

SBORNÍK
příspěvků z konference
Požární ochrana 2014



ISBN 978-80-7385-148-4
ISSN 1803-1803

Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství

www.spbi.cz, e-mail: spbi@spbi.cz

Obsah

Asistent krizového řízení v krizovém štábu obce.....1 Adamec Vilém, Malěřová Lenka	Some Comments on Explosion Parameters and Inert Effect on the Explosion Limits of the Flammable Gases and Liquids.....60 Flasińska Paulina
Vliv aplikace vodního proudu na tepelné podmínky ve FOK Zbiroh.....5 Balner Dalibor, Hora Jan, Strakošová Eva	Investigation of the Influence of Nozzle Inclination Angle and Output on the Size of Sprinkling Area and Intensity of the Spray.....64 Gałąj Jerzy, Bąk Sławomir
Odstupové vzdálenosti a vliv jejich velikosti na ekonomiku investičního procesu stavby.....12 Bojda Tomáš, Thomitzek Adam, Ondruch Jan	Komplexná metodika hodnotenia protipožiarnych zásahov v mestských sídliskách.....70 Gašpercová Stanislava, Polorecká Mária, Kozák Peter
Fire Resistance Testing of Glazed Building Elements..15 Borowy Andrzej	Spôsoby a možnosti efektívnej prípravy krízových štábov.....74 Grega Matúš, Andrassy Vladimír
Využití vysokotlaké diferenční snímací kalorimetrie (HP-DSC) při popisu chování pevných látek a materiálů při zahřívání.....18 Bursíková Petra, Buřičová Hana, Suchý Ondřej	Dispersion Conditions of Combustible Dusts for Determination of Minimum Ignition Energy (MIE)....79 Havelková Jana, Lepík Petr
Požiarovosť v Ruskej federácii za obdobie 2012 - 2008.....21 Coneva Iveta	Bezpečnost a ekonomika provozu stabilních hasicích zařízení.....83 Hošek Zdeněk
Posouzení šíření kouře v koridorech s využitím modelu požáru.....26 Cvejn Tomáš, Pokorný Jiří	Přístup EU, NATO k ochraně obyvatelstva.....87 Chalupa Jiří
Požární bezpečnost objektů věznic.....29 Česelská Tereza	Nové poznatky při odběru vzorků akceleračních z požářiště.....88 Charvátová Vlasta, Růžicka Milan
Velkorozměrová požární zkouška v Rýmařově.....31 Česelská Tereza, Filipi Bohdan	Využitie monitora Ambassador 1x6 (2x6) pri hasení veľkoobjemovej nádrže ropy.....93 Chromek Ivan
Flash-Point Prediction for Binary Mixtures of Alcohols.....35 Dolníček Petr, Skřínský Jan, Lukešová Petra, Skřínská Mária, Marek Jan, Bartlová Ivana	Zhodnocení účinnosti NV č. 91/2010 Sb., o podmínkách požární bezpečnosti při provozu komínů, kouřovodů a spotřebičů paliv.....97 Chudová Dana, Mitrenga Karel
Study of Flow Characteristic of in-Line Foam Concentrate Inducers Used in Fire Protection.....39 Drzymala Tomasz, Gałąj Jerzy, Binio Joanna	Modelování tepelné degradace pevných materiálů z hlediska reakční kinetiky.....101 Ira Jiří, Hasalová Lucie, Jahoda Milan
Nové poznatky v oblasti zkoušení dřevěných konstrukcí.....45 Dufková Magdaléna, Kuklík Petr, Rada Václav	Hmotnostní úbytek těkavých kapalin při hoření - experiment a modelování.....105 Jahoda Milan, Hasalová Lucie, Roučková Eva
Modelovanie ekonomických škôd pri požiaroch v Žilinskom kraji.....48 Dvorský Ján, Klučka Jozef	Evaluation of Fire Appliances on Renault Midlum Chassis with Brigades of Fire and Rescue Service of the Zlin Region.....108 Jánošík Ladislav
Statistické úvahy k normovaným metodám verifikace zkušebních aparatur pro stanovení PTCH.....52 Dvořák Otto	Protipožární obklad sloupů sádrokartonem nebo nástřikem protipožární omítkou Knauf Vermiplaster...112 Janoušek Radek
Interakce elektrického pole s plameny.....55 Dvořák Otto, Staněk Jan, Koller Jan, Hrzina Pavel	

Thermogravimetric Analysis of Chosen Species of Wood which are Used for Floor.....	114
Jaskółowski Wademar, Chmielewska - Łukaszek Aneta	

Hodnocení parametrů mobilních protipovodňových systémů.....	116
Ježková Pavlína, Chmelíková Karolína	

Zásahový tablet pro výjezdová vozidla HZS.....	120
Jirouš David, Procházka Boris	

Tlakové lahve v podmínkách požáru ve vnitřním prostoru.....	123
Karl Jan, Hora Jan	

Zkušební vysokotlaké laboratoře pro stanovení PTCH za technologických podmínek.....	128
Karl Jan, Ševčík Libor, Suchý Ondřej	

Efektivnost vzdělávání v oblasti bezpečnosti.....	131
Klaban Vladimír	

Provedení analýzy zranitelnosti lokality na úrovni obce s rozšířenou působností ve vazbě na stanovení souborů indikátorů místní soběstačnosti.....	135
Klaban Vladimír, Stošek Pavel	

Tepelná stabilita grafen-oxidu a jeho vybraných derivátů.....	137
Klouta Karel, Friedrichová Romana, Lach Karel, Zemanová Eva	

Fire Spread on Walls with ETICS.....	148
Kolbrecki Andrzej	

Význam simulační podpory krizových štábů obcí s rozšířenou působností.....	151
Kovářík František	

Požárně bezpečnostní zařízení, vztah k ceně objektu.....	155
Kratochvíl Václav, Kratochvíl Michal, Navarová Šárka	

Bezpečnost a ekonomika provozování požárních vodovodů.....	163
Kročová Šárka	

Retention Time during Fire Suppression in the Enclosure by Inert Gases.....	167
Kubica Przemysław, Wnęk Waldemar, Boroń Sylwia	

Šíření plamene po fasádě - výsledky zkoušek na vzorcích středního a velkého rozměru, funkce požárních bariér.....	170
Kubů Marcela	

Ověření návrhu nuceného odvodu kouře a tepla sportovní haly.....	172
Kučera Petr, Dvorská Hana	

The Role of Games in the Contemporary World and Their Impact on the Development of Computer Simulators Designated for Training Rescue Services....	177
Kukfisz Sławomir, Ptak Szymon	

Protivýbuchová prevence a průmyslové pojištění - povinnosti, zkušenosti a poznatky z praxe.....	181
Kulich Martin, Volejníček Oldřich, Šebek Jakub	

Omítky a nástřiky z požárního hlediska.....	185
Kupilík Václav	

Vyhodnocení průběh objektové evakuace při evakuačním cvičení.....	190
Kutilová Kristýna, Kučera Petr, Šíma Stanislav	

Vliv rozvířovacího tlaku na maximální výbuchové parametry prachu.....	195
Lepík Petr, Havelková Jana, Serafin Jiří	

Zásady navrhování budov odolných na účinky venkovního výbuchu.....	199
Makovička Daniel, Makovička Daniel	

Hodnotenie rizika chemických látok používaných na hasenie.....	203
Marková Iveta	

Vzájemné závislosti v oblasti kritické infrastruktury..	207
Markuci Jiří, Řehák David	

Projekt „Zabezpečení přípravy lektorů dalšího vzdělávání v oblasti ochrany obyvatelstva při mimořádných událostech v Moravskoslezském kraji“.....	211
Martínek Bohumír	

Požáry osobních automobilů způsobené filtry pevných částic aneb souboj ekologie, ekonomiky a bezpečnosti.....	213
Michut Petr	

Porovnanie niektorých druhov sadrokartónových dosiek z hľadiska úbytku na hmotnosti po vystavení účinku plameňa.....	217
Mitrenga Patrik, Michalovič Roman	

Stanovení požárně-technických charakteristik na vybraných zařízeních.....	220
Mokoš Ladislav, Lepík Petr, Serafin Jiří	

Technické zabezpečenie hasenia lesných požiarov v sťažených terénnych podmienkach.....	224
Monoši Mikuláš, Kapusniak Jaroslav	

Rýchlosť rozvoja požiaru z pohľadu noriem požiarnej bezpečnosti.....	228
Mózer Vladimír	

Stanovenie dolnej medze výbušnosti drevených prachov čerešne a borovice vo výbuchovej komore VK 100	233	Vzdělávání v krizovém řízení.....	295
Mračková Eva		Richter Rostislav	
Výpočtové metody na stanovenie dolnej medze výbušnosti uhl'ovodíkových plynov.....	237	Zajištění vnějších zdrojů požární vody v Libereckém kraji.....	298
Mračková Eva		Rosina Martin, Vízner Jaroslav, Zmrhal Ondřej	
Hodnotenie nebezpečenstiev pri dopravných nehodách vozidiel na alternatívny pohon.....	241	Aplikovatelnost stávajících průřezových kritérií na oblast teplárenství.....	302
Mulica Adrián, Bradáčová Isabela		Rostek Petr, Novotný Petr	
Efektivní průběžné vzdělávání jako nástroj k ekonomickému výkonu SPD.....	246	Odběr a úpravy pevných vzorků z požárů pro účely hodnocení toxického zatížení prostředí vlivem požárů.....	306
Nejtek Pavel		Růžička Milan, Hovorka Martin	
Experimentální měření povrchových teplot v současné době používaných žárovek.....	250	Cvičení krizového štábu ORP s využitím počítačové simulace.....	311
Nejtková Miroslava		Řezáč David	
Historical development of requirements according to Norm STN 73 0802 and ETICS (External Contact Thermal Insulation System) in Slovak Republic.....	255	Odborná příprava hasičů HZS Libereckého kraje se zaměřením na psychologii a zvládání stresu.....	315
Olbřímek Juraj, Leitnerová Soňa, Tkáč Ján, Jankovič Dušan		Schneiderová Martina, Baláž Pavel	
Aplikácia vyhodnocovacích programov pri úniku chemických nebezpečných látok v SR.....	258	Zkvalitnění služeb na úseku požární prevence - požární prevence je řešení, které se každému vyplácí.....	318
Orinčák Michal		Skalská Květoslava a kolektiv	
Model hodnotenia ekonomickej efektívnosti protipožiarnych opatrení.....	264	Bis(2-ethylhexyl) Sulfosuccinate Sodium as a Reference when Evaluating the Wetting Ability of the Foam-Forming concentrate.....	320
Panáková Jaroslava, Klučka Jozef, Mózer Vladimír		Sobolewski Mirosław, Gancarczyk Dominika, Jakubiec Jakub	
Zpracování statistických údajů využitelných pro požárně inženýrské aplikace.....	267	Tepelná degradace znečištěné vrchní vrstvy zásahového oděvu.....	325
Pokorný Jiří, Nanek Martin, Pliska Martin, Šlachta Zdeněk		Strakošová Eva, Dudáček Aleš, Filipi Bohdan	
System for 3D Mapping the Fire Scene.....	270	Ekonomika protipožárních opatření na kulturních památkách.....	329
Półka Marzena, Kukfisz Bożena, Kotulek Grzegorz, Starzynski Eligiusz, Baranowski Dariusz, Osciłowska Barbara		Svoboda Petr, Polatová Eva	
Akceschopný krizový plán pro obce s rozšířenou působností.....	272	Výběr metod vhodných k posuzování spolehlivosti lidského činitele.....	333
Procházka Jan, Procházková Dana		Syručková Martina	
Výsledky analýzy havárií s kyselinou dusičnou v České republice.....	277	Burning Behavior of a Passenger Car.....	337
Procházka Zdenko, Procházková Dana		Szajewska Anna	
Plány řízení rizik pro veřejné i soukromé subjekty....	282	Study on Burning Behaviour of Soil Cover.....	339
Procházková Dana		Szajewska Anna	
Postup skúšania dverí proti prieniku dymu a výpočet prieniku dymu.....	291	Vývoj hasiva na bázi metakaolínu.....	343
Reháková Martina, Olbřímek Juraj		Ševčík Libor, Karl Jan, Růžička Milan, Suchý Ondřej	

Využití kouřové komory podle ČSN EN ISO 5659-2 pro stanovení požadavků na vlastnosti materiálů používaných na drážních vozidlech.....346
Ševčík Libor, Růžička Milan, Suchý Ondřej

Poznatky ze zkoušek přenosu elektrického náboje přes vodní proud..... 349
Trčka Martin, Thomitzek Adam, Ondruch Jan, Baudišová Barbora, Raška Zdeněk

Únik zemního plynu a tvorba výbušné směsi v uzavřeném prostoru.....352
Tulach Aleš, Mynarz Miroslav, Kozubková Milada

Kształcenie specjalistów na potrzeby systemu zarządzania kryzysowego w Instytucie Bezpieczeństwa Narodowego Akademii Pomorskiej w Słupsku.....357
Urbanek Andrzej, Rogowski Krzysztof, Zaorski Maciej

Vybrané požiaro - technické charakteristiky horľavých priemyselných prachov..... 365
Vandlíčková Miroslava

Účinnosť požiaro - technických zariadení.....368
Vandlíčková Miroslava

Práškové barvy a jejich hořlavost v procesu lakování.....371
Veličková Eva, Štroch Petr, Velička Richard

Studie modelu doby služby v jednotkách HZS ČR v návaznosti na směrnici 2003/88/ES.....375
Volf Oldřich

Numerická simulácia vplyvu ventilácie na šírenie dymu počas požiaru v podzemnej garáži..... 379
Weisenpacher Peter, Halada Ladislav, Glasa Ján, Valášek Lukáš

Accidents with Ammonia Uncontrolled Release - Water Curtain Efficiency.....385
Węsierski Tomasz, Majder-Lopatka Małgorzata, Salomonowicz Zdzisław, Ciuka Małgorzata, Łukaszek-Chmielewska Aneta

Examination of the Impact of the Ventilation of Room on the Response Time of Fire Detectors.....387
Wnęk Waldemar, Boroń Sylwia, Kubica Przemysław, Kasperowicz Grzegorz, Marszałek Bogusław

Protection of Building against Dust Explosion by Means of Venting.....391
Woliński Marek

Analýza šíření plynného NH₃ ze zimního stadionu v případě malého a velkého havarijního úniku nástroji CFD..... 393
Zavila Ondřej, Bojko Marian, Kozubková Milada, Danihelka Pavel, Maléřová Lenka

Tepelný komfort a limity použitelnosti zásahového oděvu při ochraně proti tepelným účinkům na hasiče při zásahu v uzavřeném prostoru.....398
Žižka Jan, Dudáček Aleš, Bernatíková Šárka, Strakošová Eva

Modelovanie ekonomických škôd pri požiaroch v Žilinskom kraji

Modelling of the Amount of Economic Losses Causes by Fires in the Region of Žilina

Ing. Ján Dvorský

doc. Ing. Jozef Klučka, PhD.

Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta špeciálneho inžinierstva
Ul. 1. mája 32, 010 26 Žilina, Slovenská republika
jan.dvorsky@fsi.uniza.sk

Abstrakt

Požiar spôsobuje škody, ktoré možno členiť na priame a nepriame, resp. ekonomické a mimoekonomické. Modelovanie škôd ako dôsledok požiarov a analýza príčin ich vzniku má význam pre obyvateľstvo, hasičský a záchranný zbor ako aj pre formulovanie stratégie zvyšovania bezpečnosti obyvateľstva. Odhad škôd a počtu požiarov umožňuje v rámci riešenia otázok požiarnej bezpečnosti pripraviť opatrenia - v prevencii ako aj reakcii na požiar. Článok je zameraný na prepojenie kvantitatívnych metód a manažmentu požiarnej bezpečnosti.

Kľúčové slová

Požiar, ekonomické škody, modelovanie, pravdepodobnostné rozdelenie.

Abstract

Fire causes losses that can be categorized as direct and indirect, resp. economic and non-economic. Modelling of losses as a consequence of fires and analysis of their causes are important for the public, Fire and Rescue Corps as well as to formulate strategies to enhance the safety of the public. Estimated costs of the losses and the number of fires enable in addressing questions of fire safety measures preparation- prevention and response to fire. The paper is focused on interconnection of quantitative methods and management of the fire safety.

Keywords

Fire, economic losses, modelling, probability distribution.

Úvod

Požiar je nebezpečenstvo, ktoré do určitej miery ovplyvňuje človeka, obec, mesto, štát a spoločnosť. Priame škody a ich výška ako dôsledok požiaru je jedným z najdôležitejších poznatkov, ktorý má celospoločenský charakter. [2] Určenie pravdepodobnosti vzniku požiaru, dôsledkom ktorého bude extrémna škoda je predmetom predkladaného článku. Na splnenie tohto cieľa je potrebné zistiť model pravdepodobnostného rozdelenia, ktorý popisuje naše dáta. Na tento účel je potrebné odhadnúť parametre pravdepodobnostných rozdelení a testovaním potvrdiť alebo vyvrátiť tvrdenie, že škody pochádzajú s nami zvolených spojitéch rozdelení.

1 Základné štatistické charakteristiky priamych škôd spôsobených pri požiaroch v Žilinskom kraji za obdobie 2003 - 2013

Počet požiarov, výška priamych škôd, príčina vzniku požiaru, počet zranených a usmrtených osôb ako aj skúmanie ich dôsledkov na obyvateľstvo je dôležité nielen pre jednotlivé mestá, kraje, štáty ale aj pre koncepciu a stratégiu zvyšovania bezpečnosti. [4] Priame škody spôsobené požiarom a ich modelovanie je jedna z najdôležitejších charakteristík. V tab. 1 sú uvedené priame škody podľa príčin ich vzniku za sledované obdobie. Priamych škody spôsobené požiarom sme upravili podľa príčiny ich vzniku a o infláciu v jednotlivých rokoch (P):

1. úmysel;
2. deti a chorobomyseľné osoby;
3. nedbalosť a neopatrnosť dospelých;
4. porucha, nevyhovujúci stav vykurovacích telies;
5. prevádzkovo-technické poruchy;
6. samovznietenie;
7. výbuchy s následným požiarom;
8. ďalšie sledované príčiny;
9. neobjasnené dôvody vzniku požiaru.

Tab. 1 Priame škody spôsobené pri požiaroch podľa ich príčin v Žilinskom kraji [€]

P	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
1	1179207	620724	613441	771197	1462374	10466772	769192	1605720	613421	886582	1235700
2	80427	1566419	51694	30893	94422	56963	109086	29293	40750	67593	47211
3	478704	353606	463572	510816	274374	2434870	316588	404481	350957	436737	296585
4	212518	188364	301910	450533	293808	357229	102781	375578	249490	163937	137022
5	843761	581683	2332452	866798	2914337	990696	1272628	1989234	1120679	1093171	938893
6	1745	18004	54728	37561	592	9634	114979	37366	326	357	3903
7	111789	2261	84	22569	3552	1946368	32981	22716	4356	216090	34273
8	179123	41247	158954	61954	91031	71969	456358	14265	180556	318460	146675
9	598182	606371	695827	432478	12624263	859508	1056106	3052341	449142	1498697	629466

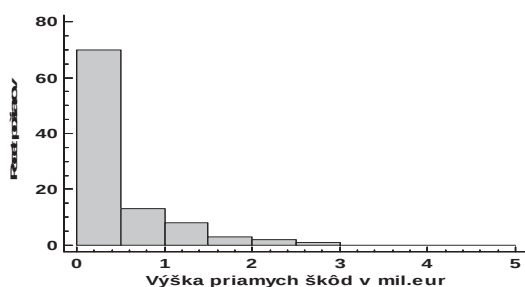
Pozn.: zdroj vlastné dáta získané po internej komunikácii s Krajským riaditeľstvom hasičského a záchranného zboru v Žiline.

Tab. 2 Základné štatistické charakteristiky výšky priamych škôd

Počet	99
Priemer	741385
Štandard. Odchýlka	1,69467E6
Variačný koef.	228,582 %
Minimum	84,0
Maximum	1,26242E7
Rozsah	1,26242E7
Dolný kvartil	54729,0
Horný kvartil	771197
Šikmosť	22,7758
Špicatosť	71,0954

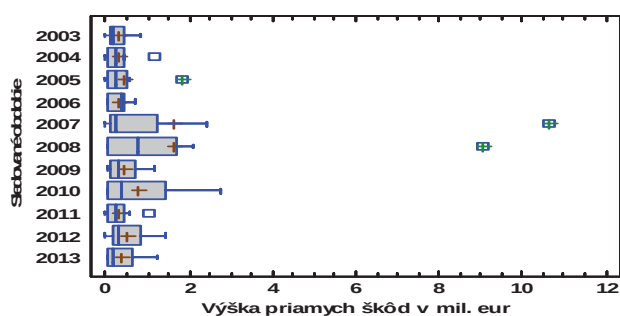
Z tab. 2 pozorujeme, že priemerná priama škoda je 741 385 eur. Minimálna priama škoda je 84 eur a maximálna priama škoda je 12 624 263 eur. Variačný koeficient z výberového súboru má hodnotu 228,582 %, čo naznačuje, že v Žilinskom kraji sa vyskytlo niekoľko požiarov, ktoré mali extrémne vysoké škody.

Pokiaľ koeficienty šikmosti a špicatosti sa nachádzajú v intervale $<-2; 2>$, tak potom je predpoklad, že škody pochádzajú z normálneho rozdelenia. Z hodnoty koeficientu špicatosti - 71,0954 a hodnoty koeficientu šikmosti - 22,7758 vyplýva, že modelované škody nepochádzajú z normálneho rozdelenia. Z kladných hodnôt týchto charakteristík, akými sú koeficienty šikmosti a špicatosti predpokladáme, že pravdepodobnostné rozdelenie, ktoré bude dobre popisovať priame škody bude pravostranne zošikmené rozdelenie. [8] Váhu tohto tvrdenie nám zvyšuje aj histogram výšky priamych škôd na obr. 1.



Obr. 1 Histogram priamych škôd

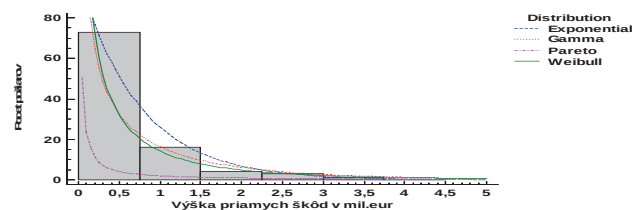
Na obr. 2 môžeme pozorovať maximálnu a minimálnu hodnotu, medián, dolný a horný kvartil priamych škôd v jednotlivých rokoch sledovaného obdobia. [3] V Krabicovom diagrame sa nachádzajú extrémne škody spôsobené požiarom a to najmä v rokoch 2005, 2007 a 2008. Pozorujeme, že malý počet vysokých škôd má veľký percentuálny podiel na celkovej výške priamych škôd za sledované obdobie. A naopak v krabicovom diagrame sa nachádza veľký počet požiarov, ktorých percentuálny podiel na celkových priamych škodách je malý. Z tejto analýzy vyplýva, že ako vhodný pravdepodobnostný model, ktorý dobre popisuje naše dáta budú spojité rozdelenia pravdepodobnosti, ktoré sú typicky využívané pri modelovaní najmä v neživotnom poistení a zaistení.



Obr. 2 Krabicový diagram priamych škôd

2 Návrh, odhad parametrov a testovanie pravdepodobnostného modelu

Na základe poznatkov získaných zo základných štatistických charakteristík predpokladáme, že vhodným modelom škôd pri požiaroch môže byť niektoré pravdepodobnostné rozdelenie, ktoré je pravostranne zošikmené. [6] Medzi základné pravostranné rozdelenia patria spojité rozdelenia ako Paretovo rozdelenie, exponenciálne rozdelenie, gamma rozdelenie a Weibullovo rozdelenie, ktorých charakteristiky nachádzame v publikáciách [1] a [7].



Obr. 3 Histogram priamych škôd a modely spojitých pravdepodobnostných rozdelení

Po prvotnom návrhu pravdepodobnostných rozdelení, ktoré by mohli popisovať škody je potrebné odhadnúť parametre týchto rozdelení. Medzi základné metódy odhadov parametrov pravdepodobnostných rozdelení patria: metóda kvantilov; metóda momentov a metóda maximálnej vierohodnosti.

Odhad parametrov pomocou metódy maximálnej vierohodnosti je síce numericky náročný avšak je asymptoticky neskreslený, asymptoticky výdatný, konzistentný a invariantný. Metóda maximálnej vierohodnosti poskytuje vďaka týmto vlastnostiam najpresnejšie odhady parametrov a tým najväčší význam pre prax. Odhadnuté parametre pravostranne zošikmených rozdelení sa nachádzajú v tab. 3.

Tab. 3 Odhad parametrov vybraných pravdepodobnostných rozdelení

Exponenciálne rozdelenie	Gamma rozdelenie	Pareto rozdelenie	Weibull rozdelenie
$\lambda = 741385$	$\alpha = 0,446603$	$\alpha = 0,130928$	$\gamma = 0,586077$
	$\beta = 6,0239E-7$	$\beta = 84,0$	$c = 462337$

Testovaním parametrov pomocou testami dobrej zhody si overíme hypotézu na základe ktorej určíme, či výšky škôd spôsobené požiarom v Žilinskom kraji spĺňajú alebo nespĺňajú jednotlivé pravdepodobnostné modely.

Tab. 4 Testy dobrej zhody

χ^2 - Test				
	Exponenciálne rozdelenie	Gamma rozdelenie	Pareto rozdelenie	Weibullovo rozdelenie
χ^2	61,7273	12,2727	267,303	11,303
D.f.	22	21	21	21
P-hodnota	0,0000123627	0,931961	0,0	0,956556

Kolmogorov-Smirnov Test				
	Exponenciálne rozdelenie	Gamma rozdelenie	Pareto rozdelenie	Weibullovo rozdelenie
DPLUS	0,219977	0,0719838	0,232682	0,0448201
DMINUS	0,0207788	0,0437061	0,398012	0,0606917
DN	0,219977	0,0719838	0,398012	0,0606917
P-hodnota	0,000138026	0,684075	0,0	0,859111

Z tab. 4 môžeme tvrdiť, že exponenciálne ani Paretovo rozdelenie nepopisuje naše dáta so spoľahlivosťou 95 %, pretože P-hodnota je nižšia ako hladina významnosti 0,05 tak pri χ^2 - teste, tak pri Kolmogorovom-Smirnovovom teste. So spoľahlivosťou 95 % môžeme tvrdiť, že naše dáta pochádzajú z Weibullovo rozdelenia, pretože P-hodnoty pri jednotlivých testoch dobrej zhody sú najvyššie.

3 Modelovanie extrémnych hodnôt priamych škôd spôsobených požiarom v Žilinskom kraji za obdobie 2003 - 2013

V predchádzajúcej podkapitole sme našli spojitú pravdepodobnostné rozdelenie priamych škôd a so spoľahlivosťou 95 % sme prijali hypotézu, že dáta majú Weibullovo rozdelenie. Na základe tohto poznatku sú v tab. 5 namodelované extrémne priame škody.

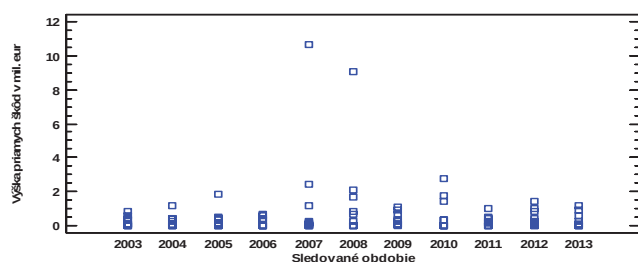
Tab. 5 Modelovanie extrémnych škôd

Pravdepodobnosť	Výška priamych škôd [€]
0,9	1,91864E6
0,95	3,00605E6
0,97	3,93249E6
0,98	4,73968E6
0,999	1,25051E7

S pravdepodobnosťou 0,9 nastanú škody spôsobené požiarom v Žilinskom kraji menšia ako je 1 918 640 eur resp. s pravdepodobnosťou 0,1 nastane požiar v Žilinskom kraji, ktorý spôsobí priamu škodu vo výške 1 918 640 eur. Podobne by sme mohli interpretovať ďalšie pravdepodobnosti priamych škôd z tab. 5 pričom dáta pochádzajú z Weibullovo rozdelenia. Pravdepodobnosť ich vzniku je však veľmi malá.

4 Analýza rozptylu priamych škôd spôsobených požiarom v Žilinskom kraji za obdobie 2003 - 2013

V kapitole 1 a 2 sme zamietli predpoklad, že škody majú normálne rozdelenie, keďže šikmosť resp. špicatosť sa nenachádza v intervale $<-2; 2>$. Analýzou rozptylu výšky priamych škôd spôsobených pri požiaroch v Žilinskom kraji za obdobie 2003 - 2013 zistíme, či sú identické rozptyly škôd medzi jednotlivými rokmi, tzv. homoskedasticita. [5] Táto analýza rozptylu nám slúži ako príprava na splnenie predpokladov a testovanie stredných hodnôt (mediánov) výšky škôd spôsobených požiarom. Z grafickej analýzy bodovým diagramom priamych škôd na obr. 4 môžeme vysloviť tvrdenie, že priame škody pochádzajú z rovnakého pravdepodobnostného modelu a rozptyl stredných hodnôt priamych škôd je porovnateľný v jednotlivých rokoch. Toto tvrdenie si overíme F- pomerom.



Obr. 4 Bodový diagram priamych škôd

Analýza rozptylu v tab. 6 rozkladá rozptyl priamych škôd do dvoch častí: priame škody medzi jednotlivými rokmi spôsobené pri požiaroch v Žilinskom kraji a vnútorný rozptyl medzi jednotlivými výškami škôd podľa príčin ich vzniku. F-pomer je pomer medzi nimi, ktorý sa v tomto prípade rovná 1,18353. Vzhľadom k tomu, že hodnota P-hodnota je 0,3128, čím je väčšia ako hladina významnosti 0,05, môžeme prijať tvrdenie, že nie sú štatisticky významné rozdiely medzi rozptylmi škôd v jednotlivých rokoch a výškami škôd podľa príčin ich vzniku na hladine spoľahlivosti 95,0 %. Tým sme si potvrdili predpoklad vyslovený v grafickej analýze.

Tab. 6 Analýza rozptylu priamych škôd

Rozptyl	Súčet štvorcov	Df	Priemer štvor	F-pomer	P-hodnota
Medzi skupinami	3,33652E13	10	3,33652E12	1,18353	0,3128
Vo vnútri skupín	2,48083E14	88	2,81912E12		
Celkový	2,81448E14	98			

5 Kruskal-Wallis test priamych škôd spôsobených požiarom v Žilinskom kraji za obdobie 2003 - 2013

Veľký význam pri analýze výšky priamych škôd v Žilinskom kraji má tiež porovnanie ich stredných hodnôt v jednotlivých rokoch pozorovania. Z predchádzajúcej štatistiky, kde sme určili pravdepodobnostný model, simuláciu extrémnych hodnôt výšky priamych škôd pri požari je zrejme, že nemôžeme využiť parametrický test - ANOVA, pretože nie je splnený predpoklad o normálnom rozdelení škôd pri požiaroch. Preto na porovnanie stredných hodnôt použijeme Kruskal-Wallis neparametrický test, nazývaný poriadkový, pretože dáta sú zoradené od najmenšej po najväčšiu hodnotu. Kruskal-Wallis test je priamym zovšeobecnením Wilcoxonovho dvojvýberového testu. Jeho nevýhodou je menšia citlivosť.

Tab. 7 Kruskal-Wallis test výšky priamych škôd

Rok	Počet skupín	Priemer skupín
2003	9	53,1111
2004	9	45,6667
2005	9	48,0
2006	9	48,7778
2007	9	45,8889
2008	9	50,2222
2009	9	62,5556
2010	9	52,8889
2011	9	50,3333
2012	9	42,8889
2013	9	49,6667

P-Value = 0,983242.

Postup výpočtu Kruskal-Wallis testu možno nájsť v rôznych publikáciách [9]. Údaje zo všetkých stĺpcov sú zoradené od najmenšej po najväčšiu. Priemerná pozícia je potom vypočítaná pre dáta v každom stĺpci. Test Kruskal-Wallis testuje nulovú hypotézu, že mediány v rámci každého roku v období 2003 - 2013 sú rovnaké. Vzhľadom k tomu, vypočítaná P- hodnota je väčšia ako 0,05, môžeme tvrdiť, že nie sú štatisticky významné rozdiely medzi strednými hodnotami výšky priamych škôd pri požiaroch v Žilinskom kraji v sledovanom období 2003 - 2013 na úrovni spoľahlivosti 95,0 %.

Záver

Dôsledkom vzniku požiaru sú priame škody, ktoré sa predpovedajú a modelujú i v dnešnej vyspelej spoločnosti len veľmi ťažko. V článku sme navrhovali model výšky priamych škôd pomocou kvantitatívnych metód - odhadom parametrov a testovaním pravdepodobnostného modelu. Tým, že sme našli pravdepodobnostný model správania sa škôd, môžeme i v budúcnosti lepšie určiť výšku priamych škôd spôsobených pri požiaroch. Z modelovania extrémnych škôd sme určili pravdepodobnosť vzniku požiaru, ktorého dôsledkom je extrémne vysoká škoda. Z tab. 5 môžeme určiť pre danú hladinu spoľahlivosti maximálnu hodnotu priamych škôd v Žilinskom kraji za sledované

obdobie. Analýzou rozptylu a skúmaním stredných hodnôt výšky škôd medzi jednotlivými rokmi sme prišli k záveru, že nie sú štatisticky významné rozdiely medzi priemernými ročnými škodami spôsobených pri požiaroch v Žilinskom kraji za sledované obdobie 2003 - 2013. Takmer identické výsledky a závery by sme vyslovili, pokiaľ by sme brali do úvahy škody neupravené o infláciu. Pri výpočtoch tabuliek a obrázkov sme využili štatistický softvér STATGRAPHICS CENTURION XP. Výsledky priamych škôd majú praktický význam pre tvorbu stratégie štátnej správy z pohľadu prevencie, úpravy právnych a technických predpisov.

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

Použitá literatúra

- [1] Boland, P.J. 2007.: *Statistical and Probabilistic Methods in Actuarial Science*. London: Chapman&Hall/CRC, 2007. 351 s. ISBN 1-58488-695-1.
- [2] Betáková, J.; Tomanovičová, J.: Vplyv zmeny spoločenských hodnôt a rizík na ochranu osôb pri hromadných, kultúrnych a spoločenských akciách, In: *Ochrana obyvateľstva* - Ostrava, VŠB - TU, 2014 - ISBN 978-80-7385-142-2.
- [3] Dvorský, J. 2012.: *Paretovo rozdelenie v neživotnom poistení a zaistení*, diplomová práca, Bratislava: EU, 2012, 73, EČ 17600/I/2012/3533809019.
- [4] Hofreiter, L. 2002.: *Bezpečnostný manažment*, Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta špeciálneho inžinierstva, 2002 ISBN 80-7100-953-9.
- [5] Klučka, J. 2014.: *Plánovanie a prognostika v aplikáciách*. Žilinská univerzita v Žiline v EDIS-vydavateľstve ŽU, 2014, str. 99, ISBN 978-80-554-0833-0.
- [6] Michalíková, J. 2009.: *Rozdelenie s ťažkými chvostami v neživotnom poistení*: diplomová práca. Bratislava: UK, 2009. 53s. AK 09/5350.
- [7] Miskosch, T. 2009.: *Non life insurance mathematics*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2009, 235, s. ISBN 978-3-540-88232-6.
- [8] Pacáková, V.; Sipková, L.; Šoltés, E. 2006.: Simulácia extrémnych škôd pomocou Paretovho rozdelenia. In *Forum statisticum Slovaca*. - Bratislava: Slovenská štatistická a demografická spoločnosť, 2006. ISSN 1336-7420, 2006, roč. 2, č. 3, s. 137-145.
- [9] Pavelka, F.; Klímek, P. 2000.: *Aplikovaná statistika*. Vysoké učení technické v Brne, Fakulta managementu a ekonomiky ve Zlíne, 2000, č. 1, ISBN 80-214-1545-2.