



РЕПУБЛИКА СРПСКА
МИНИСТАРСТВО САОБРАЋАЈА И ВЕЗА
АГЕНЦИЈА ЗА БЕЗБЈЕДНОСТ САОБРАЋАЈА

XIV МЕЂУНАРОДНА КОНФЕРЕНЦИЈА
XIV INTERNATIONAL CONFERENCE

БЕЗБЈЕДНОСТ САОБРАЋАЈА У ЛОКАЛНОЈ ЗАЈЕДНИЦИ
ROAD SAFETY IN LOCAL COMMUNITY

ЗБОРНИК РАДОВА
CONFERENCE JOURNAL

Бања Лука, 30-31. октобар, 2025. године
Banja Luka, October 30-31, 2025

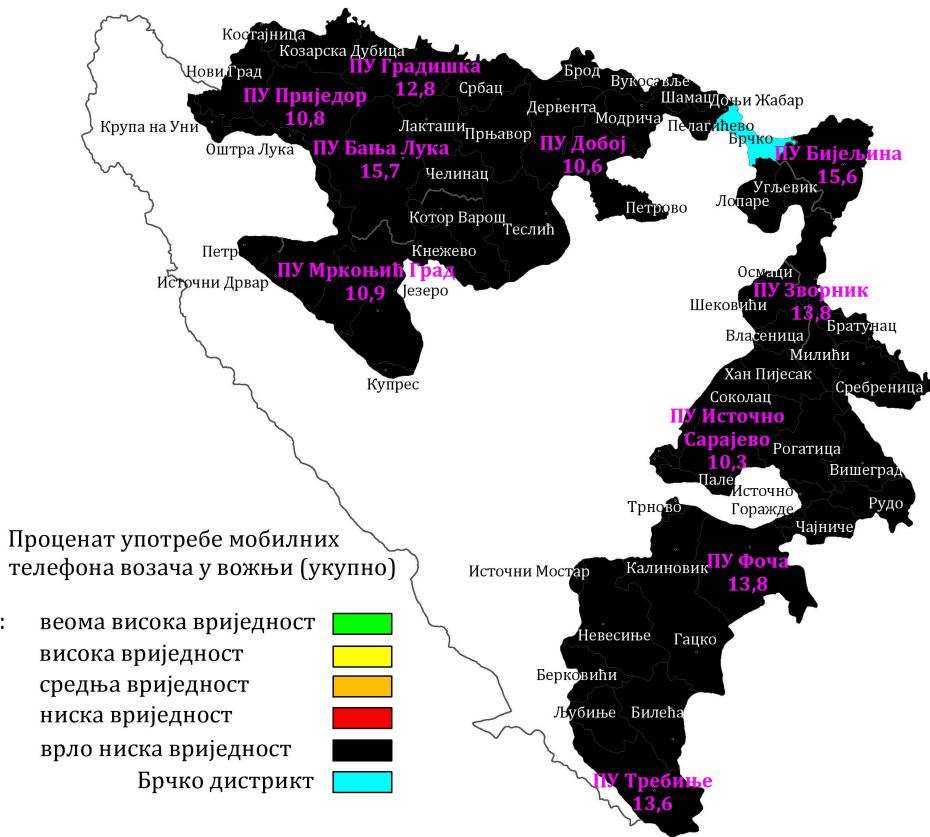
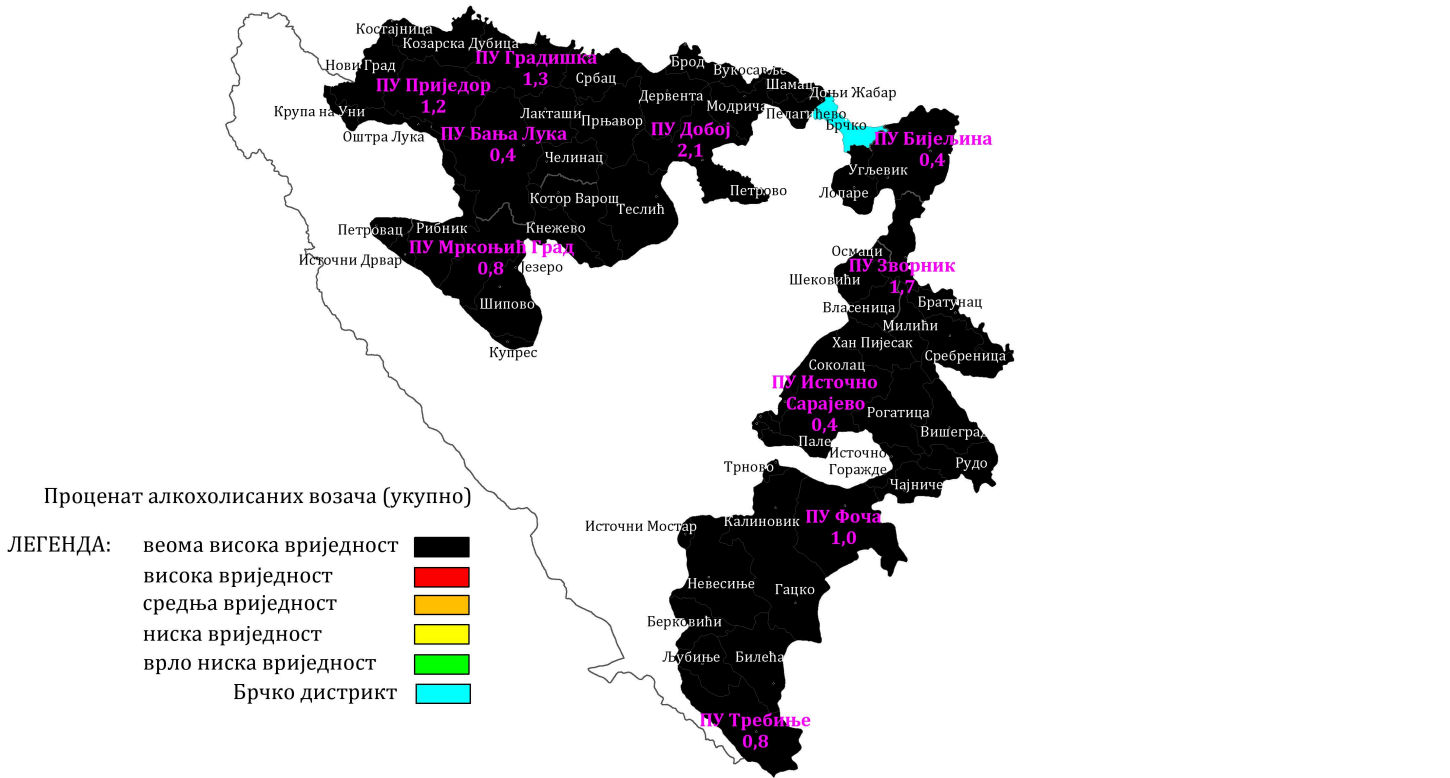
БСЛЗ
RSLC

www.absrs.org

XIV МЕЂУНАРОДНА КОНФЕРЕНЦИЈА БЕЗБЈЕДНОСТ САОБРАЋАЈА У ЛОКАЛНОЈ ЗАЈЕДНИЦИ

Бања Лука, 30-31. октобар, 2025. године

Јесен, 2024. године



**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**

XIV Међународна конференција

БЕЗБЈЕДНОСТ САОБРАЋАЈА У ЛОКАЛНОЈ ЗАЈЕДНИЦИ

XIV International Conference

ROAD SAFETY IN LOCAL COMMUNITY

ЗБОРНИК РАДОВА CONFERENCE JOURNAL

**Бања Лука
30. и 31. октобар 2025.**

**Banja Luka,
30 and 31 october, 2025**

**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, председник Програмског одбора Конференције
Младен ДРАГОСАВ, председник Организационог одбора Конференције
Милан ИЛИЋ, секретар Организационог одбора Конференције
Горан БОШЊАК, члан Организационог одбора Конференције

ISBN: 978-99976-160-5-0

©2025 Агенција за безбједност саобраћаја Републике Српске
Змај Јовина 18, Бања Лука

ПОЧАСНИ ОДБОР

Ненад Стевандић, председник Народне скупштине Републике Српске
Саво Минић, председник Владе Републике 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 Авеносо, извршни директор, Европски Савјет за безбједност саобраћаја
Бранко Стаматовић, директор, Агенција за безбједност саобраћаја Републике Србије

ПРОГРАМСКИ ОДБОР

Проф. др Радован Вишковић, Саобраћајни факултет, Р. Српска, председник
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
Проф. др Жељко Стевић, Саобраћајни факултет, Р. Српска
Доц. др Наташа Ђалић, Саобраћајни факултет, Р. Српска
Доц. др Драган Станимировић, Министарство саобраћаја и веза, Р. Српска
Проф. др Жељко Ђурић, Универзитет у Источном Сарајеву, Р. Српска
Проф. др Бошко Матовић, Машински факултет, Црна Гора
Проф. др Миланко Дамјановић, 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
Доц. др Спасоје Мићић, Министарство саобраћаја и веза, Р. Српска
Доц. др Горан Амићић, Дирекција за координацију полицијских тијела, Босна и Херцеговина

ОРГАНИЗАЦИОНИ ОДБОР

Младен Петровић, Агенција за безбједност саобраћаја Р. Српске, председник
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
Никола Торбица, Агенција за безбједност саобраћаја Р. Српске
Раденка Ђекић, Агенција за безбједност саобраћаја Р. Српске
Милка Дубравац, Агенција за безбједност саобраћаја Р. Српске
Христина Бојанић, Агенција за безбједност саобраћаја Р. Српске
Смиљка Топић, Агенција за безбједност саобраћаја Р. Српске
Горан Бошњак, 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 Ђопић, ЈП „Аутопутеви Републике Српске“, Р. Српска
Зоран Стрвановић, 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

Доц. др Горан Амиџић

Дирекција за координацију полицијских тијела, Босне и Херцеговине

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

Доц. др Драган Станимировић

Министарство саобраћаја и веза Републике Српске

ПРЕДГОВОР

Поштовани,

Пријатељи и заговорници безбједности саобраћаја, учесници XIV Међународне Конференције „Безбједност саобраћаја у локалној заједници“, у име Програмског и Организационог одбора Конференције, желимо да вам се захвалимо на континуираној посвећености 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-комуналних послова.

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 2024. године износе 3.8 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 локалној заједници“ се традиционално одржава сваке године, како би се проблем безбједности саобраћаја приближио локалним заједницама, али и осталим субјектима, те како би се окупили појединци посвећени унапређењу безбједности саобраћаја који ће имати довољно ентузијазма, воље и храбрости да се боре са овим горућим проблемом друштва у цјелини.

Едукација запослених у јединицама локалне самоуправе представља један од кључних корака у овом процесу. Наиме, реализација радионица у претходним годинама, помогла нам је да уочимо главне проблеме у комуникацији између субјеката. У том смислу, представници јединица локалне самоуправе имали су прилику да се упознају са изградом локалних стратешких докумената, као и 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, те да континуирано промовишемо свијест о значају улагања у безбједност саобраћаја, од чега корист имају сви чланови друштва.

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

Предсједник Организационог
одбора Конференције

Младен ДРАГОСАВ

Предсједник Програмског
одбора Конференције

Проф. др Радован ВИШКОВИЋ

ОРГАНИЗАТОРИ КОНФЕРЕНЦИЈЕ



РЕПУБЛИКА СРПСКА

МИНИСТАРСТВО САОБРАЋАЈА И ВЕЗА



РЕПУБЛИКА СРПСКА

АГЕНЦИЈА ЗА БЕЗБЈЕДНОСТ САОБРАЋАЈА

СПОНЗОРИ КОНФЕРЕНЦИЈЕ



Аутопутеви PC



ЈАВНО ПРЕДУЗЕЋЕ

"ПУТЕВИ РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ"

БАЊА ЛУКА

m:tel

imate prijatelje!



BRČKO GAS
OSIGURANJE

1.	ANALYSIS OF TRAFFIC SAFETY ON THE M-I-106 MAIN ROAD SECTION DRUGOVIĆI-PRNJAVOR BEFORE AND AFTER THE CONSTRUCTION OF THE BANJA LUKA-PRNJAVOR MOTORWAY SECTION Vladimir Gatarić, Jelena Mitrović Simić, Vuk Bogdanović, Valentina Mirović	1
2.	ЕФЕКТИ ПРЕВЕНТИВНЕ КАМПАЊЕ „ОПРЕЗНИ ПАЗЕ НА ПРУЖНЕ ПРЕЛАЗЕ“ НА БЕЗБЈЕДНОСТ САОБРАЋАЈА У РЕПУБЛИЦИ СРПСКОЈ Драган Станимировић, Горан Бошњак, Раденка Ђекић, Раде Благојевић	12
3.	АНАЛИЗА ИСЉЕЂЕЊА ВАНРЕДНИХ ДОГАЂАЈА НА ПРУГАМА ЖРС СА ПРИЈЕДЛОГОМ МЈЕРА ЗА СМАЊЕЊЕ БРОЈА ИСТИХ Мирослав Ђурић, Сениша Марић	18
4.	ANALIZA KAPACITETA I NIVOА USLUGE JEDNOTRAČNE KRUŽNE RASKRSNICE NA MAGISTRALNOM PUTU M-17 Dragan Mirković, Luka Kertić	28
5.	РОНАШАЊЕ ВОЗАЧА РОЧЕТНИКА: ИЗМЕЂУ ОПРЕЗА И РИЗИКА Војан Марић, Крсто Липовас, Вук Богдановић, Дунја Радовић Стојчић, Амир Муџкановић	38
6.	ПРОФЕСИОНАЛНИ ВОЗАЧИ И КРИТИЧНЕ ТАЧКЕ САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА Радован Вишковић, Жељко Ђурић, Велибор Пеулић	48
7.	СИГУРАН УТОВАР – БЕЗБЈЕДАН ТРАНСПОРТ У ФУНКЦИЈИ УКУПНЕ БЕЗБЈЕДНОСТИ Радован Вишковић, Жељко Ђурић, Велибор Пеулић	59
8.	УТИЦАЈ ПАСИВНО БЕЗБЈЕДНИХ СТУБОВА НА ПОСЛЈЕДИЦЕ САОБРАЋАЈНЕ НЕЗГОДЕ Danislav Drašković, Demeter Prislan, Zoran Injac, Boris Mikanović	70
9.	REQUESTS AND NEEDS OF CYCLIST ON THE NOVI SAD – BEGEČ CYCLE PATH Jovana Stojić, Jelena Mitrović Simić, Valentina Mirović, Andrea Kovačević	78
10.	ПОНАШАЊЕ МЛАДИХ ВОЗАЧА У САОБРАЋАЈУ У РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ Милош Пљакић, Милош Арсић, Марина Леовац, Предраг Станојевић	87
11.	RMSRM SOFTWARE - IDENTIFICATION, CREATION AND DEFINING ADR ROUTES AND DANGEROUS GOODS TRANSPORTATION MANAGEMENT IN LOCAL COMMUNITIES Milorad Stefanović, Pavle Gladović, Radovan Višković, Željko Đurić	95
12.	BEZBJEDNOST BATERIJA ELEKTRIČNIH VOZILA Snežana Petković, Jelena Adžić, Marko Dujaković	103
13.	РАЗВОЈ БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА У РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ ОД 2014. ДО 2024. ГОДИНЕ Филип Живковић, Борис Антић, Данислав Драшковић, Томислав Петровић	112
14.	АУТОНОМНА ВОЗИЛА КАО МЕТА САЈБЕР НАПАДА У VANET РАЧУНАРСКОЈ МРЕЖИ У 5Г ОКРУЖЕЊУ Зоран Ж. Аврамовић, Борис Ковачић, Марко Асановић	125
15.	ОБУКА ПРОФЕСИОНАЛНИХ ВОЗАЧА У АКТУЕЛНИМ РЕГУЛАТОРНИМ УСЛОВИМА Саша Здравковић, Радован Вишковић, Павле Гладовић, Ксенија Здравковић	134

ANALYSIS OF TRAFFIC SAFETY ON THE M-I-106 MAIN ROAD SECTION DRUGOVIĆI- PRNJAVOR BEFORE AND AFTER THE CONSTRUCTION OF THE BANJA LUKA-PRNJAVOR MOTORWAY SECTION

Vladimir Gatarić¹, Jelena Mitrović Simić², Vuk Bogdanović³, Valentina Mirović⁴

Abstract: Motorways, as one of the categories of roads with the highest levels of safety, comfort, and travel speed, are increasingly being constructed both in the region and in our country. The construction of motorways along already existing sections of main and regional roads can significantly contribute to improving traffic safety conditions, particularly in terms of reducing the number of traffic accidents and their consequences along those sections. This paper presents an analysis of traffic safety conditions on a specific section of a main road, before and after the construction of a motorway along the same route. The research was conducted on the M-I-106 main road section from Drugovići to Prnjavor, before and after the construction of the “9. Januar” motorway section from Drugovići to Prnjavor. The objective was to demonstrate how the construction of motorways along existing road sections affects traffic safety, specifically regarding the number and severity of traffic accidents.

Keywords: Traffic safety, motorway construction, M-I-106 main road section Drugovići–Prnjavor, reduction of traffic accidents

1. INTRODUCTION

Traffic safety is influenced by numerous factors. There is a constant tendency to describe and systematize the factors that influence the state of traffic safety as precisely as possible, in order to best understand this very important part of traffic science. Therefore, it is very important that when describing these factors, all parameters that can in some way have an impact on traffic safety factors are taken into account.

Among other things, road infrastructure is the one that can significantly change the picture of the state of traffic safety in a certain area. Modernization of road infrastructure can often lead to a reduction in the number of traffic accidents on a certain section of the road, so by investing in road reconstruction and the construction of more modern roads, we can significantly influence the reduction of the harmful consequences that traffic accidents entail.

The total number of traffic accidents, as well as the negative consequences that result from them, can be attributed, to a considerable extent, to the quality and state of road infrastructure. Therefore, investing in road infrastructure is one of the basic measures for increasing the level of safety, which will result in a reduction in the number of traffic casualties and deaths (Lindov & Pravdić, 2009).

Motorways, as one of the safest categories of roads, are increasingly being built in the environment, but also in our country. Their construction, among other things, affects the quality and safety of travel. This is reflected in the reduction of time losses, and therefore travel time, increasing travel comfort, and above all, increasing the safety of traffic participants themselves, i.e. reducing the number of traffic accidents and their consequences. The construction of motorways along lower category roads has been demonstrated to enhance traffic safety on these roads.

The subject of this paper is the analysis of traffic safety on the section of the M-I-106 main road from Drugovići to Prnjavor from the aspect of the number and consequences of traffic accidents before and after the construction of the section of the “9. Januar” motorway between these two places. The analysis covers the section of the aforementioned main road in the period from 2014 to 2024. The section of the “9. Januar”

1 MSc, Gatarić Vladimir, B.Sc. Eng. of Traffic, Pan-European University "APEIRON", Faculty of Traffic Engineering, Vojvode Pere Krece 13, Banja Luka, Republic of Srpska, gataricv@hotmail.com

2 PhD, Mitrović Simić Jelena, M.Sc. Eng. of Traffic, University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Trg Dositeja obradovića 6, Novi Sad, Republic of Serbia, mjelena@uns.ac.rs

3 PhD, Bogdanović Vuk, B.Sc. Eng. of Traffic, University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Trg Dositeja obradovića 6, Novi Sad, Republic of Serbia, bogdanovic_vuk@yahoo.com

4 PhD, Mirović Valentina, B.Sc. Eng. of Traffic, University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Trg Dositeja obradovića 6, Novi Sad, Republic of Serbia, plast@uns.ac.rs

motorway from Drugovići to Prnjavor was opened to traffic in October 2018, so traffic accidents that occurred on the M-I-106 main road from Drugovići to Prnjavor before and after that period were taken into account. The aim of the paper is to compare the number and consequences of traffic accidents on the section of the M-I-106 main road from Drugovići to Prnjavor before and after the opening of the "9. Januar" Drugovići-Prnjavor motorway section to traffic.

2. MATERIAL AND METHODS

The section of the M-I-106 main road Drugovići-Prnjavor is part of the M-I-106 main road that connects the cities of Laktaši and Derвента in the Republika Srpska. It is about 27km long and is part of the approximately 70km long aforementioned main road, which in Derвента connects to the M-I-103 main road and in Klačnice to the M-I-101 main road.

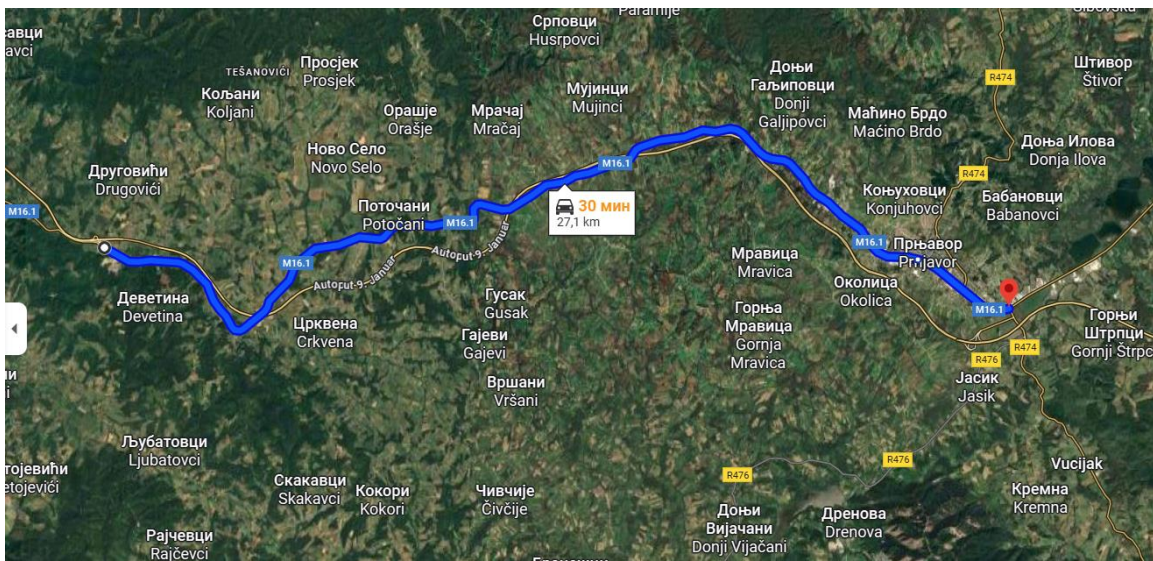


Figure 1. Section of the M-I-106 main road from Drugovići to Prnjavor (GOOGLE, 2025)

Since the aim of this work was to compare the number and consequences of traffic accidents on this section of the road, it was primarily necessary to obtain data on the number and consequences of traffic accidents on the same section. In this regard, data on the number of traffic accidents and their consequences for the period from 01.01.2014. to 31.12.2019. were obtained from the Electronic Records of Traffic Accidents database, and for the period from 01.01.2020. to 31.12.2024. from the Ministry of Internal Affairs of the Republika Srpska, Police Station Prnjavor.

The research included data on the number of traffic accidents, categorized as accidents with fatalities, accidents with seriously injured persons, accidents with slightly injured persons, and accidents with material damage (Table 1). It also included data on the consequences of traffic accidents per person, classified as fatalities, seriously injured persons, and slightly injured persons (Table 2), for the period from January 1, 2014, to December 31, 2019. Additionally, data on the number of traffic accidents for the period from January 1, 2020, to December 31, 2024, were analyzed. These were also divided into accidents with fatalities, seriously injured persons, slightly injured persons, and material damage (Table 3).

Table 1. Data on the number of traffic accidents for the period from 01.01.2014 to 31.12.2019 (Elektronska evidencija saobraćajnih nezgoda, 2025)

YEAR	NUMBER OF TRAFFIC ACCIDENTS			
	With fatalities	With seriously injured persons	With slightly injured persons	With material damage
2014.	2	7	28	124
2015.	3	17	41	106
2016.	4	6	34	86

2017.	3	14	28	115
2018.	3	7	33	101
2019.	2	9	16	76

Table 2. Data on the consequences of traffic accidents for persons for the period from 01.01.2014 to 31.12.2019 (Elektronska evidencija saobraćajnih nezgoda, 2025)

YEAR	NUMBER OF FATALITIES AND INJURED PERSONS		
	Fatalities	Seriously injured persons	Slightly injured persons
2014.	2	9	54
2015.	3	25	84
2016.	4	9	67
2017.	4	19	59
2018.	3	8	57
2019.	2	9	37

Table 3. Data on the number of traffic accidents for the period from 01.01.2020 to 31.12.2024 (MUP RS, 2025)

YEAR	NUMBER OF TRAFFIC ACCIDENTS			
	With fatalities	With seriously injured persons	With slightly injured persons	With material damage
2020.	2	0	22	44
2021.	3	3	22	47
2022.	1	1	17	38
2023.	2	4	15	52
2024.	3	5	15	52

2.1. Database

After collecting the data, the database was created. Creating and connecting different databases should be the primary goal of any traffic safety system (Jasnić, BAZA PODATAKA SAOBRAĆAJNIH NEZGODA KAO PRILOG POBOLJŠANJA SISTEMA BEZBJEDNOSTI SAOBRAĆAJA, 2007). A general analysis of the data on the number of traffic accidents was performed individually for each year in the period from 2014 to 2024 (Table 4), as well as for the period from the beginning of 2014 to the end of 2018, i.e. the period before the construction of the "9. Januar" motorway section from Drugovići to Prnjavor (Table 5) and the period from the beginning of 2019 to the end of 2024, i.e. the period after the opening of the "9. Januar" motorway section from Drugovići to Prnjavor (Table 6).

Table 4. Data on the number of traffic accidents on the section of the M-I-106 main road from Drugovići to Prnjavor for the period from 01.01.2014 to 31.12.2024

YEAR	NUMBER OF TRAFFIC ACCIDENTS				Total:
	With fatalities	With seriously injured persons	With slightly injured persons	With material damage	
2014.	2	7	28	124	161
2015.	3	17	41	106	167
2016.	4	6	34	86	130
2017.	3	14	28	115	160
2018.	3	7	33	101	144
2019.	2	9	16	76	103
2020.	2	0	22	44	68
2021.	3	3	22	47	75

2022.	1	1	17	38	57
2023.	2	4	15	52	73
2024.	3	5	15	52	75
TOTAL:	28	73	271	841	

Table 4. Data on the number of traffic accidents on the section of the M-I-106 main road from Drugovići to Prnjavor for the period from 01.01.2014 to 31.12.2018, i.e. for the period before the construction of the section of the "9. Januar" motorway from Drugovići to Prnjavor

YEAR	NUMBER OF TRAFFIC ACCIDENTS				Total:
	With fatalities	With seriously injured persons	With slightly injured persons	With material damage	
2014.	2	7	28	124	161
2015.	3	17	41	106	167
2016.	4	6	34	86	130
2017.	3	14	28	115	160
2018.	3	7	33	101	144
TOTAL:	15	51	164	532	

Table 5. Data on the number of traffic accidents on the section of the M-I-106 main road from Drugovići to Prnjavor for the period from 01.01.2019 to 31.12.2024, i.e. for the period after the construction of the section of the "9. Januar" motorway from Drugovići to Prnjavor

YEAR	NUMBER OF TRAFFIC ACCIDENTS				Total:
	With fatalities	With seriously injured persons	With slightly injured persons	With material damage	
2019.	2	9	16	76	103
2020.	2	0	22	44	68
2021.	3	3	22	47	75
2022.	1	1	17	38	57
2023.	2	4	15	52	73
2024.	3	5	15	52	75
TOTAL:	13	22	107	309	

The analysis of data on the consequences of traffic accidents was also conducted for the period before and after the construction of the "9. Januar" motorway section from Drugovići to Prnjavor (Table 7 and Table 8).

Table 6. Data on the consequences of traffic accidents on persons on the section of the M-I-106 main road from Drugovići to Prnjavor for the period from 01.01.2014 to 31.12.2018, i.e. for the period before the construction of the section of the "9. Januar" motorway from Drugovići to Prnjavor

YEAR	NUMBER OF FATALITIES AND INJURED PERSONS			Total:
	Fatalities	Seriously injured persons	Slightly injured persons	
2014.	2	9	54	65
2015.	3	25	84	112
2016.	4	9	67	80
2017.	4	19	59	82
2018.	3	8	57	68
TOTAL:	16	70	321	

Table 7. Data on the consequences of traffic accidents on persons on the section of the M-I-106 main road from Drugovići to Prnjavor for the period from 01.01.2019 to 31.12.2019, i.e. for the period after the construction of the section of the "9. Januar" motorway from Drugovići to Prnjavor

YEAR	NUMBER OF FATALITIES AND INJURED PERSONS			Total:
	Fatalities	Seriously injured persons	Slightly injured persons	
2019.	2	9	37	48
TOTAL:	2	9	37	

The end of 2018 and the beginning of 2019 was conditionally taken as the border between these two periods, because the "9. Januar" motorway section from Drugovići to Prnjavor was opened to traffic at the end of October 2018, so it is assumed that this period of two months until the end of the year could not have significantly affected the research results.

3. RESULTS

By observing the number of traffic accidents at a certain location, variations in them from year to year are obvious. By reducing annual occurrences to the mean value, a certain regularity in the trend is obtained, which, with an increase in the observation time, becomes insensitive to annual events. Such a phenomenon greatly influences the fact that the mean value of the number of traffic accidents is lower than the actual value in any observed period (Jasnić, Jasnić, & Ivančević, PRIJEDLOG I RAZRADA DEFINICIJE OPASNOG MJESTA, 2007).

The analysis of data on the number of traffic accidents and the consequences of traffic accidents per person on the section of the M-I-106 main road from Drugovići to Prnjavor was carried out for the period before and after the construction of the section of the "9. Januar" motorway from Drugovići to Prnjavor, classified by type of traffic accident and by the consequences of traffic accidents per person.

3.1. Presentation of the number of traffic accidents

3.1.1. Presentation of the number of traffic accidents with fatalities

The number of traffic accidents with fatalities on the section of the M-I-106 main road from Drugovići to Prnjavor in the period from 2014 to 2024 is graphically presented in Figure 2.

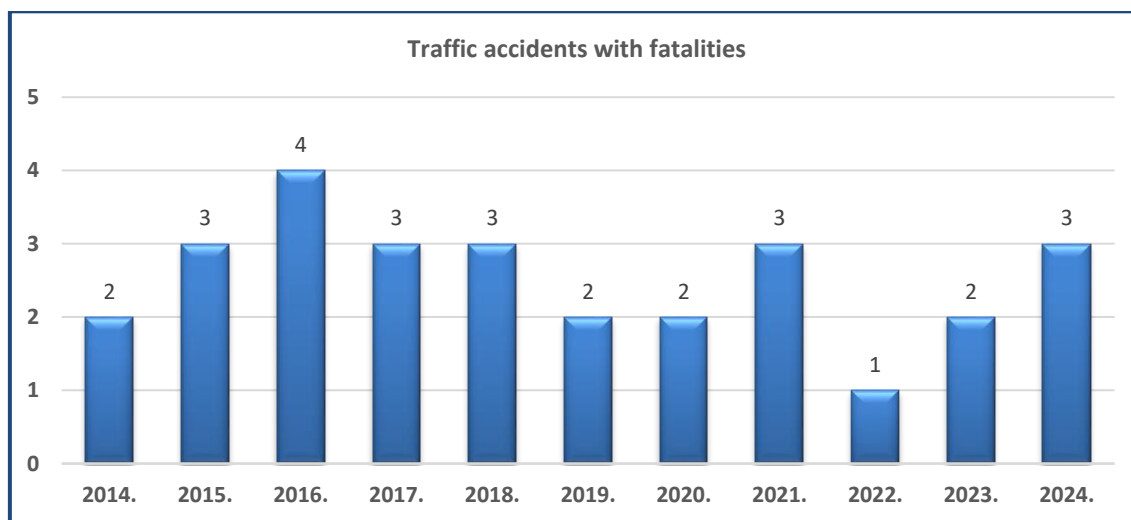


Figure 2. Diagram of the number of traffic accidents with fatalities (Source: Author)

The highest number of traffic accidents with fatalities was recorded in 2016, and the lowest in 2022.

3.1.2. Presentation of the number of traffic accidents with seriously injured persons

Figure 3 shows the number of traffic accidents with seriously injured persons on the section of the M-I-106 main road from Drugovići to Prnjavor in the period from 2014 to 2024.

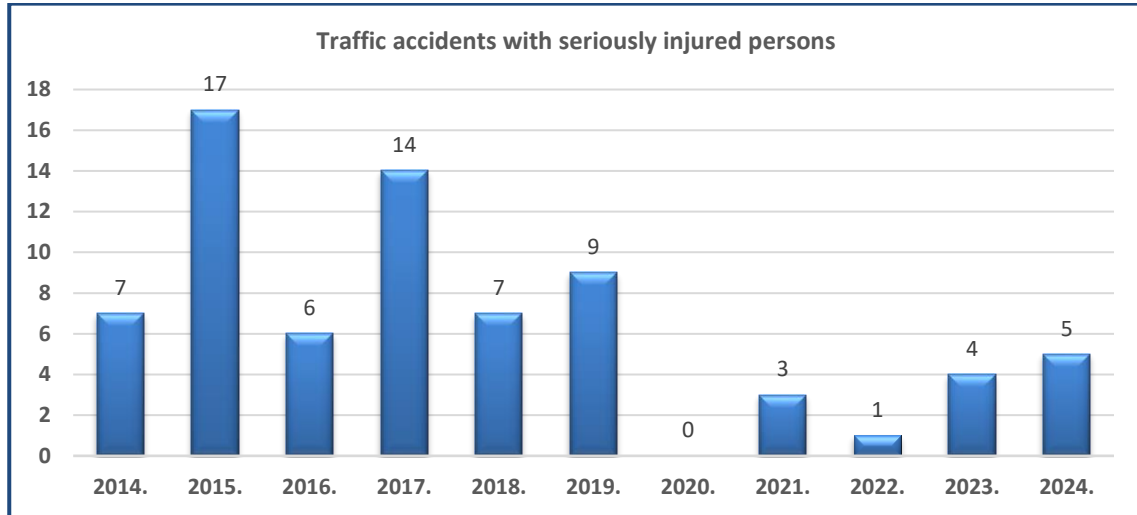


Figure 3. Diagram of the number of traffic accidents with seriously injured persons (Source: Author)

In 2015, 17 accidents occurred, which represents the highest number of accidents with seriously injured persons in the period from 2014 to 2024, while in 2020, not a single accident with seriously injured persons occurred.

3.1.3. Presentation of the number of traffic accidents with slightly injured persons

A graphic representation of the number of traffic accidents with slightly injured persons on the section of the M-I-106 main road from Drugovići to Prnjavor in the period from 2014 to 2024 is presented in Figure 4.

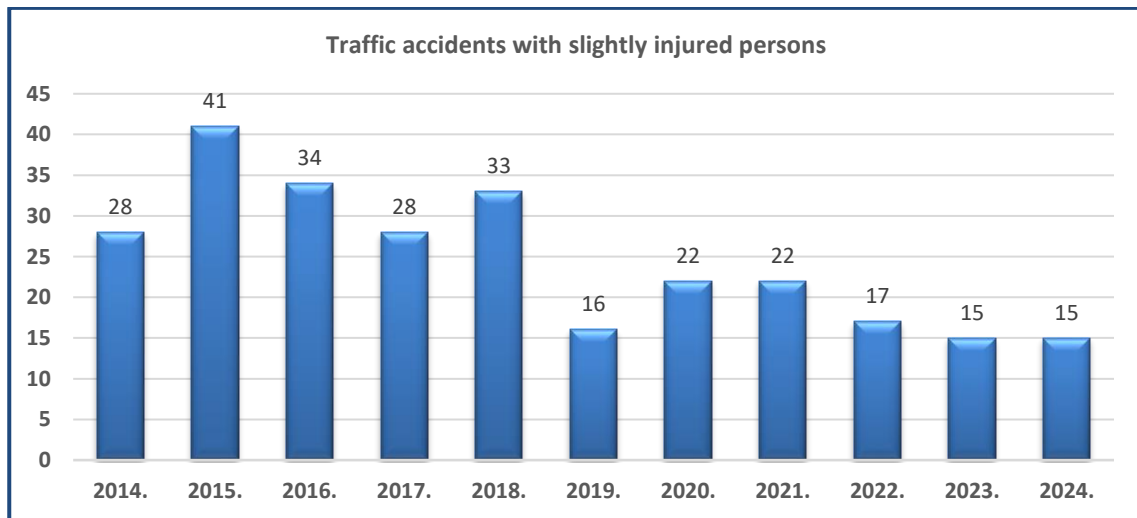


Figure 4. Diagram of the number of traffic accidents with slightly injured persons (Source: Author)

The year with the highest number of accidents with slightly injured persons was 2015, while 2023 and 2024 were the years with the lowest number of accidents with slightly injured persons.

3.1.4. Presentation of the number of traffic accidents with material damage

The diagram in Figure 5 presents the number of traffic accidents with material damage on the section of the M-I-106 main road from Drugovići to Prnjavor in the period from 2014 to 2024.

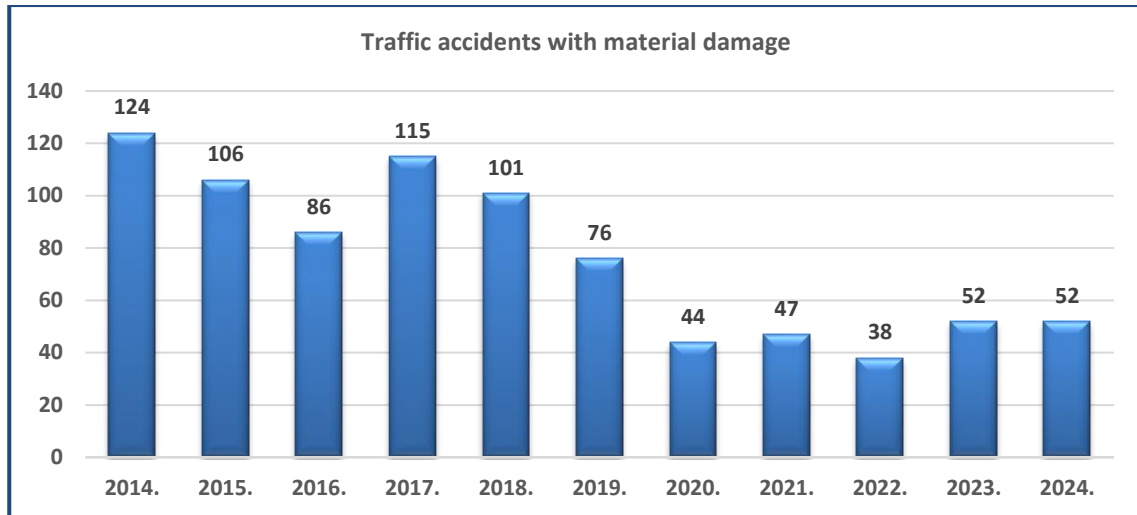


Figure 5. Diagram of the number of traffic accidents with material damage (Source: Author)

The year 2014 saw the highest number of accidents with material damage, while the year with the lowest number of such accidents was 2022.

3.2. Presentation of the consequences of traffic accidents on people

The number of fatalities, the number of seriously injured persons and the number of slightly injured persons (for the period from 2014 to 2019) are graphically presented in the diagrams in Figure 1, Figure 2 and Figure 3, respectively.

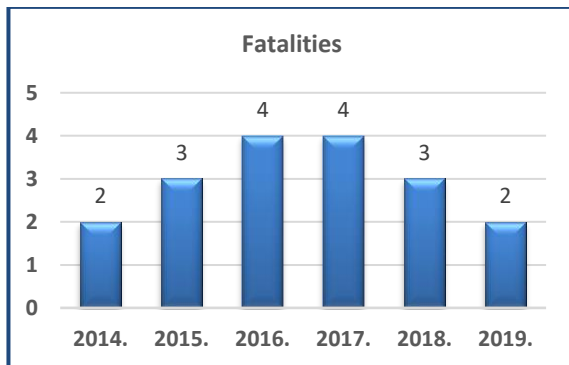


Figure 6. Diagram of the number of fatalities (Source: Author)

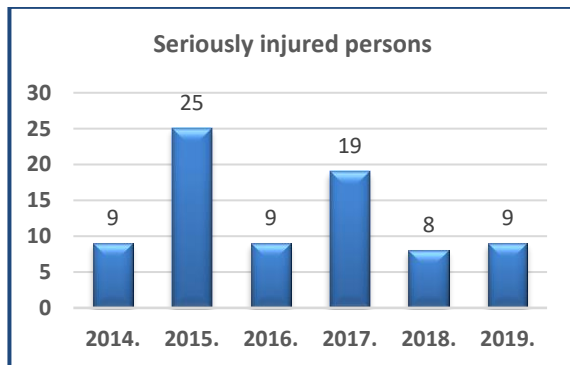


Figure 7. Diagram of the number of seriously injured persons (Source: Author)

The highest number of fatalities occurred in 2016 and 2017, and the lowest in 2014 and 2019. 2015 was the year with the highest number of seriously injured persons, and 2018 was the year with the lowest number.

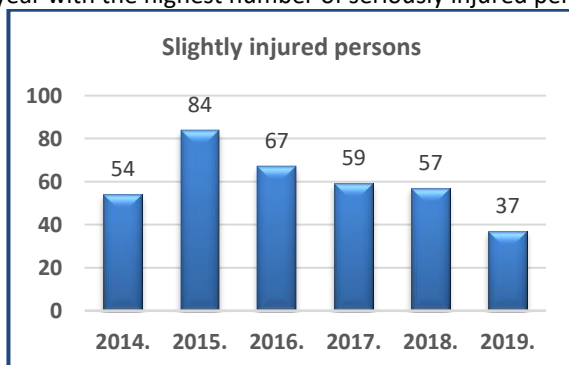


Figure 8. Diagram of the number of slightly injured persons (Source: Author)

In 2015, the highest number of accidents with slightly injured persons occurred, and in 2019, the lowest number of the same accidents occurred.

3.3. Trends in the number of traffic accidents

Growth trends for different types of traffic accidents are shown in Figure 9, Figure 10, Figure 11 and Figure 12.

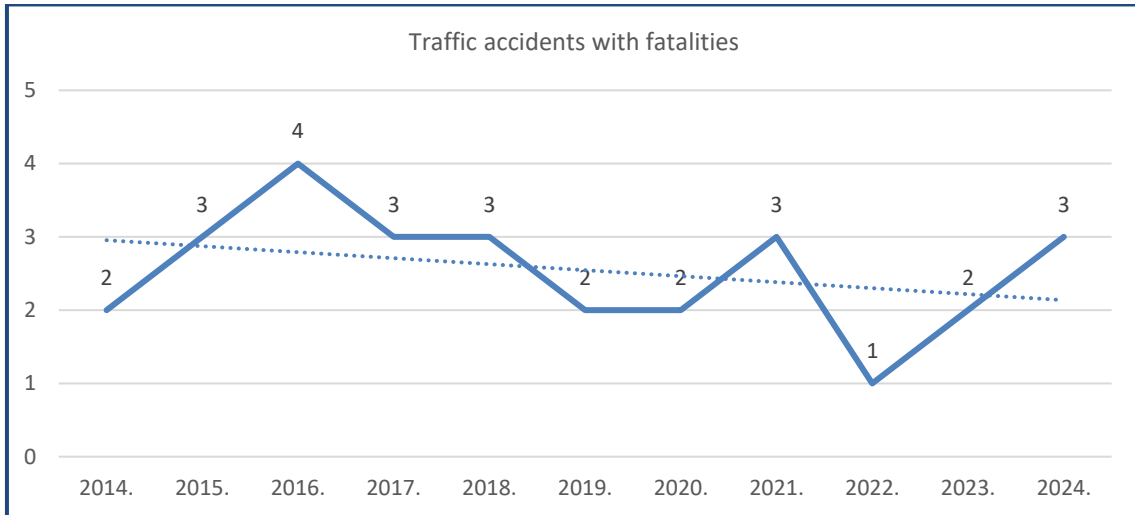


Figure 9. Diagram of the number of traffic accidents with fatalities (Source: Author)

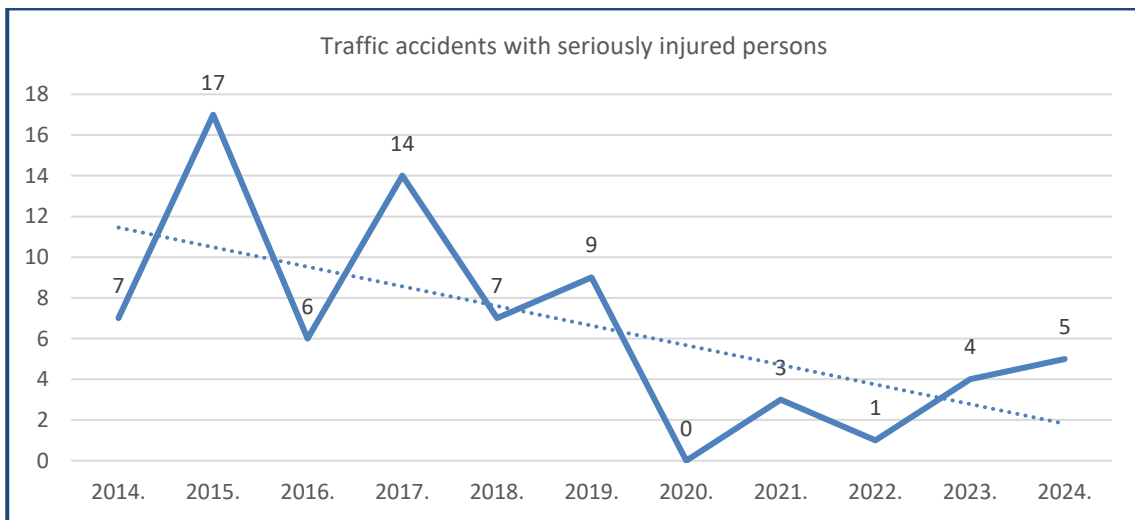


Figure 10. Diagram of the number of traffic accidents with seriously injured persons (Source: Author)

What all trend lines have in common is that they are declining during the research period in question.

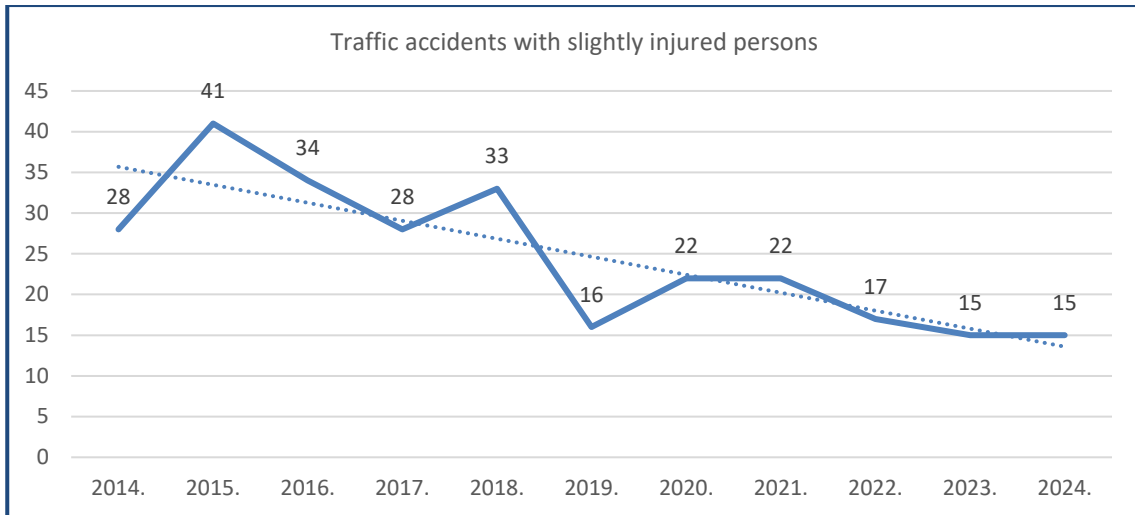


Figure 11. Diagram of the number of traffic accidents with slightly injured persons (Source: Author)

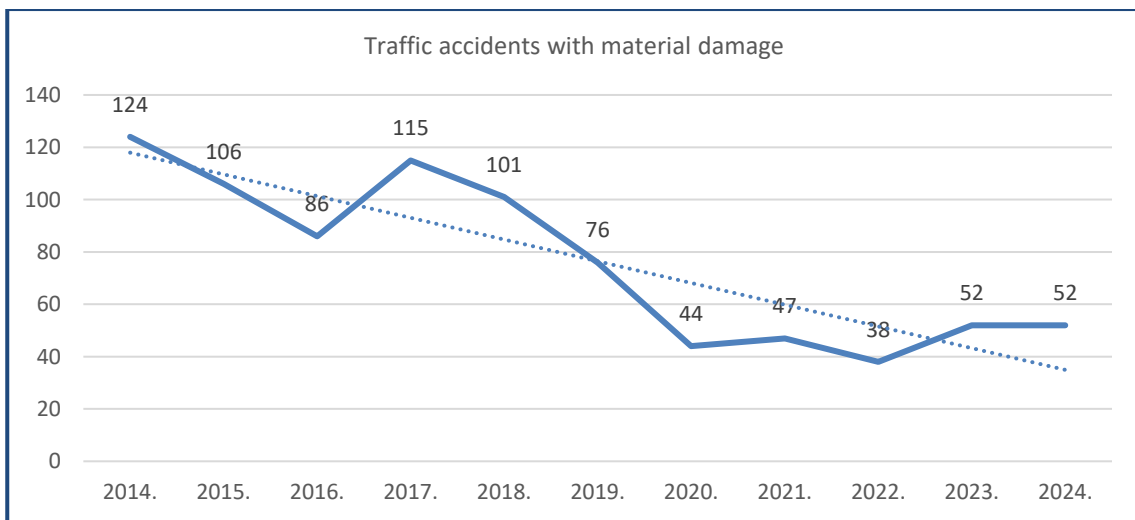


Figure 12. Diagram of the number of traffic accidents with material damage (Source: Author)

3.4. Growth trends in the consequences of traffic accidents for people

The trend lines of traffic accident casualties for the period from 2014 to 2019 are presented in Figure 13, Figure 14 and Figure 15.

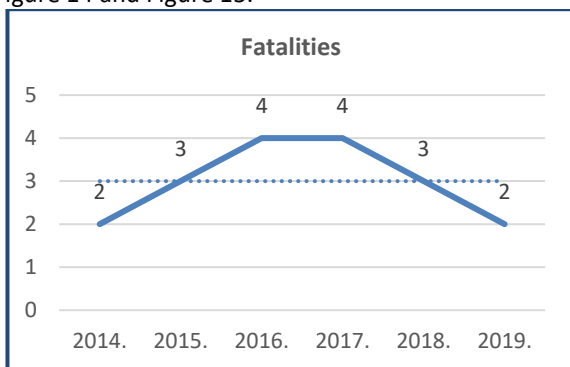


Figure 13. Diagram of the number of fatalities (Source: Author)

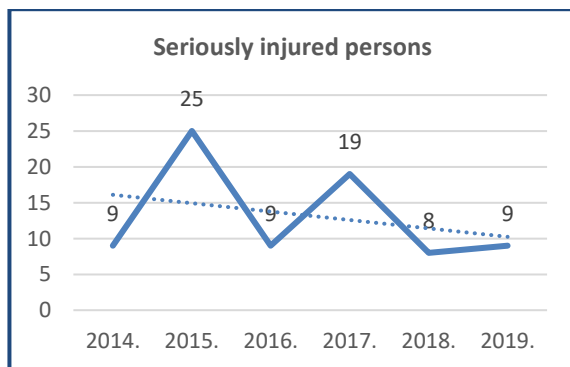


Figure 14. Diagram of the number of seriously injured persons (Source: Author)

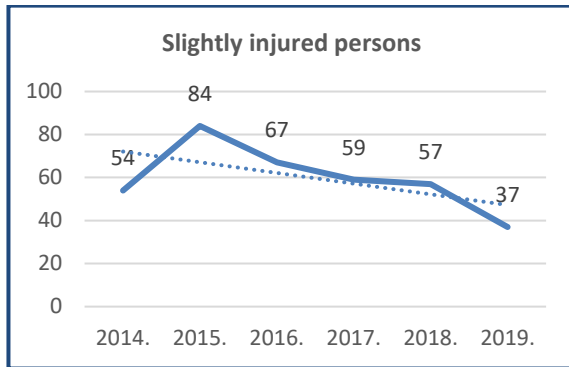


Figure 15. Diagram of the number of slightly injured persons (Source: Author)

The trend line for the number of fatalities for the period from 2014 to 2019 is stagnant, while the trend lines for the number of seriously injured and slightly injured persons are decreasing in this period.

4. DISCUSSION

If we look at the number of traffic accidents with fatalities on the section of the M-I-106 main road from Drugovići to Prnjavor for the period before and after the construction of the "9. Januar" motorway section from Drugovići to Prnjavor, it can be concluded that in most years after 2018, this number is below the trend line (the exceptions are 2021 and 2024). The number of accidents with seriously injured persons after 2018 is below the average for the period before the construction of the motorway section. The situation is similar with accidents with slightly injured persons. Accidents with material damage are also significantly below the average for the period before the construction of the motorway after 2018.

If, for example, we look at the period of five years before and five years after the construction of the motorway, we can conclude that the absolute number of traffic accidents with fatalities, seriously injured persons, slightly injured persons and material damage is far lower in the period after the construction of the motorway sections than before the construction.

The analysis of the consequences of traffic accidents per person is conditional, given that for the period after the construction of the motorway there is data for only one year. However, if we look at that year as well, we can see that the number of fatalities, seriously injured and slightly injured persons is lower than the average for the period before the construction of the motorway.

4.1. Limitations of the work and proposal for further research

The analysis was performed only for the section of the main road from the aspect of the number of traffic accidents and the consequences of traffic accidents per person for the period before and after the construction of the motorway along that section. Accidents and the consequences of accidents on the section of the motorway "9. Januar" from Drugovići to Prnjavor for the research period were not taken into account.

For the purpose of further research, an analysis of accidents and their consequences could be performed on the aforementioned section of the motorway, in order to obtain a more complete picture of the state of traffic safety on these two roads.

Additionally, the traffic volume on the designated section of the primary thoroughfare during the specified research period was not considered, which could also have a substantial impact on the number and consequences of accidents. Consequently, further research can be directed towards the analysis of the number and consequences of accidents depending on the traffic volume on the pertinent road sections.

5. CONCLUSION

The construction of motorways is an increasingly popular form of modernization of the transport infrastructure in the region and in our country. One of the reasons for this is the increase in the safety of travel between individual places or areas.

This paper analyzes traffic safety from the aspect of the number of traffic accidents and the consequences of traffic accidents per person on the section of the M-I-106 main road from Drugovići to Prnjavor for the period before and after the construction of the "9. Januar" motorway section from Drugovići to Prnjavor.

It was observed that the number of traffic accidents and the consequences of traffic accidents per person were far lower in the period after the construction of the motorway section than in the period before its construction. The overall conclusion is that the construction of motorways can markedly enhance traffic safety on roads that are intersected by motorway sections. Consequently, if the primary safety concern were the number of traffic accidents and their consequences for individuals, it would be advisable to construct motorways along sections of primary roads wherever conditions and necessity demand.

6. ACKNOWLEDGEMENTS

The results presented in this paper are part of the research project „Development and Implementation of Sustainable Traffic, Transport, and Logistics Technologies in Education and Practice“, Department of Traffic Engineering, Faculty of Technical Sciences, University in Novi Sad, Republic of Serbia.

7. BIBLIOGRAPHY

Elektronska evidencija saobraćajnih nezgoda. (2025, avgust 8). Prnjavor, Republika Srpska.

GOOGLE. (2025, Август 18). Google Maps. Retrieved from https://www.google.com/maps/dir/44.8694685,17.4046634/44.8557635,17.6883173/@44.8513259,17.4713191,19757m/data=!3m1!1e3!4m8!4m7!1m1!4e1!1m0!2m2!1b1!2b1!3e0?entry=ttu&g_ep=EgoyMDI1MDgxMy4wKXMDSoASAFQAw%3D%3D

Jasnić, S. (2007). BAZA PODATAKA SAOBRAĆAJNIH NEZGODA KAO PRILOG POBOLJŠANJA SISTEMA BEZBJEDNOSTI SAOBRAĆAJA. 1. BH KONGRES O CESTAMA - ZBORNIK RADOVA (pp. 1227-1234). Sarajevo: Udruženje konsultanata inženjera Bosne i Hercegovine (UKI BiH).

Jasnić, S., Jasnić, A., & Ivančević, M. (2007). PRIJEDLOG I RAZRADA DEFINICIJE OPASNOG MJESTA. 1. BH KONGRES O CESTAMA - ZBORNIK RADOVA (pp. 1235-1240). Sarajevo: Udruženje konsultanata inženjera Bosne i Hercegovine (UKI BiH).

Lindov, O., & Pravdić, L. (2009). ZNAČAJ EVIDENTIRANJA I SANACIJE OPASNIH DIONICA NA CESTAMA U FUNKCIJI SMANJENJA BROJA STRADALIH U SAOBRAĆAJU. DRUGI BIH KONGRES O CESTAMA (pp. 107-108). Sarajevo: Udruženje konsultanata inženjera Bosne i Hercegovine (UKI BiH).

Lipovac P., K. (2008). BEZBEDNOST SAOBRAĆAJA. Beograd: Javno preduzeće Službeni list SRJ.

MUP RS, R. S. (2025). Izvještaj o broju saobraćajnih nezgoda na magistralnom putu M-I-106 od Drugovića do Prnjavora za period od 2020. do 2024. godine. Prnjavor: Policijska stanica Prnjavor.

ЕФЕКТИ ПРЕВЕНТИВНЕ КАМПАЊЕ „ОПРЕЗНИ ПАЗЕ НА ПРУЖНЕ ПРЕЛАЗЕ“ НА БЕЗБЈЕДНОСТ САОБРАЋАЈА У РЕПУБЛИЦИ СРПСКОЈ

THE EFFECTS OF THE PREVENTIVE CAMPAIGN “CAUTIOUS DRIVERS WATCH FOR LEVEL CROSSINGS” ON ROAD TRAFFIC SAFETY IN THE REPUBLIC OF SRPSKA

Драган Станимировић¹, Горан Бошњак², Раденка Ђекић³, Раде Благојевић⁴

Резиме: Пружни прелазни представљају критичне тачке у систему безбједности саобраћаја, гдје и поред прописане сигнализације долази до озбиљних инцидената са тешким посљедицама. Република Српска је од 2021. до 2025. године спроводила мултисекторску превентивну активност под називом „Опрезни пазе на пружним прелазима“, с циљем подизања свијести учесника у саобраћају и смањења броја ванредних догађаја на пружним прелазима. У раду се анализирају ефекти ове кампање, кроз статистичке податке о броју погинулих и повријеђених, као и кроз резултате бројања понашања возача и пјешака на пружним прелазима са различитим нивоом осигурања. Посебан акценат стављен је на улогу локалних заједница и сарадњу са институцијама у идентификацији ризичних локација, укидању неусловних пружних прелазних и едукацији становништва. Представљени резултати указују на значај континуиране комуникације, системске сарадње и досљедног санкционисања као предуслова за унапређење безбједности на пружним прелазима.

Кључне речи: пружни прелазни, безбједност саобраћаја, локалне заједнице, превентивне кампање

Abstract: Railway level crossings represent critical points in the road traffic safety system, where serious incidents with severe consequences occur despite the presence of prescribed signalling. From 2021 to 2025, the Republic of Srpska implemented a multi-sector preventive initiative entitled “Cautious Drivers Watch for Level Crossings,” aimed at raising awareness among road users and reducing the number of extraordinary events at railway crossings. This paper analyses the effects of the campaign through statistical data on the number of fatalities and injuries, as well as through the results of monitoring driver and pedestrian behaviour at crossings with different levels of protection. Special emphasis is placed on the role of local communities and cooperation with institutions in identifying high-risk locations, eliminating unsafe railway crossings, and educating the public. The presented results highlight the importance of continuous communication, systemic cooperation, and consistent enforcement as prerequisites for improving safety at railway level crossings.

Keywords: railway level crossings, road traffic safety, local communities, preventive campaigns

1. УВОД

Пружни прелазни представљају критичне тачке у систему безбједности саобраћаја, гдје и поред прописане сигнализације и техничке инфраструктуре, долази до озбиљних саобраћајних незгода са тешким или смртним посљедицама. Европска унија је 2022. године евидентирала више од 600 смртно страдалих лица на пружним прелазима, при чему је преко 95% тих догађаја узроковано људским фактором, најчешће непоштовањем саобраћајних прописа од стране возача друмских возила (Cheng и сар., 2023). Слични трендови примјечени су и у региону Западног Балкана, гдје пружни прелазни представљају слабу тачку безбједносног система, како због недовољне техничке опремљености тако и због недовољне свијести учесника у саобраћају.

У Србији је, рецимо, у периоду од 2018. до 2022. године евидентирано преко 200 незгода на пружним прелазима, са 33 смртно страдалих лица — што потврђује да и у региону овакве локације имају несразмјерно висок безбједносни ризик (АБС, 2023).

¹доцент, Саобраћајни факултет Универзитета у Источној Сарајеву, Војводе Мишића 52, 74000 Добој, Република Српска, dragan.stanimirovic@sf.ues.rs.ba

² Виши стручни сарадник за превентиву, планирање и вођење кампања на унапређењу безбједности саобраћаја, Агенција за безбједност саобраћаја, Змај Јовина 18, 78000 Бања Лука, Република Српска, g.bosnjak@absrs.org

³ Виши стручни сарадник за рад са јединицама локалне самоуправе, Агенција за безбједност саобраћаја, Змај Јовина 18, 78000 Бања Лука, Република Српска, r.bjelosevic@absrs.org

⁴ шеф службе за саобраћајне послове и управљање колима, Жељезнице Републике Српске а.д. Добој, Светог Саве 71, 74000 Добој, Република Српска, rade.blagojevic88@gmail.com

Ради унапређења безбједности на овим локацијама, широм Европе и свијета спроводе се циљане превентивне активности. У Сједињеним Америчким Државама, програм „Operation Lifesaver“ смањило је број фаталних исхода за више од 40% током прве деценије примјене. Према подацима FRA, у протеклим годинама биљежено је више од 2.000 инцидената годишње на пружним прелазима, што потврђује потребу за континуираним мјерама унапређења безбједности (Federal Railroad Administration, 2022). У Канади, Rudin-Brown и сарадници (2014) анализирали су саобраћајне незгоде на неконтролисаним, руралним пружним прелазима у периоду 2003–2012, и идентификовали девет доминантних људских фактора као узрок – од смањене видљивости до одвлачења пажње и умора возача.

У оквиру европског пројекта SAFER-LC (2017–2020), који је обухватио 17 партнера, развијено је 48 мјера за унапређење безбједности на пружним прелазима, укључујући технолошка рјешења, видео надзор, анти-треспас панеле и психолошке интервенције усмјерене ка промјени понашања. Истраживања из пројекта SAFER-LC такође су показала да комбинација технолошких рјешења (нпр. видео надзор, сензори, DSRC комуникација) и понашајних интервенција (визуелна упозорења, обуке) представља најефикаснији приступ за смањење ризика (SAFER-LC, 2020). Према подацима Европске жељезничке агенције (ERA), 224 лица је погинуло у ЕУ на прелазима током 2023. године, а 71% свих инцидената догодило се на неконтролисаним или свјетлосно контролисаним прелазима без браника (MDPI, 2023). Селцат студије из 2008. утврдиле су да су прелази без браника и даље најризичнији, а људски фактор чини 29% директних узрока. Моделовања заснована на Poisson и negative binomial приступима све више се користе као поуздана основа за идентификацију и приоритизацију мјера. Додатно, примјена статистичких модела као што су Poisson и negative binomial показала је високу поузданост у предвиђању учесталости незгода и у одређивању приоритетних пружних прелаза за интервенцију (Saccomanno и сар., 2006; Elias и Bell, 2007).

У студији из Литваније (Gailienė и сар., 2013) наведени су подаци америчке и европске статистике, према којима је у САД у периоду 2006–2010 годишње било преко 2000 незгода на пружним прелазима, а у ЕУ више од 400 смртних случајева, при чему је људски фактор узрок у преко 90% случајева. У Хрватској, студија FPZ-а из Загреба (Starčević, Barić и Pilko, 2023), у којој је учествовало 185 стручњака, показала је да су комбинације техничких и едукативних мјера – посебно оне усмјерене на најмлађе – међу најефикаснијим у смањењу ризика.

У Холандији и Белгији, примјена анти-треспас панела резултирала је смањењем нелегалног преласка пруга за 30–90% у почетном периоду и до 78% у три мјесеца, са дугорочним ефектима одржаним на нивоу од 2% поновног понашања (Rosehill Rail, 2023).

Према студији објављеној у часопису *Safety*, Европска унија је 2023. године евидентирала 224 смртна случаја и 176 тешких повреда на пружним прелазима, при чему се чак 71% инцидената догодило на неконтролисаним или свјетлосно контролисаним прелазима без физичких баријера (Cheng и сар., 2023).

У Републици Српској, као одговор на учестале ванредне догађаје на пружним прелазима, 2021. године покренута је кампања под називом „Опрезни пазе на пружне прелазе“. Кампању су реализовали Министарство саобраћаја и веза Републике Српске, Министарство унутрашњих послова Републике Српске, Агенција за безбједност саобраћаја Републике Српске, Републичка управа за инспекцијске послове-Инспекторат Републике Српске, Жељезнице Републике Српске, ЈП „Путеви Републике Српске“, Ауто-мото савез Републике Српске, те јединице локалне самоуправе, са циљем смањења броја саобраћајних незгода и подизања нивоа свијести учесника у саобраћају. Активности су обухватале теренске обиласке критичних прелаза, састанке са представницима јединица локалних самоуправа кроз чију територију пролази жељезничка инфраструктура, подјелу едукативног материјала, бројање понашања возача и пјешака на пружним прелазима са различитим нивоом осигурања, те медијску кампању у локалним заједницама.

Подаци прикупљени током реализације кампање од 2021. до 2024. године указују на одређене позитивне помаке, али и на потребу за даљим институционалним јачањем, техничким улагањима и формализацијом сарадње између свих актера. Посебна улога у том процесу припада локалним заједницама, које располажу подацима о ризичним локацијама, управљају значајним дијелом инфраструктуре и непосредно учествују у информисању грађана.

Циљ овог рада је да анализира ефекте кампање „Опрезни пазе на пружне прелазе“, прикаже улогу локалних заједница у њеној реализацији, упореди резултате са сличним иницијативама у Европи, те понуди препоруке за унапређење безбједности на пружним прелазима у Републици Српској у наредном периоду.

2. МЕТОДОЛОГИЈА

Рад се ослања на податке и документацију прикупљену у оквиру превентивне кампање „Опрезни пазе на пружне прелазе“, коју су у периоду 2021–2024. године реализовали релевантни актери у области безбједности саобраћаја у Републици Српској. Примарни извори података обухватају:

- интерне извјештаје Агенције за безбједност саобраћаја,
- статистичке податке о ванредним догађајима Жељезница Републике Српске,
- резултате теренских активности (бројање понашања учесника на прелазима),
- и медијске и едукативне извјештаје о реализацији кампање.

Напомене ради, подаци за ванредне догађаје обухватају само оне случајеве налета воза на друмско возило или другог учесника у саобраћају.

Овим радом биће приказани резултати анализе бројања саобраћаја и праћења понашања учесника у саобраћају у 2024. години. Анализа обухвата 34 пружна прелаза у 10 локалних заједница, подијељених према типу осигурања (виши или нижи ниво осигурања). Укупно је урађено готово 14000 запажања понашања возача и пјешака, уз евиденцију да ли су поштовали прописану сигнализацију. Додатно су анализирани подаци о ванредним догађајима и инцидентима на прелазима у периоду 2020–2024. године.

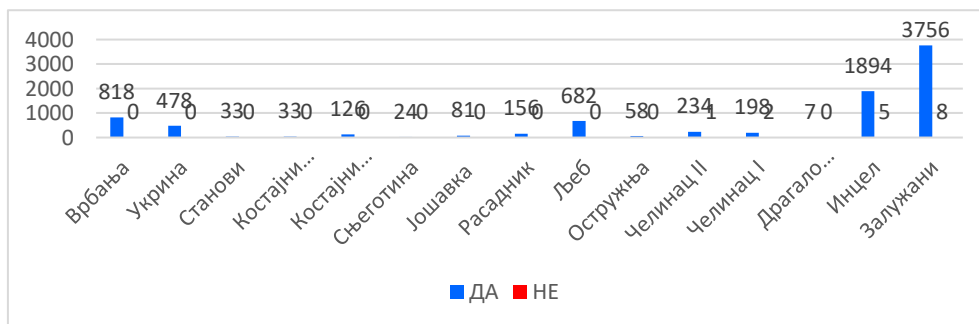
Подаци су анализирани описном и компаративном методом, с посебним освртом на:

- учесталост непоштовања правила по типу прелаза,
- ефекте временског континуитета кампање,
- и улогу локалне заједнице у организацији и прилагођавању активности.

3. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

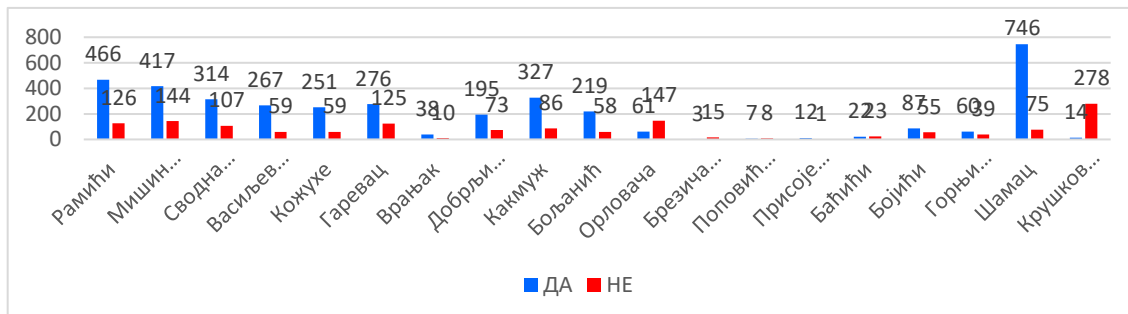
Резултати теренског бројања из 2024. године на 34 пружна прелаза у Републици Српској показују изражене разлике у понашању возача у зависности од нивоа осигурања.

На пружним прелазима са вишим нивоом осигурања — односно онима који су опремљени свјетлосно-звучном сигнализацијом и полубраницима — уочено је изузетно ниско непоштовање прописа: укупно 16 забиљежених прекршаја на више од 8.594 узорака, што представља тек 0,18% прекршаја, а видљиво је и на Слици 1.



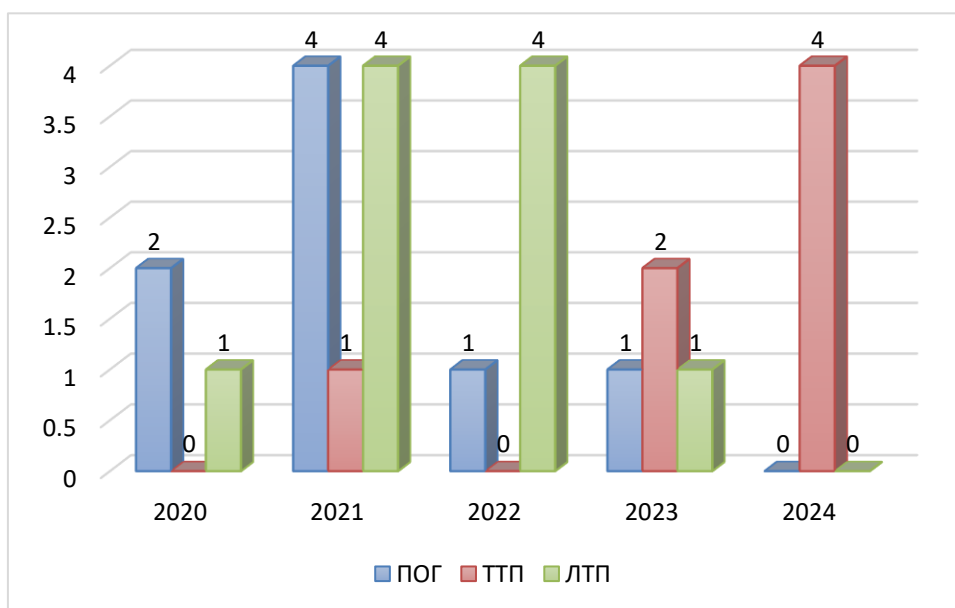
Слика 1. Бројање саобраћаја на пружним прелазима са вишим нивоом осигурања

С друге стране, на Слици 2. приказани су прелазни који су обезбијеђени искључиво саобраћајним знаковима и троуглом прегледности (нижим нивоом осигурања), гдје је укупно евидентирано 1.488 прекршаја на 5.270 пролазака, што значи да сваки четврти до пети возач (28,23%), није обраћао пажњу на саобраћајну сигнализацију. Ови подаци јасно указују на нужност додатних техничких интервенција на критичним локацијама и потврђују да људски фактор, у условима слабе инфраструктурне подршке, значајно повећава ризик од незгода.



Слика 2. Бројање саобраћаја на пружним прелазима са нижим нивоом осигурања

Што се тиче ванредних догађаја, у периоду од 2020. до 2024. године забиљежено је смањење броја саобраћајних незгода на пружним прелазима са 11 на 4, при чему је број погинулих смањен са 4 (2020) на 1 (2024), а број тешко повријеђених са 7 на 2. Иако је ријеч о релативно малим апсолутним бројевима, тренд смањења указује на потенцијални позитиван ефекат превентивне кампање.



Слика 3. Структура ванредних догађаја

На Слици 3. приказана је структура ванредних догађаја у посматраном петогодишњем периоду, по категоријама посљедица: погинула лица (ПОГ), тешко (ТТП) и лакше повријеђена лица (ЛТП). Види се да је број погинулих и тешко повријеђених лица највиши 2021. године, након чега слиједи значајан пад. До 2024. године, први пут није евидентиран ниједан смртни исход, а број лакше повријеђених сведен је на нулу.

Резултати указују на то да су највећи ефекти постигнути у локалним заједницама које су показале највиши степен сарадње, подржале теренске активности и интегрисале кампању у своје едукативне програме.

4. ДИСКУСИЈА РЕЗУЛТАТА

Понашање учесника у саобраћају значајно варира у зависности од локације прелаза и нивоа техничког обезбјеђења. Сlike 1 и 2 приказују број возача који су поштовали (ДА) или нису поштовали (НЕ) прописе приликом преласка пруге на различитим прелазима.

Када је ријеч о прелазима са вишим нивоом осигурања (опремљени свјетлосно-звучном сигнализацијом и полубраницима), највиши број прекршаја забиљежен је на пружном прелазу Инцел и у Залужанима, што указује да ни присуство опреме не искључује ризично понашање, посебно у зонама са великом експозицијом и протоком возила. Насупрот томе, на већини осталих прелаза овог типа (нпр. Врбања, Укрина, Љеб) није забиљежено ниједно кршење правила.

На прелазима са нижим нивоом осигурања (осигурани знаковима и троуглом прегледности), прекршаји су били знатно чешћи. Посебно се издваја Крушково Поље, гдје је чак 278 од 292 возача игнорисало прописе, као и Орловача и Брезичани станица. Подаци добијени теренским посматрањем и анализом незгода указују на то да су активности кампање „Опрезни пазе на пружне прелазе“ имале мјерљив утицај на смањење ризика на пружним прелазима у Републици Српској. Смањење броја погинулих и повријеђених, као и висок проценат правилног понашања на већини локација, упућују на то да кампања није остала само на симболичком нивоу, већ је успјела да допре до грађана.

Ови резултати сагласни су са налазима пројекта SAFER-LC, који истиче значај комбинације техничких и понашајних мјера за побољшање безбједности на прелазима. Упоредиви подаци из Пољске, Хрватске и Литваније такође указују да мултисекторске кампање, када су добро циљане и досљедне, могу довести до конкретних резултата. Конкретно, у Пољској је програм „Bezpieczny Przejazd“ постао дугорочни дио система образовања и медија, што је значајно смањило број инцидената на пружним прелазима (PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., 2024).

Разлике у понашању на појединачним прелазима у Републици Српској указују на важност прилагођавања активности специфичностима мјеста. На пружним прелазима гдје су забиљежени високи нивои правилног понашања, претпоставити је да су кампање биле боље координисане са локалним структурама, медијима или школама. Насупрот томе, високи нивои кршења правила указују на потребу за интензивнијим и циљанијим приступом.

Додатно, резултати потврђују налазе истраживања FPZ-а у Хрватској (Starčević и сарадници, 2023) који препоручују комбиновање едукације, техничког опремања и санкционисања као најефикаснији модел дјеловања. Показује се да није довољна само физичка инфраструктура, већ да кључну улогу има и континуирана комуникација са учесницима у саобраћају, прилагођена мјесту и циљној групи.

Иако је видљив напредак, неопходно је институционализовати сарадњу између МУП-а, Жељезница, општина и образовних установа, те развити јединствени план дјеловања за ризичне прелазе, заснован на моделима процјене ризика као што су они примјењени у оквиру SAFER-LC или у Литванији. На тај начин могуће је одржати постигнуте резултате и унаприједити их у дугом року.

5. ЗАКЉУЧАК

Кампања „Опрезни пазе на пружне прелазе“, реализована у Републици Српској у периоду 2021–2024. године, представља примјер интегрисане превентивне активности која је обухватила теренски рад, едукацију, медијску промоцију и техничке интервенције. Резултати добијени анализом указују на значајне позитивне ефекте: број саобраћајних незгода је опао, број погинулих лица је смањен, а понашање учесника у саобраћају, нарочито у локалним заједницама које су активно учествовале у кампањи, значајно је унапријеђено.

Ови резултати подржавају закључке претходних истраживања спроведених у оквиру пројеката као што је SAFER-LC, гдје је потврђено да мултимодалне интервенције – техничке, понашајне и институционалне – имају највећи потенцијал за смањење ризика на пружним прелазима. Поређење са искуствима из Хрватске, Пољске, Литваније и Сједињених Америчких Држава додатно потврђује да резултати нису случајни, већ се могу тумачити као производ добро планиране и усмјерене превентивне политике.

Посебно је значајно што су позитивни ефекти најизраженији у заједницама у којима је кампања имала подршку локалних институција, медија, школа и цивилног сектора. Ово указује на важност прилагођавања

активности конкретном локалном контексту, што је у складу са савременим принципима управљања безбједношћу саобраћаја. Разлике у понашању на различитим пружним прелазима показују да униформни приступ није довољан, већ да се интервенције морају базирати на анализи ризика и стварним подацима о понашању учесника.

Такође, ова кампања је истакла потенцијал теренских бројања, посматрања понашања и ангажовања локалне заједнице као корисних алата не само за дијагностику проблема већ и за промјену културе понашања. Искуство Републике Српске може послужити као модел за друге земље у региону, али истовремено указује и на потребу за даљом институционализацијом сарадње између субјеката безбједности – од железничког сектора, преко полиције и општина, до образовних и медијских субјеката.

На основу изведених закључака, неопходно је наставити и проширити постојеће активности, те их унаприједити успостављањем системских механизма за мониторинг, анализу и управљање ризицима на пружним прелазима. Само кроз такав приступ могуће је осигурати трајно побољшање безбједности и унаприједити културу понашања свих учесника у саобраћају.

6. ЛИТЕРАТУРА

- Cheng, Y., Liu, Z., & Wang, M. (2023). *Railway Level Crossing Safety Assessment in Europe*. Safety, MDPI. <https://www.mdpi.com>
- Elias, W., & Bell, M. G. H. (2007). *A decision-support system for prioritizing railway–road level crossings for safety improvements*. *Transport Reviews*, 27(3), 317–336.
- Gailienė, I., Skerys, K. и Ciparytė, G. (2013). Investigation of Traffic Safety Situation at the Level Crossings in Lithuania. *The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering*, 8(2), 117–123. <https://doi.org/10.3846/bjrbe.2013.15>
- Federal Railroad Administration (FRA). (2022). *Highway-Rail Grade Crossing Safety Statistics*. U.S. Department of Transportation.
- Rosehill Rail. (2023). *Anti-Trespass Panels: Case Studies from the Netherlands and Belgium*. www.rosehillrail.com
- Rudin-Brown, C. M., Lenné, M. G., Navin, F., & Edquist, J. (2014). *Driver behaviour and safety on rural railway level crossings in Canada*. *Accident Analysis & Prevention*, 72, 159–167.
- Saccomanno, F. F., Park, P. Y. J., & Fu, L. (2006). *Estimating Countermeasure Effects for Highway-Railway Grade Crossing Safety*. *Accident Analysis & Prevention*, 38(3), 562–570.
- SAFER-LC Consortium. (2020). *Final Report: SAFER-LC – Safer Level Crossings by Integrating Human Factors and Modelling*. Horizon 2020, European Commission. <https://safer-lc.eu>
- Starčević, M., Barić, D., & Pilko, H. (2023). *Analiza sigurnosti cestovnog prometa na željezničko-cestovnim prijelazima u Hrvatskoj*. *Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu*.
- Агенција за безбједност саобраћаја Републике Српске. (2021–2024). *Извјештаји о реализацији кампање „Опрезни пазе на пружне прелазе“*.
- Агенција за безбедност саобраћаја Републике Србије. (2023). Прегледни извештај: Анализа безбедности саобраћаја на путно-пружним прелазима. Београд: АБС. <https://www.abs.gov.rs>
- Железнице Републике Српске. (2025). Статистички подаци о ванредним догађајима.
- PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. (2024). About the Campaign – History. <https://bezpieczny-przejazd.pl/en/about-campaign/history>

АНАЛИЗА ИСЉЕЂЕЊА ВАНРЕДНИХ ДОГАЂАЈА НА ПРУГАМА ЖРС СА ПРИЈЕДЛОГОМ МЈЕРА ЗА СМАЊЕЊЕ БРОЈА ИСТИХ

ANALYSIS OF THE OUTCOME OF EMERGENCY EVENTS ON THE ZRS LINES WITH PROPOSAL OF MEASURES TO REDUCE THEIR NUMBER

Мирослав Ђурић¹, Сениша Марић²

Резиме: Ванредни догађаји на жељезници за посљедицу имају неријетко фаталне посљедице и велике материјалне штете. Да би се исти смањили неопходно их је добро анализирати, увидјети зашто се дешавају и провести мјере које би спријечиле дешавање нових ванредних догађаја. Комисије за исљеђење имају веома битну улогу у самој анализи ванредног догађаја те њихов рад на терену у многоме утиче на каснији рад вјештака саобраћајно техничке струке у доношењу налаза и мишљења као и дефинисању закључка. Да би се могли извести добри закључци и провести мјере које ће довести до тога да се исти или сличан ванредни догађај више не понови, неопходно је да се уради добра експертиза ванредног догађаја, јер само исправно урађеном експертизом ванредног догађаја може се доћи до тачних узрока и посљедица настанка истог. По утврђивању тачног узрока и посљедица ванредног догађаја, потребно је утврдити и провести мјере које ће довести да се такав и сличан ванредни догађај више не понови. У овом раду биће ријечи о утицају исљедничког извјештаја комисија за исљеђење ванредног догађаја на доношење налаза и мишљења вјештака саобраћајно техничке струке, те како ти извјештаји утичу на доношење мјера за побољшање стања безбједности саобраћаја.

Кључне речи: ванредни догађај, исљеднички извјештај, експертиза.

Abstract: Extraordinary events on the railway often result in fatal consequences and large material damages. In order to reduce them, it is necessary to analyze them well, to see why they happen and to implement measures that would prevent the occurrence of new extraordinary events. Commissions of investigation have a very important role in the analysis of the extraordinary event itself, and their work in the field largely affects the subsequent work of traffic technical experts in making findings and opinions as well as defining the conclusion. In order to be able to draw good conclusions and implement measures that will lead to the fact that the same or similar extraordinary event will not happen again, it is necessary to carry out a good expertise of the extraordinary event, because only with a correctly performed expertise of the extraordinary event can one arrive at the exact causes and consequences of its occurrence. After determining the exact cause and consequences of an extraordinary event, it is necessary to determine and implement measures that will ensure that such and similar extraordinary events do not happen again. This paper will discuss the influence of the investigation report of the commission for the investigation of an extraordinary event on the adoption of findings and opinions of traffic technical experts, and how these reports influence the adoption of measures to improve the state of traffic safety.

Keywords: extraordinary event, investigative report, expert report.

1. УВОД

У поређењу са својим директним конкурентима на тржишту, жељезнички саобраћај генерално важи за изузетно безбједан. Ипак, ванредни догађаји су се дешавали, дешавају се и дешаваће се у будућности. Задатак свих оних који се баве саобраћајем је да покушају унаприједити комплетан систем како би се ванредних догађаја дешавало што мање, а и онда кад се десе да посљедице истих буду што лакше по људе, околину и материју. Анализирати исљеђења ванредних догађаја је изузетно битно из разлога што се на тај начин увиђају недостаци који заправо не помажу смањењу броја нових ванредних догађаја, а циљ свих који се баве овом проблематиком је јасан – добром анализом исљеђења ванредног догађаја смањити број настанка нових ванредних догађаја.

Да би се избјегли ванредни догађаји, неопходно је из оних који су се већ десили извући поуке, схватити због чега су се они десили и изнаћи рјешења да се исти више не дешавају. Сама анализа исљеђења ванредног догађаја је ту да управо пружи одговоре на питања везана за околности под којима се нешто десило и ко сноси одговорност за исту.

¹ Мирослав Ђурић, дипл. инж. саобраћаја, Општина Станари, 74208 Станари, БиХ, miicodjuriic@hotmail.com

² Сениша Марић, дипл. инж. саобраћаја, Општина Станари, 74208 Станари, БиХ, sinisa89.maric@gmail.com

2. САОБРАЂАЈНО ТЕХНИЧКО ВЈЕШТАЧЕЊЕ ВАНРЕДНИХ ДОГАЂАЈА

Саобраћајно техничком вјештачењу у поступку израде налаза и мишљења вјештака претходи низ поступака које је потребно провести како би се отпочело са анализама које ће објаснити на који начин се догодила саобраћајна незгода, ко је створио опасност и да ли је постојала могућност за избјегавање исте. Основа за провођење описаних анализа је мноштво података о саобраћајној незгоди које је потребно класификовати, систематизовати, а потом провести селекцију и евакуацију, посебно у погледу релевантности, употребљивости и поузданости (Антић, 2013).

Саобраћајно техничко вјештачење је један од најчешћих облика вјештачења, те као такав појављује се у скоро свим поступцима који се воде пред судовима. Вјештак који врши саобраћајно техничко вјештачење мора да буде стручно лице које добро познаје материју, да помаже самој екипи у вршењу ислјеђења и прикупљања евентуалних доказа.

Сама анализа саобраћајне незгоде испитује околности под којим се догодила саобраћајна незгода и околности под којима је могла бити избјегнута. Суд доноси одлуку, а сам судија није присуствовао саобраћајној незгоди и не може на основу својих личних опажања и закључака донијети суд, те ни на основу оних закључака који су донијети од људи који нису стручни, а присуствовали су истом. Да би се прецизно и поуздано одредиле околности и извели докази, ангажују се саобраћајно технички вјештаци који ће суду помоћи у доношењу правичног суда о предметној ствари.

Саобраћајно техничко вјештачење треба да проучава и критички анализира податке од утицаја на настанак саобраћајне незгоде, основне карактеристике пута и околине, техничко стање уређаја и возила, евентуалне препреке на путању, опрему за регулисање саобраћаја, сигнализацију и друге карактеристике учесника незгоде. Такође, у наредним фазама битно је одредити вриједности параметара за реконструкцију саме саобраћајне незгоде, неке од њих одређује суд, а неке вјештаци других струка.

При саобраћајно техничком вјештачењу примјеном одређених графо-аналитичких поступака, израчунавају се основни параметри да би на основу њих добили одговоре на питања: којом брзином су се кретали учесници незгода прије настанка опасне ситуације, да ли су возила у тренутку настале опасне ситуације возена дозвољеном брзином, да ли су учесници незгоде прије исте у датој ситуацији благовремено и адекватно реаговали на насталу опасност, да ли су учесници незгоде имали техничке могућности да заведу кочење и избјегну конфликт? (Тојагић, 2008).

Методологија израде налаза и мишљења вјештака саобраћајне струке треба у основи да садржи сљедеће елементе: основне податке о саобраћајној незгоди, податке о учесницима саобраћајне незгоде, податке о путу, времену и временским приликама, повреде настале у саобраћајној незгоди, податке о оштећеним возилима, податке о траговима, мјесто незгоде, брзину кретања возила, мишљење и закључак (Куловић, 2018).

Како би се једноставније схватили начини изражавања ставова вјештака, дефинисана је скала наведених ставова. Стечени ставови зависе од околности под којима су донесени, те сходно томе ставови вјештака посматрано по поузданости од најманјег до највише поузданог су сљедећи: мислим, процјењујем, налазим, тврдим, поуздано тврдим, категорички тврдим (Вујанић и Липовац, 2013).

Поузданост ставова је битна при судском одлучивању. Водећи се тиме и судија може увидјети колико је вјештак сигуран у своје изнесене ставове и закључке. Став којем је одредница „мислим“ такође значи да постоји могућност вјештака да промијени своје мишљење. Такође ставови изражени овом одредницом нису обавезни за суд, али уколико нема доказа који тврде супротно суд ће у највећем броју случајева прихватити ову одредницу. Такође битно је да став вјештака буде образложен, то јест да вјештак наведе зашто је дошао до тог става.

3. МЕТОДОЛОГИЈА РАДА И ПРЕГЛЕДНА ИСТРАЖИВАЊА

Праћење ВД у жељезничком саобраћају на подручју ЖРС врши се на годишњем нивоу те се такав један извјештај приноси руководству и надзорним органима предузећа. Кроз овај рад сагледа се стање безбједности у посљедњих 7 година, те ће се извршити анализа за сваку од година и сагледати заједнички и различити параметри сваке понаособ.

Поредећи наведене податке са подацима исте врсте за период од седам година, чињенице су да се у периоду јануар-децембар 2017. г. на пругама ЖРС десило 225 ВД - 16 удеса и 209 незгода, чије су посљедице усмрћење пет лица (непутујућа лица - одговорност усмрћених лица), теже повријеђивање три лица (непутујућа лица - одговорност теже повријеђених лица) (наведене посљедице епилог су насталих ВД на ПП, на отвореној прузи и у станици, при чему су за настанак свих ВД била одговорна трећа лица), штета утврђена у износу од 308 622,26 КМ, те кашњење у трајању од 612 часова.

У периоду јануар-децембар 2018. г. на пругама ЖРС десило се 241 ВД - 15 удеса и 226 незгода, чије су посљедице усмрћење шест лица (непутујућа лица - одговорност усмрћених лица), теже повријеђивање четири лица (три непутујућа лица и жељезнички радник - одговорност теже повријеђених лица) (наведене посљедице епилог су насталих ВД на ПП, на отвореној прузи и у станицама, при чему су за настанак свих наведених ВД (сем једног) била одговорна трећа лица (за настанак једног ВД одговоран жељезнички радник који је том приликом теже повријеђен)), материјална штета утврђена у износу од 290 992,85 КМ, те кашњење возова у трајању од 673 часа.

У периоду јануар-децембар 2019. г. на пругама ЖРС десила су се 264 ВД - 18 удеса и 246 незгода, чије су посљедице усмрћење пет лица, теже повријеђивање пет лица (наведене посљедице епилог су насталих ВД на ПП, на отвореној прузи и у станицама, при чему су за настанак ВД гдје је дошло до смрти (теже повреде) трећих лица одговорна та лица (за два случаја у којима је једно лице смртно страдало, а једно лице теже повријеђено није још, од стране надлежних органа, потврђено да су наведени случајеви посљедица удара воза)), материјална штета утврђена у износу од 396 157,28 КМ, те кашњење возова у трајању од 482 часа.

У периоду јануар-децембар 2020. г. на пругама ЖРС десило се 179 ванредних догађаја - 9 удеса и 170 незгода, чије су посљедице усмрћење четири лица (непутујућа лица - одговорност усмрћених лица), једно лице је теже повријеђено (непутујуће лице), материјална штета утврђена у износу од 200 685,59 КМ, те кашњење возова у трајању од 363 часа.

У периоду јануар-децембар 2021. г. на пругама ЖРС десила су се 282 ВД - 19 удеса и 263 незгоде. Посљедице - усмрћено је седам лица (непутујућа лица - четири удеса на ПП (усмрћени возачи путничких возила), два удеса на отвореној прузи (усмрћена лица која су се налазила на прузи) и један удес у станици (усмрћено лице приликом пењања на теретна кола у станици)), два лица су теже повријеђена (трећа лица), материјална штета утврђена је у износу од 205 141,45 КМ, због ВД возови су каснили укупно 485 часова.

Период јануар-децембар 2022. године на пругама ЖРС десила су се 265 ВД – 10 удеса и 255 незгода. Од укупног броја удеса, при вршењу жељезничког саобраћаја 3 удеса (разлог за настанак истих је у једном случају исклизнуће воза те у два случаја разлог су остали удеси), на ПП 1 удес (разлог настанка је непажња трећих лица (возача друмског возила)), те ван ПП на жељезничком подручју 6 удеса (3 случаја на отвореној прузи, 3 случаја у службеним мјестима). Посљедице – усмрћено је 1 лице, лакше повријеђено 5 лица, оштећено 9 друмских возила те је настала штета у износу од 215 122,19 КМ.

У посматраном периоду од јануара до децембра 2023. године десило се 245 ВД, од тога 24 удеса и 221 незгода. Од укупног броја удеса при вршењу жељезничког саобраћаја настало је 5 удеса (2 исклизнућа воза и 3 удеса су класификована као остали удеси), на ПП 3 (исљедни поступак још није окончан), а ван ПП 16 удеса (13 на отвореној прузи и 3 у службеним мјестима). Посљедице свега наведеног – смртно страдала 2 лица, 5 лица теже повријеђено, оштећено 12 друмских возила, материјална штета у износу од 339 034,79КМ те прекиди у саобраћају од 454 часа.

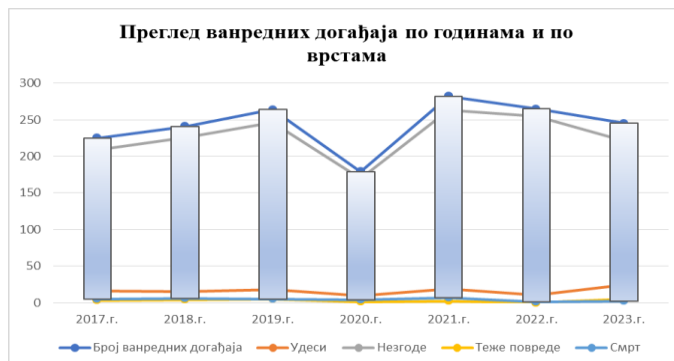
Анализом наведених података, видљиво је да су неки од показатеља повољнији, док су неки (број ванредних догађаја, број усмрћених лица) неповољнији у односу на претходне године.

Број ВД који су проузроковани личним пропустима радника при вршењу жељезничког саобраћаја у периоду јануар-децембар 2021. г. је једанаест, мањи је у односу на осамнаест (2018. г.), а већи у односу на седам (2017. г.), десет (2019. г.) и четири (2020. г.).

Степен угрожености по возном километру у периоду јануар-децембар 2021. г. био је 0,0001387, док је степен безбједности у наведеном периоду био 0,9998613, у односу на 0,0001176 и 0,9998824 (2017. г.), 0,0001043 и 0,9998957 (2018. г.), 0,0001101 и 0,9998899 (2019. г.) и 0,00008977 и 0,99991023 (2020. г.). Из наведених података је видљиво да су ови показатељи неповољнији у односу на претходне године, прије свега из разлога повећања броја незгода при вршењу жељезничког саобраћаја (177), у односу на 154

(2017. г.), 153 (2018. г.), 174 (2019. г.) и 107 (2020. г.), те остварених возних километара у износу од 1 276 012,50, што је мање у односу на 2019. г. (1 580 933), 2018. г. (1 476 269,10) и 2017. г. (1 309 957), а веће у односу на 2020. г. (1 191 924,10) .

Табела 1. Преглед ванредних догађаја по годинама



Извор: Жељезнице Републике Српске. (2024). Извјештај о стању безбједности и уредности у жељезничком саобраћају за 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022 и 2023. годину. Добој: Сектор унутрашње контроле.

На подручју ЖРС у периоду јануар-децембар 2021. г. десила су се 282 ВД. Укупан број ВД који су се десили у 2021. г. већи је за 103 случаја у односу на број ВД који су се десили у 2020. г., што опет у великој мјери зависи од пандемије која је владала у том периоду 2020. г. Уочено је да се број удеса увећао за два и по пута што је свакако забрињавајуће иако се биљежи пад за једну петину у броју незгода, удеси су ти који оставају тешке посљедице по жељезнички систем.

Оно што итекако забрињава јесте да, поредећи посљедње двије посматране године (2022. и 2023.) је да одговорност жељезница за начињену материјалну штету и кашњење возова је у озбиљном порасту, конкретно 46% односно 4%, док одговорност трећих лица је у паду за наведене параметре. Ови параметри директно говоре у прилог томе да су проблеми у самом систему ЖРС.

3.1. Анализа исљеђења ванредног догађаја на путном прелазу Љеб

На територији пруга ЖРС постоји укупно 246 ПП и сви су на одговарајући начин осигурани. Од 246 ПП, 38 је обезбјеђено СС опремом (25 свјетлосном и звучном сигнализацијом и полубраницима, 13 са механичким браницима којима рукује жељезнички радник), 208 је осигурано саобраћајним знаковима на путу и троуглом прегледности). ПП Љеб налази се на локацији 30+193 на прузи Добој – Бања Лука, у мјесту Драгаловци, општина Станари.



Слика 1. Положај путног прелаза Љеб

Извор: Агенција за безбједност саобраћаја Републике Српске. (2023). Интерактивна мапа путних прелаза Републике Српске

Пут са којим се укршта овај ПП је регионални, гдје је подлога асфалтирана. Саобраћај је осигуран аутоматским полубраницима са свјетлосном сигнализацијом и саобраћајним знаковима на путу. Карактеристика овог ПП је то што се налази на путу Р2102 гдје је веома велики интензитет саобраћаја.

Овај ПП је модернизован, најобезбјеђенији на подручју општине Станари, међутим, и даље се дешавају идентични ВД – контакт друмског возила и жељезничког возила, што говори да постојећи степен осигурања, с обзиром на интензитет саобраћаја није задовољавајући те да треба предузети мјере и радње како би се смањиле штетне посљедице, односно да се треба посветити посебна пажња при исљеђењу ВД на овој локацији како би се утврдили узроци и одговорности за исте.

Још једна ствар која карактерише овај ПП је та да се на овај ПП долази из јаке кривине из правца Драгаловаца (обратити пажњу на фотографију 1), што у одређеној мјери доприноси слабијој видљивости и тежем уочавању овог ПП (што је, испоставиће се, и један од разлога нарушавања безбједности жељезничког саобраћаја од стране возача друмских возила).

Што се тиче конкретног ВД који се десио 22.03.2022. године на ПП Љеб на локацији 30+190 експертизом је утврђено да је за исти одговоран возач друмског возила, који је прекршио саобраћајне прописе, гдје је том приликом ЖРС нанијета материјална штета у износу од 26.961,09 КМ и прекид у саобраћају, те исти је задобио тешке тјелесне повреде.

Наиме, на конкретном путном прелазу 22. марта 2022. године воз који је саобраћао из правца Бања Луке према Добоју налетео је на путничко возило марке *Passat* које се није зауставило на потребној удаљености од укрштања пута и пруге.

Овај ВД проузроковао је затварање пруге у периоду од 6 часова. Исклизло ВВ, помоћни воз и санирање посљедица трајали су од 16:31 до 20:10 часова, што је значило да је одвијање саобраћаја било отежано, а два наредна путничка воза су отказана те је превоз путника обављен аутобусом. Раније је наведено да је материјална штета износила 26.961,09 КМ, од чега је 11.533,57 КМ произведено на пружној инфраструктури, 5.257,78 КМ на постројењима, 158,42 КМ трошкови аутобуса, 10.011,32 КМ на вучном возилу. Сметње у саобраћају су биле велике.

Записник са саслушања машиновође и помоћника машиновође говори оно што се види и на снимку – наилазећи на ПП, полубраници су били у хоризонталном положају, прелаз обезбјеђен. Међутим, при самом наиласку на прелаз, возило долазећи из правца Драгаловаца не зауставља се испред ПП, пробија полубраник те се зауставља на прузи, гдје долази до конфликта. Машиновођа је завео брзо кочење, те се воз зауставио на километру 29+630. Приликом конфликта дошло је до исклизнућа.

Битно је навести и изјаву окривљеног, он је навео да није на вријеме уочио ПП, није познавао овај пут, те је саобраћао брзином прописаном за регионални пут, излазећи из кривине није на вријеме уочио ПП те се није могао зауставити на прописаном мјесту. Посљедица касног уочавања ПП је та да је пробио полубраник, предњим дијелом возила се зауставио на прузи и дошло је до конфликта.

На крају, мишљење овлашћених особа из Комисије за исљеђење ванредног догађаја именоване од стране ЖРС које су радиле ово исљеђење је то да је лична непажња возача друмског возила главни и једини узрок овог ВД, те да је исти возач једини одговоран за наведени ванредни догађај.

Из наведеног, може се закључити да, иако је ЖРС наведени путни прелаз осигурала високим степеном осигурања, и даље се на овом ПП дешавају ВД. Пошто је интензитет друмског саобраћаја висок, прелаз се налази на укрштању са регионалним путем, овај ПП требало би допунити новим мјерама које би смањиле број ВД, првенствено мјере које повећавају видљивост и упозорење на прилазак ПП, јер, евидентно је да се незгоде дешавају иако је степен осигурања висок. Евентуалне мјере које би се могле закључити из одрађене експертизе ВД, биће приказане у наставку рада.

Оно што је веома важно при комплетном исљеђењу овог ВД је начин на који је Комисија за исљеђење именована од стране ЖРС обавила свој посао на терену, и какав је утицај исти имао на експертизу? Код овог случаја се може рећи да је Комисија веома добро обавила посао на терену, да је извршила све неопходне послове који се од ње траже, да је извршила правилно евидентирање ВД, фиксирање самог лица мјеста, фотодокументацију мјеста незгоде, те изузимање постојећег видео материјала. Комисија је такође прорачунала насталу штету овим ВД и одговорност за настали ВД. Овакав рад Комисије за исљеђење ВД именоване од стране ЖРС се може оцијенити као добар, јер исти у потпуности одговара на сва неопходна питања која се јављају при једном ВД те дају јасну слику насталог ванредног догађаја из којег вјештак по потреби може донијети стручни налаз и мишљење.

При евентуалном налогу суда за саобраћајно-техничко вјештачење, при преузимању документације вјештак би имао потребне информације које је прикупила Комисије за ислеђење ВД именована од стране ЖРС на терену, те његов рад би у тој мјери би био олакшан. Ипак, у конкретном ВД који је тема ове обраде, чињенице упућују по ко зна који пут да је људски фактор главни узрок за настанак истог, те сва дубља вјештачења истог не би промијенила већ раније изнесену тврдњу Комисије за ислеђење ванредног догађаја именоване од стране ЖРС.

3.2. Анализа ислеђења ванредног догађаја у укрсници Остружња

Још један ВД који се десио на пругама ЖРС, конкретно на подручју општине Станари је ВД у укрсници Остружња. По доласку воза на други колосијек у укрсници Остружња отправник возова у намјери да изврши маневрисање, тј. премјештање вучног возила, тзв. реме, са другог на трећи колосјек површно и нејасно изда наређење за маневрисање возачу, није обезбиједио пратњу, није вршио лични надзор над маневрисањем, а возачу дао неисправан сигнални знак, који је исти схватио као допуштење за полазак, те наставио вожњу у правцу станице Станови. Излазни скретничар блока 1 у укрсници није имао наређење за обезбјеђење пута вожње од отправника возова за излаз воза који је саобраћао прије времена, а возачу „ реме “ није дао сигнални знак „стој“.

Наведени догађаји имали су за последицу да је „рема“ напустила станично подручје и отишла у сусрет долазећем возу у правац станице Станови, гдје је дошло до судара са истим. На срећу није било људских жртава, али јесте теже повријеђених лица, ЖРС су претрпјеле озбиљну материјалну штету и прекиде у саобраћају. На основу само овог ВД, нанесена је штета ЖРС у износу од 96.949,00 КМ, те прекиди у саобраћају, гдје су четири воза отказана, а три су каснила и то збирно 190 минута.

Обављено је ислеђење ВД, у прописаном року формирана је Комисија за ислеђење која је на основу свих релевантних чињеница, обављеног увиђаја, изјава свједока, саслушања телефонских разговора саставила извјештај и утврдила кривицу и одговорности за овај ВД.

Сходно томе, по Комисији, за овај ВД одговоран је возач „ реме “, отправник возова у укрсници Остружња, те скретничар укрсници Остружња. Они су криви јер, је возач покренуо возило без јасно издатог сигналног знака за полазак од стране отправника возова, те што је управљао возилом са неодговарајућим тахографским листићем. Скретничар је крив што није извршио заустављање возила који је саобраћао прије времена и за који није имао наређење од отправника возова за обезбјеђење пута вожње за излаз воза, а отправник је крив што је неправилно и јенасно издао наређење за маневрисање возачу, што није обезбиједио пратиоца за вожњу у станичном подручју, што није вршио надзор над маневарским кретањем, што је наредио излазном скретничару блока 2 обезбјеђење пута вожње за улаз воза прије него је извршио надзор над кретањем „ реме “, што није у одговарајуће обрасце унио број тастера разрјешења „ реме “ за формирану пут вожње.

Комисија наводи да на основу регистрофонских записа телефонских веза, ниједан од учесника у овом ВД није имао намјеру да се иста деси него да је дошло до лоше и мањкаве комуникације. Такође, Комисија наводи да ради непостојања службеног времена на ЖРС није могуће прецизно утврдити тачно вријеме појединих дешавања која су у вези са ВД. По Комисији, одговорна су сва три наведена радника, те узрок овог ВД, који за последицу има велику материјалну штету, прекиде у саобраћају и теже повреде лица, је лични пропуст радника при вршењу жељезничког саобраћаја.

Међутим, урађеним вјештачењем овог ВД, од стране вјештака саобраћајно техничке струке, долази се до значајних пропуста у раду Комисије за ислеђење овог ВД. Комисија у извјештају тврди да је возач пружног моторног возила („ реме “) био у намјери да изврши маневрисање, док возач уопште није добио наведени задатак од стране отправника, што потврђује и скретничар блока 1 и скретничар блока 2. Даље, у путном листу наводи се да је једна особа помоћник возача пружног моторног возила (Г.Б.), а на лицу мјеста ВД нашло се друго лице (иницијала Ш.Д.) такође радник ЖРС. Комисија ову чињеницу није разматрала или је пропустила. Даље, јасно је да је отправник возова дао нејасан сигнални знак, те поставља се питање, шта би се десило да је исти дао јасан сигнални знак?

Такође, анализом свеукупне документације која се тиче овог ВД утврђено је да се не слажу подаци у путном листу око имена и презимена помоћника машиновође, те према свим релевантним подацима вјештак је могао доћи до закључка да комуникација између отправника возова и возача моторног пружног возила није била добра, те да контрола и организација рада у службеном мјесту Остружња треба

и морала је да буде на много вишем и озбиљнијем нивоу, а како је познато за све наведено одговорна је особа која организује рад у Остружња – то је отправник возова.

Комисија је у свом извјештају навела да се дошло до закључака да на ЖРС не постоји службено вријеме и да није могуће утврдити тачно вријеме појединих дешавања која су у вези са ВД (конкретно, не подудара се вријеме регистрофона, вријеме на СС уређајима и вријеме на локомотиви, разлике су и до 4 минута). Иако је наведено вријеме спорно, Комисија предлаже покретање дисциплинских поступака против три радника учесника ВД, али не и против одговорних лица на ЖРС. Вјештак у овом случају поставља оправдано питање, да ли је службено вријеме могло бити одговорно за ВД, а не запослени радници?

У овом примјеру може се рећи да, иако је Комисија за исљеђење ВД процедурално обавила све прописане мјере и радње, десили су се неки пропусти у раду који су горе наведени те се за настанак овог ВД не може кривити три наведена радника, него искључиво они који управљају организацијом рада у службеном мјесту укрсница Остружња, а то је прије свих отправник возова, а послјије њега и овлаштени скретничар блока 1, јер постоје посебне мјере безбједности и посебни поступци у раду отправника возова и скретничара при обезбјеђивању пута вожње. О свим измјенама поступка при обезбјеђивању пута вожње прописане су мјере и радње које регулишу овај поступак, док у овом случају те мјере и радње отправник возова није испоштовао. Сходно свему наведеном, одговорност за настанак ВД не може бити на возачу пружног моторног возила, како је то Комисија утврдила.

Сагледајући пропусте у раду Комисије и Налаз и мишљење вјештака саобраћајно техничке струке, за исљеђење конкретног ВД и његов утицај на настанак нових ВД може се закључити да Комисија стављајући одговорност на све учеснике овог ВД не би допринијела бољем стању и смањењу броја нових ВД, него директним поправљањем организације рада у службеном мјесту и већом озбиљношћу оних који су одговорни за организацију рада, смањује се могућност за настанак нових ВД, а управо на то је скренуо пажњу и вјештак у свом закључку о овом ванредном догађају.

3.3. Анализа ванредног догађаја у станичном простору станице Добој

ВД који се десио 25.05.2018. године у станици Добој окарактерисан је као удес ван ПП у службеном мјесту, гдје је једно лице теже повријеђено усљед бочног контакта са локомотивом између два колосјека. По исљедничком извјештају, ВД се десио тако што је писар кола који је обављао своје радне задатке на радном мјесту кретао се у правцу станичне зграде прелазећи преко колосјека прешао и испред локомотиве која је у том тренутку стајала на колосјеку, те сачекујући да уђе други воз на други колосјек прави још неколико корака у правцу коме је и остваривао своје кретање. Непосредно након тога, остварује се контакт са наведеном локомотивом која је до малочас стајала на колосјеку, те поменути радник пада и задобија тешке тјелесне повреде. Прва и хитна помоћ је пружена оштећеном непосредно након дешавања ВД јер је исти ВД непосредно након његовог дешавања уочио и машиновођа локомотиве и прегледач кола који је био у близини.

Обављајући исљеђење овог ванредног догађаја Комисија је урадила посао по прописаним процедурама, саслушала учеснике, узела изјаве, утврдила трагове, направила скицу и фотодокументацију, те остале потребне радње, и саставила извјештај у коме наводи да материјалне штете није било, да су настале сметње у саобраћају у виду кашњења возова у времену од 91 минут те да је дошло по повређивања једног лица, а степен повреда је био тешке тјелесне повреде.

У свом мишљењу Комисија је донијела једногласан став да је једини и главни узрок настанка овог ванредног догађаја непажња жељезничког радника који је страдао сопственом кривицом, те да је оштећени одговоран за сву насталу штету јер је направио пропусте у раду и нарушио безбједност.

Због покренутог судског спора надлежни суд је наредио вјештачење овог ванредног догађаја, те је именовани вјештак саобраћајно техничке струке обавио вјештачење, изузео све неопходне податке те посетио лице мјеста и извршио увид у мјесто настанка ванредног догађаја, а након извршеног вјештачења изнио чињенице околности и параметре за настали ванредни догађај.

У обилној документацији која је пратила овај ванредни догађај, вјештак је у највећем проценту потврдио ставове Комисије за исљеђење ванредног догађаја именоване од стране Жељезница Републике Српске, међутим у одређеним дијеловима исљеђења уочени су пропусти исте Комисије. Чињеница која је веома битна при ванредним догађајима је утврђивање тачног мјеста настанка ванредног догађаја. По извјештају Комисије, ванредни догађај се десио 10 метара раније у односу на стварно мјесто догађаја које је утврдио

вјештак, а узимајући у обзир да је спорна локомотива од покретања до заустављања прешла свега 15-ак метара, овај пропуст веома битно утиче на комплетно исљеђење ванредног догађаја и може се окарактерисати као озбиљан пропуст Комисије.

Након утврђене чињенице о тачном мјесту настанка ВД, вјештак поставља оправдано питање – како је могуће да машиновођа није видио оштећеног радника прије него је покренуо локомотиву и прије него је дошло до контакта и повреде, а владали су добри временски услови, био је дан и временски услови су били повољни? Управо у овом сегменту је и настала опасна односно ризична ситуација.

Свеобухватном анализом исљеђења ванредног догађаја, вјештак је утврдио, што се у највећем проценту слаже са Комисијом, да је дошло до ванредног догађаја због деконцентрације писара кола, међутим то не мијења чињеницу да је Комисија направила озбиљан пропуст у раду не утврђујући тачно мјесто настанка ванредног догађаја.

Узимајући у обзир све наведено, рад Комисије у многоме је утицао на вјештачење овог ванредног догађаја јер остаје непознато како машиновођа није уочио оштећеног радника, ако је прије покретања локомотиве осмотрио околину. Спорних 10 метара настанка ванредног догађаја објашњавају ову ситуацију. По скици Комисије машиновођа није могао видјети оштећеног јер му је био у мртвом углу, а по исљедничком мишљењу вјештака оштећени радник је могао и морао бити виђен од стране машиновође, што потпуно мијења поглед на овај ванредни догађај.

Сагледавајући комплетну анализу исљеђења и вјештачења овог ванредног догађаја може се утврдити да би боља организација вуче возова у једнопосједу у будућности могла спријечити овакве ванредне догађаје, јер да је на истој локомотиви био присутан и помоћник машиновође ситуација би била другачија и избјегла би се могућност доласка у ризичну, опасну ситуацију.

4. ДИСКУСИЈА О ПРОВЕДЕНИМ ИСТРАЖИВАЊИМА

Кроз рад анализирани су ВД који су се десили на подручју којим управља ЖРС. С намјером су анализирани тотално различити ВД који су се десили на различитим дијеловима пруге (отворена пруга, путни прелази или службена мјеста) те различити учесници у ВД. Све то за циљ има упоређивање рада Комисије формиране од стране жељезница, са Налазом и мишљењем вјештака, те утицаја исљедничког извјештаја на одговорност за настали ВД и могућност отклањања узрока ВД како не би у будућности настали нови ВД.

У ВД који се десио на ПП дат је добар приказ комплетног рада Комисије формиране од стране ЖРС. Сама експертиза прати исљеднички извјештај гдје се мишљење вјештака поклапа са исљедничким извјештајем комисије и у том случају јасан је узрок настанка ВД али и одговорности проистекле из истог. У закључку, из анализе овог ВД, али и из увида у претходне ВД који су се дешавали на истом ПП, могу се извући мјере које би требало предузети да би се избјегли ВД на овом мјесту, а ти закључци произилазе из поређења исљедничких извјештаја и експертиза које су одрађене.

У поређењу са првим анализираним ВД, другоанализирани ВД даје одговор управо на сам циљ истраживања, да ли бољи рад Комисија за исљеђење ванредних догађаја и вјештака саобраћајно техничке струке може довести до смањења броја ВД? У овом случају, анализа је показала да је вјештак саобраћајно техничке струке који је радио експертизу овог ВД увидио пропусте у раду Комисије, која је процедурално урадила свој дио посла, али није зашла у детаљније поре самог ВД, а тиме није извела ни правилан узрок настанка ВД нити потребне одговорности за настанак истог, чиме се аутоматски не придонеси спречавању настанка новог ВД. У овом случају видљиво је како је детаљним вјештачењем и добром експертизом вјештак увидио стварне узроке настанка овог ВД, тиме и другачије одговорности за настанак истог, а с тим у вези могли би се извести и потребни закључци, односно мјере које би требало провести да се исти или слични ВД више не дешавају на ЖРС. У датом случају један од главних узрока крије се у лошој организацији рада самог система, а не у личним пропустима радника како је то навела сама Комисија која је исљеђивала овај догађај, те уколико би се ти системски пропусти исправили заиста би се могло доћи до закључка да се ванредни догађаји ове врсте више неће понављати, што заправо и јест циљ саме експертизе и исљеђења.

Дакле, истраживањем овог примјера конкретно се може видјети како површан рад Комисије за исљеђење ванредног догађаја може утицати на сам настанак нових ВД, односно на процесуирање и утврђивање

постојећих узрока и одговорности, док с друге стране детаљна експертиза не само што тачно утврди узрок и одговорност за настали ВД, него дадне могућност и за спречавање настајања нових ВД, а тиме директно утиче на сам квалитет превозне услуге жељезнице.

У посљедње истраживаном ВД који се десио у станичном простору, од једног наизглед чистог догађаја детаљним вјештачењем долази се до врло занимљивих занемарених чињеница. Комисија за ислеђење формирана од стране ЖРС да ислиједи овај догађај процедурално обавља све како треба, утврђује битне чињенице, подноси извјештај са утврђеним узроком и одговорношћу, гдје је једини одговорни оштећени радник. Исти радник не слажући се са истим покреће судски спор, гдје судија налаже вјештачење истог ВД, након чега вјештак утврђује одређене пропусте у раду Комисије. Већ је раније наведено да је вјештак у највећем дијелу потврдио ислеђнички извјештај Комисије, међутим опет се дешава озбиљан пропуст Комисије, која је погрешно означила мјесто настанка ВД (мјесто настанка ВД помјерено за 10 метара). Колико је ово утицало на сам даљи ток ВД наведено је у самом истраживању међутим, иако је све остало одрађено како треба, ова чињеница умногоме мијења основне циљеве овог истраживања – а то су одговори на питања, који је узрок настанка ВД, ко је одговоран за ВД и које мјере треба предузети да се ванредни догађај овакве врсте више не понови.

И кроз овај примјер истраживања јасно се види спрега између лоше одрађеног и добро одрађеног ислеђења ВД, утицаја вјештачења саобраћајно техничког вјештака на сам квалитет ислеђења, и као резултат свега тога могућност избјегавања настанка нових ванредних догађаја на жељезници.

5. ЗАКЉУЧАК

На конкретним примјерима кроз рад, приказано је како рад Комисија за ислеђење ванредних догађаја ЖРС утиче на комплетну експертизу вјештака саобраћајно техничке струке истог, те из свега наведеног могуће је извести мјере које је неопходно имплементирати да се слични или исти ванредни догађаји више не дешавају.

Даље, у анализираним примјерима ванредних догађаја видљиво је да је Комисија навела одговорним особе које заправо ни на који начин нису могле утицати или промијенити исход ванредног догађаја, а што су судским процесима вјештаци саобраћајно техничке струке и доказали, те и на тај начин само је повећана штета насталих ванредних догађаја по систем ЖРС.

Истраживања овог рада дала су неколико битних ствари која се намећу као основа за смањење броја ВД. Прије свега то су системска рјешења која би требало промијенити, прије свега то се односи на организацију рада и озбиљност у раду самог извршног особља на жељезници. Истраживања конкретних коректних ВД дало је информације да ови појмови директно утичу на настанак ВД. Исто тако, у поменутом истраживању јавља се проблем са непостојањем службеног времена на жељезници, што при ислеђењу ВД, примјетно је, прави знатне проблеме и компликације.

Једна од главних ствари која би се требала побољшати на самој жељезници а дефинитивно би дала боље резултате при смањењу борја ВД у будућности је озбиљније формирање Комисија за ислеђење ванредних догађаја. Конкретно, приједлог је да свака комисија овог типа буде састављена од минимално једног члана који би био вјештак саобраћајно техничке струке. Кроз извршена истраживања ВД примјетна је једна јака узрочно посљедична веза између Настанка ванредног догађаја-Ислеђења Комисије-Експертизе вјештака-Узроци и одговорности за исти ВД.

Јасно се види да у неколико случајева експертиза саобраћајно техничког вјештака мијења комплетан извјештај Комисије за ислеђење, те сходно томе мијењају се и одговорности оних који су проузроковали исти. Сходно томе, поставља се оправдано питање, колико би се још ислеђничких извјештаја промијенило да су на свим рађене експертизе саобраћајно техничких вјештака?

Још једна ствар која је уско везана са претходном и требала би да уозбиљи рад поменутих комисија јесте санкционисање површно урађених ислеђења. Кроз проведена истраживања видљиво је да постоје случајеви када је ислеђење површно урађено, када нису одрађене неке елементарне ствари, те сходно томе, у таквим случајевима требало би санкционисати чланове тих комисија јер при оваквим задацима максимална одговорност, професионалност и посвећеност је од круцијалног значаја.

Везући се на претходна два приједлога мјера за побољшање, намеће се и још један приједлог који је у спрези са раније наведеним. Он се тиче како системских рјешења тако и рада самих Комисија, односно

новооснованих радних група које су састављене од стручних лица са жељезнице и вјештака саобраћајно техничке струке. Потребно је да се уведу обавезна имплементација мјера за спречавање настанка нових ВД које је закључила новооснована радна група, а која су резултат детаљних истраживања и анализа, јер само у том случају сав тај рад тих комисија даје резултате, те уколико остане само слово на папиру њихов рад није искориштен.

Да све није негативно у раду Комисија за ислеђење ванредних догађаја приказано је и на примјеру ВД који се десио на ПП Љеб. У овом случају Комисија је одрадила добар посао и утврдила тачан узрок и одговорне за ВД. На основу Комисијског иследничког извјештаја могу се утврдити разлози зашто се исти десио те предузети мјере како би се број ВД на овом дијелу пруге ЖРС смањило.

Оно што је примјеђено непосредним опажањем у дужем периоду, а које је рађено у сврху израде овог рада је то да је интензитет саобраћаја изузетно висок на овом ПП, што не чуди с обзиром на положај прелаза, али оно што брине јесте и то да возачи друмских возила прелазе овај ПП великом брзином, те да у случају потребе не могу се зауставити на потребној удаљености од прелаза, што је био случај и на конкретном примјеру ВД који је поменут овдје. Даље, примјеђено је и то да одређен број возача избегава полубранике такозваном „цик цак“ возњом, те због тога увођење сепаратора би било од изузетне користи. Овакав вид мјера довео би до смањења могућности за настанак нових ВД на овој конфликтној тачки, те би спријечио овакво неодговорно понашање.

Оно што даје оправданост овом систему је студија (Ерцеговац, 2021) која говори да је прије и послије инсталације сепаратора заобилажење полубраника смањено са 25 на према 1. На овај начин се постиже значајна редукација у броју заобилажења полубраника у односу на устаљене начине са само полубраницима. Инвестиција је мале природе, а у многоме унапријеђује ПП. Такође, према студији која је рађена у Америци (*Federal Railroad Administration, 2002*) редукација у заобилажењу аутоматских полубраника након увођења сепаратора је чак 77%, што довољно говори о квалитету овог рјешења.

Ипак, саобраћај поред свих бенефита које доноси има и низ негативних посљедица које нарушавају само друштво. Циљ је спријечити, односно у највећој мјери смањити негативне посљедица саобраћаја, а искористити што више бенефита које он доноси. Да би се то остварило, потребно је радити анализе већ насталих СН. Сама вјештачења кроз налазе и мишљења дају многе одговоре на питања под којим околностима су се десили неки ВД и под којим околностима би се исти могли избјећи у будућности.

6. ЛИТЕРАТУРА

- Агенција за безбједност саобраћаја Републике Српске. (2023). Интерактивна мапа путних прелаза Републике Српске
- Antić, B. (2013). Razvoj vremensko-prostorne analize i značaj kvaliteta nalaza i mišljenja veštaka. U XII simpozijumu „Veštačenje saobraćajnih nezgoda i prevare u osiguranju“, Divčibare.
- Ercegovac, P. (2021). Model za procenu i komparaciju rizika od nastanka nesreća i nezgoda na putno-pružnim prelazima [Magistarski rad, Univerzitet u Novom Sadu].
- Federal Railroad Administration. (2002). Sealed Corridor. Washington, DC: U.S. Department of Transportation.
- Kulović, M. (2018). Vještačenje uzroka nastanka saobraćajne nezgode i vještačenje vjerovatnosti postojanja saobraćajne nezgode, u čemu je razlika? Banja Luka.
- Tojagić, M. (2015). Bezbednost drumskog saobraćaja. Brčko.
- Vujančić, M., & Lipovac, K. (2013). Od procene do tvrdnje – način izražavanja stavova veštaka pri izradi saobraćajno-tehničkog veštačenja. U XII simpozijumu „Veštačenje saobraćajnih nezgoda i prevare u osiguranju“, Divčibare.
- Жељезнице Републике Српске. (2024). Извјештај о стању безбједности и уредности у жељезничком саобраћају за 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022 и 2023. годину. Добој: Сектор унутрашње контроле.

ANALIZA KAPACITETA I NIVOA USLUGE JEDNOTRAČNE KRUŽNE RASKRSNICE NA MAGISTRALNOM PUTU M-17

ANALYSIS OF CAPACITY AND LEVEL OF SERVICE OF A SINGLE-LANE ROUNDABOUT ON THE M-17 MAIN ROAD

Dragan Mirković¹, Luka Kertić²

Rezime: U posljednjih nekoliko godina insistira se na projektovanju kružnih raskrsnica, na mjestima gdje je to moguće, jer one smanjuju broj konfliktnih tačaka u odnosu na standardne četvorokrake i trokrake raskrsnice i redukuju brzinu prilaznog toka, što omogućava veću bezbjednost i efikasnost saobraćajnog toka. Kapacitet same kružne raskrsnice se može definisati kao maksimalan broj vozila koji može ući u zonu kruženja u jedinici vremena na prilazu kružne raskrsnice, a u zavisnosti od veličine protoka u kružnom (prioritetnom) dijelu raskrsnice. Nivo usluge predstavlja kvalitativnu mjeru efekata složenog djelovanja velikog broja faktora na uslove odvijanja saobraćaja kružne raskrsnice. U ovom radu, za ocjenu kapaciteta i nivoa usluge korišćeni su postupci HCM-a koji predstavlja najcitiraniji priručnik za proračun kapaciteta na putnoj i uličnoj mreži. Rezultati su pokazali da raskrsnica funkcioniše u uslovima preopterećenja, pri čemu dolazi do znatnog narušavanja kontinuiteta saobraćajnih tokova. Utvrđeno je da je postojeći kapacitet znatno premašen, što se ogleda u formiranju dugih kolona vozila, učestalim zastojevima, produženju vremena čekanja itd. Dobijeni rezultati ukazuju na potrebu za hitnim intervencijama u vidu optimizacije režima saobraćaja ili infrastrukturnih zahtjeva, kako bi se poboljšao protok vozila i obezbjedio viši nivo usluge u budućnosti.

Ključne reči: kružna raskrsnica, kapacitet, nivo usluge

Abstract: In recent years, there has been a strong emphasis on designing roundabouts wherever possible, as they reduce the number of conflict points compared to standard four-leg and three-leg intersections and decrease the speed of approaching traffic, which enhances both safety and efficiency of traffic flow. The capacity of a roundabout can be defined as the maximum number of vehicles that can enter the circulatory roadway from an approach within a unit of time, depending on the flow rate within the circulating (priority) stream. The level of service represents a qualitative measure of the effects of numerous interacting factors on the operational conditions of traffic at a roundabout. In this study, the Highway Capacity Manual (HCM) methodology, which is the most widely cited guideline for calculating capacity on road and street networks, was applied to evaluate the capacity and level of service. The results indicate that the roundabout operates under oversaturated conditions, leading to significant disruptions in traffic flow. It was determined that the existing capacity is substantially exceeded, which results in the formation of long vehicle queues, frequent delays, increased waiting times etc. The obtained results indicate the need for urgent interventions, either through optimization of traffic control or infrastructure improvements, in order to enhance traffic flow and ensure a higher level of service in the future.

Keywords: roundabout, capacity, level of service

1. UVOD

Krajem XX i početkom XXI vijeka izgradnja kružnih raskrsnica značajno je porasla, jer su se pokazale kao jednostavno i efikasno rješenje za regulisanje saobraćaja i povećanje bezbjednosti. Kružne raskrsnice postale su jedan od najzastupljenijih oblika raskrsnica u urbanim sredinama, naročito tamo gdje je potrebno omogućiti neprekidan protok vozila bez korištenja semafora. Osim što poboljšavaju protok saobraćaja, kružne raskrsnice smanjuju rizik od ozbiljnih saobraćajnih nezgoda, naročito onih koje nastaju usljed sudara pod pravim uglom, tipičnih za klasične raskrsnice. Ipak, mnogim vozačima kružna raskrsnica predstavlja nepoznanicu i mjesto gdje se često prave greške. Problem prolaska raskrsnicom sa kružnim tokom evidentan je.

Uslovi saobraćaja i veličina maksimalnog toka koga može da propusti kružna raskrsnica, pored geometrijskih elemenata i karakteristika saobraćajnog toka, u velikoj mjeri su zavisni i od načina regulisanja saobraćaja na kružnoj raskrsnici. U ovom radu se posmatra kružna raskrsnica bez svjetlosne signalizacije. Moguća su dva načina regulisanja saobraćaja na prilazu kružnoj raskrsnici:

- a) Kružne raskrsnice na kojima vozila u kružnom toku nemaju prednost i

¹ Mirković Dragan, student, Saobraćajni fakultet Doboje, Univerzitet u Istočnom Sarajevu, mirkovicdragan71@gmail.com

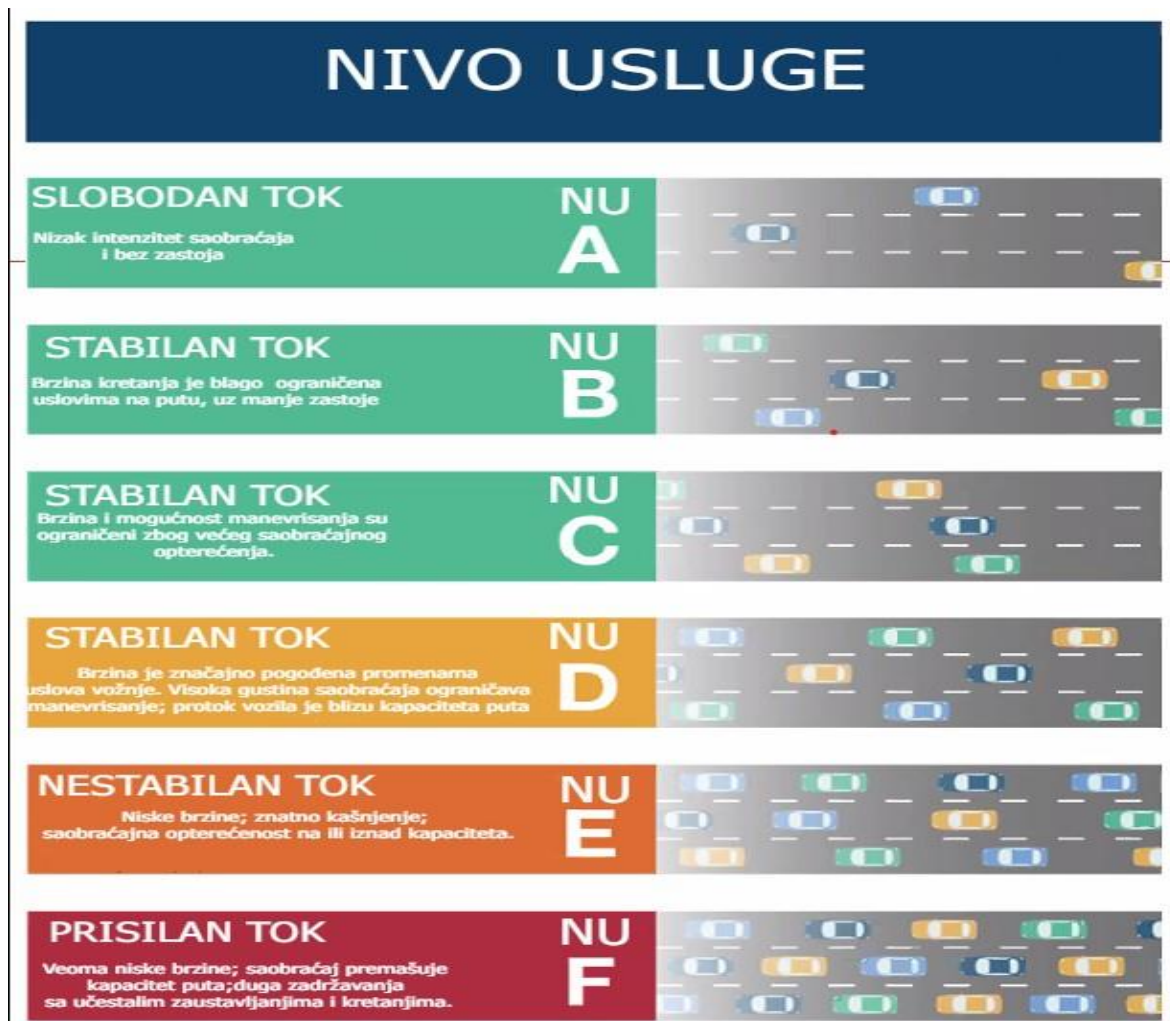
² Kertić Luka, student, Saobraćajni fakultet Doboje, Univerzitet u Istočnom Sarajevu, lukakertic2@gmail.com

b) Kružne raskrsnice na kojima vozila u kružnom toku imaju prednost. (Kuzović i dr, 2000.)

Kružni tok saobraćaja je kanalisana kružna raskrsnica u kojoj se saobraćaj odvija kružno oko centralnog ostrva u smjeru suprotnom od kretanja kazaljke sata, tako da motorni saobraćaj koji ulazi u kružnu raskrsnicu daje prednost saobraćaju koji se već odvija u istoj.

Kapacitet ili propustna sposobnost funkcionalnih dijelova mreže drumskih saobraćajnica u najopštijem smislu predstavlja maksimalnu veličinu protoka vozila koja se može ostvariti na posmatranom funkcionalnom dijelu mreže u jedinici vremena pri preovlađujućim tehničko-eksploatacionim, saobraćajnim, regionalnim i ambijentalnim uslovima. (Kuzović i dr, 2000.)

Nivo usluge u najopštijem smislu predstavlja kvalitativnu mjeru uslova saobraćajakojaja se iskazuje odgovarajućim pokazateljima s obzirom na funkcionalni dio mreže. Razlikujemo 6 nivoa usluge (od A do F). (Kuzović i dr, 2000.)



Slika 1. Nivo usluge od A do F

Izvor: [<https://t4america.org/resource/community-connectors/what-they-mean/level-of-service/>]

1.1. Istorijski razvoj kružnih raskrsnica

Prvi koncept kružnog saobraćajnog toka osmislio je Francuz Eugène Hénard još 1903. godine. Njegove ideje bile su revolucionarne za to vrijeme, jer su predstavljale rješenje za sve veću gustinu saobraćaja i česte saobraćajne nezgode u velikim gradovima. Prva praktična upotreba kružne raskrsnice zabilježena je na lokalitetu Columbus Circle u Njujorku 1905. godine.

Ova raskrsnica bila je pionirski pokušaj da se pomoću kružnog oblika reguliše saobraćaj bez semafora, što je značajno smanjilo broj saobraćajnih nezgoda i povećalo protok. U Evropi je prva kružna raskrsnica izgrađena 1907. godine na Place de l'Étoile u Parizu, jednom od najprometnijih dijelova grada. Prvi kružni tok u Velikoj Britaniji izgrađena je 1909. godine pod nazivom Sollershott Circus. Nalazi se u Letchworth-u i povezuje 6 ulica (<https://www.scribd.com/document/397605315/351828910-KRU%C5%BDNI-TOKOVI>, 3. 8. 2025.). Od tada se kružne raskrsnice brzo proširuju i postaju standard u mnogim zemljama svijeta.

1.2. Prednosti i nedostaci jednotračnih kružnih raskrsnica

Prednosti jednotračnih kružnih raskrsnica u odnosu na klasične površinske raskrsnice su, prije svega, u njihovim sljedećim karakteristikama (Priručnik za projektovanje puteva u Republici Srpskoj, 2012):

- visok nivo bezbjednosti u saobraćaju (manji broj konfliktnih tačaka nego kod klasičnih površinskih raskrsnica, eliminacija konfliktnih tačaka raskrsnice i preplitanja, manje brzine u sudarima sa nemotorizovanim učesnicima u saobraćaju, nemogućnost vožnje kroz raskrsnicu bez smanjenja brzine);
- mogućnost propuštanja saobraćajnih tokova velikog intenziteta,
- manje vrijeme čekanja (kontinuiranost vožnje),
- manja buka i emisija štetnih gasova,
- manji troškovi održavanja,
- dobro rješenje kao mjera za umirivanje saobraćaja u urbanim sredinama,
- povećan protok pri niskim do umjerenim saobraćajnim opterećenjima,
- manje posljedice saobraćajnih nezgoda (nema čeonih sudara, kao ni sudara pod pravim uglom).

Osnovni nedostaci jednotračnih kružnih raskrsnica u odnosu na klasične površinske raskrsnice su:

- ograničen kapacitet i smanjena efikasnost pri većem intenzitetu saobraćaja,
- ograničenja za teretna i dugačka vozila,
- smanjena preglednost za pješake i bicikliste,
- otežana nadogradnja
- veći broj kružnih raskrsnica u nizu ne omogućava sinhronizaciju („zeleni talas“),
- naknadna semaforizacija ne utiče značajno na povećanje kapaciteta.

1.3. Pravila ponašanja u kružnoj raskrsnici

Zakonom osnovama bezbjednosti saobraćaja na putevima u Bosni i Hercegovini („Službeni glasnik BiH“, broj 6/2006, 75/2006, 44/2007, 84/2009, 48/2010, 18/2013, 8/2017, 89/2017, 9/2018, 46/2023 i 88/2023) u članu 50, definisano je:

- Vozač koji se približava raskrsnici mora da vozi s povećanom oprežnošću, koja odgovara uslovima saobraćaja na raskrsnici.
- Vozač koji se približava raskrsnici dužan je da vozi takvom brzinom da može da se zaustavi i propusti vozila koja u raskrsnici imaju prvenstvo prolaza.
- Vozač je dužan da pred raskrsnicom vozilom zauzme položaj na dovoljnoj udaljenosti, na onoj saobraćajnoj traci kojom mora da prođe kroz raskrsnicu.

U zakonu o osnovama bezbjednosti saobraćaja na putevima Bosne i Hercegovine, osim ova tri stava iz člana 50, nisu preciznije definisana pravila ponašanja koja se primjenjuju na kružnim raskrsnicama.

U Pravilniku o saobraćajnim znakovima i signalizaciji na putevima („Službeni glasnik BiH“ broj 06/06, Pravilnik o saobraćajnim znakovima i signalizaciji na putevima, načinu obilježavanja radova i prepreka na putu, o znakovima koje učesnicima u saobraćaju daje ovlašteno lice) osim saobraćajnih znakova II-64 (kružni tok saobraćaja) i II-1 (nailazak na put sa prvenstvom prolaza) ne postoje drugi saobraćajni znakovi ili oznake koje su predviđene za upotrebu na kružnim raskrsnicama.

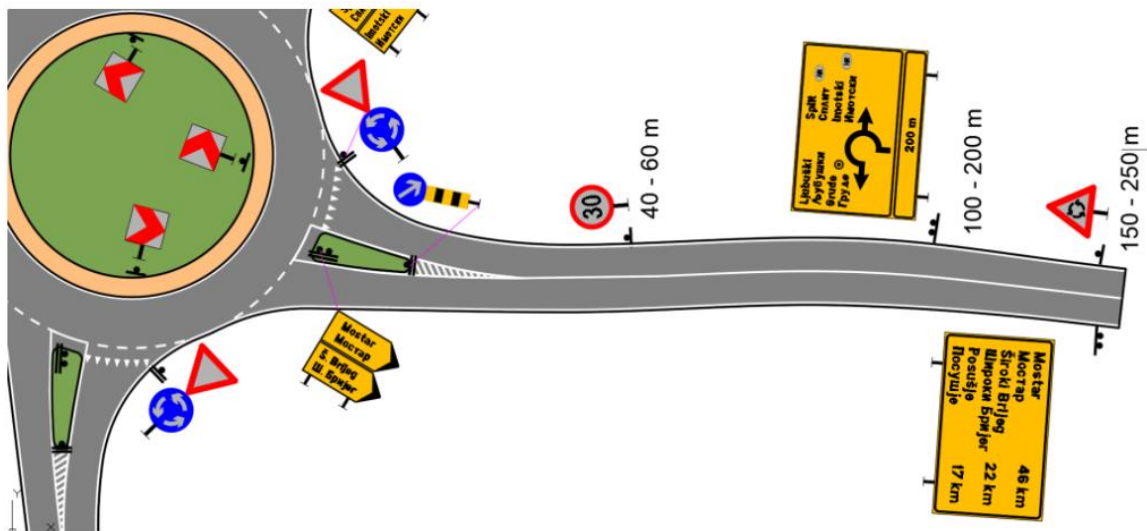


Slika 1. Kružni tok saobraćaja (II-64)



Slika 2. Raskrsnica sa kružnim tokom saobraćaja (I-40)

Na sljedećoj slici prikazan je primjer horizontalne i vertikalne signalizacije na prilazu u kružni tok saobraćaja.



Slika 3. Položaj horizontalne i vertikalne signalizacije na prilazu u kružni tok

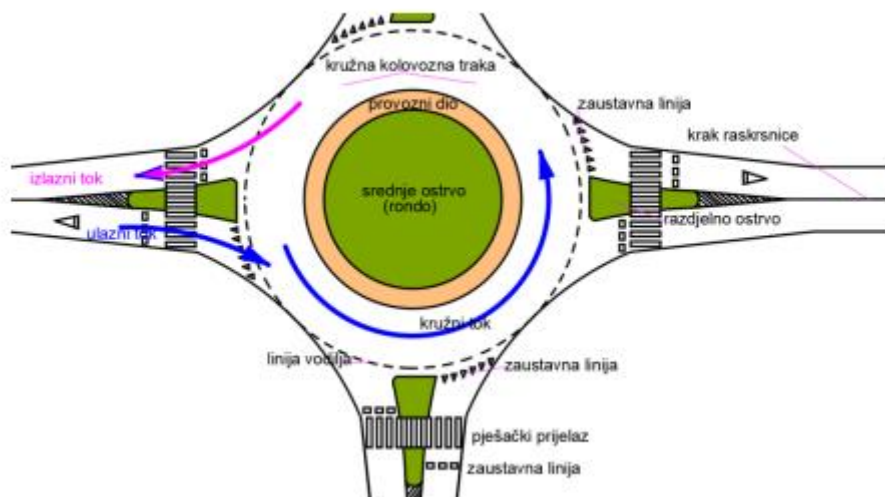
Izvor: [JP ceste Federacije BiH, Sarajevo 2023]

Pravila ponašanja koja se primjenjuju u našoj državi i regionu u kružnoj raskrsnici su:

- Vozila u kružnom toku imaju pravo prvenstva prolaza u odnosu na vozila koja ulaze u kružnu raskrsnicu („pravilo desne strane“ ne primjenjuje se na kružnim raskrsnicama);
- Vozilo koje ulazi u kružnu raskrsnicu ne zaustavlja se ako ima slobodan ulaz, već ulazi u kružnu raskrsnicu sa smanjenom brzinom;
- Pješaci i biciklisti u kružnim raskrsnicama poštuju ista pravila kao na klasičnim raskrsnicama.

1.4. Elementi kružne raskrsnice

Osnovni elementi svake kružne raskrsnice su prikazani na sljedećoj slici.



Slika 4. Elementi kružne raskrsnice

Izvor: [https://jpcfbih.ba/assets/upload/Dokumenti%20-%20Ostalo/Kruzni/Kruzni_tok.pdf]

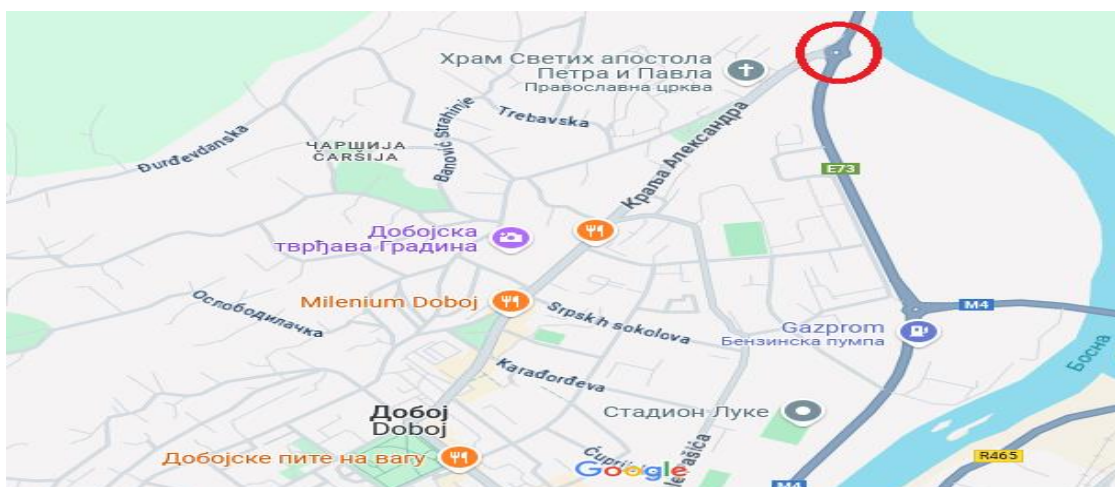
2. METOD ISTRAŽIVANJA

Terensko istraživanje je realizovano 10. juna 2025. godine na kružnoj raskrsnici koja se nalazi na ulazu u grad Doboј iz pravca Modriče. Cilj istraživanja bio je da se, na osnovu prikupljenih saobraćajnih podataka, izvrši ocjena kapaciteta i nivoa usluge navedene kružne raskrsnice, u skladu sa važećim metodologijama saobraćajnog inženjstva.

Podaci su prikupljeni posmatranjem saobraćajnih tokova u popodnevnom vršnom opterećenju (u periodu od 15-16 časova). Fokus istraživanja bio je na identifikaciji trenutnog nivoa usluge raskrsnice, identifikaciji potencijalnih zagušenja, kao i na utvrđivanju da li raskrsnica zadovoljava zahtjeve saobraćajnog opterećenja u sadašnjim i projektovanim uslovima.

2.1. Lokacija istraživanja

Položaj posmatrane raskrsnice prikazan je na mapi.



Slika 5. Lokacija kružne raskrsnice

Izvor: [https://www.google.com/maps]

Riječ je o kružnoj saobraćajnoj raskrsnici koja se sastoji od jedne saobraćajne trake na svakom ulazu i izlazu, kao i od jedne saobraćajne trake u samom kružnom toku. Raskrsnica se nalazi na magistralnom putu M-17 i predstavlja jednu od glavnih saobraćajnih poveznica u ovom dijelu države. Ova raskrsnica ima značajnu ulogu u regulisanju saobraćaja na spoju nekoliko važnih putnih pravaca, koji povezuju Doboju sa susjednim opštinama i regionalnim centrima.



Slika 6. Posmatrana kružna raskrsnica

Izvor: [<https://www.dobojski.info/drustvo-i-politika/fijasko-kruznog-toka-jos-jedan-popravni-vozaci-na-ivici-nervnog-sloma-odgovorni-i-dalje-mirno-spavaju>]

2.2. Prikupljanje podataka i proračun

Podaci neophodni za sprovođenje ovog istraživanja prikupljeni su na osnovu video snimka, napravljenog pomoću mobilnog telefona. Podaci su prikupljeni posmatranjem saobraćajnih tokova u popodnevnom vršnom opterećenju (u periodu od 15-16 časova). Posmatrana su vozila na tri prilaza.

Nakon dobijenih podataka proračun nivoa usluge na svakom kraku vršen je na osnovu metodologije definisane u priručniku HCM 2010.

Za analizu jednotračnih kružnih raskrsnica neophodni su sljedeći podaci (HCM, 2010):

- Broj i raspored saobraćajnih traka na svakom prilazu;
- Bilo koji od sljedećih:
 - Zahtijevani tok za svaki manevar vozila koja ulaze u kružni tok i za svako kretanje pješaka na pješačkom prelazu tokom vršnih 15 minuta ili
 - Zahtijevani tok za svaki manevar vozila koja ulaze u kružni tok i za svako kretanje pješaka na pješačkom prelazu tokom vršnog časa i faktor vršnog časa;
- Procenat teretnih vozila;
- Dužina analiziranog perioda, a obično je to vršni 15-minutni period unutar vršnog časa. Međutim, može biti analiziran bilo koji 15-minutni period.

Kapacitet jednog prilaza je zasnovan na konfliktnom toku, a jednačina za njegovu procjenu je:

$$c_{e,pce} = 1.130e^{(-1 \times 10^{-3})v_{c,pce}} \quad (1)$$

gdje je:

$C_{e,pce}$ = kapacitet prilaza, prilagođen za teretna vozila [pa/h]

$v_{c,pce}$ = konflikti protok [pa/h]

Model za proračun prosječnih vremenskih gubitaka za svaku traku je:

$$d = \frac{3.600}{c} + 900T \left[x - 1 + \sqrt{(x-1)^2 + \frac{\left(\frac{3.600}{c}\right)x}{450T}} \right] + 5 \times \min[x, 1] \quad (2)$$

gdje je:

d = prosječni vremenski gubici [s/voz]

x = odnos tok/kapacitet za posmatranu traku

c = kapacitet posmatrane trake [voz/h]

T = vremenski period [h] ($T=0,25$ h za 15-minutnu analizu)

Kao što se može vidjeti iz prethodne jednačine, prosječni vremenski gubici za datu traku su u direktnoj zavisnosti od kapaciteta trake i stepena zasićenosti saobraćajnog toka.

Prosječni vremenski gubici za cijelu kružnu raskrnicu se dobijaju primjenom jednačine (3):

$$d_{intersection} = \frac{\sum d_i v_i}{\sum v_i} \quad (3)$$

gdje je:

$d_{intersection}$ = vremenski gubici za cijelu raskrnicu [s/voz]

d_i = vremenski gubici za prilaz i [s/voz]

v_i = protok za prilaz i [voz/h]

Nivo usluge za svaku traku, odnosno za svaki prilaz jednostrane kružne raskrsnice, kao i za cijelu raskrnicu procjenjuje se na osnovu Tabele 1. i izračunatih ili izmjerenih vrijednosti prosječnih vremenskih gubitaka.

Tabela 1. Kriterijumi za nivo usluge na kružnim raskrsnicama

Izvor: (HCM, 2010)

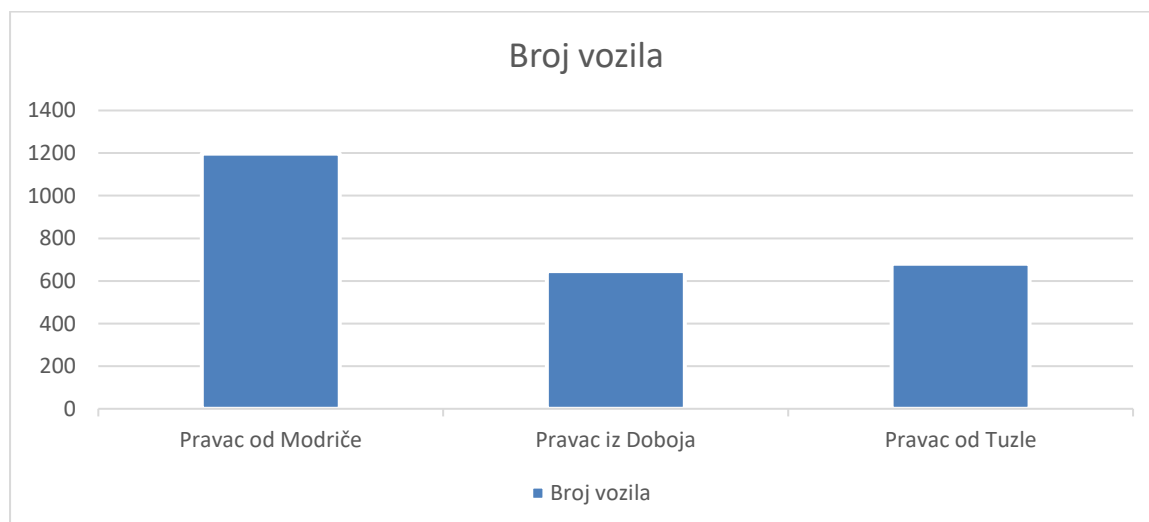
Vremenski gubici (s/voz)	Nivo usluge na osnovu odnosa tok/kapacitet	
	$v/c \leq 1$	$v/c > 1$
0-10	A	F
>10-15	B	F
>15-25	C	F
>25-35	D	F
>35-50	E	F
>50	F	F

Prema Tabeli 1., nivo usluge F se dodjeljuje ako odnos tok/kapacitet za traku prekoračuje 1 bez obzira na vremenske gubitke.

3. REZULTATI

Istraživanjem je obuhvaćeno 2.525 vozila u periodu od 60 minuta snimanja. U sprovedenom istraživanju analiziran je nivo usluge na jednotračnoj kružnoj raskrsnici primjenom relevantnih saobraćajnih pokazatelja kao što su: protok vozila po satima vršnog opterećenja, kapacitet saobraćajnice, vremenski gubici vozila. Nakon utvrđivanja rezultata po već pomenutom metodu, utvrđeno je da je nivo usluge na svakom kraku F pa je samim tim nivo usluge na cijeloj raskrsnici F.

Na dijagramu je prikazan broj vozila na svakom od ulaza u kružnu raskrsnicu za koju je vršen proračun.



Slika 8. Broj vozila na prilazima u kružnu raskrsnicu

Na osnovu broja vozila na svakom ulazu, prikazanog na prethodnom dijagramu, proračunate su vrijednosti kapaciteta za svaku traku kao i vrijednosti odnosa tok/kapacitet za posmatranu traku.

Tabela 2. Podaci za utvrđivanje nivoa usluge

Posmatrana traka	Protok (Vi)	Kapacitet (Ci)	Odnos tok/kapacitet za posmatranu traku (x)	Nivo usluge (NU)
Pravac iz doboja (A)	718 [voz/h]	362 [voz/h]	1,98	F
Pravac od Tuzle (B)	757 [voz/h]	490 [voz/h]	1,54	F
Pravac od Modriče (C)	1330 [voz/h]	905 [voz/h]	1,47	F

Kao što je već ranije napomenuto, po HCM-u 2010, ukoliko je odnos tok/kapacitet veći od 1 dodjeljuje se nivo usluge F bez obzira na vremenske gubitke.

4. DISKUSIJA REZULTATA

Nivo usluge F, prema definicijama iz Highway Capacity Manual-a (HCM), predstavlja situaciju u kojoj dolazi do preopterećenja saobraćajnog sistema, izraženog kroz duga zadržavanja vozila, stalna zaustavljanja, povećanu gustinu saobraćaja i nepredvidiv protok. U kontekstu kružnih raskrsnica, ovaj nivo ukazuje da kapacitet kružnog toka više nije dovoljan da obradi broj vozila koji mu prilazi, što rezultira formiranjem prekomjernih kolona i značajnim vremenskim gubicima za učesnike u saobraćaju.

Osnovna pretpostavka je da je razlog za ovakvo stanje je to što kružna raskrsnica ima samo jednu saobraćajnu traku, pa može da propusti ograničen broj vozila u jedinici vremena. Kada tokom dana na raskrsnicu dolazi više vozila nego što ona može da primi, vozila počinju da se nakupljaju na prilazima, stvaraju se duge kolone, a vrijeme čekanja se značajno produžava.

Prostorna konfiguracija i geometrija raskrsnice dodatno otežavaju efikasno manevrisanje, posebno kod većih vozila ili u slučajevima kada vozači pokazuju nesigurnost prilikom ulaska i izlaska iz kružnog toka. Ova nesigurnost nerijetko dovodi do prekida toka, čime se gubi kontinuitet kretanja i narušava ukupni protok. Poseban izazov predstavlja neuravnoteženost saobraćajnog opterećenja, pri čemu jedan ili više prilaza imaju dominantan priliv vozila, dok ostali prilazi ostaju blokirani, bez mogućnosti uključivanja, što rezultuje dodatnim akumuliranjem vozila u zoni raskrsnice.

Osim toga, ponašanje učesnika u saobraćaju, uključujući nesigurnost pri ulasku i izlasku iz kružnog toka, može doprinjeti smanjenju efikasnosti i povećanju ukupnog vremena putovanja. Sve ove okolnosti ukazuju na to da postojeće stanje zahtijeva detaljnu rekonstrukciju, nadogradnju ili reorganizaciju saobraćajnih tokova, kako bi se povećala bezbjednost i funkcionalnost raskrsnice.

5. ZAKLJUČAK I PRIJEDLOG MJERA

Na osnovu sprovedene analize nivoa usluge, utvrđeno je da analizirana jednostručna kružna raskrsnica funkcioniše na nivou usluge F, što ukazuje na ozbiljna zagušenja, duge kolone, produženo vrijeme čekanja i nizak nivo bezbjednosti u odvijanju saobraćaja. Ovakvo stanje direktno utiče na efikasnost i funkcionalnost saobraćajnog sistema, a posebno je problematično u uslovima vršnog opterećenja kada raskrsnica postaje čvorište zastoja i nervoze učesnika u saobraćaju.

Jasno je da postojeća infrastrukturna rješenja nisu dovoljna da odgovore na savremene saobraćajne potrebe, naročito u urbanim sredinama sa stalnim porastom broja vozila i intenziteta saobraćaja. Jednostručne kružne raskrsnice, iako efikasne u manje opterećenim sredinama, pokazuju značajne slabosti u kontekstu urbanih zona i pristupnih saobraćajnica većih gradova. S obzirom na utvrđeno stanje, primarno i najefikasnije rješenje jeste rekonstrukcija postojeće jednostručne u dvotračnu kružnu raskrsnicu. Ovakav model se već primjenjuje u većim gradovima gdje su na glavnim ulazima u grad izgrađene dvotračne kružne raskrsnice koje omogućavaju veći

kapacitet, bolje razdvajanje tokova i značajno veći nivo usluge. Dobar primjer predstavlja i grad Mostar, gdje je projektovana turbo kružna raskrsnica i ona dodatno povećava protok i smanjuje broj konfliktnih tačaka.



Slika 9. Turbo kružni tok

Izvor: [<https://www.jabuka.tv/pogledajte-kako-su-tekli-radovi-na-turbo-rotoru-u-mostaru/>]

Uvođenjem dvotračnog sistema postiže se: povećanje propusne moći za više od 30–50% u odnosu na jednotračnu raskrsnicu, smanjenje zastoja i vremena čekanja na svim prilaznim krakovima, veća bezbjednost i bolja preglednost tokom manevrisanja unutar prstena, efikasnije upravljanje saobraćajem, posebno u uslovima velikih dnevnih fluktuacija vozila.

Pored primarne mjere rekonstrukcije postojeće kružne raskrsnice, moguće je sprovođenje dodatnih intervencija koje mogu značajno doprinijeti unapređenju njenog funkcionisanja. Redizajn prilaznih krakova sa jasno označenim trakama za uključivanje i isključivanje omogućava vozačima lakše i sigurnije manevrisanje. Unapređenje saobraćajne signalizacije, kako vertikalne tako i horizontalne, uz eventualno uvođenje svjetlosne regulacije u periodima najvećeg opterećenja, dodatno povećava efikasnost protoka. Edukacija i informisanje vozača o pravilnoj upotrebi kružnih raskrsnica, posebno dvotračnih, igra veliku ulogu. Implementacijom navedenih mjera može se značajno poboljšati nivo usluge, smanjiti saobraćajni stres kod vozača, i doprinijeti ukupnoj funkcionalnosti i protočnosti mreže gradskih i prigradskih saobraćajnica.

6. LITERATURA

Highway Capacity Manual 2010

Kuzović, Lj., (2000). Kapacitet i nivo usluge drumskih saobraćajnica

Priručnik za projektovanje puteva u Republici Srpskoj. (2012). Beograd

Zakon o osnovama bezbjednosti saobraćaja na putevima u BiH ("Službeni glasnik BiH", broj 6/06, 75/06, 44/07, 84/09, 48/10, 18/13, 8/17, 9/18, 46/23, 88/23)

PONAŠANJE VOZAČA POČETNIKA: IZMEĐU OPREZA I RIZIKA

NOVICE DRIVER BEHAVIOR: FROM CAUTION TO RISK-TAKING

Bojan Marić¹, Krsto Lipovac², Vuk Bogdanović³, Dunja Radović Stojić⁴, Amir Mujkanović⁵

Rezime: Sa ciljem utvrđivanja stavova, navika i ponašanja vozača početnika, u okviru ovog rada sprovedeno je anketno istraživanje koje uključuje tzv. DBQ (Driver Behaviour Questionnaire) upitnik. Kako je uzrok većine saobraćajnih nezgoda direktno povezan sa vozačem, DBQ upitnik je jedan od najčešće korišćenih alata u istraživanjima za utvrđivanje veze između ponašanja vozača i saobraćajnih nezgoda. Upitnik o ponašanju vozača u saobraćaju je onlajn putem prosljeđen vozačima početnicima, a faktorska analiza je pokazala da se podaci najbolje uklapaju u sedmofaktorsko rješenje. Analiza rezultata istraživanja je pokazala da komponenta „Obični prekršaji i neoprezna vožnja“ objašnjava najveći dio varijanse. Sljedeći faktor koji objašnjava najveći dio ukupne varijanse nosi naziv „Greške nastale kao posljedica neiskustva i nepažnje“. Dakle, rezultati ankete su pokazali da je u saobraćajnom toku uvijek prisutna grupa vozača početnika bez dovoljno iskustva i vještina koje su potrebne za efikasno donošenje odluka. Iz tog razloga se za ovu grupu vozača početnika može reći da je čine suviše oprezni vozači početnici. Sa druge strane, u saobraćajnom toku je zastupljena i grupa koju čine previše samouvjereni vozači početnici, koji svjesno ugrožavaju svoju, ali i bezbjednost svih ostalih učesnika u saobraćaju.

Ključne riječi: vozači početnici, ponašanje, DBQ upitnik

Abstract: With the aim of identifying the opinions, habits, and behaviour of novice drivers, this study included a survey based on the Driver Behaviour Questionnaire (DBQ). Since the majority of traffic accidents are directly linked to driver behavior, the DBQ is one of the most widely used tools in research for examining the relationship between driver behaviour and traffic accidents. The questionnaire was distributed online to novice drivers, and factor analysis showed that the data best fit a seven-factor solution. The analysis revealed that the component labeled “Ordinary Violations and Careless Driving” explained the largest portion of variance. The next most significant factor was titled “Mistakes Due to Inexperience and Inattention.” The findings of the survey revealed the consistent presence of a subgroup of novice drivers within the traffic flow who lack the necessary experience and skills for effective decision-making. This subgroup may be characterized as overly cautious novice drivers. On the other hand, the traffic flow also includes a group composed of overly self-confident novice drivers who consciously endanger not only their own safety, but also the safety of all other participants in traffic.

Keywords: novice drivers, behaviour, Driver Behaviour Questionnaire (DBQ)

1. UVOD

Vozači početnici predstavljaju visokorizičnu kategoriju učesnika u saobraćaju, a njihovo neiskustvo i rizično ponašanje veoma često dovodi do saobraćajnih nezgoda sa teškim posljedicama. Upravo zbog specifičnog ponašanja i psihofizičkih karakteristika, mladi vozači početnici su odabrani kao predmet istraživanja ovog rada. Sistemi obuke vozača u svim državama pokazuju da je nivo rizika vozača početnika najveći na početku samostalnog upravljanja vozilom, dok sa iskustvom nivo rizika vozača početnika opada. Visoke stope učešća mladih vozača početnika u saobraćajnim nezgodama su prije svega rezultat nedostatka iskustva i vozačkih vještina, svjesnog stupanja u rizične situacije (vožnja pod uticajem alkohola i opojnih sredstava, korišćenje mobilnog telefona za vrijeme vožnje, namjerno prekoračenje dozvoljene brzine), kao i stavova i načina života tipičnog za njihove godine.

Pollatsek i dr., (2006) navode da vozači početnici imaju oko osam puta veću stopu smrtnosti od najiskusnije grupe vozača, prvenstveno zbog njihove nesposobnosti da predvide rizike koji će se pojaviti na putu. Prema McDonald i dr., (2012), mladi vozači pripadaju grupi sa najvećim rizikom učešća u saobraćajnim nezgodama u

¹ van. prof., dr Marić Bojan, dipl. inž. mašinstva, Saobraćajni fakultet Doboj, Vojvode Mišića 52, Doboj, Bosna i Hercegovina, bojan.marić@sf.ues.rs.ba

² red. prof., dr Lipovac Krsto, dipl. inž. saobraćaja, Saobraćajni fakultet, V. Stepe 305, Beograd, Republika Srbija, k.lipovac@gmail.com

³ red. prof., dr Bogdanović Vuk, dipl. inž. saobraćaja, Fakultet tehničkih nauka, Trg Dositeja Obradovića 6, Novi Sad, Republika Srbija, vuk@uns.ac.rs

⁴ doc., dr Radović Stojić Dunja, dipl. inž. saobraćaja, Saobraćajni fakultet Doboj, Vojvode Mišića 52, Doboj, Bosna i Hercegovina, dunja.radovic@sf.ues.rs.ba

⁵ student, Mujkanović Amir, dipl. inž. saobraćaja, Saobraćajni fakultet Doboj, Vojvode Mišića 52, Doboj, Bosna i Hercegovina, amirmujan66@gmail.com

prvih šest mjeseci ili prvih 1.000 pređenih milja. Prato i dr., (2010) su izvršili identifikaciju glavnih faktora koji utiču na ponašanje mladih vozača u vožnji tokom prve godine nakon izdavanja vozačke dozvole. Rezultati su pokazali da na rizično ponašanje utiče pol, sklonost traženju uzbuđenja, ponašanje njihovih roditelja tokom vožnje, obim vožnje pod nadzorom i nivo roditeljske kontrole.

U dosad objavljenim istraživanjima je ustanovljeno da je mala vjerovatnoća da će vozači početnici predvidjeti opasnost ili zadržati pažnju na put ispred sebe, a kao rezultat toga neće uspjeti da ublaže opasnost usporavanjem, što je posebno izraženo u krivinama. Rezultati predstavljeni u (Muttart i dr., 2013) na simulatoru vožnje pokazali su da je neuspjeh vozača početnika da predvide nadolazeću krivinu bio glavni razlog zašto nisu uspjeli da smanje svoju brzinu na odgovarajući način prije nego što uđu u krivinu.

Dva tipa vozača početnika, suviše oprezni i previše samouvjereni vozači, su identifikovani u (Lucidi i dr., 2010) i (Endriulaitienė i dr., 2020). Naime, Lucidi i dr., (2010) su sproveli istraživanje sa ciljem utvrđivanja podtipova mladih vozača početnika na osnovu kombinacija samoprijavljenih osobina ličnosti, kao i procjenjivanja njihovog rizičnog ponašanja u vožnji na osnovu DBQ upitnika. Na osnovu analize identifikovane su tri grupe vozača i to: rizični vozači, zabrinuti vozači i oprezni vozači. Za grupu rizičnih vozača u kojoj je većina vozača bila muškog pola bili su karakteristični prekršaji, a za grupu zabrinutih vozača gdje je bilo nešto više vozača ženskog pola propusti. Grupu opreznih vozača su činili podjednako vozači i muškog i ženskog pola, a kod ovih vozača je uočen manji broj prekršaja, grešaka i propusta iz čega je proizašlo manje učešće u saobraćajnim nezgodama.

Endriulaitienė i dr., (2020) su istraživali promjene u uvjerenjima vozača početnika na početku obuke, na kraju obuke i nakon prve godine samostalne vožnje. Stavovi koje su vozači ocjenjivali su preuzeti iz pet različitih upitnika među kojima je bio i DBQ upitnik. Rezultati istraživanja su pokazali da su rizični stavovi, samoefikasnost u vožnji i strah od vožnje predvidjeli prijavljene prekršaje i greške. Walshe i dr., (2018) su primjenom DBQ upitnika utvrdili da je korišćenje mobilnog telefona u toku vožnje pokazatelj namjernog preuzimanja rizika od strane vozača početnika.

Istraživanja sprovedena u našem regionu pokazala su da rizična ponašanja vozača zavise od tipa vozača i kulturnog i društvenog okvira. Na primjer, Maslač i dr., (2017) su validirali DBQ upitnik kroz petofaktorsku strukturu za profesionalne vozače u Srbiji koji prevoze opasnu robu. Takođe, komparativna analiza profesionalnih i neprofesionalnih vozača ukazala je na razlike u faktorima i prediktorima rizičnog ponašanja, što potvrđuje potrebu da se DBQ primjenjuje posebno na različite ciljne grupe (Maslač i dr., 2018). Pored toga, Stanojević i dr., (2018) su sproveli istraživanje u Srbiji, Bugarskoj i Rumuniji i pokazali da i socioekonomski i kulturološki faktori utiču na strukturu i intenzitet rizičnih ponašanja, iako je osnovna podjela na greške i prekršaje ostala stabilna.

U istraživanju sprovedenom u ovom radu ciljna grupa su mladi vozači početnici, tj. učenici završnih razreda srednjih škola koji su nedavno stekli vozačku dozvolu. Kod njih se istovremeno prepliću razvojne karakteristike mladih i nedostatak iskustva tipičan za početnike, što ovu grupu čini posebno rizičnom u saobraćaju i time definiše istraživački problem. Cilj rada je da se identifikuju obrasci ponašanja mladih vozača početnika primjenom DBQ upitnika i faktorske analize, te da se ispita povezanost izdvojenih faktora sa polom, godinama i vozačkim iskustvom. Pretpostavlja se da će se izdvojiti više faktora sličnih prethodnim istraživanjima, a da će pol i iskustvo imati značajan uticaj na ponašanje. Naučni doprinos rada ogleda se u tome što predstavlja jedno od prvih sistematskih istraživanja mladih vozača početnika u Bosni i Hercegovini, zasnovano na primjeni validiranog DBQ upitnika i sveobuhvatnoj statističkoj analizi.

2. METODOLOGIJA

2.1. Materijali i instrumenti

Prva verzija upitnika: Sa ciljem utvrđivanja mišljenja, navika i običaja vozača početnika, osmišljena je anketa koja je onlajn putem prosljeđena vozačima, a sastoji se od pet pitanja pri čemu se prvo pitanje odnosi na vozačko iskustvo. Pretpostavka je bila da će upitnik popuniti i drugi zainteresovani vozači osim vozača početnika te je stoga prvo pitanje poslužilo za sprovođenje selekcije, tj. odabir isključivo vozača početnika kao učesnika istraživanja. Ostala četiri pitanja se odnose na vrijeme i rastojanje koje je potrebno vozaču sa sporednog prilaza da bezbjedno izvrši skretanje lijevo/desno, a uz svako pitanje je priložena slika trokrake raskrsnice. Na samom početku je naglašeno da je riječ o raskrsnici smještenoj u urbanom području grada Doboja čiji je sporedni prilaz regulisan saobraćajnim znakom „Obavezno zaustavljanje“ (II-2) te da se može pretpostaviti da je brzina kretanja

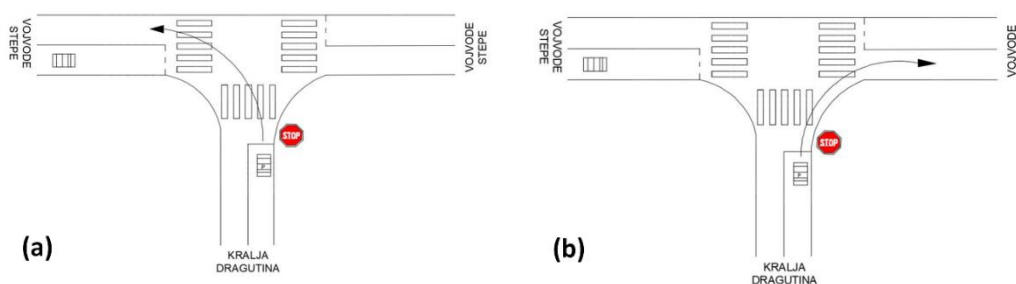
vozila iz glavnog toka oko 40 [km/h]. Formulacija pitanja koja su postavljena vozačima, a koja su vezana za prikazane manevre na **Slici 1** su data u tekstu ispod.

Uz **Sliku 1.(a)**:

- Koliko je potrebno VREMENA kako bi vozač sa sporednog prilaza bezbjedno izvršio skretanje LIJEVO ako mu u susret dolazi vozilo iz glavnog toka?
- Koliko je potrebno RASTOJANJE od vozila iz glavnog toka kako bi vozač sa sporednog prilaza bezbjedno izvršio skretanje LIJEVO?

Uz **Sliku 1.(b)**:

- Koliko je potrebno VREMENA kako bi vozač sa sporednog prilaza bezbjedno izvršio skretanje DESNO ako mu u susret dolazi vozilo iz glavnog toka?
- Koliko je potrebno RASTOJANJE od vozila iz glavnog toka kako bi vozač sa sporednog prilaza bezbjedno izvršio skretanje DESNO?



Slika 1. Manevri skretanja na posmatranoj raskrsnici: (a) lijevo skretanje, (b) desno skretanje

Usvojeno je da je vrijeme potrebno kako bi vozač sa sporednog prilaza bezbjedno izvršio skretanje lijevo i desno oko 5-10 [s], dok je rastojanje potrebno za bezbjedno sprovođenje lijevog i desnog skretanja oko 20-100 [m]. Anketu je ispunilo ukupno 127 vozača početnika, pri čemu je 38 vozača dalo tačan odgovor na pitanje koje se odnosi na vrijeme potrebno za lijevo skretanje, a 46 vozača je tačno odgovorilo na pitanje koje se odnosi na vrijeme potrebno za desno skretanje. Kada je u pitanju rastojanje potrebno za bezbjedno izvođenje manevra, 40 vozača početnika je dalo tačan odgovor na pitanje koje se odnosi na lijevo skretanje, a 38 vozača je tačno odgovorilo na pitanje koje se odnosi na desno skretanje. Zaključuje se da je samo oko 30% vozača početnika dalo tačne odgovore, odnosno velika većina vozača početnika nije zapravo svjesna koliko im je potrebno vremena/rastojanja za bezbjedno izvođenje manevra skretanja. Dakle, oko 70% vozača početnika je dalo besmislene, odnosno beskorisne odgovore te ovakav vid anketiranja nije dao mjerodavne rezultate.

Druga verzija upitnika – DBQ upitnik: S obzirom na beznačajnost dobijenih odgovora vozača početnika, formirana je nova onlajn anketa – DBQ upitnik koji se sastoji iz dva dijela. Prvi dio se sastoji od 14 pitanja koja se odnose na osnovne informacije o ispitaniku (pol, godine, mjesto prebivališta, obrazovanje, zanimanje, vozačko iskustvo, učesće u saobraćajnim nezgodama, pređena kilometraža itd.). Drugi dio DBQ upitnika se sastoji od 34 stavke/pitanja koja su odabrana na osnovu najcitiranijih radova u kojima je korišćen pomenuti upitnik tako što su izdvojene stavke sa najvećim faktorskim opterećenjima i prilagođene vozačima u Bosni i Hercegovini.

Sva pitanja su podijeljena u sedam grupa koje se odnose na različite oblike ponašanja u saobraćaju. Prvu grupu činilo je šest pitanja koja opisuju obične prekršaje i neopreznu vožnju, poput prekoračenja brzine, korišćenja mobilnog telefona, parkiranja na nedozvoljenom mjestu, ubrzavanja na semaforu, vožnje preblizu drugom vozilu i oduzimanja prvenstva prolaza. Drugu grupu sa osam pitanja predstavljale su greške zbog neiskustva i nepažnje, među kojima se nalaze pogrešno rukovanje uređajima, greške pri prebacivanju brzina, neprimjećivanje znakova i pješaka, zaboravljanje ručne kočnice ili svjetala, kretanje iz treće brzine i izostanak provjere retrovizora. Treću grupu činila su četiri pitanja koja obuhvataju agresivne prekršaje, poput namjernog korišćenja dugih svjetala, usporavanja da se nerviraju vozači iza, ubrzavanja prilikom preticanja i vožnje neposredno iza drugog vozila iz ljtunje. Četvrta grupa sa sedam pitanja odnosila se na opasne greške, prekršaje i propuste, kao što su zamalo udaranje bicikliste, ignorisanje znaka puta s prvenstvom, pogrešan ulazak u kružni tok, opasno preticanje, prolazak na crveno svjetlo, vožnja pod uticajem alkohola i pogrešna procjena brzine vozila iz suprotnog smjera. Petu grupu činilo je pet pitanja koja opisuju pozitivna ponašanja, uključujući smanjenje brzine radi pomoći drugom vozaču, izbjegavanje prskanja pješaka, održavanje bezbjednog odstojanja, zahvaljivanje drugim

vozačima i nekorišćenje sirene da se ne uznemiravaju učesnici u saobraćaju. Šesta grupa sadržavala je dva pitanja vezana za nepažljivu vožnju, odnosno udaranje pri vožnji unazad i gubitak kontrole na klizavom putu zbog naglog kočenja. Posljednju, sedmu grupu, činila su dva pitanja koja se odnose na prekršaje usmjerene na vršenje pritiska na druge vozače, konkretno upozoravanje sporih vozača da ubrzaju i korišćenje sirene za izražavanje ljutnje. Kao odgovori na navedena 34 pitanja ispitanicima je ponuđen jedan od nivoa šestostepene Likertove skale (0-nikad, 1-skoro nikad, 2-veoma rijetko, 3-ponekad, 4-često, 5-veoma često).

2.2. Učesnici u istraživanju

Anketu je popunilo ukupno 349 mladih vozača početnika od čega je 209 vozača ženskog pola, a 140 vozača muškog pola. Najveći broj učesnika anketnog istraživanja su činili učenici završnih razreda srednjih škola smještenih u Doboju.

2.3. Procedura

Kako bi se obezbijedila kontrola uzorka i pouzdanost podataka, istraživanje je sprovedeno u neposrednoj saradnji sa srednjim školama u Doboju. Autori su, uz saglasnost nastavnika, tokom nastavnih časova distribuirali onlajn upitnik učenicima završnih razreda srednjih škola, pri čemu je anketiranje realizovano na licu mjesta, u prisustvu nastavnika i istraživača. Na ovaj način je jasno potvrđeno da ispitanici pripadaju ciljnoj grupi mladih vozača početnika. Za manji dio ispitanika koji nisu pohađali srednje škole u Doboju, kontrola uzorka je obezbijeđena kroz upitna pitanja koja su se odnosila na starost vozača i vozačko iskustvo, čime je provjereno da i oni pripadaju kategoriji mladih vozača početnika.

2.4. Statistička analiza i obrada podataka

U prvom koraku analize i obrade podataka, izvršena je konfirmatorna faktorska analiza (CFA) u cilju provjere slaganja podataka u ovom istraživanju sa nekim od prethodno potvrđenih faktorskih modela u publikovanim istraživanjima, pri čemu su neki od faktorskih modela originalni. Dvofaktorska struktura je posmatrana iz Stanojević i dr., (2018), trofaktorska iz Reason i dr., (1990), četvorofaktorska iz Lajunen i dr., (2004), petofaktorska iz Maslač i dr., (2018) i šestofaktorska iz Guého i dr., (2014). Testiranje slaganja podataka sa navedenim modelima je provedeno u programskom jeziku R (IDE R Studio 4.4.3) pomoću funkcija iz paketa „lavaan“. Kao rezultat su dobijene i komparirane sljedeće metrike, tj. fit indeksi: odnos hi kvadrat statistike i stepena slobode (χ^2/df), Root Mean Square Error of Approximation sa 90% intervalom pouzdanosti (RMSEA (90% CI)), Goodness of Fit Index (GFI), Adjusted Goodness of Fit Index (AGFI), Comparative Fit Index (CFI), Tucker–Lewis Index (TLI) i Standardized Root Mean Square Residual (SRMR). Nakon CFA, u softverskom okruženju IBM SPSS Statistics provedena je eksplorativna faktorska analiza (EFA) u okviru koje su uz pomoć analize glavnih komponentata (PCA) stavke iz DBQ svrstane u sedam faktora.

2.5. Ograničenja

Ograničenja ovog istraživanja odnose se prije svega na razlike u strukturi upitnika između različitih studija. U pojedinim istraživanjima korišćene su skraćene ili adaptirane verzije DBQ upitnika, zbog čega su u analizu poređenja uključene samo one stavke koje su bile sadržajno ekvivalentne. Dodatno, ciljna grupa u ovom istraživanju nije u potpunosti uporediva sa uzorcima iz drugih radova, što može ograničiti generalizaciju nalaza. Na rezultate su takođe mogli uticati lokalni kulturni i saobraćajni uslovi, koji se razlikuju u odnosu na države u kojima su prethodna istraživanja sprovedena.

3. REZULTATI

3.1. Socio-demografske karakteristike uzorka

Istraživački uzorak se sastoji od 349 ispitanika koji pripadaju grupi mladih vozača početnika i to 198 njih starosti 18 godina i 151 starosti između 19 i 25 godina. Kada je u pitanju polna struktura uzorka, 140 ispitanika su muškog, a 209 ženskog pola. Kada je riječ o pređenoj kilometraži, najveći broj vozača (61,9%) procjenjuje da je do sada prešao manje od 10.000 kilometara, dok je 22,9% prešlo između 10.001 i 20.000 kilometara. Manji procenat

ispitanika (8,0%) ima iskustvo između 20.001 i 30.000 kilometara, dok je svega 2,3% vozilo između 30.001 i 40.000 kilometara, a 4,9% više od 40.000 kilometara (**Tabela 1**).

Tabela 1. Socio-demografske karakteristike uzorka

Varijabla	Kategorija	Frekvencija	Procenat
Starost	18 godina	198	56,7
	19-25 godina	151	43,3
Pol	Muški	140	40,1
	Ženski	209	59,9
Vozačko iskustvo-predena kilometraža	10.001-20.000 km	80	22,9
	20.001-30.000 km	28	8,0
	30.001-40.000 km	8	2,3
	Ispod 10.000 km	216	61,9
	Preko 40.000 km	17	4,9

3.2. Konfirmatorna faktorska analiza

U radu (Stanojević i dr., 2018) navodi se da bi model koji odgovara podacima trebao da ima odnos χ^2/df između 2:1 i 5:1, GFI > 0,90, AGFI > 0,90, CFI > 0,90 (po mogućnosti > 0,95), te indekse RMSEA i RMR manje od 0,08 ili 0,10 (po mogućnosti < 0,06). Imajući ovo u vidu, CFA (**Tabela 2**) pokazuje da 2-faktorski model ne zadovoljava većinu preporučenih kriterijuma dobrog uklapanja (GFI, AGFI, CFI, TLI), dok 4- faktorska i 5-faktorska rješenja daju samo granično prihvatljive vrijednosti i pokazuju slabiji fit prema AGFI i TLI indeksima. Najbolje rezultate daju 3-faktorski i 6-faktorski modeli: trofaktorsko rješenje ima najpovoljnije vrijednosti χ^2/df , CFI, TLI, GFI i SRMR, dok šestofaktorsko pokazuje sličan odnos χ^2/df i RMSEA, ali slabije vrijednosti TLI (0,882) i AGFI (0,890), pa se i ono po pojedinim kriterijumima ne može prihvatiti. Međutim, trofaktorski model se suočava s problemom nestabilnosti usljed visokih međufaktorskih korelacija i nepozitivne kovarijacione matrice latentnih varijabli, a petofaktorski model s negativnim varijansama i problemima identifikacije. Zbog ovih ograničenja, umjesto prihvatanja unaprijed zadatog modela, sprovedena je eksploratorna faktorska analiza (EFA) kako bi se otkrila prirodna faktorska struktura u prikupljenim podacima.

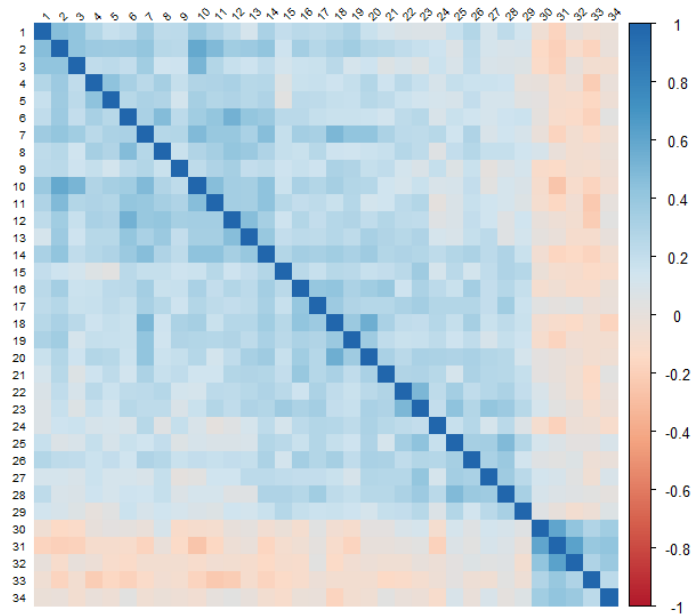
Tabela 2. Komparacija good of fit indeksa za četiri faktorska modela u CFA

Model	χ^2/df	RMSEA (90% CI)	GFI	AGFI	CFI	TLI	SRMR
2 faktora	386,07/134 = 2,88	0,073 (0,065–0,082)	0,890	0,860	0,841	0,819	0,064
3 faktora	96,08/41 = 2,34	0,062 (0,046–0,078)	0,953	0,924	0,930	0,906	0,048
4 faktora	120,06/39 = 3,08	0,077 (0,062–0,093)	0,940	0,898	0,903	0,863	0,054
5 faktora	273,49/109 = 2,51	0,066 (0,056–0,076)	0,913	0,878	0,869	0,836	0,065
6 faktora	212,29/90 = 2,36	0,062 (0,052–0,073)	0,927	0,890	0,911	0,882	0,061

3.3. Ekploratorna faktorska analiza

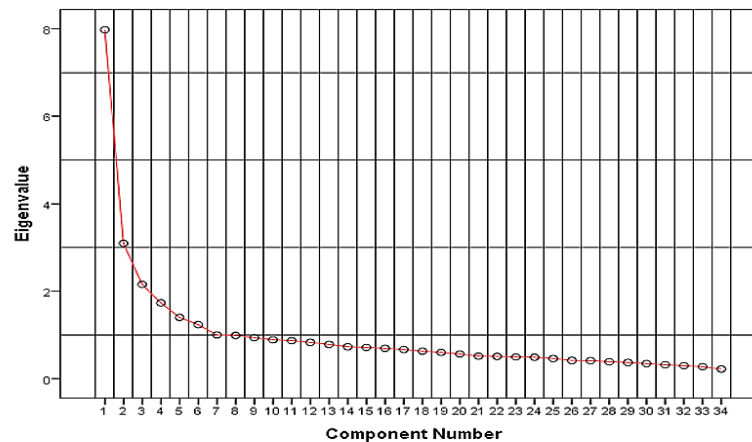
Kao prvi rezultat procedure PCA sa Variamax rotation metodom dobijena je vrijednost Kaiser-Meyer-Olkin mjere adekvatnosti uzorka koja iznosi KMO=0,876. Prema skali prihvatljivosti KMO prikazanoj u (Naseer i dr., 2019), adekvatnost uzorka se kvalitativno može okarakterisati kao „velika“. Osim toga, realizovana vjerovatnoća značajnosti Bartlett-ovog testa sferičnosti (Sig.=0,00) manja je od pretpostavljenog konvencionalnog praga značajnosti ($\alpha=0,05$), te se zaključuje da je skup podataka prikladan za primjenu PCA. Ovaj test se izvodi prije same primjene neke od tehnika redukcije podataka, kao što je npr. PCA, kako bi se statistički potvrdilo da posmatrana tehnika redukcije podataka zaista može da komprimuje podatke na smislen način (Statology, 2022).

Analiza korelacione matrice predstavljene toplotnom mapom (**Slika 2**) pokazuje da se većina pitanja međusobno umjereno pozitivno korelira, s vrijednostima koje se uglavnom kreću između 0,20 i 0,50. Uočljiv je manji broj vrlo visokih korelacija (iznad 0,60), dok su negativne korelacije malog intenziteta i rijetke, što ukazuje da među pitanjima ne postoji problem multikolinearnosti. Najniže vrijednosti korelacija prisutne su kod nekoliko stavki koje se odnose na pozitivna ponašanja vozača (pitanja 30-34), što je očekivano jer one konceptualno predstavljaju različitu dimenziju u odnosu na pitanja koja mjere rizična i pogrešna ponašanja.



Slika 2. Korelaciona matrica pitanja iz DBQ predstavljena toplotnom mapom

Grafik dat na **Slici 3.** prikazuje dio ukupne varijanse početnog seta podataka (eigenvalue) koja je objašnjena svakom komponentom. S obzirom na to da je cilj ove analize smanjiti broj varijabli u odnosu na početne 34 stavke iz upitnika, najčešći kriterijum za izbor optimalnog (redukovanog) skupa komponenata jeste uslov: eigenvalue >1. To znači da je na osnovu rezultata datih na **Slici 3.** potrebno izdvojiti prvih sedam komponenata (faktora) koje će reprezentovati čitav početni set prikupljenih podataka.



Slika 3. Dio ukupne varijanse podataka (eigenvalue) koji je objašnjen svakom komponentom

Detaljni rezultati za sedam izdvojenih komponenata prikazani su u **Tabeli 3.** U sklopu faktorske strukture varirale su različite grupe rizičnog ponašanja vozača, a najčešće zastupljene su bile prekršaji, greške i propusti. Međutim, treba napomenuti da u pojedinim slučajevima nije bila najjasnija razlika između različito definisanih faktora, već su oni bili kombinacija, odnosno spoj stavki iz različitih grupa ponašanja. Slično je utvrđeno i u okviru istraživanja izvršenih u radovima (Gras i dr., 2006) i (Matar i Al-Mutairi, 2020).

Osim početnih vrijednosti varijanse, koje su objašnjene komponentama (Initial Eigenvalues), u **Tabeli 3.** su date vrijednosti objašnjene varijanse nakon izdvajanja (ekstrakcije) sedam faktora (Extraction Sums of Squared Loadings), ali i nakon primjene Varimax metode rotacije (Rotation Sums of Squared Loadings). Vidljivo je da u svakom od tri navedena slučaja, prva komponenta „Obični prekršaji i neoprezna vožnja“ objašnjava najveći dio varijanse. Kod komponente 1 je uočeno da najveće faktorsko opterećenje ima stavka koja se odnosi na prekoračenje brzine, što u određenim istraživanjima predstavlja indikator saobraćajnih nezgoda (Mohamadi Hezaveh i dr., 2018; Bener i dr., 2008). Sljedeći faktor koji objašnjava najveći dio ukupne varijanse, a ujedno obuhvata i najveći broj stavki, nosi naziv „Greške nastale kao posljedica neiskustva i nepažnje“. Faktor „Prekršaji

koji se odnose na pritisak na druge vozače“ najmanje doprinosi objašnjavanju varijanse. Zaključno, faktorska analiza je pokazala da se podaci najbolje uklapaju u sedmofaktorsko rješenje.

Jedan od najbitnijih rezultata iz **Tabele 3.** jeste kumulativna varijansa, koju objašnjava predloženo sedmofaktorsko rješenje, a koja je u konkretnom slučaju jednaka 54,69%, što predstavlja veoma dobar rezultat u poređenju sa rezultatima u drugim istraživanjima. U (Matar i Al-Mutairi, 2020) je trofaktorsko rješenje objasnilo 53,77% ukupne varijanse, u (Varmazyar i dr., 2014) je četvorofaktorsko rješenje objasnilo 45,1% ukupne varijanse, dok je u (Maslač i dr., 2018) petofaktorsko rješenje objasnilo 50,5% varijanse za neprofesionalne i 44,8% za profesionalne vozače.

Tabela 3. Ukupna varijansa objašnjena sedmofaktorskim rješenjem

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	7,979	23,467	23,467	7,979	23,467	23,467	3,553	10,450	10,450
2	3,093	9,097	32,564	3,093	9,097	32,564	3,336	9,813	20,263
3	2,154	6,336	38,900	2,154	6,336	38,900	2,944	8,658	28,920
4	1,732	5,093	43,993	1,732	5,093	43,993	2,937	8,638	37,559
5	1,401	4,120	48,113	1,401	4,120	48,113	2,743	8,066	45,625
6	1,236	3,634	51,747	1,236	3,634	51,747	1,763	5,185	50,810
7	1,001	2,944	54,690	1,001	2,944	54,690	1,319	3,881	54,690

Način na koji su posmatrane 34 stavke grupisane u sedam faktora je dat u rotiranoj matrici komponenata, koja je prikazana **Tabelom 4.** Pripadnost svake stavke komponenti je određena faktorom opterećenja koji može da ima vrijednost u intervalu između -1 i 1, ali faktori opterećenja manji od 0,30 nisu prikazani u tabeli. Kada postoji značajan faktor opterećenja jedne stavke kod više komponenata, pripadnost iste samo jednoj komponenti određena je najvećom vrijednošću ovog faktora.

Tabela 4. Rotirana matrica komponenata - pripadnost stavki izdvojenim faktorima

Stavka	Komponenta/faktor						
	1	2	3	4	5	6	7
20/48 Prekoračujem ograničenje brzine.	0,732						
26/48 Koristim mobilni telefon u toku vožnje.	0,718						
27/48 Parkiram na nedozvoljenom mjestu, jer žurim, a nema slobodnih parking mjesta u blizini.	0,635						
22/48 Ubrzavam kada je na semaforu upaljeno zeleno/žuto svjetlo.	0,624						
25/48 Vozim veoma blizu vozila ispred sebe.	0,572		0,427				
28/48 Oduzimam prvenstvo prolaza drugom vozilu u saobraćaju.	0,387		0,317				
39/48 Uključio/la sam pogrešan uređaj na vozilu (npr. umjesto brisača, uključio/la sam pokazivač pravca).		0,749					
42/48 Pokušao/la sam da prebacim u brzinu u kojoj sam već trenutno ili prebacujem u pogrešnu brzinu u toku vožnje.		0,724					
37/48 Nisam uočio/la saobraćajni znak pored puta, jer sam bio/la zamišljen/a.		0,652					
36/48 Nisam uočio/la pješaka na pješačkom prelazu.	0,337	0,573					
41/48 Zaboravio/la sam spustiti ručnu kočnicu prije nego što sam pokrenula/la vozilo.		0,572				0,405	
40/48 Nakon što se upalilo zeleno svjetlo na semaforu, pokušao/la sam da krenem iz zaustavnog položaja u trećoj brzini.		0,411		0,301			
15/48 Koristim duga svjetla kako bih ometao/la vozača koji mi dolazi u susret.			0,732				

17/48 Namjerno vozim sporo kako bih nervirao/la vozače koji se kreću iza mene.			0,730				
24/48 Povećavam svoju brzinu kretanja, iako me pretiče drugo vozilo.	0,341		0,669				
16/48 Kada sam ljut/a na drugog vozača vozim brzo za njim kako bih ga nervirao/la.	0,370		0,616				
32/48 Prilikom skretanja udesno zamalo sam udario/la biciklistu koji se kretao pored mene.				0,686			
34/48 Nisam vidio/la znak „Nailazak na put sa prvenstvom prolaza“ i zamalo sam izazvao/la saobraćajnu nezgodu.				0,593			
33/48 Pokušao/la sam da pretekнем vozilo koje je skretalo lijevo.				0,587			
38/48 Pogrešno sam ušao/la vozilom u kružni tok i izašao/la na pogrešan izlaz.				0,572			
21/48 Prolazim kroz raskrslu iako znam da je upaljeno crveno svjetlo.	0,320		0,384	0,545			
23/48 Vozim pod uticajem alkohola.	0,359			0,504			
31/48 Pogrešno sam procijenio/la brzinu vozila koje mi dolazi u susret (prilikom preticanja ili lijevog skretanja).		0,373		0,376			
45/48 Smanjujem svoju brzinu, kako bih pomogao/la vozaču da završi preticanje.					0,841		
46/48 Vodim računa o vodi na kolovozu, kako ne bih poprskao/la pješake ili druge učesnike u saobraćaju.					0,771		
44/48 Držim potrebno odstojanje, kako ne bih uznemiravao/la vozača ispred sebe.					0,723		
48/48 Zahvaljujem se drugom vozaču na pomoći, tako što mu mahnem, „blicnem“ ili uključim sve pokazivače pravca.					0,648		
47/48 Ne koristim zvučne signale (sirenu), kako ne bih uznemiravao/la vozača ispred sebe, iako je na semaforu uključeno zeleno svjetlo.					0,574		
35/48 Prilikom vožnje unazad udario/la sam u nešto što prethodno nisam vidio/la.						0,658	
30/48 Izgubio/la sam kontrolu nad vozilom na klizavom putu zbog naglog kočenja.				0,334		0,589	
19/48 Upozoravam (verbalno ili primjenom zvučnih signala) vozača ispred koji sporo vozi da ubrza.							0,536
18/48 Koristim zvučne signale (sirenu) kako bih iskazao/la svoju ljutnju.	0,395						0,530
43/48 Zaboravio/la sam da uključim svjetla.		0,385					-0,497
29/48 Nisam pogledao/la u retrovizor prilikom promjene trake.		0,394					-0,487

Unutrašnja konzistentnost svakog od sedam faktora, kao i konzistentnost kompletnog upitnika, testirana je pomoću Cronbach's Alpha statistike. Sve izdvojene komponente imaju prihvatljivu unutrašnju konzistentnost sa vrijednostima alfa u intervalu između 0,561 i 0,791. Prva komponenta ima najveću konzistentnost (0,791), a najmanju šesta komponenta (0,561). Drugi faktor ima vrijednost alfa 0,777, treći 0,774, četvrti 0,749, peti 0,761, šesti 0,561 i sedmi 0,604, dok ukupna vrijednost alfa iznosi 0,872, što ukazuje na dobru unutrašnju konzistentnost instrumenta.

Analizom varijanse (ANOVA) i t-testova ispitane su razlike u faktorskim skorovima DBQ upitnika u odnosu na pol, starost i broj pređenih kilometara (**Tabela 5**). Rezultati su pokazali statistički značajne razlike između muškaraca i žena kod prvog, drugog i petog faktora ($p < 0,05$). Muški ispitanici su ostvarili više prosječne vrijednosti na faktorima 1 i 2, što ukazuje na izraženije sklonosti ka određenim oblicima rizičnog i prekršajnog ponašanja u vožnji. Ženski ispitanici su imali više vrijednosti na faktoru 5, koji se odnosi na opreznija i prosocijalnija ponašanja. Kod ostalih faktora razlike po polu nisu bile statistički značajne. U pogledu starosti ispitanika, poređenjem grupa vozača od 18 godina i onih starijih (19–25 godina), nisu utvrđene značajne razlike ni kod jednog od analiziranih faktora ($p > 0,05$). Ovi rezultati ukazuju da u okviru populacije mladih vozača početnika dobne razlike od nekoliko

godina ne utiču bitno na obrasce ponašanja u vožnji. Analiza varijanse prema broju pređenih kilometara pokazala je statistički značajne razlike kod faktora 1, 2, 3, 4 i 7 ($p < 0,05$). Pretpostavlja se da vozači koji godišnje prelaze više kilometara (posebno više od 30.000 km) ostvaruju više faktorske skorove na dimenzijama koje odražavaju rizična ili prekršajna ponašanja, dok vozači sa manjim brojem kilometara pokazuju umjerenije i opreznije obrasce ponašanja. Kod faktora 5 i 6 razlike nisu bile značajne.

Tabela 5. Rezultati t-testa i ANOVA analize faktorskih skorova DBQ upitnika u odnosu na pol, starost i broj pređenih kilometara

Faktor/Faktorski skor	Pol		Starost		Broj pređenih kilometara	
	t	Sig. (2-tailed)	t	Sig. (2-tailed)	F	Sig.
1	2,358	0,019	-1,432	0,153	2,951	0,020
2	-6,099	0,000	0,414	0,679	4,351	0,002
3	1,294	0,196	-1,399	0,163	3,113	0,015
4	0,317	0,751	0,015	0,988	3,592	0,007
5	-2,034	0,043	0,780	0,436	0,530	0,714
6	1,263	0,208	0,838	0,403	0,635	0,638
7	0,876	0,382	-0,301	0,763	2,976	0,019

4. ZAKLJUČAK

Vozači početnici spadaju u jednu od najrizičnijih kategorija učesnika u drumskom saobraćaju, prvenstveno usljed nedostatka iskustva i izražene sklonosti ka impulsivnom donošenju odluka, što može ugroziti njihovu, ali i bezbjednost drugih učesnika saobraćaja. U cilju identifikovanja uzročnih faktora koji oblikuju ovakve obrasce ponašanja sprovedeno je anketno istraživanje, čime se nastojalo obezbijediti dublje razumijevanje determinanti rizične vožnje u ovoj populacionoj grupi. Upitnik o ponašanju vozača u saobraćaju ili DBQ upitnik je onlajn putem prosljeđen vozačima početnicima, a faktorska analiza je pokazala da se podaci najbolje uklapaju u sedmofaktorsko rješenje. Analiza rezultata istraživanja je pokazala da komponenta „Obični prekršaji i neoprezna vožnja“ objašnjava najveći dio varijanse. Sljedeći faktor koji objašnjava najveći dio ukupne varijanse nosi naziv „Greške nastale kao posljedica neiskustva i nepažnje“.

Rezultati istraživanja potvrdili su da se ponašanje mladih vozača početnika u Bosni i Hercegovini može opisati kroz sedam faktora koji obuhvataju i oprezna i rizična ponašanja. Uočen je sličan obrazac kao u ranijim istraživanjima (Lucidi et al., 2010; Endriulaitienė et al., 2020; Maslač et al., 2017). Naime, rezultati ankete su pokazali da je u saobraćajnom toku uvijek prisutna grupa vozača početnika bez dovoljno iskustva i vještina koje su potrebne za efikasno donošenje odluka u saobraćaju. Iz tog razloga se za ovu grupu vozača početnika može reći da je čine suviše oprezni vozači početnici. Sa druge strane, u saobraćajnom toku je zastupljena i grupa koju čine previše samouvjereni vozači početnici, koji svjesno ugrožavaju svoju, ali i bezbjednost svih ostalih učesnika u saobraćaju. T-test i ANOVA analiza potvrdili su početnu pretpostavku da pol i vozačko iskustvo, izraženo kroz broj pređenih kilometara, značajno utiču na obrasce ponašanja, dok starost ispitanika nije imala statistički značajan efekat. Ovakva struktura ukazuje da se i u lokalnom kontekstu mogu prepoznati univerzalne dimenzije ponašanja vozača početnika, ali uz specifične razlike uslovljene kulturološkim i saobraćajnim okruženjem.

Rezultati istraživanja imaju poseban značaj za lokalnu zajednicu, jer pružaju uvid u specifične obrasce ponašanja mladih vozača početnika u Doboju i sličnim sredinama u Bosni i Hercegovini. Ova saznanja mogu poslužiti kao osnova za unapređenje programa obuke u auto-školama, za edukativne aktivnosti u srednjim školama, kao i za kreiranje lokalnih preventivnih kampanja koje ciljano utiču na smanjenje rizičnih ponašanja. Takođe, rezultati su od koristi i za saobraćajne službe i policijske organe, jer ukazuju na potrebu za prilagođenim mjerama nadzora i intervencije. Na taj način, rezultati ovog rada ne ostaju samo u domenu naučne analize, već doprinose i unapređenju bezbjednosti saobraćaja na nivou lokalne zajednice.

5. LITERATURA

Bener, A., Al Maadid, M. G., Özkan, T., Al-Bast, D. A., Diyab, K. N., & Lajunen, T. (2008). The impact of four-wheel drive on risky driver behaviours and road traffic accidents. *Transportation research part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 11(5), 324-333. doi: <https://doi.org/10.1016/j.trf.2008.02.001>

- Endriulaitienė, A., Šeibokaitė, L., Markšaitytė, R., Slavinskienė, J., & Arlauskienė, R. (2020). Changes in beliefs during driver training and their association with risky driving. *Accident Analysis & Prevention*, 144, 105583. doi: <https://doi.org/10.1016/j.aap.2020.105583>
- Gras, M. E., Sullman, M. J., Cunill, M., Planes, M., Aymerich, M., & Font-Mayolas, S. (2006). Spanish drivers and their aberrant driving behaviours. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 9(2), 129-137. doi: <https://doi.org/10.1016/j.trf.2005.09.004>
- Guého, L., Granié, M. A., & Abric, J. C. (2014). French validation of a new version of the Driver Behavior Questionnaire (DBQ) for drivers of all ages and level of experiences. *Accident Analysis & Prevention*, 63, 41-48. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2013.10.024>
- Lajunen, T., Parker, D., & Summala, H. (2004). The Manchester driver behaviour questionnaire: a cross-cultural study. *Accident Analysis & Prevention*, 36(2), 231-238. [https://doi.org/10.1016/S0001-4575\(02\)00152-5](https://doi.org/10.1016/S0001-4575(02)00152-5)
- Lucidi, F., Giannini, A. M., Sgalla, R., Mallia, L., Devoto, A., & Reichmann, S. (2010). Young novice driver subtypes: relationship to driving violations, errors and lapses. *Accident Analysis & Prevention*, 42(6), 1689-1696. doi: 10.1016/j.aap.2010.04.008
- Maslač, M., Antić, B., Pešić, D., & Milutinović, N. (2017). Behaviours of professional drivers: Validation of the DBQ for drivers who transport dangerous goods in Serbia. *Transportation research part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 50, 80-88. doi: <https://doi.org/10.1016/j.trf.2017.08.001>
- Maslač, M., Antić, B., Lipovac, K., Pešić, D., & Milutinović, N. (2018). Behaviours of drivers in Serbia: Non-professional versus professional drivers. *Transportation research part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 52, 101-111. doi: <https://doi.org/10.1016/j.trf.2017.11.020>
- Matar, H. B., & Al-Mutairi, N. Z. (2020). Examining the factors affecting driver behavior in Metropolitan Kuwait. *International Journal of Crashworthiness*, 1-6. doi: <https://doi.org/10.1080/13588265.2020.1773750>
- McDonald, C. C., Tanenbaum, J. B., Lee, Y. C., Fisher, D. L., Mayhew, D. R., & Winston, F. K. (2012). Using crash data to develop simulator scenarios for assessing novice driver performance. *Transportation research record*, 2321(1), 73-78. doi: <https://doi.org/10.3141/2321-10>
- Mohamadi Hezaveh, A., Nordfjærn, T., Mamdoohi, A. R., & Şimşekoğlu, Ö. (2018). Predictors of self-reported crashes among Iranian drivers: Exploratory analysis of an extended driver behavior questionnaire. *Promet-Traffic&Transportation*, 30(1), 35-43. doi: <https://doi.org/10.7307/ptt.v30i1.2412>
- Muttart, J. W., Fisher, J. L., Pollatsek, A. P., & Marquard, J. (2013). Comparison of anticipatory glancing and risk mitigation of novice drivers and exemplary drivers when approaching curves. *Driving Assessment Conference (Vol. 7, No. 2013)*. University of Iowa. doi: 10.17077/drivingassessment.1490
- Naseer, M. A. U. R., Ashfaq, M., Hassan, S., Abbas, A., Razaq, A., Mehdi, M., Ariyawardana, A., & Anwar, M. (2019). Critical issues at the upstream level in sustainable supply chain management of agri-food industries: Evidence from Pakistan's citrus industry. *Sustainability*, 11(5), 1326. doi: <https://doi.org/10.3390/su11051326>
- Pollatsek, A., Narayanaan, V., Pradhan, A., & Fisher, D. L. (2006). Using eye movements to evaluate a PC-based risk awareness and perception training program on a driving simulator. *Human Factors*, 48(3), 447-464. doi: <https://doi.org/10.1518/001872006778606787>
- Prato, C. G., Toledo, T., Lotan, T., & Taubman-Ben-Ari, O. (2010). Modeling the behavior of novice young drivers during the first year after licensure. *Accident Analysis & Prevention*, 42(2), 480-486. doi: <https://doi.org/10.1016/j.aap.2009.09.011>
- 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. <https://doi.org/10.1080/00140139008925335>
- Stanojević, P., Lajunen, T., Jovanović, D., Sârbescu, P., & Kostadinov, S. (2018). The driver behaviour questionnaire in South-East Europe countries: Bulgaria, Romania and Serbia. *Transportation research part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 53, 24-33. doi: <https://doi.org/10.1016/j.trf.2017.12.011>
- Varmazyar, S., Mortazavi, S. B., Arghami, S., & Hajizadeh, E. (2014). Factor analysis of driver behavior questionnaire (DBQ) in public transportation Bus Company: Investigation of the relationship between DBQ factors and crashes. *Scientific Journal of Review*, 3(4), 155-165. doi: 10.14196/SJR.V3I4.1312
- Walshe, E. A., Winston, F. K., Betancourt, L. M., Arena, K., & Romer, D. (2018). Cell phone use while driving: a pattern of risk in young novice drivers. *Acad J Pediatr Neonatology*, 6(4). doi: 10.19080/AJPN.2018.06.555752
- Statology.org <https://www.statology.org/bartletts-test-of-sphericity/#:~:text=Bartlett's%20Test%20of%20Sphericity%20compares,are%20orthogonal%2C%20i.e.%20not%20correlated>
-

ПРОФЕСИОНАЛНИ ВОЗАЧИ И КРИТИЧНЕ ТАЧКЕ САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА

PROFESSIONAL DRIVERS AND CRITICAL POINTS OF TRAFFIC ACCIDENTS

Радован Вишковић¹, Жељко Ђурић², Велибор Пеулић³

Резиме: Рад истражује узроке и просторну дистрибуцију саобраћајних незгода у којима учествују професионални возачи, са посебним нагласком на умор, раскрснице као конфликтне тачке и неправилан утовар који доводи до нарушене стабилности возила. Анализа је заснована на подацима *IRU Safety Report 2024*, *CARE Database*, *ITF Studies* и европским стандардима EN 12195 и EN 12642.

Резултати показују да је умор возача присутан у 10–12% свих незгода, при чему највећа концентрација инцидената настаје између 02:00 и 06:00 часова, као и у поподневним сатима (13:00–15:00). На простору Западног Балкана додатни фактор ризика представљају гранични застоји и недовољан број безбједних паркинг мјеста (SSPA), због којих возачи годишње изгубе више од 3000 година укупног времена, што значајно повећава умор и стрес.

Критичне зоне идентификоване су и на раскрсницама, гдје се јавља преко 40% урбаних незгода, док неравномјеран утовар и непоштовање стандарда EN 12195 узрокују губитак стабилности возила и до 8% свих незгода у теретном транспорту.

Позитивна страна развоја огледа се у примјени савремених система активне и пасивне безбједности (AEB, ISA, ADAS, ESP, Turn-Assist) и увођењу Smart Tachograph 2 као кључног елемента дигиталне транспарентности и управљања радним временом.

Ипак, рад посебно наглашава недостатак квалитетне едукације возача као централну критичну тачку. Систем је произвео „сертификате без вјештине“, што је резултирало губитком повјерења и слабом практичном спремношћу кадрова. Формализација знања без компетенција представља највећу пријетњу безбједности.

Закључак рада указује да је потребно успоставити нулту толеранцију према нестручности и формалном лиценцирању, те досљедно спровести интеграцију технологије, људског фактора и институционалне одговорности. Ако се ови принципи системски примјене, до 2038. године могуће је спасити преко 28.000 живота и превентивно дјеловати у више од 140.000 саобраћајних незгода, ИРУ активности.

Кључне ријечи: умор возача, раскрснице, стабилност терета, Smart Tachograph 2, FRMS, SSPA, IRU стандарди, едукација, нулта толеранција, Vision Zero 2038

Abstract: This study examines the causes and spatial distribution of traffic accidents involving professional drivers, with particular emphasis on fatigue, intersections as conflict points, and improper loading leading to compromised vehicle stability. The analysis is based on data from the IRU Safety Report 2024, the CARE Database, ITF Studies, and European standards EN 12195 and EN 12642.

The results indicate that driver fatigue is present in 10–12% of all accidents, with the highest concentration of incidents occurring between 02:00 and 06:00, as well as during afternoon hours (13:00–15:00). In the Western Balkans, additional risk factors include border delays and an insufficient number of safe parking areas (SSPA), causing drivers to lose over 3,000 years of cumulative time annually, significantly increasing fatigue and stress.

Critical zones are also identified at intersections, where over 40% of urban accidents occur, while uneven cargo loading and non-compliance with EN 12195 standards cause vehicle stability loss in up to 8% of all freight transport accidents.

Positive developments are reflected in the adoption of modern active and passive safety systems (AEB, ISA, ADAS, ESP, Turn-Assist) and the introduction of Smart Tachograph 2 as a key element of digital transparency and working time management.

However, the study particularly highlights the lack of quality driver education as a central critical point. The system has produced “certificates without skill,” resulting in lost trust and weak practical readiness among personnel. Formalized knowledge without competencies represents the greatest threat to safety.

The study concludes that zero tolerance toward incompetence and formal licensing is necessary, alongside consistent integration of technology, human factors, and institutional responsibility. If these principles are systematically applied, over

¹Ванредни професор, доктор техничких наука, Универзитет у Источном Сарајеву – Саобраћајни факултет Добој, е-mail: radovanviskovic1964@gmail.com

²Ванредни професор, доктор техничких наука, Универзитет у Источном Сарајеву – Технолошки факултет Зворник, е-mail: zeljko.djuric@fpm.ues.rs.ba

³Редовни професор, логистика и менаџмент, Паневропски универзитет АПЕИРОН, саобраћајни факултет Бања Лука, е-mail: velibor.peulic@gmail.com

28,000 lives could be saved and more than 140,000 traffic accidents could be prevented by 2038, according to IRU projections.

Keywords: driver fatigue, intersections, cargo stability, Smart Tachograph 2, FRMS, SSPA, IRU standards, education, zero tolerance, Vision Zero 2038

1. МЕТОДОЛОГИЈА И ИЗВОРИ ПОДАТАКА (IRU, ITF/IRTAD, CARE, EUROSTAT, ЛОКАЛНИ ОКВИР)

Методолошки приступ истраживања заснива се на компаративној анализи међународних и регионалних извора података, са циљем идентификације образаца који доводе до саобраћајних незгода у којима учествују професионални возачи. Рад комбинује квантитативну анализу (статистички показатељи) и квалитативни приступ (системски и организациони фактори ризика).

1.1. Извори података

У раду су коришћени сљедећи релевантни извори:

- IRU (International Road Transport Union) – подаци о старосној структури возача, недостатку кадрова, узроцима умора, обрасцима одмора и доступности сигурних паркинг зона (Safe and Secure Parking Areas – SSPA). IRU извјештаји из 2023–2025. године пружају основ за анализу радних услова професионалних возача.
- ITF/IRTAD (International Transport Forum / International Road Traffic and Accident Database) – глобална база података о саобраћајним незгодама, са детаљним показатељима по узроку, времену, врсти пута и типу возила. Из ове базе преузети су индикатори за процјену ризика од умора и незгода у раскрсницама.
- CARE (EU Road Accident Database) – европска база о појединачним саобраћајним незгодама, са фокусом на тежину посљедица и просторне обрасце. Податке CARE базе користимо као референтни модел за процјену ситуације у земљама региона Западног Балкана.
- Eurostat – статистички подаци о броју регистрованих теретних возила, старосној структури возача и обиму друмског транспорта у Европи.
- Локални извори (БиХ, регион Западног Балкана) – службене евиденције Министарства унутрашњих послова, агенција за безбједност саобраћаја и удружења превозника, које указују на раст учешћа комерцијалних возила у тешким саобраћајним незгодама у посљедњој деценији.

1.2. Аналитички приступ

Истраживање је спроведено у неколико корака:

- Селекција индикатора – издвојени су показатељи који се односе на: узрок незгоде, доба дана, тип пута, старост возача, трајање смјене и услове рада.
- Статистичка обрада – изведене су дескриптивне анализе и поређења између европског просјека (EU-27) и земаља региона.
- Мапирање критичних тачака – коришћени су ITF/IRTAD модели просторне дистрибуције незгода ради приказа “heat map” зона повећаног ризика (раскрснице, прилази логистичким центрима, индустријске зоне).
- Квалитативна анализа – анализирани су обрасци умора, организација рада, квалитет инфраструктуре, те ниво усаглашености са AETR и IRU стандардима.
- Синтеза и препоруке – резултати су систематизовани у препоруке за локалне заједнице и превознике.

1.3. Ограничења истраживања

Због ограничене доступности поузданих локалних података у РС/БиХ, примјењен је метод екстраполације на основу европских и регионалних трендова (EU/ITF/IRU). Тако је омогућено поређење и оцјена нивоа ризика по категоријама, уз нагласак на примјенљивост резултата у националним стратегијама безбједности саобраћаја.

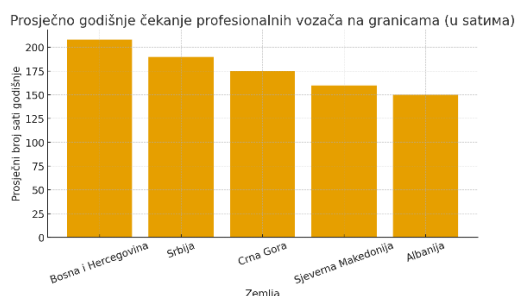
2. ФАКТОРИ УТИЦАЈА НА ПРОФЕСИОНАЛНЕ ВОЗАЧЕ КАО НОСИЛАЦ ПРОБЛЕМА

Анализе Европске комисије (Mobility & Transport – Road Safety) и истраживања типа naturalistic driving процењују да је умор присутан у око 10–12% свих саобраћајних незгода, при чему је удио знатно већи током ноћних сати и на монотоним дионицама аутопутева. Ова категорија ризика посебно погађа професионалне возаче због комбинације дужих радних смјена, притиска рокова и ограничених могућности одмора.

2.1. Радни услови, инфраструктура и регионални контекст

Недостатак сигурних и безбједних паркинга и одморишта (SSPA – *Safe and Secure Parking Areas*) додатно погоршава могућност адекватног опоравка возача. Европски парламент и индустријске организације указују на хроничан дефицит SSPA широм ЕУ, што директно утиче на безбједност у друмском транспорту и на квалитет живота возача.

Посебан изазов представља простор Западног Балкана, гдје према подацима регионалних истраживања превозници годишње изгубе преко 3000 година укупног времена на граничним прелазима. У Босни и Херцеговини један возач у просјеку проведе 208 сати годишње у чекању, док се на појединим возњама евидентира и до 14 сати застоја на граници. Такав оперативни застој директно је повезан са импликацијама умора, падом концентрације и повећаним ризиком од незгода.



Према спроведеним анкетама, чак 87% возача изјављује да се осјећа уморније након дужег чекања или „дангубљења“ на границама, што потврђује јасну психофизиолошку корелацију између застоја и умора.

2.2. Старосна структура и демографија професије

Према подацима IRU (2024), у сектору друмског транспорта долази до продубљивања старосног јаза: у већим тржиштима учешће возача млађих од 25 година износи свега 2–3%, док се очекује велики талас пензионисања до 2029. године. Таква демографска структура имплицира повећан ризик од умора због здравствених фактора, смањене отпорности на циркадијалне поремећаје и притисака на радне распореде.

Извору: IRU, *Transportation & Logistics Software Survey*.

Оперативне импликације и мјере

Ефикасно управљање ризиком од умора захтијева имплементацију FRMS – *Fatigue Risk Management Systema* на нивоу превозника. Овај систем обухвата:

- редован скрининг квалитета сна и здравствено праћење возача,
- едукацију о препознавању раних знакова поспаности,

- пред-трип процјену ризика од умора,
- јасну „пар policy“ (политику одмора),
- праћење тахографских података и планирање смјена у складу са биолошким ритмовима.

Смјернице и примјери добре праксе већ постоје у флотним водичима и безбједносним оквирима које развијају међународне организације као што су *trafficsafety.org*, *IRU* и *OECD/ITF*.

3. РАСКРСНИЦЕ КАО КОНФЛИКТНЕ ТАЧКЕ

Карактер и значај проблема

Раскрснице представљају најчешће конфликтне тачке у друмском саобраћају, гдје се пресецају трајекторије више саобраћајних токова. Према европским статистикама безбједности (CARE Database, 2024), око 40% свих саобраћајних незгода с повријеђенима и више од 25% незгода са смртним исходом дешава се управо на раскрсницама. У урбаним срединама, тај удио достиже и до 60% свих инцидената. Конфликти настају као резултат геометријских ограничења, неправилног управљања сигнализацијом, недовољне видљивости и погрешног тумачења првенства пролаза.

Типови конфликта

Конфликти на раскрсницама се класификују у четири основне групе:

- Фронтални (head-on) – настају при погрешном укључивању или изненадном скретању.
- Бочни (side-impact) – најчешћи тип, као посљедица непропуштања или непрегледности.
- Задњи (rear-end) – резултат неусклађеног кочења или кашњења у реакцији.
- Конфликти са пјешацима и бициклистима – нарочито у зонама гдје недостаје физичко раздвајање токова.
- Геометријски и сигнални аспекти
- Геометрија раскрснице (угао укрштања, број трака, радијуси кретања) има значајан утицај на учесталост и тежину незгода.

Саобраћајна сигнализација (трајање зеленог, координација циклуса, постојање фазе за скретање лево) такође одређује ниво ризика.

Истраживања показују да продужена жута фаза и асиметрични циклуси повећавају број задњих удара, док недовољна видљивост прилаза повећава број бочних конфликта.

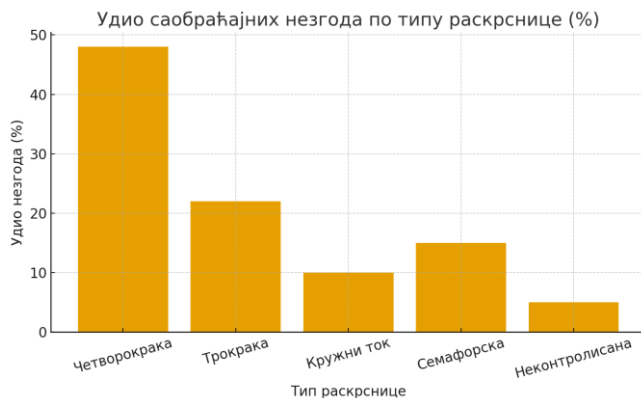
Савремени системи управљања (*intelligent intersection control*) и видео-аналитика у оквиру *AI traffic management* све више се користе за рано препознавање конфликтних понашања и превенцију.

Табела 1. – Удио саобраћајних незгода по типу раскрснице

Тип раскрснице	Карактеристике	Удио незгода (%)	Најчешћи тип конфликта
Класична четворокрака	Најчешћа у урбаним зонама	48%	Бочни и задњи удари
Трокрака (Т/У)	Често у приградским зонама	22%	Бочни конфликти
Кружни ток (roundabout)	Смањена брзина, мање тежих повреда	10%	Бочни и пјешачки конфликти

Тип раскрснице	Карактеристике	Удио незгода (%)	Најчешћи тип конфликта
Раскрсница са сигнализацијом	Контролисана семафорима	15%	Задњи удари и пролазак на жуто
Неконтролисана (без сигнализације)	Село/локалне зоне	5%	Фронтални и бочни конфликти

Извор: *European Road Safety Observatory, IRU Safety Reports 2024.*



4. КРИТИЧНЕ ТАЧКЕ САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА УЗРОКОВАНЕ НЕПРАВИЛНИМ УТОВАРОМ И КРШЕЊЕМ СТАНДАРДА EN 12195

Нарушена стабилност терета

Један од често потцијењених узрока саобраћајних незгода у друмском транспорту представља неправилан утовар и обезбјеђење терета. Иако се у већини случајева пажња усмјерава на брзину, сигнализацију или људски фактор, статистике показују да значајан проценат незгода (приближно 5–8%) има директну везу са нестабилношћу терета.

Стандарди и нормативни оквир

Европски стандарди EN 12195-1:2010, EN 12640 и EN 12642 дефинишу техничке услове за:

- израчунавање снага затезања и тачака осигурања терета,
- минималне карактеристике учвршћења (траке, ланци, уређаји),
- конструкциону чврстоћу каросерије возила.

Ови стандарди представљају основу за процјену стабилности терета у складу са одредбама ADR у случају опасних материја, али и за све остале типове комерцијалног транспорта.

Узроци нарушене стабилности

Критичне тачке које доводе до нарушене стабилности возила и терета најчешће су резултат комбинације техничких и организационих пропуста:

- Неравномјеран утовар – помјерање тежишта изнад геометријске осе возила доводи до губитка стабилности при кочењу или уласку у кривину.
- Недовољно затезање – погрешна примјена трака или непоштовање прописаног угла затезања доводи до „клизања“ терета.
- Прекорачење осовинског оптерећења – нарушава стабилност суспензије и повећава ризик превртања.
- Недовољно сидрење или оштећени елементи – употреба дотрајалих трака или несертификоване опреме.

Оперативни и безбједносни ефекти

Последице лошег утовара могу бити изузетно озбиљне:

- губитак контроле над возилом (посебно при наглом кочењу или промјени правца),
- превртање полуприколице,
- оштећење инфраструктуре и возила у саобраћају,
- угрожавање живота возача и других учесника.



Највећи ризик представљају неравномјеран утовар и недовољно затезање, који заједно чине више од 60% свих инцидената повезаних са нарушеном стабилношћу терета.

Истраживања IRU и Европског комитета за стандардизацију (CEN) указују да возила са неправилно осигураном робом имају до 30% већу вјероватноћу незгоде у кривинама или при наглом кочењу.

Табела 2. – Најчешћи пропусту у обезбјеђењу терета и њихове последице

Пропуст у утовару / осигурању	Типична последица	Процјена учесталости (%)
Неравномјеран утовар	Превртање возила, губитак стабилности	35%
Недовољно затезање (слабо осигурање)	Помјерање терета, оштећење робе	30%
Прекорачење осовинског оптерећења	Оштећење осовина, губитак контроле	20%
Употреба неисправних трака / кука	Пукнуће осигурања током вожње	10%
Непоштовање EN 12195 углова затезања	Клизање терета, губитак баланса	5%

Извор: IRU Safety Report 2024; European Committee for Standardization (CEN).

Умор возача, техничко стање возила и стабилност терета представљају међусобно условљене ризике. Лоша организација утовара и непоштовање стандарда EN 12195 не само да нарушавају безбједност, већ и продужавају вријеме транспорта, повећавајући оперативне трошкове и еколошки утицај. Систематска едукација возача и оператера, инспекцијски надзор и примјена дигиталних алата за процјену оптерећења (npr. LoadSecure AI Systems) представљају кључне инструменте у смањењу овог типа незгода.

5. ТЕХНОЛОШКЕ И ИНФРАСТРУКТУРНЕ МЈЕРЕ ЗА УБЛАЖАВАЊЕ РИЗИКА УМОРА И НЕЗГОДА

Интеграција технологије у превенцији незгода

Савремена возила у друмском транспорту све више укључују активне и пасивне системе безбједности који директно смањују ризик изазван умором, непажњом и лошом процјеном. Најзначајнији међу њима су:

- АЕВ (Automatic Emergency Braking) – систем аутоматског кочења који реагује на препреке и минимизује последице судара;
- ИСА (Intelligent Speed Assistance) – интелигентни систем који прати ограничења брзине и упозорава возача на прекорачења;

- Turn-Assist системи – сензорски и видео системи који детектују присуство пјешака или бициклиста у мртвом углу приликом скретања.

Према анализама *European Transport Safety Council (ETSC)* и *IRU Safety Reports 2024*, примјена ових технологија смањује број тешких незгода у друмском транспорту за 25–30% у прве двије године након имплементације.

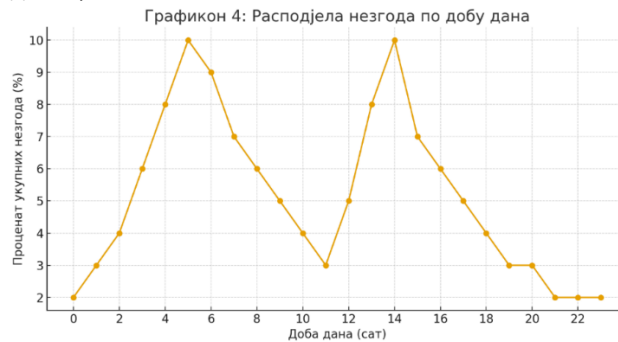
FRMS и SSPA програми

На оперативном нивоу, управљање ризиком умора подразумијева примену FRMS (Fatigue Risk Management System) који смо већ описали у поглављу 2. Као надоградњу тог система, SSPA (Safe and Secure Parking Areas) програми Европске уније представљају инфраструктурни стуб безбједности.

Европска агенција за мобилност и транспорт (*DG MOVE*) у својим плановима за 2025–2030. истиче да је потребно изградити преко 100.000 нових сигурних паркинг мјеста широм ЕУ, како би се омогућило планирано одмарање возача и смањење ризика умора.

На простору Западног Балкана, имплементација SSPA стандарда се још налази у почетној фази, али су у току пилот-пројекти у Словенији, Хрватској, Србији и Црној Гори које финансира *Connecting Europe Facility (CEF)* и подржава *IRU Academy*.

6. Графички прикази (предлози)



Графикон 4. Расподјела незгода по добу дана

Приказује највећу концентрацију незгода између 02:00 и 06:00 часова, као и секундарни пик између 13:00 и 15:00 часова (пост-ручак умор). Јасно се уочавају два врхунца ризика:

- 02:00–06:00 – период највећег умора и пада пажње,
- 13:00–15:00 – секундарни пик повезан са пост-ручак умором.

Извор: *IRU / ITF 2024 – Fatigue and Road Safety Study*.



Графикон 5. Учесталост умора возача по добу дана. Линејски дијаграм који показује пораст умора у зависности од циркадијалног циклуса – највећи ризик у раним јутарњим часовима.



Графикон 7. Расподјела незгода по данима у седмици. Највећи број инцидената забиљежен је петком, што се поклапа са повећаним обимом теретног и путничког саобраћаја пред викенд. Најмање незгода дешава се недјељом, када је мањи број комерцијалних возњи.

7. ВОЗИЛА ОПРЕМЉЕНА СИСТЕМИМА АКТИВНЕ И ПАСИВНЕ БЕЗБЈЕДНОСТИ

Иако умор, неправилан утовар и недовољна инфраструктура остају значајни ризици, позитивна страна развоја друмског саобраћаја огледа се у нагом напредку технологија активне и пасивне безбједности возила.

Савремена теретна и путничка возила, посебно она произведена након 2020. године, опремљена су системима који омогућавају аутоматско препознавање опасности и превентивну интервенцију без директне реакције возача.

Међу најзначајнијим технологијама издвајају се:

- АЕВ (Automatic Emergency Braking) – спречавање судара активирањем кочница при откривању препреке;
- LDWS / LKA (Lane Departure Warning / Lane Keeping Assist) – упозорење или корекција при изласку из саобраћајне траке;
- ISA (Intelligent Speed Assistance) – аутоматско ограничење брзине у складу са прописима;
- ADAS (Advanced Driver Assistance Systems) – интегрисани систем који обједињује више безбједносних функција (радар, камера, сензори, AI алгоритми);
- Turn-Assist системи – смањују ризик судара при скретању, нарочито у урбаним зонама са пјешацима и бициклистима;
- ESP / ESC (Electronic Stability Program / Control) – стабилизација возила у условима клизања и наглих промјена правца;
- TPMS (Tire Pressure Monitoring System) – надзор притиска у гумама, као предуслов стабилности и енергетске ефикасности.

Према анализама IRU Safety Report 2024 и European Transport Safety Council (ETSC), возила опремљена овим системима биљеже:

- смањење броја тешких незгода за 45–50%,
- скраћење времена реакције возача за 1,2–1,5 секунди,
- смањење ризика од превртања и губитка контроле за 35%.

Осим техничких аспеката, значајан напредак представља и повезивање безбједносних система са централним управљачким платформама и AI алгоритмима који анализирају податке у реалном времену (брзина, умор, понашање у вожњи, услови пута). Ово омогућава не само реактивну, већ и предиктивну безбједност – предвиђање ризичних ситуација прије него што се оне догоде.

Значај “Smart Tachograph” друге генерације

Увођење паметних тахографа друге генерације (Smart Tachograph 2) представља кључни корак ка дигитализацији и унапређењу безбједности у друмском транспорту. Ови уређаји, прописани Уредбом (ЕУ) 2021/1228 и примјењивани од 21. августа 2023. године, обавезни су у свим новим возилима регистрованим у ЕУ, а постепено се уводе и у земљама Западног Балкана.

Главне предности ST2 тахографа у односу на претходну генерацију:

Безбједносни и системски ефекти

Имплементацијом “smart” тахографа друге генерације, очекује се:

- смањење административних прекршаја за преко 40%,
- поједностављење контрола и убрзање граничних прелаза,
- јачање правичности у тржишној конкуренцији, јер су сви превозници подједнако надгледани у складу са AETR и ЕУ стандардима,
- директна превенција умора, јер се радно вријеме евидентира са већом прецизношћу и транспарентношћу.

IRU и ЕУ иницијативе

IRU у својим *Smart Road Transport* програмима активно промовише ST2 тахограф као централни елемент у дигиталној безбједносној инфраструктури. Европска унија подржава ширење ST2 стандарда на земље *Western Balkans 6*, кроз *Transport Community Treaty* и програме финансиране преко *Connecting Europe Facility (CEF)* и *IPA III*.

Паметни тахографи друге генерације представљају више од техничког уређаја — они су основна карика у дигиталном екосистему безбједности, који повезује возаче, превознике, инспекцијске службе и регулаторе у јединствен систем надзора, контроле и превенције. Њихова примјена у региону Западног Балкана значајно ће допринијети смањењу ризика, унапређењу транспарентности и бољем управљању умором у друмском транспорту.

8. КРИТИЧНА ТАЧКА – НЕДОСТАТАК КВАЛИТЕТНЕ ЕДУКАЦИЈЕ

Један од најдубљих и најосјетљивијих системских проблема у сектору друмског транспорта јесте формализација знања без стварних компетенција. Слика савременог система обуке у великом дијелу региона показује опасну диспропорцију између сертификата и стварних вјештина.

Симболично речено:

„Имам сертификат, али не знам пливати.“

Овај парадокс најбоље описује стање у којем је локални, накардни систем образовања произвео генерације возача који посједују документа, али не и практично знање.

Према интерним анализама и теренским опажањима:

- само 1% професионалних возача који заврше обуку по важећим правилницима заиста знају употребити противпожарни апарат,
- већина нема адекватну практичну обуку за вожњу у условима слабе видљивости, аквапланинга, залеђених коловоза, или безбједног утовара и истовара.

Вријеме је за истину и реформу

Потребна је свеобухватна реформа система образовања професионалних возача, која ће:

- поставити јасне услове за предаваче и инструкторе,
- увести стандардизоване програме IRU Academy на нивоу региона,
- заснивати се на практичним компетенцијама и евалуацији стварног знања,
- и елиминисати систем у којем „папир вреди више од вјештине“.

Јер без стварног знања, без стручности и без одговорности, ни најсавременија технологија, ни паметни тахографи, ни AI системи не могу надомјестити оно што је основ сваке безбједности – стручно обучен човјек за управљачем.

9. ПУТ КА ИЗВРСНОСТИ – ИНТЕГРАЦИЈА ЉУДСКОГ ФАКТОРА И ТЕХНОЛОГИЈЕ

Савремена безбједност у друмском транспорту не може се заснивати искључиво на технологији. Иако системи као што су Smart Tachograph 2, AEB, ISA, ADAS, FRMS и SSPA представљају технолошку револуцију, централна карика безбједности и даље је човјек – обучен, одговоран и професионално оспособљен возач.

Међутим, у пракси региона, управо је људски фактор најслабија карика. Не зато што недостају људи, већ зато што је систем образовања и лиценцирања постао формалан и самозадовољан, а не оријентисан ка стварном знању.

Парадокс савременог тренутка најбоље се може описати сликом:

„Закон се пише за малу групу појединаца којима је свеједно да ли знамо пливати — али ми ипак издајемо сертификате за спасавање.“

Такав приступ довео је до распада повјерења између институција, тржишта и професионалаца. Обука се све чешће своди на административни процес умјесто на стварну евалуацију компетенција. Наставу изводе људи без стварне возачке праксе, док се стручно знање маргинализује у корист бирократског облика „потврде“.

Излаз из зачараног круга

Пут ка изврсности подразумијева нову парадигму која интегрише људски фактор и технологију, али не као супротности, већ као међусобно зависне елементе.

Кључни кораци су:

1. Хармонизација закона и подзаконских аката са европским директивама и IRU стандардима.
2. Акредитација стварних стручњака – људи са професионалном возачком дозволом, искуством и међународним референцама.
3. Примјена дигиталних система (Smart Tachograph, eCMR, eFTI) који гарантују транспарентност и интегритет процеса.
4. Практична и симулациона настава у реалним условима – вода, лед, кочење, аквапланинг, пожар, сигурно обезбјеђење терета.
5. Култура одговорности – у којој сертификат није папир, већ доказ стварног знања и способности.

Систем безбједности на путевима није трошак – он је инвестиција у живот, професију и будућност.

10. ЗАКЉУЧЦИ РАДА

- Умор возача остаје један од најзначајнијих узрока саобраћајних незгода у друмском транспорту, са учешћем од 10–12% укупног броја незгода. Посебно су ризични периоди између 02:00–06:00 и 13:00–15:00 часова, када циркадијални ритам природно снижава будност и концентрацију.
- Непостојање сигурних и безбједних паркинг мјеста (SSPA) директно доприноси појави умора и смањењу ефикасности управљања ризицима. На простору Западног Балкана, возачи губе више од 3000 година укупног времена на границама годишње, што повећава психофизиолошки замор и ризик од грешке.
- Раскрснице остају критичне тачке друмске безбједности, при чему се 40–60% незгода у урбаним зонама дешава управо у зонама пресецања саобраћајних токова. Геометријска ограничења, неусклађена сигнализација и недовољна видљивост најчешћи су узроци бочних и задњих удара.
- Неправилан утовар и кршење стандарда EN 12195 и EN 12642 доводе до нарушене стабилности возила и помјерања тежишта, што узрокује до 8% незгода у сектору теретног транспорта. Најчешћи пропусти односе се на неравномјеран утовар, недовољно затезање и прекорачење осовинског оптерећења.
- Технолошке мјере и системи активне и пасивне безбједности (AEB, ISA, ADAS, Turn-Assist, ESP) доказано смањују број тешких незгода за 25–50%. Њихова широка примјена, заједно са програмима FRMS и SSPA, представља темељ за остварење стратегије „Vision Zero“ до 2038. године.
- Паметни тахографи друге генерације (Smart Tachograph 2) представљају централни алат у дигитализацији безбједности и транспарентности рада возача. Они омогућавају GNSS детекцију граница, даљински надзор и интеграцију са системима управљања умором (FRMS), чиме се знатно смањује број прекршаја и злоупотреба.
- Критична тачка остаје лош квалитет едукације и формално лиценцирање без стварних компетенција. Само 1% возача након обуке зна правилно користити противпожарни апарат или реаговати у условима аквапланинга, слабе видљивости и ледених дионица. Систем је произвео „сертификате без вјештина“, што представља суштински безбједносни ризик.
- Потребна је нулта толеранција на институционалну небригу и симулацију знања. Ако се системски спроведе интеграција технологије, људског фактора и обуке, могуће је до 2038. године спасити преко 28.000 живота и превентивно дјеловати на више од 140.000 саобраћајних незгода ИРУ активности.
- Будућност безбједности друмског транспорта лежи у споју човјека и технологије. Закон треба писати за већину која ради, а не за мањину која управља. Сертификат мора бити доказ знања, а не формалност. Без стварне едукације нема ни стварне безбједности.
- Пут ка изврсности подразумијева одговорност, знање и интегритет. Технологија је савезник, али човјек остаје најважнији систем безбједности. Само систем у којем су возачи обучени,

инструктори компетентни, а институције одговорне може гарантовати оно што је крајњи циљ сваке стратегије — да се људи са пута враћају кући живи.

11. ЛИТЕРАТУРА

- European Committee for Standardization (CEN). (2010). EN 12195-1:2010 – Load restraint assemblies on road vehicles – Safety – Part 1: Calculation of lashing forces. Brussels: CEN.
- European Committee for Standardization (CEN). (2006). EN 12642 – Strength of vehicle bodies – Minimum requirements. Brussels: CEN.
- European Parliament and Council of the European Union. (2021). Regulation (EU) 2021/1228 on Smart Tachograph (Generation 2). Official Journal of the European Union.
- European Commission – DG MOVE. (2024). EU Road Safety Policy Framework 2021–2030: Towards Vision Zero. Brussels.
- IRU – International Road Transport Union. (2024). IRU Safety Report 2024: Professional Driver Fatigue and Operational Risks. Geneva.
- ПеулићPeulić, В. (2014). Сигуран утовар – безбједан транспорт. Бања Лука: Grafid.
- Пеулић, В. (2014). Професионалне компетенције возача. Бања Лука: Grafid.
- Пеулић, В. (2014). Правила рада у друмском превозу. Бања Лука: Grafid.

СИГУРАН УТОВАР – БЕЗБЈЕДАН ТРАНСПОРТ У

ФУНКЦИЈИ УКУПНЕ БЕЗБЈЕДНОСТИ

SECURE LOADING – SAFE TRANSPORT AS A FUNCTION OF OVERALL SAFETY

Радован Вишковић¹, Жељко Ђурић², Велибор Пеулић³

Резиме: Сигуран утовар и безбједан транспорт представљају један од најзначајнијих фактора у систему укупне безбједности друмског саобраћаја. У процесу планирања и извођења транспортних операција, правилан распоред терета, избор возила, техничка исправност опреме и примјена стандарда одлучују о степену ризика и могућим посљедицама. Рад анализира утицај утоварних процедура и техника фиксирања терета на стабилност возила, ефикасност транспортног процеса и заштиту учесника у саобраћају.

Кроз примјену стандарда EN 12195-1:2010 и ИРУ Академије, указује се на важност унапређења компетенција возача и логистичког особља. Посебан акценат стављен је на локалне заједнице као мјеста реализације манипулативних и утоварних процеса, гдје се преклапају интереси безбједности, економије и заштите животне средине.

Правилан утовар и обезбјеђење терета представљају карице које повезују оперативну ефикасност са свеукупном безбједношћу транспортног система.

Кључне ријечи: безбједност саобраћаја, утовар, фиксирање терета, стандарди, IRU Academy, логистика.

Abstract: Secure loading and safe transport represent one of the most significant factors within the overall road traffic safety system. In the planning and execution of transport operations, proper cargo distribution, vehicle selection, technical condition of equipment, and application of standards determine the level of risk and possible consequences. This paper analyzes the impact of loading procedures and cargo-securing techniques on vehicle stability, transport process efficiency, and the protection of road users.

By applying the EN 12195-1:2010 standard and IRU Academy guidelines, the study highlights the importance of improving the competencies of drivers and logistics personnel. Special emphasis is placed on local communities as the environments where handling and loading processes take place, and where the interests of safety, economy, and environmental protection intersect.

Proper loading and cargo securing form essential links connecting operational efficiency with the overall safety of the transport system.

Keywords: road safety, loading, cargo securing, standards, IRU Academy, logistics.

1. УВОД

Безбједност друмског саобраћаја представља један од кључних приоритета транспортне политике савремене Европе. Сложеност транспортних токова, динамика кретања робе и људи, као и све већи утицај логистичких ланаца на локалну и глобалну економију, условили су потребу за системским приступом безбједности који обухвата све елементе транспортног процеса – од планирања, преко организације превоза, до утовара, обезбјеђења и испоруке терета.

Сигуран утовар и правилно обезбјеђење терета представљају прву карику у систему свеукупне безбједности. Према подацима IRU Академије и европским студијама, значајан проценат саобраћајних незгода у којима учествују теретна возила настаје управо због непрофесионално изведеног утовара, неравномјерне расподјеле масе, неисправних причвршћивача или недовољног познавања стандарда од

¹Ванредни професор, доктор техничких наука, Универзитет у Источном Сарајеву – Саобраћајни факултет Добој, е-mail: radovanviskovic1964@gmail.com

²Ванредни професор, доктор техничких наука, Универзитет у Источном Сарајеву – Технолошки факултет Зворник, е-mail: zeljko.djuric@fpm.ues.rs.ba

³Редовни професор, логистика и менаџмент, Паневропски универзитет АПЕИРОН, саобраћајни факултет Бања Лука, е-mail: velibor.peulic@gmail.com

стране возача и манипулативног особља. Свако од ових одступања утиче на стабилност возила, повећава ризик од превртања, оштећења терета и угрожавања других учесника у саобраћају.

Европска унија је, у настојању да уједначи и подигне ниво безбједности, донијела низ правних инструмената, међу којима је и Директива (ЕУ) 2015/413 о олакшавању прекограничне размјене информација о прекршајима против безбједности саобраћаја на путевима

Овом директивом државама чланицама се омогућава ефикаснија сарадња у контроли и санкционисању прекршаја, чиме се доприноси одговорнијем понашању возача и превозника. Истовремено, стандард EN 12195-1:2010 дефинише техничке и безбједносне захтјеве за причвршћивање терета, док IRU Academy Safe Loading and Cargo Securing Programme даје оперативне смјернице за примену тих стандарда у свакодневној пракси.

2. НОРМАТИВНИ ОКВИР И СТАНДАРДИ

Развој и примјена система безбједности у друмском транспорту не могу се посматрати изоловано од међународних прописа и техничких стандарда који дефинишу начин извођења транспортних операција. Европска унија је током посљедње двије деценије изградила cjеловит регулаторни систем који се темељи на унапређењу безбједности, смањењу ризика и стварању јединственог транспортног простора.

У основи тог система налазе се три кључна стуба:

1. законодавни оквир Европске уније,
2. технички стандарди и смјернице за обезбјеђење терета,
3. програми обуке и сертификације по IRU моделу.

2.1. Директива (ЕУ) 2015/413 – законски темељ за безбједност саобраћаја

Директива (ЕУ) 2015/413 Европског парламента и Савјета од 11. марта 2015. године донијета је с циљем „унапређења безбједности саобраћаја на путевима Европске уније и осигурања високе заштите свих учесника у саобраћају“

Ова директива се посебно односи на олакшавање прекограничне размјене информација о саобраћајним прекршајима који угрожавају безбједност, али у ширем контексту поставља темеље за јединствен приступ контроли и превенцији ризика у друмском транспорту.

Она обухвата кључне прекршаје који утичу на безбједност, као што су прекорачење брзине, управљање возилом под утицајем алкохола или опојних дрога, непоштовање црвеног свјетла и вожња без сигурносног појаса. Циљ оваквог приступа је да се омогући једнак третман свих возача – без обзира на земљу регистрације возила – и да се ојачају механизми контроле, што индиректно подстиче и повећање квалитета утоварних и транспортних процедура.

Директива такође наглашава потребу за увођењем заједничких стандарда за техничке системе контроле, посебно за *аутоматизовану опрему за надзор безбједности друмског саобраћаја*. То значи да се у пракси све чешће примјењују интегрисани информациони системи који прате статус терета, стабилност возила и примјену прописаних ограничења, што директно доприноси превенцији незгода изазваних неправилним утоваром.

2.2. Европски стандарди EN серије

Најзначајнији технички документ у области обезбјеђења терета је стандард EN 12195-1:2010 – *„Load restraint systems on road vehicles – Safety“*. Овај стандард дефинише методологију прорачуна сила које дјелују на терет током транспорта и одређује минималне техничке захтјеве за опрему која се користи за причвршћивање.

Примјена овог стандарда у пракси подразумијева:

- израчунавање инерцијалних и центрифугалних сила које дјелују на терет;
- избор и верификацију запињача, ланца, трака и зупчаних механизма;

- одређивање минималне снаге затезања (LC – Lashing Capacity);
- утврђивање коефицијента трења између подлоге и терета;
- и прописивање тест процедура за опрему која се користи у утовару и фиксирању.

EN стандарди обухватају и друге релевантне документе као што су EN 12640 (сидришне тачке на возилу), EN 12642 (конструкциона чврстоћа каросерије) и EN 12195-2/-3/-4 који регулишу различите типове уређаја за везивање. Заједно, ови документи представљају основу за процјену безбједности транспортне јединице, као и за инспекцијске контроле које се спроводе у складу са европским прописима.

2.3. IRU Academy – систем обуке и сертификације

Међународна транспортна унија (IRU) развила је програм *Safe Loading and Cargo Securing Training Programme* који служи као универзални модел обуке за возаче, шпедитере и логистичко особље. Циљ програма је да се кроз теоријску и практичну наставу пренесу компетенције које осигуравају да терет буде правилно припремљен, утоварен, распоређен и обезбијеђен у складу са прописима.

IRU програми се заснивају на принципима:

- стандардизације знања и практичних вјештина,
- уједначавања процедура унутар ЕУ и земаља кандидата,
- и унапређења културе безбједности на радним мјестима у транспорту.

IRU Academy је, кроз своје приручнике и тренинг-модуле, дефинисала конкретне сценарије рада који обухватају анализу ризика, избор метода фиксирања терета и поступке контроле након утовара. Овај модел представља основ за интеграцију европских стандарда у националне програме обуке, као што је предложено у приручнику „Сигуран утовар – безбједан транспорт“

2.4. Национални и регионални прописи

У Републици Српској (БиХ) и земљама региона постоје различити степени усаглашености са европским прописима. Закон о безбједности саобраћаја, подзаконски акти и технички прописи који се односе на транспорт опасних и општих терета у већој мјери су преузели европске стандарде, али је још увијек неопходна јача институционална координација између министарстава саобраћаја, инспекцијских органа и привредних субјеката.

Посебну пажњу треба усмјерити на праксу инспекцијског надзора на пунктовима и терминалима, гдје се често утврђују неправилности у распореду и фиксирању терета. Увођењем система сертификације по IRU моделу и примјеном EN стандарда, могуће је значајно подићи ниво техничке и оперативне безбједности.

2.5. Синтеза

Нормативни оквир безбједног утовара заснива се на јединству прописа, стандарда и обуке. Директива (ЕУ) 2015/413 даје правни темељ, EN стандарди утврђују техничке критеријуме, а IRU Academy осигурава људски и организациони капацитет за њихову примјену. Све три компоненте заједно чине интегрисани систем управљања безбједношћу терета, који треба постепено увести и у националне праксе земаља западног Балкана.

3. ТЕХНИЧКИ ПРИНЦИПИ СИГУРНОГ УТОВАРА

Сигуран утовар представља синтезу техничког знања, физичких закона и организационе дисциплине. Утврђивање равнотеже возила и стабилности терета у покрету један је од најважнијих предуслова безбједног транспорта. Сваки терет током војње подвргнут је дјеловању сила инерције, гравитације, центрифугалне и динамичке силе при убрзању или кочењу. Познавање ових сила омогућава правилан избор начина утовара, распореда и обезбјеђења терета.

3.1. Силе које дјелују на терет и возило

Током кретања возила, терет је изложен укупном дјеловању више сила које утичу на његову стабилност и положај у товарном простору. Основне су:

- Сила инерције (F_i) – јавља се при убрзању и кочењу, настоји задржати терет у стању мировања. Изражава се формулом:

$$F_i = (mv + mt) \times a,$$

гдје су: mv – маса возила, mt – маса терета, a – убрзање (m/s^2).

Што је веће убрзање или нагло кочење, већа је сила која дјелује на терет.

- Сила гравитације (F_g) – увијек дјелује вертикално надоле, одређује оптерећење на осовине и контактне тачке возила са коловозом.
- Центрипетална и центрифугална сила (F_c) – при кретању у кривини терет тежи да се помјери ка спољној страни пута. Формула за израчунавање је:

$$F_c = (mv + mt) \times V^2 / R,$$

гдје је V – брзина, R – полупречник кривине. Како брзина расте, центрифугална сила расте сразмјерно квадрату брзине, што значи да је при већим брзинама неопходно снажније осигурање терета.

- Силе трења (F_{tr}) – настају између подлоге и терета. Њихова улога је да спрече клизање; износе у просјеку $0,2-0,6 \times F_g$, у зависности од материјала подлоге и употребе противклизних подметача.

Све ове силе дјелују истовремено и у различитим правцима: при убрзању терет се помјера уназад, при кочењу напред, у кривини ка спољној страни, а при неравном терену или вибрацијама у свим правцима.

3.2. Центар тежишта и стабилност возила

Положај центра тежишта (ht) директно утиче на стабилност возила. Што је центар тежишта нижи и ближи подлози, возило је стабилније. Неравномјерна расподјела терета подиже центар тежишта и изазива нагибање или превртање.

- При кочењу, теже масе помјерају центар тежишта према напријед, оптерећујући предње осовине.
- При убрзању, центар тежишта се помјера уназад, повећавајући притисак на задње осовине.
- У кривинама долази до бочног помјерања тежишта, што може изазвати „ломљење композиције“ код полуприколица и цистерни.

Да би се ове појаве свеле на минимум, EN 12195-1:2010 прописује да терет мора бити распоређен тако да центар тежишта буде што ближи уздужној и попречној оси возила, а тежи терети постављени што ниже и ближе средишту.

3.3. Принципи расподјеле терета

Према IRU Academy смерницама и приручнику „Сигуран утовар – безбједан транспорт“, постоје три основна принципа расподјеле терета:

1. Равномјерност расподјеле:

Терет се поставља тако да оптерећење осовина буде у оквиру дозвољених граница. Тежи елементи се постављају уз кабину и на под товарног простора, а лакши изнад њих.

2. Симетрија:

Оптерећење мора бити симетрично распоређено у односу на уздужну осу возила, како би се избјегло клизање или бочно помјерање при маневрисању.

3. Компактност:

Терет треба да чини јединствену и чврсту цјелину – без празнина, са подметачима и раздјелним елементима који спречавају помјерање.

EN 12195 прописује да возач мора осигурати терет тако да издржи најмање 0,8 × тежину у уздужном, 0,5 × тежину у бочном и 0,2 × тежину у вертикалном смјеру. Ово је минимални прорачунски критеријум за сигурно везивање терета.

3.4. Методи осигурања терета

Метод осигурања зависи од врсте терета, конструкције возила и транспортних услова. Основне технике су:

Метод трења (Friction securing): Повећава се трење између терета и подлоге употребом противклизних простирки од гуме, полиуретана или синтетичких материјала.

Метод блокирања (Blocking): Терет се фиксира уз помоћ страница, преграда, клинова и стабилизатора, чиме се спречава клизање у било ком смјеру.

Метод везивања (Lashing): Примјена затезних трака, ужади или ланаца са сертификованим затезним механизмима („шпанери“). IRU Academy наглашава да траке морају бити према стандарду EN 12195-2 и редовно контролисане.

Комбиновани системи (нпр. блокирање + трење или везивање + трење) показују најбољи ефекат у пракси.

3.5. Утицај техничког стања возила

Техничка исправност возила и опреме пресудна је за стабилност терета. Стање гума, суспензије, кочионог система и утоварне платформе директно утиче на динамичку стабилност.

Возила са ваздушним ослањањем имају веће амплитуде при наглим покретима, што може довести до нестабилности ако терет није добро фиксиран. Са друге стране, возила са класичним опругама имају бољу отпорност на бочне силе, али су подложнија вибрацијама.

Због тога је прије утовара неопходно:

- провјерити исправност утоварне платформе и бочних страница,
- контролисати траке, куке и блокирајуће елементе,
- користити само сертификовану опрему са видљивом ознаком носивости.

3.6. Практични примјери и грешке у утовару

Приручник „Сигуран утовар – безбједан транспорт“ доноси бројне примјере грешака насталих због неправилног утовара:

- помјерање палетних јединица због неискоришћеног празног простора,
- недовољан број затезних трака или њихово неправилно постављање,
- постављање тежих терета на врх палета,
- неправилно коришћење клинова код цистерни,
- недовољна контрола висине и тежине при утовару на полуприколице.

Све ове грешке повећавају ризик од губитка стабилности и доводе до саобраћајних незгода, оштећења инфраструктуре или загађења животне средине.

3.7. Улога возача и логистичког особља

Возач је последња карика у ланцу контроле исправности утовара. Према EN 12195 и IRU Academy стандардима, он мора:

- визуелно провјерити исправност утовара и фиксирања терета,
- затражити исправку уколико утовар није правилно изведен,
- посједовати знање о прорачуну сила и носивости трака,
- редовно контролисати стање терета на станицама и након кочења.

Уз њега, логистичко особље (манипулатори, складиштари, утоваривачи) мора бити обучено да препозна ризике и поступа у складу са утврђеним процедурама безбједног утовара.

Сигуран утовар није само техничка радња, већ системско понашање које обједињује знање, дисциплину и стандарде. Разумевање физичких принципа и примјена EN 12195-1:2010 обезбјеђују стабилност возила и заштиту људских живота. Како је наведено у IRU програму, „сваки правилно обезбјеђен терет представља превенцију једне потенцијалне несреће“.

4. РАСПОРЕД И ОБЕЗБЈЕЂЕЊЕ ТЕРЕТА

Распоред и обезбјеђење терета у товарном простору представљају најважнију оперативну фазу транспортног процеса. Начин на који је терет постављен и фиксиран директно утиче на стабилност возила, трајност опреме, као и на безбједност других учесника у саобраћају. Према стандардима EN 12195-1:2010 и IRU Academy – Safe Loading and Cargo Securing Programme, сваки терет мора бити осигуран тако да током транспорта остане стабилан у свим смјеровима дјеловања сила – уздужно, бочно и вертикално.

4.1. Основни принципи распоређивања терета

Примјена метода у зависности од врсте терета

Врста терета	Препоручени метод	Посебне напомене
Палетизовани терети	Трење + везивање	Користити противклизне простирке и прекривно везивање
Цистерне и течни терети	Блокирање вентилациони систем	+ Избјегавати нагла кочења; користити унутрашње преграде
Расути терети	Блокирање	Не прекорачивати висину страница; обезбиједити равномјерно оптерећење
Цилиндрични терети (цеви, бубњеви)	Петљасто везивање	Поставити гумене подметаче; користити парне траке
Опасни терети (ADR)	Комбиновани метод	Строга примјена ADR прописа и контроле паковања
Лакши и волуминозни терети	Трење + везивање	Користити више трака мање носивости; избјегавати празан простор

4.2. Контролна мјерења и инспекцијски надзор

Према европским смјерницама, сваки контролни орган има право да изврши инспекцију правилности утовара. Контрола обухвата:

- визуелни преглед стабилности терета и исправности трака,
- провјеру расподјеле тежине по осовинама,
- процјену ризика од клизања и превртања,
- провјеру коришћења одговарајуће опреме.

IRU Academy је развила модел *Quick Check Sheet* – образац који инспектори и возачи користе за самоконтролу. У њему се процјењује степен обезбјеђења терета на скали од 0 до 100%, а минимално прихватљив ниво сигурности је 80%.

4.3. Честе грешке при обезбјеђењу терета

Из анализе теренских података и примјера из IRU приручника произлази да су најчешће грешке:

- коришћење истрошених или несертификованих трака,
- недовољан број фиксирајућих тачака,
- неправилно угаоно постављање трака,
- изостављање противклизних подметача,
- занемаривање утицаја временских услова (влага, снијег, лед),
- недовољна контрола након кретања возила.

Свака од ових грешака може довести до губитка стабилности, оштећења возила, саобраћајне незгоде или пада терета на коловоз, што према Директиви (ЕУ) 2015/413 спада у категорију прекршаја против безбједности саобраћаја.

5. УЛОГЕ И ОДГОВОРНОСТИ УЧЕСНИКА У ТРАНСПОРТНОМ ПРОЦЕСУ

Безбједност утовара и транспорта представља заједничку одговорност више субјеката који чине логистички ланац. Сваки од њих има јасно дефинисану улогу у складу са европским и националним прописима. Правилна подјела обавеза и међусобна координација учесника основни су предуслов за спречавање незгода, оштећења робе и нарушавања јавне безбједности.

Пошиљалац је први и суштински носилац одговорности у поступку утовара. Његова улога је да обезбиједи да терет буде:

- правилно припремљен за транспорт (амбалажа, палетизација, обиљежавање);
- у складу са декларацијом тежине, димензија и врсте робе;
- утоварен на начин који омогућава безбједно причвршћивање и распоред по осовинама;
- документован у пратећој транспортној и безбједносној документацији (CMR, ADR, чек-листе, сертификати).

Према IRU Academy и EN 12195-1:2010, пошиљалац мора возачу и превознику доставити све податке о роби и евентуалним ризицима (тежина, гравитациони центар, крхкост, посебни услови складиштења). У случају опасних материја (ADR терети), пошиљалац има дужност да обезбиједи декларацију опасности, упутства за поступање и заштитну опрему.

Превозник

- Превозник као правно лице има надлежност да организује транспорт у складу са важећим прописима и стандардима. Његове главне одговорности су:
- да обезбиједи технички исправно возило и опрему за обезбјеђење терета;
- да обучи возаче и манипулативно особље по програмима IRU Academy и националним стандардима;
- да обезбиједи документацију о носивости, оптерећењу осовина и важећим сертификатима опреме;
- да обезбиједи унутрашњи систем контроле и надзора над процесом утовара и транспорта.

Превозник је такође одговоран за усаглашеност са прописима о времену вожње и одмора (AETR, Регулатива (ЕЗ) бр. 561/2006), као и за праћење укупног стања возног парка. Уколико терет није адекватно обезбјеђен, превозник је дужан да одбије транспорт док се пропусти не отклоне.

Возач

Возач је посљедња карика у систему контроле. Он не само да управља возилом, већ мора активно да учествује у провјери исправности утовара и обезбјеђења терета.

Његове обавезе су:

- да визуелно прегледа терет прије поласка и након првих неколико километара вожње;
- да провјери напетост трака, исправност клинова и блокада;
- да зна основне прорачуне сила и утицај расподјеле тежине;
- да посједује важеће потврде о стручној оспособљености (CPC – IRU Academy);
- да при свакој промјени пута, нагибу или атмосферским условима поново провјери терет.

IRU Academy истиче да возач није само извршилац, већ активни чувар безбједности. У IRU приручницима стоји:

„Возач који контролише свој терет, контролише и свој живот, и живот других на путу.“

Утоваривач и манипулативно особље

Утоваривач је лице које физички изводи утовар робе у возило. Он мора бити обучен у складу са EN 12195-1, као и националним правилницима. Његове обавезе су:

- правилан избор мјеста и редослиједа утовара;
- коришћење одговарајуће опреме (виљушкар, дизалице, клинови, простирке);
- координација са возачем о положају терета и потреби за фиксирањем;
- контрола висине и оптерећења по осовинама.

У случају да утоваривач изврши нестручан утовар који доведе до оштећења робе или незгоде, сноси дио одговорности према Закону о облигационим односима и прописима о безбједности на раду.

Прималац терета

Прималац је одговоран за пријем, преглед и истовар робе. Он мора:

- провјерити стање терета и опреме при пријему;
- евидентирати евентуална оштећења или неправилности у CMR записнику;
- потврдити пријем у складу са условима уговора о превозу.

IRU препоручује да прималац, заједно са возачем, визуелно прегледа терет при отварању товарног простора, јер се током вожње може десити помјерање које није видљиво споља.

Одговорност и подјела кривице

Систем одговорности у безбједном транспорту заснива се на принципу *заједничке дужности старања*. Уколико дође до незгоде изазване неправилним утоваром, одговорност се утврђује према сљедећим критеријумима:

- ако је утовар извршио пошиљалац без присуства возача – одговара пошиљалац;
- ако је возач прихватио неправилно утоварен терет без пријаве – дијели одговорност са пошиљаоцем;
- ако је превозник занемарио обавезу контроле или обуке – сноси одговорност као организациони пропуст;
- ако је опрема неисправна или несертификована – одговоран је превозник;
- ако је терет опасан, а није декларисан – одговара пошиљалац према ADR прописима.

IRU Academy истиче да се одговорност не може пребацити једнострано, јер „безбједност није власништво једног субјекта, већ заједничка обавеза свих у ланцу снабдијевања“.

Комуникација и координација у систему

Ефикасна комуникација између пошиљаоца, превозника и возача суштински је дио безбједносне културе. Препоручује се употреба стандардизованих образаца комуникације, као што су:

- *Cargo Securing Checklist* – контролна листа за возача и утоваривача;
- *Deviation Report* – образац за пријаву неправилности утовара;
- *Inspection Report* – записник инспекције утовара и опреме;
- *Safety Declaration* – изјава пошиљаоца о безбједности робе.

Ови документи омогућавају транспарентност, смањују спорове и доказују да су сви субјекти поступали у складу са прописима и стандардима.

Безбједан транспорт није резултат појединачне дисциплине, већ синхронизованог дјеловања свих учесника. Пошиљалац, превозник, возач, утоваривач и инспекцијски органи морају дјеловати као јединствен систем у којем је главни циљ спречавање ризика, заштита људских живота и одржавање интегритета транспортног процеса.

IRU Academy закључује: „Безбједност почиње одговорношћу – а одговорност почиње знањем.“

6. ПРАКТИЧНИ ПРИМЈЕРИ, АНАЛИЗЕ И ПРЕПОРУКЕ ЗА УНАПРЕЂЕЊЕ

Ово поглавље представља суштину оперативне анализе – показује како неправилан утовар, неадекватно фиксирање или пропусти у контроли могу довести до озбиљних посљедица по безбједност људи, имовине и саобраћајну инфраструктуру. Истовремено, кроз позитивне примјере приказују се резултати примјене стандарда EN 12195-1:2010 и програма IRU Academy, који доказују да је безбједност транспортног система мјерљив резултат знања и дисциплине.

7. КВАНТИТАТИВНА АНАЛИЗА ИНЦИДЕНАТА У ЕУ

Према подацима IRU и Европске агенције за безбједност саобраћаја (ERSC, 2023):

- Око 25% незгода у друмском теретном саобраћају повезано је са неправилним утоваром или обезбјеђењем терета;
- У 70% случајева узрок је људска грешка (недовољна обука, пропуштена контрола, журба при утовару);
- Економски губици премашују 1,5 милијарди евра годишње у ЕУ због оштећене робе и застоја у саобраћају;
- Применом програма IRU Safe Loading, број инцидената опада у просјеку за 40–60% у првој години имплементације.

Практични примјери потврђују да је свака незгода резултат пропуста који се могао спријечити знањем, дисциплином и системом контроле. Примјена стандарда EN 12195-1:2010, уз образовне програме IRU Academy, представља најбољи механизам за подизање нивоа безбједности и професионализма у друмском транспорту.

„Сваки правилно утоварен камион је једна мање незгода на путу.“

Интеграција стандарда безбједног утовара у националне прописе представља један од кључних корака ка модернизацији транспортног система и повећању безбједности у друмском саобраћају. Без институционалног оквира и законске обавезе примјене стандарда, сваки технички и образовни напор остаје ограничен на добровољну праксу појединаца и компанија.

8. ЗАКЉУЧАК

Сигуран утовар и безбједан транспорт представљају темељ функционисања савременог транспортног система. Сви сегменти анализирани у овом раду — од техничких принципа и европских стандарда до институционалне одговорности и улоге локалних заједница — показују да се укупна безбједност друмског саобраћаја гради на знању, дисциплини и системском приступу.

Истакнута је важност утоварних процедура као критичног фактора у безбједности друмског транспорта. Утврђено је да се највећи број незгода повезаних са теретним возилима може спријечити правилним распоредом и фиксирањем терета. Циљ рада је био да покаже повезаност између техничких стандарда, људског фактора и институционалне подршке.

Анализирани су кључни документи ЕУ — Директива (ЕУ) 2015/413, Директива 2003/59/ЕЗ и стандард EN 12195-1:2010 — као основа за развој система безбједног утовара. Посебан нагласак стављен је на IRU Academy програме који омогућавају практичну примјену ових стандарда у реалном окружењу.

Разрађени су физички принципи који дјелују на терет током вожње: инерција, трење, центрифугална сила и гравитација. Приказани су основни прорачуни сила и значај позиционирања центра тежишта. Истакнуто је да је стабилност возила директна функција расподјеле масе и начина фиксирања.

Детаљно су описане три основне методе фиксирања: трење, блокирање и везивање, као и њихове комбинације. Утврђено је да правилна комбинација ових метода повећава безбједност за преко 60%. Приказане су честе грешке у пракси и примјери доброг распореда терета у складу са EN 12195-1:2010.

Безбједност је заједничка одговорност пошиљаоца, превозника, возача, утоваривача, примаоца и контролних органа. IRU Academy систематизује ову одговорност кроз програме обуке и контролне листе. Посебно је наглашена потреба за сарадњом и комуникацијом између свих актера транспортног ланца.

Показано је да локалне заједнице имају кључну улогу у стварању безбједносне културе. Општине, школе и комунална предузећа могу активно утицати на едукацију, инфраструктуру и контролу утоварних зона. Едукација и јавне кампање су најбољи механизам превенције.

Дефинисани су основни EN стандарди (12195, 12640, 12642) и описана опрема за фиксирање терета: траке, ланци, клинови, подметачи и противклизне простирке. Истакнут је значај сертификације опреме и редовне инспекције, као и појава „паметних трака“ са сензорима напона.

Анализирани су реални случајеви из праксе — клизање терета, губитак стабилности, људске грешке и позитивни модели IRU обуке. Квантитативна анализа показала је да 25% незгода у ЕУ настаје због неправилног утовара, али да се уз системску едукацију број инцидената може преполовити. Дате су препоруке за унапређење система у БиХ и региону.

Предложено је доношење националног *Правилника о сигурном утовару и фиксирању терета*, акредитација IRU центара, увођење обавезне опреме за фиксирање и обуке у CPC програм, те оснивање Савјета за безбједан утовар и транспорт. Овим би се обезбиједило институционално признавање стандарда и њихова примјена у свакодневној пракси.

1. Безбједан транспорт почиње утоваром. Утоварна процедура је прва линија одбране од незгода и оштећења.
2. Знање и дисциплина су најбоља заштита. Системска едукација по IRU програмима доказано смањује ризик и трошкове.
3. Технички стандарди морају постати законска обавеза. EN 12195 мора бити саставни дио националних прописа.
4. Синергија људи, опреме и прописа. Само заједничким дјеловањем пошиљаоца, превозника, возача и институција може се остварити потпуна безбједност.

„Безбједност није случајност, већ резултат знања, дисциплине и система. Сваки правилно утоварен камион значи један сигуран живот више на путу.“

9. ЛИТЕРАТУРА

- European Committee for Standardization (CEN). (2010). EN 12195-1:2010 – Load restraint assemblies on road vehicles – Safety – Part 1: Calculation of lashing forces. Brussels: CEN.
- European Committee for Standardization (CEN). (2001). EN 12195-2 – Lashing straps made from man-made fibres – Safety requirements. Brussels: CEN.
- European Committee for Standardization (CEN). (2001). EN 12640 – Lashing points on commercial vehicles – Minimum requirements and testing. Brussels: CEN.
- European Committee for Standardization (CEN). (2006). EN 12642 – Strength of vehicle bodies – Minimum requirements. Brussels: CEN.
- European Parliament and Council of the European Union. (2015). Directive (EU) 2015/413 facilitating cross-border exchange of information on road-safety-related traffic offences. Official Journal of the European Union, L 68/9, 13 March 2015.
- European Parliament and Council of the European Union. (2003). Directive 2003/59/EC on the initial qualification and periodic training of drivers of certain road vehicles for the carriage of goods or passengers. Official Journal of the European Union, L 226/4, 10 September 2003.
- IRU Academy. (2018). Safe Loading and Cargo Securing Programme – Training Manual. Geneva: International Road Transport Union (IRU).
- IRU Academy. (2021). Load Safety Handbook. Geneva: International Road Transport Union (IRU).
- IRU. (2023). Best Practice Guidelines – Cargo Securing for Road Transport Operators. Geneva: IRU Publications.
- United Nations Economic Commission for Europe (UNECE). (2019). ADR – European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road. Geneva: United Nations.
- Пеулић, В. (2024). Сигуран утовар – безбједан транспорт. Бања Лука: Институт за развој изврсности у логистици.
- Пеулић, В. (2023). Логистика и управљање ланцима снабдијевања. Бања Лука: IPA Academy.
- Пеулић, В. (2022). Транспортне операције и безбједност у друмском саобраћају. Бања Лука: Banja Luka College.
- IRU & European Transport Safety Council (ETSC). (2022). Analysis Report – Road Safety and Load Securing in the EU Road Freight Sector. Brussels: ETSC.
- Transport Research Laboratory (TRL). (2017). Effect of Improper Load Securing on Vehicle Stability. London: TRL Report No. 1234.
- European Commission. (2020). EU Road Safety Policy Framework 2021–2030: Next Steps towards “Vision Zero”. Brussels: DG MOVE.
- Пеулић, В., & Вишковић, Р. (2025). Интермодалност и безбједност у транспортном систему Републике Српске. Бања Лука: Институт за развој изврсности у логистици.
- Пеулић, В., Ђурић, Ж., & Вишковић, Р. (2025). Сигуран утовар – безбједан транспорт у функцији укупне безбједности. Бања Лука: Материјал за Међународну конференцију „Безбједност саобраћаја у локалној заједници“.

UTICAJ PASIVNO BEZBJEDNIH STUBOVA NA POSLJEDICE SAOBRAĆAJNE NEZGODE

THE IMPACT OF PASSIVELY SAFE POLES ON THE CONSEQUENCES OF A TRAFFIC ACCIDENT

Danislav Drašković¹, Demeter Prislan², Zoran Injac³, Boris Mikanović⁴

Rezime: Sve države članice EU složile su se oko ciljeva za smanjenje posljedica saobraćajnih nezgoda u deceniji do 2030. godine. Tokom 2023. godine u zemljama EU je bilo 20.400 smrtnih slučajeva na putevima, što je samo 1% manje u odnosu na prethodnu godinu. Iako je ovo smanjenje od 10% u odnosu na 2019. godinu, što je osnovno polazište za strateški cilj do 2030. godine, možemo konstatovati da je trend pada ostao ravnomjeran u nekoliko država članica, dok je i zabilježen porast u nekim drugim.

Statistike trendova na Zapadnom Balkanu pokazuju da je broj smrtnih slučajeva u saobraćajnim nezgodama porastao na 1.261 u 2023. godini, što je povećanje od 15 izgubljenih života u poređenju s prethodno objavljenim podacima. Regija i dalje zaostaje za EU27 u pogledu bezbjednosti na putevima, što naglašava potrebu za efikasnijim mjerama.

Kao jedna od mjera za povećanje bezbjednosti saobraćaja, predstavljena je mogućnost korištenja pasivno bezbjedne infrastrukture, posebno stubova rasvjete, nosača saobraćajne signalizacije i opreme puta kao alternative postojećoj konstrukciji s ciljem smanjenje posljedica saobraćajnih nezgoda koje se događaju usljed izljetanja vozila s puta.

Predstavljeni rezultati se podudaraju s prethodnim nalazima objavljenim u literaturi o težini posljedica saobraćajnih nezgoda s izljetanjem s puta u nekoliko različitih okruženja. Najvažnije je da rezultati pružaju dokaze da pasivni bezbjednosni stubovi koji apsorbuju visoku energiju (u skladu sa EN 12767) doprinose smanjenju posljedica kod ovog tipa saobraćajne nezgode

Gljučne riječi: bezbjednost saobraćaja, pasivno bezbjedan stub, apsorpcija energije

Abstract: All EU Member States have committed to targets to reduce the consequences of road accidents in the decade to 2030. In 2023, there were 20,400 road deaths in EU countries, down just 1% from the previous year. While this is a 10% decrease compared to 2019, which is the baseline for the 2030 strategic target, we can note that the trend has remained flat in several Member States, while others have seen an increase.

Statistical trends in the Western Balkans show that the number of road deaths rose to 1,261 in 2023, an increase of 15 lives lost compared to previously published data. The region continues to lag behind the EU27 in road safety, underscoring the need for more effective measures.

As one of the measures to increase traffic safety, the possibility of using passively safe infrastructure, in particular lighting poles, traffic signal supports and equipment as an alternative to existing structures with the aim of reducing the consequences of traffic accidents that occur in the last run-off of the road is presented.

The presented results are consistent with previous findings published in the literature on the severity of the consequences of traffic accidents with run-off of the road in several different environments. Most importantly, the results provide evidence that passive safety poles that absorb high energy (in accordance with EN 12767) contribute to the reduction of accidents in this type of traffic accident.

Keywords: Traffic safety, passively safe pole, energy absorption

1. UVOD

Posljedice saobraćajnih nezgoda predstavljaju globalni problem. Prema Svjetskoj zdravstvenoj organizaciji (WHO), oko 1,35 miliona ljudi smrtno strada u saobraćajnim nezgodama širom svijeta svake godine, a 20 do 50 miliona ljudi bude povrijeđeno, od kojih neki postanu trajni invalidi [1].

Takođe, povrede u saobraćaju su vodeći uzrok smrti djece i mladih od 5 do 29 godina i dvanaesti vodeći uzrok smrti kada se uzmu u obzir svi uzrasti životne dobi.

¹ redovni profesor, Panevropski univerzitet Apeiron, Banja Luka, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina; danislav.m.draskovic@apeiron-edu.eu

² ICC DEMETER PRISLAN S.P. Dobravica 44, SI-1292 Ig, Slovenia; demeter.prislan@siol.net, mobil: +386 41 647 81

³ docent, Panevropski univerzitet Apeiron, Banja Luka, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina; zoran.dj.injac@apeiron-edu.eu

⁴ viši asistent, Panevropski univerzitet Apeiron, Banja Luka, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina; boris.r.mikanovic@apeiron-edu.eu

Osim ličnih tragedija, saobraćajne nezgode takođe uzrokuju značajne troškove društvu, uključujući troškove hitnih službi, medicinske njege, osiguranja itd. Za većinu zemalja, ovi troškovi iznose 1-3% njihovog bruto domaćeg proizvoda (BDP), dok u nekim manje razvijenim zemljama, dostižu i do 6% njihovog BDP-a [1]. Mnogi ljudi stradaju u saobraćajnim nezgodama tokom svojih najproduktivnijih godina. Oko 69% žrtava saobraćajnih nezgoda sa smrtonosnim posljedicama su osobe starosti od 18 do 59 godina, dok je 23% starosti 60 i više godina.

Tokom 2023. godine u zemljama EU je bilo 20.400 smrtnih slučajeva na putevima, što je samo 1% manje u odnosu na prethodnu godinu. Iako je ovo smanjenje od 10% u odnosu na 2019. godinu, što je osnovno polazište za strateški cilj do 2030. godine, možemo konstatovati da je trend pada ostao ravnomjeran u nekoliko država članica, dok je zabilježen i porast u nekim drugim.

Takođe, treba istaći da je u periodu od 2012. do 2022. godine, ukupan broj smrtnih slučajeva u saobraćajnim nezgodama se smanjio za otprilike 11% [2], ali se udio smrtnih slučajeva u saobraćajnim nezgodama u kojima je učestvovalo jedno vozilo u odnosu na sve saobraćajne nezgode povećao sa 30% na 35% [4].

Slijetanje s puta, odnosno nenamjerna promjena smjera kretanja vozila, često se dešava, tako da literatura obrađuje tematiku slijetanja pojedinačnog vozila s puta, poznato kao SVROR – (single vehicle run-off road).

Ne mora biti svako slijetanje s puta problematično u smislu ljudskih žrtava ili teške povrede, međutim rijetko kada je područje puta van saobraćajne površine tako uređeno, da se vozilo može relativno sigurno zaustaviti bez štetnih uticaja na ljudsko tijelo. Područje puta uz samu kolovoznu površinu, u stranoj literaturi poznato kao „roadside“, bi trebalo biti tako uređeno, da na njemu ne bi bilo nikakvih opasnosti za vozila koja bi zbog izgubljene kontrole kretanja slijetala s puta. Koncept „sigurnih saobraćajnica“ govori o tome da treba ukloniti sve opasne objekte u zoni bezbjednosti. Ako određeni objekti moraju biti blizu kolovozne površine, to su prije svega stubovi javne rasvjete i nosači saobraćajne signalizacije, morali bi biti takvi, da ne predstavljaju ozbiljniju opasnost za putnike u vozilu ukoliko ono udari u njih. Kažemo, da su to pasivno sigurni nosači opreme puta. Ako takve mogućnosti nema, onda treba opasne objekte u zoni bezbjednosti štiti sistemima za zadržavanje vozila.

Statistike pokazuju da je oko 20 % smrtnih slučajeva u saobraćajnim nezgodama posljedica slijetanja vozila s kolovoza i udara vozila u fiksni objekat uz put [5]. Gotovo polovina smrtnih slučajeva u nezgodama s fiksnim objektima dešava se noću, te u njima sudjeluju vozači pod dejtvom alkohola. Do takvih nezgoda dolazi i zbog prevelike brzine, umora, nesmotrenosti ili slabe vidljivosti.

Prema statistikama [5], u nezgodama sa smrtnim ishodom najčešći objekti na koje vozilo nalijeće su stabla (3836 smrtnih slučajeva, 44 %), stubovi uz ceste (1027 smrtnih slučajeva, 12 %) i zaštitne ograde (844 smrtna slučaja, 10 %),

U skladu s vizijom održivog razvoja i bezbjednosti drumskog saobraćaja Evropske unije i Ujedinjenih nacija u Strategiji bezbjednosti saobraćaja na putevima Republike Srpske 2013. – 2022. godine kao jedan od stubova postavljeno je unapređenje bezbjednosti puteva u Republici Srpskoj, čime se direktno pridonosi ostvarenju Plana Ujedinjenih nacija za održivi razvoj 2030. (UN Agenda 2030.)(6).

Kao doprinos mjeri “bezbjedna infrastruktura“ u obzir se uzimaju zahvati vezani uz samu kolovoznu konstrukciju, te uz opremu koja se ugrađuje uz saobraćajnice. Kada se posmatra oprema koja se ugrađuje uz puteve, tada je primjena pasivno bezbjednih stubova jedna od najboljih mjera za povećanje nivoa bezbjednosti u saobraćaju. Naime, pri udaru vozila u takvu vrstu stuba oni otkazuju na kontrolisani način, čime se smanjuju ozljede putnika u vozilu i ostalih sudionika u saobraćaju. U sklopu te mjere preporučuje se postepena zamjena postojećih krutih stubova sa pasivno bezbjednim stubovima.

2. MATERIJAL I METODE

Ovaj rad se bavi trenutnim nedostatkom literature u vezi sa bezbjednosnim implikacijama sudara sa konvencionalnim stubovima pored puta, kao što su metalne, betonske i drvene konstrukcije. Dok se većina prethodnih istraživanja fokusirala ili na opšte sudare sa fiksnim objektima ili na specifična pasivna bezbjednosna rješenja, lokalizovane empirijske analize sudara koji uključuju standardne stubove koji ne apsorbuju energiju bivaju ograničene. Ispitivanjem težine sudara u ovim sudarima u stvarnom svijetu, ponudili bi nove činjenice i uvid u posljedice zastarjele infrastrukture stubova. Time se gradi temelj za promociju pasivno bezbjednih rješenja u skladu sa standardom EN 12767.

Takođe, analizira se mogućnost primjene određenih vrsta pasivno bezbjednih stubova za određenu lokaciju, uzimajući u obzir mogućnost apsorpcije energije, sa namjerom smanjenja posljedica kod nastanka saobraćajne nezgode s izletanjem sa puta.

U Republici Srpskoj trenutno nisu dostupni statistički podaci o broju saobraćajnih nezgoda u kojima je vozilo naletjelo na rasvjetni ili drugi komunalni stub pored puta, pa jedan od ciljeva ovog rada je i unapređenje baze podataka saobraćajnih nezgoda za sticanje uvida u stanje sudara vozila sa preprekom.

S obzirom na učestalost i posljedice ovih incidenata, cilj je istražiti potencijal za implementaciju mjera i infrastrukture koja oprašta greške u područjima visokog rizika kako bi se ublažio negativan uticaj sudara vozila sa preprekom putem pasivno bezbjednih stubova.

3. PASIVNO BEZBJEDNI STUBOVI PREMA EN 12767:2019

3.1. Opšte

Proračun pasivno bezbjednih rasvjetnih stubova uz puteve u Evropi provodi se prema normi EN 40, a procjena pasivne pouzdanosti prema normi EN 12767:2019 [20]. U normi EN 12767:2019 definisani su nivoi pasivne bezbjednosti, te su propisana pravila za provođenje i interpretaciju rezultata eksperimentalnih ispitivanja sudara pri različitim uslovima udara i brzinama vozila.

Prema prethodnom izdanju norme EN 12767:2007 [8], stubovi su se klasifikovali na osnovu tri parametara: brzine vozila pri udaru u stub, mogućnosti apsorpcije energije i nivoa bezbjednosti za putnike u vozilu. Prema revidiranoj, sada važećoj normi EN 12767:2019, klasifikacija stubova s obzirom na pasivnu bezbjednost provodi se na osnovu sedam parametara:

- brzine vozila pri udaru u stub
- mogućnosti apsorpcije energije
- nivoa bezbjednosti za putnike u vozilu (engl. Occupant safety level)
- tipu zatrpavanja temelja stuba (engl. Backfill type of foundation for the poles)
- načinu otkazivanja stuba
- smjeru udara
- uglu pod kojim vozilo udara u stub
- opasnosti od udubljenja krova.

3.2. Parametri za procjenu pasivne bezbjednosti

3.2.1. Brzina vozila pri udaru u stub

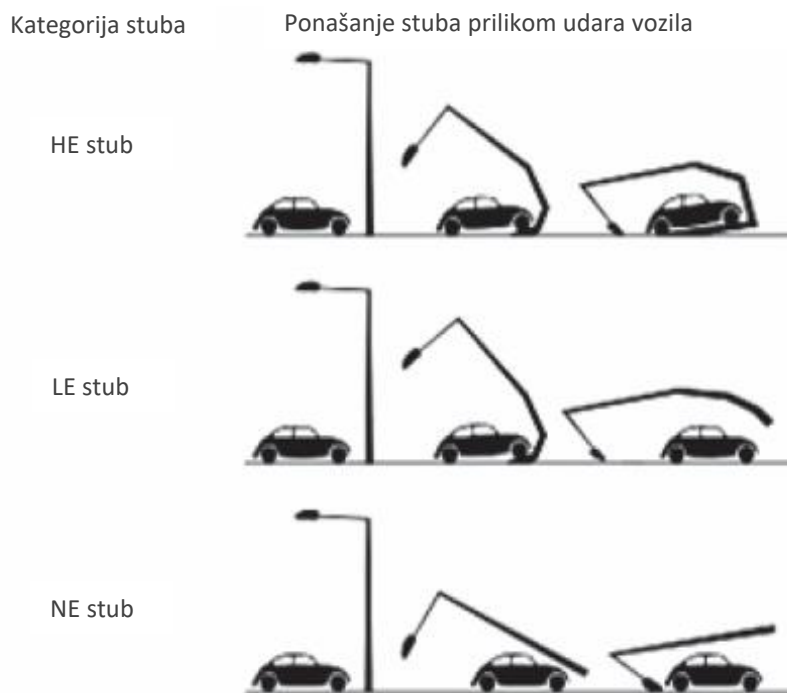
Klasa brzine označava brzinu vozila u trenutku eksperimentalnog sudara. Prema normi EN 12767, zahtjeva se provođenje dva tipova eksperimentalnih sudara, i to pri malim brzinama od 35 km/h i pri većim brzinama koje mogu biti 50, 70 ili 100 km/h. Tokom eksperimentalnih sudara koristi se uobičajeno putničko vozilo mase 900 kg i različite vrste temeljenja stubova. Izvođenje eksperimentalnih sudara pri malim brzinama potrebno je kako bi se obezbjedilo zadovoljavajuće funkcionisanje konstrukcije. Na osnovu eksperimentalnih sudara pri većim brzinama može se vidjeti način otkazivanja stupova, mogućnost apsorpcije energije pri sudaru, te uticaji na vozilo i putnike u vozilu.

3.2.2. Kategorije stubova s obzirom na mogućnost apsorpcije energije

S obzirom na mogućnost apsorpcije energije pasivno bezbjedni stubovi se prema normi EN 12767:2019 mogu podijeliti u tri kategorije:

- HE stubovi (engl. high energy absorbing) – stubovi koji apsorbuju veliku količinu energije
- LE stubovi (engl. low energy absorbing) – stubovi koji apsorbuju malu količinu energije
- NE stubovi (engl. non-energy absorbing) – stubovi koji ne apsorbuju energiju.

Ponašanje navedenih stubova pri udaru vozila prikazano je na slici 1.



Slika 1. Kategorije stubova s obzirom na mogućnost apsorpcije energije [8]

Visokoapsorbirajući stubovi (HE stubovi) znatno smanjuju brzinu vozila nakon sudara, a u nekim slučajevima i potpuno zaustavljaju vozilo. Projektovani su tako da se deformišu ispred vozila i ispod njega pri udaru vozila u stub, a ponekad se mogu i omotati oko vozila.

Niskoapsorbirajući stubovi (LE stubovi) malo smanjuju brzinu vozila nakon sudara. Obično se projektuju tako da nakon sudara otkazuju ispred vozila i ispod njega prije odvajanja od temelja.

Pri sudaru vozila sa stubovima koji ne apsorbuju energiju (NE stubovi) stub se odvaja oko temelja, nakon čega se stub prebacuje preko vozila i pada u blizini temelja. Vozilo obično nastavlja kretanje uz određeno smanjenje brzine i relativno malu štetu na vozilu [9].

Neki od stubova i nosača saobraćajne signalizacije pružaju prilikom udara vozila u njih relativno veliki otpor dok drugi jedva primjetni otpor. Shodno tome, imamo kategoriju nosača sa visokom apsorpcijom energije, niskom apsorpcijom energije i nosače bez apsorpcije energije. To znači, da postoje bitne razlike u ostatku kinetičke energije vozila koja se manifestuje u brzini kretanja pojedinačnog vozila nakon udara u pasivno bezbjedni stub ili nosač signalizacije.

Tabela 1. Kategorija stubova s obzirom na mogućnost apsorpcije energije (7)

Brzina vozila pri sudaru, v_i [km/h]	50	70	100
Kategorija stupa	Brzina vozila nakon sudara v_e [km/h]		
HE	$v_e = 0$	$0 \leq v_e \leq 5$	$0 \leq v_e \leq 50$
LE	$0 < v_e \leq 5$	$5 < v_e \leq 30$	$50 < v_e \leq 70$
NE	$5 < v_e \leq 50$	$30 < v_e \leq 70$	$70 < v_e \leq 100$

Za određivanje kategorije stuba s obzirom na mogućnost apsorpcije energije mjere se brzina vozila u trenutku eksperimentalnog sudara (v_i) i brzina vozila nakon eksperimentalnog sudara (v_e) na određenoj udaljenosti od stuba, te se upoređuju sa vrijednostima prikazanim u tabeli 1.

U slučaju udara vozila sa 100 km/h u pasivni bezbjedni stub visoke apsorpcije energije (HE stub), brzina kretanja vozila nakon udara će biti najviše 50 km/h, a možda će takav nosač u potpunosti zaustaviti vozilo.

Za razliku od pasivno bezbjednih subova visoke apsorpcije energije, stubovi bez apsorpcije energije pružaju bitno manji otpor kod udara vozila, pa tako ostavljaju relativno veliku preostalu količinu kinetičke energije koja se manifestuje u preostaloj brzini kretanja vozila. Nakon udara u takav tip pasivno bezbjednog stuba brzina iznosi najmanje 70 km/h. Uticaj usporenja na ljudsko tijelo je u tom slučaju jako malen, mjereno indeksom ASI čak manje od 1 ali je problem u tome što vozilo velikom brzinom nastavi kretanje. Ako postoji u području zaustavljanja još neki opasan objekat postoji velika mogućnost da vozilo udari i u njega. Da trenutno zaustavljanje pri brzini od 70 km/h nije bezazleno govore brojne studije uticaja brzog usporavanja.

3.2.3. Nivo bezbjednosti za putnike u vozilu

U revidiranoj normi EN 12767:2019 definisano je pet nivoa bezbjednosti za putnike u vozilu pri udaru vozila u stub (engl. Occupant safety level) koje se označavaju slovima od A do E, pri čemu slovo A označava najviši nivo bezbjednosti. To je promjena u odnosu na prethodnu verziju norme EN 12767:2007 u kojoj su bile definisane četiri nivoa bezbjednosti za putnike u vozilu i koje su se označavale brojevima od 1 do 4.

Nivoi bezbjednosti za putnike u vozilu određuju se na osnovu vrijednosti dva parametra, ASI-a (engl. Acceleration Severity Indeks) i THIV-a (engl. Theoretical Head Impact Velocity), koji su dobijeni na osnovu rezultata velikog broja eksperimentalnih sudara. Vrijednost ASI predstavlja računsku vrijednost usporavanja vozila koju podnose putnici u vozilu tokom sudara.

U tabeli 2. prikazane su odgovarajuće vrijednosti ASI-a i THIV-a koje moraju biti postignute pri eksperimentalnim sudarima za pojedinu kategoriju stubova s obzirom na mogućnost apsorpcije energije.

Tabela 2. Određivanje nivoa bezbjednosti za putnike u vozilu (7)

Kategorija stupova s obzirom na apsorpciju energije	Razina sigurnosti za putnike u vozilu	Brzine (najveće vrijednosti)			
		Obavezni pokusni sudar pri maloj brzini od 35 km/h		Pokusni sudar pri brzinama od 50 km/h, 70 km/h i 100 km/h	
		ASI	THIV km/h	ASI	THIV km/h
HE/LE/NE	E	1,0	27	1,4	44
HE/LE/NE	D	1,0	27	1,2	33
HE/LE/NE	C	1,0	27	1,0	27
HE/LE/NE	B	0,6	11	0,6	11
NE	A	Vrijednosti za ASI i THIV nisu propisane.		Nema izmjerenih vrijednosti za ASI i THIV.	

Povrede usled usporavanja nastaju kada se tijelo koje se kreće velikom brzinom iznenada zaustavi, uzrokujući razne vrste trauma. Pri brzini od 50 km/h, zaustavljanje za 0,1 sekundu uzrokuje vrlo veliku silu usporavanja, potencijalno do 30g, što može uzrokovati ozbiljne povrede kao što su šok, potres mozga, abrazije, uganuća, poderotine kože, puknuća unutrašnjih organa, prelomi kostiju i paraliza disanja i cirkulacije, krvarenje i oštećenje organa.

Ako se vrijeme zaustavljanja produži na 0,7 sekundi, sila usporavanja se značajno smanjuje, što može smanjiti težinu povreda. Međutim, čak i s dužim vremenima usporavanja, još uvijek može doći do povreda, iako mogu biti manje teške u poređenju sa zaustavljanjem od 0,1 sekunde. Sudar za manje od 0,2 sekunde za tijelo koje se kreće brzinom od 100 km/h može biti smrtonosan. Naglo usporavanje može uzrokovati značajne sile na ljudsko tijelo, mjereno gravitacionim ubrzanjem (g). Ako je trajanje usporavanja kraće od 0,2 sekunde, najveća trajna sila usporavanja je oko 30g kada je čovjek okrenut prema naprijed. Takve sile mogu uzrokovati teške povrede, uključujući šok, potrese mozga, puknuće unutarnjih organa, pa čak i respiratorni i cirkulacijski zastoj. Ljudsko tijelo može izdržati nešto veće sile, do 35g, ako je leđima okrenuto prema liniji ubrzanja, ali i u tom slučaju rizik od ozbiljne povrede ostaje visok.



Slika 2. Zaustavljanje vozila sa brzinom naleta 46 km/h, trajanje udara 0,5 sekundi, usporenje -138 m/s²

Izvor: Probni udar u kruti stub – poligon Španik, Muska Sobota 2009. godine

Iz navedenog možemo zaključiti, da može biti i samo usporenje opasno za ljudsko tijelo. U slučaju udara u klasični kruti nosač postoji i drugi problem, to je dubok prodor klasičnog nosača opreme u karoseriju. Što je kontaktna površina manja, to je prodor dublji uz pretpostavku, da su svi ostali faktori nepromijenjeni. Stoga je neobično, da upravljači puteva još uvijek razmišljaju, da li da primjene pasivno bezbjedan nosač ili običan kruti nosač opreme puta.

4. PRIMJENA PASIVNO BEZBJEDNIH STUBOVA

4.1. Opšte

U ovom poglavlju analizirana je opravdanost primjene pojedine vrste pasivno bezbjednih stubova za određenu dionicu puta. Pri izboru vrste stubova potrebno je voditi računa o više faktora kao što su način otkazivanja stubova, bezbjednost putnika u vozilu, rizici za druge učesnike u saobraćaju, na primjer, u urbanim sredinama, ograničenje brzine na posmatranoj dionici, postojanje objekata uz put kao što su mostovi ili zidovi, šteta na vozilu i drugi.

4.2. Stubovi koji ne apsorbuju energiju (NE stubovi)

Stubovi koji ne apsorbuju energiju (NE stubovi) preporučuju se na područjima na kojima su na putu dozvoljene velike brzine, te nema okolnih objekata i pješaka. Primjenom stubova te vrste postiže se najveći nivo bezbjednosti za putnike u vozilu jer nakon sudara vozilo nastavlja kretanje uz umjereno smanjenje brzine i s najmanjom štetom na vozilu u odnosu na druge vrste stubova. Na mjestima na kojima ne postoji opasnost za druge učesnike u saobraćaju, stubovi tog tipa najbolji su izbor za putnike u vozilu jer je udar obično vrlo kratak, a vozilo se nastavlja kretati nakon sudara. Stubovi koji ne apsorbuju energiju ne preporučuju se u blizini pješačkih zona, biciklističkih staza i drveća.

4.3. Visokoapsorbujući stubovi (HE stubovi)

Stubovi koji mogu apsorbovati energiju (HE i LE stubovi) preporučuju se na mjestima na kojima postoji mogućnost sekundarnih sudara te rizika za ostale učesnike u saobraćaju. Visokoapsorbujući stubovi mogu apsorbovati veliku količinu energije, pri čemu dolazi do plastične deformacije stuba i savijanja stuba ispod vozila. Takvi stubovi pri sudaru znatno usporavaju i zaustavljaju vozilo pa je smanjen rizik od sekundarnih udara vozila u objekte uz put, drveće, pješake i ostale učesnike u saobraćaju. Korištenje stubova te vrste preporučuje se na mjestima gdje ne postoje prepreke oko stubova. Pri sudaru vozila s tom vrstom stuba potrebno je napomenuti da se vozilo može još kratko kretati dok se stub deformira. Granični HE stub zaustavlja vozilo.

4.4. Niskoapsorbujući stubovi (LE stubovi)

Niskoapsorbujući stubovi imaju određen kvalitet visokoapsorbujućih i neapsorbujućih stubova. Projektovani su tako da pri udaru vozila otkazuju popuštanjem ispred vozila i ispod njega prije nego što dođe do odvajanja stuba od temelja kao kod neapsorbujućih stubova. Brzina vozila koje je udarilo u takav stub se smanjuje i šteta na vozilu će biti manja nego u slučaju udara u visokoapsorbujući stub.

5. REZULTATI I DISKUSIJA

Značajan broj studija je, na osnovu višestrukih metoda prikupljanja i analize podataka, identifikovao različite faktore koji doprinose nezgodama i povredama koje uključuju udar u stubove.

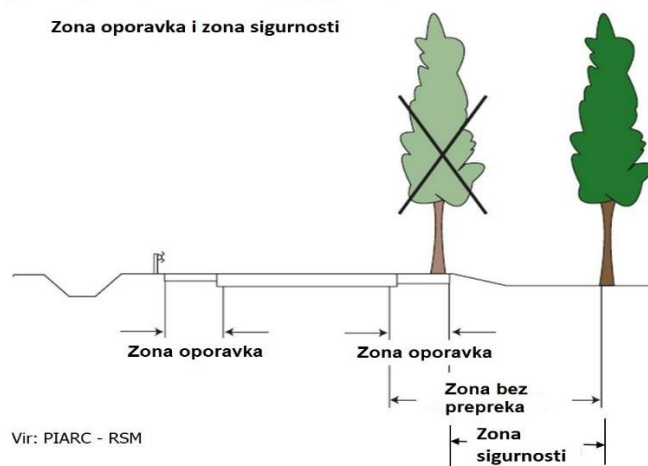
U Flandriji (Belgija), Flamanska uprava za puteve preporučuje postavljanje pasivnih bezbjednih stubova tipa HE od 2010. godine, zavisno od ograničenja brzine, udaljenosti instalacije od kolovoza i prisutnosti ili odsutnosti zaštitnih ograda. Konkretno, pasivni bezbjedni stubovi tipa HE preporučeni su u slobodnoj zoni kada je ograničenje brzine bilo veće od 50 km/h i kad god nije bilo zaštitne ograde.

Za puteve sa ograničenjem brzine od 50 km/h, ovi stubovi preporučeni su kad god je udaljenost od puta bila manja od dva metra i nije bilo zaštitne ograde. Takođe, njihovo postavljanje preporučeno je za područja sa visokim rizikom od sudara vozila u rasvjetni stub, na primjer, oštre krivine, izlazi i ulazi s brzih puteva i kružnih tokova (AWV, 2010).

Visokoenergetski stubovi (HE) ne bi trebali biti korišteni na putevima na kojima se vozila kreću brzinom od 30 km/h, u područjima blizu mora s čestom učestalošću oluja i za svjetiljke javne rasvjete koje su morale biti postavljene na više od 12,5 m (maksimalna visina za visokoenergetske stubove) ističe se u preporukama flandrijske Road and Traffic Agency (AWV, 2010). Za brzine od 30 km/h ili niže, pasivno bezbedni stubovi se ne preporučuju jer su kod tradicionalnih stubova troškovi materijala u slučaju sudara pri maloj brzini niži, a rizik od povreda se smatra dovoljno niskim (AWV, 2014).

Naši napori podržavaju trenutnu flamansku politiku u vezi sa pasivno bezbednom infrastrukturom, postavljanjem stubova rasvjete i nosača saobraćajne signalizacije, kroz koncept "opraštanja bezbednosti na putevima" kako bi se ublažila težina sudara uzrokovanih izlijetanjem s puta (ROR) na belgijskim putevima. Dalji razvoj sistema inventara puteva trebao bi pružiti dodatne i poboljšane podatke o karakteristikama puteva i saobraćajnim nezgodama. Ovi podaci bi stvorili osnovu za dalja istraživanja, što dovodi do preciznijih preporuka za najefikasnije povećanje bezbednosti na putevima.

Konačno, u istraživanje Albuquerque i Awadalla [10] imalo je za cilj kvantifikovati vjerovatnoću smrtonosnih povreda usljed sudara u kojima je jedno vozilo izletjelo s puta (SVROR) koristeći modele multivarijantne logističke regresije. Na osnovu rezultata, sudari sa zaštitnim ogradama u obliku slova W pokazali su najnižu vjerovatnoću smrtnosti vozača u poređenju sa drugim sudarima sa fiksnim objektima (drveće, stubovi i betonske barijere).



Slika 3. Princip bezbednog puta – širina i dužina zone sigurnosti zavisi od tipa saobraćajnice i razlikuje se od države do države

6. ZAKLJUČAK

Prevenција saobraćajnih nezgoda i smanjenje njihovih posljedica ključni su ciljevi u području bezbednosti saobraćaja. Jedan od načina da se smanje posljedice takvih saobraćajnih nezgoda je primjena pasivno bezbedne infrastrukture uz puteve, posebno rasvjetnih stupova i nosača signalizacije, s odgovarajućim svojstvima apsorpcije energije pri udaru vozila u stub, kao doprinos mjeri bezbedne infrastrukture.

Ulazni podaci su glavni faktor ograničenja u nastojanjima da se prouči doprinos objekata uz saobraćajnicu na ishod udara, posebno još kada se radi o malim povredama ili kada povreda uopšte nema. Ovo ograničenje znači, da treba brižljivo interpretirati rezultate i da treba dalje raditi na prikupljanju podataka o udarima u pasivno bezbedne stubove gdje se radi samo o materijalnoj šteti kako bi se razvio fleksibilniji i kompleksniji model specifikacija. Potrebno je naglasiti potrebu o daljem prikupljanju podataka o udarima kao i o opremi puta, sve u cilju mogućnosti proširenja baze za dalja istraživanja koja će dati ažurne preporuke za što efikasnije unapređenje pasivne bezbednosti puteva. Izbor pasivno bezbednih stubova možda ne može spriječiti saobraćajnu nezgodu, ali može smanjiti njene posljedice, pomoći spasiti živote i smanjiti materijalne troškove.

Takođe, izbor vrste pasivno bezbjednih stubova za određenu dionicu puta zavisi od više faktora kao što su način otkazivanja stubova, bezbjednost putnika u vozilu, rizici za druge učesnike u saobraćaju, ograničenje brzine na razmatranoj dionici, postojanje objekata uz put, kao i šteta na vozilu i drugi.

Stubovi koji ne apsorbuju energiju (NE stubovi) preporučuju se na područjima na kojima su dozvoljene velike brzine na putu, te na kojima nema okolnih objekata i pješaka. Primjenom te vrste stubova postiže se najveći nivo bezbjednosti za vozila i najmanja šteta na vozilu u odnosu na druge vrste stubova. Ti se stubovi ne preporučuju u blizini pješačkih zona, biciklističkih staza i drveća. Stubovi koji mogu apsorbovati energiju (HE i LE stubovi) preporučuju se na mjestima na kojima postoji mogućnost od sekundarnih sudara te rizik za ostale učesnike u saobraćaju.

Klasifikacija pasivno bezbjednih stubova prema revidiranoj normi iz 2019. godine provodi se na osnovu sedam parametara pa je u skladu s tim i označavanje stubova duže u odnosu na prije, ali se može provesti bolji izbor vrste stuba za određenu saobraćajnu dionicu.

S obzirom na to da se u Republici Srpskoj službeno prate samo statistike o saobraćajnim nezgodama koje su prema vrsti zabilježene kao „udar vozila u objekt pored puta“, bilo bi dobro pratiti i statistike o udaru vozila u stubove uz puteve, te drveće i ostale objekte. Naime, u sadašnjim bazama namijenjenim za evidenciju nezgoda nema podatka o kakvom je objektu bilo riječi pri udaru vozila (ograda, rasvjetni stub, stablo ili neki drugi čvrsti objekt) kao što je to praksa u bazama drugih zemalja u kojima se tačno specificira u kakav je objekt vozilo udarilo. Vjerujemo da se primjenom današnje IT tehnologije u razumnom vremenskom okviru mogu unaprijediti postojeće baze, čime će se dobiti ne samo preciznija evidencija, već i kvalitetna podloga za preduzimanje potrebnih aktivnosti u podizanju nivoa bezbjednosti saobraćaja na putevima.

7. LITERATURA

Global Status Report on Road Safety 2023; World Health Organization: Geneva, Switzerland, 2023.

Mobility and Transport. 20,400 Lives Lost in EU Road Crashes Last Year. Available online: https://transport.ec.europa.eu/newsevents/news/20400-lives-lost-eu-road-crashes-last-year-2024-10-10_en (accessed on 12 March 2025).

EU Road Fatalities Drop by 3% in 2024, but Progress Remains Slow. Available online: https://transport.ec.europa.eu/newsevents/news/eu-road-fatalities-drop-3-2024-progress-remains-slow-2025-03-18_en (accessed on 12 March 2025).

Atasayar, H.; Donabauer, M.; Soteropoulos, A. Facts and Figures: Single Vehicle Crashes; European Commission, European Road Safety Observatory: Brussels, Belgium, 2024.

Collisions with fixed objects and animals, <https://www.iihs.org/topics/fatality-statistics/detail/collisions-with-fixed-objectsand-Animals>

Resolution adopted by the General Assembly on 31 August 2020, Ujedinjeni narodi, <https://documents.un.org/doc/undoc/gen/n20/226/30/pdf/n2022630.pdf?OpenElement>

European Committee for Standardization: EN 12767:2019, Passive safety of support structures for road equipment - Requirements and test methods.

European Committee for Standardization: EN 12767:2007 Passive safety of support structures for road equipment - Requirements and test methods

Tkalčević Lakušić, V.: Analiza stupova uz prometnice iz aspekta sigurnosti u prometu, Projektiranje prometne infrastrukture, Zagreb: Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za prometnice, 2011. pp. 321-346

Albuquerque, F. D. B., & Awadalla, D. M. (2020). Benchmark compliance evaluation of the roadside design in an urban, high-density area. In S. Syngellakis (Ed.), *Urban Transport XXVI* (pp. 117-129). (WIT Transactions on the Built Environment; Vol. 200). WIT Press. <https://doi.org/10.2495/UT200101>

REQUESTS AND NEEDS OF CYCLIST ON THE NOVI SAD – BEGEČ CYCLE PATH

Jovana Stojić¹, Jelena Mitrović Simić², Valentina Mirović³, Andrea Kovačević⁴

Abstract: This paper presents a comprehensive analysis of the requirements and needs of cyclists along the Novi Sad-Begeč cycle path. A presentation was given on the area of research and the current state of cycling infrastructure. A survey of cyclists was conducted on the Novi Sad-Begeč cycling path in the Futog urban area for the purposes of the work. The survey's results were subsequently presented and analysed, leading to the formulation of conclusions. The primary objective of this study is to propose strategies for enhancing bicycle traffic along the bicycle path from Novi Sad to Begeč. A central focus of this analysis is the identification of measures that can contribute to enhancing the safety of cyclists. In addition to the fundamental characteristics of bicycle trips, the paper analyses the attitudes of cyclists regarding the current state of traffic safety, as well as possible proposals for improving traffic conditions. The data obtained from this method regarding cyclists' demands serve as the foundation for the future design of instruments that will encourage and promote this viable mode of transportation.

Keywords: cycling, survey, research, analysis, traffic safety

1. INTRODUCTION

Sustainable transport refers to the use of modes that reduce adverse environmental impacts, with cycling, when supported by appropriate infrastructure, representing an efficient and environmentally friendly form of mobility. Regular bicycle uses for commuting, errands, or shopping helps to mitigate urban traffic congestion, enhance road safety, reduce air and noise pollution, and improve both physical and mental health [6,7]. Achieving the goals of sustainable urban transport requires the adoption of various travel demand management measures, covering all stages from planning to the operational management of traffic within the street network. The application of such measures has, in most cases, shown positive results [5].

Ensuring conditions for safe, comfortable, and direct travel from origin to destination is essential for encouraging citizens to use bicycles on a daily basis. Cycling infrastructure refers to all the physical facilities and systems that support cycling as a mode of transportation. This includes bicycle paths, marked lanes, bicycle parking facilities, and bike-sharing systems. The design of cycling infrastructure should improve both safety and the overall quality of traffic, enabling cyclists to make direct and convenient trips within an attractive and secure environment.

The City of Novi Sad has been continuously investing in the expansion of its cycling network, which currently extends to more than 150 km [4]. Improvements in cycling infrastructure over the past decade, along with increasing investments in cycling and the promotion of bicycles as a mode of transport through various initiatives, have contributed to the growth in the number of cyclists on the streets of Novi Sad. Continuous traffic surveys conducted in the city have enabled a comparison of modal split trends. Since 2017, Novi Sad has recorded an increase in car trips, a decline in the share of trips made by public transport and walking, as well as a slight increase in trips undertaken by bicycle and micromobility modes [9,10,11,1]. The percentage of cycling trips in the overall modal split was 2.5% in 2009, 8.8% in 2017, and 9.9% in 2022. Despite the growth in bicycle trips, the number of cyclist casualties between 2017 and 2022 has remained relatively stable, with an average of 167 injured cyclists in the 2017–2019 period compared to 168 in the 2020–2022 period, reflecting a slight increase of 0.8%. For the three-year period 2020–2022, cyclists accounted for 11.8% of total casualties. In terms of fatalities, cyclists represented 14.3% of all traffic deaths, while among the total number of injured road users, cyclists accounted for 11.8% [1].

This paper presents a study conducted among users of the Novi Sad–Begeč cycling path. The research included a survey of cyclists to directly collect data on the characteristics of cycling trips along this section, as well as on

¹ Jovana Stojić, B.Sc. Traffic Eng., University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Trg Dositeja Obradovića 6, Novi Sad, Republic of Serbia, jovanaayoo@gmail.com

² Associate professor, Jelena Mitrović Simić, Ph.D. Traffic Eng., University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Trg Dositeja Obradovića 6, Novi Sad, Republic of Serbia, mjelena@uns.ac.rs

³ Full professor, Valentina Mirović, Ph.D. Traffic Eng., University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Trg Dositeja Obradovića 6, Novi Sad, Republic of Serbia, plast@uns.ac.rs

⁴ Teaching associate, Andrea Kovačević, M.Sc. Traffic Eng., University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Trg Dositeja Obradovića 6, Novi Sad, Republic of Serbia, kovacevicandrea@uns.ac.rs

cyclists' needs and attitudes regarding traffic conditions on the analyzed route. The aim of the paper is to identify the main characteristics of these trips based on survey results and, taking into account the needs and evaluations of cycling path users, to propose measures for improving the conditions of cycling traffic on the Novi Sad–Begeč route.

2. MATERIAL AND METHODS

The Novi Sad–Begeč cycling path represents a modern infrastructure project that significantly enhances cycling traffic in the region. The route extends for a distance of 23 kilometers. The path runs along the flood protection embankment, starting in Novi Sad and continuing past Veternik, Futog, and Begeč. The path also functions as a service road for the vehicles of the Public Water Management Company “Vode Vojvodine,” enabling the maintenance of the embankment and the floodplain area. Within the neighborhoods of Telep and Adice, motor vehicle access is permitted. For cyclists, dedicated lanes have been provided in both directions, with a width of 1 meter per lane, ensuring safety and comfort for users. These lanes facilitate efficient and secure travel by separating cycling from motor traffic. From the entrance to Futog up to Obalska Street in Begeč, the use of motor vehicles is prohibited, as the path is designated exclusively for cyclists and pedestrians. With a width of 3 meters, this section allows for the unobstructed movement of both cyclists and pedestrians.



Figure 1. Cycling path towards Futog



Figure 2. Cycling path towards Novi Sad

On the section of the path from Dunavska Street in Futog to the exit of Begeč, as well as the part adjacent to Karin Komerc, there is no lighting along the path, which may pose a challenge for users during nighttime conditions. Benches for rest have been installed along the entire path, from the entrance to Futog to Begeč. In Futog, a ferry connects Futog with Beočin, while in Begeč, a ferry links Begeč with Banoštor. Nearby attractions include Futog Beach Vok, the café “Bali”, the raft “Plavi Dunav”, and the Begečka Jama Nature Park, which are popular tourist and recreational sites.

This path is part of one of three corridors passing through Serbia, the EuroVelo 6 corridor, which stretches from the Atlantic Ocean to the Black Sea. This project, developed by the European Cyclists' Federation, aims to establish 14 international cycling corridors as a network spanning the entire European continent.

In the previous period, works for all three phases have been fully completed (Figure 3):

- Phase 1: Construction of the Novi Sad–Begeč cycling path (l = 1,727 m), section from Dunavska Street in Futog to the exit of Futog towards Begeč.
- Phase 2: Construction of the Novi Sad–Begeč cycling path (l = 4,548 m), section from the exit of Futog to Obalska Street in Begeč.
- Phase 3: Construction of the Novi Sad–Begeč cycling path (l = 10,600 m), section from Sime Matavulja Street in Novi Sad to Dunavska Street in Futog.

The cyclist survey was conducted along the section of the Novi Sad–Begeč cycling path passing through Futog over five days in September 2024. This ensured data collection during both weekdays and weekends, when the number of cyclists was objectively higher.

Surveys were conducted at four locations along the Futog cycling route, resulting in a total of 105 responses from cyclists. The participants represented various age groups, genders, and occupations, providing a comprehensive picture of bicycle use for both transport and recreational purposes.

The survey consisted of 17 questions and an additional section where respondents could provide comments or suggestions regarding issues or topics not covered by the questionnaire. The survey addressed participants' age, gender, place of residence, occupation, possession of a driver's license, frequency of bicycle use, use of the studied cycling path, as well as trip origin, destination, and purpose. Additionally, respondents were able to evaluate the quality and safety conditions of the cycling path. They also had the opportunity to propose improvements and suggest additional services that could support future infrastructure development and encourage wider use of the path. The last two questions addressed cycle tourism as one of the recreational uses of bicycles.

Figure 3 illustrates the locations where the cyclist survey was conducted in Futog, as well as the construction phases.

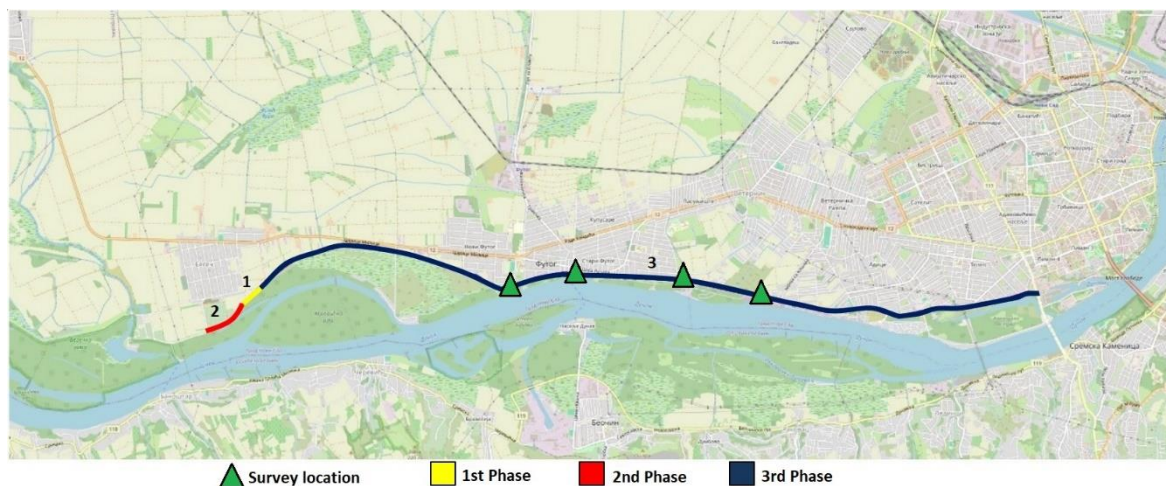


Figure 3. Locations of survey points along the Novi Sad–Begeč cycling path in Futog

3. RESULTS AND DISCUSSION

Following the survey, the collected data were used to create a database of responses, which was subsequently processed and analyzed.

Regarding the age structure of respondents, the "under 14 years" age group provided the fewest responses, representing only 1% of the total sample, while the "21–30 years" group provided the highest number of responses, accounting for 29%. A notable proportion of the responses were from the 41–50 age group, constituting 19% of the total. These results suggest that cycling is the most popular activity among young adults and middle-aged individuals.

The survey revealed a slight gender disparity, with 53% of the respondents being male and 47% female. The majority of respondents were from Futog (51%), followed by Novi Sad (34%), and other locations (14%). Among the other locations, Veternik accounted for the highest number of cyclists.

Most respondents were employed (77%), while the smallest share were unemployed (1%). Of all respondents, 11% were retirees and 10% were students or pupils. Regarding driver's license possession, 77% of respondents held a license, compared to 23% who did not. For individuals without a driver's license, the bicycle is often a key component of daily mobility, along with public transportation and walking.

Regarding the frequency of bicycle use, the majority of respondents (48%) use a bicycle daily, followed by several times per week (30%), several days per month (12%), and a smaller group (10%) uses a bicycle only when no other mode of transport is available (Figure 4). The results indicate that more than half of the respondents use a bicycle on a daily basis, emphasizing the importance of cycling in their lives and underscoring the need for the development of enhanced cycling infrastructure.

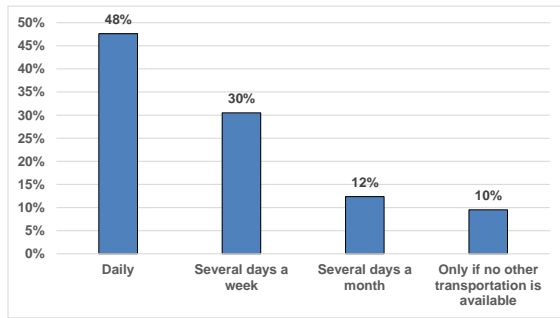


Figure 4. Frequency of bicycle use

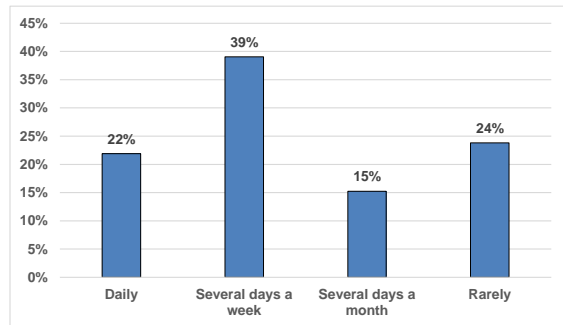


Figure 5. Frequency of bicycle use on the path Novi Sad - Begeč

The Novi Sad–Begeč cycling path is the most frequently used route, with 39% of respondents using it several days per week, and 22% using it daily. However, nearly one-quarter of respondents indicated that they use the path very rarely (24%) (Figure 5).

Regarding the purpose of trips, the majority of respondents reported that their current trip was recreational (83%), while 10% were making a trip for routine daily activities, such as commuting to work or school. Performing specific daily obligations accounted for 5% of responses.

Cyclists were asked in the survey to indicate the origin and destination of their trips. This information was used to create a trip matrix based on the survey sample. From this matrix, the percentage distribution of cycling trips between origins and destinations was calculated relative to the total number of cycling trips recorded in the survey. The largest share of trips occurred within Futog (20%), followed by trips from Futog to Begeč (17%) and from Futog to Novi Sad (17%). Additionally, 26% of all trips originated in Novi Sad, of which 11% ended in Futog and 12% in Begeč, relative to the total number of trips recorded.

The respondents evaluated the quality of the existing Novi Sad–Begeč cycling path on a scale from 1 (poor) to 5 (excellent). The majority of respondents rated the quality of the cycling path as very good (48%) or excellent (38%). None of the respondents gave the lowest rating, indicating that participants are highly satisfied with the current quality of the cycling path (Figure 6).

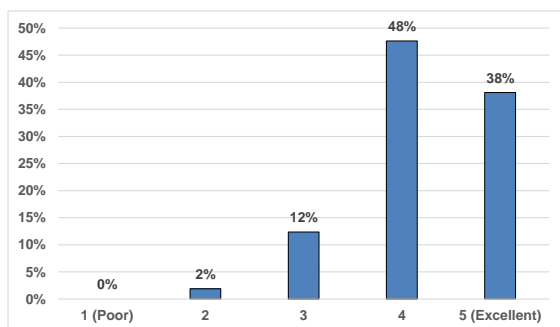


Figure 6. Rating of the Bicycle Path Quality

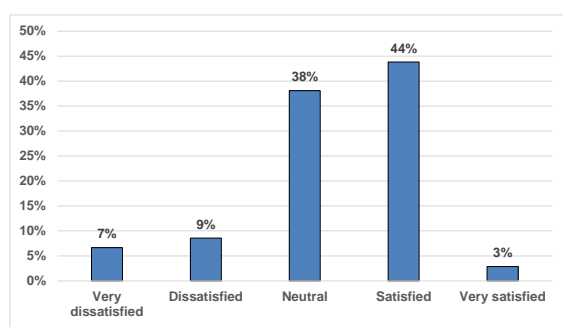


Figure 7. Level of Satisfaction with the Bicycle Path Safety

In the survey, respondents were asked to express their opinion on the safety of the Novi Sad–Begeč cycling path using a scale ranging from "very dissatisfied" to "very satisfied." The largest proportion of respondents selected "satisfied" (44%), while 38% chose "neutral." Nine percent of participants reported being dissatisfied, while 7% indicated that they were very dissatisfied (Figure 7). The results indicate that the number of satisfied respondents is nearly equal to the number of neutral respondents, suggesting that a substantial portion of the participants have not expressed clear satisfaction with the current safety conditions of the cycling path. This underscores the potential for enhancing cycling conditions, especially with regard to enhancing cyclist safety.

Cyclists were also invited to indicate, from a list of previously provided options, what they would change or improve on the Novi Sad–Begeč cycling path, with the possibility of selecting more than one answer. From a total of 105 respondents, 169 responses were collected (Figure 8).

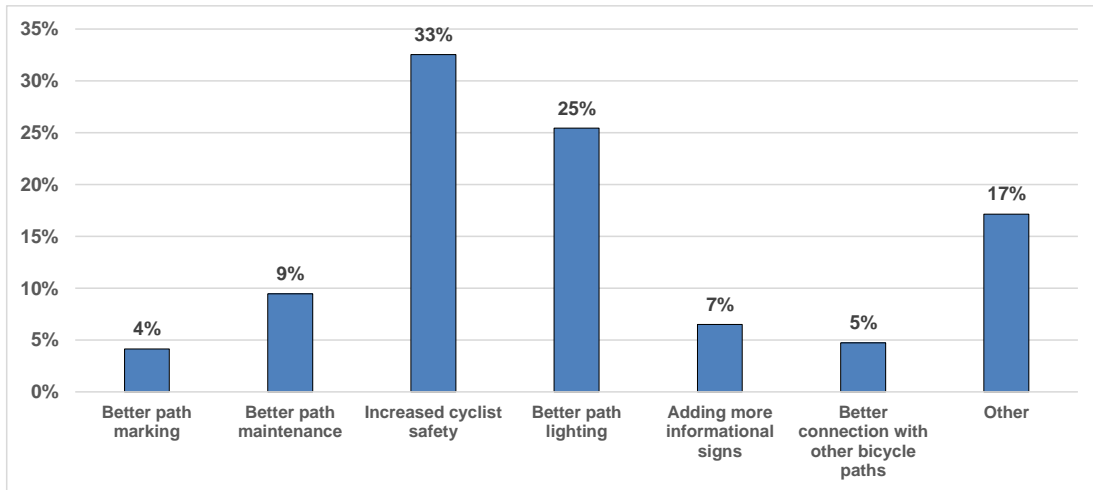


Figure 8. Suggestions for Improving or Modifying the Bicycle Path

The responses indicate that the majority of respondents (33%) identified enhancing cyclist safety on the path as the most pressing concern. In the additional comments, participants highlighted that this primarily concerns issues caused by passenger cars driving along sections of the cycling path, despite the prohibition of such vehicle movement. Additionally, respondents emphasized the need for enhanced lighting in specific sections of the path (25%), improved maintenance (9%), more informative signage (7%), and better connectivity with other cycling paths (5%). Approximately 17% of respondents suggested additional measures not included in the provided options, primarily those related to expanding cycling paths and establishing separate lanes for cyclists and pedestrians, particularly in areas with high pedestrian traffic. Some proposals have included the addition of street furniture along the path, such as trash bins, benches, and drinking water fountains, which cyclists currently consider insufficient or completely lacking (Figure 8).

The proposed changes to improve traffic conditions would positively influence 43% of surveyed cyclists, encouraging them to use bicycles on this path even more frequently. Concurrently, 23% of respondents indicated that the changes might lead to more frequent bicycle use, while 34% stated that no changes would affect their current cycling habits on the path (Figure 9).

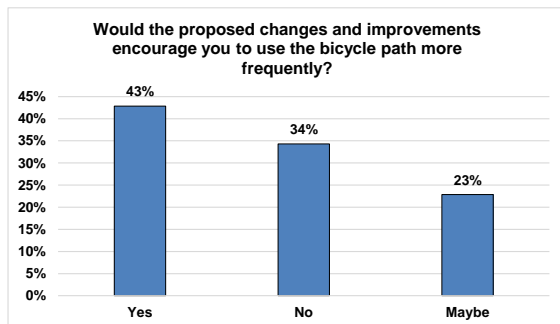


Figure 9. Effect of Proposed Changes and Improvements on Bicycle Use on the Novi Sad – Begeč Path

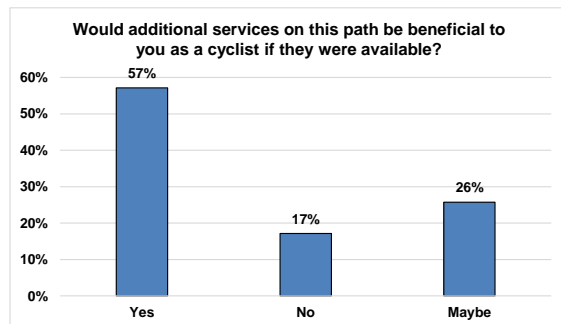


Figure 10. The importance of additional services on the Novi Sad – Begeč path

The implementation of supplementary services designed to cater to cyclists, including bicycle repair stations, parking facilities, and rest areas, has been identified as a key strategy to encourage more frequent usage of these pathways. When asked, "Would additional services on this path (e.g., bicycle repair stations, bicycle parking...) be useful to you as a cyclist?" 57% of respondents answered that such services would indeed be beneficial. Another 26% responded "maybe," while only 17% indicated that they did not see any value in additional services for cyclists on the Novi Sad–Begeč path (Figure 10).

Considering that the Novi Sad–Begeč path is already recognized as part of the existing tourism offer in the cycling sector, 48% of respondents stated that they ride primarily for hobby purposes (cycle-tourists), while 18% use bicycles solely as a daily or occasional means of transport. The remaining 34% use bicycles both as a mode of transport and for recreational purposes. Among the cyclists who reported using their bike for cycle-tourism, in

addition to the Novi Sad–Begeč path, which they use most frequently (29%), the most commonly used routes include cycling paths within Novi Sad (25%), the route towards Futog (18%), and the Novi Sad–Veternik–Futog corridor (12%).

At the conclusion of the survey, cyclists were invited to offer additional comments or suggestions, including any elements they deemed necessary that were not addressed in the questionnaire but could enhance cycling conditions.

Table 1. Comments from surveyed cyclists on the Novi Sad–Begeč path

Comments	Number of responses	Percentage
Ban on motorized traffic and increased traffic control	48	48%
Lighting on certain sections of the cycling path	5	5%
Problems due to interaction with pedestrian traffic	15	15%
Additional facilities (benches, drinking fountains, shade...)	10	10%
Expansion of the path on certain sections	11	11%
Better maintenance of the path on certain sections	10	10%
TOTAL	99	100%

The majority of comments related to the proposal to prohibit motor vehicle traffic, i.e., to implement stricter control of motorized traffic (48%). Respondents also highlighted issues arising from interactions with pedestrian traffic (15%), as well as the lack of additional facilities along the path, such as rest benches, drinking water fountains, and shaded areas (10%). Comments also addressed the proposal to widen the path in certain sections (11%) and the need for better maintenance of specific sections (10%) (Table 1).

These results indicate that respondents consider safety along the path to be a primary concern and emphasize the necessity of separating pedestrian and bicycle flows, as well as stricter control of motorized traffic. This feedback can serve as a valuable basis for future traffic management measures and infrastructure improvements, enhancing the safety of all users.

4. RECOMMENDATIONS

The proposed measures were formulated based on the analysis of the collected data, including survey results, participants' comments, and an assessment of the existing conditions on-site. The proposed measures aim to improve safety, functionality, and the overall quality of space. In short, the measures will enhance the comprehensive conditions for bicycle traffic. The following section presents specific interventions that correspond to the identified problems and needs.

- **Installation of protective barriers to prevent motor vehicle access to the bicycle path**

The installation of physical barriers at entrances and potential access points to the bicycle path is an effective measure to prevent unauthorized entry of motor vehicles and to improve user safety. Motor vehicles are formally prohibited from accessing the path, but survey results revealed frequent passage of cars and motorcycles. This directly compromises cyclist safety.

The placement of bollards, U-shaped metal structures, or similar physical obstacles effectively blocks motor vehicle passage while ensuring unobstructed flow for bicycles and pedestrians. These barriers physically prevent unauthorized entry and clearly indicate that the space is exclusively for non-motorized traffic. These solutions have already been successfully implemented in numerous urban areas across Europe, where they have produced positive results in reducing unauthorized motorized traffic on bicycle paths [8].



Protective barriers



LED lighting



Rest bench with additional bicycle parking



Example of pedestrian and bicycle path separation

Figure 11. Proposed measures for improving traffic conditions on the Novi Sad–Begeč bicycle path

- **Installation of LED solar lighting on unlit sections of the bicycle path**

The installation of LED solar lighting on unlit sections of the bicycle path is an effective measure to improve the safety and functionality of the route. While some areas have standard lighting via traditional lamp posts, two sections – near the Karin Komerc facility and at the exit from Futog toward Begeč – remain unlit, which is particularly problematic during evening hours. LED solar lights are environmentally friendly, energy-efficient, and autonomous solutions that do not require connection to the power grid. This avoids costs and complex infrastructure works.

These lights charge during the day and use the stored energy at night, remaining functional even during dark and cloudy winter days. In addition to the technical advantages, lighting significantly contributes to the feeling of safety, which encourages users to use the path even at night [12].

- **Installation of drinking water fountains and rest benches along the bicycle path**

The installation of street furniture along the bicycle path is a key step in enhancing comfort, safety, and the overall user experience. There are already a few benches in certain parts of the path, but there aren't enough, especially during weekends and good weather when the path is packed. In locations without natural shade, install canopies to provide greater comfort. In addition to benches, it is essential to install drinking water fountains at the starting point of the path and at locations suitable for longer stays. This measure encourages longer and more frequent use of the path, enhances the quality of outdoor recreation, and supports healthier lifestyles [13].

Benches will be installed along the section from the starting point at Telep to the entrance to Futog, at intervals of approximately 2 kilometers. This will provide users with resting opportunities along this stretch. After entering Futog, you must place benches every 1.5 kilometers. Drinking water fountains must be installed at three key points: at the entrance to Futog, in the central part of the path near the sports hall, and at the exit from Futog. This ensures even coverage and access to water along the entire section.

- **Separation of bicycle and pedestrian paths on the section from the entrance to Futog to Begeč**

Pedestrians and cyclists currently share the same space on the section of the cycling path from the entrance to Futog to Begeč. This was identified as one of the key issues in the conducted survey. Participants reported that interactions with pedestrian traffic are frequent, unpredictable, and often compromise safety and disrupt cycling. These conflicts are particularly pronounced during periods of higher traffic, such as weekends or sunny days, increasing the risk of accidents.

Therefore, it is proposed to clearly separate the path into two distinct lanes – one for cyclists and one for pedestrians. This is a common practice in areas facing similar issues. Separation can be achieved physically (e.g., with low curbs or green strips) or visually (e.g., using different colors, surface textures, and clear markings and symbols). This approach improves visibility, reduces conflicts between users, and enhances overall safety and quality of use of the path [2].

- **Regular and functional maintenance of the bicycle path**

Maintaining bicycle paths is crucial for their regular use and ensuring the safety of users, particularly on sections adjacent to roadways. Survey participants emphasized the critical need for regular and high-quality maintenance, with potholes and unpaved sections covered with gravel being the most frequently reported issues. Regular repairs and maintenance, as well as seasonal activities such as salting and snow removal during winter and inspections and rehabilitation after the winter period, are essential. It is also crucial to ensure that waste containers and traffic signage do not impede cyclists' movement. These measures enhance safety and comfort and signal that cycling is recognized as an equal and sustainable mode of transport [3].

5. CONCLUSION

This study focused on the Novi Sad–Begeč bicycle path, particularly the section through Futog. It examined usage, current condition, and improvement possibilities. The analysis was conducted through a survey among path users, which provided direct insights into the problems and needs of cyclists. According to the analyzed results, bicycles are most frequently used by individuals aged 21 to 50, with men participating slightly more than women. Most respondents come from Futog, followed by Novi Sad and nearby settlements such as Veternik. The majority of respondents are employed and possess a driver's license, indicating that bicycles are used as a supplement to other modes of transport. Bicycles are most commonly used daily, primarily for recreational purposes, but also for commuting to work or school. Many respondents also stated that they ride as a hobby, which clearly demonstrates that cycling holds an important place in their everyday lives. The Novi Sad–Begeč path is most frequently used several times a week, with the most trips occurring within Futog, and significant movement toward Begeč and Novi Sad. The results show that respondents recognize the high quality of the path, and many express their satisfaction. The main problems identified relate to compromised safety and insufficient functionality of the bicycle path. These shortcomings arise from the presence of motor vehicles on the path, poor lighting, mixed pedestrian and bicycle traffic, as well as the insufficient number of resting areas and inadequate maintenance of certain sections. These conditions reduce the attractiveness and perceived safety of cycling as a daily mode of transport. The proposed improvement measures include separating bicycle and pedestrian traffic, installing physical barriers to prevent motor vehicle entry, introducing LED solar lighting, enhancing supporting infrastructure through the installation of benches and drinking water fountains, and ensuring regular and functional maintenance of the entire route. Particular attention was given to critical sections where clear separation of different modes of traffic is necessary to improve safety. The proposed measures are expected to enhance safety and comfort for all users, thereby encouraging more frequent and efficient use of the bicycle path. This would also contribute to an increase in the number of users, the enhancement of public space quality, and provide a good example of promoting sustainable forms of urban mobility. The proposed changes would help create a more functional, safer, and environmentally responsible urban environment.

ACKNOWLEDGEMENTS

The results presented in this paper are part of the research project „Development and Implementation of Sustainable Traffic, Transport, and Logistics Technologies in Education and Practice“, Department of Traffic Engineering, Faculty of Technical Sciences, University in Novi Sad, Republic of Serbia.

6. BIBLIOGRAPHY

- [1] Analiza i revizija Smart plana (2023). Fakultet tehničkih nauka, „ADOMNE“ d.o.o., Novi Sad
- [2] Department for Transport UK (2020), Cycle Infrastructure Design - Local Transport Note 1/20.
Available at: <https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5ffa1f96d3bf7f65d9e35825/cycle-infrastructure-design-ltn-1-20.pdf>
- [3] Cambrige Cycle Campaign: Cycle route maintenance.
Available at: <https://www.camcycle.org.uk/files/policy/papers/CycleRouteMaintenance.pdf>
- [4] Grad Novi Sad - Gradska uprava za građevinsko zemljište i investicije (2024). Biciklističke staze 2012-2024.
Available at: <https://www.ugzins.rs/sites/default/files/2025-02/3.7.%20Biciklisticke%20staze%202012-2024.pdf>
- [5] Mirović, V., Bogdanović, V., Mitrović Simić, J. (2020). Metode upravljanja saobraćajnom potražnjom (book in Serbian), Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad.
- [6] Mobile2020 (2012), "Priručnik o planiranju biciklističkog prometa u urbanim sredinama"
- [7] Plan održive urbane mobilnosti - Beograd (2020), CEP Centar za planiranje urbanog razvoja, CeS.TRA d.o.o., Beograd
- [8] Reliance Foundry (2025), Traffic Control Devices for Facilities.
Available at: <https://www.reliance-foundry.com/blog/traffic-control-devices>
- [9] Saobraćajna studija grada Novog Sada sa dinamikom uređenja saobraćaja – NOSTRAM (2009), JP „Urbanizam“, Zavod za urbanizam, Novi Sad
- [10] SMART plan – prikupljanje podataka „Prva faza“ (2018), Fakultet tehničkih nauka, „ADOMNE“ d.o.o., Novi Sad
- [11] SMART plan - druga faza (2019), Fakultet tehničkih nauka, „ADOMNE“ d.o.o., Novi Sad
- [12] Solar Eye (2021), LED Solar Lights for Cycle and Bike Paths.
Available at: <https://www.solar-eye.com/blog-led-solar-lights-for-cycle-and-bike-paths/>
- [13] Wabash Valley (2020), How to Enhance Your Bike Path.
Available at: https://www.wabashvalley.com/blog/how-to-enhance-your-bike-path/?srsltid=AfmBOor6DDs8uF69NY3GqjYmziS466Bj_OUKC94bNHHJKpGw_vrL_Nc

ПОНАШАЊЕ МЛАДИХ ВОЗАЧА У САОБРАЋАЈУ У РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ BEHAVIOUR OF YOUNG DRIVERS IN TRAFFIC IN THE REPUBLIC OF SERBIA

Милош Пљакић¹, Милош Арсић², Марина Леовац³, Предраг Станојевић⁴

Резиме: Млади возачи представљају једну од најризичнијих категорија учесника у саобраћају. Карактеристично за њих је присуство специфичних образаца понашања и ставова који често не одговарају безбедносним стандардима. Циљ овог истраживања је анализа понашања младих возача у саобраћају у Републици Србији. Метод прикупљања података био је спровођење анкете путем електронског упитника. Коришћен је упитник о понашању младих возача. Упитник садржи 44 ставке, груписане у пет категорија које испитују различите аспекте ризичног понашања. Категорије укључују: прелазне прекршаје, фиксне прекршаје, погрешну процену, изложеност ризику и утицај расположења возача. Додатних 13 питања коришћених за анализу испитују демографске карактеристике испитаника, као што су: пол, старост, тип возачке дозволе и сл. Узорак чини 404 испитаника старости 17-30 година ($M = 22,95$), оба пола. Добијени подаци обрађени су у статистичком пакету SPSS. Резултати истраживања указују на значајне разлике у понашању младих возача који поседују пробну возачку дозволу од оних који поседују пуну возачку дозволу. Испитаници који имају пуну возачку дозволу испољили су виши ниво ризичног понашања у подскалама прелазних прекршаја и изложености ризику, у поређењу са испитаницима који поседују пробну возачку дозволу.

Кључне речи: млади возачи, понашање, безбедност саобраћаја

Abstract: Young drivers represent one of the highest-risk categories of traffic participants. Characteristic of this group is the presence of specific behavioral patterns and attitudes that often do not comply with safety standards. The aim of this study is to analyze the behavior of young drivers in traffic in the Republic of Serbia. The data collection method was conducting a survey via an electronic questionnaire. The Behaviour of Young Novice Drivers Scale was used. The questionnaire contains 44 items grouped into five categories examining different aspects of risky behavior. The categories include transitional violations, fixed violations, misjudgment, exposure to risk, and the influence of driver mood. An additional 13 questions used for analysis examine demographic characteristics of the respondents, such as gender, age, type of driver's license, etc. The sample consisted of 404 respondents aged 17-30 years ($M = 22.95$), of both genders. The obtained data were processed using the SPSS statistical package. The research results indicate significant differences in the behavior of young drivers who possess a probationary driving license compared to those who possess a full driving license. Respondents with a full driving license exhibited a higher level of risky behavior in the subscales of transient violations and risk exposure, compared to respondents who possess a probationary driving license.

Keywords: young drivers, behaviour, traffic safety

1. УВОД

Учешће младих у саобраћају, посебно у улози возача, отвара бројна питања у вези са безбедношћу, навикама у војњи и начином реаговања у свакодневним саобраћајним ситуацијама. У ову категорију спадају возачи старости од 15 до 30 година. Недостатак возачког искуства у комбинацији са карактеристикама личности, као што су склоност ка ризичном понашању, подложност утицају вршњака на стил војње и потребу за доказивањем, физиолошке и развојне особине, нерационална самопроцена возачких способности, као и слабија свест о последицама својих поступака, чине младе возаче изузетно рањивом категоријом. (OECD, 2006) (GHSA, 2023) Проблем страдања младих возача захвата глобалну размеру, те је сумирање података широког спектра извора нужно за схватање проблема као целине. Према Извештају о безбедности на путевима, објављеног од стране Европске комисије, млади возачи представљају 18 - 30% укупног броја погинулих лица у саобраћају. (European Commission, 2021)

¹ Професор др, Пљакић Милош, дипл. инж. саобраћаја, Факултет техничких наука, Књаза Милоша 7, Косовска Митровица, Србија, milos.pljagic@pr.ac.rs

² Професор др, Арсић Милош, дипл. инж. саобраћаја, Факултет за економију и инжењерски менаџмент, Цвећарска 2, Нови Сад, Србија, milos.arsic@fimek.edu.rs

³ Леовац Марина, саобраћајно инжењерство, Факултет за економију и инжењерски менаџмент, Цвећарска 2, Нови Сад, Србија, leoovac@gmail.com

⁴ Доцент др, Станојевић Предраг, дипл. инж. саобраћаја, Факултет техничких наука, Књаза Милоша 7, Косовска Митровица, Србија, stanojevicpredrag@yahoo.com

Релативна стопа морталитета за младе узраста од 15 до 17 година износи 1,3, а код младих од 18. до 24. године чак 3, на милион становника. (European Commission, 2021) Истраживања из Холандије указују на то да на сваких 10 погинулих младих возача живот изгуби чак 6 њихових сапутника и више од 7 других учесника у саобраћају у истим саобраћајним незгодама. (OECD, 2006)

Асоцијација гувернера за безбедност друмског саобраћаја (*The Governors Highway Safety Association - GHSA*) анализира је податке из Система за извештавање о саобраћајним незгодама са смртним исходом (*Fatality Analysis Reporting System - FARS*) за период од 20 година како би утврдила да ли су стопе свих саобраћајних незгода са смртним исходом возача, посебно саобраћајних незгода са смртним исходом код возача старости од 15 до 20 година, опале од 2002. до 2021. године. За разлику од старијих возача (од 21 године и више), млади возачи имају скоро четвороструко већу вероватноћу да буду укључени у фаталну незгоду, иако возе мање. (GHSA, 2023)

У Србији у периоду од 2019. до 2021. године, у односу на својство учешћа у саобраћајним незгодама, млади су највише били угрожени у својству возача и путника у путничком возилу и на мотоциклу. Од укупног броја погинулих мотоциклиста 54% су млада лица, а од укупног броја погинулих путника у путничком возилу 34% су млади, док су 21% возача путничког возила млада лица. (АБС, 2022) У 2022. години број смртно страдалих младих лица био је за 25,7% већи него 2021. године, а од укупног броја, млади су највише смртно страдали (61,1%) и бивали повређени (51,5%) у својству возача. (АБС, 2022) Према подацима из 2023. године број страдалих младих опао је за 29,1 % у односу на 2022. годину, а од укупног броја страдалих младих лица, највише су смртно страдали (55,6%) и бивали повређени (52,0%) у својству возача. (АБС, 2023)

Старосно раздобље од 15. до 30. године по природи животне динамике има утицај на повећање ризика од настанка саобраћајне незгоде. Анатомска зависност од времена и потпуни развитак коре префронталног лобуса великог мозга задужен за расуђивање, самоконтролу, процену ризика и доношење одлука један је од фактора који утичу на промену понашања младих у саобраћају, средином двадесетих година, што спада у домен менталног сазревања и формирања личности. (GHSA, 2023) С обзиром на ту чињеницу, главни фактори задужени за настанак саобраћајне незгоде мењају се током времена код појединца.

Разлика међу половима, такође, заснива се на физиолошким карактеристикама оба пола. Истраживања показују да возачи мушког пола старости 18. – 24. године три пута чешће учествују у саобраћајним незгодама са смртним исходом у односу на возаче женског пола. (World Health Organization, 2007) Резултати ових истраживања јесу последица реалних активности у саобраћају, међутим, треба узети у обзир да су возачи мушког пола чешћи учесници у саобраћају као возачи моторних возила, а сразмерно томе изложенији су ризицима. (European Commission, 2021) Утицај тестостерона на понашање мушкараца у посматраном узрасту од кључног је значаја за разумевање образаца понашања којима је ова група возача склона. (OECD, 2006) Укупно 77% свих погинулих лица у саобраћајним незгодама су возачи мушког пола. Процент смртних исхода је нешто нижи за младе узраста од 15 до 17 година (74%), а нешто виши за младе од 18 до 24 године (82%). (European Commission, 2021)

Први корак у решавању проблема јесте сазнавање узрока, а следећи његово дубинско разумевање. У случају младих возача, разумевање узрока њиховог понашања, порекла формираних ставова и динамике расуђивања открива сложену мрежу међусобно повезаних фактора. У овом истраживању, поред прикупљених података о свакодневном понашању младих возача у саобраћају који представљају кључне индикаторе знања, свести и одговорности, испитивана је и корелација између различитих образаца понашања, као и утицај демографских карактеристика испитаника. Циљно, испитане су разлике у понашању младих који поседују пробну возачку дозволу од оних који поседују пуну возачку дозволу. Овај приступ омогућава идентификовање образаца понашања младих возача на основу самопријављених понашања. Разумевање ових образаца представља предуслов за креирање ефикасних превентивних мера који могу значајно допринети унапређењу безбедности младих возача и смањењу учесталости саобраћајних незгода у овој старосној групи.

1.1. Идентификација понашања младих возача

Истраживања заснована на анкетама представљају методолошки приступ који омогућава испитивање ризичних понашања која повећавају вероватноћу настанка саобраћајних незгода. Инструменти засновани на самопријављивању, као што су Упитник о понашању возача (*Driving Behaviour Questionnaire - DBQ*),

Скала навика непромишљене вожње и Скала понашања младих возача почетника (*Behaviour of Young Novice Drivers Scale - BYNDS*) примењивани су код младих возача широм света. (Bride Scott Parker, Oscar Oviedo-Trespalacios, 2017)

Истраживање ризичног понашања возача довело је до развоја алата као што је Упитник о понашању возача (DBQ) који се користи за испитивање прекршаја, грешака и пропуста у вожњи. Иако је DBQ првенствено развијен за искусне и старије возаче, повремено се користи и у истраживањима понашања младих и неискусних возача услед недостатка инструмената. (Scott-Parker et al., 2010) Скалу понашања младих и неискусних возача (BYNDS) развили су Scott-Parker и сарадници 2010. године у Аустралији са циљем да обезбеде поуздан и валидан инструмент за мерење ризичног понашања специфично код младих и неискусних возача. (Scott Parker et al., 2012) За разлику од DBQ-а који садржи само три фактора: грешке, пропусти и прекршаји, BYNDS скала садржи пет фактора: погрешне процене (може одговорати фактору „грешке“ у DBQ), прелазни и фиксни прекршаји (оба фактора обухваћена су једним у DBQ), изложеност ризику (специфично за младе возаче) и расположење. (Scott-Parker et al., 2010) Стандардизовани BYNDS упитник је валидиран и коришћен за прикупљање података о ризичном понашању младих возача у различитим земљама као што су Аустралија, Нови Зеланд и Колумбија. (Bride Scott Parker, Oscar Oviedo-Trespalacios, 2017) Полазећи од тога да је BYNDS упитник један од ретких инструмената који је специфично креиран за процену ризичног понашања младих возача и који је већ нашао широку примену у истраживањима, употребљен је као основни инструмент за процену у овом раду.

2. METODE ИСТРАЖИВАЊА

Метод прикупљања података био је спровођење анкете путем електронског упитника. Коришћен је упитник о понашању младих возача (BYNDS – Scott Parker et al, 2010). Упитник садржи 44 ставке, груписане у пет категорија које испитују различите облике ризичног понашања. Додатних 13 питања коришћених за анализу испитују демографске карактеристике испитаника, као што су: пол, старост, тип возачке дозволе и сл. Првобитна верзија упитника је преведена на српски језик и прилагођена специфичностима подручја на ком се истраживање спроводи (нпр. вожња десном коловозном траком је карактеристична за Србију, док упитник узима вожњу левом коловозном траком као подразумевани модел, и сл.).

BYNDS је настао из потребе за алатом који је посебно дизајниран за мерење самопријављеног понашања младих возача почетника. Ставке у оригиналном, а самим тим и у ревидираном BYNDS-у преузете су из литературе о безбедности саобраћаја и рестрикцијама степенаних возачких дозвола (*Graduated Driver Licensing - GDL*). Оригинална скала и подскеале показале су веома високу интерну конзистентност. (Scott Parker et al., 2012)

2.1. Мерења

Скала понашања младих возача употребљена за мерење ризичних понашања младих возача садржи 5 подскеале у оквиру укупно 44 ставке. Подскеале су:

- Прелазни прекршаји (13 ставки; нпр. „Возили сте до 10 км/х преко ограничења“, или „Причали сте мобилним телефоном који Вам је био у руци“.);
- Фиксни прекршаји (10 ставки; нпр. „Возили сте иако сте били свесни да сте под утицајем алкохола већим од дозвољеног“, или „Нисте користили сигурносни појас“.);
- Погрешне процене (9 ставки; нпр. „Приликом претицања погрешно сте проценили брзину возила које Вам иде у сусрет“, или „Промашили сте излаз или скретање“.);
- Изложеност ризику (9 ставки; нпр. „Возили сте ноћу“, или „Возили сте када сте били уморни“.);
- Расположење возача (3 ставке; нпр. „Возили сте брзо када сте били лоше расположени“, или „Ваша вожња је била под утицајем негативних емоција као што су бес и фрустрација“.).

Од испитаника се захтевало да одговоре колико често су пратили обрасце оваквог понашања. Одговори су забележени на петостепеној Ликертовој скали од 1 до 5 (1 – никад, 5 – увек). Испитаници су остали анонимни.

2.2. Статистичка обрада података

Добијени подаци овог истраживања обрађени су у статистичком пакету SPSS.

Примењени су следећи поступци:

- за утврђивање степена изражености варијабли у испитаном узорку коришћени су дескриптивни статистички показатељи (фреквенције, проценти, аритметичка средина и стандардна девијација);
- једнофакторска анализа коваријансе (ANCOVA) употребљена је ради идентификације разлика међу младим возачима који поседују пробну возачку дозволу и оних који поседују пуну возачку дозволу;
- хи-квадрат тест (χ^2 тест) је примењен ради идентификације ризика у саобраћајним незгодама између возача који поседују пробну возачку дозволу и оних са пуном возачком дозволом;
- корелациона анализа за утврђивање смера и степена повезаности варијабли.

2.3. Узорак

Карактеристике узорка дате су у *Табели 1*.

Табела 1. Карактеристике узорка.

Године	
Опсег (минимална – максимална вредност)	17-30
Аритметичка средина	22,95
Стандардна девијација	3,54
Пол	
Мушки (%)	227 (56,2)
Женски (%)	177 (43,8)
Пробна возачка дозвола	
Да (%)	169 (41,8)
Не (%)	235 (58,2)
Годишње пређено километара	
Опсег (минимална – максимална вредност)	0 – 100.000
Аритметичка средина	12.444
Стандардна девијација	23.572
Саобраћајне незгоде у последњих годину дана	
Опсег (минимална – максимална вредност)	0 - 3
Аритметичка средина	0,08
Стандардна девијација	0,33
Ризичне ситуације у последња три месеца	
Опсег (минимална – максимална вредност)	0 - 7
Аритметичка средина	0,78

Стандардна девијација	1,27
Запремина мотора возила	
Опсег (минимална – максимална вредност)	900 – 3.500
Аритметичка средина	1.506
Стандардна девијација	409

Узорак је обухватао укупно 404 испитаника, од којих је 56,2% било мушког пола, чиме они чине већину. Старост испитаника кретала се у границама од 17 до 30 година. Већи део узорка поседује пуну возачку дозволу (58,2%). Иако је просечна годишња километража износила 12.444 km, висока стандардна девијација (23.572 km) указује на значајну варијабилност међу возачима, што значи да неки испитаници возе знатно више или мање од просека. Просечан број саобраћајних незгода у последњих годину дана био је 0,08, што показује да већина испитаника није учествовала у незгодама, уз минимално одступање (стандардна девијација 0,33). У просеку, испитаници су учествовали у 0,78 ризичних ситуација у последња три месеца, са стандардном девијацијом од 1,27, што указује да су овакве ситуације углавном ретке, али да је било појединачно са чешћим учешћем. Просечна запремина мотора возила износила је 1.506 cm³, уз стандардну девијацију од 409 cm³, што показује умерену варијабилност у величини мотора међу возачима.

3. РЕЗУЛТАТИ

Ставке у оквиру сваког фактора скале сумирале су и обухватиле пет подскала (прелазни прекршаји, фиксни прекршаји, погрешне процене, изложености ризику и расположење возача). Све подске су биле поуздане са добром интерном конзистентношћу, при чему се Кронбахова алфа кретала од 0,73 до 0,87.

Подаци за 2023. годину указују да су млади најчешће учествовали у саобраћајним незгодама у својству возача, са највишим јединственим показатељем ризика (ЈПР = 72,0) у односу на остале старосне категорије возача, што показује њихову високу изложеност тешким последицама у саобраћају. (АБС, 2023) Циљ истраживања је да утврди утицај пробне возачке дозволе на понашање младих возача (приказ у Табели 2). Поређење младих са пробном и оних са пуном возачком дозволом спроведено је применом различитих образаца понашања возача коришћењем BYNDS скале.

Табела 2. Разлике између младих возача који поседују пробну возачку дозволу и оних који поседују пуну возачку дозволу.

BYNDS	Пробна возачка д.		Пуна возачка д.		F(1, 400)	η ²
	АС	СД	АС	СД		
Прелазни прекршаји	28.24	0.71	30.36	0.60	5.01*	.012
Фиксни прекршаји	22.88	0.29	22.67	0.24	0.33	.001
Погрешне процене	16.42	0.29	16.21	0.25	0.26	.001
Излагања ризику	30.50	0.55	34.74	0.46	33.83**	.078
Расположење возача	5.74	0.22	6.05	0.19	1.19	.003

Аритметичке средине су прилагођене за пол и километражу. АС – аритметичка средина, СД – стандардна девијација. *p < .05; **p < .001.

Табела 2 показује да је, након прилагођавања параметара за пол и број пређених километара, било значајних разлика између младих возача који поседују пробну возачку дозволу и оних који поседују пуну возачку дозволу у прелазним прекршајима и излагања ризику. Наиме, возачи који имају пуну возачку дозволу у већој мери чине прелазне прекршаје (нпр. „Возили сте до 10 км/х изнад ограничења“, или „Возите великом брзином на путевима који су лоше осветљени“). Затим, тест хи – квадрат (χ² тест), (особе које нису учествовале у саобраћајним незгодама и нису чиниле прекршаје означене су са „0“, а особе које су учествовале у једној или више саобраћајних незгода и чиниле прекршаје означени су са „1“), показао је да није било значајних разлика у саобраћајним незгодама између младих возача са пробном возачком дозволом и оних са пуном дозволом (χ²(1, N = 404) = 1,53, p = 0,22).

Веза између старости, броја пређених километара, запремине мотора возила, чињења прекршаја, учешћа у ризичним ситуацијама и саобраћајним незгодама код младих возача истражена је помоћу коефицијента Пирсонове линеарне корелације. Резултати су приказани у *Табели 3*.

Табела 3. Корелација између старости, броја пређених километара, запремине мотора возила, чињења прекршаја, ризичних ситуација и саобраћајних незгода.

Варијабле	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Године	-									
2. Километража	.20**	-								
3. Запремина м.	.20**	.26**	-							
4. Прелазни п.	.06	.20**	.28**	-						
5. Фиксни п.	-.12*	.12*	.11*	.25**	-					
6. П. процене	-.01	-.11*	-.04	.10*	.20**	-				
7. Изложеност р.	.15**	.22**	.21**	.53**	.19**	.04	-			
8. Расположење	.05	.07	.06	.43**	.19**	.34**	.30**	-		
9. Ризичне с.	-.09	.10*	.07	.21**	.12*	.22**	.18**	.24**	-	
10. Незгоде	.02	.15**	.18**	.14**	.19**	-.04	.10*	.08	.08	-

** $p < .01$; * $p < .05$.

Резултати из претходне табеле показују да постоје значајне корелације између старости возача, фиксних прекршаја и изложености ризику. Такође, значајна корелација постоји између пређеног броја километара са једне стране и прелазних прекршаја, фиксних прекршаја, погрешних процена, изложености ризику, учешћа у ризичним ситуацијама и саобраћајним незгодама са друге стране.

Значајна позитивна корелација уочава се између расположења возача са једне стране и прелазних прекршаја, фиксних прекршаја, погрешних процена и изложености ризику са друге стране. Позитивна корелација уочава се и између запремине мотора возила са једне стране и прелазних прекршаја, фиксних прекршаја, изложености ризику и учешћа у саобраћајним незгодама са друге стране.

Сви ови облици ризичног понашања младих возача мерених под скалама BYNDS-а позитивно корелирају са учешћем у ризичним ситуацијама. Постоји значајна позитивна корелација између прелазних прекршаја, фиксних прекршаја и изложености ризику са једне стране и учешћа у саобраћајним незгодама са друге стране.

4. ДИСКУСИЈА

Резултати овог истраживања показали су значајну разлику у понашању и ставовима младих возача који поседују пробну возачку дозволу и оних који поседују пуну возачку дозволу. Закључно, испитаници који имају пуну возачку дозволу испољили су виши ниво ризичног понашања у под скалама прелазних прекршаја и изложености ризику, у поређењу са испитаницима који поседују пробну возачку дозволу. Овакви резултати указују на то да пробна возачка дозвола у улози механизма контроле и ограничења има изузетно значајан утицај на примењивање одговорнијих образаца понашања током ране фазе стицања возачког искуства. Са преласком на пуну возачку дозволу та ограничења нестају, што ствара простор за већу слободу, самоувереност и мању дисциплину у понашању током вожње.

Насупрот разликама које се уочавају међу под скалама ове две категорије младих возача, број саобраћајних незгода међу њима није се значајно разликовао. С обзиром на такве податке, закључно, присуство пробне возачке дозволе није довољно да би се смањило број саобраћајних незгода, али заузима значајно место у механизмима ограничења понашања младих и ефикасно смањује нивое ризичног понашања међу њима, што на дужи рок може имати превентивни ефекат.

Корелациона анализа показала је значајну повезаност између фактора као што су старост возача, број пређених километара и запремине мотора возила са различитим облицима ризичног понашања и учешћем у саобраћајним незгодама. Утицај година старости се може објаснити чињеницом да узорак обухвата само младе возаче (од 17 до 30 година), међу којима старији испитаници чешће возе самостално и интензивније, што може довести до веће склоности ка ризичним понашањима.

Већи број пређених километара значи више времена проведеног у саобраћају, али истовремено може довести и до већег самопоуздања или чак нерационалне процене сопствених возачких вештина. Такође, млади који управљају возилима веће запремине мотора у раној фази возачког искуства, на основу података, склонији су ризичном понашању. Возила веће запремине мотора, самим тим и већом радном снагом омогућавају веће убрзање за краћи временски период, што код младих возача може изазвати склоност ка агресивном и/или немарном типу вожње.

Подаци такође указују да расположење возача има позитивну корелацију са прелазним прекршајима, фиксним прекршајима, погрешним проценама и изложености ризицима. То потврђује чињеницу да на безбедност вожње утичу и психолошки фактори, а не изоловано техничка способност управљања возилом, што је сама по себи изазов возачима у раним фазама возачког искуства. Категорија младих возача посебно је емотивно сензибилнија и склонија променама расположења у односу на остале категорије. Вожња под утицајем негативних емоција (нпр. гранично - љутња) изазива тенденцију за прекорачење максималне дозвољене брзине, док изражене позитивне емоције (нпр. гранично - еуфорија) изазивају потребу за тражењем сензација у току вожње.

5. ЗАКЉУЧАК

Оригинална BYNDS скала садржи пет фактора, док су нека од претходних истраживања, коришћењем експлоративне факторске анализе (EFA) и потврдне факторске анализе (CFA), распоредила ставке у шест или седам фактора, показујући варијабилност у факторској структури међу различитим узорцима и контекстима. Иако узорак овог рада и претходна истраживања имају различит број фактора, корелације између релевантних фактора показују сличне образце, што указује на конзистентност релација ризичног понашања међу младим возачима.

Истраживање спроведено у Литванији на узорку младих возача показало је да, иако је факторска структура различита, корелације између фактора „Изложеност ризику“ са факторима „Прелазни прекршаји“, „Погрешне процене“ и „Расположење возача“ одражавају сличне образце као у узорку овог рада (L. Šeibokaite et al., 2020). Уочава се умерена корелација између фактора „Расположење возача“ и „Изложеност ризику“ у оба узорка, што указује на то да негативне емоције утичу на ризично понашање слично у различитим културним контекстима. Фактори „Погрешне процене“ и „Изложеност ризику“ у оба узорка показују слабу корелацију што такође потврђује конзистентан образац понашања. (L. Šeibokaite et al., 2020) Поредом резултате истраживања чија је факторска структура одговарала структури овог рада (Scott-Parker et al., 2010), уочава се понављајући шаблон корелације између фактора. Корелација са највећом вредношћу између фактора „Прелазних прекршаја“ и „Изложености ризику“ одговара резултатима претходних истраживања. Такође, уочава се снажна корелација између прелазних прекршаја и расположења возача, што потврђује међусобну повезаност ових аспеката ризичног понашања и указује на то да емоционално стање возача може бити значајан предиктор прелазних прекршаја у вожњи. Тип возачке дозволе има значајну корелацију са фактором „Изложеност ризику“, што одговара резултатима овог истраживања и указује на то да су млади возачи са пуном возачком дозволом изложенији ризицима у вожњи (Scott-Parker et al., 2010).

Иако је истраживање обухватило релативно велики број испитаника, потребно је узети у обзир и постојећа ограничења. Примарно, резултати се ослањају на самопроцену испитаника, што има за ризик лошу самопроцену и идеализацију одговора. Испитаници су одабрани путем интернета, што може довести до пристрасности одговора (нпр. Прецизнији одговори од стране оних који су заинтересовани за ову тему). Узимајући у обзир недостатке овог истраживања, значајно би било узети у разматрање и објективне изворе података, као што су полицијски извештаји и подаци о стварном начину вожње добијени континуираним праћењем. Праћење младих возача током одређеног временског периода може пружити детаљан увид у даљи развој возачких навика након стицања пуне возачке дозволе.

6. ЛИТЕРАТУРА

- Bride Scott Parker, Oscar Oviedo-Trespalacios. (2017). Transcultural validation and reliability of the Spanish version of the behaviour of young novice drivers scale (BYNDS) in a Colombian young driver population. *Transportation Research Part F*, 188-204.
- European Commission. (2021). *Facts and figures young people*. Brussels: European Road Safety Observatory, Directorate General for Transport.
- GHSА. (2023). *Young drivers and traffic fatalities: 20 years of progress on the road to zero*. Washington, DC: Governors Highway Safety Association.
- L. Šeibokaite et al. . (2020). The self-reported driving behaviour of young drivers in Lithuania: An application of the behaviour of young novice drivers scale – Lithuania (BYNDS-Li). *Transportation Research Part F*, 311-323.
- OECD. (2006). *Young Drivers: The Road to Safety. European Conference of Ministers of Transport*. OECD Publishing.
- Scott Parker et al. (2012). Confirmatory factor analysis of the Behaviour of Young Novice Drivers Scale (BYNDS). *Accident Analysis and Prevention*, 49, 385-391.
- Scott-Parker et al. (2010). The risky behaviour of young drivers : developing a measurement tool. *20th Canadian Multidisciplinary Road Safety Conference*. Hilton Niagara Falls, Ontario: Canadian Association of Road Safety Professionals.
- World Health Organization. (2007). *Youth and road safety*. World Health Organization.
- АБС. (2022). *Прегледни извештај, Безбедност младих учесника (15-30 година) у саобраћају*. Агенција за безбедност саобраћаја.
- АБС. (2022). *Статистички извештај о стању безбедности саобраћаја у Републици Србији 2022*. Агенција за безбедност саобраћаја.
- АБС. (2023). *Статистички извештај о безбедности саобраћаја у Републици Србији 2023*. Агенција за безбедност саобраћаја.

RMSRM SOFTWARE - IDENTIFICATION, CREATION AND DEFINING ADR ROUTES AND DANGEROUS GOODS TRANSPORTATION MANAGEMENT IN LOCAL COMMUNITIES

Milorad Stefanović¹, Pavle Gladović², Radovan Višković³, Željko Đurić⁴

Abstract: This paper introduces a remote system designed for comprehensive management of dangerous goods (especially oil and gas liquid fuels) shipments and haulage. The system integrates various functions to streamline the planning and scheduling of trips, duties, and task allocation for dangerous goods transport. It considers available resources, appropriate routes, suitable timeslots, and adequate infrastructure to ensure the safest and lowest-risk passage of dangerous goods shipments and haulages within the local community.

The paper details the system’s concept, algorithms, functionalities, features, and architecture. It also outlines the system prototype and the experimental results prepared for a pilot program intended for a larger urban areas.

Keywords: risk management, planning, scheduling, allocation, monitoring, evaluation.

1. INTRODUCTION

Creating a safer and more secure environment necessitates the development of ongoing mechanisms that guide and positively influence the awareness and actions of individuals, companies (whose activity is the dangerous goods transportation), and institutions. This can be achieved by applying algorithms grounded in the principles, procedures, rules, and methodologies of developed appropriate risk assessment standards within a company’s safety and resilience framework, with a specific focus on the impact and interaction related to the transportation of dangerous goods as outlined by ADR regulations [1] [2].

The increasing demand for the transportation of energy and hazardous materials, driven by the growth of mobility in modern society, unfortunately presents challenges to consistently ensuring compliance with regulations and rules for every trip and every entity. Despite the presence of numerous competent and inspection bodies, a significant portion of responsibility ultimately rests with individuals.

Day-to-day operations highlight the need for a tool that can significantly enhance the control, coordination, management, and forecasting of future requirements in the design and establishment of new ADR routes. This tool should be capable of distributing and collects data, information and results from its and others databases, providing synchronous alerts, and, when necessary, delivering files. System should also assist in identifying appropriate entities for business partnerships related to the transportation and distribution of dangerous goods. System should also assist in identifying appropriate entities for business related to the transportation and distribution of dangerous goods. This includes all the stakeholders involved in designing, planning, supervision, legal compliance, education, and operations.

Table 1. provides an overview of the types of data collected from dangerous goods transportation vehicles, examples of specific data points, and the technologies employed for their collection.

¹ Milorad Stefanovic, Master of Science in Traffic Engineering, CEO, Click & Find doo Beograd- Novi Beograd, Belgrade, Republic of Serbia, miccstc@gmail.com

² PhD Pavle Gladovic, PhD in Traffic Engineering, Engineering Academy of Serbian, Belgrade, Republic of Serbia, anaipavle@gmail.com

³ PhD Sc Radovan Viskovic, Associate Professor, Doctor of Technical Sciences, University of East Sarajevo, Faculty of Technology, Zvornik, Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina, radovanviskovic1964@gmail.com

⁴ PhD Sc Zeljko Djuric, Associate Professor, Doctor of Technical Sciences, University of East Sarajevo, Faculty of Transport and Traffic Engineering, Doboj, Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina, zeljko.djuric@fpm.ues.rs.ba

Table 1. VEHICLE DATA COLLECTION

Type	Data Example	Technologies
Vehicle status	<i>Truck data:</i> - Engine status - Fuel consumption - Brakes status - Tire pressure - Axles load - Speed	Truck CAN bus ⁵ Additional sensors
	<i>Semitrailer/Trailer data:</i> - Brakes status - Tire pressure - Axles load	Semitrailer/Trailer CAN bus ⁶ Additional sensors
Driver status ⁷	<i>Driver data:</i> - Driver Card Data - Driving and Rest Times - Driver Activity - Events and Error Messages <i>Driver-related data:</i> - Vehicle Speed - Distance Travelled - Country of operation - Vehicle identification	Tachograph ⁸
Cargo status ⁹	- Towed Vehicle status and data - Temperature - Pressure - Open/Close valves - Open/Close doors - Quantities	Cargo sensors
Vehicle and Cargo documents ¹⁰	- Transport documents - Driving license - Dangerous good transport card	Stored on the On-Board System

⁵ Modern trucks commonly utilize standard fieldbus network technologies, such as the CAN bus, for managing vehicle diagnostic data. The Controller Area Network (CAN) system facilitates communication between various electrical components within the vehicle using a single or dual-wire setup. For further information on the specifics of the available data, please refer to [3].

⁶ Semitrailer/Trailer electronics is evolving to the use of standard fieldbus technologies with the aim of integrating all on board electronic equipment. VISIONS project invested on trailer electronic data management as the semitrailer/trailer is responsible for most of the vehicle weight and is at the origin of most accidents. For further information on the specifics of the available data, please refer to [4].

⁷ By EU regulations it is mandatory to install a tachograph in new vehicles having a mass of more than 3,5 tones when they are intended for the transport of goods... For further information on the specifics of the available data, please refer to [5].

⁸ The tachograph is the device that records driving time, breaks and rest periods as well as periods of other work and availability of drivers engaged in the carriage of goods or passengers by road. The purpose of the tachograph is to enable controls of compliance with the set of EU rules aimed to prevent driver fatigue and to contribute to good working conditions of drivers, road safety and fair competition. For further information on the specifics of the available data, please refer to [5].

⁹ VISIONS project invested specially on dangerous goods data collection, as the monitoring of such goods strongly impacts on safety.

¹⁰ This type of data includes all information typically contained in law-enforced documents generally available in paper form. The electronic management of such documents makes inspection more efficient.

2. RESULTS

The Risk Management System for Routing and Monitoring (RMSRM) main function are:

- Collecting vehicle and driver, in an on-board information hub and infrastructure data in an information hub.
- Make data available to external information systems as interactive services.

Table 2. VEHICLE DATA DELIVERING

Task	Function	Adopted Technologies
Management of wireless communications	- Wireless networking in local area and wide area	WI-FI ¹¹ GPRS ¹²
	- Log on / Log off detection	<i>Logoff Service</i> ¹³
	- Dynamic allocation of IP/ Hostname to hosts	DHCP [6]
	- Names resolution	DNS
Support of a domain-specific open interface between ground applications and on-board applications	- Messaging	XML [7] SOAP [8]
	- Service Interface Definition (SID)	WSDL [9]
	- Security	WSS [10]
	- Map editing	G3 [11] QGIS [12]
Management of temporary available network services	- High dynamics service discovery - Location awareness	UDDI [13] <i>Trigger Engine</i> ¹⁴ <i>Location Registry</i> ¹⁵

¹¹ In the proximity of a local road infrastructure, information passes through a wireless LAN connection. WI-FI network support higher data rates than the GPRS network and for this reason it is used in the proximity of VISIONS enable infrastructures, where a high amount of information must be transferred, for example performing a large amount of cargo data.

¹² When the vehicle needs to transmit or receive data to or from a remote system, the mobile GPRS network is used. The GPRS network is characterized by a lower data rate, but its coverage is potentially unlimited, see [4].

^{13, 14, 15} See chapter 2, 2.1 and 2.2 and 2.3.

For the RMSRM system is selected a Service-Oriented Architecture (SOA) due to its inherent interoperability. This allows us to effectively integrate and work with diverse applications across different organizations, which is particularly beneficial for the complex software systems often found in large enterprises.

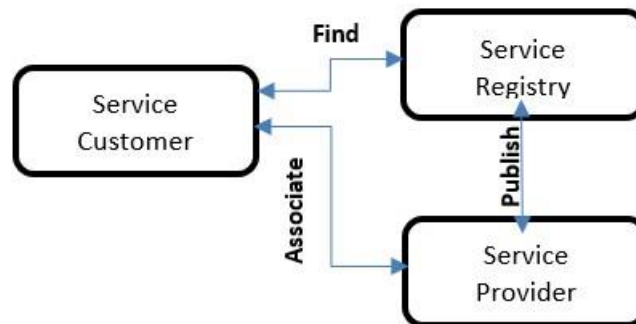


Figure 1. Presents basic interaction of Service Oriented Architecture. SOA defines three main actors: the Service Consumer, the Service Provider and the Service Registry. Providers publish the services they offer to a Service Registry. Consumers interrogate the Registry to discover the services they need and to obtain all the information needed to access such services.

SOA approach will leverage web services that adhere to standard internet protocols. These web services will primarily be implemented using:

- SOAP for messaging.
- WSDL for service interface description.
- UDDI as a service registry.

In this setup, the UDDI will serve as a directory, storing the addresses of service providers for specific services and links to their respective Service Interface Definitions (SID). The Information System architecture is created from the following modules:

2.1. Mobile Services

The Risk Management System for Routing and Monitoring (RMSRM) architecture builds upon the advancements of existing systems like VISIONS. These systems have successfully adapted Web Services technologies for wireless mobile environments, partly using Free and Open-Source Software (FOSS) and available software in the possession of regulatory bodies and countries. This approach facilitates access to crucial information and databases necessary for effective real-time risk management. The following paragraphs describe the architectural components added for this purpose.

2.2. Location Registry Module

Currently, the SOA Service Registry does not include support for location services, which are crucial for tracking the whereabouts of vehicles. To address this, RMSRM Location Registry stores location information as an additional attribute for the services already within the Service Registry. This enhancement allows applications to query the system more effectively by filtering requests based on specific location criteria.

Consequently, the Location Registry enables various users and applications to access different services based on service location and specific conditions. For instance, a consigner's administration or an ADR Competent authority or vehicle inspection body might only need to track trucks approaching or leaving a loading point or an authorized technical inspection station, particularly if the vehicle has a prior modification or remanufacturing or reconditioning record [14] [15] [16]. In contrast, the police might be interested in monitoring all vehicles within a defined geographical area, such as an ADR parking zone.

RMSRM architecture is designed to process four types of location information: geographic coordinates, rules, constraints, and points of interest. A point of interest refers to a specific location within the infrastructure, such as a road, intersection, gate, or parking space. The system can associate both a set of geographic coordinates and a relevant point of interest, along with any applicable rules and restrictions for them.

2.3. Trigger Engine Module

Trigger Engine component provides a valuable signalling mechanism to applications whenever a specific change occurs within the Service Registry or the Location Registry. Trigger Engine functionality allows applications to stay informed about relevant events without the need for constant polling of the registries.

For example, triggers can be activated by events such as:

- A vehicle joining the Service Registry.
- A vehicle leaving the Service Registry.
- A vehicle arriving at a specific point of interest.
- A vehicle departing from a specific point of interest.
- A newly registered vehicle offering a particular service.
- A vehicle entering a designated geographic area.
- A driver joining the Service Registry.
- A driver obtains new attribute (e.g., extension of possessed license, police notice)

Consequently, the Trigger Engine ensures that applications have up-to-date information regarding the available services at any given time. This is particularly beneficial in dynamic environments with frequent changes, such as mobile networks where vehicles routinely connect to and disconnect from the infrastructure, leading to rapid shifts in service availability.

2.4. Logoff Service Module

Functionality of the Logoff Service, which plays a crucial role in managing vehicle service registrations within an infrastructure. When a vehicle connects, it must register its availability at Service Registry. However, disconnections are often abrupt due to the nature of wireless coverage.

The Logoff Service Module addresses this by continuously monitoring the network to detect when a vehicle leaves the infrastructure's coverage area. Upon detection, it automatically removes the vehicle's entry from the Service Registry. This process necessitates interaction between the Logoff Service and the network infrastructure to ensure accurate and timely deregistration.

2.5. Trip Tracking Module

The Trip Tracking Module is designed to comprehensively monitor compliance with legal requirements, established rules, criteria, and performance indicators across all facets of individual driver work tasks. It offers real-time comparison of efficiency, quality, and quantity of individual task performance against existing database information based on predefined rules and objectives. The data is then recorded in the appropriate RMSRM registers.

2.6. Tachograph Module

The Tachograph is an approved, user-friendly measuring device installed in every vehicle for dangerous goods transportation. It is designed for the secure collection, processing, storage, and transmission of accurate and reliable data related to the driver, driver activity, and the vehicle itself. The Tachograph Module acts as middleware, enabling RMSRM to collect several key pieces of data relating to vehicle and driver activity, stored both in the Tachograph's mass memory and on the driver's card, monitor driver behaviour by continuously sending queries and collecting data.

This allows for the identification of drivers and their behaviour during work tasks, particularly along predefined itineraries, and points of interest. It also provides real-time information and time intervals of events, ensuring adherence to prescribed rules and procedures.

2.7. Vehicle Module

The Vehicle Module focuses on collecting relevant and robust data from all available vehicle sources. These sources include the CAN (Figure 2.), tachograph, and other integrated vehicle sensors and devices, such as the onboard vehicle's computer, camera, driver fatigue detection system, and following vehicle distance detection system. This data is crucial for determining the vehicle's status and condition [17].

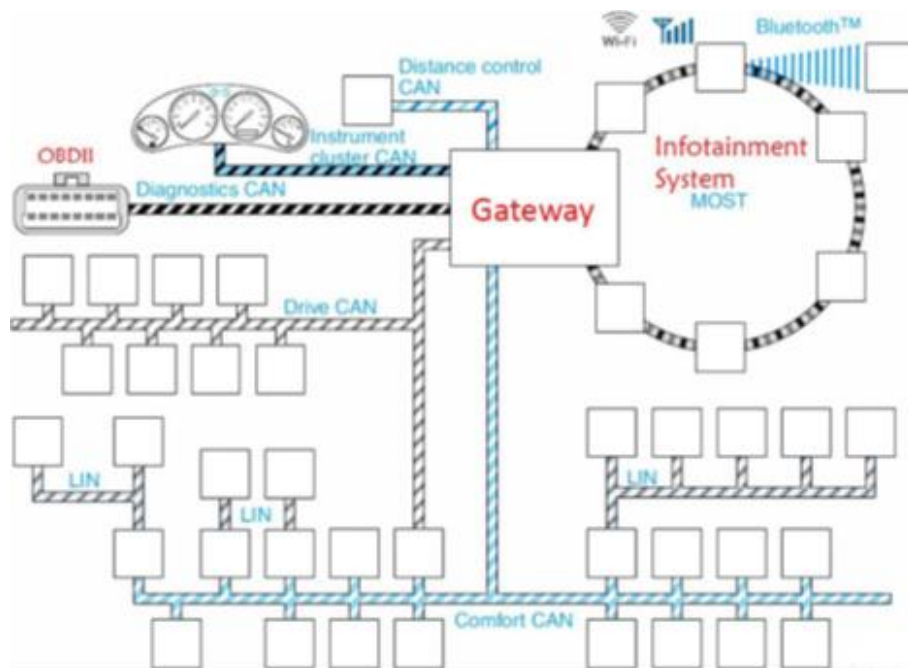


Figure 2. Presents Area Network (CAN). CAN is the most established automotive communication system protocol for the internal vehicle network. It allows safety-critical ECUs that attached to it to sufficiently broadcast information in the form of CAN packets between them and other connected busses (e.g., FlexRay, MOST, LIN) through several gateways [18]

The data collected from the vehicle, along with information from GPS devices and other available devices like upgraded video surveillance systems and alco-testers, are processed, stored, and distributed within the RMSRM database.

2.8. Inspection Authorities Module

The core function of inspection authorities is to act preventatively. This is achieved by monitoring the implementation of legislation and regulations through document control, field inspections, and supervision during incidents, with conclusions drawn from factual findings.

The Inspection Authorities Module aims to significantly enhance these processes and procedures, both quantitatively and qualitatively, by streamlining operations and substantially increasing the sample size of inspections, whether automatic or ad hoc.

The collected data, information, and documents would then be processed by the RMSRM. Based on predefined criteria, rules, and forms, it would synthesize the results of multi-criteria monitoring into comprehensive reports and interactive reviews.

These reports are categorized by monitored entities (such as companies, organizational units, managers, individuals, fleets, and vehicles) and controlled elements (including adherence to prescribed periods and scope of vehicle and driver controls, use of ADR parking lots and ADR transportation predefined routes, and details of transported documents, goods, and transported quantities).

Figure 3 and Figure 4 demonstrates a sample report, and the user interface clearly displays the selected perpetrator's behavior rating, including a list of violations, their locations, and times of occurrence

No	SAP Code	Driver Name	Cost Center	Company	Branch	Total KM	N° of Trips	Start time	End time	Driving duration	Acceleration 6	Deceleration 12	Deceleration 12	Acceleration 12	Acceleration 12	N° of Over speed	Over speed duration [s]	Over speed duration [s]	Speed coef.	Total coef (Acceleration+Speed+Deceleration)	
1	SR8000099					17,6	1	2025-06-04 04:04	2025-06-04 04:04	0:46:58	0	0	0	0	0	0	0:00:00	0	0	0	0
2	SR8000099					2266,32	11	2025-06-03 03:06	2025-06-03 03:26	104:06:07	0	0	0	0	0	6	0:07:51	471	2,078	2,078	
3	UNKNOWN					2442,2	11	2025-06-02 02:07	2025-06-02 02:23	103:11:02	0	2	0	0	2	0:01:12	72	0	0	0	
4	BG Tahograf Kartica servisera					5,32	2	2025-06-09 09:11	2025-06-09 09:17	1:21:29	0	6	112,383	0	0	0	0:00:00	0	0	112,383	
5	Kartica Prevoznika					0	1	2025-06-20 20:06	2025-06-20 20:10	2:00:17	0	0	0	0	0	0	0:00:00	0	0	0	
6						264,77	2	2025-06-02 02:04	2025-06-02 02:09	9:49:23	0	0	0	0	0	0	0:00:00	0	0	0	
7						4701,84	18	2025-06-03 03:05	2025-06-03 03:29	176:43:03	1	0	0	0	6	0:04:14	254	0	0	0	
8						2805,52	14	2025-06-01 01:05	2025-06-01 01:29	117:22:05	0	0	0	0	0	0	0:00:00	0	0	0	

Figure 3. Presents RAG (Red, Amber, Green) Report

SAP Code	Driver Name	Vehicle	Event	Event limit	Details	Event time	Area	Link Map
	BG Tahograf Kartica servisera		Deceleration 12	86 Km/h/s		2025-06-09 11:44:06	Out of Area	
	BG Tahograf Kartica servisera		Deceleration 12	87 Km/h/s		2025-06-09 11:46:05	Out of Area	
	BG Tahograf Kartica servisera		Deceleration 12	35 Km/h/s		2025-06-09 11:48:23	Out of Area	
	BG Tahograf Kartica servisera		Deceleration 12	69 Km/h/s		2025-06-17 13:17:48	Out of Area	
	BG Tahograf Kartica servisera		Deceleration 12	158 Km/h/s		2025-06-17 13:18:39	Out of Area	
	BG Tahograf Kartica servisera		Deceleration 12	24 Km/h/s		2025-06-17 13:19:05	Out of Area	

Figure 4. Presents result of the digging-in detected red fielded entity in RAG (Red, Amber, Green) Report and its content (violated rule/restriction, locations of the violations, violation durations, vehicle's fleet number and driver's ID)

2.9. Inspection Authorities Module

The Supervisory Authority Module is designed to centralize and manage publicly available data from diverse institutions, including the police⁵, courts⁶, and medical facilities over standard application programming interfaces (APIs). This consolidation encompasses critical information such as driving license validity⁵, violation records⁷, driver and vehicle details, fine payments⁶, initiated legal proceedings, judgments, and psychophysical assessments for various license holders. Additionally, the module integrates data from ministries and bodies overseeing transportation, economy, energy, infrastructure⁸, and construction⁹.

Currently, accessing this information is challenging, often involving lengthy bureaucratic requests or fragmented searches across multiple websites. This difficulty in data exchange impedes coordination among relevant parties within economic and state entities. The RMSRM system's architecture addresses this by enabling seamless digital service exchange and direct transmission of crucial data among various bodies, institutions, companies, organizational units, and responsible personnel.

This system significantly enhances the efficiency and reliability of rule implementation, promoting transparency and effectively minimizing the risk of unauthorized or sanctioned entities participating in any process.

3. DISCUSSION

A key aspect of this system is its multi-layered, real-time monitoring capabilities. It delivers timely alerts and reports to all pertinent stakeholders regarding events, regulatory compliance, and the adherence to rules by everyone involved in the complete dangerous goods transportation process. The system facilitates the exchange, requests, collection and processing of data in real time between all parties directly and indirectly involved in the transportation of dangerous goods. This is done efficiently, within established deadlines and according to pre-defined rules, using comprehensive RMSRM databases.

The system's architecture allows for smooth and seamless digital service exchange between vehicles and road infrastructure components, such as roads, key traffic intersections, schools, hospitals, authorities data bases, tunnels, highways, O&G operators depots and its monitoring system (bottlenecking, throughputs, accumulations and expected state at the expected time of arrival) etc [19] [20]. This enables the direct transmission of important data from vehicles (including informations related to driver, engine status, cargo specifics, vehicle cargo space status, and cargo documentation, and all this in relation to the regulations) to the various information systems mentioned above (e.g. information systems of infrastructure, supervisory, emergency, supervisory authorities, etc.).

In the RMSRM is implemented a easy customizable subsystem where events and behaviors categorized as high importance or high risk automatically trigger notifications and alarms on designated equipment. This ensures timely action by the institution and/or end-user. In addition, all data is securely stored in the system databases and is accessible through user-friendly reports.

4. CONCLUSION

The paper provides a detailed description of the system's concept, algorithms, functionalities, features, and architecture. It also covers the system prototype and experimental results, which were prepared for a pilot program targeting larger local communities.

⁵ Driving license status check in Croatia. Link: <https://mup.gov.hr/ostalo-48/kutak-za-vozace/283633>

⁶ Register of unpaid fines and other monetary amounts in Serbia. Link: <https://rnk.sipres.sud.rs/>

⁷ Notifications on traffic violations per driving license number in Croatia. Link: <https://epreksaji.mup.hr>

⁸ Publicly available information of the Ministry of Construction, Transport and Infrastructure (Serbia) about carriers, licenses, vehicles, licenses issued to carriers, violations updated in real time and available via the link:

<https://mgsi.gov.rs/lat/prevoz-putnika-i-tereta-u-drumskom-saobracaju> and

Roads network in Serbia <https://www.putevi-srbije.rs/index.php/en/referentni-sistem-eng> or

<https://cloud.gdi.net/smartPortal/SRBRefSistem>

⁹ Publicly available information of the Ministry of Construction, Transport and Infrastructure (Serbia) <https://ceop.apr.gov.rs/ceopweb/sr-cvrl/home>

Built with a service-oriented architecture, the system incorporates specialized extensions designed to address the unique requirements of the field, such as managing highly dynamic events and adapting to short service lifetimes within the network.

The application of this system is expected to improve traffic safety in urban areas by reducing the risks of potential accident situations.

5. BIBLIOGRAPHY

- [14] Security and resilience of society — Risk assessment SRPS A.L2.003:2017 (sr), August 2017.
- [15] ADR 2025 - Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road, United Nations, 2024.
- [16] Lokman et al. "Intrusion detection system for automotive Controller Area Network (CAN) bus system: a review", EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking, (2019), 2019:184.
- [17] M. Fornasa; N. Zingirian; M. Maresca; P. Baglietto "VISIONS: A Service Oriented Architecture for Remote Vehicle Inspection", Conference Paper IEEE, Toronto, October 2006.
- [18] EU Commission "Official Journal of the European Union - Document 32014R0165", February 2014 <https://eurlex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32014R0165>
- [19] R. Droms, RFC 2131 - Dynamic Host Configuration Protocol, 1997.
- [20] T. Bray et al., Extensible Markup Language (XML) 1.0 (Third Edition), W3C Recommendation, 2004.
- [21] N. Mitra, SOAP Version 1.2, W3C Recommendation, 2003.
- [22] E. Christensen, F. Curbera, G. Meredith, S. Weerawarana,, Web Services Description Language (WSDL) 1.1, W3C Note, 2001.
- [23] Web Services Security: SOAP Message Security 1.1 (WS-Security 2004), OASIS Standard Specification, 2006.
- [24] P. Gladovic, V. Popovic: "Savremene informacione tehnologije u drumskom transportu", izdavac Fakultet tehnickih nauka u Novom Sadu, 2010. (pomoćni udzbenik),UDK: 656.1.025.4:004(075.8), ISBN: 078-86-7892-301-2, strane:276
- [25] Passy, P.; Théry, S. The use of SAGA GIS modules in QGIS. QGIS Gen. Tools 2018, 1.
- [26] Universal Description, Discovery and Integration (UDDI) version 3.0.2, OASIS Standard Specification, 2005.
- [27] ADR 2025 – Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road, Chapter 1.2.1, United Nations, 2024.
- [28] <https://webgate.ec.europa.eu/single-market-compliance-space/home>
- [29] ADR 2025 – Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road Chapters 9.1.2.3, 6.11.5.3.2, 4.1.1.12, United Nations, 2024.
- [30] Lokman et al. "Intrusion detection system for automotive Controller Area Network (CAN) bus system: a review", EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking, 2019, 2019:184.
- [31] T. Nohet, H. Hanssont, L.L. Bello, in IEEE Symposium on Emerging Technologies and Factory Automation. Automotive Communications-past, Current and Future, Catania, 2005.
- [32] M. Stefanovic et al. "SIMULATION ANALYSIS OF LOADING AND UNLOADING OPERATIONS IN TRANSPORT OF DANGEROUS GOODS IN THE PEAK MONTHS", SYM-OP-IS 2018, Zlatibor, September 2018.
- [33] M. Pejica et al. "SIMULATION ANALYSIS OF LOADING OPERATIONS IN TRANSPORT OF DANGEROUS GOODS ON VARIOUS LOADING BASE", SYM-OP-IS 2019, Kladovo, September 2019.

BEZBJEDNOST BATERIJA ELEKTRIČNIH VOZILA

ELECTRIC VEHICLE BATTERY SAFETY

Snežana Petković¹, Jelena Adžić², Marko Dujaković³

Rezime: Jedan od glavnih zagađivača vazduha je drumski saobraćaj, prvenstveno zbog emisije štetnih gasova i čestica nastalih sagorijevanjem fosilnih goriva. Kao odgovor struke na ovaj problem, sve više se razvijaju i primjenjuju električna vozila koja se smatraju ekološki prihvatljivom alternativom. Ipak, pored njihove sve masovnije primjene u saobraćaju, određeni aspekti u pogledu bezbjednosti električnih vozila i dalje nisu u potpunosti ispitani. Glavni izazov sa kojim se susrećemo kod ovih vozila je baterija, odnosno litijum-jonske baterije koje se najčešće primjenjuju u vozilima. Pored njihove težine i ograničenog kapaciteta, posebno zabrinjava rizik od požara i pojave fenomena termalnog bijega unutar ćelije same baterije, gdje dolazi do procesa nekontrolisanog zagrijavanja baterije. Gašenje takvih požara je izuzetno teško jer se baterija može ponovo zapaliti čak i nakon što je plamen ugašen. U radu je data analiza uzroka koji dovode do pojave požara unutar baterija električnih vozila. Koristeći dosadašnja literaturna istraživanja objašnjen je mehanizam procesa nastanka požara: od početnog oštećenja ćelije baterije, fenomena termalnog bijega, pojave dima, pa sve do eksplozije. Date su različite strategije za poboljšanje bezbjednosti električnih vozila, sa posebnim osvrtom na mogućnosti eliminisanja ili smanjenje uticaja ljudske greške, kako bi se spriječile najteže posljedice, uključujući eksploziju baterije. Kako bi se osiguralo da litijum-jonske baterije i njihove komponente ispunjavaju određene sigurnosne kriterije, razvijeni su mnogi sigurnosni standardi i metode ispitivanja koji su ukratko navedeni u radu.

Glavne riječi: Električna vozila, baterije, termalni bijeg, požar, eksplozija

Abstract: One of the main contributors to air pollution is road traffic, primarily due to the emission of harmful gases and particles generated by the combustion of fossil fuels. As a professional response to this issue, the development and implementation of electric vehicles, considered an environmentally friendly alternative, is increasingly being promoted. However, despite their growing presence in traffic, certain safety aspects of electric vehicles still remain insufficiently explored. The main challenge associated with these vehicles is the battery, specifically lithium-ion batteries, which are most commonly used in electric vehicles. In addition to their weight and limited capacity, a particularly concerning issue is the risk of fire and the occurrence of thermal runaway within the battery cells, where an uncontrolled heating process takes place. Extinguishing such fires is extremely difficult, as the battery can reignite even after the flames have been suppressed. This paper provides an analysis of the causes leading to fires within electric vehicle batteries. Using previous research studies, the mechanism of fire development is explained — from the initial battery cell damage, the phenomenon of thermal runaway, smoke occurrence, all the way to explosion. The paper also presents both internal and external strategies for improving the safety of electric vehicles, with special emphasis on minimizing human error in order to prevent severe consequences, including battery explosion. To ensure that lithium-ion batteries and their components meet specific safety requirements, numerous safety standards and testing methods have been developed, which are briefly outlined in the paper.

Keywords: Electric vehicles, batteries, thermal runaway, fire, explosion

¹ Prof. dr Petković Snežana, dipl. inž. mašinstva, Mašinski fakultet, Bulevar vojvode Stepe Stepanovića 71, Banja Luka, Republika Srpska (BiH), snezana.petkovic@mf.unibl.org

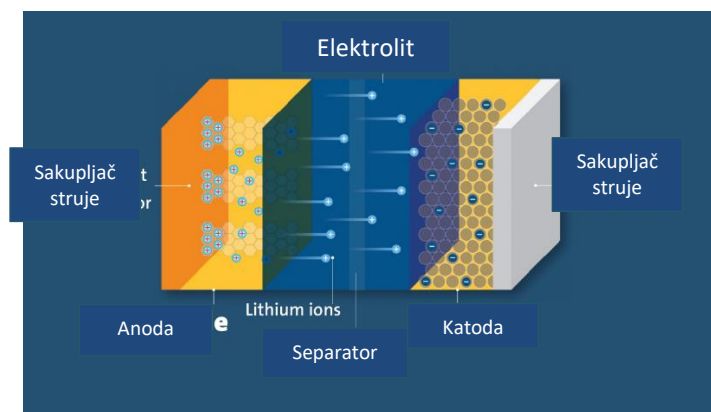
² Asistent Adžić Jelena, dipl. inž. mašinstva, Mašinski fakultet, Bulevar vojvode Stepe Stepanovića 71, Banja Luka, Republika Srpska (BiH), jelena.adzic@mf.unibl.org

³ Dujaković Marko, dipl. inž. mašinstva, Mašinski fakultet, Bulevar vojvode Stepe Stepanovića 71, Banja Luka, Republika Srpska (BiH), marko.dujakovic@student.mf.unibl.org

1. UVOD

Litijum-jonske baterije, kao sistemi za punjivo skladištenje energije, predstavljaju dominantnu tehnologiju u električnim i hibridnim vozilima, s procijenjenim tržišnim učešćem od približno 60% do 66 % u ukupno ugrađenim baterijskim sistemima na globalnom nivou, (https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2023/trends-in-batteries?utm_source, 10.06.2025). Sve podvarijante litijum-jonskih baterija imaju istu osnovnu strukturu, koja se sastoji od velikog broja galvanskih ćelija, koje se pojedinačno sastoje od katode, anode, elektrolita i separatora, Slika 1. Pomenute podvarijante se primarno razlikuju u hemijskoj strukturi aktivnog materijala katodne obloge i najviše su u primjeni tri varijante : litijum-gvožđe-fosfat (LFP), litijum-nikl-mangan-kobalt oksid (NMC) i litijum-nikl-kobalt-aluminijum oksid (NCA). Ove podvarijante imaju različite osobine zbog čega se koriste kod različitih tipova vozila.

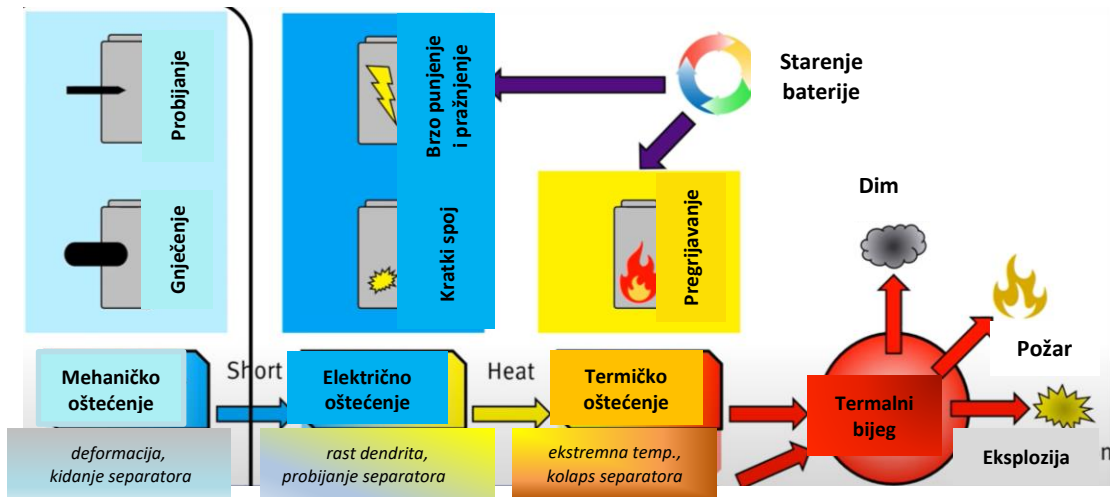
Princip rada svih varijanti litijum-jonskih baterija je isti. Tokom punjenja spoljašnji izvor energije aktivira jone litijuma (Li+) da se deinterkaliraju sa katode, difunduju kroz elektrolit, prolaze kroz nano-pore separatora i interkaliraju (ugrađuju) se u grafitni materijal na anodi. Kako bi se održala električna raznотеža, istovremeno se u suprotnom smjeru elektroni prenose spoljašnjim strujnim krugom od anode do katode. Tokom pražnjenja, Li+ joni se samostalno prenose od anode na stranu katode pri čemu se potrošaču odaje električna energija. Transport jona tokom ciklusa punjenja i pražnjenja odaje značajnu količinu toplote kao rezultat Džulove toplote i hemijske energije ciklusa. Proizvodnja toplote koja nastaje usled elektrohemijjskih reakcija, je normalna pojava u nominalnom radnom režimu baterije i ne predstavlja opasnost ukoliko je odavanje nastale toplote ravnomjerna i efikasna. Međutim, tokom rada baterije moguće je da usljed vanjskih uticaja, grešaka pri proizvodnji ili nepoželjnih pojava pri punjenju i pražnjenju dođe do toga da se velika količina nastale toplote ne može pravovremeno odvesti od baterije, što dovodi do bezbjednosnih rizika. Različiti tipovi ćelija (cilindrična, prizmatična, vrećaste itd) imaju različite bezbjednosne rizike, a cilindrične ćelije su najsigurnije.



Slika 1. Osnovni element litijum-jonske baterije,
(<https://ul.org/research-updates/what-are-lithium-ion-batteries, 10.06.2025>)

2. PROBLEM BEZBJEDNOSTI ELEKTRIČNIH VOZILA

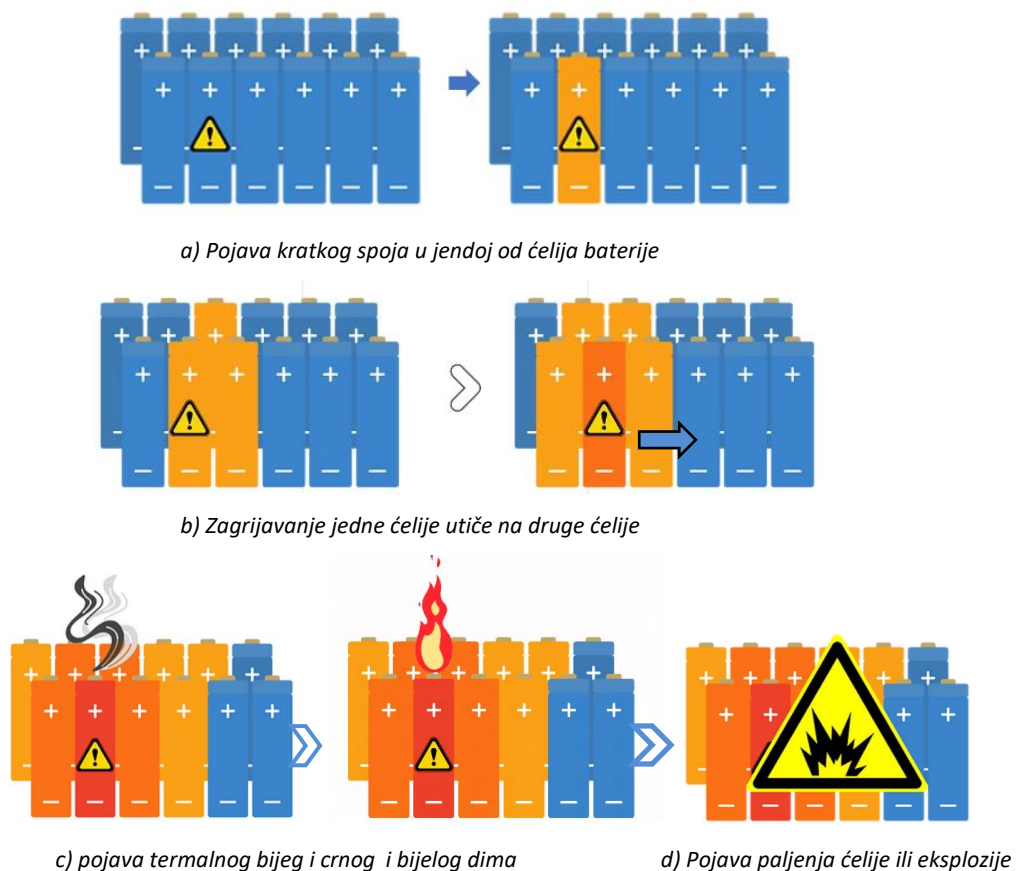
Čak i pod normalnim uslovima rada, toplota generisana u bateriji ne može se u potpunosti ukloniti, posebno kod velikih baterija i pri radu u ambijentalnim visokim temperaturama (K. Amine et al, 2010). Rastuća temperatura baterije dovodi do drugih neželjenih, parazitskih, hemijskih reakcija, uzrokujući termalni bijeg, gdje se proizvodnja toplote baterije ne može kontrolisati (Wang et al, 2012). Uzrok pojave termalnog bijega su različita oštećenja baterija, koja se mogu naročito javiti tokom saobraćajnih nezgoda. Oštećenja koja se javljaju na baterijama možemo razvrstati na: mehanička oštećenja baterije (oštećenja kućišta, kompresije, probijanja, i uvijanja ćelija), električna oštećenja (prepunjavanje/pražnjenje i kratak spoj) i termička oštećenja (termički šok i lokalno grejanje), Slika 2, (<https://www.batterydesign.net/battery-fires/, 10.06.2025>). Poznavanje performansi baterija pri rizičnim uslovima rada je od ključnog je značaja, za unapređenje sigurnosti baterija u toku procesa njihovog razvoja i proizvodnje.



Slika 2. Uzroci termalnog bijega baterije, (<https://www.batterydesign.net/battery-fires/>, 10.06.2025).

2.1. Termalni bijeg

Termalni bijeg ili proboj (eng. *Thermal runaway*), je pojava koja predstavlja najveći rizik po termičku sabilnost litijum-jonskih baterija (Feng et al, 2017). Na slici 3. su prikazane faze nastanka termalnog bijega. Ukoliko unutar ćelije baterije dođe do nekog vida oštećenja normalne elektrohemijske reakcije bivaju zamijenjene nepoželjnim hemijskim procesima. Toplota u ovim uslovima ubrzava egzotermne reakcije, što uzrokuje generisanje još veće količine toplote i nastanak gasova. Usljed nemogućnosti odvođenja abnormalne količine toplote koja ubrzano niče unutar baterije materijali od kojih je građena baterija postaju hemijski nestabilni i počnu da hemijski reaguju egzotermno.



Slika 3. Faze nastanka termalnog bijega

Ove nekontrolisane i nestabilne hemijske reakcije koju je izuzetno teško staviti pod kontrolu u određenom trenutku dovode do urušavanja strukture separatora, omogućavajući direktan kontakt između elektroda, što prouzrokuje unutrašnji kratak spoj i nagli porast temperature što je poznato kao termalni bijeg.

U početnoj fazi, mogu se pojaviti čestice prašine teških metala sa katode u obliku tamnog dima, nakon čega slijedi bijeli oblak dima. Bijeli oblak dima nam govori da gasovi sa sobom nose fine kapljice rastvarača. Kako se kiseonik iz okoline miješa sa ovim bijelim dimom i kako se akumulacija toplote nastavlja, može doći do paljenja ćelije baterije, izazivajući širenje požara na susjedne ćelije. Paljenje se obično dešava u roku od nekoliko sekundi do nekoliko minuta od pojave bijelog oblaka dima. U određenim okolnostima, bijeli oblak dima koji sadrži toksične i zapaljive gasove može neočekivano eksplodirati, što predstavlja izuzetno visoku opasnost za okolinu.

2.2. Problemi uzrokovani mehaničkim oštećenjem

Kako broj električnih vozila na putevima neprestano raste, povećana je i vjerovatnoća broja saobraćajnih nezgoda u kojima učestvuju električna vozila, a time je povećana i mogućnost mehaničkih oštećenja baterija. U automobilu u pokretu baterija je izložena značajnim silama, koje u ekstremnim slučajevima, kao što je sudar vozila, mogu prouzrokovati ozbiljna oštećenja. Nakon što dođe do oštećenja kućišta, vazduh direktno ulazi u sistem baterije, što dovodi do neželjenih reakcija sa aktivnim komponentama i elektrolitima. Zbog visoke energetske gustine litijum-jonskih baterija, ova oštećenja, mogu osloboditi značajnu količinu toplote, što uzrokuje pojavu termalnog bijega. Čak i kada je kućište samo deformisano, unutrašnje komponente baterije mogu biti ozbiljno oštećene: lom metalnih konektora struje i separatora sa nedovoljnom fleksibilnošću, što dovodi do direktnog kontakta između elektroda (kratki spoj). Ako je toplota generisana ovim kratkim spojem u bateriji visoka, gustina energije je dovoljna da pokrene druge unutrašnje kratke spojeve u tom području što će neizbježno dovesti do pojave termalnog bijega u cijeloj bateriji.

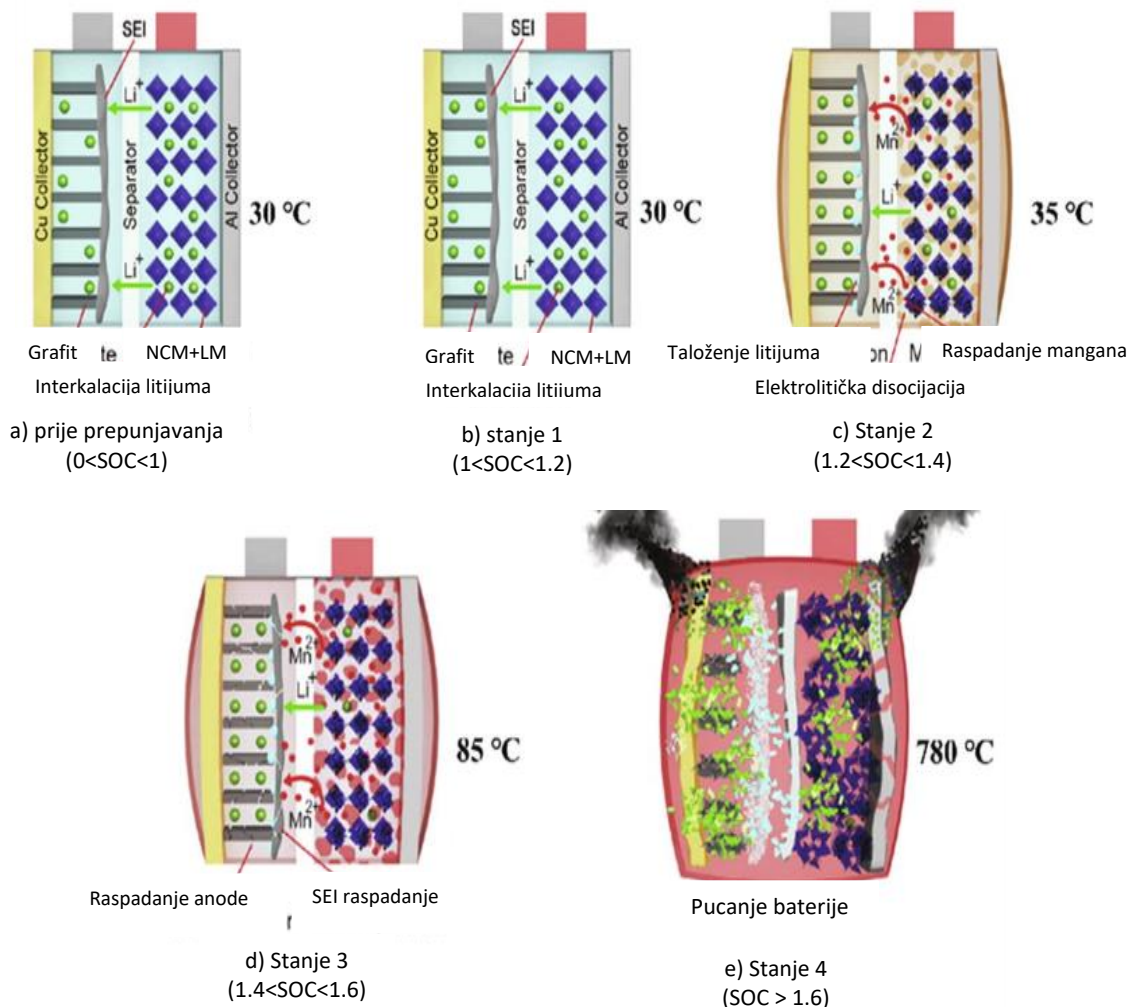
Kućište baterije predstavlja prvi nivo zaštite i ključno je da bude dovoljno čvrsto da izdrži mehaničke sile bez loma. Njegova primarna uloga je osigurati da unutrašnja struktura baterije ostane neoštećena pod određenim uslovima defomacije. Mehaničko ponašanje kućišta je najranjivija tačka tokom bezbjednosnih incidenata, pa je iz tih razloga neophodno da se izvrše detaljne analize tokom procesa projektovanja i izbora materijala kućišta litijum-jonskih baterija.

2.3. Problemi uzrokovani električnim oštećenjem

Kada je baterija u stanju prekomjernog punjenja, prekomjernog pražnjenja ili spoljašnjeg kratkog spoja, ona doživljava električno opterećenje što izaziva niz neželjenih elektrohemijskih reakcija unutar nje. Princip prekomjernog pražnjenja i prekomjernog punjenja su slični, dok spoljašnji kratki spoj nastaje kada su katoda i anoda iste ćelije u direktnom kontaktu preko provodnika. Prekomjerno punjenje baterije predstavlja najopasniji tip električnog oštećenja. Ako sistem upravljanja ne može efikasno da prati napon svake pojedinačne ćelije baterije, postoji značajan rizik od njenog prekomjernog punjenja. Budući da se sav višak energije skladišti u bateriji, prekomjerno punjenje je izuzetno opasno jer dovodi do značajnog povećanja unutrašnje temperature same baterije. Iako se baterije obično pune do određenog nivoa napunjenosti (SOC – *State of Charge*), neke baterije na početku procesa punjenja mogu imati viši nivo SOC-a, što ih čini podložnijim prekomjernom punjenju. Faze prekomjernog punjenja baterije mogu se opisati na sljedeći način, Slika 4:

- **Faza I:** Napon baterije se konstantno povećava i prelazi nominalni napon prekida, što označava početak procesa prekomjernog punjenja, Slika 4, a).
- **Faza II:** Kada je baterija prekomjerno napunjena za 1,2 V iznad pune napunjenosti, unutar nje počinju da se javljaju sporedne reakcije, Slika 4, b).
- **Faza III:** Temperatura baterije nastavlja da raste još brže, a baterija počinje da "bubri" usljed stvaranja gasova, Slika 4, c).
- **Faza IV:** Kućište baterije puca, što uzrokuje oštećenje separatora i inicira pojavu termalnog bijega litijum-jonske baterije, Slika 4, d).

Brzina punjenja je često najznačajniji faktor koji utiče na rizik od prekomjernog punjenja. Gustina struje prekomjernog punjenja direktno određuje brzinu nastajanja toplote usljed hemijskih reakcija u bateriji: što je veća struja, više toplote se generiše po jedinici vremena, čime se povećava rizik od nekontrolisanog ponašanja baterije.



Slika 4. Faze prekomjernog punjenja litijum-jonske baterije (Chen et al, 2021).

2.4. Problemi uzrokovani termičkim oštećenjem baterija

Termička oštećenja baterije se dešava kada baterije dostigne visoke temperature ili toplotni šok, što potencijalno dovodi do požara (Wang et al, 2019). Požari baterije mogu nastati tokom punjenja električnih vozila, kako je navedeno u prethodnom poglavlju ili usljed izloženosti plamenu, npr. ako su obližnja vozila u plamenu ili ako se u vazduhu nalaze zapaljive materije, kao što su veoma zapaljive čestice polena ili sjeme, cvijeće ili lišće, koje u blizini neispravne baterije mogu da se zapale, ako su veoma blizu ili u kontaktu, sa toplom baterijom.

U teoriji, ciklusi u bateriji ne mogu izazvati bezbjednosne nesreće, jer toplota generisana tokom normalnih anodnih i katodnih reakcija nije dovoljna da izazove nagli porast temperature u bateriji. Međutim, u stvarnosti, stopa oslobađanja toplote elektroda je često veća od brzine odvođenja toplote (hlađenja). Loša konstrukcija baterije može dovesti do neravnomjernog prenošenja toplote, i ne-uniformne raspodjele temperature što povećava rizik od toplotnog šoka. Lokalizovane visoke temperature mogu izazvati egzotermne reakcije, što dovodi do eksplozija baterija. Prenos toplote u bateriji najviše zavisi od spoljašnje površine i geometrije baterije.

2.5. Požar električnih vozila

Uzroci požara u električnim automobilima su raznovrsni i kompleksni. Statistka pokazuje (Australija) da se približno 15 % svih požara baterije električnih vozila događa dok su vozila povezana na punjač ili u roku od sat vremena nakon isključivanja sa punjenja. Važno je naglasiti da se punjenje baterija ne može smatrati primarnim uzrokom požara, iako ova vozila značajan dio svog životnog vijeka provode priključena na punjač. Istraživanja su pokazala da većina požara ovog tipa nastaje usljed prethodnog oštećenja baterije, a ne nužno zbog kvara samog

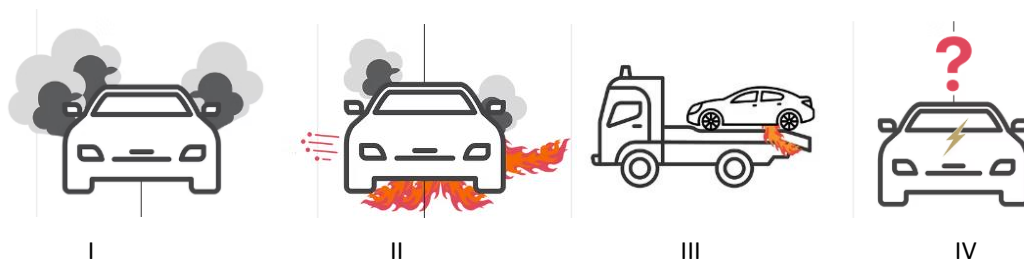
punjača ili prekomjernog punjenja. Glavni faktori koji dovode do oštećenja baterije, a samim tim i do potencijalnog požara, su sljedeći:

- Sudar – saobraćajne nesreće mogu prouzrokovati znatna oštećenja baterije, ali takođe i prelazak vozila preko oštih predmeta na putu mogu prouzrokovati fizičko oštećenje baterije.
- Potapanje u vodu – dugotrajno izlaganje vozila vodi, posebno slanoj ili poplavnoj vodi, dovodi do pojave korozije i kratkih spojeva unutar baterijskog sistema; morska voda je posebno opasna zbog svoje provodljivosti, što može prouzrokovati hemijske reakcije i dovesti do pojave termalnog bijega.
- Fabričke greške – ukoliko proizvođači naknadno utvrde neke probleme na bateriji koji mogu izazvati pojavu termalnog bijega, obavezni su povući takve proizvode sa tržišta, jer je opasnost od pojave požara kod tih vozila veoma velika.
- Spoljašnji požar – ako je električno vozilo izloženo okolnom požaru, plamen se može proširiti na vozilo i zahvatiti bateriju.

Rjeđe se pojavljuju i drugi uzroci požara kao što su: najspravniji kablovi, neispravni kablovi za punjenje ili kvarovi na električnim instalacijama.

Iako postoji niz sličnosti sa požarima u vozilima sa motorima sa unutrašnjim sagorijevanjem, požari litijum-jonskih baterija u električnim vozilima karakteriše niz dodatnih problema kao što je, Slika 5:

- toksični oblak zapaljivih gasova koji predstavlja respiratorni i eksplozivni rizik,
- pojava termalnog bijega otežava gašenje požara u bateriji,
- kada se požar ugasi, postoji rizik od ponovnog paljenja i
- požari u baterijama električnih vozila nisu još uvijek dovoljno shvaćena pojava, stoga službe hitne intervencije moraju prethodno biti obučene za gašenje požara na električnim vozilima.



Slika 5. Izazovi službe za hitne intervencije

Kod pojave termalni bijeg u baterijama električnih vozila priustne su tri glavne opasnosti:

- ispuštanje gasova - brzo zagrijavanje litijum-jonskih ćelija uzrokuje isparavanje elektrolita, što rezultuje ispuštanjem toksičnog i zapaljivog oblaka gasova,
- paljenje – nakon ispuštanja, zapaljivi gasovi se mogu zapaliti, pritisak pare koji izlazi iz baterije često formira usmjereni plamen u obliku mlaza, što otežava gašenje i požar se brzo može proširiti,
- eksplozija – kada gasovi ne mogu da izađu iz baterijskog paketa (npr. zbog zatvorenog kućišta ili blokade), mogu se akumulirati pod visokim pritiskom i tada se stvara rizik od eksplozije cijelog oblaka gasa, što može imati katastrofalne posljedice kako za vozilo tako i za okolinu

Kod rukovanja, transporta ili popravki baterija električnih vozila treba uzeti u obzir slijedeće činjenice:

- Kod nižeg stepena napunjenosti baterija, manja je vjerovatnoća nastanka požara. Baterija sa nivoom napunjenosti ispod 50 % (SOC) ima manje mogućnosti da dodje u stanje termalnog bijega, ali ako se to i desi može doći do ispuštanja gasova bez paljenja. Zbog toga se kod transporta električna vozila preporučuje da napunjenost baterije bude 30 % (SOC) ili manje.

- Ne postoji “vatrootporna” litijum-jonska baterija. Sve baterije koje se koriste u električnim vozilima mogu da dožive termalni bijeg, bez obzira na hemijski sastav ili oblik. Dizajn i hemija mogu uticati na vjerovatnoću ili brzinu širenja termalnog bijega, ali ga ne mogu u potpunosti spriječiti,
- Ponašanje baterije kod požara može se razlikovati u zavisnosti od hemijskog sastava i oblika baterije i može doći do većeg ili manjeg obima dima, intenziteta plamena ili mogućnosti pojave eksplozije.
- Kod požara električnih vozila postoji velika opasnost za ekipe hitne službe, stoga je veoma bitno po dolasku na mjesto nezgode da radnici na hitnim intervencijama prepoznaju da se radi o električnom vozilu.

3. STRATEGIJE ZA POBOLJŠANJE BEZBJEDNOSTI BATERIJA ELEKTRIČNIH VOZILA

Bezbednost litijum-jonskih baterija, je jedan od odlučujućih faktora koji određuju buduću veću upotrebe električnih vozila. Poboljšanje bezbednosti litijum-jonskih baterija uključuje:

- Interne strategije koje se fokusiraju na materijale i dizajn baterije, kako bi se spriječilo prekomjerno stvaranje toplote.
- Eksterne strategije koje se odnose na efikasnost hlađenja i balansiranja ćelija, koje su od suštinskog značaja za poboljšanje sigurnosti i dugovječnosti baterija.
- Sisteme za testiranje i praćenje rada baterije, koji su značajne za obezbjeđivanje bezbjednog rada pod različitim eksploatacionim uslovima.

3.1. Interne strategije

Poboljšanje aktivnih materijala, separatora i elektrolita može poboljšati performanse bezbednosti. To je definisano nizom faktora, uključujući hemijski sastav aktivnog materijala, vrstu elektrolita, efikasnost stvaranja i odavanja toplote kao i toleranciju na spoljašnje sile. Najlakše kontrolisani faktori unutar same baterije obuhvataju procenat aktivnih materijala elektroda, sastav elektrolita i karakteristike separatora. Katodni materijali u litijum-jonskim baterijama moraju pokazati hemijsku i strukturnu stabilnost kako bi se osigurao siguran rad tokom ciklusa punjenja i pražnjenja. Separatori su ključni za sprečavanje kratkog spoja u baterijama, kod kojih postoje problemi vezani za termičku stabilnost i mehanički integritet. U anodama oplata od litijuma predstavlja značajne bezbjednosne rizike, prije svega kod mogućih termičkih i električnih oštećenja. Zapaljivost elektrolita i stabilnost je takođe veoma značajan faktor. Tečni elektroliti na bazi organskog karbonata su veoma zapaljivi i mogu dovesti do sagorevanja ili eksplozija pod nepovoljnim uslovima. Poboljšanje tačke zapaljivosti ili temperature raspadanja elektrolita može značajno poboljšati bezbjednost. Elektroliti u čvrstom stanju se razvijaju kako bi se eliminisali mnogi neželjeni efekti povezani sa tečnim elektrolitima.

3.2. Eksterne strategije

Efikasne strategije hlađenja i balansiranja napona ćelija su od suštinskog značaja za poboljšanje sigurnosti i dugovječnosti baterija.

Balansiranje naponu između ćelija je od ključnog značaja za smanjenje razlika unutar ćelija. Pasivne i aktivne metode izjednačavanja koriste se za održavanje ravnoteže ćelija. Pasivno izjednačavanje može osloboditi električnu energiju preopterećenih ćelija velikog kapaciteta u bateriji, ali ne može dopuniti energiju za ćelije niskog kapaciteta. Struktura kola koja se koristi u sistemima pasivnog izjednačavanja je relativno jednostavna i komponente koje troše energiju mogu se kontinuirano prazniti. Aktivno izjednačavanje podrazumeva upotrebu različitih vrsta topologija kola i strategija kontrole koje nedisipativno prenose energiju između različitih baterija i modula, čime se izjednačava sistem (skladištiti energiju iz visokih SOC ćelija i pune niske SOC ćelije). Aktivne metode pokazuju veću efikasnost.

Rad na visokim temperaturama značajno ubrzava starenje baterije, što direktno vodi ka bezbjednosnim problemima kao što je termalni bijeg. Zbog toga, dobro projektovan i integrisan sistem hlađenja predstavlja važan faktor bezbjednosti ovih baterija, te omogućava preciznu kontrolu temperature. Optimalni radni opseg litijum - jonskih baterija je između 15 °C i 35 °C (Chen et al, 2021). Efikasan sistem kontrole hlađenja mora biti

sposoban da održava ovaj opseg temperature, čime se produžava radni vijek baterije i smanjuju troškovi njenog održavanja. Neki od sistema za hlađenje baterije su:

- **sistem hlađenja vazduhom** – najjednostavniji i najjeftiniji, manje efikasan i pogodan je za manje baterijske pakete,
- **sistem hlađenja tečnošću (voda, glikol)** – najrasprostranjeniji metod u električnim vozilima zbog svoje visoke efikasnosti i preciznosti,
- **sistem hlađenja na bazi materijala sa promjenom faze (PCM)** – ovi materijali apsorbuju toplotu mijenjajući agregatno stanje, pružajući pasivno hlađenje i još uvijek su u fazi ispitivanja za masovnu primjenu,
- **sistem upravljanja temperaturom na bazi toplotnih cijevi** – cijevi koriste fazne prelaze radnog fluida za izuzetno efikasan prenos toplote i takođe su u fazi ispitivanja za buduću primjenu.

Od svih navedenih sistema hlađenja, sistem hlađenja tečnošću je najviše koristi u električnim vozilima zbog značajnih prednosti:

- **velika specifična toplota** – apsorbuju znatno veću količinu toplote po jedinici mase, čineći sistem mnogo efikasnijim,
- **bolja toplotna provodljivost** – bolje prenose toplotu u poređenju sa vazduha,
- **dobra kontola temperature** – dobro održavaju temperaturu baterije u optimalnom opsegu, što direktno produžava životni vijek baterije, poboljšavaju performanse vozila, te osiguravaju ono najbitnije, a to je bezbjednost,
- **dobra distribucija temperature** – tačnosti obezbjeđuju ravnomjernije hlađenje svih ćelija unutar baterijskog paketa,
- **pogodnost konstrukcije** – iako zahtijeva više komponenata od drugih navedenih sistema može se izvesti kao sistem koji se efikasno integriše u dizajn vozila.

3.3. Sistemi za testiranje i praćenje rada baterije

Prije nego što se ugradi u vozilo, svaka litijum-jonska baterija mora proći rigorozan niz testiranja kako bi se utvrdila njihova bezbjednost. Bezbjednosni standardi i testovi osiguravaju da baterija i njene komponente ispunjavaju propisane kriterijume, posebno za komercijalnu proizvodnju. Baterije za električnih vozila, prije masovne proizvodnje i prodaje, moraju biti sertifikovana u skladu sa relevantnim bezbjednosnim standardima. Ispitivanja sertifikovanih i standardizovanih baterija pruža kupcu uvjerenje da je rizik od pojave termalnog bijega u određenim situacijama sveden na minimum.

Veliki broj zemalja i međunarodnih organizacija su razvili bezbednosno orijentisane standarde za baterije električnih vozila: kineski standard GB / T 31,485, Društvo automobilskih inženjera (SAE) standard 2464, Standard Međunarodne elektrotehničke komisije (IEC) IEC62133 Izdanje 2.0, Standard Ujedinjenih nacija (UN) UN38.3, Japanski industrijski standard (JIS) C8714, Undervriters Laboratories (UL) standard UL2580 izdanje 2.0, Međunarodna organizacija za standardizaciju (ISO) standard ISO 16750–2. Svaki standard osim standardnih ispitivanja posjeduje i specifične metodologije testiranja (Chen et al, 2021).

Glavni testovi koja svaka litijum-jonska baterija mora proći obuhvataju:

- Test 1 (elektrohemijske performanse): prekomjerno punjenje, prekomjerno pražnjenje na visokoj i niskoj temperaturi, spoljašnji kratki spoj i prisilno pražnjenje,
- Test 2 (mehanička svojstva): pad, jak udar, prodiranje eksera,
- Test 3 (termičke performanse): zagrijavanje, termički šok i varnice,
- Test 4 (svojstva okoline): nizak pritisak, velika nadmorska visina i potopljenost vozila.

Uslovi testiranja u laboratorijama su generalno složeniji od realnih uslova na putu kako bi se obezbjedila maksimalna bezbjednost tokom eksploatacije vozila. Iako su testovi izuzetno rigorozni i baterije prolaze složene procedure tokom sertifikacije, ipak požari baterija idalje predstavljaju izazov za električna vozila. Zbog toga je

neophodna kontinuirana opzimizacija i unapređivanje testova koje baterije prolaze prije nego što budu ugrađene u vozila.

4. ZAKLJUČAK

Posljednjih godina, energetska i ekološka problema postaju sve istaknutiji, a električna vozila napajana litijum-jonskim baterijama pokazala su veliki potencijal i prednosti za ublažavanje ovih problema. U poređenju s drugim baterijama, litijum-jonske baterije imaju prednosti: visoka specifična energija, visoka gustina energije, dobra izdržljivost, nisko samopražnjenje i dug vijeka trajanja. Međutim, upravljanje temperaturom baterije postao je jedan od značajnih problema i izazova za proizvođače. U uslovima visoke temperature, litijum-jonske baterije mogu proizvesti termalni bijeg, što rezultira kratkim spojem, sagorijevanjem, eksplozijom i drugim sigurnosnim problemima. Na niskim temperaturama mogu se pojaviti litijum dendriti koji uzrokuju kratki spoj, nemogućnost pokretanja i druge operativne kvarove. Rješenje problema leži u pažljivom dizajnu, efikasnom upravljanju temperaturom i strogim testiranjima baterija. Baterije moraju biti projektovane tako da se ne naruše njihove performanse pri radu u različitim radnim uslovima koji mogu da se pojave u toku eksploatacionog perioda i životnog vijeka. Konstantno unapređenje sistema za hlađenja, i neprekidna optimizacija bezbjednosnih standarda i testova, predstavljaju imperativ za njihovo unapređenje.

5. LITERATURA

- Amine, K., Belharouak, I., Chen, Z., Tran, T., Yumoto, H., Ota, N., Myung, S.T., Sun, Y.K. (2010). Nanostructured anode material for high-power battery system in electric vehicles, *Adv. Mater.* 22 (2010) 3052–3057.
- Chen, Y., Kang, Y., Zhao, Y., Wang, L., Liu, J., Li, Y., Liang, Z., He, X., Li, X., Tavajohi, N., Li, B. (2021). A review of lithium-ion battery safety concerns: The issues, strategies, and testing standards. *Journal of Energy Chemistry* 59 (2021) 83–99.
- EV FireSafe. Preuzeto 10. jun 2025. Dostupno na: <https://www.evfiresafe.com/>
- Feng, X., Ouyang, M., Liu, X., Lu, L., Xia, Y., Xiangming, He. (2017). Thermal runaway mechanism of lithium ion battery for electric vehicles: A review. *Energy Storage Materials* 10(3) <https://ul.org/research-updates/what-are-lithium-ion-batteries/>, Preuzeto 10. jun 2025.
- <https://www.batterydesign.net/battery-fires/>, Preuzeto 10. jun 2025.
- IEA (Međunarodna agencija za energiju). (2023). *Global EV Outlook 2023: Trends in Batteries*. Preuzeto jun 2025. Dostupno na: https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2023/trends-in-batteries?utm_source
- Jiang, J., Zhang, C. (2015). *Fundamentals and Applications of Lithium – ion Batteries in Electric Drive Vehicles*. John Wiley & Sons Singapore Pte Ltd.
- Wang, Q., Ping, P., Zhao, X., Chu, G., Sun, J., Chen, C. (2012). Thermal runaway caused fire and explosion of lithium ion battery Power Sources. 208 (2012) 210–224.
- Wang, Z., Yang, H., Li, Y., Wang, G., Wang, J. (2019). Thermal runaway and fire behaviors of large-scale lithium ion batteries with different heating methods. *Hazard. Mater.* 379 (2019) 120730.
- Zhang, X., Li, Z., Luo, L., Fan, Zhengyu Du. (2022). A review on thermal management of lithium-ion batteries for electric vehicles. *Energy* Volume 238, Part A,

РАЗВОЈ БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА У РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ ОД 2014. ДО 2024. ГОДИНЕ

DEVELOPMENT OF ROAD TRAFFIC SAFETY IN THE REPUBLIC OF SERBIA FROM 2014 TO 2024

Филип Живковић¹, Борис Антић², Данислав Драшковић³, Томислав Петровић⁴

Резиме: Рад анализира развој безбедности саобраћаја у Републици Србији од 2014. до 2024. године, са циљем да се утврди степен напретка у смањењу последица саобраћајних незгода и институционалном управљању овом облашћу. Истраживање је засновано на подацима Републичког завода за статистику, Министарства унутрашњих послова и локалних стратегија безбедности саобраћаја, уз примену дескриптивно-компаративне и индикаторске анализе. Укупни број погинулих лица смањен је за 7%, али је број повређених повећан за 8%, што указује на делимичну ефикасност мера и потребу за њиховим унапређењем. Смањење броја становника за више од 7% довело је до пораста јавног ризика за 12%, док је пораст броја регистрованих возила за 32% резултирао смањењем саобраћајног ризика за 22%. Највећи раст смртности забележен је код деце, док су највећи апсолутни губици уочени ван насеља. Истовремено, број локалних стратегија безбедности саобраћаја порастао је са једне у 2014. на 96 у 2024. години, што представља значајан институционални напредак. Резултати потврђују потребу за интегрисаним приступом који обједињује инфраструктурне, образовне и технолошке мере, као и примену аналитичких метода попут benchmarking-а и DEA анализе у процесу планирања. Остварење визије „нула страдалих“ захтева доследно праћење показатеља и сарадњу свих нивоа управљања у циљу дугорочног повећања безбедности саобраћаја у Републици Србији.

Кључне речи: Безбедност саобраћаја; Анализа ризика; Стратегије безбедности; Benchmarking; Data Envelopment Analysis (DEA)

Abstract: The paper analyzes the development of road traffic safety in the Republic of Serbia from 2014 to 2024, aiming to determine the progress achieved in reducing traffic accident consequences and improving institutional management in this field. The research is based on data from the Statistical Office of the Republic of Serbia, the Ministry of Interior, and local road safety strategies, using descriptive-comparative and indicator analyses. The total number of fatalities decreased by 7%, while the number of injured persons increased by 8%, indicating partial effectiveness of implemented measures and the need for further improvement. A population decrease of more than 7% led to a 12% increase in public risk, whereas a 32% rise in the number of registered vehicles resulted in a 22% reduction in traffic risk. The highest increase in mortality was recorded among children, while the most severe consequences occurred on roads outside urban areas. At the same time, the number of local road safety strategies increased from one in 2014 to 96 in 2024, representing significant institutional progress. The results confirm the necessity of an integrated approach combining infrastructural, educational, and technological measures, as well as the application of analytical methods such as benchmarking and Data Envelopment Analysis (DEA) in the planning process. Achieving the “Vision Zero” goal requires consistent monitoring of performance indicators and cooperation across all levels of governance to ensure long-term improvement of road traffic safety in the Republic of Serbia.

Keywords: Road traffic safety; risk analysis; safety strategies; benchmarking; Data Envelopment Analysis (DEA)

1. УВОД

Безбедност саобраћаја представља једно од кључних питања одрживог развоја и јавног здравља у савременом друштву. Упркос сталним напорима међународних организација и националних влада, саобраћајне незгоде и даље су међу водећим узроцима смртности и повреда широм света, са више од 1,35 милиона жртава годишње, према подацима Светске здравствене организације. Таква ситуација указује на потребу за систематским и научно утемељеним приступима који омогућавају детаљну процену перформанси безбедности саобраћаја и идентификацију фактора који највише доприносе ризику. Важно је имати на уму да саобраћајне незгоде не узрокују само губитак живота и инвалидитет, већ и губитак

¹ Филип Живковић, мастер инжењер саобраћаја, Саобраћајни Факултет (Војводе Степе 305, Београд, Република Србија), filip.zivkovic1110@gmail.com

² проф. др Борис Антић, доктор саобраћајних наука, Саобраћајни Факултет (Војводе Степе 305, Београд, Република Србија), b.antic@sf.bg.ac.rs

³ проф. др Данислав Драшковић, Паневропски универзитет Апеирон (Бања Лука, Република Српска, Босна и Херцеговина), danislav.m.draskovic@apeiron-edu.eu

⁴ Томислав Петровић, дипломирани инжењер саобраћаја, tomicakg@gmail.com

запослења, финансијске потешкоће и психолошке трауме које дугорочно погађају породице жртава (Másišková, 2017.). Здравствени радници су једногласно оценили да су саобраћајне повреде постале један од водећих јавноздравствених проблема („тиха епидемија“), али и да овај проблем није довољно препознат на нивоу државне политике (Fanai and Mohammadnezhad, 2023.).

Безбедност саобраћаја се данас више не посматра само као инжењерски изазов, већ као интегрални део система друштвене и економске одрживости. Другим речима речено, безбедност саобраћаја је једно од кључних питања савременог друштва, јер представља спој техничког напретка, друштвених промена и понашања људи у динамичном окружењу (Stipdonk et al. 2012.). Савремени трендови у истраживањима померају фокус са традиционалних приступа који анализирају само саобраћајне незгоде, ка интегрисаним приступима који укључују инфраструктуру, понашање учесника, институционалне капацитете, јавно здравље и економске последице. Таква промена довела је до развоја интердисциплинарних модела који повезују различите нивое система – од техничког и управљачког до политичког и друштвеног.

Један од најважнијих концепата који су обликовали савремено истраживање безбедности саобраћаја јесте benchmarking – процес систематског поређења перформанси између држава, региона и локалних територија ради идентификације најбољих пракси безбедности саобраћаја. Wegman и Орре (2010.) кроз SUNflower модел истакли су значај повезивања показатеља перформанси безбедности саобраћаја (Safety Performance Indicators – SPIs) са политикама и институционалним факторима. Овај модел је омогућио разумевање међузависности између политичког управљања, инфраструктурних карактеристика и стварних исхода у саобраћају. Коришћењем података из више држава чланица ЕУ, аутори су показали да постоји јака корелација између развијености институционалног система и резултата у безбедности саобраћаја. Државе са стабилним институционалним структурама, дугорочним стратегијама и независним истраживачким институтима постижу најбоље резултате. Wegman и Орре наглашавају да је развој политике засноване на доказима (evidence-based policy) кључан за одрживо смањење броја настрадалих у саобраћајним незгодама.

Shen и сарадници (2020.) су припремили рад у коме је био циљ да се развије интегрисани модел који повезује перформансе безбедности саобраћаја, институционалне капацитете и ефикасност спровођења политика. Аутори полазе од идеје да benchmarking не треба да буде само квантитативно поређење показатеља (нпр. број погинулих по становнику), већ процес учења кроз упоређивање система, политика и институционалних структура. Shen и сарадници су развили вишеслојни DEA модел (Multi-Layer Data Envelopment Analysis) који омогућава интегрисано оцењивање перформанси на три нивоа: Оперативни ниво (мери ефикасност конкретних мера), Тактички ниво (оцењује успешност спровођења националних стратегија и акционих планова) и Стратегијски ниво (анализира институционалну зрелост и квалитет управљања безбедношћу саобраћаја). Државе попут Шведске, Уједињеног Краљевства, Холандије и Норвешке постигле су највише вредности ефикасности на свим нивоима, док су Бугарска, Румунија и Летонија биле међу најмање ефикасним. Посебно је истакнуто да државе са средњим приходима, иако често остварују напредак у појединим областима (нпр. инфраструктура), заостају у области институционалне координације и спровођења политика.

Рад који су 2024. године припремили Pinna и сарадници, представља интегрисани приступ анализи безбедности саобраћаја у урбаним срединама, у складу са циљевима Европске уније о преполовљавању броја погинулих у саобраћајним незгодама до 2030. године и постизању „нулте стопе“ до 2050. године. Аутори су развили метод заснован на географским информационом системима који омогућава вишеслојну анализу безбедности саобраћаја, узимајући у обзир не само локације саобраћајних незгода, већ и факторе попут протока саобраћаја, стања коловоза и присуства центара атракције као што су школе, болнице и комерцијалне зоне. Методологија рада заснива се на суперпозицији четири геореференцирана слоја података: локација саобраћајних незгода, саобраћајни токови, стање коловоза и центри атракције. Сваки слој садржи различите типове информација које заједно омогућавају детаљну просторну анализу безбедности саобраћаја. Сви подаци се прикупљају и интегришу у GIS окружењу, чиме се омогућава преклапање и анализа међусобних односа између променљивих. Анализа показује да 71% засићених деоница има најмање две или више незгода, док 72% незгода настаје на деоницама са лошим или врло лошим стањем коловоза.

Christoforou и сарадници (2012.) истражују могућности интеграције података о стварном времену саобраћаја у анализу безбедности саобраћаја. Циљ рада је да се развије метод који повезује промене у протоку и обиму саобраћаја са појавом саобраћајних незгода, чиме се омогућава динамичка процена ризика и проактивно управљање. Они истичу да традиционалне методе анализе безбедности саобраћаја

углавном користе историјске податке о саобраћајним незгодама, који су статични и ограничени, док real-time подаци (подаци из реалног времена) омогућавају динамичну процену ризика. Аутори наводе да развој информационо-комуникационих технологија, као што су сензори, GPS системи и интелигентни транспортни системи (ITS), отвара могућност континуираног прикупљања и анализе података о брзини, обиму и времену путовања. Ови подаци се затим могу користити за откривање „критичних ситуација“. Коришћењем временског прозора (loop detector) од 15 минута пре и после сваке саобраћајне незгоде, истраживачи су идентификовали промене у кључним варијаблама саобраћаја - обиму, брзини и протоку - и на тај начин установили обрасце који претходе саобраћајним незгодама. Резултати показују да већини незгода претходи периодима повећане нестабилности у саобраћајном току. Конкретно, значајно смањење просечне брзине и повећање варијансе брзина јављају се у року од 5 до 10 минута пре саобраћајне незгоде. Ове промене су посебно изражене у зонама високог обима саобраћаја, где су возачи приморани на честа кочења и убрзавања.

Овај рад се заснива на анализи података прикупљених из различитих извора, са циљем да се утврди степен поузданости, упоредивости и применљивости информација у оквиру процене стања и развоја безбедности саобраћаја 2024. у односу на 2014. годину. Као основни принцип примењен је вишеслојни приступ, који подразумева коришћење примарних, секундарних и терцијарних извора података. Примарни извори обухватају званичне статистичке базе и извештаје надлежних институција. Секундарни извори укључују релевантне научне и стручне публикације, као и податке из међународних база, док су терцијарни извори представљени локалним стратегијама безбедности саобраћаја, службеним гласницима и званичним сајтовима јединица локалних самоуправа.

2. ДЕМОГРАФСKE КАРАКТЕРИСТИКЕ

На територији Републике Србије периодично се спроводи попис становништва (последња два пописа су била спроведена 2011. и 2022. године), који је у овом раду коришћен као извор информација броја становника и пројектованог броја становника (ради израчунавања јавног ризика учествовања у саобраћају). Поред тога, Републички статистички завод (РСЗ) годишње објављује Статистички годишњак, који ће се у овом раду користити као извор информација у погледу броја регистрованих возила (ради израчунавања саобраћајног ризика учествовања у саобраћају).

2.1. Број становника

На основу Пописа становника у Републици Србији из 2011. године, било је 7.186.862 становника⁵, док је на основу пописа из 2022. године било 6.647.003 становника⁶. На основу процене броја становника за сваку годину појединачно (на основу претходно спроведеног пописа становништва, природног кретања становника и унутрашњих миграција становништва), може се добити приближна вредност броја становника за 2014. и 2024. годину, као две године које ће показати развој безбедности саобраћаја у Републици Србији. Наиме, процењује се да је 2014. године у Републици Србији било 7.131.787 становника, док је у 2024. години било 6.623.183 становника. Упоредијући само 2014. и 2024. годину, број становника у Републици Србији је смањен за 508.604 становника, односно **-7,13%**.

2.2. Број регистрованих возила

На основу годишњих извештаја РСЗ-а, могу се добити подаци о броју регистрованих возила на територији Републике Србије, али и за сваку локалну самоуправу појединачно. С тим у вези, може се видети да је 2014. године било регистровано 2.067.547 возила (од чега се посебно издвајају путнички аутомобили у борју од 1.797.427), док је 2024. било регистровано 2.792.489 возила (од чега се посебно издвајају путнички аутомобили у борју од 2.389.105). Важно је напоменути да су овде у коначан збир унети мотоцикли, мопеди, путнички аутомобили, аутобуси, теретна и радна возила, док приколице нису узете у разматрање. На основу свега наведеног, може се видети да је број регистрованих возила повећан за 724.935 возила, односно **+32,16%**.

⁵ <https://www.stat.gov.rs/oblasti/popis/popis-2011/>, посећено 09.10.2025. године

⁶ <https://popis2022.stat.gov.rs/sr-Latn/>, посећено 09.10.2025. године

Стопа моторизација 2014. године је износила 289,9 возила на хиљаду становника, док је 2024. износила 421,6 возила на хиљаду становника, што представља повећање од око 45,4%. Овај пораст указује на значајно повећање нивоа моторизације становништва, односно да је број возила по становнику знатно већи него пре десет година. Иако је број становника смањен за 7% у периоду од 2014. до 2024., број регистрованих возила је порастао за 32%, што указује на значајан раст стопе моторизације, што може бити последица лакше доступности возила и побољшања економских услова, слабљења јавног превоза и промене животних образаца становништва, односно демографских промена. Повећана моторизација може довести до већег оптерећења путне мреже, повећаног ризика од саобраћајних незгода и већег притиска на урбану инфраструктуру. Другим речима речено, овај тренд може имати негативне ефекте на безбедност саобраћаја, животну средину и урбану мобилност (већа загушења, загађење, потреба за паркингом), односно на концепт урбане безбедности саобраћаја.

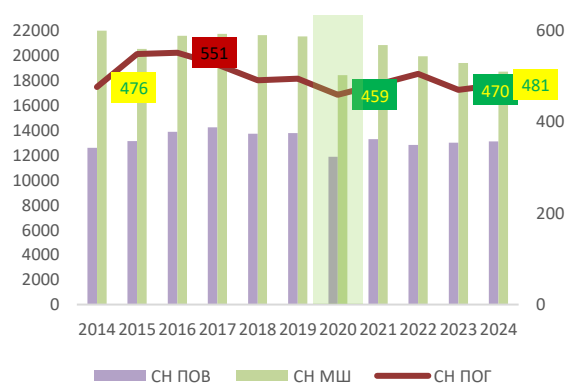
3. АНАЛИЗА БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА

Подаци о броју и последицама саобраћајних незгода су прикупљени употребом Интегрисане базе података о обележјима безбедности саобраћаја Агенције за безбедност саобраћаја Републике Србије (АБС). У периоду од 2014. до 2024. године, укупно се догодило 376.847 саобраћајних незгода, у којима је укупно погинуло 5.986 особа, док је 215.269 лица било повређено. Упоредивши период истраживања, може се видети да је најмање саобраћајних незгода и њихових последица било 2020. године. Међутим, због пандемије COVID-19 вируса и мера сузбијања ширења истог, ова година се не може узети као реперна. Према подацима из Табеле 2., уочава се да је 2024. године дошло до смањења укупног броја саобраћајних незгода у односу на 2014. годину, као и незгода које су за последицу имале само материјалну штету. Овај тренд може указивати на извесно побољшање у контроли и регулисању саобраћаја, као и на већу пажњу возача у ситуацијама са мањим ризиком. Међутим, истовремено се бележи пораст броја саобраћајних незгода са повређеним и погинулом лицима, односно увећање броја саобраћајних незгода са настрадалим лицима. Та појава указује да, иако укупна фреквенција незгода опада, тежина последица по безбедност учесника у саобраћају расте.

Према подацима из табеле 4., за 2014. и 2024. годину се уочавају супротни трендови у кретању броја погинулих и повређених лица у саобраћајним незгодама. Број погинулих лица је смањен за 7,83%, што представља позитиван показатељ у погледу смањења најтежих последица саобраћајних незгода. Међутим, укупан број повређених лица повећан је за 8,11%, а укупан број настрадалих лица повећан је за 7,75% у односу на 2014. годину. Ови подаци показују да, иако је дошло до благог смањења броја смртно страдалих, укупна изложеност ризику и тежина последица незгода остаје висока, што указује на потребу за интензивнијим мерама превенције и контроле понашања учесника у саобраћају.

Табела 1. Саобраћајне незгоде у периоду од 2014. до 2024. године.

Година	СН ПОГ	СН ПОВ	СН НАСТ	СН МШ	СУ УК
2014.	476	12568	13044	21969	35013
2015.	548	13109	13657	20518	34175
2016.	551	13866	14417	21558	35975
2017.	525	14226	14751	21715	36466
2018.	491	13710	14201	21608	35809
2019.	494	13748	14242	21525	35767
2020.	459	11850	12309	18401	30710
2021.	482	13271	13753	20821	34574
2022.	505	12802	13307	19933	33240
2023.	470	12993	13463	19385	32848
2024.	481	13093	13574	18696	32270



Слика 1. Саобраћајне незгоде у периоду од 2014. до 2024. године.

Ови резултати указују да систем управљања безбедношћу саобраћаја у Републици Србији, и поред значајних институционалних унапређења након усвајања Закона о безбедности саобраћаја на путевима и националних стратегија, још увек није достигао довољан ниво ефикасности у смањењу

ризика страдања. Пораст броја повређених може бити последица већег броја возила у саобраћају, повећане изложености у урбаним срединама, као и ограничене примене локалних стратегија безбедности саобраћаја. Ово нарочито важи за насеља и сеоске области, где инфраструктура и спровођење мера контроле заостају за националним просеком.

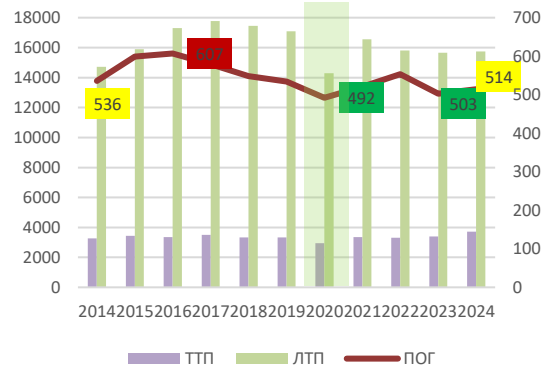
Даљом анализом потребно је размотрити утицај фактора као што су густина саобраћаја, старост возила, употреба сигурносних појасева и заштитних кацига, као и примена мера у зони школа и на локалним путевима. Посебну пажњу треба усмерити на тзв. пондерисане ризике - јавни и саобраћајни ризик - јер они пружају објективнију слику о стварној изложености становништва опасностима у саобраћају, узимајући у обзир демографске и промене моторизације током анализираног периода.

Табела 2. Поређење броја саобраћајних незгода између 2014. и 2024. године.

Година	СН ПОГ	СН ПОВ	СН НАСТ	СН МШ	СН УК
2014.	476	12568	13044	21969	35013
2024.	481	13093	13574	18696	32270
Разлика	5	525	530	-3273	-2743
Процентуална разлика	1,05%	4,18%	4,06%	-14,90%	-7,83%

Табела 3. Последице саобраћајних незгода у периоду од 2014. до 2024. године.

Година	ПОГ	ТПП	ЛТП	ПОВ	НАСТ
2014.	536	3275	14720	17995	18531
2015.	599	3448	15903	19351	19950
2016.	607	3362	17304	20666	21273
2017.	579	3503	17765	21268	21847
2018.	548	3336	17452	20788	21336
2019.	534	3322	17094	20416	20950
2020.	492	2954	14297	17251	17743
2021.	521	3347	16557	19904	20425
2022.	553	3302	15817	19119	19672
2023.	503	3397	15660	19057	19560
2024.	514	3715	15739	19454	19968



Слика 2. Последице саобраћајних незгода у периоду од 2014. до 2024. године.

Табела 4. Поређење последица саобраћајних незгода између 2014. и 2024. године.

Година	Погинули	ТПП	ЛТП	Повређени	Настрадали
2014.	536	3275	14720	17995	18531
2024.	514	3715	15739	19454	19968
Разлика	-22	440	1019	1459	1437
Процентуална разлика	-7,83%	13,44%	6,92%	8,11%	7,75%

3.1. Анализа безбедности саобраћаја према старосним категоријама

Анализа безбедности саобраћаја по старосним групама у периоду од 2014. до 2024. године показује различите тенденције у кретању броја погинулих, повређених и настрадалих лица. У старосној групи од 0 до 14 година забележен је пораст броја погинулих за 60%, као и благо повећање броја лакше повређених и настрадалих, што указује на раст изложености ризику најмлађих учесника у саобраћају. Овај тренд може бити последица недовољне заштите деце у зони школа и насеља, као и недовољне едукације најмлађих о безбедном понашању у саобраћају.

У групи од 15 до 30 година број погинулих је смањен за 13,53%, али је истовремено повећан број повређених и настрадалих лица. Ово указује да и поред смањења смртних исхода, млади и даље представљају једну од најугроженијих категорија учесника у саобраћају, што се најчешће повезује са мањим искуством у војњи, склоношћу ка брзој војњи и ризичном понашању. Међу факторима који

утичу на повећан ризик код младих могу се издвојити прекорачење брзине, употреба мобилних телефона током вожње и непоштовање ограничења или правила првенства пролаза.

Код старосне групе од 31 до 65 година уочава се смањење броја погинулих лица, али и пораст броја повређених и настрадалих. С обзиром да ова група чини највећи део активног становништва и најчешће учествује у саобраћају, раст броја повређених може бити последица интензивније употребе возила, већег обима свакодневних миграција и изложености урбаним саобраћајним гужвама. Упркос томе, стабилизација броја погинулих у овој групи може се делимично приписати развоју пасивних система безбедности саобраћаја.

Код лица старијих од 65 година приметан је пораст броја погинулих и тешко повређених, док је укупан број настрадалих благо смањен. Ови резултати указују да су старији учесници у саобраћају подложнији тежим последицама услед физичке осетљивости и споријих реакција, што захтева примену мера усмерених на унапређење инфраструктуре и безбедног кретања старијих пешака и возача. Поред тога, неопходно је развијати систематске програме за проверу физичке и когнитивне способности старијих возача, као и боље осветљење и сигнализацију у зонама које они најчешће користе.

Посматрано у целини, подаци по старосним групама потврђују да се саобраћајни ризик у Републици Србији није равномерно смањивао у свим категоријама становништва. Док је код одраслих радно активних лица приметан умерен напредак, код најмлађих и најстаријих група забележен је пораст тежих последица. Овај образац потврђује потребу за циљано усмереним политикама безбедности саобраћаја - нарочито у домену заштите деце у зонама школа, едукације младих возача, као и унапређења мобилности старијих лица. Такве мере су у складу са Стратегијом безбедности саобраћаја Републике Србије, која као један од приоритета дефинише смањење страдања рањивих категорија учесника у саобраћају и повећање једнакости у приступу безбедном саобраћајном окружењу.

Табела 5. Поређење показатеља последица саобраћајних незгода по старосним групама за 2014. и 2024. годину.

Анализа безбедности старосне групе од 0-14 година					
Година	ПОГ	ТПП	ЛТП	ПОВ	НАСТ
2014.	10	215	1264	1479	1489
2024.	16	196	1328	1524	1540
Разлика	6	-19	64	45	51
Процентуална разлика	60%	-8,84%	5,06%	3,04%	3,43%
Анализа безбедности старосне групе од 15-30 година					
Година	ПОГ	ТПП	ЛТП	ПОВ	НАСТ
2014.	133	812	4938	5750	5883
2024.	115	876	5146	6022	6137
Разлика	-18	64	208	272	254
Процентуална разлика	-13,53%	7,88%	4,21%	4,73%	4,32%
Анализа безбедности старосне групе од 31-65 година					
Година	ПОГ	ТПП	ЛТП	ПОВ	НАСТ
2014.	270	1711	7342	9053	9323
2024.	237	1850	7723	9573	9810
Разлика	-33	139	381	520	487
Процентуална разлика	-12,22%	8,12%	5,19%	5,74%	5,22%
Анализа безбедности старосне групе преко 65 година					
Година	ПОГ	ТПП	ЛТП	ПОВ	НАСТ
2014.	123	740	1628	2368	2539
2024.	146	793	1542	2335	2481
Разлика	23	53	-86	-33	-58
Процентуална разлика	18,70%	7,16%	-5,28%	-1,39%	-2,28%

3.2. Анализа безбедности саобраћаја према својству учесника у саобраћају

Током 2014. и 2024. године, забележени су различити трендови у последицама саобраћајних незгода у зависности од категорије учесника у саобраћају - возачи, пешаци и путници. Анализа броја погинулих,

тешко и лакше повређених лица, као и укупног броја настрадалих, омогућава детаљан увид у динамику ризика и последица у саобраћају, као и идентификацију потенцијално ризичних група.

Код возача је уочен значајан пораст свих последица. Ови подаци указују на пораст ризика и тежине последица код возача, што се може довести у везу са растом броја возила, већим интензитетом саобраћаја и сложенијим саобраћајним токовима. Повећање тешких повреда у односу на број погинулих посебно истиче могуће недостатке у поштовању саобраћајних прописа, неупотреби сигурносних система или ефикасности превентивних мера. Додатно, треба имати у виду и све израженију употребу мобилних телефона током војње, умор возача и утицај психоактивних супстанци, што повећава ризик од незгода са тежим последицама. Када су у питању пешаци, супротно, забележен је пад у скоро свим показатељима. Овај тренд указује на позитиван ефекат превентивних мера и инфраструктурних решења, као што су пешачки прелази, сигнализација, успоривачи саобраћаја и едукација учесника у саобраћају. Мањи пад броја тешко повређених у односу на погинуле може бити последица побољшане медицинске интервенције и бржег одзива хитних служби. Међутим, потребно је наставити са систематским унапређењем безбедности пешака, нарочито у зонама школа и густо насељеним деловима градова, где пешаци и даље спадају у најугроженије учеснике у саобраћају.

Код путника, број погинулих је смањен, док је број повређених повећан. Ови резултати указују на ефикасност безбедносних система у возилима, као што су сигурносни појасеви и ваздушни јастуци, који смањују смртност, али не у потпуности елиминишу повреде при незгодама. Посебно је важно нагласити категорију путника у старосној групи до 14 година. Код деце као путника дошло је до значајног пораста броја погинулих са 4 на 16 (300%), као и броја повређених и настрадалих лица. Ови подаци указују на значајно повећање ризика за децу у улози путника, што може бити резултат већег броја превозних средстава, непоштовања употребе адекватних седишта за децу или недостатка стриктних безбедносних мера у возилима. Ова категорија захтева посебну пажњу у креирању превентивних стратегија и контроли поштовања правила превоза деце.

Анализа по категоријама учесника показује да се напредак у безбедности саобраћаја у Републици Србији не одвија равномерно. Док су пешаци и путници у одређеној мери боље заштићени, ризик код возача и деце као путника значајно расте. Ови резултати указују на потребу за циљано дефинисаним мерама у оквиру Стратегије безбедности саобраћаја Републике Србије, посебно у сегментима контроле понашања возача, употребе сигурносних система, као и безбедности деце путника у саобраћају. Истовремено, резултати сугеришу да постојећи систем праћења и евалуације мера треба додатно унапредити кроз бољу интеграцију података о узроцима незгода, демографским карактеристикама и просторним дистрибуцијама незгода. Тако би се омогућило доношење прецизнијих, подацима заснованих одлука, усмерених на смањење страдања најрањивијих категорија учесника у саобраћају.

Табела 6. Поређење показатеља последица саобраћајних незгода по својствима учесника у саобраћају за 2014. и 2024. годину.

Година	Својство учесника	ПОГ	ТПП	ЛТП	ПОВ	НАСТ
2014.	ВОЗАЧ	281	1663	7459	9122	9403
2024.	ВОЗАЧ	308	2031	8457	10488	10796
Разлика		27	368	998	1366	1393
Процентуална разлика		9,61%	22,13%	13,38%	14,97%	14,81%
Година	Својство учесника	ПОГ	ТПП	ЛТП	ПОВ	НАСТ
2014.	ПЕШАК	128	825	2002	2827	2955
2024.	ПЕШАК	111	803	1794	2597	2708
Разлика		-17	-22	-208	-230	-247
Процентуална разлика		-13,28%	-2,67%	-10,39%	-8,14%	-8,36%
Година	Својство учесника	ПОГ	ТПП	ЛТП	ПОВ	НАСТ
2014.	ПУТНИК	127	785	5247	6032	6159
2024.	ПУТНИК	95	872	5465	6337	6432
Разлика		-32	87	218	305	273
Процентуална разлика		-25,20%	11,08%	4,15%	5,06%	4,43%

Табела 7. Поређење показатеља броја саобраћајних незгода по својствима учесника у саобраћају за старосну групу од 0-14 година за 2014. и 2024. годину.

Година	Својство учесника	ПОГ	ТПП	ЛТП	ПОВ	НАСТ
--------	-------------------	-----	-----	-----	-----	------

2014.	ВОЗАЧ	1	56	133	189	190
2024.	ВОЗАЧ	0	44	155	199	199
Разлика		-1	-12	22	10	9
Процентуална разлика		-100%	-21,43%	16,54%	5,29%	4,74%
Година	Својство учесника	ПОГ	ТПП	ЛТП	ПОВ	НАСТ
2014.	ПЕШАК	5	101	456	557	562
2024.	ПЕШАК	0	75	311	386	386
Разлика		-5	-26	-145	-171	-176
Процентуална разлика		-100%	-25,74%	-31,80%	-30,70%	-31,32%
Година	Својство учесника	ПОГ	ТПП	ЛТП	ПОВ	НАСТ
2014.	ПУТНИК	4	58	675	733	737
2024.	ПУТНИК	16	77	856	933	949
Разлика		12	19	181	200	212
Процентуална разлика		300%	30,76%	26,81%	27,29%	28,77%

3.3. Просторна анализа безбедности саобраћаја

Подаци за 2014. и 2024. годину показују значајан пораст саобраћајних незгода и њихових последица, при чему се тенденције значајно разликују у зависности од локације догађаја - у насељу и ван насеља. У насељима је уочен пораст свих последица саобраћајних незгода. Ови резултати указују на значајан пораст броја незгода са повредама у урбаним срединама, што може бити последица повећања густине саобраћаја, интензивнијег кретања возила и пешака, као и сложенијих саобраћајних токова у градовима. Поред тога, урбани простори се све чешће суочавају са проблемима ограничених паркинг капацитета, недовољно безбедних бициклических и пешачких стаза, као и повећаним бројем возила на кратким релацијама, што додатно повећава ризик од контакта између различитих категорија учесника у саобраћају.

Супротно томе, ван насеља је забележен драматичнији пораст свих показатеља. Ови подаци указују на значајно већи ризик ван насеља, што се може довести у везу са већом брзином кретања возила, неповољним путним условима, мањом контролом саобраћаја и ограниченом доступношћу хитне медицинске помоћи. На путевима ван насеља чешће долази до незгода са тешким последицама, због чега ова подручја представљају критичне тачке за примену мера унапређења инфраструктуре и повећање. Недовољна заштита на критичним деоницама, недостатак заштитних ограда, слаба ноћна видљивост и неадекватно одржавање коловоза додатно повећавају тежину последица саобраћајних незгода на овим путевима.

Разлике између незгода у и ван насеља указују на потребу за просторно диференцираним приступом у управљању безбедношћу саобраћаја. Док урбана подручја захтевају мере које смањују интеракцију између моторизованог и немоторизованог саобраћаја (успоривачи, зона 30, сигурни пешачки прелази, бициклическе траке), путеви ван насеља захтевају системске интервенције у домену инфраструктуре и контроле брзине. У том контексту, препоруке из европског Safe System приступа, као и Стратегије безбедности саобраћаја Републике Србије, указују на потребу да се управљање безбедношћу прилагоди типологији простора - урбаном, руралном и међуградском.

Поред тога, неопходно је развити индикаторе просторног ризика, који би комбиновали број незгода са демографским и саобраћајним подацима (густина насељености, број возила, километража путне мреже) ради идентификације приоритетних области за интервенцију. Тиме би се омогућило усмеравање средстава и мера ка подручјима са највећим ризиком, у складу са принципом ефикасног и праведног управљања безбедношћу саобраћаја.

Табела 8. Поређење показатеља последица саобраћајних незгода сходно просторној анализи за 2014. и 2024. годину.

Година	Насеље	ПОГ	ТПП	ЛТП	ПОВ	НАСТ
--------	--------	-----	-----	-----	-----	------

2014.	Насеље	225	1569	7227	8796	9021
2024.	Насеље	237	2470	11407	13877	14114
Разлика		12	901	4180	5081	5093
Процентуална разлика		5,33%	57,43%	57,84%	57,76%	56,46%
Година	Насеље	ПОГ	ТПП	ЛТП	ПОВ	НАСТ
2014.	Ван насеља	95	377	1205	1582	1677
2024.	Ван насеља	277	1245	4332	5577	5854
Разлика		182	868	3127	3995	4177
Процентуална разлика		191,58%	230,24%	259,50%	252,53%	249,08%

Табела 9. Поређење показатеља последица саобраћајних незгода сходно просторној анализи за 2014. и 2024. годину.

Година	Насеље	СН ПОГ	СН ПОВ	СН НАСТ	СН МШ	СН УК
2014.	Насеље	199	6343	6542	10581	17123
2024.	Насеље	231	10069	10300	15383	25683
Разлика		32	3726	3758	4802	8560
Процентуална разлика		16,08%	59,74%	57,44%	45,38%	49,99%
Година	Насеље	СН ПОГ	СН ПОВ	СН НАСТ	СН МШ	СН УК
2014.	Ван насеља	90	901	991	1123	2114
2024.	Ван насеља	250	3024	3274	3313	6587
Разлика		160	2123	2283	2190	4473
Процентуална разлика		177,78%	235,63%	230,37%	195,01%	211,59%

3.4. Анализа показатеља ризика

Упоредјујући 2014. и 2024. годину, уочене су значајне промене у структури и обиму последица саобраћајних незгода. Укупно је број погинулих смањен за 7,83%, што представља позитиван тренд у апсолутном смислу, док је број повређених повећан за 8,11%. Ови подаци указују да иако се број смртних исхода благо смањио, укупан интензитет страдања у саобраћајним незгодама остаје висок, са израженим порастом броја лица која трпе тешке телесне повреде.

Када се наведене промене доведу у везу са демографским показатељима, добија се јаснија слика фактора који утичу на нивое ризика. Смањење укупног броја становника у Републици Србији условило је повећање јавног пондерисаног ризика за +12,15% (ЈПР 2014. године износио је 154,7; а 2024. године 173,5 настрадалих на 10.000 становника), јер се мањи број становника односи на сличан или благо смањен број настрадалих. То значи да се индивидуални ризик по становнику повећао, што указује на потребу да се безбедност саобраћаја сагледава не само кроз апсолутне бројеве већ и кроз релативне показатеље који одражавају стварну изложеност становништва опасностима у саобраћају.

С друге стране, пораст броја регистрованих возила у истом периоду довео је до смањења саобраћајног пондерисаног ризика за -22,91% (СПР 2014. године износио је 533,8; а 2024. године 411,5 настрадалих на 10.000 регистрованих возила). Ово смањење указује да пораст стопе моторизације није праћен пропорционалним растом броја незгода, што се може тумачити као резултат техничког напретка возила, строжих прописа, бољег одржавања путева и ефикасније контроле саобраћаја. Поред тога, све већа примена система активне и пасивне безбедности саобраћаја доприноси ублажавању последица незгода.

Може се закључити да се јавни и саобраћајни пондерисани ризици крећу у супротним смеровима, што потврђује сложеност анализе безбедности саобраћаја. Смањење популације појачава индивидуални ризик, док повећање броја возила умањује системски ризик. Ови налази наглашавају значај мултидимензионалног приступа у процени и планирању мера безбедности саобраћаја, посебно у контексту стратешког управљања и развоја локалних и националних програма који треба да обухвате демографске, технолошке и инфраструктурне факторе.

Овакви резултати потврђују потребу да се евалуација безбедности саобраћаја не заснива искључиво на апсолутним показатељима броја страдалих, већ и на композитним индикаторима који укључују промене у демографији, моторизацији и економској активности. Управо из тог разлога, систем мониторинга безбедности саобраћаја треба усмерити ка увођењу индикатора ефикасности мера (performance indicators) у складу са европским праксама (EU Road Safety Performance Framework), како би се постигло реалније сагледавање трендова ризика и прецизније дефинисали приоритети за интервенције у наредном стратешком периоду.

4. ИНДИКАТОРИ ПЕРФОРМАНСИ БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА

Индикатори перформанси безбедности саобраћаја (Road Safety Performance Indicators – RSP) представљају мерљиве показатеље који прате кључне факторе ризика и ефекте мера безбедности у саобраћају, као што су употреба појасева и кацига, брзина, алкохол, техничка исправност возила и квалитет инфраструктуре. Њихова сврха је да омогуће процену, поређење и унапређење система безбедности на националном и локалном нивоу, кроз мерење стварних услова који утичу на настанак незгода.

У Републици Србији систематско мерење индикатора започето је 2013. године, у складу са смерницама Европске комисије и ETSC-а, а активности спроводи Агенција за безбедност саобраћаја Републике Србије у сарадњи са Министарством унутрашњих послова, Републичким заводом за статистику и локалним саветима за безбедност саобраћаја. Овај процес представља темељ развоја аналитички заснованог управљања безбедношћу саобраћаја и праћења националних стратегијских циљева.

Подаци о индикатору просечне брзине кретања возила у 2014. и 2024. години показују различите трендове у зависности од типа пута и категорије возила. У насељима је забележено смањење брзине код свих категорија возила, најизраженије код путничких аутомобила (-6,03%). Овај тренд указује на позитиван ефекат мера контроле брзине, постављања успоривача саобраћаја, камера и појачане полицијске контроле, као и на постепено развијање културе вожње у урбаним срединама. На путевима ван насеља бележи се благо смањење брзина код већине категорија, уз изузетак теретних возила код којих је забележен умерен пораст (+2,23%). Такав резултат може бити последица побољшаних услова пута, модернизације возног парка и повећане комерцијалне активности, али истовремено указује на потребу за интензивнијим надзором и контролом кретања теретног саобраћаја. На ауто-путевима је уочен пораст просечних брзина код свих категорија возила, највише код теретних (+6,21%) и путничких аутомобила (+1,85%). Повећање брзине може се повезати са побољшаним техничким карактеристикама возила, стабилнијим условима вожње и проширеном мрежом ауто-путева, али истовремено носи потенцијални ризик повећања тежине последица саобраћајних незгода. Сумирано, резултати показују да се у Србији у последњој деценији бележи смањење брзина у насељима, што је позитиван показатељ делотворности локалних мера, али и постепено повећање брзина на ауто-путевима, што захтева даље улагање у мере контроле и безбедносне технологије ради очувања стабилног нивоа безбедности саобраћаја.

Подаци показују да је од 2014. до 2024. године дошло до значајног пораста процента прекорачења брзине код већине категорија возила, што указује на повећану склоност ризичном понашању у саобраћају упркос мерама контроле. У насељима, највећи раст бележе теретна возила (+89,36%) и мопеди (+346,45%), што може бити последица интензивније комерцијалне активности и слабије примене локалних мера надзора. Супротно томе, код мотоцикала је уочен пад (-51,36%), што се може повезати са појачаном контролом и већом свешћу о ризику. На путевима ван насеља, прекорачење брзине је драматично порасло код аутобуса (+178,11%), мопеда (+265,08%) и путничких возила (+68,10%), што указује на недовољан надзор и потребу за постављањем додатних мера техничке контроле брзине. На ауто-путевима, тренд је такође узлазни — нарочито код теретних возила (+474,77%) и мотоцикала (+108,29%), што је показатељ недовољног поштовања ограничења и потенцијално већег ризика по безбедност саобраћаја. У целини, подаци указују да се, и поред благог смањења просечних брзина у неким зонама, фреквенција прекорачења ограничења повећала, што значи да је потребно појачати превентивне мере, едукацију возача и употребу аутоматизованих система за контролу брзине.

Употреба мобилног телефона током управљања возилом остала је веома висока, без значајног побољшања – код путничких аутомобила је забележен минималан пад (-0,10%), док је код теретних

возила (-3,76%) и аутобуса (-3,53%) смањење нешто израженије, али и даље недовољно да укаже на промену навика возача. Ово указује на потребу за појачаним надзором и кампањама усмереним на ризике употребе телефона у вожњи. С друге стране, употреба сигурносног појаса бележи значајан пораст. На предњем седишту, код путничких аутомобила употреба је порасла са 70,3% на 85,8% (+22,05%), а код теретних возила чак за +76,85%. Највећи напредак остварен је код возача аутобуса, где је употреба појаса повећана за више од +480%, што представља велики институционални успех у примени прописа. Посебно је значајан раст употребе појаса на задњем седишту путничких аутомобила – са свега 4,0% у 2014. на 21,3% у 2024. години (+432,5%), што указује на промену ставова путника и све ширу примену безбедносних навика. Подаци показују да је употреба појаса постала све распрострањенија и друштвено прихваћенија, док употреба мобилног телефона остаје упоран ризични фактор у саобраћају. Ови налази потврђују да су едукативне кампање и законске мере имале ефекта у погледу заштите путника, али да је неопходно усмерити пажњу на дигиталне ризике у вожњи.

Индикатори показују изузетан напредак у употреби дечијих система заштите. Укупна стопа употребе порасла је са 18,4% на 60%, што представља повећање од више од 225%. Највећи раст бележи се ван насеља (+278,88%), што указује на повећану свест родитеља о ризицима приликом дужих вожњи и бољу примену прописа о безбедном превозу деце. У насељу је употреба порасла са 17,2% на 56,1%, што је позитиван сигнал у контексту урбане безбедности и деловања едукативних кампања. Иако су резултати на ауто-путу нешто умеренији (+152,48%), они и даље показују стабилан тренд раста и све већу примену стандарда безбедности. Ови подаци потврђују да су институционалне мере, медијске кампање и контроле саобраћајне полиције допринеле значајном повећању употребе дечијих седишта, али и да је потребно наставити са систематским едукацијама родитеља и контролом примене прописа како би се достигли европски стандарди од преко 90% употребе заштитних система.

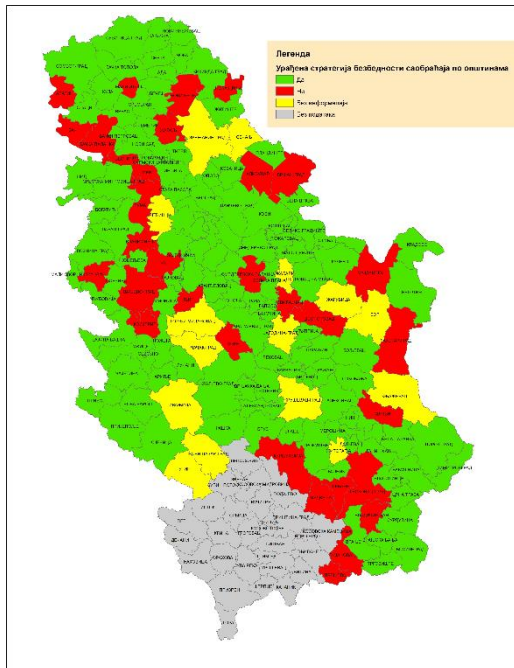
5. СТАРТЕШКА ДОКУМЕНТА

На основу Закона о безбедности саобраћаја на путевима Републике Србије („Службени гласник РС“, бр. 41 од 2. јуна 2009, 53 од 29. јула 2010, 101 од 30. децембра 2011, 32 од 8. априла 2013 – УС, 55 од 23. маја 2014, 96 од 26. новембра 2015 – др. закон, 9 од 5. фебруара 2016 – УС, 24 од 26. марта 2018, 41 од 31. маја 2018, 87 од 13. новембра 2018, 23 од 29. марта 2019, 128 од 26. октобра 2020 – др. закон, 76 од 7. септембра 2023. и 19 од 6. марта 2025), по члану 11, први пут је утврђена обавеза Владе Републике Србије да усвоји Стратегију безбедности саобраћаја на путевима као основни стратешки документ у овој области. Овим чланом прецизирано је да Стратегија мора садржати најзначајније елементе анализе постојећег стања безбедности саобраћаја, јасно дефинисану визију, дугорочне и краткорочне циљеве, као и кључне области деловања са утврђеним роковима за доношење одговарајућег акционог плана.

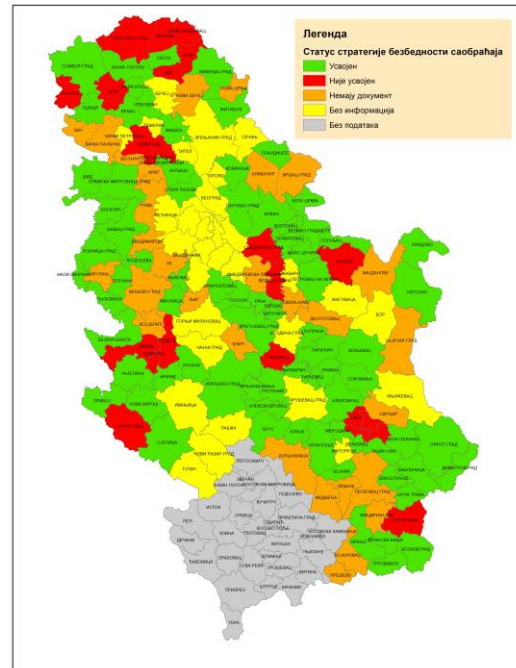
Даље, чланом 12. истог закона утврђена је обавеза израде Акционог плана, којим се детаљно дефинишу мере и активности у оквиру кључних области рада, надлежни и одговорни субјекти, рокови за реализацију и потребна финансијска средства. У складу са наведеним законским основом, Стратегија безбедности саобраћаја Републике Србије, заједно са пратећим Акционим планом, први пут је усвојена 2015. године, за период важења од 2015. до 2020. године. По истеку тог периода, нови стратешки документ усвојен је 2023. године, за период од 2023. до 2030. године, са пратећим Акционим планом за период од 2023. до 2025. године. Важно је приметити да је између престанка важења прве и усвајања нове стратегије протекло временски размак од три године, током којег није постојао важећи национални стратешки документ, што је нарушило континуитет системског планирања и управљања безбедношћу саобраћаја у Републици Србији.

Са становишта локалних самоуправа, чланом 13. Закона о безбедности саобраћаја прописана је обавеза сваке јединице локалне самоуправе да, у складу са националном стратегијом и акционим планом, изради и усвоји локалну стратегију безбедности саобраћаја и годишњи план безбедности саобраћаја на путевима. Ипак, 2014. године само је једна локална самоуправа имала припремљен и усвојен стратешки документ из ове области. Десет година касније, 2024. године, укупно 96 локалних самоуправа израдило је своје стратешке документе, од којих је значајан број (77) и званично усвојило, што представља изузетан напредак у институционалном приступу управљању безбедношћу саобраћаја на локалном нивоу.

Посебан значај овог налаза огледа се у чињеници да ће у наредном периоду све постојеће локалне стратегије бити предмет појединачне и критичке анализе. Та анализа има за циљ да испита у којој мери су локални документи усклађени са националним стратешким циљевима, да ли садрже мерљиве показатеље ефикасности и да ли одражавају специфичне безбедносне изазове у различитим срединама (урбаним, руралним и приградским). На овај начин, рад ће представљати основу за критички преглед стања институционалне зрелости система управљања безбедношћу саобраћаја у Републици Србији, уз посебан осврт на локални ниво као кључну карику у имплементацији стратегије „одоздо нагоре“¹.



Слика 3. Картографски приказ локалних самоуправа у Републици Србији, које имају израђен стратешки документ.



Слика 4. Картографски приказ локалних самоуправа у Републици Србији, које имају усвојен стратешки документ.

6. ДИСКУСИЈА РЕЗЛТАТА И ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА

Резултати истраживања показују да је безбедност саобраћаја у Републици Србији од 2014. до 2024. године остварила одређени институционални и аналитички напредак, али уз ограничен ефекат на смањење последица саобраћајних незгода. Иако је укупан број погинулих лица смањен за 7,83%, број повређених повећан је за више од 8%, што указује да мере превенције нису довољно утицале на смањење интензитета страдања. Ови налази упућују на потребу за продубљивањем системског приступа који обухвата бољу контролу понашања возача, едукацију, инфраструктурне интервенције и конзистентно праћење индикатора перформанси безбедности саобраћаја.

Посебан значај има уочени пораст јавног пондерисаног ризика (+12,15%) услед демографског опадања, док је саобраћајни ризик смањен за 22,91%, што потврђује сложену везу између моторизације, демографије и безбедности саобраћаја. Смањење просечних брзина у насељима и истовремени раст процента прекорачења брзине ван насеља и на ауто-путевима показују да проблем није у просечној вредности, већ у дистрибуцији ризичног понашања. Ово указује да постоји значајан број возача који систематски прекорачују брзину, што захтева прецизније циљање мера контроле и санкционисања.

Позитиван помак забележен је у повећању употребе сигурносних појасева и дечијих система заштите, нарочито на предњим седиштима и ван насеља, где је раст употребе премашио 200%. То показује

¹ Стратегија „одоздо нагоре“ (bottom-up approach) представља модел управљања безбедношћу саобраћаја у којем иницијативе, мере и подаци потичу од локалних самоуправа и заједница, а затим се координишу на националном нивоу. Заснива се на децентрализацији одговорности и прилагођавању мера локалним условима, чиме се постиже већа ефикасност и одрживост система. Овим приступом држава поставља општи оквир и стандарде, док локални актери обезбеђују конкретну примену и праћење резултата на терену.

ефекте едукативних кампања, али и институционалних механизма надзора које спроводи Агенција за безбедност саобраћаја. Истовремено, употреба мобилних телефона током вожње остаје висока, што указује на потребу за новим приступом у области понашања и дигиталне дисциплине у саобраћају.

Кључни институционални напредак представља раст броја локалних стратегија безбедности саобраћаја - са једне у 2014. на 96 у 2024. години. Овај податак сведочи о постепеном развоју система управљања „одоздо нагоре“, који интегрише локалне заједнице у национални оквир безбедности саобраћаја. У наредном периоду, све локалне стратегије биће предмет појединачне и критичке анализе како би се проценио њихов квалитет, степен усклађености са националним циљевима и стварни ефекти на безбедност учесника у саобраћају.

Закључно, иако су резултати показали умерено смањење броја смртних исхода и значајан институционални напредак, Република Србија се и даље суочава са изазовима у области понашања возача, инфраструктурних услова и примене закона. Да би се остварила визија „нула страдалих“, неопходно је наставити развој система праћења индикатора, увести анализу ефикасности мера путем benchmarking-а и DEA модела, као и обезбедити континуитет стратегијског деловања без институционалних празнина. Овај рад представља полазиште за даљу критичку евалуацију локалних стратегија и развој интегрисаног модела управљања безбедношћу саобраћаја у Републици Србији.

7. ЛИТЕРАТУРА

<https://www.stat.gov.rs/oblasti/popis/popis-2011/>, посећено 09.10.2025. године

<https://popis2022.stat.gov.rs/sr-Latn/>, посећено 09.10.2025. године

<https://bazaabs.abs.gov.rs/absPortal/>, посећено 07.10.2025. године

Christoforou Y., Cohen S., Karlaftis M.G. (2012), Integrating real-time traffic data in road safety analysis, *Procedia – Social and Behavioral Sciences* 48 (2012) 2454-2463, Transport Research Arena – Europe 2012

Daniels S., Risser R. (2014), Road safety in a globalised and more sustainable world: Current issues and future challenges, *Accident Analysis and Prevention* 62 (2014) 329-330

Fanai S., Mohammadneyhad M., „Road traffic safety could be minimized when individual road users take more responsibility for their safety and the safety of others“: Perception of healthcare workers in Vanuatu, *Heliyon* 9 (2023) e18580

Másilková M. (2017), Health and social consequences of road traffic accidents, *ScienceDirect, Kontakt* 1 (2017) 47-52

Pinna M., Serra P., Porcu E., Ponti M., Fancello G. (2025), An integrate approach for urban road safety analysis, *Transport Research Procedia* 90 (2025) 702-709, AIIT 4th International Conference on transport Infrastructure and Systems (TIS ROME 2024), 19th – 20th September 2024, Rome, Italy

Shen Y., Hermans E., Bao Q., Brijs T., Wets G. (2020), Towards better road safety management: Lessons learned from inter-national benchmarking, *Accident Analysis and Prevention* 138 (2020) 105484

Stipdonk H., Bijleveld F., van Norden Y., Commandeur J. (2012), Analysing the development of road safety using demographic data, *Accident Analysis and Prevention* (2012)

Wegman F., Oppe S. (2010), Benchmarking road safety performance of countries, *Safety Science* 48 (2010) 1203-1211

Републички завод за статистику, Општине и региони у Републици Србији 2015.

Републички завод за статистику, Општине и региони у Републици Србији 2024.

Републички завод за статистику, Статистички годишњак Републике Србије 2015.

Републички завод за статистику, Статистички годишњак Републике Србије 2024.

Закон о безбедности саобраћаја на путевима Републике Србије („Сл. Гласник РС“, бр. 41/2009, 53/2010, 101/2011, 32/2013 – одлука УС, 55/2014, 96/2015 - др. закон, 9/2016 - одлука УС, 24/2018, 41/2018, 41/2018 - др. закон, 87/2018, 23/2019, 128/2020 - др. закон, 76/2023 и 19/2025)

АУТОНОМНА ВОЗИЛА КАО МЕТА САЈБЕР НАПАДА У VANET РАЧУНАРСКОЈ МРЕЖИ У 5G ОКРУЖЕЊУ

AUTONOMOUS VEHICLES AS A TARGET OF CYBER ATTACKS IN VANET COMPUTER NETWORKS IN 5G ENVIRONMENT

Зоран Ж. Аврамовић¹, Борис Ковачић², Марко Асановић³

Резиме: Аутономна возила представља револуцију у мобилности, али отварају питање безбедносних изазова. Њиховом појавом и увођењем 5G мреже, саобраћајни системи постају све више ослоњени на дигиталну комуникацију и обраду података у реалном времену. Повезивање преко 5G мрежа и ad-hoc комуникационих протокола чини их рањивим на различите облике сајбер напада, који могу угрозити животе, имовину и јавну безбедност. У раду се анализирају претње којима су изложена аутономна возила у оквиру мреже VANET (специјализована класа ad-hoc мрежа у којима возила функционишу као чворови у комуникационој мрежи) у 5G окружењу. Последице напада могу бити: потпуно онемогућавање рада једног или више возила у систему, саобраћајне незгоде услед лажних података или грешака у алгоритмима, компромитовање приватности путника и власника возила, поремећај у раду саобраћајне инфраструктуре, као и губитак поверења јавности. Посебан акценат у раду се ставља на последице по безбедност саобраћаја и потенцијалне мере заштите.

Кључне речи: аутономна возила, VANET мрежа, 5G мрежа, IEEE стандарди комуникације

Abstract: Autonomous vehicles represent a revolution in mobility, but they also raise security challenges. With their emergence and the introduction of 5G networks, transport systems are becoming increasingly reliant on digital communication and real-time data processing. Connectivity via 5G networks and ad-hoc communication protocols makes them vulnerable to various forms of cyber attacks, which can endanger lives, property and public safety. This paper analyses the threats to which autonomous vehicles are exposed within the VANET network (a specialized class of ad-hoc networks in which vehicles function as nodes in a communication network) in a 5G environment. The consequences of an attack can be: complete disabling of one or more vehicles in the system, traffic accidents due to false data or errors in algorithms, compromising the privacy of passengers and vehicle owners, disruption of the operation of the transport infrastructure, as well as loss of public trust. Special emphasis in the work is placed on the consequences for traffic safety and potential protection measures.

Keywords: autonomous vehicles, VANET network, 5G network, IEEE communication standards

1. УВОД

За аутономно возило се каже да је то оно возило које се креће од једне до друге тачке без људске интеракције. Аутономност се постиже уградњом добро постављених сензора који детектују различите објекте као што су препреке на путу, људи, семафори и присуство других возила.

Аутономна возила представљају не само будућност, већ и садашњост на путевима око нас. Као и код конвенционалних возила, безбедност путника у возилу, али и осталих учесника у саобраћају, мора бити на првом месту. Од аутономних возила очекује се још већи допринос безбедности саобраћаја, а што представља и основни мотив њиховог развоја. Системи који се тренутно уграђују у аутономна возила нису конструисани тако да могу избећи препреке на путу маневрима на граници могућности возила и подлоге. За те потребе усвојен је универзални полигон заснован на стандардима ISO 3888-1 и ISO 3888-2 којим се може представити свака ситуација у којој се на путу испред возила нађе препрека коју треба избећи. За исцртавање путања за пролазак кроз полигон једно од рјешења је да се користе Безјеове криве.

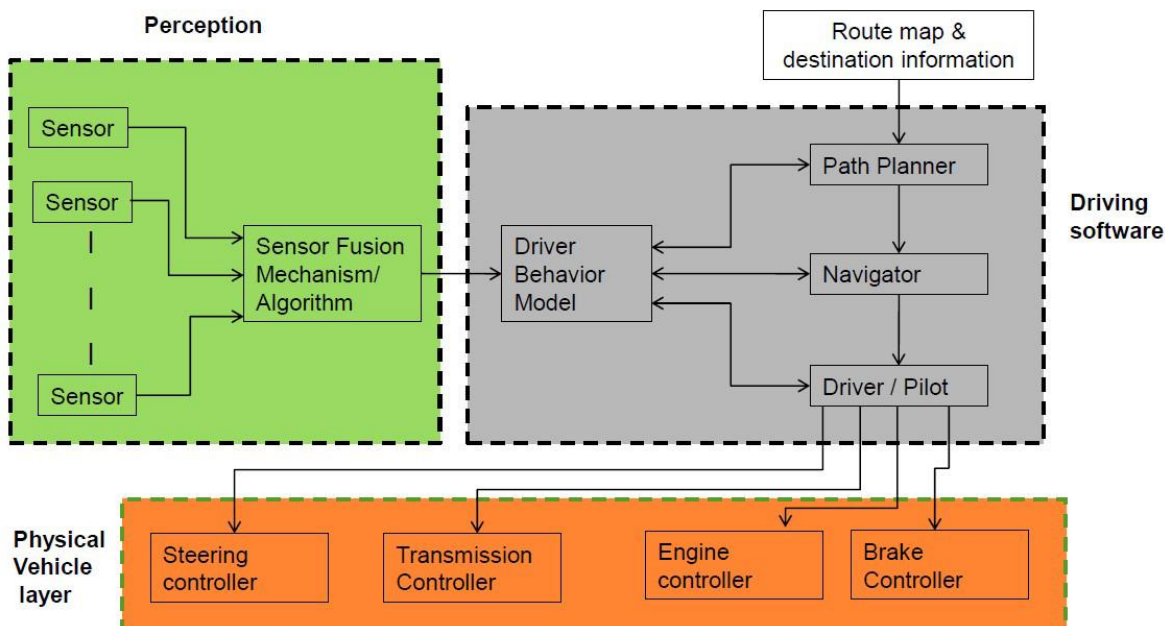
¹ Проф. емеритус др Зоран Ж. Аврамовић, Универзитет у Београду, Паневропски универзитет АПЕИРОН Бањалука (Пере Креце 13, Бања Лука, Република Српска, Босна и Херцеговина), zoran.avramovic@sf.bg.ac.rs;

² Др Борис Ковачић, Паневропски универзитет АПЕИРОН Бањалука (Пере Креце 13, Бања Лука, Република Српска, Босна и Херцеговина), boris.a.kovacic@apeiron-edu.eu;

³ Мр Марко Асановић, Универзитет Адриатик Бар, Црна Гора (Шеталиште Краља Николе, марина Бар, Бар, Црна Гора), asanovicmarko@live.com

Архитектура аутономног возила је заснована на хибридном рјешењу. Архитектура се може подијелити на три групе и то:

1. Ниво опажања чини фузија различитих сензора који помоћу програмираног алгорита прикупљају информације из спољашњег света.
2. Ниво управљачког софтвера чине агенти управљања возилом, планер пута, навигатор и возач. Овај ниво се може звати још и ниво промишљања.
3. Физички ниво возила у себи садржи контроле управљања возилом, прецизније речено контроле мотора, контроле управљања, контроле кочнице и контроле трансмисије. Физички ниво возила се може звати још и реактивни слој.



Слика 1. Скица архитектуре аутономног возила [10]

2. АРХИТЕКТУРА VANET МРЕЖЕ

Прикупљање и обрада података VANET мреже се може подијелити у неколико нивоа, а сви ти нивои заједно чине саму архитектуру мреже. Сви подаци се чувају и размењују у VANET клауд архитектури. Сврха постојања овакве архитектуре је смањење грешака које се догађају приликом детекције података, кашњења и самог квалитета.

Постоје три слоја архитектуре и они су: 1. слој прикупљања података о саобраћају, 2. инфраструктура као слој услуге и 3. VANET клоуд слој.

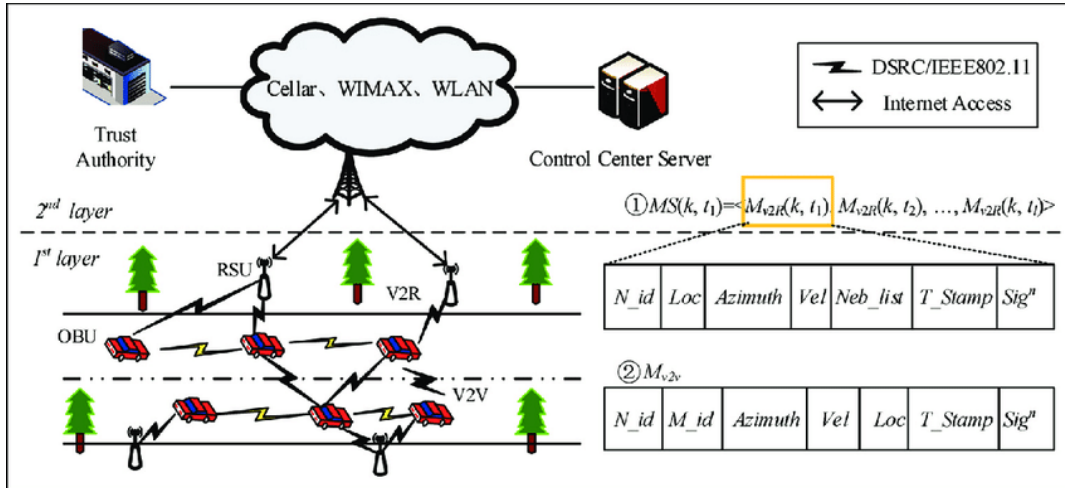
3. РАЗМЈЕНА ПОДАТАКА У VANET МРЕЖИ

Постоји неколико модела према којима се поруке шаљу и примају у VANET мрежи. Сваки модел ради на другачији начин, међутим заједничко им је то да осигуравају једноставан механизам размјене података. Постоје три модела размјене података и они су: реактивна размјена података, проактивна размјена података и хибридна размјена података.

Примјери напада на аутономна возила:

Аутономна возила, која се ослањају на вештачку интелигенцију, сензоре и бежичну повезаност, представљају револуцију у транспорту - али и нову мету за сајбер нападе. Аутономна возила су рањива јер су повезана са интернетом ради навигације, комуникације са другим возилима и инфраструктуром.

Користе сложене оперативне системе и фирмвер који могу имати безбедносне пропусте. Сајбер напади могу угрожити контролу над возилом, манипулисати подацима или ометати комуникацију са другим системима. Посљедице које могу бити резултат сајбер напада су преузимање контроле над возилом, крађа личних података путника, онемогућавање безбедносних система, изазивање саобраћајних незгода или саобраћајног хаоса.



Слика 2. Архитектура VANET мреже [15]

Да би превенирала наведене сајбер нападе индустрија ради на унапређењу криптографије и аутентификације комуникације, редовно унапређује и ажурира софтвер, те издаје системске закрпе, уводи нове и унапређује безбедносне протоколе за комуникацију возило-возило и возило-инфраструктура.

Нападач на аутономно возило обично користи рањивост у софтверу, слично нападу на рачунар у мрежи. Корази кроз које пролази приликом напада су: идентификација мете, приступ систему, преузимање контроле и изазивање штете.

Неки од примјера напада су:

- Године 2015. истраживачи Чарли Милер и Крис Валасек су даљински хаковали аутомобил *Jeep Cherokee* док је био у војњи, користећи лаптоп и интернет. Преузели су контролу над кочницама, брисачима, климом и мотором. Реакција произвођача *Fiat Chrysler*-а је да је опозвао 1,4 милиона возила ради сигурносне надградње.
- Рансонвер напад на луксузна возила у Лондону 2022. године, приликом којег су хакери украли 25 луксузних аутомобила користећи софистицирани хардвер. Усмјереним нападом на бесконтактне кључеве - копирањем сигнала, возила су откључана и покренута без физичког кључа.
- Возила Роботаксије компаније *Cruise* у Сан Франциску 2022. године су се груписала и зауставила на раскрсници, блокирајући саобраћај. Иако узрок није званично потврђен, сумња се на хакерски напад или софтверски квар.
- Хакери су успели извести упад у софтвер војног возила *Stryker*. Хакери су успели да компромитују софтвер оклопног транспортера америчке војске. Иако метак не може да га пробије, лаптоп може — што показује рањивост чак и најзаштићенијих система.
- *Consumer Watchdog* напад на Тесла возило 2022. године од стране непрофитне групе. Непрофитна група је успела да на екранима Теслиних возила прикаже поруку „!хакован!“. Циљ је био да се укаже на рањивост система и потребу за бољом заштитом.

4. СТАНДАРДИ И РЕГУЛАТИВА

Произвођачи имплементирају приступ безбједности при дизајну којим се сигурносни захтеви уграђују већ у фази развоја сваког подсистема.

- Примена *ISO/SAE 21434* стандарда за инжењерски рад на сајбер безбедности у возилима.
- Поштовање *UNECE R155* прописа о систему управљања сајбер безбедношћу *CSMS* и *R 156* о безбедном *OTA* ажурирању софтвера.
- Сегментација мреже унутар возила како би се изоловали инфотаинмент системи од критичних контролних јединица.

4.1. Регулатива

- Произвођачи захтевају од добављача примену *ISO/SAE 21434* и редовне ревизије сигурносних процеса.
- Захтевају примјену националних прописа и директива, као што је *EU NIS2* које доприносе јединственим захтевима за безбедност возила.

Заштита комуникације и хардверска рјешења произвођача

Сигурност бежичних интерфејса и контролера мреже у возилу кључна је за онемогућавање неodobреног приступа.

- Енкрипција од краја до краја *V2X* порука (возило-возило, возило-инфраструктура).
- Коришћење хардверских модула за управљање безбедносним кључевима (*HSM*) у *ECU* јединицама.
- Двофакторска аутентификација код приступа дијагностичким прикључцима.

5. БЕЗБЕДНОСТ VANET МРЕЖА

У *VANET* мрежама напади могу бити различити и угрожавају безбедност, поузданост и приватност комуникације између возила и инфраструктуре. Напади у *VANET*-у могу се класификовати на више начина.

По месту напада:

а) Напади на возила (*V2V*):

- Сибил напад – Нападнич емитује више лажних идентитета да би створио илузију великог броја возила у близини.
- Лажни информациони напад – Ширење лажних података (нпр. лажна информација о саобраћајној несрећи).

б) Напади на инфраструктуру (*V2I*):

- Поновљени напад – Снимање и поновно слање порука како би се систем довео у заблуду.
- Напад на човјека у средини – Пресретање и измена комуникације између возила и јединица поред пута (*RSU*).

Други напади на возила (*V2V*)

Сибил напад у *VANET* мрежама

Сибил напад је тип напада у ком један нападачки чвор (возило или уређај) симулира више различитих лажних идентитета у мрежи. Уместо да се појави као један чвор, нападач се представља као више различитих возила, шаљући лажне информације у име сваког од тих измишљених "чворова".

Циљ напада: манипулација мрежним протоколима који се ослањају на број чворова или њихову локацију, изазивање загушења, панику, или усмеравање возила на погрешан пут и подривање поузданости и безбедности мреже.

Мере заштите од *сибил* напада:

1. Аутентификација и сертификација чворова;
2. Детекција понашања;
3. Систем повјерења;
4. Локациона верификација;
5. Ограничен број идентитета по возилу.

Лажни информациони напад у *VANET* мрежама

Лажни информациони напад представља намерно слање лажних или измењених информација у саобраћајној мрежи са циљем да се изазове погрешно понашање других возила или целе мреже. То је облик активног напада, јер нападач активно шаље поруке са лажним садржајем.

Циљеви нападача: дезинформисање других возила ради стварања пометње, загушења, или саобраћајних инцидената, утицај на навигацију, рутирање, или одлуке возње и стварање предности за себе (нпр. скраћивање пута избегавањем гужве коју је сам лажно пријавио).

Примери у реалном сценарију:

1. Нападач шаље поруку: "Лазаревићева улица је затворена због незгоде – избегавајте!"
– Иако у стварности нема никакве несреће. Остали учесници почињу да користе алтернативне путеве → нападач избегава гужву.
 2. Нападач тврди: "Саобраћај је потпуно слободан на ауто-путу"
– Иако је ауто-пут заправо закрчен. Ово може изазвати веће гужве или чак саобраћајне незгоде.
- Мере заштите од „лажног информационог напада“: аутентификација извора поруке: крос-провера порука, локациона провера, историја понашања чвора и дигитални потписи и енкрипција.

Табела 1. Разлика између Сибил и лажног информационог напада

Карактеристика	Сибил напад	Лажни информациони напад
Број идентитета	Више лажних	Обично један
Проблем који изазива	Лажни број чворова	Лажни садржај информација
Циљ	Манипулација структуром мреже	Дезинформација других учесника

Напади на инфраструктуру (V2I):

Поновљени напад у VANET мрежама подразумева да нападач пресретне легитимну поруку, сачува је, а затим је касније поново емитује у мрежу као да је нова и валидна. Циљ напада је да се систем доведе у заблуду да је стара информација и даље актуелна, што може проузроковати погрешно понашање возила, загушења, или безбедносне ризике.

Како функционише?

1. Возило А пошаље важећу поруку: "Незгода на путу испред, избегавајте!" (са стварним временским печатом)
2. Нападач пресреће ту поруку и сачува је.
3. После неког времена (када је ситуација већ решена), нападач поново емитује исту поруку у мрежу.
4. Остала возила тумаче ту поруку као нову и реагују – иако је информација застарела и нетачна.

Табела 2. Кључна разлика између поновљеног напада и лажног информационог напада

Напад	Опис
Поновљени напад	Поновно слање раније важеће поруке да би се изазвала погрешна реакција.
Лажни информациони напад	Слање нове, али лажне поруке са погрешним информацијама.

Пример сценарија:

Возило А шаље поруку возилу Б: „Опасност – лед на путу испред.“ Нападач пресреће ту поруку, промени је у: „Пут је слободан – нема никаквих проблема.“ Возило Б добија лажну поруку → наставља без опреза → могућа незгода.

Циљеви нападача: преусмеравање саобраћаја, шпијунирање комуникације, уношење лажних података у мрежу и онемогућавање аутентификације и поверења.

Последице напада на човјека у средини: повреда приватности, губитак интегритета података, могућност далекосежних саботажа и потпуна деформација саобраћајног система у области.

Мере заштите од напада на човјека у средини: енкрипција саобраћаја, дигитални потписи и аутентификација са сертификатима.

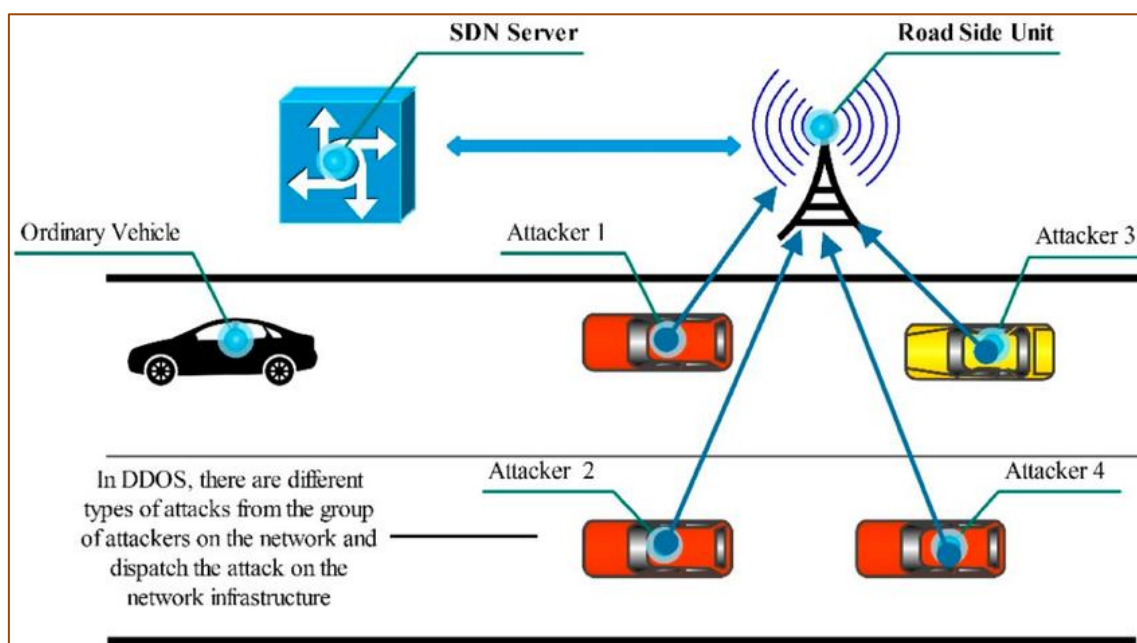
Кључне разлике: напада на човјека у средини у односу на поновљени напад у односу на лажни информациони напад

Карактеристика	Напад на човјека у средини	Поновљеног напада	Лажног информационог напада
Тип	Пресретање и модификација	Поновно слање старе поруке	Слање нове, лажне поруке
Контрола поруке	Потпуна (чита, мења, шаље)	Ограничена (само репродукује)	Потпуна (генерише од почетка)
Циљ	Обмана или шпијунажа	Забуна, дезинформација	Стварање лажне ситуације

а) Активни напади:

Ускраћивање услуге (*DoS*) као напад у *VANET* мрежама представља покушај онемогућавања нормалне комуникације између возила или између возила и инфраструктуре, преко преоптерећења мреже, ресурса или софтвера.

Циљ напада је да учини систем недоступним за легитимне кориснике – било краткорочно или трајно. Последице *DoS* напада: прекиди у *V2V/V2I* комуникацији, необрађене критичне поруке (нпр. кочење у хитним случајевима), пад мрежне инфраструктуре (*RSU*, контролни центри) и губитак поверења у безбедносне системе возила.



Слика 3. Примјер DDoS напада [11]

Заштита од тзв. напада ускраћивања услуге:

1. Ограничење стопе порука: *RSU* и возила ограничавају број порука које обрађују од истог извора у одређеном времену.
2. Откривање аномалија (системи за откривање упада): прати се неуобичајен број порука, брзина, величина пакета – откривају се сумњиви обрасци.
3. Физичка заштита (против ометања): коришћење фреквенцијског скока, мењивих канала и напредних антена.
4. Филтрирање на нивоу протокола: одбацивање порука које не поштују протокол (нпр. погрешна дужина, нетачна заглавља).
5. Криптографска заштита: иако не спречава напад ускраћивања услуге директно, онемогућава нападача да емитује валидне поруке у великом броју без одговарајућих сертификата.

Табела 3. Врсте ометачких напада

Тип	Опис
Непрекидни ометач	Стално емитује сигнал → тотална блокада канала
Насумични ометач	Омета комуникацију у насумичним временским интервалима
Реактивни ометач	Емитује само када детектује да друга порука иде ка пријемнику

Варљиви ометач	Емитује лажне, правилно форматиране сигнале → примаоци се збуњују
Селективни ометач	Бира које пакете/типове комуникације да омета

Циљеви нападача:

- Ономогућавање комуникације између возила (V2V) или возила и инфраструктуре (V2I)
- Спречавање обавештења о саобраћајним незгодама, условима или хитним упозорењима
- Збуњивање аутономних возила
- Припрема терена за друге нападе (нпр. напад ускраћивање услуге, Сибил, напад на човјека у средини)

Последице ометачког напада:

- Губитак свих облика комуникације (саобраћајне, безбедносне, контролне)
- Повећан ризик од судара или хаоса у саобраћају
- Пад система за навигацију и планирање пута
- Ономогућавање рада безбедносних система (ADAS, система избјегавање судара)

Заштита од ометачког напада:

1. Проширени спектар фреквенцијског скока: возила брзо мењају фреквенцију комуникације → тешко за нападача да прати,
2. Спектар ширења директне секвенце: порука се шири преко широког спектра → боља отпорност на шум,
3. Употреба вишеканалне комуникације: пребацивање комуникације на мање оптерећене канале,
4. Детекција на физичком слоју: надгледање нивоа шума, однос сигнал/шум, и других RF параметара као и препознавање ненормалне радио активности
5. Машинско учење IDS: коришћење алгоритама за препознавање шаблона који указују на ометање.

Табела 4. Практичне мере у реалним системима

Метод	Ефекат
Усмерене антене	Усмерава сигнал ка легитимним чворовима → смањује ефекат ометања
RSU Редуданса	Више RSU тачака → комуникација се преусмерава
Раговање у случају пада	Прелазак на LTE/5G ако DSRC падне
Јача криптографија	Спречава злоупотребу у комбинацији са другим нападима

б) Пасивни напади:

Прислушкивање је пасивни напад у којем неовлашћени нападач тајно прислушкује комуникацију између возила (V2V), или прикупља осетљиве или приватне информације и возила и инфраструктуре (V2I), са циљем да се то учини без ометања или измене порука.

Табела 5. Напад прислушкивањем разлика у односу на друге нападе

Тип напада	Активан	Мења поруке	Прислушкује	Опасност по приватност
Напад прислушкивањем	НЕ	НЕ	ДА	ДА ДА ДА
Напад на човјека у средини	ДА	ДА	ДА	ДА ДА ДА
Напад петљањем	ДА	ДА	НЕ	ДА ДА
Поновљени напад	ДА	НЕ	ДА (раније)	ДА

Напад тражењем у VANET-у представља злоупотребу комуникационих података да би се пратило кретање одређеног возила или возача у простору и времену. Ово је пасивни или полуактивни напад који нарушава приватност, али може имати и безбедносне импликације. Нападач користи информације као што су ID возила, GPS координате, време и брзина кретања из V2V/V2I порука да би формирао профил и руту кретања циљаног возила.

Табела 6. Важни концепти за заштиту приватности у VANET-у

Метод	Штити од праћења?	Напомена
Псеудоними	ДА	Мењају се редовно
Периоди тишине	ДА	Прекидају континуитет праћења
Мешање зона	ДА ДА	Јако ефикасне у градским зонама
Енкрипција	НЕ	Не штити од праћења по ID/локацији
Фузија локација	ДА	Намењено за мање прецизне апликације

в) По циљу напада:

- а) Напади на поверљивост (циљ је неовлашћени приступ подацима, нпр. лични подаци возача).
- б) Напади на интегритет: измена порука тако да се промени њихово значење (нпр. промене у порукама о саобраћају).
- с) Напади на доступност: онемогућавање нормалне комуникације између учесника у мрежи.
- д) Напади на аутентичност: лажирање идентитета учесника у мрежи (нпр. возило се представља као полицијско).

Табела 7. Описи напада

Врста напада	Опис
Сибил напад	Једно возило симулира више идентитета.
Напад злоћудним чвором	Злоћудни чвор привлачи саобраћај, а затим га одбацује.
Напад врућим чвором	Нападаци тунелирају пакете између удаљених делова мреже.
GPS лажирање	Слање лажних GPS сигнала ради нарушавања позиционирања возила.
Лажна информација	Ширење лажних информација о незгодама, саобраћају или опасностима.

6. ЗАШТИТА АУТОНОМНОГ ВОЗИЛА ОД МЕТА САЈБЕР НАПАДА УЗ ПОМОЋ СКАЧУЋЕГ СЕРВЕРА

Проблем који се јавља код свих претходно наведених случајева је сајбер напади на аутономна возила. Аутономна возила користе мноштво сензора, софтвера, мрежа (V2X), услуга облака и ECU уређаја. Ово их чини потенцијалном метом сајбер напада, као што су:

- Даљинско извршавање кода (RCE)
- Неовлашћени приступ (упад у ECU)
- Манипулација AI системом
- GPS лажирање / отмица
- Напад ускраћивањем услуге (DoS) на критичне контролне модуле

Ови напади могу:

- Потпуно преузети контролу над возилом
- Онемогућити комуникацију
- Узроковати директну физичку штету или незгоде.
- Решење безбедности коришћењем скачућег сервера-а као безбедносног филтера

Скачући сервер је посреднички сервер кроз који се мора проћи да би се приступило критичним системима, попут ECU, клауд сервиса возила или комуникационих канала.

У аутономном возилу, он се поставља између:

- Интерних система возила (CAN, ECU, AI модули, V2X комуникација)
- И свих спољних комуникационих тачака (клауд, OTA апдејт, V2I, сервиси, итд.)

Табела 8. Преглед заштите са скачућим сервером

Нападни сценарио	Скачући сервер штити?
Удаљени ECU приступ	ДА
OTA убризгавање малвера	ДА
V2I лажирање или отмица	ДА (филтрација и токени)
Праћење и њушкање	ДА (енкрипција и ауторизација)
AI тровање (убризгавање података)	ДА (контрола извора података)
Физички приступ порту (OBD-II)	НЕ (тражи физичке мере)

7. ЗАКЉУЧАК

Сходно наведеном видно је да је потребна боља заштита аутономних возила. Доступност аутономних возила путем меш мреже и различитих канала комуникације компликује заштиту возила. Једно од рјешења је скачући сервер као иновативно рјешење. Наиме скачући сервер је кориштен у заштити рачунарских мрежа превасходно за каналисање и заштиту база података. Као могуће рјешење се наводи у овом раду, јер на тај начин се каналише комуникација путем једног посредника и на тај начин се брани једна тачка.

У будућности иновација која ће се наметнути осим скачућег сервера као предложено рјешење за заштиту је заштитни зид, али је потребан одређен развој аутономних возила и сензора и *IoT* уређаја.

8. ЛИТЕРАТУРА

- [1] А. Костић-Љубисављевић, Б. Микавица, М. Стојановић, “Application, architectures and security of sdn based VANET networks,” *XLII Симпозијум о новим технологијама у поштанском и телекомуникационом саобраћају – Постел 2024*, Београд, 26-27. новембар 2024, sf.bg.ac.rs, 2024. <https://ebooks.sf.bg.ac.rs/index.php/1/catalog/view/24/36/756> (приступ 13.7.2025).
- [2] C. Brooks, *Inside Cyber: How AI, 5G, and Quantum Computing Will Transform Privacy and Our Security*. Wiley, 2024.
- [3] C. Cox, *An Introduction to 5G*. John Wiley & Sons, 2025.
- [4] C. Smith and No Starch Press, Inc, *The Car hacker’s handbook : a guide for the penetration tester*. San Francisco No Starch Press, 2016.
- [5] D. H. Morais, *5G/5G-Advanced, Wi-Fi 6/7, and Bluetooth 5/6*. Springer Nature, 2025.
- [6] Д. Д. Стаменковић, “Модел управљања аутономним моторним возилом” докторска дисертација, Универзитет у Београду Машински факултет, https://nardus.mfn.gov.rs/bitstream/handle/123456789/22325/Disertacija_15219.pdf?sequence=1&isAllowed=y (приступ 13.7.2025).
- [7] Ioannou, Prabagarane Nagaradjane, V. Vassiliou, A. Pitsillides, and C. Christophorou, *Distributed Artificial Intelligence for 5G/6G Communications*. CRC Press, 2024.
- [8] Jagodić, S. Kasapović, and L. Banjanović-Mehmedović, “Sigurnosni uslovi i primjer aplikacije u mreži vozila,” vol. 15, p. 363, 2016, Accessed: Jul. 13, 2025. [Online]. Available: <https://infoteh.etf.ues.rs.ba/zbornik/2016/radovi/KST-3/KST-3-6.pdf>
- [9] M. Kim et al., “A Secure Batch Authentication Scheme for Multiaccess Edge Computing in 5G-Enabled Intelligent Transportation System,” *IEEE access*, vol. 10, pp. 96224–96238, Jan. 2022, doi: <https://doi.org/10.1109/access.2022.3205001>.
- [10] М. Н. Кајтез, “Аутономна возила: почетак и примена роботизованих возила у саобраћају”, *eRAF Journal on Computing Vol. 6*, 2014. https://raf.edu.rs/wp-content/uploads/2021/docs/Autonomna_vozila_Kajtez.pdf (приступ 13.7.2025).
- [11] Rashid, Kanwal & Saeed, Yousaf & Ali, Abid & Jamil, Faisal & Alkanhel, Reem & Muthanna, Ammar. (2023). An Adaptive Real-Time Malicious Node Detection Framework Using Machine Learning in Vehicular Ad-Hoc Networks (VANETs). *Sensors*. 23. 2594. 10.3390/s23052594. https://www.researchgate.net/publication/368818217_An_Adaptive_Real-Time_Malicious_Node_Detection_Framework_Using_Machine_Learning_in_Vehicular_Ad-Hoc_Networks_VANETs (приступ 13.7.2025).
- [12] Sagar Dhanraj Pande and Aditya Khamparia, *Networks Attack Detection on 5G Networks using Data Mining Techniques*. CRC Press, 2024.
- [13] S. S. Shah, A. W. Malik, A. U. Rahman, S. Iqbal, and S. U. Khan, “Time Barrier-Based Emergency Message Dissemination in Vehicular Ad-hoc Networks,” *IEEE Access*, vol. 7, pp. 16494–16503, 2019, doi: <https://doi.org/10.1109/access.2019.2895114>.
- [14] T. Pawan Fowdur, Madhavsingh Indoonundon, D. A. Milovanovic, and Z. S. Bojkovic, *5G NR Modelling in MATLAB*. CRC Press, 2024.
- [15] Xin, Yan & Feng, Xia. (2019). Replica attack detection method for vehicular ad hoc networks with sequential trajectory segment. *International Journal of Distributed Sensor Networks*. 15. 155014771982750. 10.1177/1550147719827500. https://www.researchgate.net/publication/331230157_Replica_attack_detection_method_for_vehicular_ad_hoc_network_s_with_sequential_trajectory_segment (приступ 13.7.2025).

ОБУКА ПРОФЕСИОНАЛНИХ ВОЗАЧА У АКТУЕЛНИМ РЕГУЛАТОРНИМ УСЛОВИМА

TRAINING OF PROFESSIONAL DRIVERS UNDER CURRENT REGULATORY CONDITIONS

Саша Здравковић¹, Радован Вишковић², Павле Гладовић³, Ксенија Здравковић⁴

Резиме: Циљ рада је компаративна анализа утицаја савремених регулаторних промена у Европској унији и Републици Србији на систем обуке професионалних возача комерцијалних возила, са нагласком на њихову улогу у унапређењу безбедности друмског саобраћаја. Посебно је разматрана еволуција нормативног оквира у периоду 2003–2022, од Директиве 2003/59/ЕЗ до Директиве 2022/2561/ЕЗ, којом се систем унапређује кроз дигитализацију наставе, промоцију еколошки одговорне и безбедносно оријентисане вожње и примену флексибилнијих метода учења. Истраживање је постављено у контекст глобалне иницијативе „Друга Декада акције за безбедност саобраћаја 2021–2030“, чији је циљ смањење броја погинулих у саобраћајним незгодама за најмање 50% (United Nations, 2021). Хипотеза је да усаглашавање националног система обуке са европским стандардима доприноси значајном унапређењу безбедности и ефикасности друмског транспорта. Истраживање је засновано на дескриптивној, аналитичкој, компаративној и синтетичкој методи, уз допуну статистичким показатељима и анализом студија случаја. Посебан акценат дат је изазовима усаглашавања домаћег система обуке са европским стандардима – институционалним, технолошким и педагошко-андрагошким. На основу анализе формулисана су препоруке усмерене на јачање интерсекторске сарадње, модернизацију наставних програма и континуирани професионални развој возача, чиме се доприноси стварању безбеднијих и компетентнијих учесника у саобраћају.

Кључне речи: безбедност саобраћаја, возачке компетенције, обука возача, професионални возачи, регулаторни услови

Abstract: The aim of this paper is a comparative analysis of the impact of contemporary regulatory changes in the European Union and the Republic of Serbia on the training system for professional drivers of commercial vehicles, with an emphasis on their role in improving road traffic safety. Particular attention is given to the evolution of the regulatory framework in the period 2003–2022, from Directive 2003/59/EC to Directive 2022/2561/EC, which advances the system through the digitalization of teaching, the promotion of environmentally responsible and safety-oriented driving, and the application of more flexible learning methods. The research is set within the context of the global initiative Second Decade of Action for Road Safety 2021–2030, whose goal is to reduce the number of road traffic fatalities by at least 50% (United Nations, 2021). The starting hypothesis of the paper is that the alignment of the national training system with European standards significantly contributes to the improvement of road transport safety and efficiency. The research is based on descriptive, analytical, comparative, and synthetic methods, supplemented with statistical indicators and case study analysis. Special emphasis is placed on the challenges of harmonizing the national training system with European standards—institutional, technological, and pedagogical–andragogical. Based on the analysis, recommendations have been formulated aimed at strengthening intersectoral cooperation, modernizing training programs, and supporting the continuous professional development of drivers, thereby contributing to the creation of safer and more competent road users.

Keywords: road safety, driver competencies, driver training, professional drivers, regulatory framework

1. УВОД

Професионални возачи комерцијалних возила представљају једну од кључних категорија учесника у друмском саобраћају, јер њихове компетенције директно утичу на безбедност, ефикасност и одрживост транспортног система (Агенција за безбедност саобраћаја [АБС], 2022). У условима динамичних промена саобраћајне политике Европске уније (ЕУ) и Републике Србије, квалитет основне и периодичне обуке возача добија стратешки значај.

¹ Виши 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, Факултет техничких наука, Трг Доситеја Обрадовића бр.6, 21000 Нови Сад, Република Србија, anairavle@gmail.com

⁴ Водећи администратор, Ксенија Здравковић, мастер економиста, АМСС Центар за моторна возила, Кнегиње Зорке бр. 58, 11000 Београд, Република Србија, ksenija.zdravkovic@yahoo.com

Савремени регулаторни оквири, као што је Директива 2003/59/ЕЗ, усмерава обуку професионалних возача кроз стандардизоване програме и минимални број часова, са циљем унапређења безбедности друмског саобраћаја (European Commission, 2003).

Усвајањем Директиве 2003/59/ЕЗ, Европска унија је успоставила стандарде основне и периодичне обуке професионалних возача, наглашавајући стручну компетентност као предуслов безбедне и ефикасне вожње (European Commission, 2003). Директива 2022/2561/ЕЗ додатно унапређује овај оквир кроз дигитализацију наставних процеса, промоцију еколошки одговорне и безбедносно оријентисане вожње, као и примену флексибилнијих метода учења прилагођених одраслим полазницима (European Commission, 2022). Ове промене носе значајне институционалне, педагошке и андрагошке импликације.

На глобалном плану, реформе су усклађене са иницијативом Уједињених нација „Друга декада акције за безбедност саобраћаја 2021–2030“, која има за циљ смањење броја погинулих у саобраћајним незгодама за најмање 50% (United Nations, 2021). Иницијатива наглашава системски и интерсекторски приступ безбедности друмског саобраћаја, у оквиру кога професионални возачи имају кључну улогу.

У Републици Србији процес усаглашавања националних прописа са европским стандардима прати низ изазова, нарочито у области институционалних капацитета за примену савремених модела наставе, технолошке инфраструктуре неопходне за дигитализацију и методолошког прилагођавања наставе одраслих (European Commission, 2025; Zdravković, 2025). Иако постоји свест о значају модернизације система, пракса показује потребу за додатним улагањима у наставне програме, кадрове и методе континуираног професионалног развоја возача (Zdravković, 2025).

Полазећи од наведеног, циљ овог рада је анализа утицаја савремених регулаторних промена на систем обуке професионалних возача, са нагласком на институционалне, технолошке и педагошко-андрагошке аспекте њихове примене у Србији. Научни допринос огледа се у компаративној анализи европских и националних модела обуке, идентификацији изазова у њиховој примени и формулисању препорука за унапређење наставне праксе и политика безбедности друмског саобраћаја (European Commission, 2022; United Nations, 2021).

2. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ

Истраживање је засновано на систематској анализи домаће и стране литературе, са нагласком на интернет-изворе и релевантне стручне публикације (Elvik & Vaa, 2021; European Commission, 2003; ABS, 2022). Посебна пажња посвећена је законским регулативама из националног и међународног законодавства, са фокусом на земље Европске уније (ЕУ27) и анализу директива које уређују обуку професионалних возача (European Commission, 2022). Допунски подаци преузети су из извештаја националних и међународних институција о саобраћајним незгодама, као и из стандарда менаџмента квалитетом и безбедношћу, пре свега ISO 9001 и ISO 39001 (Johansson, 2012).

У истраживању су примењене следеће методе:

- **Дескриптивна метода** – за опис појава и процеса у моделима обуке професионалних возача у државама чланицама ЕУ27 и у Републици Србији, као и смерница за њихово унапређење.
- **Аналитичка метода** – за анализу постојећих модела и стања безбедности друмског саобраћаја у посматраним државама.
- **Компаративна метода** – за поређење модела обуке и статистичких показатеља безбедности друмског саобраћаја.
- **Синтетичка метода** – за интегрисање резултата и повезивање модела обука са индикаторима безбедности возача комерцијалних возила.
- **Статистичка метода** – за анализу квантитативних података о саобраћајним незгодама, учинку возача и ефикасности наставних модела.

Поред тога, анализирани су резултати иницијалних и периодичних обука, укључујући испитне исходе, евалуације кандидата на тестовима, као и резултате семинара и других програма континуираног професионалног развоја (Zdravković, 2025; European Commission, 2025). Оваквим приступом добијена је целовита слика о утицају регулаторних промена на систем обуке и компетенције професионалних возача, са акцентом на безбедност и квалитет вожње. Ограничење истраживања представља

непостојање довољног броја емпиријских студија о ефектима нових директива у Србији, што условљава ослањање на компаративне и индиректне показатеље.

3. РЕЗУЛТАТИ

Истраживање је показало да еволуција регулаторног оквира ЕУ, кроз Директиву 2003/59/ЕЗ и измену 2022/2561/ЕЗ, утиче на квалитет обуке професионалних возача и безбедност друмског саобраћаја. Иако директиве постављају стандарде за квалификацију и периодичну обуку, недостаје јединствен систем оцењивања исхода, као и прецизна регулатива о кадровима и методама наставе. Ово указује на потребу за унапређењем хармонизације система обуке, применом дигиталних и флексибилних метода и перманентном евалуацијом процеса ради праћења нивоа остварених компетенција. (European Commission, 2003; European Commission, 2022)

3.1. Еволуција регулаторног оквира у ЕУ

Историјски развој регулативе за обуку професионалних возача у Европској унији започео је усвајањем Директиве 76/914/ЕЕЗ (Council of the European Communities, 1976), која је покренула процес стандардизације квалификација. Иако је у већини држава обука у почетку имала препоручен карактер, земље попут Француске и Холандије увеле су обавезне програме, указујући на рано препознавање значаја систематског развоја стручних компетенција. Услед глобалних друштвено-економских промена током 1980-их, јавља се повећана потражња за транспортним услугама и истовремени недостатак квалификованих возача, што је негативно утицало на безбедност и ефикасност друмског саобраћаја.

Објављивање Беле књиге о транспорту (European Commission, 1992) означило је почетак либерализације транспортног тржишта у ЕУ и нагласило значај професионалних компетенција возача за безбедност саобраћаја. Стандардизација обуке настављена је Директивом 2003/59/ЕЗ, која је увела обавезну иницијалну и периодичну обуку (СРС) са фокусом на безбедну вожњу и уједначене критеријуме широм ЕУ (European Commission, 2003), а Директива 2022/2561/ЕЗ додала је дигиталне технологије, флексибилне методе учења и промоцију еколошки одговорне вожње прилагођене одраслим полазницима (European Commission, 2022).

Поред регулативе, значајан допринос безбедности има и стандард ISO 39001, који унапређује системско управљање безбедношћу друмског саобраћаја. Истраживање спроведено у 141 компанији у Шведској показало је да је 40% организација остварило финансијске користи, док је 72% оценило примену стандарда као високо ефикасну (Johansson, 2012), што подржава дугорочну визију Европске комисије о „нули смртних случајева до 2050. године“ (European Commission, 2011).

Иако регулативни оквир доприноси побољшању безбедности, његова ефикасност је ограничена због недовољно прецизно дефинисаних исхода учења и слабе интеграције дигиталних алата и система за асистенцију у вожњи (Sullman, Dorn & Niemi, 2021; Samuel & Rowe, 2023; Silla & Laitinen, 2023). Симулациона и ситуациона обука показују потенцијал за развој когнитивних и психомоторних способности, али недостају убедљиви докази о дугорочном утицају на смањење ризика од незгода.

Један од кључних изазова у систему обуке професионалних возача је одсуство системске евалуације исхода обуке и њиховог утицаја на понашање возача у реалним условима саобраћаја (Elvik & Vaa, 2021). Истраживања показују да примена симулатора остаје ограничена и недовољно интегрисана у стратегије управљања ризиком (Murray & Watson, 2023), а недостатак континуираног усавршавања инструктора доводи до фокусирања на полагање испита уместо на развој безбедносне културе и дефанзивних стилова вожње (Watson-Brown, Scott-Parker, Simons-Morton & Senserrick, 2020). Упркос овим ограничењима, европске директиве и стандарди значајно су допринели унапређењу стручне обуке и побољшању безбедности друмског саобраћаја, пружајући основу за адаптацију и унапређење обуке у националним контекстима, као што је Србија (European Commission, 2003, 2022). Перманентна евалуација и праћење остварених компетенција остају кључни за даље усавршавање система.

3.2. Анализа регулаторног оквира у Србији

Национални оквир за обуку професионалних возача у Републици Србији развија се постепено, уз све интензивније усаглашавање са прописима и стандардима Европске уније. Полазећи од сопствених безбедносних приоритета и европских препорука, Србија је 2009. године усвојила нови Закон о

безбедности саобраћаја на путевима (Закон о безбедности саобраћаја на путевима, 2009, чл. 203), чиме је постављена основа за уређење система професионалне обуке возача.

Кључни кораци уследили су 2018. године доношењем два подзаконска акта:

- Правилник о условима и начину стицања сертификата о стручној компетентности и квалификационе картице возача (Сл. гл. РС, бр. 102/2018), и
- Правилник о условима које мора да испуњава правно лице које врши професионално оспособљавање возача (Сл. гл. РС, бр. 102/2018, 29/2025).

Овим актима уведена је обавезна обука и полагање испита за стицање професионалне компетентности. Возачима који су стекли дозволу за категорије C1, C1E, C, CE, D1, D1E, D и DE до 30. децембра 2019. године призната су стечена права, што је у складу са Директивом 2003/59/ЕЗ (Directive 2003/59/EC, 2003, чл. 4).

Модел обуке у Р. Србији у великој мери је усаглашен са Директивом 2003/59/ЕЗ. Он предвиђа обавезну обуку у прописаном броју часова и полагање испита, са изузетком за возаче са признатим правима. Систем укључује стандардне и убрзане програме, као и додатне обуке за проширење квалификација, слично члану 5(5) Директиве 2003/59/ЕЗ.

Врсте обавезних обука обухватају:

- **Основна обука** – најмање 280 наставних часова,
- **Основна убрзана обука** – најмање 140 наставних часова,
- **Додатна обука** – најмање 70 наставних часова,
- **Додатна обука** – најмање 35 наставних часова.

Главна разлика између српског и европског модела односи се на критеријум за избор програма. Док ЕУ повезује тип обуке са узрастом возача, Србија примењује критеријум образовног нивоа – возачи са најмање трогодишњим средњим образовањем похађају убрзану обуку, а остали комплетан програм од 280 часова. Возачи са завршеним најмање трогодишњим средњим образовањем похађају основну убрзану обуку од 140 часова, док они без тог нивоа образовања морају завршити пун програм од 280 часова (Табела 1).

Табела 1. Модел обуке возача у Републици Србији

Категорија лиценце	Возачка категорија	Године старости за приступ квалификацији		Образовање/ број сати обуке		Додатна обука	
		C1, C1E	C i CE	Основно – II сред.	280	70	Превоз путника
Превоз терета	C1, C1E, C и CE	18	18	III сред и више	140	35	
		/	18*	Стечена права / Возач м/в III степен стручне спреме*		35	
Превоз путника	D1, D1E, D и DE	D1, D1E	D i DE	Основно – II сред.	280	70	Превоз терета
		18	21	III сред. и више	140	35	
		/	/	Стечена права		35**	

* Возачку дозволу за C i CE категорију може добити ученик средње школе који је добио диплому за образовни профил возач моторних возила и њему се признаје почетна квалификација за превоз терета.

** Возач који је заменио возачку дозволу друге државе за возачку дозволу Републике Србије а који има положену D категорију са датумом стицања пре 30.12.2019. године, призната стечена права за превоз путника, а C категорију је стекао након 30.12.2019.

Напомена. Подаци преузети из Здравковић, Gladović, & Здравковић (2022).

Периодична обука, у складу са чланом 7. Директиве, подразумева 35 часова наставе у оквиру петогодишњег циклуса (Directive 2003/59/EC, 2003, чл. 7). Овај облик обуке је обавезан и за возаче са признатим стеченим правима.

Услови за наставни кадар у Србији су релативно строги јер су предавачи приликом сертификације морали да имају најмање VII степен стручне спреме и годину дана радног искуства, док су инструктори морали да поседују најмање три године радног искуства или пет година међународног искуства као возачи са квалификационом картицом. У поређењу са Директивом, која оставља већу флексибилност државама чланицама, српски модел је рестриктивнији (Directive 2003/59/EC, 2003).

Измене Закона из 2025. године донеле су значајне промене: обука више није обавезна за све полазнике изузев младих возача који стичу дозволе пре 21. године.

Такође, продужено је важење квалификационе картице на седам година за дозволе издате до 31.12.2020, укидајући обавезу похађања пет семинара у међувремену (Закон о изменама и допунама Закона о безбедности саобраћаја на путевима, 2025).

Иако ове мере смањују трошкове и административна оптерећења, оне доводе у питање континуитет професионалне едукације и контролу компетенција возача. Затварање центара за обуку и смањење броја обука може имати негативан утицај на безбедност друмског саобраћаја.

Насупрот томе, Директива 2022/2561/EC наглашава значај стандардизованих програма, дигитализације наставе, подршке наставном кадру и еколошки одговорне вожње (European Commission, 2022), што представља смернице за даљи развој система у Србији.

3.3. Статистички трендови

Усаглашеност система обуке са европским стандардима показује значајан утицај на смањење броја саобраћајних незгода. Док државе ЕУ бележе стабилан пад броја незгода, Србија бележи позитивне, али спорије трендове (European Commission, 2025; Schindler, Smith & Müller, 2022). Према подацима Европске комисије (2025), тешка теретна возила (HGV) учествују у око 4–5% незгода у земљама ЕУ, али су одговорна за приближно 14% смртних исхода (видети График 1). *График 1.*

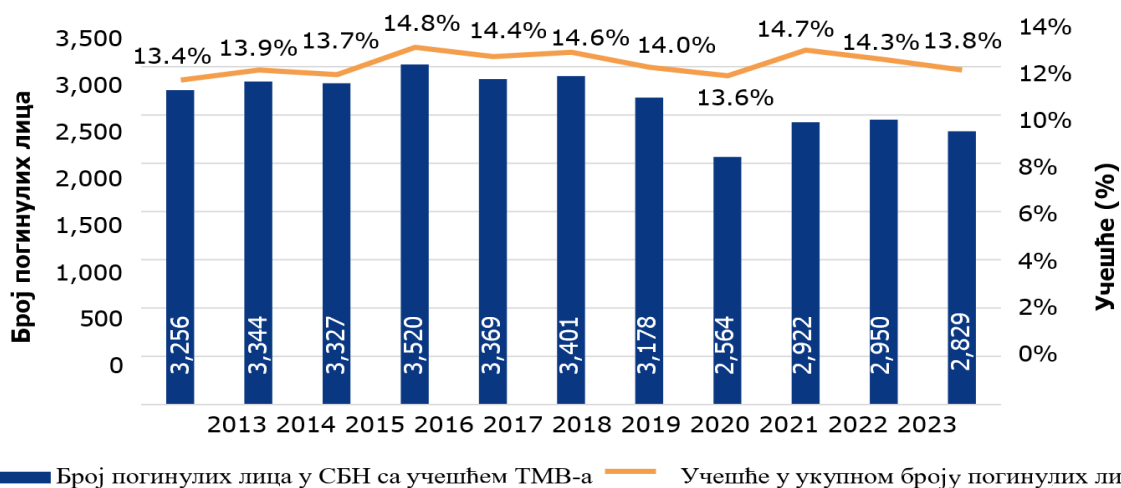


График 1. Годишњи број смртних случајева у незгодама које укључују ТМВ возила и њихов удео у укупном броју смртних случајева у ЕУ27 (2013–2023).

Извор: (European Commission, 2025)

Идентични проблеми уочавају се и у области превоза путника где аутобуси учествују у 2% свих саобраћајних незгода са смртним исходом, при чему су жртве често пешаци (25%) (European Commission, 2025), видети *График 2*. Ови подаци истичу потребу за интензивнијом и квалитетнијом обуком, са фокусом на заштиту рањивих учесника у саобраћају.

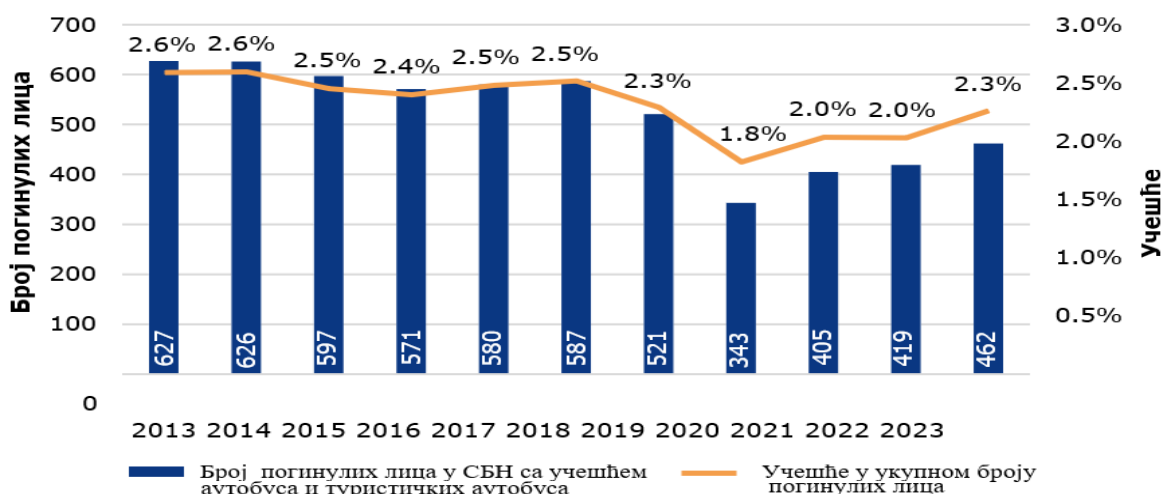


График 2. Годишњи број смртних случајева у незгодама које укључују БУС и туристичке БУС-еве и њихов удео у укупном броју смртних случајева у ЕУ27 (2013–2023).

Извор: (European Commission, 2025)

Директива 2022/2561/ЕС утврђује минималне услове за стицање професионалних возачких дозвола категорија „С“ (18 година) и „D“ (21 година) уз завршену обуку, чиме се директно повезује стицање професионалних возачких категорија са стручном квалификацијом. Истовремено, стратешки документи ЕУ наглашавају значај дигитализације возачких дозвола, хармонизације наставних стандарда, процене психофизичких способности и континуираног унапређења обуке ради побољшања безбедности и квалитета вожње у свим државама чланицама (European Commission, 2018, 2020, 2022, 2023).

Циљ је обезбедити јединствен и транспарентан систем обуке и сертификације који унапређује безбедносну културу, стандарде наставног кадра и компетенције возача у целој Европској унији, у складу са концептом „Vision Zero“ и средњорочним циљевима смањења погинулих и тешко повређених лица до 2030. године (European Commission, 2019; European Commission, 2022).

Према доступним подацима Агенције за безбедност саобраћаја у Републици Србији се у периоду од 2017. до 2021. године догодило 640 саобраћајних незгода са смртним последицама (СН ПОГ) у којима су учествовала комерцијална возила (теретна возила и аутобуси) и 13.238 саобраћајних незгода са учешћем комерцијалних возила у којима је било повређених лица (СН ПОВ). Саобраћајне незгоде са учешћем комерцијалних возила, у којима је било погинулих лица, чине **26% од укупног броја саобраћајних незгода** са погинулим лицима. У овим саобраћајним незгодама погинуло је 734 лица и 21.015 лица је повређено. **То је око 27% свих погинулих (ПОГ) и око 21% свих повређених (ПОВ) лица у саобраћајним незгодама** (Агенција за безбедност саобраћаја [АБС], 2022).

Од укупног броја погинулих лица у саобраћајним незгодама са учешћем комерцијалних возила, 623 лица (85%) је погинуло у незгодама у којима је један од учесника теретно возило, а 128 лица (17%) у незгодама у којима је један од учесника аутобус. 17 лица (2%) је погинуло у саобраћајним незгодама у којима су учествовали и камион и аутобус. ([АБС], 2022).

Подаци потврђују да професионални возачи и комерцијална возила имају значајан утицај на безбедност саобраћаја. Док ЕУ бележи пад броја незгода захваљујући стандардизованој обуци, Србија бележи спорији, али позитиван тренд. Упркос мањем учешћу комерцијалних возила у укупном броју саобраћајних незгода, ова возила узрокују несразмерно висок број смртних исхода, нарочито међу рањивим учесницима. Ово указује на потребу да Србија унапреди систем обуке у складу са европским стандардима, применом дигиталних алата и флексибилних образовних приступа. Усаглашавање са Директивом 2022/2561/ЕС кључно је за смањење најтежих незгода и унапређење безбедности саобраћаја.

3.4. Резултати истраживања ефективности периодичних обука професионалних возача у Србији

Истраживање је обухватило 4.193 професионална возача који су поседовали почетну квалификацију, стечену путем основне обуке или признавањем стечених права. Ефективност периодичних обука оцењивана је компаративном анализом резултата улазних и излазних тестова током једног циклуса од пет тематских семинара, при чему су тестови садржали по 20 питања са четири понуђена одговора.

Анализа је показала статистички значајно побољшање знања у свим испитиваним областима (в. Графикон 3), на основу података из истраживања коауторке рада (Здравковић, 2025). Највећи напредак постигли су возачи са вишим нивоом образовања и дужиим радним искуством, посебно у области међународног транспорта. Уочена је и разлика у корист оних који су завршили основну обуку у односу на возаче са признатим правима, што указује на већи ефекат формализованог образовања.

Тестирање је обухватило следеће области:

- I. Актуелни прописи из области транспорта терета и путника-**тестирано 636 возача**
- II. Основни прописи из области времена управљања и одмора возача и коришћења тахографа – **тестирано 580 возача,**
- III. Актуелни проблеми при коришћењу тахографског уређаја, неисправности и казне за учињене прекршаје-**тестирано 1.163 возача,**
- IV. Правилно коришћење возила, утовар/истовар терета у складу са безбедносним захтевима **тестирано 1015 возача**
- V. Документа која прате превоз-**тестирано 799 возача.**

Најбољи резултати постигнути су у области времена управљања и употребе тахографа (68%), као и у областима прописа у транспорту и процедура утовара и истовара (64%). Најслабији резултати (32%) остварени су у области практичне примене тахографа и идентификације грешака, што указује на потребу за унапређењем садржаја и методологије наставе у овом сегменту.

Анализа улазних и излазних резултата показала је да је највећа разлика (41%) забележена у области документације која прати превоз, што указује на високу ефикасност наставног процеса у овом сегменту. Према Графикону 4, укупни резултати улазно-излазног тестирања нису показали статистички значајне разлике између возача теретног и путничког превоза, али су уочене специфичности по тематским целинама. Најизраженија разлика је у области документације где су возачи путничког саобраћаја имали нешто боље почетне резултате (48%) од возача теретног саобраћаја (45%), што се повезује са чешћом контролом документације у јавном и међународном превозу путника.

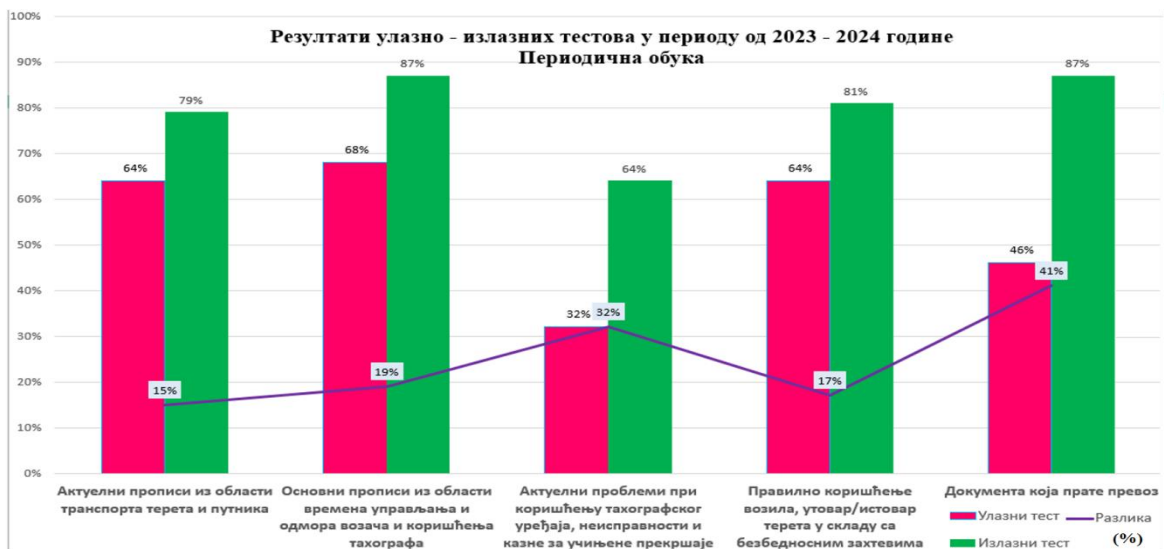


График 3. Резултати улазно-излазних тестова(I-V) у периоду од 2023 до 2024. године
Извор: Здравковић, К. (2025).

Ипак, возачи теретног транспорта постигли су већи напредак током обуке — са коначним резултатом од 89% у односу на 83% код возача путничког превоза. Разлика између улазног и излазног теста износила је 44% за теретни и 35% за путнички превоз, што потврђује изразиту ефикасност наставе код возача теретног транспорта, посебно у активирању претходно стеченог практичног знања (нпр. товарни листови, царинска документација).

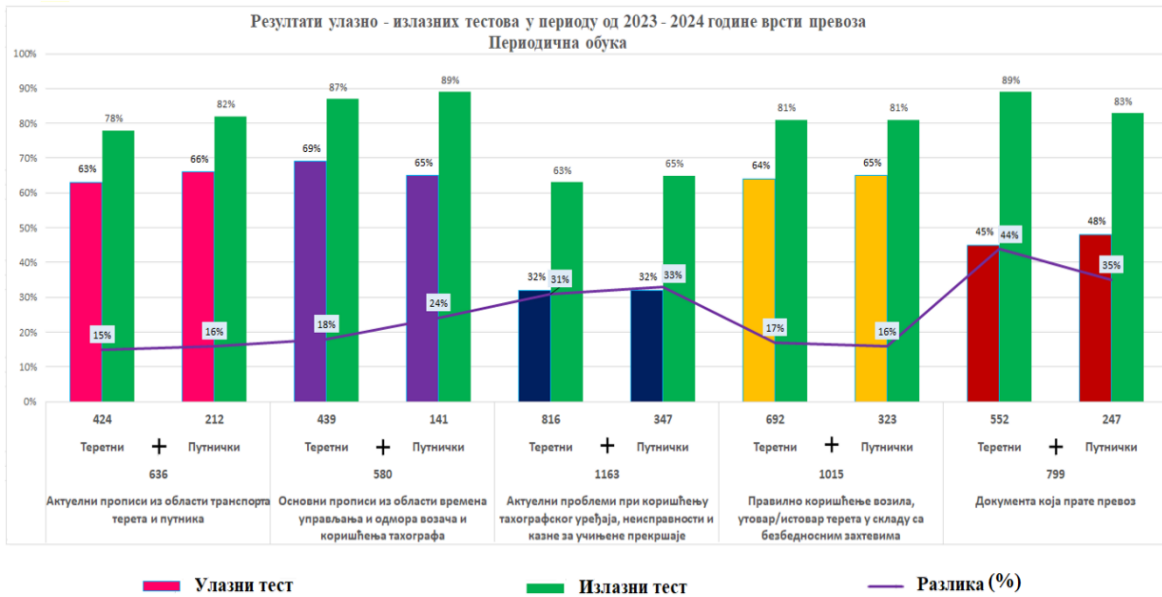


График 4. Резултати улазно излазних тестова(I-V) у периоду од 2023 до 2024. године са приказом возача који поседују квалификацију за превоз терета и за превоз путника
Извор: Здравковић, К. (2025).

У области прописа о времену управљања и употреби тахографа, возачи теретног превоза имали су нешто боље улазне резултате (69% према 65%), што се може објаснити строжом контролом у међународном транспорту.

Међутим, возачи путничког саобраћаја остварили су већи напредак након обуке (24% према 18%), завршивши са просеком од 89% (у односу на 87%). Ови резултати указују да радно окружење значајно утиче на ефекте обуке, нарочито у јавном путничком превозу, где су безбедност и поштовање прописа директно повезани са квалитетом услуге. На основу анализе улазно–излазних тестова и резултата остварених током семинара периодичних обука професионалних возача, спроведена је евалуација квалитета наставног процеса и рада предавача. Оцене предавача, које су полазници давали по завршетку наставе (на скали од 1 до 5, где „1“ означава потпуно незадовољство, а „5“ потпуно задовољство), приказане су на Графику 5.

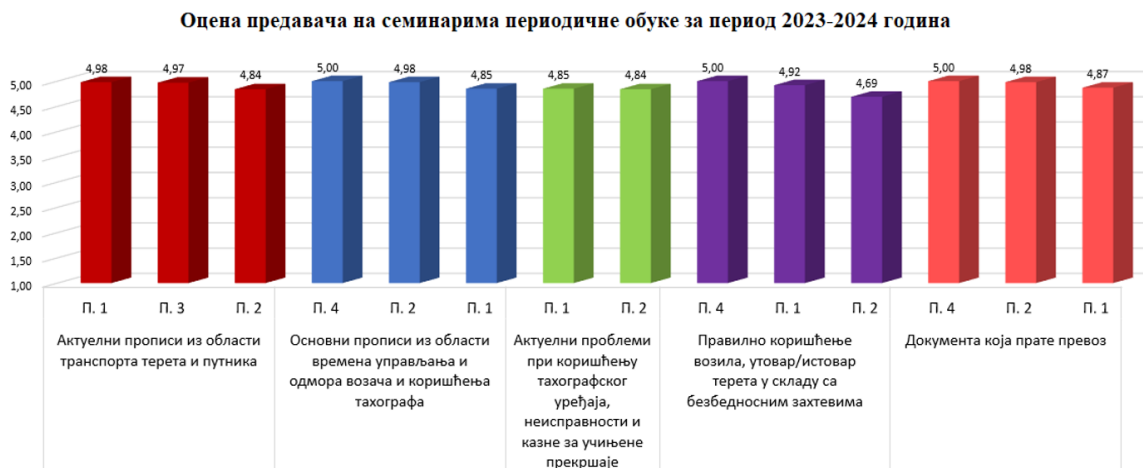


График 5. Оцена предавача на семинарима периодичне обуке за период 2023-2024 година
Извор: Здравковић, К. (2025).

Резултати показују да су предавачи добили изузетно високе просечне оцене, независно од почетног нивоа знања и постигнутих резултата полазника. Тако је код семинара са најслабијим улазно–излазним резултатима (Семинар III – Актуелни проблеми при коришћењу тахографских уређаја) просечна оцена

износила 4,85, док је код семинара са највећим напредком (Семинар V – Документација која прати превоз) просечна оцена била 4,95.

Ови налази указују да перцепција квалитета наставног процеса од стране полазника није директно повезана са објективним резултатима тестирања, већ да учесници углавном високо оцењују рад предавача чак и у случајевима када су постигнути резултати знања били релативно скромнији.

Анализа евалуационих података са Графика 6 и Графика 7 показала је конзистентно висок ниво задовољства полазника у свим параметрима. Једина значајнија разлика уочена је у сегменту који се односи на новину наставних садржаја: на питање „Оно што смо учили је било ново за мене“ Семинар III је добио просечну оцену (4,58), а Семинар V (4,73). То указује да су полазници Семинара III били нешто упућенији у наставне теме пре похађања обуке, што је могло утицати на мању ефикасност у усвајању нових знања.



График 6. Евалуација семинара периодичне обуке на тему: Актуелни проблеми при коришћењу тахографског уређаја, неисправности и казне за учињене прекршаје

Извор: Здравковић, К. (2025).

Укупни резултати показују да је висок ниво задовољства предавачима (просек преко 4,8) показатељ добре прихваћености наставног процеса, без обзира на стварне резултате тестирања. Ово сведочи о високим педагошким компетенцијама предавача и њиховој способности да наставу прилагоде потребама полазника. Међутим, уочено је неподударане између субјективне перцепције и објективних резултата код семинара са нижим резултатима тестирања где су предавачи добијали такође веома високе оцене. То указује да евалуација учесника не мора увек бити поуздан показатељ стварног степена усвојеног знања.

Због тога се препоручује примена комбинованих критеријума односно примену тестова знања заједно са евалуацијом полазника, како би се добила што потпунија слика о ефективности наставног процеса.

Посебно је важно уочити утицај предзнања на евалуацију наставе, где су оцене **новог градива** нешто ниже (4,58) код Семинара III, што потврђује чињеницу да полазници са већим предзнањем критичније оцењују наставу и обично остварују мањи напредак на излазним тестовима (31% терет) и (33% путници), у односу на Семинару V, где је оцена **новог градива** (4,73), а разлика код улазно-излазних тестова (44% терет) и (33% путници).



График 7. Евалуација семинара периодичне обуке на тему: Документација која прати превоз
Извор: Здравковић, К. (2025).

Практичне импликације ових налаза указују на потребу за увођењем разноврснијих наставних метода и прилагођавањем садржаја различитим групама полазника, у складу са њиховим нивоом предзнања. Таквим приступом може се успоставити боља равнотежа између субјективне евалуације и објективних резултата, док редовна анализа података из евалуација и тестирања омогућава континуирано унапређење наставног процеса и фокусирање на области са највећим јазом између перцепције и стварног напретка у стицању знања.

По питању реализованих основних и допунских обука које су спровели овлашћени центри за обуку, а након којих је Агенција за безбедност саобраћаја спровела стручне испите и извршила анализу доступних података, добијени су показатељи о оствареном квалитету обука. Ови показатељи засновани су на пројектованим захтевима квалитета, односно критеријумима за полагање теоријског дела стручног испита (Табела 2).

Табела 2. Број возача на основним и додатним обукама и испитима у Р. Србији за возача

Година	Број возача са завршеном обуком од 140 часова-терет		Број возача са завршеном обуком од 35 часова-путници	
	Приступило испиту	Положило испит	Приступило испиту	Положило испит
2020. година	88	81 (92%)	96	85 (88%)
2021. година	264	206 (78%)	250	194 (78%)
2022. година	321	279 (87%)	239	194 (81%)
2023. година	514	452 (88%)	301	244 (81%)
2024. година	1.093	914 (84%)	413	333 (81%)
Укупно	2.280	1.932 (85%)	1.299	1.050 (81%)

Извор: Здравковић, К. (2025).

Према важећим критеријумима, да би возач успешно положио стручни испит, потребно је да оствари најмање 75% од укупног броја бодова (односно 75 од 100 бодова). У оквиру овог семинарског рада анализиран је период од 15. јуна 2020. године, када је Агенција за безбедност саобраћаја Републике Србије започела реализацију програма обука и испита, па до 15. децембра 2024. године, што представља временски оквир у ком су били доступни релевантни подаци АБС-а о спроведеним обукама и реализованим испитима. Резултати остварени у посматраном периоду потврдили су пројектовани квалитет система обука, с обзиром на то да је пролазност дефинисана у складу са захтевима и обимом стручног испита. Конкретно, забележен је висок проценат успешно положених испита:

- код **основне убрзане обуке** у трајању од 140 наставних часова испиту је приступило 2.280 возача, од којих је 1.932 успешно положило, што чини **85% пролазности**;

- код **додатне обуке** у трајању од 35 наставних часова испиту је приступило 1.299 возача, а њих 1.050 је успешно положило, што представља **81% пролазности**.

Након измена законске регулативе и укидања обавезне обуке (март 2025. године), Агенција за безбедност саобраћаја наставила је са организовањем стручних испита за возаче који су завршили обуке за стицање почетне и додатне квалификације. У периоду јануар–мај 2025. године, а резултати су били следећи:

- након завршене **обуке од 140 часова за превоз терета**, испиту је приступило 648 возача, од којих је 503 успешно положило, што представља **78% пролазности**;
- након завршене **обуке од 35 часова за превоз путника**, испиту је приступило 130 возача, од којих је 106 успешно положило, односно **81% пролазности**.

Упоређивањем са резултатима из претходног периода (2020–2024), уочава се **благи пад пролазности** код возача који стичу квалификацију за превоз терета (са 85% на 78%), док је код возача који стичу квалификацију за превоз путника ниво успешности остао стабилан, на нивоу од око 81%, (Табела 3).

Након усвојених законских измена, по којима похађање обука није било обавезујуће за лица старија од 21 године (за превоз терета) и 24 године (за превоз путника), Агенција за безбедност саобраћаја организовала је испите за ову категорију возача. У периоду од маја до септембра 2025. године резултати су показали значајан пад пролазности у односу на претходне периоде у којима су обуке биле обавезне.

Табела 3. Број возача на основним и додатним обукама и испитима у Р. Србији за возача

Година	Број возача са завршеном обуком од 140 часова-терет		Број возача са завршеном обуком од 35 часова-путници	
	Приступило испиту	Положило испит	Приступило испиту	Положило испит
01.01-21.05.2025.	648	503 (78%)	130	106 (81%)
Укупно	648	503 (78%)	130	106 (81%)

Извор: Здравковић, К. (2025).

Код **почетне квалификације за превоз терета**, испиту је приступило 390 возача, од којих је успешно положило 177, што представља свега **45% пролазности**. Овај резултат указује на драстичан пад успешности у поређењу са ранијим периодом, када је пролазност износила преко 75%.

Са друге стране, само један кандидат је у овом периоду приступио полагању испита за стицање **додатне квалификације за превоз терета** и исти је успешно положио. Међутим, због малог броја кандидата овај резултат није статистички релевантан и није узет у даље разматрање (Табела 4).

Табела 4. Број возача на испитима за стицање квалификације за превоз терета у Р. Србији

Година	Број возача на полагању испита за почетну квалификацију-терет		Број возача на полагању испита за додатну квалификацију-терет	
	Приступило испиту	Положило испит	Приступило испиту	Положило испит
22.05-12.09.2025.	390	177 (45%)	1	1 (100%)
Укупно	390	177 (45%)	1	1 (100%)

Извор: Здравковић, К. (2025).

Осим испита за превоз терета, у истом периоду спроведени су и испити за стицање почетне и додатне квалификације за превоз путника. Код почетне квалификације за превоз путника испиту је приступило 139 возача, од којих је 79 успешно положило, што представља 57% пролазности.

Код додатне квалификације за превоз путника испиту је приступило 54 возача, од којих је успешно положило 33, што представља 61% пролазности (Табела 5).

Табела 5. Број возача на испитима за стицање квалификације за превоз путника у Р. Србији

Година	Број возача на полагању испита за почетну квалификацију- путници		Број возача на полагању испита за додатну квалификацију-путници	
	Приступило испиту	Положило испит	Приступило испиту	Положило испит
22.05-12.09.2025.	139	79 (57%)	54	33 (61%)

Укупно	139	79 (57%)	54	33 (61%)
--------	-----	----------	----	----------

Извор: Здравковић, К. (2025).

4. ДИСКУСИЈА,

Резултати истраживања, уз анализу регулаторног оквира, статистичких показатеља и евалуације обука професионалних возача у Републици Србији, указују на више значајних налаза релевантних за унапређење безбедности друмског саобраћаја и система обуке.

4.1. Утицај усаглашености са европским стандардима

Национални систем обуке професионалних возача у великој мери је усаглашен са Директивом 2003/59/ЕС, која регулише основну, убрзану и периодичну обуку. Та усаглашеност допринела је постепеном повећању компетенција возача и смањењу броја саобраћајних незгода. Ипак, у поређењу са државама ЕУ, напредак Србије остаје спорији. Иако комерцијална возила учествују у око 26% саобраћајних незгода, она су узрок већег удела смртних исхода (27%), што наглашава потребу за континуираном едукацијом и заштитом рањивих учесника у саобраћају.

4.2. Ефикасност наставног процеса и утицај наставног кадра

Анализа улазно–излазних тестова потврђује да периодична обука значајно подиже ниво знања возача, посебно у областима документације и примене тахографа. Разлике између возача теретног и путничког превоза показују да радно окружење и предзнање имају важан утицај на ефективност учења. Евалуација наставног кадра (просечне оцене преко 4,8) потврђује висок педагошки квалитет, али је уочено неподударње између субјективне евалуације и стварних резултата тестирања. Ово указује на потребу за комбинованим приступом вредновању – спајањем објективних тестова и евалуације полазника.

4.3. Последице укидања обавезне обуке

Измене прописа из 2025. године, којима је укинута обавезна обука за возаче старије од 21 (теретни превоз) и 24 године (путнички превоз), довеле су до наглог пада пролазности на стручним испитима: са 85% на 45% за теретни, и са 81% на 61% за путнички превоз. Ови подаци јасно показују да обавезна обука представља кључни фактор у очувању стручних компетенција и безбедности саобраћаја. Укидање система редовне едукације смањује стандардизацију знања, контролу квалитета и повећава ризик од незгода.

Европске директиве, посебно 2022/2561/ЕС, истичу значај дигитализације наставе, флексибилних метода учења, процене психофизичких способности и континуираног усавршавања наставног кадра.

На основу компаративне анализе, препоручује се:

1. Поновно успостављање обавезне обуке за све категорије професионалних возача.
2. Успостављање интегрисаног модела обуке који омогућава стицање одговарајуће квалификације кроз јединствен процес обуке за возаче теретних возила и аутобуса.
3. Увођење теста перцепције ризика за све возаче комерцијалних возила.
4. Степенасто стицање права на професионалну возачку дозволу уз надзор искуснијих возача.
5. Интеграцију дигиталних наставних средстава и симулатора ради повећања практичне ефикасности обука.
6. Континуирано праћење и анализа резултата тестирања у комбинацији са субјективном евалуацијом полазника.
7. Усавршавање наставног кадра кроз редовне програме стручног усавршавања.
8. Примену ЕУ стандарда за процену и сертификацију возача ради смањења стопе незгода и повећања безбедности.
9. Ојачавање капацитета државних институција за квалитетнији надзор рада центара за обуку.

10. Увођење модела заједничког финансирања почетне обуке између кандидата, послодавца и локалне самоуправе.

4.4. Закључна разматрања

Укупно, ови закључци и препоруке показују да је унапређење система обуке професионалних возача предуслов за развој компетентних, одговорних и безбедних возача. Интеграција дигиталних технологија, континуирано праћење знања и усавршавање наставног кадра омогућиће дугорочно унапређење безбедносне културе и смањење саобраћајних незгода у Србији, у складу са европским стандардима и концептом „Vision Zero“.

5. ЗАКЉУЧАК

Истраживање потврђује да систематска и стандардизована обука има пресудну улогу у развоју професионалних компетенција возача и унапређењу безбедности друмског саобраћаја.

На основу спроведеног истраживања, аутори овог рада идентификовали су низ кључних налаза који илуструју главне закључке и препоруке у вези проучаване теме:

1. Србија је у великој мери ускладила систем са Директивом 2003/59/ЕС, али је потребно даље приближавање европској пракси.
2. Периодична обука значајно подиже ниво знања и оперативне вештине, посебно у областима документације и тахографа.
3. Укидање обавезне обуке 2025. године довело је до пада пролазности и смањења квалитета знања, што потврђује њену неопходност.
4. Потребно је увести дигиталне методе учења, симулаторе вожње и континуирано усавршавање наставног кадра.
5. Континуирана анализа тестирања и евалуација полазника неопходне су за праћење квалитета и ефективности обуке.
6. Потребно је успоставити интегрисан систем обуке и испита за стицање професионалних категорија и почетне квалификација.
7. Потребно је обезбедити субвенционисани финансијски модел који гарантује одрживост и приступачност обуке за младе возаче који теже стицању професионалног статуса.

Свеукупно, развој интегрисаног и стандардизованог система обуке, усклађеног са европским директивама, представља темељ за изградњу безбедног, професионалног и одрживог транспортног система у Републици Србији уз сагледавање најбољих пракси у земљама у окружењу и ЕУ27.

6. ЛИТЕРАТУРА

- Agencija za bezbednost saobraćaja[ABS]. (2022). *Pregledni izveštaj, Bezbednost, komercijalnih vozila u saobraćaju 2017-2021*, Preuzeto sa: https://www.abs.gov.rs/static/uploads/11139_20221107135654-bezbednost-komercijalnih-vozila-period-2017-2021-godina.pdf
- Council of the European Communities. (1976). Council Directive 76/914/EEC of 16 December 1976 on the minimum level of training for some road transport drivers. Official Journal of the European Communities, L357, 36–37. Preuzeto sa : <https://eur-lex.europa.eu>
- Elvik, R., & Vaa, T. (2021). *The handbook of road safety measures* (3rd ed.). Bingley: Emerald Publishing.
- European Commission. (1992). White Paper: The future development of the common transport policy – A global approach to the construction of a Community framework for sustainable mobility. COM(92) 494 final. Brussels: European Commission. Preuzeto sa: <https://eur-lex.europa.eu>
- European Commission. (2003). *Directive 2003/59/EC of the European Parliament and of the Council of 15 July 2003 on the initial qualification and periodic training of drivers of certain road vehicles for the carriage of goods or passengers*. Official Journal of the European Union, L226, 4–17. Preuzeto sa: <https://eur-lex.europa.eu>
- European Commission. (2011). White Paper: Roadmap to a single European transport area – Towards a competitive and resource efficient transport system. COM(2011) 144 final. Brussels: European Commission. Preuzeto sa: <https://eur-lex.europa.eu>

- European Commission. (2018). Regulation (EU) 2018/1724 on establishing a single digital gateway. Official Journal of the European Union. Preuzeto sa: <https://eur-lex.europa.eu>
- European Commission. (2019). EU Road Safety Policy Framework 2021–2030: Next steps towards ‘Vision Zero’. Brussels: European Commission.
- European Commission. (2020). Strategy for Road Safety 2021–2030. Brussels: European Commission.
- European Commission. (2022). Directive (EU) 2022/2561 of the European Parliament and of the Council of 14 December 2022 amending Directive 2003/59/EC on the initial qualification and periodic training of drivers of certain road vehicles for the carriage of goods or passengers, and Directive 2006/126/EC on driving licences. Official Journal of the European Union, L330, 1–14. Preuzeto sa: <https://eur-lex.europa.eu>
- European Commission. (2023). Road safety statistics 2023 in more detail.
Preuzeto sa: https://transport.ec.europa.eu/background/road-safety-statistics-2023_en
- European Commission. (2025). Road safety thematic report – Professional drivers of HGVs and buses. European Road Safety Observatory. Brussels: European Commission, Directorate-General for Transport. Preuzeto sa: https://road-safety.transport.ec.europa.eu/document/download/c4e0c16c-0416-49b9-b0ae-669021e5313b_en?filename=ERSO-TR-ProfessionalDrivers-2025.pdf
- United Nations. (2021). Global Plan for the Second Decade of Action for Road Safety 2021–2030. New York: United Nations. Preuzeto sa: <https://unece.org>
- Johansson, R. (2012). Implementation of ISO 39001 in Swedish transport companies: Effects on safety and financial performance. Journal of Safety Research, 43(5), 357–364.
Preuzeto sa: <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2012.10.002>
- Murray, W., & Watson, B. (2023). Simulator-based training in Canadian commercial transport: Opportunities and limitations. Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, 95, 45–57. Preuzeto sa: <https://doi.org/10.1016/j.trf.2023.03.006>
- Samuel, S., & Rowe, R. (2023). Evaluating the effectiveness of driver simulation training: A systematic review. Accident Analysis & Prevention, 181, 106983. Preuzeto sa: <https://doi.org/10.1016/j.aap.2023.106983>
- Schindler, J., Smith, A., & Müller, K. (2022). Heavy vehicle safety and accident analysis in the European Union. Journal of Transport Safety & Security, 14(3), 245–263.
Preuzeto sa: <https://doi.org/10.1080/19439962.2022.2045678>
- Silla, A., & Laitinen, H. (2023). Integrating advanced driver assistance systems (ADAS) in professional driver education. Safety Science, 161, 106089. Preuzeto sa: <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2022.106089>
- Sullman, M. J. M., Dorn, L., & Niemi, P. (2021). Driver behaviour and training: New insights from applied psychology. Applied Ergonomics, 97, 103518. Preuzeto sa: <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2021.103518>
- Pravilnik o uslovima i načinu sticanja sertifikata o stručnoj kompetentnosti i kvalifikacione kartice vozača. (2018). Službeni glasnik Republike Srbije, 102/2018. Preuzeto sa: <https://pravno-informacioni-sistem.rs/eli/rep/sgrs/ministarstva/pravilnik/2018/102/3>
- Pravilnik o uslovima koje mora da ispunjava pravno lice koje vrši profesionalno osposobljavanje vozača. (2018, 2025). Službeni glasnik Republike Srbije, 102/2018, 29/2025. Preuzeto sa: <https://pravno-informacioni-sistem.rs/eli/rep/sgrs/ministarstva/pravilnik/2018/102/4/reg>
- Watson-Brown, N., Scott-Parker, B., Simons-Morton, B., & Senserrick, T. (2020). A qualitative study of teen novice drivers: Exploring the nature and content of higher-order driving instruction provided by professional driving instructors. Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, 75, 67–77. Preuzeto sa: <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2020.08.002>
- Zakon o bezbednosti saobraćaja na putevima. (2009). Službeni glasnik Republike Srbije, 41/2009. Preuzeto sa: <https://pravno-informacioni-sistem.rs/eli/rep/sgrs/skupstina/zakon/2009/41/1/reg>
- Zakon o izmenama i dopunama Zakona o bezbednosti saobraćaja na putevima. (2025). Službeni glasnik Republike Srbije, 19/2025. Preuzeto sa: https://www.paragraf.rs/izmene_i_dopune/060325-zakon-o-izmenama-i-dopunama-zakona-o-bezbednosti-saobracaja-na-putevima.html
- Zdravković, S., Gladović, P., & Zdravković, K. (2022). Sistemski pristup upravljanju kvalitetom obuka profesionalnih vozača. U Zbornik radova XI konferencije „Bezbednost saobraćaja u lokalnoj zajednici“ (pp. 26–37). Banja Luka, Republika Srpska, 27–28. oktobar 2022.
- Zdravković, K. (2025). *Istraživanje mogućnosti unapređenja kvaliteta obuke profesionalnih vozača (master rad)*. Novi Sad: Univerzitet Privredna akademija.

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна и универзитетска библиотека
Републике Српске, Бања Лука

656.1.05/.08(497.6PC)"2024"(0.034.2)

МЕЂУНАРОДНА конференција "Безбједност саобраћаја у
локалној заједници" (14 ; 2025 ; Бања Лука)

Безбједност саобраћаја у локалној заједници [Електронски
извор] : зборник радова / XIV Међународна конференција,
Бања Лука 30. и 31. октобар 2025. = Road safety in local
communities : conference journal / XIV International Conference,
Banja Luka, 30-31 October, 2025 ; [уредници Радован Вишковић
... [и др.]]. - Онлајн изд. - Ел. зборник. - Бања Лука : Агенција за
безбједност саобраћаја Републике Српске, 2025. - Илустр.

Наћин pristupa (URL): Начин приступа (URL):

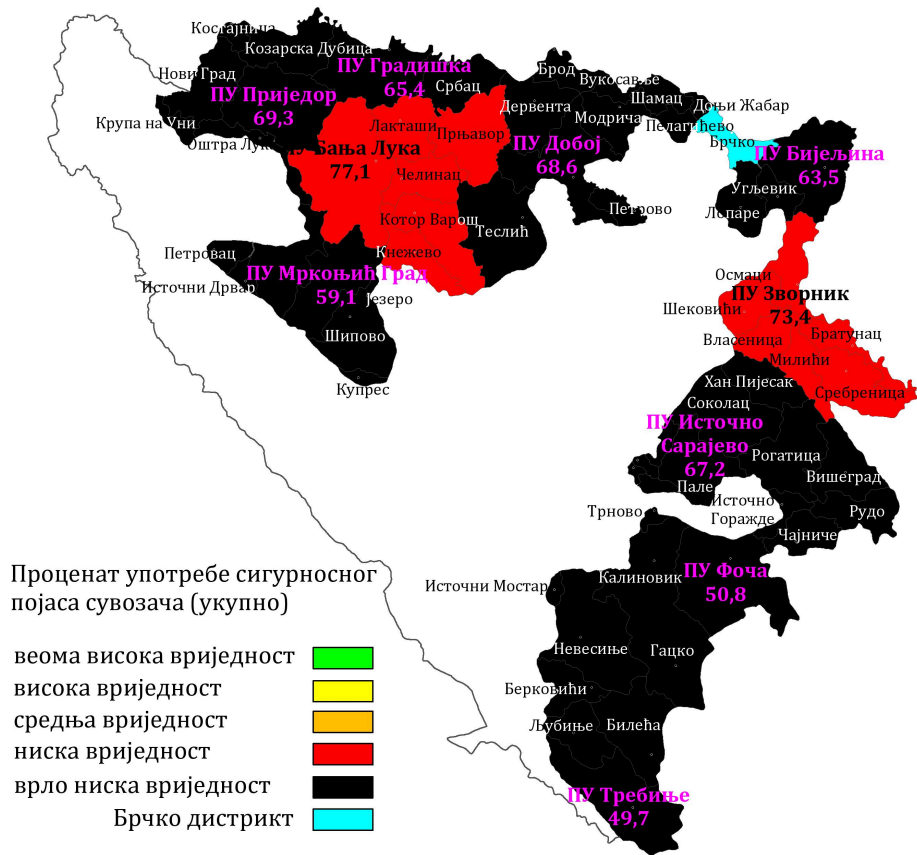
<https://www.bslzrs.org/>. - Насл. са насл. екрана. - Ел.
публикација у PDF формату опсега 149 стр. - Опис извора дана
25. 12. 2025. - Библиографија уз сваки рад. - Abstracts.

ISBN 978-99976-160-5-0

COBISS.RS-ID 143753473

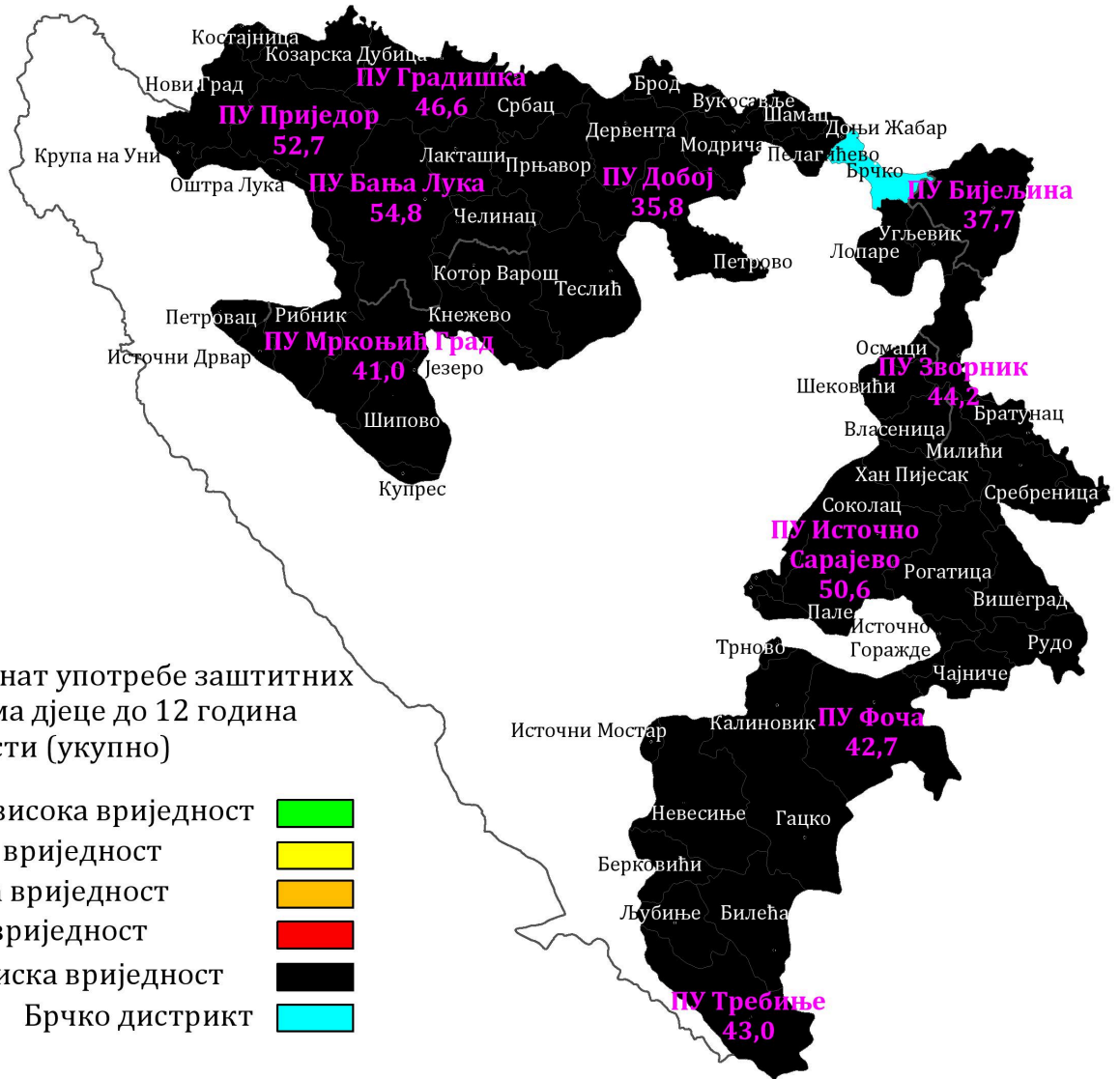
XIV МЕЂУНАРОДНА КОНФЕРЕНЦИЈА БЕЗБЈЕДНОСТ САОБРАЋАЈА У ЛОКАЛНОЈ ЗАЈЕДНИЦИ Бања Лука, 30-31. октобар, 2025. године

Јесен, 2024 . године



XIV МЕЂУНАРОДНА КОНФЕРЕНЦИЈА БЕЗБЈЕДНОСТ САОБРАЋАЈА У ЛОКАЛНОЈ ЗАЈЕДНИЦИ Бања Лука, 30-31. октобар, 2025. године

Јесен, 2024. године



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