

D. Pupavac, V. Malčić, M. Kršulja*

ANALIZA STANJA SIGURNOSTI NA ŽELJEZNIČKO-CESTOVNIM PRIJELAZIMA MALIH EUROPSKIH ŽELJEZNIČKIH SUSTAVA

UDK 625.16:656.08](4)
PRIMLJENO: 19.8.2024.
PRIHVAĆENO: 8.2.2025.

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



SAŽETAK: Temeljni cilj ovoga rada jest istražiti stanje sigurnosti na željezničko-cestovnim prijelazima malih europskih željezničkih sustava. Pod malim željezničkim sustavima u ovom radu podrazumijevaju se željeznice europskih država duljine željezničke mreže manje od medijalne vrijednosti (3 907 km) željeznica EU-25, plus željeznice Švicarske i Norveške. Postavljene tri hipoteze dokazuju se metodama deskriptivne statistike i metodom korelacijske analize. Glavni nalaz ovoga rada potvrđuje statistički značajnu povezanost između broja željezničko-cestovnih prijelaza i broja nesreća. Dobiveni nalaz upućuje na nužnost smanjivanja i/ili potpunog eliminiranja željezničko-cestovnih prijelaza s ciljem osiguranja željene razine sigurnosti željezničkog prometa.

Ključne riječi: europske željeznice, mali željeznički sustavi, željezničko-cestovni prijelazi, sigurnost, nesreće

UVOD

Iako su europske željeznice među najsigurnijim željeznicama na svijetu, nesreće se i dalje događaju. Najveći broj nesreća u željezničkom prometu događa se zbog djelovanja vanjskog faktora (78,2 %) koji je izvan kontrole upravitelja infrastrukture ili željezničkih operatera (ERA, 2022). Od toga se na treće osobe kao uzročnike nesreća odnosi (75,2 %), a na vremenske neprilike i druge faktore iz okruženja (2,9 %). Željezničko-cestovni prijelazi (ŽCP) predstavljaju neuralgičnu točku sigurnosti željezničkog prometa. Zbog velikog broja ŽCP (aktivnih i pasivnih) očito je da sigurnost u željezničkom prometu ne može biti apsolutna. Veliki broj ŽCP i s njima povezanih nesreća u prometu umanjuje održivost željezničkog prometa i to s ekološkog, društvenog i ekonomskog

motrišta. U skladu s tim, temeljni cilj ovoga rada jest istražiti stanje i perspektive sigurnosti na željezničko-cestovnim prijelazima malih europskih željezničkih sustava. Pod malim europskim željezničkim sustavima u ovome radu podrazumijevaju se željeznice duljine željezničke mreže ispod medijalne vrijednosti željeznica EU-25, plus željeznice Švicarske i Norveške. Ovakav pristup čini se primjerenim jer nesreće na željezničko-cestovnim prijelazima u javnosti kreiraju izrazito negativan imidž o željezničkom prometu za sigurnost prometa. Rezultati istraživanja temelje se na sekundarnim izvorima podataka koji su predmetom analize statističkih metoda deskriptivne statistike i korelacijske analize.

TEORIJSKI OKVIR, PROBLEM I KONCEPT ISTRAŽIVANJA

Mali europski željeznički sustavi

Duljina željezničke mreže država EU-25, plus Švicarska i Norveška iznosi 211 370 km ili 7 828

*Dr. sc. Drago Pupavac, doc., znanst. savjetnik i prof. struč. stud. u t. z., (drago.pupavac@veleri.hr); (autor za dopisivanje), Veleučilište u Rijeci, 51000 Rijeka, Hrvatska, Vladimir Malčić, viši asistent, Univerzitet u istočnom Sarajevu, Saobraćajni fakultet Doboj, BiH, dr. sc. Marko Kršulja, izvanredni prof., Tehnički fakultet u Puli, 52100 Pula, Hrvatska.

km (SD=9 072) prosječno po jednoj državi (Tablica 1); (izračun autora prema Eurostat).

Tablica 1. Deskriptivna statistika duljine željezničke mreže EU-25, plus Švicarska i Norveška

Table 1. Descriptive statistics of the length of the EU-25 railway network, plus Switzerland and Norway

	Džm
MEAN case 1-27	7828,51
MEDIAN case 1-27	3907
SD case 1-27	9072
VALID_N case 1-27	27
SUM case 1-27	211369,7
MIN case 1-27	271
MAX case 1-27	38836
_25th% case 1-27	2050
_75th% case 1-27	10620

Najkraću duljinu željezničke mreže ima Luksemburg od svega 271 km, a najdužu Njemačka 38 836 km. Raspon varijacije iznimno je velik (R=38565). O velikom odstupanju duljine željezničke mreže pojedinih europskih država svjedoči i podatak o koeficijentu varijacije u relativnom iznosu od 120,50 % Donji kvartil čine države čija duljina željezničke mreže ne prelazi 2 050 km, dok gornji četvrti kvartil čine države čija je duljina željezničke mreže veća od 10 620 km. Pola promatranih država ima željezničku mrežu duljine između 2 050 i 10 620 km. Vrijednost medijana je 3 907 km što znači da pola država ima željezničku mrežu duljine manje od 3 907 km, a pola veću duljinu željezničke mreže.

Vrijednost medijana uzeta je kao kriterij za određivanje malih europskih željezničkih sustava. U skupinu malih europskih željezničkih sustava svrstane su željeznice europskih država čija je duljina pruga manja od medijalne vrijednosti. U ovu skupinu dodane su i željeznice ostalih država bivše Jugoslavije koje još nisu članice EU-a, kao i željeznice Albanije.

Deskriptivna statistika duljine mreže pruga malih europskih željezničkih sustava dana je u Tablici 2; (izračun autora prema Eurostatu).

Tablica 2. Deskriptivna statistika duljine mreže pruga malih europskih željezničkih sustava

Table 2. Descriptive statistics of the length of the track network of small European railway systems

	DPmž
MEAN case 1-18	1895
MEDIAN case 1-18	2062
SD case 1-18	1159,5
VALID_N case 1-18	18
SUM case 1-18	34108,9
MIN case 1-18	250
MAX case 1-18	3626
_25th% case 1-18	683
_75th% case 1-18	2617

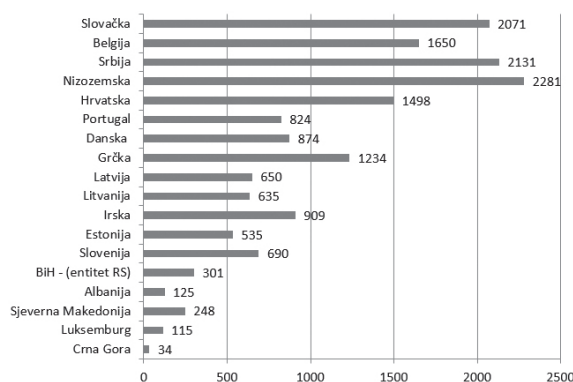
Ukupna duljina željezničke mreže 18 malih europskih željezničkih sustava (34 108,9 km) manja je od duljine željezničke mreže Njemačke (38 836 km). Prosječna duljina mreže pruga malih europskih željezničkih sustava iznosi 1 895 km (SD=1195,5). Najkraću mrežu pruga među malim europskim željezničkim sustavima imaju Crna Gora 250 km i Luksemburg (271), a najdužu Slovačka 3 626 km. Veliki raspon varijacije (R=3 376) ukazuje na veliku disperziju i unutar ove skupine željeznica. Koeficijent varijacije iznosi 61,19 %. Donji kvartil čine države čija duljina željezničke mreže ne prelazi 683 km, dok gornji četvrti kvartil čine države čija je duljina željezničke mreže veća od 2 617 km. Pola promatranih država ima željezničku mrežu duljine između 683 i 2 617 km.

Željezničko-cestovni prijelazi

Željezničko-cestovni prijelaz jest mjesto križanja željezničke pruge ili industrijskoga kolosijeka i ceste u istoj razini i točka je visokoga rizika za sve sudionike u prometu. Može uključivati i križanje pruge s pješačkom i biciklističkom stazom ili drugim putovima namijenjenima prelaženju ljudi, životinja, vozila ili strojeva (www.hzinfra.hr). Križanje željezničke pruge i druge prometnice mora biti izvedeno tako da promet po željezničkoj pruzi i drugoj prometnici teče sigurno te da je zajamčena sigurnost svih sudionika u prometu. Između uku-

pnog broja ŽCP na prugama država EU-a i broja nesreća na ŽCP utvrđena je (ERA, 2023.) statistički jaka i pozitivna veza ($r=0,70$; $p<0,01$). Ovaj nalaz dodatno potvrđuje neodgovorno ponašanje korisnika ŽCP kao glavni čimbenik nastanka nesreća u željezničkom prometu. Poseban sigurnosni problem predstavlja veliki broj pasivnih ŽCP. Naime, na željeznicama EU od ukupno oko 96 000 ŽCP pasivno osigurani ŽCP čine oko 42 %. Pasivni ŽCP obično su opremljeni s Andrijinim križem, ali ne osiguravaju nikakvo aktivno upozorenje korisnicima cestovnoga prometa. Obično veći broj pasivno osiguranih ŽCP korelira i s većim brojem nesreća na ŽCP. No, na željeznicama država EU-a veza između broja pasivnih ŽCP i broja nesreća ($r=0,68$; $p<0,01$) nešto je slabija nego veza između ukupnog broja ŽCP i broja nesreća. Ovo upućuje na zaključak da je eliminiranje ŽCP najefikasniji način za povećanje sigurnosti u željezničkom prometu.

Na prugama malih europskih željezničkih sustava nalazi se 16 805 željezničko-cestovnih prijelaza, odnosno na svakih 2,03 km pruge malih željezničkih sustava dolazi jedan željezničko-cestovni prijelaz. To znači da na svakih 100 km pruga malih željezničkih sustava dolazi 49,26 željezničko-cestovnih prijelaza. Najveći broj ŽCP je na prugama Nizozemske (2281), slijede je željeznice Srbije (2131) i željeznice Slovačke (2071); (Eurostat).



Slika 1. Željezničko-cestovni prijelazi na prugama malih europskih željeznica

Figure 1. Level Crossings on the lines of small European railways

Unapređenje sigurnosti prometno-upravljačkog i signalno-sigurnosnog podsustava treba imati ključno mjesto u strategiji poboljšanja sustava upravljanja sigurnosti kod upravitelja infrastruktura. Sigurnost je prema definiciji stanje sustava u

zoni dopuštenoga rizika. To znači da željeznički sustav mora raditi u zoni sigurnosti, ali se određena razina preostalog rizika ne može izbjeći (Delač, 2023.). U skladu s time, glavni izazov za sigurnost željeznice jest smanjiti broj željezničko-cestovnih prijelaza jer automobili, biciklisti, pješaci i drugi sudionici u prometu mogu doći u izravan kontakt s vlakovima i drugim željezničkim vozilima u kretanju. Tako se u razdoblju od 2010. do 2022. ukupan broj željezničkih prijelaza u EU (Potenza, 2022.) smanjio za 17,8 % (sa 114.424 na 94.050), dok se broj nesreća na ŽCP sa smrtnim ishodom smanjio za 58,87 %. U relativnim brojevima, broj željezničko-cestovnih prijelaza najviše je smanjen u promatranom razdoblju u Grčkoj (-43,2 %), nordijskim zemljama: Švedskoj (-39,9 %), Danskoj (-38,5 %) i Finskoj (-34,4 %), kao i u Austriji (-34,0%). U apsolutnim brojevima broj željezničko-cestovnih prijelaza najviše je smanjen u Švedskoj (-4 540; -39,9 %), zatim u Francuskoj (-4 047; -22,0 %) i Njemačkoj (-3 852; 22,1 %). Poseban sigurnosni problem predstavljaju pasivni željezničko-cestovni prijelazi. Na prugama EU-25 država + Norveška i Švicarska nalazi se 41.423 pasivna ŽCP-a ili jedan na svakih 5,1 kilometara pruge, odnosno 19,61 na 100 km pruge.

BDP i sigurnost u željezničkom prometu

Prema indeksu učinkovitosti koji je razvila *Boston Consulting Group* (BCG) željeznice država bivšeg istočnog bloka pokazuju daleko lošije rezultate u kategoriji sigurnosti u odnosu na visokorazvijene zapadne europske države (Duranton et al., 2017.), što implicira povezanost sigurnosti u željezničkom prometu i gospodarske razvijenosti država mjereno BDP/p.c. Tako su prema BCG u željeznice četvrte skupine ili „loše“ željeznice svrstane: litvanske, slovenske, mađarske, latvijske, slovačke, poljske, portugalske, rumunjske i bugarske željeznice. Ovim istraživanjem, izuzev slovenskih željeznica, nisu bile obuhvaćene željeznice drugih novonastalih država s područja bivše Jugoslavije (Pupavac, Kršulja, 2023.). Veći BDP podrazumijeva i mogućnost većih investicija u željezničku prometnu infrastrukturu, a time i povećanje razine sigurnosti u željezničkom prometu.

Deskriptivna statistika BDP/p.c. država malih europskih željezničkih sustava dana je u Tablici 3 (izračun autora prema Eurostatu).

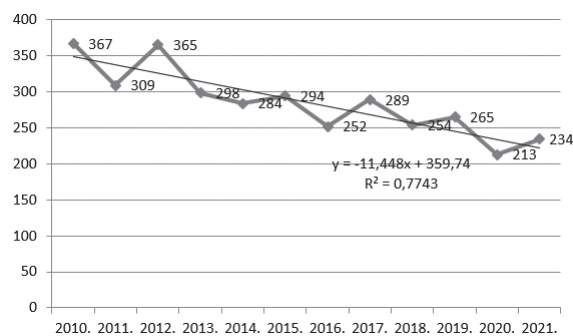
Tablica 3. Deskriptivna statistika BDP/p.c. država malih europskih željezničkih sustava**Table 3. Descriptive statistics of GDP/p.c. country of small European railway systems**

	BDP/pc
MEAN case 1-18	35646,1667
MEDIAN case 1-18	22737,5
SD case 1-18	35506,2914
VALID_N case 1-18	18
SUM case 1-18	641631
MIN case 1-18	6259
MAX case 1-18	134925
_25th% case 1-18	9484
_75th% case 1-18	51472

Među 18 odabranih država najniži BDP/p.c. ima Albanija i iznosi svega 6 259 €. Najveći BDP/p.c. ostvaruju građani Luksemburga u iznosu od 134 925 €.

Problem istraživanja

U 2022. godini na željeznicama EU dogodilo se 1.615 ozbiljnih nesreća u kojima je poginulo 808 osoba, a ozbiljno ozlijeđeno 593 osobe. U 2022. više od polovice smrtnih slučajeva u željezničkim nesrećama u EU-u uključivale su neovlaštene osobe na pruzi (64,1 %), a gotovo jedna trećina dogodila se na željezničko cestovnim prijelazima (28,6 %). Broj smrtnih slučajeva na ŽCP željeznica EU-a za razdoblje od 2010. do 2021. godine prikazan je slikom 2; (priredili autori prema Eurostatu).



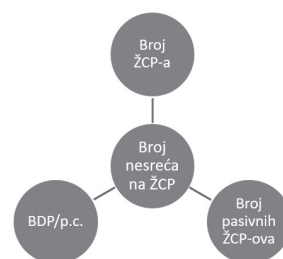
Slika 2. Broj smrtnih slučajeva na željezničko-cestovnim prijelazima željeznica EU

Figure 2. Number of fatalities on level crossings railways of the EU

Na temelju slike 2 razvidan je silazni trend broja nesreća sa smrtnim ishodom na ŽCP željeznica EU. Kada bi se uočeni trend nastavio 2030. godine, broj smrtnih slučajeva na ŽCP željeznica EU-a iznosio bi 120, dok bi se broj smrtnih slučajeva na ŽCP EU-a za 32 godine doveo na nulu. No, zamjetno je usporavanje i stagniranje ovoga trenda posljednjih pet godina što govori o dostizanju izvjesnog *platoa* broja smrtnih slučajeva na ŽCP željeznica EU-a. Najmanji broj smrtnih slučajeva na ŽCP željeznica EU-a zabilježen je 2020. godine u vrijeme COVID-19 krize da bi se već u 2021. godini broj nesreća sa smrtnim ishodom vratio na pred COVID-19 vrijednosti. Navedeno upućuje na zaključak da mjere koje se poduzimaju za povećanje sigurnosti na ŽCP nisu dovoljne.

Koncept istraživanja

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



Slika 3. Konceptualni model istraživanja

Figure 3. Conceptual research model

Konceptualnim modelom definira se broj nesreća na željezničko-cestovnim prijelazima. Broj nesreća na željezničko-cestovnim prijelazima određen je brojem ŽCP, brojem pasivnih ŽCP-ova i BDP/p.c. U skladu s tim, postavljene su sljedeće tri hipoteze:

- H1: Između ukupnog broja ŽCP malih europskih željezničkih sustava i broja nesreća na ŽCP postoji statistički značajna pozitivna veza.
- H2: Između ukupnog broja pasivnih ŽCP malih europskih željezničkih sustava i broja nesreća na ŽCP postoji statistički jaka i pozitivna veza.
- H3: Između BDP/p.c. i broja nesreća na ŽCP malih europskih željezničkih sustava postoji statistički značajna negativna veza.

PODACI I METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA

Dokazivanje postavljenih znanstvenih hipoteza temelji se na podacima iz Tablice 4 koji su prikupljeni iz različitih sekundarnih izvora podataka; (Eurostat, World Economic Outlook Database, 2023, Common Safety Indicators data reported by National Safety Authorities).

Tablica 4. ŽCP, BDP/p.c. i broj nesreća na malim europskim željezničkim sustavima

Table 4. LCs, GDP/p.c. and the number of accidents on small European railway systems

Država	ŽCP	PŽCP	BDP/p.c.	BN
Crna Gora	34	4	9433	16
Luksemburg	115	11	134925	3
Sjeverna Makedonija	248	142	6698	46
Albanija	125	86	6259	17
BiH	491	411	6800	60
Slovenija	690	347	29338	34
Estonija	535	357	27716	42
Irska	909	678	101983	1
Litva	635	204	23728	6
Latvija	650	143	21014	25
Grčka	1234	292	20135	28
Danska	874	111	69466	8
Portugal	824	343	24703	50
Hrvatska	1498	836	17770	53
Nizozemska	2281	570	58960	61
Srbija	2131	1591	9484	253
Belgija	1650	204	51472	70
Slovačka	2071	1000	21747	85

Tablica 5. Korelacijska analiza

Table 5. Correlation analysis

Korelacijska matrica Označene su korelacije za vrijednost $p < 0,05$ $N=18$						
	Means	Std.Dev.	ŽCP	PŽCP	BDP/pc	BN
ŽCP	944,17	713,98	1,000000	0,749624	-0,024335	0,626861
PŽCP	407,22	405,35	0,749624	1,000000	-0,165745	0,823616
BDP/pc	35646,17	35506,29	-0,024335	-0,165745	1,000000	-0,335960
BN	47,67	56,86	0,626861	0,823616	-0,335960	1,000000

Na ŽCP malih europskih željezničkih sustava u razdoblju od 2017. do 2021. dogodilo se 858 nesreća. Najveći broj nesreća dogodio se na željeznicama Srbije 253 ili 29,48 %. Slijede željeznice Slovačke i željeznice Belgije s 85, odnosno 70 nesreća respektivno.

Kako bi se dokazale postavljene znanstvene hipoteze uporabljen je veći broj znanstvenih metoda od kojih se izdvajaju metode analize i sinteze, komparativna znanstvena metoda te metode deskriptivne statistike i metoda korelacijske analize.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I RASPRAVA

Na temelju prikupljenih podataka u Tablici 4 provedena je korelacijska analiza (Tablica 5) kojom je utvrđena jakost veza između broja nesreća (BN) s jedne strane i ukupnog broja ŽCP, broja pasivnih ŽCP i BDP/p.c. s druge strane; (izračun autora).

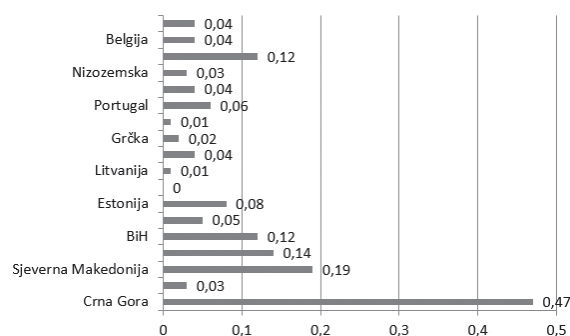
Na temelju podataka iz Tablice 5 osim jačine veza između spomenutih varijabli očito je da na malim europskim željezničkim sustavima u prosjeku ima 944 ŽCP ($SD=714$). Od toga je prosječno 407 pasivnih ŽCP ($SD=405$). U promatranom razdoblju prosječno se po jednom malom europskom željezničkom sustavu dogodilo 47.67 nesreća ($SD=57$). Prosječan BDP/p.c. u odabranim državama iznosi 35.646 € ($SD=35\ 506$).

U nastavku ove znanstvene rasprave navode se argumenti u prilog dokazivanja, odnosno opovrgavanja postavljenih hipoteza.

H1: Između ukupnog broja ŽCP malih europskih željezničkih sustava i broja nesreća na ŽCP postoji statistički značajna i pozitivna veza

Provedena korelacijska analiza potvrdila je postojanje statistički značajne, pozitivne i srednje jake veze ($r=0,62$; $p<0,01$) između broja nesreća na ŽCP s jedne strane i ukupnog broja željezničko-cestovnih prijelaza s druge strane. Na temelju toga hipoteza H1 može se prihvatiti. Naime, očigledno je da se nesreće zbog nepažnje i neodgovornog ponašanja korisnika ŽCP često događaju i na aktivno osiguranim ŽCP. Aktivnim osiguranjem ŽCP smanjuje se, ali u potpunosti ne eliminira rizik nastanka nesreća sa smrtnim ishodom, i to upravo zbog neodgovornog ponašanja korisnika ŽCP. Dobiveni nalaz upućuje na važnost eliminiranja ŽCP, ali i poduzimanje preventivnih akcija i jačanje kulture sigurnosti korisnika željezničko-cestovnih prijelaza.

Broj nesreća po jednom ŽCP malih europskih željezničkih sustava dan je slikom 4; (izračun autora).



Slika 4. Broj nesreća po jednom željezničko-cestovnom prijelazu malih europskih željezničkih sustava, 2017.-2021.

Figure 4. Number of accidents per level crossings of small European railway systems, 2017-2021.

Najveći broj nesreća po jednom ŽCP u promatranom razdoblju zabilježen je na željeznica-

ma Crne Gore (0,47), Sjeverne Makedonije 0,19, Albanije 0,14, Srbije i Bosne i Hercegovine 0,12. Dobiveni nalaz upućuje na zaključak o manjoj razini sigurnosti na ŽCP željeznica država izvan EU.

H2: Između ukupnog broja pasivnih ŽCP malih europskih željezničkih sustava i broja nesreća na ŽCP postoji statistički jaka i pozitivna veza

Provedena korelacijska analiza potvrdila je postojanje statistički značajne, pozitivne i jake veze ($r=0,82$; $p<0,01$) između broja nesreća na ŽCP s jedne strane i ukupnog broja pasivnih željezničko-cestovnih prijelaza malih europskih željezničkih sustava s druge strane. Na temelju toga hipoteza H2 može se prihvatiti. U odnosu na ukupan broj ŽCP relativno najveći broj pasivnih ŽCP imaju Bosna i Hercegovina 84 %, Srbija (75 %) i Irska (75 %). Najmanji relativni udio pasivnih ŽCP imaju željeznice Luksemburga (9,57). Jačina veze između broja nesreća na ŽCP i ukupnog broja pasivnih željezničko-cestovnih prijelaza izraženija je kod malih europskih željeznica ($r=0,82$; $p<0,01$) u odnosu na željeznice država EU ($r=0,68$). Sukladno tome, aktivna zaštita ovih prijelaza značajno bi pridonijela podizanju razine sigurnosti na malim europskim željezničkim sustavima.

H3: Između BDP/p.c. i broja nesreća na ŽCP malih europskih željezničkih sustava postoji statistički značajna i negativna veza

Provedena korelacijska analiza nije potvrdila postojanje statističke značajne negativne veze između BDP/p.c. i broja nesreća na ŽCP malih europskih željeznica ($r=-0,33$; $p>0,05$). Između BDP/p.c. i broja nesreća na ŽCP utvrđena je negativna, ali ne i statistički značajna veza, čime se hipoteza H3 može odbaciti.

U Tablici 6 dan je sažeti pregled rezultata testiranih hipoteza.

Tablica 6. Rezultati testiranja hipoteza**Table 6. Results of hypothesis testing**

Hipoteze	Rezultati
H1: Između ukupnog broja ŽCP malih europskih željezničkih sustava i broja nesreća na ŽCP postoji statistički značajna i pozitivna veza.	Prihvaća se
H2: Između ukupnog broja pasivnih ŽCP malih europskih željezničkih sustava i broja nesreća na ŽCP postoji statistički jaka i pozitivna veza.	Prihvaća se
H3: Između BDP/p.c. i broja nesreća na ŽCP malih europskih željezničkih sustava postoji statistički značajna i negativna veza.	Odbacuje se

ZAKLJUČAK

U ovome radu analizirano je stanje sigurnosti na ŽCP malih europskih željezničkih sustava u razdoblju od 2017. do 2021. godine. U promatranom razdoblju na ŽCP malih europskih željezničkih sustava dogodilo se 858 nesreća. Najveći broj nesreća po jednom ŽCP u promatranom razdoblju zabilježen je na malim europskim željezničkim sustavima država Zapadnog Balkana, odnosno država koje se nalaze izvan Europske unije. Istraživanje povezanosti između broja nesreća i broja ŽCP na malim europskim željezničkim sustavima daje za pravo da se s visokom pouzdanošću prihvate hipoteze 1 i 2 koje sugeriraju da ukupan broj ŽCP i ukupan broj pasivnih željezničkih prijelaza imaju značajan utjecaj na broj nesreća. Dobiveni nalaz upućuje na zaključak da je za podizanje razine sigurnosti u željezničkom prometu malih europskih željezničkih sustava nužno pristupiti smanjenju i/ili potpunom eliminiranju ŽCP, aktivnom osiguranju pasivnih ŽCP, prikupljanju podataka i temeljitoj analizi svakog izvanrednog događaja i nesreće na njima, kontinuiranom znanstveno utemeljenom upravljanju rizicima i određivanju sigurnosnih prioriteta te dodatnoj izgradnji i jačanju kulture sigurnosti u prometu. Nepoduzimanje ovih mjera ili njihovo neopravdano odlaganje znači da će ŽCP i dalje predstavljati značajnu opasnost za aktivne sudionike u prometu i udaljavati europske željeznice od zajedničkog cilja, a to su održive i sigurne željeznice. Najveća prijetnja korisnicima željezničko-cestovnih prijelaza jesu oni sami.

LITERATURA

Characteristics of the Railway Network in Europe, dostupno na: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Characteristics_of_the_railway_network_in_Europe&oldid=630734#Level_crossings_on_railway_tracks_remain_an_important_safety_issue pristupljeno: 10.8.2024.

Comon Safety Indicators dana reported by National Safety Authorities

Delač, Ž: Sigurnost željezničkih signalno-sigurnosnih uređaja, *Željeznice*, 21, 2023., 2, 7-16.

Duranton, S., Audier, A., Hazan, J., Langhorn, M. P., Gauche, V.: *The 2017 european railway performance index*. Technical report, Boston Consulting Group, 04 2017.

ERA (2022). Report on Railway Safety and Interoperability in the EU 2022, European Union Agency for Railways.

ERA (2023). Report on Railway Safety and Interoperability in the EU 2023, European Union Agency for Railways.

Level Crossings Safety Improvement Project Report, Permanent Secretariat of the Transport Community, 2022., dostupno na: https://www.transport-community.org/wp-content/uploads/2022/12/Report_about_Level_Crossings.pdf, pristupljeno: 30.5.2024.

Potenza, G.: Level crossing safety in the EU, *11th Technical Committee on Railway Transport Community Treaty – 10 February 2022*, European Union Agency for Railways.

Pupavac, D., Kršulja, M.: Procjena indeksa učinkovitosti željeznica država jugoistočne Europe, *Željeznice*, 21, 2023., 2, 17-26.

Railway safety statistics in the EU, dostupno na: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Railway_safety_statistics_in_the_EU, pristupljeno: 24.4.2024.

Total length of the railway lines in use in Europe in 2022, by country, dostupno na: <https://www.statista.com/statistics/451500/length-of-railway-lines-in-use-in-europe>, pristupljeno: 10.8.2024.

World Economic Outlook Database, October 2023, IMF.org, dostupno na: www.hzinfra.hr, pristupljeno: 17.6.2024.

ANALYSIS OF SAFETY STATE ON LEVEL CROSSINGS OF SMALL EUROPEAN RAILWAY SYSTEMS

SUMMARY: The main goal of this paper is to investigate the state of safety at railway-road crossings (LCs) of small European railway systems. Small railway systems in this paper mean the railways of European countries with a railway network length less than the median value (3,907 km) of the EU-25 railways, plus the railways of Switzerland and Norway. The set three hypotheses are proven by the methods of descriptive statistics and the method of correlation analysis. The main finding of this paper confirms a statistically significant relationship between the number of LCs and the number of accidents. The obtained findings point to the necessity of reducing and/or completely eliminating LCs in order to ensure the desired level of railway traffic safety.

Key words: *European railways, small railway systems, level crossings, safety, accidents*

Original scientific paper

Received: 2024-08-19

Accepted: 2025-02-08