

NORBERT PAVLOVIĆ*, MARTIN STARČEVIĆ**, IVAN BELOŠEVIĆ***, MLADEN NIKŠIĆ****

BEZBEDNOST NA PUTNO-PRUŽNIM PRELAZIMA KOMPARATIVNA ANALIZA IZMEĐU SRBIJE I HRVATSKE SAFETY AT LEVEL CROSSINGS A COMPARATIVE ANALYSIS BETWEEN SERBIA AND CROATIA

UDK 656.2/656.2+654.9

REZIME:

Putno-pružni prelazi su mesta povećanog bezbednosnog rizika, kako sa aspekta železničkog saobraćaja, tako i sa aspekta drumskog saobraćaja. Nesreće na putno-pružnim prelazima, po pravilu, završavaju se smrtnim posledicama i velikom materijalnom štetom. Sve značajne statistike nesreća ukazuju da, u gotovo 95 % svih nesreća na putnim prelazima, odgovornost pada na učesnike u drumskom saobraćaju (vozači motornih vozila, biciklisti i pešaci) koji se nisu pridržavali saobraćajnih propisa. Iz tog razloga putno-pružni prelazi moraju biti propisno osigurani. U ovom radu je prikazano trenutno stanje bezbednosti na putno-pružnim prelazima na prugama Republike Srbije i Republike Hrvatske, te napravljena komparativna analiza kako bi se predložile moguće mere poboljšanja bezbednosti na putno-pružnim prelazima.

Ključne reči: putno-pružni prelazi, bezbednost, komparativna analiza, mere poboljšanja, nesreća

SUMMARY:

Level crossings are points of increased safety risk, both from the aspect of rail traffic, and from the aspect of road traffic. Accidents at level crossings, as a rule, are with fatal consequences and great damage. All significant accident statistics indicate that, in almost 95 % of all accidents at level crossings, the responsibility falls on road traffic participants (drivers of motor vehicles, cyclists and pedestrians) who did not comply with traffic regulations. For this reason, level crossings must be properly secured. In this paper, the current state of safety at level crossings on the railways of the Republic of Serbia and the Republic of Croatia will be presented, and a comparative analysis will be made in order to propose possible measures to improve safety at level crossings.

Key words: level crossings, safety, comparative analysis, measures of improvement, railway accidents

* Prof. dr Norbert Pavlović, Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet, Beograd, Vojvode Stepe 305, norbert.busf@gmail.com

** Doc. dr Martin Starčević, Sveučilište u Zagrebu – Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, Vukelićeva 4, martin.starcevic@fpz.unizg.hr

*** Prof. dr Ivan Belošević, Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet, Beograd, Vojvode Stepe 305, i.belosevic@sf.bg.ac.rs

**** Prof. dr Mladen Nikšić, Sveučilište u Zagrebu – Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, Vukelićeva 4, mladen.niksic@fpz.unizg.hr

1. UVOD

Putno-pružni prelazi su mesta gde drumske saobraćajnice prelaze preko železničke pruge, odnosno, u građevinskom smislu, mesto ukrštanja kolovoza sa gornjom ivicom šina koja se nalazi u toj ravni. Zbog velikih razlika u brzinama kretanja drumskih i železničkih vozila, njihovih masa, a posebno dužine zaustavnog puta, ta mesta su vrlo opasna zbog mogućnosti sudara i predstavljaju veliki bezbednosni izazov zbog kompleksnih socijalno-tehničkih sistema koji uključuju interakciju između različitih korisnika drumskog saobraćaja, železničkih operatera i infrastrukturnih pod sistema [1]. Nesreće na putno-pružnim prelazima su u medijima, uglavnom, na pogrešan način predstavljene što dovodi do generalnog mišljenja u javnosti da je to problem železničkog sektora. Nažalost, statističke analize ukazuju da je glavni uzrok nesreća ponašanje korisnika drumskog saobraćaja (vozača motornih vozila, biciklista i pešaka) koji se svesno ili nesvesno nisu pridržavali saobraćajnih propisa [2]. U proseku, broj poginulih lica na putno-pružnim prelazima predstavlja jednu trećinu svih poginulih u železničkom saobraćaju, a samo 1-2 % poginulih lica u drumskom saobraćaju. Iz tog razloga, putno-pružni prelazi ne predstavljaju veliki bezbednosni problem drumskog sektora [3].

Kako su putno-pružni prelazi mesta povećanog rizika, oni moraju biti propisno osigurani. Osnovna podela sistema osiguranja putno-pružnih prelaza deli se na pasivne i aktivne sisteme osiguranja. Pasivni sistemi su opremljeni saobraćajnim znacima upozorenja, koji su fiksni i ne menjaju svoje stanje u odnosu na prolazak železničkih vozila. Tu spadaju saobraćajni znak obaveznog zaustavljanja „STOP“ i saobraćajni znak „ANDREJIN KRST“ uz osiguranu zonu potrebne preglednosti sa puta na prugu (slika 1). Kod pasivnog osiguranja, učesnici u drumskom saobraćaju su odgovorni za osmatranje saobraćajne situacije.



Slika 1. Pasivno osiguranje putno-pružnog prelaza (izvor: slike autora rada)

Aktivno osiguranje putno-pružnog prelaza je bilo koje osiguranje u kojem dolazi do promene stanja sistema (svetlosno-zvučnog i/ili mehaničkog) u odnosu na dolazak železničkog vozila, a može ga kontrolisati ručno ovlašćeni radnik na samom prelazu ili daljinski iz službenog mesta. Aktivni sistemi osiguranja mogu biti implementirani upotrebom svetlosno-zvučne signalizacije sa ili bez polubranika i ručno kontrolisanim punim branicima (slika 2).



Slika 2. Aktivna osiguranja putno-pružnih prelaza (izvor: slike autora rada)

Najefikasniji način sprečavanja nesreća na putno-pružnim prelazima je potpuna denivelacija železničkog i drumskog saobraćaja izgradnjom nadvožnjaka ili podvožnjaka. Međutim, zbog velikih novčanih izdataka, često i zbog tehnoloških neopravdanosti takvih projekata, u većini slučajeva nije moguće na ovaj način dovesti do povećanja bezbednosti. Postoje i drugi načini poboljšanja bezbednosti, a mogu se podeliti

u tri različite kategorije: tehnička rešenja osiguranja putno-pružnih prelaza, državni i međudržavni programi bezbednosti i edukativne kampanje [4].

Kako je ponašanje vozača glavni uzrok svih nesreća, tehnička rešenja osiguranja putno-pružnih prelaza se usredsređuju na mehanizme sprečavanja učesnika u drumskom saobraćaju kršenja saobraćajnih propisa (svesno ili nesvesno). Neka od rešenja podrazumevaju napredne sisteme skeniranja i prepoznavanja registarskih tablica automobila, koji prelaze putno-pružne prelaze u trenutku kada su aktivirani signali za prolazak železničkoga vozila [5]. Informacije bi se sa skenera automatski prebacivale u bazu nadležne policijske stanice, a kako većinom ne postoje sistemski podaci o vozilima koja bezbedno pređu preko prelaza na kojem je već najavljeno približavanje železničkog vozila, ovakvim bi se rešenjima došlo do kvalitetnih statističkih podataka o ponašanju vozača, te bi se represivnim merama uticalo na dalje ponašanje svih učesnika u saobraćaju. Takođe, postoje predlozi primene inteligentnog sistema nadzora putno-pružnog prelaza, koji simultano daje informacije upozorenja i mašinovođi i vozačima drumskih vozila koristeći dvosmernu komunikaciju [6]. Ovakav sistem uključuje upotrebu posebnih kamera sa senzorima koji uočavaju vozila na kritičnom području putno-pružnog prelaza koje onda šalju te informacije železničkom vozilu u dolasku, a podaci o smeru, brzini i vremenu približavanja voza se prikazuju na informacionim ekranima postavljenim ispred samog putno-pružnog prelaza.

U nekim slučajevima dolazi do situacije da vozila ili pešaci ostanu unutar područja prilaza dok su branici spuštenu, pa autori [7] predlažu instalaciju uređaja za uočavanje prepreka upotrebom laserskih zraka koji bi se uključio nakon zatvaranja prelaza. Kada bi bilo koji objekat (osoba ili automobil) prekinuo laserski zrak unutar područja putno-pružnog prelaza, primopredajnik bi nadolazećem železničkom vozilu automatski slao informaciju o neosiguranom prelazu. Kako bi se uticalo na vozače, koji neprimerenim brzinama prilaze putno-pružnim prelazima, autori [8] predlažu niz mera kojima je cilj usporavanje vozila: ugradnja reflektujućih oznaka u kolovozu, upotreba elektronskih saobraćajnih znakova koji se uključuju samo pri nailasku železničkog vozila, upotreba LCD panela koji se uključuju kada je prelaz osiguran, a na kojima su obaveštenja o represivnim merama za vozače koji se ne pridržavaju saobraćajnih pravila i ugradnja u kolovoz izdignutih traka koje vibriraju i stvaraju zvuk pri prelazu vozila.

Osim tehničkih rešenja za povećanje nivoa bezbednosti, veliki naglasak je i na nacionalnim i međunarodnim

edukativnim kampanjama kako bi se podigla svest o opasnostima na putno-pružnim prelazima svih njihovih korisnika. Jedan od najstarijih obrazovnih programa u svetu je Operation Lifesaver iz Sjedinjenih Američkih Država koji je započeo s radom 1972. godine [9]. Program je pokrenula železnička kompanija Union Pacific Railroad kao šestonedeljnu javnu kampanju u saveznoj državi Ajdaho. U početku se program sastojao od običnih poster-prezentacija praćenih audio-porukama. Danas kampanja Operation Lifesaver dopire do više miliona ljudi putem edukativnih prezentacija, multimedijalnih igara, postera i socijalnih mreža na internetu. Takođe, jedan od najvažnijih edukativnih programa je i Međunarodni dan svesnosti o opasnostima na putno-pružnim prelazima ILCAD (eng. International Level Crossing Awareness Day) kojim koordinira Međunarodna železnička unija (UIC) [10]. Kampanja ILCAD-a je prvi put pokrenuta u junu 2009. godine, s ciljem podsticanja svessti korisnika drumskog saobraćaja i pešaka o opasnostima na putno-pružnim prelazima i oko njih, kao i o potrebi promene ponašanja svih učesnika u saobraćaju [11].

Bezbednost na putno-pružnim prelazima predstavlja globalni problem u bezbednom odvijanju železničkog saobraćaja, pa ga kao takvog i treba sagledavati jer jednako pogađa i razvijene i manje razvijene železničke sisteme.

Cilj ovog rada je komparativna analiza bezbednosti na putno-pružnim prelazima između Republike Hrvatske i Republike Srbije. Kako je Republika Hrvatska članica Evropske unije, potrebno je identifikovati ključne razlike bezbednosnih aspekata, a kako bi se preduzele potrebne mere u svrhu povećanja bezbednosti i približavanju EU standardima na evropskom putu Republike Srbije.

2. PUTNO-PRUŽNI PRELAZI NA TERITORIJI REPUBLIKE HRVATSKE I REPUBLIKE SRBIJE

Postoje dva osnovna načina ukrštanja puta i pruge. To su ukrštanje puta i pruge van nivoa i ukrštanje puta i pruge u nivou. Ukrštanje puta i pruge van nivoa podrazumeva izgradnju podvožnjaka ili nadvožnjaka, tako da je fizički kontakt vozila ova dva vida saobraćaja nemoguć. Prednost izgradnje ovakvih putnih prelaza je što nude najviši nivo bezbednosti. Međutim, imaju jedan veliki nedostatak, a to je što jedan ovakav prelaz zauzima veliku površinu oko samog mesta ukrštanja puta i pruge (denivelisani prilaz drumske saobraćajnice samom mestu ukrštanja puta i pruge), što implicira velike investicije. Iz tog razloga, izgradnja ovakvih putnih prelaza mora da bude opravdana.

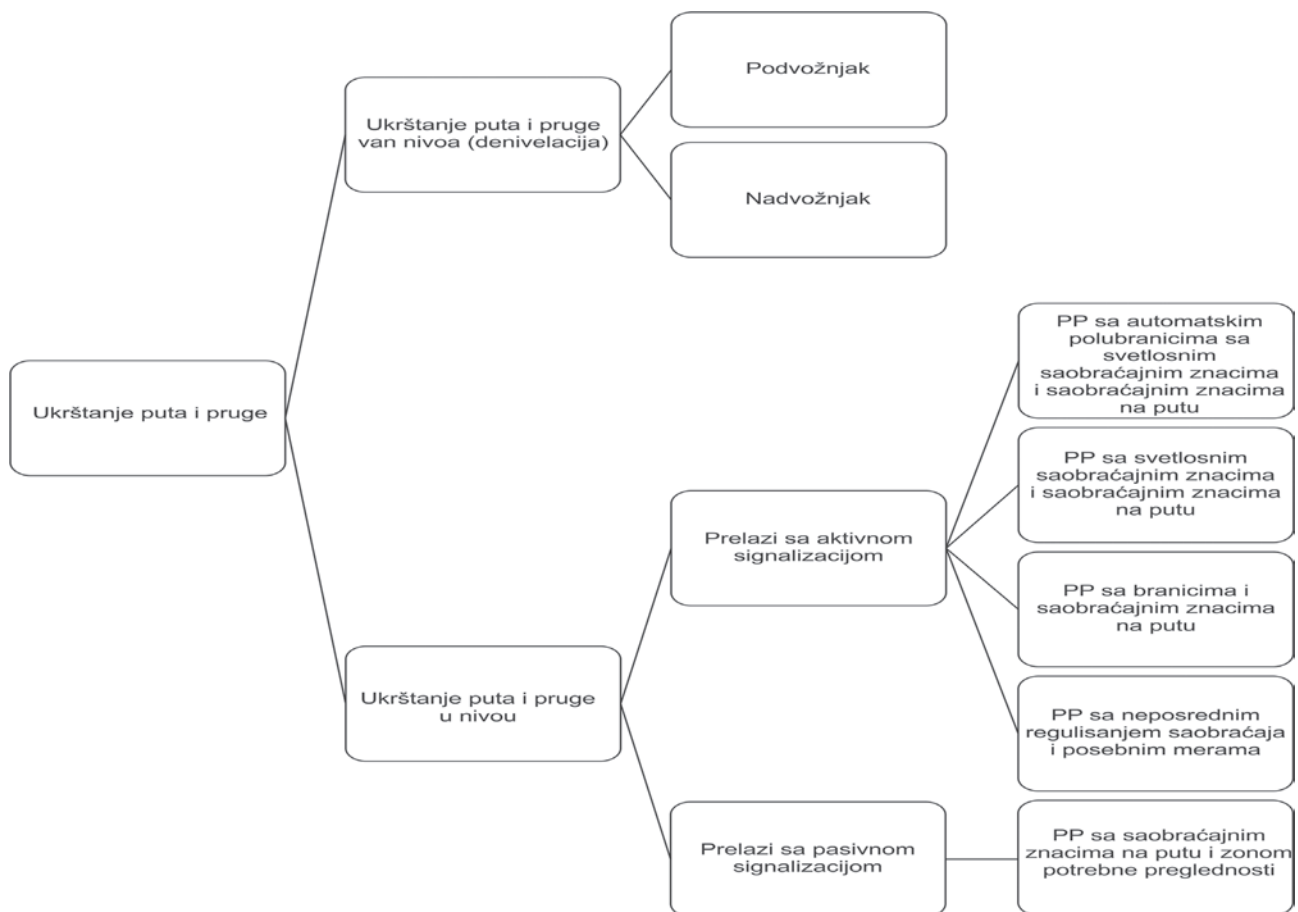
Osnovna podela putno-pružnih prelaza u nivou je podela u dve velike kategorije: putni prelazi sa aktivnom i putni prelazi sa pasivnom signalizacijom. Aktivna signalizacija kod putnih prelaza podrazumeva da su ti putni prelazi opremljeni dodatnim sredstvima koja najavljuju nailazak voza. Nasuprot ovim prelazima, putni prelazi sa pasivnom signalizacijom su opremljeni vertikalnom i horizontalnom signalizacijom za drumski saobraćaj kojima se obaveštavaju vozači na nailazak na mesto ukrštanja puta i pruge. Međutim, ovi putni prelazi ne poseduju dodatna signalna sredstva koja bi učesnicima u drumskom saobraćaju najavljivala nailazak vozova.

Detaljna podela putnih prelaza po kriterijumu vrste osiguranja prikazana je na narednoj slici (slika 3).

Imajući u vidu da definisani koridori pruga i u Hrvatskoj i u Srbiji datiraju od pre više decenija (kada su obe države bile sastavni deo nekadašnje zajedničke države), vrste osiguranja putnih prelaza su vrlo slične i podela putnih prelaza prikazana na gornjoj slici (slika 3) važi za prelaze na železničkoj mreži i Hrvatske i Srbije.

Kod putnih prelaza sa pasivnom signalizacijom potrebno je obezbediti odgovarajuću preglednost sa puta na prugu. Ta preglednost se određuje u zavisnosti od brzine drumskih i železničkih vozila, dužine i ubrzanja do postizanja brzine kojom drumski vozila prelaze preko putnog prelaza. U Hrvatskoj, ta preglednost se naziva trougao preglednosti prema važećim regulativama u Hrvatskoj. U Srbiji, od 2016. godine kada je donet važeći Pravilnik kojim se ovo pitanje reguliše, ova zona se naziva zona potrebne preglednosti. Pre usvajanja ovog pravilnika, i u Srbiji je ta zona nosila naziv trougao preglednosti. Međutim, da ne bude zabune, trougao preglednosti u Republici Srbiji se nešto drugačije proračunavao, dok trougao preglednosti u Hrvatskoj i zona potrebne preglednosti u Srbiji predstavljaju isti pojam i računaju se po istim principima.

Zona potrebne preglednosti, odnosno trougao preglednosti (prema Hrvatskoj regulativi) na posmatranom putnom prelazu se meri po osi železničke pruge, a predstavlja rastojanje od tačke koja se nalazi u preseku ose puta i pruge do tačke koja predstavlja mesto na kome se mora obezbediti vidljivost železničkog vozila pri

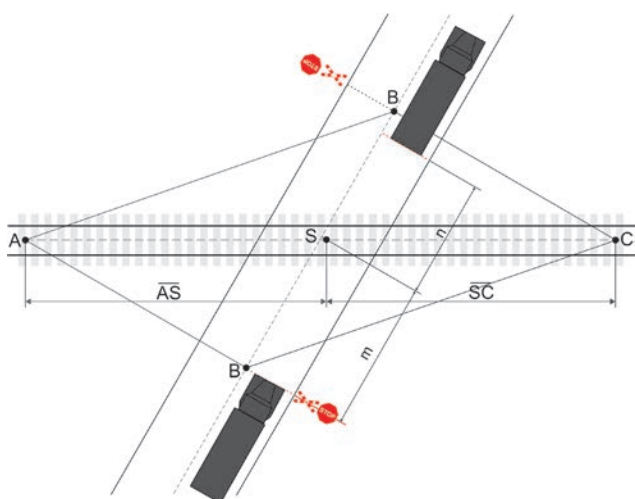


Slika 3. Podela putno-pružnih prelaza (izvor: autori rada)

njegovom približavanju putnom prelazu (posmatrano na jednu i na drugu stranu). Veličina ove zone zavisi od parametara kao što su najveće dopuštene brzine na pruzi, dužina, brzina i ubrzanje drumskih vozila.

Određuje se tako da se obezbedi da se drumska vozila blagovremeno i sigurno zaustave ispred saobraćajnog znaka kojim se signalizira mesto ukrštanja železničke pruge i puta, odnosno da vozači drumskih vozila mogu bezbedno da preduzmu aktivnosti za završetak započetog prelaska preko putnog prelaza.

Zona potrebne preglednosti je prostor određen tačkama A, B i C (slika 4). Tačka B se nalazi ispred putnog prelaza u osi kolovoza u nivou saobraćajnog znaka Andrejin krst i saobraćajnog znaka Obaveznog zaustavljanja, i za nju se određuje preglednost sa puta na prugu. Tačke A i C su locirane na pruzi, u osi koloseka i predstavljaju pozicije u kojima se voz mora videti kada se vozač drumskog vozila nalazi u tački B.



Slika 4. Trougao preglednosti (izvor: autori rada)

3. KARAKTERISTIKE ŽELEZNIČKE MREŽE U HRVATSKOJ I U SRBIJI

Ukupna građevinska dužina železničke mreže u Republici Hrvatskoj iznosi 2.617 km. Od ove dužine 2.341 km pripada jednokolosečnim prugama, što je blizu 90 %, a 276 km pripada dvokolosečnim prugama. Elektrificirano je 980 km pruga, što čini nešto više od 37 % svih pruga u Hrvatskoj. Od toga 3 km pruge je elektrificirano sistemom jednosmerne struje 3 KV, a sve ostalo naizmeničnom strujom 25 KV, 50 Hz [12].

Kada su u pitanju putno-pružni prelazi, na železničkoj mreži Hrvatske postoji 1.499 prelaza svih kategorija [13]. Detaljna raspodela putnih prelaza po vrstama osiguranja prikazana je u narednoj tabeli (tabela 1), a procentualna raspodela putnih prelaza prema osiguranju je data u tabeli 2. Iz tabela 1. i 2. se vidi da na železničkoj mreži u Hrvatskoj oko 61 % prelaza spada u prelaze sa pasivnom signalizacijom, dok 39 % čine prelazi sa aktivnom signalizacijom. Raspodela i struktura putnih prelaza u Hrvatskoj i Srbiji su grafički prikazane na slici 5.

Ukupna građevinska dužina železničke mreže u Republici Srbiji, prema Izjavi o mreži iz 2022. godine, iznosi 3.333 km [14]. Međutim, prema odluci Infrastrukture železnice Srbije oko 800 km pruga je ukinuto, tako da je železnička mreža u Srbiji sada oko 2.533 km. Imajući u vidu da su sve ukinute pruge jednokolosečne i neelektrificirane, može se reći da od postojeće dužine svih pruga u Srbiji oko 2.244 km pruga spada u jednokolosečne pruge, dok oko 289 km pruga spada u dvokolosečne. Prema tome, slično kao i na Hrvatskoj železničkoj mreži, blizu 90 % pruga spada u jednokolosečne.

Tabela 1. Raspodela putnih prelaza prema osiguranju u Hrvatskoj i u Srbiji

Država	Način osiguranja putnih prelaza				UKUPNO
	Pasivni	Ručni	Aktivna signalizacija - svetlosni signal		
			sa polubranikom	bez polubranika	
HRVATSKA	916	43	413	127	1.499
SRBIJA	1.218	196	256	10	1.680

Tabela 2. Raspodela putnih prelaza prema osiguranju u Hrvatskoj i u Srbiji (%)

Država	Način osiguranja putnih prelaza				UKUPNO
	Pasivni	Ručni	Aktivna signalizacija - svetlosni signal		
			sa polubranikom	bez polubranika	
HRVATSKA	61	3	28	8	100
SRBIJA	72	12	15	1	100



Slika 5. Procentualna raspodela putno-pružnih prelaza po vrsti osiguranja u Hrvatskoj i Srbiji

Elektrificirano je oko 1.274 km pruga, što je oko polovine železničke mreže u Srbiji. Sistem elektrifikacije u Srbiji je, kao i u Hrvatskoj, naizmeničnom strujom 25 kV, 50 Hz, s tim što je u Srbiji ovo jedini sistem elektrifikacije koji se koristi.

Na železničkoj mreži pruga u Srbiji je bilo preko 2.300 putno-pružnih prelaza. Međutim, poslednjih godina doneta je strategija po kojoj je oko 800 km nerentabilnih pruga ukinuto. Iz tog razloga, prema Izjavi o Mreži iz 2022. godine i Uredbi o kategorizaciji pruga iz 2020. godine, isključene su iz daljeg razmatranja pruge koje su ukinute. Na taj način broj putnih prelaza je redukovano na 1.680. Iz tabele 1. se vidi da na železničkoj mreži u Srbiji oko 73 % prelaza spada u prelaze sa pasivnom signalizacijom, dok 27 % čine prelazi sa aktivnom signalizacijom.

Prosečna gustina prelaza u Hrvatskoj je 0,57 prelaza po jednom kilometru pruge (jedan prelaz na svaka 2 km pruge), dok je u Srbiji ta gustina nešto veća i iznosi 0,66 prelaza na kilometar pruge.

Detaljna struktura putnih prelaza prema rangu pruge na železničkoj mreži u Srbiji je prikazana u narednoj tabeli (tabela 3).

Tabela 3. Broj i struktura putnih prelaza u Srbiji

Rang pruge	Vrsta osiguranja putnih prelaza				Broj PP
	1	2	3	4	
M	420	2	196	76	694
R	643	7	45	94	789
L	100	1	11	20	132
MN	55	0	4	6	65
SUMA	1.218	10	256	196	1.680

Gde su:

M - magistralne pruge

R - regionalne pruge

L - lokalne pruge

MN - manipulativne pruge

- 1 - putni prelazi obezbeđeni saobraćajnim znacima na putu i zonom potrebne preglednosti
- 2 - putni prelazi obezbeđeni svetlosnim saobraćajnim znacima i saobraćajnim znacima na putu
- 3 - putni prelazi obezbeđeni polubranicima i svetlosnim saobraćajnim znacima na putu
- 4 - putni prelazi obezbeđeni branicima i saobraćajnim znacima na putu.

4. BEZBENOSNI PARAMETRI U KOMPATIVNOJ ANALIZI

Srbija i Hrvatska su države sa sličnim stepenom razvijenosti železničkog sistema. Pod ovim se misli na sličnu dužinu železničke mreže, sličan odnos jednokolosečnih i dvokolosečnih pruga u odnosu na celu železničku mrežu, relativno sličan broj putno-pružnih prelaza i dr. Sa druge strane, imajući u vidu da je Hrvatska punopravna članica EU, a da Srbija to nije, interesantno je posmatrati i uporediti pojedine parametre koji karakterišu železnički saobraćaj u ove dve države. U ovom radu posmatrani su neki bezbednosni parametri železničkih sistema u ove dve države. Tu su, osim strukture putno-pružnih prelaza, posmatrane nesreće na putno-pružnim prelazima, a od vrste putno-pružnih prelaza posmatrani su i putni prelazi sa aktivnom i sa pasivnom signalizacijom.

Kao što je već pomenuto, postoji više tipova putno-pružnih prelaza koji se mogu sresti na železničkim mrežama i Srbije i Hrvatske. Neki od njih se više ne ugrađuju, a trenutno njihovo postojanje je uslovljeno činjenicom da je u vreme izgradnje pruge

takav sistem osiguranja bio u skladu sa tadašnjim zakonima. Rekonstrukcijom takvih pruga, u skladu sa novim zakonima, njihovo postojanje će biti razmotreno, a nivo osiguranja prilagođen postojećim zahtevima. Međutim, takvih prelaza ima vrlo malo i na jednoj i na drugoj železnici i u ovom radu nisu uzeti u obzir. Iz tog razloga, pažnja je posvećena najraširenijim kategorijama putnih prelaza na železničkim mrežama Srbije i Hrvatske, a to su: putni prelazi sa svetlosnim signalima i polubranicama, svetlosnim signalima i saobraćajnim znacima na putu i putni prelazi obezbeđeni saobraćajnim znacima na putu i trouglom preglednosti, odnosno zonom preglednosti.

Prema Zakonu o bezbednosti u železničkom saobraćaju iz 2018. godine, kao i prema Pravilniku o prijavljivanju, istraživanju, evidentiranju, statističkom praćenju i objavljivanju podataka o nesrećama i nezgodama iz 2021. godine, razlikujemo nesreće i nezgode, odnosno nesreće i ozbiljne nesreće. Ozbiljna nesreća je nesreća u kojoj kao posledicu imamo najmanje jedno poginulo lice, odnosno pet ili više teško povređenih lica. Imajući na umu da se naša zakonska regulativa prilagođava regulativama EU i kako su ove definicije preuzete iz evropskih, ista podela važi i u Hrvatskoj.

Ostale nesreće ne spadaju u ozbiljne. Statistički, nesreće i ozbiljne nesreće se posmatraju posebno. Pored nesreća i ozbiljnih nesreća, pravna regulativa razlikuje i nezgode. Nezgode su vrsta nesreća kod kojih nema neželjenih posledica (materijalne štete na infrastrukturi i voznim sredstvima, nema poginulih i povređenih lica). To su, obično, one vrste neželjenih događaja kod kojih je došlo do izbegnuća sudara, iskliznuća i drugih vrsta nesreća, pa samim tim nema ni posledica po sredstva i ljudstvo (radnike, putnike i treća lica).

U radu je izvršena analiza vrste i strukture putnih prelaza na železničkoj mreži Hrvatske i Srbije. Broj putnih prelaza prema ukupnoj dužini železničke mreže daje uvid u tzv. prosečnu gustinu putnih prelaza na mreži. Ovaj parametar daje prosečan broj prelaza po jednom kilometru pruge. Pored ovih parametara, posmatrani su broj nesreća i ozbiljnih nesreća po vrsti putnih prelaza za period 2017 - 2020. godina.

Indikatori kao što su nesreće, odnosno broj nastradalih i broj povređenih na putnim prelazima, mogu da daju uvid u stanje bezbednosti na putnim prelazima i eventualne sistemske propuste koji utiču na

veći broj nesreća na putnim prelazima. Takođe, taj broj, ukoliko se posmatra u odnosu na neki svedeni parametar, kao što je vozni kilometar ili sl, može da da sliku kako se bezbednost na putnim prelazima kreće iz godine u godinu. Pravilno posmatranje i analiza stanja tokom određenog perioda može da ukaže na neke probleme koji zahtevaju preduzimanje određenih aktivnosti kako bi se sprečilo dalje pogoršanje bezbednosnih parametara na mreži i došlo do porasta broja nesreća.

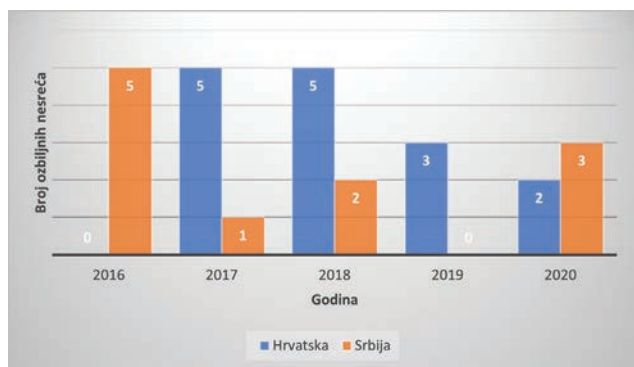
5. ANALIZA I KOMPARACIJA PARAMETARA

Jedan od parametara bezbednosti, koji je posmatran u radu, jesu ozbiljne nesreće na putno-pružnim prelazima. Ozbiljne nesreće na putnim prelazima podrazumevaju nesreće u kojima ima nastradalih i/ili povređenih lica. Ukupan broj ozbiljnih nesreća u periodu 2016 - 2020. u Hrvatskoj i Srbiji je sličan. U Hrvatskoj u pomenutom periodu je bilo 24 ozbiljnih nesreća, a u Srbiji 29. Detaljniji prikaz ozbiljnih nesreća na putno-pružnim prelazima u ovom periodu u Hrvatskoj i Srbiji je dat u narednoj tabeli (tabela 4).

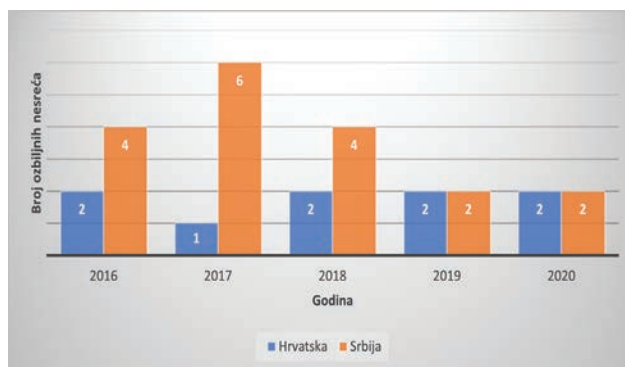
Tabela 4. Ozbiljne nesreće na putnim prelazima na mreži Hrvatske i Srbije u periodu 2016 - 2020.

Hrvatska	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.
aktivna signalizacija	0	5	5	3	2
pasivna signalizacija	2	1	2	2	2
Ukupno	2	6	7	5	4
Srbija	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.
aktivna signalizacija	5	1	2	0	3
pasivna signalizacija	4	6	4	2	2
Ukupno	9	7	6	2	5

Iz tabele 4. se vidi da je u Hrvatskoj na putno-pružnim prelazima sa aktivnom signalizacijom bilo 15 ozbiljnih nesreća, dok je na prelazima sa pasivnom signalizacijom bilo 10. Najveći broj ozbiljnih nesreća je bio 2018. i 2017. godine. Interesantno je da je broj nesreća na pasivnim prelazima tokom posmatranog perioda bio konstantan (po dve ozbiljne nesreće godišnje, osim 2017. godine kada je bila jedna ozbiljna nesreća). Grafički prikaz ozbiljnih nesreća na aktivnim i pasivnim putnim prelazima u Hrvatskoj i Srbiji po godinama za pomenuti vremenski period prikazan je na slici 6.



a)



b)

Slika 6. Broj ozbiljnih nesreća na putnim prelazima: a) sa aktivnom signalizacijom i b) sa pasivnom signalizacijom

U Srbiji je, prema statističkim podacima, broj ozbiljnih nesreća sličan u posmatranom periodu, ali je broj ozbiljnih nesreća na pasivnim prelazima (19 ozbiljnih nesreća) приметно veći nego na putnim prelazima sa aktivnom signalizacijom (11 ozbiljnih nesreća). Procentualni odnos između broja ozbiljnih nesreća na pasivnim prelazima u odnosu na aktivne prelaze u Srbiji i Hrvatskoj za posmatrani period 2016 - 2020. je prikazan u tabeli 5.

Tabela 5. Učešće ozbiljnih nesreća na aktivnim i na pasivnim putnim prelazima za period 2016 - 2020.

Država	Učešće ozbiljnih nesreća u ukupnom broj nesreća (%)		Ukupan broj ozbiljnih nesreća
	Aktivni	Pasivni	
Hrvatska	62,5	37,5	24
Srbija	37,9	62,1	29

Iz table 5. se vidi da ukupno učešće ozbiljnih nesreća na aktivnim i pasivnim putnim prelazima u Hrvatskoj i Srbiji ima obrnut odnos. Dve trećine ozbiljnih nesreća u Hrvatskoj se događa na aktivnim putnim prelazima, dok je u Srbiji to na pasivnim putnim prelazima.

Slična je situacija i kada se posmatraju nesreće na putnim prelazima. U posmatranom periodu od 5 godina, broj nesreća na putno-pružnim prelazima u Hrvatskoj i Srbiji je gotovo identičan. U Hrvatskoj taj broj iznosi 135, a u Srbiji za jednu nesreću manje. Međutim, analiza podataka o nesrećama na putnim prelazima pokazuje suprotnu situaciju u odnosu na ozbiljne nesreće. Naime, u Hrvatskoj dominiraju nesreće na pasivnim putnim prelazima, dok u Srbiji dominiraju nesreće na aktivnim putnim prelazima. Detaljniji prikaz nesreća na putnim prelazima u Srbiji i Hrvatskoj je dat u tabeli 6.

Tabela 6. Nesreće na putnim prelazima na mreži Hrvatske i Srbije u periodu 2016 - 2020.

Hrvatska	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.
aktivna signalizacija	8	9	5	9	7
pasivna signalizacija	17	22	24	15	19
Ukupno	25	31	29	24	26
Srbija	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.
aktivna signalizacija	18	24	17	16	16
pasivna signalizacija	12	6	7	10	8
Ukupno	30	30	24	26	24

Iz table 6. se vidi da je u Hrvatskoj na putno-pružnim prelazima sa aktivnom signalizacijom bilo 38 nesreća na putnim prelazima sa aktivnom signalizacijom, što je oko 28 % svih nesreća na putnim prelazima u Hrvatskoj. Na putnim prelazima sa pasivnom signalizacijom, na teritoriji Hrvatske, bilo je 97 nesreća. Najveći broj nesreća na putnim prelazima desio se 2017. godine, kada je taj broj iznosio 31. Broj nesreća na pasivnim prelazima tokom posmatranog perioda kretao se između 15 i 24, koliko se desilo 2018. godine.

U Srbiji je obrnuta situacija. Broj nesreća na putnim prelazima je znatno veći na prelazima sa aktivnom signalizacijom nego na prelazima sa pasivnom signalizacijom. Ta razlika je nešto manja bila 2016. i 2019. godine (oko 40 - 60 % u korist prelaza sa aktivnom signalizacijom), dok u ostalim godinama ta razlika ne prelazi 30 % ukupnog broja nesreća na putnim prelazima. Za Srbiju 2016. i 2017. godina su bile sa najvećim brojem nesreća na prelazima (30), dok u ostalim godinama taj broj je manji.

Grafički prikaz ozbiljnih nesreća na aktivnim i pasivnim putnim prelazima u Hrvatskoj i Srbiji po godinama za pomenuti vremenski period prikazan je na slici 7.

Procentualni odnos između broja nesreća na pasivnim prelazima i na aktivnim putnim prelazima u odnosu na ukupan broj nesreća na prelazima u Srbiji i Hrvatskoj za posmatrani period 2016 – 2020. je prikazan u narednoj tabeli (tabela 7).

Tabela 7. Učešće nesreća na aktivnim i na pasivnim putnim prelazima za period 2016 - 2020.

Država	Učešće ozbiljnih nesreća u ukupnom broju nesreća (%)		Ukupan broj ozbiljnih nesreća
	Aktivni	Pasivni	
Hrvatska	28,15	71,85	135
Srbija	67,91	32,09	134

Iz tabele 7. se vidi da, i ovde, učešće nesreća na aktivnim i pasivnim putnim prelazima u Hrvatskoj i Srbiji ima obrnut odnos. Preko 70 % nesreća na putnim prelazima u Hrvatskoj se događa na pasivnim putnim prelazima, dok je u Srbiji to na aktivnim putnim prelazima.

Pored ovih parametara, posmatran je i broj nastradalih na putnim prelazima. Smrtno nastradalo lice je lice koje je izgubilo život usled nesreće na licu mesta ili je podleglo povredama u roku od 30 dana od dana nastanka nesreće. Detaljan prikaz broja nastradalih na aktivnim i pasivnim putnim prelazima u Hrvatskoj i u Srbiji prikazan je u narednoj tabeli (tabela 8).

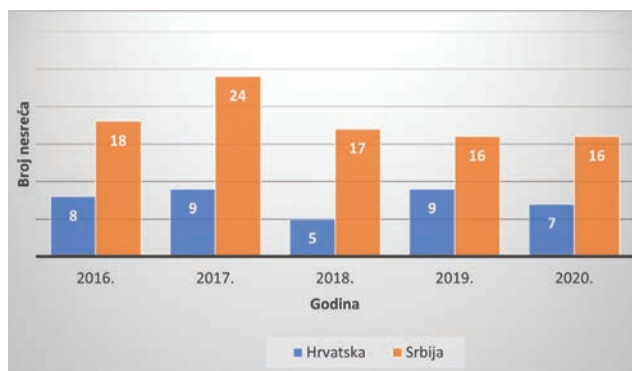
Ovaj parametar je u tesnoj vezi sa brojem ozbiljnih nesreća na putno-pružnim prelazima. Posmatrajući tabelu 8. može se приметiti da je u posmatranom periodu od 5 godina, na aktivnim putnim

prelazima u Hrvatskoj u 15 ozbiljnih nesreća, smrtno nastradalo 17 lica. Kada su u pitanju pasivni putni prelazi, u 9 nastalih nesreća smrtno je stradalo 9 lica. U Srbiji je u 11 ozbiljnih nesreća smrtno nastradalo 12 lica na putnim prelazima sa aktivnom signalizacijom. Međutim, kada su u pitanju pasivni putni prelazi pokazuje se da je u posmatranih pet godina na ovim prelazima u 18 ozbiljnih nesreća smrtno nastradalo 28 lica. Ovako veliko odstupanje u broju nastradalih u odnosu na broj ozbiljnih nesreća na putnim prelazima se javlja usled ozbiljne nesreće koja se desila 2018. godine na putnom prelazu u Međurovu gde je smrtno nastradalo osam lica. Grafički prikaz broja smrtno nastradalih u ozbiljnim nesrećama na putno-pružnim prelazima u Hrvatskoj i Srbiji dat je na narednoj slici (slika 8).

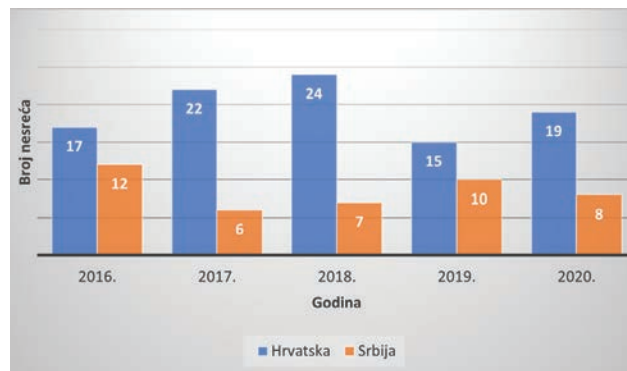
Tabela 8. Broj nastradalih lica na putnim prelazima U Hrvatskoj i Srbiji u periodu 2016 - 2020.

Hrvatska	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.
aktivna signalizacija	0	6	6	3	2
pasivna signalizacija	2	1	2	2	2
Ukupno	2	7	8	5	4
Srbija	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.
aktivna signalizacija	5	1	3	0	3
pasivna signalizacija	5	6	11	2	4
Ukupno	10	7	14	2	7

Još jedan parametar koji se često posmatra u radovima koji se bave bezbednošću na putno-pružnim prelazima je broj povređenih lica. Detaljni podaci koji se odnose na ovaj parametar je dat u narednoj tabeli (tabela 9).

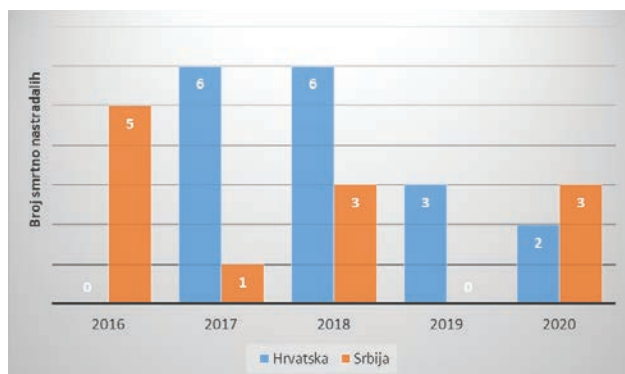
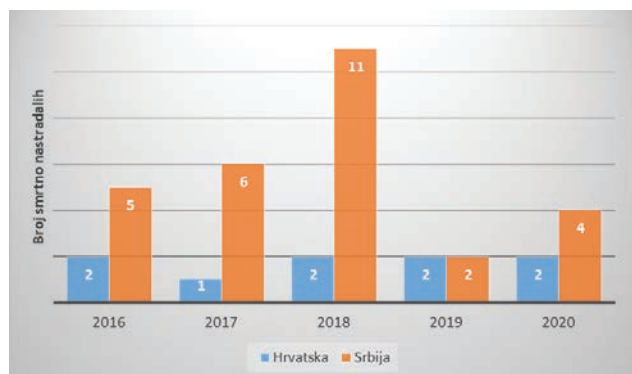


a)



b)

Slika 7. Broj nesrećana putnim prelazima: a) sa aktivnom signalizacijom i b) sa pasivnom signalizacijom



a)

b)

Slika 8. Broj smrtno nastradalih na putnim prelazima: a) sa aktivnom signalizacijom i b) sa pasivnom signalizacijom

Tabela 9. Broj teže povređenih i povređenih lica u nesrećama na putnim prelazima u Hrvatskoj i Srbiji

Hrvatska	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.
aktivna signalizacija	2	2	1	1	2
pasivna signalizacija	3	3	4	5	4
Ukupno	5	5	5	6	6
Srbija	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.
aktivna signalizacija	0	4	1	9	8
pasivna signalizacija	1	3	17	10	8
Ukupno	1	7	18	19	16

Do nekih podataka u vezi sa ovim parametrom nije bilo jednostavno doći, te su podaci dati u formi koja ne dozvoljava precizno poređenje broja povređenih u nesrećama na putnim prelazima u Hrvatskoj i Srbiji. Naime, u dokumentu „Godišnje izvješće o sigurnosti u 2020. godini“ postoje statistički podaci koji se odnose samo na teže povređena lica u nesrećama na putno-pružnim prelazima. Međutim, u Srbiji postoje statistički podaci koji se odnose na ukupan broj povređenih lica u nesrećama na putnim prelazima. Iz tog razloga u tabeli 9. se vidi da postoji značajno odstupanje u broju povređenih na mreži Hrvatske i Srbije. Prema tome podaci se mogu uzeti samo kao ilustracija.

6. ZAKLJUČAK

Putno-pružni prelazi su tačke stalnog izvora rizika od nastanka nesreća na njima, a predstavljaju mesta ukrštanja dva vida saobraćaja, železničkog i drumskog. Imajući u vidu težinu posledica nesreća na mestima ukrštanja ova dva vida saobraćaja,

bezbednost na putnim prelazima predstavlja važan segment svake države koja ima tendenciju razvoja svoje železnice.

Hrvatska i Srbija su vrlo slične države po strukturi železničkog saobraćaja. Poseduju sličnu dužinu železničke mreže i sličan broj putno-pružnih prelaza na svojoj mreži. Nisu velike ni razlike odnosa aktivnih i pasivnih prelaza u ukupnom broju putnih prelaza. Takođe, imajući u vidu da su u obe države, kao sastavnim delovima nekadašnje države Jugoslavije, decenijama važili isti zakoni i isti uslovi razvoja železničkog saobraćaja, ali i da je Hrvatska već, gotovo deceniju punopravan član EU, dok Srbija to nije, postoje sličnosti i razlike koje karakterišu ove dve države. Upravo iz tih razloga je interesantno da se uporede neke karakteristike bezbednosnih parametara na putnim prelazima u ove dve države.

Uporedna analiza pokazuje u mnogim segmentima vidljive sličnosti. Pored sličnosti u strukturi železničke infrastrukture, broju i vrsti putnih prelaza, postoje sličnosti u ukupnom broju ozbiljnih nesreća, nesreća i broju nastradalih lica. Posebno se karakteriše sličan broj ozbiljnih nesreća i gotovo isti broj nesreća za posmatrani period od 5 godina (2016 - 2020). Sa druge strane, upadljiva je razlika u odnosu ozbiljnih nesreća na putnim prelazima sa aktivnom signalizacijom, kao i ozbiljnih nesreća na pasivnim prelazima prema ukupnom broju ozbiljnih nesreća na prelazima u Hrvatskoj i Srbiji. Slično je i u slučaju nesreća. Ovi rezultati ukazuju na to da je neophodno da se izvrše dalja istraživanja koja bi uključila još neke parametre koji bi mogli da objasne ove razlike, kao što su vozni kilometri (na prugama na kojima dominiraju aktivni, odnosno pasivni putni prelazi), mesne prilike i lokacija pojedinih prelaza na kojima je došlo do nesreća. Posebnu pažnju u tim istraživanjima bi trebalo posvetiti i putnim prelazima na

kojima je došlo do ponavljanja nesreća u prethodnom periodu.

Postojeći rezultati ukazuju na činjenicu da postoji prostor za aktivnosti koje bi mogle da se preduzmu u cilju povećanja bezbednosti na putno-pružnim prelazima i smanjenju broja nesreća na njima. Kao rezultat, očekivalo bi se smanjenje broja nastradalih i povređenih lica. Te aktivnosti bi podrazumevale određene opšte mere kao što su:

1. uvođenje kamera na mestima putno-pružnih prelaza u nivou;
2. kampanje u medijima koje bi imale za cilj podizanje sveti vozača drumskih vozila da je putno-pružni prelaz u nivou potencijalno opasno mesto i da je neophodna povećana opreznost pri njihovom korišćenju;
3. unaprediti program u auto- školama gde bi se u sastavu obuke budući vozači upoznavali sa načinom funkcionisanja uređaja;
4. razvijanje novih tehničkih sredstava osiguranja koja bi maksimalno onemogućila donošenje loših odluka korisnika putno-pružnih prelaza.

ZAHVALNICA

Ovo istraživanje je podržano projektom bilateralnog projekta Hrvatska-Srbija „Efekti urbanih železničkih sistema na održivi razvoj i ekologiju u gradovima“ koji se obavlja na Fakultetu prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu i na Saobraćajnom fakultetu Univerziteta u Beogradu.

LITERATURA

- [1] Read GJM, Salmon PM, Lenn MG: Sounding the warning bells, The need for a systems approach to understanding behaviour at rail level crossings, Appl Ergon [Internet], 44(5):764–74, Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apergo.2013.01.007>, 2013.
- [2] Tordai L, Olpinski W, Schafer W, Wegele S: D1 - Report about Statistics, Database Analysis and Regulations for Level Crossing, SELCAT (Safer European Level Crossing Appraisal and Technology). Paris, 2008.
- [3] Starčević M, Barić D, Pilko H: Survey-based impact of influencing parameters on level crossings safety. Promet - Traffic&Transportation, 28(6):639–49, 2016.
- [4] Starčević M, Broz I: Current Level Crossings Safety in the Republic of Croatia, In ZIRP 2017 - International conference on traffic development, logistics & sustainable transport - new solutions and innovations in logistics and transportation, Opatija, Croatia, Faculty of Transport and Traffic Sciences University of Zagreb, p. 355–62, 2017.
- [5] Cho BK, Ryu SH, Shin DR, Jung JI: License plate extraction method for identification of vehicle violations at a railway level crossing, Int J Automot Technol, 12(2):281–9, 2011.
- [6] Bongkwan Cho JJ: A Study on Intelligent Railway Level Crossing System for Accident Prevention, Int J Railw. 3AD, 3(3):106–12.
- [7] Hiraguri S, Sato K: Current Status of Level Crossing Accidents and Solutions for Enhancing its Safety in Japan In, 10th International Level Crossing Safety and Trespassing Prevention Symposium, p. 35, Paris, 2008.
- [8] Becker M, Zemach CM, Gellert EA, Ben-shabat E, Ben-dor EY: Presented By In, 10th International Level Crossing Safety and Trespassing Prevention Symposium, p. 25, Paris, 2008.
- [9] Sramek HM: Operation Lifesaver USA, Transforming for the Digital Age In, 12th Global Level Crossing and Trespass Symposium, p. 6, London 2012.
- [10] ILCAD [Internet]. Available from: <http://www.ilcad.org/ILCAD-2013.html>.
- [11] Foneverne I: International Level Crossing Awareness Dayo Title In, 12th Global Level Crossing and Trespass Symposium, p. 8. 2012.
- [12] HŽ Infrastruktura d.o.o: Izvješće o mreži 2021. Zagreb, Hrvatska, 2020.
- [13] HŽ Infrastruktura d.o.o: Godišnje izvješće o sigurnosti 2020 [Internet]. Zagreb, Hrvatska, 2020. Available from: <https://www.hzinfra.hr/naslovna/odnosi-s-javnoscu/publikacije/>
- [14] Železnice Srbije: Izjava o mreži 2022, Beograd, Srbija, 2022.