

D. Pupavac, J. Knežević*

ANALIZA IZVANREDNIH DOGAĐAJA U ŽELJEZNIČKOM PROMETU

UDK 656.223:614.86
PRIMLJENO: 7.8.2020.
PRIHVAĆENO: 8.2.2021.

Ovo djelo je dano na korištenje pod Creative Commons Attribution 4.0 International License



SAŽETAK: Predmet istraživanja od značaja za ovaj rad jesu izvanredni događaji u željezničkom prometu. Posljedice izvanrednih događaja mogu biti smrt, teška tjelesna ozljeda, lakša tjelesna ozljeda, materijalna šteta, šteta nastala na okolišu i poremećaji u prometu. Cilj ovoga rada jest istražiti povezanost između obujma proizvodnje željezničkih usluga, broja zaposlenih izvršnih radnika koji neposredno sudjeluju u obavljanju željezničkog prometa i broja izvanrednih događaja u željezničkom prometu i njihovih posljedica. Svrha rada jest pridonijeti boljem poznavanju nastanka izvanrednih događaja kako bi se cjelovito i efikasno pristupilo upravljanju sigurnosti u željezničkom prometu. Da bi se pronašli odgovori na postavljena istraživačka pitanja, korištene su znanstvene metode deskriptivne statistike i statistička metoda korelacijske analize. Rezultati istraživanja temelje se na sekundarnim izvorima podataka. Glavni nalaz ovoga rada upućuje na zaključak o postojanju jake i negativne veze između obujma proizvodnje željezničkih usluga, broja zaposlenih izvršnih radnika koji neposredno sudjeluju u obavljanju željezničkog prometa u sustavu Hrvatskih željeznica i broja izvanrednih događaja u željezničkom prometu.

Ključne riječi: željeznički promet, sigurnost, izvanredni događaji, obujam proizvodnje, broj zaposlenih izvršnih radnika

UVOD

Sigurnost predstavlja suvremeni fenomen u prometu. Sigurnost željezničkog prometa može se definirati kao najveća moguća vjerojatnost da će cjelokupni prometni sustav ili određeni njegov podsustav sigurno funkcionirati, uz unaprijed određene radne uvjete. Ako iz bilo kojeg razloga dođe do pojave ugroženosti pravilnog toka željezničkog prometa, ugrađeni uređaji moraju biti tako projektirani, programirani i izvedeni da bezuvjetno, pouzdano i automatski prelaze na višu razinu sigurnosti, pa i po cijenu ukupne obustave prometa (www.fpz.unizg.hr).

Unatoč obvezi i potrebi sigurnog, urednog i nesmetanog toka željezničkog prometa, povremeno dolazi do izvanrednih događaja koji otežavaju ili onemogućavaju vožnju vlakova, ugrožavaju ljudske živote i nanose veliku materijalnu štetu (*Mikuš et al., 1999.*). U skladu s tim, u radu će se pokušati pronaći odgovori na dva temeljna istraživačka pitanja: Postoji li veza između dinamičkih pokazatelja rada (tonskih kilometara, putničkih kilometara i reduciranih kilometara) i broja izvanrednih događaja? i Postoji li veza između broja zaposlenih izvršnih radnika koji neposredno sudjeluju u obavljanju željezničkog prometa i broja izvanrednih događaja?

Da bi se ostvarili cilj i svrha istraživanja, riješio postavljene problem istraživanja i pronašli znanstveno utemeljeni odgovori na postavljena istraživačka pitanja, korišteno je više znanstvenih metoda od kojih se izdvajaju metode deskriptivne i inferencijalne statistike.

*Dr. sc. Drago Pupavac, viši znanstveni suradnik i prof. v. šk. u trajnom zvanju, (drago.pupavac@veleri.hr), Veleučilište u Rijeci, Rijeka, Josip Knežević, struč. spec. ing. traff., HŽ Infrastruktura d.o.o., Rijeka.

TEORIJSKI OKVIR I PROBLEM ISTRAŽIVANJA

Željeznice predstavljaju siguran i održiv transportni sustav diljem svijeta. Željeznički promet ima svoje brojne ekonomske, ekološke i energetske prednosti u odnosu na druge grane prometa (*Bukljaš et al., 2011.*). Sigurnost prometa također predstavlja važan čimbenik konkurentnosti željezničkog prometa na prijevoznom tržištu. Premda razina postignute sigurnosti može uvelike varirati, čak i unutar ekonomski razvijenih područja kao što je to Europska unija, željeznice su obično sigurnije od svih ostalih oblika prijevoza, s izuzetkom komercijalnog zračnog prijevoza (Tablica 1).

Tablica 1. Vrsta prijevoza i broj nesreća na mlrd. pkm u EU

Table 1. Type of transport and number of accidents per billion pkm in the EU

Vrsta putničkog prijevoza	Br. nesreća na mlrd. pkm
Zračni prijevoz	0,1
Željeznički prijevoz	0,16
Autobusni prijevoz	0,43
Prijevoz osobnim automobilima	4,45
Prijevoz vozilima na dva kotača	52,59

Izvor: European Railway Agency, www.era.europa.eu

Na osnovi podataka iz Tablice 1 može se zaključiti da je rizik od smrti putnika u željezničkom prometu unutar EU-a oko tri puta manji u odnosu na putnike u autobusnom prometu i oko 27 puta manji u odnosu na putnike u osobnim automobilima. No, kako u željezničkom transportu kao složenom, dinamičnom i stohastič-

nom sustavu (*Zelenika, 2010.*) ljudski čimbenik ima važnu ulogu, sigurnost nije i ne može biti apsolutna. Globalno promatrano najveći broj izvanrednih događaja u željezničkom prometu posljedica je ljudskih pogrešaka, odnosno propusta u obavljanju posla (*Kaužljjar, 2009.*). Istraživanja potvrđuju da je većina izvanrednih događaja sa smrtnim posljedicama u željezničkom prometu posljedica ljudskih pogrešaka (*Kyriakidis, 2013.*). Tako je primjerice između 1990. i 2009. godine najmanje 75 % izvanrednih događaja na europskim željeznicama bilo posljedica ljudske pogreške. Do neželjenih posljedica u dijelu nesreća za koje su odgovorni željeznički djelatnici do nesreća je najčešće dolazilo zbog prekomjerne brzine, nepropisnog prolaska pored signalnog znaka i krivog davanja signalnog znaka ili krive otpreme vlaka (*Kyriakidis et al., 2015.*). Tako strojovođe i prometnici vlakova čine temeljni čimbenik sigurnosti u željezničkom prometu Europske unije. Slična je situacija i na Hrvatskim željeznicama. U razdoblju od 1989. do 1997. godine (*Mikuš, Bošnjak, 1999.*) od ukupno 2.664 nesreća i nezgoda u željezničkom prometu u 1.516 slučajeva ili 56,9 % slučajeva uzrok su bili osobni propusti zaposlenika pri obavljanju službe. U analiziranim izvješćima među zaposlenicima izvršne službe koji su proglašeni odgovornim za nastanak nesreća ili nezgoda u 83,8 % slučajeva pojavljivali su se strojovođe, manevristi, rukovatelji manevrom i prometnici vlakova. U recentnijem razdoblju od 2008. do 2019. godine odgovornost HŽ Infrastrukture za nastanak izvanrednih događaja kretala se od 29,3 % u 2008. do 17,3 % u 2019. godini. Odgovornost željezničkih prijevoznika za nastanak izvanrednih događaja iznosila je svega 7,1 % u 2019. godini. U 2019. godini u samo 13 slučajeva osobni propusti zaposlenika upravitelja infrastrukture bili su uzrokom nastanka izvanrednih događaja, a zaposlenika željezničkih prijevoznika u 19 slučajeva (Tablica 2).

Tablica 2. Uzroci nastanka izvanrednih događaja**Table 2. Causes of extraordinary events**

Uzroci nastanka izvanrednih događaja	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	prosjek 2014.- 2018.	indeks (2019./ prosjek x100)	indeks (2019./ 2018. x100)
Osobni propusti zaposlenika upravitelja infrastrukture	32	24	16	12	14	13	19,60	66,33	92,86
Tehnički nedostatak na infrastrukturnim podsustavima ili želj. vozilima HŽI	101	111	153	153	139	132	131,40	100,46	94,96
Osobni propusti zaposlenika željezničkog prijevoznika	23	26	17	14	21	19	20,20	94,06	90,48
Tehnički nedostatak na željezničkim vozilima željezničkog prijevoznika	32	53	62	55	34	41	47,20	86,86	120,59
Nesmotreno ili zlonamjerno djelovanje drugih osoba	706	673	656	690	622	592	669,40	88,44	95,18
Vremenska nepogoda	89	96	44	103	40	42	74,40	56,45	105,00
UKUPNO:	983	983	948	1027	870	839	962,20	87,20	96,44

Izvor: HŽ Infrastruktura Ured upravljanja sigurnošću

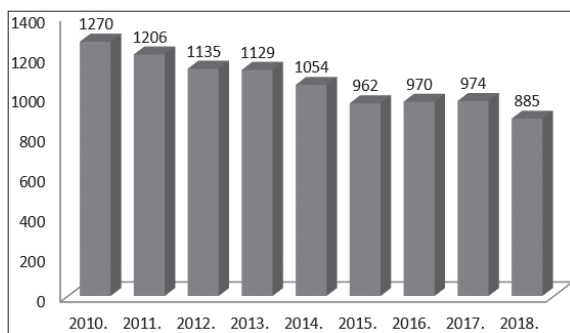
Na osnovi podataka iz Tablice 2 razvidno je da je ljudski čimbenik bio uzrok nastanku izvanrednih događaja u 2019. godini na Hrvatskim željeznicama u 74,37 % slučajeva. Glavni uzročnik nastanka izvanrednih događaja u 2019. godini jest nesmotreno ili zlonamjerno djelovanje drugih osoba 70,56 %.

Prema čl. 2. Pravilnika o postupanju u slučaju izvanrednih događaja (Pravilnik HŽI-631) »Izvanredni događaj« u željezničkom prometu je zajednički naziv za ozbiljne nesreće, nesreće i incidente. „Ozbiljna nesreća“: sudar vlakova ili iskliznuće vlaka koje ima za posljedicu smrt najmanje jedne osobe ili teške ozljede pet ili više osoba ili veliku štetu na vozilima, željezničkoj infrastrukturi ili okolišu, kao i svaka druga slična nesreća s očiglednim utjecajem na sigurnost željezničkog sustava ili na upravljanje sigurnošću; velika šteta je šteta koju istražno tijelo ili istražno povjerenstvo može odmah procijeniti najmanje na ukupnu kunsku protuvrijednost od 2 milijuna eura. „Nesreća“ je neželjeni ili nenamjerni iznenađujući događaj ili slijed takvih događaja koji ima štetne posljedice, a koji može biti sudar, iskliznuće, nesreća na željezničko-cestovnom prijelazu i pješачkom prijelazu preko pruge, nesreća s ljudskim žrtvama uzrokovana željezničkim vozilom u

pokretu, požar i drugo. „Incident“ je svaki događaj, osim nesreće ili ozbiljne nesreće, povezan s odvijanjem željezničkog prometa koji utječe na sigurnost istog.

Kao glavni uzroci nastanka izvanrednih događaja navode se: 1) osobni propusti zaposlenika upravitelja infrastrukture, 2) osobni propusti zaposlenika željezničkog prijevoznika, 3) osobni propusti zaposlenika ugovaratelja, 4) tehnički nedostatak na infrastrukturnim podsustavima, 5) tehnički nedostatak na željezničkim vozilima, 6) nesmotreno ili zlonamjerno djelovanje putnika, 7) nesmotreno ili zlonamjerno djelovanje korisnika željezničko-cestovnog prijelaza (ŽCP-a), 8) nesmotreno ili zlonamjerno djelovanje neovlaštenih osoba, 9) nesmotreno ili zlonamjerno djelovanje trećih osoba, 10) vremenska ili elementarna nepogoda.

Na željeznicama EU-a u razdoblju od 2010. do 2018. godine usmrćeno je 9.585 osoba. U istom razdoblju na željeznicama SAD-a usmrćeno je 6.699 osoba, a na Hrvatskim željeznicama 176 osoba. Broj usmrćenih osoba u željezničkim nesrećama EU-a u razdoblju od 2010. do 2018. godine pokazuje tendenciju pada (slika 1) te su tako europske željeznice među najsigurnijima na svijetu.

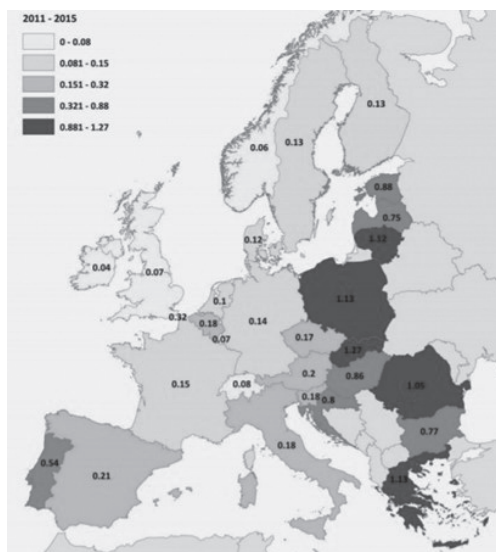


Izvor: Priredili autori prema: Eurostat (tran_sf_railvi)

Slika 1. Usmrcene osobe u željezničkim nesrećama EU-a, 2010.-2018.

Figure 1. Persons killed in railway accidents in the EU, 2010-2018

Naime, broj željezničkih nesreća u SAD-u posljednjih godina pokazuje tendenciju rasta tako da je 2019. u željezničkim nesrećama u SAD-u usmrćeno čak 937 osoba. Osim očuvanja sigurnosti, cilj politika EU-a jest održati visoki standard i uskladiti zahtjeve diljem Europe. Sigurnost na pojedinim željeznicama EU-a značajno varira. Tako bi se za željeznice Irske, Velike Britanije, Norveške i Austrije moglo ustvrditi da su vrlo sigurne, dok željeznice Grčke, Rumunjske, Slovačke, Poljske i Litve ulaze u skupinu rizičnijih željeznica (slika 2).



Izvor: Safety-Interim-Report-2017.pdf

Slika 2. Rizik smrtnosti od željezničkih nesreća na prugama EU-a: broj smrtnih slučajeva na milijun vlak-kilometara, 2011.-2015.

Figure 2. Railway accident fatality risk on EU railways: fatalities per million train-kilometres, 2011-2015

Pored ljudskog čimbenika, željeznički cestovni prijelazi predstavljaju još jednu slabu kariku sigurnosti u željezničkom prometu, odnosno čimbenik zbog kojega sigurnost u željezničkom prometu ne može biti apsolutna. Na željezničkim cestovnim prijelazima događa se više od 25 % od ukupnog broja nesreća u željezničkom prometu EU (Fonverne, 2018.). Broj izvanrednih događaja na željezničkim cestovnim prijelazima čini više od 45 % od ukupnog broja svih izvanrednih događaja na željezničkim prugama u Republici Hrvatskoj (Knežević, Belančić, 2018.). Ove nesreće izazvane su nepažnjom ili neodgovornim ponašanjem trećih osoba (vozača cestovnih vozila i pješaka), a javnost ih najčešće percipira kao problem koji je prouzročila željeznica. Na cestama EU-a u 2018. godini poginulo je više od 25.000 ljudi što znači da na željezničko-cestovnim prijelazima smrtno strada oko 1 % od ukupnog broja stradalih u cestovnom prometu. Dakle, željeznički cestovni prijelazi kao veliki problem sigurnosti u željezničkom prometu samo su mali kamenčić u mozaiku sigurnosti u cestovnom prometu.

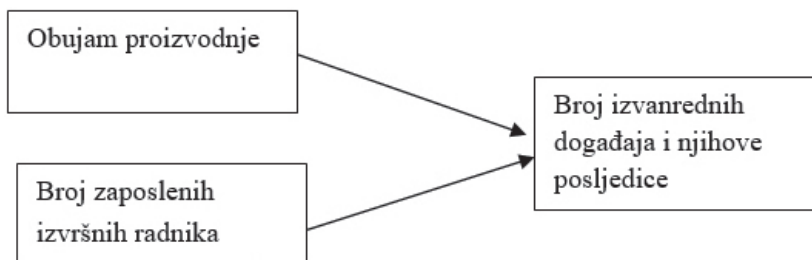
Kako do izvanrednih događaja dolazi zbog greške ljudskoga ili tehničkoga čimbenika, u ovoj radu istražuje se povezanost obujma rada i broja zaposlenih izvršnih radnika koji neposredno sudjeluju u obavljanju željezničkog prometa s brojem izvanrednih događaja. Obujam proizvodnje prijevoznih usluga najčešće se izražava naturalnim statičkim i dinamičkim pokazateljima (Čvrak, 2002.). Statički pokazatelji su tone prevezene robe ili broj prevezenih putnika. Dinamičkim pokazateljima obujam proizvodnje prometnih usluga kvantitativno se izražava proizvodom težine robe i duljine prijevoza (tona-kilometrima) u robnom prijevozu ili proizvodom broja putnika i duljine prijevoza (putnik-kilometrima) u putničkom prometu. Kada prometno poduzeće kao što je to slučaj u željezničkom prometu obavlja i prijevoz putnika i prijevoz robe, tada se ukupni obujam prijevoza izražava u reduciranim kilometrima (rkm). Za potrebe ovoga rada autori su se odlučili za istraživanje međuovisnosti dinamičkih pokazatelja rada i broja izvanrednih događaja u željezničkom prometu. U državama EU-a zamjetan je pad broja nesreća od 70-ih godina prošloga stoljeća uz istodobni rast obujma prometa (Koorstra, 2003.). Rast željezničkog prometa nastavio se i u 21. stoljeću tako da je putnički promet u 2018.

godini mjeren brojem putničkih kilometara u odnosu na 2000. godinu bio veći za 18,89 %, dok je teretni promet u 2018. godini mjeren brojem ton-skih kilometara u odnosu na 2000. godinu bio veći za 6,04 %. U skladu s tim, može se zaključiti da obujam prijevoza u željezničkom prometu ima neznatan utjecaj na sigurnost željezničkog prometa EU-a. U skladu s tim, čini se primjerenim istražiti vrijedi li ova zakonitost i na hrvatskim prugama.

Nakon podjele Hrvatskih željeznica najprije u četiri, a potom u tri društva: HŽ Infrastruktura, HŽ Cargo i HŽ Putnički prijevoz kontinuirano se smanjuje ukupan broj zaposlenika u željezničkom sustavu. Kako se vrlo često radi o izvršnom osoblju, nužno se nameće pitanje kako se smanjivanje broja zaposlenih odrazilo na broj izvanrednih događaja, odnosno na ukupnu sigurnost željezničkog prometa. U ovome radu analizira se utjecaj izvršnih radnika (strojovođa, prometnika vlakova, manevrista, rukovatelja manevrom, skretničara i čuvara ŽCP-a) na sigurnost u željezničkom prometu. Što se tiče ukupnog broja strojovođa, oni su od 2013. razdvojeni te se posebno vode za HŽ Cargo, a posebno za HŽ Putnički prijevoz. Slično tako se od 2008. manevristi i rukovatelji manevrom vode posebno za HŽ Infrastrukturu, a posebno za HŽ Cargo. Prometnici vlakova, skretničari i čuvari ŽCP-a zaposlenici su HŽ Infrastrukture.

U skladu s navedenim, postavljen je konceptualni model istraživanja (slika 3).

Njime se definira broj izvanrednih događaja. Broj izvanrednih događaja određen je obujmom



Slika 3. Konceptualni model istraživanja izvanrednih događaja u željezničkom prometu

Figure 3. Conceptual model of research of extraordinary events in railway traffic

proizvodnje usluga u željezničkom prometu mjereno dinamičkim pokazateljima rada – putničkim kilometrima, (pkm), tonskim kilometrima (tkm), reduciranim kilometrima (rkm) i brojem zaposlenih izvršnih radnika u sustavu Hrvatskih željeznica. U skladu s tim, postavljene su sljedeće hipoteze:

H1: Obujam proizvodnje usluga u željezničkom prometu u Republici Hrvatskoj ima neznatan utjecaj na broj izvanrednih događaja u željezničkom prometu.

H2: Veći broj zaposlenih izvršnih radnika koji neposredno sudjeluju u obavljanju željezničkog prometa rezultira većom sigurnošću željezničkog prometa, odnosno manjim brojem izvanrednih događaja.

PODACI I METODOLOGIJA

Da bi se ostvarili cilj i svrha istraživanja, prikupljeni su podaci iz sekundarnih izvora podataka, i to: 1) podaci Državnog zavoda za statistiku o dinamičkim pokazateljima rada i 2) podaci HŽ Infrastrukture Ureda upravljanja sigurnošću o broju zaposlenih prometnika, manevrista, rukovatelja manevrom, skretničara, čuvara ŽCP-a, broju izvanrednih događaja i njihovim posljedicama, 3) podaci HŽ Cargo o broju zaposlenih strojovođa, manevrista i rukovatelja manevrom i 4) podaci HŽ Putničkog prijevoza o broju zaposlenih strojovođa (Tablica 3).

Tablica 3. Dinamički pokazatelji rada, broj zaposlenih izvršnih radnika, broj i posljedice izvanrednih događaja**Table 3. Dynamic performance indicators, number of executive railway workers, number and consequences of extraordinary events**

Godina	Tkm (mln)	Pkm (mln)	Rkm (mln)	Broj zaposlenih izvršnih radnika (bzir)	Izv. događaji (io)	Usmrćene osobe (uo)	Teže ozlijeđeni (to)	Mat. šteta (mš) u tis.
2008.	3.312	1.810	5.122	5.058	533	12	39	10.892
2009.	2.641	1.835	4.476	5.037	672	44	62	70.008
2010.	2.618	1.742	4.360	4.763	682	27	26	87.260
2011.	2.438	1.486	3.924	4.751	772	26	33	35.812
2012.	2.332	1.104	3.436	4.073	728	17	38	31.106
2013.	2.086	948	3.034	3.705	1.009	18	26	27.593
2014.	2.119	927	3.046	3.432	983	19	18	41.653
2015.	2.183	951	3.134	3.343	983	15	21	10.650
2016.	2.160	836	2.996	3.286	948	13	18	11.906
2017.	2.592	745	3.337	3.254	1.027	21	16	11.007
2018.	2.743	756	3.499	3.183	870	20	7	8.834
2019.	2.911	745	3.656	3.192	839	13	13	9.036

Izvor: Priredili autori prema: SLJH, različita godišta i HŽ Infrastruktura

Prikupljeni podaci obrađeni su pomoću statističkog programa za obradu podataka Statistica. Analizom su obuhvaćeni podaci za razdoblje od 2008. do 2019. godine.

Od primijenjenih metoda izdvajaju se metode analize i sinteze, metoda indukcije i dedukcije, metode deskriptivne statistike te statistička metoda korelacijske analize.

Metode deskriptivne statistike koristit će se za analizu i ocjenu prijevoznog učinka, broja zaposlenih izvršnih radnika koji neposredno sudjeluju u obavljanju željezničkog prometa, izvanrednih događaja i posljedica izvanrednih događaja.

Pomoću metode korelacijske analize utvrdit će se postojanje vrste i jačine statističke veze između dinamičkih pokazatelja rada, broja zaposlenih izvršnih radnika koji neposredno sudjeluju u obavljanju željezničkog prometa i izvanrednih događaja i njihovih posljedica izvanrednih događaja.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Na temelju prikupljenih podataka (Tablica 4) provedena je kratka deskriptivna analiza dinamičkih pokazatelja rada, broja zaposlenih izvršnih radnika koji neposredno sudjeluju u obavljanju željezničkog prometa, izvanrednih događaja i posljedica izvanrednih događaja.

Tablica 4. Deskriptivna statistika dinamičkih pokazatelja rada, broja zaposlenih izvršnih radnika koji neposredno sudjeluju u obavljanju željezničkog prometa, izvanrednih događaja i posljedica**Table 4. Descriptive statistics of dynamic performance indicators, number of executive railway workers, extraordinary events and their consequences**

	tkm	pkm	rkm	bzir	id	uo	to	mš
Aritmetička sredina	2511,25	1157,08	3668,33	3923	837,16	20,41	26,41	29646,41
Vrijednost medijana	2515	949,5	3467,5	3568	854,5	18,5	23,5	19749,5
Standardna devijacija	368,38	435,02	676,15	769	159,97	8,84	14,89	25883,63
Broj godina N=12	12	12	12	12	12	12	12	12
Ukupan zbroj	30135	13885	44020	...	10046	245	317	355757
Minimalna vrijednost	2086	745	2996	3183	533	12	7	8834
Maksimalna vrijednost	3312	1835	5122	5058	1027	44	62	87260
Prvi kvartil (25 %)	2171,5	796	3090	3270	705	14	17	10771
Zadnji kvartil (75 %)	2692	1614	4142	4757	983	23,5	35,5	38732,5

Izvor: izračun autora

Na osnovi podataka iz Tablice 4 može se zaključiti da je u promatranom razdoblju prosječni prijevozni učinak na hrvatskim željeznicama više nego duplo veći u robnom od onog u putničkom prometu. Ukupan prosječni prijevozni učinak mjeren reduciranom kilometrima iznosi 3.668,33 milijuna rkm (SD=435,02). Najmanji ukupni prijevozni učinak ostvaren je u iznosu od 2.966 milijuna rkm u 2016. godini dok je najveći ukupni prijevozni učinak ostvaren u iznosu od 5.122 milijuna rkm u 2008. godini. Broj zaposlenih izvršnih radnika koji neposredno sudjeluju u obavljanju željezničkog prometa koji su bili najviše odgovorni za nastanak izvanrednih događaja na radnom mjestu strojovođe, prometnika vlakova, skretničara, rukovatelja manevre, manevriste i čuvara ŽCP-a iznosio je prosječno godišnje 3.923 ljudi (SD=769). Najmanji prosječni broj zaposlenih prethodno navedenih izvršnih radnika iznosio je 3.183 tijekom 2018. godine dok je najveći prosječni broj zaposlenih izvršnih radnika iznosio 5.058 tijekom 2008. godine. Dobiveni podaci upućuju na povezanost ukupnog prijevoznog učinka i broja zaposlenih izvršnih radnika koji neposredno sudjeluju u obavljanju željezničkog prometa koji su bili najviše odgovorni za nastanak izvanrednih događaja. U promatranom razdoblju ukupno se dogodilo 10.046 izvanrednih događaja ili prosječno godišnje 837 izvanrednih događaja (SD=160). Najveći broj izvanrednih događaja do-

godio se 2017. godine 1.027, upravo u godini u kojoj je ostvaren najmanji ukupni prijevozni učinak, dok se najmanji broj izvanrednih događaja dogodio u 2008. godini kada je ostvaren najveći ukupni prijevozni učinak. Na hrvatskim prugama u promatranom razdoblju prosječno je godišnje usmrćeno 20 osoba (SD=9). Najveći broj usmrćenih osoba dogodio se tijekom 2009. godine kada su poginule 44 osobe. Tu godinu obilježila je teška željeznička nesreća u Rudinama kada je u izljetanju putničkog vlaka živote izgubilo šest putnika, a njih je 55 ozlijeđeno. Najmanji broj usmrćenih osoba bio je u 2008. godini rekordnoj po prijevoznom učinku. U razdoblju od 2008. do 2019. godine teško je ozlijeđeno 317 osoba. Prosječno se godišnje teško ozlijedi 26 osoba (SD=15). Najveći broj teško ozlijeđenih osoba bio je 2009. godine kada su teško ozlijeđene 62 osobe, dok je najmanji broj teško ozlijeđenih osoba 7 bio tijekom 2018. godine. Ukupna materijalna šteta izazvana izvanrednim događajima u promatranom razdoblju procijenjena je na 355,7 milijuna kuna ili prosječno na 29,6 mil. godišnje.

U nastavku ove znanstvene rasprave istražuje se jakost veza između dinamičkih pokazatelja rada, broja zaposlenih izvršnih radnika koji neposredno sudjeluju u obavljanju željezničkog prometa koji su navedeni kao najviše odgovorni radnici i broja izvanrednih događaja u željezničkom prometu (Tablica 5).

Tablica 5. Rezultati korelacijske analize između obujma proizvodnje, broja zaposlenih izvršnih radnika koji neposredno sudjeluju u obavljanju željezničkog prometa i broja izvanrednih događaja u željezničkom prometu**Table 5. Results of correlation analysis between volume of production, number of executive railway workers, and number of extraordinary events in railway traffic**

Označene korelacije statistički su značajne za $p < ,05000$ N=12 (Casewise deletion of missing data)										
	Means	Std.Dev.	tkm	pkm	rkm	bzir	id	ss	to	mš
tkm	2511,25	368,38	1,000000	0,412565	0,810258	0,397087	-0,695138	0,004986	0,159081	-0,098016
pkm	1157,08	435,03	0,412565	1,000000	0,868155	0,980682	-0,841579	0,559184	0,801311	0,666605
rkm	3668,33	676,16	0,810258	0,868155	1,000000	0,847293	-0,920181	0,362484	0,602218	0,375479
bzir	3923	768,90	0,397087	0,980682	0,847293	1,000000	-0,847572	0,545110	0,830808	0,626732
id	837,17	159,97	-0,695138	-0,841579	-0,920181	-0,847572	1,000000	-0,288923	-0,648601	-0,396526
ss	20,42	8,85	0,004986	0,559184	0,362484	0,545110	-0,288923	1,000000	0,644509	0,750947
to	26,42	14,89	0,159081	0,801311	0,602218	0,830808	-0,648601	0,644509	1,000000	0,533193
mš	29646,42	25883,64	-0,098016	0,666605	0,375479	0,626732	-0,396526	0,750947	0,533193	1,000000

Izvor: izračun autora

Na temelju provedene korelacijske analize razvidna je srednje jaka i negativna veza između prijevoznog učinka u robnom prometu i broja izvanrednih događaja u željezničkom prometu ($r=-0,69$; $p<0,05$) te jaka i negativna veza između prijevoznog učinka u putničkom prometu i broja izvanrednih događaja u željezničkom prometu ($r=-0,84$; $p<0,05$), ukupnog prijevoznog učinka u željezničkom prometu i broja izvanrednih događaja u željezničkom prometu ($r=-0,92$; $p<0,05$) i broja zaposlenih izvršnih radnika koji neposredno sudjeluju u obavljanju željezničkog prometa i broja izvanrednih događaja ($r=-0,84$; $p<0,05$).

Jaka i negativna veza između prijevoznog učinka i broja izvanrednih događaja u željezničkom prometu upućuje na zaključak da je ukupan broj izvanrednih događaja obrnuto proporcionalan prijevoznom učinku. Dobiveni nalaz upućuje na kontinuirani trend povećanja sigurnosti u željezničkom prometu. Povećanje obujma željezničkog prometa pridonosi boljem iskorištavanju postojećih prijevoznih kapaciteta, većoj posvećenosti zaposlenika izvršavanju svojih radnih zadataka, boljoj organizacijskoj kulturi unutar željezničkog poduzeća, većem zadovoljstvu zaposlenika i osjećaju veće sigurnosti vlastitog radnog mjesta. To sve skupa neizravno pridonosi povećanju sigurnosti željezničkog prometa, odnosno smanjenju broja izvanrednih događaja, posebice onih izazvanim osobnim propustima željezničkih

radnika. Rezultati istraživanja upućuju i na slabu povezanost između obujma proizvodnje i broja usmrćenih osoba u željezničkom prometu. Srednje jaka i pozitivna veza ($r=0,55$; $p<0,05$) postoji samo između broja ostvarenih putničkih kilometara i broja poginulih osoba. Isto tako vidljivo je postojanje jake i pozitivne veze ($r=0,80$; $p<0,05$) između broja ostvarenih putničkih kilometara i broja teško ozlijeđenih osoba. Postojanja srednje jake i pozitivne veze ($r=0,66$; $p<0$) utvrđeno je i između broja ostvarenih putničkih kilometara i materijalne štete. Dobiveni nalazi upućuju na teže posljedice izvanrednih događaja u putničkom u odnosu na teretni promet, ali i na specifičnost svakog izvanrednog događaja.

Postojanje jake i negativne veze između broja zaposlenih izvršnih radnika koji se spominju kao radnici koji su najviše odgovorni za osobni propust u radu i nastanku izvanrednih događaja i broja izvanrednih događaja za koje su navedeni odgovorni, znači da smanjenje broja zaposlenih na radnom mjestu strojovođe, prometnika vlakova, skretničara, rukovatelja manevre, manevriste i čuvara ŽCP-a ima za rezultat veći broj izvanrednih događaja zbog osobnog propusta u radu navedenih radnika, odnosno da povećanje broja zaposlenih na tim radnim mjestima ima za rezultat manji broj izvanrednih događaja kao uzrok osobnog propusta u radu izvršnih radnika. Dobiveni nalaz upućuje na važnost planiranja i po-

stizanja optimalnog broja zaposlenih na radnim mjestima koja su neophodna za izvršenje prometa, tj. broja radnika na spomenutim radnim mjestima kako se ne bi ugrožavala sigurnost prometa. Nužnost daljnjeg unapređenja sigurnosti je dokazana činjenica da se ne smanjuje broj radnika na navedenim radnim mjestima bez da se prije toga željeznički sustav ne unaprijedi s pomoću automatizacije, digitalizacije i uvođenja novih tehnologija u željezničkom sektoru, izgradnje kulture sigurnosti i timske rada, kontinuiranog stručnog osposobljavanja za rad na siguran način i drugih aktivnosti odjela za ljudske resurse. Veliki stupanj varijabilnosti broja zaposlenih izvršnih radnika koji neposredno sudjeluju u obavljanju željezničkog prometa o čemu svjedoče i velike vrijednosti standardne devijacije ($SD=769$), također, ne pridonosi unapređenju sigurnosti u prometu.

ZAKLJUČAK

U ovome radu analizirani su izvanredni događaji u željezničkom prometu na hrvatskim prugama i njihove posljedice u razdoblju od 2008. do 2019. godine. U promatranom razdoblju dogodilo se 10.047 izvanrednih događaja u kojima je usmrćeno 245 osoba, njih 317 teško ozlijeđeno i prouzročeno materijalnom štetom od 355,7 milijuna kuna. Rezultati istraživanja upućuju na teže posljedice izvanrednih događaja u putničkom u odnosu na teretni promet. U prilog ove tvrdnje ide i jaka i pozitivna veza između broja usmrćenih osoba i materijalne štete. Istraživanje povezanosti između obujma proizvodnje i broja izvanrednih događaja u željezničkom prometu daje nam za pravo da s visokom pouzdanošću prihvatimo hipotezu 1. U skladu s tim hipoteza 1 koja sugerira da obujam posla ima neznatan utjecaj na broj izvanrednih događaja u željezničkom prometu može se prihvatiti. Korelacijska analiza potvrdila je postojanja jake i negativne veze između obujma posla i broja izvanrednih događaja. Naime, veći obujam posla korespondira s većom sigurnošću u željezničkom prometu. Hipoteza 2 koja sugerira da veći broja zaposlenih izvršnih radnika koji neposredno sudjeluju u obavljanju željezničkog prometa na radnome mjestu strojovođe, prometnika vlakova, skretničara, rukovatelja manevre, manevriste i čuvara ŽCP-a znači manji broj izvanrednih događaja uzrokovanih

osobnim propustom navedenih radnika može se prihvatiti s visokom pouzdanošću. Dobiveni nalaz upućuje na važnost optimizacije broja zaposlenih u funkciji sigurnosti željezničkog prometa.

LITERATURA

Bukljaš Skočibušić, M., Jurčević, M., Radačić, Ž.: *Ekonomika prometa*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2011.

Čavrak, V.: *Ekonomika prometa*, Škola za cestovni promet, Zagreb, 2002.

Državni zavod za statistiku, Statistički ljetopisi Republike Hrvatske, različita godišta, dostupno na: www.dzs.hr, pristupljeno: 1.7.2020.

European Railway Agency, dostupno na: www.era.europa.eu, pristupljeno: 1.7.2020.

Eurostat, dostupno na: http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=tran_sf_railvi&lang=en, pristupljeno: 1.7.2020.

Fonverne, I.: Safety at level crossings: A worldwide issue, *Global Railway Review*, Vol 24, 2018., No 3, p. 60-64.

HŽ Infrastruktura Ured upravljanja sigurnošću, dostupno na: <https://www.hzinfra.hr/wp-content/uploads/2020/07/Sigurnost-izvjesce-HJ-2019-WEB.pdf>, pristupljeno: 1.7.2020.

Kaužljjar, D.: Analiza učestalosti ljudskog čimbenika kao uzroka izvanrednih događaja u željezničkom prometu, *Željeznice 21*, 8, 2009., br. 3, p. 50-56.

Knežević, J., Belančić, M.: Analiza stanja sigurnosti na željezničko - cestovnim prijelazima u primorsko - goranskoj županiji, *Željeznice 21*, 17, 2018., br. 2, p.27-34.

Koornstra, M. et al.: *Transport safety performance in the EU a statistical overview*, European Transport Safety Council, Brussels, 2003., dostupno na: <https://www.academia.edu/>, pristupljeno: 20.6.2020.

Kyriakidis, M.: *Developing a Human Performance Railway Operational Index to enhance safety of railway operations*, Centre for Transport Studies Department of Civil and Environmental

Engineering Imperial College London, United Kingdom, 2013.

Kyriakidis, M., Pak, T.K., Majumdar, A.: Railway Accidents Caused by Human Error: Historic Analysis of UK Railways, 1945 to 2012, *Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board*, volume: 2476, 2015., issue: 1, page(s): 126-136

Mikuš, Lj., Bošnjak, M., Amanović, S.: Analiza izvanrednih događaja na HŽ-ovim prugama te njihovih posljedica i učestalosti u funkciji sigurnosti željezničkog prometa, *Željeznica u teoriji i praksi*, Vol 23, 1999., No 1., p. 159-172.

Mikuš, Lj., Bošnjak, M.: Ljudske pogreške kao uzrok nesrećama u željezničkom prometu, *Že-*

ljeznica u teoriji i praksi, Vol 23, 1999., No 2., p.139-152.

Pojam sigurnosti u željezničkom prometu, dostupno na: www.fpz.unizg.hr, pristupljeno: 15.7.2020.

Pravilnik o postupanju u slučaju izvanrednih događaja (Pravilnik HŽI-631).

Railway Safety in the European Union Safety overview 2017, European Union Agency for Railways, Luxembourg, dostupno na: https://www.era.europa.eu/library/corporate-publications/safety-and-interoperability-progress-reports_en, pristupljeno: 25.6.2020.

Zelenika, R.: *Ekonomika prometne industrije*, Ekonomski fakultet u Rijeci, Rijeka, 2010.

ANALYSIS OF EXTRAORDINARY EVENTS IN RAILWAY TRAFFIC

SUMMARY: The subject of this research are extraordinary events in railway traffic. Consequences of extraordinary events can be death, serious injury, minor injury, material damage, environmental damage, and traffic disturbances. The aim of this paper is to explore the relationship between the volume of production of railway services, the number of executive railway workers and the number of extraordinary events in railway traffic and their consequences. The purpose of this paper is to contribute to a better understanding of the occurrence of extraordinary events in order to comprehensively and effectively approach the management of railway safety. Scientific methods of descriptive statistics and statistical method of correlation analysis were used to find answers to the research questions. The research results are based on secondary data sources. The main finding of this paper indicates that there is a strong negative relationship between the volume of production of railway services and the number of executive railway workers with the number of extraordinary events in railway traffic.

Key words: *railway traffic, safety, extraordinary events, volume of production, number of executive railway workers*

*Original scientific paper
Received: 2020-08-07
Accepted: 2021-02-08*