

Uticaj kružnih raskrsnica na nivo bezbednosti saobraćaja na motoputu Šabac–Loznica²⁹

Katarina Komnenović, Putevi Srbije, Beograd, katarina.komnenovic@putevi-srbije.rs

Miloš Milosavljević, Putevi Srbije, Beograd, milos.milosavljevic@putevi-srbije.rs

Ivana Ilić, Putevi Srbije, Beograd, ivana.ilic@putevi-srbije.rs

Vladimir Borisavljević, Putevi Srbije, Beograd, vladimir.borisavljevic@putevi-srbije.rs

Rezime: Analiza bezbednosti saobraćaja na novoizgrađenom motoputu Šabac–Loznica identifikuje površinske kružne raskrsnice kao kritične tačke na deonici, gde se zbog neprilagođene brzine beleži povećan broj saobraćajnih nezgoda. Iako je nova saobraćajnica značajno rasteretila tranzitni saobraćaj, u praksi se pojavio specifičan problem koji nastaje kao posledica promene režima vožnje i geometrijskih karakteristika puta. Naime, vozači sa deonice auto-puta u punom profilu (projektovana brzina 130 km/h) prelaze na motoput (projektovana brzina 100 km/h), gde na relativno kratkom odstojanju nailaze na sukcesivnu seriju od pet kružnih raskrsnica. Rad detaljno analizira faktore koji doprinose nastanku saobraćajnih nezgoda i predlaže inženjersko-tehničke mere koje bi mogle doprineti značajnom poboljšanju nivoa bezbednosti na predmetnom putnom pravcu.

Gljučne reči: Saobraćaj, protok, kružni tok, kružna raskrsnica, saobraćajna nezgoda, neprilagođena brzina

1 UVOD

Bezbednost saobraćaja na motoputu Šabac–Loznica predstavlja važan faktor za sigurno i efikasno funkcionisanje saobraćaja, imajući u vidu njen značaj za povezivanje naselja i razvoj regiona. Analiza bezbednosti saobraćaja na ovoj deonici omogućava prepoznavanje potencijalnih rizika i unapređenje bezbednosti saobraćaja. Predmet istraživanja ovog rada je procena stanja bezbednosti saobraćaja na motoputu Šabac–Loznica, sa ciljem identifikovanja ključnih problema i predlaganja mera koje mogu doprineti povećanju bezbednosti i smanjenju broja saobraćajnih nezgoda.

2 TEORIJSKE OSNOVE BEZBEDNOSTI SAOBRAĆAJA NA KRUŽNIM RASKRSNICAMA

2.1 Karakteristike kružnih raskrsnica

Kružne raskrsnice predstavljaju jedno od najznačajnijih rešenja u savremenom projektovanju putne infrastrukture, jer u slučajevima nižih saobraćajnih opterećenja omogućavaju bezbednije i efikasnije funkcionisanje saobraćaja u odnosu na klasične

²⁹ CC BY-NC-ND licenca

površinske raskrsnice. Njihova primena doprinosi smanjenju broja konfliktnih tačaka, usporavanju brzine kretanja vozila i povećanju protočnosti saobraćaja. Zahvaljujući načinu organizacije saobraćaja, kružne raskrsnice pozitivno utiču na smanjenje broja i težine saobraćajnih nezgoda, kao i na poboljšanje uslova za kretanje svih učesnika u saobraćaju. [1]

Funkcionalne karakteristike kružnih raskrsnica odnose se na njihov kapacitet, nivo usluge, propusnu moć i način regulisanja saobraćajnih tokova, dok geometrijske karakteristike obuhvataju elemente kao što su prečnik centralnog ostrva, širina kolovoza, broj saobraćajnih traka, radijusi ulaznih i izlaznih krivina, razdelna ostrva i oblik priključnih krakova. Pravilnim izborom i dimenzionisanjem ovih elemenata postiže se optimalna brzina kretanja vozila, povećava preglednost raskrsnice i smanjuje mogućnost nastanka konfliktnih situacija. [2]

2.2 Karakteristike saobraćajnih nezgoda na kružnim raskrsnicama

Najzastupljeniji tipovi saobraćajnih nezgoda na kružnim raskrsnicama obuhvataju bočne sudare prilikom uključivanja u kružni tok, sudare usled naletanja na vozilo ispred zbog neprilagođene brzine ili nedovoljnog rastojanja, kao i nezgode u kojima učestvuju pešaci i biciklisti. U poređenju sa klasičnim raskrsnicama, znatno su ređi čeon i bočni sudari pod pravim uglom, koji najčešće imaju najteže posledice. Zbog nižih brzina kretanja vozila kroz kružnu raskrsnicu, većina nezgoda rezultira materijalnom štetom i lakšim telesnim povredama, dok je broj nezgoda sa smrtnim ishodom značajno manji. [1] [3]

2.3 Uticaj brzine na bezbednost saobraćaja

Upravljanje brzinom predstavlja jednu od najvažnijih mera unapređenja bezbednosti saobraćaja. Na kružnim raskrsnicama brzina kretanja vozila ima posebno značajnu ulogu, budući da je njihov osnovni cilj da usporavanjem saobraćaja omoguće bezbednije uključivanje, kretanje kroz raskrsnicu i isključivanje iz nje. Geometrijski elementi kružne raskrsnice, kao što su radijusi ulaznih i izlaznih krivina, prečnik centralnog ostrva i širina kolovoza, projektuju se tako da podstiču vozače na smanjenje brzine i održavanje ujednačenog toka saobraćaja. Na taj način smanjuje se mogućnost nastanka konfliktnih situacija i povećava vreme dostupno vozačima za pravilno reagovanje. [1] [2] [3]

Istraživanja pokazuju da čak i relativno malo povećanje prosečne brzine kretanja može značajno povećati rizik od nastanka saobraćajnih nezgoda i težinu njihovih posledica. Veće brzine povećavaju verovatnoću gubitka kontrole nad vozilom, otežavaju procenu udaljenosti i brzine drugih učesnika u saobraćaju, dok u slučaju sudara dovode do znatno većih sila udara. Nasuprot tome, smanjenje brzine doprinosi kraćem zaustavnom putu, boljoj preglednosti saobraćajne situacije i efikasnijem izbegavanju potencijalnih konflikata. [4] [5]

3 KARAKTERISTIKE SAOBRAĆAJNICE ŠABAC–LOZNICA

3.1 Tehničke karakteristike putnog pravca

Saobraćajnica od Šapca do Loznice koja je predmet analize ovog rada je državni put IM reda broj 3 (M3) što prema kategorizaciji državnih puteva predstavlja motoput. [6]

Motoput Šabac–Loznica projektovan je kao savremena drumska saobraćajnica namenjena bezbednom i efikasnom funkcionisanju saobraćaja velikih brzina. Izveden je sa

po dve saobraćajne trake u oba smera, razdvojene središnjim pojasom, što značajno povećava bezbednost i propusnu moć. Projektovana brzina iznosi do 100 km/h, a trasa obuhvata veći broj mostova, nadvožnjaka, podvožnjaka i denivelisanih petlji koje omogućavaju nesmetan tok saobraćaja bez ukrštanja u nivou. Ovaj put je opremljen savremenom signalizacijom, zaštitnim ogradama, sistemom za odvodnjavanje i pratećom infrastrukturom, čime se obezbeđuju visok nivo bezbednosti, pouzdanosti i udobnosti tokom eksploatacije.

3.2 Položaj i karakteristike kružnih raskrsnica

Imajući u vidu da je predmetni put klasifikovan kao put za saobraćaj motornih vozila, sva ukrštanja sa drugim vidovima saobraćaja projektovana su kao denivelisana, čime je izbegnuto ukrštanje drugih vidova sa drumskim saobraćajem u istom nivou. S druge strane, Prostornim planom predviđeno je da veze sa okolnom putnom mrežom budu površinske. U skladu sa programskim uslovom potpune kontrole pristupa, kao i radi racionalizacije troškova izgradnje, predviđeno je da se povezivanje drugih saobraćajnica sa predmetnim državnim putem ostvaruje preko površinskih raskrsnica. Tamo gde to prostorni uslovi omogućavaju, ove raskrsnice su projektovane kao raskrsnice sa kružnim tokom saobraćaja.

Početak deonice puta Šabac–Loznica predstavlja nastavak auto-puta Ruma–Šabac i nalazi se na stacionaži km 59+700, dok je kraj predmetne deonice na km 113+420. Raspored petlji i kružnih raskrsnica je sledeći: Petlja Majur – km 63+600, KR Šabac – km 66+100, Petlja Slepčević – km 74+325, Petlja Petlovača – 80+050, Petlja Prnjavor – km 87+970, KR Lešnica – 98+300, KR Lipnički šor – km 104+035, KR Loznica sever – km 108+500, KR Loznica (2) – km 110+588.

Kružne raskrsnice su projektovane kao trokrake, sa po dve saobraćajne trake, dok su sporedni pravci raskrsnicama projektovani sa dve ulazne trake u kružni tok i dve izlazne trake iz kružnog toka. Kako je najznačajniji bezbednosni efekat kružne raskrsnice smanjenje brzine vozila u zoni ukrštanja, primoravanjem vozača da promeni pravac kretanja, smanji brzinu i ustupi prvenstvo vozilima u kružnom toku, na državnom putu IM reda broj 3 javlja se drugi problem – prelazak sa režima vožnje velikom brzinom na režim kružne raskrsnice. Vozač koji se duže kreće motoputem, može očekivati kontinuitet trase i denivelisane raskrsnice, što se može videti i iz dispozicije samih petlji i kružnih raskrsnica.

4 ANALIZA BEZBEDNOSTI SAOBRAĆAJA NA KRUŽNIM RASKRSNICAMA

4.1 Analiza saobraćajnih nezgoda

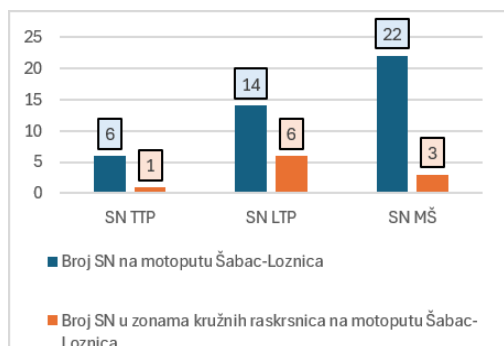
U ovom poglavlju analizirane su saobraćajne nezgode na motoputu Šabac–Loznica koje su se dogodile u 2025. godini. [7]

Dijagram 1. prikazuje raspodelu saobraćajnih nezgoda na motoputu Šabac–Loznica prema vrsti, sa posebnim prikazom nezgoda evidentiranih u zonama kružnih raskrsnica tokom 2025. godine. Ukupno su registrovane 42 saobraćajne nezgode, od kojih je 10 evidentirano u zonama kružnih raskrsnica, što čini približno 23,8% ukupnog broja nezgoda.

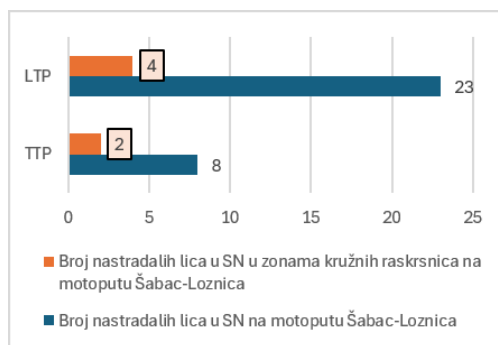
Prema strukturi saobraćajnih nezgoda, najveći broj registrovan je u kategoriji SN MŠ (22), zatim SN LTP (14), dok je najmanji broj evidentiran u kategoriji SN TTP (6). Kada se posmatraju samo nezgode u zonama kružnih raskrsnica, najveća zastupljenost je kod

kategorije SN LTP, sa 6 nezgoda, dok su u kategorijama SN MŠ i SN TTP registrovane 3, odnosno 1 nezgoda.

Dijagram 2. prikazuje broj nastradalih lica u saobraćajnim nezgodama na motoputu Šabac–Loznica, sa posebnim osvrtom na lica nastradala u zonama kružnih raskrsnica. U kategoriji SN LTP evidentirana su ukupno 23 nastradala lica, od kojih su 4 lica nastradala u zonama kružnih raskrsnica. Kod kategorije SN TTP registrovano je 8 nastradalih lica, od kojih su 2 lica nastradala u zonama kružnih raskrsnica.



Dijagram 1. Raspodela SN na moto putu Šabac - Loznica prema vrsti, 2025. godina



Dijagram 2. Nastradala lica na motoputu Šabac-Loznica

Najznačajnija karakteristika je izrazito veće učešće nezgoda sa jednim vozilom u raskrsnici ili na petlji u zoni kružnih raskrsnica, koje čine 60,0% evidentiranih nezgoda, dok je njihovo učešće na posmatranom motoputu 16,7%. Posebno se izdvaja podatak da su nezgode sa učešćem jednog vozila i životinje zastupljene sa 23,8% na motoputu, dok u prikazanoj strukturi nezgoda u zoni kružnih raskrsnica nisu evidentirane.

Najzastupljeniji uticajni faktor na celom motoputu jeste preduzimanje nepromišljenih radnji od strane vozača, sa učešćem od 40,91%, dok je u zoni kružnih raskrsnica ovaj faktor još izraženiji i učestvuje sa 58,82%. Drugi najzastupljeniji faktor je pogrešno izvođenje radnji u saobraćaju od strane vozača, koje čini 31,82% nezgoda na motoputu, odnosno 29,41% u zoni kružnih raskrsnica. Relativno slične vrednosti ukazuju da je ovaj faktor podjednako značajan na celom motoputu i u zoni kružnih raskrsnica. [7]

Pri tumačenju faktora nastanka saobraćajnih nezgoda potrebno je uzeti u obzir ograničenja prikupljenih podataka, koji sami po sebi nisu dovoljni za sprovođenje dublje i detaljnije analize pojedinačnih saobraćajnih nezgoda koje su predmet ovog rada.

4.2 Identifikacija uzroka nastanka nezgoda

Vozač kretanjem po motoputu može očekivati kontinuitet trase i denivelisane raskrsnice, kao i ograničen broj pristupa i odsustvo iznenadnih zaustavljanja. Pojava kružne raskrsnice na takvom tipu saobraćajnice može predstavljati kritičnu tačku sa aspekta ponašanja vozača, posebno kada vozač kasno uoči kružnu raskrsnicu i ne prilagodi brzinu kretanja vozila na vreme. Kao značajni problemi koji mogu doprineti nastanku saobraćajnih nezgoda, izdvajaju se prevelika brzina, kasno uočavanje kružne raskrsnice, kasno započinjanje procesa kočenja, kao i neprilagođavanje brzine i načina vožnje promenjenim uslovima funkcionisanja saobraćaja. Sve prethodno navedeno ukazuje da ljudski faktor, odnosno ponašanje i postupanje vozača, može imati značajnu ulogu u

nastanku saobraćajnih nezgoda na predmetnoj deonici. Shodno tome, mere usmerene na smanjenje rizika potrebno je, između ostalog, usmeriti na blagovremeno prepoznavanje promene režima saobraćaja, pravovremeno smanjenje brzine i prilagođavanje načina vožnje uslovima na putu. [8]

S druge strane, u izveštaju Revizije bezbednosti saobraćaja, koja je u skladu sa odredbama Zakona o putevima sprovedena za fazu – Projekat izvedenog objekta (šest meseci posle puštanja u eksploataciju), posmatrajući celu deonicu motoputa, može se zaključiti da su se kružne raskrsnice pokazale kao kritične lokacije, kao i da je neprilagođena brzina osnovni zajednički faktor nastanka svih saobraćajnih nezgoda koje su se dogodile na kružnim raskrsnicama. Na osnovu izračunatog modifikovanog PIARC-ovog modela ponderisanog broja saobraćajnih nezgoda, konstatovano je da na deonici nema opasnih mesta I, II i III ranga. [9] [10]

Imajući u vidu navedeno, kao i činjenicu da je na prilazima svim kružnim raskrsnicama postavljena odgovarajuća saobraćajna signalizacija, uz adekvatnu najavu, obeležavanje, redukciju brzine i primenu mera za usporeenje saobraćaja, revizorski tim u izveštaju ističe da su karakteristike puta, kao i tip, položaj i raspored raskrsnica mogle imati značajan uticaj na nastanak i posledice saobraćajnih nezgoda. U konkretnom slučaju, revizorski tim posebno ističe da je u pitanju tip raskrsnica koji funkcionalno ne odgovara karakteristikama predmetnog puta, kao i da njihov položaj i raspored u odnosu na druge objekte na putu mogu predstavljati dodatne faktore koji doprinose nastanku i posledicama saobraćajnih nezgoda.

5 PREDLOG MERA ZA UNAPREĐENJE BEZBEDNOSTI SAOBRAĆAJA

Na osnovu sprovedene analize saobraćajnih nezgoda, identifikovanih ljudskih, infrastrukturnih i saobraćajnih faktora, kao i nalaza Revizije bezbednosti saobraćaja, predlaže se sprovođenje inženjersko-tehničkih mera usmerenih prvenstveno na pravovremeno prepoznavanje kružnih raskrsnica, postepeno i blagovremeno smanjenje brzine vozila i jasno definisanje promene režima funkcionisanja saobraćaja. [10]

Imajući u vidu da je neprilagođena brzina identifikovana kao osnovni zajednički faktor nastanka saobraćajnih nezgoda na kružnim raskrsnicama, kao i da su postojeće kružne raskrsnice prepoznate kao kritične lokacije, predlažu se sledeće mere:

- Unapređenje saobraćajne signalizacije i opreme na prilazima kružnim raskrsnicama (postavljanje usmeravajućih tabli na fluo osnovi u samom kružnom toku, odnosno na kružnom ostrvu; izmeštanje znakova „raskrsnica sa kružnim tokom saobraćaja“ (III-202) na odgovarajuću poziciju pre početka zone raskrsnice; postavljanje znakova ograničenja brzine i znaka za raskrsnicu sa kružnim tokom na fluo osnovu, radi bolje uočljivosti, postavljanje treptača na znakovima za ograničenje brzine i znakovima za raskrsnicu sa kružnim tokom, dopuna nedostajućih uređaja za zadržavanje vozila, u skladu sa utvrđenim potrebama). [11]

- Unapređenje mera za smanjenje brzine (u zoni postojećih vibro-traka predvideti dodatne optičke trake, sa ciljem povećanja vizuelnog utiska promene uslova vožnje i podsticanja vozača na pravovremeno smanjenje brzine, ograničenje brzine 100 km/h definisati nakon izlaska iz zone kružnog toka i uspostavljanja stabilne vožnje, na mestu na kojem je obezbeđena odgovarajuća uočljivost saobraćajnog znaka, eventualno preispitati

geometriju prilaza kružnim raskrsnicama u cilju obezbeđivanja postepenog smanjenja brzine). [11]

Primenom navedenih mera može se očekivati povećanje uočljivosti zona kružnih raskrsnica, što bi za posledicu moglo imati blagovremeno smanjenje brzine kretanja vozila, a samim tim i smanjenje rizika od gubitka kontrole nad vozilom. Međutim, predložene mere imaju prvenstveno korektivni karakter i usmerene su na ublažavanje uočenih bezbednosnih problema, dok suštinski ne otklanjaju osnovni problem – funkcionalnu neusaglašenost površinskih kružnih raskrsnica sa karakteristikama predmetnog puta.

6 ZAKLJUČAK

Analiza bezbednosti saobraćaja na motoputu Šabac–Loznica pokazala je da kružne raskrsnice predstavljaju specifične kritične tačke na predmetnoj deonici. Iako kružne raskrsnice uobičajeno doprinose povećanju bezbednosti, njihov položaj i raspored na motoputu, kao i nagla promena režima vožnje sa visokih brzina na kružni tok, mogu predstavljati dodatni rizik za učesnike u saobraćaju.

Rezultati analize saobraćajnih nezgoda ukazuju da je neprilagođena brzina, odnosno ponašanje vozača, jedan od ključnih faktora nastanka nezgoda u zonama kružnih raskrsnica. Posebno je izraženo učešće nezgoda sa jednim vozilom, što ukazuje na značaj pravovremenog uočavanja raskrsnice, smanjenja brzine i prilagođavanja načina vožnje.

U cilju unapređenja nivoa bezbednosti potrebno je primeniti dodatne inženjersko-tehničke mere, pre svega unapređenje saobraćajne signalizacije i opreme, povećanje uočljivosti zona raskrsnica i obezbeđivanje postepenog smanjenja brzine. Kombinacijom ovih mera moguće je smanjiti rizik od nastanka saobraćajnih nezgoda i poboljšati bezbednost saobraćaja na motoputu Šabac–Loznica.

Uzimajući u obzir sve navedeno, kao i nalaze Revizije bezbednosti saobraćaja, kao dugoročno rešenje potrebno je razmotriti mogućnost projektovanja i izgradnje denivelisanih raskrsnica, uz uvođenje alternativnih saobraćajnica za sabiranje lokalnih tokova ili ukidanje pojedinih pristupnih tačaka. Takođe, nameće se i jasna preporuka za izbegavanje sličnih rešenja u budućnosti, što potvrđuje i izmena projektnog rešenja za brzu saobraćajnicu Slepčević – Badovinci.

U cilju validacije ovih zaključaka, u budućim istraživanjima preporučuje se sprovođenje slične analize na primeru deonice puta IM reda broj 15 (Batočina – Kragujevac).

LITERATURA

- [1] National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2010). Roundabouts: An Informational Guide – Second Edition. NCHRP Report 672. Washington, DC: The National Academies Press. DOI: 10.17226/22914
- [2] JP „Putevi Srbije“. SRDM – Priručnik za projektovanje puteva, 5-3 Kružne raskrsnice.
- [3] PIARC – World Road Association. Road Safety Manual: Technical Sheet – Intersections
- [4] Elvik, R., Vadeby, A., Hels, T., & van Schagen, I. (2019). Updated estimates of the relationship between speed and road safety at the aggregate and individual levels. *Accident Analysis & Prevention*, 123, 114–122
- [5] World Health Organization. (2017). *Managing Speed*. Geneva: WHO. WHO Reference Number: WHO/NMH/NVI/17.7

- [6] Uredba o kategorizaciji državnih puteva ("Sl Glasnik RS" br. 34/26)
- [7] Baza podataka o saobraćajnim nezgodama, Uprava saobraćajne policije
- [8] Putevi Srbije d.o.o. Odeljenje za nadzor i upravljanje saobraćajem – FM.850.420.005. (2025) Dnevnik događaja OUC Takovo.
- [9] PIARC (World Road Association). Road Safety Manual: Crash Data Identification and Methods for Identifying High-Risk Locations.
- [10] MHM Projekt d.o.o. jul 2025. Revizija projekata sa aspekta bezbednosti saobraćaja – Projekat izvedenog objekta (PIO) – 6 meseci posle puštanja u eksploataciju.
- [11] Institut za puteve AD Beograd. 2024. 8 Projekat saobraćaja i saobraćajne signalizacije.

SUMMARY

The Influence of Roundabouts on the Level of Traffic Safety on Šabac-Loznica Motorway

Abstract: The traffic safety analysis on the newly built Šabac-Loznica motorway identifies surface roundabouts as critical points on the section, where an increased number of traffic accidents are recorded due to inappropriate speed. Although the new thoroughfare significantly relieved transit traffic, in practice, as a consequence of the change in driving regime and the geometric characteristics of the road a specific problem of speed transition and road geometry a specific problem appeared. Namely, drivers transitioning from a full-profile motorway section (design speed 130 km/h) to the motorway (design speed 100 km/h) encounter, at a relatively short distance, a successive series of five roundabouts. Namely, drivers from the section of the full highway (design speed 130 km/h) switch to the motorway (design speed 100 km/h), where in a relatively short distance they encounter a successive series of five roundabouts. The paper analyzes in detail the causes of these conflicts and proposes engineering and technical measures that could contribute to a significant improvement in the level of safety on the road in question.

Key words: Traffic, flow, circular flow, roundabout, traffic accident, inappropriate speed