



20. - 21. máj 2015

Žilina

ISBN 978-80-554-1024-1

ŽILINSKÁ UNIVERZITA
Fakulta bezpečnostného inžinierstva
a
MINISTERSTVO HOSPODÁRSTVA SR
Odbor bezpečnosti a krízového riadenie



20. medzinárodná vedecká konferencia

RIEŠENIE KRÍZOVÝCH SITUÁCIÍ
V ŠPECIFICKOM PROSTREDÍ

20. - 21. máj 2015

Žilina

Fakulta bezpečnostného inžinierstva Žilinskej univerzity v Žiline, Ulica 1. mája 32, 010 26

Príspevky recenzovali vždy dvaja:
členovia vedeckého výboru konferencie.

© Fakulta bezpečnostného inžinierstva Žilinskej univerzity v Žiline

Konferencia sa koná pod záštitou
Dr.h.c. prof. Ing. Tatiany COREJOVEJ, PhD.
rektorky Žilinskej univerzity v Žiline

Odborní garanti konferencie

prof. Ing. Ladislav ŠIMÁK, PhD.
prof. Ing. Zdeněk DVOŘÁK, PhD.
prof. Ing. Miloslav SEIDL, PhD
prof. Ing. Anton OSVALD, CSc.

Vedecký výbor konferencie

predseda

➤ **prof. Ing. Ladislav ŠIMÁK, PhD.** – Fakulta bezpečnostného inžinierstva ŽU v Žiline, SR

členovia

- **doc. Ing. Vilém ADAMEC, Ph.D.** – Fakulta bezpečnostního inženýrství, VŠB-TU Ostrava, ČR
- **doc. Mgr. Milan ADÁMEK, Ph.D.** – Fakulta aplikované informatiky, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, ČR
- **prof. Ing. Karol BALOG, PhD.** – Materiálovo technologická fakulta STU Bratislava, SR
- **prof. Ing. Jurij BASKIN, DrSc.** – St. Petersburg University of State Fire Service of The ministry of the Russian Federation for Civil Defense, RU
- **prof. Ing. Ľubomír BELAN, CSc.** – Fakulta bezpečnostného inžinierstva ŽU v Žiline, SR
- **prof. PhDr. Ján BUZALKA, CSc.** – Akadémia policajného zboru v Bratislave, SR
- **assoc. prof. Dr. Zoran ČEKEREVAC** – Union University Belgrade, Srbsko
- **prof. Dr. Vladimír CVETKOVIČ** – Faculty of Security Studies University Beograd, RS
- **prof. Ing. Zdeněk DVOŘÁK, PhD.** – Fakulta bezpečnostného inžinierstva ŽU v Žiline, SR
- **prof. dipl. Ing. Roberto GAMBOA, PhD** – Instituto Politécnico de Leiria, PT
- **assoc. prof. Aytekin GELERI, Ph.D.** – Turkish National Police Academy, Ankara, TR
- **Dr.h.c. prof. mpx.h.c. prof. Ing. Vladimír GOZORA, PhD.** – VŠEMvs v Bratislava, SR
- **prof. Ing. Štefan HITTMÁR, PhD.** – Fakulta riadenia a informatiky ŽU v Žiline, SR
- **JUDr. Lenka HMÍROVÁ** – Sekcia IZS a CO MV SR, SR
- **doc. Ing. Ladislav HOFREITER, CSc.** – Fakulta bezpečnostného inžinierstva ŽU v Žiline, SR
- **assoc. prof. Želimir KEŠETOVIĆ, PhD.** – Faculty of Security Studies University Beograd, RS
- **doc. Ing. Jaroslav KLEPRLÍK, Ph.D.** – Dopravná fakulta J. Pernera, UP, ČR
- **doc. Ing. Jozef KLUČKA, PhD.** – Fakulta bezpečnostného inžinierstva ŽU v Žiline, SR
- **prof. M. Eng. Petar Kolev KOLEV, Ph.D.** – Higher School of Transport Sofia, BG
- **Ing. Zdeněk KOPECKÝ, Ph.D.** – Inštitút krízového manažmentu VŠE, Praha, ČR
- **doc. Dr. inž. Andrzej KOZERA** – Pedagogická Univerzita, Krakov, PL
- **doc. Ing. Tomáš LOVEČEK, PhD.** – Fakulta bezpečnostného inžinierstva ŽU v Žiline, SR
- **prof. Ing. Milan MAJERNÍK, PhD.** – Strojnícka fakulta, Technická Univerzita v Košiciach, SR
- **prof. Gorazd MEŠKO, Ph.D.** – University of Maribor, SI
- **dipl. Ing. Wolfgang MIHLAN** – Industrie- und Handelskammer Magdeburg, DE
- **prof. MUDr. Leoš NAVRÁTIL, CSc.** – Fakulta biomedicínskeho inžinierstva, ČVUT v Prahe, ČR
- **prof. Ing. Anton OSVALD, CSc.** – Fakulta bezpečnostného inžinierstva ŽU v Žiline, SR
- **prof. Ing. Pavel POLEDŇÁK, PhD.** – Fakulta bezpečnostního inženýrství, VŠB Ostrava, ČR
- **prof. Ing. Miloslav SEIDL, PhD.** – Fakulta bezpečnostného inžinierstva ŽU v Žiline, SR
- **doc. Ing. Jaroslav SIVÁK, CSc.** – ALFA Security Technologies, a.s. Bratislava, SR
- **prof. Ing. Milan SOPÓCI, CSc.** – Akadémia ozbrojených síl, Liptovský Mikuláš, SR
- **Ing. Aurel UGOR** – Odbor bezpečnosti a krízového riadenia MH SR, SR
- **prof. Ing. Rudolf URBAN, CSc.** – Univerzita obrany, Brno, ČR
- **assoc. prof. Detelin Lyubomirov VASILEV, PhD.** – Higher School of Transport Sofia, BG
- **doc. Ing. Andrej VELAS, PhD.** – Fakulta bezpečnostného inžinierstva ŽU v Žiline, SR
- **prof. Ing. Dušan VIČAR, CSc.** – Fakulta logistiky a krízového řízení, UTB ve Zlíně, ČR
- **prof. Jaroslav VYKLYUK, DrSc.** – Bukovinian University, Chernivtsi, UA
- **assoc. prof. Bartel VAN DE WALLE, Ph.D.** – Tilburg University, NL
- **prof. Dr. inž. Zenon ZAMIAR** – Wyższa Szkoła Oficerska Wojsk Lądowych, Wrocław, PL

OBSAH

ŠIMÁK LADISLAV POZITÍVNE TRENDY VÝVOJA KRÍZOVÉHO MANAŽMENTU	21
ADAMÍKOVÁ JANA VÝCHODISKA NA ANALÝZU RIZÍK NEPRISPÔSOBIVÝCH OBČANOV V OBCI	31
BELAN ĽUBOMÍR, MIŠÍK JÁN APLIKÁCIA ZÁSADY ALARP PRI ZNIŽOVANÍ ÚROVNE RIZIKA	37
BENDA MARTIN END OF THE BRIDGE FOR TEMPORARY BRIDGE CONSTRUCTION MS SET - PROPOSAL	43
BETUŠ MIROSLAV SPOLUPRÁCA ZÁKLADNÝCH ZÁCHRANNÝCH ZLOŽIEK IZS PRI ZÁSAHU S HROMADNÝM POSTIHNUTÍM ZDRAVIA	51
BOC KAMIL, VIDRIKOVÁ DAGMAR APLIKÁCIA DUÁLNAHO SYSTÉMU VZDELÁVANIA VYUŽITÍM METÓDY KONTINUÁLNEJ SIMULÁCIE ČINNOSTI VIRTUÁLNEJ SPOLOČNOSTI	59
BOGUSKÁ DANKA, MONOŠI MIKULÁŠ IDENTIFIKÁCIA KRITICKÝCH MIEST V SÚČINNOSTI ZÁCHRANNÝCH ZLOŽIEK IZS SR NA PRÍKLADE SÚČINNOSTNÉHO TAKTICKÉHO CVIČENIA	67
BREHOVSKÁ LENKA, CHARVÁTOVÁ MARIE, LÍBAL LIBOR SPECIFIKACE EVAKUACE SOCIÁLNÍCH ZAŘÍZENÍ ZE ZÓN HAVARIJNÍHO PLÁNOVÁNÍ	75
BRVNIŠŤAN MIROSLAV VYBRANÉ PROBLÉMY BEZPEČNOSTNÉHO MANAŽMENTU SÚČASNOSTI	81
ČEKEREVAC ZORAN, BOGAVAC-CVETKOVIĆ NATAŠA, BOGAVAC MILIJA, ČEKEREVAC PETAR PROTECTION OF PERSONAL DATA AND THE FREEDOM IN COMMUNICATIONS	87
ĎUROVEC MARTIN CHARAKTERISTIKA VÝSKUMOV V OBLASTI VIDEODETEKCIE POHYBU	95
DVOŘÁK ZDENĚK, JASENOVEC JÁN DEFINOVANIE VPLYVU UKAZOVATEĽOV RÝCHLOSTI NA BEZPEČNOSŤ CESTNEJ PREMÁVKY	101
DVOŘÁK ZDENĚK, LUSKOVÁ MÁRIA KRITÉRIÁ PRE ZARAĐOVANIE POTENCIONÁLNYCH PRVKOV KRITICKEJ INFRAŠTRUKTÚRY V CESTNEJ A ŽELEZNIČNEJ DOPRAVE	109

DYMIŇSKA ZYTA, MAZUR SŁAWOMIR, OSTROWSKA MONIKA	117
THE SENSE OF SECURITY IN THE UNIFORMED SERVICES, AS SHOWN IN THE EXAMPLE OF THE POLICE	
FANFAROVÁ ADELAIDA	127
TESTOVANIE REAKCIE NA OHEŇ HORĽAVÉHO VÝROBKU	
FLACHBART JAROSLAV	133
NEŠTANDARDNÉ ZDROJE POŽIAROV V PRÍRODNOM PROSTREDÍ	
FOJTÍKOVÁ JANA	141
POSÚDENIE RIZÍK VYPLÝVAJÚCICH Z ČINNOSTI PODNIKOV SLUŽIEB LETECKEJ PREPRAVY NEBEZPEČNÉHO NÁKLADU	
FRANKOVIČ MARTIN	147
VYUŽITIE SIMULAČNÝCH TECHNOLOGII PRE BUDOVANIE, UDRŽANIE A ROZVÍJANIE SPÔSOBILOSTI JEDNOTIEK OZBROJENÝCH SÍL SLOVENSKEJ REPUBLIKY RIADIACICH DOPRAVU	
GANOCZY ŠTEFAN	153
PÔSOBENIE HORSKEJ ZÁCHRANNEJ SLUŽBY V RÁMCI INTEGROVANÉHO ZÁCHRANNÉHO SYSTÉMU	
GEORGIEV NIKOLAY DIMITROV	163
GUIDELINES FOR ACHIEVING SUCCESSFUL DECISION-MAKING ON RISK ACCEPTANCE IN RAIL TRANSPORT UNDERTAKINGS	
GOZORA VLADIMÍR	173
EKONOMICKÁ BEZPEČNOSŤ A OŽIVENIE PODNIKOV	
HAVIERNIKOVÁ KATARÍNA	181
RIZIKO V PODMIENKACH KLASTROVEJ SPOLUPRÁCE	
HAVKO JÁN, KLUČKA JOZEF	187
POROVNANIE PRÍSTUPOV VYBRANÝCH KRAJÍN EURÓPSKEJ ÚNIE PRI KOMPENZÁCII POVODŇOVÝCH ŠKÔD	
HOFREITER LADISLAV	195
KULTÚRA BEZPEČNOSTI AKO SÚČASŤ MANAŽÉRSTVA BEZPEČNOSTNÝCH RIZÍK	
HUDÁK JÁN, VAGAŠ VLADIMÍR, KRÁLIKOVÁ ANNA	201
MIESTO A ÚLOHA REZORTU MINISTERSTVA PRÁCE, SOCIÁLNYCH VECÍ A RODINY SLOVENSKEJ REPUBLIKY PRI RIEŠENÍ SOCIÁLNEHO ZABEZPEČENIA SR V KRÍZOVÝCH SITUÁCIÁCH S VYUŽITÍM JEDNOTNÉHO INFORMAČNÉHO SYSTÉMU HOSPODÁRSKEJ MOBILIZÁCIE EPSIS®	
CHARVÁTOVÁ MARIE, BREHOVSKÁ LENKA, LÍBAL LIBOR	207
ZVLÁŠTNOSTI CHOVÁNÍ OBYVATELSTVA V PŘÍPADĚ EVAKUACE	

IVANKA JÁN	213
INTERACTION OF THE TEMPERATURE DEPENDENCE OF THE RESISTANCE TO BREAKTHROUGH CYLINDERS	
JÁNOŠÍK LADISLAV, COCHLAR MAREK	219
STANOVENÍ PARAMETRŮ UDRŽOVATELNOSTI POŽÁRNÍ TECHNIKY NA PODVOZCÍCH MERCEDES-BENZ U JEDNOTEK HZS ČR MORAVSKOSLEZSKÉHO KRAJE	
JELEZOV EMIL, KIRILOVA GERGANA	227
IMPACT OF THE INDUSTRY IN THE REPUBLIC OF BULGARIA ON THE TRANSPORT MARKET DEMAND	
KAPUSNIAK JAROSLAV, SVETLÍK JOZEF, MONOŠI MIKULÁŠ	233
NOVÁ CISTERNOVÁ AUTOMOBILOVÁ STRIEKAČKA V SLUŽBÁCH HASIČSKÉHO A ZÁCHRANNÉHO ZBORU	
KELÍŠEK ALEXANDER, STRELCOVÁ STANISLAVA	239
MOŽNÉ PRÍSTUPY K STANOVENIU HODNOTY ĽUDSKÉHO ŽIVOTA	
KISTER LUKASZ, SERAFIN TOMASZ	247
BIOMETRIC SECURITY SYSTEMS - PROTECTION VS. PRIVACY	
KLABAN VLADIMÍR	253
PRIVATIZOVANÁ BEZPEČNOST PRO OBČANY	
KLÍR ROBERT	259
MEDZINÁRODNÁ SPOLUPRÁCA PRI VZDELÁVANÍ V OBLASTI KRÍZOVÉHO MANAŽMENTU	
KLUČKA JOZEF	265
RESILIENCE ORGANIZÁCIE – TEÓRIA A DÔSLEDKY	
KOPECKÝ ZDENĚK	273
HOSPODÁŘSKÁ SFÉRA A HOSPODÁŘSKÁ OPATŘENÍ PRO KRIZOVÉ STAVY	
KORALOVA PETYA	279
EVALUATING ECONOMIC ACTIVITY OF RIVER PORTS AT BULGARIAN SECTION OF DANUBE AS A RESULT OF THE WORLD ECONOMIC CRISIS	
KOVÁŘÍK FRANTIŠEK	289
ZKUŠENOSTI SE VZDĚLÁVÁNÍM ČLENŮ KRIZOVÝCH ŠTÁBŮ OBCÍ S ROZŠÍŘENOU PŮSOBNOSTÍ	
KRAUS JAKUB, MIKYŠKA VIKTOR	299
ENSURING AIRPORT PROCESSES USING SENSOR NETWORKS	
KUTAJ MILAN, VEĽAS ANDREJ	305
MAGNETICKÉ KONTAKTY – TESTOVANIE SPOĽAHLIVOSTI	

LEITNER BOHUŠ, DVOŘÁK ZDENĚK, SVENTEKOVÁ EVA NOVÝ ŠTUDIJNÝ PROGRAM „BEZPEČNOST A OCHRANA KRITICKEJ INFRAŠTRUKTÚRY“ – CHARAKTERISTIKA PROGRAMU A AKTUÁLNE VÝZVY	313
LEPÍK PETR, MYNARZ MIROSLAV, SERAFÍN JIŘÍ VLIV TYPU ROZVIŘOVACÍ TRYSKY NA MAXIMÁLNÍ VÝBUCHOVÉ PARAMETRY PRACHU	321
LOŠONCZI PETER, KELEMEN MIROSLAV PROJECT DELOG-FLOOD IN DUNUBE STRATEGY OF ERDF	329
LUSKOVÁ MÁRIA APPROACHES TO RISK AND VULNERABILITY ASSESSMENT CAUSED BY EXTREME WEATHER EVENTS	335
MAGDOLEN MARIÁN SUROVÉ BIOMETRICKÉ DÁTA A SPRACÚVANIE OSOBNÝCH ÚDAJOV	343
MACH VLASTIMIL TESTOVANIE PRIELOMOVEJ ODOLNOSTI MECHANICKÝCH ZÁBRANNÝCH PROSTRIEDKOV	351
MAKOVICKÁ OSVALDOVÁ LINDA, GAŠPERCOVÁ STANISLAVA BOZP PRI STAVEBNÝCH PRÁČACH	361
MARIŠ LADISLAV PSYCHOLOGICKÉ VYŠETRENIE PÁCHATEĽOV TRESTNÝCH ČINOV V ÚSTAVE NA VÝKON TRESTU ODŇATIA SLOBODY	367
MARKOVÁ IVETA, LAUKO JOZEF VEĽKO-ROZMEROVÝ TEST POŽIARU TRIEDY B FOSÍLNYCH PALÍV TYPOVÉHO SCENÁRA POOL FIRE	373
MEESTERS KENNY, VAN BEEK LARS INTEGRATING SOCIAL MEDIA IN CRISIS RESPONSE: LEARNING FROM A REALISTIC CRISIS EXERCISE	381
MITRENGA PATRIK SKÚMANIE TESTOVANIA SADROKARTÓNOVÝCH DOSIEK Z POHĽADU ÚBYTKU NA HMOTNOSTI PO VYSTAVENÍ TEPELNÉMU NAMÁHANIU A JEHO VYHODNOTENIE	393
MONOŠI MIKULÁŠ, BALLAY MICHAL INFORMAČNO – KOMUNIKAČNÉ TECHNOLOGIE INTEGROVANÉHO ZÁCHRANNÉHO SYSTÉMU SLOVENSKEJ REPUBLIKY	399
MONOŠI MIKULÁŠ, BALLAY MICHAL, KAPUSNIAK JAROSLAV ZÁSAHOVÁ ČINNOSŤ HASIČSKÝCH JEDNOTIEK PRI MIMORIADNEJ UDALOSTI VO VRÁTNEJ	403

MONOŠI MIKULÁŠ, KOZIČOVÁ BOHUSLAVA ZDOLÁVANIE POŽIARU LESA V ZUBERCI POMOCOU JAZIERKOVÉHO SYSTÉMU	409
MÓZER VLADIMÍR K PROBLEMATIKE PRAVDEPODOBNOSTNÉHO MODELOVANIA POŽIARNEHO RIZIKA	417
MÜLLEROVÁ JANA, BUZALKA JÁN AKTUALNE POUŽITIE METODIKY CRAMM	425
MÜLLEROVÁ JANA, VÁCVAL JURAJ PRINCÍP ČINNOSTI KÓNICKÉHO KALORIMETRA A MOŽNOSTI POUŽITIA RÝCHLOSTI UVOĽŇOVANIA TEPLA AKO HLAVNÉHO PARAMETRA SKÚŠKY	433
NEJTEK PAVEL POŽÁRNÍ BEZPEČNOST A ZAJIŠTĚNÍ PROVOZOVEN, KDE JE SKLADOVÁN NEBO JE MANIPULOVÁNO S BEZPEČNOSTNÍM MATERIÁLEM	437
ONDRŮŠKOVÁ HELENA, KELÍŠEK ALEXANDER RIZIKÁ PODNIKATELSKÉHO PROSTREDIA VO VYBRANÝCH MESTÁCH ŽILINSKÉHO SAMOSPRÁVNEHO KRAJA	445
ORIEŠKOVÁ VERONIKA MIEROVÉ OPERÁCIE AKO NÁSTROJ RIEŠENIA VOJENSKO – POLITICKÝCH KRÍZ	455
ORINČÁK MICHAL, FRANER JAKUB OVERENIE FUNKČNOSTI VYHODNOCOVACÍCH PROGRAMOV CAMEO SOFTWARE SUITE A TEREX NA VYBRATÉ CHEMICKÉ NEBEZPEČNÉ LÁTKY	461
OSVALD ANTON KOVOVÉ SPOJOVACIE PRVKY V DREVOSTAVBÁCH A ICH PROTIPOPOŽIARNA OCHRANA	473
OSVALD ANTON, MAKOVICKÁ OSVALDOVÁ LINDA, MITRENGA PATRIK, DUŠKOVÁ SMRČKOVÁ MIROSLAVA, DANA CHMELÍKOVÁ, HUDÁKOVÁ MARTINA, ŠMÍRA PAVEL, NASSWETTROVÁ ANDREA NOVÉ RETARDÉRY HORENIA DREVA	477
PANTYA PETER THE ROLE OF TRAININGS FOR FIREFIGHTERS	481
PAVLENKO TOMÁŠ, DVORSKÝ JÁN VYUŽITIE HODNOTENIA RIZÍK PROSTREDNÍCTVOM MODELU FEMA V PRIESTOROVOM MANAŽMENTE MIEST A OBCÍ	489
PELLOWSKI WITALIS, ZAMIAR ZENON, PICH ROBERT, KOZŁOWSKI CEZARY A. NEW CONCEPTS OF DIVERSIFICATION OF SUPPLY AND DISTRIBUTION OF NATURAL GAS IN POLAND	495

PEVALOVÁ SILVIA, JANUŠOVÁ LUCIA	505
NÁVRH MODELU POSUDZOVANIA RIZÍK NA ŽELEZNIČNÝCH PRIECESTIACH	
PIWOWARSKI JULIUSZ	511
NATIONAL SECURITY CULTURE AND STATE POWER	
POLÍVKA LUBOMÍR, SABOL JOZEF, ŠESTÁK BEDŘICH, HRIVNÁK JÁN	519
DOPAD CBRN ÚTOKU NA KRITICKOU INFRASTRUKTURU	
PRIGODA LUDMILA	529
THE MAIN DIRECTIONS OF FORMATION OF REGIONAL POLICY OF THE RUSSIAN FEDERATION IN THE CONDITIONS OF CRISIS	
RAZMOV TODOR	535
RISK ASSESSMENT OF A RAILWAY INFRASTRUCTURE PROJECT	
RESTAS AGOSTON	543
FIREFIGHTERS FACE-TO-FACE WITH THE VICTIMS	
RESTAS AGOSTON	551
GENERAL PRINCIPLES OF FIREFIGHTING	
ŘEZÁČ DAVID	559
VÝCVIK SOUČINNOSTI SUBJEKTŮ KRITICKÉ INFRASTRUKTURY A ORGÁNŮ STÁTNÍ SPRÁVY S VYUŽITÍM POČÍTAČOVÉ SIMULACE	
RISTVEJ JOZEF, RISKÁ TOMÁŠ, KVET MAREK, LOVEČEK TOMÁŠ	565
OPTIMALIZAČNÉ PROCESY AKO SÚČASŤ INTELIGENTNÝCH DOPRAVNÝCH SYSTÉMOV PRE POTREBY KRÍZOVÉHO RIADENIA	
SELINGER PETR	573
MOŽNOSTI SPOJENIA ŠTÚDIA NA FBI S PRAXOU V SÚKROMNEJ BEZPEČNOSTI	
SCHMIDT MICHAL	579
OCHRANA PRED POŽIARMÍ V ZBORE VÄZENSKEJ A JUSTIČNEJ STRÁŽE	
ŠINDLEROVÁ BARBORA	587
SOUČASNÝ STAV PROBLEMATIKY OCHRANY KRITICKÉ INFRASTRUKTURY V ČESKÉ REPUBLICE	
SKŘEHOT PETR ADOLF, HON ZDENĚK, MELICHAROVÁ MICHAELA	591
NÁSTROJE PRO MODELOVÁNÍ ROZPTYLU TĚŽKÉHO PLYNU URČENÝCH PRO PREDIKCI NÁSLEDKŮ CHEMICKÝCH HAVÁRIÍ	
ŠOLTÉS VIKTOR	597
PRÍSPEVOK K RIEŠENIU PRIESTUPKOV PORIADKOVÝMI ÚTVARMÍ NA MIESTNEJ ÚROVNI	

SOPÓCI MILAN, WALANCIK MAREK NOVÉ MOŽNOSTI OCHRANY VOJSK V MISIÁCH	601
STANKO VLADISLAV, NEUMANNOVÁ JITKA VZDĚLÁVÁNÍ A LEGISLATÍVA V OBLASTI KOMERČNÍ BEZPEČNOSTI V ČR	609
ŠTEFKA VLADISLAV THE EDUCATION SYSTEM IN THE COMMERCIAL SECURITY INDUSTRY IN THE CZECH REPUBLIC	613
ŠTOREK JOSEF, HAVRÁNKOVÁ RENATA ZDRAVOTNĚ SOCIÁLNÍ DOPADY MIMOŘÁDNÝCH UDÁLOSTÍ NA POPULACI S DŮRAZEM NA EVAKUACI	619
SUROWIECKI ANDRZEJ, DUCHACZEK ARTUR, ZIELIŃSKI MICHAŁ SECURITY ON THE ROAD-RAILWAY INTERSECTIONS IN POLISH STATE RAILWAYS	627
SUROWIECKI ANDRZEJ; SASKA PIOTR; ZIELIŃSKI MICHAŁ SAFETY OF RAILWAY TRAFFIC AT THE POLISH STATE RAILWAYS PLK S.A. NETWORK BY THE SUPREME AUDIT OFFICE (THE “NIK”) REPORT	635
SVOBODA EMIL, BITTNER LIBOR, SVOBODA PATRIK ECONOMIC CRISIS IN BUSINESS MANAGEMENT	643
SZMIT MACIEJ SECURITY MANAGEMENT AND RISK MANAGEMENT APPROACH IN CYBERSECURITY AND INFORMATION SECURITY MANAGEMENT	651
TITKO MICHAŁ, BYRTUSOVÁ ANDREA VPLYV KRÍZOVÝCH SITUÁCIÍ NA FUNKČNOSŤ A PREVÁDZKYSCHOPNOSŤ PRVKOV KRITICKEJ INFRAŠTRUKTÚRY V ŽELEZNIČNEJ DOPRAVE	657
TODOROVA DANIELA CONDITION AND TRENDS ON THE LABOUR MARKET IN THE TRANSPORT SECTOR OF THE REPUBLIC OF BULGARIA	663
TODOROVA DANIELA, KIROVA ANTOANETA INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEMS – REQUIREMENT AND OPPORTUNITIES	671
TODOROVA DANIELA, KOLEV PETAR ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ. МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ ПРИ КРИТИЧЕСКОМ ПЕРЕХОДЕ: УСКОРЕНИЕ - ЗАМЕДЛЕНИЕ	677
TULACH ALEŠ, MYNARZ MIROSLAV, KOZUBKOVÁ MILADA ŠÍŘENÍ ZEMNÍHO PLYNU V UZAVŘENÉM PROSTORU A UTVÁŘENÍ VÝBUŠNÉ SMĚSI	685

VÁCLAV JURAJ, SIVÁK JAROSLAV, SIVÁKOVÁ LENKA	691
INTEGROVANÝ MODEL URČENIA PRAVDEPODOBNOTI ÚSPEŠNÉHO ZÁSAHU PROTI NARUŠITEĽOVI	
VANDLÍČKOVÁ MIROSLAVA	697
MINIMÁLNA TEPLOTA VZNIETENIA USADENÉHO A ROZVÍRENÉHO PRACHU	
VARADINOVA JULIA	701
PREVENTÍVNE OPATRENIA ZAMERANÉ NA KRYTIE ŠKÔD NA OBJEKTOCH KRITICKEJ INFRAŠTRUKTÚRY - ČASŤ KRITICKEJ INFRAŠTRUKTÚRY	
VASILEV DETELIN	707
USE OF EXHAUST GASES IN PISTON INTERNAL COMBUSTION ENGINE BY IMPLEMENTATION OF THE STIRLING CYCLE	
VAYSILOVA EMILIYA	715
ASSESSMENT AND MANAGEMENT OF ENTERPRISE LIQUIDITY IN CONDITIONS OF CRISIS	
VIDRIKOVÁ DAGMAR, BOC KAMIL	721
MULTIMODULÁRNY DYNAMICKÝ SIMULAČNÝ SYSTÉM A TRÉNINGOVÝ PORT NA RIEŠENIE INICIAČNÝCH UDALOSTÍ V ELEKTRIZAČNEJ PRENOSOVEJ SÚSTAVE SLOVENSKEJ REPUBLIKY	
VRÁBLOVÁ EUBICA, MÜLLEROVÁ JANA	729
EXPERIMENTÁLNE ZISŤOVANIE VPLYVU POŽIARNEHO ZAŤAŽENIA NA ZMENU TEPLoty V UZATVORENOM PRIESTORE V ZMENŠENEJ MIERKE	
VRÁBLOVÁ EUBICA, MÜLLEROVÁ JANA	735
PREDPOVEDE PRE VZNIK JAVU FLASHOVER	
WALEK TOMASZ	741
CENTRAL PREVENTION PROGRAMS IN POLAND	
ZEMAN MIROSLAV	747
OCHRANA MAJETKU – KRÁDEŽE NA ŽELEZNICIACH	
ZVAKOVÁ ZUZANA, FIGULI LUCIA, MARIŠ LADISLAV	753
STANOVENIE ÚČINKOV EXPLÓZIE NA OKOLIE – NÁVRH SOFTVÉROVÉHO NÁSTROJA	

K PROBLEMATIKE PRAVDEPODOBNOSTNÉHO MODELOVANIA POŽIARNEHO RIZIKA

Vladimír Mózer^{*)}

ABSTRAKT

Využitie metód hodnotenia požiarneho rizika zohráva kľúčovú úlohu v procese návrhu a zhodnotenia požiarnej bezpečnosti stavby. Stanovením pravdepodobnosti výskytu a závažnosti následkov požiaru je možné prijať vhodné opatrenia na ich redukciiu a znížiť tak ohrozenie života a straty na majetku. Vzhľadom na fakt, že výsledky zhodnotenia požiarneho rizika je možné interpretovať rôznym spôsobom, článok prezentuje návrh postupu, ktorý umožňuje zohľadniť všetky potenciálne dopady požiaru vzhľadom na ich relatívnu pravdepodobnosť výskytu.

Kľúčové slová:

Hodnotenie požiarneho rizika, pravdepodobnosť, následok, straty

ABSTRACT

The utility of fire risk assessment plays key role in fire safety design and evaluation processes. By determinig the probability and severity of fire outcomes appropriate measures can be implemented as to reduce fire loss and threat to life. As the results of fire risk assessment may be interpreted in a number of ways a methodology is proposed for an approach that balances the outcomes based on their relative occurence probability.

Key words:

Fire risk assessment, probability, consequence, fire loss

^{*)} Vladimír Mózer, Ing., PhD, Fakulta bezpečnostného inžinierstva, Žilinská univerzita, ul. 1. mája 32, Žilina, vladimir.mozer@fbi.uniza.sk, +421 41 513 6797

1 ÚVOD

Problematika stanovovania požiarneho rizika je neoddeliteľnou súčasťou požiarneho inžinierstva. Analýzou požiarneho rizika je umožnené prijať cielené opatrenia na jeho redukciu, a to prostredníctvom [1]:

1. identifikácie a kategorizácie typov nežiaduceho horenia, ktoré môže spôsobiť nepriaznivé následky,
2. stanovením vážnosti týchto následkov,
3. určením pravdepodobnosti vzniku týchto typov nežiaduceho horenia.

Tieto nežiaduce typy horenia sa nazývajú scenármi a ich charakteristika začína zvyčajne identifikáciou nebezpečenstva.

V tejto súvislosti je ešte vhodné spomenúť, že pojem analýza požiarneho rizika označuje viacero činností. Medzi tieto patrí napríklad vytvorenie prehľadu miest v konkrétnej stavbe, ktoré predstavujú z hľadiska požiarnej bezpečnosti väčšie nebezpečenstvo, napríklad z titulu veľkého množstva horľavých látok a pod. Tento článok sa však nebude takýmito druhmi analýz požiarneho rizika zaoberať.

2 METÓDY STANOVOVANIA POŽIARNEHO RIZIKA

Metód stanovovania požiarneho rizika existuje viacero, avšak vo všeobecnosti [1][4] sa rozlišujú tieto tri základné:

1. kvalitatívne,
2. semikvantitatívne
3. kvantitatívne.

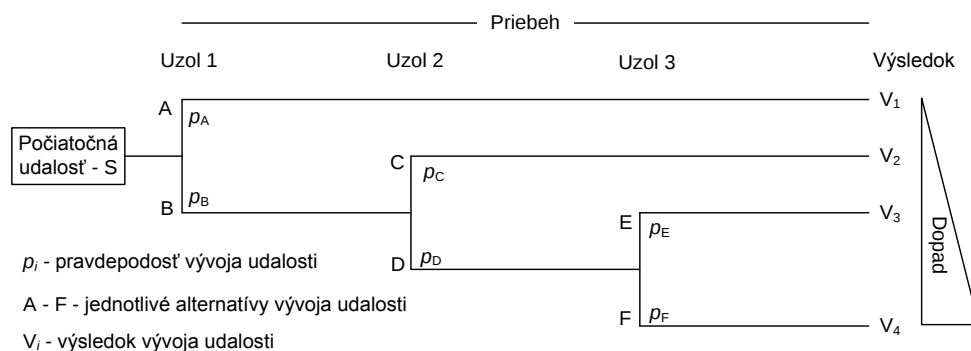
Na rozdiel od kvalitatívnych a semikvantitatívnych metód, pri kvantitatívnom stanovení požiarneho rizika sú jednotlivým položkám, resp. faktorom, priradené hodnoty pravdepodobnosti spôsobu ich rozvoja/priebehu. Ako príklad je možné uviesť prítomnosť sprinklerového systému, kde bude pravdepodobnosť úspešného fungovania x a pravdepodobnosť zlyhania y . Vždy však musí platiť, že suma pravdepodobností jednotlivých alternatív sa rovná 1. V rámci kvantitatívnych metód sú najčastejšie využívané princípy a nástroje pravdepodobnostného modelovania [3].

Existujú mnohé formy a aplikácie pravdepodobnostného modelovania. Komplexné modely môžu napríklad zahŕňať kombináciu deterministického a pravdepodobnostného prístupu [5]. V prípade, keď je pravdepodobnostný model funkciou času, hovoríme o ňom ako o stochastickom modeli. Tri základné typy pravdepodobnostného modelovania sú: sieťové, štatistické a simulačné modely [6].

2.1 SIEŤOVÉ MODEL Y

Pod pojmom sieťový model sa rozumie prepojenie dvoch alebo viacerých uzlov (udalostí) linkami. Následne sú jednotlivým linkám, t.j. možnostiam vývoja konkrétnych priebehu udalostí v konkrétnych uzloch priradené pravdepodobnosti.

Najjednoduchším a najbežnejším príkladom sieťového modelu je strom udalostí, anglicky Event Tree a podľa neho nazvaná metóda *Event Tree Analysis* [4]. Všeobecné schematické zobrazenie tejto metódy je znázornené na obr. 1.



Obr.1 Schematické znázornenie všeobecného stromu udalostí

Podľa danej schémy je možné stanoviť výslednú pravdepodobnosť deja ako súčin pravdepodobnosti počiatočnej udalosti a všetkých pravdepodobností uzlov k tomuto deju vedúcich; platí teda:

$$p_{V_i} = p_S \cdot \prod p_i \quad [-] \quad (1)$$

Každý uzol má teda dve možnosti ďalšieho vývoja priebehu udalosti charakterizované určitými hodnotami pravdepodobnosti, ktoré pre zjednodušenie označme $p_{\text{áno}}$ a p_{nie} . V tomto zmysle môže byť uzol zadefinovaný napríklad ako *Dôjde k rozšíreniu požiaru z prvej veci, ktorá sa vznietila*. Keďže máme dva možné výstupy – áno / nie – ku ktorým prináležia pravdepodobnosti – $p_{\text{áno}}$ / p_{nie} – musí platiť:

$$p_{\text{áno}} + p_{\text{nie}} = 1 \quad (2)$$

čo znamená, že neexistuje iná možná varianta vývoja udalosti v danom uzle. Potencionálne by mohol mať uzol aj viac než dve možnosti vývoja udalosti, avšak tieto by museli byť jasne definované, musela by medzi nimi existovať jasná hranica a museli by byť charakterizovateľné pravdepodobnosťami. Jednotlivé udalosti by sa zároveň vzájomne vylučovali, t.j. nemohlo by dôjsť naraz k viacerým alternatívam rozvoja súbežne. Pre n -možností vývoja udalosti by potom platilo:

$$p_1 + p_2 + \dots + p_n = 1 \quad (3)$$

2.2 SIMULAČNÉ MODEL Y

Oblasti pravdepodobnosti a štatistiky sú veľmi prepojené. Väčšina štatistických konceptov, ako napríklad protokol výberu či testovanie hypotéz, má svoj základ v teórii pravdepodobnosti. Štatistické modelovanie zahŕňa popis náhodného javu priradením vhodnej pravdepodobnostnej distribučnej funkcie [6].

Klasickým príkladom štatistického modelu požiaru je vznik požiarneho poplachu ako náhodnej udalosti, ktorá je v rámci istých obmedzení rovnakého charakteru. Vieme, že požiare sú funkciou času počas dňa, preto musíme upriamiť

pozornosť na jednotlivé časové úseky dňa. Pravdepodobnosť vzniku alarmu k za určitú dobu s je daná vzťahom (4) kde λ vyjadruje frekvenciu požiarnych alarmov [6].

$$P(k) = \frac{(\lambda s)^k}{k!} e^{-\lambda s} \quad [-] \quad (4)$$

kde:

P	pravdepodobnosť vzniku alarmu [-]
s	časový úsek [h]
λ	priemerná frekvencia požiarnych alarmov [h^{-1}]
k	počet alarmov [-].

2.3 ŠTATISTICKÉ MODELÝ

Štatistické modely požiarov pracujú s rozličnými vstupnými informáciami ku ktorým prislúchajú určité výsledky. Keďže pre opísanie situácie máme veľké množstvo vstupných podmienok existuje tiež veľké množstvo výsledkov, ktoré tieto podmienky ovplyvňujú. Veľké množstvo vzniknutých výsledkov sa ďalej vyhodnocuje a vzniká model. Simulačný model teda predvída výsledok pre skupinu použitých vstupných podmienok [6]. Reprezentatívnym príkladom môže byť Monte Carlo [2] modelovanie.

3 KVANTIFIKÁCIA DOPADOV POŽIARU

Stanovenie pravdepodobností jednotlivých spôsobov rozvoja požiaru v stavbe je základným predpokladom pre kvantifikáciu dopadov. Tieto dopady majú rôznorodý charakter a ich základné rozdelenie býva spravidla na:

- ohrozenie zdravia a života – pravdepodobnosť zranenia alebo úmrtia,
- škody spôsobené na majetku – rozsah priamych a nepriamych škôd,
- dopady na životné prostredie – rozsah poškodenia životného prostredia.

Vyjadrenie priamych škôd na majetku je relatívne jednoduché a spravidla má finančný charakter, vzhľadom na to, že je zväčša možné stanoviť konkrétnu finančnú čiastku, ktorá reprezentuje poškodenie spôsobené požiarom. Komplikovanejšie môže byť vyjadrenie nepriamych škôd, ktoré sú spôsobené hlavne prerušením činnosti subjektu postihnutého požiarom. Aj tu však existujú metódy na ich stanovenie, viď napr. [7] a [8].

Kvantifikácia škôd spôsobených požiarom na životnom prostredí je už o čosi náročnejšia, pretože tento typ škôd zahŕňa viacero zložiek a metodiky na ich finančnú kvantifikáciu sa môžu líšiť. Dopady na životné prostredie môžu zahŕňať napr.: cenu CO_2 uvoľneného pri požari a v procese obnovy stavby, vody spotrebovanej na hasenie požiaru [9], prípadne dekontaminačných prác ak došlo pri požari alebo hasení k úniku nebezpečných látok.

Najproblematickejším je v tomto ohľade finančné vyjadrenie poškodenia ľudského zdravia prípadne úmrtia. Túto tému sprevádza určitá miera kontroverzie [1],[7], avšak napríklad v oblasti poisťovníctva (uzavätáranie životných poisťiek) je to bežným postupom.

Ďalším faktorom, ktorý je potrebné pri hodnotení dopadov požiaru brať do úvahy je časový horizont, v ktorom je predpoklad ich výskytu v pomere k predpokladanej životnosti posudzovanej stavby. Remoy [10] uvádza pre stavby prevažne kancelárskeho charakteru životnosť 50 – 70 rokov.

Výsledok hodnotenia typu *požiar, ktorý spôsobí stratu 1 000 000 Eur sa predpokladá raz za 200 rokov, resp. pravdepodobnosť jeho výskytu je $5 \cdot 10^{-3}$* , sa môže zdať príliš abstraktný a mať pre zúčastnené strany obmedzenú výpovednú hodnotu. Ak však bude uvažovaná priemerná ročná strata na takýto typ požiaru tak výsledkom bude 5000 Eur / rok. Nech je predpokladaná životnosť stavby 50 rokov tak v tom prípade je šanca výskytu takého požiaru 1 ku 4 a výsledná strata spôsobená požiarom by bola 1250 Eur /rok.

Samozrejme nie každý požiar končí kompletnou deštrukciou stavby (v prípade vyššie indikovanej stratou 1 000 000 Eur), ale poškodenie (dopad požiaru) sa môže blížiť aj nule. Nech n je počet možných úrovní poškodenia požiarom, pričom každé je charakterizované rozsahom poškodenia $L_{v,i}$ [Eur] a pravdepodobnosťou výskytu $p_{v,i}$, resp. interval výskytu $O_{v,i}$, tak potom sú možné dve základné alternatívy hodnotenia týchto dopadov vzhľadom na dobu životnosti stavby:

- a) za smerodajný sa považuje ten výstup, ktorého pravdepodobnosť výskytu je najvyššia, teda $p_{v,max}$, resp. časový interval medzi výskytmi najkratší $O_{f,min}$,
- b) jednotlivé výstupy sú zohľadňované váženým priemerom s ohľadom na relatívnu pravdepodobnosť ich výskytu, pričom platí podmienka:

$$\sum_{i=1}^n p_{vi,rel} = 1 \quad [-] \quad (5)$$

Relatívnou pravdepodobnosťou $p_{vi,rel}$ sa rozumie súčin čiastkových pravdepodobností Πp_i jednotlivých uzlov charakterizujúcich rozvoj požiaru vedúcich ku konkrétnemu výstupu V_i v zmysle obr. 1.

Postup ad a) je možné považovať za relevantný jedine vtedy, ak $p_{v,max}$ výrazne (rádovo) prevyšuje pravdepodobnosti výskytu ostatných výstupov $p_{v,i}$. Rozsah poškodenia v tomto prípade zodpovedá L_v vychádza z výstupu s $p_{v,max}$. V prípade ak sú si hodnoty pravdepodobnosti výskytu dvoch alebo viacerých výstupov $p_{v,i}$, podobné je postup ad a) nevhodný.

Naopak postup ad b) primerane zohľadňuje všetky potencionálne výstupy s ohľadom na ich relatívnu pravdepodobnosť výskytu $p_{vi,rel}$. Matematicky je možné vyjadriť predpokladaný rozsah poškodenia stavby požiarom L_v [Eur] pre postup ad b) vyjadriť ako:

$$L_v = \sum_{i=1}^n (p_{vi,rel} \cdot L_{vi}) \quad [\text{Eur}] \quad (6)$$

V prípade, ak sa uvažuje so stratou na rok $L_{v,y}$ je možné upraviť vzťah (6) upraviť do podoby:

$$L_{v,y} = \sum_{i=1}^n \frac{(p_{vi,rel} \cdot L_{vi})}{O_{v,i}} \quad [\text{Eur.rok}^{-1}] \quad (7)$$

Praktická demonštrácia vyššie uvedených postupov [11] poukázala 2 až 4 násobné rozdiely v stanovených hodnotách $L_{v,y}$ pri dvoch úrovniach protipožiarneho zabezpečenia.

4 ZÁVER

Vzhľadom na fakt, že stanovovanie požiarneho rizika a jeho analýza sú východiskami pri prijímaní opatrení na redukciiu dopadov požiarov je nutné na základe ich rozsahu a pravdepodobnosti s akou sa predpokladá ich výskyt. Dôležitú úlohu samozrejme vo vzťahu k výskytu jednotlivých dopadov zohráva aj doba životnosti stavieb, nakoľko niektoré dopady sa vzhľadom na ich extrémne zriedkavý výskyt stanú prakticky irelevantné.

Ďalším faktorom, ktorý môže do značnej miery ovplyvniť rozhodovanie o prijatí resp. neprijatí daného protipožiarneho opatrenia je spôsob, akým sa k jednotlivým predpokladaným dopadom pristupuje. Z alternatív popísaných v tejto práci sa javí robustnejšia a vyváženejšia metóda, pri ktorej jednotlivé výstupy sú zohľadňované váženým priemerom s ohľadom na relatívnu pravdepodobnosť ich výskytu. V prípade použitia najpravdepodobnejšieho výstupu môže dôjsť k výraznému skresleniu výsledkov, hlavne v prípade ak viacero možných výstupov má obdobnú hodnotu relatívnej pravdepodobnosti výskytu.

POĎAKOVANIE

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

LITERATÚRA

- [1] HALL, J.R., WATTS, J.M. *Fire Risk Analysis*, Section 3, Chapter 8 In: *NFPA Fire protection handbook*. 20th ed. Quincy, Mass.: National Fire Protection Association, 2008. ISBN 0877657580.
- [2] HASOFER, A M, V R BECK a I D BENNETTS. *Risk analysis in building fire safety engineering*. Amsterdam; London: Butterworth-Heinemann, 2007. ISBN 075068156X.

- [3] RAMACHANDRAN, G a CHARTIS, D. *Quantitative risk assessment in fire safety*. London ; New York: Spon Press, 2011. ISBN 9780419207900.
- [4] MADDEN, M. J. *Fire Risk Assessment - Engineering Guide*. Bethesda, MD, USA: Society of Fire Protection Engineers, 2006.
- [5] HADJISOPHOCLEOUS, GV a Z FU. Literature Review Of Fire Risk Assessment Methodologies. *International Journal on Engineering*. 2004
- [6] BEYLER, C.L., et. al. *Introduction to Fire Modeling*, Section 3, Chapter 5 In: *NFPA Fire protection handbook*. 20th ed. Quincy, Mass.: National Fire Protection Association, 2008. ISBN 0877657580.
- [7] RAMACHANDRAN, G. *The economics of fire protection*. London: E & FN Spon, 1998. ISBN 0419207805.
- [8] DVORSKÝ, J., KLUČKA, J.: *Modelovanie ekonomických škôd pri požiaroch v Žilinskom kraji*. In: *Zborník z XXIII. Ročníka medzinárodnej konferencie, VŠB – TU Ostrava, Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství*, Ostrava, str. 48-51, 2014, ISBN 978-80-7385-148-4
- [9] FRASER-MITCHEL, J. *Environmental impact and cost benefit analysis for fire sprinklers in warehouse buildings*. BRE report 2013.
- [10] REMOY, H.T.: *Out of Office: A Study on the Cause of Office Vacancy and Transformation as a Means to Cope and Prevent*. Amsterdam: IOS Press, 2010.
- [11] MOZER, V., TOFILO, P. *A methodology for assessing economic implications of fire protection in building design*, In. *Zeszyty Naukowe SGSP 53*. Warszaw. ISSN 0239-5223

Článok recenzovali dvaja nezávislí recenzenti.

