranného sboru Moravskoslezského kraje, ze stanice IVC Slezská Ostrava, v areálu této stanice na asfaltovém povrchu. Teplota vzduchu 25 °C, teplota asfaltového povrchu 28 °C.

Pro nasimulování úniku ropných produktů byl použit rašelinový sorbent, popel PPoly II., PPro I., PPr I., PFI I. Srovnávání bylo provedeno standardně, používaným postupem jednotek v praxi a simulováno do reálných podmínek mimořádných událostí.

Na vyznačený prostor byl aplikován motorový olej o objemu 10 l (m = 7,76 kg). Poté byl zasypáván testovanými popely a rašelinou. Po nasorbování a vyčištění „do sucha“ byla stanovena hmotnost použitých popelů a rašeliny. Stejný postup byl uplatněn i při sorpci motorové nafty o objemu 10 l (m = 8,16 kg), motorového benzínu o objemu 10 l (m = 7,26 kg) a petroleje o objemu 10 l (m = 7,87 kg). Výsledky jsou uvedeny v tab. 5. Na obr. 7-8 jsou fotografie aplikace testovaných popelů a rašeliny. [10, 11]

Tab. 5 Spotřeba popelů a rašeliny při odstraňování ropných produktů

Ropný produkt	Spotřeba rašelinového sorbentu [kg]	Spotřeba pop. PPoly II. [kg]	Spotřeba pop. PPro I. [kg]	Spotřeba pop. PPr I. [kg]	Spotřeba pop. PFI I. [kg]
Motor. olej 10 l (m = 7,76 kg)	3,41	3,78	7,11	6,20	5,92
Motor. nafta 10 l (m = 8,16 kg)	3,63	3,99	8,38	8,11	6,58
Motor. benzín 10 l (m = 7,26 kg)	3,45	3,88	6,23	5,91	5,83
Letec. petrolej 10 l (m = 7,87 kg)	3,83	4,46	7,40	6,90	7,23



Obr. 7-8 Aplikace testovaných popelů a rašeliny na ropné produkty

## Závěr

Tento článek se zabývá vhodností využití a zvolení druhotných surovin - sorpčních přípravků v podobě testovaných popelů při odstraňování všech tříd ropných produktů (motorového oleje, motorové nafty, motorového benzínu a leteckého petroleje) z vody a pevného povrchu v procesu adsorpce.

Porovnáním testovaného popela PPoly II. a rašeliny lze konstatovat, že spotřeba popela a rašeliny při simulovaném úniku ropných produktů byla vyšší, a to o 10 % v porovnání s výsledky laboratorně testovaného popela PPoly II. a rašeliny. V porovnání se sorpční kapacitou dle normy ASTM F726-06, byla zjištěna až o jednu třetinu menší sorpční kapacita v množství sorbovaných ropných produktů u laboratorně testovaného popela PPoly II. Rozdíly ve spotřebě popelů a rašeliny popřípadě jiných možných testovaných sorbentů může způsobit stanovení hmotnosti sorbentu při čištění tzv. „vyčištění do sucha“, kde je toto čištění velmi subjektivní, převážně při odstranění viditelného ropného produktu, po kterém zůstává na pevném povrchu mastný a kluzký film. Při odstranění tohoto filmu může dojít k navýšení spotřeby sorbentu, a to až o několik desítek procent.

Výsledek testovaných popelů PPro I., PPr I., PFI I. při simulovaném úniku ropných produktů prokázal oproti testovanému popelu PPoly II. nižší spotřebu testovaných popelů. U popela PPro I. byla spotřeba, a to např. při sorpci leteckého petroleje o 18 % nižší oproti výsledkům spotřeby v laboratorních podmínkách a při stanovení sorpční kapacity dle normy ASTM F726-06, při aplikaci popela PFI I. byla spotřeba nižší v porovnání s laboratorními výsledky, a to v průměru o 14 %.

Stanovení teoretické sorpční kapacity dle normy a ověření sorpční kapacity v laboratorních podmínkách je vzhledem k omezenému rozsahu předloženého článku obsaženo pouze u dvou tříd ropných látek (motorový olej, motorová nafta), bez vytyčení a ověření kinetiky adsorpce a adsorpční rovnováhy u testovaných popelů, které potvrdily správnost a vhodnost využití testovaných popelů.

## Použitá literatura

- [1] DOHÁNYOS, M.; KOLLER, J.; STRNADOVÁ, N.: *Čištění odpadních vod*. Vydavatelství VŠCHT, 1998. 177 s. ISBN 80-7080-316-9.
- [2] PONEC, V.; KNOR, Z.; ČERNÝ, S.: *Adsorpce na tuhých látkách*. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1968. 491 s. 04-624-67.
- [3] BURKHARD, J.; ČERNÁ, M.; ČERNÍK, M.: *Kompendium sanačních technologií*. 1. vyd. Chrudim: Havlíček Brain Team, 2006. 253 s. ISBN 80-86832-15-5.
- [4] BUCHTELE, J.: Uhelné sorbenty - jejich příprava a použití. *Energie 98*, roč. 3, č. 2, str. 110-112.
- [5] CIAHOTNÝ, K.: *Vlastnosti, výroba a použití uhlíkatých sorbentů*. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 1995. 98 s.
- [6] FEČKO, P.; KUŠNIEROVÁ, M.; LYČKOVÁ, B.; ČABLÍK, V.; FARKAŠOVÁ, A.: *Popílky*. VŠB-TU Ostrava, 2003. 187 s. ISBN 80-248-0327-5.
- [7] RÉDR, M.; PŘÍHODA, M.: *Základy tepelné techniky*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1991. 680 s. ISBN 80-03-00366-0.
- [8] BOTULA, J.: *Odpady z těžby a zpracování surovin*. 1. vyd. VŠB-TU Ostrava, 2013. 130 s. ISBN 978-80-248-3319-4.
- [9] Heviánková, S.; Bestová, I.; Daxner, J.; Václavík, V.: *Sorbent s kombinovaným účinkem pro fixaci znečišťujících látek z pevných povrchů a vodní hladiny na bázi polyuretanové pěny 2011*. Patent no. 303549 (in Czech).
- [10] TRAPL, A.; HEVIÁNKOVÁ, S.: Odstranění ropných látek za pomoci laboratorně připraveného adsorpčního hada a druhotných surovin. *SPEKTRUM*, č. 2/2015, 2015, pp 14-17.
- [11] TRAPL, A.; HEVIÁNKOVÁ, S.; POPKOVÁ M.: *Poloprovozní ověření aplikace testovaného sorpčního hada I*. ev. č.: 006/01-10-2015.



# Termíny konferencí na rok 2016 - 2017

## 18. - 20. říjen 2016 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.



## 14. - 15. prosinec 2016 Vánoční konference - Události roku 2016 versus ochrana obyvatelstva

Národní konference pořádaná ve spolupráci s Generálním ředitelstvím HZS ČR v prostorách Institutu ochrany obyvatelstva Lázně Bohdaneč. Konference je pojímána jako symposium 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 Koncepce ochrany obyvatelstva do roku 2020, s výhledem do roku 2030.



## 1. - 2. únor 2017 Ochrana obyvatelstva - Nebezpečné látky

Mezinárodní konference pořádaná ve spolupráci s Fakultou bezpečnostního inženýrství, Generálním ředitelstvím HZS ČR, Státním úřadem pro jadernou bezpečnost a Fakultní nemocnicí Ostrava. Jednání konference je členěno do dvou sekcí, a to Ochrana obyvatelstva a střídavě Nebezpečné látky a Zdravotní záchranářství v ochraně obyvatelstva.



## 19. - 20. duben 2017 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. Součástí konference je Kulatý stůl zaměřený na výměnu zkušeností a dobré praxe na aktuální téma.



## 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, Věda a technika v bezpečnostním inženýrství.



## 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/>.



Bližší informace ke konferencím najdete na [www.spbi.cz](http://www.spbi.cz).