

KRÍZOVÝ MANAŽMENT CRISIS MANAGEMENT

Ročník 15

Číslo 1/2016



Vedecko-odborný časopis
FAKULTY BEZPEČNOSTNÉHO INŽINIERSTVA ŽILINSKEJ
UNIVERZITY V ŽILINE
Scientific-technical magazine
OF FACULTY OF SECURITY ENGINEERING AT UNIVERSITY OF
ŽILINA IN ŽILINA



PREDHOVOR

Vážení čitatelia, vedúci pracovníci a krízoví manažéri orgánov verejnej správy, podnikov a ďalších právnických osôb, vedeckí pracovníci a študenti vysokých škôl, ponúkame Vám prvé číslo pätnásteho ročníka časopisu Krízový manažment.

Prečítajte si prosím 11 príspevkov od slovenských a zahraničných autorov z vedeckej i odbornej komunity krízového manažmentu.

Články sú zamerané na široké spektrum problémov bezpečnosti a krízového manažmentu a ich publikovanie odporúčili nezávislí oponenti systémom „Double-blind peer review“.

Dočítate sa o vzťahoch výbušnej látky a šírenia tlakovej vlny, aplikácii analýzy rizík pri kontrole protipožiarnych zariadení a pri emisiách horenia v budovách. Zaujímavou teoreticko-praktickou témou je účinnosť sorpčných látok pri zneškodňovaní chemických látok. V oblasti kritickéj infraštruktúry sa dočítate o plánovaní nákladov na jej údržbu v ČR. Jeden z autorov za zaoberá vážnym problémom poskytovania zdravotnej starostlivosti migrantom a utečencom. Do diskusie o začlenení manažmentu a krízového manažmentu do systému vied sa zaujímavo zapojil ďalší autor. Nesporné aspekty analýzy rizík vykazuje článok o dynamickom posudzovaní športového štadióna a článok o východiskách na analýzu rizík v prípade rozsiahlych výpadkoch elektrickej energie. Zaujímavé informácie poskytuje článok o priebehu a výsledkoch medzinárodnej vedeckej konferencie Krízové řízení a řešení krizových situací v Uherskom Hradišti.

Náš časopis je pre autorov a čitateľov dostupný aj v elektronickej forme. Časopis nájdete na internetovej stránke Fakulty bezpečnostného inžinierstva Žilinskej univerzity v Žiline <http://fbi.utc.sk/kkm/stranka/casopis-krizovy-manazment>. Stránku postupne dopĺňame o nové čísla časopisu. Z našej stránky si ľahko vytvoríte separát Vášho článku pre potreby evidencie publikačnej činnosti, vlastnej graduácie i graduácie Vášho pracoviska.

Ponúkam Vám možnosť publikovať Vaše skúsenosti z odbornej a pedagogickej praxe, výsledky vedeckých a odborných projektov a štúdií, informácie z konferencií. Široký priestor máte aj na príspevky z teórie a praxe civilnej ochrany, hospodárskej mobilizácie, záchranných služieb, ochrany osôb a majetku, ochrany kritickéj infraštruktúry a ďalších oblastí občianskej bezpečnosti.

Pre kvalitu nášho časopisu je veľmi dôležité zodpovedné a odborne fundované oponovanie zaslaných článkov. Chcem poďakovať všetkým oponentom a prosím ich, aby aj v budúcnosti náročne a včas posudzovali zaslané články.

Ladislav Novák

KRÍZOVÝ MANAŽMENT

Časopis pre pracovníkov zaoberajúcich sa otázkami bezpečnosti, rizika, krízovým manažmentom a krízovým plánovaním. Vychádza 2x ročne. Nevyžiadané rukopisy nevraciam. Kopírovanie a verejné rozširovanie povolené len so súhlasom vydavateľa. Články sú posúdené redakčnou radou a nezávislými oponentmi systémom „Double-blind peer review“.

Redakčná rada

Predseda:

doc. Ing. Ladislav Novák, PhD.

Členovia:

doc. Ing. Vilém Adamec, PhD.

prof. Ing. Zoran Čekerevac, PhD.

prof. Ing. Jaroslav Belas, PhD.

prof. PhDr. Ján Buzalka, CSc.

prof. Ing. Zdeněk Dvořák, PhD.

doc. Ing. Stanislav Filip, PhD.

prof. Ing. Ladislav Hofreiter, CSc.

doc. Ing. Bohumil Harakal, PhD.

doc. Ing. Rudolf Horák, CSc.

plk.dr.hab. Wojciech Horyń

prof. dr. ir. P.H.A.J.M. Pieter van Gelder

prof. Ing. Vojtěch Jurčák, PhD.

prof. Ing. Miroslav Kelemen, PhD.

doc. Ing. Jozef Klučka, PhD.

prof. Inž.dr. Petar Kolvek

Ing. Zdeněk Kopecký, CSc.

doc. Ing. Bohuš Leitner, PhD.

prof. Ing. Tomáš Loveček, PhD.

doc. Ing. Luděk Lukáš, CSc.

prof. Ing. Jozef Majerčák, PhD.

prof. h.c. prof. Ing. Milan Majerník, PhD.

Maria Francesca Milazzo, Ph.D.

prof. Ing. Pavel Nečas, PhD.

prof. MUDr. Leoš Navrátil, CSc.

prof. Ing. Jana Müllerová, PhD.

prof. Ing. Pavel Poledňák, PhD.

prof. Ing. Bedřich Šesták, DrSc.

prof. Ing. Ladislav Šimák, PhD.

doc. Ing. Jaromír Široký, Ph.D.

doc. Ing. Petr Štroch, PhD.

doc. dr. inž. Detelin Vasiliev

prof. Ing. Dušan Vičar, CSc.

doc. inž. Jaroslav Vykluk, DrSc.

Assoc. Prof. Bartel Van de Walle, Ph.D.

prof. inž. Zenon Zamiar

Adam Zagorecki, PhD

Technická redakcia

Ing. Jaroslav Flachbart, PhD.

Ing. Mária Hudáková, PhD.

Ing. Zuzana Zvaková

Vydáva Žilinská univerzita v Žiline

Fakulta bezpečnostného inžinierstva

Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina

IČO: 00397563

tel.: 041/ 513 67 04, fax: 041/ 513 66 20

e-mail: Ladislav.Novak@fbi.uniza.sk

Tlač

EDIS, vydavateľstvo Žilinskej univerzity v Žiline

Registrácia MK SR zo dňa 8.3.2009

pod číslom EV 3481/09

ISSN 1336-0019

Dátum vydania: august 2016

Grafická úprava obálky

Ing. Mária Hudáková, PhD.

VEDECKÉ ČLÁNKY	5	CONCEPTUAL FRAMEWORK OF PLANNING AND CONTROL OF CASH FLOWS OF THE COMPANY UNDER ANTI-CRISIS FINANCIAL MANAGEMENT Galyna DREBIT
	15	VPLYV TVARU NÁLOŽE A TYP VÝBUŠNEJ LÁTKY NA ŠÍRENIE TLAKOVEJ VLNY Lucia FIGULI, Zuzana ZVAKOVÁ, Štefan JANGL, Vladimír KAVICKÝ
	20	ANALÝZA RIZÍK AKO NÁSTROJ NA URČOVANIE VÝŠKY SANKCIÍ PRI KONTROLE POŽIARNÝCH ZARIADENÍ V BYTOVÝCH DOMOCH Stanislava GAŠPERCOVÁ, Linda MAKOVICKÁ OSVALDOVÁ
	26	HODNOTENIE ENVIRONMENTÁLNYCH RIZÍK VYPLÝVAJÚCICH Z EMISÍ HORENIA PRI POŽIAROCH V BUDOVÁCH Mária HUDÁKOVÁ, Iveta CONEVA, Katarína HOLLÁ
	34	OVERENIE ÚČINNOSTI SORPČNÝCH MATERIÁLOV PRI ZNEŠKODŇOVANÍ CHEMICKÝCH LÁTKO Michal ORINČÁK
	45	PLÁNOVÁNÍ NÁKLADŮ NA ÚDRŽBU KRIZOVÉ INFRASTRUKTURY AČR Martin ŠKOLOUD
ODBORNÉ ČLÁNKY	54	EURÓPSKA UTEČENECKÁ KRÍZA A ASPEKTY POSKYTOVANIA ZDRAVOTNEJ STAROSTLIVOSTI MIGRANTOM A UTEČENCOM František GUBÁŠ
	60	ÚVAHA O ZAČLENENÍ MANAGEMENTU DO SYSTÉMU VĚD Jaroslav PADRNOS
	69	DYNAMICKÁ ODOZVA TRIBÚNY ZIMNÉHO ŠTADIÓNA ONDREJA NEPELU V BRATISLAVE Daniel PAPÁN, Veronika VALAŠKOVÁ
INFORMÁCIE	74	MEZINÁRODNÍ KOFERENCE KRIZOVÉ ŘÍZENÍ A ŘEŠENÍ KRIZOVÝCH SITUACÍ (10. – 11. 9. 2015, UHERSKÉ HRADIŠTĚ) Vladimír ADAMEC, Barbora SCHÜLLEROVÁ, Jiří KONEČNÝ
	81	VÝCHODISKA NA ANALÝZU RIZÍK VÝPADKU ELEKTRICKEJ ENERGIE Jana ADAMÍKOVÁ
	87	VZOR A POKYNY NA PÍSANIE PRÍSPEVKOV DO ČASOPISU „KRÍZOVÝ MANAŽMENT“
	89	POSTUP PRI PRIJÍMANÍ PRÍSPEVKOV DO ČASOPISU „KRÍZOVÝ MANAŽMENT“
	90	OPONENTSKY POSUDOK
	91	TITLE OF PAPER
	92	PROCEDURE FOR SUBMITTING ARTICLES 'CRISIS MANAGEMENT' JOURNAL
	93	PAPER REVIEW REPORT FOR CRISIS MANAGEMENT JOURNAL

HODNOTENIE ENVIRONMENTÁLNYCH RIZÍK VYPLÝVAJÚCICH Z EMISÍ HORENIA PRI POŽIAROCH V BUDOVÁCH

ASSESSMENT OF RISKS TO THE ENVIRONMENT ARISING FROM EMISSIONS OF BURNING RESULTING FROM FIRES IN BUILDINGS

Mária HUDÁKOVÁ¹, Iveta CONEVA², Katarína HOLLÁ³

ABSTRACT:

The emissions of combustion are generated each time the fire, according to the different types of flammable materials and substances present in various building structures, building areas according to the categorization of buildings. The type and amount of emissions of combustion depends on a number of factors, in which the fire takes place. The aim of this paper is to assess the environmental risks arising from emissions of burning concrete combustible materials in fires within the categorization of buildings with negative effects on the environment in Slovakia. The subject of risk assessment for the environment is to assess the relationships based on the occurrence of materials within the categorization of buildings, severity materials and the severity of the impact of the emissions on the environment depending on the specified size of fires.

KEYWORDS: the categorization of buildings, combustible material, fire, combustion, emissions, environmental risks

ÚVOD

Environmentálne riziká vznikajú následkom pôsobenia prírodných a antropických faktorov. Určujú sa s možnosťou vzniku prírodných katastrof, s nadmerným znečistením ovzdušia, znižovaním tvorby kyslíka v dôsledku výrubu lesov, so znečistením vôd, úbytkom a znehodnocovaním pôdy, nadmernou spotrebou nerastných surovín, zvýšenou produkciou odpadu a pod. [1].

Podľa Slovenskej agentúry životného prostredia sa environmentálne riziko určitej látky chápe ako pomer jej koncentrácie v zložkách životného prostredia (predpokladaná environmentálna koncentrácia) s koncentráciou, o ktorej sa predpokladá, že nemá žiadny účinok na organizmy alebo ekologické systémy (predpokladaná koncentrácia bez škodlivého účinku) [2].

Environmentálne riziká späté so znižovaním kvality ovzdušia ovplyvňujú nasledovné skutočnosti [3]:

- vysoký podiel emisií znečisťujúcich látok z mobilných zdrojov,
- nevyhovujúca skladba palivovej základne,
- nedostatočne účinná odlučovacia technika,
- zvýšená produkcia emisií z ekonomických činností v dôsledku zvýšeného hospodárskeho rastu,
- pretrvávajúca vysoká energetická náročnosť priemyslu,
- nízky podiel energie z obnoviteľných zdrojov,
- nedodržanie národných emisných stropov,
- vysoký podiel emisií CO₂ na obyvateľa,
- nedostatočné zohľadňovanie environmentálnych aspektov pri realizácii energeticky náročných investícií.

Podľa metodického pokynu v smernici Ministerstva životného prostredia SR z 28. januára 2015 č. 1/2015 – 7. na vypracovanie

¹ Mária Hudáková, Ing., PhD., Katedra krízového manažmentu, Fakulta bezpečnostného inžinierstva Žilinskej univerzity v Žiline, tel.: +421 41 513 67 12, e-mail: maria.hudakova@fbi.uniza.sk.

² Iveta Coneva, Ing., Ph.D., Katedra požiarneho inžinierstva, Fakulta bezpečnostného inžinierstva Žilinskej univerzity v Žiline, tel.: +421 41 513 67 55, e-mail: iveta.coneva@fbi.uniza.sk.

³ Katarína Hollá, Ing., PhD., Katedra krízového manažmentu, Fakulta bezpečnostného inžinierstva Žilinskej univerzity v Žiline, tel.: +421 41 513 66 10, e-mail: katarina.holla@fbi.uniza.sk.

analýzy rizika znečisteného územia sa ustanovujú **všeobecné princípy analýzy rizika znečisteného územia**, základný obsah a formu analýzy rizika znečisteného územia tak, aby bol zabezpečený jednotný charakter ich spracovania [4].

Táto smernica upravuje postup pri [4]:

- a) hodnotení doplňujúcich údajov o skúmanom území,
- b) identifikácii rizika,
- c) hodnotení environmentálnych rizík,
- d) hodnotení zdravotných rizík,
- e) stanovení cieľov sanácie geologického prostredia alebo sanácie environmentálnej záťaže.

V smernici je definovaná **analýza rizika znečisteného územia** ako proces zahrňujúci popis a zhodnotenie východiskových podmienok na znečistenom území, vyhodnotenie súčasných a potenciálnych rizík s ohľadom na súčasné a budúce využitie územia a navrhnutie variantov nápravných opatrení. Cieľom tejto analýzy rizika znečisteného územia je charakterizovať existujúce a potenciálne riziká vyplývajúce z existencie znečisteného územia na zdravie človeka a pre životné prostredie a následne posúdiť ich závažnosť [4].

Cieľom hodnotenia environmentálnych rizík je charakterizovať negatívne dôsledky pôsobenia kontaminácie na identifikované receptory. Predmetom hodnotenia environmentálnych rizík je [4]:

- a) hodnotenie vzťahu dávka – účinok na životné prostredie,
- b) hodnotenie aktuálnosti environmentálneho rizika,
- c) výpočet rizika šírenia sa znečistenia,
- d) zhnutie environmentálneho rizika.

V rámci riešenia projektu „FIREFF“, APVV-0727-12 s názvom: „Model na zvyšovanie ekonomickej efektívnosti protipožiarneho opatrení“, ktorý sa zaoberá problematikou komplexného modelu zhodnotenia vhodnosti a ekonomickej efektívnosti protipožiarneho systémov je stanovená úloha t.j. posúdenie vplyvu negatívnych dopadov vznikajúcich pri požiaroch v stanovených kategóriách budov na životné prostredie v Slovenskej republike [5].

Cieľom príspevku je posúdiť environmentálne riziká vyplývajúce z emisií horenia konkrétnych horľavých materiálov pri požiaroch v stanovenej kategorizácii budov s negatívnym vplyvom na životné prostredie na Slovensku. Predmetom posúdenia

environmentálnych rizík je hodnotenie vzťahu výskytu materiálov v stanovenej kategorizácii budov, závažnosti materiálu a dopadu emisií pri stanovenej veľkosti požiarov na životné prostredie.

Úroveň protipožiarnej ochrany v stavebných objektoch závisí od množstva faktorov, napr.: kategórie budov, druhu priestoru, od množstva a druhu paliva (horľavých materiálov a látok, ktoré sa v nich nachádzajú), od podmienok, pri ktorých vzniká a prebieha požiar, od množstva a druhu vznikajúcich emisií a mnohých ďalších. Požiare ako nežiaduce horenie sa výrazne podieľajú na náraste materiálnych škôd v rôznych oblastiach národného hospodárstva, to znamená aj v jednotlivých kategóriách stavebných objektov, na ohrození zdravia, životov zvierat a ľudí, na úmrtí zvierat a ľudí, a taktiež na ohrození a škodách na životnom prostredí [6, 7].

1 KRITÉRIA HODNOTENIA ENVIRONMENTÁLNYCH RIZÍK

Na hodnotenie environmentálnych rizík pri požiaroch v jednotlivých kategóriách budov na životné prostredie na Slovensku z pohľadu tvorby emisií, v závislosti od vyskytujúcich sa materiálov horenia, boli určené nasledovné kritériá:

a) Kategorizácia budov

Vypracovaná kategorizácia budov (tab. 1) vychádza z rozdelenia podľa noriem STN 92 0201 -1 až 4 Požiarne bezpečnosť stavieb [5]. Kategorizácia budov je postavená na druhu prevádzkarne alebo priestoru. Základným predpokladom je, že spôsob využívania druhu budovy (určenie druhu prevádzkarne alebo priestoru) je jedným zo základných faktorov určujúcich požiarne riziko.

Každá kategória budovy, a to aj druh prevádzkarne a priestoru je možné spojiť s určitým typom paliva (druhom horľavých materiálov a látok), vybavením a zariadením stavby, ktoré sa v nej nachádzajú (tab. 1). Na základe dostupných informácií je možné takýmto spôsobom orientačne stanoviť základné parametre požiaru – rýchlosť nárastu, požiarne zaťaženie, charakter paliva, atď.

Pre potreby projektu pri vytváraní požiarneho scenára bolo potrebné vytvoriť zjednodušenú kategorizáciu budov na základe 12-tich kategórií (tab. 1, 3). K jednotlivým kategóriám budov sa priradili zodpovedajúce a iba niektoré

vybrané druhy prevádzkarní alebo priestoru podľa STN 920201 [8]. Takto zvolená kategorizácia budov zachováva kompatibilitu s existujúcimi normami; v praxi nebude teda potrebné ďalšie zatriedovanie pre potreby stanovenia dopadov požiaru na životné prostredie. Vykonané analýzy [9] štatistických údajov požiarovosti na Slovensku potvrdzujú vhodnosť stanovenej kategorizácie budov. Navrhnutá kategorizácia budov je zároveň dobre použiteľná aj pre potreby prípadného medzinárodného porovnania, ktoré je bližšie rozanalyzované v [10].

b) Percentuálne zastúpenie materiálov v stanovenej kategorizácii budov.

Na základe navrhnutej kategorizácie budov bolo potrebné priradiť k jednotlivým kategóriám budov zodpovedajúce druhy priestoru podľa STN 920201 [8]. Na základe expertných odhadov, konzultácií s odborníkmi z výroby a nevýrobnej praxe, s odborníkmi z HaZZ MV SR bol daný materiál, ktorý sa vyskytuje v budovách a priestoroch zjednodušene rozdelený do troch základných kategórií (Qi), a to (tab.1):

– Celulóza (C) – QC.

– Plasty (P) – QP.
– Chemikálie (CH) – QCH.

rozdelenie je potrebné, nakoľko materiál, ktorý sa nachádza v stavbách výrazne ovplyvňuje nárast požiaru (tzv. α - koeficient nárastu požiaru, ktorý môže byť - pomalý, stredný, rýchly, ultra-rýchly) [11].

Z tohto dôvodu sa v tabuľke 1 vyskytuje percentuálne zastúpenie materiálov v stanovenej kategorizácii budov v podmienkach Slovenskej republiky (Qi). Pri jej vytváraní sme vychádzali z expertných odhadov odborníkov z praxe [12, 13].

V praxi sa v stavbách nachádza značný počet rozličných druhov materiálov, preto sme museli spraviť určité zjednodušenia tohto delenia. Ako príklad môžeme uviesť kategóriu 10 (budovy pre poľnohospodárstvo), kde percentuálne zastúpenie materiálu v budove môže kolísať u plastov a chemikálií. Presne to nie je možné určiť, preto sme museli jednotlivé hodnoty stanoviť expertným odhadom a vytvoriť tzv. reprezentatívnu vzorku materiálu v jednotlivých kategóriách budov v tabuľke 1 [14,15].

Tabuľka 1

Percentuálne zastúpenie materiálov v stanovenej kategorizácii budov [5, 8, 16]

Por. č.	Kategorizácia budov	Klasifikácia podľa α -koeficient nárastu požiaru	Druh priestoru	Percentuálne zastúpenie materiálu v budove		
				QC	QP	QCH
1.	Administratívne budovy	Stredný	kancelárie, spisovne, zasadačky, vstupné haly, chodby	90%	10%	0%
2.	Budovy pre vzdelávanie	Stredný	učebne, posluchárne, archívy, spoločné šatne	80%	20%	0%
3.	Rekreačné budovy	Rýchly	hľadisko, kino, koncert. sieň, výstavy, múzeá, kostoly	60%	40%	0%
4.	Budovy v zdravotníctve	Stredný	lôžkové izby, čakárne, lekárne, masáže a rehab. miestnosti	50%	50%	0%
5.	Budovy pre obchod	Rýchly	sklo, mäso, potraviny, hračky, textil, odev, drogéria, hudobniny	30%	40%	30%
6.	Budovy pre spoločné ubytovanie a rekreáciu	Stredný	recepce, haly, chodby, kaviarne, nočné kluby, bufety, výčapy	40%	55%	5%
7.	Budovy pre sociálne zabezpečenie	Rýchly	domovy pre dôchodcov	40%	55%	5%
8.	Budovy priemyslu	Stredný	textilný, odevný, strojársky, chemický, elektrotechnický priemysel	20%	40%	40%
9.	Budovy pre dopravu	Stredný	čakárne, úschovy batožín, vstupné haly, chodby, priechody	80%	20%	0%
10.	Budovy pre poľnohospodárstvo	Ultra rýchly	sklady, stajne, kôlne, sušiareň, výrobné krmných zmesí	80%	10%	10%
11.	Budovy pre skladovanie	Ultra rýchly	sklady	35%	35%	30%
12.	Bytový fond domový	Rýchly	bytové domy, rodinné domy	45%	45%	10%

c) Emisie vznikajúce pri požiaroch

Pri požiaroch prvotnou príčinou usmrtenia býva pôsobenie vysokých teplôt na ľudský organizmus, druhou najčastejšie sa vyskytujúcou je otrava toxickými emisiami - splodinami horenia a nedostatok kyslíka. Druh, množstvo a zloženie splodín horenia závisia od druhu a množstva horľavého materiálu a podmienok priebehu požiaru napr.: teploty požiaru, množstva kyslíka, rýchlosti spaľovania a mnohých iných.

Počas jednotlivých fáz požiaru vzniká meniac sa plynná zmes toxických a netoxických splodín horenia, vzniká dym, znižuje sa koncentrácia kyslíka vo vzduchu, zhoršuje sa viditeľnosť, znižuje sa orientačná schopnosť ľudí (napr.: pri evakuácii), potláča sa schopnosť reálne uvažovať, čo často vedie k vzniku paniky. Najväčšie nebezpečenstvo pri požiaroch hrozí v uzavretých priestoroch, v rôznych kategóriách stavieb, budovách, v rôznych druhoch prevádzkarní a priestorov, všade tam, kde sa tvorí množstvo dymu, ktoré obsahuje širokú škálu toxických emisií (splodín horenia) (tab. 2) [16, 17, 18, 19, 20].

Na základe odborného-vedeckej literatúry pri požiaroch v rôznych kategóriách stavieb vznikajú pri horení horľavých materiálov (napr.: celulóza, plasty, chemikálie) nasledovné nebezpečné emisie – toxické splodiny horenia (tab. 2) [16, 17, 18, 19, 20]. Dominantnými emisiami horenia pri požiaroch celulózy, plastov a chemikálií sú nasledovné zlúčeniny (tab. 2) [16, 17, 18, 19, 20]:

Celulózové látky: CO, CO₂, aldehydy, C - popol (tuhý uhlíkatý zvyšok do 10-20 %).

Plasty: CO, CO₂, HCN, NH₃, halogénvodíky najmä HCl, fosgén, oxidy dusíka: NO, NO₂, SO₂, H₂S - sírovodík (sulfán), P₂O₅ - oxid fosforečný (oxidy fosforu), PH₃- fosforovodík (fosfán), C - popol (tuhý uhlíkatý zvyšok (sadze) do 5-7 %).

Chemikálie: CO, CO₂, HCN, NH₃, halogénvodíky najmä HCl, fosgén, oxidy dusíka - NO, NO₂, SO₂, H₂S- sírovodík (sulfán), P₂O₅- oxid fosforečný (oxidy fosforu), PH₃ - fosforovodík (fosfán), C – popol (tuhý uhlíkatý zvyšok (sadze) do 2 - 4 %).

Tabuľka 2

Emisie horenia - toxické splodiny horenia vznikajúce pri požiaroch materiálov a látok
[spracované podľa 16, 17, 18, 19, 20]

Materiál v budove	Splodiny horenia
Všetky látky obsahujúce uhlík – to znamená látky obsahujúce celulózu - C, plasty - P aj mnohé chemikálie-CH(napr.: ropné produkty – napr. benzín, naftu, motorové oleje, organické kyseliny, organické alkoholy, karboxylové kyseliny, estery, lepidlá, zmäčadlá a iné)	CO - oxid uhoľnatý, CO ₂ - oxid uhličitý
Polyuretány, celulóza, vlna, hodváb, plasty obsahujúce dusík-polyamid, polyakrilonitril, polyuretány	NO - oxid dusnatý, NO ₂ - oxid dusičitý, HCN – kyanovodík, NH ₃ - amoniak
Celulózové materiály a ich deriváty, umelý hodváb, nylon, polyestery	CH ₃ COOH - kyselina octová, HCOOH - kyselina mravčia, množstvo CO ₂ , CO, alkoholy, formaldehyd, aldehydy, ketóny - acetón, metán a iné nižšie členy homologických rád alkanov, alkénov, alkínov - acetylén (nerozvetvených uhľovodíkov), rozvetvené a aromatické uhľovodíky - najmä benzén, fenol (aromatický alkohol)
Papier, drevo, guma- kaučuky, tioly	aldehydy, propenál - akroleín (aldehyd), SO ₂ -oxid siričitý
PVC, retardované plasty, polyméry halogenizované - chlórplasty	Halogénvodíky, HF - fluórovodík, HCl – chlórrovodík, HBr - brómrovodík, Halogénkyseliny (vodné roztoky halogénvodíkov), fosgén (dichlorid kyseliny uhličitej)
Melamín, melamínové živice, polyamid, nylon močovinoformaldehydové živice	NH ₃ - amoniak (čpavok)
Fenolformaldehydové živice, drevo, polyamid, polyester	CH ₃ CHO – acetaldehyd, HCHO - formaldehyd, fenol (aromatický alkohol)
Polystyrén	Alifatické nasýtené a nenasýtené uhľovodíky C ₂ –C ₇ , fenyl substituované C ₃ – C ₆ , diény C ₃ – C ₅ , aromatické uhľovodíky: C ₆ H ₆ - benzén, toluén, etylbenzén, propyl (izopropyl-) benzén, styren a jeho oligoméry, α a β – metylstyren, allylbenzén, xylény, inden, polycyklické kondenzované aromatické uhľovodíky: naftalén,

	acenaftylén, fenantrén, pyren, benzofuran, alkoholy alifatické aj aromatické: metanol, fenol, benzylalkoho, aldehydy: formaldehyd, acetyldehyd, akroleín, benzaldehyd, ketóny: acetón, acetofenón metylalkylketóny, karboxylové kyseliny: kyselina benzoová
Polyetylén	Alifatické nasýtené a nenasýtené uhľovodíky s lineárnym aj rozvetveným reťazcom C ₁ - C ₁₈ (najmä C ₂ –C ₇), diény C ₃ –C ₈ , cyklohexán, benzén, toluén, etylbenzén, naftalén, antracén, fenantrén (pri vysokých teplotách), aldehydy C ₁ – C ₁₅ (najmä C ₂ –C ₇), akroleín, ketóny C ₃ – C ₆ , karboxylové (karbonové) kyseliny C ₁ – C ₃
Polypropylén	Alifatické nasýtené a nenasýtené uhľovodíky (najmä C ₂ –C ₉), diény C ₄ –C ₈ , cyklopentadién, benzén, toluén, xylény, styren, inden, naftalén, acetaldehyd, akroleín, benzaldehyd, acetón, metylalkylketóny
Polyvinylchlorid	Alifatické nasýtené a nenasýtené uhľovodíky (najmä C ₂ –C ₆), cyklické uhľovodíky C ₅ – C ₆ a ich deriváty, benzén, toluén, divinyl benzén, inden, naftalén, acenaftylén, chlórované alifatické a aromatické uhľovodíky, acetofenón, benzofuran, dioxán
Polyamidy	Alifatické nasýtené a nenasýtené uhľovodíky C ₁ – C ₁₀ , diény C ₄ – C ₁₀ , cyklické uhľovodíky C ₅ – C ₇ , benzén, toluén, etanol, butanol, fenol, krezoly, acetón, cyklopentanón, cyklohexanón, Laktamy C ₆ – C ₈ , amoniak, hexylamín, hexametyléndiamín, kyanovodík, acetonitril, adiponitril, diazometán, piridín
Polyuretány	Alifatické nasýtené a nenasýtené uhľovodíky C ₁ – C ₅ , benzén, toluén, etylbenzén, styren, xylény, metanol, propanol, formaldehyd, acetaldehyd, propionaldehyd, butyraldehyd, akroleín, acetón, metyletylketón, kyselina octová, anilín, toluidín, difenylamín, fenyléndiamín, amoniak, kyanovodík, acetonitril, benzonitril, toluénizokyanát, oxidy dusíka
Tuky a oleje rastlinné a živočíšne	Akroleín, propenal a iné nenasýtené aldehydy

d) Stupeň závažnosti materiálu a dopad emisií požiarov na životné prostredie

Pri požiaroch v stavbách sa uvoľňuje množstvo emisií horenia (splodín horenia), rozdielného zloženia, skupenstva a fyzikálno-chemických vlastností, ktoré závisia najmä od druhu a množstva horľavého materiálu, ale aj od podmienok, pri ktorých požiar (alebo horenie) vzniká a prebieha. Množstvo a druh emisií horenia úzko súvisí s intenzitou požiaru, s množstvom a druhom horľavého materiálu, od spôsobu uskladnenia horľavého materiálu, ale aj od dostatočného prístupu oxidačného prostriedku (najmä vzduchu), od intenzity iniciačného zdroja (zdroja zapálenia) a od mnohých iných faktorov [16, 17, 18, 19, 20].

Na základe expertných odhadov projektového tímu, odborníkov z praxe v danej problematike a analýzou odbornovo-vedeckej domácej i zahraničnej literatúry možno predpokladať, že najväčšie nebezpečenstvo z pohľadu tvorby uniknutých emisií a ich následných negatívnych dopadov na životné prostredie predstavujú nasledujúce materiály so stanoveným koeficientom (Z_i), tzv.: stupňom (mierou, účinkom) závažnosti príslušného materiálu (celulóza, plasty, chemikálie), ktorý sa vyskytuje v jednotlivých budovách, a to

v intervale (0-1), tak aby ich súčet predstavoval 1 (tab. 3):

- Plasty – koeficient Z_p - 0,45.
- Chemikálie – koeficient Z_{ch} - 0,35.
- Celulóza – koeficient Z_c - 0,2.

e) Veľkosť požiaru

Je niekoľko možných delení požiarov podľa rôznych kritérií, napríklad, ktoré súvisia s jeho rozlohou a následným slovným pomenovaním.

Zo základného klasického členenia veľkosti požiarov do 5-tich kategórií na základe konzultácií s expertnou skupinou sme po odborných konzultáciách vylúčili lokálny požiar (0 - do 5 m²) aj malý požiar (miestnosť vzniku 5 - 50 m²), ktorých vplyv na životné prostredie je zanedbateľný.

Na základe tohto posúdenia sme určili veľkosť požiarov z pohľadu dopadov na životné prostredie:

- Stredne veľký požiar (1/2 plochy požiarneho úseku 50 - 500 m²).
- Veľký požiar (celý požiarový úsek 500 – 1000 m²).
- Katastrofický požiar (rozšírenie mimo požiarneho úseku nad 1000 m²).

Výpočet závažnosti a výskytu materiálu z pohľadu emisií na dopady životného prostredia v jednotlivých budovách

Číslo	Kategorizácia stavieb	Druh priestoru	Vyskyt materiálu v budove - Q			Dopady na ŽP z pohľadu emisií				
			celulóza - Qc	plasty - Qp	chemikálie - Qch	závažnosť celulózy - Zc	závažnosť plastov - Zp	závažnosť chemikálie - Zch	výsledný index - I _E	Poradie
1.	Administratívne budovy	kancelárie, spisovne, zasadovne, vstupné haly, chodby	0,90	0,10	0,00	0,20	0,45	0,35	0,23	12
2.	Budovy pre vzdelávanie	učebne, posluchárne, archívy, spoločné šatne	0,80	0,20	0,00	0,20	0,45	0,35	0,25	10,11
3.	Rekreačné budovy	hľadisko, kino, koncert.sieň, výstavy, múzeá, kostoly	0,60	0,40	0,00	0,20	0,45	0,35	0,30	8
4.	Budovy v zdravotníctve	lôžkové izby, čakárne, lekárne, masáže a rehab. miestnosti	0,50	0,50	0,00	0,20	0,45	0,35	0,33	5,6,7
5.	Budovy pre obchod	sklo, mäso, potraviny, hračky, textil, odev, drogéria, hudobný	0,30	0,40	0,30	0,20	0,45	0,35	0,35	2,34
6.	Budovy pre spoločné ubytovanie a rekreáciu	recepce, haly, chodby, kaviarne, nočné kluby, bufety, výčapy	0,40	0,55	0,05	0,20	0,45	0,35	0,35	2,34
7.	Budovy pre sociálne zabezpečenie	domovy pre dôchodcov	0,40	0,55	0,05	0,20	0,45	0,35	0,35	2,34
8.	Budovy priemyslu	textilný, odevný, strojársky, chemický, elektrotechnický priemysel	0,20	0,40	0,40	0,20	0,45	0,35	0,36	1
9.	Budovy pre dopravu	čakárne, úschovy batožín, vstupné haly, chodby, priechody	0,80	0,20	0,00	0,20	0,45	0,35	0,25	10,11
10.	Budovy pre poľnohospodárstvo	sklady, stajne, kôlne, sušiareň, výrobné klmných zmesí	0,90	0,10	0,10	0,20	0,45	0,35	0,26	9
11.	Budovy pre skladovanie	sklady	0,35	0,35	0,30	0,20	0,45	0,35	0,33	5,6,7
12.	Bytový fond domov	bytové domy, rodinné domy	0,45	0,45	0,10	0,20	0,45	0,35	0,33	5,6,7

2 HODNOTENIE ENVIRONMENTÁLNYCH RIZÍK VYPLÝVAJÚCICH Z EMISIÍ HORENIA PRI POŽIAROCH V STANOVENÝCH BUDOVÁCH NA ŽIVOTNÉ PROSTREDIE

Na základe výpočtu závažnosti tvorby emisií a výskytu horľavého materiálu z pohľadu negatívnych dopadov emisií vznikajúcich pri požiaroch v jednotlivých budovách na životné prostredie (tab. 3) sme následne rozdelili rozpätia jednotlivých intervalov a priradili jednotlivé kategórie budov k nebezpečnosti z pohľadu dopadov emisií požiarov na životné prostredie na Slovensku. Najviac typov budov bolo zaradených do prvého stupňa, t.j. do prvej kategórie nebezpečnosti ako veľmi nebezpečné budovy a to konkrétne budovy s číslom 4,5,6,7,8,11,12 podľa rozptylu intervalu výsledného indexu I_E (0,36 – 0,33).

Tieto výsledky sa zhodujú aj s ich následným posúdením tímom odborných expertov [12] a expertov na požiaru problematiku.

Zo spracovanej analýzy možno predpokladať, že medzi **veľmi nebezpečné budovy** z pohľadu dopadov (závažnosť) emisií požiarov na životné prostredie patria (0,36 – 0,33):

- Budovy priemyslu (0,36).
- Budovy pre obchod (0,35), budovy pre spoločné ubytovanie a rekreáciu (0,35), budovy pre sociálne zabezpečenie (0,35).
- Budovy pre skladovanie (0,33), bytový fond domový (0,33), budovy v zdravotníctve (0,33).

Na základe analýzy vyplýva, že medzi **stredne nebezpečné budovy** z pohľadu dopadov (závažnosť) emisií požiarov na životné prostredie patria (0,32 – 0,37):

- Rekreačné budovy (0,3).

Vychádzajúc zo spracovanej analýzy možno konštatovať, že medzi **menej nebezpečné budovy** z pohľadu dopadov (závažnosť) emisií požiarov na životné prostredie patria (0,26 – 0,23):

- Budovy pre poľnohospodárstvo (0,26).
- Budovy pre dopravu (0,25), budovy pre vzdelávanie (0,25).
- Administratívne budovy (0,23).

Na základe stanovenia stupňa nebezpečnosti budov a posúdenia veľkosti požiaru je možné hodnotiť vplyv environmentálnych rizík – negatívnych dopadu emisií pri požiaroch v

stanovenej kategorizácii budov na životné prostredie.

Pomocou matice rizík, ktorá poskytuje obraz o hodnotení uvedeného rizika sme následne hodnotili environmentálne riziká negatívnych dopadov emisií pri vzniku požiarov na životné prostredie do troch skupín (tab. 4):

1. Vysoké environmentálne riziká – katastrofické dopady na životné prostredie je nevyhnutné prijať také preventívne opatrenia (technické a organizačné), aby sa jednoznačne preukázalo zníženie rizika na akceptovateľnú mieru a o zostatkovom

riziku boli informovaní kompetentní zamestnanci.

2. Stredné environmentálne riziká - stredné dopady na životné prostredie si vyžadujú zvýšenú pozornosť najmä z pohľadu identifikácie potreby prijatia/neprijatia dodatočných opatrení.

3. Nízke environmentálne riziká - mierne dopady na životné prostredie - napriek ich veľkosti, je potrebné monitorovať ich, nie je však žiadatel'né prijímať preventívne opatrenia.

Tabuľka 4

Hodnotenie environmentálnych rizík v závislosti na nebezpečnosti budov a veľkosti požiaru z pohľadu dopadov na životné prostredie

HODNOTENIE ENVIRONMENTÁLNYCH RIZÍK			
	Nebezpečné budovy z pohľadu dopadov emisií požiarov		
Veľkosť požiaru v m ²	Menej nebezpečné budovy	Stredne nebezpečné budovy	Veľmi nebezpečné budovy
Stredný požiar	Nízke environmentálne riziko	Nízke environmentálne riziko	Stredné environmentálne riziko
Veľký požiar	Nízke environmentálne riziko	Stredné environmentálne riziko	Vysoké environmentálne riziko
Katastrofický požiar	Stredné environmentálne riziko	Vysoké environmentálne riziko	Vysoké environmentálne riziko

ZÁVER

Pri požiaroch v uzavretých stavbách, prevádzkach a priestoroch vzniká široké spektrum nebezpečných toxických emisií horenia, ktoré pôsobia najčastejšie vo forme dymu alebo toxických plynov. Z hľadiska tvorby dymu a toxicity emisií horenia sú najnebezpečnejšie chemikálie, nasledujú ich plasty, kde najviac nebezpečné sú syntetické polyméry ako polystyrén, polyvinylchlorid, akrylobutadiénstyrénové kopolyméry alebo guma a najmenej nebezpečné sú prírodné materiály napr.: materiály na báze celulózy.

Z pohľadu hodnotenia vysokých environmentálnych rizík s katastrofickým dopadom na životné prostredie sa môžu vyskytnúť najmä pri kombinácii (tab. 4):

- Katastrofického požiaru a veľmi nebezpečných budov to znamená: budov priemyslu, budov pre obchod, budov pre spoločné ubytovanie, budov pre sociálne zabezpečenie a rekreáciu, budov pre

skladovanie, bytový fond domový, budov v zdravotníctve.

- Katastrofického požiaru a stredne nebezpečných budov to znamená: rekreačných budov.
- Veľký požiar a veľmi nebezpečných budov to znamená: budov priemyslu, budov pre obchod, budov pre spoločné ubytovanie, budov pre sociálne zabezpečenie a rekreáciu, budov pre skladovanie, bytový fond domový, budov v zdravotníctve.

Najväčšie environmentálne riziko predstavujú priemyselné stavby.

Na základe hodnotenia stredných environmentálnych rizík so stredným dopadom na životné prostredie hrozia najmä pri kombinácii (tab. 4):

- Katastrofického požiaru a menej nebezpečných budov to znamená: budov pre poľnohospodárstvo, budov pre dopravu, budov pre vzdelávanie, administratívnych budov.

- Veľký požiar a stredne nebezpečných budov to znamená: rekreačných budov.
- Stredný požiar a veľmi nebezpečných budov to znamená: budov priemyslu, budov pre obchod, budov pre spoločné ubytovanie, budov pre sociálne zabezpečenie a rekreáciu, budov pre skladovanie, bytový fond domový, budov v zdravotníctve.

Vychádzajúc z hodnotenia nízkych environmentálnych rizík s miernymi dopadmi na životné prostredie sa vyskytujú najmä pri kombináciách (tab. 4):

- Veľký požiar a menej nebezpečných budov to znamená: budov pre poľnohospodárstvo, pre dopravu, pre vzdelávanie, administratívnych budov.

- Stredný požiar a menej nebezpečných budov to znamená: budov pre poľnohospodárstvo, pre dopravu, budov vzdelávanie, administratívnych budov.
- Stredný požiar a stredne nebezpečných budov to znamená: rekreačných budov.

Najväčšie (vysoké) environmentálne riziká z pohľadu emisií horenia, vznikajúcich pri požiaroch v jednotlivých kategóriách budov, vzhľadom na ich negatívny, katastrofický dopad na životné prostredie, spôsobujú katastrofické požiare v budovách používaných na priemyselné účely.

Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. APVV-0727-12.

LITERATÚRA

- [1] ROMANČÍKOVÁ, E., MIKÓCZIOVÁ, J.: *Environmental Risks and the Globalization Process*. Život. Prostr., Vol. 44, No. 2, p. 100 – 104, 2010.
- [2] Vymedzenie základných pojmov, Slovenská agentúra životného prostredia. [online]. [cit. 10. 4. 2016]. Dostupné na: www.sazp.sk/slovak/struktura/ceev/ERA/met_pokyn/pojmy.html
- [3] ROMANČÍKOVÁ, E.: *Environmentálne riziká v SR a možnosti ich financovania*. 4. mezinárodná konferencia Řízení a modelování finančních rizik Ostrava. VŠB-TU Ostrava, Ekonomická fakulta, 2008.
- [4] Smernica MŽP SR z 28. januára 2015 č. 1/2015 – 7 na vypracovanie analýzy rizika znečisteného územia. Bratislava: MŽP SR, 2015.
- [5] PROJEKT číslo APVV-0000-12 s názvom (2013-2016): Model na zvyšovanie ekonomickej efektívnosti protipožiarnych opatrení.
- [6] Zákona č. 314/2001 Z. z. O ochrane pred požiarimi.
- [7] Vyhláška č. 94/2004 Z. z., ktorou sa ustanovujú technické požiadavky na protipožiarnu bezpečnosť pri výstavbe a pri užívaní stavieb.
- [8] STN 92 0201- 1až 4 Požiarne bezpečnosť stavieb. Bratislava: SÚTN, 2000.
- [9] KLUČKA, J., MÓZER, V., PANÁKOVÁ, J.: *Vývoj požiarovosti v jednotlivých kategóriách budov za obdobie rokov 1993 - 2012* In: Bezpečnosť práce v záchranných službách : medzinárodná vedecká konferencia 2014 : zborník prednášok. - Žilina : Žilinská univerzita, S. 91-109. 2014. ISBN 978-80-554-0893-4.
- [10] KLUČKA, J., MÓZER, V.: *Štatisticko-ekonomické aspekty požiarnej bezpečnosti* 1.vyd. Žilinská univerzita v Žiline / EDIS – vydavateľstvo ŽU v Žiline 2014. 125 s., ISBN 9-788055-409641.
- [11] ORINČÁK, M.: Hazardous Industrial Accidents of LPG Gases, In: Zborník z 11. medzinárodnej vedeckej konferencie, Žilina 2003. ISBN 80-8070-121-0.
- [12] MARLIAR G. et.al: Environmental concerns of fires: facts, figures, questions and new challenges for the future. [online]. [cit. 17. 3. 2016]. Dostupné na: <http://fire.nist.gov/bfrlpubs/fire04/PDF/f04038.pdf>.
- [13] BUGANOVÁ, K., HUDÁKOVÁ, M., DVORSKÝ, J.: The assessment of the impact of the security risk on the small and medium-sized enterprises in the Slovak Republic, In: Management innovation and business : 2nd international conference on Management innovation and business (ICMIBI 2014): Bangkok, Thailand. Singapore: Management and Sports Science Institute, 2014. ISBN 978-981-09-1685-5.
- [14] ORINČÁK, M.: Požiarne simulačné programy (Fire software), In: Zborník – Ochrana pred požiarimi a záchranné služby, 4. vedecko-odborná konferencia s medzinárodnou účasťou, Žilina 2. 2010. ISBN 978-80-554-0208-6.
- [15] DVORSKÝ J., ORINČÁK M.: Aplikácia analýzy rozptylu požiarov pri štatistickom vyhodnotení požiarovosti v SR /. In: Advances in fire and safety engineering 2014: recenzovaný zborník pôvodných vedeckých prác z III. ročníka medzinárodnej vedeckej konferencie: Trnava, 2014. Trnava: AlumniPress, s. 191-195. 2014. ISBN 978-80-8096-202-9.
- [16] CONEVA, I.: Splodiny horenia vznikajúce pri požiaroch. In: Požární ochrana 2015: XXIV. ročník mezinárodní konference, Ostrava, VŠB-TU, FBI, recenzované vedecké periodikum, sborník přednášek: Ostrava: SPBI se sídlem VŠB - TU, 2015, s. 30-33, ISBN 978-80-7385-163-7, ISSN 1803-1803.
- [17] MASARIK, I.: Plasty a jejich požární nebezpečí. Edícia SPBI, VŠB-TU Ostrava, 1999, ISBN 80-86634-16-7
- [18] KAČÍKOVÁ, D., NETOPILOVÁ, M., OSVALD, A.: Drevo a jeho termická degradácia. Edícia SPBI, VŠB-TU Ostrava, 2006, ISBN 80-86634-78-7.
- [19] STEINLEITNER, H.D., A KOL.: Požární a bezpečnostně technické charakteristické hodnoty nebezpečných látek, Svaz PO ČSSR, Praha 1990.
- [20] CONEVA, I.: Toxicita splodín horenia tvoriacich sa pri požiaroch celulóзовých materiálov. In: Environmentálne a bezpečnostné aspekty požiarov a havárií 2009 : konferencia s medzinárodnou účasťou : Trnava, STU Bratislava, MTF v Trnave, ÚBaEI, Ústav bezpečnostného a environmentálneho inžinierstva, 2009, s. 28 - 35, ISBN 978-80-8096-080-3, EAN 9788080960803.



ISSN 1336-0019