

Др Станимир ЖИВАНОВИЋ* пензионисани радник МУП-а
Проф. др Новица СТАЛЕТОВИЋ Универзитет Унион – Никола
Тесла, Факултет за екологију и заштиту животне средине
Проф. др Драган МЛАЂАН
Криминалистичко-полицијски универзитет

ДОИ: 10.5937/bezbednost1803073Z

УДК: 551.68:614.8.084

Прегледни научни рад

Примљен: 23.1.2018. године

Ревизија: 25.11.2018. године

Датум прихватања: 26.12.2018. године

Елементи од значаја за процену угрожености људи од ефеката пожара на отвореном и посебно шумском простору¹

***Апстракт:** На подручју Србије све је учесталија појава претњи по људе, животну средину и материјална добра од катастрофалних пожара на отвореном простору, а посебно у шумама. Ватрогасци-спасиоци и грађани, учесници акција гашења пожара и спасавања на отвореном простору, а посебно код шумских пожара, изложени су утицајима више деструктивних фактора пожара. У периоду од 2009. до 2015. године од ефеката деструктивних фактора пожара на отвореном простору дошло је до морбидитета 57 ватрогасаца и 267 осталих лица и морталитета 53 остала лица. Разумевањем појава и врсте деструктивних фактора пожара и ризика по људе и животну средину лакше се планирају и обезбеђују мере заштите. Поступак смањења угрожености људи од деструктивних фактора пожара на отвореном простору заснива се на идентификацији, анализи и процени потенцијалних ризика и претњи. У раду је обрађен утицај дес-*

* zivannn@mts.rs

¹ Рад је део пројекта *Развој институционалних капацитета, стандарда и процедура за супротстављање организованом криминалу и тероризму у условима међународних интеграција* (бр. 179045) и део пројекта *Истраживање климатских промена и њиховог утицаја на животну средину: праћење утицаја, адаптација и ублажавање* (бр. 43007) који финансира Министарство просвете и науке Републике Србије – Циклус научних пројеката 2011-2017.

труктивних фактора пожара на отвореном простору и посебно у шумским пожарима, као и морталитет и морбидитет за време и непосредно након пожара на територији Републике Србије. Такође, у раду су предложени и квантификовани у три ранга и шест врста (гориве материје, величине пожара, места настајања, интензитет пожара, конфигурација терена, температура ваздуха, количина падавина, релативне влажности ваздуха и јачине ветра) тежински индекси – елементи од значаја за оцењивање нивоа ризика. На основу предложеног начина процене угрожености и ризика од шумских пожара, надлежне службе могу сагледати нивое опасности и предузети потребне мере за заштиту здравља учесника акција гашења пожара и спасавања.

Кључне речи: *пожар у природи, шумски пожари, деструктивни фактори пожара, ризик од пожара, морталитет, морбидитет, фактори значајности.*

Увод

Пожар на отвореном простору, а посебно у природи је сложен процес који прате различита термодинамичка и аеродинамичка догађања. Интензитет пожара и величина површине захваћене пожарима на отвореном простору у знатној мери зависи од вредности метеоролошких елемената. Пожари на отвореном простору, а посебно у природи, често захватају велике површине, тако да је за њихово гашење потребно ангажовање великог броја извршилаца ватрогасаца-спасиоца током дужег периода времена (Lukić et al., 2013). У зависности од гориве материје која је захваћена пожаром, интензитета сагоревања и других утицаја различите су опасности по живот и здравље становништва и учесника у акцијама гашења пожара на отвореном простору. Оштећења од деструктивних (штетних и опасних) фактора пожара на отвореном простору могу бити изазвана директно или индиректно, привремено или трајно, и то удисањем штетних продуката који том приликом настају или директним контактом са отвореним пламеном пожара. Појединци имају различиту толеранцију за ризик од пожара те је различита и рањивост. У тим случајевима генеришу се различити нивои ризика од пожара. Зато је неопходно да се ти ризици благовремено идентификују, анализирају и процене како би се успоставили одговарајући механизми контроле (Staletović, 2009).

На подручју Србије шумски пожари су најчесталији пожари на отвореном који врло често имају размере природне катастрофе (Lukić et al., 2013). На основу дефиниције природних катастрофа и класификација које су наведене у годишњем статистичком прегледу Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED) (Debarati et al., 2016:50) шумски пожари се сврставају у групу климатолошких природних катастрофа. Нека спроведена истраживања и аутори (Ćurčić et al., 2013; Živanović et al., 2015; Живановић, 2015; Живановић, 2017) указују на подударност највећег броја пожара на отвореном простору и посебно у природи са периодима са високим температурама ваздуха и смањеним садржајем влаге у земљишту и горивом материјалу. Неповољни временски услови, као што су јак ветар и/или високе температуре ваздуха, убрзавају сагоревање гориве материје што отежава поступак гашења пожара на отвореном. Погоршање квалитета ваздуха због ефеката пожара на отвореном често није само локални проблем већ специфични атмосферски услови могу да преносе продукте сагоревања стотинама и више километара далеко (Sapkota et al., 2005; Lanki et al., 2006; Yao et al., 2014), створе измаглицу, угрозе људе, биљни и животињски свет на веома широком простору и градовима, а понекад угрозе и безбедност и доведу до немогућности одвијања ваздушног саобраћаја. Особље ангажовано на гашењу пожара ватрогасци-спасиоци, као и други учесници у гашењу пожара могу бити изложени различитим врстама ризика (Дуцић et al., 2007). Потребна су детаљна сазнања о метеоролошким елементима који могу неповољно да утичу на појаву опасности од пожара у природи и опасности по живот и здравље учесника у гашењу пожара на отвореном како би се ризици ограничили (смањили или елиминисали).

Циљ овог истраживања је био да се развије једноставан и проактиван модел за анализу метеоролошких елемената у функцији процене безбедносне угрожености људи и ватрогасаца-спасиоца од деструктивних фактора пожара на отвореном, а посебно у природи.

Материјал и метод истраживања

Србија се налази у југоисточној Европи између 18° 39' и 23° 01' на источној ширини и 41° 51' и 46° 11' северне географске

дужине. Република Србија покрива 88.361 km² са просечном надморском висином од 470 m. Покривеност шумом у Србији је око 29,1% територије, са доминантном листопадном шумом. Зиме у Србији су кратке и хладне, а лета су топла.

Истраживање процене безбедносне угрожености од деструктивних фактора пожара на отвореном, а посебно у шумским пожарима, у раду је усклађено са процесом процене ризика у складу са стандардом *SRPS ISO 31000: 2015 Risk management – Principes and guidelines* и стандардом *ISO 16732 Fire safety engineering – Guidance on fire risk assessment*.

На основу постављеног циља истраживања, уследили су следећи задаци: дефинисање контекста, концепта, дијаграма тока идентификације, вредновања утицаја специфичних метеоролошких елемената на безбедност људи од ефеката пожара на отвореном а посебно у шумским пожарима.

За овако постављен циљ коришћене су следеће методе истраживања: метода опште теорије система и системског приступа; метода анализе теорије и праксе и дескриптивна метода запажања и описивања пожара на отвореном, а посебно шумских пожара.

За ова истраживања коришћени су статистички подаци Сектора за аналитику, телекомуникационе и информационе технологије (Сектор за АТИТ) и Сектора за ванредне ситуације МУП-а РС о регистрованом броју пожара на отвореном простору на подручју територије Републике Србије. Статистички подаци броја пожара на отвореном простору су класификовани у шест група (шумски пожари; пожари жита; пожари ливада и пашњака; пожари воћњака; пожари депонија смећа (отпада); остали пожари на отвореном простору). Процена безбедносне угрожености људи од ефеката пожара на отвореном простору и посебно у шумама је урађена за период од 2009. до 2015. године. Након обраде статистичких података о регистрованом броју пожара на отвореном простору, а посебно шумских пожара, и броја повређених (морбитет) и погинулих/смртно страдалих (морталитет), могуће је дефинисање нивоа ризика за подручје Републике Србије. Резултати обраде квантитативних података су приказани текстуално, табеларно и графички. Период анализе је довољно дуг да даје задовољавајућу поузданост анализе и процену угрожености људи од деструктивних фактора пожара на отвореном а посебно у природи.

Резултати истраживања Апсолутни показатељи безбедности у пожарима на отвореном простору

Број страдалих и повређених лица у пожарима на отвореном простору је основни показатељ ризика од ефеката пожара. У табели 1 је приказан укупан број пожара на отвореном простору и пожара по групама у оквиру отвореног простора у току периода 2009-2015. године. Ова анализа показује да је највећи број пожара (43,63%) у групи „Остали пожари на отвореном простору“, број страдалих 11 (20,75%), број повређених ватрогасаца седам (12,28%) и број повређених – остала лица 92 (34,45%), што онемогућава свеобухватнију анализу. У наредном периоду је потребно урадити детаљнију класификацију ове групе догађаја, чиме би се добила већа могућност анализе. Са друге стране, шумски пожари представљају у укупном броју мањи број пожара на отвореном, али по величини и последицама имају често карактер катастрофа. На временску дистрибуцију појаве пожара свакако утичу метеоролошке прилике. Година 2012. се сматра за једну од најтоплијих година у Србији. У већини места у Србији јул 2012. године је био најтоплији откада постоје метеоролошка мерења. Количине падавина у већем делу Србије према расподели перцентила биле су у категоријама врло сушно до екстремно сушно (<http://www.hidmet.gov.rs>). Година 2014. је једна од највлажнијих у току пожарног периода, те је број пожара најмањи, а тиме су и штетни ефекти врло мали.

Анализом показатеља за период од 2009. до 2015. године уочава се да постоје велика одступања у броју пожара по годинама (на пример, број пожара на отвореном у 2011. и 2012. много је већи у односу на друге године), при чему су на погодност настанка пожара утицале и метеоролошке прилике (висока температура ваздуха, брзина ветра). У укупном броју пожара у Републици Србији пожари на отвореном чине, посебно у годинама када су повећане вредности температуре ваздуха и смањене количине падавина у дужем временском периоду, значајан број (на пример, од укупног броја пожара (35.000) у 2012. години, пожари на отвореном (25.455) чине 72,7%. Већина катастрофалних пожара је настала у временском периоду повећане брзине локалног ветра.

Према месту настајања пожара, око 90% је макија (ниско растиње), 2% у четинарској шуми, 3% у мешовитој шуми и 5% у лишћарској шуми (период 2009-2012. год.). Последице од ефеката пожара на отвореном, а посебно у природи, могу се одредити на основу доступних информација исхода познатих догађаја или низа догађаја у којима су људи били угрожени.

Табела 1 – Број пожара на отвореном простору, страдалих и повређених за период 2009-2015. (Извор: Сектор за АТИТ)

Погинули/повређени (ватрогасци-спасиоци/остала лица)	Пожари на отвореном простору (број/година)							Укупно
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
Укупно	12.14	8.31	21.93	25.45	12.96	7.74	15.95	104.51
Погинуло: ватрогасаца	/	/	/	/	/	/	/	0
Погинуло: остала лица	5	4	20	16	3	2	3	53
Повређено: ватрогасаца	3	2	18	29	3	1	1	57
Повређено: остала лица	16	22	59	79	35	18	38	267
Пожари шума	408	254	734	1.321	384	165	401	3.667
Погинуло: ватрогасаца	/	/	/	/	/	/	/	/
Погинуло: остала лица	/	/	2	3	1	/	1	7
Повређено: ватрогасаца	1	1	8	10	1	/	1	22
Повређено: остала лица	1	/	7	16	1	3	1	29
Пожари житарица	286	98	721	416	228	65	112	1.926
Погинуло: ватрогасаца	/	/	/	/	/	/	/	/
Погинуло: остала лица	/	1	2	/	/	/	/	3
Повређено: ватрогасаца	1	/	/	1	1	/	/	3
Повређено: остала лица	2	1	7	2	1	/	/	13
Пожари траве,	4.159	2.78	9.814	11.66	4.596	2.04	4.835	39.907

ПРЕГЛЕДНИ НАУЧНИ РАДОВИ

ливаде		9		5		9		
Погинуло: ватрогасаца	/	/	/	/	/	/	/	/
Погинуло: остала лица	2		4	5	/	/	/	9
Повређено: ватрогасаца	/	/	/	/	/	/	/	/
Повређено: остала лица	4	2	3	6	1	1	3	20
Пожари воћњака	129	70	332	349	109	24	103	1.116
Погинуло: ватрогасаца	/	/	/	/	/	/	/	/
Погинуло: остала лица	1	/	2	1	/	/	/	4
Повређено: ватрогасаца	/	/	1	/	/	/	/	/
Повређено: остала лица	3	/	3	4	1	/	7	18
Пожари депоније смећа (отпада)	1.212	755	1.671	1.663	948	2.717	997	9.963
Погинуло: ватрогасаца	/	/	/	/	/	/	/	/
Погинуло: остала лица	/	/	/	/	/	/	/	/
Повређено: ватрогасаца	/	/	1	1	/	/	/	2
Повређено: остала лица	1	/	1	/	2	/	/	4
Остали пожари на отвореном простору	5.947	4.349	8.659	10.041	6.701	2.728	7.182	45.607
Погинуло: ватрогасаца	/	/	/	/	/	/	/	/
Погинуло: остала лица	2	1	3	2	1	1	1	11
Повређено: ватрогасаца	1	/	/	5	/	1	/	7
Повређено: остала лица	2	14	15	27	14	6	14	92

Негативне последице на безбедност људи се сагледавају бројем погинулих и повређених од штетних ефеката пожара на отвореном, посебно шумских пожара (табела 1) (Извор: Сектор за АТИТ).

Према расположивим информацијама, већим шумским пожарима најчешће је било угрожено подручје јужне и централне Србије (Прокупље, Куршумлија, Лесковац, Ниш, Врање, Краљево и Крушевац), затим источне Србије (Пирот, Зајечар и Бор) и западне Србије (Ужице, Бајина Башта и Прибој). Поред присутне материјалне штете, пожарима на наведеним подручјима значајно је уништен екосистем. Узрок значајног броја пожара на отвореном простору (посебно шумских и на стрним усевима) је људски фактор (немарности при коришћењу отвореног пламена – при спаљивању стрњике, суве траве, ниског растиња и смећа, немарно бацање неугашених опушака цигарета и др.). Због одговорности за пожаре на отвореном простору, од 2012. до 2015. године поднето је 58 кривичних и 260 прекршајних пријава (Извор: Сектор за АТИТ).

Анализа броја страдалих и повређених лица у пожарима на отвореном упућује на следећи закључак: у годинама када у укупном броју пожара и експлозија у Републици Србији има највећи број пожара на отвореном, тада има и највећи број страдалих и повређених у тим догађајима (на пример у 2012. години је од укупног броја (95), 29 страдало у пожарима на отвореном, а од тога је 10 у шумским пожарима). Сагледавајући податке (табела 1) уочава се да је највећи број људи погинуо од ефеката шумских пожара у току 2011. године (29%), а најмањи број 2014. године (0%). Највише повређених ватрогасаца било је у току 2012. године (52%), а најмање 2014. године (0%). У извештајном периоду (2009-2015) није било погинулих ватрогасаца-спасилаца. Резултате статистичке анализе ризика од пожара и експлозија у Републици Србији треба користити приликом израде процене угрожености за планове заштите од пожара и планове заштите и спасавања у ванредним ситуацијама.

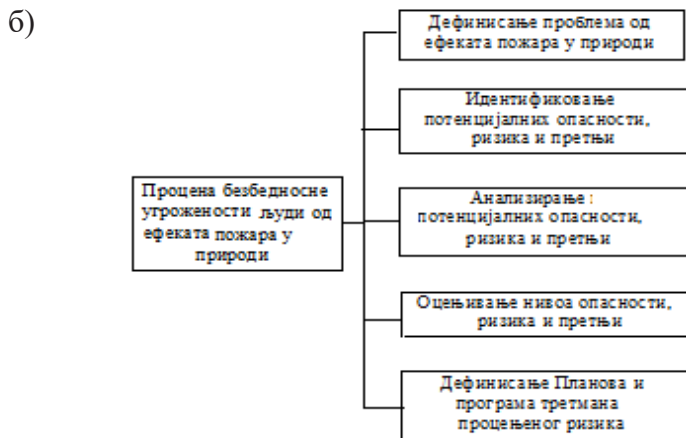
Процена безбедносне угрожености људи од ефеката деструктивних фактора пожара на отвореном

Спознаја потенцијалних опасности, штета и ризика од деструктивних фактора пожара на отвореном, а посебно у шумским пожарима, је полазна основа у успостављању механизма контроле ризика и предузимања потребних мера на заштити здравља учесника на гашењу пожара. На основу безбедносне процене ефе-

ката деструктивних фактора пожара може се донети одлука за смањење нивоа ризика (ублажавање или елиминисање опасности). Процедуре процене безбедносне угрожености од ефеката деструктивних фактора пожара на отвореном су представљене на слици 1, што је у складу са стандардима *SRPS ISO 31000: 2015 Risk management – Principes and guidelines*, *ISO 16732 Fire safety engineering – Guidance on fire risk assessment* и Упутством о *Методологији за израду процене угрожености од елементарних непогода и других несрећа и планова заштите и спасавања у ванредним ситуацијама* (Службени гласник Републике Србије, бр. 18/2017). На слици 1 се уочава да су фазе сукцесивно повезане и зависе једна од друге.

а)





Слика 1 – Процедуре или фазе којима се третирају опасности, претње и ризици

а) принципијелно

б) конкретно од појаве ефеката пожара на отвореном

Дефинисање проблема који се јављају услед појаве ефеката деструктивних фактора пожара у природи је полазна основа за даљи ток безбедносне процене угрожености људи од ефеката деструктивних фактора тих пожара. *Деструктивни фактори пожара* (штетни и опасни) који утичу на људе, њихову имовину и средину која их окружује су: пламен и варнице; топлотни флуks; повишена температура ваздуха; повишена концентрација токсичних продуката горења и топлотног распадања; смањена концентрација кисеоника; смањена видљивост у диму.

С обзиром да је тешко предвидети тачно место настанка, интензитет и правце развоја пожара на отвореном, веома је тешко тачно дефинисати деструктивне факторе пожара у овим условима. Развој пожара на отвореном је динамична појава у простору и времену, условљена сагоревањем нових количина гориве материје. Понашање пожара на отвореном је динамично у смислу да се његова брзина ширења мења у функцији времена, чак и код непроменљивих параметара вредности као што су топографски и вегетациони услови или брзина ветра. Самим тим, деструктивни фактори пожара у природи су променљиве вредности у простору и времену.

Зону утицаја деструктивних фактора пожара у природи чини зона горења, топлотног деловања (енергија топлотног флуksа)

и задимљавања. Зона горења је простор у коме је дошло до паљења, горења, испаравања и распадања чврсте материје. Зона горења је одређена количином гасова који су ограничени слојем пламена над површином која гори. Зона топлотног деловања је део простора који окружује зону горења. Уколико се у зони топлотног дејства налазе гориве материје, онда постоје и услови за реалну могућност ширења пожара. Зона задимљавања је део простора који окружује зону горења. Простор је запоседнут димом, гасовима и честицама гориве материје. Зона задимљавања код неких пожара у природи се поклапа са зоном топлотног дејства, а у неким случајевима заузима само један њен део.

Зона утицаја деструктивних фактора код сваког пожара је различита по величини, форми и карактеру (слика 2). Величина зоне утицаја деструктивних фактора зависи од вредности следећих параметара: површине захваћене пожаром, температуре пожара, интензитета сагоревања гориве материје, јачине ветра, линијске брзине ширења пожара, интензитета зрачења и висине пламена. Зона топлотног дејства и зона задимљавања се мењају током трајања самог пожара у зависности од врсте, густине и влажности гориве материје, као и јачине ветра. Дим из пожара у природи је најзначајнији продукт сагоревања. Дим има огромно значење због визуелног, физичко-хемијског, токсиколошког и психолошког ефекта. Својом густином дим смањује видљивост до најнижих граница видљивости отежавајући евакуацију и интервенцију гашења пожара. Услед смањене видљивости долази до дезоријентације у простору, панике и успоравања кретања учесника у гашењу пожара. Поред штетног дејства у погледу видљивости, у диму су још присутне смеше различитих гасова чије количине и концентрација зависе од читавог низа фактора. Поред наведених штетних продуката пожара, у диму су присутне и смеше других гасова од којих поједине могу бити јако штетне по људско здравље (Harrison et al., 1995; Naeher et al., 2007; Fox et al., 2008; Johnston et al., 2012; Averett, 2016; Williamson et al., 2016). Ниво издвајања штетних продуката сагоревања се мења током трајања самог пожара у зависности од врсте, густине и влажности гориве материје, количине кисеоника, температуре сагоревања, као и јачине ветра (Fox et al., 2008). Највећа деструктивна дејства дима на људе налазе се у облаку димног гаса у непосредној близини пожара. У шумским пожарима већи број људи страда од деструктивног ефекта дима,

него од ватре. Наиме, највећи број жртава шумских пожара страда од тровања димом. Процењује се да је 50-80% страдалих од пожара страдало од удисања деструктивних ефеката дима, а не од опекотина (United States Environmental Protection Agency, 2008). Дим може да покрије велике површине отвореног простора и насељена места и тиме може да изазове здравствене проблеме код великог броја људи.

Различите популације становништва имају различите толеранције на ризик од деструктивних фактора шумских пожара. Деца, старије особе и труднице могу бити у већем ризику од деструктивних фактора шумских пожара. Особе са респираторним проблемима су под највећим ризиком од ових фактора шумских пожара. Упала синуса, инфекције горњих респираторних путева, ларингитис, као и иритација очију, су често евидентирани здравствени поремећаји након изложености диму из пожара у природи (Obradović-Arsić et al., 2013). Особе са респираторним проблемима могу осетити деструктивне ефекте дима раније од других.

Reid истиче да је неколико студија пријавило и асоцијације између загађења пожара и повећаних респираторних инфекција, али опет, потребно је додатно истраживање пре него што истраживачи могу утврдити узрочну везу. Исто тако, преглед је пронашао само недоследне доказе о ефектима загађења пожара на кардиоваскуларне болести, ментално здравље и перинатално здравље (Reid CE et al., 2016). Радници често раде у густом диму до 16 сати дневно током неколико дана или недељама, у којима су у ризику да прекораче нормиране и/или препоручене границе изложености за радне услове за угљенмоноксид, респираторне честице и алдехиде (Harrison et al., 1992). Већина здравствених проблема нису дугорочни, те се употребом личне заштитне опреме и благовременом ротацијом учесника у гашењу пожара могу умањити штетне последице пожара у природи. С обзиром да је у Србији дуг период могућих настанка пожара у шуми (Живановић, 2015) и да су поједини ватрогасци-спасиоци и више од 35 дана у сезони ангажовани на гашењу пожара у природи, може се претпоставити да деструктивни фактори пожара могу да произведу озбиљне физиолошке ефекте. Време изложености овим факторима од шумских пожара треба да буде краће за особе које су у првој линији гашења пожара због концентрације опасне по здравље људи. Изложеност опасностима и штетностима од шумских пожара је најнижа међу

ватрогасцима који врше почетну акцију гашења у раним фазама развоја пожара (Reinhardt et al., 2004).

Дуже излагање дејству високих температура пожара доводи до акутног оштећења организма, које се манифестује топлотним ударом, топлотном исцрпљеношћу и топлотним грчевима. Опасностима су често изложене и особе које професионално раде у заштитној одећи (ватрогасци-спасиоци). Пожари у природи су узроци повреда људи и услед опекотина, под којима се подразумева тешко оштећење коже и евентуално дубљег ткива, изазвано деловањем екстремне топлотне енергије – топлотног флукса.

Критично време за сваки деструктивни фактор пожара одређује се као време постизања максимално дозвољене вредности тог деструктивног фактора на путевима евакуације на висину до 1,7 m.

Максимално дозвољене вредности (критеријум безбедности²) деструктивних фактора пожара су (Михайлова, 2014:224): за повећање температуре окружујећег ваздуха – максимално 70°C; за интензитет флукса топлотног зрачења – за ватрогасце-спасиоце са заштитном опремом максимално 4,2 kW/m², а становништво 1,5 kW/m² (услед повећања температуре околине и топлотног зрачења

² Апсолутне безбедности нема. Увек постоји неки резидуални (преостали) ризик, као и ризик који се на некој етапи научног и економског развоја може усвојити као прихватљив ризик (са аспекта теорије безбедности овај (прихватљив) ризик се назива *стање безбедности* и дефинише се *критеријумима безбедности*). *Критеријум безбедности* – то је нека величина (параметар/критеријум) која представља горњу/дозвољену границу дејства деструктивних (опасних и штетних) фактора опасности у животној средини на објекат (човек, објекти, друштво, животна средина). За човека (као објекта опасности) постоји индивидуални критеријум безбедности; за друштво – социјални, правни, демографски, технички и други критеријуми безбедности; за животну средину – биолошки, еколошки, географски и др. критеријуми безбедности. *Индивидуални критеријуми безбедности* (медицински, санитарно-хигијенски) представљају горњу/дозвољену границу деструктивног деловања животне средине на човека (енергија, материја и информација). Као индивидуални критеријуми безбедности користе се опште познате величине, као што су максимално дозвољена концентрација (ограничава токсично деловање опасних хемијских материја, дима, прашине), дозвољена (ефективна) доза топлотног зрачења и радијацијског дејства и др. Критеријуми безбедности се установљавају на основу стратегија одрживог развоја (цивилизације – Рио де Жанерио, 1992; Република Србија 2008-2017), циљева социјално-економског развоја и циља безбедности и принципа прихватљивости (прихватљиви ризици).

настају опекотине различитог степена, од лаких, преко средњих и тешких, до критичног степена, када је више од 60 % захваћена површина тела (Stoll et al., 1969)); за смањену видљивост – максимално 20m; за смањени проценат кисеоника – максимално 0,226 kg/m³; за сваки од најчешћих токсичних гасовитих продуката горења: CO₂ – 0,11 kg/m³; CO – 1,16·10⁻³ kg/m³; HCl – 23·10⁻⁶ kg/m³.

Потенцијална опасност, претња и ризик од пожара на отвореном, а посебно у природи, се може анализирати на основу зоне деструктивног утицаја. Различити фактори, сталних и променљивих вредности, утичу на просторно и временско одређење зоне утицаја од деструктивних фактора пожара у природи.

Одређени метеоролошки елементи обезбеђују повољне услове развоја пожара на отвореном, а посебно у природи, као и дефинисање правца ширења зоне деловања деструктивних фактора. Интензитет и величина површине захваћене пожарима-зона горења у природи у знатној мери зависи од вредности метеоролошких елемената.

Температура ваздуха, падавине и ветар утичу на стање горивог материјала и тиме на стварање погодних услова за настанак и ширење пожара у природи. Периоди високе температуре ваздуха представљају јако изражену и велику опасност за настанак пожара у природи (Živanović et al., 2015). Зависно од експозиције и нагиба површине на којој се налази вегетација, различито је трајање и интензитет сунчевог зрачења, а самим тим и услови сушења горивог материјала. Најмање вредности интензитета сунчевог зрачења су на површини оријентисаној ка северној страни, а највеће ка јужној страни. У нашој земљи постоје значајна истраживања о учешћу сунчеве активности на настанак и развој шумских пожара (Радовановић et al., 2008:162; Živanović et al., 2017). У току пожара долази до промене температуре и садржаја воде у ваздуху. Промене релативне влажности и температуре ваздуха имају изражен минимум и максимум у току дана (Колић, 1988:397). У ноћним сатима долази до хлађења ваздуха и повећања релативне воде близу тачке засићења (Милосављевић, 1990). Формирање измаглице и росе условљава успоравање брзине горења.

Интензитет горења и развој пожара на отвореном а посебно у природи је различит у току 24 часа. Најкритичнија фаза при деловању пожара је фаза потпуно развијеног пожара када се развијају највише температуре и ослободе највеће количине топлотне

енергије у јединици времена. Пожар на отвореном, а посебно у природи се развија бурно у периоду од 10 до 18 часова, када су штетни утицаји најизраженији.

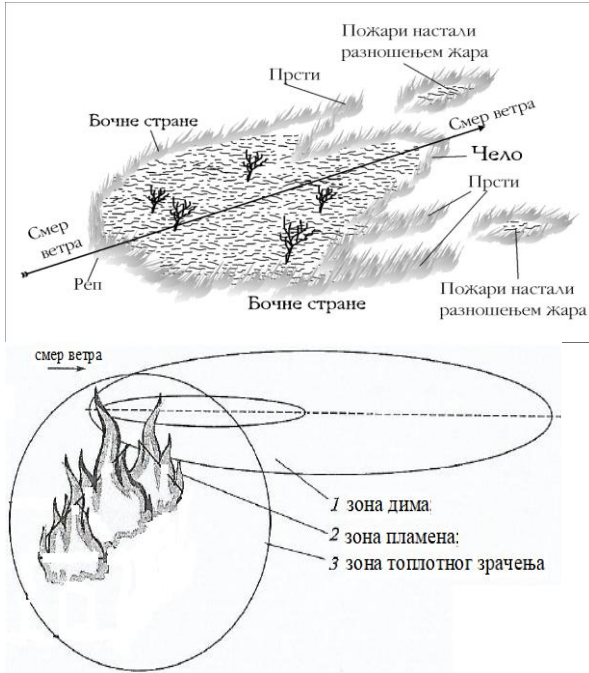
Најјача снага пожара је током периода од 12 до 16 часова (Живојиновић, 1958:388; Васић, 1984; Ђорђевић, 2012). Након заласка Сунца долази до постепеног смањивања развоја пожара, тиме и стварања продуката сагоревања. Ширење пожара је најмање, или га нема, у периоду од 04 до 06 часова, да би се од 06 до 10 часова поново повећало. Најспорији развој пожара је у временском периоду од 04 до 06 часова (Васић, 1984), када су и утицаји деструктивних фактора пожара најслабији.

Температура ваздуха се мења у току дана са израженим минимумом и максимумом. Запажа се да јачина ветра прати пораст и смањење температуре ваздуха у току дана (табела 2). У табели 2 се види да се са снижењем температуре ваздуха смањује брзина ветра и обрнуто.

Табела 2 – Корелација температуре ваздуха и јачине ветра у току дана

Временски период	Температура ваздуха	Ветар
Од 10 до 18 сати	Висока температура ваздуха	Јак ветар
Од 18 до 04 сати	Температура се снижава	Ветар се стишава
Од 04 до 10 сати	Пораст температуре ваздуха	Појава ветра

Пожари у природи се најчешће обликују у кружни облик кад је терен раван, време без ветра, а гориви материјал хомоген. Елиптични облици настају када је терен стрм, ветар слабији, а гориви материјал хетероген. Неправилни облици пожара настају када је терен изломљен, ветар јачи, а гориви материјал хетероген (Vasić, 1984).



Слика 2 – Делови и зоне шумских пожара (извор: Ђорђевић, 2012; Мастрюков, 2015)

Руже ветрова и тишине утичу на контуре фронта пожара, који ће бити кружни или елиптични. Уколико се благовремено открије пожар, површина захваћена њиме је приближног облика кружнице. Након 10÷15 минута од почетка развоја пожара присуство ветра утиче на формирање контуре неправилног облика, са јасно израженим главним правцем неконтролисаног ширења у смеру дувања ветра (Chandler et al., 1983:450). Поред главног правца ширења пожара, присутно је и бочно ширење, као и ширење супротно од правца дувања ветра. Интензитет и брзина горења горивог материјала захваћеног бочним ширењем и ширењем ка “уназад” зависи од конфигурације терена, брзине ветра и сл. Ветар најчешће не дува истом брзином, већ је са убрзаним кретањима и затишјима (Милосављевић, 1990). Промене у правцу и брзини ветра најчешће настају у периоду раног поподнева када су највише дневне температуре ваздуха. Изненадна промена правца ветра може променити правац чеоног фронта пожара и тиме угрозити

безбедност учесника у гашењу пожара и отежати локализовање пожара (Kimstač et al., 1984; Pyne et al., 1996).

Површински ветар, без обзира на брзину, усмерава пламен у правцу запаљивог материјала и убрзава сагоревање гориве материје. Постоји утврђена зависност брзине напредовања фронта пожара и интензитета горења у зависности од брзине ветра (Ratknić et al., 2006). Брзина ширења пожара је у директној зависности са јачином ветра (Pyne et al., 1996; Fendell et al., 2001; Russell et al., 2004; Cunningham et al., 2007). Најспорији развој пожара је за време тишине (кад нема ветра), а највећи при јаком ветру. Утицај ветра на брзину ширења пожара зависи и од количине гориве вегетације у јединичном волумену простора. Брзина ширења пожара расте на теренима са мањом густином вегетације. Сува трава омогућава највећу брзину ширења пожара, као и највеће убрзање распрострањања пожара у природи. Објашњење ове појаве је да ветар гура пламен према напред омогућавајући директан контакт пламена и гориве материје, као и да истовремено повећава зрачење са извора на пријемнике топлоте. При брзини ветра од 55km/h достиже се максимално напредовање фронта пожара од 0,74km/h а касније, при већим брзинама ветра, долази до опадања брзине напредовања фронта пожара. Ветар јачег интензитета (сматра се да је ветар јак уколико има брзину већу од 18km/h) смањује угао пламена „гурајући” пламен ближе земљи, што доводи до још бржег ширења пожара.

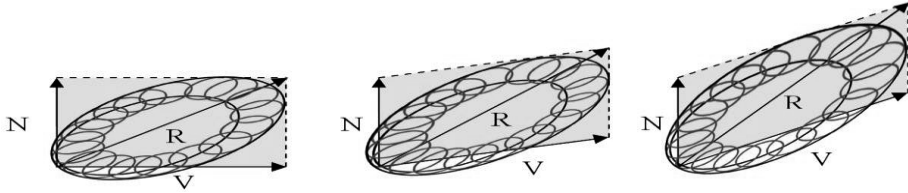
Брзина ветра утиче и на висину пламена пожара, тако да је при мањим брзинама ветра већа висина пламена пожара и обрнуто. Дата зависност је нарочито утицајна на могућност преношења пожара на удаљенија места од места пожара. Дужина прескока ватре, при брзини ветра од 21,6 km/h, код брзог ширења високих пожара, може износити и више десетина метара. Смер ветра и нагиб терена су векторске величине од утицаја на утврђивање доминантног правца ширења пожара (Ratknić et al., 2006). Нагиб терена може смањити утицај ветра али га, исто тако, може и повећати. Правац ширења пожара и продуката сагоревања у зависности од доминантног правца ветра и нагиба терена је приказан графички на слици 3 (Živanović, 2012).

У одређеним условима са већом брзином ветра ограничена је или потпуно онемогућена акција директног гашења пожара. Честе и изненадне промене у правцу и интензитету ветра утичу на

неконтролисано ширење пожара у простору и времену, тиме и на зоне штетног утицаја.

a) Ветар дува у правцу падине

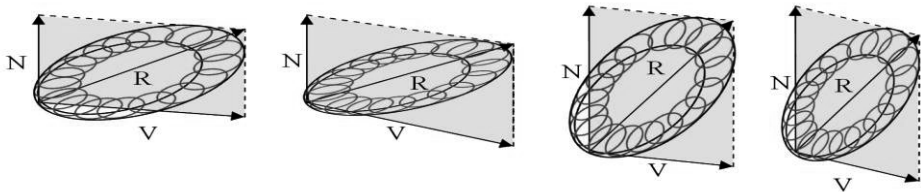
Доминантан утицај ветра



b) Ветар дува низ падину

Доминантан утицај ветра

Доминантан утицај нагиба



Слика 3 – *Правца ширења пожара и продукта сагоревања у зависности од доминантног правца ветра и нагиба терена; N- вектор нагиба, V-вектор ветра, R-резултанта правца ширења пожара и продукта сагоревања*

Идентификовање потенцијалних опасности се може сагледати статистичким показатељем броја регистрованих пожара на отвореном, а посебно у природи.

Појава пожара на отвореном простору на подручју Србије је различита од периода до периода (Aleksić et al., 2009; Живановић, 2015).

Анализом опасности од деструктивних фактора пожара на отвореном а посебно у природи, која се врши разматрањем предходно идентификованих опасности, могу се одредити последице од тих фактора.

Оцењивање нивоа ризика од деструктивних фактора пожара у природи по људе се сагледава на основу фактора значајности: гориве материје (ФЗГМ), величине пожара (ФЗВП), места

настајања (ФЗМН), интензитета пожара (ФЗИП), конфигурације терена (ФЗКТ), температуре ваздуха (ФЗТВ), количина падавина (ФЗКП), релативне влажности ваздуха (ФЗРВВ) и јачине ветра (ФЗВ). Квантификација тежинских индекса фактора, који утичу на стварање деструктивних фактора пожара, је одређена у три ранга (табела 3-11).

Табела 3 – Фактор значајности горивог материјала (ФЗГМ)

Гориви материјал	Процена дејства деструктивних фактора (ДФ) пожара	Оцена
Лишћари	Очекује се мало дејство ДФ пожара	1
Мешовити састав	Очекује се средње дејство ДФ пожара	2
Четинари	Очекује се изражено дејство ДФ пожара	3

Табела 4 – Фактор значајности величине пожара (ФЗВП)

Величина пожара	Процена дејства ДФ пожара	Оцена
Мали, $P=1\div 100m^2$	Очекује се мало дејство ДФ пожара	1
Средњи, $P=100m^2\div 10km^2$	Очекује се средње дејство ДФ пожара	2
Велики, $P>10km^2$	Очекује се изражено дејство ДФ пожара	3

Табела 5 – Фактор значајности места настајања (ФЗМН)

Место настајања	Процена дејства ДФ пожара	Оцена
Подземни	Очекује се мало дејство ДФ пожара	1
Приземни	Очекује се средње дејство ДФ пожара	2
Високи (крунски)	Очекује се изражено дејство ДФП пожара	3

Табела 6 – Фактор значајности интензитета пожара (ФЗИП)

Интензитет пожара	Процена дејства ДФ пожара	Оцена
Слаб	Очекује се мало дејство ДФ пожара	1
Средњи	Очекује се средње дејство ДФ пожара	2
Јак	Очекује се изражено дејство ДФ пожара	3

Табела 7 – Фактор значајности конфигурације терена (ФЗКТ)

Конфигурација терена	Процена дејства ДФ пожара	Оцена
Раван	Очекује се мало дејство ДФ пожара	1
Изломљен	Очекује се средње дејство ДФ пожара	2
Стрм, $\alpha>15^\circ$	Очекује се изражено дејство ДФ пожара	3

Табела 8 – Фактор значајности температура ваздуха (ФЗТВ)

Средња годишња температура ваздуха, °C	Процена дејства ДФ пожара	Оцена
до 9	Очекује се мало дејство ДФ пожара	1

Елементи од значаја за процену угрожености људи од ефеката пожара на отвореном и посебно шумском простору

9,1÷12,0 преко 12	Очекује се средње дејство ДФ пожара	2
	Очекује се изражено дејство ДФ пожара	3

Табела 9 – Фактор значајности количина падавина (ФЗКП)

Средња годишња количина падавина, mm/m ²	Процена дејства ДФ пожара	Оцена
преко 1200	Очекује се мало дејство ДФ пожара	1
801÷1200	Очекује се средње дејство ДФ пожара	2
до 800	Очекује се изражено дејство ДФ пожара	3

Табела 10 – Фактор значајности релативне влажности ваздуха (ФЗРВВ)

Средња годишња релативна влажност ваздуха, %	Процена дејства ДФ пожара	Оцена
преко 80	Очекује се мало дејство ДФ пожара	1
71-80	Очекује се средње дејство ДФ пожара	2
до 70	Очекује се изражено дејство ДФ пожара	3

Табела 11 – Фактор значајности ветра (ФЗВ)

Ветар	Процена дејства ДФ пожара	Оцена
Без ветра	Очекује се мало дејство ДФ пожара	1
Слаб ветар	Очекује се средње дејство ДФ пожара	2
Јак ветар, v> 18km/h	Очекује се изражено дејство ДФ пожара	3

Ниво ризика од ефеката пожара у природи се израчунава као збир значајности појединих фактора, и то:

$$P = (\Phi ZGM + \Phi ZVP + \Phi ZMN + \Phi ZIP + \Phi ZKT + \Phi ZTV + \Phi ZKP + \Phi ZRVV + \Phi ZV). \quad (1)$$

На основу ове класификације ранг ризика (P) се може одредити према следећем:

P= 9	Мали ризик од пожара
9<P≤18	Средњи ризик од пожара
18<P≤27	Велики ризик од пожара

Помоћу обрасца (1) оцењују се нивои опасности, ризика и претњи по људе од деструктивних фактора пожара у природи. На основу овог метода надлежне службе могу сагледати нивое опасности по људе и предузети потребне мере на заштити здравља учесника на гашењу пожара и становништва.

Дефинисање планова и програма третмана процењеног ризика од деструктивних фактора пожара у природи је последњи

корак оквира за управљање ризиком у складу са стандардом SRPS ISO 31000: 2015. Овим кораком се усмерава развој и спровођење стратегије управљања за смањење ризика. Важно је да се осигура да сви погођени делови друштвене заједнице буду укључени за смањење ризика и у развоју и оптимизацији стратегије заштите од пожара. Надлежне службе које се баве заштитом шума од пожара и заштитом јавног здравља морају да у сваком моменту располажу релевантним информацијама који су ризици од деструктивних фактора пожара присутни и које су мере заштите од пожара примењене. Свакако да поред идентификације опасности од деструктивних фактора пожара, мора да се изврши и идентификација људи у опасности.

Закључак

Природни процеси, као што су пожари у природи, не могу се потпуно избећи. Последице пожара се у великој мери могу ублажити предузимањем одговарајућих превентивних мера и припремањем субјеката система заштите за одговор на њихове деструктивне ефекте. Препознавање опасности је полазна основа за предузимање потребних мера безбедности приликом гашења пожара у природи. Идентификацији и анализи опасности од деструктивних фактора пожара потребно је посветити максималну пажњу, јер на тај начин се може оценити ниво ризика и претњи и могу се донети одговарајуће одлуке за заштиту учесника на гашењу пожара и становништва. Разумевање потенцијалних здравствених ефеката деструктивних фактора пожара може да подстакне ватрогасце-спасиоце да доносе одлуке о употреби средстава за заштиту дисајних органа. Најнеповољнији период за учеснике у акцији гашења пожара је од 10 до 18 сати. Изложеност деструктивним факторима пожара је највећа код ватрогасаца који врше директан напад на пожарној линији. Потребно је за радно место ватрогасац ограничити време излагања пожару, јер ово радно место спада у категорију радних места са повећаним ризиком по здравље и безбедност на раду. Оваквим приступом потенцијални ризик од деструктивних фактора пожара на отвореном, посебно при шумским пожарима, би био мањи и/или у границама које су прихватљиве и подношљиве.

Програми стручног усавршавања, практичне провере знања и вештина, као и опште образовање из области заштите од пожара мора да садржи и неопходне мере прве помоћи у случају гушења штетним састојцима дима или повређивања, као што су опекотине. Институције за заштиту јавног здравља треба да усмере активности на пружање благовремених упозорења и савета код великих шумских пожара, као и на подизање свести о негативним здравственим ефектима дима (пожара) и потреби да се спречи појава пожара. Мерама прве и хитне медицинске помоћи код опекотина треба поклонити посебну пажњу. У зонама штетног утицаја пожара у природи морају се поштовати правила понашања свих лица, јер је на основу њих могуће смањити или елиминисати штетне последице по здравље људи.

Избор тактике за гашење пожара у природи, тиме и смањење штетних ефеката, мора да се изврши на основу специфичних метеоролошких података и краткорочне временске прогнозе. Процена ширења и развој пожара током одређеног временског периода мора да се врши у зависности и од метеоролошке ситуације. За пожаре површине 5-10ha прогноза се ради за 2 до 3 наредна часа, а за веће пожаре за дуже време, у зависности од реалних могућности за њихово елиминисање.

На основу у раду дефинисаног, проактивног и свеобухватног модела процене ризика од пожара у природи, субјект за управљање ванредним ситуацијама у могућности је да: прихвати и одобри политику управљања ризиком од пожара; обавести све заинтересоване стране о процењеном ризику од пожара у природи; дефинише механизме контроле процењеног ризика од пожара; обезбеди расподелу потребних ресурса за управљање процењеним ризиком од пожара; обезбеди усклађеност са захтевима стандарда SRPS ISO 9001: 2015 i ISO 16732; обезбеди усклађеност са законском и подзаконском регулативом из области заштите од пожара.

Предложени модел процене ризика од пожара у природи могуће је да примене и други субјекти заштите од пожара које желе да планирају, успоставе, одржавају и побољшавају свој систем управљања заштитом од пожара или у комбинацији са другим системима управљања квалитетом, безбедности и здравља на раду и др., јер се он заснива на анализи, процени и управљању ризицима.

Литература

1. Aleksić, P., Krstić, M., Jančić, G., (2009). Forest fires – ecological and economic problem in Serbia. *Botanica Serbica*. 33 (2): 169-176.
2. Chandler, C., Cheney, P., Thomas, P., Trabaud, L., Williams, D., (1983). *Fire in forestry vol.I Forest Fire: Behavior and Effects*, USA, p. 450.
3. Colleen, E., Reid, M. B., Fay, J., Jerrett, M., Balmes, R.J., Elliott, T. C., (2016). *Critical review of health impacts of wildfire smoke exposure*. *Environ Health Perspect* 124(9):1334-1343 doi: 10.1289/ehp.1409277.
4. Cunningham, P, Linn, R. R., (2006). *Numerical simulations of grass fires using a coupled atmosphere-fire model:dynamics of fire spread*. *J Geophys Res* 2007, 112: D05108, doi:10.1029/2006jd007638.
5. Ćurić, M., Živanović, S., (2013). Dependence between Deficit and Surplus of Precipitation and Forest Fires, *Disaster Advances*, 6(6): 64-69.
6. Debarati, G. S., Hoyois, P., Below, R., (2016). *Annual Disaster Statistical Review 2015 The numbers and trends*, Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED), p. 50.
7. Дуцић, В., Миленковић, М., Радовановић, М., (2007). Географски фактори настанка шумских пожара у Делиблатској пешчари, *Глобус*, 38 (32): 275-290.
8. Ђорђевић, Г., (2012). *Управљање ризиком у заштити шума од пожара*, докторска дисертација, Факултет безбедности, Београд.
9. Fay, H., Johnston, S., Henderson, B., Yang, C., Randerson, T. J., Marlier, M., DeFries, S. R., Kinney, P., Bowman, D. M. J. S., Brauer, M., (2012). Estimated global mortality attributable to smoke from landscape fires. *Environ Health Perspect* 120(5):695–701 doi: 10.1289/ehp.1104422.
10. Fendell, F. E., Wolff, M. F., (2001). Wind-aided fire spread. In: Johnson, E. A., Miyanishi, K., eds. *Forest Fires: Behavior and Ecological Effects*. New York, NY, USA: Academic Press; pp. 171-223.
11. Fox, D. G., Riebau, A. R., (2008). Wildland Fires and Air Pollution Chapter 7 Effects of Forest Fires on Visibility and Air

- Quality, *Developments in Environmental Science Volume 8*, pp. 171-195.
12. Harrison, R., Materna, B., Rothman, N., (1995). Respiratory health hazards and lung function in wildland firefighters. *Occupational Medicine: State of the Art Reviews*. Philadelphia, Hanley and Belfus, Inc., Philadelphia, Pennsylvania. 10:857-870.
 13. *ISO 16732 Fire safety engineering – Guidance on fire risk assessment*.
 14. Kimstač, I., Devlišev, P., Evtjuškin, N., (1984). *Taktika požarotušenija*, Stroizdat Moskva.
 15. Колић, Б., (1988). *Шумарска еоклиматологија са основама физике атмосфере*, Научна књига, Београд.
 16. Lanki, T., Hartog, J. J., Heinrich, J., Hoek, G., Janssen, A. H. N., Peters, A., Stölzel, M., Timonen, L. K., Vallius, M., Vanninen, E., Pekkanen, J., (2006). Can We Identify Sources of Fine Particles Responsible for Exercise-Induced Ischemia on Days with Elevated Air Pollution? The ULTRA Study, *Environmental Health Perspectives*, 114(5): 655-660.
 17. Lukić, T., Gavrilov, B. M., Marković, B. S., Komac, B., Zorn, M., Mlađan, D., Đorđević, J., Milanović, M., Vasiljević, A. Đ., Vujičić, D. M., Kuzmanović, B., Prentović, R., (2013). Classification of natural disasters between the legislation and application: experience of the Republic of Serbia. *Acta geographica Slovenica*, 53-1: 149-164. DOI: <http://dx.doi.org/10.3986/AGS53301>
 18. Мастрюков, Б. С., (2015). *Безопасность в чрезвычайных ситуациях*, Издательский центр „Академия“, Москва.
 19. Михайлова, Л. А., (2014). *Пожарная безопасность*, учебник для судентов вузов, обучающихся по направлениям подготовки Педагогическое образование, 2-е изд., стер. Академия, Москва, 224 с.
 20. Milosavljević M., (1980). *Klimatologija*, Naučna knjiga, Beograd
 21. Nancy: Smoke Signals: Teasing Out Adverse Health Effects of Wildfire Emissions, *Environ Health Perspect*. 2016 Sep; 124(9): A166.
 22. Obradović-Arsić, D., Filipović, D., (2013). Zdravstveni efekti prirodnih katastrofa, Health Effects of Natural Disasters, *Glasnik Srpskog geografskog društva*, Sveska XCIII, Br. 2.

23. Pyne, S. J., Andrews, P. L., Laven, R. D., (1996): *Introduction to Wildland Fire 2nd edition*, John Wiley and Sons, Inc, NY, 769 pp.
24. Радовановић, М., Гомес, Ј. Ф., (2008). *Сунчева активност и шумски пожари*, Београд. Српска академија наука и уметности, Географски институт „Јован Цвијић“. Посебна издања / књ.71
25. Раткнић, М., Ракоњац, Љ., Матовић, М., Билибајкић, С., Брауновић, С., (2006). *Развој експертног система за заштиту шума од пожара у националном парку Тара*, Зборник радова са научне конференције „Газдовање шумским екосистемима националних паркова и других заштићених подручја“, Јахорина НП Сутјеска, стр. 381-388.
26. Reinhardt, T. E., Ottmar, R. D., (2004). Baseline measurements of smoke exposure among wildland firefighters. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 1(9): 593-606.
27. РХМЗ – Републички Хидрометеоролошки завод Србије <http://WWW.hidmet.gov.rs>, доступан 10. 4. 2017.
28. Russell, T., Graham, S., McCarffey, Jain, B. T., (2004). *Science Basis for Changing Forest Structure to Modify Wildfire Behavior and Severity*, U. S. Department of Agriculture Forest Service, Tech. Rep. RMRS – GTR -120.
29. Sapkota, A., Symons, J. M., Kleissl, J., Wang, L., Parlange, M. B., Ondov, J., Breyse, P. N., Diette, G. B., Eggleston, P. A., Buckley, T. J., (2005). Impact of the 2002 Canadian forest fires on particulate matter air quality in Baltimore City Environ. *Sci. Technol.* 39, pp. 24-32.
30. Сектор за аналитику, телекомуникационе и информационе технологије (Сектор за АТИТ) и Сектор за ванредне ситуације МУПа РС – Архива – подаци
31. *SRPS ISO 31000: 2015 Risk management – Principes and guidelines*
32. Staletović. M. N., (2009). Estimate of OH&S risks in terms of preventive engineering and integrated management systems (QMS/EMS/OHSAS); *Tehnika – Menadžment*, 59 (3): 8-14.
33. Stoll, A. M., Chianta, M. A., (1969). *Method and Rating System for Evaluation of Thermal Protection*, Aerospace Medicine.
34. *Упутство о Методологији за израду процене угрожености од елементарних непогода и других несрећа и планова заштите*

- и спасавања у ванредним ситуацијама* (Службени гласник Републике Србије, бр. 18/2017).
35. United States Environmental Protection Agency. (2008). *How smoke from fires can affect your health*. <https://www3.epa.gov/airnow/smoke/Smoke2003final.pdf>
 36. Vasić, M., (1984). *Zaštita šuma od požara*, Nolit, Beograd.
 37. Williamson, J. G., Bowman, D. M. J. S., Price, O. F., Henderson, B., Johnston, F. H., (2016). *A transdisciplinary approach to understanding the health effects of wildfire and prescribed fire smoke regimes*, Environ. Res. Lett., 11, 125009.
 38. Yao, J., Henderson, S. B., (2014). *An empirical model to estimate daily forest fire smoke exposure over a large geographic area using air quality, meteorological, and remote sensing data* J. Expo. Sci. Environ. Epidemiol. 24, 328-35.
 39. Živanović, S., (2012). Modelovanje pravca širenja šumskog požara u cilju predikcije, *NBP*, 17(2): 163-171.
 40. Живановић, С., (2015). Методологија идентификације периода ризика шума од пожара, *Шумарство*, (1-2): 175-184.
 41. Живановић, С., Гоцић, М., Ивановић, Р., Мартић-Бурсаћ, Н., (2015). Утицај температуре ваздуха на ризик шумских пожара у општини Неготин, *Гласник Српског географског друштва*, 95 (4):67-76, DOI:10.2298/GSGD1504067Z
 42. Živanović, S., (2017). *Impact of drought in Serbia on fire vulnerability of forests*, Int.J. Bioautomation, 21(2), 217-226.
 43. Живојиновић, С., (1958). *Заштита шума*, Научна књига, Београд.

Essential Elements for Estimating Threat to Humans Caused by Effects of Wildfire and Forest Fire in Particular

***Abstract:** There has been an increase in the occurrence in the threats to life, environment and property caused by disastrous wildfires, and especially forest fires in the territory of Serbia. Firefighters- rescue service members are citizens taking part in fire extinguishing and rescue operations are exposed to multiple destructive factors involved in such situations. In the period between 2009 and 2015, these destructive effects of fire caused morbidity in 57 firefighters and 267 citizens and mortality in of 53 citizens. It is therefore necessary to comprehend the origin and type of destructive*

factors and risks to humans and the environment in order to foresee and provide measures for protection against fire more easily. The procedure for alleviating threats to humans related to destructive factors involved in wildfire and especially forest fires is based on identifying, analysing, and estimating potential risks and threats. The paper focuses on the influence of destructive factors of fire and forest fire in particular, as well as morbidity and mortality rates in the course and immediately after the fire in the territory of the Republic of Serbia. Authors have suggested a systematization of severity indexes – elements essential for assessing the risk levels – which have been categorised into three ranks and six types (flammable substances, scope of fire, location of origin, fire intensity, surface layout, air temperature, rainfall, relative air humidity and wind intensity). Based on the proposed method of assessing risks and threats from forest fires, responsible services can establish the levels of danger and take necessary measures for the protection of persons participating in extinguishing fires and rescue operations.

Key words: *wildfire, forest fire, destructive factors, fire risk, mortality, morbidity, significant factors.*