РЕПУБЛИКА СРПСКА
МИНИСТАРСТВО САОБРАЋАЈА И ВЕЗА
АГЕНЦИЈА ЗА БЕЗБЈЕДНОСТ САОБРАЋАЈА

XV МЕЂУНАРОДНА КОНФЕРЕНЦИЈА
XV INTERNATIONAL CONFERENCE

БЕЗБЈЕДНОСТ САОБРАЋАЈА У ЛОКАЛНОЈ ЗАЈЕДНИЦИ
ROAD SAFETY IN LOCAL COMMUNITY

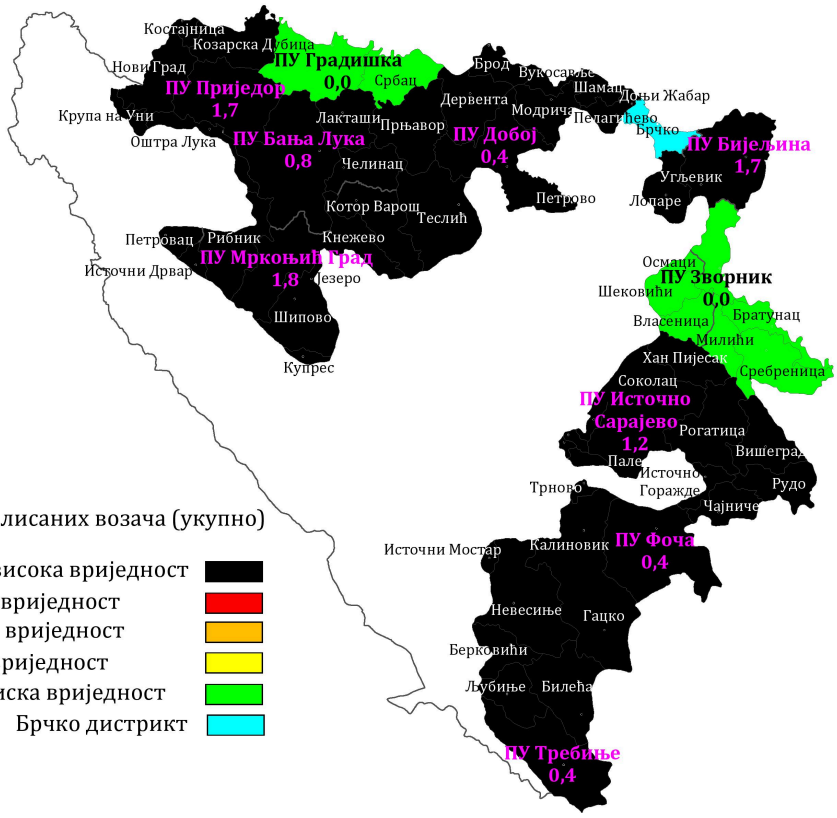
ЗБОРНИК РАДОВА
CONFERENCE JOURNAL

Бања Лука, 29-30. октобар, 2026. године
Banja Luka, October 29-30, 2026

БСЛЗ RSLC www.absrs.org

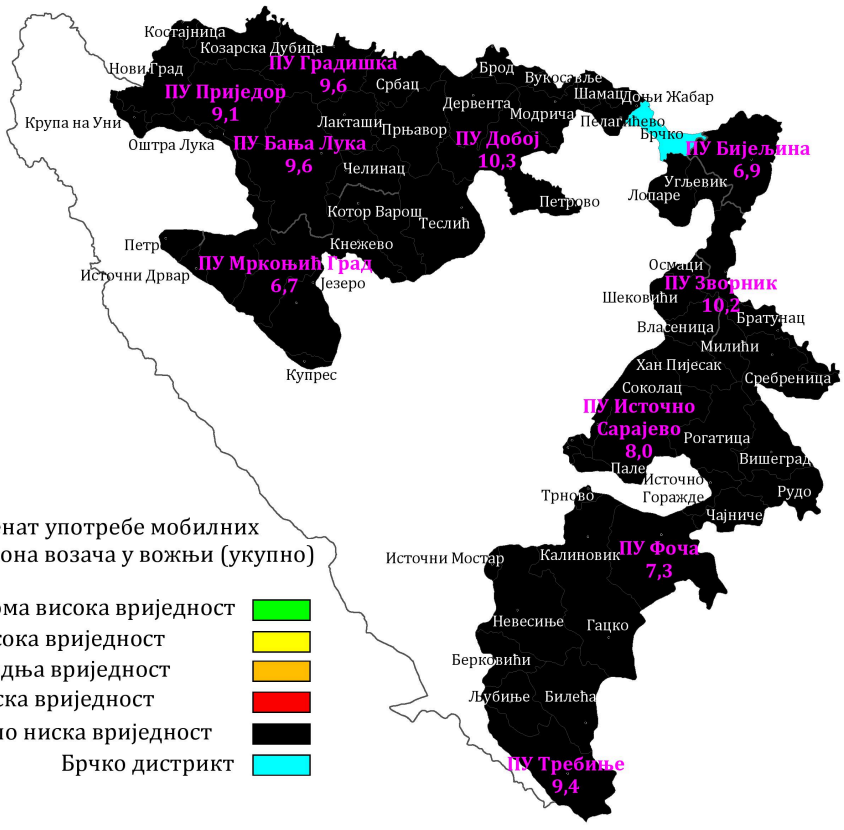
XV МЕЂУНАРОДНА КОНФЕРЕНЦИЈА
БЕЗБЈЕДНОСТ САОБРАЋАЈА У ЛОКАЛНОЈ ЗАЈЕДНИЦИ
Бања Лука, 29-30. октобар, 2026. године

Јесен, 2025. године



Проценат алкохолисаних возача (укупно)

ЛЕГЕНДА:
- веома висока вриједност
- висока вриједност
- средња вриједност
- ниска вриједност
- врло ниска вриједност
- Брчко дистрикт



Проценат употребе мобилних телефона возача у вожњи (укупно)

ЛЕГЕНДА:
- веома висока вриједност
- висока вриједност
- средња вриједност
- ниска вриједност
- врло ниска вриједност
- Брчко дистрикт

БСЛЗ RSLC
www.absrs.org

МИНИСТАРСТВО САОБРАЋАЈА И ВЕЗА РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ
АГЕНЦИЈА ЗА БЕЗБЈЕДНОСТ САОБРАЋАЈА

GOVERNMENT OF THE REPUBLIC OF SRPSKA
MINISTRY FOR TRANSPORT AND COMMUNICATIONS
TRAFFIC SAFETY AGENCY OF THE REPUBLIC SRPSKA

XV Међународна конференција

БЕЗБЈЕДНОСТ САОБРАЋАЈА У ЛОКАЛНОЈ ЗАЈЕДНИЦИ

XV International Conference

ROAD SAFETY IN LOCAL COMMUNITY

ЗБОРНИК РАДОВА
CONFERENCE JOURNAL

Бања Лука
29. и 30. октобар 2026.

Banja Luka,
29 and 30 october, 2026

МИНИСТАРСТВО САОБРАЋАЈА И ВЕЗА РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ
АГЕНЦИЈА ЗА БЕЗБЈЕДНОСТ САОБРАЋАЈА

XIV Међународна конференција
„БЕЗБЈЕДНОСТ САОБРАЋАЈА У ЛОКАЛНОЈ ЗАЈЕДНИЦИ“

ЗБОРНИК РАДОВА

Издавач:
АГЕНЦИЈА ЗА БЕЗБЈЕДНОСТ САОБРАЋАЈА РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ
Змај Јовина 18, Бања Лука

Уредници:
Проф. др Радован ВИШКОВИЋ, предсједник Програмског одбора Конференције
Саша ИЛИЋ, предсједник Организационог одбора Конференције
Милан ИЛИЋ, секретар Организационог одбора Конференције
Горан БОШЊАК, члан Организационог одбора Конференције
Раденка ЂЕКИЋ, члан Организационог одбора Конференције

©2026 Агенција за безбједност саобраћаја Републике Српске
Змај Јовина 18, Бања Лука

ПОЧАСНИ ОДБОР

Ненад Стевандић, *предсједник Народне скупштине Р. Српске*
Саво Минић, *предсједник Владе Р. Српске*
Зоран Стевановић, *министар саобраћаја и веза*
Жељко Будимир, *министар унутрашњих послова*
Ален Шеранић, *министар здравља и социјалне заштите*
Зора Видовић, *министар финансија*
Боривоје Голубовић, *министар просвјете и културе*
Антонио Авеноso, *извршни директор, Европски Савјет за безбједност саобраћаја*
Бранко Стаматовић, *директор, Агенција за безбедност саобраћаја Републике Србије*

ПРОГРАМСКИ ОДБОР

Проф. др Радован Вишковић, Саобраћајни факултет, Р. Српска, предсједник
Проф. др Крсто Липовац, Саобраћајни факултет, Р. Србија
Проф. др Милан Вујанић, ТСГ (Traffic Safety Group), Р. Србија
Проф. др Вук Богдановић, Факултет техничких наука, Р. Србија
Проф. др Валентина Мировић, Факултет техничких наука, Р. Србија
Проф. др Мирослав Костадиновић, Саобраћајни факултет, Р. Српска
Проф. др Бојан Марић, Саобраћајни факултет, Р. Српска
Проф. др Тихомир Ђурић, Саобраћајни факултет, Р. Српска
Доц. др Драган Станимировић, Саобраћајни факултет, Р. Српска
Проф. др Жељко Ђурић, Универзитет у Источном Сарајеву, Р. Српска
Проф. др Бошко Матовић, Машински факултет, Црна Гора
Проф. др Марко Славуљ, Факултет прометних знаности, Р. Хрватска
Доц. др Милош Пљакић, Факултет техничких наука, К. Митровица, Р. Србија
Проф. др Џорџ Јанис, Грађевински факултет, Грчка
Проф. др Снежана Петковић, Машински факултет, Р. Српска
Проф. др Бранкица Милојевић, Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет, Р. Српска
Проф. др Светлана Боројевић, Филозофски факултет Бања Лука, Р. Српска
Доц. др Љиљана Јерковић, Филозофски факултет Бања Лука, Р. Српска
Проф. др Зоран Аврамовић, Паневропски универзитет Апеирон, Р. Српска
Проф. др Данислав Драшковић, Паневропски универзитет Апеирон, Р. Српска
Проф. др Зоран Иљац, Паневропски универзитет Апеирон, Р. Српска
Доц. др Спасоје Мићић, Министарство саобраћаја и веза, Р. Српска
Доц. др Горан Амиџић, Дирекција за координацију полицијских тијела, Босна и Херцеговина

ОРГАНИЗАЦИОНИ ОДБОР

Саша Илић, Агенција за безбједност саобраћаја Р. Српске, предсједник
Марина Роквић-Миљковић, Агенција за безбједност саобраћаја Р. Српске, замјеник
Милан Илић, Агенција за безбједност саобраћаја Р. Српске, секретар
Милија Радовић, Агенција за безбједност саобраћаја Р. Српске
Раденка Ђекић, Агенција за безбједност саобраћаја Р. Српске
Милка Дубравац, Агенција за безбједност саобраћаја Р. Српске
Јана Матошевић, Агенција за безбједност саобраћаја Р. Српске
Смиљка Топић, Агенција за безбједност саобраћаја Р. Српске
Горан Бошњак, Агенција за безбједност саобраћаја Р. Српске
Ненад Бранковић, Агенција за безбједност саобраћаја Р. Српске
Давид Вучић, Агенција за безбједност саобраћаја Р. Српске
Драгана Ђурђевић, Агенција за безбједност саобраћаја Р. Српске
Кристијан Пантелић, Агенција за безбједност саобраћаја Р. Српске
Никола Торбица, Агенција за безбједност саобраћаја Р. Српске

Стево Савић, Министарство саобраћаја и веза, Р. Српска
Бојан Шкорић, Министарство унутрашњих послова, Р. Српска
Илија Смиљанић, Министарство унутрашњих послова, Р. Српска
Славољуб Стојановић, Министарство финансија, Р. Српска
Анита Кос-Драгичевић, Министарство здравља и социјалне заштите, Р. Српска
Јелена Јошић, Министарство просвјете и културе, Р. Српска
Мира Бера, Завод за образовање одраслих, Р. Српска
Донка Беговић, Министарство за просторно уређење, грађевинарство и екологију, Р. Српска
Александар Ђукић, Републичка управа за инспекцијске послове, Р. Српска
Саша Јаснић, ЈП „Путеви Републике Српске“, Р. Српска
Никола Ћопић, ЈП „Аутопутеви Републике Српске“ , Р. Српска
Зоран Стевановић, Ауто-мото савез Републике Српске, Р. Српска
Јелица Лубура, Ауто-мото савез Републике Српске, Р. Српска
Бранислав Самарџић, Савез општина и градова, Р. Српска

РЕЦЕНЗЕНТИ

Проф. др Милош Пљакић
Факултет техничких наука, Косовска Митровица
Проф. др Данислав Драшковић
П.Е.У Апеирон, Бања Лука
Проф. др Бојан Марић
Саобраћајни факултет, Добој
Доц. др Бошко Матовић
Машински факултет, Подгорица
Проф. др Вук Богдановић
Факултет техничких наука, Нови Сад
Доц. др Спасоје Мићић
Министарство саобраћаја и веза Републике Српске, Бања Лука
Проф. др Марко Славуљ
Факултет прометних знаности, Хрватска
Проф. др Валентина Мировић
Факултет техничких наука, Нови Сад
МсЦ Борис Микановић
П.Е.У Апеирон, Бања Лука
Проф. др Тихомир Ђурић
Саобраћајни факултет, Добој

ПРЕДГОВОР

Поштовани,

Пријатељи и поборници безбједности саобраћаја, учесници ***XV Међународне Конференције „Безбједност саобраћаја у локалној заједници***“, у име Програмског и Организационог одбора Конференције, желимо да вам се захвалимо на указаној вјерности према безбједности саобраћаја. Из године у годину, ова конференција је постала препознатљива у Републици Српској и окупља све више стручњака из области безбједности саобраћаја и запослених у јединицама локалних самоуправа на пословима саобраћаја и стамбено-комуналним пословима.

Република Српска сваке године у саобраћајним незгодама, поред губитка оног највреднијег, а то су људски животи, трпи и огромне трошкове у економском смислу. Стручњаци су израчунали да укупни друштвено - економски трошкови саобраћајних незгода за период од 2008. до 2023. године износе 3.7 милијарди конвертибилних марака.

Схватајући појам „управљање безбједношћу саобраћаја“ значајно је улагати напоре за квалитетно и системско праћење постојећег стања. У том смислу, развој интегрисаних база података значајних за безбједност саобраћаја је неизоставни дио и представља полазну основу за унапређење безбједности саобраћаја на путевима Републике Српске у складу са циљевима дефинисаних Стратегијом безбједности саобраћаја Републике Српске 2013-2022. године. Као најзначајнији корак у овој нашој мисији јесте јачање и анимирање капацитета на нивоу локалне заједнице. Управо из тога разлога, Међународна конференција „Безбједност саобраћаја у локаној заједници“ се традиционално одржава сваке године, како би се проблем безбједности саобраћаја приближио локалним заједницама, али и осталим субјектима и створиле се групе људи које ће имати довољно ентузијазма, воље и храбрости да се бори са овим горућим проблемом друштва у цјелини.

Ништа мање значајан корак јесте едукација запослених у јединицама локалне самоуправе. Наиме, реализација радионица у претходним годинама, помогло нам је да уочимо главне проблеме у комуникацији између главних субјеката. У том смислу, представници јединица локалне самоуправе имали су прилике да се упознају са израдом локалних стратешких докумената, примарним принципима у изради стратешких и спроведбених планских докумената са аспекта безбједности саобраћаја. Посебно смо поносни на реализовани јавни позив којим је суфинансирано 11 пројеката јединица локалне самоуправе за 2023. годину, а који обухватају различите мјере за унапређење безбједности саобраћаја. То нам даје снаге да још више радимо на унапређењу безбједности саобраћаја у наредном периоду, односно да ширимо талас размишљања и мисли о томе да **улагањем у безбједност саобраћаја сви добијају**.

Конференција има за циљ да скрене пажњу на безбједност саобраћаја и обезбиједи да кључни субјекти система схвате своју одговорност при креирању заштитног система безбједности саобраћаја Републике Српске.

Предсједник Организационог одбора Конференције

Саша ИЛИЋ

Предсједник Програмског одбора Конференције

Проф. др Радован ВИШКОВИЋ

ОРГАНИЗАТОРИ КОНФЕРЕНЦИЈЕ

РЕПУБЛИКА СРПСКА

МИНИСТАРСТВО САОБРАЋАЈА И ВЕЗА

РЕПУБЛИКА СРПСКА

АГЕНЦИЈА ЗА БЕЗБЈЕДНОСТ САОБРАЋАЈА

СПОНЗОРИ КОНФЕРЕНЦИЈЕ

ЈП АУТОПУТЕВИ
РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ

ЈАВНО ПРЕДУЗЕЋЕ
"ПУТЕВИ РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ"
БАЊА ЛУКА

m:tel *imate prijatelje!*

AMCPC
АУТО-МОТО САВЕЗ РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ

BRČKO GAS
OSIGURANJE

1.	**KAZNENO DJELO IZAZIVANjE PROMETNE NESREĆE U CESTOVNOM PROMETU U KONTEKSTU SIGURNOSTI PROMETA: TEORIJA I PRAKSA** Vanda Božić	1
2.	**UTICAJ VIZUELNE SLOŽENOSTI I KOGNITIVNOG OPTEREĆENjA NA PERCEPCIJU VERTIKALNE SAOBRAĆAJNE SIGNALIZACIJE** Anđela Novaković, Ana Trpković, Marjana Čubranić Dobrodolac	10
3.	**РАЗВОЈ МЕТОДОЛОГИЈЕ ЗА АНАЛИЗУ УТИЦАЈНИХ ФАКТОРА САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА КОМЕРЦИЈАЛНИХ ВОЗИЛА** Саша Здравковић, Радован Вишковић, Павле Гладовић, Ксенија Здравковић	20
4.	**PREVRTANjE I BEZBJEDNOSNI ASPEKTI STABILNOSTI CISTERNI** Snežana Petković, Jelena Adžić, Nataša Kostić	31
5.	**POVEZANOST IZVRŠNIH FUNKCIJA VOZAČA SA FREKVENCIJOM SAOBRAĆAJNIH PREKRŠAJA** Milica Beronja, Sonja Stančić, Strahinja Dimitrijević	40
6.	**УТИЦАЈ КАНАБИСА (THC-A) НА ВОЗАЧКЕ ПЕРФОРМАНСЕ** Маја Дејковић, Далибор Пешић	49
7.	**PROCJENA NIVOA USLUGE I BEZBJEDNOSTI PJEŠAKA NA NESIGNALISANOJ RASKRSNICI: STUDIJA SLUČAJA U DOBOJU** Dunja Radović Stojčić, Cvijeta Kuzmanović, Zorana Đukić, Jelena Marković	58
8.	**SIGURNOST ŽELjEZNIČKO-CESTOVNIH PRIJELAZA U REPUBLICI HRVATSKOJ: ULOGA LOKALNE ZAJEDNICE U UPRAVLjANjU RIZICIMA** Drago Pupavac	68
9.	**RISK ANALYSIS IN ROAD INFRASTRUCTURE PROJECTS: A CASE STUDY OF CORRIDOR X** Aleksandar Senić, Vitomir D. Nedeljković	76
10.	**ИНДИРЕКТНИ ПОКАЗАТЕЉИ СТАЊА БЕЗБЈЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА У РЕПУБЛИЦИ СРПСКОЈ У ПЕРИОДУ 2024. И 2025. ГОДИНЕ** Раденка Ћекић, Радован Вишковић, Горан Бошњак, Милан Илић, Марина Роквић-Миљковић	84
11.	**HIJERARHIJSKI NEURO-FAZI MODEL ZA DINAMIČKU EVALUACIJU KOMPETENCIJA, UČINKA I RIZIKA PROFESIONALNIH VOZAČA U BEZBEDNOSTI SAOBRAĆAJA** Milorad Stefanović, Zoran Ž. Avramović, Pavle Gladović	94
12.	**ULOGA PROSPEKTIVNOG I RETROSPEKTIVNOG PAMĆENjA U UČESTALOSTI SAOBRAĆAJNIH PREKRŠAJA** Strahinja Dimitrijević, Svetlana Borojević, Sonja Stančić	104
13.	**ПРОЦЕНА КВАЛИТЕТА ЛОКАЛНИХ СТРАТЕШКИХ ДОКУМЕНАТА БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА У РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ** Филип Живковић, Томислав Петровић, Данислав Драшковић, Вук Богдановић	113
14.	**УПОРЕДНА АНАЛИЗА СТАЊА БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА У РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ И РЕПУБЛИЦИ СРПСКОЈ У 2024. ГОДИНИ** Филип Живковић, Горан Бошњак, Томислав Петровић, Саша Џигеровић, Данислав Драшковић	124
15.	**UTICAJ MODELA ORGANIZACIJE I FINANSIRANjA JAVNOG PREVOZA PUTNIKA NA KVALITET ŽIVOTA U LOKALNOJ ZAJEDNICI** Goran Aleksić, Mirko Vučinić, Zoran Injac, Danislav Drašković	134
16.	**INTEGRACIJA BEZBEDNOSTI SAOBRAĆAJA U MERE ODRŽIVE MOBILNOSTI NA PRIMERU SECAP-A LAKTAŠA** Srđan Marinković, Boris Mikanović	144

UDK:

KAZNENO DJELO IZAZIVANJE PROMETNE NESREĆE U CESTOVNOM PROMETU U KONTEKSTU SIGURNOSTI PROMETA: TEORIJA I PRAKSA

THE CRIMINAL OFFENCE OF CAUSING A TRAFFIC ACCIDENT IN ROAD TRAFFIC IN THE CONTEXT OF ROAD SAFETY: THEORY AND PRACTICE

Vanda Božić[1]

Rezime: Predmet ovog rada je kazneno djelo kojim se štiti sigurnost prometa na cestama u Republici Hrvatskoj „Izazivanje prometne nesreće u cestovnom prometu“. Rad je podijeljen u tri dijela i obuhvaća analizu i istraživanje kako u teoriji, tako i u praksi. Prvi dio sadrži kaznenopravnu analizu navedenog djela s prijedlozima poboljšanja zakonskih rješenja. Drugi dio rada se odnosi na istraživanje prometnih nesreća na području Republike Hrvatske u proteklih pet godina (od 2020. do 2024. godine), koje obuhvaća vrstu prometnih nesreća, okolnosti zbog kojih su se dogodile i posljedice koje su nastupile. Treći dio rada obuhvaća analizu sudske prakse u pogledu kaznenog djela „Izazivanje prometne nesreće u cestovnom prometu“ u proteklih pet godina (od 2020. do 2024. godine). U skladu s rezultatima analize i istraživanja u posljednjem petogodišnjem razdoblju i stanjem de lege lata, u zaključnim razmatranjima ukazano je na nekoliko mogućih rješenja de lege ferenda u cilju unaprjeđenja sigurnosti prometa te sprječavanja i smanjenja broja kaznenih djela izazivanja prometne nesreće.

Ključne riječi: izazivanje prometne nesreće u cestovnom prometu; hrvatsko kazneno zakonodavstvo; sigurnost prometa; prometne nesreće; posljedice prometnih nesreća; sudska praksa.

Abstract: The subject of this paper is the criminal offense that protects road safety in the Republic of Croatia "Causing a traffic accident in road traffic". The paper is divided into three parts and includes analysis and research in both theory and practice. The first part contains a criminal law analysis of the aforementioned offense with proposals for improving legal solutions. The second part of the paper refers to the research of traffic accidents in the Republic of Croatia in the past five years (from 2020 to 2024), which includes the type of traffic accidents, the circumstances that caused them and the consequences that occurred. The third part of the paper includes an analysis of case law regarding the criminal offense "Causing a traffic accident in road traffic" in the past five years (from 2020 to 2024). In accordance with the results of the analysis and research conducted over the past five-year period and the current de lege lata framework, the concluding remarks indicate several possible de lege ferenda solutions aimed at improving road safety and preventing and reducing the number of criminal offences of causing traffic accidents.

Keywords: causing traffic accidents; Croatian criminal law; road safety; traffic accidents; accident consequences; case law.

1. UVODNA RAZMATRANJA

Promet predstavlja neizostavan segment suvremenog društva i jednu od temeljnih pretpostavki njegova gospodarskog i društvenog razvoja. Istodobno, intenzitet cestovnog prometa, sve veći broj vozila i svakodnevno sudjelovanje velikog broja osoba u prometu stvaraju povećane rizike za život i tjelesni integritet ljudi te imovinu. Upravo zbog mogućnosti nastupanja teških posljedica, sigurnost cestovnog prometa predstavlja područje od posebnog društvenog interesa koje zahtijeva odgovarajuće preventivne, prekršajnopravne i kaznenopravne mehanizme zaštite. Na specifičan odnos prekršajnog i kaznenog prava u ovom području ukazuje se i u teoriji: kršenje prometnih propisa u pravilu pripada prekršajnopravnoj sferi, dok nastupanje zakonom propisanih težih posljedica takvo ponašanje, pod određenim pretpostavkama, uvodi u područje kaznenog prava. Kaznenopravna zaštita sigurnosti cestovnog prometa u Republici Hrvatskoj ostvaruje se kroz kaznena djela protiv sigurnosti prometa, među kojima posebno mjesto zauzima kazneno djelo izazivanja prometne nesreće u cestovnom prometu iz članka 227. Kaznenog zakona (Narodne novine br. 125/11, 144/12, 56/15, 61/15, 101/17, 118/18, 126/19, 84/21, 114/22, 114/23, 36/24 i 136/25). Riječ je o kaznenom djelu kod kojeg se kaznenopravna odgovornost veže uz kršenje propisa o sigurnosti prometa kojim se izaziva opasnost za život ili tijelo ljudi ili za imovinu velikih razmjera te nastupa zakonom određena posljedica. Izazivanje prometne nesreće u cestovnom prometu jedno je od najzastupljenijih kaznenih djela protiv sigurnosti prometa (Aljinović, 2018). Posebnu kaznenopravnu složenost ovog kaznenog djela

[1] Prof. dr, Božić Vanda, viša znanstvena suradnica, Državni univerzitet u Novom Pazaru, Departman za pravne nauke. Sveučilište u Zagrebu, bozic.vanda@gmail.com

predstavlja utvrđivanje subjektivnog odnosa počinitelja prema ugrožavanju cestovnog prometa. Razgraničenje neizravne namjere i svjesnog nehaja jedno je od pitanja koje već dulje vrijeme izaziva poteškoće kako u kaznenopravnoj teoriji tako i u sudskoj praksi (Singer, 1960). Dok počinitelj kod svjesnog nehaja lakomisleno smatra da do zabranjene posljedice neće doći ili da će je moći spriječiti, kod neizravne namjere svjestan je mogućnosti njezina ostvarenja i na nju pristaje. Navedeno razgraničenje osobito je važno zbog potrebe za dosljednom primjenom kaznenog zakona i ujednačavanjem sudske prakse. Međutim, ocjena učinkovitosti kaznenopravne zaštite sigurnosti cestovnog prometa ne može se temeljiti isključivo na normativnoj analizi (Medved, Orlović, 2017). Potrebno ju je povezati sa stvarnim stanjem sigurnosti cestovnog prometa, vrstama i okolnostima prometnih nesreća, njihovim posljedicama te načinom na koji sudovi primjenjuju relevantne kaznenopravne odredbe. Ranija istraživanja pokazala su opravdanost takvog pristupa, koji istodobno obuhvaća analizu pozitivnog zakonodavstva, statističkih pokazatelja prometnih nesreća i sudske prakse (Božić i Simović, 2021).

Polazeći od navedenoga, predmet ovog rada je kazneno djelo izazivanja prometne nesreće u cestovnom prometu promatrano u širem kontekstu sigurnosti cestovnog prometa u Republici Hrvatskoj. Cilj rada je, povezivanjem teorijske i normativne analize s empirijskim istraživanjem, utvrditi obilježja i aktualne tendencije prometnih nesreća te analizirati primjenu članka 227. Kaznenog zakona u novijoj sudskoj praksi. U tu svrhu istražuju se prometne nesreće na području Republike Hrvatske u petogodišnjem razdoblju od 2020. do 2024. godine, s posebnim osvrtom na njihove vrste, okolnosti nastanka i posljedice, dok se zasebno analizira sudska praksa koja se odnosi na kazneno djelo izazivanja prometne nesreće u cestovnom prometu u istom razdoblju. U radu su primijenjene normativna, deskriptivna, komparativna i analitička metoda. Normativna metoda primijenjena je pri analizi zakonskog uređenja predmetnog kaznenog djela, deskriptivna i komparativna metoda pri obradi i usporedbi službenih statističkih podataka o prometnim nesrećama, dok je analitička metoda primijenjena pri razmatranju odabrane sudske prakse Vrhovnog suda Republike Hrvatske i Visokog kaznenog suda Republike Hrvatske.

Na temelju provedene kaznenopravne analize te rezultata empirijskog istraživanja prometnih nesreća i sudske prakse nastojat će se utvrditi postoje li određeni normativni ili praktični problemi koji mogu utjecati na učinkovitost kaznenopravne zaštite sigurnosti cestovnog prometa. Dobiveni rezultati poslužit će kao osnova za kritičko vrednovanje postojećih rješenja *de lege lata* te formuliranje mogućih prijedloga *de lege ferenda*, usmjerenih prema unaprjeđenju sigurnosti cestovnog prometa te sprječavanju i smanjenju broja kaznenih djela izazivanja prometne nesreće.

2. KAZNENO DJELO IZAZIVANJA PROMETNE NESREĆE U CESTOVNOM PROMETU

Kaznenim zakonom iz 2011. godine provedena je značajna reforma kaznenopravne zaštite sigurnosti prometa u Republici Hrvatskoj. Kaznena djela protiv sigurnosti prometa izdvojena su u posebnu XXII glavu Kaznenog zakona, dok su kaznena djela protiv opće sigurnosti uređena zasebno. Ujedno je kazneno djelo izazivanja prometne nesreće ograničeno na cestovni promet, dok su ostale vrste prometa obuhvaćene drugim kaznenim djelima. Takvim normativnim pristupom zakonodavac je jasnije razgraničio pojedine oblike ugrožavanja sigurnosti prometa i uspostavio sustav kaznenopravne zaštite prilagođen specifičnostima pojedinih vrsta prometa (Kobe, 1964). Kaznenim djelom "izazivanje prometne nesreće u cestovnom prometu" štiti se sigurnost cestovnog prometa, a posredno i život i tjelesni integritet njegovih sudionika te imovina. Riječ je o kaznenom djelu konkretnog ugrožavanja kod kojega za ostvarenje bića kaznenog djela nije dostatno samo kršenje propisa o sigurnosti prometa i stvaranje apstraktne opasnosti, već je potrebno nastupanje konkretne opasnosti i zakonom određene povrede. Upravo nastupanje teže posljedice predstavlja jednu od ključnih pretpostavki prijelaza iz područja prekršajne u područje kaznenopravne odgovornosti. Izazivanje prometne nesreće u cestovnom prometu ima obilježja blanketnog kaznenog djela. Kazneni zakon, naime, radnju počinjenja određuje upućivanjem na kršenje propisa o sigurnosti prometa, zbog čega se sadržaj protupravnog ponašanja počinitelja utvrđuje primjenom odgovarajućih odredaba propisa kojima se uređuje sigurnost cestovnog prometa. Sud, stoga u konkretnom slučaju, mora utvrditi koji je prometni propis počinitelj prekršio te ga konkretizirati u činjeničnom opisu djela. Sama povreda prometnog propisa, međutim, nije dostatna za postojanje kaznenog djela iz članka 227. KZ-a. Između kršenja propisa, izazvane konkretne opasnosti i nastale povrede mora postojati uzročna povezanost. Počinitelj kaznenog djela može biti sudionik u cestovnom prometu. Takvim zakonskim određenjem krug mogućih počinitelja vezan je uz osobe koje neposredno sudjeluju u odvijanju cestovnog prometa, međutim, pojam sudionika u cestovnom prometu pritom ne treba poistovjećivati isključivo s vozačem motornog vozila, budući da cestovni promet obuhvaća različite kategorije

njegovih sudionika (Zakon o sigurnosti prometa na cestama, čl. 2. st. 1. t. 66., Narodne novine, br. 67/08, 48/10 – Odluka Ustavnog suda Republike Hrvatske, 74/11, 80/13, 158/13 – Odluka i Rješenje Ustavnog suda Republike Hrvatske, 92/14, 64/15, 108/17, 70/19, 42/20, 85/22, 114/22, 133/23 i 145/24).

Radnja počinjenja sastoji se u kršenju propisa o sigurnosti prometa kojim se izaziva opasnost za život ili tijelo ljudi ili za imovinu velikih razmjera. Za postojanje kaznenog djela potrebno je, prema tome, utvrditi ne samo povredu konkretnog prometnog propisa, već i da je upravo takvo protupravno ponašanje prouzročilo zakonom zahtijevanu opasnost i daljnju posljedicu. Specifičnost strukture ovog kaznenog djela ogleda se u razlikovanju ugrožavanja i povređivanja. Ugrožavanje sigurnosti cestovnog prometa predstavlja temeljnu posljedicu, dok se povređivanje pojavljuje kao daljnja posljedica koja se može očitovati kroz tešku tjelesnu ozljedu, imovinsku štetu velikih razmjera odnosno, kod kvalificiranih oblika, osobito tešku tjelesnu ozljedu ili smrt jedne ili više osoba. Kazneni zakon razlikuje više oblika kaznenog djela ovisno o obliku krivnje počinitelja u odnosu na ugrožavanje te o težini nastale posljedice. Uz temeljne oblike predviđeni su i kvalificirani oblici kada je djelom prouzročena osobito teška tjelesna ozljeda druge osobe odnosno smrt jedne ili više osoba. Zakonska konstrukcija na taj način omogućuje stupnjevanje kaznenopravne odgovornosti prema težini povrede zaštićenog pravnog dobra i subjektivnom odnosu počinitelja prema ugrožavanju. Uvođenje osobito teške tjelesne ozljede kao posebne kvalifikatorne okolnosti predstavljalo je jednu od značajnijih novina KZ/11.

Prema važećem zakonskom uređenju, za temeljni oblik kaznenog djela počinjen s namjerom, kojim je prouzročena teška tjelesna ozljeda druge osobe ili imovinska šteta velikih razmjera, propisana je kazna zatvora od šest mjeseci do pet godina (čl. 227. st. 1. KZ-a). Ako je temeljni oblik djela počinjen iz nehaja, počinitelj će se kazniti kaznom zatvora do tri godine (st. 2.). Teže kažnjavanje predviđeno je za kvalificirane oblike djela. Ako je kaznenim djelom počinjenim s namjerom u odnosu na ugrožavanje drugoj osobi prouzročena osobito teška tjelesna ozljeda, propisana je kazna zatvora od jedne do osam godina (st. 3.), dok je za prouzročenje smrti jedne ili više osoba propisana kazna zatvora od tri do petnaest godina (st. 4.). Kod nehajnog oblika djela prouzročenje osobito teške tjelesne ozljede kažnjava se kaznom zatvora od šest mjeseci do pet godina (st. 5.), a prouzročenje smrti jedne ili više osoba kaznom zatvora od jedne do osam godina (st. 6.). Iz strukture članka 227. KZ-a proizlazi, dakle, jasno stupnjevanje kaznenopravne represije prema obliku krivnje počinitelja u odnosu na ugrožavanje sigurnosti cestovnog prometa i težini nastale posljedice.

Za pravilno razumijevanje navedene zakonske konstrukcije osobito je značajno da se subjektivni odnos počinitelja zasebno prosuđuje prema ugrožavanju sigurnosti cestovnog prometa i prema nastaloj težoj posljedici. U odnosu na ugrožavanje mogući su namjera i nehaj, dok u odnosu na težu posljedicu dolazi u obzir nehaj. Ako bi namjera počinitelja obuhvaćala i povređivanje, odnosno smrt druge osobe, više se ne bi radilo o prometnom kaznenom djelu iz članka 227. KZ-a, već bi se, ovisno o okolnostima konkretnog slučaja, otvorilo pitanje postojanja odgovarajućeg kaznenog djela protiv života i tijela. Upravo je potreba jasnog razgraničenja subjektivnog odnosa prema ugrožavanju i povređivanju bila jedan od razloga preoblikovanja zakonskog opisa ovog kaznenog djela u KZ/11. Poseban problem, koji je već dulje vrijeme prisutan kako u kaznenopravnoj teoriji tako i u sudskoj praksi, predstavlja razgraničenje neizravne namjere od svjesnog nehaja u odnosu na ugrožavanje sigurnosti cestovnog prometa. U oba slučaja počinitelj je svjestan mogućnosti nastanka opasnosti, zbog čega se njihovo razlikovanje prvenstveno temelji na voljnoj komponenti njegova subjektivnog odnosa prema ugrožavanju. Kod svjesnog nehaja počinitelj lakomisleno smatra da do povrede neće doći ili da će je moći izbjeći (čl. 29. st.2. KZ), oslanjajući se primjerice na vlastite vozačke sposobnosti, karakteristike vozila ili druge okolnosti konkretnog prometnog događaja. Nasuprot tome, kod neizravne namjere počinitelj je svjestan mogućnosti nastanka konkretne opasnosti i na njezino nastupanje pristaje (čl. 28. st.3. KZ).

Razgraničenje navedenih oblika krivnje u konkretnom slučaju nerijetko je vrlo složeno jer se unutarnji odnos počinitelja prema ugrožavanju mora utvrđivati posredno, na temelju njegova ponašanja i svih objektivnih okolnosti prometnog događaja. Ranija sudska praksa kao relevantne pokazatelje postojanja neizravne namjere uzimala je osobito bezobzirnost i agresivnost počinitelja, izrazito grubo kršenje prometnih pravila te druge okolnosti koje upućuju na zaključak da je počinitelj bio svjestan mogućnosti ugrožavanja života ili tijela drugih sudionika i na takvo ugrožavanje pristao. S druge strane, kada ponašanje počinitelja upućuje na njegovo lakomisleno pouzdanje da će, unatoč postojećem riziku, izbjeći nastanak opasnosti, riječ je o svjesnom nehaju. Navedeno razgraničenje posebno je važno zbog neposrednog utjecaja oblika krivnje na pravnu kvalifikaciju djela i kaznenopravnu sankciju. Istodobno predstavlja područje u kojem postoji povećana opasnost od neujednačene primjene zakona, budući da se vrlo slične činjenične situacije mogu različito vrednovati ovisno o tome koje okolnosti sud smatra odlučujućima za utvrđivanje subjektivnog odnosa počinitelja.

Stoga se pitanje razgraničenja neizravne namjere i svjesnog nehaja ne iscrpljuje na teorijskoj razini, već ima neposredne posljedice na pravnu kvalifikaciju djela i visinu kazne koja se počinitelju može izreći. Upravo će zbog toga jedan od ciljeva analize sudske prakse u nastavku rada biti utvrditi na koji način hrvatski sudovi u razdoblju od 2020. do 2024. godine vrednuju okolnosti konkretnog prometnog događaja pri utvrđivanju oblika krivnje počinitelja.

3. ANALIZA PROMETNIH NESREĆA U REPUBLICI HRVATSKOJ OD 2020. DO 2024. GODINE

U cilju sagledavanja stvarnog stanja sigurnosti cestovnog prometa te dovođenja kaznenopravne analize u vezu s pojavnim oblicima i posljedicama prometnih nesreća, provedeno je istraživanje prometnih nesreća na području Republike Hrvatske u petogodišnjem razdoblju od 2020. do 2024. godine (Simović i Božić, 2020). Istraživanjem je obuhvaćeno kretanje ukupnog broja prometnih nesreća i njihovih posljedica, vrste prometnih nesreća s nastradalim osobama, najznačajnije pogreške vozača koje su prethodile njihovu nastanku te broj smrtno stradalih osoba prema najznačajnijim pogreškama vozača. Posebna pozornost posvećena je prometnim nesrećama s najtežim posljedicama, odnosno nesrećama u kojima su osobe smrtno stradale ili teško tjelesno ozlijeđene, s obzirom na njihovu neposrednu relevantnost za kaznenopravnu zaštitu sigurnosti cestovnog prometa.

Podaci korišteni u istraživanju prikupljeni su iz službenih statističkih izvora za svaku pojedinu godinu obuhvaćenu istraživanjem. Radi utvrđivanja kretanja promatranih pojava primijenjene su deskriptivna i komparativna metoda, pri čemu su podaci analizirani kako na godišnjoj razini tako i u odnosu na cjelokupno petogodišnje razdoblje. Takav pristup omogućuje utvrđivanje osnovnih tendencija u kretanju broja i posljedica prometnih nesreća te izdvajanje okolnosti koje se učestalo pojavljuju kao čimbenici njihova nastanka.

Tabela 1. *Prometne nesreće i njihove posljedice u Republici Hrvatskoj od 2020. do 2024. godine*

Godina	Ukupno prometnih nesreća	Poginule osobe	Teško ozlijeđene osobe	Lakše ozlijeđene osobe
2020.	26.074	237	2.295	7.740
2021.	31.453	292	2.610	9.308
2022.	32.561	275	2.910	10.419
2023.	34.604	274	3.102	11.102
2024.	35.729	239	3.238	11.060

Analizom podataka prikazanih u Tabeli 1. uočava se kontinuirani porast ukupnog broja prometnih nesreća u Republici Hrvatskoj u promatranom razdoblju. Broj prometnih nesreća povećan je s 26.074 u 2020. godini na 35.729 u 2024. godini, odnosno za 9.655 nesreća ili približno 37%. Posebno izražen porast zabilježen je između 2020. i 2021. godine, kada se broj prometnih nesreća povećao za 20,6%, dok je u kasnijim godinama nastavljen trend njihova postupnog rasta. U 2024. godini evidentirano je 3,3% više prometnih nesreća nego godinu ranije. Pri analizi navedenih statističkih pokazatelja potrebno je posebno istaknuti specifičnost 2020. godine, obilježene pandemijom bolesti COVID-19 i izvanrednim epidemiološkim mjerama koje su značajno utjecale na odvijanje cestovnog prometa u Republici Hrvatskoj. Tijekom pandemije bila su na snazi stroga ograničenja kretanja stanovništva, uključujući zabranu napuštanja mjesta prebivališta i stalnog boravka bez odgovarajućih propusnica, kao i privremena ograničenja putovanja između županija. Propusnice su se izdavale u propisanim iznimnim slučajevima, primjerice zbog neodgodivih poslovnih obveza, pružanja zdravstvene skrbi, odlaska liječniku i drugih opravdanih razloga (Božić i Bataveljić, 2021). Istodobno su obustavljene ili ograničene brojne gospodarske, obrazovne, turističke i društvene aktivnosti, što je dovelo do znatnog smanjenja mobilnosti stanovništva i intenziteta cestovnog prometa. Navedene izvanredne okolnosti pridonijele su relativno manjem broju prometnih nesreća tijekom 2020. godine, kada su evidentirane ukupno 26.074 prometne nesreće. Postupnim ublažavanjem epidemioloških mjera, ponovnim uspostavljanjem gospodarskih i društvenih aktivnosti te normalizacijom cestovnog prometa tijekom 2021. godine, broj prometnih nesreća povećao se na 31.453, odnosno za 5.379 prometnih nesreća u odnosu na prethodnu godinu. Stoga se navedeni porast mora promatrati i u kontekstu postupnog povratka u uobičajene uvjete odvijanja cestovnog prometa nakon izvanrednih okolnosti koje su obilježile 2020. godinu.

Broj poginulih osoba oscilirao je tijekom promatranog razdoblja: s 237 u 2020. porastao je na 292 u 2021., nakon čega se smanjuje na 275 u 2022. i 274 u 2023. godini, da bi u 2024. pao na 239 osoba. Tako je 2024.,

unatoč najvećem broju prometnih nesreća u promatranom petogodišnjem razdoblju, broj poginulih bio gotovo na razini 2020. godine. Posebno je značajan pad između 2023. i 2024. godine, kada je broj poginulih smanjen za 12,8%, odnosno za 35 osoba.

Istodobno, podaci o ozlijeđenim osobama pokazuju nepovoljnije kretanje. Broj teško ozlijeđenih osoba kontinuirano raste, s 2.295 u 2020. na 3.238 u 2024. godini, što predstavlja povećanje od približno 41%. Broj lakše ozlijeđenih povećan je sa 7.740 na 11.060 osoba, odnosno za približno 43%. U posljednjoj promatranoj godini broj teško ozlijeđenih dodatno je porastao za 4,4% u odnosu na 2023., dok je broj lakše ozlijeđenih neznatno smanjen, za 0,4%.

Promatrani podaci upućuju na različita kretanja pojedinih pokazatelja sigurnosti cestovnog prometa. S jedne strane, ukupan broj prometnih nesreća i broj ozlijeđenih osoba u razdoblju od 2020. do 2024. znatno su porasli, dok se, s druge strane, nakon vrhunca zabilježenog 2021. godine uočava postupno smanjenje broja smrtno stradalih. Takvo kretanje pokazuje da povećanje učestalosti prometnih nesreća ne mora nužno rezultirati proporcionalnim povećanjem njihova najsmrtonosnijeg ishoda. Ipak, rast broja teško ozlijeđenih osoba upozorava da se povoljnije kretanje smrtnosti ne može samo po sebi tumačiti kao opće poboljšanje sigurnosti cestovnog prometa.

Tabela 2. *Vrste prometnih nesreća s nastradalim osobama u Republici Hrvatskoj od 2020. do 2024. godine*

Vrsta prometne nesreće	2020.	2021.	2022.	2023.	2024.
Sudari vozila u pokretu	3.594	4.446	4.828	5.296	5.281
Udar vozila u parkirano vozilo	100	83	127	119	118
Slijetanje vozila s ceste	1.691	1.940	2.157	2.092	2.334
Nalet na bicikl	330	379	381	391	339
Nalet na pješaka	937	1.156	1.241	1.290	1.245
Nalet na motocikl ili moped	89	113	99	140	132
Sudar s vlakom	13	18	9	19	9
Udar vozila u objekt na cesti	45	53	46	72	79
Udar vozila u objekt kraj ceste	353	372	427	422	453
Nalet na životinju	33	29	23	26	20
Ostalo	525	557	667	766	724
UKUPNO	7.710	9.146	10.005	10.633	10.734

Analiza vrsta prometnih nesreća s nastradalim osobama pokazuje da su tijekom cijelog promatranog razdoblja najzastupljeniji sudari vozila u pokretu, čiji se broj povećao s 3.594 u 2020. na 5.281 u 2024. godini, odnosno za približno 46,9%. Drugu najzastupljeniju kategoriju čine slijetanja vozila s ceste, koja su porasla s 1.691 na 2.334, odnosno za približno 38,0%, dok su na trećem mjestu nesreće koje uključuju nalet na pješaka, čiji je broj povećan s 937 u 2020. na 1.245 u 2024. godini. Promatrano u cjelini, broj prometnih nesreća s nastradalim osobama povećan je sa 7.710 u 2020. na 10.734 u 2024. godini, odnosno za približno 39,2%. Pritom se nakon izraženijeg rasta u prvim godinama promatranog razdoblja u posljednjoj godini uočava znatno blaži porast, budući da je u odnosu na 2023. broj takvih nesreća povećan za svega 0,9%.

Tabela 3. *Prometne nesreće s nastradalim osobama prema najznačajnijim pogreškama vozača u Republici Hrvatskoj od 2020. do 2024. godine (Ibidem)*

GODINA	NEPROPISNA BRZINA	BRZINA NEPRIMJERENA UVJETIMA	NEPROPISNO PRETJECANJE	NEPOŠTIVANJE PREDNOSTI PROLAZA	NEPROPISNO KRETANJE VOZILA NA KOLNIKU
2020.	360	2.170	182	1.274	799
2021.	338	2.485	222	1.492	1.044
2022.	360	2.873	259	1.639	1.210
2023.	354	2.927	239	1.737	1.265
2024.	352	3.101	232	1.782	1.286

Analiza prometnih nesreća s nastradalim osobama prema najznačajnijim pogreškama vozača pokazuje da je tijekom cijelog promatranog razdoblja brzina neprimjerena uvjetima bila daleko najzastupljenija među izdvojenim pogreškama. Broj takvih prometnih nesreća povećan je s 2.170 u 2020. na 3.101 u 2024. godini, odnosno za približno 42,9%. Pritom je rast gotovo kontinuiran; 2.485 nesreća zabilježeno je 2021. godine,

2.873 u 2022. te 2.927 u 2023. godini. Nasuprot tome, broj nesreća povezanih s nepropisnom brzinom tijekom promatranog razdoblja ostao je relativno stabilan te se kretao između 338 i 360 slučajeva godišnje. Izražen porast uočava se i kod nepoštivanja prednosti prolaza, gdje je broj prometnih nesreća s nastradalim osobama porastao s 1.274 u 2020. na 1.782 u 2024. godini, što predstavlja povećanje od približno 39,9%. Još veće relativno povećanje zabilježeno je kod nepropisnog kretanja vozila na kolniku; sa 799 na 1.286 prometnih nesreća, odnosno za približno 61,0%. Kod obje navedene kategorije vidljiv je kontinuirani rast tijekom cijelog petogodišnjeg razdoblja. Drugačije kretanje zabilježeno je kod nepropisnog pretjecanja. Broj prometnih nesreća povezanih s ovom pogreškom povećavao se sa 182 u 2020. godini na 259 u 2022. godini, nakon čega je uslijedio pad na 239 u 2023. i 232 u 2024. godini. Unatoč smanjenju tijekom posljednje dvije promatrane godine, njihov broj u 2024. i dalje je za približno 27,5% veći nego 2020. godine.

Dobiveni rezultati upućuju na značajnu zastupljenost pogrešaka vozača povezanih s načinom i brzinom kretanja vozila te poštivanjem prava prvenstva prolaza u nastanku prometnih nesreća s nastradalim osobama. Posebno zabrinjava kontinuirani rast broja nesreća povezanih s brzinom neprimjerenom uvjetima, nepoštivanjem prednosti prolaza i nepropisnim kretanjem vozila na kolniku. Takvi pokazatelji potvrđuju važnost preventivnog djelovanja i pojačanog nadzora upravo onih ponašanja u cestovnom prometu koja povećavaju rizik nastanka prometnih nesreća s posljedicama za život i tjelesni integritet sudionika.

Tabela 4. *Poginule osobe u prometnim nesrećama prema najznačajnijim pogreškama vozača u Republici Hrvatskoj od 2020. do 2024. godine (Ibidem)*

GODINA	NEPROPISNA BRZINA	BRZINA NEPRIMJERENA UVJETIMA	NEPROPISNO PRETJECANJE	NEPOŠTIVANJE PREDNOSTI PROLAZA	NEPROPISNO KRETANJE VOZILA NA KOLNIKU
2020.	22	84	8	16	39
2021.	10	103	17	16	74
2022.	13	107	15	14	66
2023.	15	104	15	16	51
2024.	10	105	16	11	46

Analiza broja poginulih osoba prema najznačajnijim pogreškama vozača pokazuje da se tijekom cijelog promatranog razdoblja brzina neprimjerena uvjetima izdvaja kao pogreška povezana s najvećim brojem smrtno stradalih osoba. Broj poginulih u toj kategoriji kretao se od 84 u 2020. do 105 u 2024. godini, pri čemu je u razdoblju od 2021. do 2024. kontinuirano prelazio 100 osoba godišnje. Među ostalim promatranim pogreškama posebno se izdvaja nepropisno kretanje vozila na kolniku, iako je broj poginulih povezan s ovom pogreškom nakon 2021. godine pokazivao trend smanjenja.

4. ANALIZA SUDSKE PRAKSE U RAZDOBLJU OD 2020. DO 2024. GODINE

U cilju sagledavanja primjene članka 227. KZ-a u sudskoj praksi analizirane su odabrane odluke Vrhovnog suda Republike Hrvatske i Visokog kaznenog suda Republike Hrvatske donesene u razdoblju od 2020. do 2024. godine. Pri odabiru odluka naglasak je stavljen na pravna pitanja od posebnog značenja za primjenu predmetne inkriminacije, osobito utvrđivanje oblika krivnje, razgraničenje neizravne namjere i svjesnog nehaja, značenje bezobzirnog ponašanja počinitelja, postojanje uzročne veze između kršenja prometnih propisa i nastale posljedice te kriterije odmjeravanja kazne.

Za pitanje razgraničenja neizravne namjere i svjesnog nehaja značajna je odluka Vrhovnog suda Republike Hrvatske I Kž-262/2020-4 i I Kž-263/2020-4 od 10. rujna 2020. godine (https://www.zakon.hr/c/sudska-praksa/247048/i-kz-262-2020-4-vrhovni-sud-republike-hrvatske). U predmetnom slučaju optuženik, koji nije imao vozačku dozvolu niti potrebna znanja i vještine za upravljanje vozilom, proglašen je krivim za kazneno djelo iz članka 227. stavka 4. u vezi sa stavkom 1. KZ-a. Vrhovni sud istaknuo je da se razlika između neizravne namjere i svjesnog nehaja nalazi u voljnoj sastavnici subjektivnog odnosa počinitelja prema djelu. U konkretnom slučaju okolnost da je optuženik, svjestan nedostatka potrebnih znanja i vještina za upravljanje vozilom, ipak njime upravljao, ocijenjena je relevantnom za zaključak da je pristao na ugrožavanje drugih sudionika u prometu. Navedeno stajalište potvrđuje da se subjektivni odnos počinitelja prema ugrožavanju utvrđuje na temelju ukupnosti okolnosti konkretnog slučaja.

Posebno značajno stajalište zauzeto je u odluci Visokog kaznenog suda Republike Hrvatske I Kž-151/2022-11 od 8. lipnja 2022. godine (https://www.zakon.hr/c/sudska-praksa/438742/i-kz-151-2022-11-visoki-kazneni-sud-republike-hrvatske). Optuženik je, približavajući se raskrižju, bez zaustavljanja pred prometnim znakom „STOP“ i bez poduzimanja radnje kočenja, brzinom od približno 44 km/h ušao u raskrižje i izazvao prometnu nesreću u kojoj su dvije osobe smrtno stradale, dok su druge osobe teško tjelesno ozlijeđene. Sud je prihvatio zaključak da je optuženik postupao s neizravnom namjerom u odnosu na ugrožavanje sigurnosti cestovnog prometa. Značaj navedene odluke ogleda se u ulozi koju sud pridaje bezobzirnosti pri utvrđivanju neizravne namjere. Visoki kazneni sud ocijenio je da ulazak u raskrižje bez zaustavljanja pred prometnim znakom „STOP“, brzinom od približno 44 km/h, predstavlja bezobzirno ponašanje koje nadilazi lakomislenost karakterističnu za svjesni nehaj. Pritom je uzeo u obzir da raskrižje predstavlja mjesto povećane opasnosti, da prometni znak „STOP“ nalaže obvezno zaustavljanje te da je optuženik kao dugogodišnji vozač bio upoznat sa značenjem tog prometnog pravila i mogućim posljedicama njegova kršenja. Iz navedene odluke proizlazi da zaključak o postojanju neizravne namjere ne pretpostavlja nužno ekstremno prekoračenje dopuštene brzine ili alkoholiziranost počinitelja, već može proizlaziti iz načina kršenja prometnog propisa i ukupnosti okolnosti konkretnog događaja. U istoj odluci razmatrano je i pitanje doprinosa drugog sudionika nastanku prometne nesreće. Činjenica da se oštećenik kretao brzinom većom od dopuštene nije ocijenjena okolnošću koja bi isključivala kaznenopravnu odgovornost optuženika, s obzirom na utvrđeni način njegova ulaska u raskrižje. Sud je pritom naglasio da se neizravna namjera odnosi na ugrožavanje sigurnosti cestovnog prometa, dok se subjektivni odnos prema nastaloj težoj posljedici prosuđuje zasebno.

Daljnju potvrdu značenja izrazito rizičnog ponašanja za utvrđivanje subjektivnog odnosa počinitelja pruža odluka Visokog kaznenog suda Republike Hrvatske I Kž-372/2021-5 (https://www.zakon.hr/c/sudska-praksa/385684/ii-kz-372-2021-5-visoki-kazneni-sud-republike-hrvatske). U tom je predmetu počinitelj u noćnim uvjetima upravljao vozilom s koncentracijom alkohola od 1,93 g/kg i brzinom između 140 i 157 km/h na mjestu na kojem je dopuštena brzina iznosila 50 km/h, pri čemu je prometna nesreća završila smrtnim ishodom. Sud je prihvatio postojanje neizravne namjere u odnosu na ugrožavanje sigurnosti cestovnog prometa, vrednujući visok stupanj alkoholiziranosti i višestruko prekoračenje dopuštene brzine kao pokazatelje izrazito rizičnog i bezobzirnog ponašanja počinitelja. Navedena odluka značajna je i s aspekta uzročne veze i mogućeg doprinosa drugog sudionika nastanku prometne nesreće. Okolnost da je drugi sudionik svojim postupanjem mogao pridonijeti nastanku opasne prometne situacije sama po sebi ne isključuje kaznenu odgovornost počinitelja ako je njegovo protupravno postupanje bilo uzročno povezano s nastalom posljedicom. U predmetnom slučaju Visoki kazneni sud prihvatio je i žalbu državnog odvjetnika u odnosu na odluku o kazni te je prvostupanjsku kaznu zatvora od tri godine i osam mjeseci povisio na četiri godine i šest mjeseci.

Na kriterije odmjeravanja kazne posebno ukazuje odluka Visokog kaznenog suda Republike Hrvatske I Kž-67/2023-13 (https://www.zakon.hr/c/sudska-praksa/505666/i-kz-67-2023-13-visoki-kazneni-sud-republike-hrvatske). Počinitelj je upravljao vozilom s najmanje 2,65 g/kg alkohola u krvi, uz prethodnu konzumaciju lijeka za smirenje, kretao se brzinom od 113 km/h u gradskom središtu na mjestu na kojem je ograničenje iznosilo 40 km/h, tijekom vožnje koristio mobilni telefon te višekratno kršio svjetlosnu prometnu signalizaciju. U prometnoj nesreći jedna je osoba smrtno stradala, dok je druga zadobila osobito teške tjelesne ozljede. Prvostupanjskom presudom počinitelju je izrečena kazna zatvora u trajanju od šest godina i šest mjeseci, koju je Visoki kazneni sud, prihvativši žalbu državnog odvjetnika, povisio na devet godina zatvora. Pri odmjeravanju kazne sud je osobito vrednovao kumulaciju izrazito rizičnih ponašanja počinitelja, visok stupanj alkoholiziranosti, znatno prekoračenje dopuštene brzine, korištenje mobilnog telefona, kršenje svjetlosne prometne signalizacije te raniju višestruku prekršajnu osuđivanost zbog prometnih prekršaja. Navedena odluka pokazuje da pri individualizaciji kazne, osim težine nastale posljedice, značajnu ulogu imaju intenzitet i broj povrijeđenih prometnih propisa, stupanj rizičnosti ponašanja počinitelja te njegova ranija kažnjavanost.

Analizirana sudska praksa potvrđuje da se oblik krivnje utvrđuje vrednovanjem ukupnosti okolnosti konkretnog slučaja, pri čemu bezobzirnost može predstavljati značajan pokazatelj neizravne namjere. Istodobno, pri odmjeravanju kazne naglašena je potreba individualizacije s obzirom na stupanj krivnje, težinu ugrožavanja, nastale posljedice te olakotne i otegotne okolnosti.

5. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Rezultati provedene kaznenopravne analize, istraživanja prometnih nesreća u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2020. do 2024. godine te analize sudske prakse potvrđuju potrebu istodobnog normativnog i praktičnog sagledavanja kaznenopravne zaštite sigurnosti cestovnog prometa. Kazneno djelo izazivanja prometne nesreće u cestovnom prometu iz članka 227. KZ-a omogućuje stupnjevanje kaznenopravne odgovornosti prema obliku krivnje i težini nastale posljedice, dok njegova pravilna primjena zahtijeva precizno utvrđivanje uzročne veze i subjektivnog odnosa počinitelja prema ugrožavanju. Stanje sigurnosti cestovnog prometa ne može se ocjenjivati isključivo prema broju smrtno stradalih osoba. U razdoblju od 2020. do 2024. godine ukupan broj prometnih nesreća povećan je za približno 37%, broj prometnih nesreća s nastradalim osobama za približno 39%, a broj teško ozlijeđenih osoba za približno 41%. Istodobno, broj poginulih osoba, nakon povećanja zabilježenog 2021. godine, pokazuje tendenciju smanjenja te je 2024. godine gotovo vraćen na razinu iz 2020. godine. Takva kretanja pokazuju da smanjenje broja smrtno stradalih, iako predstavlja pozitivan pokazatelj, nije dostatno za zaključak o općem poboljšanju sigurnosti cestovnog prometa, osobito uz istodobni kontinuirani rast ukupnog broja prometnih nesreća i teško ozlijeđenih osoba. Naime, pri tumačenju navedenih pokazatelja potrebno je uzeti u obzir i specifičnost 2020. godine, obilježene pandemijom bolesti COVID-19 i ograničenjima kretanja stanovništva, koja su utjecala na smanjenje intenziteta cestovnog prometa. Slijedom navedenoga, izraženiji porast broja prometnih nesreća u 2021. godini u odnosu na 2020. godinu može se dijelom pripisati ublažavanju epidemioloških mjera, povećanoj mobilnosti stanovništva i postupnom povratku u uobičajene uvjete odvijanja cestovnog prometa.

Struktura prometnih nesreća dodatno potvrđuje potrebu usmjeravanja mjera sigurnosti prema ponašanjima i situacijama koje nose povećani rizik nastanka teških posljedica. Među prometnim nesrećama s nastradalim osobama tijekom cijelog promatranog razdoblja prevladavali su sudari vozila u pokretu, a slijedila su slijetanja vozila s ceste i naleti na pješake. Brzina neprimjerena uvjetima izdvojila se kao najzastupljenija među analiziranim pogreškama u prometnim nesrećama s nastradalim osobama, a istodobno je uz nju vezan i najveći broj smrtno stradalih osoba. Navedeno potvrđuje da brzina ostaje jedan od ključnih čimbenika rizika nastanka najtežih prometnih posljedica.

Analiza sudske prakse pokazuje da se jedno od najsloženijih pitanja u primjeni članka 227. KZ-a odnosi na utvrđivanje oblika krivnje, osobito na razgraničenje neizravne namjere od svjesnog nehaja. Analizirane odluke potvrđuju da odgovor na to pitanje nije moguće temeljiti na jednoj izdvojenoj okolnosti, već na vrednovanju cjelokupnog ponašanja počinitelja i konkretne prometne situacije. Bezobzirnost pritom može predstavljati značajan pokazatelj neizravne namjere, pri čemu ona ne proizlazi nužno samo iz ekstremnog prekoračenja dopuštene brzine ili visokog stupnja alkoholiziranosti. I način kršenja pojedinog prometnog pravila, promatran zajedno s ostalim okolnostima konkretnog događaja, može pokazivati takav intenzitet protupravnog ponašanja koji nadilazi lakomislenost svojstvenu svjesnom nehaju. Sudska praksa istodobno potvrđuje potrebu zasebnog vrednovanja subjektivnog odnosa počinitelja prema ugrožavanju i prema nastaloj težoj posljedici te individualizacije kazne u svakom konkretnom slučaju.

S aspekta *de lege ferenda*, provedena analiza otvara pitanje potrebe preciznijeg normativnog vrednovanja najtežih i osobito bezobzirnih oblika ugrožavanja sigurnosti cestovnog prometa. Kumulacija izrazito rizičnih ponašanja, kao što su visok stupanj alkoholiziranosti, višestruko prekoračenje dopuštene brzine, svjesno nepoštivanje prometne signalizacije, korištenje mobilnog telefona tijekom vožnje i ponavljanje teških prometnih prekršaja, može upućivati na znatno viši stupanj ugrožavanja od onoga koji proizlazi iz pojedinačne povrede prometnog propisa. Stoga bi trebalo razmotriti opravdanost jasnijeg zakonskog vrednovanja takvih osobito teških oblika protupravnog ponašanja, vodeći pritom računa da eventualna normativna intervencija ne naruši postojeće razgraničenje namjere i nehaja niti dovede do neodređenosti zakonskih obilježja kaznenog djela. Neovisno o mogućim zakonskim izmjenama, potrebno je nastaviti s ujednačavanjem kriterija sudske prakse za razgraničenje neizravne namjere i svjesnog nehaja, osobito u pogledu značenja bezobzirnosti pri utvrđivanju subjektivnog odnosa počinitelja prema ugrožavanju.

Kaznenopravna represija, međutim, predstavlja samo jedan segment zaštite sigurnosti cestovnog prometa. Rezultati provedenog istraživanja upućuju na potrebu snažnijeg preventivnog djelovanja i ciljanog nadzora upravo onih ponašanja koja su povezana s povećanim rizikom nastanka prometnih nesreća s teškim posljedicama. Posebnu pozornost potrebno je usmjeriti na neprilagođenu brzinu, alkoholiziranost, opetovano činjenje teških prometnih prekršaja i kumulaciju više rizičnih ponašanja istog vozača. Učinkovita zaštita sigurnosti cestovnog prometa stoga zahtijeva povezano djelovanje kaznenopravnih, prekršajnopravnih, preventivnih i nadzornih mehanizama. Smanjenje broja smrtno stradalih osoba nesumnjivo predstavlja

pozitivan pokazatelj, ali stvarni napredak u sigurnosti cestovnog prometa može se ostvariti tek istodobnim smanjenjem ukupnog broja prometnih nesreća, broja teško ozlijeđenih osoba i učestalosti najrizičnijih oblika ponašanja u prometu. Kaznenopravna zaštita pritom mora biti dovoljno određena da osigura pravnu sigurnost i ujednačenu primjenu zakona, ali i dovoljno učinkovita da odgovori na najteže oblike ugrožavanja života i tjelesnog integriteta sudionika u cestovnom prometu.

6. LITERATURA

Aljinović N, „Izazivanje prometne nesreće u cestovnom prometu“, Zagrebačka pravna revija, vol. 7, br. 2/2018, str. 201–236.

Božić V, Simović M, „Izazivanje prometne nesreće u cestovnom prometu u hrvatskom kaznenom zakonodavstvu“, Zbornik radova 16. Međunarodne konferencije „Bezbednost saobraćaja u lokalnoj zajednici“, Kopaonik, 16-19. lipnja 2021, str. 288–314.

Božić V, Bataveljić D, „Zaštita ljudskih prava u doba pandemije COVID-19“, Zbornik radova „Pravo i društvo u uslovima pandemije“, Novi Sad: Univerzitet Privredna akademija, Pravni fakultet za privredu i pravosuđe, 2021, str.186-198.

Kazneni zakon, Narodne novine br. 125/11, 144/12, 56/15, 61/15, 101/17, 118/18, 126/19, 84/21, 114/22, 114/23, 36/24 i 136/25.

Kobe P, „Krivična dela ugrožavanja javnog saobraćaja u sudskoj praksi i krivičnopravnoj teoriji“, Jugoslovenska revija za kriminologiju i krivično pravo, br.1, 1964.

Medved J, Orlović A, „Sigurnost cestovnog prometa – prikupljanje i analiza podataka u svrhu predikcije i prevencije prometnih nesreća“, Policija i sigurnost, god. 26, br. 4/2017, str. 302–319.

Odluka Vrhovnog suda Republike Hrvatske I Kž-262/2020-4, I Kž-263/2020-4 od 10. rujna 2020. godine, dostupno na: https://www.zakon.hr/c/sudska-praksa/247048/i-kz-262-2020-4-vrhovni-sud-republike-hrvatske, pregledano 01.07.2026.

Odluka Visokog kaznenog suda Republike Hrvatske I Kž-151/2022-11 od 8. lipnja 2022. godine, dostupno na: https://www.zakon.hr/c/sudska-praksa/438742/i-kz-151-2022-11-visoki-kazneni-sud-republike-hrvatske, pregledano 01.07.2026.

Odluka Visokog kaznenog suda Republike Hrvatske I Kž-372/2021-5, dostupno na: https://www.zakon.hr/c/sudska-praksa/385684/ii-kz-372-2021-5-visoki-kazneni-sud-republike-hrvatske, pregledano 01.07.2026.

Odluka Visokog kaznenog suda Republike Hrvatske I Kž-67/2023-13, dostupno na: https://www.zakon.hr/c/sudska-praksa/505666/i-kz-67-2023-13-visoki-kazneni-sud-republike-hrvatske, pregledano 01.07.2026.

Simović M, Božić V, „Kaznena djela protiv sigurnosti prometa u hrvatskom kaznenom zakonodavstvu“, XV International Conference Road Safety in Local Community, Zbornik radova, Kriminalističko policijski Univerzitet, Beograd, 2020, str. 87-97.

Singer M, „Prilog problemu razgraničenja eventualnog umišljaja od svjesnog nehata“, Naša zakonitost, 1-2/1960.

Statistički pregled Ministarstva unutarnjih poslova Republike Hrvatske za razdoblje 2020-2024. godine

Zakon o sigurnosti prometa na cestama, Narodne novine, br. 67/08, 48/10 – Odluka Ustavnog suda Republike Hrvatske, 74/11, 80/13, 158/13 – Odluka i Rješenje Ustavnog suda Republike Hrvatske, 92/14, 64/15, 108/17, 70/19, 42/20, 85/22, 114/22, 133/23 i 145/24.

UDK:

UTICAJ VIZUELNE SLOŽENOSTI I KOGNITIVNOG OPTEREĆENJA NA PERCEPCIJU VERTIKALNE SAOBRAĆAJNE SIGNALIZACIJE

THE IMPACT OF VISUAL COMPLEXITY AND COGNITIVE LOAD ON THE PERCEPTION OF VERTICAL TRAFFIC SIGNS

Anđela Novaković[1] , Ana Trpković[2], Marjana Čubranić Dobrodolac[3]

Rezime: Kako saobraćajna signalizacija predstavlja glavni medij prenosa informacija između saobraćajnog sistema i korisnika, neophodno je da bude nedvosmislena i razumljiva. Na taj način postižu se uslovi za efikasno i bezbedno realizovanje saobraćajnih zahteva. Ovaj pregledni rad sistematizuje podatke iz skorijih istraživanja koja se bave različitim aspektima vizuelne percepcije saobraćajne signalizacije, sa akcentom na uticaj vizuelne složenosti i kognitivnog opterećenja vozača. Poseban fokus usmeren je na prepoznavanje znakova, gde se analiziralo i prepoznavanje znakova u vizuelno složenim uslovima. Posmatrani parametri uključuju radnu memoriju i ergonomsku prilagođenost znakova, a korišćene su tehnologije poput praćenja pokreta očiju vozača (eye-tracking) i simulacija vožnje. Rad obuhvata i analizu kako različite dimenzije znakova i njihova lokacija utiču na brzinu detekcije i tačnost interpretacije znakova. Na osnovu rezultata, dobijenih kroz različite dizajnirane eksperimente, date su preporuke za dizajn znakova i urbanističko planiranje koji uzimaju u obzir kognitivna ograničenja vozača.

Ključne reči: saobraćajna signalizacija, vizuelna percepcija, vizuelna složenost, kognitivno opterećenje

Since traffic signage represents the primary means of information transfer between the traffic system and its users, it must be unambiguous and comprehensible. This ensures the conditions necessary for the efficient and safe implementation of traffic requirements. This review paper systematizes findings from recent studies addressing various aspects of the visual perception of traffic signage, with an emphasis on the effects of visual complexity and drivers' cognitive load. Particular attention is given to sign recognition, including the recognition of signs under conditions of high visual complexity. The parameters examined include working memory and the ergonomic suitability of traffic signs, while technologies such as eye-tracking and driving simulation are employed. The paper also analyzes how different sign dimensions and their placement affect sign detection speed and interpretation accuracy. Based on findings obtained through various experimental designs, recommendations are provided for sign design and urban planning that take drivers' cognitive limitations into account.

Keywords: traffic signage, visual perception, visual complexity, cognitive load

1. UVOD

Korisnici se na uličnoj i putnoj mreži svakodnevno susreću sa velikim brojem informacija koje moraju brzo i tačno obraditi, kako bi se saobraćaj realizovao bezbedno i efikasno. Prvi korak pri obradi nekog podatka i donošenju odluke jeste percepcija ključnih elemenata.

Percepcija obuhvata proces u kome učesnici u saobraćaju identifikuju i postaju svesni okruženja, nepravilnosti i opasnosti koje se mogu pojaviti, na osnovu čega se vrši procena situacije i donošenje odluka o tome kako će se reagovati na uočenu situaciju i sprovesti određena operacija (Riemersma, 1979). Možda i najučestalije informacije koje korisnici moraju percipirati duž mreže jesu upravo one koje se prenose putem saobraćajnih znakova.

Saobraćajni znakovi ili vertikalna saobraćajna signalizacija se može definisati kao skup posebno kodiranih oznaka namenjenih učesnicima u saobraćaju, koje se u odnosu na saobraćajne površine nalaze u vertikalnoj ravni (Vukanović et al, 1995).

Percepcija saobraćajnih znakova zavisi od:

[1] Student master studija, Anđela Novaković, dipl. inž. saobraćaja, Univerzitet u Beogradu- Saobraćajni fakultet, Vojvode Stepe 305, Beograd, Srbija, andjelanovakovicc@gmail.com
[2] Vanredni profesor, Ana Trpković, dipl. Inž. saobraćaja, Univerzitet u Beogradu- Saobraćajni fakultet, Vojvode Stepe 305, Beograd, Srbija, a.trpkovic@sf.bg.ac.rs
[3] Docent, Marjana Čubranić-Dobrodolac, dipl. psiholog, Univerzitet u Beogradu- Saobraćajni fakultet, Vojvode Stepe 305, Beograd, Srbija, marjana@sf.bg.ac.rs

- Karakteristika znaka,
- Karakteristika okruženja i
- Karakteristika vozača.

Kako su sve tri navedene karakteristike veoma važne prilikom procesa percepcije, u nastavku je dat detaljniji uvid u svaku od njih pojedinačno. Važno je napomenuti da u toku vožnje sve karakteristike udruženo utiču na celokupan proces, koji se najčešće realizuje na putnoj ili uličnoj mreži. Samo okruženje u kom se proces realizuje može da znatno smanji ili čak potpuno onemogući realizaciju procesa, stoga su u nastavku efekti svih ometajućih faktora posmatrani u kontekstu vizuelno složenog okruženja.

Vizuelna složenost se definiše kao količina informacija i broj vizuelnih objekata u polju vida koje zahtevaju obradu i filtriranje pažnje. Povećanje broja vozila, razvoj kompleksnih urbanih sredina i prisustvo dodatnih vizuelnih elemenata, poput reklamnih panoa, doprinose vizuelnoj složenosti okruženja. U takvim uslovima može se desiti da vozači ne primete znak ili ne sagledaju najbolje svoje okruženje, što se može vrlo negativno odraziti na bezbednost kako vozača, tako i drugih učesnika u saobraćaju. Još jedan parametar koji značajno utiče na percepciju saobraćajne signalizacije jeste i kognitivno opterećenje samih vozača, koje se povećava sa rastom vizuelne složenosti okruženja.

Kognitivni napor ili kognitivno opterećenje odnosi se na mentalni trud koji je potreban za obradu informacija. U kontekstu vožnje, kognitivni napor se povećava kada vozač mora da obradi veliki broj informacija u kratkom vremenskom roku, kao što su saobraćajni znakovi, putna situacija, prisustvo drugih vozila i dodatni vizuelni elementi poput reklama. Prekomeran kognitivni napor može dovesti do grešaka u proceni, kašnjenja u reakciji ili potpunog ignorisanja ključnih informacija.

Ovaj pregledni rad ima za cilj da objedini i sistematizuje nalaze savremenih istraživanja koja se bave kognitivnim opterećenjem, prisustvom vizuelnog opterećenja i uticajem ovih faktora na pažnju, razumevanje i bezbedno ponašanje u vožnji. Kroz analizu radova koji koriste tehnologije praćenja pokreta očiju vozača, simulaciju vožnje i različite dizajnirane eksperimente, ovaj rad ima za cilj da pruži što kompletniji uvid u faktore koji poboljšavaju ili otežavaju efikasnu percepciju vertikalne saobraćajne signalizacije.

2. MATERIJALI I METODE

Radovi koji su posmatrani uključuju eksperimente izvedene jednom ili kombinacijom više tehnologija. Pomenute tehnologije obuhvataju:

- Praćenje pokreta očiju vozača (eye-tracking),
- Simulaciju vožnje,
- Prikupljanje i obradu postojećih podataka i
- Upitnike.

Važno je napomenuti da su za potrebe ovog rada korišćeni i pregledni radovi.

Tabelom 1 prikazani su svi radovi koji su korišćeni za potrebe ovog rada, zajedno sa korišćenom metodom i veličinom uzorka nad kojim je svako istraživanje vršeno.

Tabela 1. *Korišćena metodologija i veličina uzorka za svaki korišćeni rad*

Autor(i)	Naziv rada	Godina	Metodologija istraživanja	Veličina uzorka
Liu	Simulirana studija o uticaju količine informacija na saobraćajnim znakovima, strategiji posmatranja i poznatosti znakova na vizuelnu pretragu vozača	2005	Eksperiment i ispitivanje	24 ispitanika
Charlton	Uočljivost, pamćenje, razumevanje i prajming kod znakova upozorenja na opasnosti na putu	2006	Simulacija vožnje	31 vozač
Bendak i Al-Saleh	Uloga reklamnih znakova pored puta u ometanju vozača	2009	Simulacija vožnje i upitnik	12 vozača+ 160 ispitanika
Porathe i Strand	Koji je znak vidljiviji? Merenje vidljivosti saobraćajnih znakova metodom indeksa uočljivosti	2011	Različiti upitnici	77 ispitanika
Ünal et al.	Uticaj muzike na mentalni napor i performanse vožnje	2012	Simulacija vožnje	69 vozača
Ben-Bassat	Uticaj konteksta i ergonomskog dizajna saobraćajnih znakova na razumevanje vozača – preliminarna evaluacija	2013	Simulacije vožnje i ispitivanje	120 vozača
Nathanail et al.	Da li konverzacija sa putnicima utiče isto na sve? Procena uticaja na performanse i ponašanje u vožnji	2014	Simulacija vožnje	42 vozača
Costa et al.	Ponašanje pri posmatranju vertikalnih saobraćajnih znakova	2014	Praćenje pokreta očiju vozača u realnim uslovima vožnje	22 vozača
Babic et al.	Uticaj poznavanja puta na percepciju saobraćajnih znakova – studija praćenja pokreta očiju	2017	Praćenje pokreta očiju vozača u realnim uslovima vožnje	30 vozača
Kang et al.	Analiza pažnje vozača u uslovima zakrivljenog puta	2017	Praćenje pokreta očiju vozača, simulacija vožnje i EEG glave	28 vozača
Lipovac et al.	Korišćenje mobilnog telefona tokom vožnje – pregled literature	2017	Pregled literature	60 radova
Yang et al.	Studija simulatora vožnje o uporednoj efikasnosti jednojezičnih i dvojezičnih putokaznih znakova na kineskim autoputevima	2019	Praćenje pokreta očiju vozača, simulacija vožnje i upitnik	36 vozača

Autor(i)	Naziv rada	Godina	Metodologija istraživanja	Veličina uzorka
Babic et al.	Pokreti očiju vozača u odnosu na nepoznate saobraćajne znakove – studija praćenja pokreta očiju	2020	Praćenje pokreta očiju vozača u laboratoriji	40 vozača
Biernacki i Lewkowicz	Kako stariji vozači percipiraju vizuelne informacije pod povećanim kognitivnim opterećenjem – značaj ličnosti za bezbednost na putu	2021	Simulacija vožnje i upitnik	26 starijih vozača
Anciaes	Efekti vizuelnog okruženja pored puta na dobrobit i ponašanje vozača – sistematski pregled	2022	Pregled literature	50 radova
Costa et al.	Studija praćenja pokreta očiju o uticaju dimenzija znakova ograničenja brzine na planinskom putu na percepciju vozača	2022	Praćenje pokreta očiju vozača i simulacija vožnje	48 vozača
Liu et al.	Karakteristike vizuelne pažnje vozača i mehanizam emocionalnog uticaja pod različitim kognitivnim zadacima	2022	Praćenje pokreta očiju vozača, simulacija vožnje i ispitivanje	67 vozača
Yared	Sposobnost vozača da detektuju saobraćajne znakove u krivinama u prisustvu vizuelnog nereda – sistematski pregled	2024	Pregled literature	40 radova
Huang et al.	Studija o obrascima vizuelnog prepoznavanja putokaznih znakova sa više informacija zasnovana na analizi pokreta očiju	2024	Praćenje pokreta očiju vozača u laboratoriji	32 vozača

Veličine uzoraka u posmatranim istraživanjima kreću se u rasponu od 12 do 120 vozača i od 24 do 160 ispitanika. Uzorak u jednom istraživanju obuhvata specifično starije vozače, dok u jednom ispitivanju uzorak obuhvata samo mlađe vozače muškog pola. U ostalim istraživanjima raspodela udela polova je približno jednaka i zastupljene su različite starosne kategorije.

Kao najrelevantnije tehnologije prilikom ispitivanja percepcije saobraćajne signalizacije izdvojile su se tehnologija praćenja pokreta očiju vozača i simulacija vožnje. Kombinacija pomenutih tehnologija sa dodatnim ispitivanjem ili anketama daje odličan uvid u radnu memoriju vozača, a samim tim i u uticaj koji saobraćajna signalizacija ima.

Radna memorija predstavlja kognitivni sistem koji omogućava privremeno skladištenje i aktivnu obradu informacija potrebnih za izvođenje složenih mentalnih zadataka. U kontekstu vožnje, radna memorija pomaže vozaču da zadrži relevantne vizuelne informacije o saobraćajnim znakovima i istovremeno ih poveže sa prethodnim znanjem kako bi doneo brzu i tačnu odluku.

3. REZULTATI

Rezultati svih istraživanja prikazani su u tabeli 2.

Tabela 2. *Rezultati svih istraživanja*

Autor(i)	Naziv rada	Godina	Rezultati istraživanja
Liu	Simulirana studija o uticaju količine informacija na saobraćajnim znakovima, strategiji posmatranja i poznatosti znakova na vizuelnu pretragu vozača	2005	Veća količina informacija smanjuje brzinu percepcije
Charlton	Uočljivost, pamćenje, razumevanje i prajming kod znakova upozorenja na opasnosti na putu	2006	Znakovi sa boljom uočljivošću brže se pamte i razumeju
Bendak i Al-Saleh	Uloga reklamnih znakova pored puta u ometanju vozača	2009	Reklame pored puta odvlače pažnju i produžavaju vreme reakcije
Porathe i Strand	Koji je znak vidljiviji? Merenje vidljivosti saobraćajnih znakova metodom indeksa uočljivosti	2011	Znakovi visokog indeksa uočljivosti detektuju se brže
Ünal et al.	Uticaj muzike na mentalni napor i performanse vožnje	2012	Slušanje glasne muzike u vozilu može kognitivno opteretiti vozače, čak iako se to ne odražava na njihove sposobnosti vožnje
Ben-Bassat	Uticaj konteksta i ergonomskog dizajna saobraćajnih znakova na razumevanje vozača – preliminarna evaluacija	2013	Ergonomski dizajn poboljšava razumevanje znakova
Nathanail et al.	Da li konverzacija sa putnicima utiče isto na sve? Procena uticaja na performanse i ponašannje u vožnji	2014	Konverzacija sa putnicima u vozilu utiče na pažnju vozača
Costa et al.	Ponašanje pri posmatranju vertikalnih saobraćajnih znakova	2014	Vozači ne gledaju dovoljno saobraćajne znakove
Babic et al.	Uticaj poznavanja puta na percepciju saobraćajnih znakova – studija praćenja pokreta očiju	2017	Poznavanje puta smanjuje vreme gledanja znakova
Kang et al.	Analiza pažnje vozača u uslovima zakrivljenog puta	2017	Krivine smanjuju pažnju i povećavaju kognitivno opterećenje

Autor(i)	Naziv rada	Godina	Rezultati istraživanja
Lipovac et al.	Korišćenje mobilnog telefona tokom vožnje – pregled literature	2017	Korišćenje telefona značajno povećava kognitivno opterećenje
Yang et al.	Studija simulatora vožnje o uporednoj efikasnosti jednojezičnih i dvojezičnih putokaznih znakova na kineskim autoputevima	2019	Jednojezični znakovi brže se obrađuju nego dvojezični
Babic et al.	Pokreti očiju vozača u odnosu na nepoznate saobraćajne znakove – studija praćenja pokreta očiju	2020	Nepoznati znakovi i veliki broj informacija na znaku povećavaju trajanje pogleda i vreme obrade
Biernacki i Lewkowicz	Kako stariji vozači percipiraju vizuelne informacije pod povećanim kognitivnim opterećenjem – značaj ličnosti za bezbednost na putu	2021	Stariji vozači slabije obrađuju vizuelne informacije pod opterećenjem
Anciaes	Efekti vizuelnog okruženja pored puta na dobrobit i ponašanje vozača – sistematski pregled	2022	Vizuelni elementi pored puta značajno utiču na stres i pažnju vozača
Costa et al.	Studija praćenja pokreta očiju o uticaju dimenzija znakova ograničenja brzine na planinskom putu na percepciju vozača	2022	Veličina znaka nije znatno uticala na percepciju istog
Liu et al.	Karakteristike vizuelne pažnje vozača i mehanizam emocionalnog uticaja pod različitim kognitivnim zadacima	2022	Kognitivni zadaci menjaju raspodelu pažnje
Yared	Sposobnost vozača da detektuju saobraćajne znakove u krivinama u prisustvu vizuelnog nereda – sistematski pregled	2024	Vizuelna kompleksnost otežava percepciju znakova u krivinama
Huang et al.	Studija o obrascima vizuelnog prepoznavanja putokaznih znakova sa više informacija	2024	Kompleksni znakovi produžavaju zahtevaju duže vreme percepcije

Autor(i)	Naziv rada	Godina	Rezultati istraživanja
	zasnovana na analizi pokreta očiju		

4. DISKUSIJA

Iako se vertikalnom saobraćajnom signalizacijom prenose informacije od krucijalnog značaja za reallizaciju i bezbednost saobraćaja, zabeleženo je da vozači zapravo vrlo retko gledaju saobraćajne znakove. Prema istraživanju Costa et al. (2014) vozači su pogledali 25,06%, a uspešno se prisetili svega 6,66% od ukupno 75 saobraćajnih znakova postavljenih duž puta od 8,34 km. Takođe, što su vozači upoznatiji sa rutom kojom voze, to manje pažnje posvećuju znakovima (Babić et al, 2017). Rezultati svih istraživanja podeljeni su shodno tome kojoj karakteristici koja utiče na percepciju saobraćajnog znaka pripadaju (karakteristike okruženja, karakteristike znaka ili karakteristike vozača) sa dodatnim poglavljem u kom su analizirani ostali uticaji na kognitivno opterećenje.

4.1. Karakteristike okruženja

Karakteristike okruženja glavna su poveznica sa vizuelnom složenošću. Vizuelna složenost prostora podrazumeva kompleksan raspored svih elemenata koji se nalaze u vidnom polju vozača, što obuhvata predeo kroz koji put prolazi, građevine, saobraćajnu signalizaciju, reklamni materijal i slično. Istraživanjem Ben-Bassat (2013) saobraćajni znakovi posmatrani su u vizuelno jednostavnom okruženju, odnosno sa belom pozadinom i u vizuelno složenom okruženju, gde je znak uklopljen u putnu scenu. Iako je znak znatno vidljiviji ukoliko se posmatra u vizuelno jednostavnom okruženju, više ispitanika je tačno odredilo namenu znaka kada je on bio uklopljen u putnu scenu, jer je tako kontekst znaka bio jasniji. Dakle, saobraćajni znakovi se prirodno moraju nalaziti u vizualno složenim okruženjima, problem u njihovoj percepciji se javlja kada je okruženje u kom se nalaze isuviše kompleksno.

Na slici 1, koja je preuzeta iz istraživanja Porathe i Strand (2011), isti saobraćajni znak postavljen je ispred jednolične, jednostavne pozadine i ispred pozadine sa velikim brojem reklamnog materijala koji stvara jedno vizuelno vrlo kompleksno okruženje. Znak na jednostavnijoj pozadini bilo je daleko lakše uočiti i obraditi, dok se znak sa kompleksnijom pozadinom vizuelno stopio sa ostalim elementima, što od vozača iziskuje veće kognitivne napore prilikom percepcije. Takođe, veliki broj znakova ili veliki broj informacija na jednom znaku mogu biti vizuelno vrlo složeni i tako stvoriti preveliko kognitivno opterećenje vozačima. To se jasno može videti na slici 2, takođe preuzetoj iz Porathe i Strand (2011), gde je svaki od prikazanih znakova jasno vidljiv, međutim, kako su međusobno previše slični, teško je fokusirati se na svaki znak pojedinačno. Dodatno, kompleksne putne scene, poput uzastopnih horizontalnih krivina, mogu dovesti do kognitivnog preopterećenja vozača, što može usporiti proces percepcije (Kang et al, 2017).

Izgled putne scene, takođe, utiče na kognitivno opterećenje vozača. Anciaes (2022) analizom mnogobrojnih radova utvrđuje da vegetacija duž puta, u zavisnosti od toga koliko je gusta i kako je raspoređena, ima pozitivne efekte na vozače i ne skreće im pažnju sa puta. Negativan uticaj imaju različiti reklamni materijali, dok ostali sadržaj poput dronova, memorijalnih ploča, vetrenjača i bandera imaju negativan uticaj i odvlače pažnju vozača, ali ne postoji dovoljan broj radova koji bi isto i potvrdio. Ipak se daleko najveći broj radova bazira na percepciji reklamnih sadržaja, specifično bilborda. Analizom više radova sa tematikom percepcije reklamnih panoa (Yared, 2024) kao najistaknutiji uzročnici vizuelne složenosti prostora prepoznati su reklamni bilbordi i to specifično LED bilbordi sa izmenjivim reklamama. Studije pokazuju da oni privlače više pažnje od saobraćajnih znakova, gde prosečno 1% vremena vožnje vozači posvete gledanju reklama postavljenih duž puta. Statički bilbordi su u određenim studijama prepoznati kao ometajući faktor prilikom vožnje, dok se u drugim pokazalo da nemaju prevelik značaj. Ove nalaze potvrđuje i istraživanje o uticaju reklamnih znakova na ometanje vozača, sprovedenom tehnologijom simulacije vožnje (Bendak i Al-Saleh, 2009), gde je pola ispitanika navelo je da je bar jednom bilo ometeno reklamnim znakovima, dok je 22% ispitanika navelo da se zbog pomenutih znakova našlo u opasnoj situaciji.

4.2. Karakteristike znaka

Istraživanje sprovedeno u Kini Huang et al. (2024) ukazuje da je pored okruženja u kom se znak nalazi, za percepciju bitno i koje se sve informacije tim znakom prenose. Pomoću tehnologije praćenja pokreta očiju vozača došlo se do zaključka da na putokaznim znakovima ne sme biti više od 6 naziva, odnosno 9 u izuzetnim slučajevima. Razlog za to jeste preveliko kognitivno opterećenje prilikom obrade informacija i predug proces percepcije samog znaka. Korišćenjem iste tehnologije u radu Yang et al. (2019) došlo se do zaključka da je optimalan broj natpisa na bilingualnim znakovima 5, iz istih razloga kao i za prethodno pomenuto istraživanje. Takođe, način na koji se informacija prenosi preko saobraćajne signalizacije značajno utiče na percepciju tih znakova. Pa tako znakovi koji su predstavljeni putem piktograma privlače više pažnje od testualnih znakova, čak iako je količina informacija na oba znaka jednaka (Liu, 2005). Prema istraživanju Babić et al. (2020) količina informacija koja se nalazi na znaku, kao i upoznatost vozača sa tim znakom utiču na vreme potrebno za percepciju znakova i to tako što se potrebno vreme produžava sa porastom broja informacija. Još jedna bitna informacija prilikom percepcije vertikalne saobraćajne signalizacije jeste lokacija samog znaka u prostoru. Korišćenjem tehnologije praćenja pokreta očiju vozača (Costa et al , 2022) analiziralo se da li promena prečnika znakova za ograničenje brzine u planinskom ruralnom predelu utiče na percepciju istih i nisu uočene veće razlike. Značajnije razlike u percepciji znakova sa većim prečnikom u odnosu na iste znakove manjeg prečnika zabeleženo je u ispitivanju Charlton (2006). Ispitivanjem je utvrđeno i da je proces percepcije znatno brži ukoliko su znakovi obeleženi uočljivijim bojama ili ukoliko je uz njih postavljeno dodatno osvetljenje.



Slika 1. *Isti saobraćajni znak u vizualno jednostavnom i kompleksnom okruženju (Porathe i Strand, 2011)*



Slika 2. *Vizuelno slični znakovi postavljeni u neposrednoj blizini (Porathe i Strand, 2011)*

4.3. Karakteristike vozača

Karakteristike okruženja i karakteristike saobraćajnih znakova moguće je učiniti optimalnim i određenim intervencijama smanjiti negativan uticaj koje one mogu imati na sam proces percepcije. Najnepredvidljivije jesu upravo karaktristike vozača. Kako je proces percepcije jedinstven za svakog vozača, važno je razumeti razlike među njima. Najočiglednija i najznačajnija razlika jeste upravo starosna dob vozača. Pa je tako zabeleženo da je starijim vozačima potrebno više vremena da se snađu u kompleksnim okruženjima i da mogu

podneti manje kognitivnog opterećenja (Biernacki i Lewkowicz, 2021). Primećeno je i da na kognitivnu sposobnost vozača mogu uticati i fizičko i emocionalno stanje u kom se vozač u datom trenutku nalazi (Liu et al, 2022).

Kao što je i pomenuto, upoznatost vozača sa rutom kojom se kreće može uticati na vreme koje se posveti gledanju saobraćajnih znakova i to tako što se to vreme smanjuje što je vozač upoznatiji sa okruženjem (Babić et al, 2017). Slično tome, upoznatost vozača sa samim saobraćajnim znakom smanjuje vreme potrebno za njegovu percepciju (Babić et al, 2020).

Čulo vida izdvaja se kao najznačajnije prilikom percepcije saobraćajne signalizacije. I mada su svi ispitanici u posmatranim istraživanjima imali normalan ili vid ispravljen do normalnog, prilikom projektovanja signalizacije treba imati na umu da situacija nije takva u realnim uslovima. Fizičke sposobnosi svakog vozača međusobno se razlikuju, ali je važno da zadovoljavaju određeni minimum. S druge strane, važno je i da celokupan saobraćajni sistem bude prilagođen svim korisnicima, bez obzira na njihove različitosti.

4.4. Ostali uticaji na kognitivno opterećenje

I mada se prevashodno analiziralo kognitivno opterećenje kao posledica vizuelno složenog okruženja, važno je napomenuti i ostale faktore koji ga mogu izazvati. Korišćenje mobilnog telefona u toku vožnje jedan je od glavnih uzroka skretanja pažnje vozača, čak iako se telefon koristi bez ruku (hands-free) prema istraživanju Lipovac et al. (2017). Slušanje glasne muzike u vozilu, takođe, može kognitivno opteretiti vozače, čak iako se to ne odražava na njihove sposobnosti vožnje (Ünal et al, 2012). Razgovor sa putnicima u vozilu može biti još jedan od uzroka skretanja pažnje vozača (Nathanail et al, 2014). Pomenuti uticaji svakako nisu jedini koji se javljaju, ali jesu jedni od najčešćih, koji se vrlo lako mogu prevideti.

5. ZAKLJUČAK

Na osnovu svih posmatranih istraživanja može se izvesti opšti zaključak da vožaći ne posvećuju dovoljno pažnje saobraćajnim znakovima. Stariji vozači i vozači koji se kreću poznatim rutama posebno su skloni njihovom zanemarivanju. Kako bi se sagledao kompletan problem potrebno je posmatrati sve elemente od kojih zavisi percepcija saobraćajnih znakova, a to su karakteristike okruženja, karakteristike znakova i karakteristike samih vozača.

Kombinovanjem savremenih metoda poput praćenja pokreta očiju vozača i simulacije vožnje dobijen je jasan uvid u radnu memoriju vozača i to kako preraspoređuju svoju pažnju u vizuelno kompleksnom okruženju. Ustanovljeno je da vizuelno kompleksno okruženje smanjuje ili čak potpuno preusmerava pažnju vozača sa saobraćajnih znakova na druge sadržaje i pritom povećava njihovo kognitivno opterećenje. Prisustvo reklamnog materijala, odnosno statičkih i LED bilborda pokazalo se kao vrlo nepovoljno po proces percepcije, te ga je potrebno ograničiti, pogotovo u kompleksnim uslovima puta. Takođe, putno okruženje trebalo bi biti jednostavno i uredno, tako da se saobraćajni znakovi u njemu ističu.

Na osnovu prikazanih istraživanja, jasno je da i karakteristike samih znakova mogu biti problem prilikom njihove percepcije. Preveliki broj informacija na jednom znaku ili postavljanje više sličnih znakova u međusobnoj blizini mogu stvoriti vizuelno složeno okruženje koje stvara kognitivni umor kod vozača. Takođe, način na koji su informacije prezentovane i izgled znaka doprinose brzini i tačnosti percepcije. Potrebno je nastojati što intuitivnijem i ergonomski prilagođenijem dizajnu znakova, koji bi obezbedio blagovremeno i jasno uočavanje od strane korisnika.

Naravno, karakteristike vozača neizostavan su deo celog procesa. Za razliku od prethodno pomenutih karakteristika, na koje se može lakše uticati, karakteristike vozača jesu različite i teže sagledive. I mada se psiho-fizičke karakteristike svih vozača razlikuju, jasno je da saobraćajni znakovi moraju biti projektovani tako da za sve korisnike budu jasni, vidljivi i nedvosmisleni.

Na osnovu navedenog, preporučuje se da se u procesu planiranja i postavljanja saobraćajne signalizacije vodi računa o smanjenju vizuelne složenosti okruženja, ograničenju broja reklamnih elemenata, optimizaciji dizajna znakova kroz jasne piktograme i ograničen broj informacija, kao i o postavljanju dodatnog osvetljenja ili korišćenju vidljivijih boja radi njihove brže percepcije. Primena ovih mera može doprineti smanjenju kognitivnog opterećenja vozača, bržoj percepciji i lakšem razumevanju znakova, a samim tim i unapređenju bezbednosti saobraćaja.

Preporuka za buduće pravce istraživanja jeste proširenje većim opsegom skorijih radova, ali i izvršenje eksperimentalnog istraživanja na datu temu na našem području i reprezentnom uzorku populacije.

6. LITERATURA

Anciaes, P. R. (2022). Effects of the roadside visual environment on driver wellbeing and behaviour – A systematic review. Transport Reviews, 42(2), 139–163.

Babic, D., Babić, D., & Ščukanec, A (2017). The impact of road familiarity on the perception of traffic signs – Eye tracking case study. Proceedings of the 10th International Conference Environmental Engineering, Vilnius, Lithuania, 1-7.

Babic, D., Dijanić, H., Jakob, L., Babić, D., & Garcia-Garzon, E. (2020). Driver eye movements in relation to unfamiliar traffic signs: An eye tracking study. Applied Ergonomics, 89, 103191.

Ben-Bassat, T. (2013). The effect of context and ergonomic design of traffic signs on driver comprehension – A preliminary evaluation. Cognition, Technology & Work, 15(2), 149–155.

Bendak, S., & Al-Saleh, K. (2009). The role of roadside advertising signs in distracting drivers. International Journal of Industrial Ergonomics, 39(4), 623–628.

Biernacki, M. P., & Lewkowicz, R. (2021). How do older drivers perceive visual information under increasing cognitive load? Significance of personality on-road safety. Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, 78, 252–266.

Charlton, S. G. (2006). Conspicuity, memorability, comprehension, and priming in road hazard warning signs. Accident Analysis & Prevention, 38(3), 496–506.

Costa, M., Simone, A., & Vignali, V. (2014). Looking behavior for vertical road signs. Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, 23, 147–155.

Costa, M., Simone, A., & Vignali, V. (2022). An eye-tracking study of the effects of dimensions of speed limit traffic signs on a mountain highway on driverś perception. Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, 86, 215–227.

Huang, Y., Li, X., Li, P., & Zhang, X. (2024). A study on the visual recognition patterns of multi-information guide signs based on eye movement data analysis. Accident Analysis & Prevention, 206, 107492.

Kang, Y., Wang, W., & Liu, Y. (2017). The effects of bilingual traffic signs on drivers' visual search performance. Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, 12, 2158–2172.

Lipovac, K., Vujanić, M., Đerić, M., & Vujanić, M. (2017). Mobile phone use while driving – Literary review. Promet – Traffic & Transportation, 29(5), 555–564.

Liu, Y. (2005). A simulated study on the effects of information volume on traffic signs, viewing strategies and sign familiarity upon driver's visual search performance. International Journal of Industrial Ergonomics, 35(12), 1147–1158.

Liu, X., Wang, X., & Li, X. (2022). Driver's visual attention characteristics and their emotional influencing mechanism under different cognitive tasks. Accident Analysis & Prevention, 172, 106692.

Nathanail, E., Papazikou, E., & Adamos, G. (2014). Does talking with a fellow passenger affect everybody the same? An impact assessment on driving performance and behavior. Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, 22, 76–86.

Porathe, T., & Strand, N. (2011). Which sign is more visible? Measuring the visibility of traffic signs through the conspicuity index method. Procedia – Social and Behavioral Sciences, 20, 239–245.

Riemersma, J. B. J. (1979). Perception in traffic. Acta Psychologica, 43(3), 233–248.

Ünal, A. B., Steg, L., & Epstude, K. (2012). The influence of music on mental effort and driving performance. Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, 15(5), 496–508.

Vukanović, S., Milosavljević, M., & Tešić, M. (1995). Elementi saobraćajnog projektovanja: Vertikalna signalizacija. Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet.

Yang, L., Wang, W., & Ma, L. (2019). Driving simulator study of the comparative effectiveness of monolingual and bilingual guide signs on Chinese highways. Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, 64, 108–119.

Yared, R. (2024). Drivers' ability to detect traffic signs on curves with the presence of clutter in the visual field: A systematic review. Safety Science.

UDK:

РАЗВОЈ МЕТОДОЛОГИЈЕ ЗА АНАЛИЗУ УТИЦАЈНИХ ФАКТОРА САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА КОМЕРЦИЈАЛНИХ ВОЗИЛА

DEVELOPMENT OF A METHODOLOGY FOR THE ANALYSIS OF CONTRIBUTING FACTORS TO TRAFFIC ACCIDENTS INVOLVING COMMERCIAL VEHICLES

Саша Здравковић[1], Радован Вишковић[2], Павле Гладовић[3], Ксенија Здравковић[4]

Резиме: Саобраћајне незгоде комерцијалних возила представљају сложене догађаје који настају као последица истовременог деловања већег броја међусобно повезаних утицајних фактора. Постојећи приступи анализи најчешће се заснивају на појединачној примени аналитичких метода, без јединственог методолошког оквира који омогућава њихово међусобно повезивање и систематично дефинисање приоритетних превентивних мера. Полазећи од наведеног проблема, циљ рада је развој методологије за анализу утицајних фактора саобраћајних незгода комерцијалних возила повезивањем комплементарних аналитичких поступака у јединствен методолошки оквир. Предложена методологија обухвата припрему и класификацију података, идентификацију и приоритизацију доминантних утицајних фактора применом Парето анализе и њихову систематизацију и структурирање применом Ишикава дијаграма. Као могућност унапређења информационе основе и валидације утицајних фактора разматра се допуна стандардизованих података резултатима вештачења саобраћајних незгода, у складу са претходно развијеним концептом интегрисане базе података. На овај начин омогућава се поступно издвајање приоритетних утицајних фактора, сагледавање њихове структуре и међусобних односа и формирање основе за дефинисање превентивних мера усмерених на смањење ризика од настанка саобраћајних незгода у транспортним организацијама. Научни допринос рада огледа се у развоју методологије која функционално повезује припрему и класификацију података, Парето анализу и Ишикава дијаграм у логички повезан поступак анализе утицајних фактора, уз могућност будућег проширења и валидације информационе основе резултатима вештачења. Практични значај предложене методологије огледа се у њеној примени као подршке доношењу одлука заснованих на подацима, планирању превентивних активности и унапређењу управљања безбедношћу саобраћаја у транспортним организацијама.

Кључне речи: методологија, саобраћајне незгоде, комерцијална возила, Парето анализа, Ишикава дијаграм

Abstract: Traffic accidents involving commercial vehicles are complex events resulting from the simultaneous interaction of multiple interrelated contributing factors. Existing analytical approaches are most often based on the isolated application of individual methods, without a unified methodological framework that enables their systematic integration and the definition of priority preventive measures. In response to this problem, the aim of this paper is to develop a methodology for analysing contributing factors associated with traffic accidents involving commercial vehicles by integrating complementary analytical procedures into a unified methodological framework. The proposed methodology comprises data preparation and classification, the identification and prioritization of dominant contributing factors using Pareto analysis, and their systematization and structuring using the Ishikawa diagram. As a potential means of improving the information base and validating contributing factors, the supplementation of standardized data with findings from expert traffic accident analyses is considered, in accordance with a previously developed concept of an integrated database. This approach enables the gradual identification of priority contributing factors, a clearer understanding of their structure and interrelationships, and the establishment of a basis for defining preventive measures aimed at reducing the risk of traffic accidents in transport organizations. The scientific contribution of the paper lies in the development of a methodology that functionally integrates data preparation and classification, Pareto analysis, and the Ishikawa diagram into a logically connected procedure for analysing contributing factors, while allowing for future expansion and validation of the information base through findings from expert traffic accident analyses. The practical significance of the proposed methodology lies in its potential to support data-driven decision-making, the planning of preventive activities, and the improvement of road traffic safety management in transport organizations.

Keywords: methodology; traffic accidents; commercial vehicles; Pareto analysis; Ishikawa diagram.

[1] Самостални стручни сарадник, Саша Здравковић, дипл. инж. саобраћаја, Агенција за безбедност саобраћаја, Булевар Михајла Пупина бр.2, 11000 Београд, Република Србија, sasa.zdravkovic@abs.gov.rs

[2] проф. др Радован Вишковић, дипл. инж. саобраћаја, Саобраћајни факултет Добој, Универзитет у Источном Сарајеву, Војводе Мишића бр. 52, 74000 Добој, Република Српска, radovanviskovic1964@gmail.com

[3] проф. др Павле Гладовић, дипл. инж. саобраћаја, Инжењерска академија Србије, Кнеза Милоша 9/I, Република Србија, anaipavle@gmail.com

[4] Ксенија Здравковић, мастер инжењер саобраћаја и мастер економиста, самостални посредник у решавању спорова, Београд, Република Србија, ksenija.zdravkovic@yahoo.com

1. УВОД

Саобраћајне незгоде представљају сложене догађаје који најчешће настају као резултат истовременог деловања и међусобне интеракције већег броја фактора повезаних са човеком, возилом, путем, организацијом и окружењем (European Commission, 2024; Jakobsen et al., 2023; Skaug et al., 2025). Овај проблем посебно је изражен код саобраћајних незгода у којима учествују комерцијална возила, имајући у виду специфичности транспортног процеса, интензитет експлоатације возила и могућу тежину последица незгода (European Commission, 2025). Због тога систематска идентификација, анализа и приоритизација утицајних фактора представљају важну основу за разумевање механизама настанка саобраћајних незгода и дефинисање одговарајућих превентивних мера.

Савремени системи прикупљања података омогућавају евидентирање великог броја обележја саобраћајних незгода и фактора који су могли допринети њиховом настанку (De Meester, 2011). Међутим, расположивост података сама по себи не обезбеђује њихову пуну аналитичку вредност. Посебан изазов представљају валидација идентификованих фактора, утврђивање њиховог релативног значаја и сагледавање међусобних односа. У претходном истраживању развијен је концепт интегрисане базе података којим је предвиђено повезивање стандардизованих података о саобраћајним незгодама са резултатима њиховог вештачења, ради валидације утицајних фактора и прецизнијег сагледавања њиховог значаја (Здравковић и др., 2026c). Предложени концепт представља могућност унапређења информационе основе за анализу, али није емпиријски верификован на реалном скупу података. То ограничење је изричито наведено у претходном раду, у коме је пилот-примена предложена као правац будућих истраживања.

Један од приступа за идентификацију и издвајање фактора са највећим релативним значајем представља Парето анализа, која омогућава њихово рангирање према учесталости појављивања или релативном доприносу анализираном проблему (Juran & Godfrey, 1999; Montgomery, 2019). Примена Парето анализе на податке о саобраћајним незгодама комерцијалних возила показала је могућност издвајања ограниченог броја доминантних утицајних фактора који обухватају значајан део анализираног скупа. На тај начин ствара се аналитичка основа за усмеравање превентивних активности према факторима са највећим релативним значајем (Здравковић и др., 2026b).

Поред утврђивања приоритета, за потпуније разумевање сложене структуре утицајних фактора неопходна је њихова систематизација и сагледавање међусобних односа. Ишикава дијаграм представља погодан аналитички алат за идентификацију, систематизацију и структурирање потенцијалних узрока и фактора у оквиру анализираног проблема (Adib et al., 2024; Ishikawa, 1986). Његова примена у анализи саобраћајних незгода комерцијалних возила омогућила је систематизацију идентификованих утицајних фактора у одговарајуће групе и подгрупе и сагледавање њихових међусобних односа (Здравковић и др., 2026a). При томе, Ишикава дијаграм не служи за доказивање коначне узрочности, већ за систематизацију и структурирање идентификованих и потенцијалних утицајних фактора. У претходном истраживању указано је и на потребу за њиховим даљим квантитативним вредновањем и повезивањем са статистичким методама, пре свега Парето анализом. Наведени приступи имају различите, али међусобно комплементарне аналитичке функције. Претходно развијени концепт интегрисане базе података предвиђа могућност допуне и валидације стандардизованих података резултатима вештачења саобраћајних незгода (Здравковић и др., 2026c). Парето анализа омогућава идентификацију и приоритизацију доминантних утицајних фактора (Здравковић и др., 2026b), док Ишикава дијаграм омогућава њихову систематизацију, структурирање и сагледавање међусобних односа (Здравковић и др., 2026a). Међутим, њихова појединачна примена не обезбеђује јединствен методолошки поступак којим би се резултати различитих фаза анализе систематично повезали и усмерили ка дефинисању приоритетних превентивних мера.

Полазећи од наведеног, циљ овог рада је развој методологије за анализу утицајних фактора саобраћајних незгода комерцијалних возила која повезује припрему и класификацију података, идентификацију и приоритизацију доминантних утицајних фактора применом Парето анализе и њихову систематизацију и структурирање применом Ишикава дијаграма. Предложена методологија успоставља логички повезан аналитички поступак од формирања информационе основе, преко идентификације, приоритизације и структурирања утицајних фактора, до стварања основе за дефинисање превентивних мера усмерених на смањење ризика од настанка саобраћајних незгода комерцијалних возила. Могућност додатне валидације информационе основе резултатима вештачења разматра се као концептуално проширење методологије за њену будућу примену.

2. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ

Истраживање је засновано на резултатима претходно спроведених анализа саобраћајних незгода комерцијалних возила и примени комплементарних аналитичких поступака који обухватају анализу и класификацију података, Парето анализу и Ишикава дијаграм. Поред наведеног, као концептуална основа за могуће унапређење процеса валидације утицајних фактора разматран је претходно развијени модел интегрисане базе података којим је предвиђено повезивање стандардизованих података о саобраћајним незгодама са резултатима њиховог вештачења (Здравковић и др., 2026c). Тај модел у овом истраживању није емпиријски примењен, већ представља могући механизам допуне и валидације информационе основе у будућој примени предложене методологије. Претходни рад управо предвиђа интеграцију различитих извора и резултата вештачења, али пилот-примену и квантитативну валидацију оставља за будућа истраживања.

Емпиријску основу истраживања чине резултати претходно спроведених анализа саобраћајних незгода са погинулим лицима у којима су учествовала комерцијална возила на подручју Републике Србије у периоду 2016–2024. године. Претходна истраживања заснована су на секундарним подацима из Интегрисане базе података о обележјима безбедности саобраћаја Агенције за безбедност саобраћаја Републике Србије. Анализирани скуп обухвата 1.177 саобраћајних незгода, од чега 987 са учешћем теретних моторних возила и 190 са учешћем аутобуса. У наведеном скупу евидентирано је укупно 11.835 утицајних фактора, односно више од десет фактора по једној саобраћајној незгоди, што указује на изражену мултифакторску природу анализираног проблема (Здравковић и др., 2026a). Наведени истраживачки корпус представља основу и за претходно спроведену квантитативну анализу и приоритизацију утицајних фактора применом Парето анализе (Здравковић и др., 2026b).

У првој фази методолошког поступка врши се припрема и класификација расположивих података о утицајним факторима. Класификацијом се фактори разврставају у одговарајуће категорије и подкатегорије како би се обезбедили доследност, упоредивост и погодност података за даљу аналитичку обраду. У оквиру предложене методологије предвиђена је и могућност додатне валидације идентификованих утицајних фактора резултатима вештачења саобраћајних незгода. Ова могућност заснива се на претходно развијеном концепту према којем налази и закључци вештачења могу служити за додатно разграничавање релевантних фактора од пратећих околности и прецизније сагледавање њиховог значаја (Здравковић и др., 2026c).

За квантитативну анализу и утврђивање релативног значаја идентификованих фактора примењује се Парето анализа. Утицајни фактори рангирају се према учесталости појављивања, након чега се утврђују њихово релативно и кумулативно учешће (Juran & Godfrey, 1999; Montgomery, 2019). На овај начин могуће је издвојити ограничен број фактора који имају доминантан релативни значај у анализираном скупу и који представљају приоритет за даљу анализу. Претходна примена Парето анализе на податке о саобраћајним незгодама комерцијалних возила показала је могућност идентификације и рангирања фактора на основу учесталости њиховог појављивања и кумулативног учешћа (Здравковић и др., 2026b).

За систематизацију и структурирање идентификованих утицајних фактора примењује се Ишикава дијаграм, као аналитички алат који омогућава њихово груписање у одговарајуће категорије и подкатегорије и прегледније сагледавање њихове структуре и међусобних односа (Ishikawa, 1986; Adib et al., 2024). У претходном истраживању овај приступ примењен је на податке о саобраћајним незгодама комерцијалних возила, при чему су идентификовани фактори систематизовани у релевантне групе, а резултати су указали на потребу њиховог даљег квантитативног вредновања применом статистичких метода, пре свега Парето анализе (Здравковић и др., 2026a).

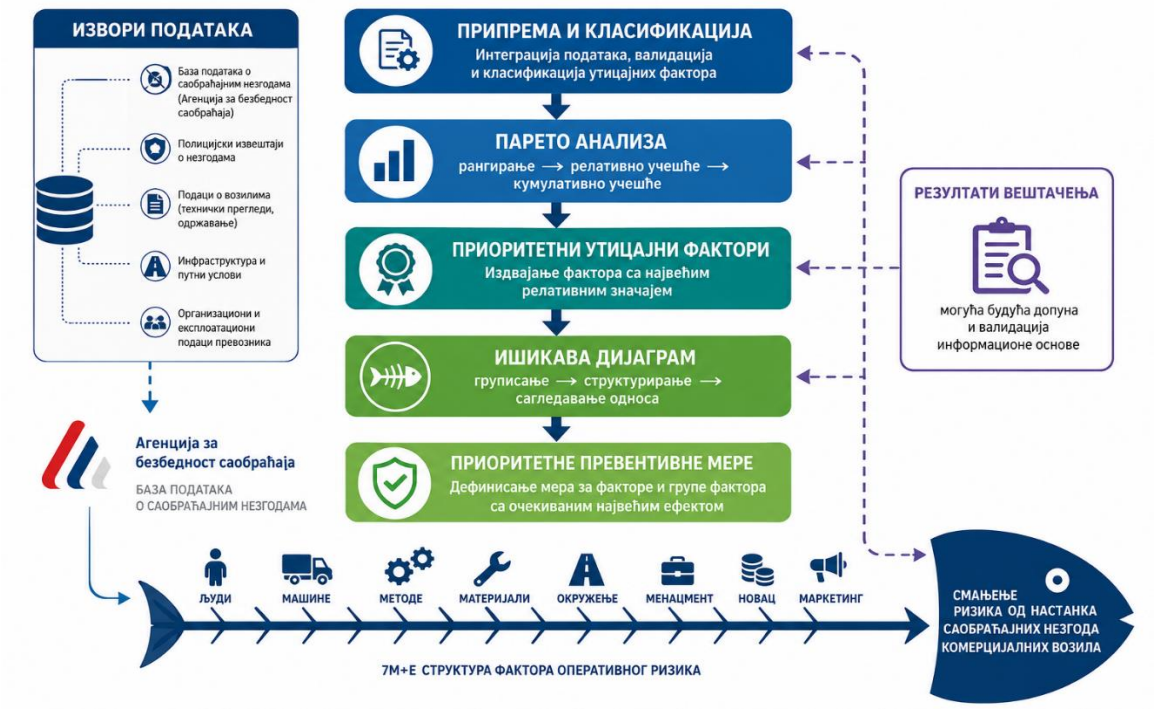
Повезивањем Парето анализе и Ишикава дијаграма остварују се две комплементарне аналитичке функције. Парето анализа обезбеђује квантитативну приоритизацију фактора према њиховој учесталости и релативном учешћу, док Ишикава дијаграм обезбеђује њихово структурирање и систематизацију у оквиру ширег система фактора. При томе се резултати Парето анализе не тумаче као доказ узрочности или као непосредна мера ризика, нити се Ишикава дијаграм користи за доказивање коначних узрочно-последичних односа. Оба поступка користе се као комплементарни аналитички алати за идентификацију приоритета и структурирање проблема.

Методолошки поступак заснива се на секвенцијалном повезивању наведених аналитичких фаза. Прва фаза обухвата формирање информационе основе и припрему расположивих података о саобраћајним незгодама и утицајним факторима.

Друга фаза обухвата класификацију утицајних фактора и, у концептуалној проширеној примени методологије, могућу додатну валидацију резултатима вештачења.
Трећа фаза обухвата квантитативну анализу и приоритизацију фактора применом Парето анализе. Четврта фаза обухвата систематизацију и структурирање приоритетних фактора применом Ишикава дијаграма. У завршној фази резултати претходних аналитичких поступака синтетизују се ради формирања основе за дефинисање приоритетних превентивних мера. На овај начин предложени методолошки поступак следи аналитички ток:
ПОДАЦИ → ПРИПРЕМА И КЛАСИФИКАЦИЈА → ПАРЕТО ПРИОРИТИЗАЦИЈА → ИШИКАВА СТРУКТУРИРАЊЕ → ПРИОРИТЕТНЕ ПРЕВЕНТИВНЕ МЕРЕ
при чему резултат претходне фазе представља основу за наредну фазу анализе. Валидација резултатима вештачења представља могућу допуну информационе основе, засновану на претходно развијеном концепту, а не емпиријски спроведену фазу у овом истраживању. Овакво секвенцијално повезивање омогућава да се од почетног скупа идентификованих утицајних фактора поступно дође до ограниченог броја приоритетних фактора, који се затим структурирају у ширем контексту анализираног проблема и користе као основа за дефинисање одговарајућих превентивних мера.

3. РЕЗУЛТАТИ

Резултат функционалног повезивања примењених аналитичких поступака представља предложена методологија за анализу утицајних фактора саобраћајних незгода комерцијалних возила. Методологија повезује формирање информационе основе, припрему и класификацију података, квантитативну приоритизацију утицајних фактора, њихово структурирање и дефинисање приоритетних превентивних мера у јединствен аналитички ток. Структура предложене методологије приказана је на Слици 1.



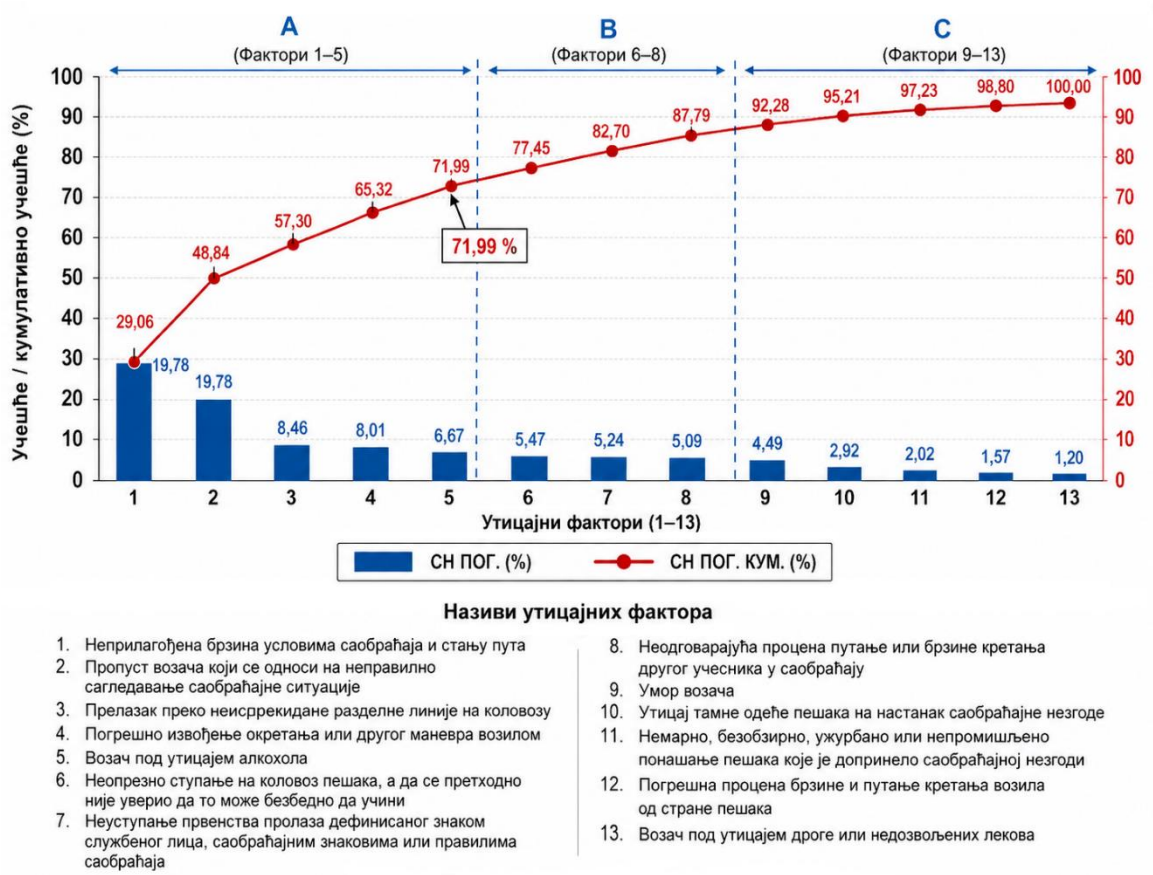
Слика 1. *Структура предложене методологије за анализу утицајних фактора саобраћајних незгода комерцијалних возила*

Полазну основу предложене методологије представљају расположиви подаци о саобраћајним незгодама комерцијалних возила и идентификованим утицајним факторима. У првој аналитичкој фази врше се припрема, провера и класификација расположивих података, чиме се формира структурирана информациона основа погодна за даљу квантитативну и структурну анализу. Као могућност

проширења информационе основе предвиђена је допуна и додатна валидација идентификованих утицајних фактора резултатима вештачења саобраћајних незгода, у складу са претходно развијеним концептом интегрисане базе података (Здравковић и др., 2026c). Ова компонента представља концептуално проширење предложене методологије и није емпиријски примењена у овом истраживању.

Следећу фазу представља примена Парето анализе. Рангирањем идентификованих фактора према учесталости појављивања и утврђивањем њиховог релативног и кумулативног учешћа издвајају се фактори са највећим релативним значајем у анализираном скупу. Резултат ове фазе представља ограничен скуп приоритетних утицајних фактора који се издвајају за даљу структурну анализу (Здравковић и др., 2026b).

Практична применљивост ове фазе може се показати резултатима претходно спроведене Парето анализе саобраћајних незгода комерцијалних возила. У анализираном скупу од 1.335 појављивања тринаест издвојених утицајних фактора, пет прворангираних фактора обухватило је 71,99% њиховог укупног учешћа. Највећи појединачни удео имала је неприлагођена брзина условима саобраћаја и стању пута, са 388 појављивања и учешћем од 29,06%, а затим пропуст возача који се односи на неправилно сагледавање саобраћајне ситуације, са 264 појављивања и учешћем од 19,78%. Следе прелазак преко неиспрекидане разделне линије са 113 појављивања и 8,46%, погрешно извођење окретања или другог маневра са 107 и 8,01% и управљање возилом под утицајем алкохола са 89 појављивања и учешћем од 6,67%. Графички приказ расподеле издвојених утицајних фактора и њиховог кумулативног учешћа дат је на Слици 2.



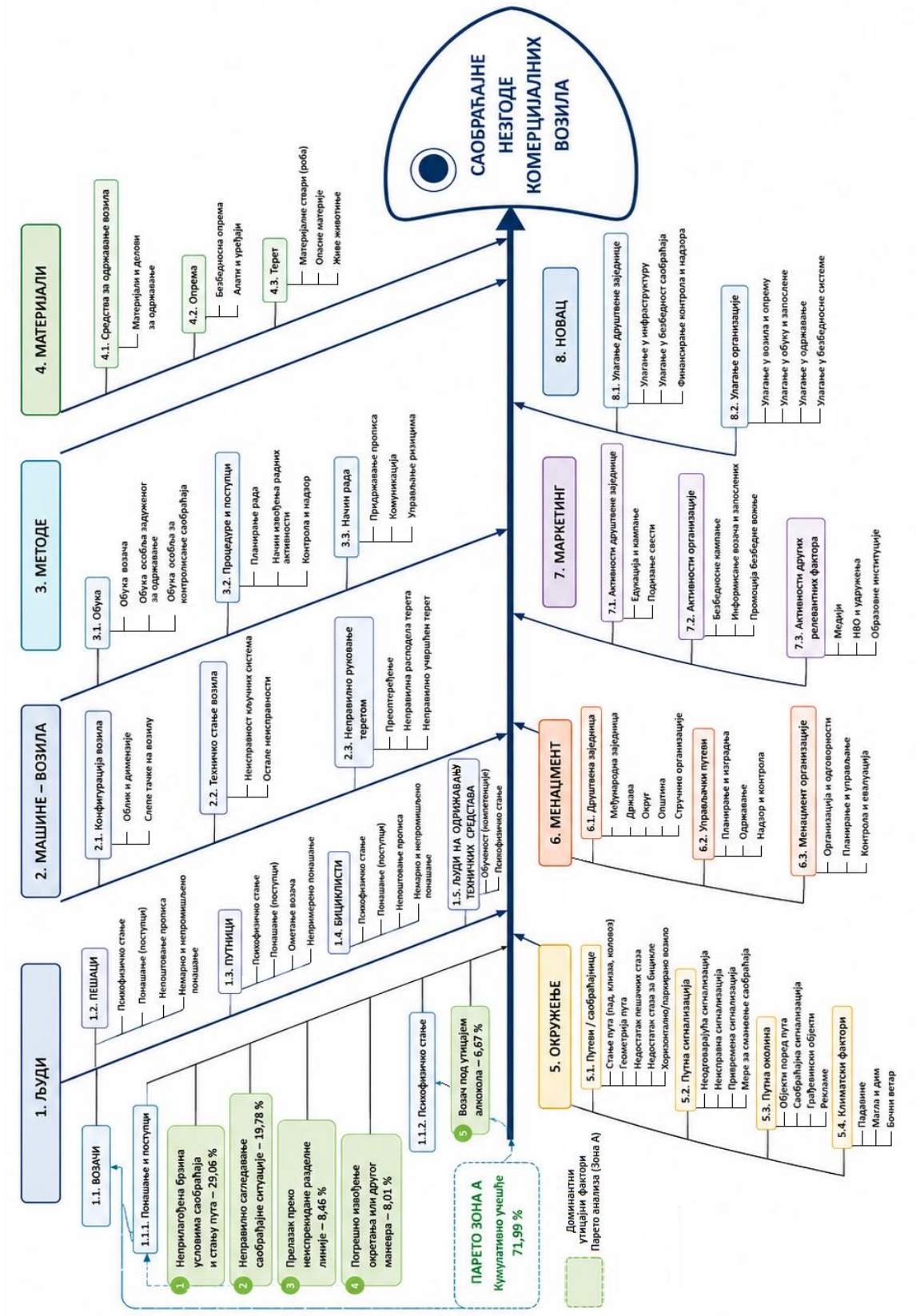
Слика 2. *Парето дијаграм расподеле приоритетних утицајних фактора саобраћајних незгода комерцијалних возила*

Извор: *прилагођено према Здравковић и др. (2026b).*

Наведени резултати показују да Парето анализа омогућава сужавање почетног скупа фактора и издвајање ограниченог броја аналитичких приоритета. При томе, кумулативно учешће од 71,99 % односи се на структуру појављивања тринаест издвојених утицајних фактора, а не на проценат јединствених саобраћајних незгода, с обзиром на то да у једној незгоди може бити евидентирано више

утицајних фактора. Међутим, приоритизација заснована на учесталости и релативном учешћу сама по себи не обезбеђује потпун увид у структуру фактора нити у њихову повезаност са ширим системским условима у којима настају и делују. Због тога се у наредној фази предложене методологије примењује Ишикава дијаграм, којим се идентификовани фактори систематизују и структурирају у одговарајуће категорије и подкатегорије. На тај начин квантитативна приоритизација добијена Парето анализом допуњује се структурним контекстом, што омогућава да се приоритетни фактори не посматрају изоловано, већ као део ширег система фактора који обликују оперативни ризик саобраћајних незгода комерцијалних возила.

У претходном истраживању за ту сврху примењен је проширени 7M+E модел, који обухвата категорије Људи, Машине, Методе, Материјали, Окружење, Маркетинг, Новац и Менаџмент (Здравковић и др., 2026а). Структурирање утицајних фактора у оквиру наведеног модела приказано је на Слици 3.



Слика 3. *Структурирање приоритетних утицајних фактора у оквиру проширеног 7M+E Ишикава модела*

Извор: *прилагођено према Здравковић и др. (2026а, 2026b).*

Резултати претходне анализе додатно показују изражену концентрацију издвојених фактора у области понашања и поступака возача. У структури посматраних утицајних фактора, фактори повезани са

поступцима возача учествовали су са 88,01%, док су фактори повезани са поступцима пешака учествовали са 11,99%. Овај резултат не значи да су остале групе фактора без значаја, већ указује на то да су у конкретном анализираном скупу фактори повезани са поступцима возача имали доминантно релативно учешће. Наведена процентуална учешћа односе се на структуру издвојених утицајних фактора у анализираном скупу, а не на структуру свих саобраћајних незгода.

Кључни резултат предложене методологије представља повезивање квантитативне приоритизације и структурне анализе са дефинисањем превентивних мера. Приоритетни фактори издвојени Парето анализом позиционирају се у одговарајуће категорије Ишикава дијаграма, након чега се разматрају превентивне мере које су усмерене на њихово смањење, контролу или елиминисање. Тиме се успоставља функционална веза између идентификације аналитичког приоритета и могућег управљачког одговора транспортне организације. Резултат целокупног поступка може се представити следећим аналитичким током:

ИЗВОРИ ПОДАТАКА → ПРИПРЕМА И КЛАСИФИКАЦИЈА → ПАРЕТО ПРИОРИТИЗАЦИЈА → ИШИКАВА СТРУКТУРИРАЊЕ → ПРИОРИТЕТНЕ ПРЕВЕНТИВНЕ МЕРЕ

При томе се резултати вештачења саобраћајних незгода могу укључити као додатни извор за допуну и валидацију информационе основе у будућој примени методологије, али не представљају обавезну нити емпиријски примењену фазу у овом истраживању. Принцип повезивања резултата анализе са превентивним мерама приказан је у Табели 1.

Табела 1. *Повезивање приоритетних утицајних фактора са структурном анализом и примерима превентивних мера*

Приоритетни утицајни фактор	Учесталост	Учешће (%)	Кумулативно (%)	Позиција у Ишикава структури	Пример превентивне мере
Неприлагођена брзина условима саобраћаја и стању пута	388	29,06 %	29,06 %	Људи / Возач / Понашање и поступци	Праћење брзине путем тахографа и телематике, анализа прекорачења и циљана обука возача
Неправилно сагледавање саобраћајне ситуације	264	19,78 %	48,84 %	Људи / Возач / Перцепција и процена	Обука за препознавање опасности, дефанзивну вожњу и процену ризичних ситуација
Прелазак преко неиспрекидане разделне линије	113	8,46 %	57,30 %	Људи / Возач / Понашање и поступци	Надзор поштовања прописа, анализа критичних догађаја и циљана корективна обука
Погрешно извођење окретања или другог маневра возилом	107	8,01 %	65,32 %	Људи / Возач / Извођење радњи	Практична обука за извођење маневара, правилно коришћење огледала и система за надзор мртвог угла
Возач под утицајем алкохола	89	6,67 %	71,99 %	Људи / Возач / Психофизичко стање	Политика нулте толеранције, контроле пре почетка рада и интерне процедуре за управљање ризиком

Напомена: *Учесталост и процентуално учешће преузети су из претходно спроведене Парето анализе (Здравковић и др., 2026b). Приказане превентивне мере представљају примере операционализације предложене методологије и нису предмет емпиријског вредновања у овом раду. Њихов конкретан избор треба заснивати на карактеристикама транспортне организације, расположивим ресурсима, могућности контроле утицајних фактора и процени очекиваног ефекта мере.*

Вредности за свих пет фактора у Табели 1 директно одговарају претходној Парето анализи. Приказани резултати показују да предложена методологија није ограничена на идентификацију и рангирање утицајних фактора.

Њиховим структурирањем и повезивањем са примерима одговарајућих превентивних мера резултати анализе трансформишу се у информациону основу погодну за подршку управљању безбедношћу саобраћаја у транспортним организацијама.

Избор конкретне превентивне мере при томе не треба да произлази искључиво из учесталости појединачног фактора, већ и из његовог положаја у широј структури фактора, могућности деловања транспортне организације, изводљивости мере и очекиваног безбедносног ефекта.

4. ДИСКУСИЈА

Резултати показују да се примена појединачних аналитичких метода може унапредити њиховим функционалним повезивањем у јединствен поступак. Парето анализа обезбеђује квантитативно рангирање утицајних фактора и омогућава усмеравање пажње на ограничен број доминантних фактора. Међутим, учесталост сама по себи не објашњава положај фактора у сложеној структури система нити његове везе са организационим, техничким и факторима окружења. Због тога резултат Парето анализе представља полазну, али не и завршну основу за дефинисање превентивних мера.

Примена Ишикава дијаграма допуњује овај недостатак јер омогућава систематизацију идентификованих фактора и њихово повезивање са ширим категоријама ризика. Посебан значај проширене структуре 7M+E огледа се у томе што, поред непосредних фактора повезаних са возачем, возилом и окружењем, омогућава укључивање фактора који се односе на методе рада, обуку, материјале, управљање, финансијска улагања и организациони контекст. Значај системског приступа анализи саобраћајних незгода комерцијалних возила препознаје се и у новијим међународним истраживањима. Wang et al. (2025) развили су HFACS-CMV оквир којим се фактори незгода комерцијалних возила структурирају на више хијерархијских нивоа, од небезбедних поступака и стања возача до организационих и институционалних фактора. Њихови резултати указују на значај међусобних веза између непосредних поступака возача и фактора на вишим нивоима система, што је сагласно са потребом да се приоритетни утицајни фактори не посматрају изоловано, већ у ширем организационом и управљачком контексту.

На тај начин анализа се помера са искључиво дескриптивног приказа присутних фактора ка системском сагледавању услова у којима ти фактори настају и делују. Резултати претходне Парето анализе показују изражену концентрацију релативног значаја у ограниченом броју фактора. Пет фактора зоне А обухвата 71,99% укупног броја појављивања тринаест издвојених утицајних фактора, при чему неприлагођена брзина условима саобраћаја и стању пута учествује са 29,06%, а неправилно сагледавање саобраћајне ситуације са 19,78%. Ови налази су сагласни са новијим међународним истраживањима која указују на значај ризичних понашања професионалних возача теретних возила, посебно понашања повезаних са брзином, умором, ометањем пажње и употребом супстанци, уз истовремени утицај радних, организационих и регулаторних услова (Fonseca & Ferreira, 2025).

Овај резултат указује да би превентивне активности усмерене на ограничен број добро идентификованих проблема могле имати већи потенцијални ефекат од равномерног распоређивања ресурса на велики број фактора. Истовремено, предложени приступ не подразумева да фактор са мањом учесталошћу аутоматски има мали безбедносни значај. Парето анализа у овом контексту рангира факторе према учесталости и релативном учешћу у анализираном скупу, док стварни ниво ризика зависи и од тежине последица, изложености, могућности контроле фактора и специфичности транспортне организације. Због тога резултате Парето анализе треба тумачити као основу за утврђивање аналитичких приоритета, а не као коначну процену узрочности или величине ризика.

Друго ограничење односи се на природу података о утицајним факторима. Евидентирани утицајни фактори не представљају сами по себи форензички доказане узроке саобраћајне незгоде, због чега резултате треба тумачити у границама квалитета и начина формирања примарне базе података. Претходно развијени концепт интегрисане базе података представља могући правац будућег унапређења информационе основе кроз допуну и валидацију идентификованих утицајних фактора резултатима вештачења саобраћајних незгода (Здравковић и др., 2026c). Ова могућност није емпиријски испитана у овом истраживању, те њен стварни допринос квалитету и поузданости анализе треба утврдити у будућим истраживањима. Ова разлика је посебно значајна при формулисању

превентивних мера, јер интервенције треба заснивати на што поузданијем разумевању механизма настанка ризичног догађаја.

Практична вредност предложене методологије огледа се у могућности примене у транспортним организацијама. Методологија не захтева примену сложених статистичких модела, већ омогућава поступну трансформацију расположивих података у информације погодне за доношење одлука.

Њеном применом могуће је идентификовати приоритетне факторе, сагледати њихову позицију у широј структури система и на тој основи усмерити обуку возача, надзор, одржавање возила, организацију рада, планирање рута и друге превентивне активности.

5. ЗАКЉУЧАК

У раду је развијена методологија за анализу утицајних фактора саобраћајних незгода комерцијалних возила која функционално повезује више комплементарних аналитичких поступака. Предложени приступ обухвата формирање информационе основе, припрему и класификацију података, квантитативну приоритизацију утицајних фактора применом Парето анализе, њихову систематизацију и структурирање применом Ишикава дијаграма и повезивање добијених резултата са приоритетним превентивним мерама. Примена предложеног аналитичког поступка на постојећем емпиријском материјалу показује да се из већег броја евидентираних утицајних фактора може издвојити ограничен број фактора са доминантним релативним значајем. У претходно спроведеној Парето анализи пет прворангираних фактора обухватило је 71,99% структуре појављивања тринаест издвојених утицајних фактора, при чему су највеће појединачно учешће имали неприлагођена брзина условима саобраћаја и стању пута са 29,06% и неправилно сагледавање саобраћајне ситуације са 19,78%. Повезивањем резултата Парето анализе са Ишикава структуром омогућава се да се приоритетни утицајни фактори не посматрају изоловано, већ у ширем систему фактора повезаних са људима, возилима, методама рада, материјалима, окружењем и управљачким процесима. На тај начин предложена методологија успоставља функционалну везу између расположивих података о саобраћајним незгодама, утврђивања аналитичких приоритета и дефинисања одговарајућих превентивних активности.

Практични значај методологије огледа се у могућности њене примене као подршке доношењу одлука у транспортним организацијама, посебно при утврђивању приоритета обуке и надзора возача, организације рада, одржавања возила, планирања рута и других превентивних активности. При томе, избор конкретних мера не треба заснивати искључиво на учесталости појављивања појединачних фактора, већ и на њиховом положају у широј структури система, могућности контроле, изводљивости интервенције и очекиваном безбедносном ефекту. Као могућност даљег унапређења методологије разматра се допуна и валидација информационе основе резултатима вештачења саобраћајних незгода, у складу са претходно развијеним концептом интегрисане базе података. Будућа истраживања треба усмерити ка пилот-примени овог концепта, примени предложене методологије у конкретним транспортним организацијама и вредновању ефеката примењених превентивних мера кроз упоредну анализу показатеља пре и након интервенције.

6. ЛИТЕРАТУРА

Adib, K., Mazouzi, M., Elyoussoufi, S. (2024). Investigation of annual trucks fatal accidents in El Hajeb province of Morocco using TRIZ-Ishikawa diagram. Heliyon, 10(4), e26295. doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e26295.

De Meester, D. (2011). Recommendation for a Common Accident Data Set: Reference Guide, Version 3.11. European Commission.

European Commission. (2024). Road safety thematic report – Main factors causing fatal crashes. European Road Safety Observatory, Directorate-General for Mobility and Transport.

European Commission. (2025). Road safety thematic report – Professional drivers. European Road Safety Observatory, Directorate-General for Mobility and Transport.

Fonseca, T., Ferreira, S. (2025). Truck driver safety: Factors influencing risky behaviors on the road—A systematic review. Applied Sciences, 15(17), 9662. doi: 10.3390/app15179662.

Ishikawa, K. (1986). Guide to quality control (2nd rev. ed.). Asian Productivity Organization.

Jakobsen, M. D., Seeberg, K. G. V., Møller, M., Kines, P., Jørgensen, P., Malchow-Møller, L., Andersen, A. B., Andersen, L. L. (2023). Influence of occupational risk factors for road traffic crashes among professional drivers: Systematic review. Transport Reviews, 43(3), 533–563. doi: 10.1080/01441647.2022.2132314.

Juran, J. M., Godfrey, A. B. (Eds.). (1999). Juran's quality handbook (5th ed.). McGraw-Hill.

Montgomery, D. C. (2019). Introduction to statistical quality control (8th ed.). John Wiley & Sons.

Skaug, L., Nojoumian, M., Dang, N., Yap, A. (2025). Road crash analysis and modeling: A systematic review of methods, data, and emerging technologies. Applied Sciences, 15(13), 7115. doi: 10.3390/app15137115.

Wang, X., Zhou, Y., Filtness, A., Wang, C., Tang, X., Liu, S., Wang, Z. (2025). Applying human factors analysis and classification system for commercial vehicles crashes investigation and critical failure routes analysis. Accident Analysis & Prevention, 217, 108047. doi: 10.1016/j.aap.2025.108047.

Здравковић, С., Миладиновић, В. Т., Гладовић, П., Здравковић, К. (2026a). Могућност примене методе „Узроци–последица" (Ишикава дијаграма) у истраживању утицајних фактора који обликују оперативни ризик саобраћајних незгода комерцијалних возила. У: Зборник радова 3. научно-стручног скупа са међународним учешћем „Добра пракса у друмском саобраћају и транспорту", Београд, 22. мај 2026, стр. 244–255. Београд: Академија струковних студија Политехника. ISBN 978-86-7498-161-0.

Здравковић, С., Миладиновић, В. Т., Гладовић, П., Здравковић, К. (2026b). Могућности примене Парето анализе у истраживању узрока саобраћајних незгода комерцијалних возила у Републици Србији. У: Зборник сажетака Друге међународне научне конференције „Безбједно – Урбано – Мобилно" (БУМ 2026), Бања Лука, 28–29. мај 2026, стр. 61–62. Паневропски универзитет АПЕИРОН – Саобраћајни факултет.

Здравковић, С., Здравковић, К., Живковић, Ф., Петровић, Т., Стаменковић, Д. (2026c). Развој базе података засноване на резултатима вештачења саобраћајних незгода. У: Саобраћајне незгоде – Зборник радова Саветовања са међународним учешћем, Златибор, 14–16. мај 2026, стр. 103–112. Београд: Штампарија Original. ISBN 978-86-907800-1-3.

UDK:

PREVRTANJE I BEZBJEDNOSNI ASPEKTI STABILNOSTI CISTERNI

ROLLOVER AND SAFETY ASPECTS OF TANKER VEHICLE STABILITY

Snežana Petković[1], Jelena Adžić[2], Nataša Kostić[3]

Rezime: Transport tečnog tereta cisternama povezan je sa brojnim bezbjednosnim izazovima, prvenstveno sa povećanim rizikom od nastanka saobraćajnih nezgoda usljed specifičnih dinamičkih karakteristika ovih vozila. Za razliku od klasičnih teretnih vozila, tokom kretanja cisterne dolazi do pomjeranja tečnosti unutar rezervoara što uzrokuje promjenu položaja centra mase tečnosti i pojavu dodatnih dinamičkih sila. Djelovanje tih sila u nepovoljnim uslovima može narušiti stabilnost vozila i dovesti do prevrtanja. Posebno rizične situacije predstavljaju prolazak kroz krivinu neprilagođenom brzinom, nagle promjene pravca kretanja vozila i iznenadni manevri. Na rizik od prevrtanja dodatno utiču: nivo napunjenosti rezervoara, konstrukcija cisterne, uslovi puta, tehnička ispravnost vozila kao i način upravljanja vozilom. S obzirom na ozbiljne posljedice saobraćajnih nezgoda sa cisternama, neophodno je veću pažnju posvetiti unapređenju putne infrastrukture, tehničkoj ispravnosti vozila i kvalitetnoj obuci vozača. Ljudski faktor predstavlja jedan od značajnijih činilaca bezbjednosti, zbog čega vozači cisterni treba da budu posebno osposobljeni za prepoznavanje rizičnih situacija kao i za pravilno i pravovremeno reagovanje u kritičnim momentima. Kvalitetna obuka, poznavanje faktora koji utiču na stabilnost cisterni i razumijevanje mehanizama nastanka prevrtanja predstavljaju osnovu za razvoj preventivnih mjera i dalje unapređenje bezbjednosti drumskog saobraćaja.

Ključne riječi: prevrtanje cisterne, stabilnost, uticajni parametri, ljudski faktor, obuka

Abstract:

The transport of liquid cargo by tanker vehicles is associated with numerous safety challenges, primarily an increased risk of road accidents arising from the specific dynamic characteristics of these vehicles. Unlike conventional freight vehicles, the movement of a tanker causes the liquid inside the tank to shift, resulting in changes in the position of the liquid’s center of mass and the generation of additional dynamic forces. Under unfavorable conditions, the action of these forces may compromise vehicle stability and lead to rollover. Particularly hazardous situations include negotiating curves at an inappropriate speed, sudden changes in the direction of travel, and abrupt maneuvers. The risk of rollover is additionally influenced by the tank filling level, tanker design, road conditions, vehicle roadworthiness, and driving behavior. Considering the potentially serious consequences of such road accidents, greater attention should be devoted to improving road infrastructure, ensuring vehicle roadworthiness, and providing high-quality driver training. The human factor represents one of the most significant elements of road safety; therefore, tanker drivers should be specially trained to recognize hazardous situations and to respond correctly and promptly in critical circumstances. High-quality training, knowledge of the factors affecting tanker stability, and an understanding of rollover mechanisms provide a basis for the development of preventive measures and the further improvement of road traffic safety.

Keywords: tanker rollover, stability, influencing parameters, human factor, driver training.

[1] Profesor, Petković Snežana, doktor nauka, Mašinski fakultet, Bulevar vojvode Stepe Stepanovića 71, Banja Luka, Republika Srpska (BiH), snezana.petkovic@mf.unibl.org

[2] Asistent, Adžić Jelena, dipl. inž. mašinstva, Mašinski fakultet, Bulevar vojvode Stepe Stepanovića 71, Banja Luka, Republika Srpska (BiH), jelena.adzic@mf.unibl.org

[3] Kostić Nataša, Ministartsvo saobraćaja i veza Republike Srpske, Trg Republike Srpske 1, Banja Luka, Republika Srpska (BiH), natasa72kostic@teol.net

1. UVOD

U poređenju sa drugim vrstama teretnih vozila, cisterne imaju izraženije probleme stabilnosti zbog kretanja i oscilovanja tečnog tereta unutar rezervoara. Tečnost se tokom ubrzanja, kočenja i promjene pravca kretanja pomjera u odnosu na rezervoar, pri čemu dolazi do promjene položaja njenog centra mase i pojave dodatnih dinamičkih sila. Približno mirno stanje tečnosti može se uspostaviti pri ravnomjernom pravolinijskom kretanju vozila, bez naglih manevara. Cisterne se koriste za prevoz različitih vrsta tečnih materija, među kojima su naftni derivati, hemijski proizvodi, utečnjeni gasovi, prehrambene tečnosti i druge materije. Značajan dio tereta koji se prevozi cisternama pripada opasnim materijama, zbog čega saobraćajne nezgode u kojima učestvuju ova vozila mogu imati znatno teže posljedice od nezgoda klasičnih teretnih vozila. Pored materijalne štete i ugrožavanja života učesnika u saobraćaju, može doći i do curenja tereta, požara, eksplozije i zagađenja životne sredine (Petković et al., 2024). Velika zastupljenost hemijskih proizvoda i naftnih derivata u drumskom transportu ukazuje na potrebu detaljnijeg proučavanja bezbjednosti cisterni i faktora koji utiču na rizik od njihovog prevrtanja. Posebnu pažnju potrebno je usmjeriti na nivo napunjenosti rezervoara, brzinu kretanja vozila, poluprečnik krivine, tehničku ispravnost vozila i način upravljanja vozilom.

Prevrtanje cisterni predstavlja aktuelan problem bezbjednosti saobraćaja što pokazuju i primjeri nezgoda zabilježeni kod nas i u regionu tokom 2026. godine. Na auto-putu „9. januar“, na pravcu Banja Luka–Doboj, 1. juna 2026. godine došlo je do prevrtanja cisterne za prevoz mlijeka. U Hrvatskoj je 8. juna 2026. godine na autocesti A4 Goričan–Zagreb, između čvorova Varaždin i Varaždinske Toplice, došlo do prevrtanja cisterne koja je prevozila plin, dok je 17. jula 2026. godine zabilježeno prevrtanje cisterne i na autocesti A3 između čvorova Križ i Popovača. Sličan slučaj zabilježen je i u Srbiji 21. jula 2026. godine, kada se na auto-putu Subotica–Novi Sad prevrnula cisterna. U toj saobraćajnoj nezgodi teško je povrijeđen vozač cisterne.



Slika 1. *Prevrtanje cisterne (auto-put Banja Luka – Doboj, 1. 6. 2026. godine)*

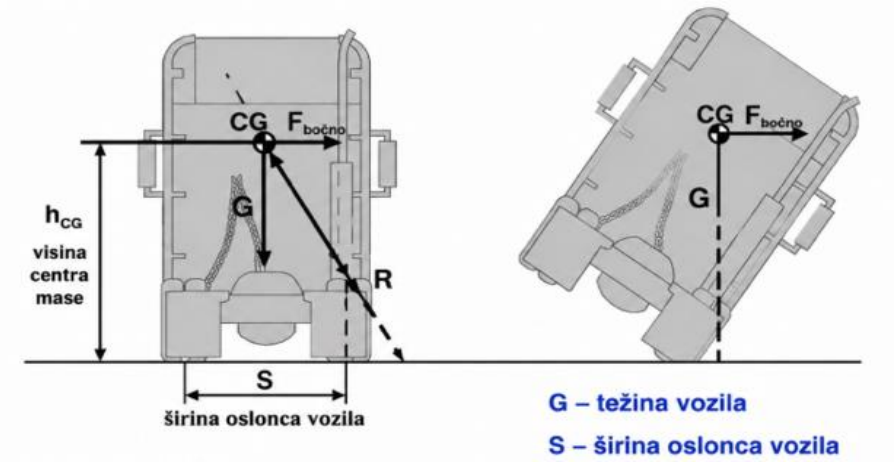
Polazeći od gore navedenih problema, cilj ovog rada je sagledavanje osnovnih faktora koji utiču na prevrtanje cisterni, sa posebnim osvrtom na uticaj nivoa napunjenosti rezervoara i geometrije krivine na bočnu stabilnost vozila. Primjenom pojednostavljenog modela analizirana je promjena položaja centra mase tečnog tereta i granični uslovi stabilnosti pri konstantnoj brzini kretanja, dok su uticaji karakteristika vozila, puta i ljudskog faktora razmotreni sa stanovišta prevencije prevrtanja.

2. OSNOVNI MEHANIZAM PREVRTANJA CISTERNE

Prevrtanje cisterne nastaje kao posljedica zajedničkog djelovanja dinamike vozila, konstrukcijskih karakteristika rezervoara i pomjeranja tečnog tereta. Za razliku od klasičnih teretnih vozila, kod kojih se položaj centra mase tereta tokom kretanja uglavnom ne mijenja, položaj centra mase tečnosti u rezervoaru nije konstantan. Pomjeranjem tečnosti mijenjaju se položaj njenog centra mase, raspodjela opterećenja na osovine i točkove i momenti koji utiču na stabilnost vozila, slika 2 (Zheng et al., 2017).

Potpuno opisivanje ovog procesa zahtijevalo bi istovremeno razmatranje dinamike vozila, sistema oslanjanja, konstrukcije i geometrije rezervoara, osobina tečnosti, karakteristika puta i načina upravljanja vozilom (Zheng

et al., 2025; Zhang et al., 2022). Zbog složenosti međusobnog djelovanja navedenih faktora, u analizi je primijenjen pojednostavljeni model bočne stabilnosti cisterne pri prolasku kroz horizontalnu krivinu. Modelom nisu obuhvaćeni naginjanje i oscilovanje konstrukcije vozila, elastične deformacije sistema oslanjanja, ponašanje pneumatika, niti uzdužno pomjeranje tečnosti pri ubrzanju i kočenju. Posmatrano je bočno pomjeranje tečnog tereta i njegov uticaj na odnos stabilizujućeg momenta i momenta prevrtanja.



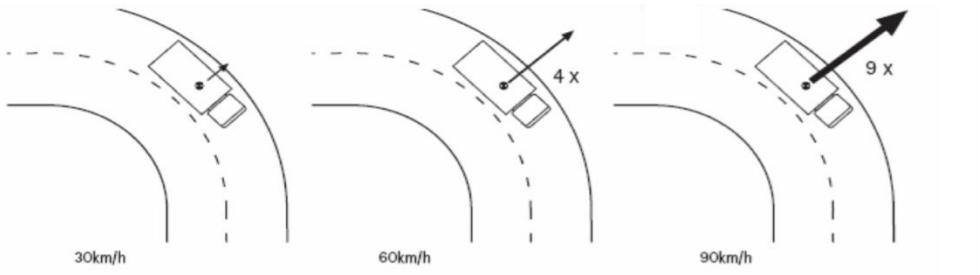
Slika 2. *Pomjeranje centra mase tečnog tereta pri prolasku kroz krivinu i gubitak stabilnosti vozila*

Posebno nepovoljna situacija kod kretanja cisterne javlja se pri njenom prolasku kroz krivinu. Zbog djelovanja bočnog ubrzanja, tečnost se pomjera prema spoljašnjoj strani krivine, pri čemu dolazi do naginjanja njene slobodne površine i promjene položaja centra mase. U zavisnosti od geometrije rezervoara i nivoa napunjenosti, centar mase tečnosti može se pomjeriti horizontalno i promijeniti svoju visinu u odnosu na kolovoz. Horizontalno pomjeranje centra mase prema spoljašnjoj strani krivine dovodi do nepovoljnije raspodjele opterećenja između unutrašnjih i spoljašnjih točkova, dok njegov viši položaj povećava krak djelovanja bočne inercijalne sile i moment prevrtanja.

Stabilnost vozila pri prolasku kroz krivinu zavisi od odnosa momenta prevrtanja i stabilizujućeg momenta. Moment prevrtanja povećava se sa porastom bočnog ubrzanja i porastom visine centra mase tečnosti, dok stabilizujući moment zavisi od ukupne težine sistema, širine oslonca i horizontalne udaljenosti centra mase vozila od ose prevrtanja. Sve dok je stabilizujući moment veći od momenta prevrtanja, vozilo zadržava bočnu stabilnost. Povećanjem bočnog opterećenja dolazi do prenosa opterećenja sa unutrašnjih na spoljašnje točkove i postepenog rasterećenja unutrašnje strane vozila. Kako se vertikalna reakcija podloge na unutrašnjim točkovima smanjuje, vozilo se približava graničnom stanju stabilnosti. Granično stanje nastupa kada unutrašnji točkovi izgube kontakt sa podlogom, nakon čega vozilo počinje da se zakreće oko linije oslonca spoljašnjih točkova. Ukoliko se djelovanje bočnih sila nastavi ili vozač izvrši dodatni nagli manevar, može doći do potpunog prevrtanja vozila. Bočno ubrzanje pri prolasku kroz krivinu približno je određeno izrazom:

$$a_y = \frac{v^2}{R_k} \tag{1}$$

gdje je a_y bočno ubrzanje, v brzina vozila i R_k poluprečnik krivine. Iz navedenog izraza zaključuje se da brzina ima veliki uticaj na bočno ubrzanje, jer se pojavljuje u kvadratnom obliku.



Slika 3. *Uticaj povećanja brzine pri prolasku kroz krivinu na bočnu silu i rizik od prevrtanja*

Sa slike 3 može se uočiti da povećanje brzine pri prolasku kroz istu krivinu dovodi do višestrukog povećanja bočnih sila koje djeluju na vozilo. Pri nepromijenjenoj masi vozila, udvostručavanje brzine dovodi do približno četiri puta veće bočne sile, dok njeno utrostručavanje dovodi do približno devet puta veće vrijednosti. Kod cisterni sa tečnim teretom ovaj uticaj je dodatno značajan zbog pomjeranja tečnosti unutar rezervoara i promjene položaja njenog centra mase, što može dodatno smanjiti bočnu stabilnost vozila.

3. UTICAJ PUTA, VOZILA I LJUDSKOG FAKTORA NA PREVRTANJE

Prevrtanje cisterne najčešće nije posljedica djelovanja jednog faktora, već rezultat međusobnog djelovanja konstrukcionih karakteristika vozila, nivoa napunjenosti rezervoara, karakteristika puta i reagovanja vozača. Faktori koji utiču na nastanak prevrtanja mogu se grupisati u četiri osnovne cjeline:

- faktor tehničke ispravnosti vozila;
- faktor tečnog tereta;
- faktor karakteristika i uslova puta;
- faktor vozača.

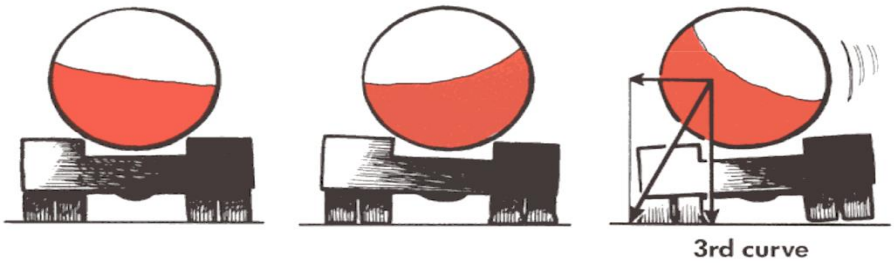
Svaki od navedenih faktora pojedinačno može uticati na stabilnost vozila, ali se najveći rizik javlja kada se njihovi nepovoljni uticaji istovremeno kombinuju. Zbog toga se prevrtanje cisterne mora posmatrati kao složen proces u kojem tehnički, fizički, putni i ljudski faktori međusobno djeluju. Poseban značaj njihove pravovremene kontrole proizlazi iz činjenice da prevrtanje cisterne, naročito pri prevozu opasnih materija, može imati ozbiljne posljedice za ljude, imovinu i životnu sredinu.

3.1 Konstrukcija i tehnička ispravnost vozila

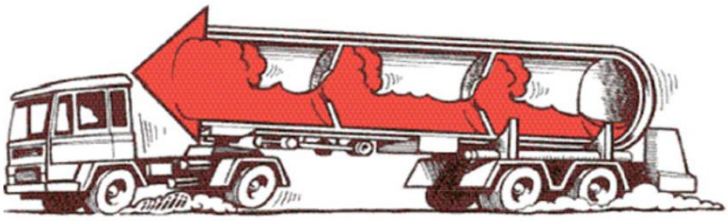
Položaj centra mase sistema vozila i tereta predstavlja jedan od osnovnih faktora bočne stabilnosti. Viši položaj centra mase u odnosu na širinu oslonca smanjuje rezervu bočne stabilnosti vozila i povećava njegovu sklonost ka dostizanju graničnog stanja prevrtanja. Zbog visoko postavljenog rezervoara i tečnog tereta, cisterne su osjetljive na djelovanje bočnih sila pri prolasku kroz krivinu. Konstrukcijska rješenja kojima se snižava položaj rezervoara, povećava širina oslonca i ugrađuju pregrade za ograničavanje kretanja tečnosti mogu doprinijeti poboljšanju stabilnosti. Tehnička ispravnost vozila značajno utiče na mogućnost zadržavanja kontrole pri prolasku kroz krivinu. Neodgovarajući pritisak u pneumaticima, istrošeni pneumatici, nepravilno podešene kočnice, neravnomjerno kočenje, kao i istrošeni elementi sistema oslanjanja mogu smanjiti upravljivost i izazvati neravnomjeran prenos opterećenja između tegljača i poluprikolice. Kontrola ispravnosti navedenih elemenata predstavlja važnu preventivnu mjeru. Savremeni sistemi, kao što su ABS, elektronski upravljani kočioni sistemi i sistemi za podršku stabilnosti pri prevrtanju, mogu pratiti bočno ubrzanje, brzinu točkova, ugao upravljanja i zakretanje vozila (FMCSA, 2007).

3.2 Uticaj tečnog tereta

Djelimično napunjeni rezervoari omogućavaju izraženije kretanje tečnosti zbog postojanja slobodnog prostora iznad njene površine, slika 4. Ovaj uticaj može biti posebno nepovoljan pri prolasku kroz kružne tokove i uzastopne krivine, kada se smjer bočnog opterećenja mijenja u kratkom vremenskom periodu. Unutrašnje pregrade ograničavaju kretanje tečnosti, ali ga ne mogu potpuno ukloniti, slika 5 (AIGA, 2015).



Slika 4. *Bočno pomjeranje tečnosti unutar rezervoara pri kretanju u krivini*

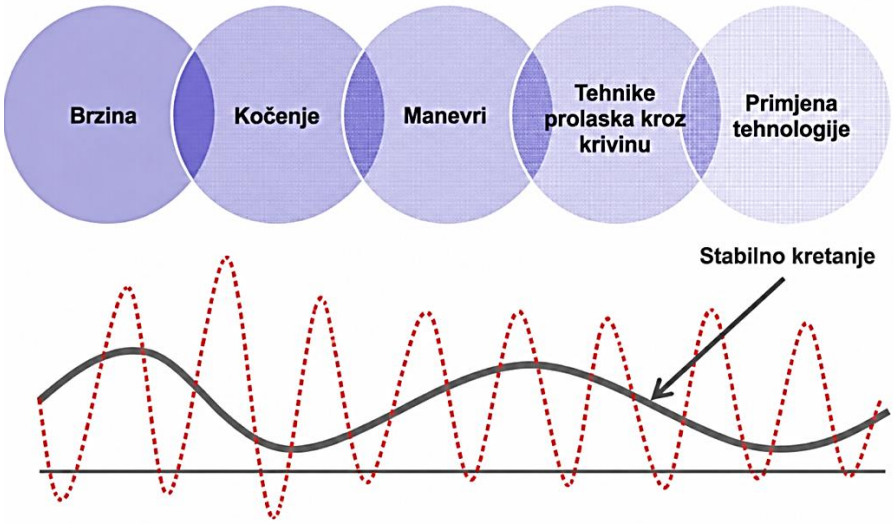


Slika 5. *Pomjeranje tečnosti prilikom kočenja*

3.3. Uticaj karakteristika puta

Na rizik od prevrtanja utiču geometrija i stanje puta. Posebno nepovoljne mogu biti izražene krivine, ograničena preglednost, strme nizbrdice, bankine, kanali i nagli padovi uz ivicu kolovoza. Zbog toga brzinu kretanja cisterne treba pravovremeno prilagoditi geometriji krivine, stanju kolovoza, karakteristikama vozila i tereta, pri čemu smanjenje brzine treba izvršiti prije ulaska u krivinu (AIGA, 2015).

Poprečni nagib puta može pomoći uravnoteženju bočnih sila kada se vozilo kreće projektovanom brzinom, ali nepovoljan ili negativan nagib može povećati sklonost ka prevrtanju. Tokom prolaska kroz krivinu treba izbjegavati promjenu stepena prenosa, naglo kočenje i naglo ubrzavanje. Poseban rizik nastaje kada vozilo siđe sa asfaltirane površine na bankinu. Nagli pokušaj vraćanja na kolovoz može izazvati veliki bočni impuls i prevrtanje. U takvoj situaciji preporučuje se izbjegavanje naglog zakretanja upravljača, postepeno smanjenje brzine i kontrolisan povratak vozila na kolovoz. Planiranje rute treba da obuhvati procjenu krivina, uspona i nizbrdica, uskih prolaza, ograničene preglednosti i drugih nepovoljnih elemenata puta. Kada postoji mogućnost izbora, prednost treba dati ruti koja je pogodnija za vrstu vozila i tereta, čak i kada je ruta nešto duža. Na slici 6 su prikazani faktori kontrole vozila zbog izbjegavanja talasanja tečnosti u rezervoaru.



Slika 6. *Faktori kontrole vozila zbog izbjegavanja talasanja tečnosti u rezervoaru*

3.4 Ljudski faktor

Ljudski faktor predstavlja jedan od najznačajnijih elemenata koji utiču na bezbjednost saobraćaja. Zbog specifičnog ponašanja tečnog tereta, vozači ovih vozila moraju biti posebno obučeni i upoznati sa karakteristikama svog vozila, načinom ponašanja tečnosti u rezervoaru i situacijama koje mogu dovesti do gubitka stabilnosti.

Redovna stručna obuka vozača predstavlja važnu preventivnu mjeru, jer omogućava prepoznavanje rizičnih situacija prije nego što do njih dođe. Vozač mora znati kako nivo napunjenosti, brzina, karakteristike krivine i nagli manevri utiču na ponašanje cisterne, kao i na koji način pravilno reagovati u kritičnim situacijama. Posebna pažnja mora se posvetiti pravilnom izboru brzine, održavanju dovoljnog sigurnosnog odstojanja i izbjegavanju naglih promjena pravca kretanja (AIGA, 2015). Vozač mora biti odmoran i sposoban za

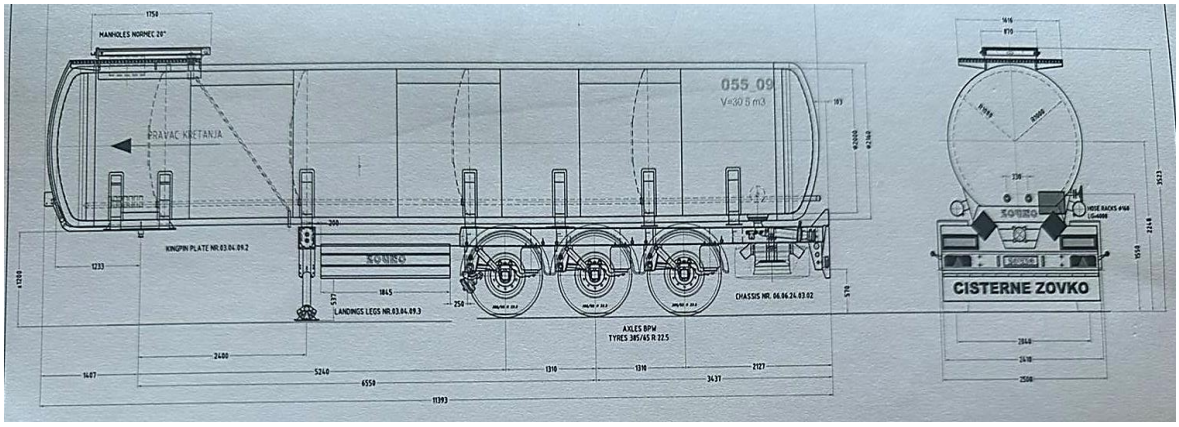
upravljanje vozilom, zbog čega su vožnja pod uticajem alkohola, droga, kao i upravljanje vozilom u stanju izraženog umora, neprihvatljivi faktori rizika. Odgovorno ponašanje, stalna pažnja tokom vožnje i pravovremeno prepoznavanje opasnih situacija predstavljaju osnovu za smanjenje mogućnosti nastanka prevrtanja cisterne. Posebna odgovornost vozača proizlazi iz činjenice da sistemi aktivne bezbjednosti mogu pomoći u kritičnim situacijama, ali ne mogu nadoknaditi pogrešnu procjenu vozača.

4. ISPITAVANJE UTICAJA NIVOA NAPUNJENOSTI REZERVOARA NA STABILNOST CISTERNE

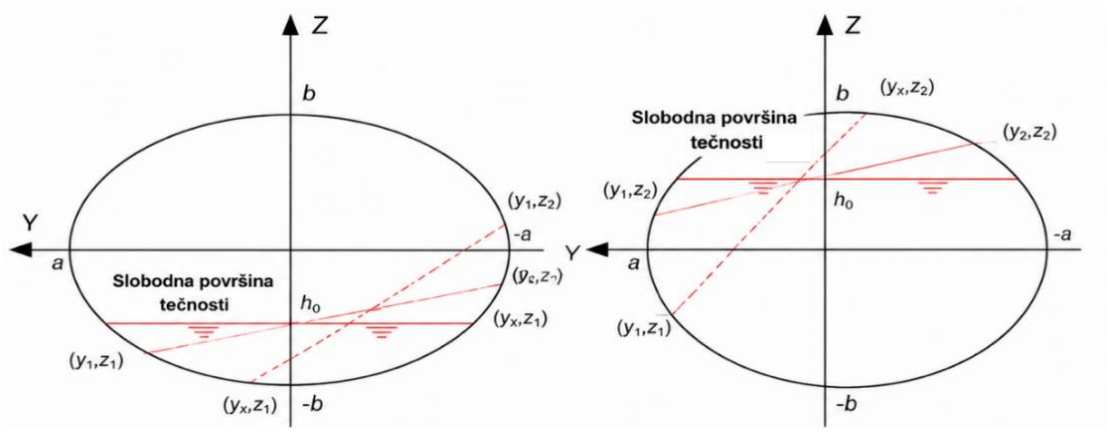
Prema odredbama ADR-a (*Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road*), za određene tipove rezervoara koji nisu podijeljeni pregradama ili talasnim pločama na sekcije zapremine do 7 500 litara primjenjuju se ograničenja prema kojima rezervoar treba da bude napunjen najviše $20\ \%$ ili najmanje $80\ \%$ svoje zapremine. Na ovaj način izbjegavaju se srednji nivoi napunjenosti kod kojih postoji značajna masa tečnosti i dovoljno slobodnog prostora za njeno intenzivno kretanje, odnosno pojavu izraženog talasanja. Napunjenost od $80\ \%$ predstavlja donju granicu visokog nivoa punjenja, dok se najveći dozvoljeni stepen punjenja određuje u zavisnosti od vrste materije, temperature i mogućnosti njegovog zapreminskog širenja (UNECE, 2025).

Za ispitivanje nivoa napunjenosti rezervoara cisterne na stabilnost, posmatrala se poluprikolica-cisterna marke „Zovko“, namijenjena za prevoz mazuta, slika 7. Rezervoar ima kružni poprečni presjek i ukupnu zapreminu od 34.000 litara. Prema tehničkoj dokumentaciji proizvođača, u rezervoaru su ugrađene četiri unutrašnje pregrade sa otvorima (talasnjače), kojima je unutrašnji prostor podijeljen na pet sekcija. Talasnjače ograničavaju slobodno kretanje mazuta unutar rezervoara, smanjuju mogućnost njegovog pomjeranja i ublažavaju udare tečnosti o čeone zidove rezervoara. Na taj način smanjuju se promjenljiva dinamička opterećenja koja se prenose na konstrukciju poluprikolice. Efikasnost pregrada zavisi od položaja, oblika, veličine otvora i međusobnog rastojanja. U analizi su posmatrani različiti nivoi napunjenosti rezervoara, dok je brzina vozila usvojena kao konstantna. Za svaki nivo napunjenosti razmatrano je kretanje vozila kroz horizontalne krivine različitih poluprečnika, pri konstantnoj brzini od $60\,\frac{km}{h}$.

Za svaki analizirani nivo napunjenosti određen je početni položaj centra mase tečnog tereta, a zatim je razmatrana njegova promjena pri kretanju vozila kroz krivinu. Djelovanje bočnog ubrzanja dovodi do pomjeranja tečnosti prema spoljašnjoj strani krivine i promjene položaja njenog centra mase. Intenzitet ovog uticaja zavisi od nivoa napunjenosti i poluprečnika krivine. Na slici 8 prikazan je položaj slobodne površine tečnosti u kružnom poprečnom presjeku rezervoara za različite nivoe napunjenosti pri kretanju vozila kroz krivinu. Usljed djelovanja bočnog ubrzanja slobodna površina tečnosti zauzima nagnut položaj, pri čemu njen položaj zavisi od količine tečnosti u rezervoaru. Prikazana karakteristična stanja ilustruju promjenu geometrije tečnog tereta pri nižem i višem nivou napunjenosti, koja predstavlja osnovu za određivanje promjene položaja centra mase tečnosti u daljoj analizi.



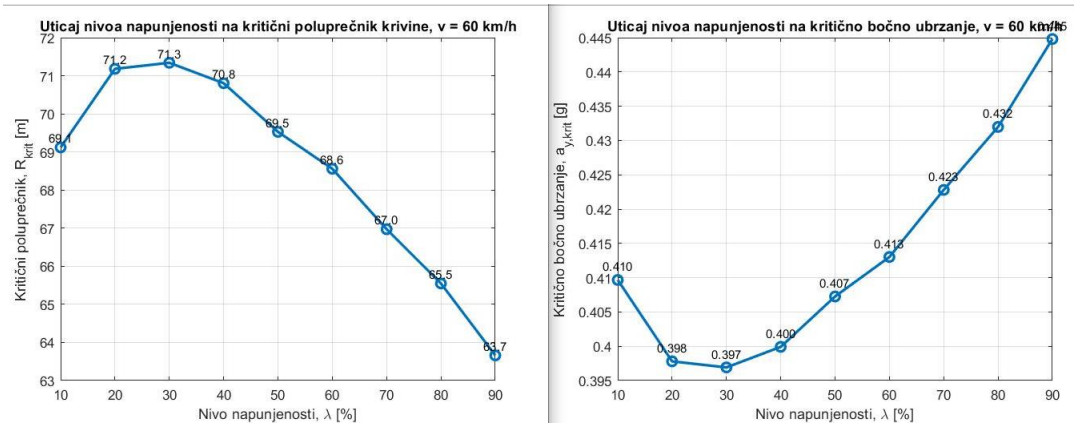
Slika 7. *Konstrukcija rezervoara poluprikolice-cisterne „ZOVKO“*



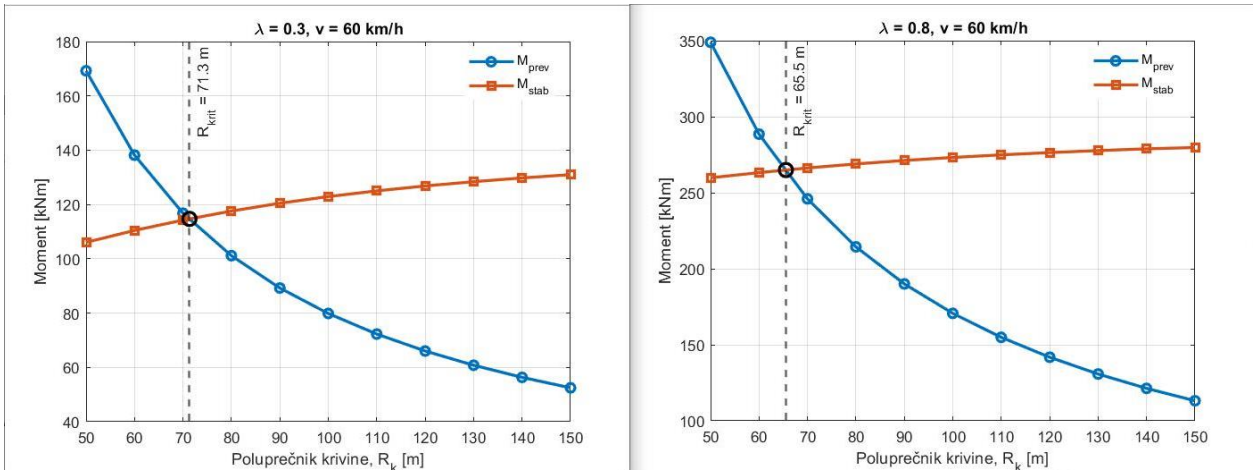
Slika 8. *Položaj slobodne površine tečnosti pri kretanju vozila u krivini za različite nivoe napunjenosti*

4.1 Rezultati i diskusija rezultata

Rezultati analize dobijeni su primjenom formiranog modela u MATLAB/Simulink okruženju. Na slikama 9 i 10 prikazani su rezultati za analizirani slučaj.



Slika 9. *Uticaj nivoa napunjenosti na: (a) kritični poluprečnik krivine i (b) kritično bočno ubrzanje pri konstantnoj brzini vozila od 60 km/h*



Slika 10. *Promjena stabilizujućeg momenta i momenta prevrtanja u funkciji poluprečnika krivine za* $\lambda = 0.3$ *i* $\lambda = 0.8$ *pri* $v = 60\frac{km}{h}$

Rezultati analize pokazuju da uticaj nivoa napunjenosti rezervoara na bočnu stabilnost cisterne nije linearan. Pri konstantnoj brzini od $60\frac{km}{h}$, najveća vrijednost kritičnog poluprečnika krivine dobijena je pri nivou napunjenosti od oko $30\ \%$, kada iznosi približno $71{,}2\ m$. Istovremeno je za ovaj nivo napunjenosti dobijena najniža vrijednost kritičnog bočnog ubrzanja od približno $0{,}397\ g$. Prema usvojenom modelu, ovo područje

napunjenosti predstavlja nepovoljno stanje sa aspekta bočne stabilnosti cisterne. Dobijena vrijednost kritičnog poluprečnika predstavlja granicu između stabilnog područja i područja u kojem je kriterijum bočne stabilnosti narušen. Pri poluprečnicima većim od kritične vrijednosti stabilizujući moment je veći od momenta prevrtanja, dok se pri kritičnom poluprečniku njihove vrijednosti izjednačavaju. Daljim smanjenjem poluprečnika krivine moment prevrtanja postaje veći od stabilizujućeg momenta, čime se prelazi granica bočne stabilnosti prema usvojenom modelu.

Sa povećanjem nivoa napunjenosti iznad $\mathbf{30}$ % vrijednost kritičnog poluprečnika postepeno se smanjuje, dok vrijednost kritičnog bočnog ubrzanja raste. Pri nivou napunjenosti od $\mathbf{80}$ % kritični poluprečnik iznosi približno $\mathbf{65,5}\ \boldsymbol{m}$, a pri $\mathbf{90}$ % približno $\mathbf{63,7}\ \boldsymbol{m}$.

Dobijeni rezultati pokazuju da se pri višim nivoima napunjenosti granica bočne stabilnosti dostiže pri većim vrijednostima bočnog ubrzanja, odnosno pri manjim poluprečnicima krivine za istu brzinu kretanja. Dobijeni rezultati posljedica su istovremenog uticaja količine tečnog tereta i mogućnosti njegovog pomjeranja unutar rezervoara. Pri veoma malom nivou napunjenosti prostor za kretanje tečnosti je veći, ali je njena ukupna masa manja. Sa povećanjem nivoa napunjenosti raste masa tečnog tereta, dok se istovremeno mijenjaju položaj njegovog centra mase i raspoloživi prostor za pomjeranje. Prema rezultatima usvojenog modela, najnepovoljnije područje bočne stabilnosti javlja se pri djelimičnoj napunjenosti, posebno u području približno $\mathbf{20}$–$\mathbf{30}$ % napunjenosti cisterne.

5. ZAKLJUČAK

Prevrtanje cisterni predstavlja složen bezbjednosni problem koji nastaje kao rezultat međusobnog djelovanja karakteristika vozila, tečnog tereta, puta i načina upravljanja. Posebna specifičnost ovih vozila proizlazi iz mogućnosti relativnog kretanja tečnosti unutar rezervoara, zbog čega se tokom prolaska kroz krivinu mijenja položaj centra mase tereta i raspodjela opterećenja, a samim tim i uslovi bočne stabilnosti.

Sprovedena analiza pokazala je da nivo napunjenosti rezervoara značajno utiče na stabilnost cisterne, ali da taj uticaj nije linearan. Djelimična napunjenost može predstavljati posebno nepovoljno stanje jer se istovremeno mijenjaju masa tečnog tereta, položaj njegovog centra mase i uslovi njegovog kretanja unutar rezervoara. Istovremeno, smanjenje poluprečnika krivine pri istoj brzini povećava bočno opterećenje i približava vozilo graničnom stanju stabilnosti. Zbog toga se nivo napunjenosti ne može posmatrati odvojeno od uslova u kojima se vozilo kreće.

Sa stanovišta prevencije, posebno je značajno prilagođavanje brzine karakteristikama puta i stanju vozila. Tehnička ispravnost sistema oslanjanja, upravljanja, kočenja i pneumatika, odgovarajući nivo napunjenosti i pravilna raspodjela tereta, kao i odgovarajuća procjena vozača pri ulasku u krivinu mogu značajno uticati na raspoloživu rezervu bočne stabilnosti. Primjena sistema aktivne bezbjednosti može dodatno doprinijeti smanjenju rizika, ali ne može zamijeniti pravilno upravljanje vozilom i pravovremeno postupanje vozača.

Rezultati dobijeni u ovom radu ukazuju na značaj nivoa napunjenosti i uslova kretanja za bočnu stabilnost cisterne. S obzirom na primijenjena pojednostavljenja, dobijene vrijednosti treba posmatrati kao pokazatelje uticaja analiziranih parametara, a ne kao univerzalne granice prevrtanja realnih vozila. Dalja istraživanja trebalo bi usmjeriti na detaljnije modeliranje dinamike tečnosti i uticaja unutrašnjih pregrada, kao i na uključivanje karakteristika sistema oslanjanja, pneumatika, prianjanja između pneumatika i kolovoza i različitih manevara vozila.

6. LITERATURA

Zheng, S., Tang, X., Guo, X., & Zhang, G. (2017) “Rollover stability analysis of tank vehicles based on the solution of liquid sloshing in partially filled tanks” https://doi.org/10.1177/1687814017703894

Zheng, S., Tang, X., Guo, X., & Zhang, G. (2025) “Rollover stability analysis of tank vehicles considering the dynamic characteristics of liquid cargo”

Zhang, Y., et al. (2022) “Rollover stability analysis of liquid tank truck taking into account the road profiles”

Asia Industrial Gases Association (AIGA) (2015) Vehicle Rollover Prevention

Federal Motor Carrier Safety Administration (FMCSA) (2007) Cargo Tank Roll Stability Study - U.S. Department of Transportation, Federal Motor Carrier Safety Administration.

United Nations Economic Commission for Europe (UNECE) (2025) - European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road (ADR)

Petković, S, Golubović Bugarski, V, Kostić, N. (2024). “Safety requirements for tunnels regarding the transport of dangerous goods (ADR)“, International Conference on Contemporary Theory and Practice in Construction XVI, Banja Luka, June 13-14, 2024.

UDK:

POVEZANOST IZVRŠNIH FUNKCIJA VOZAČA SA FREKVENCIJOM SAOBRAĆAJNIH PREKRŠAJA

ASSOCIATION BETWEEN DRIVERS' EXECUTIVE FUNCTIONS AND TRAFFIC VIOLATION FREQUENCY

Milica Beronja[1], Sonja Stančić[2], Strahinja Dimitrijević[3]

Rezime: Ovim istraživanjem ispitana je povezanost izvršnih funkcija, kognitivnih procesa odgovornih za regulaciju i kontrolu ponašanja, i učestalosti saobraćajnih prekršaja. Uzorak je obuhvatio 1.286 vozača, od čega 50,5% osoba ženskog pola, uzrastas od 18 do 60 godina, pri čemu je prosječne starost bila 31,4 godine. Ispitanici su popunili revidiranu verziju Upitnika izvršnih vještina (ESQ-R), set pitanja o 17 saobraćajnih prekršaja, te pitanje o izazivanju saobraćajne nezgode. Rezultati pokazuju da niži nivoi izvršnh funkcija koje se odnose na organizaciju i kontrolu ponašanja značajno predviđaju veću učestalost prekršaja, koje vozači najčešće prave, kao što su vožnja pod dejstvom alkohola, nevezivanje sigurnosnog pojasa, prekoračenje dozvoljene brzine i nepropisno parkiranje. Niži nivo sposobnosti da se sistematski grupišu informacije, materijali i zadaci, tako da budu lako dostupni i efikasno upotrebljeni pozitivan je predktor izazivanja saobraćajnih nezgoda. Dok su ove sposobnosti imale su najširi prediktivni značaj, upravljanje vremenom i regulacija emocija imale slabiju povezanost sa ishodim u saobraćaju. Nalazi ukazuju na važnost procjene i unapređenja izvršnih funkcija kao dijela preventivnih programa bezbjednosti u saobraćaju, posebno kod rizičnih kategorija vozača. Istraživanje pruža doprinos razumijevanju kognitivnih faktora vozačkog ponašanja i može poslužiti kao osnova za kreiranje ciljanih edukativnih i intervencionih strategija u cilju smanjenja učestalosti saobraćajnih prekršaja.

Ključne reči: izvršne funkcije, saobraćajni prekršaji, saobraćajne nezgode, bezbjednost u saobraćaju

Abstract: This study examined the relationship between executive functions, cognitive processes responsible for the regulation and control of behavior, and the frequency of traffic violations. The sample included 1.286 drivers, of whom 50,5% were female, ranging in age from 18 to 60 years, with an average age of 31,4 years. Participants completed the revised version of the Executive Skills Questionnaire (ESQ-R), a set of questions regarding 17 traffic violations, and a question about causing traffic accidents. The results indicate that lower levels of executive functions related to the organization and control of behavior significantly predict a higher frequency of the most common traffic violations committed by drivers, such as driving under the influence of alcohol, failing to wear a seatbelt, speeding, and illegal parking. A lower capacity to systematically group information, materials, and tasks for easy access and efficient use was found to be a positive predictor of causing traffic accidents. While these organization and control skills demonstrated the broadest predictive significance, time management and emotion regulation showed a weaker association with traffic outcomes. The findings highlight the importance of assessing and improving executive functions as part of preventative traffic safety programs, particularly among high-risk driver categories. This study contributes to the understanding of cognitive factors in driving behavior and can serve as a foundation for developing targeted educational and intervention strategies aimed at reducing the frequency of traffic violations.

Keywords: executive functions, traffic violations, traffic accidents, road safety

1. UVOD

Uloga ljudskog faktora u automobilskim nezgodama dovela je do interesovanja za identifikacijom kognitivnih fakora koji su povezani sa opasnim ponašanjima u vožnji i negativnim ishodima vožnje (Hayashi et al., 2018). Pretpostavlja se da su određene kognitivne sposobnosti direktno povezane sa individualnim razlikama u ponašanju u vožnji i bezbjednosnim greškama koje mogu da prethode sudaru ili drugim saobraćajnim prekršajima. Vožnja uključuje visok nivo angažovanosti kognitivnih funkcija koje su, prvenstveno, povezane sa donošenjem odluka i kontrolom ponašanja, a dio su izvršnih funkcija (Anstey et al., 2005). Kada su te funkcije iz različitih razloga oslabljene, vjerovatnoća za greške se značajno povećava (Le Denmant et al., 2023).

Izvršne funkcije mogu se definisati kao skup viših kognitivnih procesa koji su neophodni za postizanje optimalnih performansi u složenim zadacima, omogućavajući pojedincima da prilagode svoje ponašanje u

[1] Ma psihologije, Beronja Milica, caricmilica@gmail.com

[2] Doc. dr Stančić Sonja, dplomiran psholog, Univerzitet u Banjoj Luci, Filozofsk fakultet, Bulevar vojvode Petra Bojovića 1A, 7800 Banja Luka, Republika Srpska, sonja.stancic@ff.unibl.org

[3]Prof. dr Diimitrijević Strahinja, dplomiran psholog, Univerzitet u Banjoj Luci, Filozofsk fakultet, Bulevar vojvode Petra Bojovića 1A, 7800 Banja Luka, Republika Srpska, strahinja.dimitrijevic@ff.unibl.org

[4] Rad predstavlja prerađenu master tezu prvog autora „Izvršne funkcije kao prediktori učestalosti saobraćajnih prekršaja“.

skladu sa unutrašnjim ciljevima i zahtjevima okoline (Le Denmant et al., 2023). Ove procesi su potrebni za koncentraciju i pažnju u slučajevima kada je nemoguće ili nepromišljeno oslanjati se na automatizam, instinkt ili intuiciju (Espy et al., 2004).

Različiti autori pristupaju podjeli izvršnih funkcija iz različitih perspektiva. Neuropsihološki model dijeli izvršne funkcije na osam domena: inhibicija ponašanja, radna memorija, samoregulacija emocija, interni govor, planiranje i rješavanje problema, ponovno usmjeravanje pažnje, reorganizacija ponašanja, samomotivacija (Barkley, 2012). U ovom modelu, sve izvršne funkcije zavise od osnovne sposobnosti inhibicije koja omogućava razvoj složenijih oblika samoregulacije. Izvršne funkcije posmatrane su kao regulatorni mehanizmi ponašanja u vremenu, usmjerene ka budućnosti (Barkley, 1997). Iz razvojno kognitivne perspektive izvršne funkcije se mogu podijeliti na tri komponente: inhibicija, radna memorija i kognitivna fleksibilnost, a one su temelj za složenije funkcije kao što su planiranje, rješavanje problema i razumijevanje tuđih perspektiva i one se uče i jačaju kroz igru, socijalnu interakciju i obrazovne zadatke (Diamond, 2013). U obrazovanju se najviše koristi praktično edukativni model koji uključuje jedanaest specifičnih izvršnih vještina: planiranje (omogućava pojedincu da organizuje korake prema rješenju problema ili zadatka), organizacija (održavanje urednog fizičkog ili mentalnog prostora), upravljanje vremenom (procjena koliko je vremena potrebno da bi se ispoštovali rokovi), radna memorija (kapacitet za zadržavanje i manipulaciju informacijama u kratkoročnom pamćenju), metakognicija (uključuje samopraćenje, procjenu učinka i prilagođavanje strategija), inhibicija (sposobnost da se zaustavi automatski odgovor u korist promišljenog ponašanja), emocionalna kontrola (regulacija emocija kako one ne bi ometale ponašanje), održavanje pažnje (održavanje fokusa na zadatku duži vremenski period), pokretanje zadatka (započinjanje zadatka bez odlaganja), fleksibilnost (adaptiranje na promjene, prelazak sa zadatka na zadatak), upornost u postizanju cilja (istrajnost u zadatku bez obzira na distrakcije) (Dawson & Guare, 2018). Strait i saradnici (2019) su u svom istraživanju razvili i validirali revidiranu verziju Upitnika izvršnih vještina koja umjesto jedanaest sada mjeri pet aspekata izvršnog funkcionisanja uključujući: planiranje, upravljanje vremenom, organizovanje, regulaciju emocija i regulaciju ponašanja.

Bez obira na to što istraživači nisu saglasni oko konačne liste sastavnih elemenata izvršnih funkcija, mogu se izdvojiti tri ključne sposobnosti koje izvršne funkcije uključuju (Hayashi et al., 2018): kontrola inhibicije (odnosi se na namjerno potiskivanje automatske reakcije ili navike i naknadno reagovanje), kognitivna fleksibilnost (razmišljanje o stvarima na više različitih načina) i radna memorija (odnosi se na zadržavanje informacija i njihovu mentalnu obradu). Iako se ove vještine smatraju neurokognitivnim, jer zavise od neuronskih krugova koji uključuju regije u prefrontalnom korteksu i druge povezane dijelove mozga, izvršne funkcije procjenjuju se ponašajno kao tri vještine (Hayashi et al., 2018).

Ranije sprovedena istraživanja kognitivnih faktora u procesu vožnje, govore uglavnom o povezanosti izvršnih funkcija i opasnih ponašanja tokom vožnje, gdje ispitanici koji imaju nizak nivo izvršnih funkcija pokazuju veću vjerovatnoću da se upuste u opasna ponašanja kao što su: korištenje mobilnog telefona tokom vožnje, vožnja u alkoholisanom stanju, prekoračenje brzine, vožnja bez sigurnosnog pojasa itd. (Hayashi et al., 2018). Takođe, istraživanja su potvrdila da izvršne funkcije imaju ograničenu predikciju vozačevih performansi i navika te da je preuzimanje rizika u vožnji značajniji prediktor istih (Le Denmant et al., 2023).

Savremena istraživanja u oblasti neuropsihologije i saobraćajne psihologije sve više ukazuju na značaj kognitivnih sposobnosti, a posebno izvršnih funkcija za bezbjednost u saobraćaju (Schmitt et al., 2023). Izvršne funkcije poput pažnje, radnog pamćenja, kontrole impulse i planiranja ključne su za adekvatno donošenje odluka i reagovanje u složenim saobraćajnim situacijama. Inhibicija ponašanja i trajna pažnja značajno su povezane sa odstupanjem od sigurne vožnje i učestalosti grešaka (Tabibi et al., 2015). Takođe, postoji značajna povezanost između određenih aspekata izvršnog funkcionisanja i rizičnog ponašanja tokom vožnje poput vožnje u alkoholisanom stanju, slanja poruka tokom vožnje, prekoračenje brzine i vožnja bez sigurnosnog pojasa (Hayashi et al., 2018). Ovi nalazi sugerišu da su različiti kognitivni procesi uključeni u opasna ponašanja tokom vožnje.

Uprkos njihovoj važnosti, postoji nedostatak istraživanja koja su konkretno ispitivala odnos šireg spektra izvršnih funkcija, kao što su organizovanje, planiranje, upravljanje vremenom, regulacija emocija i regulacija ponašanja sa saobraćajnim prekršajima. S obzirom na navedeno, centralno istraživačko pitanje jeste da li izvršne funkcije predviđaju učestalost saobraćajnih prekršaja i odgovornost za izazivanje saobraćajnih nezgoda.

Značaj istraživanja se ogleda u tome što će se precizno ispitati širi spektar izvršnih funkcija u kontekstu saobraćajnih prekršaja, umjesto da se fokusira samo na pojedinačne komponente kao što su inhibicija i

pažnja. Rezultati, potencijalno, mogu imati važan praktičan doprinos kreiranju preventivnih programa i edukativnih intervencija usmjerenih na vozače sa deficitima u specifičnim izvršnim funkcijama, što bi dugoročno moglo smanjiti učestalost saobraćajnih prekršaja i povećati sigurnost u saobraćaju.

2. MATERIJAL I METODE

2.1. Nacrt

Prediktorske varijable u istraživanju su izvršne funkcije:

- *Planiranje* - Sposobnost da se predvide koraci potrebni za postizanje cilja, identifikuju potencijalne prepreke i osmisli redoslijed aktivnosti.
- *Upravljanje vremenom* - Odnosi se na sposobnost da se efikasno procjenjuje koliko je vremena potrebno za određene zadatke, da se pravilno rasporede obaveze i da se poštuju rokovi.
- *Organizovanje* - Sposobnost da se sistematski grupišu informacije, materijali i zadaci, tako da budu lako dostupni i efikasno upotrebljeni.
- *Regulacija emocija* - Podrazumijeva sposobnost kontrolisanja emocionalnih reakcija naročito u stresnim ili izazovnim situacijama.
- *Regulacija ponašanja* - Uključuje sposobnost da se inhibira impulsivno ili neprikladno ponašanje, da se održi pažnja i da se doslijedno slijede pravila i očekivanja.

Prediktorske varijable operacionalizovane su kroz skorove ostvarene na Upitniku izvršnih vještina – revidirana verzija (Executive Skills Questionnaire-Revised; Strait et al., 2019).

Zavisne varijable su 17 saobraćajnih prekršaja, za koje je registrovano da li je ispitanike zaustavila policija ili su dobili kaznu za tu vrstu prekršaja. Saobraćajni prekršaji su: (1) *upravljanje motornim vozilom pod dejstvom alkohola*, (2) *nevezivanje pojasa*, (3) *prolazak kroz crveno svjetlo*, (4) *nepoštovanje prvenstva prolaza pješaka*, (5) *korištenje mobilnog telefona*, (6) *prekoračenje dozvoljene brzine*, (7) *preticanje na punoj liniji*, (8) *preticanje kolone*, (9) *nepropisno parkiranje*, (10) *vožnja djeteta mlađeg od 12 godina na prednjem sjedištu*, (11) *neregistrovano vozilo*, (12) *nekorištenje kratkih svjetala*, (13) *oduzimanje prvenstva prolaza drugom vozilu*, (14) *neispravno vozilo*, (15) *nekorištenje pokazivača pravca*, (16) *nekorištenje kacige*, (17) *upravljanje motornim vozilom pod dejstvom narkotika*.

Osim saobraćajnih prekršaja, zavisna varijabla je bila i saobraćajna nezgoda izazvana krivicom ispitanika, sa četiri kategorije: nisam, jesam jedan put, jesam dva puta, jesam tri i više puta.

2.2. Uzorak

Istraživanje je vršeno na uzorku od 1.286 vozača u Republici Srpskoj, od čega su 50.5% ispitanika činile žene. Prosjek godina na nivou uzorka je približno 31,4.

Najveći postotak ispitanika izjasnio se da živi u gradu (61,3%), nakon toga u prigradskom naselju (24,3%), dok je procentualno najmanje ispitanika živjelo u selu (14,5%). Podaci o obrazovanju ispitanika predstavljeni su u Tabeli 1.

Tabela 1. *Obrazovanje ispitanika*

Obrazovanje	**N**	**%**
Trogodišnja srednja škola	133	10,3
Četverogodišnja srednja škola	671	52,2
Viša škola	82	6,4
Fakultet – 3 godine	92	7,2
Fakultet – 4 godine	250	19,4
Master i više	58	4,5

Podaci o trenutnom profesionalnom statusu ispitanika se nalaze u Tabeli 2.

Tabela 2. *Trenutni profesionalni status ispitanika*

Trenutni profesionalni status	**N**	**%**
Učenik	27	2,1
Student	383	29,8
Zaposlen	752	58,5
Nezaposlen	114	8,8
Penzioner	10	0,8

2.3. Instrumenti

Izvršne funkcije su procjenjivane revidiranom verzijom Upitnika egzekutivnih vještina, poznatom pod nazivom Executive Skills Questionnaire–Revised (ESQ-R; Strait et al., 2019). Ovaj instrument sadrži 25 stavki koje mjere različite aspekte izvršnog funkcionisanja, uključujući planiranje, upravljanje vremenom, organizaciju, regulaciju emocija i kontrolu ponašanja. Ispitanici ispunjavaju upitnik na način da za svaku tvrdnju na skali od četiri stepena iskazuju stepen slaganja (gdje 1 označava “nikad ili rijetko”, a 4 “veoma često”). Ova verzija Upitnika predstavlja značajnu reviziju različitih verzija Upitnika ESQ koje su razvili Dawson i Guare (2010, 2012 i 2018). Neke od ključnih prednosti ESQ-R u odnosu na prethodne instrumente za procjenu izvršnih funkcija su: njegova visoka ekološka validnost, omogućava procjenu izvršnih funkcija kroz konkretne i svakodnevne aktivnosti, visoka efikasnost i jednostavnost primjene, koristi četverostepenu frekvencijsku skalu odgovora što omogućava preciznije kvantifikovanje ponašanja i bolju detekciju promjena tokom intervencija (DeVellis, 2017).

Za potrebe istraživanja sastavljena je lista pitanja koja se odnosi na saobraćajne prekršaje. Ispitanicu su davali samoprocjenu odgovarajući na pitanje: “Da li Vas je policija zaustavila, ili ste dobili kaznu, zbog sljedećih prekršaja?”, nakon čega su prikazni prekršaji. Ispitanici su odgovarali i na pitanje: “Da li ste učestvovali, tj. imali saobraćajnu nezgodu, koja se desila Vašom krivicom?”.

2.4. Procedura

Podaci su prikupljeni putem online upitnika, izrađenog na platformi 1KA (Center za družboslovno informatiko, 2025) koji sadrži prethodno pobrojane instrumente. U uvodnom dijelu objašnjena je svrha prikupljanja podataka, tema istraživanja, kao i približno vrijeme potrebno za popunjavanje upitnika. Istaknuto im je da svojim učešćem doprinose širenju znanja o aspektima svakodnevnog funkcionisanja. Ispitanicima je naglašeno da je istraživanje anonimno i da je na dobrovoljnoj bazi, te da popunjavanjem upitnika daju saglasnost za korištenje prikupljenih podataka u naučne i akademske svrhe.

2.5. Analiza

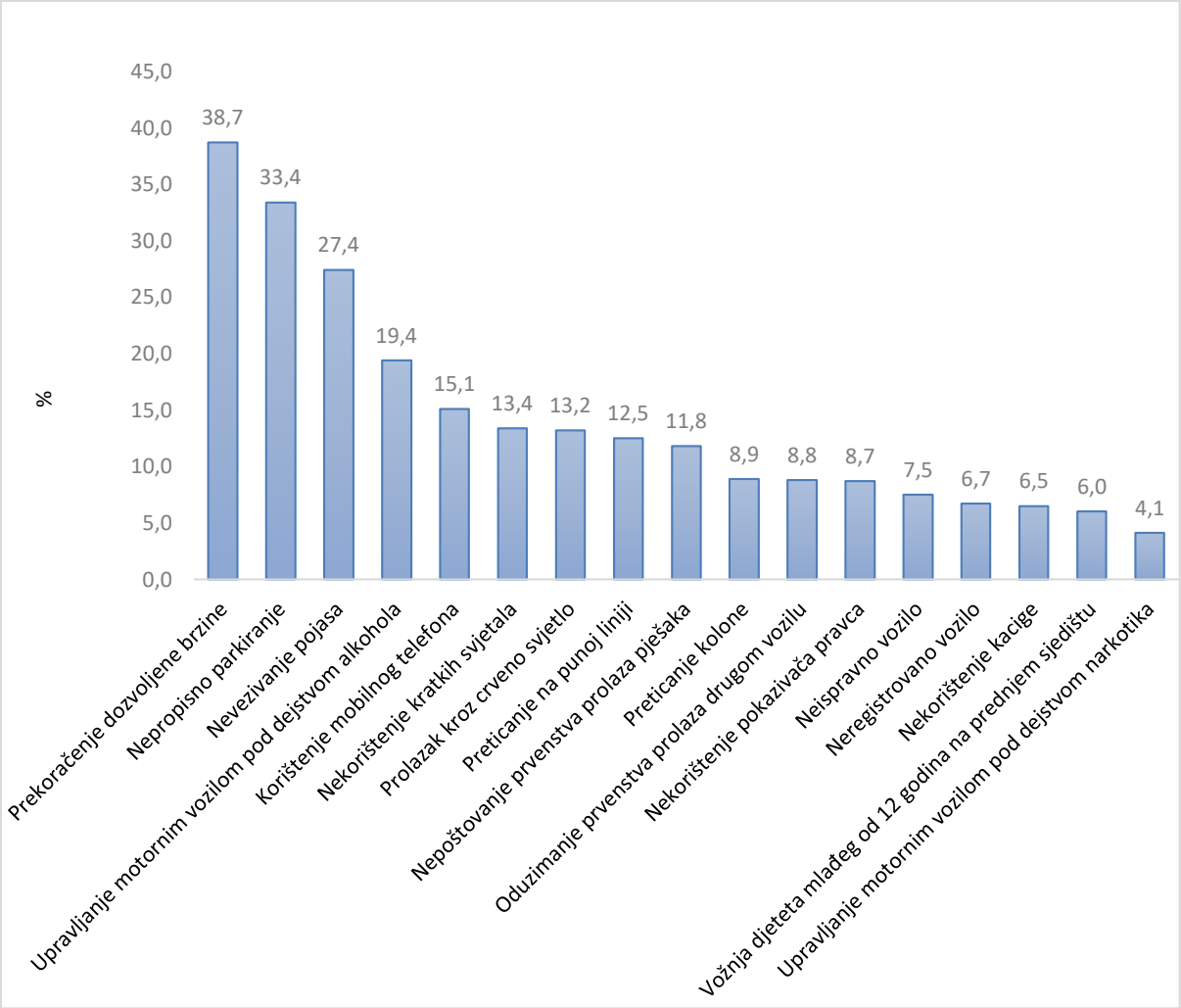
Podaci su opisani pomoću deskriptivne statistike, a efekti izvršnih funkcija na učestalost saobraćajnih prekršaja uz pomoć ordinalne logističke regresije. Imajući u vidu nalaze o povezanosti starosti i promjena u izvršnim funkcijama (Diamond, 2013), kao i razlike u ponašanju u saobraćaju između sociodemografskih kategorija (Shinar, 2017), u istraživanju je statistički kontrolisan efekat varijabli koje se odnose na pol i starost, na način da su ove vrijable uvedene u regresionu jednačnu.

3. REZULTATI

Radi preglednosti, rezultati će biti prikazani u nekoliko podnaslova, sljedećim redosljedom: deskriptivna statistika za sabraćajne prekršaje, deskriptivna statistika za izvršne funkcije, povezanost sabraćajnh prekršaja i izvršnih funkcija.

3.1. Učestalost saobraćajnih prekršja

Na osnovu tabela iz priloga A izrađen je grafikon (slika 1) koji procentualno pokazuje koliko je ispitanika učestvovalo u navedenim saobraćajnim prekršajima.



***Slika 1**. Učestalost izvršenja saobraćajnih prekršaja*

Najviše ispitanika učinilo prekršaj koji se odnosi na prekoračenje dozvoljene brzine, njih 38.7% (Slika 1), zatim prekršaj nepropisnog parkiranja (33.4%), a na vrhu najučestalijih prekršaja nalazi se I nevezivanje pojasa (27.4%).

U rasponu od 10-20% učestalosti saobraćajnih prekršaja nalaze se prekršaji: nepoštovanje prvenstva prolaza pješaka, preticanje na punoj liniji, prolazak kroz crveno svjetlo, nekorištenje kratkih svjetala, korištenje mobilnog telefona prilikom vožnje, upravljanje motornim vozilom pod dejstvom alkohola.

Najmanju učestalost (< 10%) imaju sljedeći prekršaji: preticanje kolone, oduzimanje prvenstva prolaza drugom vozilu, nekorištenje pokazivača pravca, neispravno vozilo, neregistrovano vozilo, nekorištenje kacige, vožnja djeteta mlađeg od 12 godina na prednjem sjedištu, upravljanje motornim vozilom pod dejstvom narkotika.

Kada je riječ o saobraćajnim nezgodama, 75.2% ispitanika navodi da nikada nisu učestvovali u saobraćajnoj nezgodi koja se desila njihovom krivicom, dok je njih 24.8% priznalo bar jedan takav incident, od čega njih 17.8% navodi jedan prekršaj, 5.4% dva prekršaja, a 1.6% je učestvovalo u tri ili više nezgoda izazvanih vlastitom krivicom.

3.2. Izvršne funkcije

U Tabeli 3 prikazana je deskriptivna analiza za planiranje, upravljanje vremenom, organizaciju, regulaciju emocija i regulaciju ponašanja. Skale su bile četverostepene, gdje 1 označava “nikad ili rijetko”, a 4 “veoma često”, što znači da niže vrijednosti ukazuju na manje, a više na veće probleme u izvršnom funkcionisanju.

Tabela 3. *Deskriptivna analiza izvršnih funkcija*

Izvršna funkcija	**Min**	**Max**	**M**	**SD**
Planiranje	1,00	4,00	1,75	0,47
Upravljanje vremenom	1,00	4,00	1,87	0,55
Organizacija	1,00	4,00	1,71	0,62
Regulacija emocija	1,00	4,00	1,96	0,61
Kontrola ponašanja	1,00	4,00	2,20	0,52

Ukupni rezultati ove deskriptivne analize ukazuju na to da su sve dimenzije izvršnih funkcija ocjenjene ispod teorijske sredine skale, što ukazuje na umjereno razvijene samoregulacione sposobnosti kod većine ispitanika. Prosječna vrijednost se kreće od 1,75 do 2,20. Ispitanici su u prosjeku imali najmanje poteškoća u organizaciji i planiranju, a najviše u kontroli ponašanja i regulaciji emocija.

3.3. Povezanost izvršnih funkcija i saobraćajnih prekršaja

Organizacija, u odnosu na ostale vještine izvršnog funkcionisanja, statistički značajan je prediktor za najveći broja saobraćajnih prekršaja: nevezivanje pojasa (Z = 3,01, p = 0,003), prolazak kroz crveno svjetlo (Z = 2,98, p = 0.003), korištenje mobilnog telefon tokom vožnje (Z = 2,09, p = 0,037), prekoračenje dozvoljene brzine (Z = 2,04, p = 0,041), nepropisno parkiranje (Z = 2,54, p = 0.011), nekorištenje kacige (Z = 2,08, p = 0.038), upravljanje vozilom pod dejstvom narkotika (Z = 2,45, p = 0.014). Za svaku jedinicu povećanja na skali poteškoća u orgnizacji, šansa da će osoba učniti nek od ovih prekršaja veća je između 1.27 i 1.83 puta. Tako, na prmjer, ispitanici sa nižim sposobnostima organizacionog upravljanja imaju 1.45 puta veću šansu da budu zaustavljeni i sankcionisani zbog nekorištenja sigurnosnog pojasa te 1.27 puta veću šansu za prekoračenje brzine. Svaki porast u disfunkcionalnosti organizacije za jedan podiok na skali, povećava šanse za nenošenje kacige za 1.51, a osobe koje imaju izraženije teškoće u organizaciji vlastitog ponašanja imaju skoro dva puta veću šanse da upravljaju vozilom pod dejstvom narkotika.

Regulacija ponašanja je izvršna funkcija koja predviđa prekršaje, kao što su: upravljanje vozilom pod dejstvom alkohola (Z = 4,04, p < 0,001), nevezivanje sigurnosnog pojasa (Z = 2,41, p = 0,016) i prekoračenje dozvoljene brzine (Z = 2,47, p = 0,014). Za svaku jedinicu povećanja na skali kontrole ponašanja, šansa da će osoba učniti nek od ovih prekršaja veća je između 1.4 i dva puta.

Izvršna funkcija koja se odnosi na vještinu planiranja, povezana je sa saobraćajnm prekršajem nepoštovanja pravila prvenstva prolaza (Prilog Z = 2,10, p = 0,036), te vožnje neispravnog vozila (Z = 2,13, p = 0,033). Osobe sa manje izraženom vještinom planiranja imaju dva puta veću šansu za ovakave oblike prekršaja.

Izvršne funkcije upravljanje vremenom i emocionalna regulacija ne pokazuju značajan efekat na navedene saobraćajne prekršaje.

Niti jedna izvršna funkcija se nije pokazala statistički značajnom za prekršaje: oduzimanje prvenstva prolaza, preticanje preko pune linije, preticanje kolone vozila, vožnja djeteta mlađeg od 12 godina na prednjem sjedištu, vožnja neregistrovnog vozila, nekorištenje kratkih svjetala, te nekorištenje pokazivača pravca.

3.4. Povezanost izvršnih funkcija i saobraćajnih nezgoda izazvanih vlastitom krivicom

Ispitanici koji imaju niži nivo vještina organizacijskog upravljanja imaju za oko 0.44 puta veće šanse da učestvuju u saobraćajnoj nezgodi izazvanoj vlastitom krivicom. Ostali aspekti izvršnog funkcionisanja nisu statistički značajni prediktori, kada je riječ o izazivanju saobraćajnih nezgoda.

4. DISKUSIJA

Ovim istraživanjem dat je doprinos razumijevanju neuropsiholoških faktora koji stoje u osnovi vozačkog ponašanja. Za razliku od većine prethodnih istraživanja koja su se uglavnom fokusirala na inhibiciju ili pažnju, u ovom radu istovremeno je ispitan širi spektar izvršnih funkcija, čime je omogućeno sveobuhvatnije sagledavanje njihove povezanosti sa različitim vrstama saobraćajnih prekršaja.

Izvršne funkcije ovog istraživanja procjenjivane su putem revidirane verzije Upitnika egzekutivnih vještina (Executive Skills Questionnaire–Revised ESQ-R; Strait et al., 2019), podijeljene na pet domena: planiranje, upravljanje vremenom, organizacija, regulacija emocija i kontrola ponašanja. Ovi domeni oslanjaju se na osnovne mehanizme izvršnog funkcionisanja: inhibiciju, radnu memoriju i kognitivnu fleksibilnost. U prosjeku, ispitanici su najveće poteškoće imali sa kontrolom ponašanja i regulacijom emocija, a najmanje sa organizacijom i planiranjem.

Poteškoće u vještini organizacije bile su značajan prediktor na najširi spektar saobraćajnih prekršaja (nevezivanje sigurnosnog pojasa, prekoračenje dozvoljene brzine, nepropisno parkiranje, nekorištenje zaštitne kacige i upravljanje vozilom pod dejstvom narkotika). Organizacija, kao izvršna funkcija u kontekstu vožnje, pomaže vozaču da sistematski grupiše informacije, tako da budu lako dostupne i efikasno upotrebljene, da predvidi korake vožnje (npr.kad skrenuti, gdje stati), logično organizuje pažnju i prioritete, održi strukturu i redosljed radnji (Barkley et al., 2008). Stoga, kada osobe imaju poteškoće u organizaciji, teže im je istovremeno obratiti pažnju na više faktora kao što su drugi vozači, znakovi ili brzina. Poteškoće u organizaciji smanjuju sposobnost planiranja, strukture i predviđanja tokom vožnje, povećavaju impulsivne i rizične odluke što posredno može da doprinese većem broju saobraćajnih prekršaja ili izazvanih nezgoda (Diamond, 2013).

Kontrola ponašanja je jedna od izvršnih funkcija sa kojom su ispitanici imali najviše poteškoća. Odnosi se na sposobnost regulisanja i usmjeravanja vlastitih radnji u skladu sa ciljevima, pravilima i socijalnim normama, stoga je ključna za prilagođeno funkcionisanje u složenim situacijama kao što je vožnja (Hofmann et al., 2012). Poteškoće u kontroli ponašanja, u kontekstu saobraćaja, mogu povećati učestalost saobraćajnih prekršaja jer smanjuju sposobnost vozača da inhibira neprimjerene reakcije, prilagodi se promjenama u saobraćajnom okruženju i održi fokus na sigurnosnim ciljevima (Lucidi et al., 2014). Vozači sa lošijom regulacijom ponašanja teže zaustavljaju trenutne želje ili impulse što povećava vjerovatnoću prekoračenja brzine, zatim teže regulišu emocije gdje negativne emocije mogu lako dovesti do namjernog kršenja pravila, npr. nekorištenje sigurnosnog pojasa. Takođe imaju i poteškoće u praćenju i evaluaciji vlastitog ponašanja gdje nedostatak unutrašnje kontrole kvaliteta dovodi do toga da vozač neće primjetiti da krši pravila dok ne dođe do opasne situacije, npr. vožnje pod dejstvom alkohola (Sümer & Özkan, 2002).

Izvršna funkcija koja se odnosi na vještinu planiranja statistički značajan prediktor na saobraćajni prekršaj koji se odnosi na nepoštovanje prvenstva prolaza i vožnja neispravnog vozila. To se može objasniti time da vozač koji ima poteškoće sa vještinom planiranja ima i narušenu sposobnost da predvidi situacije u saobraćaju (kretanje drugih učesnika, brzinu njihovog približavanja), rasporedi pažnju i resurse (usporiti, procijeniti situaciju, pustiti vozilo sa prvenstvom), upravlja vremenskim ograničenjima (koliko vremena ima do dolaska drugog vozila) i integriše pravila sa trenutnim uslovima (Hayashi et al., 2019).

Upravljanje vremenom i emocionalna regulacija, u ovom istraživanju, nisu se pokazale značajnim prediktorima za ispitivane saobraćajne prekršaje. Razlog tome može biti izbor saobraćajnih prekršaja, odnosno da je fokus na prekršajima koji nisu direktno vezani za navedene funkcije ili da su kompenzovane drugim funkcijama. Takođe, emocionalna regulacija u vožnji može se više očitovati u kritičnim situacijama kao što su konflikti ili gužva nego u svakodnevnom upravljanju autom (Sadrani et al., 2022). S obzirom na to da ovo istraživanje ne prati konkretna ponašanja u isključivo takvim uslovima, to može biti razlog neizdvajanja emocionalne regulacije kao uticajne na saobraćajne prekršaje.

Osim izvršnih funkcija koje nemaju uticaj na saobraćajne prekršaje, u ovom istraživanju izdvajaju se i saobraćajni prekršaji koji ne podliježu uticaju izvršnih funkcija, a to su: oduzimanje prvenstva prolaza, preticanje preko pune linije, preticanje kolone vozila, vožnja djeteta mlađeg od 12 godina na prednjem sjedištu, vožnja neregistrovnog vozila, nekorištenje kratkih svjetala, te nekorištenje pokzivača pravca. Možemo pretpostaviti da je razlog ovakvih nalaza to što ne moraju svi saobraćajni prekršaji biti pod uticajem disfunkcije izvršnog funkcionisanja, neki od njih mogu biti rezultat navika, automatizma ili stavova (Elands et al.,2015).

5. ZAKLJUČAK

Cilj ovog istraživanja bio je ispitati povezanost izvršnih funkcija sa učestalošću saobraćajnih prekršaja. Izvršna funkcija sa najvećim prediktivnim značajem je organizacija. Veće poteškoće u vještini organizacije bile su povezane sa većom vjerovatnoćom izvršenja najvećeg broja ispitivanih saobraćajnih prekršaja, uključujući

nevezivanje sigurnosnog pojasa, prekoračenje dozvoljene brzine, nepropisno parkiranje, nekorištenje zaštitne kacige i upravljanje vozilom pod dejstvom narkotika. Pored toga, organizacija je bila jedina izvršna funkcija koja je značajno predviđala vjerovatnoću učestvovanja u saobraćajnoj nezgodi izazvanoj vlastitom krivicom, što dodatno potvrđuje njen značaj za bezbjedno upravljanje vozilom. Poteškoće u kontroli ponašanja pokazale su se značajnim prediktorom vožnje pod dejstvom alkohola, prekoračenja dozvoljene brzine i nevezivanja sigurnosnog pojasa, dok su poteškoće u vještini planiranja bile povezane samo sa saobraćajnim prekršajem nepoštovanje prvenstva prolaza. Upravljanje vremenom i regulacija emocija nisu pokazali statistički značajan doprinos u predviđanju ispitivanih saobraćajnih prekršaja.

6. LITERATURA

Anderson, M. C., & Levy, B. J. (2009). Suppressing unwanted memories. *Current Directions in Psychological Science*, 18(4), 189–194. https://doi.org/10.1111/j.1467-8721.2009.01634.x

Anstey, K. J., Wood, J., Lord, S., & Walker, J. G. (2005). Cognitive, sensory and physical factors enabling driving safety in older adults. *Clinical Psychology Review*, 25(1), 45–65. https://doi.org/10.1016/j.cpr.2004.07.008

Baddeley, A. D., & Hitch, G. J. (1994). Developments in the concept of working memory. *Neuropsychology*, 8(4), 485–493. https://doi.org/10.1037/0894-4105.8.4.485

Barkley, R. A. (1997). Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: Constructing a unifying theory of ADHD. *Psychological Bulletin*, 121(1), 65–94. https://doi.org/10.1037/0033-2909.121.1.65

Barkley, R. A. (2012). *Executive functions: What they are, how they work, and why they evolved*. Guilford Press.

Center za družboslovno informatiko. (2025). *1KA – Enostavno anketiranje* (Online softver). Fakulteta za družbene vede, Univerza v Ljubljani. https://www.1ka.si/d/sl

Davidson, M. C., Amso, D., Anderson, L. C., & Diamond, A. (2006). Development of cognitive control and executive functions from 4 to 13 years: Evidence from manipulations of memory, inhibition, and task switching. *Neuropsychologia*, 44(11), 2037–2078. https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2006.02.006

Dawson, P., & Guare, R. (2018). *Executive skills in children and adolescents: A practical guide to assessment and intervention* (3rd ed.). Guilford Press.

Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64, 135–168. https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750

Diamond, A. (2014). *Want to optimize executive functions and academic outcomes? Simple, just nourish the human spirit*. Minnesota Symposia on Child Psychology, 37, 205–232.

Elfahim, H., Alomari, H., & Shaban, K. (2023). Exploring traffic violation behaviors in developing countries: A case study. *Journal of Safety Research*, 84, 345–356. https://doi.org/10.1016/j.jsr.2022.12.004

Elvik, R., Høye, A., Vaa, T., & Sørensen, M. (2009). *The handbook of road safety measures* (2nd ed.). Emerald Group Publishing.

Espy, K. A., Kaufmann, P. M., Glisky, M. L., & McDiarmid, M. D. (2004). Executive functioning in preschool children: Performance on A-not-B and other delayed response format tasks. *Brain and Cognition*, 55(1), 45–60. https://doi.org/10.1016/S0278-2626(03)00251-4

Hayashi, Y., Russo, C. T., & Wirth, O. (2018). Delay discounting as a measure of impulsive driving: A comparison between risky and safe drivers. *Accident Analysis & Prevention*, 118, 1–9. https://doi.org/10.1016/j.aap.2018.05.003

Hofmann, W., Schmeichel, B. J., & Baddeley, A. D. (2012). Executive functions and self-regulation. *Trends in Cognitive Sciences*, 16(3), 174–180. https://doi.org/10.1016/j.tics.2012.01.006

Jonah, B. A. (1997). Sensation seeking and risky driving: A review and synthesis of the literature. *Accident Analysis & Prevention*, 29(5), 651–665. https://doi.org/10.1016/S0001-4575(97)00017-1

Jovašević, D. (2023). Mesto privrednih prestupa u sistemu saobraćajnih delikata. U A. Batrićević & D. Obradović (Ur.), *Saobraćaj, kriminalitet i urbana bezbednost* (str. 139-158). Institut za kriminološka i sociološka istraživanja.

Lan, L., & Huang, S. (2012). The effects of driver characteristics on driving performance. Procedia - *Social and Behavioral Sciences*, 43, 68–75. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.04.079

Le Denmant, M., Ranchet, M., Devos, H., Perrot, A., & Pérès, K. (2023). Executive functions and risky driving behaviors: A systematic review. *Accident Analysis & Prevention*, 186, 106743. https://doi.org/10.1016/j.aap.2023.106743

Lucidi, F., Girelli, L., Chirico, A., Alivernini, F., & Mallia, L. (2014). Personality traits and attitudes toward traffic safety predict risky behavior across young, adult, and older drivers. *Frontiers in Psychology*, 5, 619. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00619

Matović, N. (2019). Faktori rizika i zaštite u saobraćaju. *Bezbednost*, 61(2), 119–134. https://doi.org/10.5937/bezbednost1902119M

Narodna skupština Republike Srpske. (2011,2021). *Zakon o bjezbjednosti saobraćaja na putevima Republike Srpske,* sa izmjenama i dopunama [Zakon RS]. *Službeni glasnik Republike Srpske,* br.63/2011 i 111/2021

Özkan, T., & Lajunen, T. (2007). What causes the differences in driving between young men and women? The effects of gender roles and sex on young drivers' driving behaviour and self-assessment of skills. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 10(6), 396–407. https://doi.org/10.1016/j.trf.2007.04.001

Rhodes, N., & Pivik, K. (2011). Age and gender differences in risky driving: The roles of positive affect and risk perception. *Accident Analysis & Prevention*, 43(3), 923–931. https://doi.org/10.1016/j.aap.2010.11.015

Sadrani, A., White, M. J., & Young, K. L. (2022). Emotional regulation and risky driving behaviours: A systematic review. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 86, 232–248. https://doi.org/10.1016/j.trf.2022.03.010

Samuels, M., Tournier, I., & Fournier-Vicente, S. (2016). The Executive Skills Questionnaire-Revised (ESQ-R): Validation in a sample of young adults. *Journal of Cognitive Education and Psychology*, 15(1), 73–93. https://doi.org/10.1891/1945-8959.15.1.73

Schmitt, A., Grether, T., & Schwerdtfeger, A. (2023). Cognitive and emotional predictors of risky driving: A systematic review. *Journal of Safety Research*, 85, 253–268. https://doi.org/10.1016/j.jsr.2023.01.004

Shinar, D. (2017). *Traffic safety and human behavior* (2nd ed.). Emerald Publishing.

Strait, J. E., Allred, A., & Ohrt, J. H. (2019). Measuring executive functioning in everyday life: Development and validation of the Executive Skills Questionnaire-Revised. *Psychological Assessment*, 31(10), 1231–1243. https://doi.org/10.1037/pas0000746

Sümer, N., & Özkan, T. (2002). The role of personality in traffic accidents: The Big Five and impulsiveness. *Journal of Research in Personality*, 36(4), 463–473. https://doi.org/10.1016/S0092-6566(02)00016-7

World Health Organization. (2018). Global status report on road safety 2018. *WHO*. https://www.who.int/publications/i/item/9789241565684

Zuckerman, M. (2007). Sensation seeking and risky behavior. *American Psychological Association*. https://doi.org/10.1037/11555-000

UDK:

УТИЦАЈ КАНАБИСА (THC-a) НА ВОЗАЧКЕ ПЕРФОРМАНСЕ

THE EFFECT OF CANNABIS (THC) ON DRIVING PERFORMANCE

Маја Дејковић[1], Далибор Пешић[2]

Резиме: У овом раду анализиран је утицај канабиса, односно његове главне психоактивне компоненте тетрахидроканабинола (THC), на возачке способности и безбедност саобраћаја. Приказани су резултати пројекта DRUID, једног од најобимнијих европских истраживања о вожњи под утицајем психоактивних супстанци, као и налази новијих експерименталних и епидемиолошких студија. Анализирани су учесталост употребе канабиса међу возачима, ризик од настанка саобраћајних незгода, утицај THC-а на когнитивне, психомоторне и визуелне функције, као и последице комбиноване употребе канабиса и алкохола. Резултати показују да канабис значајно нарушава пажњу, концентрацију, координацију покрета, време реакције и процену ризика, што доводи до повећаног ризика од саобраћајних незгода. Посебно је истакнуто да комбинација THC-а и алкохола има синергистички ефекат, при чему је ризик од незгода вишеструко већи него при употреби сваке супстанце појединачно. Иако возачи под утицајем канабиса често примењују компензационо понашање, као што су спорија вожња и повећање растојања, то не елиминише негативне ефекте на безбедност саобраћаја. Рад указује на значај превентивних мера, едукације возача и примене научно заснованих законских решења ради смањења броја саобраћајних незгода повезаних са употребом психоактивних супстанци.

Кључне речи: Канабис; THC; безбедност саобраћаја; возачке способности; саобраћајне незгоде

Abstract: This paper analyzes the effects of cannabis, particularly its primary psychoactive component tetrahydrocannabinol (THC), on driving performance and road safety. The study presents findings from the DRUID project, one of the largest European research initiatives on driving under the influence of psychoactive substances, together with results from recent experimental and epidemiological studies. The analysis focuses on the prevalence of cannabis use among drivers, the risk of traffic accidents, the effects of THC on cognitive, psychomotor, and visual functions, and the consequences of combining cannabis with alcohol. The findings indicate that cannabis significantly impairs attention, concentration, motor coordination, reaction time, and risk perception, thereby increasing the likelihood of traffic accidents. Special emphasis is placed on the combined use of THC and alcohol, which produces a synergistic effect and substantially increases crash risk compared to the use of either substance alone. Although drivers under the influence of cannabis often adopt compensatory behaviors, such as reducing speed and increasing following distance, these strategies do not eliminate the impairment of driving performance. The paper highlights the importance of preventive measures, driver education, and evidence-based legislation aimed at reducing the number of road traffic accidents associated with the use of psychoactive substances.

Keywords: Cannabis; THC; Road safety; Driving performance; Traffic accidents

[1] Стручни сарадник, Маја Дејковић, маст. инж. саобраћаја, Саобраћајни факултет, Војводе Степе 305, Београд, Србија, maja.dejkovic00@gmail.com
[2] Проф. др Далибор Пешић, дипл. инж. саобраћаја, Саобраћајни факултет, Војводе Степе 305, Београд, Србија, d.pesic@sf.bg.ac.rs

1. УВОД

Безбедност саобраћаја у савременим условима представља један од највећих јавно-здравствених изазова на глобалном нивоу. Док је утицај алкохола на возачке способности детаљно истражен и законски строго регулисан, утицај психоактивних супстанци, а пре свега канабиса, постаје све значајнији фактор ризика у модерном друштву. Пројекат DRUID (Driving under the Influence of Drugs, Alcohol and Medicines) представља прекретницу у овој области, као једно од најобухватнијих истраживања икада спроведених у оквиру Европске уније на тему вожње под утицајем психоактивних супстанци. Пројекат је трајао пет година, од 2006. до 2011. године, а у њему је учествовало 38 партнерских институција из 17 држава чланица ЕУ и Норвешке (Schulze et al, 2012; European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction, 2012).

Главни циљ овог пројекта био је да се систематски процени обим и природа проблема вожње под дејством дрога, алкохола и лекова на европским путевима, како би се развиле научно засноване контрамере и смернице за политику безбедности у саобраћају. Истраживање је било подељено у седам целина које су обухватиле експерименталне и епидемиолошке студије, спровођење закона, класификацију психоактивних лекова, процену рехабилитације, одузимање возачких дозвола и дисеминацију резултата.

Истраживања су спроведена у 13 европских земаља — Белгији, Чешкој, Данској, Италији, Литванији, Мађарској, Холандији, Пољској, Португалу, Финској, Шведској, Норвешкој и Шпанији — и обухватила су преко 50.000 возача, који су тестирани поред пута на присуство алкохола, дрога и лекова у крви или оралној течности. Један од најважнијих сегмената пројекта био је испитивање утицаја канабиса (тетрахидроканабинола — THC) и његове комбинације са алкохолом на безбедност у саобраћају, с обзиром на то да су ове супстанце идентификоване као најчешће детектоване код возача који су учествовали у саобраћајним незгодама (Schulze et al, 2012; European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction, 2012).

Циљ овог рада је да се утврди како употреба канабиса утиче на способност управљања возилом, које дозе и концентрације изазивају оштећење психомоторних функција, као и да се процени колики је ризик од настанка саобраћајних незгода у зависности од присуства THC-а и његових комбинација са алкохолом. Рад се додатно ослања на резултате експерименталних истраживања која указују на то да орална примена THC-а, пушење и испаравање канабиса могу изазвати значајна оштећења способности као што су концентрација, пажња, координација и време реакције (Hartman и Huestis, 2013; Schlienz et al, 2020; Spindle et al, 2018; Ramaekers et al, 2004).

2. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ

Методолошки оквир овог рада заснива се на комбиновању епидемиолошких података прикупљених на терену и резултата контролисаних експерименталних студија. Примарни извор података је пројекат DRUID, који је поставио стандарде за детекцију и анализу психоактивних супстанци код возача у Европи (Schulze et al, 2012; European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction, 2012).

2.1. Епидемиолошки приступ и детекција супстанци

Истраживање је спроведено на репрезентативном узорку од преко 50.000 возача у 13 европских држава, укључујући Белгију, Чешку, Данску, Италију, Литванију, Мађарску, Холандију, Пољску, Португал, Финску, Шведску, Норвешку и Шпанију. Методологија је подразумевала насумично заустављање возача поред пута у различитим временским интервалима, како би се обухватили дневни, ноћни услови, као и услови саобраћаја током викенда. Овакав приступ омогућио је прикупљање података о стварној учесталости психоактивних супстанци у општој возачкој популацији, без обзира на то да ли су возачи починили прекршај или не (Schulze et al, 2012; European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction, 2012).

Ради упоредивости података, пројекат DRUID је успоставио стандардне аналитичке граничне вредности за тестиране супстанце у различитим биолошким узорцима. За THC у пуној крви гранична вредност детекције износила је 1 ng/mL, док је у оралној течности износила 27 ng/mL.

Ове вредности представљају аналитичке границе које су коришћене за стандардизовано утврђивање присуства THC-а код испитиваних возача (Schulze et al, 2012; European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction, 2012).

Поред аналитичких граница детекције, експерименталне студије су испитивале и повезаност концентрације THC-а у серуму са степеном нарушавања способности важних за управљање возилом. Утврђено је да се први статистички значајан помак ка оштећењу јавља при концентрацијама THC-а у серуму од 2 до 5 ng/mL. При концентрацијама од 5 до 10 ng/mL, приближно 75–90% резултата указивало је на значајно оштећење у испитиваним задацима, док је при концентрацијама већим од 30 ng/mL значајно оштећење забележено у свим испитиваним задацима (Ramaekers et al, 2006).

Друга анализа, која је обухватила експериментална и епидемиолошка истраживања, показала је да се концентрација THC-а у серуму од 7 до 10 ng/mL може повезати са степеном оштећења који је упоредив са дејством концентрације алкохола у крви од 0,05%, односно приближно 0,5 g/L. Ипак, наведени опсег треба тумачити као оквирну научну основу за одређивање граничних вредности, а не као апсолутну границу која на исти начин важи за све возаче. Ова вредност је значајна јер представља концентрацију алкохола која се у анализама користи као референтна вредност за поређење степена оштећења изазваног THC-ом (Grotenhermen et al, 2007).

На основу наведених података, у Табели 1 приказане су аналитичке граничне вредности за детекцију THC-а, као и концентрације у серуму које су у истраживањима повезане са различитим степенима оштећења возачких способности. Такође, утврђено је да метаболит THC-COOH није поуздан показатељ активне интоксикације јер се у оралној течности јавља у изузетно ниским концентрацијама, због чега је искључен са листе супстанци за тестирање (Schulze et al, 2012; European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction, 2012).

Табела 1. *Граничне вредности и концентрације THC-а повезане са оштећењем*

Биолошки узорак	Гранична вредност детекције	Тумачење
Пуна крв	***1 ng/mL***	***Гранична вредност детекције THC-а***
Орална течност (пљувачка)	***27 ng/mL***	***Гранична вредност детекције THC-а***
Серум (еквивалент оштећења)	***2–5 ng/mL***	***Почетак статистички значајног оштећења***
	7–10 ng/mL	***Оштећење упоредиво са дејством 0,5 g/L алкохола***
	>30 ng/mL	***Значајно оштећење у свим испитиваним задацима***

2.2. Експерименталне студије и параметри вожње

За процену директног утицаја канабиса на возачке перформансе коришћени су подаци из експерименталних истраживања и прегледа литературе који су обухватили различите моделе процене возачких способности, укључујући лабораторијске тестове, симулаторе вожње и вожњу у реалним условима (Bondallaz et al, 2016).

Ове студије су омогућиле праћење ефеката акутне употребе канабиса кроз три кључна скупа параметара: латералну контролу возила, уздужну контролу возила и визуелне функције.

2.2.1. Латерална контрола возила

Латерална контрола возила најчешће се процењује помоћу стандардне девијације положаја возила унутар саобраћајне траке, односно показатеља SDLP. Ова мера описује степен „кривудања“ возила унутар траке. Виша вредност SDLP-а указује на слабију способност возача да одржи стабилан правац кретања. Истраживања су показала да употреба канабиса може повећати латерално кривудање возила, док истовремена употреба канабиса и алкохола може довести до додатног погоршања контроле правца кретања.

У студији Hartman et al утврђен је синергијски ефекат ових супстанци, што значи да њихов комбиновани утицај није био само последица дејства једне супстанце, већ је довео до већег нарушавања латералне контроле него употреба канабиса или алкохола појединачно (Bondallaz et al, 2016; Hartman et al, 2015).

2.2.2. Уздужна контрола возила

Уздужна контрола возила обухвата праћење растојања до возила испред, промене у брзини кретања, варијације брзине и способност одржавања одговарајућег растојања током вожње.

Акутна употреба канабиса била је повезана са смањењем просечне брзине, већим процентом времена проведеног испод ограничења брзине и повећањем просечне дистанце праћења. Овакво понашање може представљати компензациони одговор возача који препознаје сопствено оштећење и покушава да смањи ризик споријом и опрезнијом вожњом (Hartman et al, 2016).

2.2.3. Визуелне функције

У истраживању које су спровели Ortiz-Peregrina et al (2022), испитивана су три визуелна параметра значајна за процену возачких способности: контрастна осетљивост, стереоакутност, односно способност перцепције дубине и унутароочно расејање светлости. Ови параметри су значајни за разумевање начина на који канабис може утицати на визуелну перцепцију и процену околине, нарочито у условима ноћне вожње, када су правилна процена раздаљине и уочавање светлосних надражаја од суштинског значаја.

3. РЕЗУЛТАТИ

На основу спроведених епидемиолошких и експерименталних истраживања, резултати указују на значајну преваленцију канабиса међу возачима и његов директан утицај на безбедност саобраћаја.

3.1. Учесталост употребе канабиса код возача

Канабис је, према подацима DRUID пројекта, био најчешће откривена илегална психоактивна супстанца међу возачима у Европи. Тестирања поред пута показала су присуство THC-а код 1,32% возача, при чему се преваленција међу земљама кретала од 0,0% до 5,99%. За поређење, кокаин је откривен код 0,42%, а амфетамини код 0,08% возача. Више вредности присуства THC-а забележене су у појединим европским земљама, укључујући Белгију, Италију и Португал, док су ниже вредности регистроване у неким земљама северне и источне Европе.

THC је био чешће присутан код млађих мушких возача, посебно у старосној групи од 18 до 34 године, као и током викенда и у ноћним сатима. Овакав образац може указивати на већу заступљеност рекреативне употребе у овој групи, али сам по себи не доказује мотив употребе (Schulze et al, 2012; European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction, 2012).

3.2. Ризик од саобраћајних незгода

Резултати студија случај–контрола и мета-анализа показали су да возачи под утицајем канабиса имају благо до умерено повећан ризик од учешћа у саобраћајној незгоди у поређењу са трезвеним возачима. Процене ризика у различитим истраживањима кретале су се приближно од један до три пута, у зависности од методологије истраживања и карактеристика испитиване популације (Asbridge et al, 2012; Rogeberg and Elvik, 2016).

Иако су ефекти канабиса на одређене психомоторне и возачке способности у просеку слабији од ефеката алкохола, комбинована употреба канабиса и алкохола повезана је са значајно већим нарушавањем способности важних за безбедно управљање возилом и повећаним ризиком од саобраћајне незгоде (Hartman and Huestis, 2013; Rogeberg and Elvik, 2016).

Након алкохола, међу најчешће откривеним психоактивним супстанцама били су THC и бензодиазепини. Учестало откривање ових супстанци у комбинацији са алкохолом указује на значај полисупстантне употребе у саобраћају (Isalberti et al, 2011; Schulze et al, 2012; European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction, 2012).

Подаци DRUID пројекта показали су да је комбинована употреба алкохола са дрогама и/или лековима била заступљенија међу возачима који су учествовали у саобраћајним незгодама него у општој популацији возача. У општој популацији возача комбинација алкохола са дрогама и/или лековима детектована је код 0,37% возача, док је код тешко повређених возача тај проценат износио 2,3–13,2%, а код погинулих возача 4,3–7,9% (Isalberti et al, 2011; Schulze et al, 2012).

Најчешће су регистроване комбинације алкохола са једном или више других психоактивних супстанци, укључујући THC и бензодиазепине. Комбинована употреба алкохола и других супстанци била је повезана са већим ризиком од тешког повређивања или смртног исхода у саобраћајној незгоди (Isalberti et al, 2011; Schulze et al, 2012).

3.3. Утицај на психомоторне и визуелне функције

Након конзумације, THC делује на централни нервни систем и може изазвати промене у перцепцији времена и простора, као и нарушавање пажње, краткотрајне меморије и извршних функција. Код возача под утицајем канабиса могу се јавити отежано доношење одлука, слабија концентрација и успорено обрађивање информација, што отежава адекватно реаговање у динамичном саобраћајном окружењу (Hartman and Huestis, 2013; Ramaekers et al, 2006; Ramaekers et al, 2009).

Поједини возачи покушавају да компензују субјективно осећање оштећења споријом вожњом и повећањем дистанце праћења. Међутим, такво компензационо понашање не отклања негативан утицај канабиса на пажњу, краткотрајну меморију и способност адекватног процењивања саобраћајне ситуације (Hartman et al, 2016; Bondallaz et al, 2016).

Експериментална истраживања показала су да се први статистички значајни знаци оштећења могу јавити при концентрацијама THC-а у серуму од 2 до 5 ng/mL, док су концентрације веће од приближно 3 ng/mL у крви код ухапшених возача повезане са повећаном вероватноћом процењеног оштећења (Ramaekers et al, 2006; Khiabani et al, 2006).

Степен психофизичког оштећења зависи од дозе и начина примене канабиса, а са порастом изложености THC-у може расти и ризик од нарушавања возачких способности и учешћа у саобраћајној незгоди. Ипак, однос између концентрације THC-а у организму, степена оштећења и ризика од незгоде није потпуно линеаран и зависи од индивидуалних карактеристика возача, учесталости употребе и времена протеклог од конзумације (Ramaekers et al, 2004; Grotenhermen et al, 2007).

Анализа резултата показала је да употреба канабиса значајно нарушава више визуелних функција важних за безбедно управљање возилом. Најизраженије погоршање забележено је код стереоакутности, односно способности процене дубине и просторне удаљености, која је након употребе канабиса била нарушена за 210% у односу на почетну вредност. Контрастна осетљивост такође је била значајно смањена, и то за 12%, док је повећано унутароочно расејање светлости указивало на израженије проблеме са одсјајем и ноћним видом (Ortiz-Peregrina et al, 2022).

Визуелни статус и возачке перформансе били су статистички значајно повезани, при чему је утврђена корелација $\rho=0,163$ и $p=0,039$. Овај резултат указује да су лошији визуелни резултати повезани са лошијим резултатима у вожњи. Ипак, важно је нагласити да у овом истраживању употреба канабиса није довела до статистички значајног погоршања укупне возачке перформансе, већ је значајно погоршање возачких перформанси забележено код више дозе алкохола. Нарушавање визуелних функција након употребе канабиса ипак може представљати додатни ризик, посебно током ноћне вожње и у условима појачаног одсјаја (Ortiz-Peregrina et al, 2022).

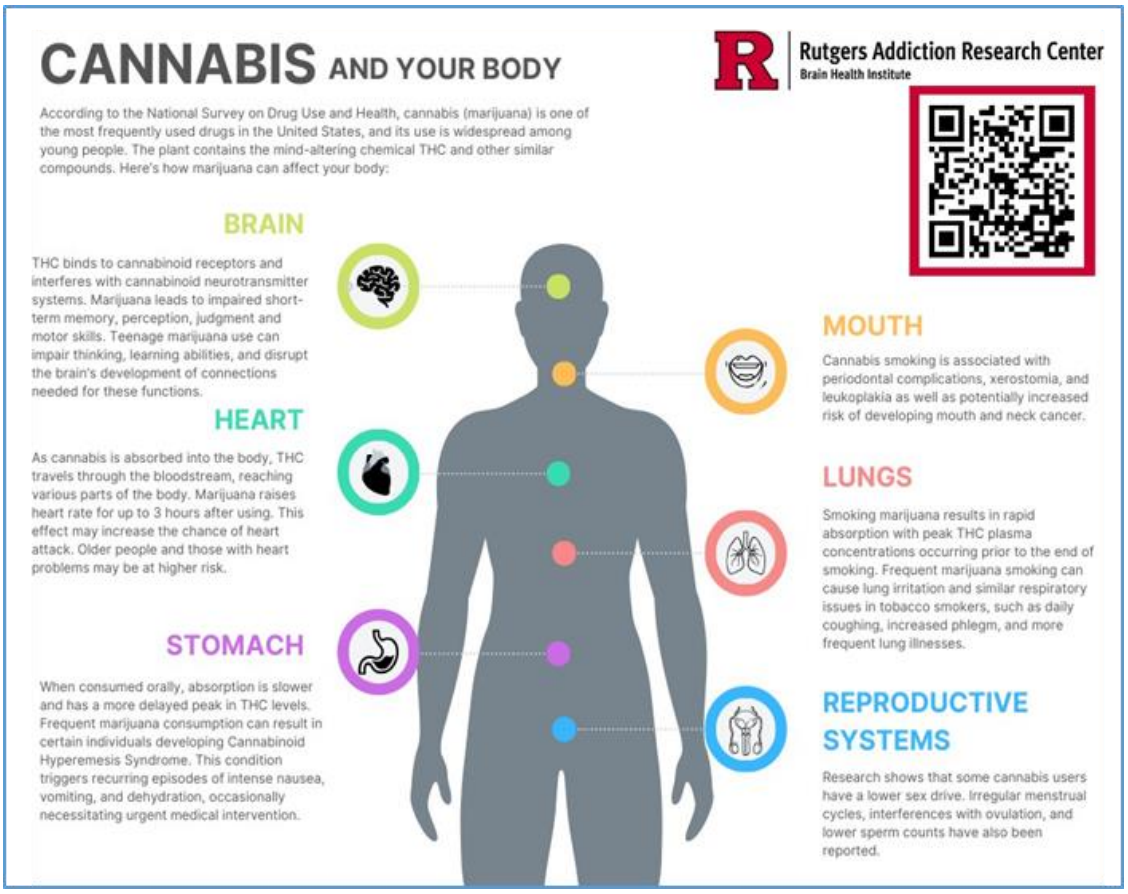
3.4. Утицај на време реакције и когнитивне способности

Реакционо време представља важан фактор безбедности саобраћаја и дефинише се као време које протекне од тренутка када возач уочи препреку или опасност до тренутка када започне физичку реакцију, као што су кочење или маневар управљачем.

На реакционо време утичу пажња, ментално стање, замор и искуство возача, док употреба канабиса може додатно нарушити обраду информација и способност адекватног реаговања у саобраћајној ситуацији (Ramaekers et al, 2009; Hartman and Huestis, 2013).

Акутна употреба канабиса може негативно утицати на пажњу, краткорочну меморију, когнитивну контролу и психомоторне способности. Последице могу обухватати отежано процењивање ситуације, слабије доношење одлука и спорије реаговање на промене у саобраћајном окружењу. Оваква оштећења могу отежати процену брзине и растојања, као и правовремено реаговање на светлосне и звучне сигнале (Ramaekers et al, 2006; Ramaekers et al, 2009; Ortiz-Peregrina et al, 2022).

Експериментална истраживања показала су да се први статистички значајни знаци оштећења могу јавити при концентрацијама THC-a у серуму од 2 до 5 ng/mL. При концентрацијама већим од 30 ng/mL значајно оштећење забележено је у свим испитиваним задацима. Ове вредности треба тумачити као резултате конкретног експерименталног истраживања, а не као универзалне границе које на исти начин важе за све возаче (Ramaekers et al, 2006).



Слика 1. *Утицај канабиса на људски организам [Rutgers Center for Addiction Research]*

4. ДИСКУСИЈА

Резултати анализираних епидемиолошких и експерименталних истраживања указују да употреба канабиса представља значајан фактор ризика у безбедности саобраћаја. Утицај канабиса није ограничен на једну способност, већ обухвата више функција важних за безбедно управљање возилом, укључујући пажњу, обраду информација, психомоторну координацију, процену удаљености и време реаговања. Последице употребе могу се разликовати у зависности од дозе, начина примене, времена протеклог од употребе, учесталости конзумирања и индивидуалне осетљивости возача (Hartman и Huestis, 2013; Ramaekers et al, 2006; Ramaekers et al, 2009).

Посебно је значајна разлика између објективно утврђеног оштећења и субјективне процене возача о сопственој способности за вожњу. Возачи под утицајем канабиса могу бити свесни да су им способности нарушене, па покушавају да компензују тај утицај смањењем брзине и повећањем растојања од возила испред.

Ипак, такво понашање не може у потпуности да надокнади слабију пажњу, спорију обраду информација и отежано реаговање у изненадним и сложеним саобраћајним ситуацијама (Hartman et al, 2016; Bondallaz et al, 2016).

Налази који се односе на комбиновану употребу канабиса и алкохола указују на посебно висок ризик. Истовремено присуство обе супстанце може довести до израженијег нарушавања латералне и уздужне контроле возила него употреба само једне супстанце. Због тога се комбинована употреба не може посматрати као једноставно присуство два одвојена фактора, већ као стање у коме се истовремено погоршава више способности значајних за безбедну вожњу (Hartman et al, 2015; Hartman et al, 2016; Rogeberg и Elvik, 2016).

Епидемиолошки подаци пројекта DRUID показују да се THC често открива код возача, нарочито у одређеним старосним групама и у ноћним часовима и током викенда. Међутим, присуство THC-а у биолошком узорку не значи аутоматски да је код сваког возача постојао исти степен тренутног психофизичког оштећења. Концентрација супстанце зависи од времена протеклог од употребе, начина уноса и индивидуалних карактеристика организма. Зато се резултати токсиколошког тестирања морају тумачити заједно са понашањем возача, околностима контроле и проценом његових психомоторних способности (Isalberti et al, 2011; Schulze et al, 2012).

Питање граничних концентрација THC-а остаје сложено. Експериментална истраживања показују да се одређени облици оштећења могу јавити већ при нижим концентрацијама, док су више концентрације повезане са израженијим оштећењем у испитиваним задацима (Ramaekers et al, 2006). Ипак, ове вредности не треба тумачити као универзалне границе неспособности за вожњу. Однос између концентрације THC-а и стварног степена оштећења није потпуно линеаран и не мора бити исти код повремених и редовних корисника канабиса (Grotenhermen et al, 2007; Ramaekers et al, 2004).

Резултати истраживања визуелних функција показују да канабис може утицати на контрастну осетљивост, стереоакутност и унутароочно расејање светлости. Ови поремећаји могу отежати процену дубине и удаљености, као и уочавање светлосних надражаја, нарочито у условима ноћне вожње и појачаног одсјаја. Ипак, резултате визуелних испитивања треба разликовати од резултата укупне возачке перформансе. У истраживању Ortiz-Peregrina et al (2022) употреба канабиса није довела до статистички значајног погоршања укупне возачке перформансе, док је значајније погоршање забележено код веће дозе алкохола. То показује да нарушавање појединачне визуелне функције не мора увек да се испољи као статистички значајно погоршање укупне вожње.

При тумачењу резултата треба имати у виду и ограничења анализираних истраживања. Студије се разликују по врсти узорка, начину примене канабиса, коришћеним тестовима, врсти биолошког материјала и критеријумима за процену оштећења. Због тога није увек могуће непосредно упоредити резултате добијене у лабораторијским условима са подацима прикупљеним у стварном саобраћају. Такође, епидемиолошка повезаност између присуства супстанце и саобраћајне незгоде не доказује у сваком случају директну узрочно-последичну везу.

Свеобухватно посматрано, резултати указују да процена возача под утицајем канабиса треба да се заснива на комбинацији токсиколошког тестирања, процене понашања, анализе саобраћајне ситуације и испитивања психофизичких способности. Само утврђивање присуства THC-а није увек довољно за процену стварне неспособности за вожњу. Превентивне мере зато треба усмерити на едукацију возача, унапређење контроле поред пута, препознавање полисупстантне употребе и развој поузданијих метода за процену функционалног оштећења.

5. ЗАКЉУЧАК

Анализа доступних епидемиолошких и експерименталних истраживања показује да канабис може значајно да наруши више способности важних за безбедно управљање возилом. Најзначајнији ефекти односе се на пажњу, психомоторну координацију, обраду информација, процену удаљености и време реаговања. Утицај није исти код свих возача, већ зависи од дозе, начина употребе, времена протеклог од конзумирања и индивидуалних карактеристика.

Канабис може утицати и на визуелне функције, посебно на контрастну осетљивост, стереоакутност и унутароочно расејање светлости. Ови ефекти су посебно важни у ноћној вожњи и условима појачаног одсјаја. Иако возачи понекад покушавају да смање ризик споријом вожњом и повећањем растојања, компензационо понашање не може у потпуности да отклони последице нарушене пажње и психомоторних способности.

Комбинована употреба канабиса и алкохола представља додатно значајан ризик, јер може довести до израженијег нарушавања контроле возила и процене ризика. Због тога је у контроли саобраћаја важно испитивати могућу употребу више супстанци истовремено, а не само присуство појединачне супстанце.

Одређивање граничних концентрација THC-а треба заснивати на научним подацима, али концентрацију не треба тумачити као потпуну замену за индивидуалну процену способности за вожњу. Најпоузданији приступ подразумева истовремено разматрање токсиколошког налаза, понашања возача, саобраћајних околности и резултата психофизичког испитивања.

За унапређење безбедности саобраћаја неопходно је комбиновати јасну законску регулативу, поуздане методе тестирања, ефикасну контролу, превентивно деловање и континуирану едукацију возача. Посебну пажњу треба посветити младим возачима и ризицима истовремене употребе канабиса и алкохола. Научни резултати пројекта DRUID и каснијих истраживања могу представљати значајну основу за развој мера усмерених на смањење вожње под утицајем психоактивних супстанци и унапређење безбедности свих учесника у саобраћају.

Табела 2. *Општи закључци о ефектима употребе канабиса*

Канабис је био једна од најчешће откриваних илегалних психоактивних супстанци код возача у анализираним европским истраживањима.
Концентрације од 7-10 ng/mL THC-а у серуму повезује се са оштећењем упоредивим са дејством 0,5 g/L алкохола.
Комбинација THC-а и алкохола значајно повећава ризик од саобраћајних незгода.
Највећа распрострањеност употребе канабиса међу возачима бележи се у јужној Европи.
Најчешће комбинације супстанци: алкохол + THC + бензодиазепини.
Многе земље примениле су нулту толеранцију на THC у саобраћају.
Канабис значајно нарушава визуелну функцију, док његов утицај на возачке перформансе зависи од услова и начина процене.
Виша доза алкохола+канабис значајно смањује способност управљања возилом и представља већи ризик за безбедност у саобраћају.

6. ЛИТЕРАТУРА

Asbridge, M., Hayden, J., Cartwright, J. (2012). Acute cannabis consumption and motor vehicle collision risk: systematic review of observational studies and meta-analysis. BMJ, 344, e536.

Bondallaz, P., Favrat, B., Chtioui, H., Fornari, E., Maeder, P., Giroud, C. (2016). Cannabis and its effects on driving skills. Forensic Science International, 268, 92-102.

European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction (2012). Driving Under the Influence of Drugs, Alcohol and Medicines in Europe — findings from the DRUID project. Publications Office of the European Union, Luxembourg.

Grotenhermen, F., Leson, G., Berghaus, G., Drummer, O. H., Krüger, H. P., Longo, M., Moskowitz, H., Perrine, B., Ramaekers, J. G., Smiley, A., Tunbridge, R. (2007). Developing limits for driving under cannabis. Addiction, 102(12), 1910-1917.

Hartman, R. L., Huestis, M. A. (2013). Cannabis effects on driving skills. Clinical Chemistry, 59(3), 478-492.

Hartman, R. L., Brown, T. L., Milavetz, G., Spurgin, A., Pierce, R. S., Gorelick, D. A., Gaffney, G. R., Huestis, M. A. (2015). Cannabis effects on driving lateral control with and without alcohol. Drug and Alcohol Dependence, 154, 25-37.

Hartman, R. L., Brown, T. L., Milavetz, G., Spurgin, A., Pierce, R. S., Gorelick, D. A., Gaffney, G. R., Huestis, M. A. (2016). Cannabis effects on driving longitudinal control with and without alcohol. Journal of Applied Toxicology, 36(11), 1418-1429.

Isalberti, C., van der Linden, T., Legrand, S.-A., Verstraete, A., Bernhoft, I. M., Hels, T., Olesen, M., Houwing, S., Houtenbos, M., Mathijssen, R. (2011). Prevalence of Alcohol and Other Psychoactive Substances in Injured and Killed Drivers. DTU, Kongens Lyngby, Denmark.

Khiabani, H. Z., Bramness, J. G., Bjørneboe, A., Mørland, J. (2006). Relationship between THC concentration in blood and impairment in apprehended drivers. Traffic Injury Prevention, 7(2), 111-116.

Ortiz-Peregrina, S., Casares-López, M., Ortiz, C., Castro-Torres, J. J., Martino, F., Jiménez, J. R. (2022). Comparison of the effects of alcohol and cannabis on visual function and driving performance: Does the visual impairment affect driving? Drug and Alcohol Dependence, 237, 109538.

Ramaekers, J. G., Berghaus, G., van Laar, M., Drummer, O. H. (2004). Dose related risk of motor vehicle crashes after cannabis use. Drug and Alcohol Dependence, 73(2), 109-119.

Ramaekers, J. G., Moeller, M. R., van Ruitenbeek, P., Theunissen, E. L., Schneider, E., Kauert, G. (2006). Cognition and motor control as a function of Δ9-THC concentration in serum and oral fluid: limits of impairment. Drug and Alcohol Dependence, 85(2), 114-122.

Ramaekers, J. G., Kauert, G., Theunissen, E. L., Toennes, S. W., Moeller, M. R. (2009). Neurocognitive performance during acute THC intoxication in heavy and occasional cannabis users. Journal of Psychopharmacology, 23(3), 266-277.

Rogeberg, O., Elvik, R. (2016). The effects of cannabis intoxication on motor vehicle collision revisited and revised. Addiction, 111(8), 1348-1359.

Schlienz, N. J., Spindle, T. R., Cone, E. J., Herrmann, E. S., Bigelow, G. E., Mitchell, J. M., Flegel, R., LoDico, C., Vandrey, R. (2020). Pharmacodynamic dose effects of oral cannabis ingestion in healthy adults who infrequently use cannabis. Drug and Alcohol Dependence, 211, 107969.

Schulze, H., Schumacher, M., Urmeew, R., Auerbach, K., Knoche, A., Bernhoft, I. M., Hagenzieker, M., Alvarez, J., Pilgerstorfer, M. (2012). DRUID Final Report: Work performed, main results and recommendations, Deliverable (0.1.8). Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach, Germany.

Spindle, T. R., Cone, E. J., Schlienz, N. J., Mitchell, J. M., Bigelow, G. E., Flegel, R., Hayes, E., Vandrey, R. (2018). Acute effects of smoked and vaporized cannabis in healthy adults who infrequently use cannabis: a crossover trial. JAMA Network Open, 1(7), e184841.

UDK:

PROCJENA NIVOA USLUGE I BEZBJEDNOSTI PJEŠAKA NA NESIGNALISANOJ RASKRSNICI: STUDIJA SLUČAJA U DOBOJU

ASSESSMENT OF PEDESTRIAN LEVEL OF SERVICE AND SAFETY AT AN UNSIGNALIZED INTERSECTION: A CASE STUDY IN DOBOJ

Dunja Radović Stojčić[1], Cvijeta Kuzmanović[2], Zorana Đukić[3], Jelena Marković[4]

Rezime: U savremenim urbanim sredinama saobraćajno planiranje sve više se usmjerava ka stvaranju bezbjednog i pristupačnog okruženja za sve učesnike, sa posebnim akcentom na pješake kao najranjiviju kategoriju. Nepostojanje adekvatno uređene pješačke infrastrukture u zonama ukrštanja motornog i pješačkog saobraćaja predstavlja značajan bezbjednosni i funkcionalni problem. Kao posljedica toga, formiraju se kritične tačke sa povećanim rizikom od konflikata između pješaka i motornih vozila, uz istovremeno smanjenje propusne moći saobraćajnice. Predmet istraživanja je procjena nivoa usluge pješaka na nesignalisanoj raskrsnici i analiza bezbjednosnih aspekata njihovog prelaska, uz razmatranje interakcija između pješačkog i motornog saobraćaja. Specifičnost analizirane lokacije, smještene u zoni željezničke stanice u Doboju, ogleda se u nepostojanju pješačke infrastrukture. Iz tog razloga pješaci prelaze kolovoz koristeći neformalne putanje kretanja kroz zonu konflikta, čime se povećava rizik od nastanka saobraćajnih nezgoda. Cilj rada je sprovesti procjenu nivoa usluge pješaka i analizu uslova njihovog prelaska preko kolovoza primjenom metodologije definisane u Highway Capacity Manual (HCM 2022). Dobijeni rezultati predstavljaju osnovu za projektovanje adekvatne pješačke infrastrukture i unapređenje regulisanja saobraćaja s ciljem povećanja bezbjednosti ranjivih učesnika u saobraćaju u zoni željezničke stanice u Doboju.

Ključne riječi: pješaci, bezbjednost, nivo usluge, nepostojanje pješačke infrastrukture

Abstract: In modern urban environments, transportation planning is increasingly focused on creating a safe and accessible environment for all road users, with particular emphasis on pedestrians as the most vulnerable category. The absence of adequately designed pedestrian infrastructure in areas where pedestrian and motor vehicle traffic intersect represents a significant safety and operational issue. Consequently, critical conflict points are created, increasing the risk of pedestrian-vehicle conflicts while simultaneously reducing roadway operational efficiency. The subject of this research is the assessment of pedestrian level of service at an unsignalized intersection and the analysis of safety aspects of pedestrian crossing by examining the interactions between pedestrian and motor vehicle traffic. The analyzed location, situated in the vicinity of the Doboj railway station, is characterized by the absence of pedestrian infrastructure. As a result, pedestrians cross the roadway using informal paths through the conflict area, thereby increasing the risk of traffic accidents. The aim of this study is to assess the pedestrian level of service and analyze pedestrian crossing conditions using the methodology defined in the Highway Capacity Manual (HCM 2022). The obtained results provide a basis for designing appropriate pedestrian infrastructure and improving traffic control measures with the aim of enhancing the safety of vulnerable road users in the vicinity of the Doboj railway station.

Keywords: pedestrians, safety, level of service, absence of pedestrian infrastructure

1. UVOD

Pješaci, kao jedna od najranjivijih kategorija učesnika u saobraćaju, izloženi su povećanom riziku u interakciji sa motornim vozilima, pri čemu saobraćajne nezgode u kojima učestvuju često rezultiraju težim povredama ili smrtnim ishodom (Sengupta i dr., 2024). Savremeni pristupi saobraćajnom planiranju sve veći značaj pridaju uspostavljanju bezbjednih i pristupačnih uslova kretanja za sve učesnike u saobraćaju, pri čemu se posebna pažnja posvećuje pješacima. Nedovoljno razvijena ili neadekvatno uređena pješačka infrastruktura, naročito na mjestima ukrštanja pješačkih i tokova motornih vozila, može značajno narušiti bezbjednost i funkcionalnost saobraćaja (Hydén, 1987). Takvi uslovi pogoduju nastanku konfliktnih situacija između pješaka i vozila, a istovremeno mogu negativno uticati na odvijanje i propusnu moć saobraćajnice (Elvik, 2009).

[1] Docent, Radović Stojčić Dunja, doktor saobraćajnih nauka, Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Saobraćajni fakultet Doboj, Vojvode Mišića 52, Doboj, Bosna i Hercegovina, dunja. radovic@sf.ues.rs.ba
[2] Cvijeta Kuzmanović, student, Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Saobraćajni fakultet Doboj, Vojvode Mišića 52, Doboj, Bosna i Hercegovina, cvijetakuzmanovic5@gmail.com
[3] Zorana Đukić, student, Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Saobraćajni fakultet Doboj, Vojvode Mišića 52, Doboj, Bosna i Hercegovina, zoranadjukic120@gmail.com
[4] Jelena Marković, student, Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Saobraćajni fakultet Doboj, Vojvode Mišića 52, Doboj, Bosna i Hercegovina, mjelena830@gmail.com

Istraživanja u oblasti bezbjednosti saobraćaja i procjene kvaliteta saobraćajnog procesa ukazuju na to da se uslovi kretanja pješaka najčešće vrednuju kroz koncept nivoa usluge, pri čemu neadekvatna infrastruktura i mješoviti saobraćajni tok značajno narušavaju bezbjednost i komfor pješaka (Bivina i Parida, 2019). S tim u vezi, savremena istraživanja bezbjednosti na nesignalisanim raskrsnicama ukazuju na značaj primjene metoda zasnovanih na analizi konfliktnih situacija i procjeni uticaja saobraćajnih i geometrijskih karakteristika na rizik prelaska pješaka preko kolovoza (Goyani i dr., 2022; Singh i dr., 2024). Pored toga, savremena literatura potvrđuje da odsustvo trotoara i odgovarajuće signalizacije primorava pješake na korištenje neformalnih putanja kretanja, čime se direktno povećava njihova izloženost konfliktnim situacijama sa motornim vozilima (Kizawi, 2023).

Predmet istraživanja ovog rada je procjena nivoa usluge pješaka na nesignalisanoj raskrsnici i analiza bezbjednosnih aspekata njihovog prelaska, uz razmatranje interakcija između pješačkog i motornog saobraćaja. Specifičnost analizirane lokacije, smještene u zoni željezničke stanice u Doboju, ogleda se u nepostojanju adekvatno uređene pješačke infrastrukture. Iz tog razloga pješaci prelaze kolovoz koristeći neformalne putanje kretanja kroz zonu konflikta, čime se povećava rizik od nastanka konfliktnih situacija sa motornim vozilima (Slika 1).



Slika 1. *Izloženost pješaka potencijalnim konfliktnim situacijama sa motornim vozilima*

Analizirana raskrsnica je četvorokraka i smještena je u neposrednoj blizini željezničke stanice u Doboju, na ukrštanju Ulice Svetog Save (u daljem tekstu „Lokacija 1“) i Ulice Ozrenskih srpskih brigada (u daljem tekstu „Lokacija 2“). Ova raskrsnica se u svakodnevnoj praksi pokazala izuzetno nepovoljnom i potencijalno opasnom za pješake, a posebno za putnike koji pješke dolaze ili odlaze sa željezničke stanice. Zbog odsustva trotoara na pojedinim dijelovima puta, potpunog nedostatka pješačkih prelaza i odgovarajućih svjetlosnih ili saobraćajnih signala, kretanje i prelazak preko kolovoza su otežani. Putnici su primorani da se kreću neformalnim putanjama uz ivice kolovoza i direktno se izlažu riziku u konfliktnim zonama sa motornim saobraćajem (Otković i dr., 2024).

Cilj rada je sprovesti procjenu nivoa usluge pješaka i analizu uslova njihovog prelaska preko kolovoza na ovoj specifičnoj lokaciji primjenom metodologije definisane u priručniku Highway Capacity Manual (HCM 2022). Dobijeni rezultati predstavljaće neophodnu osnovu za projektovanje adekvatne pješačke infrastrukture i unapređenje organizacije saobraćaja s ciljem trajnog rješavanja problema i zaštite pješaka i putnika u zoni željezničke stanice u Doboju.

2. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA

Terensko istraživanje je realizovano 22. maja 2026. godine na nesignalisanoj četvorokrakoj raskrsnici u zoni željezničke stanice u Doboju (Slika 2). Podaci su prikupljeni obilaskom terena i posmatranja saobraćajnih tokova u popodnevnom vršnom opterećenju (u periodu od 14.50 do 15.30 časova, obuhvatajući 40 minuta snimanja uoči i nakon polaska voza u 15.20 časova). Fokus istraživanja je na procjeni nivoa usluge pješaka, analizi interakcije pješačkog i motornog saobraćaja, identifikaciji kritičnih konfliktnih tačaka nastalih usljed

nedostatka pješačke infrastrukture, kao i na utvrđivanju uslova pod kojima pješaci koriste neformalne putanje za prelazak kolovoza.



Slika 2. *Posmatrana četvorokraka raskrsnica u zoni željezničke stanice u Doboju*

2.1. Lokacija istraživanja

Analizirana raskrsnica ne predstavlja klasičnu četvorokraku raskrsnicu, već nesignalisanu raskrsnicu sa pružanjem prvenstva prolaza. Tačnije, glavni pravci kretanja formirani su duž Ulice Svetog Save (Lokacija 1) i Ulice Ozrenskih srpskih brigada (Lokacija 2), što se detaljnije može vidjeti na Slici 4. Geografski položaj posmatrane raskrsnice prikazan je na Slici 3, a položaj analiziranih lokacija prelaska pješaka na Slici 4. Ova raskrsnica predstavlja značajnu saobraćajnu tačku za odvijanje motornog i pješačkog saobraćaja, povezujući okolnu uličnu mrežu sa zonom željezničke stanice. Imajući u vidu intenzitet pješačkih kretanja i neposrednu blizinu željezničke stanice, uočava se izražen nesklad između funkcionalnog značaja predmetne lokacije i postojećeg nivoa pješačke infrastrukture. Naime, kao što je već istaknuto, na raskrsnici ulica Svetog Save i Ozrenskih srpskih brigada, uključujući i krak prema željezničkoj stanici, ne postoje obilježeni pješački prelazi.



Slika 3. *Geografski položaj analizirane raskrsnice*
Izvor: (Editovana slika preuzeta sa Google Maps)

Postojeće karakteristike analizirane lokacije ne obezbjeđuju odgovarajuće uslove za bezbjedno kretanje pješaka, naročito putnika koji pristupaju željezničkoj stanici ili je napuštaju. Odsustvo trotoara i obilježenih mjesta za prelazak kolovoza uslovljava spontano formiranje pravaca pješačkog kretanja. Pri tome se pješaci i motorna vozila susreću unutar zajedničkog saobraćajnog prostora, što dovodi do potencijalno konfliktnih situacija.



Slika 4. *Položaj analiziranih lokacija prelaska pješaka u zoni raskrsnice*

2.2. Prikupljanje podataka

Za potrebe istraživanja, relevantni saobraćajni i prostorni podaci prikupljeni su terenskim obilaskom i video-snimanjem analizirane lokacije. Istraživanje je sprovedeno u petak, u periodu popodnevnog vršnog opterećenja, kada se očekuje izraženiji intenzitet pješačkih kretanja prema željezničkoj stanici, prvenstveno usljed povratka zaposlenih, učenika i studenata u mjesta stanovanja. Termin snimanja dodatno je usklađen sa redom vožnje, odnosno polaskom voza u 15.20 časova, kako bi se obuhvatio period povećanog priliva putnika i intenzivnijih interakcija između pješačkih i motornih tokova.

Postupak prikupljanja podataka obuhvatio je sljedeće aktivnosti:

- **Postavljanje opreme i realizacija video-snimanja:** Video-zapis je zabilježen korišćenjem pametnog telefona iPhone 13. Uređaj je postavljen u 14.50 časova na pažljivo odabranu poziciju, vodeći računa o tome da kamera bude diskretna i neuočljiva za učesnike u saobraćaju. Time je spriječeno da vozači i pješaci uoče da su predmet istraživanja, što je bilo ključno kako ne bi došlo do mijenjanja njihovog uobičajenog ponašanja i načina kretanja.
- **Vremenski okvir i trajanje video-snimanja:** Snimanje je trajalo u kontinuitetu 40 minuta, odnosno sve dok su na lokaciji registrovana intenzivnija pješačka kretanja povezana sa polaskom voza. Tokom ovog procesa prikupljen je vizuelni materijal u formi video-zapisa i fotografija koje detaljno dokumentuju kretanja pješaka i vozača i konfliktne situacije.
- **Višekratni obilasci terena:** Osim snimanja u vršnom času, lokacija je obilažena u više navrata i u različitim vremenskim intervalima. Ovi obilasci omogućili su bolje sagledavanje uslova odvijanja saobraćaja, uočavanje karakterističnih obrazaca ponašanja pješaka, kao i dokumentovanje postojećeg stanja saobraćajne infrastrukture putem dodatnih fotografija.

Na osnovu prikupljenog video-materijala izvršeno je brojanje pješaka i vozila, izmjerena dužina i širina prostora gdje pješaci prelaze kolovoz, tj. stvarna dužina i širina njihove dominantne terenski identifikovane putanje preko konfliktne zone (Slika 5). S obzirom na to da pješaci ne prelaze kolovoz duž jedinstveno definisane linije, već koriste različite putanje unutar zone raskrsnice u pravcu željezničke stanice, za potrebe analize definisana je referentna zona prelaska. Analizom su obuhvaćeni isključivo pješaci čije se putanje kretanja ukrštaju sa tokovima motornih vozila na posmatranim lokacijama, odnosno pješaci koji ulaze u definisanu konfliktnu zonu. Takođe, za dvije posmatrane lokacije dodatno je određen parametar koji predstavlja stopu ustupanja prvenstva pješacima od strane vozača. Vrijednost ovog parametra utvrđena je na osnovu terenskih podataka, kao odnos broja situacija u kojima su vozači ustupili prvenstvo pješacima i ukupnog broja situacija u kojima je postojala mogućnost ustupanja prvenstva.



Slika 5. *Mjerenje dužine i širine referentne zone prelaska pješaka*

2.3. Procjena nivoa usluge pješaka prema HCM 2022

U cilju procjene nivoa usluge pješaka na analiziranoj raskrsnici primijenjen je postupak definisan u HCM 2022. Na samom početku je bilo potrebno utvrditi vrijednost kritičnog intervala slijeđenja za pješake. Kritični interval slijeđenja predstavlja minimalni vremenski interval, izražen u sekundama, ispod kojeg pješak neće pokušati da započne prelazak kolovoza. Pješaci na osnovu vlastite procjene određuju da li je raspoloživi vremenski interval između vozila dovoljno dug da omogući bezbjedan prelazak. Ako je raspoloživi interval veći od kritičnog intervala, pretpostavlja se da će pješak preći kolovoz. Međutim, ako je raspoloživi interval kraći od kritičnog intervala, pretpostavlja se da pješak neće započeti prelazak.

$$t_c = \frac{L}{S_p} + t_s \quad (1)$$

gdje je:

- t_c = kritični interval slijeđenja za pojedinačnog pješaka (s),
- S_p = prosječna brzina kretanja pješaka (ft/s),
- L = dužina pješačkog prelaza (ft),
- t_s= vrijeme potrebno za započinjanje i završetak prelaska pješaka (s).

Ako je na terenu uočeno da pješaci prelaze kolovoz u grupama (tj. u platoonu, odnosno kada istovremeno prelazi više od jednog pješaka), tada prostornu raspodjelu pješaka treba izračunati primjenom jednačine 2:

$$N_p = \max\left[\frac{8.0\ N_c}{W_c}, 1.0\right] \quad (2)$$

gdje je:

- N_p = prostorna raspodjela pješaka (broj redova pješaka),
- N_c = ukupan broj pješaka u grupi koja prelazi kolovoz (iz jednačine 3) (p),
- W_c = širina pješačkog prelaza (ft),
- 8.0 = podrazumijevana efektivna širina prostora potrebna jednom pješaku kako bi se izbjeglo ometanje prilikom mimoilaženja sa drugim pješacima (ft).

$$N_c = \frac{v_p\, e^{v_p t_c} + v e^{-v t_c}}{(v_p + v)\, e^{(v_p - v) t_c}} \quad (3)$$

gdje je:

- N_c = ukupan broj pješaka u grupi koja prelazi kolovoz (p),

- v_p = intenzitet pješačkog toka (p/s),
- v = intenzitet konfliktnog toka motornih vozila (voz/s),
- t_c = kritični interval slijeđenja za pojedinačnog pješaka (s).

Grupni kritični interval predstavlja kritični vremenski interval potreban za prelazak grupe pješaka, a određuje se primjenom jednačine 4.

$$t_{c,G} = t_c + 2\left(N_p - 1\right) \quad (4)$$

gdje je:

- $t_{c,G}$ = grupni kritični interval slijeđenja (s),
- t_c = kritični interval za pojedinačnog pješaka (s),
- N_p= prostorna raspodjela pješaka (broj redova pješaka).

Na osnovu izračunate vrijednosti grupnog kritičnog intervala, vjerovatnoća da pješak neće imati kašnjenje pri prelasku jednaka je vjerovatnoći da će neposredno po dolasku na raskrsnicu naići na vremenski interval između vozila koji je jednak ili veći od kritičnog intervala. Uz pretpostavku slučajnog dolaska vozila na glavnom putu i njihove ravnomjerne raspodjele po svim saobraćajnim trakama, vjerovatnoća da vremenski interval između vozila u određenoj saobraćajnoj traci ne prelazi vrijednost kritičnog intervala određuje se jednačinom 5. S obzirom na pretpostavku da su vozila nezavisno raspoređena u svakoj saobraćajnoj traci, jednačina 6 prikazuje vjerovatnoću da će pješak na pješakom prelazu imati kašnjenje veće od nule.

$$P_b = 1 - e^{\frac{-t_{c,G}v}{N_L}} \quad (5)$$

$$P_d = 1 - (1 - P_b)^{N_L} \quad (6)$$

gdje je:

- P_b = vjerovatnoća da je saobraćajna traka blokirana,
- P_d = vjerovatnoća odloženog prelaska,
- N_L= broj saobraćajnih traka koje pješak prelazi,
- $t_{c,G}$ = grupni kritični interval slijeđenja (s),
- v = intenzitet konfliktnog toka motornih vozila (voz/s).

Prosječno kašnjenje pješaka na nesignalisanim prelazima, pod pretpostavkom da nijedno vozilo ne ustupi prvenstvo i da je pješak primoran da čeka odgovarajući vremenski interval između vozila, računa se na sljedeći način:

$$d_g = \frac{1}{v}\left(e^{vt_{c,G}} - vt_{c,G} - 1\right) \quad (7)$$

gdje je:

- d_g = prosječno kašnjenje pješaka (s),
- $t_{c,G}$ = grupni kritični interval slijeđenja (s),
- v = intenzitet konfliktnog toka motornih vozila (voz/s).

Prosječno kašnjenje svakog pješaka koji nije u mogućnosti da pređe kolovoz neposredno po dolasku na raskrsnicu (odnosno pješaka koji ima kašnjenje veće od nule) računa se na sljedeći način:

$$d_{gd} = \frac{d_g}{P_d} \quad (8)$$

gdje je:

- d_{gd} = prosječno kašnjenje za pješake koji imaju kašnjenje veće od nule,
- d_g = prosječno kašnjenje pješaka (s), i
- P_d= vjerovatnoća da će prelazak biti odložen (vjerovatnoća da pješak mora čekati).

Kada pješak dođe do mjesta prelaska i utvrdi da raspoloživi vremenski interval između vozila nije dovoljan za prelazak, njegovo kašnjenje traje sve dok se ne ostvari jedna od dvije situacije: (a) pojavi se vremenski interval između vozila koji je veći od kritičnog intervala ili (b) vozači ustupe prvenstvo i omoguće pješaku da pređe kolovoz. Jednačina 7 procjenjuje kašnjenje kada vozači na glavnim prilazima ne ustupaju prvenstvo pješacima. Kada je stopa ustupanja prvenstva od strane vozača značajno veća od nule, pješaci će imati znatno manje kašnjenje koje se procjenjuje primjenom jednačine 9.

$$d_{p,s} = \sum_{i=0}^{n} h\,(i-0{,}5)\,P\,(Y_i) + (P_d - \sum_{i=0}^{n} P\,(Y_i))\,d_{gd} \quad (9)$$

gdje je:

- $d_{p,s}$ = prosječno kašnjenje pješaka za fazu prelaska s (s),
- *i* = potencijalni događaj ustupanja prvenstva (*i* = 0 do *n*),
- *h* = prosječni interval slijeđenja čija je vrijednost manja od grupnog kritičnog intervala (s), prema jednačini 10,
- $P(Y_i)$ = vjerovatnoća da će vozači ustupiti prvenstvo pješaku pri potencijalnom događaju ustupanja prvenstva *i*,
- P_d = vjerovatnoća da će prelazak biti potencijalno odgođen,
- *n* = prosječan broj potencijalnih događaja ustupanja prvenstva prije pojave odgovarajućeg vremenskog intervala između vozila, pri čemu se *n* određuje kao: *n*= $int(d_{gd}/h)$.

$$h = \frac{1/v - (t_{c,G} + 1/v)\,e^{-v\,t_{c,G}}}{1 - e^{-v\,t_{c,G}}} \quad (10)$$

gdje je:

- *h* = prosječan interval slijeđenja za intervale koji su kraći od grupnog kritičnog intervala (s),
- $t_{c,G}$ = grupni kritični interval (s),
- v = intenzitet konfliktnog toka motornih vozila (voz/s).

Proračun prosječnog kašnjenja pješaka na osnovu jednačine 9 zahtijeva utvrđivanje vjerovatnoće *P(Yi)*:

$$P(Y_i) = \left[P_d - \sum_{j=0}^{i-1} P\,(Y_j)\right]\left[\frac{(2P_b[1-P_b]M_y) + (P_b^2\,M_y^2)}{P_d}\right] \quad (11)$$

Konačno, nivo usluge (NU) se utvđuje na osnovu Tabele 1.

Tabela 1. *Nivo usluge pješaka*

NU	Kašnjenje (s/p)	Karakteristike uslova prelaska pješaka
A	0-5	Uobičajeno nema konfliktnog saobraćajnog toka.
B	5-10	Povremeno kašnjenje usljed konfliktnog saobraćajnog toka.
C	10-20	Kašnjenje je primjetno za pješake, ali ne predstavlja značajniju smetnju.
D	20-30	Kašnjenje je primjetno i iritirajuće, uz povećanu vjerovatnoću rizičnog ponašanja.
E	30-45	Kašnjenje se približava granici tolerancije, uz vjerovatno rizično ponašanje.
F	>45	Kašnjenje prelazi granicu tolerancije, uz visoku vjerovatnoću rizičnog ponašanja pješaka.

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Analizom video zapisa utvrđeno je grupisanje pješaka u platoone (engl. pedestrian platooning), odnosno pojava njihovog zajedničkog kretanja i prelaska kolovoza u grupama (Slika 6). Ovakav obrazac kretanja posebno je značajan za analiziranu lokaciju s obzirom na njenu neposrednu povezanost sa željezničkom stanicom i vremenski koncentrisan priliv putnika.



Slika 6. *Grupisanje pješaka prilikom prelaska kolovoza*

Rezultati proračuna parametara za procjenu nivoa usluge pješaka prema metodologiji HCM 2022 prikazani su u Tabeli 2. Na Lokaciji 1 registrovan je veći intenzitet konfliktnog toka motornih vozila (0,1208 voz/s) u odnosu na Lokaciju 2 (0,0688 voz/s). Sa druge strane, intenzitet pješačkog toka bio je znatno veći na Lokaciji 2 (0,01167 p/s) nego na Lokaciji 1 (0,00125 p/s). Kritični interval za pojedinačnog pješaka iznosio je 6,26 s na Lokaciji 1 i 6,22 s na Lokaciji 2. Uzimajući u obzir grupno kretanje pješaka, grupni kritični interval iznosio je 7,23 s na obje analizirane lokacije.

Razlike u intenzitetu konfliktnog toka motornih vozila odrazile su se na vjerovatnoću nastanka kašnjenja. Vrijednost P_d na Lokaciji 1 iznosila je 0,582, što pokazuje da je vjerovatnoća da pješak neće moći neposredno da započne prelazak približno 58,2%. Na Lokaciji 2 ova vjerovatnoća bila je niža i iznosila je približno 39,2%. Dobijena razlika prvenstveno se može povezati sa većim intenzitetom konfliktnog toka vozila na Lokaciji 1, čime se smanjuje vjerovatnoća pojave odgovarajućeg vremenskog intervala za nesmetan prelazak pješaka.

Prosječno kašnjenje svih pješaka d_g, koje uključuje i pješake koji prelazak ostvaruju bez čekanja, iznosilo je 4,31 s na Lokaciji 1 i 2,14 s na Lokaciji 2. Međutim, posmatranje samo prosječne vrijednosti može prikriti uslove kojima su izloženi pješaci koji su zaista primorani da čekaju. Vrijednost d_{gd}, koja predstavlja prosječno kašnjenje isključivo pješaka sa kašnjenjem većim od nule, iznosila je 7,41 s na Lokaciji 1 i 5,45 s na Lokaciji 2. Razlika između d_g i d_{gd} ukazuje na značaj odvojenog razmatranja pješaka koji prelazak ostvaruju neposredno i onih koji moraju čekati na prihvatljiv vremenski interval između vozila.

Na Lokaciji 2 evidentirano je i spontano ustupanje prvenstva pješacima od strane vozača, pri čemu je terenski utvrđena stopa ustupanja prvenstva *My* iznosila 7,14 %. Uključivanjem ovog parametra u HCM proračun dobijeno je prosječno kašnjenje d_p od 2,03 s. Dobijena vrijednost je nešto niža od kašnjenja procijenjenog isključivo na osnovu raspoloživih vremenskih intervala između vozila (d_g = 2,14 s), što pokazuje da spontano ustupanje prvenstva doprinosi smanjenju vremena čekanja pješaka. Ipak, relativno niska vrijednost *My* ukazuje da takvo ponašanje vozača nije dominantan niti pouzdan način omogućavanja prelaska pješaka.

Prema graničnim vrijednostima HCM 2022, dobijene vrijednosti prosječnog kašnjenja svrstavaju obje analizirane lokacije u nivo usluge A. Ovakav rezultat potrebno je tumačiti sa posebnom pažnjom. Visok nivo usluge u ovom slučaju prvenstveno odražava relativno kratko vrijeme čekanja pješaka, ali ne predstavlja pokazatelj njihove bezbjednosti. Na analiziranoj raskrsnici ne postoje obilježeni pješački prelazi niti druge infrastrukturne mjere kojima bi se jasno definisalo mjesto i način prelaska kolovoza. Stoga mogućnost ostvarivanja prelaska uz malo kašnjenje ne podrazumijeva istovremeno i povoljne bezbjednosne uslove.

Terenska zapažanja dodatno potvrđuju potrebu za razdvajanjem operativnog nivoa usluge od bezbjednosne ocjene lokacije. Pješaci prelazak ostvaruju na neobilježenim mjestima i duž različitih putanja, često u grupama, pri čemu se njihove putanje neposredno ukrštaju sa tokovima motornih vozila. U pojedinim situacijama prelazak se ostvaruje nakon spontanog ustupanja prvenstva od strane vozača, dok u drugim

pješaci koriste raspoložive vremenske intervale između vozila. Takav način odvijanja pješačkog saobraćaja može dovesti do nepredvidivih interakcija između pješaka i vozača, bez obzira na relativno povoljne vrijednosti kašnjenja utvrđene HCM metodologijom.

Tabela 2. *Rezultati procjene nivoa usluge pješaka*

Parametar	**Lokacija 1**	**Lokacija 2**
Intenzitet konfliktnog toka vozila v (voz/s)	0,1208	0,0688
Intenzitet pješačkog toka v_p (p/s)	0,00125	0,01167
Kritični interval slijeđenja t_c (s)	6,26	6,22
Grupni kritični interval slijeđenja $t_{c,G}$ (s)	7,23	7,23
Vjerovatnoća kašnjenja P_d	0,582	0,392
Prosječno kašnjenje d_g (s)	4,31	2,14
Kašnjenje pješaka sa nenultim kašnjenjem d_{gd} (s)	7,41	5,45
Stopa ustupanja prvenstva M_y (%)	0	7,14
Konačno prosječno kašnjenje d_p (s)	-	2,03
Nivo usluge	A	A

4. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Sprovedeno istraživanje omogućilo je sagledavanje uslova prelaska pješaka na nesignalisanoj raskrsnici u neposrednoj blizini željezničke stanice u Doboju, sa posebnim osvrtom na nivo usluge i bezbjednosne aspekte interakcije pješaka i motornih vozila. Primjenom metodologije HCM 2022 utvrđeno je da obje analizirane lokacije, prema kriterijumu prosječnog kašnjenja, pripadaju nivou usluge A. Prosječno kašnjenje iznosilo je 4,31 s na Lokaciji 1, odnosno 2,14 s na Lokaciji 2. Detaljnije, na Lokaciji 2, nakon uključivanja utvrđene stope ustupanja prvenstva od strane vozača od 7,14 %, konačno prosječno kašnjenje iznosilo je 2,03 s. Veća vjerovatnoća nastanka kašnjenja na Lokaciji 1 (58,2 %) u odnosu na Lokaciju 2 (39,2 %) može se prvenstveno povezati sa većim intenzitetom konfliktnog toka vozila.

Iako dobijene vrijednosti ukazuju na povoljan nivo usluge sa aspekta vremena čekanja, rezultati terenskog istraživanja pokazuju da se takva ocjena ne može istovremeno smatrati pokazateljem povoljnih bezbjednosnih uslova. Na analiziranoj raskrsnici ne postoje obilježeni pješački prelazi, a na pojedinim dijelovima ni odgovarajuće površine namijenjene kretanju pješaka, zbog čega se prelazak kolovoza odvija duž neformalno formiranih putanja unutar konfliktne zone. Time se pješaci neposredno izlažu interakcijama sa motornim vozilima, pri čemu mogućnost relativno brzog prelaska kolovoza ne podrazumijeva da se taj prelazak odvija na bezbjedan i infrastrukturno uređen način.

Terenskim posmatranjem dodatno je utvrđeno da pješaci ne dolaze isključivo pojedinačno, već se, naročito u periodima povećanog priliva putnika prema i iz pravca željezničke stanice, kreću i prelaze kolovoz u grupama. Odsustvo jasno definisanog mjesta prelaska dovodi i do njihove neuniformne prostorne raspodjele, tako da se interakcije sa vozilima ostvaruju na različitim mjestima unutar posmatrane zone. U takvim uslovima pješak prelazak ostvaruje korišćenjem raspoloživog vremenskog intervala između vozila ili nakon što mu vozač ustupi prvenstvo. Evidentirana stopa ustupanja prvenstva na Lokaciji 2 pokazuje da ovakvo ponašanje vozača postoji, ali njegova relativno niska vrijednost ukazuje da se bezbjednost prelaska ne može zasnivati na spontanom i nepredvidivom ponašanju pojedinačnih učesnika u saobraćaju.

Dobijeni rezultati stoga ukazuju na značaj odvojenog razmatranja nivoa usluge i bezbjednosti pješaka. HCM pokazatelj nivoa usluge u analiziranom slučaju prvenstveno kvantifikuje kašnjenje pješaka, dok postojeće infrastrukturno stanje, neformalne putanje prelaska, grupisanje pješaka i neposredne interakcije sa vozilima ukazuju na bezbjednosne nedostatke lokacije. Upravo ova razlika predstavlja značajan rezultat istraživanja, jer pokazuje da povoljan nivo usluge zasnovan na kašnjenju nije dovoljan za donošenje zaključka o ukupnom kvalitetu i bezbjednosti uslova kretanja pješaka.

U skladu sa utvrđenim stanjem, potrebno je razmotriti infrastrukturno uređenje i jasno definisanje mjesta prelaska pješaka na analiziranim lokacijama. Kao osnovna mjera nameće se formiranje obilježenih pješačkih prelaza i obezbjeđivanje kontinuiteta pješačkih površina, dok izbor eventualnih dodatnih mjera treba zasnovati na detaljnijoj analizi intenziteta i brzine saobraćajnog toka, preglednosti i geometrijskih karakteristika raskrsnice. U zavisnosti od rezultata takve analize, obilježavanje prelaza može biti dopunjeno

odgovarajućom vertikalnom signalizacijom, upozoravajućim svjetlosnim uređajima ili drugim mjerama za povećanje uočljivosti pješaka i stope ustupanja prvenstva od strane vozača. Na taj način bi se postojeće neformalne putanje pješačkog kretanja usmjerile ka jasno definisanim mjestima prelaska, čime bi se smanjila nepredvidivost interakcija između pješaka i vozila i stvorili uslovi za bezbjednije povezivanje okolne ulične mreže sa željezničkom stanicom.

Na kraju, rezultate istraživanja potrebno je posmatrati u okviru njegovih ograničenja, prvenstveno u pogledu trajanja video-snimanja i analize jedne raskrsnice u karakterističnom periodu povećanog priliva putnika. Buduća istraživanja trebalo bi proširiti na duže vremenske intervale i različite periode dana i sedmice, uz detaljniju analizu konfliktnih situacija, brzina vozila i ponašanja vozača pri ustupanju prvenstva. Takav pristup omogućio bi sveobuhvatnije vrednovanje bezbjednosti pješaka i izbor najadekvatnijeg rješenja za uređenje predmetne lokacije.

5. LITERATURA

Bivina, G. R., Parida, M. (2019). Modelling perceived pedestrian level of service of sidewalks: A structural equation approach. Transport, 34(3), 339–350.

Elvik, R. (2009). The Handbook of Road Safety Measures (2nd ed.). Emerald Group Publishing Limited.

Goyani, J., Gore, N., Arkatkar, S. (2022). Modeling Crossing Conflicts at Unsignalized T-Intersections under Heterogeneous Traffic Conditions. Journal of Advanced Transportation.

HCM (2022). Highway Capacity Manual. Transportation Research Board of the National Research Council, Washington, D.C.

https://www.google.com/maps/@44.7257293,18.0941333,306m/data=!3m1!1e3?entry=ttu&g_ep=EgoyMDI2MDgwNS4xIKXMDSoASAFQAw%3D%3D

Hydén, C. (1987). The Development of a Method for Traffic Safety Evaluation: The Swedish Traffic Conflicts Technique. Lund University, Sweden.

Kizawi, A. (2023). Analysis of Vehicle-Pedestrian and Bicyclist Conflicts Using Swedish Conflict Technique. Acta Technica Jaurinensis.

Otković, I. I., Deluka-Tibljaš, A., Zečević, Đ., Šimunović, M. (2024). Reconstructing Intersection Conflict Zones: Microsimulation-Based Analysis of Traffic Safety for Pedestrians. Infrastructures, 9(12), 215.

Sengupta, A., Guler, S. I., Gayah, V. V., Warchol, S. (2024). Evaluating the Reliability of Automatically Generated Pedestrian and Bicycle Crash Surrogates. Accident Analysis and Prevention, 203, 107614.

Singh, D., Das, P., Ghosh, I. (2024). Conflict-Based Safety Evaluations at Unsignalized Intersections Using Surrogate Safety Measures. Heliyon, 10(5), e27665.

UDK:

SIGURNOST ŽELJEZNIČKO-CESTOVNIH PRIJELAZA U REPUBLICI HRVATSKOJ: ULOGA LOKALNE ZAJEDNICE U UPRAVLJANJU RIZICIMA

RAILWAY–ROAD CROSSING SAFETY IN THE REPUBLIC OF CROATIA: THE ROLE OF THE LOCAL COMMUNITY IN RISK MANAGEMENT

Drago Pupavac[1]

Rezime: Željezničko-cestovni prijelazi (ŽCP) kritične su točke prometnog sustava na kojima se u istoj razini susreću željeznički i cestovni promet. Njihova sigurnost nije samo pitanje tehničkog osiguranja i željezničkih propisa, nego i pitanje svakodnevne sigurnosti stanovnika, dostupnosti škola i javnih službi, mobilnosti ranjivih skupina te otpornosti lokalne zajednice. Cilj rada je analizirati stanje sigurnosti na ŽCP-ima u Republici Hrvatskoj, utvrditi dominantne uzroke izvanrednih događaja te oblikovati model lokalnog upravljanja rizicima. Analiza podataka za razdoblje 2014.–2023. pokazuje da je na ŽCP-ima evidentirano 51 ozbiljna nesreća i 264 nesreće, dok je u skupu podataka o pružnim prijelazima zabilježeno 576 izvanrednih događaja, od kojih je za 507 događaja odgovornost pripisana korisnicima ŽCP-a. To upućuje na nužnost kombiniranja infrastrukturnih, nadzornih, edukativnih i prostorno-planskih mjera. Poseban naglasak stavlja se na ulogu gradova i općina, policije, škola, hitnih službi, mjesnih odbora i lokalnih medija u prepoznavanju rizičnih prijelaza i oblikovanju preventivnih aktivnosti prilagođenih lokalnim uvjetima.

Ključne reči: željezničko-cestovni prijelaz, sigurnost prometa, lokalna zajednica, ljudski faktor, prevencija

Abstract: Level crossings are critical points of the transport system where railway and road traffic intersect at the same level. Their safety is not merely an issue of technical protection and railway regulation, but also of everyday community safety, access to schools and public services, mobility of vulnerable road users and local resilience. This paper analyses level-crossing safety in the Republic of Croatia, identifies dominant causes of extraordinary events and proposes a local risk-governance framework. Data for 2014–2023 indicate 51 serious accidents and 264 accidents at level crossings. In a dedicated dataset on level-crossing events, 576 events were recorded, with crossing users held responsible for 507 of them. The findings support an integrated approach combining infrastructure, enforcement, education and spatial planning, with a stronger role for municipalities, police, schools, emergency services, neighbourhood councils and local media.

Keywords: level crossing, traffic safety, local community, human factor, prevention

1. UVOD

Željezničko-cestovni prijelaz mjesto je križanja željezničke pruge i ceste u istoj razini. Zbog velike razlike u masi, brzini i zaustavnom putu vlaka u odnosu na cestovno vozilo, posljedice sudara najčešće su teške. Međutim, rizik ŽCP-a nije ograničen na sam trenutak nailaska vlaka. Prijelaz može djelovati kao prostorna barijera, stvarati zastoje, utjecati na vrijeme dolaska hitnih službi te otežavati kretanje pješaka, biciklista, djece, starijih osoba i osoba s invaliditetom.

Na nacionalnoj razini sigurnost ŽCP-a najčešće se procjenjuje pokazateljima broja nesreća, poginulih i ozlijeđenih te vrstom tehničkog osiguranja. U lokalnoj zajednici isti se problem doživljava konkretnije: kao sigurnost djeteta na putu do škole, mogućnost pravodobnog dolaska hitne pomoći, svakodnevni prelazak poljoprivredne mehanizacije ili dostupnost radnih mjesta i javnih sadržaja. Zato je sigurnost ŽCP-a potrebno promatrati kao sastavni dio lokalne prometne, socijalne i javne sigurnosti.

Cilj rada je: (1) prikazati zakonodavni i institucionalni okvir sigurnosti ŽCP-a u Republici Hrvatskoj; (2) analizirati raspoložive podatke za razdoblje 2014.–2023.; (3) objasniti utjecaj ŽCP-a na lokalnu mobilnost i kvalitetu života; te (4) predložiti operativni model djelovanja lokalne zajednice.

2. ZAKONODAVNI I STRATEŠKI OKVIR

Sigurnost željezničko-cestovnih prijelaza uređena je zakonima i podzakonskim propisima iz područja sigurnosti i interoperabilnosti željezničkog sustava, željeznice i sigurnosti prometa na cestama. Hrvatski okvir

[1] Prof.dr.sc. Drago Pupavac, znanstveni savjetnik, Veleučilište u Rijeci, Vukovarska 58, Rijeka, Republika Hrvatska, drago.pupavac@veleri.hr

usklađen je s Direktivom (EU) 2016/798 o sigurnosti željeznica, koja naglašava sustavno upravljanje sigurnošću, raspodjelu odgovornosti i praćenje zajedničkih sigurnosnih pokazatelja (Europski parlament i Vijeće, 2016).

Program rješavanja željezničko-cestovnih i pješačkih prijelaza preko pruge za razdoblje 2023.–2027. definira prioritete modernizacije, denivelacije i ukidanja prijelaza (Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture, 2023). Njegova provedba izravno utječe na lokalne zajednice jer promjene režima prijelaza mijenjaju prometne tokove, pristup naseljima i udaljenost svakodnevnih putovanja. Zbog toga tehničkom vrednovanju treba pridružiti procjenu lokalne dostupnosti i socijalnih učinaka.

***Tabela 1**. Institucionalna raspodjela odgovornosti*

Dionik	**Ključna uloga**
HŽ Infrastruktura	Upravljanje i održavanje željezničke infrastrukture, tehničko osiguranje prijelaza, evidencija događaja i provedba projekata modernizacije.
Ministarstvo i sigurnosna tijela	Propisi, strateški programi, nadzor sustava i istraživanje ozbiljnih nesreća.
Gradovi i općine	Prilazne ceste, lokalna signalizacija, prostorno i prometno planiranje, sufinanciranje i koordinacija lokalnih dionika.
Policija	Nadzor ponašanja korisnika, ciljane akcije i preventivna edukacija.
Škole, vrtići i udruge	Edukacija djece, roditelja i ranjivih skupina te prijavljivanje uočenih rizika.
Hitne službe	Procjena utjecaja zatvaranja i zastoja na interventne rute i planiranje alternativnih pravaca.
Mjesni odbori i građani	Lokalno znanje o rizičnim ponašanjima, preglednosti, neformalnim putovima i dnevnim vršnim opterećenjima.

3. STANJE SIGURNOSTI NA ŽCP-IMA U REPUBLICI HRVATSKOJ

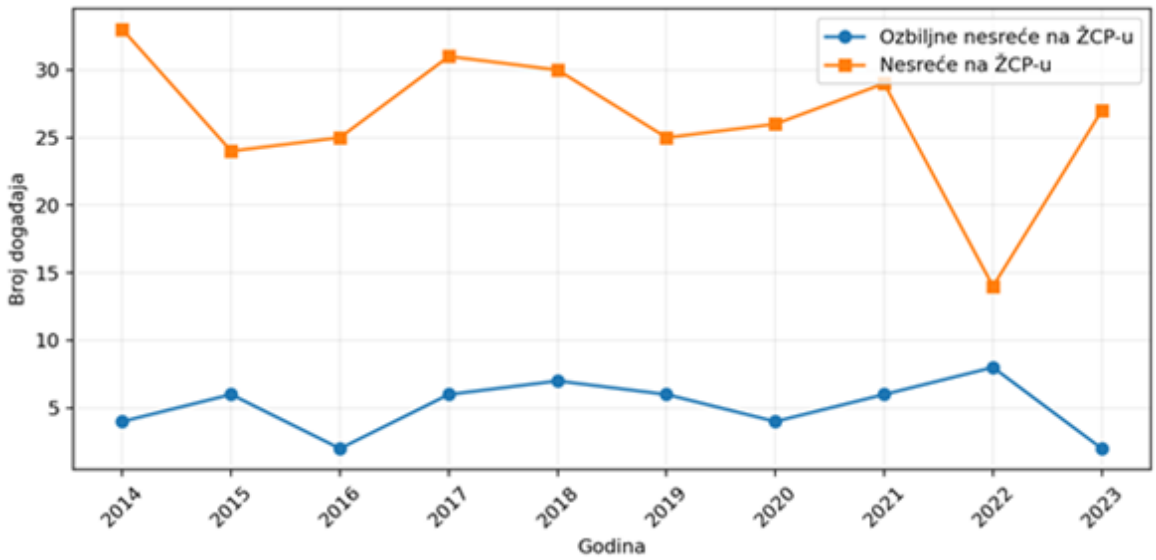
3.1. Broj i način osiguranja prijelaza

Prema podacima HŽ Infrastrukture, na mreži pruga u Republici Hrvatskoj krajem 2020. bilo je 1.499 željezničko-cestovnih i pješačkih prijelaza (HŽ Infrastruktura, 2021). Komparativna baza za 2024. navodi 1.437 pružna prijelaza u Hrvatskoj, uz približno 42,1 % aktivno i 57,9 % pasivno osiguranih prijelaza. Iako podatci potječu iz različitih izvora i metodologija, oba pokazuju velik udio prijelaza koji ovise o prometnim znakovima, preglednosti i pravilnom ponašanju korisnika.

Pasivno osigurani prijelazi posebno su osjetljivi na smanjenu preglednost, neprilagođenu brzinu, rutinsko zanemarivanje znaka STOP i pogrešnu procjenu brzine vlaka. Aktivno osiguranje smanjuje dio rizika, ali ne uklanja namjerno zaobilaženje polubranika, prolazak na svjetlosni signal ili zadržavanje na kolosijeku.

3.2. Trendovi ozbiljnih nesreća i nesreća 2014.–2023.

U analiziranom desetogodišnjem razdoblju evidentirana je 51 ozbiljna nesreća na ŽCP-ima, odnosno prosječno 5,1 godišnje. Broj se kretao od dvije ozbiljne nesreće 2016. i 2023. do osam 2022. godine. Istodobno su evidentirane 264 nesreće na ŽCP-ima, prosječno 26,4 godišnje. U 2023. zabilježeno je 27 nesreća, što je gotovo dvostruko više nego 2022., kada ih je bilo 14. Takva kolebanja pokazuju da kratkoročni pad ne treba tumačiti kao trajan sigurnosni napredak. Prema podacima HŽ Infrastrukture, tijekom 2025. godine na željezničkoj infrastrukturi zabilježene su 53 nesreće, od kojih se 15 dogodilo na željezničko-cestovnim prijelazima. U tim nesrećama poginule su četiri osobe – dva vozača i dva pješaka. 2024. Poginule 2 osobe, a bilo 23 nesreće od čega dvije ozbiljne.



Slika 1. *Kretanje ozbiljnih nesreća i nesreća na ŽCP-ima, 2014.–2023.*

Tabelom 2 uspoređuju se odabrani pokazatelji sigurnosti ŽCP-a u 2023. u odnosu na 2014. godinu.

Tabela 2*. Odabrani pokazatelji sigurnosti ŽCP-a u razdoblju 2014.–2023.*

Pokazatelj	**2014.**	**2023.**	**Ukupno 2014.–2023.**	**Napomena**
Ozbiljne nesreće na ŽCP-u	4	2	51	Smanjenje 50 % između početne i završne godine, uz velika godišnja kolebanja.
Nesreće na ŽCP-u	33	27	264	Najniža vrijednost 14 u 2022., zatim rast u 2023.
Događaji na ŽCP-u u bazi PRJPZ	55	44	576	Obuhvaća ozbiljne nesreće, nesreće i incidente.
Odgovoran korisnik ŽCP-a	48	42	507	Oko 88 % svih događaja u ovoj bazi.

3.3. Vrsta osiguranja i obrazac nesreća

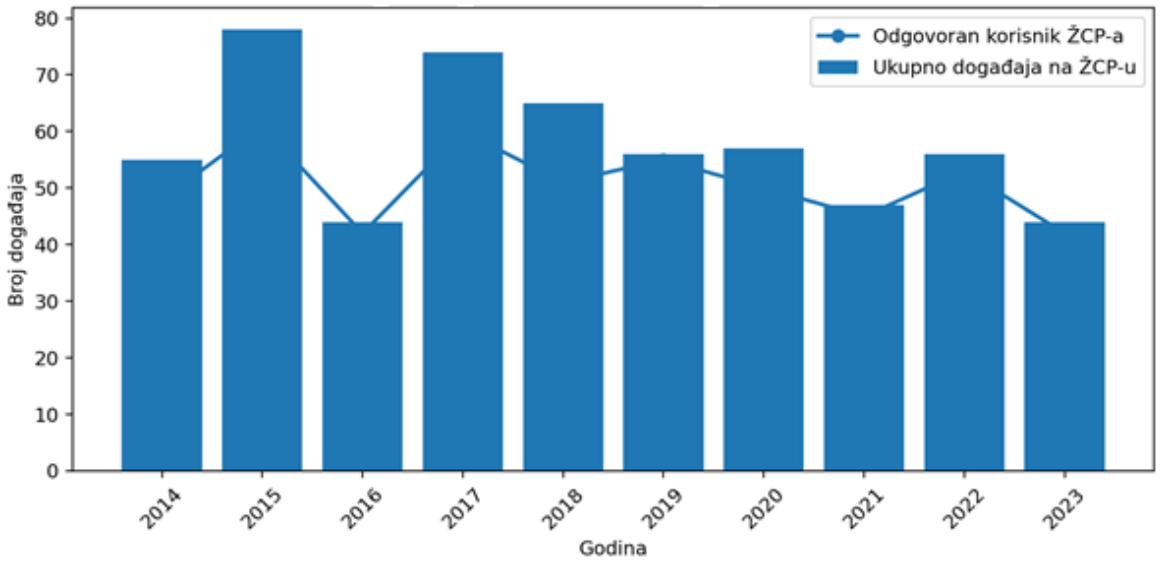
Od 51 ozbiljne nesreće na ŽCP-ima, 27 se dogodilo na prijelazima osiguranima signalno-sigurnosnim uređajem, 20 na prijelazima osiguranima prometnim znakovima, a četiri na pješačkim prijelazima. Kod kategorije nesreća odnos je drukčiji: 82 nesreće zabilježene su na aktivno osiguranim, a 179 na prijelazima osiguranima prometnim znakovima. To znači da su pasivni prijelazi bili mjesto približno dvije trećine svih evidentiranih nesreća na ŽCP-u u promatranom razdoblju.

Nalaz ne znači da aktivno osiguranje samo po sebi jamči sigurnost. Ozbiljne posljedice moguće su i na aktivnim prijelazima kada korisnik ignorira signal ili zaobiđe polubranik. Stoga prioriteti ulaganja trebaju kombinirati broj i težinu događaja, prometno opterećenje, brzinu vlakova, preglednost, blizinu škola i ustanova te učestalost rizičnih ponašanja.

3.4. Ljudski faktor i odgovornost korisnika

U posebnoj analizi događaja na pružnim prijelazima evidentirano je 576 događaja, od kojih je u 507 slučajeva odgovornost pripisana korisniku ŽCP-a. Udio od približno 88 % potvrđuje da je ponašanje korisnika dominantan sigurnosni problem. Najčešći obrasci uključuju nepoštivanje znaka STOP, prolazak nakon

uključivanja svjetlosno-zvučne signalizacije, obilaženje polubranika, ulazak na prijelaz bez mogućnosti nastavka vožnje i pogrešnu procjenu udaljenosti ili brzine vlaka.



Slika 2. *Ukupan broj događaja i događaji za koje je odgovoran korisnik ŽCP-a, 2014.–2023.*

Istodobno, izraz „ljudski faktor” ne smije služiti kao objašnjenje koje odgovornost prebacuje isključivo na pojedinca. Safe System pristup polazi od činjenice da ljudi griješe te zahtijeva okruženje u kojem pogreška ne završava smrću ili teškom ozljedom. To podrazumijeva čitljivu signalizaciju, dobru preglednost, fizičko sprječavanje rizičnih manevara, predvidivo vrijeme zatvaranja, primjerenu brzinu na prilazu i učinkovit nadzor.

3.5. Posljedice izvanrednih događaja

U analiziranim podatcima za sustav PRJPZ u razdoblju 2014.–2023. evidentirano je 14 smrtno stradalih i 11 teško ozlijeđenih osoba, 1.769 sati prekida prometa te materijalna šteta od približno 3,5 milijuna eura. Iako nisu sve navedene posljedice ograničene isključivo na ŽCP, one pokazuju širinu društvenih troškova izvanrednih događaja: ljudske gubitke, prekid mobilnosti, troškove hitnih intervencija, oštećenja infrastrukture i narušavanje povjerenja javnosti.

4. ŽCP KAO PITANJE SIGURNOSTI LOKALNE ZAJEDNICE

4.1. Lokalna mobilnost i prostorna povezanost

Željeznička pruga može fizički podijeliti naselje, a ŽCP postaje jedna od rijetkih točaka povezivanja. Zatvaranje ili ukidanje prijelaza može povećati sigurnost na samoj lokaciji, ali istodobno produžiti put do škole, ambulante, trgovine ili poljoprivrednog zemljišta. Ovaj učinak, poznat kao razdvajanje zajednice, mora se uključiti u procjenu svake infrastrukturne intervencije.

U urbanim sredinama posebno su važni pješački i biciklistički tokovi, dok su u ruralnim područjima važni poljoprivredna mehanizacija, sporija vozila i sezonske promjene opterećenja. Jedinstveno tehničko rješenje stoga nije jednako prikladno za sve lokacije.

4.2. Djeca, starije osobe i osobe s invaliditetom

Ranjivi sudionici teže procjenjuju brzinu i udaljenost vlaka, sporije prelaze kolosijek i osjetljiviji su na nejasnu signalizaciju. Za djecu su ključni školski putovi i ponašanje vršnjaka, za starije osobe vrijeme potrebno za prelazak, a za osobe s invaliditetom pristupačnost površine, nagibi, širina prolaza, zvučne i vizualne informacije te mogućnost sigurnog zaustavljanja izvan slobodnog profila pruge. Lokalna procjena sigurnosti mora uključivati audit pristupačnosti, a ne samo tehničku ispravnost uređaja.

4.3. Hitne službe i otpornost zajednice

Dugotrajno zatvaranje prijelaza ili kvar uređaja može usporiti hitnu medicinsku pomoć, vatrogasce i policiju. Gradovi i općine trebaju s hitnim službama utvrditi prijelaze na kritičnim rutama, alternativne pravce i protokole obavješćivanja. Kod planiranja denivelacije ili ukidanja prijelaza potrebno je analizirati promjenu interventnog vremena, osobito u naseljima s jednom dominantnom vezom preko pruge.

4.4. Psihološke i društvene posljedice

Nesreća na lokalnom prijelazu često uključuje osobu poznatu zajednici. Posljedice se zato ne zadržavaju na izravnim žrtvama nego obuhvaćaju svjedoke, obitelji, učenike, službenike i širu okolinu. Prijelaz može postati stigmatizirana „crna točka", a strah može ograničiti samostalno kretanje djece i starijih osoba. Nakon teške nesreće lokalna vlast treba, uz prometne mjere, osigurati pravodobno informiranje i psihosocijalnu podršku pogođenim skupinama.

5. MODEL LOKALNOG UPRAVLJANJA SIGURNOŠĆU ŽCP-A

Predlaže se lokalni ciklus upravljanja sigurnošću koji se ponavlja najmanje jednom godišnje i nakon svakog ozbiljnog događaja.

- **Lokalni registar ŽCP-a:** Za svaki prijelaz evidentirati vrstu osiguranja, preglednost, prometna opterećenja, brzinu vlakova, blizinu škola i ustanova, interventne rute, prijavljene kvarove i opažena rizična ponašanja.
- **Multidisciplinarni sigurnosni pregled:** Na terenu trebaju sudjelovati predstavnici HŽ Infrastrukture, lokalne uprave, policije, škole, hitnih službi i građana, uključujući osobe smanjene pokretljivosti.
- **Lokalna karta rizika:** Prijelaze rangirati prema kombinaciji vjerojatnosti događaja, mogućoj težini posljedica i izloženosti stanovništva.
- **Paket mjera:** Za svaki prioritetni prijelaz kombinirati brzo provedive mjere i dugoročno infrastrukturno rješenje.
- **Praćenje pokazatelja:** Mjeriti ne samo nesreće nego i prolazak na zabranu, oštećenja polubranika, nagla kočenja, pritužbe građana, vrijeme zatvaranja i promjene u ponašanju.
- **Javno izvještavanje:** Jednom godišnje objaviti kratko lokalno izvješće s provedenim mjerama, rokovima i odgovornim institucijama.

5.1. Matrica lokalnog prioriteta

Za potrebe sustavnoga i transparentnog rangiranja željezničko-cestovnih prijelaza na lokalnoj razini predlaže se matrica prioriteta koja objedinjuje sigurnosne, prometne, infrastrukturne i društvene kriterije te omogućuje usmjeravanje raspoloživih resursa prema prijelazima s najvećom procijenjenom razinom rizika i važnosti za lokalnu zajednicu (v. tabelu 3).

***Tabela 3**. Predložena matrica prioriteta za lokalno rangiranje ŽCP-a*

Skupina kriterija	Primjeri pokazatelja	Težina	Izvor
Povijest događaja	Nesreće, incidenti, prolazak na zabranu, oštećenja branika	Visoka	HŽI, policija
Izloženost	Broj cestovnih vozila, vlakova, pješaka i biciklista	Visoka	Brojanja prometa
Težina mogućih posljedica	Brzina vlakova, broj kolosijeka, geometrija prilaza	Visoka	HŽI i terenski pregled
Lokalna ranjivost	Škola, vrtić, dom za starije, bolnica, osobe s invaliditetom	Srednja/visoka	Grad/općina
Operativna važnost	Ruta hitnih službi, javni prijevoz, gospodarski tokovi	Srednja	Lokalne službe
Ponašanje i percepcija	Kršenja propisa, pritužbe, osjećaj nesigurnosti	Srednja	Policija i ankete

6. MJERE ZA POVEĆANJE SIGURNOSTI

6.1. Infrastrukturne i tehničke mjere

- Denivelacija na lokacijama s velikim prometnim opterećenjem i visokim očekivanim posljedicama.
- Ugradnja ili modernizacija svjetlosno-zvučne signalizacije i polubranika, uz pouzdanu dijagnostiku kvarova.
- Poboljšanje preglednosti uklanjanjem vegetacije, premještanjem prepreka i korekcijom geometrije prilaza.
- Uspornici, optičke trake, usmjeravajući otoci i druga rješenja za smanjenje brzine na cestovnom prilazu.
- Uređenje odvojenih i pristupačnih pješačkih površina te protukliznih prijelaznih ploha.
- Videonadzor i automatsko evidentiranje prolaska na zabranu, uz jasnu pravnu i organizacijsku proceduru.
- Ukidanje prijelaza samo uz osiguranje prihvatljivog alternativnog pravca i procjenu učinka na lokalnu dostupnost.

6.2. Edukacija i komunikacija

Nacionalne kampanje poput „Vlak je uvijek brži” važne su, ali lokalne aktivnosti trebaju biti ciljane. U školskim zonama naglasak treba biti na stvarnim rutama učenika; u ruralnim područjima na poljoprivrednicima i vozačima sporih strojeva; u turističkim mjestima na povremenim korisnicima koji ne poznaju lokaciju. Lokalni radio, društvene mreže, oglasne ploče i aplikacije mogu se koristiti za obavijesti o radovima, kvarovima i promjenama režima.

Učinkovitija je komunikacija koja prikazuje konkretne lokalne situacije nego općenite poruke. Edukaciju treba provoditi neposredno prije razdoblja povećanog rizika, primjerice početka školske godine, poljoprivredne sezone ili turističke sezone.

6.3. Nadzor i provedba propisa

Policijski nadzor treba usmjeriti prema lokacijama i vremenskim razdobljima u kojima se opaža kršenje propisa. Kratkotrajne ciljane akcije, poduprte videonadzorom i lokalnim informacijama, mogu biti učinkovitije od rijetkih općih kontrola. Važno je javno komunicirati razlog nadzora i rezultate, kako bi se ojačala percepcija izvjesnosti sankcije, a ne samo njezine visine.

6.4. Prostorno i prometno planiranje

Nove stambene, gospodarske i javne zone ne bi trebalo planirati tako da generiraju dodatne pješačke ili cestovne tokove preko neprikladno osiguranog prijelaza. Sigurnost ŽCP-a treba uključiti u prostorne planove, planove održive urbane mobilnosti, školske planove sigurnih putova i planove civilne zaštite. Time se problem rješava prije nastanka nove izloženosti.

7. RASPRAVA

Analiza potvrđuje da tehnička modernizacija ostaje nužna, ali nije dovoljna. Velik udio događaja pripisanih korisnicima pokazuje da su presudni ponašanje, percepcija rizika i lokalni prometni kontekst. S druge strane, činjenica da se nesreće događaju i na aktivno osiguranim prijelazima pokazuje granice pristupa koji se oslanja samo na signalizaciju i individualnu disciplinu.

Najveći potencijal ima kombinacija mjera: fizičko smanjenje mogućnosti pogreške, ciljano provođenje propisa, edukacija specifičnih skupina i prostorno planiranje koje ne stvara nove konfliktne tokove. Lokalna samouprava pritom ne preuzima tehničke nadležnosti upravitelja infrastrukture, nego povezuje informacije, potrebe i aktivnosti svih dionika.

Za kvalitetnije odlučivanje potrebno je razviti jedinstveni georeferencirani registar ŽCP-a koji bi sadržavao tehničke značajke, događaje, prometna opterećenja, snimke rizičnih ponašanja, planirane radove i lokalne sadržaje. Takav bi sustav omogućio usporedivo rangiranje prioriteta, transparentnost ulaganja i praćenje učinka mjera.

8. PREPORUKE

- Uspostaviti lokalne koordinacijske skupine za sigurnost ŽCP-a u gradovima i općinama s većim brojem prijelaza.
- Jednom godišnje provoditi zajednički terenski pregled prioritetnih prijelaza.
- Razviti javno dostupan georeferencirani registar i kartu rizika ŽCP-a.
- U rangiranje ulaganja uključiti blizinu škola, ranjive korisnike i važnost za hitne službe.
- Na pasivnim prijelazima s ponavljanim incidentima hitno poboljšati preglednost i upravljanje brzinom.
- Za prijelaze s učestalim namjernim kršenjem propisa uvesti ciljano automatsko ili policijsko nadziranje.
- Prije ukidanja prijelaza provesti procjenu utjecaja na dostupnost i razdvajanje zajednice.
- Uvesti lokalne pokazatelje „skoro nastalih nesreća” i rizičnih ponašanja, a ne pratiti samo nastale nesreće.
- Edukaciju prilagoditi lokalnim skupinama i sezonskim obrascima kretanja.
- Nakon ozbiljne nesreće provesti zajedničku analizu uz prometne, komunikacijske i psihosocijalne mjere.

9. ZAKLJUČAK

Sigurnost na željezničko-cestovnim prijelazima u Republici Hrvatskoj ostvaruje se u međudjelovanju infrastrukture, propisa, ponašanja korisnika i lokalnog okruženja. Podatci za 2014.–2023. pokazuju da problem ostaje značajan i promjenjiv: evidentirana je 51 ozbiljna nesreća i 264 nesreće na ŽCP-ima, a u posebnoj bazi 507 od 576 događaja povezano je s odgovornošću korisnika prijelaza. Dominacija ljudskog faktora ne umanjuje odgovornost sustava, nego opravdava Safe System pristup u kojem infrastruktura, nadzor i organizacija smanjuju vjerojatnost da ljudska pogreška proizvede katastrofalnu posljedicu.

Lokalna zajednica ima ključnu ulogu jer raspolaže znanjem o svakodnevnim tokovima, ranjivim skupinama, interventnim rutama i ponašanjima koja se ne vide u nacionalnoj statistici. Visoka razina sigurnosti može se postići samo partnerstvom upravitelja infrastrukture, državnih tijela, gradova i općina, policije, škola, hitnih službi i građana. ŽCP pritom treba promatrati ne kao izolirani tehnički objekt, nego kao sastavni dio sigurnosti, mobilnosti i kvalitete života zajednice.

10. LITERATURA

Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture (2023). Program rješavanja željezničko-cestovnih i pješačkih prijelaza preko pruge za razdoblje 2023.–2027.

Pupavac, D., Malčić, V. i Kršulja, M. (2025). Analiza stanja sigurnosti na željezničko-cestovnim prijelazima malih europskih željezničkih sustava. Sigurnost, 67(4), 285–292.

HŽ Infrastruktura (2021). Godišnje izvješće o sigurnosti u 2020. godini.

Europski parlament i Vijeće (2016). Direktiva (EU) 2016/798 o sigurnosti željeznica.

Agencija za istraživanje nesreća. Konačna izvješća o željezničkim nesrećama.

UIC Communications (2025). Railway safety indicators for 2024.

European Union Agency for Railways (2024). Report on Railway Safety and Interoperability in the EU 2024.

Vision Zero Network. What is Vision Zero?

SAFER-LC / Nordic Roads (2020). Innovative solutions to improve level crossing safety.

UIC. Global Level Crossing Network / International Level Crossing Awareness Day.

Mikuš, Lj. (2013). Psihološki aspekti prometnih nesreća na ŽCP. HAK.

Bicycle Network. Prioritising future level crossing removals: Framework.

Interna analiza izvanrednih događaja HŽ Infrastrukture i PRJPZ, 2014.–2023.

ERA (2024). Baza faktora i pokazatelja željezničko-cestovnih prijelaza europskih država, verzija 10. 6. 2024.

UDK:

RISK ANALYSIS IN ROAD INFRASTRUCTURE PROJECTS: A CASE STUDY OF CORRIDOR X

Aleksandar Senić[1], Vitomir D. Nedeljković[2]

Abstract: Road infrastructure projects are exposed to numerous technical, contractual, organisational, design-related and external risks that may increase the contract price, extend the time for completion and generate disputes among project participants. In major infrastructure projects, these risks rarely occur in isolation; they usually appear through interconnected events whose cumulative effects influence construction progress. This paper analyses the key risks recorded during the implementation of road infrastructure projects, with particular reference to sections of Corridor X in the Republic of Serbia. Documented adverse events are examined according to their risk groups and their effects on costs and time. Particular attention is given to risks arising from project documentation, geotechnical and site conditions, expropriation, contractual constraints, changes during construction and delays in decision-making. The identified risks are also relevant to road safety, as delays and repeated changes during construction may prolong temporary traffic arrangements and postpone the implementation of permanent road-safety measures. The analysis shows that technical risks are frequently accompanied by administrative and contractual constraints, which may obstruct timely corrective action. The results can support better identification of priority risks during the planning, design, procurement and implementation of future infrastructure projects. The presented approach is particularly relevant to employers, project managers and other participants responsible for the delivery of major road infrastructure systems.

Keywords: road infrastructure; risk analysis; Corridor X; cost escalation; road safety, extension of time

1. INTRODUCTION

Road infrastructure projects are implemented through long contractual periods, extensive interfaces and large numbers of technical and administrative decisions. Their performance is therefore affected not only by the quality of construction operations, but also by the completeness of design documentation, the availability of land and permits, the allocation of contractual responsibilities, the stability of resource prices and the capacity of the employer, contractor and engineer to resolve emerging problems. When these conditions are not controlled, adverse events may increase the final contract price, extend the time for completion and create claims or disputes. Previous studies identify cost escalation as a persistent problem in road and highway construction projects (Shane et al, 2009:221; Creedy et al, 2010:528), while road construction risks also affect project time performance (Perera et al, 2009:88).

Risk analysis in construction is commonly based on a list of potential causes and an assessment of their probability and impact. Such an approach is necessary, but it becomes insufficient when risk importance is treated as a single, fixed property. A risk can be frequent and produce moderate consequences, or it can occur rarely and produce a severe cost or schedule effect. In addition, an observed adverse event may contain one dominant cause and several accompanying causes. The event therefore represents a combined mechanism rather than an isolated risk entry. Research on project complexity and risk interaction has shown that interconnected risk mechanisms can affect project outcomes and that neglecting risk interdependencies can lead to inadequate risk assessment and response selection (Fang et al, 2012:1; Qazi et al, 2016:1184; Chen et al, 2020:1).

These issues are particularly relevant to major road corridors. Design inconsistencies may trigger redesign, additional quantities, changes in construction technology or variations. Expropriation and permitting problems may prevent access to parts of the site. Delayed decision-making may prolong the resolution of technical issues. Exchange rate and resource-price changes may substantially increase cost even when their direct schedule effect is limited. Consequently, rankings based only on frequency, only on cost or only on time can lead to different management priorities. A transparent descriptive comparison of these indicators is required before they are combined in a more advanced decision model.

The empirical basis for this paper is a database developed from completed road infrastructure projects on and adjacent to Corridor X in the Republic of Serbia. Earlier studies from the same research programme developed risk quantification models (Senić et al, 2024a:1), a Sugeno fuzzy model for predicting increasing contract price (ICP) and extension of time (EoT) (Senić et al, 2024b:1), a multi-criteria framework for

[1] Aleksandar Senić, Ph.D., University of Belgrade, Faculty of Civil Engineering, Bulevar kralja Aleksandra 73, 11000 Belgrade, Serbia, asenic@grf.bg.ac.rs.
[2] Vitomir D. Nedeljković, University of Kragujevac, Faculty of Engineering, Sestre Janjić 6, 34000 Kragujevac, Serbia, vita_ned@yahoo.com.

prioritising preventive measures (Senić et al, 2025a:1), a hybrid model for risk assessment and management (Senić et al, 2025b:1), and a risk-prediction approach based on project complexity coefficients (Senić et al, 2025c:1441). The present paper has a narrower purpose. It isolates the descriptive empirical evidence needed to explain how frequently individual risks appeared and how their average cost and schedule consequences differed.

The objective is to identify the risk mechanisms that require priority attention during the planning, design, procurement and implementation of future road infrastructure projects. Three questions are addressed: which risks occurred most frequently; which risks produced the largest average ICP and EoT effects when recorded as primary causes; and to what extent the resulting priorities changed when risks were assessed according to occurrence frequency, average ICP effect and average EoT effect. No composite risk score, fuzzy inference system, machine-learning model, project-specific ranking or optimisation procedure is developed. This boundary preserves the descriptive character of the study and makes the reported evidence directly interpretable by employers, engineers and project managers.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Research design and empirical context

The study used retrospective project-document analysis. The empirical sample consisted of 28 completed road infrastructure projects implemented in the Republic of Serbia. Twenty-five projects concerned Class IA roads on Corridor X and its branch from Niš toward Sofia, with a combined length of 158,47 km. The remaining projects comprised a 21,40 km Class IIA parallel road, a 1,11 km bridge reconstruction and construction project, and 7,40 km of local roads adjacent to the corridor. Contract signing dates ranged from 2009 to 2022, while implementation records covered the period from 2010 to 2024.

The contracts were predominantly administered under the FIDIC Conditions of Contract for Construction, MDB Harmonised Edition (FIDIC, 2010). Financing was provided through international financial institutions and the national budget, and contractors were generally selected through international competitive bidding. This common institutional and contractual setting improves internal comparability, although it limits direct generalisation to projects delivered under substantially different legal and procurement systems.

Adverse events were reconstructed from design and contract documentation, contract amendments, variation orders, claims, engineer determinations, value engineering proposals, payment certificates, price-adjustment calculations, exchange-rate records, quantity increases and reductions, termination records, dispute-adjudication documents and settlement agreements. The initial register contained 1.268 records. Records representing the same event within a project and containing an identical combination of primary and secondary risks were consolidated. The resulting database contained 1.177 unique adverse events. Of these, 1.161 affected ICP, 103 affected EoT and 87 affected both outcomes. These categories overlap and must therefore not be summed.

2.2. Risk classification and event coding

The final classification contained 56 risks organised into seven groups. Each event was assigned one primary risk, defined as the dominant cause of the observed consequence, and zero or more secondary risks, defined as accompanying conditions that contributed to the same event (Senić, 2025:105–106). Each risk was assigned a two-part numerical code: the first number denotes the risk group, while the second number identifies the sequential position of the risk within that group. For the present analysis, the event-level coding was reviewed by a panel of 14 experts. Each event was examined by at least two experts, and differences in assessment were resolved through consensus. This procedure was intended to reduce arbitrary attribution while preserving the documented distinction between primary and secondary risk roles.

Table 1. *Risk groups used in the analysis.*

Code	Risk group	Indicative scope
G1	Causes related to project documentation	Design inputs, design details, redesign, quantities, interfaces and site investigations
G2	External causes	Expropriation, permits, regulations, financing requirements, price escalation and weather

Code	Risk group	Indicative scope
G3	Resource-related causes	Labour, materials, equipment, productivity and resource availability
G4	Employer-related causes	Payments, changes, decision-making, communication and site handover
G5	Contractor-related causes	Quality, financial capacity, planning, experience and performance
G6	Engineer/supervision-related causes	Expertise, administration, determinations, control and coordination
G7	Project-wide causes	Claims, variations, overall complexity, disputes and other conditions affecting the project as a whole

2.3. Descriptive indicators

For risk *r*, the average number of recorded appearances per project included both primary and secondary assignments:

$$F_r = \frac{1}{P}\sum_{p=1}^{P}(N_{pr}^{P} + N_{pr}^{S}) \quad (1)$$

where P = 28, N_{pr}^{P} is the number of events in project p in which risk r was identified as the primary risk, and N_{pr}^{S} is the corresponding number of secondary appearances.

The average ICP consequence of risk *r* was calculated only from adverse events in which that risk was identified as the primary risk and an ICP consequence was recorded:

$$\overline{ICP}_r^{P} = \frac{1}{n_r^{P}}\sum_{i\in I_r^{P}} ICP_i \quad (2)$$

where I_r^{P} is the set of adverse events in which risk *r* was primary and ICP was recorded, while $n_r^{P} = |I_r^{P}|$ is the number of such events. ICP was expressed as a percentage of the Accepted Contract Amount.

The average EoT consequence was calculated analogously:

$$\overline{EoT}_r^{P} = \frac{1}{m_r^{P}}\sum_{i\in J_r^{P}} EoT_i \quad (3)$$

where J_r^{P} is the set of adverse events in which risk *r* was primary and EoT was recorded, while $m_r^{P} = |J_r^{P}|$ is the number of such events. EoT was expressed as a percentage of the initially contracted project duration.

Occurrence frequency, average ICP consequence and average EoT consequence were retained as separate indicators. No weighting or aggregation of the three indicators was applied. An absent ICP or EoT value was not interpreted as a zero consequence when the corresponding outcome was not recorded.

3. RESULTS

3.1. Frequency structure of recorded risks

The frequency results were strongly concentrated in risks related to project documentation. All six highest-ranked risks belonged to G1. The most frequent risk was Risk 1.1, mismatch between the design and actual site conditions due to inadequate design inputs, with 29,18 appearances per project. Its secondary frequency (18,64) exceeded its primary frequency (10,54), showing that this mismatch often accompanied events initiated by other dominant causes rather than appearing only as the principal cause.

Inconsistency among parts of project documentation (Risk 1.4) ranked second with 17,58 appearances per project. Inapplicable documentation for high cuts and tunnel portals (Risk 1.11), unresolved conflicts with existing infrastructure (Risk 1.9), and redesign during construction (Risk 1.5) followed. These risks represent different manifestations of the same delivery weakness: design information was insufficiently coordinated with actual site conditions, existing assets or construction requirements before work progressed to the affected location.

Table 2. *Ten most frequent risks in the 28-project sample.*

Risk	Abbreviated risk description	Primary	Secondary	Total
1.1	Mismatch between the design and actual site conditions due to inadequate design inputs	10,54	18,64	29,18
1.4	Inconsistency among parts of project documentation	7,04	10,54	17,58
1.11	Inapplicable design documentation for high cuts, including tunnel portals	13,29	3,36	16,65
1.9	Unresolved conflicts with existing infrastructure	12,04	4,39	16,43
1.5	Delays in preparing or modifying design documentation during construction	3,93	9,04	12,97
1.10	Inadequate design for river-channel regulation and stormwater treatment	8,25	2,39	10,64
2.2	Delays in obtaining permits and approvals	2,21	5,46	7,67
4.2	Changes requested by the employer	2,25	5,07	7,32
1.3	Complex or unsuitable construction technology specified in design	2,57	4,64	7,21
1.6	Incorrect Bill of Quantities	3,75	3,21	6,96

Two non-documentation risks entered the ten most frequent risks. Delays in permits and approvals (Risk 2.2) had 7,67 appearances per project, mostly as a secondary risk, while employer-requested changes (Risk 4.2) had 7,32 appearances and were also predominantly secondary. This pattern indicates that administrative approval and employer-change mechanisms frequently intensified events initiated by design or site problems.

3.2. Cost and schedule consequences

The risk order changed when average primary-event consequences were examined. Exchange-rate instability and resource-price spikes produced the largest reported mean ICP effect, 10,84% per primary-risk event. Inefficient planning and management of works produced 9,87%, and an incorrect Bill of Quantities produced 9,75%. None of these three risks was among the five most frequent risks. Their importance is therefore consequence-driven rather than frequency-driven.

Schedule consequences followed a different pattern. Property-right and expropriation problems produced the largest mean EoT effect, 31,69%. Redesign during construction followed at 29,57%, delays in permits and approvals at 28,03%, delay in handing over parts of the site at 24,17%, and unresolved conflicts with existing infrastructure at 20,27%. These risks obstructed access, approvals or the technical basis for continued work and therefore affected the critical sequence of project activities more directly than their frequency alone suggests.

Table 3. *Selected risks with the largest or most decision-relevant primary-event consequences.*

Risk	Abbreviated risk description	Mean EoT (%)	Mean ICP (%)
2.1	Property-right and expropriation problems	31,69	2,26
1.5	Design preparation or modification during construction	29,57	2,91
2.2	Delays in obtaining permits and approvals	28,03	0,83
4.6	Delay in handing over parts of the site	24,17	3,46
1.9	Unresolved conflicts with existing infrastructure	20,27	0,33
1.11	Inapplicable documentation for high cuts and tunnel portals	16,28	5,66
1.1	Mismatch between the design and actual site conditions due to inadequate design inputs	10,25	1,24
1.4	Inconsistency among parts of project documentation	9,64	1,24
4.3	Slow decision-making	7,15	3,00
2.7	Exchange-rate instability and resource-price spikes	2,57	10,84
5.3	Inefficient planning and management of works	2,81	9,87

Risk	Abbreviated risk description	Mean EoT (%)	Mean ICP (%)
1.6	Incorrect Bill of Quantities	3,28	9,75

3.3. Differences in risk priorities

The three indicators generated different priority structures. Risk 1.1 was the most frequent risk, but its mean primary-event consequences were 10,25% for EoT and 1,24% for ICP. Risk 2.7 had only 1,57 appearances per project, yet it produced the largest mean ICP effect. Risk 2.1 had 2,53 appearances per project, but it produced the largest mean EoT effect. Frequency therefore described exposure to recurring management problems, while the consequence indicators identified less frequent but more severe mechanisms.

Two design-related risks remained important across the three indicators. Risk 1.11 had 16,65 appearances per project, a mean EoT effect of 16,28% and a mean ICP effect of 5,66%. Risk 1.5 had 12,97 appearances per project and the second-largest mean EoT effect, 29,57%. These risks combine repeated occurrence with substantial consequences and consequently represent clear candidates for early preventive attention even without a composite score.

The results also show why primary and secondary appearances must be separated. Employer-requested changes and permit delays were frequently secondary risks. Their role was often to prolong or amplify events originating in design documentation, site conditions or unresolved interfaces. A register that records only the dominant cause would therefore understate the administrative and contractual conditions through which technical problems become costly or time-consuming.

4. DISCUSSION

4.1. Risk importance depends on the assessment indicator

The main result is not a single list of critical risks, but the variation in risk priority across frequency, cost and time. Frequent documentation risks reveal persistent weaknesses in preparation and coordination. High-ICP risks reveal exposure to price, quantity and management mechanisms. High-EoT risks reveal conditions that block access, approvals or technically feasible continuation of work. Treating these dimensions as interchangeable would remove information needed for selecting an appropriate response.

For an employer preparing a tender, frequency is useful for identifying issues that should routinely be covered by design reviews, site investigations, interface registers and contractual procedures. For contingency planning, the ICP ranking is more relevant because it identifies risks capable of producing large financial deviations per event. For programme control, the EoT ranking is more relevant because it identifies barriers to site access, approvals and critical construction decisions. The same project therefore requires several risk views rather than a universal priority list.

This conclusion is consistent with project-risk research showing that risk occurrence, consequence magnitude and interaction structure provide distinct but complementary information for risk assessment and response selection (Fang et al, 2012:1; Qazi et al, 2016:1184). It is also consistent with later stages of the same research programme, which combined empirical project evidence with separate predictive and decision-support procedures for risk quantification and project-specific risk assessment (Senić et al, 2024a:1; Senić et al, 2025b:1). The descriptive evidence reported here therefore provides an empirical foundation for such models while remaining independently useful because the reported indicators can be traced to completed-project records.

4.2. Combined technical, administrative and contractual mechanisms

The dominance of G1 does not mean that road-project risk is exclusively a design problem. Many documentation risks became consequential through their connection with administrative and contractual conditions. A conflict with an existing utility may require redesigned details, access approval, agreement with the asset owner, a variation and an employer decision. Incomplete investigation of a high cut may require additional geotechnical work, revised stabilisation measures, approval of changed quantities and reprogramming of construction activities. The technical cause initiates the event, but the duration and cost depend on how quickly the institutional system processes it.

The high secondary frequencies of risks 2.2 and 4.2 support this interpretation. Permit delays and employer-requested changes were more often accompanying conditions than dominant causes. Their practical significance lies in their capacity to obstruct corrective action. Similarly, slow decision-making had a low average frequency but a mean ICP effect of 3,00% when it was the primary cause. Management procedures should therefore specify who decides, what evidence is required, the applicable time limit and the contractual consequences of inaction.

The results do not establish a complete directed network of risk propagation, and this paper does not claim that every recorded combination represents a causal chain. They do show, however, that adverse events were commonly coded with one dominant and several secondary risks. This empirical structure is sufficient to reject the assumption that each risk can be managed as an independent register item. At minimum, preventive planning should be organised around connected technical, employer, approval and contract-administration procedures.

4.3. Management implications

The immediate management implication is to move risk control toward the preconstruction stage. The frequency of risks 1.1, 1.4, 1.9 and 1.11 indicates a need for stronger investigation of actual site conditions, coordinated design reviews, verification of interfaces with existing infrastructure and constructability checks for high cuts and tunnel portals. The high ICP associated with an incorrect Bill of Quantities requires independent quantity verification before tendering. The high EoT associated with expropriation, permits and site handover requires these processes to be tracked as delivery constraints rather than treated as general administrative activities.

The results support a differentiated allocation of responsibility. Designers and reviewers should control design inputs, coordination and constructability risks. Employers should control land availability, approvals, financing and decision procedures. Contractors should control planning, resource deployment and quality. Engineers should maintain timely determinations and an auditable record of event causes. This allocation should be integrated: a technical correction is ineffective if the required approval, variation or access decision remains unresolved.

4.4. Implications for Road Safety

Although the analysed dataset did not directly include road-crash or safety-performance indicators, the identified project risks have relevant implications for road safety. Delays caused by design deficiencies, expropriation problems, delays in obtaining permits and approvals, and slow decision-making may prolong road works, temporary traffic-management arrangements and transitional infrastructure conditions. Consequently, road users may remain exposed for longer periods to work zones, incomplete junction arrangements, temporary diversions, reduced lane widths, speed restrictions and altered traffic flows. This implication is particularly relevant because road work zones were identified among the characteristic infrastructural locations with the highest recorded numbers of road crashes in Serbia (Ivanišević et al, 2024:1), while temporary traffic configurations require specific safety-management measures (Trifunović et al, 2026:63). Delayed project completion may also postpone the implementation of permanent road-safety measures incorporated into the final road design. Early identification and effective management of project-delivery risks should therefore be considered not only as a means of improving project cost and schedule performance, but also as a means of reducing prolonged exposure to temporary traffic conditions and supporting the timely delivery of safer road infrastructure. However, the present analysis does not establish a causal relationship between the identified project risks and road crashes and cannot quantify the resulting safety benefit.

4.5. Limitations and further research

The study is based on one national corridor context and a predominantly common FIDIC-based contractual environment. The event database was reconstructed from available records, and the quality of causal attribution depends on the detail and consistency of those records. Average event effects are descriptive and do not control for project size, contract value, terrain, construction type or simultaneous events. They must not be interpreted as universal probabilities or causal coefficients. The comparison also does not resolve the decision trade-off between frequent moderate risks and rare severe risks. Further research should test the

stability of the results on external project samples and develop an interpretable multi-criteria framework that retains the separate empirical meaning of frequency, ICP and EoT.

5. CONCLUSION

The analysis of 1.177 unique adverse events from 28 completed road infrastructure projects on and adjacent to Corridor X produced three clear findings. First, risks related to project documentation dominated the frequency structure. The most recurrent problems included mismatch between the design and actual site conditions due to inadequate design inputs, inconsistencies among design components, inapplicable documentation for high cuts and tunnel portals, unresolved infrastructure conflicts and redesign during construction. Second, the largest average cost effects were associated with exchange-rate and resource-price instability, inefficient construction planning and an incorrect Bill of Quantities. The largest schedule effects were associated with expropriation, redesign, permits, site handover and unresolved infrastructure conflicts. Third, the risk ranking changed across frequency, ICP and EoT.

Risks 1.11 and 1.5 were important across several indicators and require early control. Other risks were important for a specific reason: risk 2.7 for cost, risk 2.1 for time, and risk 1.1 for recurrence. Management decisions should therefore not be based on a single undifferentiated critical-risk list. Frequency should guide routine preventive controls, ICP should guide financial contingencies, and EoT should guide programme and access management.

The practical requirement is coordinated action before and during construction. Design verification, interface resolution, quantity control, expropriation, permitting, site handover and decision procedures must be managed as connected delivery mechanisms. The presented results provide an empirical basis for that coordination and for the subsequent development of transparent risk-ranking and decision-support methods.

Although traffic-safety outcomes were not analysed directly, earlier resolution of the identified risks may shorten exposure to temporary traffic arrangements and support the timely implementation of permanent road-safety measures.

6. REFERENCES

[1] Chen, L., Lu, Q., Zhao, X. (2020). Rethinking the construction schedule risk of infrastructure projects based on dialectical systems and network theory. Journal of Management in Engineering, 36(5), 04020066. https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000829

[2] Creedy, G. D., Skitmore, M., Wong, J. K. W. (2010). Evaluation of risk factors leading to cost overrun in delivery of highway construction projects. Journal of Construction Engineering and Management, 136(5), 528–537. https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000160

[3] Fang, C., Marle, F., Zio, E., Bocquet, J.-C. (2012). Network theory-based analysis of risk interactions in large engineering projects. Reliability Engineering & System Safety, 106, 1–10. https://doi.org/10.1016/j.ress.2012.04.005

[4] FIDIC (2010). Conditions of Contract for Construction for Building and Engineering Works Designed by the Employer: Multilateral Development Bank Harmonised Edition, Version 3, June 2010. Fédération Internationale des Ingénieurs-Conseils, Geneva. ISBN 2-88432-044-X.

[5] Ivanišević, T., Vujanić, M., Senić, A., Trifunović, A., Čičević, S. (2024). A comprehensive analysis of road crashes at characteristic infrastructural locations: Integrating data, expert assessments, and artificial intelligence. Infrastructures, 9(8), 134. https://doi.org/10.3390/infrastructures9080134

[6] Perera, B. A. K. S., Dhanasinghe, I., Rameezdeen, R. (2009). Risk management in road construction: The case of Sri Lanka. International Journal of Strategic Property Management, 13(2), 87–102. https://doi.org/10.3846/1648-715X.2009.13.87-102

[7] Qazi, A., Quigley, J., Dickson, A., Kirytopoulos, K. (2016). Project complexity and risk management (ProCRiM): Towards modelling project complexity driven risk paths in construction projects. International Journal of Project Management, 34(7), 1183–1198. https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2016.05.008

[8] Senić, A. S. (2025). Hybrid System for Risk Quantification and Management on Road Infrastructure Projects. Doctoral dissertation, University of Belgrade, Faculty of Civil Engineering, Belgrade, Serbia. https://doi.org/10.13140/RG.2.2.16432.83207

[9] Senić, A., Dobrodolac, M., Stojadinović, Z. (2024a). Development of risk quantification models in road infrastructure projects. Sustainability, 16(17), 7694. https://doi.org/10.3390/su16177694

[10] Senić, A., Dobrodolac, M., Stojadinović, Z. (2024b). Predicting extension of time and increasing contract price in road infrastructure projects using a Sugeno fuzzy logic model. Mathematics, 12(18), 2852. https://doi.org/10.3390/math12182852

[11] Senić, A., Ivanović, M., Dobrodolac, M., Stojadinović, Z. (2025a). Prioritization of preventive measures: A multi-criteria approach to risk mitigation in road infrastructure projects. Mathematics, 13(2), 278. https://doi.org/10.3390/math13020278

[12] Senić, A., Simić, N., Dobrodolac, M., Stojadinović, Z. (2025b). Development of a hybrid model for risk assessment and management in complex road infrastructure projects. Applied Sciences, 15(5), 2736. https://doi.org/10.3390/app15052736

[13] Senić, A., Simić, N., Dobrodolac, M., Stojadinović, Z. (2025c). Risk prediction in road infrastructure projects considering project complexity coefficients. Promet – Traffic&Transportation, 37(6), 1441–1457. https://doi.org/10.7307/ptt.v37i6.1078

[14] Shane, J. S., Molenaar, K. R., Anderson, S., Schexnayder, C. (2009). Construction project cost escalation factors. Journal of Management in Engineering, 25(4), 221–229. https://doi.org/10.1061/(ASCE)0742-597X(2009)25:4(221)

[15] Trifunović, A., Senić, A., Lazarević, D. (2026). Risk assessment in road work zones using artificial intelligence, expert evaluation, and driver surveys. In: Kentera, S., Keković, Z., Čaleta, D. (eds.), Building Resilience in a Dynamic Critical Infrastructure Landscape: Cross-Sectoral Challenges. Springer, Cham, 63–73. https://doi.org/10.1007/978-3-032-04383-2_5

UDK:

ИНДИРЕКТНИ ПОКАЗАТЕЉИ СТАЊА БЕЗБЈЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА У РЕПУБЛИЦИ СРПСКОЈ У ПЕРИОДУ 2024. И 2025. ГОДИНЕ

INDIRECT ROAD SAFETY PERFORMANCE INDICATORS IN THE REPUBLIKA SRPSKA FOR 2024 AND 2025

Раденка Ћекић[1], Радован Вишковић[2], Горан Бошњак[3], Милан Илић[4], Марина Роквић-Миљковић[5]

Резиме: Безбједност саобраћаја представља један од значајних елемената одрживог развоја саобраћајног система Републике Српске. Након истека периода важења претходне Стратегије безбједности саобраћаја, указала се потреба за евалуацијом постигнутих резултата и свеобухватним сагледавањем стања безбједности саобраћаја као основе за дефинисање нових стратешких циљева и приоритета. Предмет овог рада је анализа индиректних показатеља стања безбједности саобраћаја у Републици Српској, који се утврђују на основу мјерења индикатора перформанси безбједности саобраћаја. Кроз анализу резултата мјерења индикатора сагледано је стање у појединим областима безбједности саобраћаја, са посебним освртом на понашање учесника у саобраћају и друге факторе који непосредно утичу на ниво ризика у саобраћајном систему. Добијени резултати омогућавају објективније сагледавање стања безбједности саобраћаја и идентификовање области у којима је неопходно предузети додатне мјере и активности. У раду се резултати мјерења индикатора перформанси посматрају и у контексту нове Стратегије безбједности саобраћаја на путевима Републике Српске за период од 2026. до 2035. године, посебно са аспекта дефинисаних стратешких циљева, приоритетних области и планираних мјера. Анализа индиректних показатеља представља значајну основу за праћење промјена у систему безбједности саобраћаја, усмјеравање превентивних активности и оцјену ефеката мјера предвиђених новом Стратегијом. На овај начин обезбјеђује се континуирано праћење стања безбједности саобраћаја и стварају услови за ефикасније управљање ризицима у саобраћајном систему Републике Српске.

Кључне ријечи: безбједност саобраћаја, Република Српска, индиректни показатељи, индикатори перформанси безбједности саобраћаја, стратегија безбједности саобраћаја.

Abstract: Road traffic safety represents one of the important elements of the sustainable development of the transport system of the Republic of Srpska. Following the expiration of the previous Road Traffic Safety Strategy, there was a need to evaluate the results achieved and to comprehensively assess the state of road traffic safety as a basis for defining new strategic goals and priorities.

The subject of this paper is the analysis of indirect indicators of the state of road traffic safety in the Republic of Srpska, which are determined based on measurements of road safety performance indicators. Through the analysis of the indicator measurement results, the state of road traffic safety in specific areas was assessed, with particular emphasis on the behaviour of road users and other factors that directly affect the level of risk within the transport system.

The obtained results enable a more objective assessment of the state of road traffic safety and the identification of areas in which additional measures and activities are required. The paper also considers the results of road safety performance indicator measurements in the context of the new Road Traffic Safety Strategy for the Republic of Srpska for the period 2026–2035, particularly from the perspective of the defined strategic goals, priority areas, and planned measures.

The analysis of indirect indicators provides an important basis for monitoring changes in the road traffic safety system, directing preventive activities, and evaluating the effects of the measures envisaged by the new Strategy. In this way, continuous monitoring of the state of road traffic safety is ensured, creating conditions for more effective risk management within the transport system of the Republic of Srpska.

Keywords: road traffic safety, Republic of Srpska, indirect indicators, road safety performance indicators, road traffic safety strategy

[1] Виши стручни сарадник за рад са јединицама локалне самоуправе, Ћекић Раденка, дипл. инж. саобраћаја, Агенција за безбједност саобраћаја Републике Српске, Змај Јовина 18, Бања Лука, Република Српска, bjelosevicradenka@gmail.com

[2] Редовни професор, Вишковић Радован, дипл. инж. саобраћаја), Аутопутеви Републике Српске, Васе Пелагића 10, Бања Лука, Република Српска, radovan.viskovic@autoputevirs.com

[3] Руководилац за возаче, путеве и возила, Бошњак Горан, дипл. инж. саобраћаја, Агенција за безбједност саобраћаја Републике Српске, Змај Јовина 18, Бања Лука, Република Српска, g.bosnjak@absrs.org

[4] Начелик одјељења за послове унапређења безбједности саобраћаја, планирање, анализе и статистике, Илић Милан, дипл. инж. саобраћаја, Агенција за безбједност саобраћаја Републике Српске, Змај Јовина 18, Бања Лука, Република Српска, m.ilic@absrs.org

[5] Замјеник директора, Роквић-Миљковић Марина, дипл. инж. саобраћаја, Агенција за безбједност саобраћаја Републике Српске, Змај Јовина 18, Бања Лука, Република Српска, m.rmiljkovic@absrs.org

1. УВОД

Саобраћајне незгоде и њихове посљедице представљају значајан друштвени проблем, чије се смањење може постићи само систематичним, континуираним и координисаним дјеловањем свих субјеката одговорних за безбједност саобраћаја. Ефикасно управљање безбједношћу саобраћаја подразумијева успостављање одговарајућег институционалног и нормативног оквира, јасно дефинисање стратешких циљева, спровођење планираних мјера, као и континуирано праћење стања и ефеката предузетих активности.

У Републици Српској су у претходном периоду направљени значајни кораци у изградњи система управљања безбједношћу саобраћаја. Усвојен је Закон о безбједности саобраћаја на путевима Републике Српске (ЗОБС РС, 2021), формиран Савјет за безбједност саобраћаја, те донесена Стратегија безбједности саобраћаја на путевима Републике Српске за период 2026–2035. године (СБС, 2026). Реализација стратешких циљева била је подржана Програмима безбједности саобраћаја за периоде 2013–2018. и 2019–2022. године. Поред наведеног, успостављена је национална Методологија за мјерење индикатора безбједности саобраћаја, а до 2022. године реализована су три свеобухватна мјерења индикатора перформанси безбједности саобраћаја (Методологија, 2017).

Успостављање система за мјерење индикатора перформанси безбједности саобраћаја представља значајан корак у развоју савременог система управљања безбједношћу саобраћаја. За разлику од показатеља који се заснивају на посљедицама саобраћајних незгода, индикатори перформанси омогућавају праћење фактора који су повезани са настанком ризика у саобраћају и на тај начин обезбјеђују благовремене информације о стању појединих елемената система безбједности саобраћаја. Резултати њиховог мјерења могу се користити за формирање индиректних показатеља стања безбједности саобраћаја, идентификовање критичних области и усмјеравање мјера превентивног дјеловања.

Истеком периода важења Стратегије за период 2013–2022. године, приступило се дефинисању нових стратешких опредјељења, која су обухваћена Стратегијом безбједности саобраћаја на путевима Републике Српске за период од 2026. до 2035. године. Нова Стратегија представља оквир за даље унапређење система безбједности саобраћаја, при чему континуирано праћење индикатора перформанси има значајну улогу у оцјени стања, дефинисању приоритета и праћењу остваривања постављених циљева.

Стратегијом безбједности саобраћаја на путевима Републике Српске за период 2013–2022. године били су постављени јасни циљеви, који су се првенствено односили на смањење броја погинулих лица и друштвено-економских посљедица саобраћајних незгода. Било је планирано да се број погинулих лица до 2022. године смањи за 50% у односу на 2011. годину, док је за исти десетогодишњи период било предвиђено смањење укупних друштвено-економских трошкова саобраћајних незгода за приближно 582 милиона КМ.

Анализа остварених резултата показала је да постављени циљеви нису у потпуности реализовани. Због тога је у наредном периоду потребно наставити са јачањем система управљања безбједношћу саобраћаја и обезбиједити његову финансијску одрживост на републичком и локалном нивоу. Истовремено, неопходно је континуирано пратити саобраћајне незгоде и њихове посљедице, друштвено-економске трошкове, индикаторе безбједности саобраћаја, као и ставове учесника у саобраћају.

Посебну пажњу потребно је усмјерити на превентивне и репресивне активности у областима које представљају значајне факторе ризика, прије свега брзине, алкохола и употребе сигурносног појаса. Поред тога, неопходно је јачати улогу јединица локалне самоуправе у унапређењу безбједности саобраћаја, као и капацитете управљача путева за управљање безбједношћу саобраћаја. Значајан дио активности треба усмјерити и на систематично откривање и отклањање опасних мјеста и дионица на путној мрежи.

У области безбједности возила потребно је наставити активности усмјерене на смањење просјечне старости возног парка и досљедно спровођење прописа који се односе на хомологацију резервних дијелова и опреме. Истовремено, потребно је унапређивати систем евидентирања лица која се збрињавају и лијече због повреда насталих у саобраћајним незгодама, како би се обезбиједили квалитетнији подаци за праћење и анализу посљедица саобраћајних незгода.

Свјесне значаја проблема безбједности саобраћаја и потребе за предузимањем конкретних активности, државе широм свијета су на Генералној скупштини Уједињених нација једногласно усвојиле Резолуцију 74/299 (Резолуција, 2020), којом је проглашена друга Декада акције за безбједност на путевима за период 2021–2030. године. Као основни циљ ове иницијативе постављено је смањење броја погинулих и повријеђених лица у саобраћајним незгодама за најмање 50% током наведеног периода. Ради подршке остварењу овог циља израђен је Глобални план за Декаду акције за безбједност на путевима 2021–2030, којим су дефинисане кључне активности и приступи неопходни за унапређење безбједности саобраћаја и постизање постављених циљева (WHO, 2022).

Предмет истраживања у овом раду јесте сагледавање нивоа безбједности саобраћаја у Републици Српској кроз анализу резултата мјерења индикатора перформанси безбједности саобраћаја, након завршетка периода важења претходне Стратегије. Посебан фокус усмјерен је на индиректне показатеље, који омогућавају оцјену појединих фактора ризика и сагледавање промјена остварених у односу на претходни период.

Циљ истраживања је да се на основу добијених резултата утврди тренутно стање у појединим областима безбједности саобраћаја, сагледају промјене у односу на раније резултате мјерења и критички анализирају ефекти активности спроведених у претходном стратешком периоду. Добијени резултати треба да допринесу бољем разумијевању постојећих проблема и представљају основу за даље праћење индикатора перформанси, као и за усмјеравање активности у области безбједности саобраћаја у периоду обухваћеном новом Стратегијом.

2. МЕТОД ИСТРАЖИВАЊА

Истраживање је засновано на подацима о индикаторима перформанси безбједности саобраћаја добијеним на основу континуираних годишњих мјерења спроведених на подручју Републике Српске у периоду од 2021. до 2025. године. Мјерења су реализована у складу са званично усвојеном Методологијом за мјерење индикатора безбједности саобраћаја, а коришћени су подаци објављени у извјештајима Агенције за безбједност саобраћаја Републике Српске (АБС РС, 2024 и АБС РС, 2025).

У обради података примијењене су методе анализе и компарације, при чему су резултати мјерења посматрани по годинама и према појединим индикаторима перформанси безбједности саобраћаја. На основу добијених резултата анализиране су промјене индикатора током посматраног периода и утврђени индиректни показатељи стања безбједности саобраћаја. Резултати су додатно сагледани у контексту циљева и приоритетних области дефинисаних Стратегијом безбједности саобраћаја на путевима Републике Српске за период 2026–2035. године.

3. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

Резултати истраживања засновани су на подацима добијеним континуираним мјерењем индикатора перформанси безбједности саобраћаја на подручју Републике Српске у периоду 2024–2025. године. Анализом вриједности индикатора по годинама омогућено је праћење промјена у појединим областима безбједности саобраћаја и формирање индиректних показатеља који пружају додатни увид у стање система. Посматрање вишегодишњег тренда омогућава да се утврди да ли су промјене у појединим индикаторима биле позитивне, негативне или без значајнијих осцилација, као и да се идентификују области у којима је постигнут одређени напредак и области које и даље представљају значајан фактор ризика. Значај овакве анализе посебно долази до изражаја у контексту истека претходне Стратегије безбједности саобраћаја и почетка примјене Стратегије за период 2026–2035. године, јер резултати мјерења представљају основу за праћење стања и оцјену промјена у односу на претходни период. Истовремено, добијени резултати омогућавају да се поједини фактори ризика сагледају прије њиховог испољавања кроз посљедице саобраћајних незгода, што потврђује значај индикатора перформанси као инструмента за превентивно и проактивно управљање безбједношћу саобраћаја.

3.1. Индиректни показатељи безбједности саобраћаја

Анализа индикатора перформанси безбједности саобраћаја за 2024. и 2025. годину омогућава сагледавање промјена у понашању учесника у саобраћају и идентификовање области у којима је у посматраном периоду дошло до побољшања, стагнације или погоршања стања. Упоредна анализа заснована је на укупним вриједностима индикатора за Републику Српску, уз додатно разматрање разлика између појединих полицијских управа.

Посматрано у цјелини, резултати показују да је у периоду 2024–2025. године дошло до позитивних промјена код већег броја индикатора који се односе на прекорачење дозвољене брзине, употребу мобилног телефона код појединих категорија возача, употребу заштитних система за дјецу до три године, употребу сигурносног појаса код возача тешких теретних возила и аутобуса, као и учешће алкохолисаних возача у посматраном узорку. Истовремено, поједини индикатори и даље показују неповољно стање, посебно употреба сигурносних система код дјеце старије од три године, употреба сигурносног појаса на задњем сједишту, употреба мобилног телефона код професионалних возача и прекорачење дозвољене брзине.

Табела 1. *Упоредни приказ индикатора перформанси безбједности саобраћаја у Републици Српској за 2024. и 2025. годину*

Индикатор	2024.	2025.	Промјена, п.п.	Релативна промјена	Оцјена промјене
Употреба сигурносног појаса – возачи путничких аутомобила	67,5%	68,0%	+0,5	+0,7%	Незнатно повећање
Употреба сигурносног појаса – предња сједишта	66,9%	67,8%	+0,9	+1,3%	Незнатно повећање
Употреба сигурносног појаса – задња сједишта	23,9%	22,9%	-1	-4,2	Незнатно смањење
Заштитни системи за дјецу до 3 године	77,9%	85,7%	+7,8	+10,0%	Значајно повећање
Заштитни системи за дјецу 3–12 година	22,4%	23,0%	+0,6	+2,7%	Незнатно повећање
Заштитни системи за дјецу до 12 година	44,6%	48,6%	+4,0	+9,0%	Повећање
Употреба мобилног телефона – путничка и доставна возила до 3,5 t	12,6%	9,5%	−3,1	−24,6%	Смањење
Употреба сигурносног појаса – возачи ТТВ >3,5 t	43,2%	51,8%	+8,6	+19,9%	Значајно повећање
Употреба сигурносног појаса – предња сједишта ТТВ >3,5 t	43,2%	51,8%	+8,6	+19,9%	Значајно повећање
Употреба мобилног телефона – возачи ТТВ >3,5 t	16,3%	12,6%	−3,7	−22,7%	Смањење
Употреба сигурносног појаса – возачи аутобуса	26,1%	41,0%	+14,9	+57,1%	Изражено повећање
Употреба мобилног телефона – возачи аутобуса	12,9%	11,8%	−1,1	−8,5%	Смањење
Прекорачење ограничења брзине – путничка и доставна возила до 3,5 t	39,5%	28,4%	−11,1	−28,1%	Значајно смањење
Прекорачење ограничења брзине – у насељу	46,3%	21,1%	−25,2	−54,4%	Веома значајно смањење
Прекорачење ограничења брзине – ван насеља	40,6%	32,3%	−8,3	−20,4%	Значајно смањење
Прекорачење ограничења брзине >10 km/h – путничка и доставна возила до 3,5 t	18,5%	12,1%	−6,4	−34,6%	Значајно смањење
Прекорачење ограничења брзине – ТТВ >3,5 t	31,3%	15,1%	−16,2	−51,8%	Веома значајно смањење

Прекорачење ограничења брзине >10 km/h – ТТВ >3,5 t	6,3%	3,1%	-3,2	-50,8%	Веома значајно смањење
Прекорачење ограничења брзине – аутобуси	19,5%	5,2%	−14,3	−73,3%	Веома значајно смањење
Алкохолисани возачи – укупно	1,1%	0,8%	−0,3	−27,3%	Смањење
Алкохолисани возачи – у насељу	1,2%	1,2%	0,0	0,0%	Без промјене
Алкохолисани возачи – ван насеља	1,1%	0,4%	−0,7	−63,6%	Значајно смањење

Напомена: п.п. – процентни поени; релативна промјена израчуната је у односу на вриједност индикатора у 2024. години.

На основу приказаних резултата може се уочити да је у периоду 2024–2025. године код већег броја индикатора дошло до промјене у повољном смјеру. Најизраженије промјене регистроване су код индикатора који се односе на прекорачење дозвољене брзине. Укупно прекорачење брзине код путничких аутомобила и доставних возила до 3,5 t смањено је за 11,1 процентни поен, док је код тешких теретних возила смањење износило 16,2 процентна поена. Посебно се издвајају резултати за аутобусе, код којих је вриједност индикатора смањена са 19,5% на 5,2%.

Позитивна промјена уочава се и код употребе заштитних система за дјецу до три године, гдје је степен употребе повећан за 7,8 процентних поена. Међутим, знатно мањи помак остварен је код дјеце узраста од 3 до 12 година, код којих је индикатор повећан са 22,4% на 23,0%. Ова разлика указује да побољшање употребе заштитних система није равномјерно распоређено по старосним категоријама.

Код ризичних понашања забиљежено је смањење употребе мобилног телефона током вожње. Код возача путничких аутомобила и доставних возила до 3,5 t вриједност је смањена за 3,1 процентни поен, док је код возача ТТВ смањење износило 3,7 процентних поена. Ипак, чињеница да индикатор употребе мобилног телефона код професионалних возача и даље припада високој класи показује да је ово питање и даље значајно са аспекта управљања ризиком.

Употреба сигурносног појаса код професионалних возача показује позитивнији тренд. Код возача ТТВ вриједност је повећана за 8,6 процентних поена, док је код возача аутобуса повећање износило 14,9 процентних поена. Ипак, упркос релативно великом повећању, апсолутне вриједности код аутобуса и даље су ниске, што указује да је потребно посматрати и апсолутни ниво индикатора, а не само његову годишњу промјену.

Коначно, укупна вриједност индикатора алкохолисаних возача смањена је са 1,1% на 0,8%, док је на путевима ван насеља забиљежено још израженије смањење. Насупрот томе, у насељима је вриједност остала непромијењена и износила је 1,2% у обје посматране године.

У методолошком смислу, важно је нагласити да позитиван смјер промјене не значи нужно и достизање задовољавајућег нивоа индикатора. На примјер, смањење употребе мобилног телефона или прекорачења брзине представља повољну промјену, али ако преостала вриједност индикатора и даље припада високој класи, то указује на постојање континуираног ризика. Исто тако, повећање употребе сигурносног појаса или дјечијих заштитних система треба посматрати у односу на достигнути ниво, а не само у односу на претходну годину.

3.1.1. Употреба сигурносног појаса

Укупни степен употребе сигурносног појаса код возача путничких аутомобила у 2025. години износио је 68,0%, што представља незнатно повећање у односу на 67,5% у 2024. години. Апсолутна промјена износила је 0,5 процентних поена, односно релативно повећање од приближно 0,7%. Иако је промјена мала, резултат указује на извјесну стабилизацију овог индикатора након нижег нивоа измјереног у 2024. години.

На нивоу полицијских управа, у 2025. години највећа вриједност забиљежена је у ПУ Бијељина (76,6%), затим у ПУ Градишка (75,8%) и ПУ Бањалука (75,1%). Најниже вриједности регистроване су у ПУ Мркоњић Град (55,4%) и ПУ Требиње (56,0%). У поређењу са 2024. годином, када су међу највишим вриједностима биле оне у ПУ Бањалука (76,5%) и ПУ Зворник (74,0%), може се уочити промјена

структуре полицијских управа са највишим измјереним вриједностима. Истовремено, ПУ Требиње и ПУ Мркоњић Град и даље се налазе међу подручјима са нижим степеном употребе појаса, што указује на постојање трајнијих регионалних разлика.

Код сувозача у путничким аутомобилима у 2025. години највиши степен употребе сигурносног појаса забиљежен је у ПУ Зворник, Бањалука, Градишка и Бијељина, са вриједностима између 70% и 75%, док су најниже вриједности забиљежене у ПУ Требиње, Источно Сарајево и Мркоњић Град. Оваква просторна расподјела у значајној мјери одговара резултатима добијеним за возаче, што указује на повезаност понашања возача и путника у истом возилу. Међутим, за утврђивање узрочно-посљедичне везе потребна су додатна истраживања која би контролисала остале факторе који могу утицати на понашање путника.

Обједињени индикатор употребе сигурносног појаса на предњем сједишту у 2025. години такође показује извјесно побољшање. Највише вриједности забиљежене су у ПУ Градишка, Бијељина, Бањалука и Зворник, док су најниже вриједности регистроване у ПУ Требиње (55,3%) и ПУ Мркоњић Град (56,6%). У односу на 2024. годину дошло је до незнатног повећања укупне вриједности овог индикатора. Ипак, чињеница да ниједна полицијска управа није достигла вриједност од 80% указује да употреба сигурносног појаса на предњем сједишту и даље представља област у којој постоји простор за унапређење. Подаци употребе сигурносног појаса на предњем сједишту на нивоу Републике Српске указују да је, упоређујући 2024. са 2025. годином, дошло до незнатног повећања од 1.3%.

Посебно неповољни резултати добијени су код употребе сигурносног појаса на задњем сједишту. Највише вриједности у 2025. години забиљежене су у ПУ Бањалука (26,3%), Фоча (24,2%) и Добој (24,0%). У односу на 2024. годину, када су највише вриједности биле регистроване у ПУ Бањалука (42,7%), Приједор (28,6%) и Источно Сарајево (28,6%), уочава се пад код највећег броја посматраних подручја. Овај резултат је нарочито значајан јер су вриједности индикатора и даље знатно испод 50%. Подаци употребе сигурносног појаса на задњем сједишту на нивоу Републике Српске указују да је, упоређујући 2024. са 2025. годином, дошло до незнатног смањења од 4.2%.

При интерпретацији овог индикатора неопходно је имати у виду да посматрани узорак обухвата и дјецу и одрасле путнике на задњем сједишту. Због тога се резултат не може директно тумачити као показатељ употребе појаса само код одраслих путника, нити се на основу њега може изводити закључак о понашању појединачних старосних категорија.

3.1.2. Употреба заштитних система за дјецу

Употреба заштитних система код дјеце до три године представља један од индикатора код којих је у периоду 2024–2025. године остварена израженија позитивна промјена. Укупна вриједност индикатора повећана је са 77,9% у 2024. години на 85,7% у 2025. години. Апсолутно повећање износи 7,8 процентних поена, док је релативно повећање приближно 10,0%.

У 2025. години највише вриједности забиљежене су у ПУ Градишка, Добој, Бањалука и Бијељина, са вриједностима близу 90%, док су најниже регистроване у ПУ Зворник и Требиње. У односу на 2024. годину, укупни резултат показује значајно побољшање и прелазак у вишу класу вриједности према дефинисаној класификацији. Ипак, у односу на највише нивое употребе заштитних система који се наводе у референтним поређењима, овај индикатор и даље оставља простор за даље унапређење.

Другачија слика добија се код дјеце узраста од 3 до 12 година. Укупна вриједност индикатора повећана је са 22,4% у 2024. години на 23,0% у 2025. години, што представља повећање од свега 0,6 процентних поена, односно око 2,7%. Дакле, упркос позитивном смјеру промјене, ниво употребе заштитних система у овој старосној групи остао је практично непромијењен.

У 2025. години највеће вриједности овог индикатора забиљежене су у ПУ Требиње (28,1%), Зворник (26,5%) и Фоча (25,6%), док је најнижа вриједност регистрована у ПУ Бањалука (18,2%). Ови резултати показују да проблем употребе одговарајућих заштитних система код дјеце старије од три године није ограничен на једно подручје, већ је присутан на нивоу већег броја полицијских управа.

Када се посматра обједињени индикатор употребе заштитних система код дјеце до 12 година, укупна вриједност повећана је са 44,6% у 2024. години на 48,6% у 2025. години. Повећање од 4,0 процентна поена, односно приближно 9,0%, указује на позитиван помак. Међутим, према дефинисаним класама, овај индикатор и даље припада категорији „веома ниске вриједности“. То показује да је побољшање у 2025. години било недовољно да промијени општу оцјену стања ове области.

3.1.3. Употреба мобилног телефона током вожње

Укупна вриједност индикатора употребе мобилног телефона код возача путничких аутомобила и доставних возила до 3,5 t смањена је са 12,6% у 2024. години на 9,5% у 2025. години. То представља смањење од 3,1 процентни поен, односно приближно 24,6%.

На нивоу полицијских управа, у 2025. години највише вриједности забиљежене су у ПУ Зворник (10,2%) и Бањалука (9,6%). Иако је укупна вриједност на нивоу Републике Српске смањена, присуство употребе мобилног телефона код приближно једног од десет посматраних возача указује на то да је овај облик ризичног понашања и даље присутан.

Код возача тешких теретних возила преко 3,5 t укупна вриједност индикатора смањена је са 16,3% у 2024. години на 12,6% у 2025. години, што представља смањење од 3,7 процентних поена, односно приближно 22,7%. Највиша вриједност у 2025. години забиљежена је у ПУ Добој (22,4%), а затим у ПУ Бијељина (14,5%).

И поред смањења, вриједност од 12,6% и даље припада класи „врло висока вриједност“. Посматрано са аспекта безбједности саобраћаја, овај резултат је значајан јер употреба мобилног телефона током управљања возилом представља фактор који може утицати на пажњу и способност правовременог реаговања возача. Истовремено, регионалне разлике указују на потребу да се резултати посматрају и на нивоу појединачних полицијских управа.

Код возача аутобуса такође је забиљежено смањење овог индикатора, са 12,9% у 2024. години на 11,8% у 2025. години. Смањење од 1,1 процентни поен, односно око 8,5%, није промијенило класификацију индикатора, који и даље припада класи „врло висока вриједност“.

3.1.4. Употреба сигурносног појаса код професионалних возача

Код возача тешких теретних возила преко 3,5 t уочава се израженије повећање употребе сигурносног појаса. Укупна вриједност индикатора повећана је са 43,2% у 2024. години на 51,8% у 2025. години, што представља повећање од 8,6 процентних поена, односно приближно 19,9%.

Највеће вриједности у 2025. години забиљежене су у ПУ Приједор (65,7%) и Требиње (62,1%), док су најниже вриједности регистроване у ПУ Зворник (39,2%) и Источно Сарајево (44,4%). У односу на 2024. годину, повећање је забиљежено и на подручјима која су претходно имала ниже вриједности, што представља важну промјену у структури овог индикатора.

Због малог броја посматраних сувозача у тешким теретним возилима, вриједност индикатора употребе сигурносног појаса на предњем сједишту једнака је вриједности индикатора за возаче. Сходно томе, и код овог индикатора је забиљежен пораст са 43,2% на 51,8%.

Код возача аутобуса укупна вриједност употребе сигурносног појаса повећана је са 26,1% у 2024. години на 41,0% у 2025. години. То је повећање од 14,9 процентних поена, односно приближно 57,1%, што представља најизраженију позитивну промјену међу посматраним индикаторима употребе сигурносног појаса професионалних возача. Ипак, према наведеној класификацији, индикатор и даље припада класи „веома ниске вриједности“, што показује да повећање није довољно да се постигне висок степен употребе сигурносног појаса.

3.1.5. Прекорачење дозвољене брзине

Једна од најзначајнијих промјена у периоду 2024–2025. године односи се на прекорачење дозвољене брзине код путничких аутомобила и доставних возила до 3,5 t. Укупна вриједност индикатора смањена је са 39,5% у 2024. години на 28,4% у 2025. години. То представља смањење од 11,1 процентних поена, односно приближно 28,1%.

Смањење је регистровано и у насељу и ван насеља. На путевима у насељу вриједност индикатора смањена је са 46,3% на 21,1%, што представља пад од 25,2 процентна поена, односно приближно 54,4%. На путевима ван насеља вриједност је смањена са 40,6% на 32,3%, односно за 8,3 процентна поена или око 20,4%.

У 2025. години највеће вриједности у полицијским управама забиљежене су у ПУ Зворник (40,4%) и Требиње (38,7%), док су најниже регистроване у ПУ Фоча (16,4%) и Приједор (18,4%). У поређењу са 2024. годином, смањење је изражено и у подручјима која су претходно имала високе вриједности.

Додатно значајан показатељ представља прекорачење ограничења брзине за више од 10 km/h. Укупна вриједност овог индикатора смањена је са 18,5% у 2024. години на 12,1% у 2025. години, што представља пад од 6,4 процентна поена, односно приближно 34,6%. Смањење је забиљежено у свим полицијским управама наведеним у анализи.

Највеће вриједности у 2025. години имале су ПУ Бијељина (14,1%) и Мркоњић Град (13,9%), док су најниже регистроване у ПУ Градишка (8,0%) и Приједор (8,1%). Иако је укупна вриједност значајно смањена, према дефинисаној класификацији овај индикатор и даље припада класи „врло високе вриједности“.

Код тешких теретних возила преко 3,5 t укупна вриједност прекорачења дозвољене брзине смањена је са 31,3% у 2024. години на 15,1% у 2025. години. Смањење износи 16,2 процентна поена, односно приближно 51,8%. Највише вриједности у 2025. години регистроване су у ПУ Зворник (19,4%) и Мркоњић Град (18,6%), док су најниже забиљежене у ПУ Фоча (6 односно прекорачења за више од 10 km/h, није остварена једнозначно позитивна промјена. На нивоу појединих полицијских управа забиљежено је повећање, посебно у ПУ Бијељина, гдје је вриједност повећана са 3,1% на 6,0%, и ПУ Требиње, са 0% на 5,1%. Ово указује да се смањење укупног процента прекорачења код ТТВ не може у потпуности тумачити као равномјерно смањење свихутобуса. Укупна вриједност прекорачења дозвољене брзине смањена је са 19,5% у 2024. години на 5,2% у 2025. години, што представља смањење од 14,3 процентна поена, односно приближно 73,3%. Према дефинисаним класама, индикатор је у 2025. години прешао из класе „веома високе“ у класу „ниске резултати индикатора брзине представљају једну од најзначајнијих промјена између двије посматране године. Ипак, чињеница да значајан дио возила и даље прекорачује дозвољену брзину, као и да су за поједине категорије возила вриједности и даље у високим класама, указује на потребу континуираног праће алкохолисаних возача“ смањена је са 1,1% у 2024. години на 0,8% у 2025. години. Апсолутно сма највеће вриједности овог индикатора забиљежене су у ПУ Мркоњић Град, Приједор и Бијељина, док су најниже вриједности регистроване у ПУ Зворник и Градишка. Упркос укупном смањењу, индикатор и даље припада класи „веома високе вриједности“, што указује да присуство алкохола код возача и даље представља значајан индима ван насеља забиљежено је израженије смањење, са 1,1% у 2024. години на 0,4% у 2025. години. Смањење од 0,7 процентних поена представља релативни пад од приближно 63,6%. Највиша вриједност у 2025. години забиљежена је у Пности саобраћаја показује да су промјене између 2024. и 2025. године различитог интензитета и смјера. Најизраженија побољшања регистрована су код индикатора који се односе на прекорачење дозвољене брзине, употребу заштитних система код дјеце до три године, употребу сигурносног појаса код возача тешких теретних возила и аутобуса, као и употребу мобилног телефона код возача путничких и доставних возила,,6%) и Градишка (7,1%).

Међутим, код тежих прекорачења, односно прекорачења за више од 10 km/h, није остварена једнозначно позитивна промјена. На нивоу појединих полицијских управа забиљежено је повећање, посебно у ПУ Бијељина, гдје је вриједност повећана са 3,1% на 6,0%, и ПУ Требиње, са 0% на 5,1%. Ово указује да се смањење укупног процента прекорачења код ТТВ не може у потпуности тумачити као равномјерно смањење свих облика прекорачења брзине. Подаци прекорачења ограничења брзине за више од 10 km/h за ТТВ преко 3,5 тоне на нивоу Републике Српске указују да је, упоређујући 2024. са 2025. годином, дошло до веома значајног смањења од 50,8%.

Најизраженија промјена регистрована је код аутобуса. Укупна вриједност прекорачења дозвољене брзине смањена је са 19,5% у 2024. години на 5,2% у 2025. години, што представља смањење од 14,3 процентна поена, односно приближно 73,3%. Према дефинисаним класама, индикатор је у 2025. години прешао из класе „веома високе“ у класу „ниске вриједности“.

У цјелини посматрано, резултати индикатора брзине представљају једну од најзначајнијих промјена између двије посматране године. Ипак, чињеница да значајан дио возила и даље прекорачује дозвољену брзину, као и да су за поједине категорије возила вриједности и даље у високим класама, указује на потребу континуираног праћења овог индикатора.

3.1.6. Алкохолисани возачи

Укупна вриједност индикатора „% алкохолисаних возача“ смањена је са 1,1% у 2024. години на 0,8% у 2025. години. Апсолутно смањење износи 0,3 процентна поена, односно приближно 27,3%.

У 2025. години највеће вриједности овог индикатора забиљежене су у ПУ Мркоњић Град, Приједор и Бијељина, док су најниже вриједности регистроване у ПУ Зворник и Градишка. Упркос укупном смањењу, индикатор и даље припада класи „веома високе вриједности“, што указује да присуство алкохола код возача и даље представља значајан индиректни показатељ ризика у саобраћајном систему.

На путевима у насељу укупна вриједност индикатора остала је непромијењена и износила је 1,2% у обје посматране године. Истовремено, дошло је до промјене на нивоу појединих полицијских управа. У 2025. години највише вриједности забиљежене су у ПУ Приједор (3,3%) и Бијељина (3,0%).

На путевима ван насеља забиљежено је израженије смањење, са 1,1% у 2024. години на 0,4% у 2025. години. Смањење од 0,7 процентних поена представља релативни пад од приближно 63,6%. Највиша вриједност у 2025. години забиљежена је у ПУ Источно Сарајево (1,7%).

3.2. Синтетичка дискусија резултата

Упоредна анализа индикатора перформанси безбједности саобраћаја показује да су промјене између 2024. и 2025. године различитог интензитета и смјера. Најизраженија побољшања регистрована су код индикатора који се односе на прекорачење дозвољене брзине, употребу заштитних система код дјеце до три године, употребу сигурносног појаса код возача тешких теретних возила и аутобуса, као и употребу мобилног телефона код возача путничких и доставних возила, ТТВ и аутобуса.

Посебно се издваја смањење прекорачења дозвољене брзине. Код путничких аутомобила и доставних возила до 3,5 t укупна вриједност индикатора смањена је за 28,1%, док је код ТТВ смањење износило приближно 51,8%. Код аутобуса је регистровано још израженије смањење, од приближно 73,3%. Ови резултати указују на значајну промјену измјереног понашања учесника у саобраћају у односу на претходну годину, али сами по себи не омогућавају утврђивање разлога за насталу промјену. За такво тумачење било би потребно анализирати и интензитет саобраћаја, структуру узорка, мјеста и вријеме мјерења, као и евентуалне промјене у спровођењу мјера контроле и превенције.

С друге стране, употреба сигурносног појаса на задњем сједишту и употреба заштитних система код дјеце од 3 до 12 година показују ограничен напредак. Укупна вриједност употребе заштитних система код дјеце од 3 до 12 година повећана је свега 0,6 процентних поена, док је употреба појаса на задњем сједишту према расположивим резултатима смањена у већини посматраних полицијских управа. То указује да су ове области и даље значајни изазови за унапређење безбједности саобраћајапске не одражава у потпуности просторне разлике. За бројне индикаторе постоје значајна одступања између полицијских управа, што указује на потребу да се приликом планирања мјера, поред укупних показатеља, посматрају и локалне специфичности. Међутим, на основу расположивих података није могуће поуздано утврдити у којој мјери су.

Посматрано по категоријама учесника, уочава се и да поједини облици ризичног понашања остају присутни код професионалних возача. Иако је употреба мобилног телефона код возача ТТВ смањена са 16,3% на 12,6%, као и код возача аутобуса са 12,9% на 11,8%, оба индикатора и даље припадају класи „врло високе вриједности“. Слично томе, употреба сигурносног појаса код возача аутобуса повећана је са 26,1% на 41,0%, али је и даље класификована као веома ниска.

Резултати такође показују да просјечна вриједност на нивоу Републике Српске не одражава у потпуности просторне разлике. За бројне индикаторе постоје значајна одступања између полицијских управа, што указује на потребу да се приликом планирања мјера, поред укупних показатеља, посматрају и локалне специфичности. Међутим, на основу расположивих података није могуће поуздано утврдити у којој мјери су разлике посљедица локалних карактеристика, различите структуре саобраћаја, услова на путној мрежи, начина мјерења или других фактора.

Са становишта праћења ефеката мјера безбједности саобраћаја, значајно је што се код више индикатора у 2025. години биљеже повољније вриједности него у 2024. години. Ипак, присуство високих или веома високих вриједности код појединих индикатора показује да побољшање није равномјерно распоређено на све области. Посебно се издвајају прекорачење брзине, употреба мобилног телефона, употреба сигурносних система код дјеце старије од три године и употреба сигурносног појаса на задњем сједишту.

Добијени резултати представљају значајну основу за праћење реализације стратешких циљева у наредном периоду. У контексту Стратегије безбједности саобраћаја на путевима Републике Српске за период 2026–2035. године, индикатори перформанси могу имати посебан значај као мјерљиви показатељи за праћење промјена у понашању учесника у саобраћају и процјену ефеката реализованих мјера. При томе је важно обезбиједити континуитет методологије мјерења како би поређење резултата у наредним годинама било поуздано и методолошки упоредиво.

Укупно посматрано, резултати за период 2024–2025. године показују истовремено постојање позитивних помака и области у којима је стање остало неповољно. Због тога се индикатори не могу посматрати изоловано, већ као међусобно повезан скуп показатеља који омогућава праћење понашања учесника у саобраћају и промјена у нивоу изложености ризику. Континуирано мјерење ових индикатора омогућава правовремено препознавање неповољних трендова, усмјеравање превентивних активности и праћење ефеката мјера безбједности саобраћаја у наредном стратешком периоду.

4. ЗАКЉУЧАК

Анализа индикатора перформанси безбједности саобраћаја за 2024. и 2025. годину показала је да су у посматраном периоду остварене промјене у више значајних области безбједности саобраћаја у Републици Српској. Посебно се издвајају повољнија кретања код прекорачења дозвољене брзине, употребе заштитних система за дјецу и употребе мобилног телефона током вожње, док је код појединих категорија професионалних возача уочено повећање употребе сигурносног појаса.

Истовремено, резултати указују да и даље постоје значајни ризици, посебно у погледу употребе сигурносног појаса на задњим сједиштима, употребе заштитних система код дјеце старијег узраста и употребе мобилног телефона током вожње. Уочене разлике између полицијских управа указују и на значај локалних специфичности у планирању и спровођењу мјера безбједности саобраћаја.

Добијени резултати потврђују значај континуираног мјерења индикатора перформанси као основе за праћење стања, препознавање приоритетних области и усмјеравање превентивних и других мјера. У том смислу, резултати мјерења из 2024. и 2025. године представљају значајну основу за праћење ефеката и реализације циљева нове Стратегије безбједности саобраћаја на путевима Републике Српске за период 2026–2035. године.

5. ЛИТЕРАТУРА

Агенција за безбједност саобраћаја Републике Српске, (2017). „МЕТОДОЛОГИЈА ЗА МЈЕРЕЊЕ И ПРАЋЕЊЕ ИНДИКАТОРА БЕЗБЈЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА У РЕПУБЛИЦИ СРПСКОЈ И ЊИХОВ ЗНАЧАЈ ЗА СТРАТЕШКО УПРАВЉАЊЕ БЕЗБЈЕДНОШЋУ САОБРАЋАЈА“. Носилац пројекта – Саобраћајни факултет Добој, Универзитет у Источном Сарајеву.

Агенција за безбједност саобраћаја Републике Српске, (2024). „МЈЕРЕЊЕ ИНДИКАТОРА БЕЗБЈЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА У РЕПУБЛИЦИ СРПСКОЈ ЗА 2024. ГОДИНУ“. Носилац пројекта - Саобраћајни факултет Добој, Универзитет у Источном Сарајеву.

Агенција за безбједност саобраћаја Републике Српске, (2025). „МЈЕРЕЊЕ ИНДИКАТОРА БЕЗБЈЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА У РЕПУБЛИЦИ СРПСКОЈ ЗА 2025. ГОДИНУс“. Наручилац пројекта - Агенција за безбједност саобраћаја Републике Српске (Министарство саобраћаја и веза РС), Носилац пројекта - Саобраћајни факултет Добој, Универзитет у Источном Сарајеву.

Министарство саобраћаја и веза Републике Српске (2026). Стратегија безбједности саобраћаја на путевима Републике Српске, 2026-2035.

Закон о безбједности саобраћаја Републике Српске. "Службени гласник Републике Српске" број 63/11 и 111/21.

World Health Organisation, 2020. Global Plan: Decade of Action for Road Safety 2021–2030.

UDK:

HIJERARHIJSKI NEURO-FAZI MODEL ZA DINAMIČKU EVALUACIJU KOMPETENCIJA, UČINKA I RIZIKA PROFESIONALNIH VOZAČA U BEZBEDNOSTI SAOBRAĆAJA

HIERARCHICAL NEURO-FUZZY MODEL FOR DYNAMIC EVALUATION OF PROFESSIONAL DRIVERS' COMPETENCIES, PERFORMANCE AND RISK IN ROAD SAFETY

Milorad Stefanović[1], Zoran Ž. Avramović[2], Pavle Gladović[3]

Rezime: Rad predstavlja hijerarhijski neuro-fazi model za dinamičku evaluaciju kompetencija, učinka i rizika profesionalnih vozača i povezuje njegove izlaze sa vremensko-prostornom izloženošću lokalne zajednice. Arhitektura obuhvata osam domena K1-K8, razvojni indeks i nekompenzaciona bezbednosna pravila, dok numerička demonstracija prikazuje vremensku promenu modelskog izlaza. Operativna empirijska provera zasniva se na pseudonimizovanim ODR, tahografskim i GNSS/FMS podacima za 211 putovanja, od kojih je 149 povezano sa 12 vozača. U ovom skupu neposredno je kvantifikovan rizik preko ODR relativnog pokazatelja; kompetencije i učinak prikazani su kao strukturni izlazi koji zahtevaju dodatne harmonizovane podatke za punu validaciju. Kontrafaktualna procena zasnovana na scenarijima za kombinovanu intervenciju S4 daje 11,43%, uz raspon analize osetljivosti 6,45-16,17%, dok ponovni proračun na 2.782,91 km ODR-GNSS preklopa daje 11,50%. To su deterministički izlazi pod zadatim pretpostavkama, a ne opaženo ili uzročno dokazano smanjenje rizika. Potpuna prediktivna validacija zahteva kalibraciju svih domena i longitudinalne podatke pre i posle intervencije.

Ključne reči: neuro-fazi model, kompetencije vozača, učinak vozača, dinamički rizik, telematika

Abstract: This paper presents a hierarchical neuro-fuzzy model for the dynamic evaluation of professional drivers' competencies, performance and risk, linking its outputs to the spatio-temporal exposure of the local community. The architecture comprises eight K1-K8 domains, a development index and non-compensatory safety rules, while a numerical demonstration shows the temporal change of the model output. Operational empirical testing uses pseudonymised ODR, tachograph and GNSS/FMS data for 211 trips, 149 of which were linked to 12 drivers. In this dataset, risk is directly quantified through an ODR-based relative indicator; competencies and performance are presented as structural outputs requiring additional harmonised data for full validation. A scenario-based counterfactual estimate for the combined S4 intervention yields 11.43%, with a sensitivity range of 6.45-16.17%, while recalculation across 2,782.91 km of ODR-GNSS overlap yields 11.50%. These are deterministic outputs under stated assumptions, not an observed or causally established risk reduction. Full predictive validation requires calibration of all domains and longitudinal pre/post-intervention data.

Keywords: neuro-fuzzy model, driver competencies, driver performance, dynamic risk, telematics

1. UVOD

Bezbednost saobraćaja u lokalnoj zajednici zavisi od infrastrukture, regulisanja, ponašanja učesnika i kvaliteta upravljanja transportnim procesom (Elvik i Vaa, 2004; ISO 39001, 2012; World Health Organization, 2023). Lokalni nivo neposredno povezuje potrebe građana sa ostvarivanjem javnih poslova (Prolović, 2012), pa posledice profesionalnog transporta treba posmatrati i izvan granica transportne organizacije. Deo rizika na koji organizacija može neposredno uticati nastaje kroz izbor vozača, raspodelu zadataka, obuku, tehnički nadzor i odluku kada i kojim prevoznim putem određeni vozač upravlja teretnim ili ADR vozilom. Kod prevoza opasnih materija posledice nepovoljnog događaja mogu obuhvatiti stanovništvo, infrastrukturu i životnu sredinu izvan samog vozila (UNECE, 2024).

Klasična evaluacija vozača najčešće je periodična i retrospektivna. Telematski izvori, uključujući ODR (Operating Data Recorder - snimač operativnih podataka) i GNSS/FMS (globalni navigacioni satelitski sistem/softver za upravljanje voznim parkom), omogućavaju kontinuirano registrovanje brzine, kočenja (učestalosti, inteziteta i trajanja), ABS/RSS intervencija i drugih pokazatelja koji se mogu koristiti kao surogatne mere bezbednosti, uz obaveznu kontrolu kvaliteta i konteksta (Toledo et al, 2008; Alrassy et al, 2023). Prethodni rad autora povezao je ODR pokazatelje sa operativnom ocenom i ciljanim merama prema vozaču (Stefanovic et al, 2026). Međutim, zbirna ocena nije dovoljna za potpunu procenu uticaja na lokalnu

[1] Milorad Stefanović, Panevropski univerzitet „APEIRON“, Fakultet informacionih tehnologija, Banja Luka, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina; e-mail: milorad.st.stefanovic@gmail.com
[2] Prof. emeritius dr Zoran Ž. Avramović, Univerzitet u Beogradu, Panevropski univerzitet „APEIRON“, Banja Luka, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina; e-mail: zoran.avramovic@sf.bg.ac.rs
[3] Prof. dr Pavle Gladović, Inženjerska akademija Srbije, Beograd, Republika Srbija; e-mail: anaipavle@gmail.com

zajednicu: isti profil vozača ne proizvodi isti nivo rizika pri različitom opterećenju vozila, prevoznom putu, delu dana i izloženosti drugih učesnika.

Cilj rada je da operacionalizuje hijerarhijski neuro-fazi model dinamičke evaluacije kompetencija, učinka i rizika profesionalnog vozača, prikaže njegovo vremenski zavisno zaključivanje i poveže raspoloživi empirijski izlaz rizika sa relativnim pokazateljem rizika lokalne zajednice. Istraživačko pitanje glasi: kako se heterogeni domenski pokazatelji i njihov vremenski trend prevode u objašnjiv modelski izlaz i koliko se teretom i izloženošću ponderisani relativni pokazatelj menja pod eksplicitnim scenarijima organizacionog upravljanja?

Doprinos rada je petostruk: (1) operacionalizuje osam domena K1-K8 prema kompetencijama, učinku i riziku; (2) numerički demonstrira dinamičko zaključivanje kroz razvojni indeks; (3) povezuje modelski rizik sa podacima putovanje-vozač i statusom opterećenja; (4) razdvaja evaluaciju, scenarijsku promenu ponašanja, upravljanje izloženošću i njihovu kombinaciju; i (5) uvodi GNSS segmentni proračun sa eksplicitnom kontrolom kvaliteta i obuhvata. Radna hipoteza se proverava kao interna konzistentnost modela i scenarijskog proračuna, a ne kao uzročni efekat stvarno sprovedene intervencije.

2. MATERIJAL I METODE

Svi identifikacioni podaci vozača, vozila, organizacije i tačnih mesta isporuke pseudonimizovani su pre analize i publikovanja, a potiču od pravilno struktuiranih i renomiranih prevozničkih preduzeća koja se bave prevozom opasnih materija.

2.1. Hijerarhijski neuro-fazi model dinamičkog rizika vozača

Polazni hijerarhijski model organizuje evaluaciju u osam funkcionalnih domena K1-K8. Pojedinačni indikatori prvo formiraju domenske fazi skorove, koji se zatim kombinuju sa trendom, stabilnošću, odzivom na prethodne mere, složenošću zadatka, kvalitetom podatka i uzročnom atribucijom. Model se oslanja na principe fazi skupova i adaptivnog neuro-fazi zaključivanja (Zadeh, 1965; Mamdani i Assilian, 1975; Jang, 1993), uz operacionalizaciju razvijenu u prethodnom radu autora (Stefanović, 2026). Kritični događaji se ne pripisuju automatski vozaču, a nekompenzaciona pravila sprečavaju da dobar prosek prikrije potvrđeno kritično odstupanje.

$$DR_{\mathrm{i}}(t) \;=\; F_NF[K_1 \ldots K_8, T, S, R, C, A, Q, H] \tag{1}$$

$DR_i(t)$ predstavlja normalizovani dinamički rizik vozača; T je trend, S stabilnost, R odziv na intervenciju, C složenost zadatka, A atribucija vozaču, Q kvalitet podatka, a H skup nekompenzacionih bezbednosnih uslova. Neuro-fazi komponenta omogućava kontinuirano učenje granica i težina, dok nekompenzaciona bezbednosna pravila sprečavaju da kritični događaji budu neutralisani dobrim prosečnim rezultatom u drugim domenima.

Tabela 1 prikazuje funkcionalnu dekompoziciju modela i vezu svakog domena K1-K8 sa reprezentativnim pokazateljima i izlaznim dimenzijama kompetencija, učinka i rizika.

Табела 1. *Hijerarhija domena K1-K8 i njihova uloga u modelu.*

Domen	Grupa kriterijuma	Reprezentativni pokazatelji	Primarni izlaz
K1	Regulatorna i bezbednosna usklađenost	zakoni, procedure, tahograf, incidenti	kompetencije / rizik
K2	Kognitivne, perceptivne i psihomotorne sposobnosti	pažnja, reakcija, situaciona procena	kompetencije
K3	Stil vožnje i operativni rizik	kočenja, brzina, ABS/RSS, obrasci rizika	rizik
K4	Tehnička i operativna osposobljenost	vozilo, prikolica, oprema, utovar/istovar	kompetencije
K5	Produktivnost, efikasnost i kvalitet	zadaci, rokovi, potrošnja, prazni km	učinak
K6	Odnos prema vozilu, opremi i troškovima	habanje, oštećenja, prijava nedostataka	učinak / rizik
K7	Profesionalno i organizaciono ponašanje	disciplina, integritet, saradnja, komunikacija	kompetencije
K8	Razvojni, mentorski i liderski potencijal	učenje, mentorstvo, inicijativa, unapređenja	razvoj

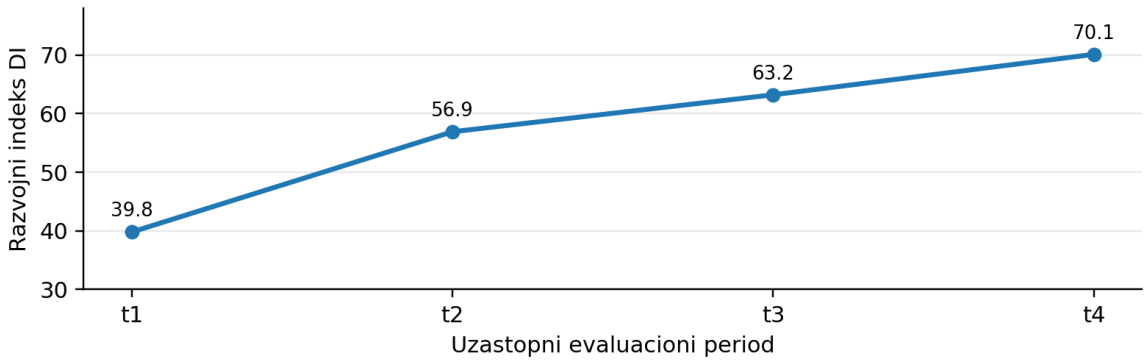
Na izlazu se odvojeno posmatraju kompetencijski profil (pretežno K1, K2, K4, K7 i K8), učinak (K5 i K6) i rizik (K3 uz bezbednosni doprinos K1 i K6). U raspoloživom BSLZ skupu neposredno je kvantifikovan rizik preko ODR surogata RP i njegovog prostorno-operativnog proširenja LCR*, dok su kompetencije i učinak strukturno operacionalizovani, ali nisu predstavljeni kao nezavisno validirani empirijski rezultati.

Tabela 2 daje reproduktivan demonstracioni primer dinamičkog zaključivanja. Za normalizovane ulaze L (trenutni nivo), T (trend), S (stabilnost), R (odziv na meru) i C (složenost uspešno izvršenih zadataka) koristi se razvojni indeks $DI = 0{,}35L + 0{,}20T + 0{,}20S + 0{,}15R + 0{,}10C$.

Табела 2. *Numerička demonstracija promene razvojnog indeksa kroz četiri evaluaciona perioda.*

Period	L	T	S	R	C	DI
t1	55	0	50	40	45	39,8
t2	60	55	58	55	50	56,9
t3	65	65	62	60	60	63,2
t4	70	75	68	70	65	70,1

Slika 1 vizuelno prikazuje da isti profesionalni profil nije statična kategorija: rast nivoa, pozitivnog trenda, stabilnosti i odziva pomera DI od 39,8 ka 70,1 kroz uzastopne periode.



Слика 2. *Ilustrativna dinamika razvojnog indeksa DI kroz četiri evaluaciona perioda. (Izvor: autor)*

Vrednosti u Tabeli 2 i na Slici 1 predstavljaju proveru izvršivosti i vremenske logike modela, a ne opažene vrednosti konkretnog vozača i ne ulaze u proračun 11,43-11,50%. Time se demonstracija kompletne arhitekture metodološki odvaja od empirijske ODR/GNSS provere dostupnog izlaza rizika.

U ovoj fazi nije sprovedena nezavisna prediktivna validacija kompletne funkcije F_NF, jer za svih osam domena nisu dostupni harmonizovani ulazi i ciljne oznake ishoda. Empirijska komponenta zato proverava izvodljivost povezivanja podataka i ponašanje operativnog ODR surogata RP, dok numerička demonstracija pokazuje način rada vremenski zavisnog neuro-fazi sloja. Puna validacija ostaje naredni istraživački korak.

2.2. Empirijska osnova i povezivanje vozača sa ODR podacima

Korišćena su dva komplementarna, potpuno pseudonimizovana empirijska nivoa i jedan replikacioni skup. Primarni skup vozilo_1 obuhvata 211 detaljnih ODR putovanja u periodu preklapanja 01.03–15.05.2026, ukupno 9.093,7 km. Vremenskim preklapanjem ODR putovanja sa intervalima korišćenja vozila, 149 putovanja povezano je sa 12 oznaka vozač_n; to predstavlja 70,6% putovanja i 81,2% pređenog puta. Tahografski podaci koriste se za proveru radnog i vremenskog konteksta, a geografski referencirani podaci o isporukama/istovarima za prostornu i operativnu interpretaciju.

Dodatni istorijski ODR kontekst za vozilo_1 obuhvata 562.701,4 km, 8.197 ukupnih i 600 detaljno evaluiranih putovanja. Zabeleženi su ponavljani bezbednosno relevantni obrasci kočenja, ABS/RSS intervencija i bočne dinamike. Nezavisni skup vozilo_2 obuhvata 75 putovanja i 9.706,1 km; 46 putovanja povezano je sa 14 pseudonimizovanih vozača i koristi se kao replikacioni sloj za proveru da se kombinacija individualnog i prostornog rizika javlja i u drugom operativnom uzorku.

Tabela 3 sistematizuje tri nivoa empirijske osnove prema obimu, nivou atribucije i ulozi u analizi, čime razdvaja primarni, istorijski i replikacioni skup.

Табела 3. *Empirijski skupovi korišćeni u radu.*

Skup	Obim	Nivo atribucije	Uloga u radu
A – vozilo_1 povezani	211 putovanja; 9.093,7 km; 149 povezanih	vozač_n + putovanje + status tereta	Primarna empirijska i scenarijska analiza
B – vozilo_1 istorijski	562.701,4 km; 8.197 putovanja; 600 detaljnih	Vozilo / putovanje	Dugoročna dubina i ponavljanje ODR obrazaca
C – vozilo_2 replikacija	75 putovanja; 9.706,1 km; 46 povezanih	vozač_n + putovanje + klasa prevoznog puta	Replikaciona provera izloženosti

2.3. Status tereta, isporuke i GNSS/FMS nagla kočenja

Rizik se ne tretira jednako u praznom, delimično opterećenom i opterećenom režimu putovanja. Na osnovu ODR opterećenja na početku putovanja izdvojeno je 3.836,9 km pod teretom, 618,2 km delimično opterećenog i 4.638,6 km praznog/skoro praznog režima. Povezano je 825 vremenski i geografski referenciranih događaja isporuke, grupisanih u 157 anonimnih zona_isporuke_n. GNSS/FMS nagla kočenja koriste se, kada su dostupna u istom vremenskom prozoru, kao nezavisan signal za ukrštanje sa ODR kočenjima i povećanje kvaliteta atribucije. Sva imena vozača, oznake vozila, naziv organizacije i mesta isporuke uklonjena su iz publikacionog skupa.

U početnoj fazi istraživanja, kilometražom ponderisana učestalost kočenja iznosi 50,83/100 km u praznom/skoro praznom režimu, 78,63/100 km pri delimičnom opterećenju i 45,57/100 km pod teretom. Razlika nije uzročni dokaz efekta opterećenja vozila, jer se razlikuju prevozni put, vozač, dužina putovanja i zadatak. Ona ipak pokazuje da status tereta treba eksplicitno uključiti u procenu. Delimično opterećenje se zato ne tretira kao linearna sredina između praznog i punog režima; mogući dinamički efekti pomeranja tečnosti predstavljaju fizički motiv za posebno modelovanje, a ne dokaz uzroka u posmatranom uzorku.

2.4. Kontinuirani GNSS trag i prostorno-vremenska izloženost

Za ovu fazu istraživanja korišćeni su dnevni GNSS zapisi praćenja oba pseudonimizovana vozila. Izvršni računski postupak (VBA) čita vremensku oznaku, identifikator vozila, brzinu, dnevnu kilometražu i koordinate; zatim proverava validnost tačaka, duplikate i nelogične skokove, računa dužinu uzastopnih segmenata Haversinusnom formulom[4] i vremenski ih povezuje sa ODR putovanjima. Ovakva integracija senzorskih, pozicionih i operativnih podataka sledi širu logiku digitalizovanih transportnih sistema i GIS podrške odlučivanju (Avramović i dr, 2019). Obrada je dala 75.005 validnih GNSS tačaka i 9.144,45 km za vozilo_1,

[4] Haversinusna funkcija, označena kao hav (θ), trigonometrijska funkcija definisana kao polovina versinusa θ i jednaka je kvadratu sinusa polovine tog ugla: $\mathrm{hav}\,(\theta) = \sin^2\left(\frac{\theta}{2}\right) = \frac{1-\cos(\theta)}{2}$. Koristi se u Haversinusnoj formuli za izračunavanje najkraćeg rastojanja između dve tačke na površini sfere (npr. vazdušne linije ili navigacijske trase na Zemlji) na osnovu njihovih geografskih širina i dužina. Pogodna je (istorijski i računski) jer izbegava greške zaokruživanja (gubitak signifikantnih cifara) pri izračunavanju malih uglova, što se dešavalo kod starijih formula sa kosinusima u sfernoj trigonometriji.

odnosno 105.971 tačku i 14.931,72 km za vozilo_2. Nije registrovan nijedan duplikat; označeno je 6, odnosno 40 nelogičnih GNSS skokova, koji su isključeni iz segmentne kilometraže.

Za vozilo_1 je sa vremenskim prozorima ODR putovanja povezano 2.782,91 km GNSS segmenata, što predstavlja 30,43% njegove GNSS kilometraže i 37,67% prethodno povezane ODR kilometraže. Od toga je 357,20 km povezano sa visokorizičnim putovanjima i ne-praznim statusom tereta, odnosno 39,90% odgovarajućih 895,2 km iz osnovnog proračuna. Ovaj delimični preklop predstavlja podskup za ponovni scenarijski proračun i mora se eksplicitno uzeti u obzir pri tumačenju rezultata kako bi se izbegla pristrasnost zbog selektivne vremenske pokrivenosti.

Na nivou GNSS segmenta koristi se $LCR^*_{\mathrm{s}} = RP_{\mathrm{k}} \cdot d_{\mathrm{s}} \cdot LF_{\mathrm{s}} \cdot EX_{\mathrm{st}}$, gde RP_{k} potiče iz ODR putovanja, d_{s} predstavlja validnu segmentnu kilometražu, LF_{s} faktor statusa tereta, a $EX_{\mathrm{s\,t}}$ relativni faktor izloženosti. U sadašnjoj operacionalizaciji vremenska komponenta obuhvata period dana i radni/vikend profil, dok prostorna komponenta ostaje neutralna (EX_prostor=1,00) do uvođenja validiranih geozona i lokalnih tokova vozila i ranjivih učesnika. Zato je rezultat GNSS-povezana i vremenski ponderisana provera scenarijskog proračuna, a ne potpuno GIS-kalibrisana procena.

2.5. Operacionalizacija empirijskog ODR relativnog pokazatelja rizika

Za reproduktivni proračun po putovanju *k* definisan je parcijalni ODR relativni pokazatelj rizika RP_{k} na skali 0-100 iz pokazatelja raspoloživih u ODR tabeli: učestalosti kočenja, intervencija ABS-a i RSS-a (nivo 1/2), maksimalne brzine i prosečnog kontrolnog pritiska. Ovaj pokazatelj nije jednak punoj neuro-fazi oceni DR; koristi se kao empirijski operativni surogat za scenarijsku analizu.

$$RP_{\mathrm{k}} = min(30, 15 \cdot BF_{\mathrm{k}}) + min(20, 5 \cdot ABS_{\mathrm{k}}) + min(20, 10 \cdot RSS1_{\mathrm{k}}) + min(20, 20 \cdot RSS2_{\mathrm{k}}) + min(5, 0{,}5 \cdot (Vmax_{\mathrm{k}} - 80)_{+}) + min(5, 10 \cdot (P_{\mathrm{k}} - 1{,}5)_{+}) \quad (2)$$

BF_{k} je broj kočenja po kilometru, a operator $(x)_{+} = \max(x,0)$. Prag RP≥17,8 odgovara 75. (sedamdeset petom) percentilu putovanja primarnog skupa sa potvrđenom atribucijom. To je empirijski operativni prag ovog uzorka, a ne univerzalna bezbednosna granica.

2.6. Statistički okvir i granice zaključivanja

Analiza razdvaja tri nivoa zaključivanja. Brojevi putovanja, kilometraže i događaja predstavljaju empirijsku deskripciju. Za proporcije sa poznatim brojiocem i imeniocem izračunati su 95% Wilsonovi intervali poverenja (Wilson, 1927). Pošto su putovanja umetnuta (ugnježđena) unutar malog broja vozila i vozača i nisu dobijena slučajnim uzorkovanjem, ovi intervali opisuju uzoračku neizvesnost pod binomnom pretpostavkom, ali ne omogućavaju populacionu generalizaciju. Vrednosti PCR predstavljaju determinističke izlaze kontrafaktualnih scenarija sa unapred zadatim parametrima; raspon 6,45-16,17% jeste interval analize osetljivosti, a ne statistički interval poverenja. Bez opažene intervencije i uporedivog kontrolnog ishoda ne procenjuje se uzročni efekat (Hernán i Robins, 2020).

2.7. Prostorno-operativna komponenta lokalne zajednice

U replikacionom modelu putovanja su klasifikovana prema relativnoj zahtevnosti prevoznog puta na srednju i visoku klasu. Anonimizovani prevozni put oznake prevozni_put_visok_1 obuhvata mešovito urbano/prigradsko okruženje, industrijsko-logističku zonu i regionalnu deonicu. Ova klasifikacija služi poređenju operativnih konteksta; precizna GIS segmentacija zahteva validirane prostorne zone i povezivanje GNSS tačaka sa putnom mrežom.

$$EX_{\mathrm{j}} = G(PD_{\mathrm{j}}, VRU_{\mathrm{j}}, INT_{\mathrm{j}}, URB_{\mathrm{j}}, TIME_{\mathrm{j}}, DG_{\mathrm{j}}) \quad (3)$$

PD označava gustinu stanovništva i aktivnosti; VRU prisustvo ranjivih učesnika u saobraćaju; INT gustinu konfliktnih tačaka i raskrsnica; URB urbanu složenost; TIME vremensku izloženost; a DG faktor mase vozila, tereta i opasnih materija. U replikacionom proračunu srednja klasa prevoznog puta ima relativni faktor 1,00, a visoka 1,35. Faktor služi samo analizi osetljivosti i nije empirijski koeficijent učestalosti nezgoda.

Tabela 4 prikazuje predloženu segmentaciju anonimizovanog prevoznog puta i za svaki segment povezuje dominantnu izloženost sa merljivim indikatorom i mogućom upravljačkom odlukom.

Табела 4. *Strukturna segmentacija anonimizovanog prevoznog puta prevozni_put_visok_1 za narednu GNSS/GIS kalibraciju i proveru.*

Segment	Dominantna izloženost	Merljivi indikator	Očekivana upravljačka odluka
Segment A – urbani izlaz	Visoka gustina saobraćaja i konfliktnih tačaka	visokorizični km; kočenja/100 km; brzina	smanjiti DR ili promeniti dodelu
Segment B – urbani/prigradski koridor	Mešovita urbana/prigradska izloženost	ABS/RSS + lateralni događaji	pojačan nadzor
Segment C – urbano-industrijska zona	Stanovništvo + industrijska/ADR složenost	DR×EX; visokorizični vozilo-km	nekompenzaciono bezbednosno pravilo za nepovoljan profil
Segment D – regionalna deonica	Veća brzina, manja gustina stanovništva	trend brzine/usporenja; kontekst opterećenja	ciljana obuka i trend
Segment E – urbani prilaz	Ponovni rast kontakta sa lokalnom zajednicom	gustina događaja po geozoni	dinamička dodela / upozorenje

2.8. Indeks rizika lokalne zajednice i preventivno reduktibilni rizik

$$LCR_{\mathrm{ik}} = DR_{\mathrm{ik}} \cdot EX_{\mathrm{k}} \cdot CS_{\mathrm{k}} \tag{4}$$

LCR_{ik} je konceptualni relativni rizik koji profil vozača i putovanje k prenose na lokalnu zajednicu; CS_k predstavlja potencijalnu težinu posledice. U skladu sa principima upravljanja rizikom, ova relacija služi poređenju i prioritizaciji, a ne proceni apsolutne verovatnoće nezgode (ISO 31000, 2018). Pošto detaljni modeli opasnosti i populacione izloženosti nisu dostupni za sve deonice, empirijski proračun koristi relativni, teretom prilagođeni pokazatelj LCR^*_k.

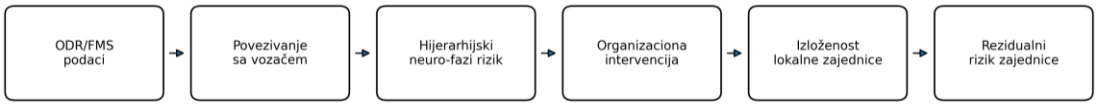
$$LCR^*_{\mathrm{k}} = RP_{\mathrm{k}} \cdot d_{\mathrm{k}} \cdot LF_{\mathrm{k}},\ LF_{\mathrm{k}} \in \{1{,}00;\ 1{,}25;\ 1{,}50\} \tag{5}$$

d_k je pređeni put, a LF_k faktor statusa tereta: 1,00 za prazno/skoro prazno, 1,25 za delimično opterećeno i 1,50 za opterećeno putovanje. Faktori su eksplicitne pretpostavke analize osetljivosti, a ne empirijski koeficijenti verovatnoće nezgode. Polazni pokazatelj predstavlja zbir LCR^*_k za putovanja sa potvrđenom atribucijom.

$$PCR = (\Sigma LCR * polazni - \Sigma LCR * scenario) \,/\, \Sigma LCR * polazni \cdot 100\% \tag{6}$$

PCR (preventivno reduktibilni rizik lokalne zajednice) označava modelovani procenat smanjenja u radu definisanog relativnog pokazatelja rizika pod zadatim scenarijima. To nije standardizovana mera rizika nezgode niti prognoza procenta smanjenja broja nezgoda.

Slika 2 sažima tok od ODR/GNSS dokaza, preko evaluacije vozača i procene izloženosti, do scenarijske intervencije i rezidualnog relativnog pokazatelja rizika lokalne zajednice.



Слика 3. *Istraživački lanac od ODR dokaza do rezidualnog relativnog pokazatelja rizika lokalne zajednice. (Izvor: autor)*

2.9. Kontrafaktualni scenariji upravljanja

Analizirana su četiri režima. S0 je istorijsko polazno stanje. S1 predstavlja evaluaciju bez upravljačke odluke i zato nema neposredan efekat. S2 je scenario ciljane promene ponašanja: za putovanja sa RP≥17,8 pokazatelj se smanjuje za 10%, 20% ili 30%. Ovaj scenario operacionalizuje mogući doprinos sistemskog upravljanja obukom profesionalnih vozača, ali ne pretpostavlja da je takav efekat već empirijski potvrđen (Zdravković i dr, 2022). S3 je scenario upravljanja izloženošću/dodelom: za visokorizična putovanja sa ne-praznim statusom tereta izloženost se smanjuje za 10%, 15% ili 20%. S4 kombinuje S2 i S3 multiplikativno, čime se izbegava

dvostruko sabiranje efekata. Svi procenti su parametri analize osetljivosti, a ne opaženi efekti obuke ili promene prevoznog puta.

Tabela 5 razgraničava polazno stanje, samu evaluaciju i scenarije promene ponašanja, izloženosti i njihove kombinacije, zajedno sa pretpostavkama potrebnim za njihovo tumačenje.

Табела 5. *Pretpostavke kontrafaktualnih scenarija.*

Scenario	Promena relativnog pokazatelja rizika	Promena izloženosti	Interpretacija
S0 Polazno stanje	0	0	Istorijski registrovana raspodela
S1 Samo evaluacija	0	0	Merenje bez organizacione akcije
S2 Intervencija na ponašanju	−10% / −20% / −30% za RP≥17,8	0	Scenarijska ciljna promena ponašanja
S3 Upravljanje izloženošću	0	−10% / −15% / −20% za RP≥17,8 i ne-prazan	Promena dodele zadatka, vremena ili prevoznog puta
S4 Kombinovano	kao S2	kao S3	Multiplikativna kombinacija S2 i S3

3. REZULTATI

3.1. Empirijska distribucija individualnog i prostorno-operativnog rizika

U primarnom skupu vozilo_1 analizirano je 211 ODR putovanja i 9.093,7 km, a sa 12 pseudonimizovanih vozača povezano je 149 putovanja. Nezavisni skup vozilo_2 obuhvata 75 putovanja i 9.706,1 km, od kojih je 46 povezano sa 14 vozača. U tom skupu kombinacija visoke individualne ocene rizika i visoke klase prevoznog puta pojavljuje se na 23 putovanja i obuhvata 3.027,5 km. Nalaz potvrđuje prisustvo posmatranog obrasca u drugom operativnom uzorku, ali ne predstavlja eksternu validaciju neuro-fazi modela.

Udeo uspešno atribuiranih putovanja iznosi 70,6% u primarnom skupu (95% Wilsonov interval: 64,2-76,4%) i 61,3% u replikacionom skupu (50,0-71,5%). U replikacionom skupu 23 od 75 putovanja, odnosno 30,7%, pripada kombinaciji visoke individualne ocene i visoke klase prevoznog puta (21,4-41,8%). Intervali kvantifikuju neizvesnost uzoračkih proporcija pod navedenim pretpostavkama; zbog ugnježdenosti (umetnutosti) i nenamernog uzorkovanja ne tumače se kao intervali za ciljnu populaciju.

$$HREK = km(DR \geq 55 \wedge klasa = visoka) \,/\, km_ukupno = 3.027{,}5 \,/\, 9.706{,}1 = 31{,}2\% \qquad (7)$$

3.2. Kontrafaktualna scenarijska procena

Za 149 ODR putovanja sa potvrđenom atribucijom zbir polaznog LCR* iznosi 122.442,3 relativnih jedinica. U očekivanom parametrskom slučaju S2 daje 8,48%, S3 3,68%, a kombinovani S4 11,43% smanjenja definisanog relativnog pokazatelja; za S4 raspon analize osetljivosti iznosi 6,45-16,17%. Na 2.782,91 km ODR-GNSS preklopa očekivani S4 daje 11,50%, odnosno odstupanje od +0,07 procentnih poena u odnosu na proračun po putovanjima. Ova saglasnost predstavlja proveru interne numeričke stabilnosti u delimičnom preklopu. Ona nije statistički dokaz uzročnosti, opaženo smanjenje stvarnog rizika niti procena promene verovatnoće nezgode.

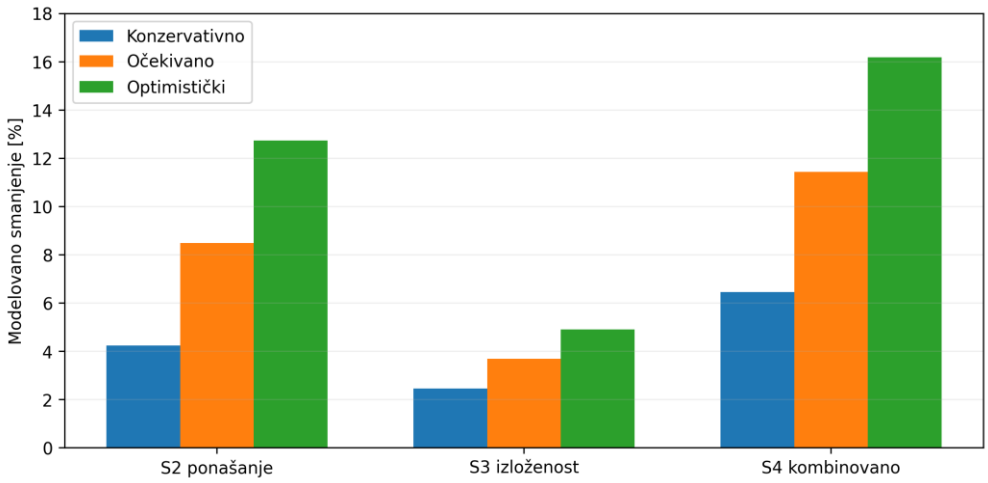
Tabela 6 prikazuje zbirne vrednosti LCR* i relativnu promenu prema polaznom stanju za sve varijante scenarija S2-S4, pa omogućava direktno poređenje parametarske osetljivosti modela.

Табела 6. *Rezultati kontrafaktualne analize za 149 povezanih putovanja primarnog skupa vozilo_1.*

Režim	ΣLCR* u scenariju	Smanjenje prema polaznom stanju
S0 Polazno stanje	122.442,3	0,00%

Režim	ΣLCR* u scenariju	Smanjenje prema polaznom stanju
S2 Promena ponašanja – konzervativni	117.247,8	4,24%
S2 Promena ponašanja – očekivani	112.053,3	8,48%
S2 Promena ponašanja – optimistični	106.858,8	12,73%
S3 Izloženost – konzervativni	119.434,6	2,46%
S3 Izloženost – očekivani	117.930,7	3,68%
S3 Izloženost – optimistični	116.426,8	4,91%
S4 Kombinovano – konzervativni	114.540,8	6,45%
S4 Kombinovano – očekivani	108.444,0	11,43%
S4 Kombinovano – optimistični	102.648,0	16,17%

Slika 3 vizuelno poredi scenarijska smanjenja relativnog pokazatelja za pojedinačne i kombinovane mere i pokazuje da najveću promenu daje kombinacija upravljanja ponašanjem i izloženošću.



Слика 4. *Kontrafaktualno smanjenje teretom i izloženošću ponderisanog relativnog pokazatelja rizika za vozilo_1. (Izvor: autor)*

Tabela 7 prikazuje kvalitet GNSS podataka, segmentnu kilometražu i obuhvat ODR-GNSS povezivanja za oba vozila, uz jasno izdvajanje podskupa korišćenog u ponovnom proračunu.

Табела 7. *Kontrola kvaliteta GNSS podataka i obuhvat prostorno-vremenske provere.*

Pokazatelj	vozilo_1	vozilo_2	Tumačenje
Validne GNSS tačke	75.005	105.971	Tačke koje su prošle proveru koordinata
GNSS segmentna kilometraža	9.144,45 km	14.931,72 km	Zbir validnih uzastopnih segmenata
Duplikati / GNSS skokovi	0 / 6	0 / 40	Skokovi isključeni iz PCR kilometraže
ODR-povezana GNSS kilometraža	2.782,91 km	n/p	30,43% GNSS km vozilo_1; 37,67% povezanih ODR km
Visokorizični ne-prazni GNSS km	357,20 km	n/p	39,90% odgovarajuće kilometraže osnovnog modela
GNSS-vremenski scenarijski PCR	11,50%	n/p	Ponovni scenarijski proračun na delimičnom ODR-GNSS preklopu

3.3. Značenje rezultata za lokalnu zajednicu

Najvažnije tumačenje nije izolovana procentualna vrednost, već identifikovanje upravljačkih poluga koje u scenarijskom modelu menjaju relativni pokazatelj pre promene infrastrukture i nastanka nezgode. S2 deluje

kroz pretpostavljenu ciljanu obuku i korektivni rad, S3 kroz raspodelu zadataka, vremena i prevoznog puta, a S4 kombinuje oba mehanizma. Praktična primena zahteva naknadnu proveru stvarno sprovedenih mera i ishoda.

Na nivou lokalne zajednice očekivano poboljšanje može se pratiti kroz smanjenje visokorizičnih vozilo-kilometara, manju izloženost stanovništva kombinacijama nepovoljnog vozačkog profila i zahtevnog prevoznog puta, manje ekstremnih kočenja i stabilizacionih intervencija na kritičnim deonicama, raniju tehničku proveru kada je uzrok verovatno tehnički i bolju dodelu vozača ADR/teškim zadacima. Ovi indikatori su merljivi pre nego što broj nezgoda postane statistički dovoljan za pouzdano zaključivanje.

4. DISKUSIJA

Scenarijska analiza podržava internu logiku hipoteze da organizaciona evaluacija dobija bezbednosnu vrednost tek kada je povezana sa upravljačkom akcijom, ali je ne potvrđuje uzročno. S1 pokazuje da samo merenje i rangiranje ne menjaju izloženost, dok S2-S4 matematički operacionalizuju obuku, nadzor, tehničku proveru i promenu raspodele zadataka. Takva logika je saglasna sa sistemima upravljanja bezbednošću drumskog saobraćaja i sistemskim pristupom obuci profesionalnih vozača (ISO 39001, 2012; Zdravković i dr, 2022).

Scenarijski proračun pokazuje i da se definisani relativni pokazatelj može menjati preko upravljanja dodelom zadatka i izloženošću, čak i pre pretpostavljene promene ponašanja vozača. To ne znači da je stvarni rizik već smanjen, već da model može podržati izbor prioritetne intervencije. Ovaj princip je posebno relevantan za ADR transport, gde opasan teret, masa, delimična zapunjenost i urbano okruženje mogu povećati težinu posledica.

Veliki istorijski ODR skup vozilo_1 pokazuje da se bezbednosno relevantni obrasci ponavljaju tokom vremena i zato opravdava upotrebu trendova i nekompenzacionih pravila. Međutim, telematski događaji predstavljaju surogatne pokazatelje i njihova povezanost sa nezgodama zavisi od tipa puta, konteksta i izloženosti (Alrassy et al, 2023); ne mogu se automatski proglasiti greškom vozača niti direktno prevesti u očekivani broj nezgoda (Hauer, 1986).

Glavno ograničenje prostorno-vremenske provere jeste obuhvat povezivanja. Za vozilo_1 ODR-povezano je 2.782,91 km, odnosno 30,43% GNSS kilometraže, a visokorizični ne-prazni preklop iznosi 357,20 km. Zbog toga 11,50% predstavlja ponovni scenarijski proračun na delimičnom preklopu, a ne nezavisnu validaciju efekta. Dodatna ograničenja su nekalibrisane geozone i lokalni tokovi, zadati faktori opterećenja i intervencija, moguća razlika pragova između GNSS/FMS i ODR događaja, kao i umetnutost (ugnježdenost) putovanja unutar malog broja vozila i vozača. Pošto preklop nije formiran slučajnim uzorkovanjem, ne može se isključiti selekciona pristrasnost.

Raspon 6,45-16,17% je interval analize osetljivosti definisan izborom scenarijskih parametara, a 11,43% i 11,50% su centralni deterministički izlazi dva nivoa proračuna. Nijedna od tih vrednosti nije interval poverenja, opaženo smanjenje nezgoda niti procena uzročnog efekta. Puna validacija zahteva harmonizovane ulaze K1-K8, unapred definisane ishode, razdvajanje skupa za razvoj i proveru, analizu kalibracije i diskriminacije, kao i longitudinalni dizajn pre i posle intervencije sa modelovanjem ponovljenih merenja po vozaču i vozilu.

5. ZAKLJUČAK

Rad uspostavlja hijerarhijski neuro-fazi model za dinamičku evaluaciju kompetencija, učinka i rizika profesionalnih vozača. Dekompozicija K1-K8, odvojeni izlazi i numerička vremenska demonstracija potvrđuju izvršivost i objašnjivost arhitekture, dok empirijski deo potvrđuje tehničku izvodljivost povezivanja ODR, tahografskih i GNSS/FMS izvora i omogućava reproduktivan scenarijski proračun dostupnog izlaza rizika.

U primarnom skupu 149 od 211 putovanja povezano je sa pseudonimizovanim vozačima. Kombinovani scenario S4 daje centralnu procenu promene relativnog pokazatelja od 11,43%, sa rasponom analize osetljivosti 6,45-16,17%, dok ponovni proračun na delimičnom ODR-GNSS preklopu daje 11,50%. Replikacioni skup potvrđuje da se kombinacija nepovoljne individualne ocene i zahtevnijeg operativnog konteksta pojavljuje i u drugom uzorku, ali ne obezbeđuje statističku eksternu validaciju.

Praktična vrednost predloženog modela jeste pretvaranje heterogenih dokaza o kompetencijama, učinku i riziku u vremenski zavisnu podršku odlučivanju i upravljanje rizičnim kilometrima. Ipak, vrednosti 11,43% i 11,50% treba dosledno tumačiti kao kontrafaktualne procene zasnovane na scenarijima, a ne kao empirijski dokaz smanjenja stvarnog rizika. Naredna faza treba da harmonizuje ulaze svih domena, poveća ODR-GNSS pokrivenost, kalibriše neuro-fazi funkciju i geozone i sprovede longitudinalnu proveru pre i posle konkretnih intervencija.

6. LITERATURA

Alrassy, P., Smyth, A. W., Jang, J. (2023). Driver behavior indices from large-scale fleet telematics data as surrogate safety measures. Accident Analysis & Prevention, 179, 106879. DOI: 10.1016/j.aap.2022.106879.

Avramović, Z. Ž., Marinković, D. M., Lastrić, I. T. (2019). Digitalization of Railways - ICT Approach to the Development of Automation. JITA - Journal of Information Technology and Applications, 9(1), 17-23. DOI: 10.7251/JIT1901017A.

Elvik, R., Vaa, T. (2004). The Handbook of Road Safety Measures. Elsevier.

Hauer, E. (1986). On the estimation of the expected number of accidents. Accident Analysis & Prevention, 18(1), 1-12.

Hernán, M. A., Robins, J. M. (2020). Causal Inference: What If. Chapman & Hall/CRC, Boca Raton.

ISO 31000 (2018). Risk management - Guidelines. International Organization for Standardization, Geneva.

ISO 39001 (2012). Road traffic safety (RTS) management systems - Requirements with guidance for use. International Organization for Standardization, Geneva.

Jang, J.-S. R. (1993). ANFIS: Adaptive-Network-Based Fuzzy Inference System. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, 23(3), 665-685.

Mamdani, E. H., Assilian, S. (1975). An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller. International Journal of Man-Machine Studies, 7(1), 1-13.

Prolović, N. (2012). Teorijsko određenje i terminološko razlikovanje pojmova javne uprave, državne uprave i lokalne samouprave. Međunarodna politika, (1148), 161-174.

Stefanović, M. (2026). Razvoj hijerarhijskog neuro-fazi modela za dinamičku evaluaciju kompetencija, učinka i rizika profesionalnih vozača. Pristupni rad, Panevropski univerzitet APEIRON, Banja Luka.

Stefanovic, M., Gladovic, P., Avramovic, Z. (2026). Intelligent Managing the Driving Style of the ADR Driver in Real Time. Intelligent Transportation Systems, 431-441. DOI: 10.30932/9785002709564-2026-431-441.

Toledo, T., Musicant, O., Lotan, T. (2008). In-vehicle data recorders for monitoring and feedback on drivers' behavior. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 16(3), 320-331. DOI: 10.1016/j.trc.2008.01.001.

UNECE (2024). Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road (ADR 2025). United Nations, Geneva.

Wilson, E. B. (1927). Probable inference, the law of succession, and statistical inference. Journal of the American Statistical Association, 22(158), 209-212. DOI: 10.1080/01621459.1927.10502953.

World Health Organization (2023). Global status report on road safety 2023. Geneva.

Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy Sets. Information and Control, 8(3), 338-353.

Zdravković, S., Gladović, P., Zdravković, K. (2022). Sistemski pristup upravljanju kvalitetom obuka profesionalnih vozača. Zbornik radova XI konferencije Bezbednost saobraćaja u lokalnoj zajednici, 26-37.

UDK:

ULOGA PROSPEKTIVNOG I RETROSPEKTIVNOG PAMĆENJA U UČESTALOSTI SAOBRAĆAJNIH PREKRŠAJA

THE RELATIONSHIP BETWEEN EXECUTIVE FUNCTIONS AND THE FREQUENCY OF TRAFFIC VIOLATIONS

Strahinja Dimitrijević[1], Svetlana Borojević[2], Sonja Stančić[3]

Rezime: U ovom radu ispitivana je veza između propusta u prospektivnom i retrospektivnom pamćenju i učestalosti saobraćajnih prekršaja, kao i izazivanja saobraćajnih nezgoda. Prospektivno pamćenje odnosi se na pamćenje budućih namjera i izvršavanje planirane radnje u odgovarajućem trenutku, dok se retrospektivno pamćenje odnosi na prisjećanje prethodno usvojenih informacija. Uzorak je činilo 1.359 vozača iz Republike Srpske mlađih od 65 godina, prosječne starosti 31,79 godina, od čega 50,7% ispitanica ženskog pola. Ispitana je veza pamćenja sa 17 saobraćajnih prekršaja, te odgovornosti za izazvanje saobraćajne nezgode. Za analizu podaka korštena je ANOVA, te Holm-Bonferoni korekcija za višestruka mjerenje. Kada je riječ o retrospektivnom pamćenju, veći stepen propusta praćen je učestalijim saobraćajnim prekršajima. Slično je i u slučaju prospektivnog pamćenja, izuzev kada je riječ o prekoračenju dozvoljene brzine i upotrebi kratkih svjetala. Propusti u pamćenju su povezani i sa odgovornošću za izazivanje saobraćajne nezgode. Dobijeni nalazi potvrđuju vezu prospektivnog i retrospektivnog pamćenja sa greškama u vožnji. Oni ukazuju na potrebu podizanja svjesti o značaju pamćenja u vožnji.

Ključne reči: prospektivno pamćenje, retrospektivno pamćenje, saobračajni prekršaji, saobraćajna nezgoda, prevencija

Abstract: This paper examines the relationship between prospective and retrospective memory failures and the frequency of traffic violations, as well as causing traffic accidents. Prospective memory refers to remembering future intentions and executing a planned action at the appropriate time, while retrospective memory refers to recalling previously acquired information. The sample consisted of 1.359 drivers from the Republic of Srpska under the age of 65, with an average age of 31,79 years, of whom 50,7% were female. The study investigated the link between memory and 17 traffic violations, as well as the responsibility for causing a traffic accident. Data analysis was conducted using ANOVA, alongside the Holm-Bonferroni correction for multiple comparisons. Regarding retrospective memory, a higher degree of failures was accompanied by more frequent traffic violations. A similar trend was observed for prospective memory, except in the cases of speeding and the use of low-beam headlights. Memory failures were also associated with the responsibility for causing a traffic accident. The obtained findings confirm the connection of prospective and retrospective memory with driving errors. They indicate the need to raise awareness about the importance of memory in driving.

Keywords: prospective memory, retrospective memory, traffic violations, traffic accident, prevention

1. UVOD

Upravljanje motornim vozilom predstavlja jednu od najsloženijih svakodnevnih aktivnosti u kojoj mentalni procesi imaju presudnu ulogu (Moran, Bennett, & Prabhakharan, 2020). To je aktivnost koja uključuje integraciju i koordinaciju perceptivnih, motoričkih i viših kognitivnih procesa, jer vozač istovremeno prati veliki broj informacija iz okruženja, procjenjuje potencijalne rizike, planira naredne postupke, donosi odluke i prilagođava svoje ponašanje novonastalim situacijama. Zbog toga se vožnja smatra kompleksnim zadatkom čija uspješnost zavisi od koordinisanog djelovanja pažnje, izvršnih funkcija i različitih memorijskih sistema (Pergantis et al., 2024). Zadnjih godina je ostvaren veliki napredak u oblasti automobilske industrije i automatizacije performansi vozila. Bez obzira na tehnički napredak motornih vozila i razvoj sistema aktivne bezbjednosti, ljudski faktor i dalje predstavlja dominantan uzrok saobraćajnih nezgoda. Procjenjuje se da je približno 95% saobraćajnih incidenata na neki način povezano sa ponašanjem vozača, zbog čega savremena istraživanja sve veću pažnju posvećuju psihološkim i kognitivnim determinantama bezbjedne vožnje. Pored osobina ličnosti, kao što su agresivnost, impulsivnost i temperament, značajan istraživački interes usmjeren je na percepciju rizika, izvršne funkcije i druge kognitivne procese koji mogu uticati na donošenje odluka i ponašanje u saobraćaju. Razumijevanje njihovog doprinosa predstavlja važan korak ka razvoju efikasnijih

[1] Prof. dr Diimitrijević Strahinja, diplomirani psiholog, Univerzitet u Banjoj Luci, Filozofski fakultet, Bulevar vojvode Petra Bojovića 1A, 78000 Banja Luka, Republika Srpska, strahinja.dimitrijevic@ff.unibl.org

[2] Prof. dr Svetlana Borojević, diplomirani psiholog, Univerzitet u Banjoj Luci, Filozofski fakultet, Bulevar vojvode Petra Bojovića 1A, 78000 Banja Luka, Republika Srpska, svetana.borojevic@ff.unibl.org

[3] Doc. dr Stančić Sonja, diplomirani psiholog, Univerzitet u Banjoj Luci, Filozofski fakultet, Bulevar vojvode Petra Bojovića 1A, 78000 Banja Luka, Republika Srpska, sonja.stancic@ff.unibl.org

preventivnih programa i povećanju bezbjednosti svih učesnika u saobraćaju (Hayashi et al., 2018). Među kognitivnim procesima koji se izučavaju posebno mjesto zauzima prospektivno pamćenje, koje se definiše kao sposobnost prisjećanja namjere da se određena aktivnost izvrši u odgovarajućem trenutku u budućnosti (Ellis, 1996; McDaniel & Einstein, 2007). Za razliku od retrospektivnog pamćenja, koje omogućava prisjećanje prethodno usvojenih informacija, prospektivno pamćenje podrazumijeva uspješno povezivanje sadržaja namjere sa odgovarajućim trenutkom njenog izvršenja. Ono uključuje formiranje namjere, njeno održavanje tokom obavljanja drugih aktivnosti, prepoznavanje odgovarajućeg spoljašnjeg ili unutrašnjeg znaka koji signalizira vrijeme za izvršenje radnje, realizaciju planirane aktivnosti i procjenu njenog ishoda (Brandimonte & Passolunghi, 1994). U vožnji je to posebno važno, jer vozač neprestano prima informacije iz saobraćajnog okruženja i na osnovu njih formira planove za naredne postupke. U tim procesima učestvuju radno i dugoročno pamćenje, izvršne funkcije i pažnja, pri čemu njihov relativni doprinos zavisi od dužine vremenskog intervala između formiranja namjere i njenog izvršenja, kao i od zahtjeva koje postavlja tekući zadatak (Wittmann, 2009; Walter & Meier, 2014). Savremeni modeli prospektivnog pamćenja razlikuju strateške procese, koji podrazumijevaju svjesno praćenje okruženja u potrazi za odgovarajućim znakom, i automatske procese, kod kojih se namjera spontano aktivira pojavom odgovarajućeg unutrašnjeg ili spoljašnjeg okidača. Iako se prospektivno pamćenje najčešće proučava primjenom paradigme dvostrukog zadatka u laboratorijskim uslovima (Einstein & McDaniel, 1990), njegova uloga posebno dolazi do izražaja u složenim svakodnevnim aktivnostima koje zahtijevaju istovremeno izvršavanje većeg broja zadataka. Upravljanje motornim vozilom predstavlja jednu od najsloženijih takvih aktivnosti, budući da vozač kontinuirano obrađuje veliki broj informacija iz okruženja, održava različite namjere u pamćenju i istovremeno prati promjenljive uslove u saobraćaju (Salvucci et al., 2001; Cummings et al., 2007). Tokom vožnje potrebno je zapamtiti buduće radnje, poput skretanja na određenoj raskrsnici, prilagođavanja brzine nakon saobraćajnog znaka ili uključivanja pokazivača pravca, pri čemu uspješnost zavisi od pravovremenog prepoznavanja odgovarajućih spoljašnjih ili vremenski definisanih znakova. Propusti u prospektivnom pamćenju nastaju kada osoba ne izvrši prethodno planiranu radnju uprkos tome što je namjera bila pravilno formirana. Takvi propusti mogu imati ozbiljne posljedice u različitim profesionalnim i svakodnevnim aktivnostima (Nowinski & Dismukes, 2005). U kontekstu vožnje, neuspjeh u pravovremenom aktiviranju planirane namjere može dovesti do prekida pažnje, kognitivnog tunelovanja, odgođenih reakcija ili izostanka odgovarajuće radnje, čime se povećava vjerovatnoća nastanka vozačkih grešaka i saobraćajnih prekršaja (Patten et al., 2004; Ververs & Wickens, 2000). Pored toga, održavanje namjere u prospektivnom pamćenju zahtijeva angažovanje resursa pažnje, zbog čega može doći do smanjenja efikasnosti izvršavanja tekućeg zadatka (Smith, 2003). Dosadašnja istraživanja ukazuju da različiti tipovi zadataka prospektivnog pamćenja mogu različito opteretiti kognitivni sistem vozača. Dok su pojedini autori pokazali da vremenski zasnovani zadaci predstavljaju veće kognitivno opterećenje (Einstein et al., 1995; Khan & Sharma, 2007), novija istraživanja sugerišu da zadaci zasnovani na događajima mogu značajnije narušiti prilagođavanje ponašanja tokom vožnje, posebno kontrolu brzine i praćenje vozila (Trawley et al., 2017). Takođe je pokazano da propusti u prospektivnom pamćenju mogu predstavljati jedan od faktora povezanih sa prekoračenjem dozvoljene brzine i drugim rizičnim oblicima ponašanja u saobraćaju (Gregory et al., 2014). Proučavanje vozačkog ponašanja u velikoj mjeri zasniva se na klasifikaciji grešaka koju su predložili Reason i saradnici (1990). Prema ovom modelu razlikuju se *omaške*, *propusti*, *pogrešne procjene*, te *namjerne i nenamjerne povrede saobraćajnih pravila*. Dok se omaške prvenstveno dovode u vezu sa neuspjehom pažnje, propusti predstavljaju posljedicu neuspjeha pamćenja, što ukazuje na moguću povezanost između individualnih razlika u funkcionisanju pamćenja i učestalosti vozačkih grešaka. Za procjenu ovih karakteristika najčešće se koriste Upitnik prospektivnog i retrospektivnog pamćenja (PRMQ; Smith et al., 2000) i Upitnik vozačkog ponašanja (DBQ; Reason et al., 1990), čija je pouzdanost i validnost potvrđena u brojnim istraživanjima (Crawford et al., 2003; Kliegel & Jäger, 2006). Iako postoje brojni dokazi o značaju pažnje, izvršnih funkcija i distrakcije za bezbjednost saobraćaja, uloga prospektivnog i retrospektivnog pamćenja u objašnjenju različitih oblika vozačkog ponašanja i dalje je relativno nedovoljno istražena. Polazeći od toga, cilj ovog istraživanja bio je ispitati povezanost propusta u prospektivnom i retrospektivnom pamćenju sa učestalošću saobraćajnih prekršaja i vozačkih grešaka kod vozača u Republici Srpskoj.

2. MATERIJAL I METODE

2.1. Nacrt

Dvije varijable u nacrtu su se odnosile na pamćenje. Prospektivno pamćenje se prvenstveno odnosi na to kada se nečega treba sjetiti, dok se retrospektivno pamćenje odnosi na to čega se treba sjetiti.

U nacrt je uključeno i 17 saobraćajnih prekršaja, za koje je registrovano da li je ispitanike zaustavila policija ili su dobili kaznu za tu vrstu prekršaja. Saobraćajni prekršaji su: (1) upravljanje motornim vozilom pod dejstvom alkohola, (2) nevezivanje pojasa, (3) prolazak kroz crveno svjetlo, (4) nepoštovanje prvenstva prolaza pješaka, (5) korištenje mobilnog telefona, (6) prekoračenje dozvoljene brzine, (7) preticanje na punoj liniji, (8) preticanje kolone, (9) nepropisno parkiranje, (10) vožnja djeteta mlađeg od 12 godina na prednjem sjedištu, (11) neregistrovano vozilo, (12) nekorištenje kratkih svjetala, (13) oduzimanje prvenstva prolaza drugom vozilu, (14) neispravno vozilo, (15) nekorištenje pokazivača pravca, (16) nekorištenje kacige, (17) upravljanje motornim vozilom pod dejstvom narkotika.

Osim saobraćajnih prekršaja, postojala je i varijabla vezana za saobraćajne nezgode izazvana krivicom ispitanika, sa četiri kategorije: nisam, jedan put, dva puta, tri i više puta.

2.2. Uzorak

Istraživanje je realizovano na uzorku od 1.359 vozača u Republici Srpskoj, od čega 50,7% ispitanika su činile žene. Ispitanici su bili mlađi od 65 godina, a prosječna starost iznosla je 31,79 godna.

Najveći postotak ispitanika živi u gradu (60,5%), zatim u prigradskom naselju (24,4%), dok je procentualno najmanje ispitanika živjelo u selu (15,1%). Podaci o obrazovanju ispitanika predstavljeni su u Tabeli 1.

Tabela 3. *Obrazovanje ispitanika*

Obrazovanje	**N**	**%**
Trogodišnja srednja škola	156	11,5
Četverogodišnja srednja škola	697	51,3
Viša škola	90	6,6
Fakultet – 3 godine	94	6,9
Fakultet – 4 godine	258	19,0
Master i više	64	4,7

Podaci o trenutnom profesionalnom statusu ispitanika se nalaze u Tabeli 2.

Tabela 4. *Trenutni profesionalni status ispitanika*

Trenutni profesionalni status	**N**	**%**
Učenik	34	2,5
Student	388	28,6
Zaposlen	777	57,2
Nezaposlen	126	9,3
Penzioner	34	2,5

2.3. Instrumenti

Za ispitivanje prospektivnog i retrospektvnog pamćenja korišten je Upitnik Smita i saradnika (Smith, Della Sala, Logie, & Maylor, 2000), prlagođen srpskom jezku. Upitnik se sastoj od 16 ajtema, po osam za svaki tip memorije. Skala je petostepena, gdje 1 označava "nikad", a 5 da se "vrlo često" dešavaju propusti u pamćenju. Drugim riječima, viši skor na skali ukazuje na veće probleme u prospektivnom i retrospektivnom pamćenju. Pouzdanost skale prospektivne memorije iznosi *Kronbah alfa* = .832, a skale retrospektivne memorije *Kronbah alfa* = .820.

Za potrebe istraživanja sastavljena je lista pitanja koja se odnosi na saobraćajne prekršaje. Ispitanicu su davali samoprocjenu odgovarajući na pitanje: "Da li Vas je policija zaustavila, ili ste dobili kaznu, zbog sljedećih

prekršaja?”, nakon čega su prikazani prekršaji. Ispitanici su odgovarali i na pitanje: “Da li ste učestvovali, tj. imali saobraćajnu nezgodu, koja se desila Vašom krivicom?”.

2.4. Procedura

Podaci su prikupljeni putem on-line upitnika, izrađenog na platformi 1KA (Center za družboslovno informatiko, 2025). U uvodnom dijelu objašnjena je svrha prikupljanja podataka, tema istraživanja, kao i približno vrijeme potrebno za popunjavanje upitnika. Istaknuto im je da svojim učešćem doprinose širenju znanja o aspektima svakodnevnog funkcionisanja. Ispitanicima je naglašeno da je istraživanje anonimno i da je na dobrovoljnoj bazi, te da popunjavanjem upitnika daju saglasnost za korištenje prikupljenih podataka u naučne i akademske svrhe.

2.5. Analiza

Podaci su opisani pomoću deskriptivne statistike, a razlike u prospektivnom pamćenju i retrospektivnom pamćenju u zavisnosti od broja saobraćajnih prekršaja analizirani su uz pomoć ANOVE. Korištena je Holm-Bonferoni korekcija za višestruka mjerenja

3. REZULTATI

Kada je rječ o učestalosti prekršaja, najviše ispitanika *prekoračilo je dozvoljenu brzinu*, njih 38,4%, zatim su se *nepropisno parkirali* (33,6%), dok je treći najučestaliji prekršaj nevezivanje pojasa (27,55, Tabela 3).

U rasponu od 10-20% učestalosti saobraćajnih prekršaja smjestili su se prekršaji: nepoštovanje prvenstva prolaza pješaka, preticanje na punoj liniji, prolazak kroz crveno svjetlo, nekorištenje kratkih svjetala, korištenje mobilnog telefona prilikom vožnje, upravljanje motornim vozilom pod dejstvom alkohola.

Najmanju učestalost (< 10%) imaju sljedeći prekršaji: preticanje kolone, oduzimanje prvenstva prolaza drugom vozilu, nekorištenje pokazivača pravca, neispravno vozilo, neregistrovano vozilo, nekorištenje kacige, vožnja djeteta mlađeg od 12 godina na prednjem sjedištu, upravljanje motornim vozilom pod dejstvom narkotika.

Kada je riječ o saobraćajnim nezgodama, 74,7% ispitanika navodi da nikada nisu učestvovali u saobraćajnoj nezgodi koja se desila njihovom krivicom, dok je njih 25,3% priznalo bar jedan takav incident. Unutar te grupe, njih 17.8% priznaje jedan prekršaj, 5,4% navodi dva prekršaja, a 1,6% je učestvovalo u tri ili više nezgoda izazvanih vlastitom krivicom.

Tabela 3. *Procenat učestalosti saobraćajnih prekršaja*

	niti jednom	**jednom**	**dva ili tri puta**	**više od tri puta**
upravljanje pod dejstvom alkohola	80,9	11,5	5,7	1,9
nevezivanja pojasa	72,5	17,6	6,8	3,2
prozak kroz crveno svjetlo	86,8	9,1	3,1	1,0
nepoštovanje prvenstva prolaza pješaka	88,4	7,3	2,4	1,9
korištenje mobilnog telefona	85,3	8,4	3,6	2,7
prekoračenje dozvoljene brzine	61,6	19,4	12,1	6,9
preticanje na punoj liniji	87,4	7,8	3,0	1,8
preticanje kolone	90,9	5,2	2,4	1,5
nepropisno parkiranje	66,4	18,9	11,0	3,8
voženja djeteta mlađeg od 12 godina na prednjem sjedištu	90,4	3,1	1,6	1,3
vožnja neregistovanog vozila	93,2	4,4	1,4	1,0
nekorištenje kratkih svjetala	86,5	9,3	3,1	1,2
oduzimanje prvenstva prolaza drugom vozilu	91,2	5,2	2,0	1,6

vožnja neispravnog vozila	91,9	5,3	1,8	1,0
nekorištenje pokazivača pravca	91,3	4,9	2,0	1,8
nekorištenje kacige	93,6	3,2	1,8	1,4
upravljanje motornim vozilom pod dejstvom narkotika	96,0	2,4	1,0	0,6

U Tabeli 4 prikazana je deskriptivna analiza za prospektivno i retrospektvno pamćenje. Svaka subskala je imala 8 petostepenih ajtema, tako da viš skor označava veće probleme u pamćenju. Korelacija između prospektivnog i retrospektivnog pamćenja je $r = 0,789$ i značajna je na nivou 0,01. Razlika između ova dva tipa pamćenja je statistički značajna $t(1.359) = 14,06$, $p < 0,001$. To znači da ispitanici saopštavaju da maju više problema sa prospektivnim pamćenjem, u odnosu na retrospektivno.

Tabela 4. *Prospektivno i retrospektivno pamćenje*

Pamćenje	**Min**	**Max**	**M**	**SD**
Prospektivno pamćenje	8,00	40,00	19,38	5,29
Retrospektvno pamćenje	8,00	40,00	18,04	5,46

Generalno gledano, veći problemi u prospektivnom pamćenju (Tabela 5) i retrospektivnom pamćenju (Tabela 6) praćeni su učestalijim saobraćajnm prekršajma.

Tabela 5*. Prospektvna memorija i učestalost saobraćajnih prekršaja*

	niti jednom	**jednom**	**dva ili tri puta**	**više od tri puta**	**F**	**prilagođeno p**
upravljanje pod dejstvom alkohola	19,05	19,83	21,45*	22,31*	8,17	0,002
nevezivanja pojasa	19,18	19,19	21,60*	20,14	6,34	0,002
prozak kroz crveno svjetlo	19,15	19,84	23,26*	22,77*	10,69	0,002
nepoštovanje prvenstva prolaza pješaka	19,19	20,13	21,61	21,88	4,95	0,016
korištenje mobilnog telefona	19,19	20,55*	21,39*	22,70*	10,65	0,002
prekoračenje dozvoljene brzine	19,11	19,36	20,24	20,20	2,90	0,066
preticanje na punoj liniji	19,22	19,84	22,12*	20,50	4,72	0,018
preticanje kolone	19,22	20,33	21,61	22,20	5,03	0,016
nepropisno parkiranje	19,03	19,81	20,49*	20,06	4,04	0,018
vožnja djeteta mlađeg od 12 godina na prednjem sjedištu	19,31	20,74	22,77*	23,61*	8,32	0,002
vožnja neregistovanog vozila	19,25	20,28	21,84	23,21*	4,69	0,018
nekorištenje kratkih svjetala	19,26	19,91	20,12	21,63	1,86	0,134
oduzimanje prvenstva prolaza drugom vozilu	19,20	20,97	21,26	21,76	5,21	0,011
vožnja neispravnog vozila	19,16	21,49*	22,32*	22,64	9,01	0,002
nekorištenje pokazivača pravca	19,17	20,61	21,11	24,36*	10,38	0,002
nekorištenje kacige	19,25	19,27	23,16*	21,74	5,60	0,011
upravljanje motornim vozilom pod dejstvom narkotika	19,30	19,67	22,31	24,56*	4,36	0,018

* Označava statistički značajnu razliku na nivou 0,05 u odnosu na početnu kategoriju, tj. kategoriju kojoj pripadaju ispitanici koji nisu imali niti jedan prekršaj.

***Tabela 6**. Retrospektivna memorija i učestalost saobraćajnih prekršaja*

	niti jednom	jednom	dva ili tri puta	više od tri puta	F	p
upravljanje pod dejstvom alkohola	17,73	18,94	19,83*	20,38*	7,18	0,002
nevezivanja pojasa	17,75	18,23	20,25*	18,98	6,57	0,002
prolaska kroz crveno svjetlo	17,76	18,77	22,67*	21,62*	14,10	0,002
nepoštovanje prvenstva prolaza pješaka	17,86	18,69	20,61*	20,92*	5,83	0,006
korištenje mobilnog telefona	17,69	19,51*	20,39*	21,41*	12,35	0,002
prekoračenje dozvoljene brzine	17,81	17,84	19,03	18,71	2,81	0,042
preticanje na punoj liniji	17,84	18,77	20,58*	20,33	5,60	0,006
preticanje kolone	17,83	20,13	19,39	21,90*	8,20	0,002
nepropisno parkiranja	17,74	18,44	18,75	19,37	3,25	0,042
voženje djeteta mlađeg od 12 godina na prednjem sjedištu	17,84	20,07	22,27*	22,72*	11,63	0,002
voženje neregistovanog vozila	17,85	19,45	21,84*	24,00*	10,70	0,002
nekorištenje kratkih svjetala	17,86	18,86	19,78	20,06	3,55	0,042
oduzimanje prvenstva prolaza drugom vozilu	17,81	19,86*	21,70*	20,70	9,25	0,002
voženje neispravnog vozila	17,77	20,56*	21,72*	22,86*	13,88	0,002
nekorištenje pokazivača pravca	17,83	19,37	19,22	23,96*	12,50	0,002
nekorištenje kacige	17,88	19,14	22,13*	21,42*	8,01	0,002
upravljanje motornim vozilom pod dejstvom narkotika	17,90	20,21	22,00	24,89*	9,20	0,002

*Označava statistički značajnu razliku na nivou 0,05 u odnosu na početnu kategoriju, tj. kategoriju kojoj pripadaju ispitanici koji nisu imali niti jedan prekršaj.

Oni koj su imali jednu saobraćajnu nezgodu izazvanu svojom krivicom, statitički značajno imaju više problema u prospektivnom i retrospektivnom pamćenju nego oni koji nisu odgovorni niti za jednu saobraćajnu nezgodu. Odsustvo značajnosti u slučajevima odgovornosti za dvije ili vše nezgoda, u odnosu na kategoriju ispitanika koji nisu imali niti jednu saobraćajnu nezgodu izazvanu svojom krivicom, može biti posljedica i malog broja ispitanika u tim kategorijama.

***Tabela 7.** Odgovornost za izazivanje saobraćajne nezgode*

	niti jednom	jednom	dva puta	tri više puta puta	F	P
prospektvno	19,07	20,26*	19,87	21,56	4,96	0,02
retrospektivno	17,68	18,95*	19,33	20,17	6,49	0,001

*Označava statistički značajnu razliku na nivou 0,05 u odnosu na početnu kategoriju, tj. kategoriju kojoj pripadaju ispitanici koji nisu odgovorni ni za jednu nezgodu.

4. DISKUSIJA

Cilj ovog istraživanja bio je ispitati povezanost propusta u prospektivnom i retrospektivnom pamćenju s učestalošću saobraćajnih prekršaja i izazivanjem saobraćajnih nezgoda. Dobijeni rezultati potvrđuju opštu pretpostavku da kognitivni faktori, preciznje efikasnost specifičnih memorijskih sistema, igraju značajnu ulogu u kompleksnoj aktivnosti upravljanja motornim vozilom, gdje mentalni procesi imaju presudan značaj (Moran, Bennett, & Prabhakharan, 2020).

Nalazi pokazuju da je veći stepen propusta u pamćenju dosljedno praćen rizičnijim ponašanjem na putevima, što potvrđuje nužnost analize psiholoških i kognitivnih determinanti u svrhu povećanja bezbjednosti svih učesnika u saobraćaju. Ovaj nalaz se može direktno objasniti prirodom same vožnje. Upravljanje vozilom je dinamičan zadatak koji zahtijeva integraciju i koordinaciju viših kognitivnih procesa (Pergantis et al., 2024). U realnom saobraćajnom okruženju, vozač se kontinuirano suočava sa situacijama koje nalikuju paradigmi dvostrukog zadatka (Einstein & McDaniel, 1990): on mora uspješno obavljati tekuću radnju upravljanja

vozilom i istovremeno u memoriji održavati i pravovremeno aktivirati buduće namjere, poput skretanja na raskrsnici ili prilagođavanja brzine saobraćajnom znaku (Salvucci et al., 2001; Cummings et al., 2007).

U kontekstu modela koji su postavili Reason i saradnici (1990), propusti su direktna posljedica neuspjeha memorijskih sistema. Rezultati ovog rada pokazuju da su kod retrospektivnog pamćenja veći problemi u prisjećanju ranije usvojenih informacija praćeni učestalijim prekršajima u gotovo svim ispitivanim kategorijama. Nemogućnost pravovremenog prizivanja saobraćajnih pravila ili trenutnih ograničenja iz dugoročne memorije neizbježno vodi ka nesvjesnom kršenju propisa na cesti. Sličan trend porasta prekršaja s lošijim kapacitetima memorije uočen je i kod prospektivnog pamćenja, ali uz dva izuzetka: prekoračenje dozvoljene brzine i nekorištenje kratkih svjetala. Iako literatura navodi da propusti u prospektivnom pamćenju mogu biti ključni faktor za prekoračenje brzine (npr. zaboravljanje namjere da se uspori u školskoj zoni; Gregory et al., 2014), naši nalazi sugerišu drugačije objašnjenje. Na našem uzorku, prebrza vožnja i vožnja bez svjetala mogu biti odraz svjesnih odluka, duboko ukorijenjenih vozačkih navika, stavova ili automatizama koji funkcionišu nezavisno od trenutnih kognitivnih propusta vozača. S druge strane, prekršaji poput korištenja mobilnog telefona, vožnje neispravnog vozila ili nekorištenja pokazivača pravca pokazali su snažnu poveznicu s prospektivnim propustima. Kada vozač obavlja druge aktivnosti (poput razgovora ili praćenja navigacije), tekući zadatak preopterećuje kognitivni sistem, što vodi ka odgođenim reakcijama, kognitivnom tunelovanju ili potpunom izostanku planirane bezbjedne radnje (Patten et al., 2004; Ververs & Wickens, 2000).

Najalarmantniji nalaz ovog istraživanja jeste direktna povezanost memorijskih kapaciteta s odgovornošću za saobraćajne nezgode. Vozači koji su svojom krivicom izazvali jednu nezgodu imaju statistički značajno više problema u oba memorijska sistema od onih koji nikada nisu učestvovali u nezgodi. Ovo jasno pokazuje da propusti u pamćenju na putevima imaju realne i po život opasne posljedice. Odsustvo statističke značajnosti kod onih s dvije ili više nezgoda ne pobija ovaj trend, već je evidentna posljedica metodološkog ograničenja, koje se ogleda u malom broju ispitanika u tim kategorijama, što je redukovalo statističku snagu testova.

Dobijeni nalazi ukazuju na naučnu i praktičnu opravdanost integrisanja kognitivnih aspekata ponašanja u vožnji u preventivne programe na nivou lokalne zajednice. Implementacija ovih saznanja pretpostavlja institucionalnu saradnju lokalnih savjeta za bezbjednost saobraćaja, auto-škola, policijskih uprava i stručnjaka iz oblasti saobraćajne psihologije. U okviru kurikuluma obuke budućih vozača i ciljanih lokalnih kampanja, neophodno je operacionalizovati razliku između posjedovanja deklarativnog znanja (poznavanja saobraćajnih propisa) i funkcionalne kognitivne operacije: pravovremenog prisjećanja da se to pravilo primijeni u dinamičkom okruženju. Edukativne intervencije, primarno usmjerene na kognitivno rizične grupe vozača, trebaju eksplicirati mehanizme pomoću kojih umor i visoko mentalno opterećenje degradiraju kapacitete retrospektivnog pamćenja (otežavajući prizivanje ranije usvojenih pravila i ograničenja brzine) i prospektivnog pamćenja (onemogućavajući realizaciju ranije formiranih namjera u tačno određenom momentu ili lokaciji). Kroz ciljane radionice vozače je potrebno obučiti strategijama samoregulacije, kako bi pravovremeno prepoznali fluktuacije u sopstvenim kognitivnim kapacitetima i preduprijedili propuste u vožnji. Na planu mikro-urbanog saobraćajnog okruženja, ovi rezultati pružaju empirijsku osnovu za rekonfiguraciju putne signalizacije na bazi njenih kognitivnih performansi, prvenstveno kroz povećanje jasnoće, uočljivosti i pravovremenosti postavljanja znakova na lokacijama sa visokim kognitivnim zahtjevima, kao što su zone škola, pješački prelazi i kompleksne raskrsnice. Primarni cilj ovakvih infrastrukturnih mjera jeste obezbjeđivanje eksternih, ambijentalnih okidača koji rasterećuju retrospektivnu memoriju i olakšavaju aktivaciju prospektivnih namjera, čime se omogućava pravovremeno izvršavanje bezbjednosnih radnji. S obzirom na to da evaluacija efikasnosti predloženih intervencija nije bila predmet ovog istraživanja, njihovu aplikaciju u praksi treba započeti kroz pilot-projekte u odabranim lokalnim zajednicama, uz kontinuirani longitudinalni monitoring potencijalnih promjena u znanju, kognitivnim navikama i stvarnom ponašanju vozača.

5. ZAKLJUČAK

Ovo istraživanje pruža empirijski uvid u značaj kognitivnih faktora za bezbjednost saobraćaja, fokusirajući se na ulogu prospektivnog i retrospektivnog pamćenja kod vozača u Republici Srpskoj. Može se zaključiti da vozači subjektivno procjenjuju da imaju značajno više poteškoća s prospektivnim pamćenjem (pamćenjem budućih namjera) nego s retrospektivnim (prisjećanjem prošlih informacija) tokom svakodnevnog funkcionisanja. Povećan nivo propusta u oba memorijska sistema direktno je praćen većom učestalošću

saobraćajnih prekršaja. Takođe, kognitivni propusti u oba memorijska sistema značajno doprinose izazivanju saobraćajnih nezgoda vlastitom krivicom. Dobijeni nalazi potvrđuju da ljudski faktor u saobraćaju obuhvata složene kognitivne procese. Prevenciju saobraćajnih prekršaja i nezgoda nije moguće svesti samo na kaznene mjere, već je neophodno razvijati preventivne kognitivne treninge, podizati svijest o samoregulaciji i prilagoditi putnu signalizaciju kako bi se smanjilo mentalno opterećenje vozača.

6. LITERATURA

Brandimonte, M. A., & Passolunghi, M. C. (1994). The effect of cue familiarity, cue distinctiveness, and retention interval on prospective remembering. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 47*(3), 565–587.

Crawford, J. R., Smith, G., Maylor, E. A., Della Sala, S., & Logie, R. H. (2003). The Prospective and Retrospective Memory Questionnaire (PRMQ): Normative data and latent structure in a large non-clinical sample. *Memory, 11*(3), 261–275.

Cummings, M. L., Kilgore, R. M., Wang, E., Tijerina, L., & Kochhar, D. S. (2007). Effects of single versus multiple warnings on driver performance. *Human Factors, 49*(6), 1097–1106.

Diamond, A. (2013). Executive Functions. Annual Review of Psychology, 64, 135-168.

http://dx.doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750

Einstein, G. O., & McDaniel, M. A. (1990). Normal aging and prospective memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 16*(4), 717–726.

Einstein, G. O., McDaniel, M. A., Richardson, S. L., Guynn, M. J., & Cunfer, A. R. (1995). Aging and prospective memory: Examining the influences of self-initiated retrieval processes. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 21*(4), 996–1007.

Ellis, J. (1996). Prospective memory or the realization of delayed intentions: A conceptual framework for research. In M. Brandimonte, G. O. Einstein, & M. A. McDaniel (Eds.), *Prospective memory: Theory and applications* (pp. 1–22). Lawrence Erlbaum Associates.

Field, D. T., & Groeger, J. A. (2004). Temporal interval production and short-term memory. *Perception & Psychophysics, 66*(5), 808–819.

Gregory, B., Irwin, J. D., Faulks, I. J., & Chekaluk, E. (2014). Speeding in school zones: Violation or lapse in prospective memory? *Journal of Experimental Psychology: Applied, 20*(3), 191–204.

Hayashi, Y., Foreman, A. M., Friedel, J. E., & Wirth, O. (2018). Executive function and dangerous driving behaviors in young drivers. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, 52*, 51–61.

Khan, A., & Sharma, N. K. (2007). Role of metamemory and demography in prospective and retrospective memory. *Journal of Psychosocial Research, 2*(2), 63–75.

Kliegel, M., & Jäger, T. (2006). Can the Prospective and Retrospective Memory Questionnaire (PRMQ) predict actual prospective memory performance? *Current Psychology, 25*(3), 182–191.

McDaniel, M. A., & Einstein, G. O. (2007). *Prospective memory: An overview and synthesis of an emerging field*. Sage.

Moran, C., Bennett, J. M., & Prabhakharan, P. (2020). The relationship between cognitive function and hazard perception in younger drivers. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, 74*, 104–119.

Norman, D. A. (1981). Categorization of action slips. *Psychological Review, 88*(1), 1–15.

Nowinski, J. L., & Dismukes, R. K. (2005). Effects of ongoing task context and target typicality on prospective memory performance: The importance of associative cueing. *Memory, 13*(6), 649–657.

Patten, C. J., Kircher, A., Östlund, J., & Nilsson, L. (2004). Using mobile telephones: Cognitive workload and attention resource allocation. *Accident Analysis & Prevention, 36*(3), 341–350.

Pergantis, P., Bamicha, V., Chaidi, I., & Drigas, A. (2024). Driving under cognitive control: The impact of executive functions in driving. *World Electric Vehicle Journal, 15*(10), Article 474. https://doi.org/10.3390/wevj15100474

Reason, J., Manstead, A., Stradling, S., Baxter, J., & Campbell, K. (1990). Errors and violations on the roads: A real distinction? *Ergonomics, 33*(10–11), 1315–1332.

Salvucci, D. D., Liu, A., & Boer, E. R. (2001). Control and monitoring during lane changes. In *Vision in Vehicles IX*.

Smith, R. E. (2003). The cost of remembering to remember in event-based prospective memory: Investigating the capacity demands of delayed intention performance. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 29*(3), 347–361.

Smith, Geoff; Del Sala, Sergiola; Logie, Robert H.; Maylor, Elizabeth A. . (2000). Prospective and retrospective memory in normal ageing and dementia: A questionnaire study. *Memory*, *8*(5), 311–321. doi:10.1080/09658210050117735

Trawley, S. L., Stephens, A. N., Rendell, P. G., & Groeger, J. A. (2017). Prospective memory while driving: Comparison of time-based and event-based intentions. *Ergonomics, 60*(6), 780–790.

Ververs, P. M., & Wickens, C. D. (2000). Designing head-up displays (HUDs) to support flight path guidance while minimizing effects of cognitive tunneling. In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting* (Vol. 44, No. 13, pp. 45–48).

Walter, S., & Meier, B. (2014). How important is importance for prospective memory? A review. *Frontiers in Psychology, 5*, Article 657.

Wittmann, M. (2009). The inner experience of time. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 364*(1525), 1955–1967.

UDK:

ПРОЦЕНА КВАЛИТЕТА ЛОКАЛНИХ СТРАТЕШКИХ ДОКУМЕНАТА БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА У РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ

ASSESSMENT OF THE QUALITY OF LOCAL ROAD TRAFFIC SAFETY STRATEGIC DOCUMENTS IN THE REPUBLIC OF SERBIA

Филип Живковић[1], Томислав Петровић[2], Данислав Драшковић[3], Вук Богдановић[4]

Резиме: Безбедност саобраћаја представља једно од кључних развојних и јавноздравствених питања у Републици Србији, посебно у контексту континуираног повећања броја возила, промена у обрасцима мобилности и високог учешћа људских грешака у настанку саобраћајних незгода. Локални нивои управљања имају пресудну улогу у обликовању безбедног окружења, јер се највећи број незгода и страдалих бележи управо на територијама јединица локалне самоуправе. Упркос постојању националног стратешког оквира, квалитет, обухват и имплементација локалних докумената значајно варирају, што намеће потребу за свеобухватним увидом у њихову усклађеност са савременим принципима безбедног система. Циљ овог рада је да спроведе детаљну анализу стратешких докумената безбедности саобраћаја у одабраним локалним самоуправама Републике Србије, укључујући локалне стратегије и акционе планове. Анализа обухвата квалитативну и квантитативну оцену присуства кључних елемената система. Резултати указују на изразиту неуједначеност међу локалним самоуправама: мали проценат поседује ажурне и садржајне документе, док код значајног броја доминирају фрагментарни планови, недостатак мерљивих индикатора, слаба оријентација ка рањивим групама (деца, пешаци, бициклисти) и недовољна евалуација спроведених мера. Закључци рада истичу потребу за стандардизацијом процеса израде локалних стратегија, јачањем институционалних капацитета и унапређењем мониторинга, како би локални нивои ефикасно допринели националним циљевима смањења страдања у саобраћајним незгодама

Кључне речи: Безбедност саобраћаја, Локалне стратегије, Оцена политика, Принципи безбедног система, Стратешко планирање

Abstract: Traffic safety represents one of the key developmental and public health issues in the Republic of Serbia, particularly in the context of a continuous increase in the number of vehicles, changes in mobility patterns, and the high contribution of human error to the occurrence of road traffic crashes. Local levels of governance play a crucial role in shaping a safe environment, as the majority of crashes and casualties are recorded within the territories of local self-government units. Despite the existence of a national strategic framework, the quality, scope, and implementation of local documents vary significantly, creating a need for a comprehensive assessment of their alignment with contemporary Safe System principles. The aim of this paper is to conduct a detailed analysis of traffic safety strategic documents in selected local self-governments of the Republic of Serbia, including local strategies and action plans. The analysis includes a qualitative and quantitative assessment of the presence of key system elements. The results indicate pronounced unevenness among local governments: only a small share possesses up-to-date and comprehensive documents, while a substantial number exhibit fragmented plans, a lack of measurable indicators, weak focus on vulnerable groups (children, pedestrians, cyclists), and insufficient evaluation of implemented measures. The conclusions highlight the need to standardize the process of developing local strategies, strengthen institutional capacities, and improve monitoring mechanisms to ensure that local levels effectively contribute to national goals for reducing road crash casualties.

Keywords: Road traffic safety, Local strategies, Policy evaluation, Safe System principles, Strategic planning

1. УВОД

Безбедност саобраћаја представља једно од кључних развојних и јавноздравствених питања савремених друштава. Упркос значајном технолошком и институционалном напретку у области управљања саобраћајем, саобраћајне незгоде и даље представљају један од водећих узрока смртности и тешких повреда широм света. Према проценама Светске здравствене организације, више од 1,19 милиона људи годишње изгуби живот у саобраћајним незгодама, док се десетине милиона

[1] Филип Живковић, мастер инж. саобраћаја, директор, URBANSAFE, Београд, Република Србија, e-mail: f_zivkovic@outlook.com
[2] Томислав Петровић, дипл. инж. саобраћаја, Саобраћајни факултет Бања Лука, Војводе Пере Креце 13, Бања Лука, БиХ, tomicalg@gmail.com
3 др Данислав Драшковић, дипл. инж. саобраћаја, професор, Саобраћајни факултет Бања Лука, Војводе Пере Креце 13, Бања Лука, БиХ, danislav.m.draskovic@apeiron-edu.eu
[4] др, Вук Богдановић, дипл. инж. саобраћаја, професор, Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Трг Доситеја Обрадовића 6, Нови Сад, Република Србија, vuk@uns.ac.rs

суочавају са тешким повредама и дугорочним последицама по здравље и квалитет живота (World Health Organization, 2023). Због тога се безбедност саобраћаја све више посматра као интегрални део јавног здравља, урбаног планирања и одрживог развоја.

У Републици Србији безбедност саобраћаја представља једно од важних развојних и јавноздравствених питања, посебно у контексту континуираног повећања броја возила, промена у обрасцима мобилности и високог учешћа људског фактора у настанку саобраћајних незгода. Повећање степена моторизације, урбанизација и раст мобилности становништва довели су до повећане изложености ризику у саобраћајном систему, што додатно наглашава потребу за системским приступом управљању безбедношћу саобраћаја.

Савремени концепт управљања безбедношћу саобраћаја заснива се на принципима „Safe System“ приступа, који наглашава потребу за интегрисаним деловањем институција, инфраструктуре, возила и корисника саобраћаја, уз прихватање чињенице да људске грешке у саобраћају није могуће потпуно спречити (OECD/ITF, 2022). У оквиру овог приступа стратешко планирање представља један од кључних инструмената јавних политика, јер омогућава дефинисање дугорочних циљева, идентификацију приоритета интервенција и успостављање система мониторинга и евалуације резултата.

Посебан значај у имплементацији политика безбедности саобраћаја има локални ниво управљања. Јединице локалне самоуправе имају пресудну улогу у обликовању безбедног саобраћајног окружења, будући да се највећи број саобраћајних незгода и страдалих лица бележи управо на територијама локалних заједница. Локалне власти управљају значајним делом путне инфраструктуре, учествују у планирању урбаног простора, спроводе превентивне програме и имају важну улогу у имплементацији националних политика безбедности саобраћаја.

Иако у Републици Србији постоји дефинисан национални стратешки оквир у области безбедности саобраћаја, квалитет, обухват и методолошка развијеност локалних стратешких докумената значајно варирају између различитих јединица локалне самоуправе. У појединим срединама локалне стратегије представљају релативно развијене аналитичке документе са јасно дефинисаним циљевима, индикаторима и планираним мерама, док у другим случајевима доминирају фрагментарни планови, ограничени аналитички оквири и недовољно развијени системи мониторинга и евалуације спроведених политика.

Оваква неуједначеност указује на потребу за систематском анализом квалитета локалних стратешких докумената у области безбедности саобраћаја и проценом њихове усклађености са савременим принципима управљања безбедношћу саобраћаја. Посебан изазов представља недостатак стандардизованих методолошких оквира који би омогућили објективну евалуацију локалних стратегија и поређење између различитих јединица локалне самоуправе.

Полазећи од наведеног контекста, циљ овог рада је спровођење детаљне анализе стратешких докумената безбедности саобраћаја на локалном нивоу у Републици Србији, укључујући локалне стратегије и акционе планове. Анализа обухвата квалитативну и квантитативну процену присуства кључних елемената система управљања безбедношћу саобраћаја, укључујући институционални оквир, систем мониторинга, евалуацију ефеката спроведених мера, мерљивост стратешких циљева и транспарентност управљања.

Резултати истраживања указују на изражену неуједначеност међу локалним самоуправама у погледу структуре и квалитета стратешких докумената. Док мањи број локалних самоуправа поседује релативно развијене и садржајне стратегије безбедности саобраћаја, код значајног броја идентификовани су фрагментарни планови, недостатак мерљивих индикатора, ограничена усмереност ка заштити рањивих учесника у саобраћају, као што су деца, пешаци и бициклисти, као и недовољно развијени системи евалуације спроведених мера.

Добијени резултати указују на потребу за унапређењем методолошких стандарда израде локалних стратегија безбедности саобраћаја, јачањем институционалних капацитета локалних самоуправа и развојем ефикаснијих система мониторинга и евалуације политика. Унапређење квалитета локалних стратешких докумената представља важан предуслов за ефикасну имплементацију националних циљева смањења броја саобраћајних незгода и њихових последица, као и за развој одрживог и безбедног саобраћајног система.

2. МЕТОДОЛОГИЈА

Ово истраживање заснива се на компаративној анализи стратешких докумената у области безбедности саобраћаја на нивоу јединица локалне самоуправе у Републици Србији. Методолошки приступ комбинује квалитативну анализу садржаја стратешких докумената са квантитативном евалуацијом њихових кључних институционалних и методолошких карактеристика.

2.1. Узорак истраживања

Узорак истраживања обухвата десет јединица локалне самоуправе у Републици Србији које су усвојиле стратешке документе у области безбедности саобраћаја у различитим временским периодима. Анализом су обухваћене следеће локалне самоуправе: Александровац (Општина Александровац, 2025), Аранђеловац (Општина Аранђеловац, 2023), Бабушница (Општина Бабушница, 2023), Јагодина (Општина Јагодина, 2024), Крагујевац (Град Крагујевац, 2023), Љубовија (Општина Љубовија, 2024), Лучани (Општина Лучани, 2023), Ниш (Град Ниш, 2021), Сремска Митровица (Град Сремска Митровица, 2023) и Шабац (Град Шабац, 2023). Изабране јединице локалне самоуправе обухватају различите типове територијалних и административних система, укључујући веће урбане центре, средње развијене градове и мање општине, чиме је омогућена компаративна анализа стратешких докумената у различитим институционалним и демографским контекстима. Стратегије анализиране у овом истраживању односе се на различите временске периоде, у распону од 2021–2025 до 2025–2030 године, што додатно омогућава увид у савремене приступе стратешком планирању безбедности саобраћаја на локалном нивоу. Анализирани узорак обухвата документе који су формално усвојени од стране надлежних органа локалне самоуправе и представљају основне стратешке акте за планирање и спровођење политика безбедности саобраћаја у анализираним срединама. Овакав узорак омогућава идентификацију заједничких образаца у структури и методологији израде локалних стратегија безбедности саобраћаја, као и упоређивање степена институционалне и методолошке развијености система управљања безбедношћу саобраћаја између различитих локалних самоуправа.

2.2. Аналитички оквир евалуације стратегија

За потребе компаративне анализе развијен је евалуациони оквир који обухвата пет кључних димензија управљања безбедношћу саобраћаја:

- Институционални оквир и актери – постојање формалних институционалних структура и дефинисаних актера у систему управљања безбедношћу саобраћаја.
- Мониторинг и извештавање – дефинисање механизама праћења имплементације стратегије, укључујући динамику и структуру извештавања.
- Евалуација ефеката спроведених мера – постојање методолошких приступа за процену ефеката политика и интервенција.
- Мерљивост циљева – дефинисање индикатора безбедности саобраћаја, циљних вредности и носилаца активности.
- Транспарентност и укључивање јавности – постојање механизама јавног извештавања и учешћа заинтересованих страна.

Свака димензија оцењена је на скали од 0 до 3, при чему виша вредност означава већи степен методолошке развијености и институционалне операционализације. Максимални укупни скор износи 15 поена.

2.3. Индекси институционалне и стратешке зрелости

Поред основне евалуације стратешких докумената, у раду је примењен интегрисани аналитички оквир заснован на три композитна индекса:

System Strength Index - SSI индекс представља меру институционалне снаге локалног система управљања безбедношћу саобраћаја. Овај индекс процењује постојање и функционалност кључних елемената система, укључујући институционалне структуре, финансијске механизме, координацију актера и аналитичку подршку одлучивању.

Comprehensive Evaluation of Strategic Planning Index - CESPI индекс мери квалитет и методолошку развијеност локалних стратегија безбедности саобраћаја. Индекс обухвата анализу структуре стратешког документа, дефинисања циљева, индикатора, планираних мера и механизама праћења имплементације.

Alignment Index - ALI индекс представља меру усклађености локалних стратегија са националним стратешким оквиром у области безбедности саобраћаја. Анализа укључује процену усклађености циљева, индикатора и стратешких приоритета са националном стратегијом безбедности саобраћаја.

Све вредности индекса нормализоване су на скали 0–1, где више вредности означавају већи степен институционалне и методолошке развијености система.

2.4. Метод анализе

Анализа стратешких докумената спроведена је применом методе квалитативне анализе садржаја (content analysis) у комбинацији са квантитативним оцењивањем дефинисаних критеријума. У првом кораку извршена је систематска анализа структуре сваког стратешког документа, укључујући идентификацију циљева, индикатора, планираних мера и институционалних механизама управљања.

У другом кораку извршена је квантитативна евалуација стратегија применом дефинисаног система бодовања. На основу добијених вредности извршена је компаративна анализа локалних самоуправа и идентификовани су доминантни обрасци методолошких слабости и институционалних ограничења у анализираним стратегијама.

Анализа је обухватила званично усвојене стратешке документе локалних самоуправа (Град Ниш, 2021; Град Крагујевац, 2023; Град Сремска Митровица, 2023; Град Шабац, 2023; Општина Александровац, 2025; Општина Аранђеловац, 2023; Општина Бабушница, 2023; Општина Јагодина, 2024; Општина Љубовија, 2024; Општина Лучани, 2023).

3. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

3.1. Компаративна анализа квалитета локалних стратегија безбедности саобраћаја

Компаративна анализа локалних стратегија безбедности саобраћаја спроведена је применом евалуационог оквира заснованог на пет кључних димензија управљања безбедношћу саобраћаја: институционални оквир и актери, мониторинг и извештавање, евалуација ефеката спроведених мера, мерљивост циљева кроз индикаторе и циљне вредности и транспарентност и укључивање јавности. Сваки критеријум оцењен је на скали од 0 до 3, при чему максимални укупни скор износи 15 поена. Резултати евалуације приказани су у компаративној табели у наставку која обухвата десет локалних самоуправа у Републици Србији.

Нижи ниво институционалне и методолошке развијености забележен је код стратегија општина Александровац, Сремска Митровица и Шабац, које остварују скор од 9 поена. У овим стратегијама идентификован је основни институционални оквир управљања безбедношћу саобраћаја, али су механизми евалуације и транспарентног извештавања недовољно развијени. Најнижи скор у анализираном узорку остариле су стратегије општина Бабушница и Лучани (8/15), код којих су посебно уочени недостаци у погледу евалуације ефеката спроведених мера и транспарентности управљања стратегијом.

Детаљнија анализа по појединачним критеријумима показује да је критеријум мерљивости циљева и индикатора најразвијенија компонента анализираних стратегија. Већина докумената садржи дефинисане индикаторе безбедности саобраћаја и одређене циљне вредности које омогућавају праћење стратешког напретка.

Насупрот томе, критеријум евалуације ефеката спроведених мера представља најслабије развијену компоненту свих анализираних стратегија. У највећем броју докумената евалуација се своди на праћење основних статистичких показатеља безбедности саобраћаја, без јасно дефинисаних аналитичких метода за процену стварног утицаја спроведених политика и мера.

Табела 1. *Компаративна анализа квалитета локалних стратегија безбедности саобраћаја*

Локална самоуправа	Период стратегије	Институционални оквир и актери	Мониторинг и извештавање (фреквенција, коме, како)	Евалуација ефеката (не само праћење, већ ефекти)	мерљивост (индикатори/циљеви/носиоци)	Транспарентност и укључивање јавности	Укупно (0–15)
Александровац	2025–2030	2	2	1	3	1	9
Аранђеловац	2023–2030	2	2	1	3	2	10
Бабушница	2023–2028	2	2	1	2	1	8
Јагодина	2024–2030	2	2	2	3	2	11
Крагујевац	2023–2030	3	3	2	3	2	13
Љубовија	2024–2030	2	3	2	3	2	12
Лучани	2023–2028	2	2	1	2	1	8
Ниш	2021–2025	3	2	2	3	2	12
Сремска Митровица	2023–2030	2	2	1	2	2	9
Шабац	2023–2026	2	2	1	2	2	9

Сличан образац може се уочити и код критеријума транспарентности и укључивања јавности, где већина стратегија предвиђа институционалну сарадњу између релевантних актера, али ретко дефинише конкретне механизме јавног извештавања, доступности података или партиципације заинтересованих страна у процесу евалуације стратегије.

У целини посматрано, резултати компаративне анализе указују да локалне стратегије безбедности саобраћаја у Републици Србији показују релативно добар ниво дефинисања циљева и индикатора, али истовремено недовољно развијен систем евалуације политика и управљања имплементацијом стратегија. Овакав налаз сугерише потребу за унапређењем методолошких стандарда израде локалних стратегија, посебно у домену евалуације ефеката спроведених мера, операционализације система мониторинга и унапређења транспарентности управљања безбедношћу саобраћаја.

Добијени резултати представљају важну основу за даља истраживања у области евалуације локалних политика безбедности саобраћаја, као и за развој стандардизованих методолошких оквира који би омогућили систематско поређење и унапређење квалитета локалних стратегија безбедности саобраћаја.

3.2. Типични обрасци методолошких слабости локалних стратегија безбедности саобраћаја

Резултати компаративне анализе указују на постојање релативно уједначеног обрасца у структури и квалитету анализираних локалних стратегија безбедности саобраћаја. Већина стратегија показује задовољавајући ниво развијености у погледу дефинисања основних стратешких циљева, идентификације кључних актера и успостављања институционалног оквира за управљање безбедношћу саобраћаја. Такође, у већини анализираних докумената присутан је одређени скуп индикатора који омогућава праћење стања безбедности саобраћаја, што указује на постојање свести о значају квантитативног праћења стратешких циљева.

Међутим, резултати анализе истовремено указују на неколико системских методолошких ограничења која су присутна у готово свим анализираним стратегијама. Пре свега, идентификован је недостатак јасно дефинисаних методолошких приступа евалуацији ефеката спроведених мера безбедности саобраћаја. У највећем броју стратегија евалуација се своди на праћење основних показатеља безбедности саобраћаја (број незгода, погинулих и повређених лица), без развијених аналитичких оквира који би омогућили процену узрочно-последичне везе између спроведених мера и остварених промена у нивоу безбедности саобраћаја. Такав приступ ограничава могућност објективне процене ефикасности стратешких интервенција и отежава идентификацију најефикаснијих политика безбедности саобраћаја на локалном нивоу.

Додатно, уочено је да системи мониторинга и извештавања у већини стратегија нису у потпуности спроведени. Иако стратегије по правилу предвиђају обавезу праћења реализације стратешких циљева, ретко се прецизно дефинише динамика извештавања, структура извештаја или институције одговорне

за спровођење евалуације. Оваква институционална непрецизност може довести до смањене ефикасности имплементације стратегије и отежати правовремено прилагођавање политика у складу са променама у саобраћајном систему.

Посебан изазов представља и ограничен ниво транспарентности и активног учешћа јавности у процесу имплементације и евалуације стратегија. У већини анализираних докумената механизми јавног извештавања, доступности података или укључивања заинтересованих страна нису јасно дефинисани, што може ограничити ниво јавне одговорности и друштвене подршке спровођењу стратешких мера.

Укупно посматрано, резултати анализе указују да локалне стратегије безбедности саобраћаја у анализираном узорку релативно успешно дефинишу циљеве и индикаторе безбедности саобраћаја, али у мањој мери развијају методолошки робустан систем евалуације и управљања имплементацијом стратегије. Овакав налаз сугерише потребу за унапређењем методолошких стандарда израде локалних стратегија, посебно у домену евалуације ефеката политика, спровођење мониторинга и унапређења транспарентности процеса управљања безбедношћу саобраћаја.

Табела 2. *Идентификовани обрасци слабости у стратегијама безбедности саобраћаја и њихови ефекти на управљање*

Област стратегије	Уочени образац слабости	Изложеност у анализираним стратегијама	Последице по управљање безбедношћу саобраћаја
Евалуација ефеката	Недостатак методологије евалуације политика	Стратегије предвиђају праћење индикатора, али не дефинишу методе евалуације (before–after анализа, статистичка евалуација, атрибуција ефеката).	Отежано утврђивање стварног утицаја спроведених мера.
Мониторинг стратегије	Недовољно развијен систем праћења	Мониторинг се често своди на општу обавезу извештавања без дефинисане динамике и структуре извештаја.	Смањена могућност правовременог прилагођавања политика.
Институционално управљање	Недовољно јасно дефинисане одговорности актера	Стратегије идентификују институције, али не дефинишу прецизне оперативне улоге и механизме координације.	Слабија ефикасност имплементације стратегије.
Мерљивост циљева	Делимично квантификовани индикатори	Иако већина стратегија има индикаторе, нису сви јасно повезани са циљним вредностима и носиоцима активности.	Ограничена могућност мерења напретка.
Транспарентност и учешће	Недовољно развијени механизми јавног извештавања	Ретко се дефинишу јавни извештаји, отворене базе података или укључивање јавности у евалуацију стратегије.	Нижи ниво јавне одговорности и транспарентности.

3.3. Компаративна анализа институционалне зрелости система и стратешког оквира

Компаративна анализа локалних система управљања безбедношћу саобраћаја заснована је на интегрисаном аналитичком оквиру који обухвата три индекса: SSI (System Strength Index), CESPI (Comprehensive Evaluation of Strategic Planning Index) и ALI (Alignment Index).

Резултати компаративне анализе приказани у наредној табели указују на значајне разлике између анализираних јединица локалних самоуправа у погледу институционалне зрелости система управљања безбедношћу саобраћаја и квалитета стратешког планирања.

Највише вредности SSI индекса забележене су у већим урбаним центрима, пре свега у Нишу (0.91) и Крагујевцу (0.88), што указује на постојање релативно развијених институционалних структура управљања безбедношћу саобраћаја. Ови градови карактеришу развијенији административни капацитети, институционализовани механизми координације и стабилнији систем финансирања активности у области безбедности саобраћаја. Релативно висок степен институционалне стабилности уочава се и у Сремској Митровици (0.78) и Јагодини (0.76), где постоји континуитет у функционисању локалних механизама управљања.

С друге стране, најнижа вредност SSI индекса забележена је у Шапцу (0.54), што указује на фрагментован (неусклађен) институционални систем и ограничене управљачке капацитете у области безбедности саобраћаја. У таквим системима активности се често реализују без јасно дефинисаног механизма координације институција и без систематског праћења резултата.

Анализа CESPI индекса, који мери квалитет локалних стратегија безбедности саобраћаја, показује сличан образац. Највише вредности бележе Ниш (0.95) и Крагујевац (0.93), што указује на методолошки развијене стратешке документе који садрже кључне елементе савременог стратешког планирања,

укључујући анализу стања, јасно дефинисане циљеве, индикаторе праћења и временски оквир имплементације. Високе вредности CESPI индекса указују на структурисан приступ планирању безбедности саобраћаја и већу вероватноћу доследне имплементације планираних мера.

Табела 3. *Институционална зрелост система управљања безбедношћу саобраћаја у анализираним локалним самоуправама*

Локална самоуправа	SSI (систем)	CESPI (стратегија)	ALI (усклађеност са националном)	Синтетички образац
Аранђеловац	0.74	0.81	0.83	стабилан систем и солидна стратегија
Сремска Митровица	0.78	0.86	0.88	релативно зрео систем и добро структурирана стратегија
Шабац	0.54	0.65	0.70	фрагментован систем и недовољно развијена стратегија
Љубовија	0.67	0.80	0.78	мањи, али функционалан систем
Лучани	0.72	0.79	0.83	стабилан локални систем
Крагујевац	0.88	0.93	0.92	високо развијен институционални систем и зрела стратегија
Ниш	0.91	0.95	0.94	најразвијенији систем и најквалитетнији стратешки документ
Јагодина	0.76	0.83	0.86	стабилан систем и добро дефинисана стратегија
Бабушница	0.69	0.75	0.81	мањи систем са умереним институционалним капацитетом
Александровац	0.73	0.80	0.84	функционалан систем и солидна стратегија

Релативно високе вредности CESPI индекса уочене су и у Сремској Митровици (0.86), Јагодини (0.83) и Аранђеловцу (0.81), што указује на постојање стратешких докумената који садрже већину неопходних елемената савременог стратешког управљања.

Насупрот томе, најнижа вредност CESPI индекса уочена је у Шапцу (0.65), што указује на мањак методолошке конзистентности и ограничену оперативност стратешког документа.

Када је реч о ALI индексу, који мери степен усклађености локалних стратегија са националним стратегијским оквиром, резултати показују релативно висок степен формалне усклађености већине анализираних докумената. Највише вредности бележе Ниш (0.94) и Крагујевац (0.92), што указује на снажну интеграцију локалних стратегија са националним приоритетима и циљевима политике безбедности саобраћаја. Релативно висок степен усклађености уочава се и у Сремској Митровици (0.88), Јагодини (0.86) и Александровцу (0.84), што указује да локалне стратегије у великој мери прате структуру и приоритете националне стратегије.

С друге стране, нешто ниже вредности ALI индекса уочене су у Шапцу (0.70) и Љубовији (0.78), што указује на делимично преузимање националних приоритета.

У целини посматрано, резултати анализе указују на јасан образац: већи урбани центри поседују развијеније институционалне системе управљања и методолошки зрелије стратегије, док мање локалне самоуправе често имају ограничене институционалне капацитете и мање структурисане стратешке документе. Овај образац указује на значај институционалног капацитета и административних ресурса као кључних фактора у развоју локалних политика безбедности саобраћаја.

Истовремено, резултати потврђују да комбинација индекса SSI, CESPI и ALI представља користан аналитички оквир за процену институционалне зрелости локалних система управљања безбедношћу саобраћаја и квалитета стратешког планирања.

4. СТРУКТУРА ОГРАНИЧЕЊА И МЕТОДОЛОШКЕ НЕДОСЛЕДНОСТИ ЛОКАЛНИХ СТРАТЕШКИХ ДОКУМЕНАТА

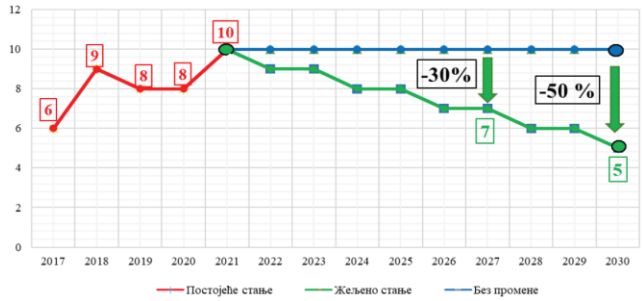
Квалитативна компаративна анализа локалних стратегија безбедности саобраћаја указује на постојање препознатљивих структурних и методолошких образаца који се понављају у различитим јединицама локалне самоуправе. Иако су анализирани документи формално усклађени са законским оквиром и

националном стратегијом, уочава се низ ограничења која утичу на њихову аналитичку робустност, стратешку кохерентност и оперативну применљивост.

4.1. Недоследност у дефинисању базне године и временског оквира анализе

Једно од најчешћих методолошких ограничења односи се на избор и образложење базне (референтне) године. У појединим документима базна година није јасно дефинисана, док се у другим користи појединачна година без статистичког образложења њеног избора. Изостаје примена вишегодишњих просека (најчешће трогодишњих или петогодишњих), који су стандард у аналитици безбедности саобраћаја ради ублажавања утицаја случајних флуктуација.

Анализа дијаграма уа наставку указује на одређене методолошке недостатке у дефинисању циљних вредности. Као референтна година за постављање циља узета је 2021. година, у којој је забележено 10 погинулих лица. На основу те вредности дефинисан је циљ смањења од 50% до 2030. године, што подразумева достизање вредности од 5 погинулих лица годишње. Међутим, овакав приступ постављања базне вредности није у потпуности методолошки оправдан, јер историјски подаци показују значајне осцилације у броју погинулих током посматраног периода.



Слика 1. *Циљно стање броја погинулих лица у саобраћају на подручју Града Сремска Митровица*

Конкретно, већ у 2017. години број погинулих лица износио је 6, што је веома близу циљне вредности дефинисане за 2030. годину. То указује да предложени циљ не представља значајно унапређење у односу на историјске резултате, већ пре одражава ниво који је у појединим годинама већ био достигнут.

Додатно, избор године са релативно високим бројем погинулих као референтне може довести до постављања циљева који су формално амбициозни (нпр. смањење од 50%), али у суштини не представљају значајан напредак у односу на реалне историјске вредности. Због тога се може закључити да циљ дефинисан за 2030. годину није у потпуности методолошки утемељен, јер не одражава дугорочни тренд страдања, већ је заснован на појединачној години са израженим одступањем

У неким случајевима временски опсег анализе је превише широк (нпр. вишедеценијски трендови), што доводи до преоптерећености подацима без јасне стратешке функције у дефинисању циљева. У другим случајевима, анализирани период је сувише кратак или селективно одабран. Оваква методолошка различитост отежава поређење резултата и смањује стабилност пројекција циљева смањења страдања.

4.2. Ограничена транспарентност извора података

У више анализираних стратегија идентификован је проблем недоследног навођења извора података. Нумеричке вредности и графички прикази нису увек праћени прецизним референцама ка примарним базама (нпр. званичне евиденције МУП-а, Агенције за безбедност саобраћаја, Републичког завода за статистику, локалних база података, националне базе података и сл.). Овакав приступ умањује проверљивост анализа, што је супротно принципима evidence-based јавних политика.

Недовољна транспарентност извора података такође отежава процену квалитета самих података, нарочито када се врше поређења са националним или регионалним просеком.

4.3. Дисконтинуитет између анализе и стратешког оквира

Уочава се чест раскорак између обимног аналитичког дела и дефинисаних стратешких мера. Иако су у анализи детаљно обрађени фактори ризика (старосне групе, структура учесника, употреба сигурносних система, просторна дистрибуција незгода), у делу који се односи на циљеве и мере није увек јасно представљена директна веза између идентификованог проблема и предложене интервенције.

Овај дисконтинуитет указује на недовољну интеграцију аналитичког и оперативног сегмента документа. Стратегије често садрже широк спектар података, али без експлицитног утврђивања приоритета кључних ризика и без јасне хијерархије мера према очекиваном ефекту.

4.4. Аналитичка преопширност наспрам стратешке селективности

Код појединих локалних самоуправа присутан је изразито висок ниво дескриптивне анализе, укључујући дуг временски низ података, велики број графикона и компаративних приказа. Иако овакав приступ доприноси информативној вредности документа, он може умањити његову прегледност и отежати идентификацију кључних приоритета.

Стратегија као инструмент јавне политике захтева селективност и фокус. Прекомерна количина података, без јасне филтрације и рангирања проблема, доводи до смањења оперативне јасноће и отежава имплементацију.

4.5. Недовољна примена релевантних индикатора

У већини анализираних докумената доминирају апсолутни показатељи (број незгода, број погинулих и повређених), док су релативни индикатори (ризик по становнику, по возилу) ређе заступљени. Изостанак таквих показатеља ограничава могућност објективног поређења између локалних самоуправа и процене стварног нивоа ризика у односу на величину популације или степен моторизације.

4.6. Нормативна и финансијска недоследност

У појединим стратегијама уочена је недовољна усклађеност са важећим законодавним оквиром, нарочито у делу који се односи на моделе финансирања безбедности саобраћаја. Позивање на претходне механизме финансирања без јасног усклађивања са актуелним прописима може представљати институционални ризик за реализацију дефинисаних мера.

4.7. Импликације по локално управљање безбедношћу саобраћаја

Идентификоване методолошке слабости локалних стратегија безбедности саобраћаја имају значајне импликације на ефикасност управљања безбедношћу саобраћаја на нивоу јединица локалне самоуправе. Пре свега, недовољно јасно дефинисани индикатори и методолошке недоследности отежавају систематско праћење реализације постављених стратешких циљева. У таквим околностима процес евалуације спровођења стратегије постаје мање поуздан, јер напредак није могуће прецизно мерити у односу на јасно дефинисане референтне вредности и индикаторе учинка. Оваква ситуација може значајно ограничити могућност континуираног унапређења система управљања безбедношћу саобраћаја, који би требало да почива на принципима evidence-based јавних политика (OECD/ITF, 2022).

Поред тога, ограничена транспарентност методолошког оквира и недовољно јасно навођење извора података могу довести до смањења институционалне транспарентности у управљању безбедношћу саобраћаја. Када методологија анализе и избор података нису довољно образложени, отежава се разумевање процеса доношења одлука и процене приоритета интервенција. Такве методолошке неуједначености додатно отежавају поређење резултата и перформанси система безбедности саобраћаја, чиме се смањује потенцијал за размену добрих примера пракси између локалних самоуправа, као и развој могућих стандардизованих приступа управљању безбедношћу саобраћаја (Elvik, 2021).

Истовремено, недовољно подацима засноване стратегије могу довести до неефикасне расподеле финансијских и институционалних ресурса. Уколико приоритети интервенција нису јасно дефинисани

на основу свеобухватне анализе података, постоји могућност да се средства усмеравају на активности које немају највећи потенцијал за смањење броја саобраћајних незгода и њихових последица. Тиме стратешки документ може остати формално усклађен са националним стратешким циљевима, али без стварног доприноса њиховом остваривању у пракси.

У оквиру имплементације приступа „Safe System“, локалне стратегије безбедности саобраћаја треба да пређу фазу формалног усклађивања са националним документима и усмере се ка јасној и доследној методологији планирања. То подразумева примену стандардизованих показатеља, дефинисане периоде анализе, транспарентно навођење извора података и повезивање идентификованих проблема са конкретним мерама. Савремени приступ управљању безбедношћу саобраћаја истиче потребу за интеграцијом анализе ризика, стратешког планирања и континуираног праћења резултата у један јединствени систем (World Health Organization, 2023).

У том смислу, унапређење методолошког квалитета локалних стратешких докумената представља важан предуслов за развој ефикасног система управљања безбедношћу саобраћаја на локалном нивоу. Стандардизација података и већа методолошка хомогеност стратегија омогућиле би поузданије праћење резултата, бољу међусобно упоређивање и ефикасније усмеравање ресурса ка мерама које имају највећи потенцијал за смањење страдања у саобраћају.

5. ДИСКУСИЈА И ЗАКЉУЧАК

Резултати истраживања указују на значајне разлике у квалитету и методолошкој структури локалних стратегија безбедности саобраћаја у Републици Србији. Иако већина анализираних докумената садржи основне елементе стратешког планирања, као што су дефинисани циљеви и анализе показатеља безбедности саобраћаја, уочени су значајни недостаци у погледу институционалне спровођења стратегија, система мониторинга и евалуације ефеката спроведених мера.

Компаративна анализа показује да већи урбани центри, попут Ниша и Крагујевца, поседују релативно развијеније институционалне системе управљања безбедношћу саобраћаја и методолошки структурисаније стратешке документе. Овакав резултат може се објаснити већим административним капацитетима, развијенијим институционалним структурама и већим финансијским ресурсима који омогућавају систематскији приступ планирању и имплементацији политика безбедности саобраћаја. Слични обрасци идентификовани су и у међународним истраживањима која указују да већи градови често располажу развијенијим институционалним механизмима управљања безбедношћу саобраћаја (Elvik, 2021).

Са друге стране, мањи системи локалне самоуправе често се суочавају са ограниченим институционалним капацитетима, што се рефлектује кроз непотпуну структуру стратешких докумената, недовољно развијене податке и ограничене механизме мониторинга и евалуације. Оваква ситуација указује на потребу за снажнијом институционалном подршком локалним самоуправама у процесу израде и имплементације стратегија безбедности саобраћаја.

Посебно значајан налаз истраживања односи се на релативно слаб ниво развијености система евалуације ефеката спроведених мера. У већини анализираних стратегија евалуација се своди на праћење основних статистичких показатеља безбедности саобраћаја, као што су број саобраћајних незгода или број страдалих лица, без примене аналитичких метода које би омогућиле процену узрочно-последичне везе између спроведених интервенција и промена у нивоу безбедности саобраћаја. Овакав приступ ограничава могућност процене ефикасности појединачних политика и отежава развој evidence-based приступа управљању безбедношћу саобраћаја.

Резултати истраживања такође указују на релативно висок степен формалне усклађености локалних стратегија са националним стратешким оквиром, што потврђују и вредности ALI индекса. Међутим, формална усклађеност не мора нужно значити и висок ниво оперативне ефикасности стратегије. У појединим случајевима стратегије преузимају националне циљеве и приоритете без јасног повезивања са локалним специфичностима и идентификованим ризицима у саобраћајном систему.

У том контексту, резултати овог истраживања указују на потребу за унапређењем методолошких стандарда израде локалних стратегија безбедности саобраћаја. Посебно је важно развити стандардизоване аналитичке оквире који би омогућили поуздану процену ефеката политика

безбедности саобраћаја и идентификацију најефикаснијих мера за унапређење безбедности саобраћаја на подручју локалних самоуправа. Такав приступ могао би допринети већој усклађености стратешких докумената и ефикаснијем управљању безбедношћу саобраћаја на локалном нивоу.

Унапређење методолошког квалитета локалних стратегија безбедности саобраћаја представља важан предуслов за ефикасну имплементацију националних циљева смањења страдања у саобраћајним незгодама и развој одрживог и безбедног саобраћајног система.

6. ЛИТЕРАТУРА

Elvik, R. (2021). The Handbook of Road Safety Measures (2nd ed.). Bingley: Emerald Publishing.

OECD/ITF (2022). The Safe System Approach in Road Safety Management. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development / International Transport Forum.

World Health Organization (2023). Global Status Report on Road Safety 2023. Geneva: World Health Organization.

Град Ниш (2021). Стратегија безбедности саобраћаја града Ниша 2021–2025. године

Град Крагујевац (2023). Стратегија безбедности саобраћаја града Крагујевца 2023–2030. године

Град Сремска Митровица (2023). Стратегија безбедности саобраћаја града Сремска Митровица 2023–2030. године

Град Шабац (2023). Стратегија безбедности саобраћаја града Шапца 2023–2026. године

Општина Александровац (2025). Стратегија безбедности саобраћаја општине Александровац 2025–2030. године

Општина Аранђеловац (2023). Стратегија безбедности саобраћаја општине Аранђеловац 2023–2030. године

Општина Бабушница (2023). Стратегија безбедности саобраћаја општине Бабушница 2023–2028. године

Општина Јагодина (2024). Стратегија безбедности саобраћаја града Јагодине 2024–2030. године

Општина Љубовија (2024). Стратегија безбедности саобраћаја општине Љубовија 2024–2030. године

Општина Лучани (2023). Стратегија безбедности саобраћаја општине Лучани 2023–2028. године

UDK:

УПОРЕДНА АНАЛИЗА СТАЊА БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА У РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ И РЕПУБЛИЦИ СРПСКОЈ У 2024. ГОДИНИ

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE ROAD TRAFFIC SAFETY SITUATION IN THE REPUBLIC OF SERBIA AND THE REPUBLIC OF SRPSKA IN 2024

Филип Живковић[1], Горан Бошњак[2], Томислав Петровић[3], Саша Џигеровић[4], Данислав Драшковић[5]

Резиме: Безбедност саобраћаја остаје једно од кључних питања одрживог развоја саобраћајних система у региону Западног Балкана. Иако Република Србија и Република Српска деле сличан просторни, саобраћајни и друштвени контекст, постоје одређене разлике у институционалном оквиру, приступу управљању безбедношћу саобраћаја и остварeним резултатима. Циљ овог рада је да, на основу доступних података за 2024. годину, извршu упоредну анализу стања безбедности саобраћаја у ова два система и укаже на кључне сличности и разлике у нивоу ризика и последицама саобраћајних незгода. Анализа се заснива на званичним статистичким показатељима који обухватају број саобраћајних незгода, погинулих и повређених лица, број становника и број регистрованих возила. Ради обезбеђивања упоредивости, апсолутни подаци су доведени у однос са популацијом и нивоом моторизације, кроз примену релативних показатеља, као што су стопе страдања по становнику и по возилу. Добијени резултати омогућавају објективније сагледавање стварног нивоа ризика у оба система, независно од разлика у величини територије и саобраћајног оптерећења. Резултати упоредне анализе представљају основу за идентификацију приоритетних области деловања и могу послужити као полазиште за унапређење постојећих политика, мера и институционалних механизама у области безбедности саобраћаја, уз јасно усмерење ка смањењу броја страдалих и тежине последица саобраћајних незгода.

Кључне речи: безбедност саобраћаја, саобраћајне незгоде, упоредна анализа, индикатори безбедности саобраћаја

Abstract: Road traffic safety remains one of the key issues of sustainable development of transport systems in the Western Balkans region. Although the Republic of Serbia and the Republic of Srpska share a similar spatial, transport, and socio-economic context, certain differences exist in the institutional framework, approaches to road safety management, and achieved performance. The aim of this paper is to conduct a comparative analysis of the road traffic safety situation in these two systems for the year 2024, based on available data, and to highlight key similarities and differences in risk levels and the consequences of traffic accidents. The analysis is based on official statistical indicators, including the number of road traffic accidents, fatalities and injured persons, population size, and the number of registered vehicles. In order to ensure comparability, absolute figures are related to population and the level of motorization through the application of relative indicators, such as fatality rates per capita and per vehicle. The obtained results enable a more objective assessment of the actual level of risk in both systems, regardless of differences in territorial size and traffic volume. The results of the comparative analysis provide a basis for identifying priority areas for action and may serve as a starting point for improving existing policies, measures, and institutional mechanisms in the field of road safety, with a clear focus on reducing the number of fatalities and the severity of traffic accident consequences.

Keywords: road traffic safety, traffic accident, comparative analysis, road traffic safety indicators

1. УВОД

Безбедност саобраћаја представља једно од најзначајнијих питања одрживог развоја, јавног здравља и социо-економске стабилности савремених друштава. Међутим, саобраћајне незгоде и даље узрокују велики број смртних исхода и тешких повреда, са дугорочним последицама које превазилазе оквире саобраћајног система и директно погађају породице, здравствени систем, тржиште рада и укупну продуктивност заједнице. Према глобалном извештају Светске здравствене организације, саобраћајне повреде остају међу водећим узроцима смртности и инвалидитета у свету, уз наглашене неједнакости између региона и група учесника у саобраћају (WHO, 2023.). Истовремено, међународна пракса све

[1] Филип Живковић, мастер инж. саобраћаја, директор, URBANSAFE, Београд, Република Србија, e-mail: f_zivkovic@outlook.com
[2] Горан Бошњак, виши стручни сарадник за превентиву, планирање и вођење кампања на унапређењу безбједности саобраћаја, Агенција за безбједност саобраћаја, Змај Јовина 18, Бања Лука, Република Српска, g.bosnjak@absrs.org
[3] Томислав Петровић, дипл. инж. саобраћаја, Саобраћајни факултет Бања Лука, Војводе Пере Креце 13, Бања Лука, БиХ, tomicalg@gmail.com
[4] Саша Џигеровић, референт сектора саобраћаја, Fructa-Trade d.o.o., sasa.szigerovic@fructatrade.com
[5] др Данислав Драшковић, дипл. инж. саобраћаја, професор, Саобраћајни факултет Бања Лука, Војводе Пере Креце 13, Бања Лука, БиХ, danislav.m.draskovic@apeiron-edu.eu

јасније показује да одрживи напредак у безбедности саобраћаја није резултат једне мере или једног сектора, већ системског управљања ризиком које повезује инфраструктуру, возила, брзине, понашање, надзор и негу након незгоде у интегралну целину.

Савремени концептуални оквир који доминира европским и ширим међународним политикама безбедности саобраћаја јесте Safe System приступ, који полази од претпоставке да су људске грешке неизбежне, али да последице тих грешака не смеју бити смрт или тешка повреда. Систематски прегледи из последњих година додатно потврђују да је Safe System више од нормативног идеала: то је управљачки модел који, када се доследно примени кроз мере управљања брзином, безбедније путеве и возила, јаче спровођење прописа и бољу посткритичну реакцију, може довести до мерљивих побољшања у исходима (Khan and Das, 2024.; Elvik and Nævestad, 2023.). У том контексту, европска политика безбедности саобраћаја за период од 2021. до 2030. године и визија „нула“ (Vision Zero) представљају стратешки оквир у којем се од држава очекује не само праћење исхода (погинули и повређени), већ и праћење фактора ризика који тим исходима претходе.

Међутим, један од кључних изазова у области безбедности саобраћаја јесте мерљивост и упоредивост перформанси између различитих система. Просторно-демографске разлике, различит ниво моторизације, разлике у структури саобраћајне мреже, као и различити модели евидентирања незгода и повреда, могу довести до погрешних закључака уколико се користе искључиво апсолутни бројеви. Управо зато су међународне организације и научна заједница у последњих неколико година снажно усмериле пажњу на развој стандардизованих методологија и индикатора који омогућавају објективније поређење – како у погледу исхода, тако и у погледу „узрочних“ показатеља ризика (нпр. брзине, употреба појаса, алкохол, мобилни телефон).

Са становишта научне валидности, поређење стања безбедности саобраћаја између две територије је најпоузданије када се, уз апсолутне показатеље, користе релативни индикатори који нормализују податке према „изложености“ ризику. Међу најчешће коришћеним индикаторима у међународним извештајима су: стопа погинулих по броју становника (нпр. погинули на милион становника), стопа погинулих по броју возила (као приближни показатељ моторизације), и – када су подаци доступни – стопа погинулих по пређеним возило-километрима (као директан показатељ саобраћајне изложености).

Додатни слој сложености у мерењу перформанси безбедности саобраћаја односи се на повреде и категорију тешко телесно повређених лица у саобраћајним незгодама. ЕУ је у оквиру политике 2021-2030 први пут експлицитно поставила циљ смањења тешких телесних повреда, при чему се као референтни стандард користи дефиниција MAIS3+[6] (EC, 2021.). Ипак, бројне анализе указују да државе имају различите методологије процене и пријављивања тешких телесних повреда, што отежава директно поређење и захтева опрез у интерпретацији (Nycz and Sobolewski, 2025.). Ово је посебно важно за регионе у којима је повезивање полицијских и здравствених база података ограничено или неуједначено. Зато је у многим компаративним студијама оправдан фокус на поузданије и стабилније исходне показатеље, као што је број погинулих, уз паралелно коришћење броја повређених лица као допунског, али потенцијално променљивог индикатора (зависног од дефиниција и пракси евидентирања).

У последњих пет година, научна литература је снажно развијала методе за упоредну евалуацију перформанси кроз композитне индексе и мултикритеријумске приступе, настојећи да надомести ограничења једнодимензионалних индикатора. Такви приступи обухватају избор више индикатора који представљају различите домене ризика и перформанси (понашање, систем, инфраструктура, возила, нега након саобраћајне незгоде), а затим њихову агрегацију кроз статистичке и аналитичке технике. На пример, развој композитних индикатора уз коришћење методологија тежинског вредновања (нпр. приступи засновани на релационим анализама и мулти-индикаторским моделима) показује да је могуће добити стабилније „рангирање“ територија уз боље разумевање које компоненте највише утичу на укупни резултат (Grdinić-Rakonjac et al, 2021.; Behnood and Barhoum, 2023.). Паралелно, студије које синтетишу доказе о индикаторима понашања (употреба сигурносног појаса) наглашавају да се и наизглед „једноставни“ индикатори морају посматрати у контексту: законска

[6] MAIS3+ је европска дефиниција за тешко телесно повређене учеснике у саобраћајним незгодама. То је тешка телесна повреда у саобраћајној незгоди која има MAIS (Maximum Abbreviated Injury Scale) резултат 3 или више.

регулатива, спровођење, култура безбедности, као и квалитет прикупљања података који утичу на интерпретацију резултата (Hasan et al., 2025.).

Контекст Западног Балкана додатно појачава значај компаративних анализа. Регион карактеришу специфични изазови: релативно високе стопе страдања у поређењу са просеком ЕУ, различит степен модернизације возног парка, варијабилан квалитет инфраструктуре, као и фрагментација података и институционалних механизама. Регионални извештаји указују да су стопе смртности на путевима Западног Балкана значајно изнад европског просека, што потврђује да је потребно не само „пратити тренд“, већ систематски идентификовати где су највећи јазови у управљању ризиком и где су највећи потенцијали за брзе добитке кроз циљане мере (Trasnpost Community, 2023.). Поред регионалних извора, научни радови који анализирају епидемиологију саобраћајних повреда у Србији додатно осветљавају структуру проблема и указују на то да су, упркос одређеним помацима, нивои ризика и даље високи у односу на стандарде ЕУ, што захтева истрајну примену системских политика и јачање доказне основе за одлучивање (Rajčević et al., 2024.).

У том оквиру, Република Србија и Република Српска представљају нарочито занимљив случај за научно поређење. Са једне стране, постоји значајна сличност у просторном и друштвено-културном контексту, делимично сродна саобраћајна култура, као и слични изазови који проистичу из транзиционе економије и динамике моторизације. Са друге стране, разлике у институционалном устројству, у моделима управљања и у политикама које су примењиване у различитим периодима могу произвести мерљиве разлике у исходима, чак и када су основни контекстуални услови слични. Зато је упоредна анализа стања безбедности саобраћаја у ова два система вредна као научни допринос: она може да покаже да ли се разлике у исходима могу објаснити пре свега величином система и изложеношћу (популација, моторизација), или постоји индикација да су у питању и дубљи управљачки и системски фактори.

Методолошки гледано, избор 2024. године као референтног периода има више оправдања. Прво, последњи доступни европски и међународни извештаји указују да је Европа у целини и даље није дефинисала правац када је реч о циљевима преполовљавања страдања до 2030. године, уз спорији напредак него што је планирано (EC, 2025.). Друго, регионални прегледи за Западни Балкан показују да су у 2024. години забележене различите динамике по државама – неке су имале пад броја погинулих, док су друге, укључујући Србију, имале повећање, што додатно наглашава потребу за пажљивом, нормализованом анализом ризика. Треће, постоји и практични аргумент: 2024. година је довољно свежа да резултати буду релевантни за актуелне политике, али и довољно стабилна да се ослони на финализоване статистичке податке и међународне профиле/извештаје који их синтетишу.

Приликом компаративних анализа, посебна пажња се мора посветити избору индикатора. Најчешћи „основни пакет“ у међународној пракси укључује број саобраћајних незгода, број погинулих и број повређених. Међутим, апсолутне вредности су ограничене јер не узимају у обзир величину популације и ниво моторизације. Зато су у научној и стручној пракси уобичајени релативни индикатори: (1) стопа погинулих по становнику (нпр. погинули на 100.000 или на 1.000.000 становника) као индикатор јавноздравственог оптерећења; и (2) стопа погинулих по регистрованом возилу као приближни индикатор ризика у односу на моторизацију и потенцијалну изложеност. Иако ни један ни други индикатор не замењује идеални показатељ по пређеним возило-километрима, њихова комбинација може понудити робусније и правичније поређење, посебно када су упоређивани системи географски и културно блиски.

Полазећи од наведеног, овај рад се позиционира у истраживачком простору који спаја јавноздравствени значај исхода (погинули и повређени), методолошке принципе упоредивости (релативни индикатори у односу на становништво и моторизацију), и системску перспективу управљања ризиком (Safe System као оквир). У литератури постоји значајан број студија које анализирају стање у појединачним земљама (нпр. епидемиолошки и тренд приступи за Србију), као и радови који развијају композитне индикаторе и индексе за поређење перформанси, али је релативно мање радова који на једноставан, транспарентан и практично применљив начин пореде два блиска система на основу истог скупа званичних показатеља, са јасним нагласком на нормализацију према популацији и моторизацији за једну конкретну годину. Управо ту се препознаје истраживачки јаз који овај рад попуњава: комбинација „класичних“ статистичких индикатора са савременим принципима упоредивости може обезбедити јасну, репродуктивну слику ризика која је релевантна и за научну дискусију и за практичну политику.

Циљ рада је, сходно томе, да на основу доступних података за 2024. годину изврши упоредну анализу стања безбедности саобраћаја у Републици Србији и Републици Српској и укаже на кључне сличности и разлике у нивоу ризика и последицама саобраћајних незгода. Анализа се ослања на званичне статистичке показатеље који обухватају број саобраћајних незгода, погинулих и повређених лица, број становника и број регистрованих возила, при чему се апсолутни подаци доводе у однос са популацијом и моторизацијом. На тај начин се обезбеђује да резултати не одражавају само „величину система“, већ и стварни ниво ризика. Овакво позиционирање је у складу са савременим европским и међународним препорукама да се управљање безбедношћу саобраћаја заснива на упоредивим индикаторима и да се политике усмеравају ка мерама које доказано редукују системски ризик.

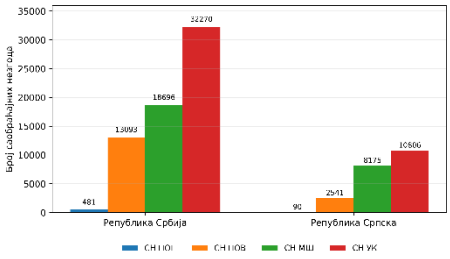
2. ДЕМОГРАФСКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ

Према доступним подацима за 2024. годину, Република Србија је имала 6.586.476 становника и 2.880.931 регистровано возило, док је Република Српска бројаја 1.110.496 становника и 390.763 регистрована возила. Разлика у величини популације између ова два система је значајна, јер Србија има приближно шест пута више становника у односу на Републику Српску, што директно утиче на обим саобраћајних токова и укупан број регистрованих возила. Међутим, за потребе упоредних анализа безбедности саобраћаја кључнији је однос броја возила и становника, односно степен моторизације. У Србији он је износио приближно 437 возила на 1.000 становника, док је у Републици Српској износио око 352 возила на 1.000 становника. Ова разлика указује на виши ниво моторизације у Србији, што може имплицирати већу изложеност ризику, али и другачију структуру саобраћајних оптерећења. Стога је у анализи стања безбедности саобраћаја неопходно апсолутне показатеље довести у однос са демографским и моторизационим параметрима, како би се обезбедила објективна и методолошки исправна упоредивост два система, са посебним нагласком на јавни и саобраћајни ризик страдања у саобраћајним незгодама.

3. РЕЗУЛТАТИ АНАЛИЗЕ СТАЊА БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА

3.1. Анализа безбедности саобраћаја

Структуру саобраћајних незгода према тежини последица у Републици Србији и Републици Српској, за 2024. годину је приказана на графикону 1. Резултати показују да је укупан број саобраћајних незгода значајно већи у Републици Србији, где је у 2024. години регистровано 32.270 незгода, док је у Републици Српској забележено 10.806 незгода. Ова разлика се у великој мери може објаснити демографским и саобраћајним факторима, пре свега већим бројем становника, већим степеном моторизације и већим обимом саобраћајних токова у Србији.

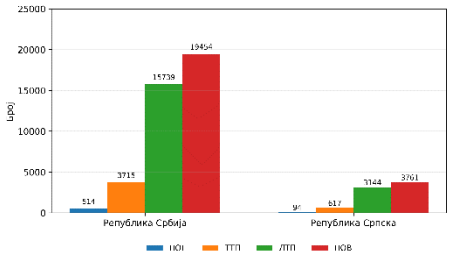


Слика 1. *Упоредни приказ броја саобраћајних незгода према последицама у Републици Србији и Републици Српској током 2024. године.*

Структурна анализа указује да у оба посматрана система доминирају саобраћајне незгоде са материјалном штетом, које чине највећи део укупног броја незгода (58% у Србији и 76% у Републици Српској). Саобраћајне незгоде са повређеним лицима представљају другу најзаступљенију категорију, са 41% случаја у Србији и 24% у Републици Српској, што указује на значајан јавноздравствени и безбедносни аспект последица саобраћајних незгода. Најмањи удео имају незгоде са погинулим лицима (по 1% у Србији и у Републици Српској), што је карактеристично за већину савремених система безбедности саобраћаја.

У циљу компарације система безбедности саобраћаја у Републици Србији и Републици Српској у 2024. години, укупан број саобраћајних незгода је нормализован у односу на демографске и саобраћајне карактеристике система. Анализа показује да Србија бележи 490 незгода на 100.000 становника, док Република Српска има 973 незгоде на 100.000 становника. Посматрано у односу на број возила, у Србији је регистровано 112 незгода на 10.000 возила, док у Републици Српској та вредност износи 277 незгода на 10.000 возила. Како би се истовремено узели у обзир демографски и моторизациони фактори, примењен је композитни индикатор изложености заснован на геометријској средини броја становника и регистрованих возила. Добијене вредности указују да је ризик настанка саобраћајних незгода у Републици Српској приближно 2.2 пута већи него у Србији када се узму у обзир структурне карактеристике система.

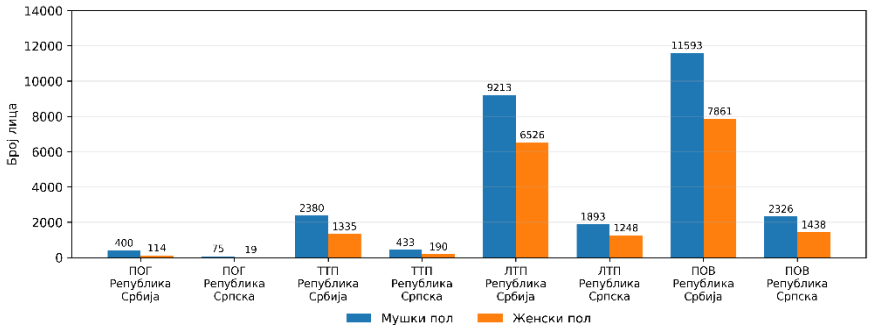
Графикон 2. приказује структуру настрадалих лица у саобраћајним незгодама у Републици Србији и Републици Српској у 2024. години, у оквиру упоредне анализе стања безбедности саобраћаја у ова два система. Резултати показују да је у апсолутном износу број настрадалих лица већи у Републици Србији, што је очекивано имајући у виду значајно већи број становника, регистрованих возила и укупни обим саобраћаја. Посматрано по структури последица, у оба система доминирају лаке телесне повреде, које чине највећи део укупног броја настрадалих лица. Овај образац је у складу са општим трендовима у безбедности саобраћаја, где највећи број учесника у саобраћајним незгодама задобија лакше телесне повреде, док су тешке телесне повреде и смртни исходи значајно ређи. Тешко телесна повређена лица представљају другу по учесталости категорију, што указује на значајан здравствени и друштвено-економски терет последица саобраћајних незгода. Иако је апсолутан број настрадалих лица значајно већи у Републици Србији, структура последица показује веома сличан образац расподеле у оба система, што указује на структурну сличност ризика и типологије саобраћајних незгода.



Слика 2. *Упоредни приказ броја последица саобраћајних незгода у Републици Србији и Републици Српској током 2024. године.*

3.1.1. Полна структура последица саобраћајних незгода

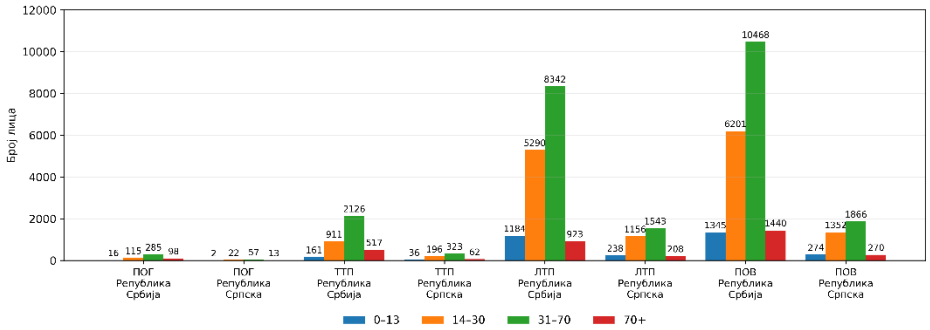
На графикону 3. је приказана расподела настрадалих лица у саобраћајним незгодама према полу и тежини последица у Републици Србији и Републици Српској у 2024. години. Резултати указују на изражену родну диспропорцију у структури страдања, јер у свим категоријама последица доминирају мушкарци. Укупно посматрано, у Републици Србији је у саобраћајним незгодама страдало 60% мушкараца и 40% жена, док је у Републици Српској забележено 62% мушкараца и 38% жена. Овај образац указује да мушкарци чине већину страдалих у саобраћају у оба система, што је у складу са налазима бројних међународних истраживања која указују да су мушкарци чешће изложени саобраћајним ризицима, пре свега због већег учешћа у управљању возилима, веће изложености саобраћају и ризичнијих образаца понашања у саобраћају.



Слика 3. *Упоредни приказ броја последица саобраћајних незгода у Републици Србији и Републици Српској током 2024. године, према полу.*

3.1.2. Старосна структура последица саобраћајних незгода

Старосна структура настрадалих лица у саобраћајним незгодама у Републици Србији и Републици Српској у 2024. години, је приказана на графикону 4. Приказ обухвата четири категорије последица (погинула лица – ПОГ, тешко повређена лица – ТПП, лако повређена лица – ЛПП и укупан број повређених лица – ПОВ), распоређене по четири старосне групе: 0–13, 14–30, 31–70 и 70+ година.



Слика 4. *Упоредни приказ броја последица саобраћајних незгода у Републици Србији и Републици Српској током 2024. године, према старости.*

Резултати показују да највећи удео настрадалих у оба посматрана система припада старосној групи од 31 до 70 година, која доминира у свим категоријама последица. Друга по заступљености старосна категорија је група 14–30 година, која такође показује значајан ниво страдања.

Најмањи број настрадалих бележи се у старосној групи 0–13 година, што је делимично последица мањег учешћа ове популације у активном управљању возилима и већег степена заштитних мера. Са друге стране, старосна група 70+ година показује релативно мањи апсолутни број настрадалих, али је њихова рањивост у саобраћају значајна услед физиолошких ограничења и повећане тежине последица незгода.

Упркос разликама у апсолутном броју настрадалих, које су условљене већим бројем становника и већим обимом саобраћаја у Србији, структура страдања према старосним групама показује веома сличан образац у оба система, што указује на структурну конзистентност старосних група у саобраћају.

3.2. Анализа индикатора безбедности саобраћаја

Табела 1. приказује компаративне индикаторе понашања учесника у саобраћају и оперативне карактеристике саобраћаја у Републици Србији и Републици Српској у 2024. години, који се односе на употребу сигурносног појаса, безбедност деце у возилима, употребу мобилног телефона током вожње и просечне брзине кретања различитих категорија возила на различитим категоријама пута. Тумачење ових показатеља треба посматрати у ширем контексту величине саобраћајног система, односно у односу на демографске и моторизационе карактеристике.

Упркос већем обиму саобраћаја, резултати показују да Србија бележи значајно већи ниво употребе сигурносног појаса у путничким возилима. Појас користи 87,2% возача и 83,7% сувозача, док су у Републици Српској те вредности 67,5% и 64,7%. Насупрот томе, код путника на задњем седишту употреба појаса је ниска у оба система (око 21–24%), што указује на заједнички проблем недовољне примене пасивних система заштите.

Када је реч о безбедности деце у возилима, уочавају се различити обрасци у два посматрана система. У Републици Српској забележен је већи проценат употребе дечијих система заштите код деце узраста до 3 године (77,9%) у односу на Републику Србију (71,4%). Међутим, код деце узраста 3–12 година значајно је већа употреба заштитних система у Србији (46,7%) него у Републици Српској (22,4%). Ова разлика у примени система заштите може се делимично довести у везу са структуром последица саобраћајних незгода у најмлађој старосној групи (0–13 година). Према расположивим подацима за 2024. годину, у Србији је у овој старосној групи евидентирано 16 погинулих лица, док су у Републици Српској забележена 2 погинула лица. Иако су апсолутне вредности значајно веће у Србији услед већег броја становника и возила у саобраћајном систему, разлике у степену употребе система заштите деце указују на потенцијалне варијације у нивоу ризика и безбедносних навика у саобраћају. Такође, употреба мобилног телефона током вожње је знатно израженија у Републици Српској (12,6%) него у Србији (3,9%), што указује на потенцијално већи ризик од дистракције возача.

Табела 1. *Индикатори безбедносног понашања возача и оперативни параметри саобраћаја у Републици Србији и Републици Српској, током 2024. године.*

Путничко возило	Република Србија	Република Српска
СП возачи	87,2%	67,5%
СП сувозачи	83,7%	64,7%
Предње седиште	85,8%	66,9%
Задње седиште	21,3%	23,9%
Деца до 3 године	71,4%	77,9%
Деца 3-12 година	46,7%	22,4%
Деца до 12 година	60,0%	44,6%
Телефон	3,9%	12,6%
Просечна брзина возила у km/h на путу у насељу	49,9km/h	53km/h
Просечна брзина возила у km/h на путу ван насеља	75,5km/h	82km/h
Просечна брзина возила у km/h на ауто-путу	121,3km/h	121km/h
Теретно возило	Република Србија	Република Српска
СП возач	59,2%	43,2%
Предње седиште	57,3%	43,2%
Просечна брзина возила у km/h на путу у насељу	46,5km/h	52km/h
Просечна брзина возила у km/h на путу ван насеља	68,9km/h	65km/h
Просечна брзина возила у km/h на ауто-путу	89km/h	81km/h
Аутобус	Република Србија	Република Српска
СП возач	36,9%	26,1%
Предње седиште	34,6%	26,1%
Просечна брзина возила у km/h на путу у насељу	47,5km/h	49km/h
Просечна брзина возила у km/h на путу ван насеља	71,4km/h	65km/h
Просечна брзина возила у km/h на ауто-путу	96,6km/h	96km/h

Посматрано са становишта оперативних индикатора, просечне брзине путничких возила су нешто више у Републици Српској, посебно на путевима у насељу (53km/h) и ван насеља (82km/h), док у Србији износе 49,9km/h и 75,5km/h, респективно. Сличан образац уочава се и код теретних возила и аутобуса. Имајући у виду да повећање брзине кретања значајно утиче на кинетичку енергију судара и последично на тежину исхода саобраћајних незгода, нешто више просечне брзине кретања возила у Републици Српској могу делимично допринети разликама у релативним показатељима страдања када се они нормализују у односу на број становника и регистрованих возила.

Синтетички посматрано, иако Србија има значајно већи апсолутни број незгода и настрадалих лица због већег броја становника и возила, структурни индикатори понашања указују на повољнији ниво безбедносне културе, посебно у погледу употребе сигурносних појасева и мање учестале употребе мобилног телефона током вожње. Са друге стране, нешто веће просечне брзине кретања у Републици Српској могу представљати фактор који повећава ниво саобраћајног ризика у систему мањег обима. Ови налази указују на значај интегрисаног посматрања демографских, моторизационих и понашајних индикатора у упоредним анализама безбедности саобраћаја.

3.3. Јавни и саобраћајни ризик страдања у саобраћајним незгодама

Јавни пондерисани ризик односи се на ризик страдања становништва у саобраћају и нормализује број последица незгода у односу на број становника. Добијене вредности показују да Република Српска има нешто виши ниво јавног ризика (184 погинулих на 10.000 становника) у односу на Србију (174 погинулих на 10.000 становника) за 2024. годину. Ово указује да је, посматрано у односу на величину популације, ризик страдања у саобраћају релативно већи у Републици Српској.

С друге стране, саобраћајни пондерисани ризик представља индикатор ризика у односу на ниво моторизације, односно број регистрованих моторних возила. И у овом случају вредности указују на виши ниво ризика у Републици Српској (52 погинулих на 1.000 регистрованих возила) у односу на Србију (39 погинулих на 1.000 регистрованих возила) за 2024. годину. То значи да је, када се број незгода и последица доведе у однос са бројем возила у саобраћајном систему, вероватноћа настанка саобраћајне незгоде или страдања је релативно већа у Републици Српској.

Синтетички посматрано, иако Република Србија има значајно већи апсолутни број незгода и настрадалих лица услед већег броја становника и регистрованих возила, релативни индикатори ризика указују на неповољнији ниво безбедности саобраћаја у Републици Српској. Ови резултати наглашавају значај коришћења пондерисаних и нормализованих индикатора у упоредним анализама, јер они омогућавају реалније поређење система различите величине и различитог нивоа моторизације.

4. ДИСКУСИЈА

Савремене анализе безбедности саобраћаја све више се заснивају на принципима Safe System приступа, који полази од претпоставке да је људска грешка неизбежна, али да систем мора бити организован тако да те грешке не доведу до смртних исхода или тешких телесних повреда (Elvik, 2023.; Nævestad, 2025.). У том контексту, компаративне анализе стања безбедности саобраћаја не смеју се заснивати искључиво на апсолутним показатељима, већ морају узети у обзир изложеност саобраћајном ризику, односно величину популације и степен моторизације.

Управо резултати овог истраживања потврђују оправданост таквог приступа. Иако Република Србија бележи значајно већи апсолутни број саобраћајних незгода и настрадалих лица, нормализовани индикатори показују да је релативни ниво саобраћајног ризика већи у Републици Српској. Овај налаз је у складу са методолошким препорукама међународних организација које истичу да се стање безбедности саобраћаја мора анализирати кроз индикаторе који одражавају стварну изложеност ризику (OECD/ITF, 2023.; IRTAD, 2024.). Посматрано на тај начин, апсолутни бројеви представљају индикатор величине система, док релативни показатељи омогућавају реалније поређење нивоа безбедности између различитих система.

Са становишта структуре саобраћајних незгода и последица саобраћајних незгода, резултати показују висок степен сличности између два посматрана система. У оба случаја доминирају саобраћајне незгоде са материјалном штетом, док незгоде са повређеним лицима представљају другу најзаступљенију категорију. Овај образац је карактеристичан за већину савремених саобраћајних система и потврђује налазе претходних истраживања која указују да највећи део саобраћајних конфликата не доводи до тешких телесних последица, иако њихов укупан број представља значајан економски и друштвени терет (Rajčević et al., 2024.).

Посебно је значајна чињеница да полна и старосна структура страдања показују готово идентичне обрасце у оба система. Мушкарци доминирају у структури настрадалих лица, што је у складу са налазима међународне литературе која указује да мушкарци имају већу изложеност саобраћају и склонији су ризичнијим облицима понашања (Hasan et al., 2025.). Такође, највећи број настрадалих лица припада старосној групи од 31 до 70 година, што се може довести у везу са чињеницом да ова група представља најактивнији део популације у погледу мобилности и учешћа у саобраћају.

Резултати анализе индикатора понашања учесника у саобраћају додатно осветљавају потенцијалне узроке уочених разлика у релативном нивоу ризика. У Републици Србији забележен је значајно већи ниво употребе сигурносног појаса, као и знатно мања учесталост употребе мобилног телефона током вожње. С обзиром на то да је употреба сигурносних система заштите један од најважнијих фактора у смањењу тежине последица саобраћајних незгода, ови резултати могу указивати на повољнији ниво безбедносне културе у појединим аспектима понашања у Србији.

С друге стране, анализа оперативних индикатора показује нешто веће просечне брзине кретања возила у Републици Српској, посебно на путевима у насељу и ван насеља. Повећање брзине директно утиче на кинетичку енергију судара и тежину последица саобраћајних незгода, што је један од централних постулата Safe System приступа и један од најконзистентније потврђених налаза у литератури (Fondzenyuy, 2024.). Стога је могуће претпоставити да комбинација већих просечних брзина и нешто

неповољнијих показатеља понашања може делимично објаснити већи релативни ниво ризика у Републици Српској.

Резултати овог истраживања такође треба посматрати у ширем регионалном контексту Западног Балкана. Као што је истакнуто, регион и даље бележи више стопе страдања у саобраћају у односу на просек Европске уније, што указује на постојање системских изазова у области управљања безбедношћу саобраћаја (Transport Community, 2024.; ETSC, 2025.). У том смислу, резултати упоредне анализе стања безбедности саобраћаја у Републици Србији и Републици Српској представљају пример како се релативно слични системи могу разликовати у нивоу ризика услед разлика у понашању учесника у саобраћају, оперативним параметрима и институционалним механизмима управљања безбедношћу.

5. ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА

Циљ овог рада био је да се, на основу доступних статистичких података за 2024. годину, изврши упоредна анализа стања безбедности саобраћаја у Републици Србији и Републици Српској и идентификују кључне сличности и разлике у нивоу саобраћајног ризика. Полазећи од концептуалног оквира представљеног у уводу, анализа је заснована на комбинацији апсолутних и релативних индикатора који омогућавају објективније поређење система различите величине.

Резултати истраживања показују да апсолутни бројеви саобраћајних незгода и настрадалих лица не одражавају увек стварни ниво ризика у саобраћајном систему. Иако Република Србија има значајно већи укупан број незгода и настрадалих лица, релативни индикатори који узимају у обзир број становника и број регистрованих возила указују на неповољнији ниво безбедности саобраћаја у Републици Српској. Овај налаз потврђује значај методолошког приступа који је у уводу представљен као неопходан за обезбеђивање упоредивости различитих система безбедности саобраћаја.

Истовремено, резултати анализе показују да два посматрана система деле веома сличне структурне карактеристике саобраћајних незгода и страдања. У оба система доминирају незгоде са материјалном штетом, док су лаке телесне повреде најзаступљенија категорија последица. Полна и старосна структура настрадалих лица такође показују висок степен сличности, што указује на структурну конзистентност образаца страдања у два система.

Анализа индикатора понашања и оперативних параметара саобраћаја указује на потенцијалне факторе који могу утицати на уочене разлике у нивоу ризика. Виши ниво употребе сигурносног појаса и мања учесталост употребе мобилног телефона током вожње у Србији могу указивати на повољније безбедносне навике учесника у саобраћају. Насупрот томе, нешто веће просечне брзине кретања у Републици Српској могу представљати фактор који повећава ризик од настанка незгода и тежину њихових последица.

Добијени резултати потврђују значај примене принципа Safe System приступа, који наглашава системско управљање ризиком кроз интеграцију инфраструктурних мера, управљања брзином, безбеднијих возила, понашања учесника у саобраћају и ефикасног институционалног оквира. У том контексту, мере усмерене на контролу брзине, повећање употребе сигурносних система заштите и смањење дистракције возача могу представљати кључне инструменте за унапређење безбедности саобраћаја у оба система.

Истраживање има и одређена ограничења. Анализа је заснована на подацима за једну календарску годину, што не омогућава детаљнију анализу трендова у безбедности саобраћаја. Поред тога, индикатори засновани на броју становника и броју возила представљају приближне показатеље изложености саобраћајном ризику, јер не узимају у обзир стварни обим саобраћаја исказан кроз пређене возило-километре.

Будућа истраживања могла би да прошире анализу на дужи временски период и да укључе додатне индикаторе изложености саобраћајном ризику, као што су интензитет саобраћаја, просторна расподела незгода и карактеристике саобраћајне инфраструктуре. Такође, развој композитних индикатора безбедности саобраћаја, који обједињују више димензија ризика, могао би допринети прецизнијем рангирању и поређењу система безбедности саобраћаја.

6. ЛИТЕРАТУРА

Booker, N. (2024). The Safe System Approach and technology—what works?

Elvik, R. (2023). Does empirical evidence support the effectiveness of the Safe System approach to road safety management? Accident Analysis & Prevention.

Fondzenyuy, S. K. (2024). The contribution of excessive or inappropriate speeds to road traffic crashes: Evidence synthesis.

Grdinić-Rakonjac, M. (2021). Construction of road safety composite indicator using grey relational analysis. PROMET – Traffic&Transportation.

Hasan, A. S. (2025). Seat belt compliance behavior of drivers and passengers: A synthesis of evidence. Accident Analysis & Prevention.

Nævestad, T. O. (2025). Safe System, Vision Zero, and Sustainable Safety: A scoping review. Traffic Safety Research.

Nycz, M. (2025). The problem of the comparability of road accident data and serious injuries (MAIS3+) in Europe. Sustainability.

Pauer, G. (2025). Road safety trends in the European Union and Hungary.

Rajčević, S. (2024). The epidemiology of road traffic injuries in the Republic of Serbia. Frontiers in Public Health.

Roy, S. (2024). Does integrated transport topology act as a stimulus for… Bosnia and Herzegovina transport system analysis.

Sentić, I.; Živojinović, I.; Đorđević, J.; Tomićević-Dubljević, J. Drivers’ Perspective on Traffic Safety and Impacts from the Surrounding Landscape: A Case Study of Serbia. Sustainability 2025, 17, 1936. https://doi.org/10.3390/su17051936

Subotić, M. (2022). Models of Analysis of Credible Deviation from Speed Limits on Two-Lane Roads of Bosnia and Herzegovina.

OECD/ITF (2023). Using Safety Performance Indicators to Improve Road Safety.

ITF/OECD – IRTAD (2024). Road Safety Annual Report 2024.

European Commission (2025). Road safety statistics for 2024.

WHO (2024). Global status report on road safety 2023.

Transport Community (2024/2025). Western Balkans road safety statistics and 2024 changes.

ETSC (2025). Road Safety Performance Index (PIN) Annual Report.

Trendline (2025). Data collection and analysis of road safety KPIs in Europe.

UDK:

UTICAJ MODELA ORGANIZACIJE I FINANSIRANJA JAVNOG PREVOZA PUTNIKA NA KVALITET ŽIVOTA U LOKALNOJ ZAJEDNICI

THE IMPACT OF ORGANIZATIONAL AND FINANCING MODELS OF PUBLIC PASSENGER TRANSPORT ON THE QUALITY OF LIFE IN LOCAL COMMUNITIES

Goran Aleksić[1], Mirko Vučinić[2], Zoran Injac[3], Danislav Drašković[4]

Rezime: Javni gradsko-prigradski prevoz putnika predstavlja ključnu komunalnu delatnost i važan instrument održive urbane mobilnosti, sa direktnim uticajem na kvalitet života, socijalnu uključenost i mobilnost stanovništva. Rad analizira modele organizacije i finansiranja javnog prevoza sa ciljem utvrđivanja njihovog uticaja na ekonomsku održivost sistema, kvalitet i pouzdanost usluge, bezbednost saobraćaja i kvalitet života u jedinicama lokalne samouprave. Istraživanje je zasnovano na kvalitativnom i kvantitativno-komparativnom pristupu. Analiziran je relevantni zakonodavni okvir Republike Srbije radi utvrđivanja nadležnosti i odgovornosti lokalnih samouprava u organizaciji i finansiranju javnog prevoza. Ekonomsko-troškovna struktura usluge analizirana je primenom kalkulativne metodologije Poslovnog udruženja „Srbijatransport“, zasnovane na godišnjem obimu rada, karakteristikama voznog parka i troškovima eksploatacije. Benchmarking metodom jedinice lokalne samouprave razvrstane su u četiri hijerarhijska nivoa, uz poređenje demografskih, ekonomskih i troškovnih pokazatelja. Rezultati pokazuju da manje i ekonomski slabije lokalne samouprave imaju višu cenu usluge po pređenom kilometru i ograničene mogućnosti dostizanja racionalnog obima rada. To povećava rizik smanjenja ili ukidanja linija, prelaska korisnika na individualne i neformalne oblike prevoza i veću izloženost saobraćajnom riziku, naročito učenika i starijih lica. Zaključuje se da organizaciju i finansiranje javnog prevoza treba posmatrati kao instrument održive mobilnosti, bezbednosti saobraćaja i kvaliteta života, uz sistemsku stručnu podršku lokalnim samoupravama u razvoju održivih i ravnopravno dostupnih usluga.

Ključne reči: javni prevoz; modeli finansiranja; urbana mobilnost; održivost; kvalitet života.

Abstract: Public urban and suburban passenger transport represents a key public utility service and an important instrument of sustainable urban mobility, with a direct impact on quality of life, social inclusion, and population mobility. This paper analyses models of public transport organization and financing in order to determine their impact on the economic sustainability of the system, service quality and reliability, traffic safety, and quality of life in local self-government units. The research is based on a combined qualitative and quantitative-comparative approach. The relevant legislative framework of the Republic of Serbia was analysed to identify the competences and responsibilities of local self-governments in the organization and financing of public transport. The economic and cost structure of the service was assessed using the calculation methodology developed by the “Srbijatransport” Business Association, based on annual operating volume, vehicle fleet characteristics, and operating costs. Using a benchmarking approach, local self-government units were classified into four hierarchical levels, with demographic, economic, and cost indicators compared across the groups. The results show that smaller and economically weaker local self-governments have higher service costs per vehicle-kilometre and limited opportunities to achieve an economically and technologically rational scale of operation. This increases the risk of reducing or discontinuing public transport routes, shifting users toward individual and informal transport modes, and increasing exposure to traffic-related risks, particularly among schoolchildren and older persons. The paper concludes that public transport organization and financing should be regarded as instruments of sustainable mobility, traffic safety, and quality of life, supported by systematic professional assistance to local self-governments in developing sustainable and equally accessible transport services.

Keywords: public transport; financing models; urban mobillity; sustainability; quality of life.

1. UVOD

Javni gradsko-prigradski prevoz putnika predstavlja jednu od ključnih komunalnih delatnosti savremenog društva, sa direktnim uticajem na kvalitet života stanovništva, funkcionisanje lokalne zajednice i ekonomski razvoj urbanih sredina. Kao osnovni vid mobilnosti za veliki deo populacije, ovaj sistem prevoza omogućava pristup radnim mestima, zdravstvenim, obrazovnim i drugim javnim uslugama, čime direktno doprinosi socijalnoj koheziji i privrednom rastu zajednice. [1]–[4]

[1] master ing.saob., Srbijatransport, Beograd, Srbija, goran.aleksic@srbijatransport.rs
[2] dipl.ing, Panonijatransport, Novi Sad, Srbija, mirkovucinic.panontransport@gmail.com
[3] docent, Panevropski univerzitet Apeiron, Banja Luka, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina, zoran.dj.injac@apeiron-edu.eu
[4] redovni profesor, Panevropski univerzitet Apeiron, Banja Luka, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina, danislav.m.draskovic@apeiron-edu.eu

Savremena istraživanja ukazuju da razvijen sistem javnog prevoza ima značajnu ulogu u unapređenju bezbednosti saobraćaja. Empirijski podaci pokazuju da gradovi sa višim nivoom korišćenja javnog prevoza po stanovniku beleže znatno niže stope saobraćajnih žrtava u odnosu na sredine u kojima dominira individualni automobilski saobraćaj. Ovakav odnos objašnjava se, između ostalog, time što povećano korišćenje javnog prevoza efektivno smanjuje broj vozača visokog rizika na putevima – vozača pod dejstvom alkohola, neiskusnih mladih vozača i starijih lica – čime se smanjuje izloženost rizika i za ostale učesnike u saobraćaju. Ovi nalazi potvrđuju tezu da razvoj javnog prevoza ne predstavlja samo pitanje mobilnosti, već i strateški instrument politike bezbednosti saobraćaja na nivou lokalne zajednice. [5]–[9]

U kontekstu zapadnog Balkana, unapređenje bezbednosti saobraćaja i razvoj održive mobilnosti prepoznati su kao regionalni prioriteti. Strateški dokumenti ukazuju na to da region u velikoj meri zavisi od drumskog saobraćaja, dok starenje voznog parka dodatno pogoršava već visok nivo zagađenja vazduha i predstavlja ozbiljnu brigu za bezbednost saobraćaja, posebno na sekundarnoj i tercijarnoj putnoj mreži. Ovo dodatno naglašava potrebu za sistemskim pristupom razvoju javnog prevoza kao komunalne delatnosti, uz uvažavanje lokalnih specifičnosti i kapaciteta jedinica lokalne samouprave da upravljaju ovim sistemima. (strategija transport community Balkan) [9]–[11]

Konačno, ovim radom želimo da pokažemo sposobnost lokalnih samouprava da adekvatno planiraju, finansiraju i nadziru sistem javnog gradsko-prigradskog prevoza koji predstavlja jedan od ključnih pokazatelja institucionalnog kapaciteta jedinica lokalne samouprave, od interesa za funkcionisanje komunalnog sistema. Nedovoljna koordinacija, kadrovski i tehnički resursi, kao i nejednaka raspodela kapaciteta usluga na teritoriji, prepoznati su kao ograničavajući faktori u sprovođenju javnih politika na lokalnom nivou, uz isticanje da nedovoljna razvijenost lokalnih samouprava predstavlja posebnu grupu problema u funkcionisanju sistema javnih usluga.

Izbor modela, primena novih inteligentnih tehnologija, benefiti korisnika i sistemska rešenja primenjena u struci doživljavaju značajne i dramatične promene koja su u interesu ekonomski održivog poslovanja i kvaliteta usluga, odnosno interesa funkcionisanja komunalnog sistema, ali i unapređenja obima i kvaliteta usluge. [12]

2. METODOLOGIJA

Istraživanje je koncipirano na kombinaciji kvalitativnog i kvantitativno-komparativnog metodološkog pristupa, čime je omogućeno sagledavanje problematike javnog gradsko-prigradskog prevoza putnika kako sa normativno-pravnog, tako i sa ekonomsko-statističkog aspekta.

U prvom delu istraživanja primenjena je metoda analize sadržaja (content analysis) relevantnog zakonodavnog i podzakonskog okvira Republike Srbije koji reguliše oblast bezbednosti saobraćaja, komunalnih delatnosti i javnog prevoza putnika. Analizi su podvrgnuti Zakon o bezbednosti saobraćaja na putevima, Zakon o komunalnim delatnostima, Zakon o prevozu putnika u drumskom saobraćaju, Zakon o lokalnoj samoupravi, Zakon o putevima, kao i Zakon o javno-privatnom partnerstvu i koncesijama, zajedno sa odgovarajućim podzakonskim aktima i pravilnicima koji bliže uređuju navedenu materiju. [13]

Cilj primene ove metode bio je identifikovanje normativnih obaveza, nadležnosti i odgovornosti jedinica lokalne samouprave u organizaciji, finansiranju i nadzoru nad sistemom javnog gradsko-prigradskog prevoza putnika, kao i utvrđivanje pravnog okvira u kojem se ostvaruje veza između kvaliteta organizacije prevoza i nivoa bezbednosti saobraćaja u lokalnim zajednicama.

Za analizu ekonomsko-troškovne strukture usluge javnog prevoza korištena je kalkulativna metodologija razvijena u okviru Poslovnog udruženja drumskog saobraćaja „Srbijatransport“. Ova metodologija zasniva se na parametrima godišnjeg obima rada vozila, izraženog u kilometrima godišnje (km/god.), tipu i starosti voznog parka, kao i troškovnoj strukturi eksploatacije vozila (troškovi goriva, održavanja, amortizacije, radne snage i drugih fiksnih i varijabilnih troškova). Na osnovu ovih parametara izvedena je cena usluge prevoza, izražena u dinarima po pređenom kilometru (din/km), za karakteristične kategorije vozila koja se koriste u sistemu javnog gradsko-prigradskog prevoza. Ovakav pristup omogućio je objektivno sagledavanje ekonomske održivosti različitih modela organizacije prevoza u zavisnosti od tipa i starosti voznog parka.

U drugom delu istraživanja primenjena je komparativno-tipološka, odnosno benchmarking metoda, kojom su jedinice lokalne samouprave u Republici Srbiji razvrstane prema teritorijalnom, demografskom i ekonomskom kapacitetu.

Razvrstavanje je izvršeno na osnovu podataka Republičkog zavoda za statistiku, u četiri hijerarhijska nivoa. Za svaki od ovih nivoa izvršeno je ukrštanje relevantnih demografsko-ekonomskih pokazatelja – gustine naseljenosti, udela aktivnog stanovništva i udela učenika i studenata u ukupnoj populaciji – sa procenjenim realnim godišnjim obimom rada voznog parka i odgovarajućom cenom usluge prevoza (din/km) dobijenom prethodno opisanom kalkulativnom metodologijom.

Ukrštanjem demografskih, prostornih i ekonomskih karakteristika definisanih grupa jedinica lokalne samouprave sa procenjenim godišnjim obimom transportnog rada i jediničnim troškovima eksploatacije izvršena je komparativna procena pogodnosti analiziranih modela organizacije i finansiranja javnog prevoza. Kao osnovni kriterijumi razmatrani su mogućnost pokrića realnih troškova eksploatacije, održavanje potrebnog obima i kontinuiteta usluge, prostorna dostupnost sistema i sposobnost lokalne samouprave da finansijski i institucionalno upravlja sistemom.

Na osnovu navedenih kriterijuma identifikovane su okolnosti u kojima je veći ili manji stepen finansijskog i upravljačkog angažovanja lokalne samouprave opravdan. Dobijeni rezultati ne predstavljaju formalnu matematičku optimizaciju modela, već komparativnu procenu njihove primenljivosti u različitim tipovima lokalnih zajednica. Implikacije po bezbednost saobraćaja i kvalitet života razmatrane su posredno, kroz uticaj dostupnosti, kontinuiteta, pouzdanosti i cenovne pristupačnosti javnog prevoza na mogućnost stanovništva da zadovolji svakodnevne potrebe za mobilnošću.

3. STRUKTURA LOKALNIH SAMOUPRAVA

Republika Srbija, (korišćeni su podaci po popisu iz 2011.godine) se prostire na 88.361 Km^2 ima 7.186.862 stanovnika uz naseljenost od 92/ Km^2, od čega je aktivno 2.971.220 a zaposleno je 2.304.628 gražana. Od 4.215.642 nektivnog stanovništva, dece do 15 godina ima 1.025.278, učenika i studenata je 567.016 a broj penzionera iznosi 1.628.428. Analizom lokalnih samouprava, teritorijalnim ograničenjima vezama, strukturama stanovništva i ekonomija, dolazi se do preduslova za sagledavanje zahteva za mobilnošću, struktura neophodnih usluga, resursa i mogućnosti transportnih sistema komunalnih usluga javnog prevoza.

Sa aspekta teritorijalne organizacije i komunalne usluge gradsko prigradskog javnog prevoza putnika podelili smo kapaciteta lokalnih samouprava u Republici Srbiji na 4 nivoa.

Grad Beograd se prostire na 322.268 ha, 1.659.440 stanovnika i administrativno i funskcionalno okuplja 17 gradskih opština. U Beogradu je 722.108 (43,52%) aktivnog stanovništva, 232.730 (14,02%) dece mlađe od 15 godina, 141.959 (8,55%) učenika i studenata a 392.906 (23,68%) su penzioneri. Javni prevoz koristi značajno veći broj osoba, s obzirom na prisustvo značajnog broja zaposlenih i studenata iz unutrašnjosti. U gradu Beogradu je izuzetno dobro organizovan Sekretarijat za saobraćaj, sekretarijat za javni prevoz, a postoje stalna podrška strušne i naučne zajednice. Trenutno se u komunalnoj usčuzi javnog prevoza dešavaju procesi na unapređivanju kvaliteta organizacije, ualuge i ekonomski održivog poslovnog sistema.

Pored Beograda, još 3 grada imaju dobro i stručno organizovane sekretarijate za javni prevoz putnika i komunalnu uslugu na visokom nivou, koja se stalno unapređuje. Grad Novi Sad sa 341.624 stanovnika , grad Niš sa 260.237 stanovnika i grad Kragujevac sa 179.417 stanovnika. Po strukturi ovih gradova prosečno je 44,50% aktivnog stanovništva, 14,43% dece mlađe od 15 godina, 9,29% učenika i studenata a 21,61% su penzioneri.

Pored ovih navedenih u Republici Srbiji postoji još 21 grad koji su cenrti okruga i određenog nivoa koncentracije usluga i potreba građana (institucija, bolnica, škola i obrazovnih institucija, sudova, uprava, pijaca, kulturnog i sportskog života).

U svih 21 teritorijalne celine gradova okupljeno je ukupno 1.960.987 stanovnika, što je prosečno samo 93.380 stanovnika, gde su najveći Subotica 141.554 i Leskovac sa 144.206 stanovnika, a najmanji Bor sa 48.615 i Prokuplje sa 44.419 stanovnika.

Pored navedenih teritorijalnih organizacija, Grda Beograda i gradova, u Republici Srbiji postoji 101 opština i to na terotoriji Vojvodine ima 38 opština sa ukupno 178.417 stanovnika, na teritoriji Šumadije i Zapadne Srbije

35 opština sa ukupno 214.690 stanovnika a na teritoriji Južne i Istočne Srbije 28 opština sa ukupno 139.419 stanovnika. Interesantno je da sve ove lokalne zajednice na nivou opština imaju prosečno po 5.678 stanovnika od kojih je prosečno samo 39,.03% aktivnog stanovništva a preko 10,60% su lica koja ubavljaju poslove u svom domaćinstvu. Sve lokalne samouprave imaju mali gustinu naseljenosti, veliko teritorijalno učešće ruralnih područja, najčešće slabu privrednu aktivnost i veoma male budžete lokalnih zajednica.

Očigledno je da lokalne samouprave po svojim teritorijalnim, finansijskim i populacionim kapacitetima imaju različite kapacitete. Očigledno je da su karakteristike struktura zahteva za javnim prevozom različite za lokalne samouprave sa različitim brojem stanovnika i različitom teritorijalnom pokrivenošću, a da postoji značajan obim zahteva za uslugama javnog prevoza između opština i gradova kao centara okruga.

Javni prevoz putnika jeste masovan prevoz građana za zadovoljenje dnevnih migracija u cilju zadovoljavanja potreba građana. Usklađivanje vrste usluge, kapaciteta, teritorijalne pokrivenosti i vremena realizacije usluge treba da bude usklađeno sa zahtevima za uslugama, odnosno sa vremenom rada i teritorijalne organizacije lokalne samouprave. Otuda, lokalna samouprava jeste nosilac kreacije i organizacije funkcionisanja komunalnih servisa na sopstvenoj teritoriji, uz stalni nadzor i unapređivanje usluga u cilju kvaliteta, kapaciteta, podizanja nivoa bezbednosti građana, ekonomski održivog poslovanja, ekoloških standarda razvoja i efektivnosti saobraćajnih sistema. Posle dugogodišnjeg pada nekih parametara kvaliteta javnih prevoznika, mnoge posebno manje lokalne samouprave, suočile su se sa velikim problemima obezbeđenja lokalne mobilnosti stanovništva na svojoj teritoriji. Dotadašnji višedecenijski model funkcionisanja, koji je bio prilagođen vremenu postojanja masovne uposlenosti stanovništva i velikih privrednih giganata koji su bili generator razvoja javnog prevoza, kao siguran izvor velikog broja putnika, a samim tim i prihoda za svakog prevoznika, u novim uslovima brzih promena koje je nametnuo tržišni sistem funkcionisanja privrede, je počeo da pokazuje svoje slabosti, oličene u smanjenju broja putnika, samim tim i prihoda, što je za sobom povlačilo smanjenu sposobnost izvesnog broja prevoznika da obnavljaju svoje vozne parkove. Pojavljuju se i oblici nelegalnog prevoza, koji su dokazano doprineli urušavanju legalnih prevoznika, na kojima je počivao javni prevoz dugi niz decenija.

Nedostatak poslovnog interesa prevoznika, je doveo do gašenja celog niza linija iz manjih sredina ka središtu privrednog života velikog broja lokalnih samouprava. I pored povećanja dostupnosti mnogih blagodeti savremenog života, kao što su strujna mreža, internet, odvoženje smeća i druge usluge bez kojih je nezamisliv život savremenog čoveka, ipak je evidentna velika depopulacija sela odnosno manjih sredina, a jedan od važnih razloga je nepostojanje atraktivnog javnog prevoza. Veliki broj seoskih sredina ima jedan do dva polaska ka većem privrednom središtu, a neki ni jedan. Sela se postepeno gase jer je mobilnost savremenog čoveka u samoj suštini njegovog bivstvovanja u savremenom svetu.

Sa druge strane lokalne samouprave su obavezne da stvore uslove za nesmetan život, rad i razvoj populacije na svojoj teritoriji, što je sistematizovano kroz definisanje komunalnih usluga (što je sama suština postojanja i funkcionisanja lokalnih samouprava). Kada je u pitanju komunalna delatnost - javni gradski i prigradski prevoz putnika, obaveza je sadržana u članu 2, tačka 5, Zakona o komunalnim delatnostima. Sistem javnog prevoza u gradu i prigradu, mora da bude u funkciji ispunjenja potreba za mobilnošću stanovništva, uz uspostavljanje balansa sa ekonomskim mogućnostima svake lokalne samouprave i predviđenog ulaganja sa očekivanim rastom privrednih aktivnosti u periodu povećanja nivoa usluge prevoza, što predstavlja pravi izazov za mnoge ekonomski nedovoljno jake lokalne samouprave.

Ekonomska održivost poslovanja stvara preduslove za ekonomsku podršku i stručna rešenja implementacije novih inteligentnih rešenja u saobraćaju, implementaciju akcionih planova bezbednosti saobraćaja, uređenje i izgradnju infrastrukturnih objekata u saobraćaju, kao i niz drugih mera unapređenja kvaliteta servisa prema građanima.

4. MODELI ORGANIZOVANJA JAVNOG PREVOZA PUTNIKA

Politika finansiranja i tarifna politika su deo ukupne politike lokalne samouprave prema komunalnom servisu javnog prevoza putnika koji je od vitalnog interesa za funkcionisanje svih građana. Politikom finansiranja, treba stvoriti optimalne odnose u formiranju prihoda, kojim se obezbeđuje pokrivanje realnih troškova saobraćajnog sistema izabranog prevoznika tako i potrebi za modernizacijom i razvojem istog. U većini manjih i većih gradova evropskih zemalja javni lokalni prevoz se tretira kao komunalni sistem od vitalnog značaja za kvalitet života svih građana i privrede zbog čega se i zove „javni“. [1], [12], [14]

I pored evidentne neophodnosti funkcionisanja javnog prevoza, u budžetima se stvara deficit u poslovanju uglavnom zbog sledećih razloga:

- ograničenje cena prevoza
- povlašćene cene za određene kategorije korisnika
- režim održavanja linija tokom celog dana ili godine.

Svaki navedeni razlog je za sebe dovoljan da onemogući ekonomski održivo poslovanje prevoznika i zbog toga prevoznici ne mogu samostalno da posluju bez pomoći lokalne samouprave. Postoji niz modela organizacije saobraćajnog sistema koji obavlja delatnost javnog prevoza putnika, koja zavisi od mnogo faktora i može imati različite modele i forme odnosa i organizacije. Modeli zavise od stepena postojeće razvijenosti komunalne delatnosti, potrebnih investicija, željenog kvaliteta usluge, ciljeva lokalne zajednice, posebnih planova, nivoa razvijenosti informacionih sistema i inteligentnih rešenja u saobraćaju, modela komunikacije sa građanima, strukture privrede, ciljeva unapređenja bezbednosti u saobraćaju i primene ekoloških mera, te se u tom smislu izdvajaju dva modela. [12], [14]

Prvi model je zasnovan na poveravanju delatnosti prevoza, nekom ili više zainteresovanih prevoznika, po principu finansiranja od strane prevoznika prihodom od prodaje usluge prevoza, uz učešće lokalnih samouprava u subvencionisanju pojednih kategorija putnika (*najčešće đaka*). U ovom modelu prevoznik praktično upravlja javnim prevozom, uz najčešću obavezu da obezbedi prevoz đaka, vezano za početke i završetke nastave. Ostale kategorije putnika su prepuštene interesu prevoznika. [15], [16], [17]

Drugi model je zasnovan na ugovorenoj ceni obavljenog prevoza po pređenom kilometru, gde lokalna samouprava upravlja prevozom, kroz donošenje uslova za obavljanje prevoza, redova vožnje, tarifnog sistema i sistema nadzora, pri čemu prevoznik deo prihoda ostvaruje prodajom prevozne usluge, a nedostajuća sredstva do ugovorene cene po pređenom kilometru plaća lokalna samouprava. [14]

Sa stanovišta raspodele poslovnog rizika, navedeni modeli mogu se povezati sa međunarodno primenjivanim net-cost i gross-cost ugovornim konceptima. Kod net-cost modela operator preuzima značajan deo rizika prihoda od prodaje karata, dok kod gross-cost modela nadležni organ definiše potreban obim usluge i operatoru nadoknađuje ugovoreni transportni rad, uz zadržavanje većeg dela prihodovnog rizika na strani javnog sektora. Savremena praksa sve više uključuje i elemente plaćanja prema učinku, pri čemu se deo naknade vezuje za ostvarenje unapred definisanih pokazatelja kvaliteta, kao što su realizacija reda vožnje, pouzdanost, raspoloživost vozila, zadovoljstvo korisnika i bezbednost. [12], [14]

Uspostavljanje i razvoj javnog prevoza putnika u lokalnoj zajednici jeste zavisan od drugih planova i ciljeva ali i može imati veoma veliki uticaj na druge strateške i sistemske akcione planove razvoja privrede i servisa lokalnih samouprava u interesu građana. [1], [10], [11]

Zahtev društvene zajednice za strukturalnim efektom podrazumeva da odgovarajući vid prevoza bude racionalan a istovremeno i sastavni deo prostornih i urbanističkih planova razvoja. Trasiranje linija javnog prevoza, konfiguracija objekata infrastrukture kao i karakteristike voznog parka bitno utiču na efekte javnog prevoza.

Uloga lokalnih vlasti je ključna jer one moraju da stvore uslove za dugoročan stabilan sistem javnog prevoza putnika koji će se razvijati u kontrolisanim uslovima. U tom smislu neophodno je prvo uraditi studiju ili eleborat funkcionisanja javnog gradskog i prigradskog prevoza na teritoriji zainteresovane lokalne samouprave, koji bi kao minimum sadržavao sledeće elemente: [10], [11], [12]

- sagledavanje osnovnih karakteristika drumske saobraćajne infrastukture
- sagledavanje mreže i režima rada obrazovnih ustanova na teritoriji lokalne samouprave
- anlaizu i prognoze privrednih aktivnosti na teritoriji lokalne samouprave
- analizu zahteva korisnika i potencijalnih novih korisnika prevoza
- definisanje tokova putnika i sagledavanje zahteva za prevoženjem
- analiza postojeće mreže linija
- analiza broja i rasporeda putovanja najvažnijih ciljnih grupa putnika
- analiza dosadašnjeg tarifnog sistema

- po mogućnosti utvrđivanje prihoda i troškova u obavljanju prevoza prema postojećem stanju
- ocena postojećeg sistema i identifikacija problema
- predlog mera za unapređenje sistema
- planiranje mreže linija i učestalosti polazaka
- određivanje cene i troškova prevoza po novopredloženom modelu
- predlog tehničkih, organizacionih, ekoloških i finansijskih uslova za davaoca usluge prevoza
- uslovi konkursne dokumentacije u skladu sa važećim propisima
- predlog ugovora o poveravanju prevoza
- predlog upravljanja i kontrole sistema JGPP na teritoriji lokalne samouprave

Komisiji u organu lokalne uprave je povereno, članom 9. Zakona o komunalnim delatnostima, obavljanje i sprovođenje poslova komunalne delatnosti na osnovu Odluke Skupštine jedinice lokalne samouprave o načinu obavljanja komunalne delatnosti i Ugovora o poveravanju, osim kada se osniva javno preduzeće.

Na postupak poveravanja obavljanja komunalne delatnosti čije se finansiranje obezbeđuje iz budžeta jedinice lokalne samouprave, odnosno čije se finansiranje obezbeđuje u celosti ili delimično naplatom naknade od korisnika komunalnih usluga, primenjuju se odredbe zakona kojima se uređuje javno-privatno partnerstvo i koncesije.

Javno-privatno partnerstvo (JPP) je dugoročna saradnja između javnog i privatnog partnera radi obezbeđivanja finansiranja, izgradnje, rekonstrukcije, upravljanja ili održavanja infrastrukturnih i drugih objekata od javnog značaja i pružanje usluga od javnog značaja.

Koncesija je JPP sa elementima koncesije na osnovu kojeg je moguće komercijalno korišćenje prirodnog bogatstva, dobra u opštoj upotrebi koja su u javnoj svojini, odnosno dobra u svojini javnog tela ili obavljanje delatnosti od opšteg interesa, koje javni partner ustupa privatnom partneru, na određeno vreme, pod posebno propisanim uslovima, uz plaćanje koncesione naknade od strane privatnog, odnosno javnog partnera, pri čemu privatni partner snosi rizik vezan za komercijalno korišćenje predmeta koncesije. Posebni oblici koncesije su koncesija za javne radove i koncesija za javne usluge.

5. ANALIZA I DISKUSIJA

Prema podacima Ujedinjenih nacija, 2009. godine prvi put je broj stanovnika u ruralnim i urbanim sredinama izjednačen. Danas, samo 10 godina kasnije, odnos koncentracije stanovništva je 55% prema 45% u korist urbanih sredina. Ujedinjene nacije procenjuju da će do 2050. godine čak 68 % svetske populacije živeti u gradovima *(2018 Revision of World Urbanization Prospects objavljen 16. maja 2018. godine od strane The Population Division of the Department of Economic and Social Affairs of the United Nations).*

Održiva urbanizacija postala je ključ za održivi razvoj naše civilizacije. U tom smislu neophodan je novi talas tehnoloških inovacija usmeren na podizanje kapaciteta gradova i opština koje će voditi izgradnji digitalizovanih zajednica budućnosti - pametnih i sigurnih gradova. Lokalne samouprave imaju ovlašćenja i odgovornost u podizanju inovacionih kapaciteta jedinica lokalne samouprave u oblasti: bezbednosti; mobilnosti i transporta; javnih i komunalnih usluga; digitalizacije u javnom sektoru; zaštiti životne sredine; kao i posebnih inovativnih sistema za organizaciju i upravljanje procesima rada u slučaju vanrednog stanja.

Kada je, ovde, predmet analize javni prevoz putnika, razlozi za davanje koncesija zasnivaju se na zakonskoj regulativi koja obavezuje lokalne samouprave da obezbede organizaciju obavljanja gradskog i prigradskog linijskog prevoza putnika na svojoj teritoriji, a što je definisano važećom zakonskom regulativom.

Pravilnik o načinu obavljanja organizovanog prevoza dece ("Sl. glasnik RS", br. 52/2019) definiše uslove i obaveze pod kojim se realizuje organizovan prevoz dece. Briga o deci u javnom prevozu (u autobusima) i u saobraćaju je od posebne važnosti i jedan od prioriteta brige o društvu.

Pravilnik o radu saveta za koordinaciju poslova bezbednosti saobraćaja na putevima ("Sl. glasnik RS", br. 8/2020) kojim se bliže uređuju organizacija, način rada, izveštavanje i praćenje rada saveta za koordinaciju poslova bezbednosti saobraćaja na putevima. Savet je stručno radno telo koje osniva izvršni organ jedinice

teritorijalne autonomije, odnosno jedinice lokalne samouprave, opštinsko veće, odnosno gradsko veće radi obavljanja poslova iz oblasti bezbednosti saobraćaja na putevima, koji su u nadležnosti jedinice teritorijalne autonomije, odnosno jedinice lokalne samouprave.

Savet čine predstavnici organa, organizacija, institucija, nevladinog sektora i drugih subjekata koji deluju u sistemu bezbednosti saobraćaja na putevima na području jedinice lokalne samouprave, a naročito u oblastima finansija, javnih nabavki, bezbednosti saobraćaja na putevima, komunalnih i inspekcijskih poslova, pravosuđa, zdravstva, školskog i predškolskog vaspitanja i obrazovanja, medija i upravljanja putevima.

Savet na godišnjem nivou priprema predlog programa, koji usvaja nadležni organ i na koji Agencija za bezbednost saobraćaja daje saglasnost. Program sadrži ciljeve, mere i aktivnosti u okviru ključnih oblasti rada, rokove, finansijska sredstva i odgovorne subjekte za sprovođenje.

Ukazujemo da je Vlada Republike Srbije usvojila Strategiju bezbednosti saobraćaja na putevima Republike Srbije za period od 2023. godine do 2030. godine, čime su se stvorili uslovi i obaveze da lokalne samouprave donesu svoje strateške dokumente iz oblasti bezbednosti saobraćaja u skladu sa Zakonom o bezbednosti saobraćaja na putevima. Strategijom bezbednosti saobraćaja na putevima lokalne samouprave i Akcionim planom bezbednosti saobraćaja, definišu se ključni pravci delovanja ka uspostavljanju održivog sistema upravljanja bezbednošću saobraćaja u lokalnoj samoupravi.

Strategijom se uspostavljaju osnovni instrumente kojima će se jačati kapacitete institucija i pojedinaca u sistemu bezbednosti saobraćaja na području lokalne samouprave. Akcionim planom bezbednosti saobraćaja se definišu konkretne mere i aktivnosti u određenim vremenskim periodima i odredili nosioce aktivnosti za unapređenje bezbednosti saobraćaja u pojedinim segmentima.

Najznačajniji cilj donošenja navedenih strateških dokumenata je da svaki građanin opštine bude bezbedan u saobraćaju i da se troškovi saobraćajnih nezgoda svedu na minimum.

Ukazujemo na potrebu i neophodnost izrade Strategije razvoja saobraćaja lokalne samouprave kao sveobuhvatnog i kompatibilnog dokumenta od velike važnosti za razvoj društva. Ovakav sveobuhvatan dokument je značajan za razvoj privrede, mobilnosti građana, bezbednost saobraćaja, javni prevoz, poboljšanja uslova odvijanja saobraćaja, neophodnih infrastrukturnih unapređenja, strategije investiranja i principa finansiranja. Saobraćaj predstavlja značajan posao lokalnih samouprava, gde je javni prevoz putnika samo jedan od segmenata u tokovima, funkciji i troškovima. Zato je neophodan stručan i sveobuhvatan pravovremeni pristup unapređenja saobraćaja u lokalnoj zajednici.

Saobraćajni sistem javnog prevoza putnika mora biti organizovan na ekonomski održivim principima ali i podržan od organa lokalne samouprave u smislu obezbeđivanja masovnosti javnog prevoza, brige za građane, bezbednost saobraćaja, podrške kvalitetu života građana, podsticanju privrednog rasta, zaštiti životne sredine, ali i integralnom uticaju drugih mera u interesu građana sa kojima je javni prevoz putnika kompatibilan. [1], [9]

Na osnovu prethodno definisanih tipova jedinica lokalne samouprave i troškovnih pokazatelja javnog prevoza moguće je izvršiti sintetičku procenu pogodnosti različitih modela organizacije i finansiranja. U Tabeli 1 objedinjene su demografsko-prostorne karakteristike lokalnih zajednica, očekivani obim transportnog rada, jedinični troškovi usluge i dominantni organizaciono-finansijski zahtevi.

Rezultati komparativne analize ukazuju na izraženu povezanost demografsko-prostornih karakteristika lokalne zajednice, mogućeg godišnjeg obima transportnog rada i jedinične cene pružanja usluge. Sa smanjenjem veličine naselja i gustine transportnih zahteva smanjuje se mogućnost ostvarivanja tehnološki racionalnog godišnjeg obima rada vozila, dok istovremeno raste cena usluge po pređenom kilometru. Ovaj efekat je posebno izražen u lokalnim samoupravama Nivoa IV, koje karakterišu disperzna naselja, mala gustina stanovništva i ograničeni budžetski kapaciteti.

Rezultati kalkulacije pokazuju da povećanje godišnjeg rada vozila sa 40.000 na 80.000 km značajno smanjuje jedinični trošak usluge. Međutim, u lokalnim zajednicama sa malom i prostorno disperznom potražnjom povećanje transportnog rada samo radi smanjenja jediničnog troška ne mora biti ekonomski opravdano, jer istovremeno povećava ukupan iznos potrebnih sredstava. Iz tog razloga izbor organizacionog i finansijskog modela mora biti prilagođen intenzitetu i prostorno-vremenskoj raspodeli transportnih zahteva.

Za lokalne samouprave Nivoa I i II, kod kojih postoji dovoljna koncentracija transportnih zahteva i mogućnost visokog godišnjeg iskorišćenja vozila, opravdano je primenjivati modele u kojima lokalna samouprava definiše

mrežu, redove vožnje, standarde kvaliteta i tarifnu politiku, dok se operatoru nadoknađuje ugovoreni transportni rad. Kod lokalnih samouprava Nivoa III posebno je značajno usklađivanje kapaciteta vozila sa intenzitetom potražnje, uključujući kombinovanu primenu standardnih autobusa i vozila manjeg kapaciteta.

Najizraženiji problem identifikovan je kod lokalnih samouprava Nivoa IV. U ovim sredinama tržišni prihod od prodaje prevoznih usluga po pravilu ne može predstavljati jedini osnov finansiranja društveno potrebnog nivoa javnog prevoza. Zbog toga je opravdano definisanje minimalnog standarda dostupnosti, izbor vozila manjeg kapaciteta i javna kompenzacija transportnog rada koji je društveno opravdan, ali komercijalno nedovoljno isplativ. Na ovaj način model finansiranja postaje instrument očuvanja mobilnosti i socijalne uključenosti stanovništva, a ne samo mehanizam pokrića troškova transportnog operatora. [3], [4], [15], [16], [17]

Tabela 1. *Komparativna ocena uslova funkcionisanja i pogodnosti modela organizacije i finansiranja javnog gradsko-prigradskog prevoza prema tipu lokalne samouprave*

Nivo JLS	Tip lokalne samouprave i osnovne karakteristike	Indikativni godišnji obim rada i karakteristična cena sa PDV	Dominantni problem / rizik	Pogodniji model i očekivane implikacije
Nivo I	Grad Beograd – oko 1,66–1,69 miliona stanovnika; visoka gustina naseljenosti; izrazita koncentracija radnih mesta, obrazovnih, zdravstvenih i drugih funkcija; razvijeni institucionalni kapaciteti za upravljanje javnim prevozom.	125.000–150.000 km/god. Solo gradsko-prigradsko: 148,29–149,65 din/km.	Upravljanje veoma velikim obimom transportnog rada, kapacitetom i kvalitetom usluge; potreba za integracijom mreže, tarife i nadzora.	Gross-cost / ugovorena cena po km, uz centralno planiranje mreže i tarifnog sistema i elemente plaćanja prema učinku. Visoka prostorna i vremenska dostupnost; potencijal za smanjenje zavisnosti od automobila i unapređenje dostupnosti aktivnosti.
Nivo II	Novi Sad, Niš i Kragujevac – približno 180.000–342.000 stanovnika; relativno visoka koncentracija aktivnosti i transportnih zahteva; razvijenija lokalna upravljačka struktura.	100.000–125.000 km/god. Solo gradsko-prigradsko: 149,17–148,29 din/km.	Održavanje odgovarajuće učestalosti i kvaliteta uz kontrolu subvencija i troškova.	Gross-cost ili hibridni model, sa jasno ugovorenim transportnim radom, standardima kvaliteta i kontrolom prihoda. Stabilna dostupnost radnih mesta, obrazovanja i usluga; mogućnost konkurentnosti javnog prevoza u odnosu na automobil.
Nivo III	21 grad – centar okruga; ukupno oko 1,96 miliona stanovnika, prosečno oko 93.380 stanovnika; značajni lokalni centri obrazovanja, zdravstva, uprave i privrede.	80.000–100.000 km/god. Solo gradsko-prigradsko: 155,59–149,17 din/km; minibus: 115,15–109,03 din/km.	Granična ekonomska održivost pojedinih linija, posebno perifernih i prigradskih; neravnomerna potražnja.	Ugovorena cena po km uz javnu kompenzaciju, uz mogućnost kombinovanja solo autobusa i minibusa prema potražnji. Očuvanje prigradskih veza i dostupnosti osnovnih usluga; smanjenje rizika redukcije društveno potrebnih linija.
Nivo IV	101 opština, prosečno oko 5.678 stanovnika prema analizi autora; mala gustina naseljenosti, visok udeo ruralnih područja, disperzna naselja, slabija privredna aktivnost i ograničeni lokalni budžeti.	40.000–60.000 km/god. Minibus: 164,37–131,77 din/km; solo gradsko-prigradsko: 220,28–177,56 din/km.	Visoki jedinični troškovi, mala popunjenost, nemogućnost dostizanja racionalnog godišnjeg obima rada i rizik ukidanja linija.	Javno finansirani gross-cost / ugovorena cena po km, uz minibus, fleksibilne oblike usluge i garantovani minimalni nivo dostupnosti. Najveći značaj za socijalnu uključenost i mobilnost učenika, starijih i stanovništva bez automobila; sprečavanje transportne isključenosti.

Napomena: *Rasponi godišnjeg transportnog rada predstavljaju indikativnu kategorizaciju izvedenu povezivanjem tipa lokalne samouprave sa obimima rada korišćenim u kalkulativnoj metodologiji. U analiziranom dokumentu rad vozila ispod 80.000 km/god. ocenjuje se kao tehnološki, saobraćajno i funkcionalno neracionalan. Cene su preuzete iz kalkulacije za vozila starija od sedam godina i uključuju PDV.*

Tarifna politika, sveobuhvatno sagledavanje ekonomskih parametara poslovanja, politika finansiranja sistema su deo ukupne politike lokalne samouprave prema komunalnoj usluzi javnog gradsko prigradskog prevoza

putnika koji je od vitalnog interesa za funkcionisanje svih građana na teritoriji lokalne samouprave. Politikom finansiranja ekonomski održivog poslovanja, treba stvoriti optimalne odnose u formiranju prihoda, kojim treba da se obezbedi pokrivanje operativnih troškova poslovanja transportnog operatera, ali i definisati politike modernizacije i razvoja sistema.

Jedna od osnovnih karakteristika savremenog života je povećana potreba za lokalnom mobilnošću stanovništva radi obavljanja celog spektra različitih dnevnih aktivnosti. Upravo tu potrebu stanovništva treba da zadovolji javni prevoz. [1]–[4]

Da bi javni linijski prevoz putnika bio atraktivan za korišćenje, mora biti učestao, kvalitetan, tačan i prihvatljiv po ceni koju plaća putnik. Nedovoljno atraktivan javni prevoz dovodi do povećanja neracionalnog individualnog prevoza i konačno predstavlja jedan od generatora iseljavanja stanovništva iz manjih naselja u veće urbane centre. [3], [4]

Nerešen javni prevoz putnika ostavlja iza sebe ostarela i u krajnjoj liniji, pusta sela. Svakako je potrebno da cena izvršenog transportnog rada, ne pada samo na korisnika prevoza, već na sve poreske obveznike, odnosno subvencionisanjem javnog linijskog prevoza putnika od strane lokalne samouprave. Neophodno je da lokalna samouprava obezbedi potreban kvalitet delatnosti javnog prevoza u skladu sa potrebama korisnika i materijalnim mogućnostima, u cilju efektivnog i ekonomski održivog komunalnog servisa a u skladu sa Odlukom o redovnom prevozu putnika na teritoriji lokalne samouprave. [15], [16], [17]

6. ZAKLJUČAK

Analiza sprovedena u ovom radu ukazuje da održivost javnog gradsko-prigradskog prevoza nije moguće posmatrati nezavisno od demografskih, prostornih, ekonomskih i institucionalnih karakteristika jedinice lokalne samouprave. Razlike u gustini naseljenosti, strukturi stanovništva, intenzitetu transportnih zahteva i mogućem godišnjem obimu rada neposredno se odražavaju na jedinične troškove pružanja usluge i mogućnost njenog tržišnog finansiranja. Zbog toga jedinstven organizacioni i finansijski model ne može jednako uspešno odgovoriti na potrebe velikih urbanih centara, srednjih gradova i prostorno disperznih opština sa malom gustinom stanovništva.

Dobijeni rezultati ukazuju da se sa smanjenjem godišnjeg obima transportnog rada povećava značaj fiksnih troškova u strukturi cene prevoza, zbog čega održavanje potrebnog nivoa usluge postaje posebno zahtevno u manjim i ekonomski slabijim lokalnim zajednicama. U takvim sredinama oslanjanje prvenstveno na prihod od prodaje karata povećava rizik redukcije polazaka i ukidanja linija koje imaju društvenu opravdanost, ali nedovoljan komercijalni potencijal. Posledica može biti smanjena dostupnost obrazovanju, radu, zdravstvenim i drugim javnim uslugama, naročito za stanovnike koji nemaju mogućnost korišćenja individualnog automobila.

Sa druge strane, model u kojem lokalna samouprava aktivno definiše mrežu linija, obim transportnog rada, tarifnu politiku i standarde kvaliteta, a operatoru nadoknađuje ugovoreni nivo pružene usluge, omogućava veći stepen kontrole nad prostornom i vremenskom dostupnošću javnog prevoza. Takav model zahteva stabilne izvore finansiranja, odgovarajuće institucionalne kapacitete i sistem praćenja učinka operatora, zbog čega njegovo uvođenje treba da bude zasnovano na prethodnoj analizi transportnih zahteva i realnih troškova pružanja usluge. Rezultati rada istovremeno potvrđuju potrebu da se javni prevoz posmatra šire od pitanja komunalne ekonomije. Dostupnost pouzdanog i cenovno prihvatljivog javnog prevoza predstavlja preduslov za pristup osnovnim društvenim sadržajima, socijalnu uključenost i svakodnevnu mobilnost stanovništva. Poseban značaj ima u ruralnim i perifernim područjima i za kategorije stanovništva sa ograničenim mogućnostima korišćenja individualnog prevoza, kao što su učenici, starija lica i domaćinstva sa nižim prihodima. [1]–[4]

Očuvanje odgovarajućeg nivoa javnog prevoza u tim sredinama zbog toga predstavlja jednu od komponenti politike kvaliteta života i ravnomernog teritorijalnog razvoja. Vezu između modela javnog prevoza i bezbednosti saobraćaja treba tumačiti kao posrednu. Kvalitetan i dostupan javni prevoz može doprineti smanjenju zavisnosti od individualnog automobilskog prevoza i stvaranju uslova za održiviju strukturu mobilnosti, ali za kvantifikovanje njegovog neposrednog efekta na broj i posledice saobraćajnih nezgoda potrebno je uključiti dodatne pokazatelje izloženosti, modalne raspodele i bezbednosti saobraćaja. [5]–[9], [18]

Praktična implikacija istraživanja jeste da izbor modela organizacije i finansiranja treba zasnivati na lokalnim karakteristikama i unapred utvrđenim standardima minimalne dostupnosti usluge, a ne isključivo na kriterijumu trenutne komercijalne isplativosti linije. Posebno u manjim lokalnim zajednicama opravdano je razmotriti modele javne kompenzacije kojima se obezbeđuje kontinuitet društveno potrebnih linija, uz transparentno utvrđivanje troškova i sistem ugovornih pokazatelja kvaliteta. [2]–[4], [14]–[17]

Ograničenje sprovedenog istraživanja predstavlja činjenica da su efekti organizacionih i finansijskih modela procenjivani prvenstveno na osnovu demografsko-ekonomskih i troškovnih pokazatelja, bez neposrednog merenja zadovoljstva korisnika, dostupnosti aktivnosti, modalne raspodele i pokazatelja bezbednosti saobraćaja. Buduća istraživanja trebalo bi da obuhvate podatke stvarnih sistema javnog prevoza u reprezentativnom uzorku lokalnih samouprava, uključujući broj putnika, prihod od karata, subvenciju po putniku i kilometru, pokrivenost teritorije, učestalost polazaka, vreme pristupa osnovnim sadržajima i pokazatelje saobraćajne bezbednosti. Takav pristup omogućio bi empirijsko vrednovanje efekata različitih modela i razvoj pouzdanijih kriterijuma za izbor održivog sistema javnog prevoza u različitim tipovima lokalnih zajednica.

7. LITERATURA

[1] M. van Burgsteden, A. Grigolon, and K. Geurs, “Improving Community Wellbeing through transport policy: A literature review and theoretical framework, based on the Capability Approach,” Transport Reviews, vol. 44, no. 6, pp. 1161–1186, 2024, doi: 10.1080/01441647.2024.2374818.

[2] R. Hrelja, L. Levin, and R. Camporeale, “Handling social considerations and the needs of different groups in public transport planning: A review of definitions, methods, and knowledge gaps,” European Transport Research Review, vol. 16, art. no. 42, 2024.

[3] F. J. Pot, E. Heinen, and T. Tillema, “Sufficient access? Activity participation, perceived accessibility and transport-related social exclusion across spatial contexts,” Transportation, vol. 52, pp. 1679–1707, 2025.

[4] C. Aberle, S. Daubitz, O. Schwedes, and C. Gertz, “Measuring transport poverty with a mixed-methods approach: A comparative case study of the German cities Berlin and Hamburg,” Journal of Transport Geography, vol. 125, art. no. 104140, 2025.

[5] “The impact of mobility characteristics on public transport and road safety performance in selected European cities,” Transportation Research Procedia, vol. 72, pp. 1547–1551, 2023, doi: 10.1016/j.trpro.2023.11.622.

[6] M. N. Ibrahim, D. B. Logan, S. Koppel, and B. Fildes, “The role of safety in modal choice and shift: A transport expert perspective in the state of Victoria (Australia),” PLoS ONE, vol. 18, no. 4, art. no. e0280949, 2023, doi: 10.1371/journal.pone.0280949.

[7] R. Elvik and T. Vaa, The Handbook of Road Safety Measures. Elsevier, 2004.

[8] World Health Organization, Global Status Report on Road Safety 2023. Geneva, Switzerland: WHO, 2023.

[9] World Health Organization, “Transport systems need to be made safe, healthy and sustainable,” 2023.

[10] European Commission, “Commission Recommendation (EU) 2023/550 on National Support Programmes for Sustainable Urban Mobility Planning,” Official Journal of the European Union, 2023.

[11] European Commission, “Sustainable Urban Mobility Planning and Monitoring,” 2024/2026.

[12] P. Gladović, D. Drašković, S. Railić, and Z. Injac, “Model of Organization and Management of Passenger Public Urban Transport Systems,” Journal for Traffic and Transport Research and Application, vol. 6, no. 2, pp. 53–57, 2021.

[13] Republic of Serbia, Zakon o bezbednosti saobraćaja na putevima, Službeni glasnik Republike Srbije, br. 41/09, 53/10, 101/11, 2009.

[14] European Parliament and Council, Regulation (EC) No 1370/2007 on public passenger transport services by rail and by road, consolidated version.

[15] L. A. Guzman and P. Hessel, “The effects of public transport subsidies for lower-income users on public transport use: A quasi-experimental study,” Transport Policy, vol. 126, pp. 215–224, 2022.

[16] L. A. Guzman, S. Gómez Cardona, and J. L. Ochoa, “Increased ridership and improved affordability: Transforming public transport subsidies in developing contexts,” Research in Transportation Economics, vol. 108, art. no. 101492, 2024, doi: 10.1016/j.retrec.2024.101492.

[17] D. Štraub and D. B. Hess, “Re-examining fare-free public transport for greater inclusivity,” Transportation Research Interdisciplinary Perspectives, 2025.

[18] E. Hauer, “On the estimation of the expected number of accidents,” Accident Analysis & Prevention, vol. 18, no. 1, pp. 1–12, 1986.

UDK:

INTEGRACIJA BEZBEDNOSTI SAOBRAĆAJA U MERE ODRŽIVE MOBILNOSTI NA PRIMERU SECAP-A LAKTAŠA

INTEGRATING ROAD SAFETY INTO SUSTAINABLE MOBILITY MEASURES: THE CASE OF THE LAKTAŠI SECAP

Srđan Marinković[1], Boris Mikanović[2]

Rezime: Rad razmatra mogućnosti dopune bezbednosne dimenzije mera održive mobilnosti u Akcionom planu održivog upravljanja energijom i prilagođavanja klimatskim promenama Laktaša do 2030. godine. Primenjena je strukturisana analiza sadržaja šest kartica mera koje obuhvataju saobraćaj i javnu rasvetu. Analitički okvir razlikuje izričito prepoznavanje bezbednosti, konkretizaciju aktivnosti, merljive ciljeve i način praćenja. Posebno su razmotrene odredbe o organizaciji i praćenju sprovođenja plana. Nalazi se odnose na analizirane planske odredbe, a ne na realizaciju projekata ili ukupno stanje bezbednosti u gradu. Početno kodiranje pokazuje da je bezbednost biciklističke mreže prepoznata kvalitativno, dok u analiziranim karticama nisu utvrđeni merljivi bezbednosni ciljevi ni odgovarajući protokoli praćenja. Postojeće upravljačke odredbe prepoznate su kao osnova za dodavanje bezbednosnih pokazatelja. Predloženi su elementi dopune kartica: bezbednosni zadatak, odgovorni subjekt, pokazatelj i izvor podataka. Doprinos rada je dokumentarno zasnovan predlog povezivanja klimatskog planiranja i bezbednosti saobraćaja. Primena predloženih pokazatelja zahtevaće odgovarajuće evidencije. Zaključci predstavljaju osnovu za dalju stručnu proveru i lokalno usaglašavanje.

Ključne reči: bezbednost saobraćaja; održiva mobilnost; SECAP; Laktaši; indikatori.

Abstract: This paper examines opportunities to strengthen the road safety dimension of mobility measures in the Sustainable Energy and Climate Action Plan of Laktaši to 2030. A structured content analysis covers six measure sheets addressing transport and public lighting. The analytical framework distinguishes explicit safety recognition, operational actions, measurable targets and monitoring arrangements. Governance and implementation monitoring provisions are examined separately as a basis for integrating safety indicators. Findings concern the analysed planning provisions, rather than project delivery or citywide safety performance. Initial coding identifies a qualitative commitment to safe cycling infrastructure, while measurable safety targets and associated monitoring protocols are not specified in the analysed sheets. Proposed additions to measure sheets include a safety task, a responsible actor, an indicator and a data source. The contribution is a document-based proposal connecting climate planning with road safety. Implementing the proposed indicators will require appropriate records. The findings provide a basis for further expert review and local consultation.

Keywords: road safety; sustainable mobility; SECAP; Laktaši; indicators.

1. UVOD

Odluke o mobilnosti određuju kako se pristupa radu, obrazovanju i javnim uslugama. Pri njihovom planiranju potrebno je istovremeno razmatrati dostupnost, uticaj na životnu sredinu i mogućnost bezbednog kretanja. Za lokalnu upravu praktičan izazov predstavlja pretvaranje ovih ciljeva u zadatke koje je moguće sprovesti i proveriti. Ovaj rad ispituje kako se takav postupak može primeniti na već definisane mere Laktaša.

Evropske smernice za planiranje održive urbane mobilnosti povezuju analizu stanja, izbor ciljeva i pokazatelja, planiranje mera, odgovornosti i praćenje. Njihovo treće izdanje predstavlja savremeni metodološki oslonac, ali se u ovom radu ne tretira kao pravna obaveza lokalne zajednice u Bosni i Hercegovini (Rupprecht Consult, 2026, str. 123–124, 162–163, 195–196). Tematski vodič o bezbednosti i aktivnom kretanju razrađuje uključivanje bezbednosti u proces planiranja mobilnosti (Engels, 2019, str. 31–32, 38, 40–41).

Predmet rada je bezbednosna razrađenost odabranih mera SECAP-a Laktaša. Cilj je formulisanje dopuna koje se mogu uneti u buduće akcione planove ili projektne zadatke. Istraživačko pitanje se odnosi na elemente koji su potrebni da bi se bezbednosna namera prevela u zadatak sa proverljivim rezultatom. Rad ne procenjuje aktuelnu bezbednost putne mreže i ne utvrđuje da li su planirane investicije realizovane.

[1] Panevropski univerzitet APEIRON, Banja Luka, Bosna i Hercegovina
[2] Panevropski univerzitet APEIRON, Banja Luka, Bosna i Hercegovina

SECAP je prvenstveno klimatsko-energetski instrument. Zato se njegova razrađenost ne ocenjuje kao da je reč o kompletnom saobraćajnom planu. Analiza služi prepoznavanju mesta na kojima se postojeći instrument može dopuniti. Ovakvo ograničenje omogućava da se izbegne neopravdano poistovećivanje izostanka podatka u jednoj kartici sa izostankom aktivnosti u lokalnoj zajednici.



Slika 1. *Naslovna ilustracija SECAP-a Opštine Laktaši do 2030. godine*
Izvor: Opština Laktaši (2020), naslovna strana.

2. MATERIJAL I METODE

Osnovni korpus čini šest kartica javno dostupnog SECAP-a: JR-1 i S-1 do S-5, na numerisanim stranama 92–95, u poglavljima 7.2 i 7.3 (Opština Laktaši, 2020). Kartice saobraćaja obuhvaćene su u celini; kartica rasvete dodata je zbog moguće veze sa uslovima kretanja. Jedinica analize je potpuna kartica, uključujući njen nastavak na narednoj strani.

Primenjena je strukturisana kvalitativna analiza sadržaja sa unapred definisanim kriterijumima. Okvir je autorska analiza principa povezivanja ciljeva, aktivnosti i praćenja; nije preuzet kao gotov ili validiran indeks iz literature. Smernice iz 2026. koriste se za predlog budućih dopuna, a ne za ocenu ispunjenosti obaveza u vreme izrade plana 2020. godine. Dokumentarna analiza omogućava ispitivanje planskih odredbi bez terenskog prikupljanja podataka. Njome se ne utvrđuje stanje infrastrukture niti broj i raspodela saobraćajnih nezgoda.

Postupak obuhvata identifikaciju kartica, evidentiranje relevantnih formulacija i stranica, kodiranje prema tabeli 1, proveru doslednosti kriterijuma i izradu predloga dopuna. Za svaki zaključak potrebno je razlikovati neposredni dokumentarni nalaz od autorskog predloga. Nije sprovedeno nezavisno dvostruko kodiranje, pa se nalazi predstavljaju kao početna analiza podložna stručnoj proveri.

Drugi nivo analize obuhvata organizaciju sprovođenja i praćenje SECAP-a: odeljak 2.3, tabelu 1 i odeljak 3.1.3, na stranama 18–19, 21 i 27. Ovi delovi tumače se kvalitativno, odvojeno od kodiranja kartica. Izraz planski okvir u ovom radu označava analizirani okvir SECAP-a; nije sproveden pregled svih planskih dokumenata Laktaša.

Tabela 1. *Autorski kriterijumi za kodiranje bezbednosne razrađenosti*

Kod	Predmet provere	Pravilo kodiranja
K1	Izričito prepoznavanje bezbednosti	DA ako tekst neposredno navodi bezbednost, sigurnost ili konkretan rizik u saobraćaju; inače NP.
K2	Operativna bezbednosna aktivnost	DA ako su navedeni konkretna bezbednosna radnja i predmet njene primene; DR ako je bezbednost samo opšti zahtev ili namera; inače NP.
K3	Merljiv bezbednosni cilj	DA ako su navedeni pokazatelj, ciljna vrednost i rok za bezbednosni rezultat; inače NP.
K4	Protokol bezbednosnog praćenja	DA ako su navedeni pokazatelj, izvor podataka, učestalost i odgovornost za njegovo praćenje; inače NP.

Oznake: DA – kriterijum je ispunjen; DR – delimično razrađeno, samo za K2; NP – kriterijum nije potvrđen u analiziranoj kartici; kod K3 i K4 nedostaje najmanje jedan zahtevani element. Kriterijumi se ne sabiraju u jedinstven skor. NP nije ocena da je mera nebezbedna, samo da je nepotvrđena. Isti tekst može podržati više kriterijuma samo ako zadovoljava svako odgovarajuće pravilo.

Energetska ušteda, planirani iznos investicije ili broj zamenjenih vozila ne kodiraju se kao bezbednosni rezultat bez izričite veze sa rizikom. Za K2 sama opšta tvrdnja o sigurnoj mreži nije dovoljna za oznaku DA. Za K4 navođenje nosioca cele mere nije zamena za opis praćenja. Ovim pravilima ograničava se pripisivanje sadržaja koji je poželjan, ali ga dokument ne sadrži.

3. REZULTATI POČETNE ANALIZE

Početno kodiranje šest odabranih kartica prikazano je u tabeli 2. U posmatranom korpusu jedna kartica izričito prepoznaje bezbednost, dok nijedna ne ispunjava kriterijume K3 i K4. To je nalaz o tekstu kartica, a ne procena realizacije ili uticaja na broj nezgoda. Izvor nalaza su Opština Laktaši (2020), str. 92–95; kodiranje je autorsko.

Tabela 2. *Autorsko kodiranje kartica SECAP-a (Opština Laktaši, 2020, str. 92–95)*

Kartica	Strana	K1	K2	K3	K4
JR-1	92–93	NP	NP	NP	NP
S-1	93	NP	NP	NP	NP
S-2	94	NP	NP	NP	NP
S-3	94	NP	NP	NP	NP
S-4	95	NP	NP	NP	NP
S-5	95	DA	DR	NP	NP

Za S-5, zahtev za sigurnom biciklističkom mrežom podržava K1=DA. Oznaka K2=DR odnosi se na opštost tog zahteva (nije opisan konkretan postupak njegove provere niti određena bezbednosna intervencija na mreži). Planirano postavljanje držača za bicikle nije kodirano kao takva intervencija, jer kartica ne uspostavlja vezu sa saobraćajnim rizikom. Odsustvo merljivog bezbednosnog cilja razmatra se zasebno, u okviru K3 (Opština Laktaši, 2020, str. 95).

3.1. Povezivanje nalaza sa organizacijom sprovođenja

Opšti deo SECAP-a predviđa organizaciju sprovođenja i izveštavanje o napretku svake dve godine; ažuriranje praćenja emisija predviđeno je svake četiri godine. U postupku praćenja naglasak je na realizaciji, energetskim uštedama i emisijama (Opština Laktaši, 2020, str. 18–19, 21, 27). Ovaj nalaz dopunjuje rezultate iz tabele 2: planski mehanizam za praćenje postoji, dok bezbednosne dopune kartica i pokazatelje treba povezati sa tim mehanizmom. Predlog se zato zasniva na proširenju postojećeg postupka.

Tabela 3. *Autorsko povezivanje nivoa planiranja i predloženih dopuna*

Nivo analize	Značenje nalaza	Predložena veza sa bezbednošću
Organizacija sprovođenja	Postoji osnova za raspodelu zadataka.	Odrediti odgovornost za podatke o bezbednosti i za odluke po nalazima.
Periodično izveštavanje	Postoji mogućnost objedinjavanja rezultata.	Bezbednosne pokazatelje uključiti u isti izveštaj, sa jasno označenim periodom.
Kartice mera	Energetski cilj sam po sebi ne određuje bezbednosni rezultat.	Dodati zaseban bezbednosni zadatak, merljivi cilj i način provere.
Korektivno postupanje	Samo evidentiranje aktivnosti nije dokaz otklonjenog rizika.	Uz svaki nerešeni nalaz upisati odgovorno lice, rok i status korektivnog zadatka.

Razlika između planskih nivoa ima neposrednu praktičnu posledicu. Navođenje nosioca i roka cele mere ne ispunjava automatski K4, ali može olakšati njegovo buduće ispunjavanje. Umesto ponovnog uspostavljanja celokupne organizacije, za svaku dopunu potrebno je precizirati ko dostavlja bezbednosni podatak, ko ga proverava i ko pokreće korektivnu aktivnost. To su predlozi autora, a ne utvrđene nadležnosti.

3.2. Obrazloženje kodiranja kartica

Kartice JR-1 i S-1 do S-4 razmatrane su prema istim pravilima kao S-5. Moguća posredna korist rasvete, obnove vozila ili edukacije nije dovoljna za pozitivan bezbednosni kod bez odgovarajuće formulacije. Tako se analitička procena mogućeg efekta odvaja od sadržaja plana. Negativni nalazi po K3 i K4 znače da potpuni skup elemenata navedenih u tabeli 1 nije utvrđen (ne znače da kartice nemaju nikakve rokove ili nosioce).

Predlozi u narednom odeljku izvedeni su povezivanjem namene svake kartice sa pitanjem bezbedne upotrebe. Kod javnog prevoza to je pristup i ulazak putnika; kod biciklističke infrastrukture kontinuitet i konfliktne tačke; kod obuke provera naučenog i prihvaćenog ponašanja. Ovaj postupak predstavlja stručni predlog za kasniju projektnu razradu, bez tvrdnje da su konkretni nedostaci već potvrđeni na terenu.

4. PREDLOG DOPUNA MERA

Predložene dopune u tabeli 4 predstavljaju autorsku razradu nalaza. Povezivanje zadataka, nosilaca, rokova i praćenja oslanja se na smernice za planiranje mobilnosti (Rupprecht Consult, 2026, str. 162–163, 195–196) i tematski vodič o bezbednosti (Engels, 2019, str. 38, 40–41). Predloženi pokazatelji nisu preuzeti kao gotov sistem iz tih izvora. Nosioce, tehničke kriterijume i finansiranje potrebno je odrediti pre lokalnog usvajanja.

Tabela 4. *Autorski predlog bezbednosnih dopuna*

Veza	Predloženi zadatak	Pokazatelj za buduće praćenje
JR-1	Pre prioritizacije rasvete evidentirati pešačke prelaze i konfliktne tačke; proveriti osvetljenje prema primenljivim tehničkim zahtevima.	Udeo lokacija sa završenom proverom i udeo dokumentovano otklonjenih nalaza.
S-1	Pri obnovi službenih vozila definisati bezbednosne zahteve i postupak provere njihovog ispunjenja.	Udeo nabavljenih vozila sa dokumentovanim ispunjenjem usvojenih zahteva.
S-2	Za obnovu autobusa dopuniti projektni zadatak zahtevima za bezbedan ulazak, izlazak i pristupačnost.	Udeo pregledanih autobusa koji ispunjavaju unapred definisane zahteve; navesti i obuhvat pregleda.
S-3	Uz povećanje korišćenja javnog prevoza pregledati pešačke prilaze odabranim stajalištima i pripremiti plan otklanjanja nedostataka.	Udeo stajališta sa pregledanim prilazom i udeo dokumentovano otklonjenih nalaza.
S-4	Bezbednosne teme vezati za utvrđen problem; unapred odrediti proveru usvojenog znanja i, gde je izvodljivo, ponašanja.	Promena rezultata provere znanja; ponašanje pratiti zasebno, kada postoje uslovi za merenje.
S-5	Pri izboru biciklističke trase proveriti prekide, raskrsnice i priključke; evidentirati korektivne zadatke.	Udeo dužine trase obuhvaćene proverom; zasebno udeo dokumentovano otklonjenih nalaza.

Pokazatelji u tabeli su predlozi, a njihove vrednosti nisu izmerene. Za svaki udeo potrebno je unapred utvrditi imenilac: popis lokacija, vozila ili dužinu trase obuhvaćene zadatkom. U suprotnom povećanje procenta može nastati promenom obuhvata, bez stvarnog napretka. Početna vrednost koja nije poznata evidentira se kao nedostajuća, a ne kao nula.

Prioritet realizacije ne određuje se automatski kodom NP. Prvo treba razlikovati dopune dokumentacije od fizičkih intervencija. Usvajanje obrasca praćenja može biti jednostavan početni zadatak, dok izbor lokacije za građevinsku intervenciju zahteva dodatne podatke o izloženosti, uslovima kretanja i nadležnostima. Ovaj rad ne rangira pojedinačne ulice ili raskrsnice.

5. DISKUSIJA

Predloženi postupak dopune kartica sažet je na slici 2. Veza između praćenja i korektivnih mera omogućava da se rezultati provere koriste pri narednoj dopuni zadatka. Šema predstavlja autorski predlog za lokalno usaglašavanje.



Slika 2. *Predlog uključivanja bezbednosnih zadataka u sprovođenje i praćenje SECAP-a*
Izvor: autorski prikaz na osnovu predloga iz tabela 3 i 4.

Predloženi pristup odvaja kvalitet planiranja od stvarnog bezbednosnog učinka. Kartica sa detaljnim protokolom može biti loše sprovedena, dok projekat sa kratkim planskim opisom može dati dobar rezultat. Zato dokumentarna analiza služi pripremi upravljačkih zadataka, a potvrda učinka zahteva podatke o realizaciji i rezultatima.

Mogućnost naknadne provere zasniva se na označenim jedinicama, stranicama i pravilima kodiranja. Nezavisno dvostruko kodiranje nije sprovedeno. Posebno osetljivo mesto predstavlja razgraničenje opšte bezbednosne namere i konkretne aktivnosti u K2; obrazloženje za S-5 zato je navedeno uz matricu. Drugi istraživač može ponoviti postupak i evidentirati eventualna neslaganja.

Osnovno ograničenje je uski korpus. Analiza nije obuhvatila Strategiju razvoja, prostorne planove, lokalni program bezbednosti saobraćaja, izveštaje o izvršenju budžeta ili projektno-tehničku dokumentaciju. Zato se zaključci ne mogu koristiti kao ocena ukupnog sistema upravljanja mobilnošću Laktaša. Dokumenti koji su nastali posle analiziranog plana mogu sadržati dodatne ciljeve ili već realizovane aktivnosti.

Dalje ograničenje je priroda pokazatelja. Broj pregleda, obuka ili nabavljenih vozila meri izvršenje aktivnosti. Broj i težina povreda predstavljaju ishode, dok brzine, konflikti i ponašanje mogu pružiti dodatne informacije o riziku. Ove grupe ne treba međusobno zamenjivati; razlikovanje pokazatelja izvršenja, posrednih i krajnjih ishoda razmatra i Engels (2019, str. 31–32). Za konačni sistem praćenja trebalo bi odabrati mali broj pokazatelja koje lokalni akteri mogu pouzdano održavati, umesto velikog skupa bez obezbeđenog izvora podataka.

Poređenje pre i posle intervencije zahteva početnu vrednost i razmatranje drugih uticaja (Rupprecht Consult, 2026, str. 195–196). Promena broja nezgoda može biti povezana sa obimom saobraćaja, promenom evidencije ili drugim intervencijama. Na kratkim deonicama i u malim uzorcima slučajna kolebanja dodatno otežavaju tumačenje. Zbog toga se u ovom radu ne daju procenti očekivanog smanjenja nezgoda niti se procenjuje novčana korist predloženih dopuna.

Za lokalnu primenu predlaže se postupno uvođenje: usaglašavanje kriterijuma, izbor ograničenog pilot-obuhvata, formiranje početne evidencije i prvo izveštavanje. Vremenski raspored treba vezati za usvojene resurse. Pre početka merenja potrebno je odrediti ko prikuplja podatke, ko proverava njihovu potpunost i ko odlučuje o korektivnoj aktivnosti. Izveštaj mora razlikovati neizvršen zadatak, izvršen zadatak bez podataka i zadatak sa proverenim rezultatom.

Za dopunu S-3 predlaže se sledeći operativni primer. Pokazatelj obuhvata pregleda je $P = 100 \times Np/N$, gde je N broj unapred odabranih stajališta, a Np broj stajališta sa završenim i dokumentovanim pregledom prilaza.

Izvor je registar stajališta sa zapisnicima. Predlažu se kvartalno ažuriranje i uključivanje rezultata u izveštaj o sprovođenju plana dok bi lokalna uprava odredila nosioca evidencije i stručnog izvršioca pregleda. Cilj od 100% pregleda do kraja prve godine primene odnosi se isključivo na unapred usvojen obuhvat i predstavlja predlog autora. Za N=0 pokazatelj se ne obračunava. Otklanjanje nalaza prati se zasebno: broj zatvorenih nalaza prema broju evidentiranih, uz datum i dokaz provere. Ovi pokazatelji ne mere promenu rizika od nezgoda.

6. ZAKLJUČAK

U okviru početne analize odabranih kartica pokazana je mogućnost da se bezbednosna dimenzija razmatra pomoću malog i transparentnog skupa kriterijuma. Vrednost postupka je u povezivanju dokumentarnog nalaza sa konkretnom dopunom, bez zahteva za novim obimnim istraživanjem. Zaključci ostaju ograničeni na analizirani korpus i ne predstavljaju ocenu stanja bezbednosti u gradu.

Glavni rezultat je predlog da se bezbednosni zadaci i pokazatelji uključe u postojeću organizaciju sprovođenja SECAP-a. Lokalno usaglašavanje i pribavljanje početnih vrednosti predstavljaju naredne korake primene, a ne rezultate ove dokumentarne analize. Praktičan rezultat može biti standardizovana dopuna kartice koja uz planiranu aktivnost određuje bezbednosni zadatak i način provere. Na taj način buduće izveštavanje dobija jasniju osnovu za razlikovanje planiranog, realizovanog i izmerenog.

7. LITERATURA

Engels, D. (2019). Urban Road Safety and Active Travel in Sustainable Urban Mobility Planning. Topic Guide. CIVITAS SATELLITE. Uz doprinose L. Akkermans, P. Vansevenant, D. Adminaite-Fodor i A. Santacreu. https://www.mobiliseyourcity.net/sites/default/files/2024-05/urban_road_safety_and_active_travel_in_sumps.pdf

Opština Laktaši (2020). Akcioni plan održivog upravljanja energijom i prilagođavanja klimatskim promjenama (SECAP) Opštine Laktaši za period do 2030. godine. Laktaši, juni 2020. Analizirani delovi: str. 18–19, 21, 27 i 92–95. https://grad-laktasi.com/wp-content/uploads/2024/04/AP-odrzivog-upravljanja-energijom-i-prilagodjavanja-klimatskih-promjena.pdf

Rupprecht Consult (ur.) (2026). Guidelines for Developing and Implementing a Sustainable Urban Mobility Plan. Third Edition. Rupprecht Consult – Forschung & Beratung GmbH; EU Urban Mobility Observatory. https://urban-mobility-observatory.transport.ec.europa.eu/sustainable-urban-mobility-plans/guidelines-developing-and-implementing-sustainable-urban-mobility-plan-0_en

XV МЕЂУНАРОДНА КОНФЕРЕНЦИЈА
БЕЗБЈЕДНОСТ САОБРАЋАЈА У ЛОКАЛНОЈ ЗАЈЕДНИЦИ
Бања Лука, 29-30. октобар, 2026. године

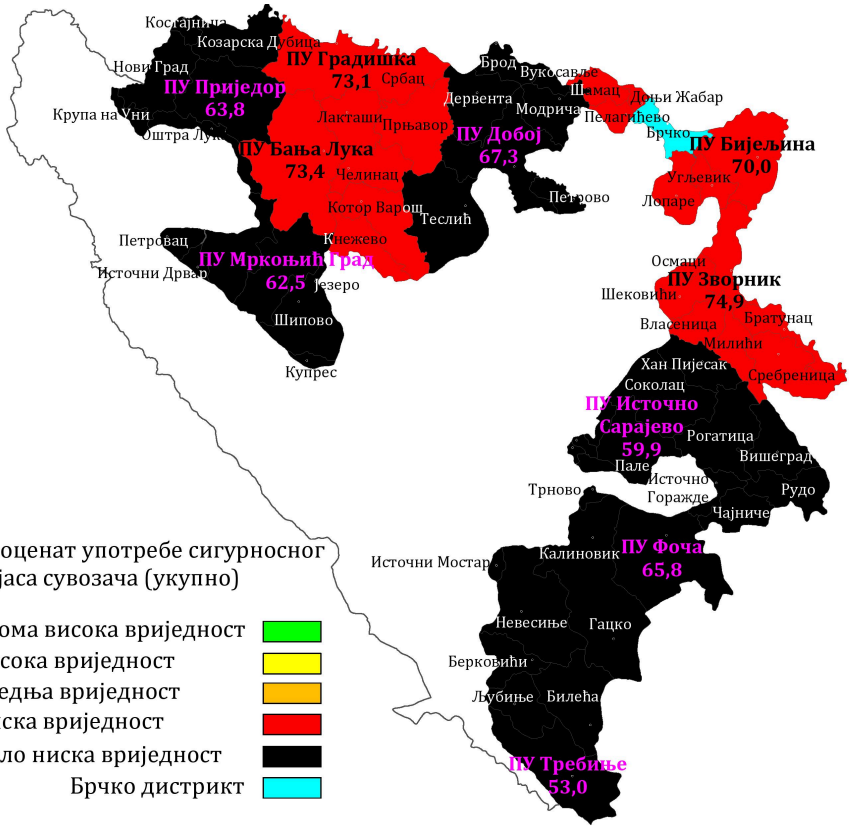
Јесен, 2025 . године



Проценат употребе сигурносног појаса возача (укупно)

ЛЕГЕНДА:

- веома висока вриједност
- висока вриједност
- средња вриједност
- ниска вриједност
- врло ниска вриједност
- Брчко дистрикт



Проценат употребе сигурносног појаса сувозача (укупно)

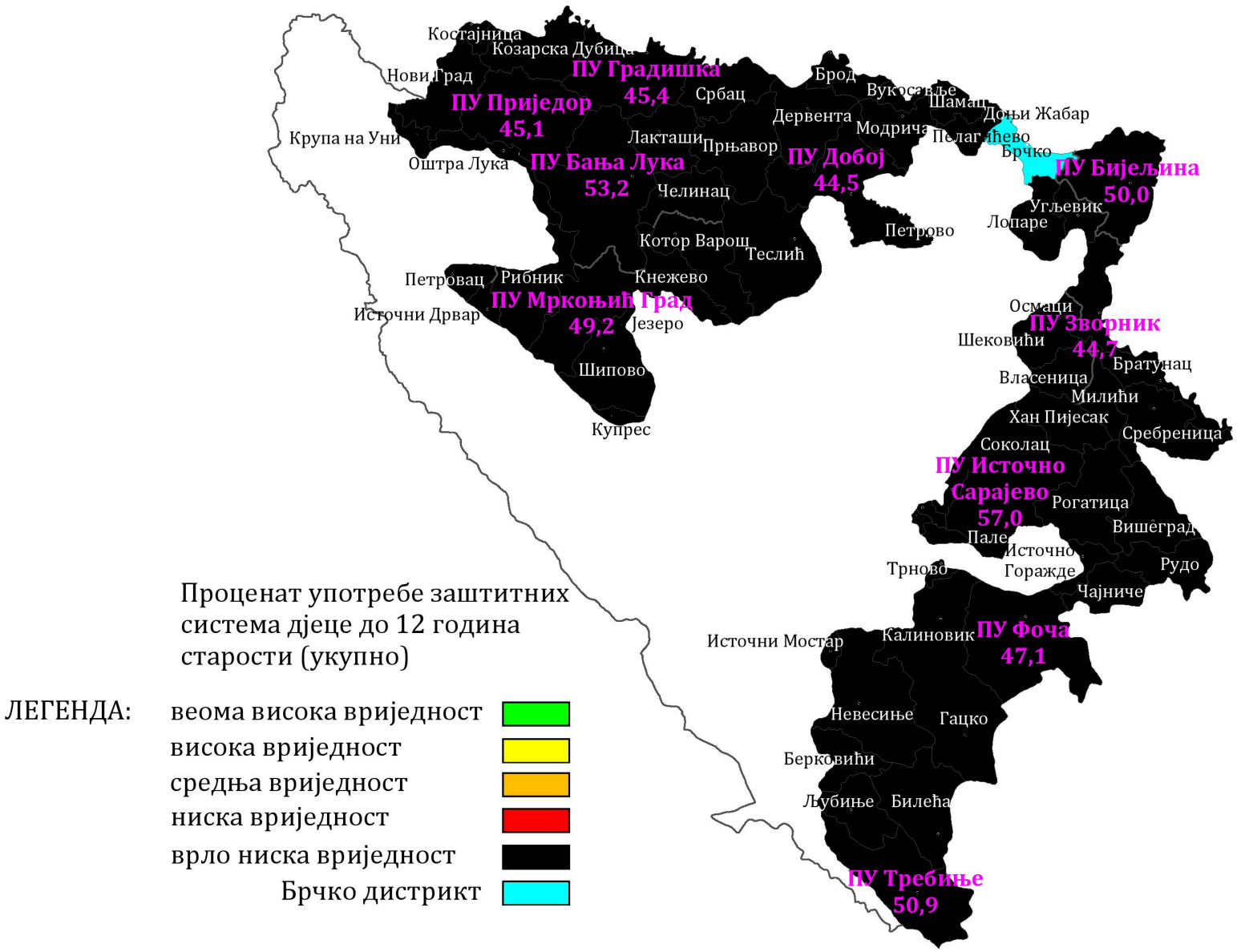
ЛЕГЕНДА:

- веома висока вриједност
- висока вриједност
- средња вриједност
- ниска вриједност
- врло ниска вриједност
- Брчко дистрикт

БСЛЗ RSLC
www.absrs.org

XV МЕЂУНАРОДНА КОНФЕРЕНЦИЈА
БЕЗБЈЕДНОСТ САОБРАЋАЈА У ЛОКАЛНОЈ ЗАЈЕДНИЦИ
Бања Лука, 29-30. октобар, 2026. године

Јесен, 2025. године



Проценат употребе заштитних система дјеце до 12 година старости (укупно)

ЛЕГЕНДА:

- веома висока вриједност
- висока вриједност
- средња вриједност
- ниска вриједност
- врло ниска вриједност
- Брчко дистрикт

Агенција за безбједност саобраћаја Републике Српске
Змај Јовина 18, Бања Лука
Тел: + 387 51 220 330, E-mail: info@absrs.org

Пратите нас на: www.absrs.org