

Saobraćajno-prostorna analiza putno-pružnih prelaza na državnim putevima u Republici Srbiji

Marijana Obradović^a, Sreten Jevremović^a, Ana Trpković^a, Miloš Milosavljević^b

^a Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni Fakultet, Vojvode Stepe 305, 11010 Beograd

^b Javno Preduzeće „Putevi Srbije“, Bulevar kralja Aleksandra 282, 11050 Beograd

PODACI O RADU

DOI: 10.31075/PIS.66.04.04

Stručni rad

Primljen: 23/09/2020

Prihvaćen: 10/12/2020

Koresponding autor:

s.jevremovic@sf.bg.ac.rs

Ključne reči:

Putno-pružni prelazi

Saobraćajno projektovanje

Unapređenje postojećeg stanja

Saobraćajne nezgode

REZIME

Ukrštanje železničke pruge i puta može predstavljati veliku opasnost, posebno u slučaju lošeg projektovanja ovih ukrštanja, izostanka upravljačkih mera i neadekvatnog obezbeđivanja putno-pružnih prelaza. Ovakve situacije su česte na mreži puteva Republike Srbije. Naime, više od 50% svih putno-pružnih prelaza na državnim putevima u Republici Srbiji nije adekvatno opremljeno i obezbeđeno saobraćajnom signalizacijom i opremom. Evidentno je da ovaj problem zahteva pravovremene mere i pronalaženje adekvatnog rešenja u cilju efikasnije realizacije drumskog i železničkog saobraćaja i smanjenja rizika od nastanka vanrednih događaja i negativnih efekata. Ovakvo stanje za posledicu ima i pojavu saobraćajnih nezgoda na putno-pružnim prelazima, čiji se broj tokom godina ne smanjuje. U ovom radu izvršena je saobraćajno-prostorna analiza putno-pružnih prelaza na državnim putevima u Republici Srbiji, u kojoj je obuhvaćeno ukupno 245 putno-pružnih prelaza. Analiza je sprovedena u cilju utvrđivanja postojećeg stanja i identifikovanja nedostataka na mreži, na osnovu kojih će biti predložene adekvatne projektantsko-upravljačke mere za unapređenje postojećeg stanja.

1. Uvod

Karakteristike putno-pružnih prelaza; način njihovog projektovanja, dužine dostupne preglednosti, ugla ukrštanja, a posebno način njihovog obezbeđivanja, često uzrokuje veliki broj neželjenih situacija u saobraćaju. Generalno, veliki broj putno-pružnih prelaza projektuje se prema ispostavljenim zahtevima u određenom trenutku, što je karakteristično i za bilo koju drugu saobraćajnu infrastrukturu. Povećanjem stepena motorizacije, mobilnosti građana, kontinualnim širenjem gradova, povećavaju se i zahtevi za kretanjem i korišćenjem ovakvih površina (Swiss Federal Railways SBB, 2018). Shodno tome pojavljuje se različiti problem na mreži poput: nedostatka adekvatnih površina za kretanje vozila, zagušenja i sl. Ukoliko se tome pridoda i uticaj čoveka i neadekvatnog ili nepropisnog ponašanja učesnika, dobija se slika jednog veoma kompleksnog i upravljački zahtevnog područja na mreži. Iz tog razloga veoma je važno pažljivo i precizno definisati projektantske, upravljačke i nadzorne mere kojima će se urediti područja putno-pružnih prelaza i vršiti upravljanje i kontrola saobraćaja na njima.

Jedan od prvih i osnovnih problema sa kojim se susreću kako sami učesnici u saobraćaju tako i nadležni organi zaduženi za kontrolu i upravljanje putno-pružnim prelazima su razlike i neusaglašenost pri definisanju samog pojma putno-pružnog prelaza. Definisanje ovih pojmova ali i načina postupanja učesnika u saobraćaju izvešeno je u četiri zakona i to: *Zakon o železnici* ("Službeni Glasnik RS" br. 41/2018, 2018), *Zakon o bezbednosti i interoperabilnosti železnice* ("Službeni Glasnik RS" br. 104/2013, 66/2015 - dr. zakon, 92/2015, 2018), *Zakon o putevima* ("Službeni Glasnik RS" br. 41/2018 i 95/2018 - dr. zakon, 2018) i *Zakon o bezbednosti saobraćaja na putevima* ("Sl. glasnik RS" br. 87/2018 i 23/2019, 2019). Dodatno, dva osnovna podzakonska akta uređuju obezbeđivanje putno-pružnih prelaza sa aspekta saobraćajne signalizacije i opreme, što je definisano u *Pravilniku o saobraćajnoj signalizaciji* ("Službeni Glasnik RS" br. 85/2017, 2017), dok je u *Pravilniku o načinu ukrštanja železničke pruge i puta, pešačke ili biciklističke staze, mestu na kojem se može izvesti ukrštanje i merama za osiguranje bezbednog saobraćaja* ("Službeni Glasnik RS" br. 89/2016, 2016), definisan način ukrštanja i vođenja

biciklističkog i pešačkog saobraćaja. Dodatno, funkcionalni elementi putno-pružnih prelaza, način projektovanja i ukrštanja sa putevima u nivou, kao i njihovo obezbeđivanje definisano je u Priručniku za projektovanje puteva u Republici Srbiji (Javno Preduzeće "Putevi Srbije," 2012).

Različito formulisana, ali i interpretirana zakonska regulativa može usloviti niz nepravilnosti u saobraćaju, koje često rezultuju saobraćajnim nezgodama. Imajući pomenuto u vidu ovakva ukrštanja, naročito u Srbiji, predstavljaju veliku opasnost. Iako se železnički saobraćaj uvek vodi i reguliše tako da ima prednost u odnosu na drumski saobraćaj, bez obzira na rang puta, što je definisano *Zakonom o železnici* i *Zakonom o putevima*, saobraćajna signalizacija i oprema, u ovakvim situacijama ima veoma važnu ulogu. Ipak, trenutna situacija na državnim putevima u Republici Srbiji, ukazuje na veoma loše stanje putno-pružnih prelaza. Naime, više od 50% svih putno-pružnih prelaza na državnim putevima je neobezbeđeno potrebnom saobraćajnom signalizacijom i opremom. Ovakvo stanje uzrokuje niz negativnih posledica od kojih su svakako najveće saobraćajne nezgode. Dodatno, smanjuje se efikasnost na mreži, uzrokovana povećanjem vremenskih gubitaka i čekanja na putno-pružnim prelazima, kvarovi uređaja za obezbeđivanje prelaza uslovljavaju zaustavljanje železničkih vozila, što uzrokuje i velike finansijske troškove i sl.

Specifičnost saobraćaja ukazuje na to da problemi koji se javljaju na mreži, u najvećem broju slučajeva nisu uzrok jednog faktora, već kombinacija faktora među kojima se najčešće izdvajaju uticaji puta, odnosno infrastrukture i čoveka, negovog ponašanja, kulture i samodiscipline.

Evidentno je da putno-pružni prelazi predstavljaju specifične lokacije i potencijalne crne tačke na mreži, koje pre svega zahtevaju adekvatno projektantsko uređenje a onda i obezbeđivanje, vođenje i upravljanje saobraćajem, a sve cilju efikasnije realizacije drumskog i železničkog saobraćaja, povećanja nivoa bezbednosti i smanjenja rizika od nastanka vanrednih događaja i negativnih posledica.

Cilj ovog rada obuhvata predlog mera za unapređenje postojećeg stanja putno-pružnih prelaza na državnim putevima Republike Srbije, na osnovu sprovedene analize postojećeg stanja.

Rad je koncipiran kroz 6 poglavlja. Prvo poglavlje obuhvata uvodna razmatranja postojećih problema na putno-pružnim prelazima. Drugo poglavlje predstavlja metodologiju rada u kojoj je detaljno objašnjeno sprovedeno istraživanje i analizirani parametri. Poglavlja tri i četiri obuhvataju centralni deo ovog rada i u njima je izvršena saobraćajno-prostorna analiza putno-pružnih prelaza, kao i analiza saobraćajnih nezgoda na njima. U petom poglavlju detaljno su objašnjene predložene mere za unapređenje postojećeg stanja, dok poslednje poglavlje obuhvata zaključna razmatranja.

2. Metodologija rada

Na teritoriji Republike Srbije „Infrastrukture železnice Srbije” zadužene su za nadzor i upravljanje ukupno 2138 putno-pružnih prelaza. Od tog broja u ovom radu analizirano je 245 putno-pružnih prelaza na državnim putevima Republike Srbije.

Analiza putno-pružnih prelaza sprovedena u ovom radu, obuhvata:

- analizu saobraćajno-prostornih karakteristika putno-pružnih prelaza u kojoj je izvršena: prostorna raspodela putno-pružnih prelaza u odnosu na kategoriju državnog puta i analiza putno-pružnih prelaza u zavisnosti od načina obezbeđivanja. Ovom analizom obuhvaćeni su sledeći načini obezbeđivanja: automatski polubranici sa svetlosnim saobraćajnim znacima i saobraćajni znaci pored kolovoza, branici na kolovozu i saobraćajni znaci pored kolovoza, saobraćajni znaci pored kolovoza i obezbeđivanje zone potrebne preglednosti, svetlosni saobraćajni znaci i znaci pored kolovoza i neobezbeđeni putno-pružni prelazi.
- analizu saobraćajnih nezgoda na putno-pružnim prelazima, koja je obuhvatala sledeće karakteristike: broj nezgoda u zavisnosti od načina obezbeđivanja putno-pružnih prelaza, broj nezgoda prema vrsti, analiza uticajnih faktora i analiza nezgoda prema kategoriji vozila koja su učestvovala u njima.

Saobraćajne nezgode analizirane su za petogodišnji period, koji obuhvata 2015., 2016., 2017., 2018. i 2019. godinu.

Podaci o saobraćajno-prostornim karakteristikama putno-pružnih prelaza na teritoriji Republike Srbije, korišćeni u ovom radu, preuzeti su iz baza JP "Putevi Srbije", dok su podaci o saobraćajnim nezgodama preuzeti iz javno dostupne baze podataka o obeležjima bezbednosti saobraćaja u Republici Srbiji, Agencije za bezbednost saobraćaja.

3. Analiza saobraćajno-prostornih karakteristika putno-pružnih prelaza

Na državnim putevima u Republici Srbiji postoji ukupno 245 putno-pružnih prelaza, od kojih se 128 nalazi van naselja i 117 u naselju. Putno-pružni prelazi na teritoriji Republike Srbije su, u zavisnosti od kategorije puta, prostorno raspoređeni na sledeći način:

- najveći broj putno-pružnih prelaza nalazi se na državnim putevima IIA reda i to ukupno 133 ovakvih ukrštaja;
- na državnim putevima IB reda nalazi se nešto manje putno-pružnih prelaza, ukupno 77 i
- na državnim putevima IIB reda postoji ukupno 35 projektovanih ukrštaja drumskog i železničkog saobraćaja.

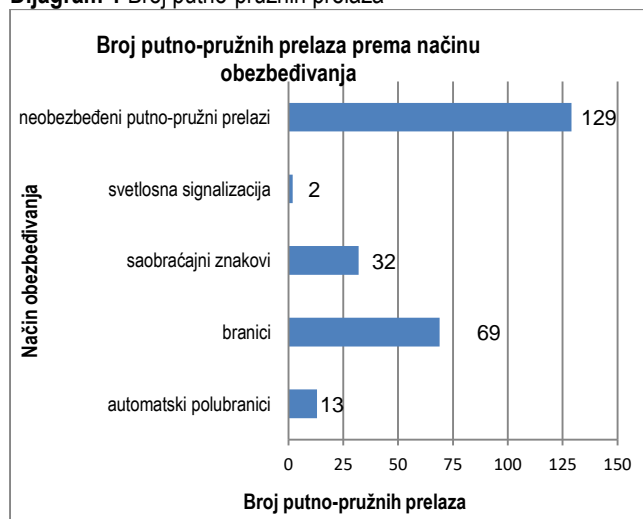
Путно-пружни прелази представљају такав систем управљачког процеса у коме се укрштају жељезнички и друмски путеви у одређеним саобраћајним условима. Укрштање се може пројектовати на два начина и то у нивоу и у више нивоа (денivelација). Сви путно-пружни прелази на државним путевима у Републици Србији су у нивоу. На овом месту важно је напоменути изузетно велики проценат неадекватно обезбеђених путно-пружних прелаза, који се налазе на државним путевима. Њихов удео у укупној расподели је већи од половине, чак 51%, док сви остали типови обухватају 49%. Пример неадекватно обезбеђеног путно-пружног прелаза приказан је на Сlici 1.



Слика 1. Неадекватно обезбеђен путно-пружни прелаз

На Дијаграму 1 приказан је удео путно-пружних прелаза, према начину обезбеђивања на државним путевима у Републици Србији.

Дијаграм 1 Број путно-пружних прелаза



Са Дијаграма 1 се може уочити пет основних начина обезбеђивања путно-пружних прелаза на државним путевима у Републици Србији, који се разликују у зависности од степена автоматизације и применјене саобраћајне сигнализације и опреме. У складу са наведеним пројектовање и обезбеђивање путно-пружних прелаза врши се:

1. аутоматским полубранцима са светлосним саобраћајним знаковима и саобраћајним знаковима поред коловоза. На овај начин је обезбеђено 13 путно-пружних прелаза;
2. бранцима на коловозу и саобраћајним знаковима поред коловоза. На овај начин је обезбеђено 69 путно-пружних прелаза;
3. саобраћајним знаковима поред коловоза којима се обезбеђује захтевана зона потребне preglednosti. На овај начин су обезбеђена 32 путно-пружна прелаз;
4. светлосним саобраћајним знаковима и саобраћајним знаковима поред коловоза. На овај начин су обезбеђена 2 путно-пружна прелаз;
5. необезбеђени путно-пружни прелаз, који обухватају преостали број путно-пружних прелаза на државним путевима, односно укупно 129 путно-пружних прелаз.

4. Анализа саобраћајних незгода на путно-пружним прелазима

У анализаном петогодишњем периоду (од 2015. до 2019. године), на подручју путно-пружних прелаза на државним путевима, догодило се укупно 464 саобраћајне незгоде. Временска расподела незгода приказана је у Табели 1.

Табела 1. Број саобраћајних незгода на путно-пружним прелазима

Година	Број саобраћајних незгода на путно-пружним прелазима
2015.	90
2016.	99
2017.	99
2018.	87
2019.	89

Посматрањем података из Табеле 1 уочава се да још увек није постигнут тренд константног опадања саобраћајних незгода на путно-пружним прелазима. Број незгода константно варира из године у годину. Може се рећи да још увек није успостављен систем активног деловања и спровођења континуалних мера за спречавање настања саобраћајних незгода. Генерално, приказани резултати у Табели 1, одступају од дефинисаног тренда смањења броја незгода на путно-пружним прелазима у Европи, односно земљама чланицама Европске уније (European Union Agency for Railways, 2018).

Анализирајући број саобраћајних незгода на укрштајима пруге и државног пута према начину обезбеђивања прелаза, закључује се да се највећи број саобраћајних незгода током анализаног периода догодио на необезбеђеним путно-пружним прелазима, чак 45% од укупног броја незгода. На другом месту, са 37%, налазе се незгоде које су се догодиле на прелазима обезбеђеним бранцима и саобраћајним знаковима.

Analizom saobraćajnih nezgoda po tipu uočen je najveći broj saobraćajnih nezgoda sa materijalnom štetom, kojih je u ukupnom uzorku bilo 60%. Nakon njih slede nezgode sa lako telesno povređenim licima (31%), nezgode sa teško telesno povređenima (7.1%) i nezgode sa poginulim licima (1.9%).

Analizom nezgoda prema kategoriji vozila koja su učesvovala u njima utvrđeno je da su u nezgodama u najvećem procentu učestvovali putnički automobili, prosečno 59% za analizirani period. Prosečni procentualni udeo železničkih vozila u istom periodu je 5%. Interesantno je napomenuti značajno veliki udeo teretnih vozila u analiziranom periodu. Prosečni procentualni udeo teretnih vozila iznosi 16.2%.

U Tabeli 2 prikazani su rezultati analize uticajnih faktora na nastanak saobraćajnih nezgoda. Kao što se može uočiti, u Tabeli 2 prikazana su samo tri najčešća uticajna faktora, koja su se pojavljivala u toku petogodišnjeg analiziranog perioda.

Pored prikazanih uticajnih faktora, dodatno je naglašen i faktor: propusti vozača zbog lošeg psihofizičkog stanja, nepažnje i rasejanosti, koji se javljao u svakoj pojedinačnoj godini u analiziranom periodu.

Tabela 2. Procentualni udeo uticajnih faktora na nastanak saobraćajnih nezgoda

Godina	Put i okolina	Preduzimanje nepromišljenih radnji od strane vozača	Pogrešno izvođenje radnji u saobraćaju od strane vozača
2015.	14.3%	35.7%	28.6%
2016.	16.5%	28.5%	30.4%
2017.	7.8%	38.9%	30.5%
2018.	9.1%	43.9%	28.0%
2019.	6.7%	40.0%	31.8%

Iz Tabele 2 može se uočiti da generalno najveći procenat uticajnih faktora pripada faktoru čovek, dok faktori okruženje i posebno put, obuhvataju značajno manje procentualne udele po godinama. Na osnovu ovakvih podataka može se zaključiti da je čovek, a prevashodno vozač glavni uticajni faktor na nastanak saobraćajnih nezgoda. Sa druge strane, u radu je pokazano da je preko 50% ukrštaja pruge i državnog puta neadekvatno obezbeđeno, čime se dovodi u pitanje prethodno iznesena tvrdnja. Naime, ne može se očekivati i prihvatiti ovako veliki uticaj čoveka na nastanak saobraćajnih nezgoda, dok je više od polovine putno-pružnih prelaza neadekvatno obezbeđeno. Zapažena nelogičnost ukazuje na nekoliko važnih stvari. Pre svega, uticaj puta i okruženja, a posledično i odgovornost upravljača zbog nastanka saobraćajnih nezgoda, potencijalno se zanemaruje i izostaje. Dodatno, ne treba isključiti i mogućnost lošeg ili pogrešnog utvrđivanja uticajnih faktora na terenu.

Obe ove činjenice, mogu dovesti do pogrešnog izbora mera i tretiranja odedenog problema i lokacije na potpuno drugačiji način. Samim tim efekti primenjenih mera izostaju, dok se u pojedinim situacijama postiže i potpuno suprotan efekat.

Ono što je veoma važno istaći na ovom mestu je i podatak o broju saobraćajnih nezgoda koje su se dogodile na putno-pružnim prelazima na državnim putevima IIA reda. Naime, čak 60.5% svih saobraćajnih nezgoda, dogodilo se na prelazima pruga preko državnih puteva IIA reda. Takođe, najveći broj putno-pružnih prelaza nalazi se na ovim putevima (133 putno-pružna prelaza, odnosno 54%), od kojih je čak 53% neadekvatno obezbeđeno. Prikazani podaci samo potvrđuju i ukazuju na potencijalni razlog ovakve raspodele saobraćajnih nezgoda.

Generalno, nedovoljno pažnje se posvećuje uređenju i održavanju putno-pružnih prelaza, njihovom projektovanju i načinu ukrštanja saobraćajnih tokova ali i vođenju saobraćaja na njima. Shodno tome nebezbednost svih učesnika ispoljava se kao značajna negativna pojava takvog uređenja. Ovakva situacija se posebno povezuje sa nedostatkom angažovanja na različitim hijerarhijskim nivoima i neadekvatno usmeravanje i raspoređivanje finansijskih sredstava. Jasno je da broj nezgoda koji se dogodi na putno-pružnim prelazima čini značajno manji procenat od ukupnog broja nezgoda koje se dogode na putevima. Međutim, treba imati na umu da su posledice saobraćajnih nezgoda (broj povređenih a posebno broj poginulih) disproporcionalne sa frekvencijom saobraćajnih nezgoda (Victorian Auditor-General, 2010).

5. Predlog mera za unapređenje postojećeg stanja

U ovom poglavlju prikazane su i predložene neke od najčešće primenjivanih projektantsko-upravljačkih mere na putno-pružnim prelazima. Pomenute mere prikazane su u Tabeli 3, dok je njihov redosled utvrđen na osnovu hitnosti intervencija. Odabir mera i hitnost njihove primene definisana je na osnovu ekspertskeg mišljenja i procene, analize postojećeg stanja i trenutnih zahteva ispostavljenih na terenu.

Tabela 3. Predložene mere

Predlog mera	Hitnost
Unapređenje saobraćajne signalizacije	potrebne (veoma hitno)
Osvetljenje putnih prelaza	potrebne (veoma hitno)
Kontrola stanja signalizacije	potrebne (hitno)
Unapređenje uređaja za kontrolu saobraćaja	potrebne (hitno)
Detekcija prepreka na prelazu preko pruge	potrebne
Korigovanje geometrijskih karakteristika	poželjne
Reflektujuć markeri na vozovima	poželjne

Tehničko-projektantske mere odgovaraju fizičkim, tehnološkim, odnosno projektantskim elementima posvećenim unapređenju efikasnosti i sprečavanju nebezbednog ponašanja. Takve mere obično uključuju sprečavanje ulaska na prelaz, određene geometrijske korekcije, praćenje pristupa video nadzorom, poboljšanje vidljivosti i sl. Sa druge strane, savremena tehnologija je našla značajnu primenu u smanjenju rizika na prelazima preko pruge. Tehnička i tehnološka poboljšanja na infrastrukturi prelaza, kao što je ugradnja raznih tipova senzora (audio, video, radar i laseri) za pravovremeno otkrivanje potencijalno opasnih situacija može pomoći u smanjenju rizika i nastanka saobraćajnih nezgoda. Mere predložene u ovom radu, opisane su u nastavku.

Pre svega, prva mera koja je označena kao potrebna i veoma hitna, odnosi se na unapređenje saobraćajne signalizacije, uklanjanje oštećene signalizacije i postavljanje potrebnih saobraćajnih znakova i opreme na putno pruznim prelazima. Ovakva mera zahtevana je na 191 putno-pruznom prelazu (78%), od 245 koliko ih je analizirano u ovom radu. Uporedo sa ovom merom, predložena je redovna kontrola stanja saobraćajne signalizacije u cilju evidentiranja i definisanja potrebnih mera: uklanjanja ili zamene određenih znakova, postavljanje dodatne saobraćajne signalizacije i sl. Ova mera je klasifikovana kao potrebna i hitna, na svim putno-pruznim prelazima.

Osvetljenje putno-pruznih prelaza takođe zahteva hitne intervencije, posebno imajući u vidu noćne uslove vožnje i uslove smanjene vidljivosti. Ova mera zahteva se na 161 putno-pruznom prelazu, odnosno na oko 65% analiziranih putno-pruznih prelaza.

Unapređenje uređaja za kontrolu saobraćaja odnosi se pre svega na svetlosnu signalizaciju i situacije u kojima ona ne pruža zahtevanu podršku i informacije učesnicima u saobraćaju. To su obično slučajevi kada dođe do kvara svetlosne signalizacije, što može imati značajnih negativnih posledica. Dodatno, ovom merom predviđeno je i postavljanje video kamera za kontrolu i nadzor stanja na terenu, čime se preventivno deluje na ponašanje učesnika u saobraćaju. Ova mera definisana je kao potrebna i hitna.

Detektori za detekciju prepreka na prelazu preko pruge predstavljaju sastavni deo opreme koja bi trebalo biti postavljena na svim putno-pruznim prelazima, upravo radi obaveštavanja nailazećeg železničkog vozila o potencijalnom problem ili prepreci na putu. Na ovaj način daje se dovoljno vremena za reakciju upravljačima železničkih vozila. Iako ova mera zahteva veća finansijska ulaganja, preporuka je da se svi putno-pruzni prelazi obezbede na ovaj način.

Određena poboljšanja u geometriji putno-pruznih prelaza predložena su kao poželjna mera, posebno imajući u vidu unapređenje stanja kolovoza.

Iako se ove mere generalno odnose na proces projektovanja putno-pruznih prelaza, koji se realizuje u njihovoj početnoj fazi - pre same izgradnje, određene korekcije mogu se izvršiti, prevashodno sa ciljem obezbeđivanja adekvatne preglednosti na prilazima. Ova unapređenja uključuju ublažavanje horizontalnog i vertikalnog poravnjanja pristupnog puta, menjanje ugla ukrštanja pruge i puta, kao i unapređenje kolovoznog zastora (Southern California Regional Rail Authority, 2014a). Primena građivensko-tehničkih mera koje uključuju i rehabilitaciju kolovoznog zastora na putnim prelazima, uticala bi na povećanje nivoa efikasnosti i bezbednosti saobraćaja na ukrštajima puta i pruge. Povećanje dužine preglednosti modifikovanjem geometrije prelaza je takođe dobro poznat metod u prevenciji potencijalnih nezgoda na putnim prelazima. Pomenute mere poželjne su na 46%, odnosno 114 analiziranih putno-pruznih prelaza.

Na ovom mestu posebno je važno napomenuti redovno održavanje područja putno-pruznih prelaza (uklanjanje rastinja, zelenila i sl.), uređenja prilaza, kao i kontrolu izgradnje na području ovih lokacija (Southern California Regional Rail Authority, 2014b). Sve pomenute mere zahtevaju se u cilju omogućavanja potrebne preglednosti na prilazima i u samoj zoni putno-pruznih prelaza.

Na kraju, mera koja se prevashodno odnosi na železnička vozila, obuhvata povećavanje njihove uočljivosti, primenom reflektujućih markera. Na ovaj način može se predupediti mogućnost pojave nezgoda tokom noćnih uslova vožnje ili uslova smanjene vidljivosti (magle, kiše, snega i sl.).

6. Zaključak

Važan element saobraćajne mreže predstavlja poseban oblik ukrštanja dva vida saobraćaja, koji se zbog svojih specifičnosti često karakteriše kao crna tačka. Takve lokacije predstavljaju putno-pruzne prelaze.

Usled porasta stepena motorizacije, povećanja mobilnosti i povećanja broja drumskih vozila koja koriste ovakve prelaze, kao posledica može se javiti i proširenje zone uticaja putno-pruznih prelaza, što direktno utiče na smanjenje propusne moći saobraćajnice i smanjenja bezbednosti saobraćaja. Ukoliko se tome pridoda nepažnja vozača tokom prelaska putno-pruznih prelaza kao i neadekvatno vođenje saobraćaja i obezbeđivanje putno-pruznih prelaza, jasno je da se radi o veoma specifičnom području, koje zahteva primenu posebno definisanih projektantskih i upravljačkih mera.

U ovom radu izvršena je analiza putno-pruznih prelaza na držanim putevima u Republici Srbiji. U radu su sprovedene: saobraćajno-prostorna analiza i analiza saobraćajnih nezgoda. Rezultati saobraćajno-prostorne analize ukazuju na veoma veliki procenat neadekvatno obezbeđenih putno-pruznih prelaza koji čine čak 51% od ukupno analiziranog broja.

Analizom saobraćajnih nezgoda utvrđeno je da se u petogodišnjem periodu dogodilo ukupno 464 saobraćajne nezgode, od kojih 60% čine nezgode sa materijalnom štetom. Važno je napomenuti da značajno učešće u saobraćajnim nezgodama imaju teretna vozila, sa prosečnim učešćem od 16.2% u petogodišnjem analiziranom periodu. Značajno je naglasiti da se na prelazu pruga preko državnih puteva IIA reda dogodilo najviše saobraćajnih nezgoda, čak 60.5%. Takođe, najveći broj putno-pružnih prelaza nalazi se upravo na državnim putevima IIA reda (133 od 245 koliko je analizirano u ovom radu). Ono što se na ovom mestu može izdvojiti kao važan potencijalni uzrok saobraćajnih nezgoda je činjenica da je čak 53% putno-pružnih prelaza na državnim putevima IIA reda neadekvatno obezbeđeno.

Najčešći uticajni faktori koji se vezuju za nastanak saobraćajnih nezgoda su: preduzimanje nepromišljenih radnji od strane vozača, pogrešno izvođenje radnji u saobraćaju od strane vozača i put i okolina, koji imaju značajno manji udeo od prethodna dva uticajna faktora. Važno je napomenuti da se najveći broj uticajnih faktora odnosi na ponašanje i manevre koje sprovodi vozač. Imajući u vidu veliki broj neobezbeđenih ili neadekvatno obezbeđenih putno-pružnih prelaza, dovodi se u pitanje veoma mali uticaj puta i okruženja na nastanak saobraćajnih nezgoda. Pogrešno definisani uticajni faktori u značajnoj meri mogu uticati na loše odabrane mere za tretiranje konkretnog problema. U tom smislu, važno je definisati i precizno utvrditi uticajne faktore i obavezati upravljača na odgovornost u slučaju pojave neželjenih situacija.

Pored evidentnog neadekvatnog ponašanja učesnika u saobraćaju, dodatne nepravilnosti poput lošeg održavanja saobraćajne signalizacije, kvarova, neobezbeđivanja putno-pružnih prelaza, lošeg stanja kolovoza, smanjene vidljivosti i preglednosti na području ukrštaja, često se javljaju na ovakvim lokacijama. Shodno tome, u ovom radu predložen je set projektantsko-unpravljačkih mera za unapređenje postojećeg stanja, koje su rangirane prema stepenu hitnosti njihove primene.

Potrebna i veoma hitna mera odnosi se na unapređenje saobraćajne signalizacije (uklanjanje starih ili oštećenih znakova i oznaka, postavljanje novih i sl), kao i njenu redovnu kontrolu. Osvetljenje putnih prelaza predloženo je kao potrebna i hitna mera, posebno imajući u vidu uslove noćne vožnje ili vožnje u uslovima smanjene vidljivosti. Predloženo je i unapređenje uređaja za kontrolu saobraćaja, što obuhvata unapređenje svetlosne signalizacije i postavljanje nadzornih kamera na putno-pružnim prelazima. Detekcija prepreka na putno-pružnim prelazima definisana je kao potrebna mera, što bi obuhvatalo unapređenje i obezbeđivanje svih putno-pružnih prelaza na državnim putevima. Definisane projektantske mere u koje spada i korigovanje geometrijskih karakteristika predložene su kao poželjne, čime bi se korigovali uglovi ukrštanja puteva i pruga, radi povećanja preglednosti na području. Upotreba reflektujućih markera na železničkim vozilima predložena

je prevashodno sa ciljem poboljšanja njihove vidljivosti. Poseban set mera i preporuka obuhvata analize uticaja putno-pružnih prelaza na efikasnost i bezbednost saobraćaja na području. Važan aspekt ovih istraživanja svakako mora biti i analiza ponašanja vozača, koji su evidentno značajni uzročnici negativnih posledica u saobraćaju, na ovakvim lokacijama.

Traffic-spatial analysis of road-rail crossings on state roads in the Republic of Serbia

Marijana Obradović B.Sc.^a, Sreten Jevremović M.Sc.^a, Ana Trpković Ph.D.^a, Miloš Milosavljević M.Sc.^b

^a University of Belgrade, Faculty of Transport and Traffic Engineering

^b Public Enterprise "Roads of Serbia"

Abstract: The crossings of railway and road can represent a great danger, especially in the case of poor design of these crossings, lack of management measures and inadequate provision of road crossing. Such situations are common on the road network of the Republic of Serbia. Namely, more than 50% of all road crossings on state roads in the Republic of Serbia are not adequately equipped and provided with traffic signalization and road equipment. It is evident that this problem requires timely measures and finding an adequate solution in order to efficiently implement road and rail traffic and reduce the risk of negative effects. This situation also results in the occurrence of traffic accidents at road-level crossings, the number of which has not decreased over the years. In this paper, the traffic-spatial analysis of road-rail crossings on state roads in the Republic of Serbia is performed, which includes a total of 245 road-rail crossings. The analysis was conducted in order to determine the existing situation and identify deficiencies in the network, on the basis of which adequate design and management measures will be proposed to improve the existing condition.

Keywords: Railway crossings, traffic design, Improving the existing situation, traffic accidents

Literatura

- [1] European Union Agency for Railways. (2018). *Report on Railway Safety and Interoperability in the EU*.
- [2] Javno Preduzeće "Putevi Srbije." (2012). *Priručnik za projektovanje puteva u Republici Srbiji - pružni prelazi*.
- [3] "Sl. glasnik RS" br. 87/2018 i 23/2019. Zakon o bezbednosti saobraćaja na putevima (2019).
- [4] "Službeni Glasnik RS" br. 104/2013, 66/2015 - dr. zakon, 92/2015, 113/2017 - dr. zakon i 41/2018 - dr. zakon. Zakon o bezbednosti i interoperabilnosti železnice (2018).
- [5] "Službeni Glasnik RS" br. 41/2018. Zakon o železnici (2018).
- [6] "Službeni Glasnik RS" br. 41/2018 i 95/2018 - dr. zakon. Zakon o putevima (2018).
- [7] "Službeni Glasnik RS" br. 85/2017. Pravilnik o saobraćajnoj signalizaciji (2017).
- [8] "Službeni Glasnik RS" br. 89/2016. Pravilnik o načinu ukrštanja železničke pruge i puta, pešačke ili biciklističke staze, mestu na kojem se može izvesti ukrštanje i merama za osiguranje bezbednog saobraćaja (2016).
- [9] Southern California Regional Rail Authority. (2014a). *Design Criteria Manual*.
- [10] Southern California Regional Rail Authority. (2014b). *Landscaping Design Guidelines*.
- [11] Swiss Federal Railways SBB. (2018). *Global Railway Review*.
- [12] Victorian Auditor-General. (2010). *Management of Safety Risks at Level Crossings*.