

VREME ODZIVA KAO ORGANIZACIONA PERFORMANSA SLUŽBE ZA ZAŠTITU I SPASAVANJE*

Dane Subošić i Dragan Mlađan
Kriminalističko-policijska akademija, Beograd
Krstó Lipovac
Univerziteta u Beogradu, Saobraćajni fakultet
Miladin Nešić
Kriminalističko-policijska akademija, Beograd

Polazište ovog rada jeste činjenica da performanse pojedinaca i organizacionih jedinica (organizacija) utiču na njihov učinak. Kada je reč o subjektima zaštite i spasavanja, njihovu ključnu organizacionu performansu predstavlja vreme odziva, shvaćeno kao trajanje od trenutka dolaska informacije o požaru do trenutka stizanja vatrogasno-spasilačke ekipe na mesto angažovanja. Preciznije, u radu se analizira uticaj vremena odziva vatrogasno-spasilačke jedinice na trajanje gašenja požara. Za analizu su korišćeni operativni podaci o požarima za područje grada Beograda, u periodu od 24 godine (1986–2009). Podaci su obrađeni primenom linearne regresije (*Pearson Correlation*) i njenom neparametarskom alternativom – Spirmanovim testom korelacije rangova (*Spearman's rank order correlation*). Zaključeno je da vreme odziva vatrogasno-spasilačke jedinice na mesto požara (organizaciona performansa) utiče na trajanje njegovog gašenja, tako da, što je ono kraće – kraće je vreme gašenja požara, šteta je manja i ima više spasenih dobara (organizacioni učinak). Obrnuto, ako je vreme odziva vatrogasno-spasilačke jedinice duže – duže je i vreme gašenja požara, uz veće štete i manje spasenih dobara.

Ključne reči: *požar, vatrogasno-spasilačke ekipe, vreme odziva, intervencija, trajanje gašenja požara*

Uvod

Vatrogasno-spasilački zadaci se u slučaju požara izvršavaju isključivo intervencijama na mestu požara. Pod pretpostavkom da vatrogasno-spasilačka jedinica dolaskom na mesto požara može samo da smanji njegovo trajanje, u radu je istraživana uticaj

* Rad je rezultat istraživanja na projektu: „Upravljanje policijskom organizacijom u sprečavanju i suzbijanju pretnji bezbednosti u Republici Srbiji”, koji finansira i realizuje Kriminalističko-policijska akademija u Beogradu, ciklus naučnih istraživanja 2015–2019. godina.

vremena njenog odziva na trajanje gašenja požara. Pri tome se polazi od stava – što je početak gašenja požara bliži početku njegovog nastanka požar treba da traje kraće, a žrtve, povređeni i štete treba da budu manji i obrnuto.

Istraživanja na ovu temu već postoje. Jednim od takvih istraživanja došlo se do rezultata koji ukazuju na povezanost vremena odziva vatrogasno-spasilačke jedinice na trajanje gašenja požara na građevinskim objektima u gradu Beogradu. Tim istraživanjem došlo se do podataka da je korelacija između navedenih pojava $r = 0,544$, uz pouzdanost od $p = 0,003$.¹

U postojećim radovima istraživana je veza između vremena odziva i posledica po život i zdravlje ljudi izazvanih požarom u stambenom sektoru Ruske Federacije. Tako je ustanovljeno da je:

- (a) srednje vreme od nastanka požara do njegovog otkrivanja 4 do 5 minuta;
- (b) prosečno vreme saopštenja vatrogasno-spasilačkoj jedinici o nastalom požaru 1 do 2 minuta;
- (c) vatrogasno-spasilačke jedinice koje stižu kroz jedan minut posle saopštenja o požaru, u stvari stižu 5 do 7 minuta posle početka požara.

Takođe, u okviru istih istraživanja je ustanovljeno da dim u prostoriji zahvaćenoj požarom počinje da deluje posle 3 do 4 minuta od njegovog nastanka i predstavlja osnovni uzrok stradanja ljudi u požaru zbog gušenja. Zato više od 80% žrtava u požarima u Ruskoj Federaciji nastada pre dolaska vatrogasno-spasilačkih jedinica.² Kraće vreme odziva povećava stopu opstanka (*Survival Rates*) povređenih osoba i smanjuje žrtve, što potvrđuju neka istraživanja.³

Takođe, povezanost između vremena odziva i obima štete izazvanih požarom bila je predmet dosadašnjih istraživanja.⁴ Na primer, vrednost prosečne štete od pojedinačnog požara kreće se od 13.690 rubalja (440 \$), kada vatrogasno-spasilačka jedinica dođe na mesto požara za kraće od 2 minuta, do 82.724 rubalja (2.650 \$) u slučaju kada je vreme dolaska duže od 11 minuta. S druge strane, u stambenom sektoru Sjedinjenih Američkih Država istraživanja pokazuju da vrednost prosečne štete od pojedinačnog požara raste od 13.000 \$, ako prva vatrogasna jedinica dođe na mesto požara za kraće od 5 minuta, do 28.700 \$, ako je vreme dolaska od 15 do 19 minuta.⁵ Nakon 20 do 59 minuta vrednost štete se više ne uvećava znatno, jer u navedenom periodu zgrada/stan u potpunosti

¹ Dane Subošić i Dragan Mladjan, „Main features of the fire fighting intervention carried out by the Belgrade Fire and Rescue Brigade”, In International Scientific Conference: „National Critical Infrastructure Protection Regional Perspective”, Editors: Zoran Keković, PhD, Denis Čaleta, PhD, Želimir Kešetović, PhD, Zoran Jeftić (Belgrade: Faculty of Security Studies and Ljubljana: Institute for Corporative Security Studies, 2013), 289-300.

² Vidite šire: Н. Н. Брушлинский, С.В. Соколов, С. Лупанов, Д. Костюченко, „Фактор времени”, *Журнал Пожарное дело*, М, №4, 2012: 26; М.М. Верзилин, Я.С. Повзик, *Пожарная тактика* (Москва: Спецтехника НПО, 2007).

³ Anna Gustafsson and Tobias Andersson Granberg, “Dynamic Planning of Fire and Rescue Services”(Proceedings of the 9th International ISCRAM Conference, Vancouver, Canada, April 2012, 2012); London Fire Brigade. “Fire Facts, Incident response times 2005 – 2013”. London: London Fire Brigade, 2014. <http://docplayer.net/4974732-Fire-facts-incident-response-times.html> (preuzeto 15.10.2015.).

⁴ Vidite šire: Н.Н. Брушлинский, С.В. Соколов, С. Лупанов, Д. Костюченко, „Фактор времени”, *Журнал Пожарное дело*, М, №4, 2012: 26; Н.Н. Брушлинский, С.В. Соколов, „Роль статистики пожаров в оценке пожарных рисков”, Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций, № 1, 2012: 112-124; М.М. Верзилин, Я.С. Повзик, *Пожарная тактика* (Москва: Спецтехника НПО, 2007).

⁵ F. A. Williams, „Urban and wildland fire phenomenology”, *Progress in Energy and Combustion Science*, vol. 8, no. 4, 1982:317–354.

sagoreva. Prosečna šteta koja nastaje nakon jednog požara u navedenim uslovima iznosi 16.200 \$. Najveći deo štete od požara nastaje u vreme odziva i intervencije jedinice do stavljanja požara pod kontrolu (lokalizacija požara), dok u slučaju kasnog otkrivanja požara (velike površine već zahvaćene požarom), kraće vreme stizanja i veličina snaga i sredstava namenjenih gašenju ne utiču znatnije na visinu štete.⁶ Najzad, istraživanjima je dokazana povezanost srednjeg vremena odziva i opožarene površine.⁷

Kao što se može zaključiti iz analiziranih rezultata dosadašnjih istraživanja, vreme odziva vatrogasno-spasilačkih ekipa znatno utiče na spasavanje/stradanje ljudi i na visinu spasenih/uništenih/oštećenih materijalnih dobara u požarima. Međutim, u relevantnim radovima nema neposrednih zaključaka o tome da li, kako i koliko vreme odziva vatrogasno-spasilačkih ekipa na intervenciju gašenja požara utiče na vreme njenog trajanja. Imajući u vidu da citirani autori nisu odgovorili na pitanje *da li vreme odziva vatrogasno-spasilačkih ekipa povodom intervencija izazvanih požarom utiče na trajanje gašenja požara*, autori ovoga rada upravo su na to pitanje želeli da daju odgovor. Da bi odgovorili na to pitanje, analizirali su intenzitet uticaja vremena odziva vatrogasno-spasilačkih ekipa povodom intervencija izazvanih požarom na vreme trajanja gašenja požara.

S tim u vezi, formulisana je sledeća hipoteza: „Što je vreme stizanja vatrogasno-spasilačke jedinice na mesto intervencije (požara) kraće, to je trajanje gašenja požara kraće i obrnuto“. Da bi se ona proverila, glavni deo rada sastoji se od četiri poglavlja, koja prate IMRAD struktura:

- prvo (uvodno – *(Introduction)*) poglavlje odnosi se na osnovne postavke razmatranog problema, stanje nauke u oblasti kojoj problem pripada i literaturu koja se time bavi;
- drugo poglavlje tiče se (M)etodologije koja se primenjuje u istraživanju, pri čemu sadrži neophodne elemente studije slučaja koja je predmet istraživanja u radu;
- treće poglavlje odnosi se na (R)ezultate do kojih se došlo istraživanjem,
- četvrto poglavlje predstavlja (D)iskusiju navedenih rezultata do kojih se došlo istraživanjem.

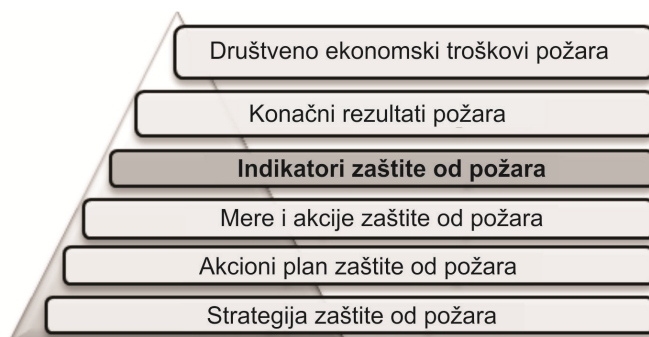
Metodologija istraživanja

U ovom radu analiziraju se intervencije gašenja požara koje je realizovala Vatrogasno-spasilačka brigada Beograd u periodu od 24 godine (1986–2009), kako bi se dobili (statistički) kvantitativni pokazatelji uticaja vremena odziva vatrogasno-spasilačke jedinice na trajanje gašenja požara. Radi se o jedinici nadležnoj za vatrogasno-spasilačke poslove na teritoriji grada Beograda (3222,68 km², 1.659.440 stanovnika),⁸ koju čine jedinice formacije od samostalnog odeljenja, preko samostalnog voda i čete do bataljona. Pri tome, indikatori performansi vatrogasno-spasilačkog sistema zauzimaju mesto u vertikalnoj hijerarhiji elemenata sistema zaštite od požara, koje je prikazano na slici 1.

⁶ Vidite šire: Н.Н. Брушлинский, С.В. Соколов, С. Лупанов, Д. Костюченко, „Фактор времени“, *Журнал Пожарное дело*, М, №4, 2012: 26.

⁷ U.S. Fire Administration/National Fire Data Center, Structure Fire Response Times, Topical Fire Research Series, Volume 5 – Issue 7 January 2006 / Revised August 2006. <http://cityofdavis.org/home/showdocument?id=4619> (preuzeto 29.6.2013.).

⁸ Činjenice o Beogradu, <http://www.beograd.rs/cir/upoznajite-beograd/1002-cinjenice-o-beogradu> (preuzeto 16.09.2016).



Slika 1 – Vertikalna hijerarhija elemenata sistema zaštite od požara⁹

Kada je reč o korelaciji vremena odziva vatrogasno-spasilačkih ekipa povodom intervencija izazvanih požarom i trajanja gašenja požara postoje istraživanja koja ukazuju na razloge za i protiv merenja vremena odziva.¹⁰ S tim u vezi, prevladali su razlozi za merenje vremena odziva, koje je opravdano, jer omogućava da se shvate:

I) ciljevi i načini reagovanja na požare (npr. predviđeno i stvarno vreme stizanja prvog vatrogasnog vozila, ista vremena stizanja ostalih vatrogasnih vozila,¹¹ dinamiku vremena odziva,¹² standarde, procese i trajanje gašenja požara¹³), a time i upravljanja zaštitom štićenih vrednosti u vanrednim situacijama izazvanim požarom (npr. broj vatrogasaca koji treba da učestvuju u intervenciji, procenat intervencija kojima moraju da se uvažavaju utvrđeni standardi, razvoj alata za podršku odlučivanju u funkciji smanjenja vremena odziva,¹⁴ simulacije kojima se smanjuje vreme odziva¹⁵),

II) uslovi u kojima se to dešava (npr. vremena odziva po regionima, vremena odziva u zavisnosti od dana u nedelji i doba dana¹⁶) i

⁹ Prilagođeno prema: Mark A. Finney and Sara S. McAllister, „A Review of Fire Interactions and Mass Fires”, *Journal of Combustion*, Volume 2011 (2011): 1-14.

¹⁰ Fire Brigades Union, *It's about time, Why emergency response times matter to firefighters and the public*, (Kingston upon Thames: Bradley House, 2010), <https://www.fbu.org.uk/publication/its-about-time-why-emergency-response-times-matter-firefighters-and-public> (preuzeto 21.07.2016.).

¹¹ Anna Gustafsson and Tobias Andersson Granberg, “Dynamic Planning of Fire and Rescue Services” (Proceedings of the 9th International ISCRAM Conference, Vancouver, Canada, April 2012, 2012).

¹² *Fire Incidents Response Times: England, 2012-13*, Fire and Rescue Statistical Release, Department for Communities and Local Government, London, 2013.

¹³ London Fire Brigade, *Fire Facts, Incident response times 2005 – 2013* (London: London Fire Brigade, 2014-). <http://docplayer.net/4974732-Fire-facts-incident-response-times.html> (preuzeto 15.10.2015.).

¹⁴ Anna Gustafsson and Tobias Andersson Granberg, “Dynamic Planning of Fire and Rescue Services” (Proceedings of the 9th International ISCRAM Conference, Vancouver, Canada, April 2012).

¹⁵ Esra Aleisa and Mehmet Savsar, “Modeling of Firefighting Operations through Discrete Event Simulation”, *International Journal of Computer Theory and Engineering*, Vol. 5, No. 4, 2013; E. M. Alekhin, et al, „Russian simulation for strategic planning”, *Fire International*, n°154, 1996: 32-33.; Н.Н. Брушлинский, *Моделирование оперативной деятельности пожарной службы* (Москва: Стройиздат, 1981), 96.

¹⁶ U. S. Fire Administration/National Fire Data Center, *Structure Fire Response Times*, Topical Fire Research Series, Volume 5 – Issue 7 January 2006 / Revised August 2006. <http://cityofdavis.org/home/showdocument?id=4619> (preuzeto 29.6.2013.).

III) zakonitosti njihovog dešavanja (npr. korelacije udaljenosti i vremena odziva, jer što je veća udaljenost požara od vatrogasno-spasilačke ekipe duže je vreme njenog odziva, uticaj vremena odziva na rizike, jer što je kraće vreme odziva manji je rizik, činjenice da raste vreme odziva, jer je svake kalendarske godine sve duže, pri čemu postoje i studije kojima se objašnjava zašto je to tako, sezonski varijabilitet vremena odziva itd.).

Svi razlozi koji idu u prilog merenju vremena odziva doprineli su standardizaciji u oblasti zaštite od požara i reagovanju u vanrednim situacijama uopšte, kao i činjenici da je javnost podržala merenje performansi. Na primer, neki od tih standarda su: NFPA 1710, 1720 i 1221.¹⁷ Pri tome treba razumeti da su to standardi kojima se utvrđuju performanse predstavljaju *benchmark* kojem treba težiti u svim oblastima, tako i u oblasti zaštite od požara, odnosno reagovanja u vanrednim situacijama uopšte.¹⁸ S druge strane, merenje vremena odziva je podržano od javnosti, jer jasno ukazuje na vezu između performansi i posledica vanrednih situacija, na primer na prosečnu štetu u zavisnosti od prosečnog vremena odziva vatrogasno-spasilačke jedinice.¹⁹

Brojna istraživanja povezuju indikatore performansi sistema (vremena odziva vatrogasno-spasilačkih jedinica na mesto požara) i ishoda požara (broja stradalih ljudi i štete),²⁰ požara u urbanoj i ruralnoj sredini,²¹ šumskih požara,²² ali i u drugim oblastima, npr. u medicini.²³

¹⁷ National Fire Protection Association, *NFPA: 1710 Standard for the Organization and Deployment of Fire Suppression Operations, Emergency Medical Operations, and Special Operations to the Public by Career Fire Departments*, (Quincy: NFPA, 2010) http://annarborchronicle.com/wp-content/uploads/2012/06/NFPA_1710_10.pdf (preuzeto 29.6.2013.); National Fire Protection Association, *NFPA 1720: Standard for the Organization and Deployment of Fire Suppression Operations, Emergency Medical Operations, and Special Operations to the Public by Volunteer Fire Departments*, (Quincy: NFPA, 2004)

<http://nioec.org/Training/%D8%B7%D8%B1%D8%A7%D8%AD%D9%8A%20%D8%B3%D9%8A%D8%B3%D8%AA%D9%85%20%D9%87%D8%A7%D9%8A%20%D8%A7%D8%B9%D9%84%D8%A7%D9%85%20%D8%AD%D8%B1%D9%8A%D9%82/CD1/NFPA2007/1720.pdf> (preuzeto 29.6.2013.); National Fire Protection Association, *NFPA 1221: Standard for the Installation, Maintenance, and Use of Emergency Services Communications Systems* (Quincy: NFPA, 2007)

<http://www.nioec.com/Training/%D8%B7%D8%B1%D8%A7%D8%AD%D9%8A%20%D8%B3%D9%8A%D8%B3%D8%AA%D9%85%20%D9%87%D8%A7%D9%8A%20%D8%A7%D8%B9%D9%84%D8%A7%D9%85%20%D8%AD%D8%B1%D9%8A%D9%82/CD1/NFPA2007/1221.pdf> (preuzeto 29.6.2013.); J. D. J. D. Flynn, *Fire Service Performance Measures* (Quincy: National Fire Protection Association, 2009), 14, 25.

¹⁸ Fire Brigades Union, *It's about time, Why emergency response times matter to firefighters and the public*, (Kingston upon Thames: Bradley House, 2010) <https://www.fbu.org.uk/publication/its-about-time-why-emergency-response-times-matter-firefighters-and-public> (preuzeto 21.07.2016).

¹⁹ Fire Brigades Union, *It's about time, Why emergency response times matter to firefighters and the public*, (Kingston upon Thames: Bradley House, 2010) <https://www.fbu.org.uk/publication/its-about-time-why-emergency-response-times-matter-firefighters-and-public> (preuzeto 21.07.2016); J. Yeomans, *Fire Department Response Times: What Southeastern Fire Departments Report and Why* (Chapel Hill: The University of North Carolina, 2011).

²⁰ C. Neil, „The Relationships Between Fire Service Response Time and Fire Outcomes“, *Fire Technology*, Vol. 46, 2010: 665-676; D. Folz, C. Shult, M. Meyers, A. O'Brien, L. Festa, G. West, *An analysis of Civilian Residential Fire Deaths in Tennessee, 2002 – 2010*. <https://www.tn.gov/assets/entities/commerce/attachments/fire-mortality-study-2002-2010.pdf> (preuzeto 15.09.2016), 135.

²¹ F. A. Williams, „Urban and wildland fire phenomenology“, *Progress in Energy and Combustion Science*, vol. 8, no. 4, 1982: 317–354.

Vatrogasno-spasilačka intervencija obuhvata sledeće aktivnosti:

1. prijem i obradu informacije, alarmiranje, pripremu i pokret jedinice sa početne pozicije;
2. kretanje jedinice od početne pozicije (rejona baziranja) i stizanje na mesto požara;
3. izviđanje i procenjivanje situacije izazvane požarom;
4. taktičko razvijanje – postavljanje ljudstva i sredstava za neposredno protivpožarno dejstvo;
5. gašenje požara i spasavanje:
 - a) lokalizaciju – stavljanje požara pod kontrolu;
 - b) likvidaciju požara;
6. povratak u rejon baziranja.

Ove aktivnosti ograničene su sledećim parametrima:

- t_{00} – trenutak prve informacije o požaru,
- t_0 – trenutak pokretanja vatrogasno-spasilačke ekipe iz očekujućeg rejona (u bazi ili van nje),
- t_1 – trenutak stizanja ekipe na mesto požara,
- t_2 – trenutak kada je završeno izviđanje i procenjivanje situacije izazvane požarom i kada je doneta odluka o načinu gašenja požara,
- t_3 – trenutak kada su taktički razvijeni ljudstvo i sredstva, u skladu sa planom gašenja požara,
- t_4 – trenutak lokalizacije požara,
- t_5 – trenutak likvidacije požara i
- t_6 – trenutak povratka u rejon baziranja.

Da bi predmetno istraživanje bilo operacionalizovano, potrebno je jednoznačno odrediti:

1. vreme odziva ($T_1 = t_1 - t_{00}$) i
2. trajanje gašenja požara ($T_2 = t_5 - t_1$).

Vreme odziva (stizanja na mesto intervencije) jeste period koji obuhvata vreme od prijema prve informacije o požaru do stizanja na mesto požara. Trenutak stizanja na mesto intervencije – požara evidentira se na osnovu javljanja rukovodioca intervencije (*Incident Commander*) dežurnoj službi vatrogasno-spasilačke jedinice da je ekipa stigla na mesto intervencije – požara. Navedeno vreme izražava se minutama i označava se sa T_1 .

Vreme trajanja intervencije gašenja požara je period koji obuhvata: izviđanje požara i procenjivanje situacije izazvane požarom i kada je doneta odluka o načinu gašenja požara; taktičko razvijanje – postavljanje sredstava za neposredno dejstvo; gašenje požara i spasavanje (lokalizacija – stavljanje pod kontrolu požara i likvidiranje požara). Ovo vreme se meri od momenta javljanja rukovodioca intervencije da je alarmirana ekipa stigla na mesto intervencije do njegovog javljanja dežurnoj službi da je požar ugašen (likvidiran). Navedeno vreme takođe se izražava minutama i označava sa T_2 .

²² C. Chandler, P. Cheney, P. Thomas, L. Traubad, D. Williams, *Fire in forestry. Volume 1. Forest fire behavior and effects. Volume 2. Forest fire management and organization* (New York: John Wiley & Sons, Inc, 1983) <http://www.cabdirect.org/search.html?q=pb%3A%22John+Wiley+%26+Sons%2C+Inc.%22> (prezeto 29.6.2013).

²³ V. Gitelman, K. Auerbach, E. Doveh, M. Avitzour and S. Hakkert, Safety Performance Indicators for Trauma Management: Theory Update. Deliverable, D3.11b of the EU FP6 project SafetyNet, 2008. http://erso.swov.nl/safetynet/ixed/WP3/sn_wp3_d3p11b_spi_tm_theory_update_final.pdf (prezeto 21.07.2016).

Istraživanje obuhvata požara koji su se dogodili u periodu od 1986. do 2009. na teritoriji grada Beograda. Navedeni period izabran je zbog toga što se razmatrani podaci (vremena T_1 i T_2) od 1986. godine evidentiraju navedenom metodologijom, zaključno sa 2009. godinom, kada je metodologija promenjena, formiranjem Sektora za vanredne situacije MUP-a RS.²⁴

Statistički skup kao uzorak koji će biti analiziran u radu dobijen je studijom slučaja koja obuhvata intervencije Vatrogasno-spasilačke brigade Beograd na gašenju požara na području grada Beograda u periodu od 1986. do 2009. godine. Statistička masa obuhvatala je $n = 63.596$ intervencija,²⁵ pri čemu je statistički uzorak formiran eliminisanjem nelogičnih – ujedno donjih ekstremnih vrednosti ($T_1 \wedge T_2 = 0$)²⁶ i gornjih ekstremnih vrednosti (utvrđenih na osnovu *Stem-and-leaf* dijagrama sadržanog u softverskom paketu *SPSS 21.0 for Windows*²⁷) nezavisne (T_1) – vreme odziva i zavisne varijable (T_2) – trajanje gašenja požara.

Tako su analizirane samo vrednosti:

$1 \leq T_1 \leq 20$ minuta i

$1 \leq T_2 \leq 130$ minuta,

koje su obuhvaćene statističkim uzorkom od:

$n = 56.127$ (88,25%) intervencija, pri čemu je

$n = 7.469$ (11,75%) intervencija eliminisano.

Na ovaj način, iz uzorka je eliminisano:

– 32 slučaja (0,000503%, od ukupno 63.596), kada je bilo $T_1 = 0$,

– 3.792 slučajeve (5,96%), kada je bilo da je $T_1 > 20$,

– 59 slučajeve (0,000927%), kada je bilo $T_2 = 0$ i

– 4.488 slučajeve (7,05%), kada je bilo da je $T_2 > 130$.

Da bi se utvrdilo kako i koliko *vreme odziva vatrogasne ekipe na mesto intervencije (požara)* utiče na *trajanje gašenja požara*, potrebno je na prethodno objašnjenom uzorku primeniti korelaciju (preciznije – regresiju), kao metodu statističke analize. Ova metoda je izabrana jer omogućuje proveru statističke hipoteze kojom se izražava stav da jedna pojava (vreme odziva – T_1) utiče na drugu (trajanje gašenja požara – T_2). S tim u vezi, postavlja se pitanje da li analizu treba izvršiti linearnom regresijom (*Pearson Correlation*) ili njenom neparametarskom alternativom Spirmanovim testom korelacije rangova (*Spearman's rank order correlation*).

Jedan od uslova linearne regresije (*Pearson Correlation*) jeste normalna raspodela promenljivih, što nije slučaj kada su u pitanju T_1 i T_2 . Rezultati testiranja njihove normalnosti ukazuju na to da bi bila primerena njihova transformacija iz aritmetičkih u logaritamske promenljive (LN). Međutim, ni tom transformacijom se ne dobija normalna raspodela promenljivih T_1 i T_2 . Zbog toga je u radu primenjen *Spearman's rank order correlation*.

²⁴ Dane Subošić, *Organizacija i poslovi policije* (Beograd: Kriminalističko-policajska akademija, 2013).

²⁵ NFPA 1221: *Standard for the Installation, Maintenance, and Use of Emergency Services Communications Systems* (Quincy: NFPA, 2007)

<http://www.nioec.com/Training/%D8%B7%D8%B1%D8%A7%D8%AD%D9%8A%20%D8%B3%D9%8A%D8%B3%D8%AA%D9%85%20%D9%87%D8%A7%D9%8A%20%D8%A7%D8%B9%D9%84%D8%A7%D9%85%20%D8%AD%D8%B1%D9%8A%D9%82/CD1/NFPA2007/1221.pdf> (preuzeto 29.6.2013.).

²⁶ Vreme odziva i vreme gašenja požara ne mogu da budu jednaki „0“ ($T_1 = 0 \wedge T_2 = 0$), već moraju biti veći od nje ($T_1 \geq 1 \wedge T_2 \geq 1$).

²⁷ SPSS ID: 729327.

Primena *Spearman's rank order correlation* zahtevala je formiranje baze podataka koja sadrži aritmetičku sredinu promenljivih T_1 i T_2 za svaku od 24 godine razmatranog perioda, kao i rangove koje te vrednosti imaju. Rangovi su dodeljivani pojedinim vrednostima rastućim nizom brojeva, tako da najmanja aritmetička sredina ima rang 1, a najveća 24. Ako dve aritmetičke sredine imaju istu vrednost i time dele npr. 12. i 13. rang, onda im je dodeljen zajednički rang 12,5, dok je sledećoj vrednosti dodeljivan rang 14. Tako su formirane nove promenljive *Rank T_1* i *Rank T_2* . S tim u vezi, navodi se tabela 1.

Naime, navedena tabela formirana je na osnovu *evidencije događaja*: Program za unos i statistiku registrovanih događaja rađen za PC-računare,²⁸ u softverskom paketu *Microsoft Excel 2010*, odakle je importovana u softverski paket *SPSS 21.0 for Windows*, u kojem su obrađeni podaci koji su u njoj sadržani. Pri tome se došlo do rezultata u domenu deskriptivne statistike (da bi se definisali uslovi za koje važe rezultati istraživanja) i *Spearman's rank order correlation*. Navedeni rezultati prikazani su delom teksta koji je obuhvaćen narednim podnaslovom.

Tabela 1 – Aritmetičke sredine i rangovi T_1 i T_2

Godina	T_1	Rank T_1	T_2	Rank T_2
1986.	6,99	1	57,49	19
1987.	7,94	2	54,10	12,5
2005.	8,27	3	45,02	1,5
2006.	8,27	4	45,02	1,5
1994.	8,35	5	53,46	7
1995.	8,50	6	53,94	10
2001.	8,86	7	53,99	11
1997.	8,88	8	54,57	15
2004.	8,88	9	46,19	4
2009.	8,90	10	46,13	3
1996.	8,96	11	54,99	16
1999.	9,22	12	72,59	24
1989.	9,36	13	56,55	18
2002.	9,66	14	54,35	14
2008.	9,68	15	48,94	5
1998.	9,69	16	60,05	23
2003.	9,80	17	54,10	12,5
1993.	9,92	18	59,18	21
1991.	10,12	19	59,72	22
2007.	10,12	20	53,54	8
1992.	10,15	21	59,06	20
1988.	10,70	22	51,78	6
1990.	11,22	23	55,74	17
2000.	11,26	24	53,76	9

²⁸ Brankica Popović, *Evidencija događaja: Program za unos i statistiku registrovanih događaja rađen za PC računare* (Beograd: MUP RS, 1986.).

Rezultati istraživanja

Deskriptivnom statističkom analizom, izvedenom na osnovu podataka iz tabele 1, izračunate su: srednja vrednost (aritmetička sredina) obe varijable, veličine njihovih disperzija (standardne devijacije, varijanse, koeficijent varijacije i raspon varijacije) i medijane. Konačno, nakon navedenih deskriptivnih vrednosti određeni su linearni trendovi razmatranih pojava, nivo korelacije (*Spearman's rank order correlation*) i njena pouzdanost.

Aritmetička sredina vremena odziva vatrogasne ekipe na mesto intervencije (požara) bila je:

$$\bar{X}_1 = 9,32 \text{ minuta (medijana } M_{e1} = 9,29 \text{ minuta), uz standardnu devijaciju } \sigma_1 = 1,02761 \text{ minuta, odnosno varijansu } \sigma_1^2 = 1,056 \text{ min}^2.$$

Koeficijent varijacije vremena odziva vatrogasne ekipe na mesto požara ($cV\%_1$) iznosi:

$$cV\%_1 = \bar{\sigma}_1 / \bar{X}_1 * 100 = 11,02\%.$$

Raspon varijacije je:

$$RV_1 = X_{1\max} - X_{1\min}$$

$$RV_1 = 4,27 \text{ minuta.}$$

S druge strane, aritmetička sredina (\bar{X}_2) trajanja gašenja požara bila je:

$$\bar{X}_2 = 54,34 \text{ minuta (medijana } M_{e2} = 54,10 \text{ minuta),}$$

uz standardnu devijaciju

$$\sigma_2 = 5,90862 \text{ minuta, odnosno varijansu}$$

$$\sigma_2^2 = 34,912 \text{ min}^2.$$

Koeficijent varijacije trajanja gašenja požara ($cV\%_2$) iznosi:

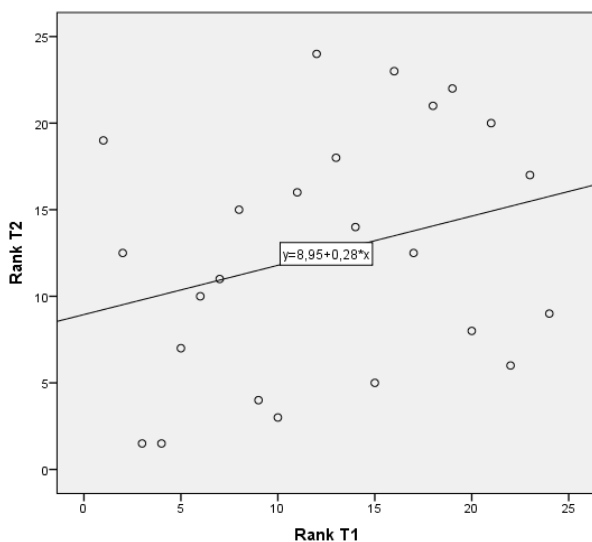
$$cV\%_2 = \sigma_2 / \bar{X}_2 * 100 = 10,87\%.$$

Analizom navedenih mera disperzije promenljivih T_1 i T_2 može se zaključiti da je njihova homogenost/heterogenost gotovo identična ($cV\%$).

Raspon varijacije je:

$$RV_2 = X_{2\max} - X_{2\min} RV_2 = 27,57 \text{ minuta.}$$

Međuzavisnost vremena odziva vatrogasne jedinice na mesto intervencije (požara) i trajanja njegovog gašenja prikazana je narednim grafikonom.



Slika 1 – Zavisnost vremena odziva (T_1), vatrogasne jedinice na mesto intervencije (požara) i trajanja gašenja požara (T_2)

Postojanje linearne veze među zavisnim T_1 i T_2 ukazuje na to da je moguće primeniti - *Spearman`s rank order correlation*. Naime, iako malog koeficijenta determinacije ($R^2 = 0,081$), ova veza među promenljivama jasno ukazuje na to da rast jedne promenljive utiče na rast druge. Kako su one hronološki povezane, tj. T_1 prethodi, a time i utiče na T_2 , preostaje da se utvrdi intenzitet te povezanosti.

Spearman`s rank order correlation između varijabli T_1 i T_2 je:

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{n(n^2 - 1)} = 0,284$$

uz značajnost

$$p = 0,000,$$

što ukazuje na gotovo srednji ($0,29 < r < 0,5$) intenzitet povezanosti navedenih varijabli.

Ovaj rezultat je statistički signifikantan, sa intervalom poverenja od:

$$p \leq 0,05.$$

Dakle, navedeni rezultat može da se prihvati.

Diskusija

Iz prethodno prikazanih rezultata istraživanja uočljiva je međusobna povezanost promenljivih T_1 – *vremena odziva vatrogasne ekipe na mesto intervencije (požara)* i T_2 – *trajanje gašenja požara*, koja ukazuje na direktnu proporcionalnost navedenih pojava, što znači da rast vremena stizanja na mesto intervencije – požara rezultira produženjem trajanja njegovog gašenja i obrnuto. Pored toga, na osnovu *Spearman's rank order correlation* može se zaključiti da postoji uticaj *vremena odziva vatrogasne ekipe na mesto intervencije (požara)* na *trajanje gašenja požara u minutima*, koji je gotovo srednjeg intenziteta i statistički je značajan.

Takav *Spearman's rank order correlation*, koji je na granici srednjeg intenziteta, može da se prihvati ako njegova donja granica, od koje može da bude samo veći, što može da se prihvati kao hipoteza i da se proveriti sledećim istraživanjima. Naime, ovim istraživanjem je razmatran uticaj vremena odziva vatrogasne ekipe na mesto intervencije (požara) i trajanje gašenja požara u veoma burnom periodu od 24 godine (vreme socijalizma, višestranačja, tranzicije, građanskih protesta, bombardovanja NATO 1999. godine, dramatične promene vlasti 2000. godine, vanrednog stanja usled ubistva premijera Zorana Đinđića 2003. godine, donošenja novog Zakona o policiji 2005. godine kojim su obuhvaćene vatrogasno-spasilačke jedinice, jer su bile u sastavu MUP-a RS, formiranja Sektora za zaštitu i spasavanje 2006. godine u MUP-u RS, sve do 2009. godine, kada je formiran aktuelni Sektor za vanredne situacije), na području grada Beograda, koji predstavlja veoma heterogen prostor (od veoma urbanizovanih do izrazito ruralnih sredina, jer je prisutan stav da je kraće vreme odziva u urbanim nego u ruralnim sredinama²⁹), u kome je u međuvremenu došlo do značajnog povećanja broja registrovanih vozila, kao i do izvesne promene saobraćajne infrastrukture. Sve to je praćeno intenzivnim promenama Vatrogasno-spasilačke brigade Beograd, kako u smislu organizacije, tako i u smislu opremljenosti, odnosno obučenosti unutar nje. U tim uslovima razmatrano je 56.127 intervencija na objektima i van objekata, pri čemu je za gornji ekstrem T_2 uvažena preporuka iz SPSS kojom se preporučuje da se isključe vrednosti

$$T_2 \geq 131.$$

Sve to je doprinelo heterogenosti podataka, što je slabilo intenzitet korelacije. Ovakvoj pretpostavci ide u prilog i činjenica da je sprovedeno istraživanje na osnovu istih podataka (1986–2009), ali s ekstremima

$$1 \leq T_1 \wedge T_2 \leq 90,$$

pri čemu je utvrđen visok intenzitet korelacije ($r_s > 0,5$) od

$$r_s = 0,597, \text{ uz } p = 0,003 (p \leq 0,05).$$

²⁹ Department for Communities and Local Government, *Fire Incidents Response Times: England, 2012-13* (London: Fire and Rescue Statistical Release, Department for Communities and Local Government, 2013.). <https://www.thelibrarybook.net/pdf-fire-incidents-response-times-england-2012-13.html> (preuzeto 15.10.2015.).

Kada se ovaj rezultat poveže sa rezultatima dosadašnjih istraživanja dolazi se do uzročno-posledičnog odnosa – smanjenje vremena odziva vatrogasno-spasilačkih jedinica povodom gašenja požara uzrokuje smanjenje trajanja njegovog gašenja, što dovodi do povećanja broja spasenih ljudi, odnosno smanjenja broja stradalih, smanjenja materijalnih šteta i angažovanih resursa vatrogasno-spasilačkih jedinica, kao i smanjenja štetnih posledica po životnu sredinu, što ceo sistem zaštite i spasavanja čini efikasnijim. Time je na posredan način potvrđen stav da je vreme odziva jedan od osnovnih indikatora performansi vatrogasno-spasilačkog sistema.

Zaključak

Istraživanjem se došlo do zaključka da vreme odziva vatrogasno-spasilačke ekipe na mesto intervencije – požara utiče na trajanje njegovog gašenja. Takva veza navedenih vremena (promenljivih) direktno je proporcionalna (funkcionalna), gotovo je srednjeg intenziteta i može da se prihvati s poverenjem. To znači da produženje vremena odziva na mesto intervencije – požara utiče na produženje vremena trajanja njegovog gašenja i obrnuto. Kada se taj stav uporedi sa stavom hipoteze koja je formulisana u uvodu ovog rada, dolazi se do zaključka da je navedena hipoteza verifikovana, odnosno potvrđena.

Do navedenog rezultata i na njemu zasnovanog zaključka došlo se na osnovu podataka koji su prikupljeni u heterogenim vremensko-prostornim uslovima tokom posmatrane 24 godine u Beogradu. Takvi uslovi idu u prilog hipotetičkom stavu da intenzitet korelacije vremena odziva vatrogasno-spasilačke ekipe na mesto intervencije – požara i trajanja njegovog gašenja treba shvatiti kao minimalan. Istraživanjem homogenijeg uzorka, koji je bio formiran od T_1 i T_2 u vezi s požarom na i u objektima ili požarom van objekata, u kraćem periodu ili sa restriktivnijim gornjim ekstremom, dolazi se do visokog nivoa korelacije istraživanih pojava.

Ovim istraživanjem obuhvaćene su i intervencije Vatrogasno-spasilačke brigade Beograd koje obuhvataju i ratnu 1999. godinu, tokom koje je 78 dana trajala vojna kampanja NATO-a u tadašnjoj Saveznoj Republici Jugoslaviji. S tim u vezi, bilo bi interesantno istražiti uticaj vremena stizanja Vatrogasno-spasilačke brigade Beograd na vreme trajanja gašenja požara tokom navedenih 78 dana rata, kao vanredne situacije, odnosno istražiti međusobne veze i uticaje osnovnih obeležja navedenih intervencija sa i bez navedenog ratnog perioda, odnosno uporediti razmatrane intervencije u periodu redovnog i posebnog stanja bezbednosti. Saznaja do kojih se dođe tom prilikom mogu da budu značajna za projektovanje vatrogasno-spasilačkog sistema za delovanje u vanrednim situacijama izazvanim različitim uzrocima.

Navedena saznanja moguća je primeniti u praksi u pravcu optimizacije strukture i funkcionisanja vatrogasno-spasilačkih službi, posebno u velikim gradovima. To se posebno odnosi na određivanje broja i razmeštaja vatrogasno-spasilačkih stanica. Na primer, skraćivanje vremena stizanja na mesto požara uvođenjem nove vatrogasno-spasilačke stanice (koja je popunjena pregrupisavanjem ljudstva i materijalnih sredstava) moguće je istim resursima, što bi rezultiralo smanjenjem broja nastradalih lica, povećanjem broja spasenih osoba, smanjenjem opožarene površine (površine zahvaćene požarom) i materijalne štete. Zbog toga saznanja do kojih se došlo ovim istraživanjem treba da budu uvrštena u nastavne planove i programe obrazovnih ustanova koje školuju kadrove za potrebe vatrogasno-spasilačkih službi, posebno rukovodilaca, kao i trening-centara koji sprovode obuku pripadnika vatrogasno-spasilačkih jedinica.

Literatura

- [1] Aleisa, Esraand Savsar, Mehmet. "Modeling of Firefighting Operations through Discrete Event Simulation". International Journal of Computer Theory and Engineering, Vol. 5, No. 4, 2013.
- [2] Alekhin, E.M.et al. „Russian simulation for strategic planning“. Fire International, n°154, 1996: 32-33.
- [3] Брушлинский, Н.Н. *Моделирование оперативной деятельности пожарной службы*. Москва: Стройиздат, 1981.
- [4] Брушлинский, Н.Н. и Соколов, С.В. „Роль статистики пожаров в оценке пожарных рисков“. Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций, № 1, 2012: 112-124.
- [5] Брушлинский, Н.Н. и др. „Фактор времени“. Журнал Пожарное дело, Москва: №4, 2012: 26.
- [6] Верзилин, М.М. и Повзник, Я.С. *Пожарная тактика*. Москва: Спецтехника НПО, 2007.
- [7] Gitelman, V. et al. Safety Performance Indicators for Trauma Management: Theory Update. Deliverable, D3.11b of the EU FP6 project SafetyNet, 2008.
http://erso.swov.nl/safetynet/fixed/WP3/sn_wp3_d3p11b_spi_tm_theory_update_final.pdf (preuzeto 21.07.2016.).
- [8] Gustafsson, Anna and Granberg, Tobias Andersson. "Dynamic Planning of Fire and Rescue Services". In *Proceedings of the 9th International ISCRAM Conference*, Leon Rothkrantz, Jozef Ristvej and Zeno Franco, eds. Vancouver: Simon Fraser University, 2012.
- [9] Department for Communities and Local Government. "Fire Incidents Response Times: England, 2012-13". London: Fire and Rescue Statistical Release, Department for Communities and Local Government, 2013. <https://www.thelibrarybook.net/pdf-fire-incidents-response-times-england-2012-13.html> (preuzeto 15.10.2015.).
- [10] London Fire Brigade. "Fire Facts, Incident response times 2005 – 2013". London: London Fire Brigade, 2014. <http://docplayer.net/4974732-Fire-facts-incident-response-times.html> (preuzeto 15.10.2015.).
- [11] Neil, C., "The Relationships Between Fire Service Response Time and Fire Outcomes". Fire Technology, Vol. 46, 2010: 665-676.
- [12] National Fire Protection Association. NFPA 1221: Standard for the Installation, Maintenance, and Use of Emergency Services Communications Systems. Quincy: NFPA, 2007. <http://www.nioec.com/Training/%D8%B7%D8%B1%D8%A7%D8%AD%D9%8A%20%D8%B3%D9%8A%D8%B3%D8%AA%D9%85%20%D9%87%D8%A7%D9%8A%20%D8%A7%D8%B9%D9%84%D8%A7%D9%85%20%D8%AD%D8%B1%D9%8A%D9%82/CD1/NFPA2007/1221.pdf> (preuzeto 29. 6. 2013).
- [13] National Fire Protection Association. NFPA: 1710 Standard for the Organization and Deployment of Fire Suppression Operations, Emergency Medical Operations, and Special Operations to the Public by Career Fire Departments. Quincy: NFPA, 2010. http://annarborchronicle.com/wp-content/uploads/2012/06/NFPA_1710_10.pdf (preuzeto 29. 6. 2013).
- [14] National Fire Protection Association. NFPA 1720: Standard for the Organization and Deployment of Fire Suppression Operations, Emergency Medical Operations, and Special Operations to the Public by Volunteer Fire Departments. Quincy: NFPA, 2004. <http://nioec.org/Training/%D8%B7%D8%B1%D8%A7%D8%AD%D9%8A%20%D8%B3%D9%8A%D8%B3%D8%AA%D9%85%20%D9%87%D8%A7%D9%8A%20%D8%A7%D8%B9%D9%84%D8%A7%D9%85%20%D8%AD%D8%B1%D9%8A%D9%82/CD1/NFPA2007/1720.pdf> (preuzeto 29. 6. 2013).
- [15] Popović, Brankica. *Evidencija događaja: Program za unos i statistiku registrovanih događaja rađen za PC računare*. Beograd: MUP RS, 1986.

[16] Subošić, Dane. *Organizacija i poslovi policije*. Beograd: Kriminalističko-policijska akademija, 2013.

[17] Subošić, Dane i Mlađan, Dragan. „Main features of the fire fighting intervention carried out by the Belgrade Fire and Rescue Brigade”. In International Scientific Conference: “National Critical Infrastructure Protection Regional Perspective”, Zoran Keković, PhD, Denis Čaleta, PhD, Želimir Kešetović, PhD, Zoran Jeftić, eds. Belgrade: Faculty of Security Studies and Ljubljana: Institute for Corporative Security Studies, 2013.

[18] U.S. Fire Administration/National Fire Data Center. Structure Fire Response Times, Topical Fire Research Series, Volume 5 – Issue 7 January 2006 / Revised August 2006. <http://cityofdavis.org/home/showdocument?id=4619> (preuzeto 29.6.2013.).

[19] Finney, A. Mark and McAllister, S Sara. „A Review of Fire Interactions and Mass Fires“. *Journal of Combustion*, Volume 2011.

[20] Fire Brigades Union. „It’s about time, Why emergency response times matter to firefighters and the public“, Fire Brigades Union, <https://www.fbu.org.uk/publication/its-about-time-why-emergency-response-times-matter-firefighters-and-public> (preuzeto 21.07.2016.).

[21] Flynn, J. D. *Fire Service Performance Measures*. Quincy: National Fire Protection Association, 2009.

[22] Folz, David. et al. *An analysis of Civilian Residential Fire Deaths in Tennessee, 2002 – 2010*. <https://www.tn.gov/assets/entities/commerce/attachments/fire-mortality-study-2002-2010.pdf> (preuzeto 15.09.2016.).

[23] Chandler, C. et al. *Fire in forestry. Volume 1. Forest fire behavior and effects. Volume 2. Forest fire management and organization*. New York: John Wiley & Sons, Inc, 1983. <http://www.cabdirect.org/search.html?q=pb%3A%22John+Wiley+%26+Sons%2C+Inc.%22> (preuzeto 29.6.2013.).

[24] Činjenice o Beogradu. <http://www.beograd.rs/cir/upoznajte-beograd/1002-cinjenice-o-beogradu> (preuzeto 16.09.2016.).

[25] Williams, F. A. „Urban and wildland fire phenomenology“. *Progress in Energy and Combustion Science*, Vol. 8, No. 4, 1982: 317–354.

[26] Yeomans, J. “Fire Department Response Times: What Southeastern Fire Departments Report and Why”. a paper submitted to the faculty of The University of North Carolina at Chapel Hill in partial fulfillment of the requirements for the degree Master of Public Administration, Spring 2011.