ZBORNIK RADOVA

SAVETOVANJE

sa međunarodnim učešćem
na temu:

- SAOBRAĆAJNE NEZGODE
- OSIGURANJE VOZILA
- TEHNIČKI PREGLEDI
- TRANSPORT
- PRAVNI POSLOVI
- VEŠTAČENJA
- PROCENA ŠTETA
- OBRAZOVANJE
- OBUKA



Zlatibor, 14 - 16. maj, 2026.

Pokroviteljstvo

NATEP

Sponzorstvo

MARINKOVIĆ HOFMANN

Autor: „Grupa autora“

Tiraž: 150

Dizajn: Dejan Šotra

CIP – Katalogizacija u publikaciji
Narodna biblioteka Srbije, Beograd

656.1.08(082)(0.034.2)
347.426:656.1.08(082)(0.034.2)

SAVETOVANJE sa međunarodnim učešćem na temu
Saobraćajne nezgode (2026, Zlatibor)
Zbornik radova [Elektronski izvor] /
Savetovanje [sa međunarodnim učešćem] na temu
Saobraćajne nezgode, Zlatibor, 14-16. maj 2026. – Beograd :
Štamparija Original, 2026 (Beograd : Original).
1 elektronski optički disk (CD-ROM) ; 12 cm

Sistemski zahtevi: nisu navedeni.
- Nasl. sa naslovnog ekrana.
- Tekst lat. i ćir.
- Tiraž 150.
- Recenzija / Dragoljub Šotra
- Recenzija / Tomislav Simović
- Bibliografija uz svaki rad.
- Abstracts.

ISBN 978-86-907800-1-3

a) Saobraćaj – Bezbednost – Zbornici
b) Saobraćajne nesreće – Zbornici
c) Naknada štete – Saobraćajne nesreće – Zbornici

COBISS.SR-ID 192943113

Zlatibor
2026.

SAVETOVANJE NA TEMU

SAOBRAĆAJNE NEZGODE

ZBORNIK RADOVA

PROGRAMSKI ODBOR:

Prof. dr Siniša Ognjanović, predsednik; prof. dr Dragoljub Šotra; prof. dr Tomislav Simović; prof. dr Osman Lindov; prof. dr Zoran Papić; Jože Škrilec, dipl. inž. prometa; dr Drago Talijan; prof. dr Ištvan Bodolo, dipl. ing.; dr Nenad Milutinović, dipl. inž. saob.; dr Jelena Doganjić, dipl. ecc; mr Igor Radojević, dipl. ing. maš.; Milija Radović, dipl. inž. saobr.; Dragan Simović, dipl. inž. maš.; prof. dr Milan Simeunović; dr Miloš Stojanović, dipl. inž. elek.; ass. dr Nenad Saulić; dr Milan Radošević; Saša Zdravković, dipl. inž. saobr.; Dejan Vasiljević, dipl. ing. saob.; Nenad Lukanović, dipl. ing. saob.; Jovan Bačić, dipl. inž. elektroteh.

ORGANIZACIONI ODBOR:

Prof. dr Dragoljub Šotra, predsednik; Vlada Marinković, gen. menadž.; prof. dr Pavle Gladović; prof. dr Janez Kopač; prof. dr Dragan Ružić; dr Milan Stanković; doc. dr Živorad Ristić, dipl. inž saob.; dr Marko Maslać; dr Branislav Aleksandrović, prof. struk. stud.; Vladislav Protuć, maš. inž.; mr Nihad Strojil, dipl. inž. saobr.; mr Nada Stojanović; dipl. inž. maš.; Nataša Matić, kulturolog i pravnik (advokat); Tibor Bodolo, dipl. inž.; Tomislav Petrović, dipl. inž. saobr.; Dragan Stanišić, dipl. pravnik (advokat); Vladimir Erac, dipl. inž. saobr.; Samir Gobeljić, MA. dipl. ing. saob. i komunikacija; Miloš Radivojević, struk. mast. ing. saob.

Prof. dr Dragoljub Šotra Beograd, 19. april, 2026.

RECENZIJA

Izvršio sam recenziju rukopisa - radova koji su namenjeni da se prezentuju na Savetovanju koje treba da se održi (14 – 16. maj, 2026.). U radovima su (uglavnom) autori obrađivali teme iz oblasti bezbednosti drumskog saobraćaja. Čitajući radove, stekao sam utisak da su, autori i koautori u nameri da ponude, što više inovativnih rešenja za neke od aktuelnih problema, na koje nailaze radeći različite poslove, u sistemu drumskog saobraćaja. Radovi su (uglavnom) tematski prilagođeni po oblastima koje obuhvataju: osiguranje vozila, veštačenje saobraćajnih nezgoda, bezbedan transport robe i putnika, obrazovanje i osposobljavanje kadrova u drumskom saobraćaju, kao i pravne poslove koji se obavljaju u sistemu drumskog saobraćaja. Jedan deo radova autori su posvetili „prevenciji“ kao jednom od najbitnijih faktora uticajnosti na bezbedno odvijanje, saobraćaja u celini.

Predmet interesovanja, kod jednog broja autora, je bila i primena informacionih sistema: u tansportnim preduzećima, osiguravajućim društvima, kod veštačenja saobraćajnih nezgoda, kao i u nekim fazama procene šteta koje nastaju kao posledica nezgoda u saobraćaju, pri čemu je, posebno, naglašena važnost multidisciplinarnog pristupa, pri rešavanju uzroka, toka i posledica saobraćajnih nezgoda.

Posmatrano sa tehničke tačke gledišta, radovi su rađeni po tačno utvrđenim principima izrade stručnih radova, vodeći računa o tehničkim elementima koje jedan stručni rad mora da ispunjava. Praćenje svetskih trendova istraživanja u različitim oblastima u svetu, a koje se odnos na bezbeno funkcionisanje sistema saobraćaja u celini, autori i koautori ovih radova su se “oslanjali” na neke od značajnih rešenja koja mogu značajno uticati na podizanje nivoa bezbednosti, posebno drumskog saobraćaja.

Posle, detaljno provedene, analize pripremljenog „rukopisa“ za Zbornik radova, mišljenja sam da će Zbornik pripremljenih radova, biti od velike stručne pomoći (posebno mlađim kolegama) kako u stručnom tako i u istraživačkom radu. Značaj i kvalitet ovog Zbornika radova je i u tome što postoji obrada tema iz različitih oblasti, koje su, na neki način, u funkciji bezbednog funkcionisanja sistema saobraćaja u celini. Zbog svega navedenog, toplo preporučujem štampanje ove knjige – Zbornika radova.

Recenzent



Prof. dr Tomislav Simović Beograd, 25.04.2026..

RECENZIJA

Recenzija dostavljenog mi rukopisa radova, koji su namenjeni da se štampaju u vidu Zbornika, koji će biti prezentovani na Savetovanju, koje je planirano da se održi 14-16. maja 2026. godine.

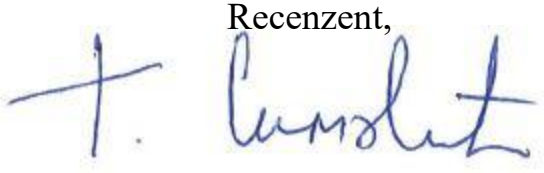
Tematski posmatrano, u radovima su zastupljene oblasti koje su, na neki način vezane za bezbedno odvijanje, posebno, drumskog saobraćaja kao što su: „osiguranje vozila“, „procena šteta“, „veštačenja saobraćajnih nezgoda“, bezbedan transport robe i putnika, obrazovanje i osposobljavanje kadrova u sistemu drumskog saobraćaja, kao i pravni poslovi, neophodni pri rešavanju (mogućih) problema u svim navedenim oblastima delovanja i šire.

Posmatrano sa stručnog aspekta, autori su (uglavnom) stavili akcenat na sagledavanje sadašnjeg trenutaka, u kome se drumski saobraćaj, kod nas i u svetu, nalazi, kao i na način rešavanja uočenih problema primenom savremenih dostignuća i metoda rada, a sve u cilju sprečavanja štetnih događaja u saobraćaju, afirmišući ulogu „prevencije“ i potrebu za njenim stalnim usavršavanjem i pravilnom primenom.
Sasvim sigurno se može zaključiti da je multidisciplinarnost i informaciona tehnologija rada zastupljena kod skoro svih autora i koautota i da je to veliki doprinis značaju ovih radova u celini.

Autori i koautori navedenih radova su posebnu pažnju posvetili „tehničkom aspektu“ izrade radova, vodeći računa da radovi budu i tehnički urađeni tako da odgovaraju postojećim standardima pri izradi stručnih i naučnih radova. Iz „rukopisa“ se može zaključiti da su radovi za „Zbornik“ urađeni na zavidnom tehničkom nivou.
Pri izradi radova iz različitih oblasti, zajedničko im je to što su, skoro svi, autori i koautori nastojali da, pored detaljne razrade aktuelnih tema, predlažu i mogućnosti – kako da se pristupi rešavanja uočenih problema.

Posle detaljne analize svih dostavljenih radova, mišljenja sam da su, posmatrano sa tematskog, stručnog i tehničkog aspekta, pripreme za izdavanje „Zbornika radova“, urađene kvalitetno i da će se ovim „obogatiti“ postojeća stručna literatura iz navedenih oblasti, zbog čega, sa zadovoljstvom, preporučujem izdavanje ove knjige.

Recenzent,





IZAZOVI PRI SERVISIRANJU ELEKTRIČNIH VOZILA

Dragan Simović, dipl. maš. inž.
Lazar Marinković
MARINKOVIĆ HOFMANN DOO



DOPRINOS PUTA, PUTNE INFRASTRUKTURE, SIGNALIZACIJE I STANJA KOLOVOZA NASTANKU SAOBRAĆAJNIH NEZGODA

Prof. Dr Osman Lindov, dipl. ing. saob.
Doc Dr. Adnan Omerhodžić, dipl. ing. saob. i kom.

REZIME: Rad analizira infrastrukturne faktore u sistemu bezbjednosti saobraćaja, sa posebnim osvrtom na forenzičku procjenu uzročnosti, tehničku analizu mehanizma nezgode i raspodjelu odgovornosti između učesnika i upravljača puta. Ovaj rad analizira doprinos geometrijskog dizajna, stanja kolovoza, signalizacije, opreme puta i okruženja puta u nastanku opasnih situacija i saobraćajnih nezgoda. Poseban fokus stavljen je na metodologiju forenzičke procjene uzročnosti, statističko modeliranje infrastrukturnih faktora i zakonsku odgovornost upravljača puta. Integracijom teorijskog, istražnog i empirijskog pristupa, rad pokazuje da infrastrukturni elementi mogu djelovati kao primarni ili doprinosni faktori nezgoda, te da je proaktivno upravljanje infrastrukturom ključno za implementaciju Safe System pristupa i principa[1].

KLJUČNE RIJEČI: bezbjednost, saobraćaj, put, okolina puta, analiza, putna infrastruktura.

1. UVOD

Saobraćajne nezgode predstavljaju značajan društveni, ekonomski i javno zdravstveni problem. Iako se tradicionalno primarni uzrok pripisuje ljudskom faktoru, savremeni pristup bezbjednosti saobraćaja naglašava sistemski karakter saobraćajnih nezgoda, pri čemu cestovna infrastruktura ima ključnu ulogu u formiranju opasnih situacija i eskalaciji posljedica sudara. Saobraćajna nezgoda nastaje kao rezultat interakcije tri osnovna faktora: čovjek – vozilo – put (okolina). Istraživanja pokazuju da put nije pasivna komponenta sistema, već aktivni činilac koji može povećati ili smanjiti rizik konflikta.

2. POSTUPCI I RADNJE UVIĐAJA SA ASPEKTA ELEMENTA PUTA I OKOLINE PUTA

Postupak rada uviđajne ekipe je od izuzetne važnosti za svaki događaj na putu. Uviđajna ekipa, neophodno je da poznaje cijeli spektar problematike iz domena saobraćaja i saobraćajne infrastrukture. U cilju svođenja propusta u radu uviđajne ekipa neophodni su i adekvatni priručnici kao I kontrolne liste koje u mnogome mogu doprinijeti da se poboljša rad ekipe na terenu kao I svih učesnika uviđaja (tužilaštva, suda, policije, vještaka i dr,). U ovu svrhu neophodno je je izraditi kontrolne liste za provjeru svih elemenata bezbjednosti saobraćaja koji mogu doprinijeti nastanku kako opasne situacije tako i saobraćajne nezgode. U nastavku je dat prijedlog kontrolnih lista za izvršenje radnji uviđaja saobraćajne nezgode[2]:

- Kontrolna lista 1. Radnje uviđaja SN koje se odnose na ČOVJEKA (vozač/pješak)
- Kontrolna lista 2. radnje uviđaja SN koje se odnose na VOZILO (biciklo, motocikl i dr.)
- Kontrolna lista 3. radnje uviđaja SN koje se odnose na PUT/OKOLINU
- Kontrolna lista 4. radnje uviđaja SN koje se odnose na PROCEDURE I POSTUPKE UVIĐAJNE EKIPE

U tabeli 1. je data detaljna lista radnji koju treba provjeriti prilikom uviđaja i uviđajnih radnji a koje se odnose na put, putnu infrastrukturu i okolinu puta u blizini nastanka saobraćajne nezgode.

[1] Safe System pristup- Pristup sigurnog sistema je holistički, na čovjeka usmjeren okvir za bezbjednost saobraćaja koji se zasniva na osnovnom principu da nijedan čovjek ne treba biti usmrćen niti teško ozlijeđen kao posljedica saobraćajne nezgode. Fokus se prebacuje isključivo na krivice čovjeka koji dizajnira sistem koji je prilagođen ljudskoj slabosti (da griješi) i ograničenja (nesavršenstvu), prepoznajući da, iako su greške u saobraćaju neizbježne, smrt i teške povrede jesu.

[2] Prijedlog kontrolnih lista autor je iznio u Priručniku za specijalističku obuku uviđajnih ekipa, vještaka i drugih zainteresovanih osoba u problematici procesa dokazivanja uzroka nastanka saobraćajnih nezgoda, Priručnik je rađen od 2019 do 2025. godine i još se dorađuje.

Tabela 1.Kontrolna lista 3. radnje uviđaja SN koje se odnose na put i okolinu puta

Radnja
Opis mjesta (pozicije) nastanka SN – Naziv općine ili grada i administrativni naziv lokaliteta. – Naziv naseljenog mjesta ili dijela grada. – Naziv i kategorija saobraćajnice/ ulice i oznaka. – Naziv dionice sa navođenjem dva značajnija mjesta u jednom i drugom smjeru od lokacije nastanka SN, – Stacionaža dionice na mjestu nastanka SN, – Navođenje neposredne blizine karakterističnog objekta.
Opis vremena nastanka SN – Datum i vrijeme (sat i minuta) nastanka SN, – Vrijeme (sat i minuta) zaprimanja obavijesti o nastanku SN, – Vrijeme (sat i minuta) dolaska uviđajne ekipe i drugih službenih osoba na lokaciju nastanka SN, – Vrijeme (sat i minuta) početka uviđaja, – Vrijeme (sat i minuta) završetka uviđaja.
Mjere osiguranja na lokaciji nastanka SN – Opisati mjere osiguranja mjesta nastanka SN. – Opisati mjere privremene regulacije saobraćaja. – Napraviti pismeni izvještaj o poduzetim mjerama osiguranja.
Evidentiranje eventualnih izmjena na lokaciji mjesta nastanka SN – Provjeriti sa učesnicima i svjedocima SN, da li je bilo pomjeranja tragova nakon nastanka SN. – Opisati izvršene promjene (tragovi), – Navesti podatke o osobama koje su izvršile promjene. – Opisati razloge za izvršene promjene (prolazak i pristup hitnim službama, pružanje pomoći povrijeđenima i sl.).
Evidentiranje lokacije nastanka SN sa aspekta karakteristika saobraćajnice – Opisati opće karakteristike lokacije (naseljeno mjesto, industrijsko područje, poljoprivredno područje i sl.), – Opisati karakteristične objekte i okolinu u blizini saobraćajnice, – Opisati karakteristike geometrije saobraćajnice (pravac, blaga zakrivljenost, velika zakrivljenost i sl.), – Opisati karakteristike uzdužnog profila saobraćajnice (uspon, pad, ravnost), – Opisati karakteristike poprečnog profila saobraćajnice (put u nasipu, usjeku, zasjeku, tunel, most, vijadukt i dr.), – Opisati elemente poprečnog profila saobraćajnice (bankina, rigol, berma i dr.), – Opisati operativne površine za kretanje vozila, pješaka, biciklista, motociklista.
Evidentiranje i mjerenje dimenzija elemenata saobraćajnice i neposredne okoline – Evidentirati i izvršiti mjerenje i širinu kolovoza i saobraćajnih traka, – Evidentirati i izvršiti mjerenje dimenzije pješačkih i biciklističkih površina, – Evidentirati i izvršiti mjerenje dimenzije autobuskih stajališta, niša, proširenja i parking površina, – Evidentirati i izvršiti mjerenje dimenzije mostova i tunela, – Evidentirati i izvršiti mjerenje visinu tunela, ivičnjaka, trotoara, zaštitnih ograda, potpornih zidova i dr. – Evidentirati i izvršiti mjerenje početak i završetak saobraćajnice u pravcu, – Evidentirati i izvršiti mjerenje početak i završetak saobraćajnice u zakrivljenosti, – Evidentirati i izvršiti mjerenje radijusa zakrivljenosti, – Evidentirati i izvršiti mjerenje uzdužnog nagib/uspon i poprečnog nagiba saobraćajnice, – Evidentirati i izvršiti mjerenje početka i završetka saobraćajnice u nasipu, usjeku, zasjeku. – Evidentirati i izvršiti mjerenje elemenata poprečnog profila saobraćajnice (saobraćajna traka, bankina, rigol, berma i dr.) – Evidentiranje elemenata raskrsnice kao mjesta događanja SN (broj krakova, uglovi spajanja krakova, proširenja u raskrsnici, preglednost u prilazu, smetnje usljed objekata u raskrsnici, preporuka snimak raskrsnice zatražiti od upravitelja p**uta**...)
Evidentiranje karakteristika i stanja saobraćajnice i okolnih površina u vrijeme obavljanja uviđaja – Vrsta i stanje kolovozne i drugih površina, – Evidentirati nepravilnosti i oštećenja kolovozne i drugih površina u blizini kolovoza. – Evidentiranje i navođenje izvora odrona, zemlje, kamenja, pijeska i drugih materijala na kolovozu i u blizini kolovozu.
Evidentiranje vremenskih prilika u vrijeme obavljanja nastanka odnosno uviđaja SN – Evidentiranje vremenskih prilika (sunčano, oblačno) – Evidentiranje padavina prije i u vrijeme vršenja uviđajnih radnji (kiša, snijeg). – Evidentiranje prisutnosti magle prije i u toku vršenja uviđajnih radnji.

– Pokušati utvrditi da li je u vrijeme nastanka SN bila prisutna magla. – Evidentiranje okvirne procjene vidljivosti s obzirom na vremenske prilike.
Evidentiranje preglednost ceste na mjestu nastanka SN i domet vidljivosti – Evidentirati i fotografisati preglednost i domet vidljivosti sa okvirne pozicije mjesta nastanka SN u jednom i drugom smjeru. – Evidentirati na skici pozicije i izvršena mjerenja preglednosti.
Evidentiranje mogućnosti međusobnog uočavanja sa pozicija i putanja kretanja učesnika SN – Evidentirati, fotografisati i navesti udaljenost mogućeg međusobnog uočavanja učesnika SN. – Evidentirati na skici međusobne udaljenosti mogućeg uočavanja.
Evidentiranje tragova na kolovozu i okolini SN – Opisati naziv i karakteristike traga (otpali dio, veličina, karakteristika, veza sa vozilom i dr.). – Skicirati i fotografisati trag. – Izvršiti pozicioniranje traga mjerenjem i evidentiranjem udaljenosti po dužini i po širini od fiksne tačke. – Kod specifičnih tragova izvršiti pozicioniranje početka i završetka traga, kao i mjerenje dužine traga. – Kod specifičnih tragova fotografisanje izvršiti postavljanjem mjerne skale uz trag. – Evidentirati i detaljno provjeriti postojanje tragova na površinama izvan kolovoza koji su slabo uočljivi.
Evidentiranje postojanja kamera ili video-nadzora u blizini mjesta dešavanja SN – Evidentirati podatke o vlasniku kamera i video nadzora. – Eventualno službenim putem zatražiti dostavljanje snimaka u vrijeme nastanka SN.
Evidentiranje postojanja javne rasvjeti u blizini mjesta nastanka SN – Evidentiranje, opis i fotografisanje vrste i karakteristika javne rasvjete. – Procjena okvirne visine stubova, odnosno izvora svjetlosti. – Izmjeriti razmak između nosećih stubova. – Opis stanja, funkcionalnosti i ispravnosti javne rasvjete. – Evidentiranje da li je javna rasvjeta bila aktivna u vrijeme nastanka SN. – Skicirati pozicije nosećih stubova.
Evidentiranje postojanja drugih izvora svjetlosti u blizini mjesta nastanka SN – Evidentiranje drugih izvora svjetlosti kao što su: osvjetljenje privatnih posjeda, reklamni panoi, bilbordi i sl.) – Opis pozicije, vrste i karakteristika drugih izvora svjetlosti. – Skicirati pozicije drugih izvora svjetlosti. – Fotografisati druge izvore svjetlosti. – Evidentirati usmjerenost drugih izvora svjetlosti prema saobraćajnici i površinama kojima su se kretali učesnici SN.
Evidentiranje i detaljan pregled bliže okoline mjesta nastanka SN – Pregled pješačkih i biciklističkih površina. – Pregled površina autobuskih stajališta. – Pregled proširenja, niša i parking površina. – Pregled bankina, rigola i bermi. – Pregled kosina i jaraka uz saobraćajnicu. – Pregled zaštitnih odbojnih ograda. – Pregled potpornih zidova. – Pregled objekata uz saobraćajnicu. – Pregled neasfaltiranih, travnatih, zemljanih i površina obraslih rastinjem uz saobraćajnicu.
Evidentiranje vertikalne saobraćajne signalizacije – Evidentirati sve saobraćajne znakove. – Opisati stanje i karakteristike. – Opisati šifru i naziv saobraćajnog znaka. – Izmjeriti tačnu poziciju znaka u prostoru u odnosu na fiksnu tačku. – Skicirati saobraćajni znak sa tačnom pozicijom na skici lica mjesta. – Fotografisati saobraćajni znak. – Provjera ispravnosti i izvršiti mjerenje ver. sig. (veličina, retrorefleksija) – Opisati i fotografisati eventualna oštećenja znakova i opreme koji su nastali kao posljedica SN.
Evidentiranje horizontalne saobraćajne signalizacije – Evidentirati sve elemente horizontalne saobraćajne signalizacije. – Opisati stanje i karakteristike, kvalitet (vidljiva, slabo vidljiva). – Opisati šifru i naziv elemenata horizontalne signalizacije. – Izmjeriti tačnu poziciju elemenata u prostoru u odnosu na fiksnu tačku. – Ucrtati elemente horizontalne saobraćajne signalizacije sa tačnom pozicijom u razmjeri na skici lica mjesta. – Fotografisati elemente horizontalne saobraćajne signalizacije.

– Opisati i fotografisati eventualna oštećenja hor. sign. nastale kao posljedica dešavanja SN. – Provjera ispravnosti i izvršiti mjerenje hor. sig. (veličina, retrorefleksija)
Evidentiranje saobraćajne opreme – Evidentirati sve elemente saobraćajne opreme (odbojna ograda, smjerokazni stubići, katadiopteri, ogledala, pješačke ograde, usmjerivačke table i dr.). – Opisati stanje i karakteristike. – Izmjeriti tačnu poziciju elemenata u prostoru u odnosu na fiksnu tačku. – Ucrtati elemente saobraćajne opreme sa tačnom pozicijom u razmjeri na skici lica mjesta. – Fotografisati elemente saobraćajne opreme. – Opisati i fotografisati eventualna oštećenja saobraćajne opreme u SN. – Mjerenje retrorefleksije saobraćajnih znakova
Evidentiranje svjetlosne saobraćajne signalizacije – Evidentirati sve elemente svjetlosne saobraćajne signalizacije. – Opisati stanje i karakteristike. – Evidentirati da li je svjetlosna signalizacija bila u funkciji u vrijeme vršenja uviđaja. – Utvrditi da li je svjetlosna signalizacija bila u funkciji u vrijeme nastanka SN. – Izmjeriti tačnu poziciju u prostoru u odnosu na fisknu tačku. – Skicirati elemente svjetlosne saobraćajne signalizacije sa tačnom pozicijom na skici lica mjesta. – Fotografisati elemente svjetlosne saobraćajne signalizacije. – Opisati i fotografisati eventualna oštećenja svjetlosne signalizacije u SN.

3. DOPRINOS PUTNE INFRASTRUKTURE NASTANKU SAOBRAĆAJNE NEZGODE

Sistem bezbjednosti saobraćaja čine čovjek, vozilo, put i okolina. Interakcija ova četiri elementa određuje nivo rizika. Infrastruktura ima preventivnu funkciju – mora biti projektovana tako da kompenzuje moguće greške vozača i smanji posljedice sudara. Model interakcije:

$$Nezgoda = f(Čovjek, Vozilo, Put, Okolina)$$

Faktor puta uključuje: geometriju puta, stanje površine, preglednost i vidljivost, signalizaciju, opremu puta i održavanje. Neadekvatna infrastruktura ne samo da povećava vjerovatnoću konflikta, već povećava i težinu posljedica. U Tabeli 2. su prikazani osnovni parametri doprinosa puta nastanku saobraćajnih nezgoda sa kratkim ocjenama uzroka.

Tabela 2. Osnovni doprinosi puta nastanku saobraćajnih nezgoda

Karakteristike putne infrastrukture	Opis mogućeg doprinosa
Geometrijski dizajn puta	Horizontalne i vertikalne krivine, širina traka, preglednost i konfiguracija raskrsnica direktno utiču na formiranje konflikata. Nedovoljna preglednost ili mali radijusi krivina povećavaju vjerovatnoću izlijetanja i bočnih sudara.
Preglednost i trougao preglednosti (uočljivosti)	Na raskrsnicama je ključno obezbijediti adekvatan trougao preglednosti. Objekti, vegetacija ili parkirana vozila unutar tog prostora mogu značajno ograničiti mogućnost pravovremenog uočavanja drugog vozila i time povećati rizik konflikta. Raskrsnice su zone maksimalne koncentracije konflikata. Broj konfliktnih tačaka direktno utiče na vjerovatnoću sudara. Loša vođenje saobraćaja i nedovoljna preglednost povećavaju rizik bočnih sudara.
Uočljivost i ispravnost signalizacije	Saobraćajna signalizacija mora omogućiti pravovremeno opažanje, razaznavanje i razumijevanje poruke. Neadekvatna pozicija, zaklonjenost ili nedovoljna dimenzija znaka smanjuju efektivno vrijeme reakcije. Signalizacija mora omogućiti:pravovremeno opažanje, razaznavanje, prepoznavanje, donošenje odluke. Ako je raspoloživo vrijeme percepcije < 2 s, vjerovatnoća pogrešne reakcije značajno raste. Studije slučaja pokazuju da zaklonjen znak može smanjiti efektivno vrijeme čitanja na 0,6–1,3 s, što predstavlja značajan doprinos opasnoj situaciji
Udaljenost zaustavljanja i brzina	Zaustavni put zavisi od brzine, vremena reakcije i koeficijenta trenja. Neprilagođena brzina u odnosu na vidljivost i stanje kolovoza predstavlja čest uzrok nezgoda.

Stanje kolovoza i prianjanje	Koeficijent trenja između pneumatika i kolovoza ključan je za stabilnost vozila. Vlažan kolovoz, ispucalost i polirana površina produžavaju put kočenja i povećavaju rizik proklizavanja.
Udarne rupe i neravnine	Oštećeanja (defekti) kolovoza mogu djelovati kao neposredni okidač izbjegavajućih manevara. Posebno su rizični za motocikle i bicikle, gdje nagla korekcija putanje može dovesti do gubitka stabilnosti.
Noćni uslovi i rasvjeta	Smanjena vidljivost noću produžava vrijeme percepcije. Ako je javna rasvjeta nedovoljna ili neispravna, rizik kasnog opažanja prepreke značajno raste.

3.1. Konceptualni model interakcije faktora bezbjednosti saobraćaja

Sistem bezbjednosti saobraćaja čine četiri međusobno povezana elementa: čovjek, vozilo, put i okolina. Njihova dinamička interakcija formira uslove u kojima nastaje konfliktna situacija. Infrastruktura nije pasivan element sistema, već aktivna komponenta koja može:

- kompenzovati ljudsku grešku (opraštajuća infrastruktura),
- neutralisati rizik kroz dizajn,
- ili pojačati posljedice greške ukoliko postoje odstupanja.

Zona presjeka ova četiri elementa predstavlja zonu konflikta, u kojoj se generiše opasna situacija. U skladu sa principima Safe System pristupa (OECD/ITF, EU Road Safety Framework), odgovornost za bezbjednost raspoređena je na sve elemente sistema, pri čemu infrastruktura ima preventivnu i korektivnu funkciju.

Konceptualni model interakcije faktora bezbjednosti saobraćaja omogućava:

- Identifikaciju primarnog faktora,
- Analizu kombinovanih uzroka,
- Forenzičku procjenu doprinosa svakog elementa,
- Kontrafaktualnu analizu („šta bi se desilo da je element bio ispravan“).

Ovakav konceptualni okvir predstavlja osnovu za tehničku i pravnu analizu uzročnosti u saobraćajnim nezgodama.

4. FORENZIČKA ANALIZA DOPRINOSA PUTA U NASTAJANJU SAOBRAĆAJNE NEZGODE

Forenzička procjena doprinosa infrastrukturnog faktora vrši se kroz test odstupanja, mehanizma i kontrafaktualne analize – pitanje da li bi nezgoda bila izbjegnuta da je put bio ispravan. Procjena doprinosa puta, putne infrastrukture, signalizacije i opreme puta nastanku opasne situacije i saobraćajne nezgode zahtijeva sistemski, inženjerski i forenzički pristup. Analiza se zasniva na rekonstrukciji događaja, identifikaciji infrastrukturnih uslova, testiranju uzročnosti i kontrafaktualnoj procjeni vjerovatnoće ishoda.

Prvi korak predstavlja izgradnju vremenske linije događaja: brzina kretanja, trenutak percepcije opasnosti, reakcija vozača, kočenje ili upravljanje i konačna tačka konflikta. U ovoj fazi koriste se policijski zapisnici, skice lica mjesta, EDR podaci (ako postoje), video zapisi,

tragovi kočenja i geometrijska mjerenja. Cilj je precizno definisati mehanizam konflikta (npr. kasno opažanje, gubitak kontrole, nepropuštanje prvenstva, ulazak na crveno svjetlo).

Drugi korak obuhvata razdvajanje faktora koji su bili prisutni od onih koji su zaista uzročno djelovali. U tu svrhu primjenjuje se četverostepeni test uzročnosti:

- test izloženosti – da li je vozilo bilo izloženo infrastrukturnom elementu;
- test odstupanja – da li element odstupa od standarda dizajna ili održavanja;
- test mehanizma – da li odstupanje može logično proizvesti identifikovani tip sudara;
- kontrafaktualni test – da li bi nezgoda vjerovatno bila izbjegnuta ili blaža da je element bio ispravan.

Samo ako su zadovoljeni test mehanizma i kontrafaktualnosti, element se može označiti kao doprinosni.

Treći korak uključuje tehničku kontrolnu analizu elemenata puta: geometriju (radijusi krivina, preglednost, širine traka), stanje kolovoza (koeficijent trenja, udarne rupe, kolotrazi), vidljivost i signalizaciju (udaljenost detekcije, retrorefleksija, zaklonjenost), te opremu i rasvjetu. Posebna pažnja posvećuje se noćnim uslovima, zadržavanju vode i funkcionisanju semaforskih sistema (tajming žutog i crvenog intervala, detekcija vozila, logovi kontrolera).

Za utvrđivanje odgovornosti infrastrukture moraju biti ispunjena tri uslova:

- Postojanje tehničkog odstupanja (neadekvatna dimenzija, zaklon, loše održavanje, oštećenje kolovoza).
- Logična i tehnička veza između odstupanja i mehanizma nezgode.
- Kontrafaktualni test – da bi se nezgoda vjerovatno izbjegla ili ublažila da je infrastruktura bila ispravna.

Na osnovu utvrđenih činjenica vrši se ocjena doprinosa prema standardizovanoj skali:
– primarni doprinosilac (infrastrukturni element predstavlja neophodan uslov),
– značajan doprinos (povećava vjerovatnoću ili težinu nezgode),
– faktor težine (utiče na posljedice, ali ne na sam konflikt),
– nije doprinosio.

Analiza pokazuje da su nezgode najčešće rezultat kombinovanog uzroka, gdje interakcija ljudskog faktora i infrastrukturnog okruženja generiše konflikt. U tom smislu, put nije pasivan element sistema, već aktivna komponenta koja može kompenzovati ili pojačati ljudsku grešku. Primjena strukturiranog istražnog okvira omogućava objektivnu raspodjelu odgovornosti i identifikaciju preventivnih mjera u skladu sa principima Safe System pristupa.

U praksi su nezgode najčešće rezultat kombinacije faktora – infrastruktura i ponašanje vozača djeluju simultano i pojačavaju rizik.

4.1. Metodološki okvir istraživanja

Istraživanje je zasnovano na integrisanom inženjersko-forenzičkom pristupu, koji kombinuje:

- tehničku analizu infrastrukturnih elemenata,
- rekonstrukciju mehanizma saobraćajne nezgode,
- normativnu analizu propisa i tehničkih standarda,

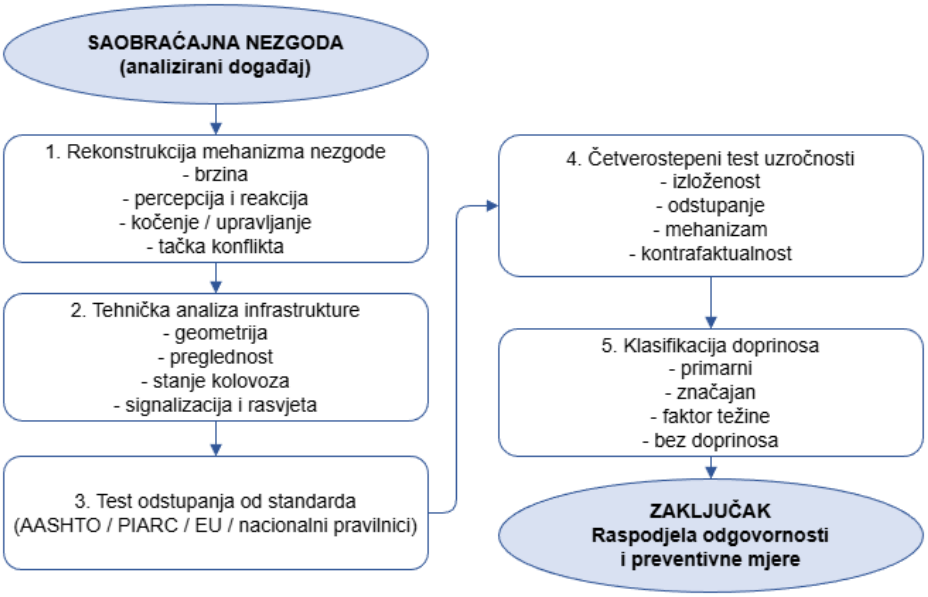
- kontrafaktualnu procjenu uzročnosti.

Primijenjeni metodološki okvir omogućava objektivnu procjenu doprinosa putne infrastrukture nastanku opasne situacije i saobraćajne nezgode, u skladu sa principima sistemske bezbjednosti (Safe System pristup). U radu su primijenjene metode i testiranja koja mogu dati adekvatan pristup objašnjenja i pojašnjenja uzroka i doprinosa uzroka u nastajanju saobraćajne nezgode.

Tabela 3. Metode/testovi za istraživanje problematike

Metoda / Test	Aktivnost
Analitička metoda	Sistematska razrada elemenata puta (geometrija, kolovoz, signalizacija, oprema, rasvjeta) i njihova povezanost sa rizikom konflikta.
Forenzička rekonstrukcija događaja	Rekonstrukcija vremenske linije nezgode obuhvata: brzinu kretanja, trenutak percepcije opasnosti, vrijeme reakcije, trajanje i dužinu kočenja, tačku konflikta. Analiza se zasniva na tragovima na kolovozu, skici lica mjesta, video zapisima, tehničkim mjerenjima i dostupnoj dokumentaciji.
Geometrijsko-kinematička analiza	Procjena: radijusa krivina, trougla preglednosti, zaustavne udaljenosti, uzdužnih i poprečnih nagiba, koeficijenta trenja kolovoza. Za analizu zaustavne udaljenosti koristi se standardna formula. Ova analiza omogućava procjenu da li je vozač imao realnu tehničku mogućnost izbjegavanja konflikta.
Test odstupanja od standarda	Uporedna analiza sa važećim tehničkim normama (AASHTO, PIARC, EU Direktiva 2019/1936, nacionalni pravilnici).Utvrđuje se da li postoji: projektantsko odstupanje, neadekvatno održavanje, funkcionalni nedostatak signalizacije, smanjena retrorefleksija, neispunjen uslov minimalne vidljivosti.
Četverostepeni test uzročnosti	Procjena doprinosa infrastrukturnog faktora vrši se kroz: – Test izloženosti – da li je učesnik bio izložen infrastrukturnom elementu. – Test odstupanja – da li postoji tehničko odstupanje od standarda. – Test mehanizma – da li odstupanje može proizvesti identifikovani tip sudara. – Kontrafaktualni test – da li bi nezgoda vjerovatno bila izbjegnuta ili ublažena da je infrastruktura bila ispravna.

Samo kumulativno ispunjenje testova mehanizma i kontrafaktualnosti omogućava kvalifikaciju elementa kao doprinosnog. Na slici 1, prikazan je hronološki dijagram analize doprinosa nastanku saobraćajne nezgode.



Slika 1. Dijagram toka metodološke analize doprinosa putne infrastrukture nastanku saobraćajne nezgode

Empirijski dio rada zasniva se na studijama slučaja koje obuhvataju:

- zaklonjen saobraćajni znak,

- znak II-33 i udaljenost zaustavljanja,
- objekat u trouglu preglednosti,
- pad motocikla usljed defekta kolovoza,
- situaciju vlažnog kolovoza i noćnih uslova.

Za svaki slučaj primijenjena je analitička matrica odgovornosti koja obuhvata:

- infrastrukturne faktore,
- ponašanje vozača,
- uslove okoline,
- procjenu stepena doprinosa.

Istraživanje je zasnovano na forenzičkim podacima pojedinačnih slučajeva i ne predstavlja statističku analizu velikog uzorka nezgoda. Rezultati se odnose na tehničku uzročnost i procjenu mehanizma, a ne na probabilističko modeliranje populacionog rizika.

5. ODGOVORNOST UPRAVLJAČA PUTA U NASTAJANJU SAOBRAĆAJNE NEZGODE

Upravljač puta ima obavezu održavanja kolovoza, signalizacije i rasvjete u skladu sa propisima. Propust u održavanju može predstavljati osnov odgovornosti ako postoji uzročna veza sa nezgodom. Odgovornost upravljača puta u Bosni i Hercegovini zasniva se na normativnom okviru koji obuhvata Zakon o osnovama bezbjednosti saobraćaja na putevima u BiH (ZOBS BiH), entitetske zakone o javnim putevima, podzakonske akte o signalizaciji i opremi puta, te tehničke pravilnike o projektovanju i održavanju puteva. U skladu sa navedenim propisima, upravljač puta ima obavezu da obezbijedi bezbjedne uslove odvijanja saobraćaja kroz pravilno projektovanje, postavljanje i održavanje saobraćajne signalizacije, kolovoza i opreme puta. Obaveze upravljača puta posebno se odnose na pravilnu dimenziju i pozicioniranje saobraćajnih znakova u skladu sa projektovanom brzinom, osiguranje minimalne vidljivosti u dnevnim i noćnim uslovima, održavanje retroreflektivnih svojstava signalizacije, uklanjanje zaklona (vegetacija, objekti, reklame) i pravovremenu sanaciju oštećenja kolovoza. Propust u ispunjavanju ovih obaveza može predstavljati osnov za utvrđivanje odgovornosti ukoliko postoji uzročna veza između nedostatka i nastanka opasne situacije ili nezgode.

Pored navedene nacionalne legislative, obaveze zemalja EU od 2019, su u svojim administracijama i provjerama bezbjednosti puta, pojačale sa direktivom (EU) 2019/1936 koja uvodi obavezu sistemskog upravljanja bezbjednošću infrastrukture kroz inspekcije, revizije i mrežno rangiranje rizika.

Forenzička procjena odgovornosti zasniva se na testu uzročnosti koji obuhvata četiri ključna pitanja: (1) da li je postojalo odstupanje od tehničkih normi i standarda; (2) da li je to odstupanje bilo predvidivo i preventabilno; (3) da li je postojala realna mogućnost da se nedostatak otkloni; i (4) da li bi pravilno postavljena i održavana infrastruktura vjerovatno spriječila ili ublažila posljedice nezgode. Samo ukoliko su ispunjeni uslovi uzročnosti i kontrafaktualnosti, može se govoriti o primarnom ili sekundarnom doprinosu upravljača puta. U slučajevima kada su tehnički parametri ispunjeni (npr. odgovarajuća dimenzija znaka, dovoljna udaljenost opažanja,

adekvatno vrijeme percepcije), odgovornost upravljača puta se ne može utvrditi, te se dominantni uzrok nezgode najčešće vezuje za neprilagođenu brzinu, nepažnju ili pogrešnu procjenu vozača. Međutim, ukoliko se utvrdi smanjena retrorefleksija, zaklonjenost znaka, nepravilno postavljanje ili neodržavanje kolovoza, tada infrastruktura može predstavljati značajan doprinosni faktor.

Zaključno, odgovornost upravljača puta nije automatizam već rezultat tehničke i pravne analize uzročne veze. Sistem bezbjednosti saobraćaja zahtijeva da infrastruktura bude projektovana i održavana prema principu predvidivog i „opraštajućeg" puta, čime se minimizira vjerovatnoća da ljudska greška preraste u tešku saobraćajnu nezgodu.

6. STUDIJE SLUČAJA_DOPRINOSA PUTNE INFRASTRUKTURE U NASTAJANJU SAOBRAĆAJNE NEZGODE

Analiza doprinosa putne infrastrukture, saobraćajne signalizacije, objekata u zoni puta i stanja kolovoza pokazuje da bezbjednost saobraćaja nije rezultat isključivo ponašanja vozača, već interakcije između čovjeka, vozila i okruženja. U okviru provedenih studija slučaja izvršena je geometrijska, kinematička i forenzička procjena uslova vidljivosti, raspoloživog vremena za reakciju, zaustavnog puta i mehanizama nastanka konflikta.

6.1. Doprinos saobraćajne signalizacije

U slučajevima pravilno dimenzionisanog i postavljenog znaka (npr. znak prečnika ≥ 30 cm pri brzini 80 km/h), analiza pokazuje da vozač ima dovoljno vremena za opažanje, raspoznavanje i prepoznavanje poruke. U takvim uslovima signalizacija ne predstavlja uzročni faktor nezgode, već ispunjava svoju preventivnu funkciju. Međutim, kada je znak zaklonjen objektom, vegetacijom ili infrastrukturnim elementom, raspoloživo vrijeme za percepciju može se smanjiti ispod 1,5 sekundi, što je ispod realnog vremena potrebnog za opažanje, razumijevanje i početak reakcije. U takvim slučajevima signalizacija postaje funkcionalno neadekvatna. Forenzički kriterij je da znak mora omogućiti pravovremeno informisanje vozača; ukoliko je informacija dostupna tek u kritičnoj zoni konflikta, signalizacija predstavlja značajan doprinosni faktor nastanku opasne situacije. Kod znakova postavljenih ispred mosta ili suženja, analiza pokazuje da i pri kasnijem prepoznavanju (npr. pri udaljenosti iščezavanja) postoji matematička mogućnost bezbjednog zaustavljanja, pod uslovom da su retrorefleksija i vidljivost adekvatni. Time se zaključuje da sama činjenica nastanka nezgode ne implicira automatsku odgovornost signalizacije; potrebno je dokazati tehničko odstupanje i uzročnu vezu. U tabelama 4,5 i 6 prikazana je analiza doprinosa saobraćajne signalizacije u pojedinim situacijama nastanku saobraćajne nezgode.

Tabela 4. Doprinos signalizacije u analizi vidljivosti znaka

Element	Uticaj na opasnu situaciju	Ocjena doprinosa
Dimenzija znaka ≥ 30,8 cm	Omogućava pravovremeno prepoznavanje	Nema doprinosa
Dimenzija znaka < 30,8 cm	Smanjuje vidni ugao	Djelimični doprinos
Loša retrorefleksija	Kasno opažanje	Značajan doprinos
Zaklonjenost znaka	Nemogućnost percepcije	Primarni doprinos

Tabela 5. Matrica odgovornosti_ zaklonjen znak u krivini

Faktor	Utvrđeno stanje	Mehanizam uticaja	Stepen doprinosa
Položaj znaka	Zaklonjen preprekom	Kasno opažanje	Značajan doprinos
Geometrija krivine	Mali radijus	Povećano bočno opterećenje	Doprinos
Brzina	Ako > projektne	Smanjena sigurnosna rezerva	Doprinos vozača

Tabela 6. Matrica odgovornosti_ znak II-33 (prvenstvo prolaza iz suprotnog smjera) i udaljenost zaustavljanja

Faktor	Utvrđeno stanje	Mehanizam uticaja	Stepen doprinosa
Dimenzija znaka	≥ propisane	Omogućava prepoznavanje	Nema doprinosa
Udaljenost znaka	35 m prije mosta	Dovoljna za reakciju	Nema doprinosa
Brzina	Neprimjerena/Neprilagođena	Produžen put kočenja	Značajan doprinos vozača

6.2. Doprinos objekata koji ograničavaju preglednost

Na nesignaliziranim raskrsnicama ili u krivinama, objekti (zgrade, zidovi, ograde) mogu značajno smanjiti, odnosno zonu preglednosti. Geometrijska analiza pokazuje da u takvim situacijama vozač dobija informaciju o vozilu iz suprotnog ili desnog smjera tek u graničnom trenutku, kada je raspoloživo vrijeme za reakciju minimalno. Kada proračun pokaže da se kritično stanje bezbjednosti javlja već pri umjerenim brzinama (npr. oko 28 km/h na raskrsnici ili pri projektnoj brzini krivine), objekat predstavlja sistemski rizik. U slučaju bočnog sudara ili izlijetanja, ovakvo ograničenje preglednosti može biti značajan, a u određenim okolnostima i primarni uzrok nezgode.

Tabela 7. Matrica odgovornosti_ objekt koji ograničava preglednost

Faktor	Utvrđeno stanje	Mehanizam uticaja	Stepen doprinosa
Objekt u trouglu preglednosti	Unutar zone preglednosti	Kasno uočavanje	Značajan doprinos
Brzina	≥ 30 km/h	Smanjeno vrijeme reakcije	Doprinos
Signalizacija	Nedostatak upozorenja	Nema kompenzacije rizika	Doprinos upravljača

6.3. Doprinos stanja kolovoza (udarne rupe, ispucalost, vlažna površina)

Stanje kolovoza ima dvostruku ulogu: može djelovati kao okidač konflikta (npr. izbjegavanje udarne rupe) i kao faktor koji pogoršava posljedice (smanjeno prijanjanje, produžen zaustavni put). Zaustavni put se izračunava na osnovu paramtera koji uključuju, prije svega brzinu, te vrijeme reagovanja a i koeficijent trenja i uzdužninagib/pad puta:

$$S = v \cdot t_r + \frac{v^2}{2g(f \pm i)}$$

gdje su: t_r– vrijeme reakcije, f– koeficijent trenja i i– uzdužni nagib.

Posebno su rizične situacije za dvotočkaše, gdje i srednji defekti (npr. rupa dubine 3 cm i prečnika 20 cm) mogu izazvati nagli manevar i gubitak stabilnosti. U analiziranom slučaju pada motocikla (70 km/h, suho, dan), utvrđeno je da defekt kolovoza predstavlja neposredan okidač izbjegavajućeg manevra. Međutim, brzina kretanja i način izvođenja manevra također su doprinijeli gubitku stabilnosti. Stoga se radi o kombinovanom uzroku – kolovoz kao značajan doprinosni faktor, ali ne nužno jedini primarni uzrok. Kod motornog vozila u uslovima vlažnog kolovoza, noći i slabog osvjetljenja, analiza pokazuje da brzina od 70 km/h značajno produžava zaustavni put i smanjuje sigurnosnu rezervu vremena. U takvim uslovima dominantni uzrok je često neprilagođena brzina, dok infrastruktura (npr. neodržavana rasvjeta ili kolotrazi sa zadržavanjem vode) može imati dodatni doprinos.

Tabela 8. Analitička matrica odgovornosti_ vlažan kolovoz, noć, 70 km/h

Faktor	Utvrđeno stanje	Mehanizam uticaja	Procjena doprinosa
Brzina 70 km/h	Veća od umjerene noćne brzine	Produžava zaustavni put i smanjuje vrijeme za reakciju	Značajan doprinos
Vlažan kolovoz	Smanjeno prijanjanje	Produžen put kočenja, mogućnost proklizavanja	Značajan doprinos
Noć + slabo osvjetljenje	Smanjena vidljivost prepreke/opasnosti	Kasnije opažanje → kasna reakcija	Značajan doprinos

Stanje kolovoza (ako postoje neravnine/kolotrazi)	Moguće zadržavanje vode	Lokalno smanjenje trenja	Potencijalni doprinos
Održavanje rasvjete (upravljač puta)	Slabo ili neispravno osvjetljenje	Povećava rizik kasnog uočavanja	Mogući doprinos upravljača
Pažnja vozača	(utvrđuje se)	Distrakcija povećava reakcijsko vrijeme	Varijabilan doprinos

Tabela 7. Analitička matrica odgovornosti_ pad motocikla – udarna rupa

Element	Utvrđene činjenice	Uzročni mehanizam	Stepen doprinosa
Kolovoz (udarna rupa 3 cm / Ø 20 cm)	Defekt u zoni kretanja	Okidač izbjegavajućeg manevra	Značajan doprinos
Brzina 70 km/h	Veća od umjerene gradske brzine	Smanjuje vrijeme reakcije i stabilnost	Značajan doprinos
Način reakcije (nagla korekcija)	Izbjegavanje bez postupnog usporenja	Gubitak stabilnosti dvotočkaša	Značajan doprinos
Uslovi (suho, dan)	Dobra vidljivost	Ne umanjuju odgovornost drugih faktora	Neutralno
Signalizacija / obilježavanje rupe	(ako nije bilo upozorenja)	Nema preventivnog efekta	Doprinos upravljača puta

8. ZAKLJUČAK

Putna infrastruktura značajno doprinosi i učestalosti i težini saobraćajnih nezgoda. Analiza potvrđuje da put nije neutralna komponenta sistema. Geometrijski nedostaci, loše stanje kolovoza i neadekvatna signalizacija mogu generisati opasne situacije i doprinijeti nastanku saobraćajnih nezgoda. Preventivni pristup, sigurnosne revizije i sistemsko upravljanje brzinom ključni su za smanjenje rizika. Analiza pokazuje da infrastruktura rijetko djeluje izolovano kao jedini uzrok nezgode. Najčešće se radi o kombinovanom uzroku – interakciji infrastrukturnog faktora (zaklon, defekt, smanjena vidljivost) i ljudskog faktora (brzina, pažnja, način reakcije). Međutim, kada infrastruktura ne omogućava pravovremenu percepciju ili bezbjednu putanju, ona prestaje biti neutralni faktor i postaje aktivni generator rizika. Nedostaci u geometrijskom dizajnu, stanju kolovoza, stanje saobraćajne signalizacije i opreme, konfiguraciji pored puta i sistemima za kontrolu saobraćaja stvaraju opasne uslove koji pojačavaju ljudsku grešku. Sistematska, bezbjedonosno orijentisana infrastrukturna strategija uključujući redovne revizije, programe održavanja, redizajn raskrsnica i inteligentno upravljanje saobraćajem, može značajno smanjiti rizik od nezgoda. Sigurnosni pristup bezbjednosti saobraćaja zahtijeva projektovanje i održavanje puta po principu “opraštajuće infrastrukture”, gdje i u slučaju ljudske greške posljedice ostaju minimalne. Utvrđivanje doprinosa putne infrastrukture i opreme puta potrebno je da bude zasnovano na preciznoj tehničkoj i forenzičkoj analizi, a ne na pretpostavci odgovornosti bilo kojeg učesnika. Za gradove koji se suočavaju sa zagušenjem, zagađenjem i mješovitim saobraćajnim uslovima, modernizacija infrastrukture, uključujući digitalni nadzor saobraćaja i adaptivno upravljanje igra ključnu ulogu u poboljšanju sigurnosno – bezbjedonosnih rezultata. Buduća istraživanja trebala bi integrisati tehnologije digitalnih blizanaca i analizu saobraćajnih podataka u realnom vremenu kako bi se predvidjeli i spriječili scenariji nezgoda vezanih za infrastrukturu.

Literatura

[1] American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets*, 7th ed. Washington, DC, USA: AASHTO, 2018.

[2] Austroads, *Guide to Road Design: Part 4 – Intersections and Crossings*. Sydney, Australia: Austroads Ltd., 2021.

[3] R. Elvik, “International transferability of accident modification functions for horizontal curves,” *Accident Analysis & Prevention*, vol. 59, pp. 487–496, 2013.

[4] R. Elvik, A. Høye, T. Vaa, and M. Sørensen, *The Handbook of Road Safety Measures*, 2nd ed. Bingley, UK: Emerald Publishing, 2019.

[5] European Commission, *EU Road Safety Policy Framework 2021–2030 – Next Steps Towards "Vision Zero"*. Brussels, Belgium, 2019.
[6] European Commission, *Directive (EU) 2019/1936 on Road Infrastructure Safety Management*. Brussels, Belgium, 2019.
[7] Federal Highway Administration (FHWA), *Road Safety Audit Guidelines*, FHWA-SA-06-06. Washington, DC, USA: U.S. Department of Transportation, 2012.
[8] E. Hauer, *Observational Before–After Studies in Road Safety*. Oxford, UK: Pergamon, 2007.
[9] International Organization for Standardization (ISO), *ISO 39001: Road Traffic Safety (RTS) Management Systems – Requirements with Guidance for Use*. Geneva, Switzerland, 2012.
[10] K. Lipovac, *Bezbednost saobraćaja*. Beograd, Srbija: Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beogradu, 2014.
[11] K. Lipovac and M. Nešić, "Infrastructure safety management and road safety audits in transition countries," *International Journal for Traffic and Transport Engineering*, vol. 1, no. 3, pp. 171–180, 2011.
[12] M. Nešić, B. Antić, and D. Pešić, "Influence of road geometric characteristics on traffic safety," *Promet – Traffic & Transportation*, vol. 27, no. 2, pp. 107–117, 2015.
[13] OECD/International Transport Forum (ITF), *Zero Road Deaths and Serious Injuries: Leading a Paradigm Shift to a Safe System*. Paris, France: OECD Publishing, 2016.
[14] PIARC (World Road Association), *Road Safety Manual*. Paris, France, 2019.
[15] Road Administration of the Federation of Bosnia and Herzegovina, *Pravilnik o saobraćajnoj signalizaciji i opremi na cestama*. Sarajevo, Bosna i Hercegovina, 2018.
[16] World Health Organization (WHO), *Global Status Report on Road Safety 2023*. Geneva, Switzerland, 2023.
[17] Zakon o osnovama bezbjednosti saobraćaja na putevima u Bosni i Hercegovini, "Službeni glasnik BiH," br. 6/06, 75/06, 44/07, 84/09, 48/10, 18/13, 8/17, 89/17.



PREVAZILAŽENJE OGRANIČENJA ANALYZER MODELA U ANALIZI KRETANJA VOZILA PRE SUDARA I DUBINSKI FORENZIČKI PRORAČUN SUDARNIH PARAMETARA NA OSNOVU EDR PODATAKA

Dr Nenad Milutinović, dipl. inž. saobr.
Akademija strukovnih studija Šumadija, odsek Kragujevac

Abstrakt

Rad se bavi savremenim pristupom rekonstrukciji saobraćajnih nezgoda zasnovanim na analizi EDR (Event Data Recorder) podataka. Iako softver AnalyzerPro omogućava prikaz trajektorije vozila neposredno pre sudara, u uslovima zanošenja i gubitka stabilnosti ovakvi modeli mogu dovesti do odstupanja usled pojednostavljenih pretpostavki o kretanju vozila. U radu je prikazan analitički pristup rekonstrukciji putanje vozila zasnovan na integraciji ugaone brzine (yaw-rate signala) i aproksimaciji ugla proklizavanja, čime se omogućava fizički konzistentna rekonstrukcija kretanja u presudarnoj fazi. Poseban akcenat stavljen je na dubinski forenzički proračun sudarnih parametara, pri čemu se pokazuje da se na osnovu EDR podataka jednog vozila, primenom zakona održanja količine kretanja i energije i transformacijom Δv sa mesta senzora na težište vozila, može izvršiti proračun mnogih sudarnih parametara vozila koje je očitano, ali i indirektna rekonstrukcija kretanja drugog vozila koje je učestvovalo u sudaru. Rezultati ukazuju da predloženi pristup omogućava precizniju rekonstrukciju trajektorije i pouzdanije određivanje sudarnih parametara u odnosu na pojedine simulacione metode, naročito u uslovima izraženog zanošenja i rotacije vozila. Time se unapređuje metodološki okvir za forenzičku analizu saobraćajnih nezgoda zasnovanu na EDR podacima.

Ključne reči: sudar, trajektorija, EDR.

Abstract

This paper addresses a modern approach to traffic accident reconstruction based on the analysis of EDR (Event Data Recorder) data. Although the AnalyzerPro software enables visualization of the vehicle trajectory immediately prior to impact, in conditions of yaw and loss of stability such models may lead to deviations due to simplified assumptions regarding vehicle motion. The paper presents an analytical approach to vehicle trajectory reconstruction based on the integration of angular velocity (yaw-rate signal) and approximation of the slip angle, enabling a physically consistent reconstruction of motion in the pre-crash phase. Special emphasis is placed on an in-depth forensic calculation of crash parameters, demonstrating that, based on the EDR data of a single vehicle, through the application of the laws of conservation of momentum and energy, and by transforming Δv from the sensor location to the vehicle's center of gravity, it is possible to calculate numerous crash parameters of the recorded vehicle, as well as to indirectly reconstruct the motion of the other vehicle involved in the collision. The results indicate that the proposed approach enables a more accurate reconstruction of the trajectory and a more reliable determination of crash parameters compared to certain simulation methods, particularly under conditions of pronounced yaw and vehicle rotation. This improves the methodological framework for forensic analysis of traffic accidents based on EDR data.

Keywords: collision, trajectory, EDR.

1. UVOD

Podaci iz memorijskih sistema vozila (EDR – Event Data Recorder) predstavljaju značajan izvor informacija u savremenoj rekonstrukciji saobraćajnih nezgoda. Ovi podaci se obično čuvaju u modulu za upravljanje vazdušnim jastucima (ACM) kod mnogih savremenih vozila i mogu se preuzeti specijalizovanim alatima, kao što je Bosch CDR sistem (Crash Data Retrieval), kojim se generišu standardizovani izveštaji o zabeleženim parametrima kretanja vozila neposredno pre i tokom sudara.

BOSCH

CDR CRASH DATA RETRIEVAL

IMPORTANT NOTICE: Robert Bosch LLC and the manufacturers whose vehicles are accessible using the CDR System urge end users to use the latest production release of the Crash Data Retrieval system software when viewing, printing or exporting any retrieved data from within the CDR program. Using the latest version of the CDR software is the best way to ensure that retrieved data has been translated using the most current information provided by the manufacturers of the vehicles supported by this product.

CDR File Information

User Entered VIN	WAUZZZF****** ******
User	Nenad Milutinovic
Case Number	K367-24
EDR Data Imaging Date	03-12-2025
Crash Date	07-03-2024
Filename	WAUZZZF****** ------_ACM ****** .CDRX
Saved on	Wednesday, March 12 2025 at 10:08:24
Imaged with CDR version	Crash Data Retrieval Tool 24.3.576
Imaged with Software Licensed to (Company Name)	Nenad Milutinovic
Reported with CDR version	Crash Data Retrieval Tool 24.3.576
Reported with Software Licensed to (Company Name)	Nenad Milutinovic
EDR Device Type	Airbag Control Module
Event(s) recovered	Record 1, Record 2, Record 3, Record 4, Record 5, Record 6

Slika 1 *– Identifikacioni deo CDR izveštaja*

Ovi zapisi obuhvataju, između ostalog, brzinu vozila, položaj papučice gasa, korišćenje kočnice, ugao upravljača, broj obrtaja motora, kao i status bezbednosnih sistema, uglavnom poslednjih 5 sekundi pre događaja. Time se omogućava kvantitativan uvid u ponašanje vozila i vozača u kritičnim fazama pre nastanka nezgode.

BOSCH

CDR CRASH DATA RETRIEVAL

Pre-Crash Data -5 to 0 Sec (Part I - 100 msec) (Most Recent Event - Non-Deployment)

Time (sec)	Pre-Crash Recorder Status	Speed, Vehicle Indicated (MPH [km/h])	Accelerator Pedal, % Full (%)	Engine Throttle, % Full (%)	Service Brake	Engine RPM (RPM)	ABS Activity	Stability Control	Steering Input (deg)	Brake Intervention by ESP
-5.0	Complete	25 [40]	31	SNA	Off	1652	No	On	-12	No

Slika 2 – Vremenski zapis parametara kretanja vozila

CDR sve više dobija na značaju, a očekuje se da će se ovaj trend i dalje nastaviti. Međutim, svaka nova metoda u veštačenju saobraćajnih nezgoda potencijalno može uvesti nove izvore grešaka. Ovaj rad analizira izvore grešaka koji su povezani sa upotrebom EDR podataka i razmatra načine za otklanjanje grešaka i unapređenje proračuna sudara vozila (korekcija putanje u slučaju proklizavanja vozila i korekcija Δv zbog položaja senzora).

U istraživanju pouzdanosti i interpretacije memorijskih podataka vozila posle saobraćajne nezgode, sprovedenom na većem broju slučajeva i sudarnih režima, pokazano je da je greška u EDR-prijavljenoj promeni brzine (Δv) u većini slučajeva relativno mala u umerenim sudarima, ali da pri sudarima visokog intenziteta i/ili pri složenim kontaktima sa izraženom rotacionom komponentom mogu postojati značajnija odstupanja [1], naročito ukoliko se nepravilno interpretiraju.

EDR i drugi memorijski zapisi vozila zaista jesu vredan dokazni materijal, ali samo pod uslovom da veštak razume njihovu primenu. Ti zapisi ne predstavljaju apsolutno pouzdan izvor bez odgovarajuće stručne interpretacije.

Drugi, podjednako važan aspekt je način na koji se ti podaci koriste za rekonstrukciju kretanja vozila. U praksi je uočena učestala primena pristupa da se nakon očitavanja EDR-a pokrene softver Analyzerpro i da se njegov grafički izlaz – prikazana linija kretanja vozila – prihvati kao realna putanja vozila i kao osnov za veštačenje. Ovakav pristup, bez kritičke analize očitanih podataka, može biti metodološki pogrešan. Naime, podaci koje registruje EDR modul (translatorna brzina, ugaona brzina, ugao upravljača itd.) predstavljaju niz fizičkih parametara u vremenu, ali ne i automatski generisanu stvarnu putanju težišta vozila po kolovozu. Softverski alati za vizuelizaciju putanje često polaze od pojednostavljenih pretpostavki: da se vozilo uvek kreće u smeru svoje uzdužne ose, da nema proklizavanja, da zadnja osovina ne gubi stabilnost i da upravljački ugao trenutno određuje smer kretanja vozila. Te pretpostavke su razumno tačne u stabilnoj vožnji, ali prestaju da važe upravo u onim trenucima koji su najkritičniji za veštačenje, neposredno pre nezgode kada se preduzimaju nagli manevri ili je vozilo već prethodno destabilizovano.

EDR zapis sam po sebi ne predstavlja automatski putanju vozila, već samo zapis parametara njegovog kretanja, te bez fizičke interpretacije ti parametri mogu dovesti do nerealnih geometrijskih rekonstrukcija [2]. Naime, EDR zapis predstavlja vremenski niz izmerenih parametara kretanja vozila, ali ne i direktno rekonstruisanu putanju težišta vozila po kolovozu. Stvarna trajektorija vozila može se dobiti tek naknadnom analizom i matematičkom obradom tih parametara. To znači da veštak ne sme da koristi pristup „očitaću EDR i pustiću Analyzer“. Neophodno je da veštak identifikuje uslove u kojima pretpostavke automatizovanih modela više nisu ispunjene, te da u tom slučaju sprovede dodatne proračune.

Poseban značaj ima činjenica da EDR podaci ne omogućavaju samo analizu kretanja vozila iz kojeg su očitani, već i indirektnu rekonstrukciju kretanja drugog vozila učesnika u sudaru. Na osnovu registrovanih sudarnih parametara, kao što su promena brzine (Δv), sudarna brzina, sudarni impuls i energija deformacije, moguće je sprovesti dubinski forenzički proračun kojim se određuju međusobni odnosi kretanja učesnika nezgode.

U tom smislu, predmet ovog rada jeste analiza mogućnosti i ograničenja primene EDR podataka u rekonstrukciji saobraćajnih nezgoda, sa posebnim akcentom na dubinski forenzički proračun sudarnih parametara i pravilnu interpretaciju očitanih podataka u funkciji realnog kretanja vozila.

Cilj rada je dvostruk: prvo, da pokaže šta veštak mora da zna o pouzdanosti samih EDR podataka; drugo, da prikaže kako se ti podaci koriste za fizički konzistentnu rekonstrukciju presudarne i sudarne faze saobraćajne nezgode. Time se pokazuje da uloga veštaka nije da bude operator softvera, nego analitičar materijalnih elemenata kojima raspolaže.

2. MATERIJALI I METODE

Metodološki pristup u ovom radu zasniva se na integrisanoj analizi EDR podataka, koja obuhvata rekonstrukciju kretanja vozila u presudarnoj fazi i analizu sudarnog procesa. Na osnovu raspoloživih podataka formira se matematički model kretanja vozila, kojim se rekonstruiše trajektorija vozila i određuju sudarni parametri relevantni za veštačenje

saobraćajne nezgode.

2.1 ANALIZA PUTANJE VOZILA PRI ZANOŠENJU

U rekonstrukciji kretanja vozila na osnovu EDR podataka, u presudarnoj fazi od posebnog značaja je pravilno određivanje putanje težišta vozila i njegove orijentacije u prostoru. U stabilnom režimu kretanja (bez klizanja), putanja težišta određuje se na osnovu brzine vozila i ugla orijentacije karoserije, što je prikazano relacijama (1.1) i (1.2).

Međutim, u uslovima rotacije i pojave bočnog klizanja dolazi do odstupanja između pravca kretanja težišta i uzdužne ose vozila. U tom slučaju uvodi se ugao proklizavanja, a pravac kretanja težišta određuje se kao zbir ugla orijentacije i ugla proklizavanja, prema relaciji (1.3).

Na osnovu toga, putanja težišta više se ne određuje iz ugla orijentacije vozila, već iz pravca kretanja težišta, što je definisano relacijama (1.4) i (1.5). Dakle, kretanje težišta vozila u uslovima zanosenja zasniva se na pravcu kretanja, a ne na orijentaciji karoserije.

Ugao orijentacije vozila određuje se integraljenjem yaw-rate signala iz EDR zapisa, prema relacijama (1.6) i (1.7). Na ovaj način dobija se potpuna promena orijentacije vozila u vremenu, kao i konačna orijentacija vozila u trenutku sudara (1.17).

Ugao proklizavanja određuje se na osnovu odnosa poprečne i uzdužne komponente brzine, što je prikazano relacijom (1.8). Međutim, u većini EDR zapisa u praksi nisu dostupni direktni kanali uzdužnog i poprečnog ubrzanja. Zbog toga se koristi adaptirani postupak, pri čemu se uzdužno ubrzanje određuje iz promene brzine prema relaciji (1.9), a poprečno ubrzanje aproksimira preko proizvoda brzine i yaw-rate signala prema relaciji (1.10). Na osnovu toga se dalje diskretno određuju komponente brzine prema relacijama (1.11) i (1.12), a ugao proklizavanja prema relaciji (1.13). Na ovaj način, ugao proklizavanja predstavlja izvedenu veličinu, zasnovanu na dostupnim EDR podacima.

Radi pravilne interpretacije rezultata, neophodno je jasno razlikovati sledeće uglove: $\psi(t)$ – ugao orijentacije vozila (karoserije), $\beta(t)$ – ugao proklizavanja (razlika između uzdužne ose vozila i pravca kretanja težišta), i $\theta(t)$ – pravac kretanja težišta. Njihov međusobni odnos definisan je relacijom (1.3). Pri tome važi da ugao ψ određuje orijentaciju vozila u prostoru, ugao β ne određuje orijentaciju vozila, dok ugao θ određuje pravac kretanja težišta.

Putanja težišta određuje se diskretnim integraljenjem brzine u pravcu kretanja težišta, prema relacijama (1.14) i (1.15), pri čemu se pravac kretanja u svakom vremenskom koraku određuje relacijom (1.16). Ovim postupkom dobija se kompletna putanja težišta u vremenskom intervalu, položaj težišta u svakom trenutku, kao i oblik kretanja u uslovima rotacije i klizanja.

Konačna orijentacija vozila u trenutku sudara određuje se isključivo iz ugla orijentacije $\psi(t)$, odnosno prema relaciji (1.17).

Rel.	Matematička relacija	Značenje
(1.1)	$x(t) = \int v(t) \cos \psi(t)\, dt$	stabilni položaj u x pravcu
(1.2)	$y(t) = \int v(t) \sin \psi(t)\, dt$	stabilni položaj u y pravcu
(1.3)	$\theta(t) = \psi(t) + \beta(t)$	pravac kretanja težišta
(1.4)	$x(t) = \int v(t) \cos(\psi(t) + \beta(t))\, dt$	x koordinata uz yaw efekat
(1.5)	$y(t) = \int v(t) \sin(\psi(t) + \beta(t))\, dt$	y koordinata uz yaw efekat
(1.6)	$\psi_i = \psi_{i-1} + \omega_i \cdot \Delta t$	diskretna integracija ugaone brzine
(1.7)	$\psi_i = \psi_{i-1} + \frac{\omega_{i-1}+\omega_i}{2} \cdot \Delta t$	trapezna integracija ugaone brzine
(1.8)	$\beta = \arctan\left(\frac{v_{lat}}{v_{long}}\right)$	ugao bočnog klizanja
(1.9)	$a_{long} = \frac{dv}{dt}$	uzdužno ubrzanje
(1.10)	$a_{lat} \approx v \cdot \omega$	poprečno ubrzanje
(1.11)	$v_{lat,i} = v_{lat,i-1} + a_{lat,i} \cdot \Delta t$	integracija bočne brzine
(1.12)	$v_{long,i} = v_{long,i-1} + a_{long,i} \cdot \Delta t$	integracija uzdužne brzine
(1.13)	$\beta_i = \arctan\left(\frac{v_{lat,i}}{v_{COG,i}}\right)$	diskretni ugao klizanja
(1.14)	$x_i = x_{i-1} + v_i \cos \theta_i \cdot \Delta t$	diskretna x koordinata
(1.15)	$y_i = y_{i-1} + v_i \sin \theta_i \cdot \Delta t$	diskretna y koordinata
(1.16)	$\theta_i = \psi_i + \beta_i$	diskretni pravac kretanja
(1.17)	$\psi(0)$	početna orijentacija vozila

Slika 3 *– Matematičke relacije za proračun trajektorije vozila*

2.1.1 Primer analize trajektorije na realnom EDR zapisu

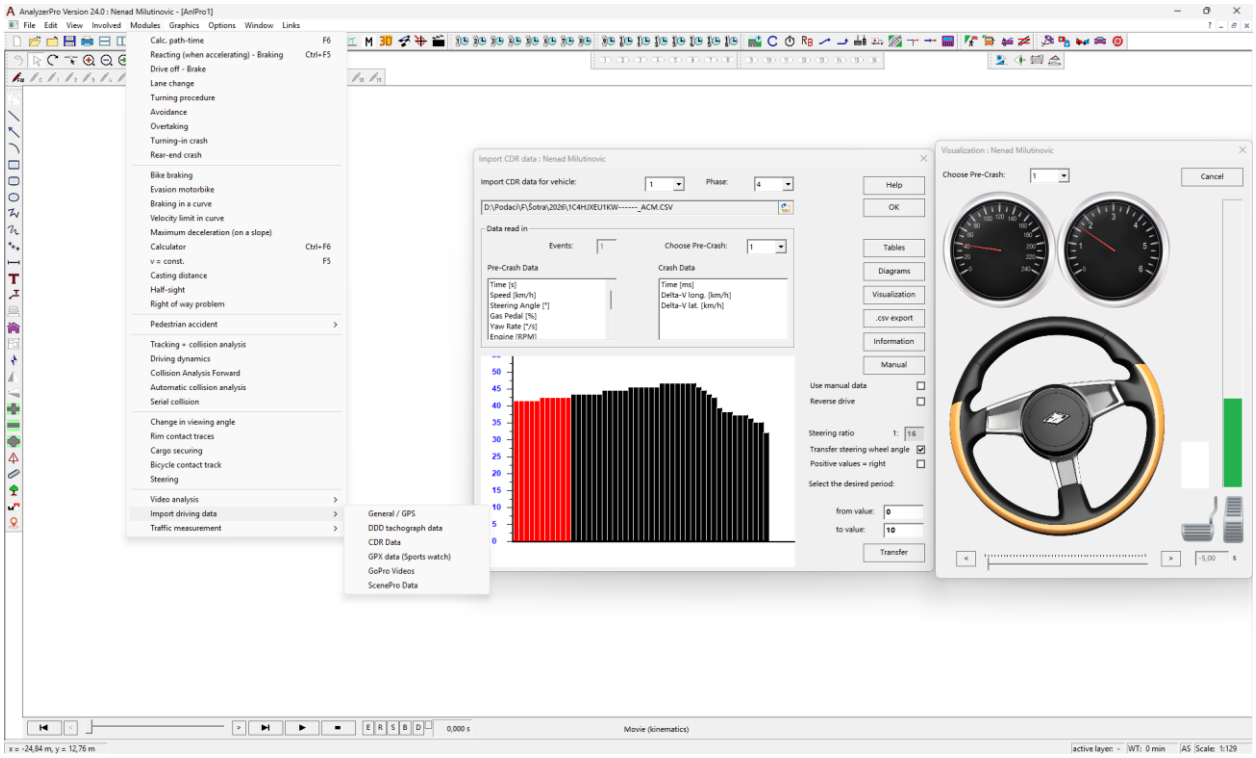
U cilju ilustracije primene prethodno definisanog modela, analiziran je jedan realan skup EDR podataka putničkog vozila više klase, opremljenog najsavremenijim sistemima aktivne bezbednosti. Pri očitanoj brzini koja je karakteristična za uobičajene uslove vožnje u naselju, došlo je do destabilizacije ovog vozila, što je s obzirom na bezbedno stanje podloge, upućivalo na to da je do rotacije vozila došlo kao posledica naglog upravljačkog manevra, a ne usled same brzine. U posmatranom primeru, rekonstruisana putanja i odgovarajući dinamički parametri ukazuju na izraženu promenu pravca kretanja vozila, koja je u saglasnosti sa reakcijom vozača u vidu upravljačkog korektivnog delovanja (kontriranje upravljačem). Takvo ponašanje predstavlja tipičan odgovor na inicijalnu destabilizaciju vozila, pri čemu dolazi do aktiviranja sistema stabilnosti, koji putem selektivnog kočenja pojedinačnih točkova nastoji da stabilizuje kretanje vozila.

Rekonstrukcija presudarnog kretanja izvršena je integracijom uzdužnog i poprečnog ubrzanja, kao i zapisa ugaone brzine (yaw rate), uz primenu relacija definisanih u prethodnom poglavlju. Putanja vozila, tj. položaji težišta vozila određeni su u diskretnim vremenskim koracima.

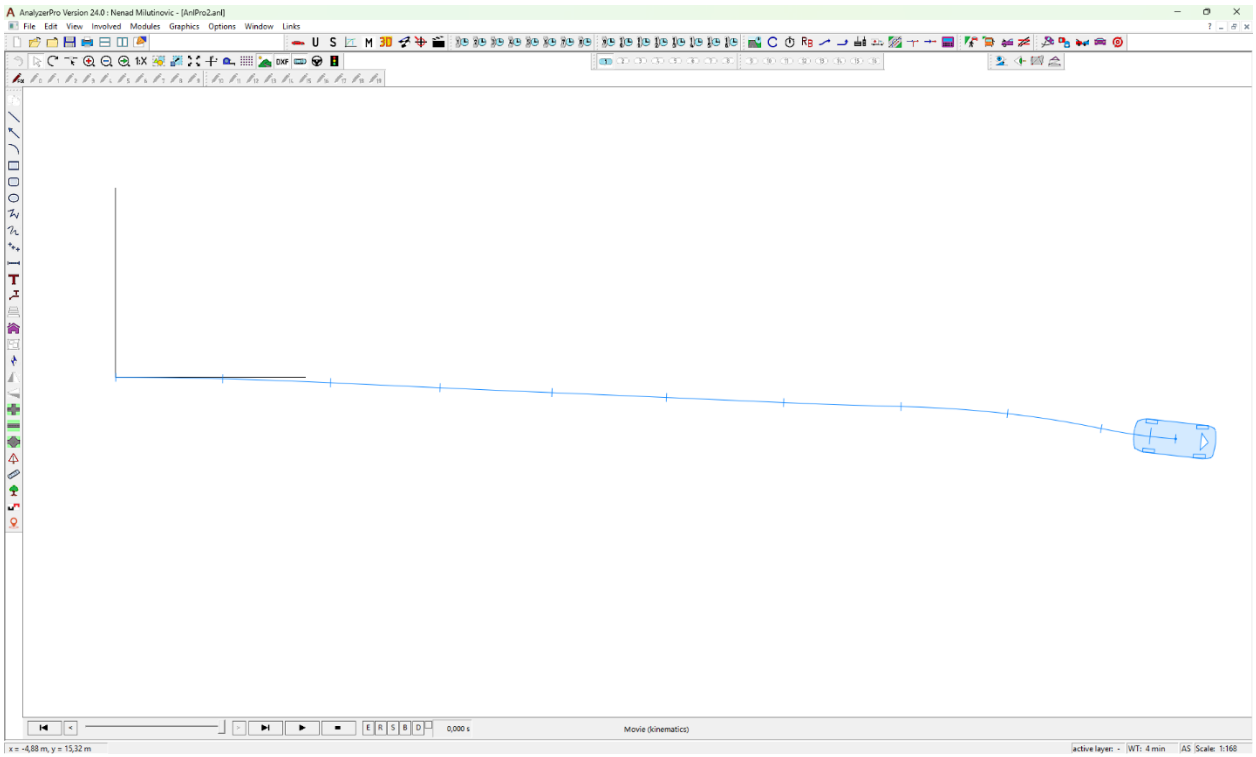
Dobijena putanja težišta vozila pokazuje inicijalno približno pravolinijsko kretanje, nakon čega dolazi do postepenog povećanja zakrivljenosti putanje, koje kulminira izraženijom promenom pravca neposredno pre završne faze kretanja. Završna orijentacija vozila određena je na osnovu integracije ugla rotacije, pri čemu je pravac kretanja definisan relacijom $\theta = \psi + \beta$.

Radi poređenja, ista putanja je određena i primenom standardnih funkcija softverskog alata (slika 5), zasnovane na direktnoj rekonstrukciji putanje iz raspoloživih EDR podataka. Uočava

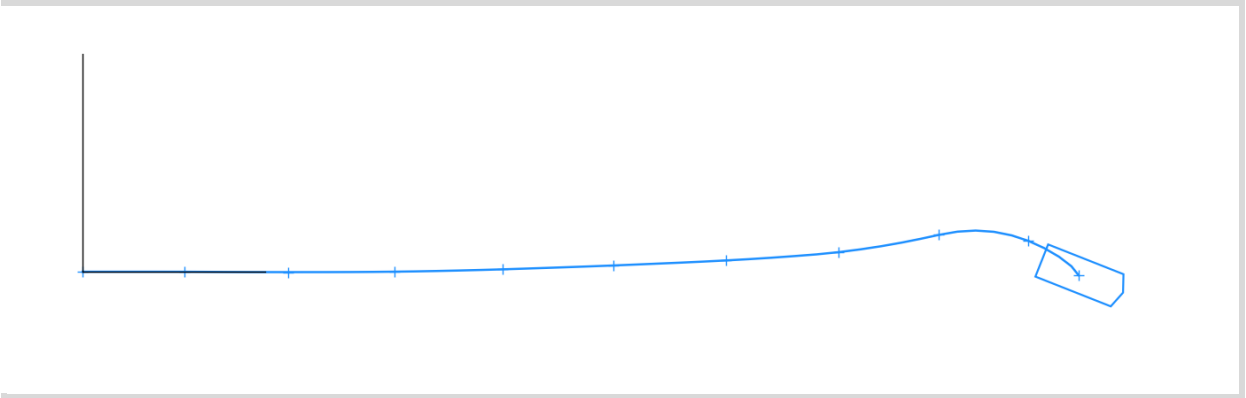
se da takav pristup implicitno zanemaruje doprinos ugaone brzine i ugla bočnog klizanja, što može dovesti do odstupanja u proceni lokalne zakrivljenosti putanje i naročito završne orijentacije vozila. Nasuprot tome, pristup zasnovan na integraciji yaw rate signala omogućava kontinualnu rekonstrukciju promene orijentacije vozila u vremenu, čime se dobija kinematski konzistentna putanja (slika 6). Razlike između ova dva pristupa postaju izraženije u fazama gde dolazi do izražene rotacije vozila, odnosno kada je doprinos promene ugla orijentacije dominantan.



Slika 4 – Postupak uvoza EDR podataka u program AnalyzerPro



Slika 5 – Simulirana putanja težišta vozila iz EDR zapisa primenom programa AnalyzerPro



Slika 6 – Proračunata putanja težišta vozila iz EDR zapisa integracijom kinemtskih parametara

U posmatranom primeru, razlika između grafički generisane putanje i putanje dobijene integracijom yaw-rate signala manifestuje se prvenstveno u završnom delu kretanja, gde dolazi do uočljive razlike u orijentaciji vozila i geometriji putanje. Ova razlika ima direktan uticaj na interpretaciju kinematike vozila u presudarnoj fazi.

Uočene razlike između grafički generisane putanje i putanje dobijene integracijom yaw-rate signala ne utiču samo na interpretaciju kinematike vozila u presudarnoj fazi i vremensko-prostornu analizu, već mogu imati značaj i u analizi postudarne dinamike. Konkretno, odstupanja u proceni završne orijentacije i pravca kretanja vozila neposredno pre sudara mogu se reflektovati na određivanje ugla naleta, raspodelu impulsa i dalji tok kretanja vozila nakon sudara.

2.2 ANALIZA SUDARA

Komponente trenutne promene brzine u toku sudara u EDR izveštaju date su duž uzdužne (Δv_long) i poprečne (Δv_lat) ose. Ukupna promena brzine računa se primenom relacije (2.1). Na osnovu ovih komponenata može se odrediti ugao pod kojim deluje sudarni impuls na vozilo preko relacije (2.2). Sudarni impuls J definisan je relacijom (2.3).

Pošto je u sudaru impuls koji deluje na oba vozila jednak po intenzitetu (zakon akcije i reakcije), važi relacija (2.4), odnosno relacija (2.5). Iz jednakosti prethodnih relacija sledi da se promena brzine drugog vozila može odrediti primenom relacije (2.6). Na taj način, ako je iz EDR zapisa poznata promena brzine jednog vozila, a poznate su mase vozila učesnika sudara, moguće je odrediti i promenu brzine drugog vozila iako nema njegovog EDR zapisa.

Dalje, pošto promena brzine predstavlja razliku između sudarne brzine i brzine vozila nakon sudara, važi relacija (2.7), dok se sudarna brzina određuje primenom relacije (2.8). Na taj način, ako je iz EDR zapisa poznata promena brzine jednog vozila, a iz materijalnih tragova ili analize kretanja određena brzina vozila nakon sudara, moguće je odrediti i sudarnu brzinu tog vozila, kao i sudarnu brzinu drugog vozila učesnika sudara.

Kada je poznata komponenta promene brzine u pravcu normale sudara, korišćenjem metodologije AGU Crash Database EES vrednosti se računaju primenom relacije (2.9), gde su: m1, m2 – mase vozila; Sdef1, Sdef2 – deformacije vozila; kr – koeficijent restitucije.

Imajući u vidu mase vozila i Δv, ukupna deformaciona energija računa se primenom relacije (2.10). Ako je deformaciona energija poznata, EES za pojedina vozila može se odrediti primenom relacija (2.11) i (2.12).

Da bi računi bili fizički ispravni, Δv u formulama mora da predstavlja promenu brzine težišta vozila, a ne lokalnu promenu brzine na mestu gde se nalazi kontrolni modul, pa iz tog razloga potrebno je obratiti pažnju prilikom veštačenja gde je modul postavljen na vozilu i da li njegova pozicija značajno odstupa od pozicije težišta vozila. Ukoliko postoji značajno odstupanje u pozicijama onda treba izvršiti transformaciju izmerenog Δv sa pozicije modula na težište vozila. Primenom matrice transformacije podataka sa mernog mesta na težište vozila dobijaju se komponente promene brzine težišta vozila u podužnom i poprečnom pravcu, i to prema relacijama (2.13) i (2.14), pri čemu je parametar K definisan relacijom (2.15), gde su:

Δv_long-cog – komponenta promene brzine težišta vozila u podužnom pravcu
Δv_lat-cog – komponenta promene brzine težišta vozila u poprečnom pravcu,
Δv_long – komponenta promene brzine registrovana na mernom mestu (senzoru) u podužnom pravcu,
Δv_lat – komponenta promene brzine registrovana na mernom mestu (senzoru) u poprečnom pravcu,
r_x, r_y – koordinate položaja tačke udara u odnosu na težište vozila (COG), u podužnom i poprečnom pravcu,
r_edrx, r_edry – koordinate položaja mernog mesta (senzora) u odnosu na težište vozila (COG),
k – radijus inercije vozila,
I_z – moment inercije vozila oko vertikalne ose.

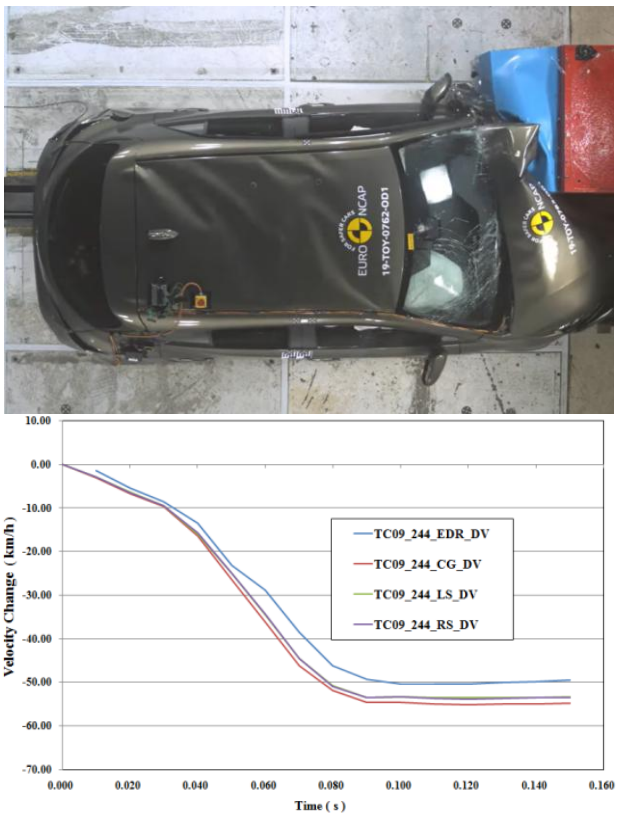
Rel.	Matematička relacija	Značenje
(2.1)	$\Delta v = \sqrt{\Delta v_{long}{}^2 + \Delta v_{lat}{}^2}$	ukupna promena brzine
(2.2)	$\alpha = arctan\frac{\Delta v_{lat}}{\Delta v_{long}}$	pravac sudarnog impulsa
(2.3)	$J = m \cdot \Delta v$	sudarni impuls
(2.4)	$J_1 = J_2$	zakon akcije i reakcije
(2.5)	$m_1 \cdot \Delta v_1 = m_2 \cdot \Delta v_2$	jednakost impulsa
(2.6)	$\Delta v_2 = \frac{m_1}{m_2}\Delta v_1$	promena brzine drugog vozila
(2.7)	$\Delta v = v_{sudar} - v_{posle}$	ukupna promena brzine
(2.8)	$v_{sudar} = \Delta v + v_{posle}$	sudarna brzina
(2.9)	$EES_{1,2} = \Delta v_n \sqrt{\frac{(m_1 + m_2) \cdot S_{def1,2} \cdot (1 - k_r)}{m_{2,1} \cdot (S_{def1} + S_{def2}) \cdot (1 + k_r)}}$	AGU EES relacija
(2.10)	$E_{def} = \frac{1}{2} m_1 \cdot \Delta v_1{}^2 + \frac{1}{2} m_2 \cdot \Delta v_2{}^2$	ukupna deformaciona energija
(2.11)	$EES_1 = \sqrt{\frac{2 \cdot E_{def1}}{m_1 \cdot \frac{S_{def2}}{S_{def1} + S_{def2}}}}$	EES vozila 1
(2.12)	$EES_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot E_{def2}}{m_1 \cdot \frac{S_{def1}}{S_{def1} + S_{def2}}}}$	EES vozila 2
(2.13)	$\Delta v_{long-cog} = \frac{\left(1 + \frac{r_x \cdot r_{edrx}}{k^2}\right) \cdot \Delta v_{long} + \frac{r_x \cdot r_{edry}}{k^2} \cdot \Delta v_{lat}}{1 + \frac{r_y \cdot r_{edry} + r_x \cdot r_{edrx}}{k^2}}$	promena brzine težišta u podužnom pravcu
(2.14)	$\Delta v_{lat-cog} = \frac{\left(1 + \frac{r_y \cdot r_{edry}}{k^2}\right) \cdot \Delta v_{lat} + \frac{r_y \cdot r_{edrx}}{k^2} \cdot \Delta v_{long}}{1 + \frac{r_y \cdot r_{edry} + r_x \cdot r_{edrx}}{k^2}}$	promena brzine težišta u poprečnom pravcu
(2.15)	$k = \sqrt{\frac{I_z}{m}}$	radijus inercije vozila

***Slika 7** – Matematičke relacije za proračun sudarnih parametara*

2.2.1 Primer analize Δv na realnom EDR zapisu

Kao ilustrativan primer odstupanja između promene brzine očitane putem EDR sistema i promene brzine u težištu vozila može se navesti crash test sa vozilom *Toyota Corolla (TC09-244)* [3].

Na dijagramu je prikazana uporedna promena brzine dobijena iz EDR sistema i laboratorijskih senzora postavljenih u težištu vozila, pri čemu se uočava razlika kako u maksimalnim vrednostima, tako i u toku promene brzine.



Slika 8 – *Trenutna promena brzine vozila Toyota Corolla na testu TC09-244 [3]*

U navedenom testu sudarna brzina iznosila je 47,85 km/h, pri čemu je:

- promena brzine izmerena na testu u težištu vozila iznosila $\Delta v = -55{,}13$ km/h,
- EDR sistem registrovao vrednost $\Delta v = -50{,}37$ km/h.

Razlika između ovih vrednosti iznosi 4,75 km/h, odnosno 8,6%, pri čemu treba imati u vidu da su odstupanja izraženija u slučajevima sa većim rotacionim kretanjem vozila nakon sudara.

3. REZULTATI I DISKUSIJA

Primena predloženog metodološkog pristupa omogućava rekonstrukciju trajektorije vozila koja je kinematski i dinamički konzistentna sa registrovanim EDR parametrima. U odnosu na grafički generisane putanje dobijene primenom softverskih alata, dobijena trajektorija preciznije opisuje promenu pravca kretanja i završnu orijentaciju vozila u uslovima zanošenja vozila. Istovremeno, primenom analize sudarnih parametara omogućeno je određivanje međusobnog odnosa parametara kretanja učesnika nezgode, čak i u situacijama kada podaci drugog vozila nisu dostupni.

Uporedna analiza pokazuje da grafički generisana putanja, zasnovana na pojednostavljenim pretpostavkama, može dovesti do odstupanja u proceni lokalne zakrivljenosti i završne orijentacije vozila, dok metod zasnovan na integraciji yaw-rate signala obezbeđuje kontinualnu i fizički zasnovanu rekonstrukciju kretanja. Ova razlika postaje naročito izražena u fazama kada dolazi do značajnog zanošenja i gubitka stabilnosti vozila.

Sa stanovišta forenzičke analize, navedena odstupanja imaju direktan uticaj na određivanje ugla naleta, raspodele sudarnog impulsa i drugih parametara koji su od uticaja na kasniju vremensko-prostornu analizu nezgode. Time se potvrđuje da izbor metode rekonstrukcije putanje vozila može značajno uticati na konačne zaključke veštačenja.

Model zasnovan na relaciji (1.3) primenjuje se u uslovima kada postoji razlika između pravca kretanja težišta i orijentacije vozila. U stabilnom režimu kretanja, gde je ugao proklizavanja zanemarljiv, model se svodi na relacije (1.1) i (1.2).

Ugao proklizavanja ne predstavlja ugao rotacije vozila, već razliku između uzdužne ose vozila i pravca kretanja težišta. Zbog toga se ne koristi za određivanje orijentacije vozila, već isključivo za određivanje pravca kretanja. Razlika u primeni opisane metode ogleda se u dostupnosti ulaznih podataka, jer u većini slučajeva nisu dostupni direktni kanali uzdužnog i poprečnog ubrzanja.

U praksi, većina EDR zapisa sadrži brzinu (translatornu i ugaonu) i vremenske intervale uzorkovanja, dok kanali ubrzanja najčešće nisu dostupni. Zbog toga se koriste aproksimacije definisane relacijama (1.9) i (1.10), usled čega ugao proklizavanja predstavlja izvedenu veličinu, a rekonstruisana putanja najbolju moguću aproksimaciju zasnovanu isključivo na EDR podacima. Primena preciznijeg pristupa, zasnovanog na direktno merenim komponentama ubrzanja, u praksi je ograničena zbog retke dostupnosti takvih podataka u EDR izveštajima.

Putanja težišta vozila u uslovima zanošenja određuje se integraljenjem brzine u pravcu kretanja težišta, koji je definisan kao zbir ugla orijentacije vozila i ugla proklizavanja. Ugao orijentacije dobija se direktno iz EDR zapisa, dok ugao proklizavanja predstavlja izvedenu veličinu. Konačna orijentacija vozila u trenutku sudara određuje se isključivo iz ugla orijentacije, dok se ugao proklizavanja koristi za određivanje stvarnog pravca kretanja težišta.

Primenom relacija zasnovanih na zakonu održanja količine kretanja i energije, kao i transformacijom Δv sa mesta senzora na težište vozila, omogućeno je određivanje sudarnih parametara i kretanja drugog vozila učesnika nezgode, čak i u odsustvu njegovih EDR podataka.

Navedeno odstupanje u očitanoj u odnosu na stvarnu vrednost Δv u pokazanom primeru, predstavlja posledicu činjenice da EDR sistem registruje promenu brzine na mestu ugradnje senzora, a ne u težištu vozila, usled čega na rezultat utiče i rotaciono kretanje vozila tokom sudara. Shodno tome, za pravilnu interpretaciju EDR podataka neophodno je izvršiti transformaciju izmerenih komponenti Δv sa mesta senzora u težište vozila, primenom odgovarajućeg transformacionog modela, koji je definisan relacijama (2.13) i (2.14).

Dobijeni rezultati ukazuju da predloženi pristup, u odnosu na pojedine simulacione metode, omogućava integrisanu analitičku rekonstrukciju kretanja vozila na osnovu EDR podataka, pri čemu je obezbeđena kinematička i dinamička konzistentnost u presudarnoj i sudarnoj fazi. U odnosu na klasične postupke analize, ovakav pristup omogućava preciznije određivanje sudarnih parametara, kao i indirektnu analizu kretanja drugih učesnika nezgode.

4. ZAKLJUČAK

EDR sistemi sve više dobijaju na značaju u rekonstrukciji saobraćajnih nezgoda, pri čemu se očekuje dalji razvoj njihove primene u forenzičkoj praksi. Međutim, njihova upotreba uvodi i specifične izvore grešaka koji su povezani sa načinom merenja i interpretacijom podataka. U radu su analizirani ključni izvori tih grešaka, posebno u vezi sa rekonstrukcijom putanje vozila u uslovima proklizavanja i određivanjem Δv u zavisnosti od mesta ugradnje senzora i ekscentričnosti sudara.

U uslovima stabilnog kretanja, trajektorija vozila može se pouzdano rekonstruisati na osnovu vremenskog zapisa brzine, ugla upravljača i poznatih karakteristika upravljačkog sistema, primenom Ackermann-ove geometrije. Međutim, u uslovima zanošenja i gubitka stabilnosti, kada dolazi do razdvajanja pravca kretanja i orijentacije vozila, ovakav pristup postaje

nedovoljan. Otežavajuću okolnost predstavlja i činjenica da EDR zapisi najčešće sadrže ugaone brzine, ali ne i direktne podatke o uglovima rotacije.

Rezultati rada pokazuju da se primenom analitičkog pristupa, zasnovanog na integraciji yaw-rate signala i aproksimaciji ugla proklizavanja, može rekonstruisati realna putanja težišta vozila i u složenim dinamičkim režimima. Istovremeno, transformacijom Δv sa mesta senzora na težište vozila i primenom zakona održanja količine kretanja i energije omogućava se preciznije određivanje sudarnih parametara i indirektno određivanje parametara kretanja drugih učesnika nezgode.

Savremeni softverski alati omogućavaju automatsku rekonstrukciju trajektorije na osnovu EDR podataka, ali takvi rezultati predstavljaju algoritamsku interpretaciju koja zahteva stručnu proveru. Prikazani metod omogućava prelazak sa grafičke interpretacije na analitičku rekonstrukciju zasnovanu na zakonima mehanike, čime se unapređuje pouzdanost i forenzička vrednost analize saobraćajnih nezgoda. Na taj način obezbeđuje se metodološki utemeljena veza između rekonstrukcije presudarne putanje i analize sudarnog procesa, što predstavlja osnov za pouzdano forenzičko tumačenje saobraćajnih nezgoda.

Predloženi metod ne predstavlja zamenu za simulacione modele, već se koristi kao alat za njihovu kontrolu i validaciju, kao i za definisanje inicijalnih uslova simulacije zasnovanih na fizički konzistentnoj interpretaciji EDR podataka.

5. LITERATURA

[1] Milutinović, N.: Pouzdanost interpretacija podataka iz memorije vozila posle saobraćajne nezgode, Savetovanje sa međunarodnim učešćem „Saobraćajne nezgode“, Zbornik radova, 2022.

[2] Holtkötter, I., Pirker, F. and Schmidt, M.: Pre-Collision Motion Reconstruction and Collision Offset Correction Methods of EDR Data, 32nd Annual Congress of the European Association for Accident Research and Analysis (EVU), 2024.

[3] German, A., Dalmotas, D. and Comeau, J.-L.: Crash Pulse Data from Event Data Recorders in Rigid Barrier Tests, 22nd International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles (ESV), Washington DC, 2011.



NOVI JEDINSTVENI KRITERIJUMI I PRAVILA ZA PROCJENU ŠTETE NA VOZILIMA

Dr Drago Talijan, EIB Internationale-Centar za motorna vozila Banja Luka
MSc Tibor Bodolo, Centar za veštačenja i procene Novi Sad
MSc Marko Mladenović, Auto moto savez Srbije-Centar za motorna vozila
Mr Branislav Ristić, Mašinski fakultet Banja Luka
Mr Igor Radojević, Udruženje sudskih vještaka Crne Gore Podgorica

NEW UNIQUE CRITERIA AND RULES FOR THE ASSESSMENT OF DAMAGE TO VEHICLES

Rezime
Od 01.01.1989. godine do danas su bili u primjeni Jedinstveni kriterijumi za procjenu štete na vozilima, što samo po sebi govori o potrebi da se inoviraju i dopune, kako bi se moglo odgovoriti na izazove koje prati proces procjene štete na savremenim vozilima.
Jedinstvene kriterijume je trebalo doraditi u dijelovima gdje su prevaziđeni, neprecizni i nepotpuni. Među najvažnijim segmentima koji su bili predmet stručne rasprave i usaglašavanja među stručnjacima su, u najkraćem: uvrstiti rezultate najnovijih istraživanja pada vrijednosti vozila (amortizacione tablice), preciznije iskazati kriterijume za klasifikaciju oštećenja, detaljnije objasniti kriterijume za ocjenu opšteg stanja vozila, preispitati kriterijume po osnovu starosti i pogonskog učinka, preurediti strukturu i procenat vrijednosti spašenih dijelova za vozila sa konvencionalnim pogonom, formirati kriterijume za obračun spašenih dijelova kod hibridnih vozila i vozila na električni pogon, usaglasiti metode za procjenu štete zbog nekorišćenja vozila, usaglasiti pitanje upotrebe zamjenskih dijelova pri popravci vozila i sl.
Ključne riječi: vozila, šteta, kriterijumi, rezervni dijelovi

Summary
From 01.01.1989. Until today, the Uniform Criteria for damage assessment on vehicles have been in use, which in itself speaks of the need to innovate and supplement, in order to be able to respond to the challenges that follow the process of damage assessment on modern vehicles. The unique criteria should have been refined in the parts where they were exceeded, imprecise and incomplete. Among the most important segments that were the subject of expert discussion and agreement among experts are, in brief: include the results of the latest vehicle depreciation research (depreciation tables), express more precisely the criteria for the classification of damage, explain in more detail the criteria for assessing the general condition of the vehicle, review the criteria based on age and driving performance, rearrange the structure and % value of salvaged parts for vehicles with conventional propulsion, form criteria for the calculation of salvaged parts for hybrid vehicles and electric vehicles, harmonize methods for assessing damage due to non-use of the vehicle, harmonize the issue the use of replacement parts when repairing vehicles, etc.
Keywords: vehicles, damage, criteria, spare parts

1. Uvod

Princip pravičnosti naknade štete podrazumijeva adekvatno obeštećenje po principu, isto obeštećenje za isto oštećenje. Da bi se to ostvarilo, potrebno je utvrditi jedinstvena pravila i kriterijume za utvrđivanje obima oštećenja i obračun visine štete na vozilima.
Jedinstveni kriterijumi proističu iz potrebe da se standardizuju postupci i kriterijumi utvrđivanja obima oštećenja kao i metoda obračuna materijalnih šteta po vrsti i visini i to kako od strane osiguravajućih društava tako i od strane sudskih veštaka i stručnjaka iz ove oblasti.
U prilog tome ide činjenica da su kriterijumi zasnovani na tehnički i matematički definisanim veličinama i parametrima gdje god je to bilo moguće ostvariti. Međutim, utvrđivanje obima-oštećenja će i dalje u velikoj mjeri zavisiti od kvalitativnih kriterijuma koji se individualno izražavaju i primjenjuju, što zavisi od stručnosti i vještine samih procjenitelja, pa će se deskriptivnim opisima pomoći ujednačenju i ove prakse. Cilj je da subjektivni kriterijumi postanu objektivni i što više standardizovani kako bi se razlike našle u tolerantnom području neusklađenosti.
Cijeneći razvoj automobilske industrije, i promjene koje se dešavaju, bilo je nužno preispitati postojeća rješenja iz 1989. godine i predložiti nove, inovirane i poboljšane kriterijume i pravila za procjenu štete na vozilima.

Upravo to je bio razlog da se animiraju eksperti raznih profila kako bi se došlo do kriterijuma koji se mogu nazvati jedinstvenim, a još važnije, da budu primjenjivi sa što većim stepenom usaglašenosti.
Na izradi ovog dokumenta, radilo je više od 50 eksperata iz udruženja vještaka, industrije osiguranja, akademske zajednice, advokata, stručnih institucija i organizacija iz svih zemalja u regionu. Ovim pristupom smo obezbijedili širok konsenzus i usaglašenost oko najvažnijih pitanja, postižući optimalna rješenja i dalje fleksibilan pristup. I pored toga, što su pravila i kriterijumi jasno definisani, najvećim dijelom i kvantifikovani i deskriptivno objašnjeni, potrebna su zavidna stručna znanja i vještine stručnjaka koji ih budu primjenjivali.

2. Utvrđivanje obima oštećenja

Obim oštećenja na vozilu se utvrđuje neposrednim pregledom vozila i izradom zapisnika o oštećenju. U slučaju da se vizuelnim pregledom ne mogu utvrditi sva oštećenja, potrebno je demontirati neke dijelove ili sklopove vozila kako bi se mogli pregledati i dijelovi koji nisu bili vidljivi pri prvom pregledu vozila. Ponekad je potrebno izvršiti pregled vozila u servisnim uslovima da bi se utvrdilo stanje dijelova ili uređaja u čiju ispravnost se sumnja, a koji se mogu povezati sa štetnim događajem.
Ukoliko se pregled vozila vrši nakon popravke vozila, obim oštećenja se utvrđuje rekonstrukcijom slučaja uz pomoć dostupne dokumentacije, fotografija oštećenog vozila, zapisnika o uviđaju, računa o popravci vozila, izjava svjedoka i drugih podataka do kojih se može doći na pouzdan način.
Utvrđivanje obima oštećenja se odvija u više faza, zavisno o situaciji, a rezultira izradom zapisnika o oštećenju vozila i fotografisanjem vozila. Primijećeno je da su zapisnici veoma neujednačeni po sadržaju, opisu a često i sa nekompletnim podacima, pa je predložen izgled i sadržaj zapisnika u kome bi se našli svi podaci od značaja za rješavanje jednog odštetnog zahtjeva.
U postupku utvrđivanja obima i stepena oštećenja će sve veći značaj imati vještačka inteligencija. Za sada su u primjeni specijalizovani softveri koji omogućuju da se utvrdi obim oštećenja i visina štete prema standardima proizvođača.

3. Obračun visine štete na vozilima

Visina štete se utvrđuje na osnovu zapisnika o oštećenju vozila i fotografija kojim se definiše obim štete. Obračun visine štete se sastoji od nekoliko stavki: pojedinačnih cijena dijelova koji su zamijenjeni i njihovog zbira, sitnih dijelova u iznosu 2 % od cijene dijelova za zamjenu, cijene rada koja se dobija umnoškom broja NČ za popravku vozila i jedinične cijene rada, potrošnog i lakirerskog materijala, pripadajućeg PDV-a i ukupnih troškova popravke.
Iako je praksa obračuna štete na vozilima veoma stara i uhodana, neophodno je usaglašavati standarde jer postoje brojni izazovi. Jedan od njih se odnosi na dilemu u vezi korišćenja zamjenskih dijelova. Ništa manje pažnje ne privlače i nesporazumi u vezi obračuna amortizovane vrijednosti dijelova koji se mijenjaju zbog oštećenja.
Visina štete se obračunava bez iskazanog PDV-a i sa pripadajućim PDV-om, sem kod vozila kojim se obavlja privredna djelatnost, odnosno vlasnika koji imaju pravo na povrat PDV.

3.1 Utvrđivanje visine štete po računu i predračunu

Prilikom obračuna štete po računu, nakon obavljene popravke vozila, upoređuje se obim oštećenja iskazan u zapisniku o oštećenju sa specifikacijom troškova iz računa ili predračuna. Pojedinačno se provjeravaju cijene dijelova za zamjenu, troškovi radne snage i utrošenog materijala.
Troškovi lakiranja mogu biti iskazani i prema jedinici površine koja se lakira, pri čemu se zbirno daju troškovi rada, lakirerskog i potrošnog materijala.
Cijene NČ u sudskim postupcima se priznaju do cijene rada ovlašćenih servisa, zavisno o opremljenosti radionice u kojoj je vršena popravka. Cijene NČ mogu biti utvrđene po zanatima

ili kao prosječna cijena rada. Cijene potrošnog i lakirerskog materijala se utvrđuju prema tržišnim cijenama.
Kada postoji znatno odstupanje između cijena dijelova ili normativa potrebnih radova dobijenih pomoću specijalizovanog softvera i normativa servisa iskazanog na računu ili predračunu popravke, treba obratiti pažnju na okolnosti od značaja koje su mogle do toga dovesti.

3.2 Utvrđivanje štete po kalkulaciji

Visina štete se, osim po računu i predračunu, može utvrditi i drugim postupcima, kalkulacijom visine štete. Kalkulacija visine štete se može izvesti na bazi dostupnih kataloških cijena dijelova, vlastite aktuelne baze podataka o izvršenim popravkama istih ili sličnih vozila, pomoću softverskih paketa i sl.
Najčešći način kalkulacije visine štete je pomoću specijalizovanih softvera koji raspolažu cijenama dijelova i fabričkim normativima za popravku vozila. Ovom prilikom treba napomenuti da se radi o orijentacionim obračunima, koji mogu i značajno odstupati od aktuelnih cijena dijelova u ovlašćenim servisima.
U praksi je veoma zastupljena metoda „pogodbe“ i šteta se nadoknađuje u vansudskom postupku između osiguravača i oštećenog. Tom prilikom se vrši kalkulacija troškova popravke na osnovu raspoloživih podataka o cijenama dijelova, materijala za lakiranje i potrošnog materijala, a cijene NČ određuje svako društvo za sebe.

4. Obračun totalne štete

U slučajevima kad popravka vozila nije moguća ili ako ne bi bila ekonomski opravdana, visina štete se dobija obračunom tzv. „totalne štete“. Totalna šteta predstavlja razliku tržišne vrijednosti vozila u trenutku nezgode i tržišne vrijednosti ostatka ili spašenog dijela vozila, i ista mora biti manja od troškova popravke. Drugim riječima, totalna šteta predstavlja maksimalnu visinu ekonomski opravdanih troškova popravke.
Pravična satisfakcija oštećenom je iznos koji treba dobiti, kao naknadu za štetu i naknadu od prodaje ostatka vozila, tako da se može na tržištu nabaviti isto takvo vozilo, dok nije bilo oštećeno.
U postupku obračuna totalne štete potrebno je utvrditi tržišnu vrijednost vozila na dan oštećenja i vrijednost spašenog dijela vozila nakon oštećenja. I jedno i drugo je postalo diskutabilno i često osporavano zbog toga što su dosadašnji kriterijumi bili nedostatni u pogledu korektivnih faktora i strukture spašenih dijelova. Poremećaji su nastali i postali naročito problematični za vrijeme pandemije korone, kad su pokidani lanci snabdijevanja, što je prouzrokovalo haos na tržištu i novih i korišćenih vozila. Osim toga, automobilska industrija je jako uznapredovala, vozila su postala jako sofisticirana a razvijena su električna vozila, koja do sada nisu bila obuhvaćena jedinstvenim kriterijumima.

5. Utvrđivanje tržišne vrijednosti vozila

Otvaranjem tržišta, usklađivanjem propisa sa međunarodnim standardima i razvojem internet platformi za prodaju vozila, na značaju su dobile metode procjene usklađene sa Međunarodnim standardima procjenjivanja (IVS), Međunarodnim računovodstvenim standardima i drugim relevantnim standardima koji definišu ovu oblast.
Prema definiciji IVS 104 (Međunarodni standardi procjene) tržišna vrijednost je: „Procijenjeni iznos za koji bi neko sredstvo ili obaveza trebalo da se razmijeni na datum procjene vrijednosti između voljnog kupca i voljnog prodavca, u transakciji između nezavisnih i nepovezanih strana, poslije odgovarajućeg marketinga, pri čemu je svaka strana djelovala uz dovoljno saznanja, opreza i bez prinude."
Procjenitelj bira i primjenjuje odgovarajući pristup procjeni, u skladu sa međunarodnim standardima procjene; tržišni, troškovni ili prinosni, koji najbolje odražava situaciju i daje najbolji rezulat.

5.1 Tržišni metod

Za imovinu koja se može procijeniti na bazi ostvarenih kupoprodajnih transakcija uporedivih imovinskih predmeta na reprezentativnom tržištu, koristi se tržišni pristup.

Tržišni pristup podrazumijeva poređenje ili komparaciju vozila, istih ili veoma sličnih karakteristika, performansi i starosti. Sličnost se utvrđuje prema podacima o proizvođaču, tipu/modelu, godini proizvodnje, snazi i zapremini motora, vrsti goriva, obliku karoserije a po potrebi i drugim uticajnim faktorima. U okviru komparativnog pristupa primjenjuju se tri osnovne metode na bazi kojih se izvodi indikativna cijena, odnosno definiše tržišna vrijednost predmeta procjene.

Direktno poređenje se primjenjuje kada su predmet procjene i tržišni komparativ identični što daje i najpreciznija indikaciju vrijednosti.

Uporedno poklapanje se zasniva na izvođenju indikativnih vrijednosti poređenjem vozila sličnih karakteristika, primjenom jedne ili više tehničko-tehnoloških karakteristika, pa se na taj način vrši prilagođavanje tržišne cijene komparativu.

Procentualno izražena vrijednost se zasniva na uspostavljanju odnosa između trenutne tržišne cijene komparativa i njegove trenutne cijene kao novog, pri čemu se vrši izračunavanje indikativne vrijednosti predmeta procjene primjenom proporcije u odnosu na komparativ.

Problem utvrđivanja cijene vozila kod tržišne metode je to što nema uvijek pouzdanih podataka o stanju vozila i što su kotirane cijene obično nepodudarne sa cijenom vozila koja se postigne prodajom.

5.2 Troškovni metod

Za vozila kojima se ne može procijeniti vrijednost na bazi ostvarenih kupoprodajnih transakcija uporedivih vozila na tržištu, koristi se troškovni pristup.

Troškovni pristup se koristi za ona vozila, za koje ne postoje odgovarajući podaci sa tržišta, odnosno nema dovoljno reprezentativnog uzorka. U tom slučaju, vrijednost vozila se utvrdjuje na bazi troškova zamjene, odnosno proizvodnje ili nabavke novih vozila istih ili sličnih karakteristika, umanjena za iznos realne amortizovanosti. Procjena sadašnje vrijednosti predstavlja razliku između utvrđene vrijednosti novih vozila i realnog stepena njihove amortizovanosti.

Za obračun realne amortizacije, prema savremenoj teoriji procjene, primijenjuju se tri osnovne metode.

Metode ekstrakcije sa tržišta (Market extraction method) i **starost-vijek trajanja** (Age-life method) se bave vozilom kao cjelinom i lakše su za shvatanje i primjenu, ali elementi depresijacije nisu jasno izraženi. Obje metode su ograničene u tome da pretpostavljaju, da se ukupna suma depresijacije od svih uzroka može izraziti kroz jednoznačnu procjenu, ne prave razliku između kratkotrajnih i dugotrajnih efekata i oslanjaju se na opšte prognoze efektivne starosti i preostalog ekonomskog vijeka. Metod starost-vijek trajanja je dodatno ograničen time da odražava linearni obrazac depresijacije.

Preostali vijek upotrebe se vezuje, prije svega, za stanje vozila koje se vrednuje sa *ispodprosječno (loše) – prosječno - nadprosječno (dobro)*, što podrazumijeva da se gleda stanje mehaničkih sklopova i intenzitet eksploatacije. Preostali vijek opreme prema ovim kriterijumima i stanju se valorizuje u % i izražava u godinama.

Metoda razlaganja depresijacije ili diferencijacije (Breakdown method) je sveobuhvatnija i indentifikuje specifične elemente depresijacije vozila i tretira komponente valorizacije zasebno. Ona obrađuje komponente ukupne depresijacije i to fizičko propadanje, funkcionalnu zastarjelost i ekonomsku zastarjelost.

Stanje vozila se cijeni u odnosu na očekivano stanje po osnovu starosti i pogonskog učinka, načina održavanja i funkcionalnog stanja i izražava u %.

Fizičko umanjenje vrijednosti je vezano za upotrebu vozila, fizičko propadanje, stajanje, strukturne defekte itd. zbog protoka vremena, koji nastaju usled starenja materijala, ali i redovne upotrebe i habanja, odnosno trošenja komponenti koje su tome podložne i koje imaju određeni

vijek trajanja. U suštini, na ovaj faktor najviše utiče efektivno vrijeme rada u odnosu na projektovani radni vijek

Funkcionalno zastarijevanje predstavlja odstupanje od aktuelnih standarda, koji su primijenjeni u najnovijim tehnološkim rješenjima sa novim materijalima, uočenih konstrukcionih propusta ili neprilagođenosti, neadekvatnog održavanja i proizvodne efikasnosti.

Ekonomski otpis vrijednosti tretira uticaj ekonomskih prilika usled spoljnih faktora od kojih su najuticajniji stanje ponude i potražnje, uslovi poslovanja-ekonomske prilike, izmjene propisa, uticaj inflacije itd. na koje vlasnik vozila ne može uticati.

5.3 Prinosni pristup

Prinosni pristup se zasniva na premisi da je vrijednost imovine jednaka sadašnjoj vrijednosti budućih prihoda ostvarenih korišćenjem imovine. Koriste se najčešće dvije metode i to DNT (diskontovani novčani tokovi) i direktna kapitalizacija prihoda.

Ovaj pristup se može primijeniti za određena specijalna vozila, radne mašine, poljoprivrednu mehanizaciju i sl. koja se mogu iznajmljivati, ukoliko se može pouzdano utvrditi i identifikovati prihod koji se na takav način ostvaruje ili može ostvarivati na aktivnom tržištu uvidom u ponudu-potražnju.

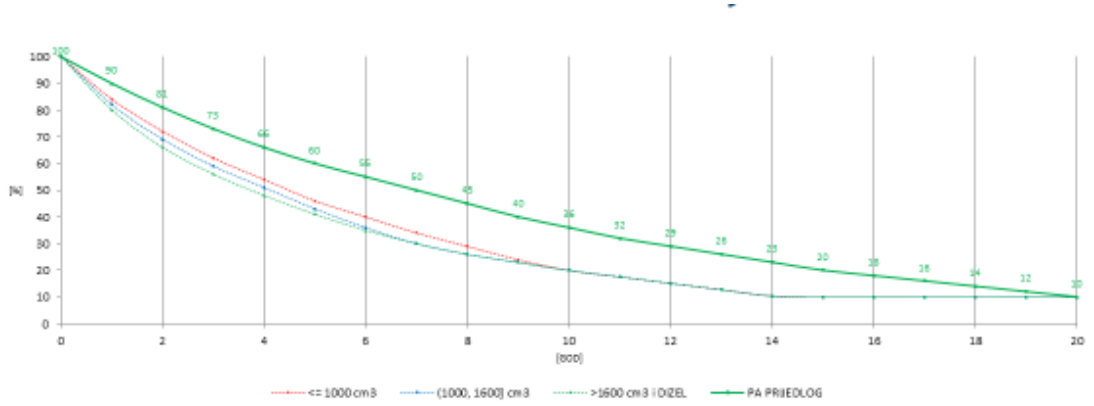
6. Cijena novog vozila

Cijena novog vozila se utvrđuje na bazi računa ili ugovora o kupovini ili cjenovnika ovlašćenog zastupnika proizvođača. U cijenu su uključeni carinski i transportni troškovi i pripadajući porez. Kod vozila kojim se obavlja privredna djelatnost i za koje je vlasnik imao pravo povrata PDV-a, cijena se izražava bez pripadajućeg iznosa PDV-a.

Ukoliko se ne može doći do cijene vozila na opisani način, do novonabavne cijene se dolazi preko referentnih kataloga cijena vozila koji sadrže cijene vozila sa pripadajućim troškovima prema nacionalnoj fiskalnoj regulativi. Ukoliko se ne pronađe odgovarajući model uzima se najpribližniji model koji odgovara predmetnom modelu pa u tom slučaju govorimo o orijentacionoj katalošoj cijeni. Pored ovoga, važno je napomenuti da kataloške cijene predstavljaju aktuelne cijene u vrijeme kad su vozila bila u prodaji, pa u slučaju značajnih odstupanja ovo treba imati na umu prilikom odabira korektivnih faktora i utvrđivanja tržišne vrijednosti vozila. U izuzetnim slučajevima, kataloška cijena vozila se može valorizovati primjenom zvaničnih stopa inflacije ili indeksacije u periodu od proizvodnje do dana valorizacije, vodeći računa o odnosu cijene prema vozilima novije generacije ili cijenama aktuelnih modela vozila.

7. Pad vrijednosti vozila po osnovu starosti i pogonskog učinka

Amortizacija vrijednosti vozila se vrši po kriterijumu starosti i pogonskog učinka (pređeni km ili ostvareni Mč). Zbog velikog odstupanja između tržišne cijene i vrijednosti koje se dobiju obračunom vremenske amortizacije po dosadašnjim kriterijumima, bilo je neophodno izmijeniti i parametre amortizacije. Nove amortizacione tablice su rezultat istraživanja tržišta polovnih vozila koje je sproveo AMSS-Centar za motovna vozila.



Slika 1. Vremenska amortizacija putničkih vozila-uporedni pregled

8. Korektivni faktori

Da bi se utvrdila tržišna vrijednost vozila, pored vremenske amortizacije, koriste se i korektivni faktori po osnovu opšteg stanja, ponude-potražnje, načina eksploatacije, investicionih ulaganja, pogonskog učinka (pređenih km ili radnih/moto časova Mč). Svi korektivni faktori se primjenju na novonabavnu cijenu vozila.

U novim kriterijumima su date definicije i opis opšteg stanja vozila, mogućnost da se u izuzetnim slučajevima, faktor ponude-potražnje može utvrditi i u većem iznosu uz adekvatno i razumno obrazloženje sa potrebnim dokazima, poštovanjem principa kauzalnosti, dok su ostali kriterijumi bez značajnijih izmjena.

Tabela 1. Korektivni faktori

RB	Korektivni koeficijent	Minimalna vrijednost	Maksimalna vrijednost
1.	Opšte stanje	-10 %	+10 %
2.	Ponuda-potražnja	-10 %	+10 %
3.	Način eksploatacije	0 %	-10 %
4.	Investiciona ulaganja	0 %	+5 %
5.	Pređeni km/moto časovi Mč	-5 % ili -10 %	+5 % ili +10 %

9. Spašeni dijelovi

Dosadašnji kriterijumi su bili neusklađeni sa razvojem vozila pa je bilo potrebno izvršiti redefinisanje parametara za obračun spašenih dijelova, prilagođavajući ih realnijoj strukturi vozila i razvoju hibridnih i električnih vozila.

Vrijednost spašenih dijelova ili vrijednost ostatka oštećenog vozila se utvrđuje na dva načina.

Prvi način je prodaja javnim prikupljanjem ponuda, u sistemu potencijalnih kupaca koji dostavljaju obavezujuću ponudu nakon javnog nadmetanja.

Drugi način je obračunom vrijednosti spašenih dijelova i izražava se relativnim odnosom u % i finansijski u KM. Vrijednost spašenih dijelova se računa u odnosu na prethodno utvrđenu tržišnu vrijednost vozila.

U izuzetnim situacijama, kad je ostatak vozila veoma kurentan na tržištu ili kad za njim nema potražnje, može se primijeniti korektivni faktor ponude i potražnje od ± 10 %.

10. Obračun totalne štete

Obračun totalne štete se provodi kad popravka vozila nije ekonomski opravdana ili je tehnički neizvodljiva.

Ukoliko se tržišna vrijednost vozila utvrđuje troškovnim pristupom postupak obračuna je sledeći:

1) Utvrđuje se cijena novog vozila ili orijentaciona novonabavna cijena vozila-kataloška cijena

2) Utvrđuje se tržišna vrijednost vozila tako što se od cijene novog vozila oduzme amortizovani dio po osnovu starosti vozila, a potom se ocjenjuju i valorizuju korektivni faktori po osnovu:

- opšteg stanja, u rasponu ±10 %,
- ponude-potražnje, u rasponu ±10 %,
- načina eksploatacije, u rasponu od 0 do -10 %,
- investicionih ulaganja, u rasponu od 0 do +5 %,
- pogonskog učinka, prema kriterijumima od -5 % do + 10 5.

3) Spašeni dio vozila se utvrđuje tako što se izražava u % i novčanim jedinicama, u odnosu na tržišnu vrijednost vozila, a potom se određuje vrijednost spašenog dijela u apsolutnom iznosu.

Gornja granica ekonomski opravdanih troškova popravke se dobije kad se od tržišne vrijednosti vozila oduzme tržišna vrijednost spašenog dijela vozila.

11. Pad vrijednosti (amortizacija) dijelova i opreme

Dijelovi i oprema vozila koja ima kraći upotrebni vijek od vozila u cjelini u slučaju djelimične štete na vozilu se amortizuju po posebnim stopama, zavisno o njihovom stanju i starosti u trenutku oštećenja.
Pri zamjeni vitalnih dijelova vozila kao što su samonoseća karoserija, šasija, kabina, pogonski agregat, mjenjač, tovarni sanduk, cisterna, hladnjača se amortizuju na isti načina kao i cijelo vozilo.
Amortizacija akumulatora, cerada, uređaja za gas su neznatno korigovane u odnosu na prethodna rješenja.
Vijek trajanja pneumatika je 5 godina ukoliko se pravilno koriste i skladište. Vrijednost pneumatika se utvrđuje na osnovu istrošenosti gazećeg sloja i opšteg stanja pneumatika. Pneumatici koji ispunjavaju zakonske propise u pogledu dubine utora imaju minimalnu vrijednost od 20 % u odnosu na cijenu novog pneumatika. Vrijednost protektiranih pneumatika se umanjuje za 50 %.
Vijek baterija za električna vozila je 10 godina. Starost baterija se određuje na osnovu računa o kupovini ili starosti vozila, u slučaju prve ugradnje. Otpis vrijednosti je linearan. Ukoliko se može utvrditi stanje baterije prema broju ostvarenih ciklusa punjenja, preostali vijek će se odrediti u proporciji prema projektovanom broju ciklusa za punjenje.
Vijek trajanja dijelova koji se mijenjaju „po resursu“ (kalendarskom vremenu, pređenim km, radnim časovima), kao što su filteri, tehničke tečnosti (ulje, rashladna i kočna tečnost i sl.), remenje i dr. se obračunavaju srazmjerno iskorišćenom resursu u rasponu od 0 do 100 %.
Vijek trajanja dijelova koji se mijenjaju „prema stanju“ određen je intenzitetom promjene njihovog stanja. Pad vrijednosti dijelova koji se tokom eksploatacije intenzivno habaju i mijenjaju „prema stanju“ (npr. kočni diskovi i pločice, kočni doboši i obloge, frikcioni dijelovi spojnice, metlice brisača i sl.) se obračunava srazmjerno opštem stanju u rasponu od 0 do 100 %.

12. Umanjena i uvećana vrijednost vozila

Nakon popravke oštećenog putničkog motornog vozila mogu nastupiti tri slučaja u pogledu stanja vozila nakon popravke:

- da se vozilo dovede u stanje u kakvom je bilo i prije oštećenja,
- da vozilo nakon popravke ima manju tržišnu vrijednost,

- da se vozilu nakon popravke poveća tržišna vrijednost.

Umanjena vrijednost vozila se obračunava za vozila dok su pod garancijom proizvođača ili do maksimalno 4 godine starosti. Iskazuje se u novčanom iznosu i dobija matematički, kao što je bilo i do sada.
Prilikom popravke može doći do uvećane vrijednosti vozila u sledećim slučajevima:

- ukoliko se ugradi dio ili sklop sa bitno poboljšanim tehničkim karakteristikama u odnosu na oštećeni dio ili sklop,
- ako je popravka oštećenog dijela nemoguća zbog dotrajalosti i
- ako se popravkom kompenzuju troškovi redovnog investicionog ulaganja.

U ovom slučaju vozilo bi neopravdano dobilo na cijeni pa se uvodi kompenzacija, kod vozila kojima je istekla garancija proizvođača na oštećeni dio ili, generalno, kod vozila starijih od 10 godina, za koja nema saznanja o periodu važenja garancije proizvođača.
Kod djelimičnih šteta može se zaračunati istrošenost dijelova u rasponu od 0 do 50 %, u zavisnosti od tehničkih karakteristika ugrađenog dijela, opšteg stanja i stepena istrošenosti. Istrošenost dijelova se ne zaračunava kad su u pitanju dijelovi od stakla, polimernih kompozita, legura aluminijuma i ukrasni elementi.

13. Naknada štete usled nekorišćenja vozila

Pod štetom zbog nekorišćenja vozila, podrazumijeva se dio izgubljenog prihoda, na koji je oštećeni-vlasnik vozila, odnosno korisnik, mogao sa sigurnošću računati da nije došlo do oštećenja vozila, i koje nije mogao nadomjestiti korišćenjem drugog vozila, koje je imao u rezervi, ili korišćenjem sredstava javnog prevoza.
Broj auto-dana za popravku se računa na sledeći način:

- ukupan broj NČ za popravku se podijeli sa 8 (sa 16 za teretna vozila), i zaokružuje na veći cijeli broj,
- dodaje se 3-5 dana za nabavku dijelova (pretpostavka da su uobičajeni ciklusi redovne nabavke rezervnih dijelova 2 puta sedmično) ili prema ustanovljenoj sudskoj praksi,
- dodaje se po jedan dan za predaju vozila u servis i jedan dan za preuzimanje vozila,
- dodaje se po potrebi i jedan dan za prijavu štete i izradu zapisnika o oštećenju.

U slučaju totalnih šteta period obračuna se ograničava na maksimalno 30 kalendarskih dana rada. Broj dana se određuje u rasponu od 15-30 dana, zavisno o vrsti i namjeni vozila, stepenu oštećenja i drugim uticajnim faktorima.
Do sada nije bilo ujednačene i usklađene metode za obračun štete, koja nastaje nekorišćenjem vozila za vrijeme dok se vrši popravka, pa je predloženo i definisano nekoliko metoda, zavisno o raspoloživosti podataka.
Ovaj vid štete može da se utvrdi ili riješi na više načina:

- prema podacima o poslovanju,
- analitičkom projekcijom prihoda i troškova,
- troškovima najma zamjenskog vozila i
- pogodbom.

14. Upotreba rezervnih dijelova

Upotreba rezervnih dijelova prilikom popravke vozila je izazvala brojne i polemične diskusije koje do sada nisu dale rezultate. Vrlo su suprotstavljena mišljenja koja zagovaraju popravku vozila originalnim dijelovima, bez obzira o kakvom vozilu se radi, cijeneći prije svega bezbjednost i pravo oštećenog da bude obeštećen u skladu sa standardima proizvođača, i onih koji misle da se izbor dijelova treba vezati za, prije svega, starosti istanje vozila.
U cilju boljeg informisanja daće se pregled najosnovnijih zahtjeva koji se postavljaju pred rezervne dijelove, i njihova klasifikacija.
Da bi se osigurala bezbjednost i kvalitet, rezervni dijelovi za vozila moraju ispunjavati specifične tehničke kriterijume i zahtijevaju sertifikaciju. Sertifikati koje izdaju nezavisna tijela ili proizvođači potvrđuju da dijelovi ispunjavaju ili nadmašuju propisane standarde.
Kvalitet materijala: Rezervni dijelovi moraju biti napravljeni od materijala koji odgovaraju ili prevazilaze kvalitet originalnih dijelova (OE) u pogledu čvrstoće, izdržljivosti i otpornosti na faktore okoline poput korozije i promjene temperature.
Uklapanje i funkcionalnost: Dijelovi moraju precizno da se uklapaju i da pravilno funkcionišu u okviru dizajna vozila, osiguravajući pravilno poravnanje i rad povezanih dijelova.
Performanse: Performanse rezervnih dijelova treba da budu ekvivalentne originalu ili bolje od originala, bez rizika da se ugrozi bezbjednost ili operativne karakteristika vozila.
Bezbjednosni standardi: Dijelovi karoserije, posebno oni koji se odnose na strukturni integritet i zaštitu od udara, moraju se pridržavati relevantnih standarda koji definišu bezbjednosne aspekte.
Otpornost na koroziju: Rezervne dijelove karoserije, posebno one sklone koroziji, treba testirati i sertifikovati na otpornost prema rđi i drugim oblicima korozije.

14.1 Kategorizacija rezervnih dijelova

Podjela kategorija rezervnih dijelova je izvršena prema više kriterijuma:

1) Originalni dijelovi s logotipom proizvođača automobila -oznaka O ili OE, koji spadaju u dijelove prve ugradnje u vozilo.

2) Originalni dijelovi za zamjenu, pakovani u ambalažu proizvođača dijelova prve ugradnje (tvornički ugrađeni) - Q, OEM ili OES oznake. Dijelove obično proizvodi isti dobavljač kao i originalne dijelove koga izabere proizvođač vozila.

3) Zamjenski dijelovi kvaliteta uporedivog sa prvom ugradnjom (garancija proizvođača sa sertifikatom) - P ili PJ oznake. Ovi dijelovi se razvijaju na bazi tehničke dokumentacije proizvođača vozila pa se može dobiti kvalitet originalnog dijela.

4) Zamjenski dijelovi bez sertifikata kvalitete - Z ili ZJ oznake, se izrađuju bez fabričke dokumentacije, kopiranjem originalnog dijela (neautorizovani dijelovi). Oznaku ZJ nose dijelovi koji su preporučeni od strane distibutera kao jeftini zamjenski dijelovi.

Za dijelove oznake O, OE, Q, QEM, OES, P i PJ može se reći da su dijelovi koji su izrađeni po dokumentaciji i specifikacijama proizvođača vozila, sa sertifikatom proizvođača dijela i da imaju neupitan kvalitet, te da popravka vozila ovim dijelovima ne nosi povećan naknadni rizik. Zamjenski dijelovi, koji nose oznake Z i ZJ, su dijelovi za koje ne postoji garancija kvaliteta. S obzirom da se izrađuju kopiranjem originalnih dijelova nema garancije da su izrađeni u skladu sa tehničkom dokumentacijom proizvođača i pratećim propisima.

14.2 Dijelovi koji ne mogu biti supstituisani korišćenim dijelovima

Rezervni dijelovi skinuti sa korišćenih vozila, od kojih zavisi ispravnost vozila i bezbjednost vozača i putnika, ne mogu da se koriste u postupku popravke havarisanih vozila.

Rezervni dijelovi koji utiču na bezbjednost vozila su: dijelovi kočnog sistema, dijelovi sistema upravljanja, dijelovi sistema oslanjanja, dijelovi sistema prenosa snage, dijelovi za napajanje pogonskog agregata gorivom, elementi sistema aktivne bezbjednosti (sistemi asistencije vozaču), elementi sistema pasivne bezbjednosti (sigurnosni pojasevi i vazdušni jastuci).

14.3 Vozila na kojima se ne mogu koristiti zamjenski dijelovi

Među vozila na kojima se prilikom popravke neće upotrijebiti neautorizovani zamjenski dijelovi spadaju vozila koja su pod garancijom proizvođača i vozila koja su redovno servisirana u ovlašćenom servisu, što se dokazuje servisnom knjižicom ili servisnom istorijom od ovlašćenog servisa.

14.4 Istorija prethodnih oštećenja

Na osnovu baze podataka o štetnim događajima društava za osiguranje, ovlašćenih servisera ili web servisa, kao što je npr. car Vertikal, mogu se dobiti informacije o prethodnim oštećenjima, obimu oštećenja i načinu popravke, što treba uzeti u obzir prilikom donošenja odluke o upotrebi rezervnih i zamjenskih dijelova prilikom popravke vozila. Na vozilima koja su već popravljana zamjenskim dijelovima mogu se pri novoj popravci upotrijebiti zamjenski dijelovi najmanje istog kvaliteta.

15. Zaključak

Izrada i primjena novih kriterijuma i pravila za procjenu štete na vozilima su bili iznuđeni jer je došlo do ubrzanog razvoja vozila i sistema na vozilima pa dosadašnji kreiterijumi nisu mogli procjeniteljima i vještacima omogućiti artikulaciju svih slučajeva s kojima su se sretali u praksi. Zbog toga su takvi nesporazumi isprovocirali mnoge tužbe i produžili sudske sporove a samim tim i uvećali troškove postupka naplate štete.

Iako su novi kriterijuma i pravila za procjenu štete na vozilima u primjeni tek od 01. januara 2026. godine, može se reći da su iskustva u praksi, naročito u sudskim sporovima, veoma pozitivna. Primjeri dobre prakse po novim kriterijumima su obračun tržišne fer vrijednosti vozila primjenom novih amortizacionih stopa, koji su omogućili da se do tržišne vrijednosti vozila dođe primjenom propisanih korektivnih faktora, što do sada, u mnogo slučajeva, nije moglo da se dobije, i lakšem dostizanju realne vrijednosti ostatka vozila kod totalnih šteta. Pored toga, ostvaren je komfor i u svim drugim segmentima jer su izmjene i dopune kriterijuma bile vrlo inovativne, s ciljem da se otklone uočeni problemi u radu i da budu na tragu novih izazova koje donosi sve brži napredak automobilske industrije.

Iako su novi kriterijumi značajno poboljšali dosadašnja rješenja i donijeli nove standarde u procjenu, zbog brzine razvoja automobilske industrije, biće neophodno da se kontinuirano radi na analizi i usklađivanju teorije i prakse. Zbog toga, u izuzetnim slučajevima, prilikom procjene štete, kada to razlozi pravičnosti nalažu, moguće je odstupiti od odredbi Jedinstvenih kriterijuma i pravila za procjenu štete na vozilima, s tim da se šteta mora utvrditi na pravičan način, u skladu sa zakonskim propisima, uslovima osiguranja, sudskom praksom i pravilima struke, uz adekvatno i razumljivo obrazloženje, navođenjem razloga za takvo postupanje.

Literatura:

1) **Jedinstveni kriterijumi za procenu štete na vozilima**, Dunav Osiguranje, Beograd, 1989.

2) Vjekoslav P., Surlić M.: **Utvrđivanje umanjene tržišne vrednosti na putničkim vozilima,** "Veštačenje saobraćajnih nezgoda na putevima Aranđelovac", Bukovička Banja, 1996.god

3) Talijan D.: **Neki aspekti procjene štete na motornim vozilima**, Naučno-stručni skup »Vještačenje u teoriji i praksi 2000«, Teslić, 2000.

4) Milan Vujanić i dr.; **Priručnik za saobraćajno-tehničko vještačenje i procjene štete na vozilima**, Modul, Banja Luka, 2000.
5) Talijan D.: **Karakteristični propusti pri utvrdjivanju obima i visine štete na motornim vozilima**, Stručno savjetovanje »Praksa osiguranja«, Teslić, 2001.
6) Talijan D.: **Aktuelnost i primjena Jedinstvenih kriterijuma za procjenu štete na vozilima,** Medjunarodna konferencija "Štete u osiguranju motornih vozila", Neum, 2006.
7) Vasiljević V..: **Metode utvrđivanja vrednosti vozila kod obračuna totalnih šteta u pojedinim evrospkim zemljama**, Medjunarodna konferencija "Štete u osiguranju motornih vozila", Neum, 2006.
8) Delimustafić A.: **Umanjena vrijednost vozila**, Medjunarodna konferencija "Štete u osiguranju motornih vozila", Neum, 2006.
9) Posavac V., Bodolo T.: **Utvrđivanje naknade nastale zbog nemogućnosti korišćenja vozila**, Medjunarodna konferencija "Štete u osiguranju motornih vozila", Neum, 2006.
10) Talijan D.: **Prijedlog izmjena Jedinstvenih kriterijuma za procjenu štete na vozilima**, III Međunarodni naučno-stručni skup "Saobraćaj za novi milenijum", Banja Luka, 2007.
11) Vasiljević V., Ćetković N.: **Obračun umanjene vrednosti vozila po metodologiji društava za osiguranje sa područja Savezne republike Njemačke**, III Međunarodni naučno-stručni skup »Saobraćaj za novi milenijum«, Baja Luka, 2007.
12) Talijan D.: **Razvoj metoda i alata za procjenu štete na motornim vozilima**, međunarodni naučno stručni skup »Nauka i motorna vozila«, Beograd, 2009.
13) Talijan D.: **Metodologija procjene vrijednosti vozila**, Centar za motorna vozila, Banja Luka, 2010
14) Bodolo T., Adam A.: **Uvećana vrednost vozila nakon popravke i amortizacija delova**; Savetovanje sa međunarodnim učešćem „Saobraćajne nezgode“ Zlatibor 2014
15) Bodolo T., Adam A.: **Utvrđivanje vrednosti ostatka havarisanog vozila kod totalne štete**; Zlatibor 2017
16) Posavac V., Adam A.: **Uvećana vrednost vozila i delova nakon popravke**, Savetovanje sa međunarodnim učešćem „Saobraćajne nezgode“, Zlatibor 2017
17) Branislav Ristić, Zoran Knežević; **Kritički osvrt na jedinstvene kriterijume za procjenu štete na vozilima**, Savjetovanje sa međunarodnim učešćem „Saobraćajne nezgode“, Zlatibor, 2022.
18) Bodolo T., Adam A.: **Utvrđivanje naknade štete za nekorišćenje taksi vozila u gradskim uslovima;** Savetovanje sa međunarodnim učešćem „Saobraćajne nezgode“ Zlatibor 2022

19) Talijan D., Bajić B., Ristić B., Knežević Z.: **Kritički osvrt na jedinstvene kriterijume za procjenu štete na vozilima,** BUM, Panevropski univerzitet „Apeiron“, Banja Luka, 2024.

20) Talijan Drago i dr.: **Jedinstveni kriterijumi i pravila za procjenu štete na vozilima;** DORS, Banja Luka, 2025.

21) Bodolo T., Adam A.: **Utvrđivanje naknade štete za nekorišćenje Rent-a-car vozila**; Savetovanje sa međunarodnim učešćem „Saobraćajne nezgode“Zlatibor 2024

22) Bodolo T., Adam A.: **Tržišna vrednost vozila-aktuelna problematika**; Savetovanje sa međunarodnim učešćem „Saobraćajne nezgode“ Zlatibor 2025



ANALIZA MOGUĆNOSTI PRIMENE AI ZA PROCENU EES VREDNOSTI VOZILA

Prof. dr Papić Zoran, dipl. inž. saob.
Ass. dr Jović Andrijana, dipl. inž. saob.
Prof. dr Simeunović Milja, dipl. inž. saob.
Ass. dr Saulić Nenad, dipl. inž. saob.
Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Analysis of the potential application of AI for assessing a vehicle's EES value

Rezime:
Ekvivalent brzine vozila koja je u sudaru izgubljena na deformacioni rad (EES), izuzetno je važan parametar za utvrđivanje sudarne brzine vozila. Ova veličina se u osnovi može proračunati, ali su za to neophodni podaci vezani za dubinu oštećenja na vozilu, duž čitave širine oštećenog dela, koja su najčešće dokumentovana samo fotografijama. U postupku ekspertiza saobraćajnih nezgoda, EES vrednost se uglavnom svodi na subjektivnu ekspertsku procenu stručnjaka, zasnovanu na poređenju fotografija dokumentovanih prilikom uviđaja ili nakon nezgode, sa fotografijama iz elektronskih EES kataloga. Primena informacionih tehnologija (IT) u oblasti saobraćaja, podstakla je i koncept razvoja autonomnih vozila i sistema za asistenciju vozaču pomoću različitih algoritama za prepoznavanje slika i analizu podataka, čiju osnovu čine principi i dizajn veštačke inteligencije (AI). U tom smislu, u okviru programskog paketa za simulaciju i rekonstrukciju saobraćajnih nezgoda PC Crash, razvijen je sistem za procenu EES vrednosti na vozilima, zasnovan na konvolucionim neuronskim mrežama (CNN), koje se, između ostalog, mogu koristiti za identifikaciju vozila i procenu oštećenja na njima. U ovom radu je izvršena analiza mogućnosti i pouzdanosti primene alata za prepoznavanje EES vrednosti na vozilima primenom AI alata integrisanih u programski paket PC CRASH.

Ključne reči: Ekvivalent brzine izgubljene na deformacioni rad (EES), veštačka inteligencija (AI), konvulucione neuronske mreže (CNN), PC Crash, procena

Abstract:

The energy equivalent speed (EES), representing the portion of a vehicle’s speed dissipated through deformation work during a collision, is an extremely important parameter for determining the impact speed of a vehicle. Although this value can, in principle, be calculated, it requires data related to the depth of vehicle damage across the entire width of the affected area, which are most often documented only through photographs. In traffic accident analysis, the EES value is therefore typically reduced to a subjective expert assessment, based on comparing photographs taken during or after the accident with reference images from electronic EES catalogs. The application of information technologies (IT) in the field of traffic has also stimulated the development of autonomous vehicles and driver assistance systems, using various image recognition and data analysis algorithms based on the principles and design of artificial intelligence (AI). In this context, within the PC-Crash software package for traffic accident simulation and reconstruction, a system for estimating EES values has been developed based on convolutional neural networks (CNNs), which can be also used for vehicle identification, and damage assessment. This paper presents an analysis of the capabilities and reliability of applying AI-based tools for EES estimation on vehicles, using tools integrated within the PC-Crash software environment.

Keywords
Energy Equivalent Speed, (EES), artificial intelligence (AI), convolutional neural networks (CNN), PC-Crash, evaluation

1. UVOD

Sudari vozila u drumskom saobraćaju predstavljaju najzastupljeniji vid saobraćajnih nezgoda. Utvrđivanje pravaca i smerova kretanja vozila, kao i njihovih brzina u trenutku sudara, jedan je od najkompleksnijih problema u postupku eksperiza saobraćajnih nezgoda. Metode za

određivanje sudarnih brzina vozila zasnivaju se na osnovnim fizičkim zakonima, pre svega na zakonu promene količine kretanja (zakonu ravnoteže impulsa) i zakonu održanja energije.
Energetska metoda polazi od pretpostavke da je ukupna kinetička energija koju vozila poseduju u trenutku sudara jednaka zbiru energija nakon sudara, odnosno energiji utrošenoj na deformacioni rad, preostaloj kinetičkoj energiji, kao i energijama koje se disipiraju u vidu vibracija, zvuka i toplote. Na osnovu rezultata testova sudara, koji su počeli intenzivno da se sprovode tokom druge polovine 60-ih godina prošlog veka u SAD, nakon kritika američkog advokata i novinara Ralpha Nadera (Nader, 1968) u vezi sa nivoom pasivne bezbednosti tadašnjih vozila, razvijena je ideja o vezi između sudarne brzine i intenziteta deformacija na vozilu pri naletu na nepomičnu i nedeformabilnu prepreku. Ovu ideju je formalizovao Mackay (Mackay, 1968), uvođenjem pojma EBS (Equivalent Barrier Speed), sa ciljem omogućavanja poređenja oštećenja nastalih u realnim saobraćajnim nezgodama i onih utvrđenih u kontrolisanim uslovima crash testova.
Energetska metoda polazi od pretpostavke da je ukupna kinetička energija koju vozila poseduju u trenutku sudara jednaka zbiru energija nakon sudara, odnosno energiji utrošenoj na deformacioni rad, preostaloj kinetičkoj energiji, kao i energijama koje se disipiraju u vidu vibracija, zvuka i toplote. Na osnovu rezultata testova sudara koji su počeli da se intenzivno sprovode tokom druge polovine 60-ih godina prošlog veka u SAD, nakon kritike američkog advokata i novinara Ralph Nadera (Nader, 1968) oko elemenata pasivne bezbednosti vozila koja su se proizvodila na teritoriji SAD, rodila se ideja o vezi između sudarne brzine i intenziteta deformacija na vozilu usled naleta na nedeformabilnu nepomičnu prepreku. Ova ideja je potekla od strane Mackay-a (Mackay, 1968), koji je uspostavio pojam EBS (Equivalent Barrier Speed) u cilju mogućnosti komparacije oštećenja na vozilima koja su nastala u realnim saobraćajnim nezgodama i onih koja su prouzrokovana u kontrolisanim uslovima test sudara.
Na osnovu analize test sudara utvrđeno je da se najveći deo kinetičke energije vozila u trenutku sudara troši na plastične deformacije, odnosno na deformacioni rad, dok se preostali deo energije odnosi na kretanje vozila u postsudarnoj fazi. Kinetička energija koju vozilo poseduje neposredno nakon sudara, na početku faze restitucije, zavisi od njegovih konstrukcionih karakteristika, odnosno od elastičnosti sudara, koja je definisana koeficijentom restitucije *k*. Koeficijent restitucije predstavlja količnik relativnih brzina vozila nakon sudara (po završetku faze restitucije) i njihovih relativnih brzina u trenutku sudara.

$$k = \frac{V_2' - V_1'}{V_1 - V_2} \qquad (1)$$

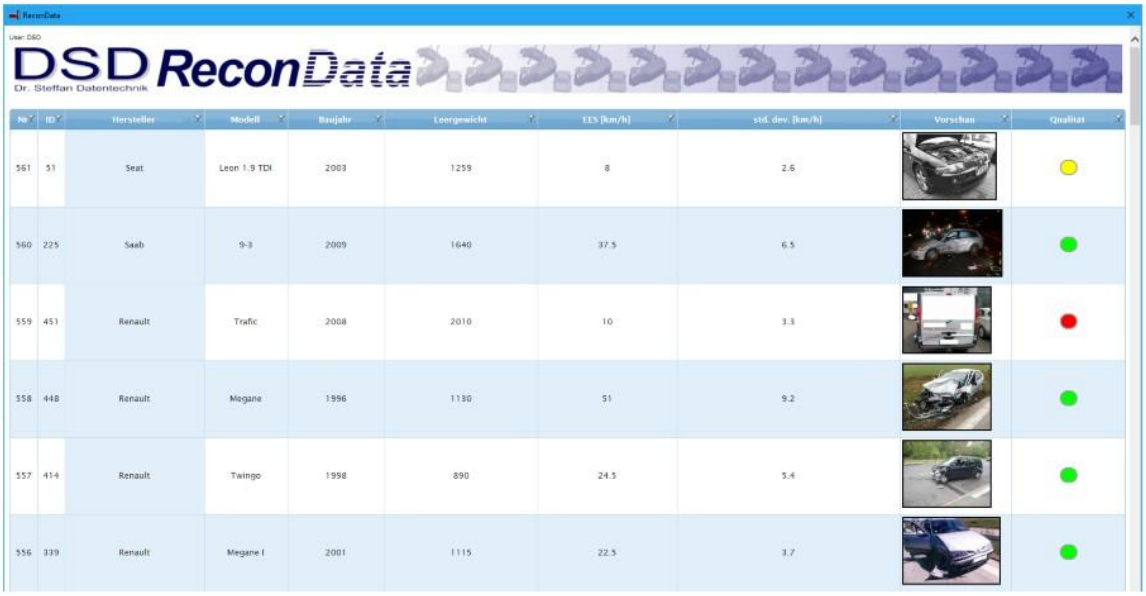
Gde su:
V_1, V_2 - brzine vozila u trenutku sudara;
$V_{1'}$, $V_{2'}$ - brzine vozila na kraju restutucione faze sudara (izlazne brzine vozila).

Istraživanja su pokazala da se u realnim saobraćajnim nezgodama vrednosti koeficijenta restitucije kreću u granicama od 0,05-0,3, pri čemu se gornja vrednost navedenog dijapazona odnosi na sudare koji u većoj meri imaju karakter elastičnih.
Kako bi se uspostavila veza između ekvivalenta brzine vozila izgubljene na deformacioni rad prilikom naleta na nedeformabilnu prepreku (EBS) i realnih sudara, u kojima učestvuju dva vozila, definisana je veličina EES (Energy Equivalent Speed) (Burg i dr. 1980). Prema standardu ISO/DIS 12353-1:1996, EES je brzina pri kojoj vozilo trebalo da naleti na neku nepomičnu i nedeformabilnu prepreku, da bi se utrošila deformaciona energija koja odgovara oštećenjima na posmatranom vozilu.

$$EES = EBS \cdot \sqrt{1 - k^2} \qquad (2)$$

EES vrednost za vozilo koje je učestvovalo u sudaru se može proračunati, uz veća ili manja pojednostavljenja, ali su za to neophodni podaci koji se odnose na dubinu i oblik deformacija,

koeficijent čvrstoće karoserije, masu vozila i sl. U praksi se najčešće dešava da deformacije na vozilu koje je učestvovalo u saobraćajnoj nezgodi nisu adekvatno dokumentovane, tako da u vezi njih nisu vršena nikakva merenja koja bi se mogla uvrstiti u proračun EES vrednosti. Iz tog razloga, proračun sudarnih brzina vozila, energetskom metodom, je u najvećoj meri zasnovan na iskustvenoj vizuelnoj ekspertskoj proceni EES vrednosti, datoj od strane veštaka.
U istraživanju pouzdanosti procenjenih EES vrednosti, na osnovu analize oštećenja na njima vidljivih na fotografijama (Papić i dr., 2022) i datih od strane 23 anketiranih eksperata za analizu saobraćajnih nezgoda, vezanih za fotografije 8 oštećenih vozila, utvrđeno je da tačnost procene u najvećoj meri zavisi od intenziteta sudarnih brzina vozila. Tako je kod manjih EES vrednosti (10 km/h i 20 km/h) procena ispitanika bila tačna, što se zaključuje na osnovu nepostojanja statistički značajne razlike između stvarnih i procenjenih EES vrednosti. Dobijeni rezultati su bili očekivani jer su oštećenja na vozilima bila manjeg intenziteta. Sa druge strane, statistički značajna razlika između stvarnih i procenjenih EES vrednosti utvrđena je kod onih koji se nalaze u intervalu 40-80 km/h. U navedenom intervalu, ispitanici su uglavnom pokazali tendencije ka potcenjivanju EES vrednosti, što je u saglasnosti sa rezultatima koje je utvrdio Spek (2017).
U okviru programskog paketa PC CRASH postoji baza podataka DSD Recon Data, u vidu kataloga u kome su EES vrednosti date na osnovu ekspertske procene stručnjaka koji se bave problematikom sudara vozila. U ovom elektronskom katalogu, na osnovu prethodno izvršene klasifikacije vozila prema marki, tipu, modelu, godini proizvodnje masi i mestu na kome se nalaze oštećenja, date su ekspertske procene brzine vozila izgubljene na deformacioni rad u sudaru. Ocena realnosti procene primenom ovog alata data je primenom kružnih oznaka ispunjenih zelenom, žutom i crvenom bojom. Zelena boja u okviru ekspertske procene podrazumeva da se procenjena EES vrednost može smatrati kao ozbiljan dokaz u postupku utvrđivanja sudarne brzine vozila. Žuta boja označava vrednost koja može biti dovoljno pouzdana samo uz mogućnost provere primenom ostalih parametara, poput dubine deformacija na vozilu, koeficijenta čvrstoće karoserije i dr., dok vrednost označna crvenom bojom jasno ukazuje na široku diperziju procenjenih EES vrednosti, koja se ne može uzeti u obzir kao sasvim pouzdan podatak u postupku ekspertiza saobraćajnih nezgoda (Goertz, 2018).



Slika 1. Osnovni prikaz baze podataka vezane za EES vrednosti u programskom paketu PC CRASH

	Fahrzeug 1	Fahrzeug 2	Fahrzeug 3
Hersteller:	Audi	Hyundai	
Modell:	A6 Avant TDI	Getz 1.4	
Baujahr:	2008-01-01	2008-01-01	
Leergewicht [kg]:	1825	1100	
ID:	721097	721098	0

Fragestellung:
EES

Name	EES 1	EES 2		Energieverteilung
1	45-55	70-80	km/h	42% 58%
2	55-57	63-67	km/h	55% 45%
3	57-64	62-68	km/h	59% 41%
4	35-40	50-55	km/h	46% 54%
5	40-50	40-50	km/h	62% 38%
6	45-50	55-65	km/h	51% 49%
7	40-50	45-55	km/h	57% 43%
8	35-40	38-43	km/h	59% 41%
9	45-55	60-65	km/h	51% 49%
10	45-55	50-60	km/h	58% 42%
11	30-40	35-45	km/h	56% 44%
12	48-53	65-70	km/h	48% 52%
13	45-55	60-70	km/h	50% 50%
14	37-43	47-53	km/h	51% 49%
15	52-60	60-70	km/h	55% 45%
16	30-35	55-65	km/h	33% 67%
17	45-55	75-85	km/h	39% 61%

Min/Max	30-64	35-85	km/h
Mittelwert	46.6	58.7	km/h
Median	50	60	km/h
Standardabweichung	7.9	11.3	km/h
Def-Energie Median	176	152.8	kJ
Sigma/Median Energieverhältnis	34	41	%
Qualitätsindikator			

Slika 2. Prikaz rezultata ekspertske procene EES vrednosti za jedan od slučajeva u okviru baze podataka u programu PC CRASH

Od 2015. god. u sferu ekspertiza saobraćajnih nezgoda ušla je i veštačka inteligencija AI (Artificial Intelligence). Jedan od aspekata mogućnosti primene AI u analizi saobraćajnih nezgoda, posebno sudara vozila, odnosi se i na procenu ekvivalenta brzine vozila utrošene na deformacioni rad, odnosno na EES vrednost. U analizi sudara vozila, primenom AI, na osnovu fotografija sačinjenih prilikom uviđaja ili nakon nezgode, u kontrolisanim uslovima, mogu se dobiti podaci o marki i tipu vozila koje je učestvovalo u saobraćajnoj nezgodi, klasifikaciji i vrsti sudara, kao i u vezi EES vrednosti koja se odnosi na deformacije i oštećenja na vozilu.

2. OSNOVE VEŠTAČKE INTELIGENCIJE (AI) i TERMINOLOGIJA

Pojam **AI (Artificial Inteligence)** uspostavljen je 50-ih godina prošlog veka i u tom obliku se može sažeti kao stvaranje inteligentnih mašina, naročito inteligentnih računarskih programa namenjenih rešavanju problema, čiju su osnovu činila prethodno data ljudska rešenja. Prema tome, veštačka inteligencija AI se svodi na pružanje informacija preko računara, na osnovu ljudskog ponašanja zasnovanog na bazama podataka formiranih u prethodnom učenju.
Mašinsko učenje – **ML (Machine Learning)** predstavlja podskup veštačke inteligencije i obuhvata tehnike koje omogućavaju računarima da izvlače zaključke iz dostupnih podataka na osnovu:

- baza podataka, koje mogu biti numeričke, tekstualne ili date u vidu slika;

- matematičkih modela u vidu funkcija kojima se uspostavlja predikcija;

- korekcija modela u vidu podešavanja parametara na osnovu detekcije i veličine utvrđene greške;
- evaluacije modela na osnovu testova na podacima koji nisu korišćeni za potrebe njegovog uspostavljanja.

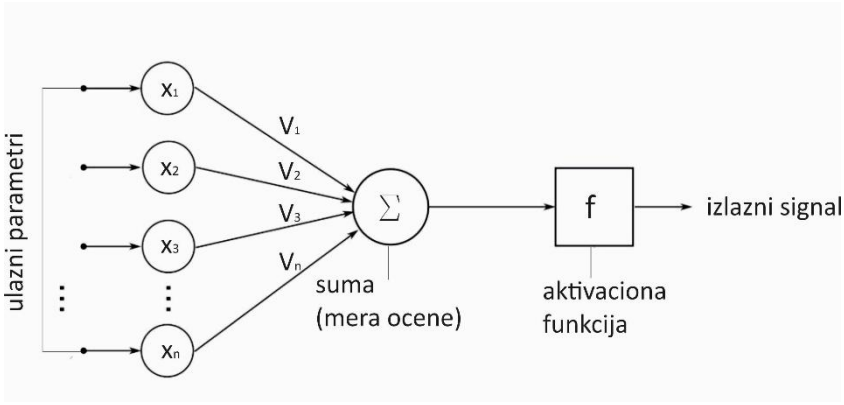
Veštačke neuronske mreže - **ANN (Artificial Neuron Network)** predstavljaju međusobno povezanu grupu čvorova zasnovanu na pojednostavljenom modelu neurona u ljudskom mozgu. Glavne komponente ANN čine:

- Ulazni parametri – od kojih je svaki povezan sa nekom od informacija, koja kao numerička vrednost, može biti bilo koji realan broj;

- Veze, od kojih svaka koja polazi od ulaznog čvora ima pridruženu vrednost, koja kao ocena takođe može biti vrednovana i ocenjena bilo kojim realnim brojem. Svaki neuron u najnižem sloju čuva informacije i prosleđuje ih sledećem sloju neurona, tako da se tokom prolaska kroz slojeve, izdvajaju karakteristike podataka, koje su prethodno bile skrivene i izdvajaju se i prikupljaju u vidu novih informacija. Osnovna neuronska mreža se sastoji od najviše dva sloja, tako da ovakav tip strukture nije pogodan za primenu u proračunima većih mreža.

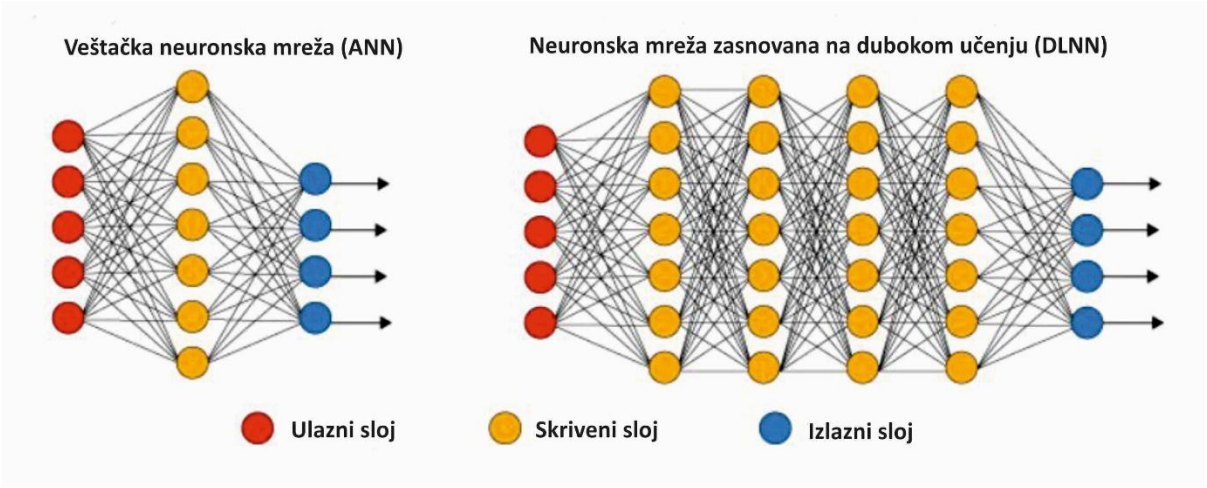
- Suma informacija (mera ocene), kojom se sve vrednosti ulaznih čvorova i težine njihovih veza kombinuju i koriste kao ulaz za izračunavanje ukupne mere neophodne za njihovu validaciju;

- Aktivaciona funkcija (prekidač) kojim dobijeni rezultat predstavlja ulaz za aktivaciju. Kao što biološki neuron aktivira neki signal, tek kada se pređe određeni prag, tako i veštački neuron daje izlaz, nakon što zbir ulaza pređe određenu vrednost.



Slika 3. Arhitektura veštačke neuronske mreže (ANN)

Neuronske mreže zasnovane na dubokom učenju -**DL (Deep Learning)** su podskup mašinskog učenja koji omogućava računarima da rešavaju složenije probleme, kada se broj skrivenih slojeva povećava, koristeći višeslojne veštačke neuronske mreže, kako bi se postigla visoka tačnost u zadacima kao što su detekcija objekata, prepoznavanje govora, prevođenje pisanih ili izgovorenih reči i dr. Tehnikama dubokog učenja, može se uspostaviti i automatsko učenje, kao i izdvajanje i transformisanje karakteristika iz skupova podataka, kao što su slike, video zapisi, ili tekst, bez potrebe za tradicionalno ručno pisanim kodom ili pravilima.



Slika 4. Razlika između jednostavne neuronske mreže (ANN) i mreže zasnovane na dubokom učenju (DL)

Za razliku od jednostavnih neuronskih mreža, koje su manje složene i zahtevaju više informacija o karakteristikama podataka za potrebe selekcije i inženjeringa obeležja, duboke neuronske mreže ne zahtevaju unapred definisane karakteristike, već same pronalaze optimalno podešavanje i izbor modela.
Konvolucione neuronske mreže -**CNN (Convolutional Neural Networks)** su duboke veštačke neuronske mreže koje se prvenstveno koriste za klasifikaciju slika na osnovu onoga šta se na njima prepoznaje u smislu grupisanja po sličnosti (pretraga fotografija) i prepoznavanja objekata unutar kadra obuhvaćenog snimkom. Primena CNN mreža je omogućila praktičnu primenu u postupku prepoznavanja vozila, saobraćajne signalizacije, okruženja u zoni analize predmetnog događaja, a u poslednje vreme, i do nivoa prepoznavanja lica koje je upravljalo vozilom.
U mašinskom učenju postoje različiti modeli koji se uglavnom svrstavaju u tri kategorije: nadgledano učenje (**Supervised Learning**), nenadgledano učenje (**Unsupervised Learning**) i učenje potkrepljivanjem (**Reinforcement Learning**).
Nadgledano učenje podrazumeva da je svakom primeru u skupu podataka pridružena izlazna oznaka koja može biti diskretna ili realna. Danas je većina učenja nadgledana, što znači da podaci imaju poznate izlazne oznake. U ovakvom pristupu postoji „supervizor“ koji ima više znanja od same neuronske mreže. Na primer, supervizor obezbeđuje primere za koje već zna tačne odgovore i tako usmerava sistem označavanjem izlaza. U ovu kategoriju učenja spadaju tehnike kao što su linearna ili logistička regresija ili klasifikacija pomoću stabala odlučivanja.

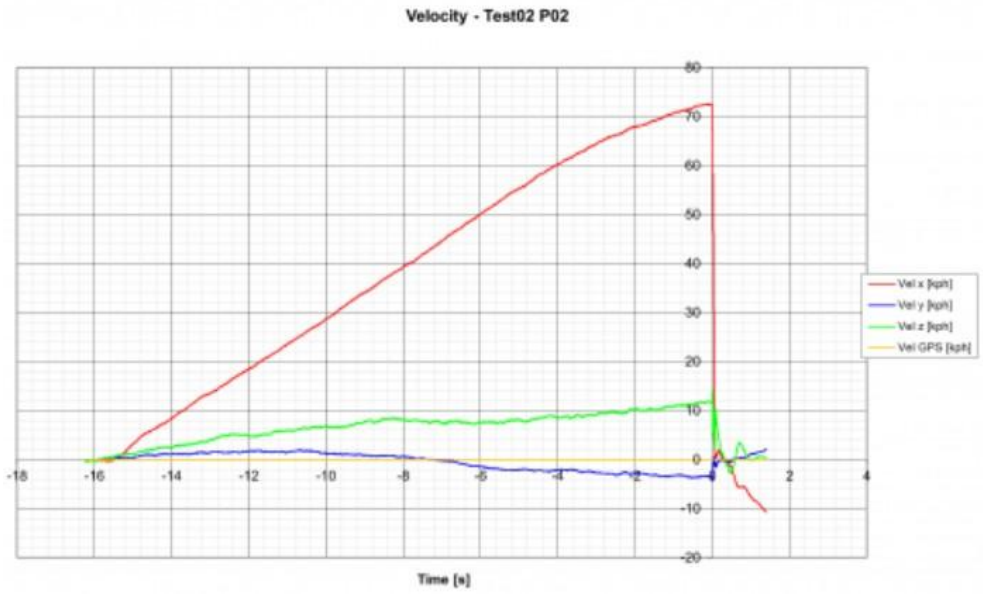
3. PRIMENA DUBOKIH NEURONSKIH MREŽA U PREPOZNAVANJU VOZILA I PROCENI EES VREDNOSTI

Veštačka inteligencija zasnovana na dubokim konvolucionim neuronskim mrežama (CNN) omogućila je primenu u rešavanju uže specijalizovanih problema u različitim oblastima. U cilju postizanja boljih rezultata javila se potreba za razvojem dubljih neuronskih mreža. Međutim, u praksi je uočeno da povećanje dubine mreže, nakon određenog broja slojeva (približno 20–30), ne dovodi do poboljšanja performansi, već može rezultirati njihovim pogoršanjem.
Radi prevazilaženja ovog problema razvijen je pristup zasnovan na učenju rezidualnih funkcija, pri čemu mreža ne uči kompletnu transformaciju ulaznih podataka, već samo odstupanja (reziduale) u odnosu na identitetnu funkciju. Ovakav koncept omogućio je efikasno treniranje veoma dubokih neuronskih mreža, sa više od 100 slojeva, uz stabilnije učenje i povećanu tačnost izlaznih rezultata.

ResNet-152 je duboka neuronska mreža za obradu slika, koja ima 152 sloja. Razvila ju je kompanija Microsoft Research 2015. godine i predstavlja jedan od ključnih modela u razvoju moderne veštačke inteligencije za kompjuterski vid. Ova mreža se može koristiti za prepoznavanje objekata na slikama, u medicinskoj dijagnostici (rendgen, MRI), za potrebe razvoja autonomnih vozila, u video analizi, kod AI sistema za procenu oštećenja na vozilima i dr.
Tako je na osnovu prethodno trenirane ResNet-152 mreže na bazi podataka Stanford Cars Dataset, najpre uspostavljen sistem za prepoznavanje podataka. Ova baza sadrži 16.185 fotografija koje obuhvataju 196 različitih vozila (Krause, et. Al, 2013)**.** Primenom ove mreže, utvrđena je tačnost od 88,7% u prepoznavanju proizvođača i modela vozila.

3.1. PC CRASH EES-CNN

Pošto su rezultati u prepoznavanju proizvođača i modela vozila ispunili očekivanja, isti pristup je primenjen za klasifikaciju EES vrednosti, u novijim verzijama softvera PC CRASH (verzija 15.0 i novije), kao deo integracije metoda mašinskog učenja i baza podataka o oštećenjima vozila. U tom smislu, razvijen je AI-baziran alat za procenu EES vrednosti vozila, na osnovu fotografija oštećenja na njima. Kao trening skup, korišćene su fotografije oštećenih vozila iz DSD ReconData EES kataloga (Moser, Steffan, 2019) koja sadrži oko 4000 fotografija, sa EES vrednostima u rasponu od 5 do 85 km/h. Najbolji rezultati se dobijaju kod fotografija na kojima se oštećenja mogu sagledati po dubini.
Kao primer za prikaz korisničkog interfejsa u okviru kog se vrši analiza EES-CNN vrednosti , uzete su fotografije i podaci prikupljeni prilikom DSD radionice, u okviru Crash testova sprovedenih 2018. god., kada rezultati ovih testova još uvek nisu bili uvršteni u baze podataka namenjenih dubinskom učenju. U pitanju je Crash test, u kome se test vozilo "OPEL ZAFIRA", mase 1395 kg, uz potpuno preklapanje, brzinom od 70,8 km/h, sudara sa zadnjim delom zaustavljenog teretnog vozila "MAN", čija je masa 10754 kg. Na slici 5 je prikazan dijagram brzine kretanja automobila "OPEL" tokom realizacije testa.



Slika 5. Brzina kretanja automobila "OPEL" prilikom sudara sa teretnim vozilom "MAN"

Prikaz pozicija vozila u trenutku i neposredno nakon sudara, dat je na slikama 5 i 6.



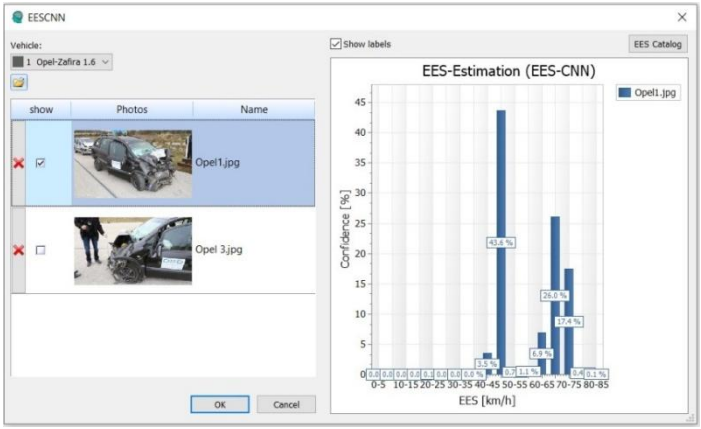
Slika 5, 6. Pozicije automobila "OPEL" i teretnog vozila "MAN", u trenutku sudara i nakon zaustavljanja

S obzirom da je usled sudara teretno vozilo pomereno unapred za 1-1,5 m, a da je deo kinetičke energije koju je posedovao automobil "OPEL" u trenutku sudara, utrošen i na deformacije zadnjeg dela teretnog vozila, EES vrednost za automobil "OPEL" je bila manja od njegove sudarne brzine i kretala se realno u dijapazonu od 60-65 km/h.
Nakon sudara, automobil "OPEL" je detaljno fotografisan iz više uglova, a izdvojene fotografije za analizu EES-CNN vrednosti na kome se uočavaju oštećenja na prednjem delu ovog vozila su prikazane na slikama 7 i 8.

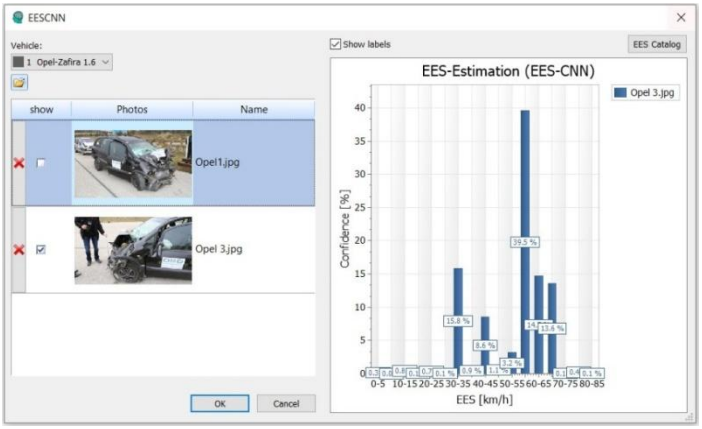


Slika 7, 8. Oštećenja na prednjem delu automobila "OPEL" nakon sudara sa teretnim vozilom "MAN"

Nakon otvaranja korisničkog prozora EES-CNN, ukoliko je vozilo bilo predmet analize u okviru programa PC CRASH, u gornjem levom uglu je prikazana marka i tip vozila, dok se ispod toga nalazi opcija za importovanje snimljenih fotografija oštećenja na ovom vozilu. Za potrebe analize EES vrednosti može biti uneto i više fotografija oštećenja na vozilu, snimljenih iz različitih uglova. Nakon unosa fotogarfija, u prozoru sa desne strane se pojavljuje histogram sa procenjenim EES vrednostima za konkretnu fotografiju, sa pozdanošću procene.



Slika 9. EES CNN procena za oštećenja na automobilu "OPEL" vidljiva na slici 7



Slika 10. EES CNN procena za oštećenja na automobilu "OPEL" vidljiva na slici 8

Kako se vidi na slici 9, na kojoj su oštećenja na automobilu "OPEL" snimljena blago dijagonalno u odnosu na prednji desni ugao vozila, kao najpouzdaniji, sa 43,6%, ocenjen je procenjeni interval EES vrenosti brzina od 45-50 km/h. Ukoliko bi se zbirno posmatrao procenjeni interval brzina od 60-75 km/h, koncentrisan oko realne EES vrednosti, pouzdanost procene bi bila oko 51%.
Analizom slike 10, na kojoj su oštećenja na vozilu snimljena bočno sa leve strane i na kojoj se ona mogu bolje sagledati po dubini, kao najpouzdaniji, sa 39,5%, ocenjen je interval EES vrednosti od 55-60 km/h. Međutim, ukoliko bi se zbirno posmatrao interval brzina od 55-75 km/h, koji je koncentrisan oko realne EES vrednosti, pouzdanost procene bi bila oko 68%.

4. POUZDANOST PROCENE EES VREDNOSTI – AI vs. EKSPERTSKA PROCENA

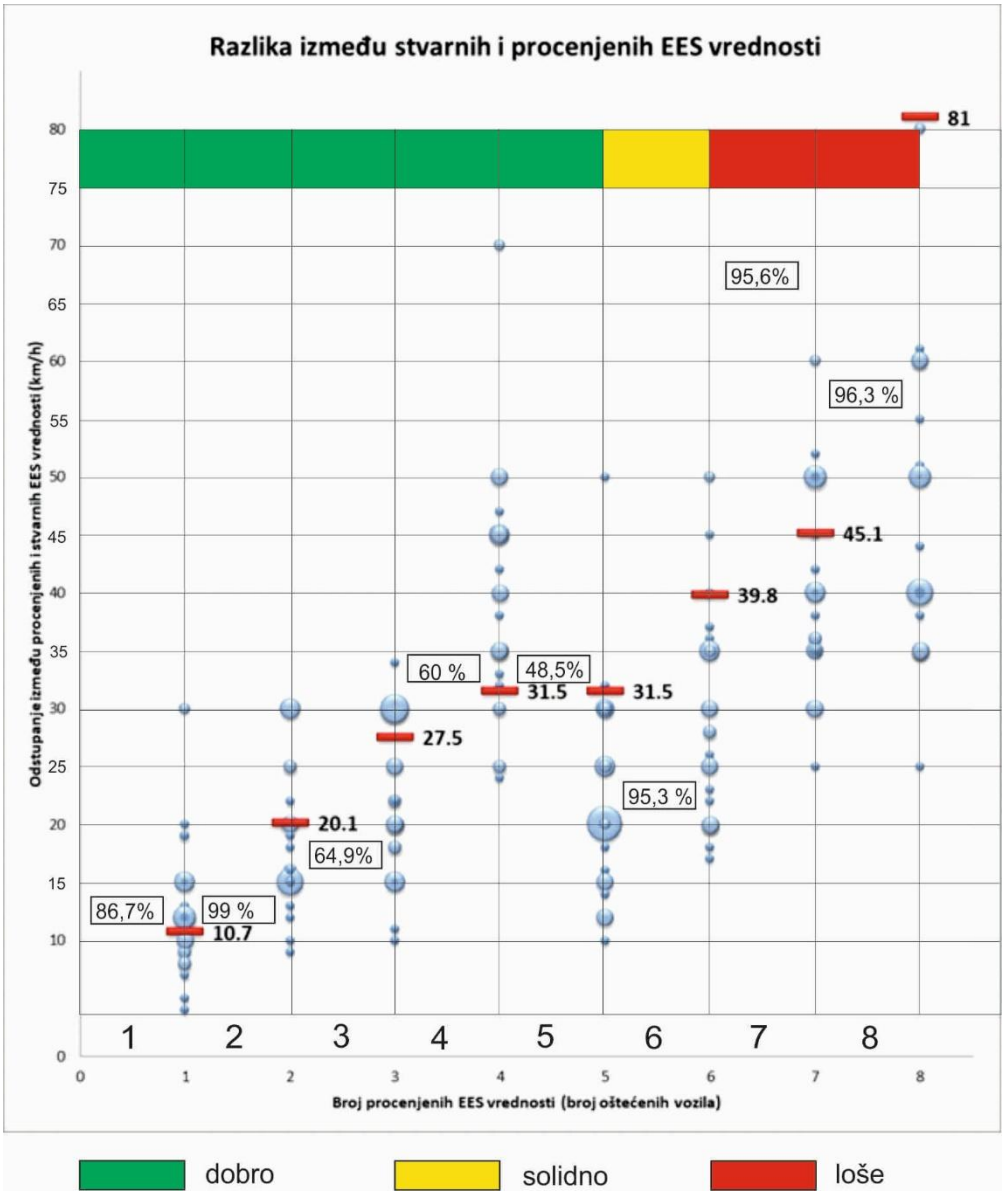
U istraživanju pouzdanosti ekspertske procene EES vrednosti na osnovu fotografija oštećenja vozila (Papić i dr., 2022) učestvovala su 23 ispitanika, od kojih se 22 aktivno bave ekspertizama saobraćajnih nezgoda. Ispitanicima su dostavljeni anketni listići u okviru kojih su oni, između ostalog, vršili subjektivnu procenu EES vrednosti za osam vozila. Za svako vozilo u prilogu su dostavljene po dve fotografije oštećenja nastalih u sudarima u kontrolisanim uslovima. Fotografije su preuzete iz baze Crash testova sadržane u okviru programskog paketa PC Crash. Za analizu su odabrane fotografije oštećenja na vozilima nastala prilikom sudara sa stacionarnom nedeformabilnom preprekom, tako da je praktično celokupna kinetička energija vozila koju su ona posedovala u trenutku sudara utrošena na deformacioni rad, odnosno:

$$V_s \approx EBS \approx EES \qquad (3)$$

Od ukupnog broja procenjenih EES vrednosti od strane svih ispitanika koji su učestvovali u istraživanju, 32,6% je tačno procenjeno, dok je pogrešno procenjeno čak 67,4%. Većina pogrešnih procena (53,8%) odnosi se na izjašavanje o manjim EES vrednostima od stvarnih, dok ostatak (13,6%) pogrešnih procena EES vrednosti predstavlja njihovo precenjivanje. Važno je napomenuti da su se pod tačnom procenom podrazumevali svi odgovori koji su odstupali ±5 km/h od stvarnih EES vrednosti.
Iste fotografije koje su korišćene u navedenom istraživanju primenjene su i za analizu pouzdanosti procene EES vrednosti pomoću veštačke inteligencije, odnosno alata EES-CNN integrisanog u programski paket PC-Crash. S obzirom na to da je pouzdanost procenjenih EES vrednosti primenom ovog alata izražena procentualno, u vidu histograma, pri čemu su prisutna određena rasipanja, prilikom vrednovanja u obzir su uzeti samo dijapazoni brzina širine 5 km/h sa najvećim procentom pouzdanosti.

Na osnovu sprovedene analize utvrđeno je da se pouzdanost procene kretala u granicama od 48,5% do 99%. Međutim, sama ocena pouzdanosti procenjene EES vrednosti pomoću AI ne znači da je ona tačno određena. Ukoliko se primeni isti kriterijum kao u istraživanju ekspertske procene EES vrednosti, odnosno odstupanje od ±5 km/h u odnosu na stvarnu vrednost, dolazi se do sledećih zaključaka:

• u pet slučajeva procenjena EES vrednost pomoću EES-CNN nalazila se u granicama od ±5 km/h;
• u jednom slučaju procenjena EES vrednost razlikovala se od stvarne za više od 15 km/h;
• u dva slučaja procenjene EES vrednosti razlikovale su se od stvarnih za više od 20 km/h.



Slika 11. Uporedna analiza realnih EES vrednosti u odnosu na ekspertsku procenu i analizu izvršenu pomoću AI

Na osnovu sprovedene analize, zaključuje se da AI obezbeđuje veću konzistentnost u procenama, dok ekspertski pristup omogućava dublje razumevanje konkretnih okolnosti nezgode. Stoga se optimalan pristup ogleda u kombinaciji ova dva metoda, pri čemu AI alati mogu služiti kao brza i objektivna podrška, dok konačnu procenu treba zasnivati na sveobuhvatnoj stručnoj analizi.

5. ZAKLJUČAK

Na osnovu prikazanih teorijskih razmatranja i sprovedenih analiza može se zaključiti da EES (Energy Equivalent Speed) predstavlja jedan od ključnih parametara u rekonstrukciji saobraćajnih nezgoda, posebno u okviru energetskih metoda za procenu sudarnih brzina vozila. Iako je moguće izvršiti proračun EES vrednosti na osnovu fizičkih zakonitosti i merenja deformacija, u praksi je ovaj postupak često ograničen nedostatkom preciznih podataka, zbog čega se značajan deo procena zasniva na vizuelnoj ekspertskoj oceni.
Rezultati istraživanja pokazuju da tačnost ekspertskih procena zavisi od intenziteta oštećenja, pri čemu su procene pouzdanije kod manjih EES vrednosti, dok kod većih uglavnom dolazi do njihovog potcenjivanja. Sa druge strane, primena savremenih AI metoda, posebno konvolucionih neuronskih mreža (CNN), omogućava automatizovanu analizu fotografija oštećenja i pruža stabilnije i konzistentnije rezultate, uz određeni nivo pouzdanosti. Međutim, analizirani AI pristup ima i određena ograničenja, pre svega u pogledu kvaliteta fotografija, ugla snimanja i nemogućnosti direktnog uvida u unutrašnja strukturna oštećenja vozila, zbog čega se njegovi rezultati ne mogu posmatrati kao konačni, već kao pomoćni u procesu analize. Uporedna analiza ukazuje da AI sistemi obezbeđuju veću konzistentnost procena, dok ekspertski pristup, uprkos subjektivnosti, omogućava dublje razumevanje konkretnih okolnosti nezgode.
U tom smislu, optimalan pristup proceni EES vrednosti podrazumeva integraciju veštačke inteligencije i ekspertskog znanja. AI alati mogu se koristiti kao brza i objektivna podrška u inicijalnoj proceni, dok konačna odluka treba da bude zasnovana na sveobuhvatnoj stručnoj analizi, čime se postiže veća pouzdanost i objektivnost u postupku rekonstrukcije saobraćajnih nezgoda. Iz ugla praktične primene u ekspertizama saobraćajnih nezgoda, ovakva kombinacija metoda predstavlja realan i primenljiv pristup u svakodnevnom radu.
S obzirom na praktičnu primenu, može se očekivati da će dalja istraživanja u oblasti AI, vezana za prepoznavanje i procenu oštećenja na vozilima, biti usmerena ka proširenju i diversifikaciji trening skupova podataka, uključivanju informacija o geometriji i dubini deformacija, kao i integraciji multimodalnih izvora podataka (fotografije, 3D snimci, tehničke karakteristike vozila), sa ciljem povećanja tačnosti i robusnosti procene EES vrednosti u realnim uslovima saobraćajnih nezgoda.

Zahvalnica
Rezultati prikazani u ovom radu su deo istraživanja projekta " Istraživanje trendova u razvoju održivih saobraćajnih i logističkih sistema", osnovanog od strane Departmana za saobraćaj, Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu, Univerziteta u Novom Sadu, Republika Srbija.

6. LITERATURA

Burg, H., i dr. (1980), EES - ein Hilfsmittel zur Unfallrekonstruktion und dessen Auswirkung auf die Unfallforschung, Der Verkehrsunfall 18 No. 4, 5, 6.
Goertz M., (2018) Modell zur Bestimmung von Deformationsenergien an Fahrzeugen nach Verkehrsunfaellen, DissertationUniv. Zilina 2018
Krause et al., (2013), 3D Object Representations for Fine-Grained Categorizatio, 4th International IEEE Workshop on 3D Representation and Recognition (3dRR-13). Sydney, Australia
Mackay, M., (1968), Injury and collision severity, SAE Technical Paper 680779, 3108-3113
Moser, A., Stefan, H., (2019), Artifical Inteligence (AI) in Accident Reconstruction, EVU Congress, Proceedings, Barcelona
Nader, R., (1965), Unsafe at any speed

Papić, Z., Bogdanović, V., Simeunović, M., Saulić, N., Jović, A., (2022), Pouzdanost procene EES vrednosti u analizi sudara vozila, Savetovanje-Saobraćajne nezgode, Zbprnik radova, Zlatibor
PC-Crash 15.1. (2019). A Simulation program for Vehicle Accidents 15.1 - Operating Manual)
Spek, A. (2017), Collaborative study on the estimation of EES-values, EVU Congress, Proceedings, Haarlem, The Netherlands.



UTICAJ SAOBRAĆAJNO-TEHNIČKOG VJEŠTAČENJA ZA RAZOTKRIVANJE FINGIRANIH SAOBRAĆAJNIH NEZGODA

Samir Gabeljić, MA. dipl. ing. saobraćaja i komunikacija
Nenad Lukanović, dipl. ing. saobraćaja

THE INFLUENCE OF TRAFFIC TECHNICAL EXPERTISE IN DETECTING FAKE TRAFFIC ACCIDENTS

REZIME:

Rad pod nazivom "Značaj saobraćajnog vještačenja kod razotkrivanja fingiranih saobraćajnih nezgoda" analizira kompleksan fenomen namjerno insceniranih saobraćajnih incidenata s ciljem ostvarivanja nezakonite finansijske koristi. Fingirane nezgode predstavljaju ozbiljan izazov za pravosudni sistem, osiguravajuće institucije i sigurnost učesnika u saobraćaju, posebno u kontekstu Bosne i Hercegovine, gdje su zakonski i tehnički mehanizmi još u fazi razvoja i usklađivanja s evropskim standardima. Kroz multidisciplinarni pristup, rad ističe ključnu ulogu tehničkog vještačenja u razotkrivanju ovih prevara. Detaljno se razmatra metodologija vještačenja od prikupljanja podataka, analize tragova i oštećenja vozila, do upotrebe softverskih alata za simulaciju sudara. Poseban fokus stavljen je na identifikaciju nelogičnosti u opisu događaja, neslaganja u tragovima i neprirodne deformacije vozila koje ukazuju na fingiranje. Rad također prikazuje najčešće motive i metode fingiranja, uključujući namjerne sudare, neobjektivne medicinske nalaze, manipulaciju svjedocima i korištenje prethodno oštećenih vozila. Zaključuje se da saobraćajni vještaci, kroz objektivnu i stručnu analizu, imaju jednu od značajnijih ulogua u zaštiti pravnog sistema od zloupotrebe ovakve vrste.

KLJUČNE REČI:

saobraćajna nezgoda, fingirana nezgoda, saobraćajno vještačenje, analiza oštećenja vozila, tragovi sudara, osiguranje, prevare u osiguranju, saobraćajni vještak, metodologija vještačenja, razotkrivanje manipulacija.

ABSTRACT:

The paper entitled "The Importance of Traffic Forensics in Uncovering Fake Traffic Accidents" analyzes the complex phenomenon of deliberately staged traffic incidents with the aim of achieving illegal financial gain. Fake accidents represent a serious challenge for the judicial system, insurance institutions and the safety of road users, especially in the context of Bosnia and Herzegovina, where legal and technical mechanisms are still in the development and harmonisation phase with European standards. Through a multidisciplinary approach, the paper highlights the key role of technical forensics in uncovering these frauds. The methodology of forensics is discussed in detail, from data collection, analysis of traces and vehicle damage, to the use of software tools for crash simulation. Special focus is placed on identifying illogicalities in the description of the event, discrepancies in traces and unnatural deformations of the vehicle that indicate forgery. The paper also presents the most common motives and methods of forgery, including intentional collisions, false medical findings, witness manipulation and the use of previously damaged vehicles. It is concluded that traffic experts, through objective and professional analysis, have one of the most important roles in protecting the legal system from abuse of this kind.

KEYWORDS:

traffic accident, fake accident, traffic expertise, vehicle damage analysis, collision traces, insurance, insurance fraud, traffic expert, expertise methodology, exploitation of manipulations.

1. UVOD

Savremeno društvo suočava se s brojnim izazovima u oblasti saobraćaja, među kojima se posebno ističe fenomen fingiranih saobraćajnih nezgoda. Ova pojava, iako naizgled marginalna, ima dalekosežne posljedice po pravni sistem, osiguravajuće institucije, sigurnost učesnika u saobraćaju i povjerenje građana u javne mehanizme zaštite. Fingirane nezgode podrazumijevaju namjerno inscenirane saobraćajne incidente s ciljem ostvarivanja nezakonite materijalne koristi, najčešće putem naplate osiguranja ili izbjegavanja odgovornosti.

U kontekstu Bosne i Hercegovine, gdje su zakonski mehanizmi još uvijek u procesu usklađivanja s evropskim standardima, ovakve zloupotrebe dodatno opterećuju pravosudni sistem. Pored pravnih aspekata, otkrivanje fingiranih nezgoda zahtijeva visok nivo tehničke ekspertize, uključujući vještačenje, analizu oštećenja vozila i rekonstrukciju događaja.

Cilj ovog rada je da se kroz multidisciplinarni pristup — pravni, tehnički i društveni — analizira pojava fingiranih saobraćajnih nezgoda, identifikuju najčešće metode zloupotrebe, razmotre posljedice po sistem osiguranja i predlože konkretne mjere prevencije. Poseban fokus biće stavljen na na ulogu saobraćajnih vještaka u razotkrivanju ovih prevara.

2. KLJUČNE RAZLIKE IZMEĐU STVARNE I FINGIRANE SAOBRAĆAJNE NEZGODE

Saobraćajna nezgoda, prema zakonodavstvu Bosne i Hercegovine, definiše se kao događaj na putu ili koji je počeo na putu, u kojem je učestvovalo najmanje jedno vozilo u pokretu i u kojem je jedno ili više lica poginulo ili povrijeđeno ili je nastala materijalna šteta.

U pravnom smislu, saobraćajna nezgoda se tretira kao incident koji može imati krivične, prekršajne i građanske posljedice, zavisno od stepena štete i odgovornosti učesnika. Ključni elementi koji se analiziraju u postupku su:

- uzrok nezgode,
- ponašanje učesnika,
- stanje vozila,
- uslovi na putu,
- postojanje eventualne namjere.

Stvarna saobraćajna nezgoda nastaje kao rezultat nepredviđenih okolnosti (grešaka vozača u vožnji ili drugog učesnika u saobraćajnoj nezgodi, tehničke neispravnosti vozila, nedostatka na cesti ili uticaja okoline). U takvim slučajevima, učesnici nisu imali namjeru da izazovu štetu, već se ona dogodila nenamjerno.

S druge strane, fingirana saobraćajna nezgoda je svjesno i namjerno insceniran događaj, najčešće s ciljem ostvarivanja finansijske koristi.
Ključne razlike uključuju:

- **Namjera**: Kod fingiranih nezgoda postoji jasna namjera da se izazove šteta.
- **Dokazi**: Često nedostaju objektivni tragovi koji potvrđuju verziju događaja.
- **Učesnici**: Mogu biti povezani i unaprijed koordinisani.
- **Vještačenje**: Otkriva nelogičnosti u mehanici sudara, oštećenjima i izjavama.

Otkrivanje fingiranih nezgoda zahtijeva kombinaciju pravne analize, tehničkog vještačenja i procjene vjerodostojnosti iskaza učesnika i svjedoka.

Osiguravajuća društva imaju ključnu ulogu u procesu obrade saobraćajnih nezgoda, jer su direktno uključena u procjenu štete i isplatu odšteta. Njihova odgovornost obuhvata:

- prikupljanje dokumentacije o nezgodi,
- procjenu štete na vozilima,
- saradnju s vještacima i policijom,
- identifikaciju sumnjivih obrazaca ponašanja.

U slučaju fingiranih nezgoda, osiguravajuće kuće su najčešće meta prevare, zbog čega razvijaju interne mehanizme za otkrivanje sumnjivih zahtjeva. To uključuje:

- analizu historije osiguranika,
- upotrebu softverskih alata za detekciju anomalija,
- saradnju s istražnim organima.

Međutim, u praksi se dešava da zbog nedostatka resursa ili nedovoljno razvijenih procedura, fingirane nezgode prođu neopaženo, što dovodi do velikih finansijskih gubitaka i narušavanja povjerenja u sistem osiguranja.

Prepoznavanje fingirane saobraćajne nezgode zahtijeva pažljivu analizu i kombinaciju tehničkih, pravnih i logičkih pokazatelja.

Najćešči znakova koji mogu ukazivati da je nezgoda fingirana:

1. **Nelogična mehanika sudara:**
   - Oštećenja na vozilima ne odgovaraju opisu događaja;
   - Tragovi kočenja, sudara ili položaj vozila nisu u skladu s navodima učesnika;
   - Nedostatak fizičkih dokaza na licu mjesta (npr. staklo, plastika, ulje).
2. **Prethodno oštećena vozila:**
   - Vozilo već ima oštećenja koja se pokušavaju prikazati kao nova;
   - Oštećenja nisu „svježa“, bez tragova nedavne nesreće.
3. **Nepovezani ili poznati učesnici:**
   - Učesnici su u rodbinskoj, prijateljskoj ili poslovnoj vezi;
   - Ranije su učestvovali u sličnim incidentima.
4. **Neprirodno ponašanje nakon nezgode:**
   - Učesnici ne pozivaju policiju ili hitnu pomoć;
   - Brzo se dogovaraju o verziji događaja;
   - Pokazuju neuobičajenu smirenost ili izbjegavaju kontakt s osiguravajućim društvom.
5. **Sumnjivi medicinski nalazi:**
   - Povrede koje ne odgovaraju vrsti sudara;
   - Preuveličavanje simptoma radi naplate nematerijalne štete.
6. **Česta prijava šteta kod istih osoba:**
   - Učesnici su već više puta prijavljivali slične nezgode;
   - Postoji obrazac u načinu prijave i tipu štete.

7. **Lažni svjedoci:**
    - Svjedoci se pojavljuju bez jasnog razloga;
    - Njihove izjave su identične ili kontradiktorne;
    - Nisu evidentirani na licu mjesta.
8. **Neusklađenost u dokumentaciji:**
    - Razlike između izjava učesnika, zapisnika policije i nalaza vještaka;
    - Nedostatak fotografija, snimaka ili drugih dokaza.

Ove indikatore najčešće otkrivaju saobraćajni vještaci, osiguravajuće kuće i istražni organi kroz detaljnu analizu.

3. MOTIVI FINGIRANJA SAOBRAĆAJNIH NEZGODA

Fingiranje saobraćajnih nezgoda predstavlja sofisticiran oblik prevare koji se najčešće izvodi s ciljem ostvarivanja nezakonite finansijske koristi. Iako se na prvi pogled može činiti kao izolovan incident, u praksi se često radi o sistematski organizovanim aktivnostima koje uključuju više učesnika, tehničku pripremu i zloupotrebu pravnih i osiguravajućih mehanizama. Ovo poglavlje analizira najčešće motive koji stoje iza fingiranih nezgoda.

Najčešći motiv je naplata odštete od osiguravajućih društava. Učesnici fingiranih nezgoda pokušavaju da ostvare:

- Naknadu štete na vozilu (materijalna šteta);
- Naknadu za povrede (nematerijalna šteta);
- Troškove liječenja, bolovanja i rehabilitacije;
- Gubitak zarade zbog privremene nesposobnosti za rad ili oštećenja privrednog vozila.

Neki vozači koriste fingirane nezgode kako bi opravdali štetu koja je nastala ranije, a nije bila prijavljena. Time izbjegavaju troškove popravke i prebacuju odgovornost na osiguranje.

U slučajevima kada je vozač već počinio saobraćajni prekršaj (npr. vožnja pod uticajem alkohola ili opojnih droga), fingirana nezgoda može poslužiti kao pokušaj prikrivanja stvarnih okolnosti u kojoj je došlo do nezgode koja isključuje mogućnost naplate štete i preusmjeravanja krivice.

U nekim slučajevima, fingirane nezgode su dio šire kriminalne mreže koja uključuje:

- Lažne svjedoke;
- Korumpirane službenike;
- Medicinske radnike koji izdaju lažne ili neobjektivne nalaze.

Indikatori fingiranja i brza trijaža u praksi - Operativna checklista:

1. **Kadar i vrijeme:** Noć, bez kamera/svjedoka. Noćne nezgode na izolovanim lokacijama bez nadzora otežavaju objektivnu rekonstrukciju. Nedostatak svjedoka i video zapisa omogućava učesnicima da slobodno oblikuju narativ.
2. **Dokazi na tlu:** Postoje li fragmenti i fluidi u skladu s opisom nastanka prijavljene nezgode. Uglavnom stvarna nezgoda ostavlja tragove — staklo, plastika, metal, ulje, rashladna tečnost. Njihovo odsustvo ili nelogična raspodjela može ukazivati

na sceniranje događaja koji se nije stvarno dogodio. Utvrđuje se da li tragovi odgovaraju tipu sudara, lokaciji kontakta, intenzitetu udara. Nedostatak tragova gdje bi morali postojati je upozorenje.

3. **Profil oštećenja:** Visina i pravac su/nisu podudarni s drugim vozilom/objektom. Oštećenja moraju biti kompatibilna — visina, ugao, dubina i smjer deformacije moraju se "podudarati" s drugim vozilom ili objektom. Analizira se da li se oštećenja poklapaju s geometrijom drugog vozila, da li je kontakt bio moguć s obzirom na visinu vozila, da li tragovi boje odgovaraju i slično.
4. **EDR/telematika:** Nagle promjene brzine/kočenja bez eksternog razloga. EDR bilježi tehničke parametre (brzina, kočenje, aktivacija airbaga). Ako podaci pokazuju naglo kočenje bez prepreke, to može ukazivati na namjerni sudar. Da li postoji kočenje, ubrzanje, promjena pravca u skladu s opisom nezgode. Ako nema podataka ili su nelogični — sumnja raste.
5. **Historija:** Učestali zahtjevi istih aktera, isti servisi/ljekari/svjedoci. Ponavljanje istih osoba, servisa, ljekara i svjedoka u više slučajeva ukazuje na organizovanu šemu. Provjerava se broj prethodnih prijava, povezanost učesnika, obrasci ponašanja, identični/slični scenariji i drugo.
6. **Medicinski nalazi:** Objektivni nalazi prate subjektivne tegobe. Povrede poput bolova u vratu, leđima ili psihološkog stresa teško se objektivizuju. Ako nema fizičkih dokaza, a traži se visoka nematerijalna šteta — sumnja raste. Analizira se da li su nalazi potkrijepljeni testovima, snimcima, funkcionalnim ograničenjima. Da li postoji vremenska usklađenost s nezgodom.
7. **Dokumentacija:** Neusklađenost između izjava, zapisnika i fotografija. Neusklađenost između verzija događaja, policijskog zapisnika i vizuelnih dokaza ukazuju na manipulaciju. Analizirati razlike u vremenu, opisu, broju učesnika, lokaciji oštećenja, redoslijedu radnji.
8. **Vrijeme prijave:** Neobično kašnjenje prijave. Kašnjenje u prijavi može značiti da se nezgoda nije dogodila kako je opisano, ili da se pokušava prikriti stvarni uzrok. Vrijeme između nezgode i prijave, opravdanost kašnjenja, da li je vozilo bilo korišteno u međuvremenu.
9. **Svjedoci:** Verifikovan identitet i prisustvo. Lažni svjedoci su česta praksa u fingiranim nezgodama. Njihovo prisustvo mora biti potvrđeno. Utvrditi da li su svjedoci evidentirani na licu mjesta, da li su njihove izjave konzistentne, da li postoji dokaz da su zaista bili prisutni.
10. **Stara vs. nova šteta:** Znaci korozije i slojevi boje. Stara oštećenja se često pokušavaju prikazati kao nova. Mikroskopski tragovi, oksidacija i slojevi boje otkrivaju starost. Utvrditi da li su rubovi loma "svježi", ima li tragova prljavštine, da li se slojevi boje poklapaju s originalnom lakiranjem.

Operativna checklista - Indikatori fingiranja i brza trijaža u praksi			
Red.br.	Indikator	Opis	Provjera
1	Kadar i vrijeme	Nezgoda se desila noću, na izolovanoj lokaciji bez nadzora (kamera/svjedoka)	Da ☐ / Ne ☐
2	Dokazi na tlu	Nedostatak tragova (staklo, plastika, ulje, metal, rashladna tečnost) ili nelogična raspodjela	Da ☐ / Ne ☐
3	Profil oštećenja	Visina, ugao, dubina i smjer deformacije ne odgovaraju drugom vozilu/objektu	Da ☐ / Ne ☐
4	EDR/telematika	Nagle promjene brzine/kočenja bez prepreke; nelogični podaci u odnosu na opis nezgode	Da ☐ / Ne ☐

5	Historija učesnika	Učestali zahtjevi istih osoba, servisa, ljekara, svjedoka; slični scenariji	Da ☐ / Ne ☐
6	Medicinski nalazi	Povrede bez objektivnih dokaza; nepodudarnost sa testovima, snimcima, funkcionalnim ograničenjima	Da ☐ / Ne ☐
7	Dokumentacija	Neusklađenost između izjava, zapisnika, fotografija; razlike u vremenu, opisu, broju učesnika	Da ☐ / Ne ☐
8	Vrijeme prijave	Neobično kašnjenje prijave; vozilo korišteno u međuvremenu; pokušaj prikrivanja uzroka	Da ☐ / Ne ☐
9	Svjedoci	Nepotvrđen identitet; svjedoci nisu evidentirani na licu mjesta; kontradiktorne izjave	Da ☐ / Ne ☐
10	Stara vs. nova šteta	Tragovi korozije, slojevi boje, prljavština ispod loma; oštećenje nije „svježe“	Da ☐ / Ne ☐

Upute za korištenje Indikatora fingiranja i brze trijaže u praksi - Operativne checkliste:

1. Označi „Da“ za svaki indikator koji je prisutan. Više potvrđenih indikatora povećava vjerovatnoću da se radi o fingiranoj nezgodi i zahtijeva detaljno tehničko vještačenje.
2. Svaki označeni „Da“ povećava sumnju na fingiranje.
3. 3 ili više potvrđenih indikatora → preporučuje se detaljno tehničko vještačenje.
4. Lista se koristi kao pomoćni alat, ne kao samostalan dokaz.

4. NAJČEŠĆE METODE FINGIRANJA SAOBRAĆAJNIH NEZGODA

Najčešće metode fingiranja saobraćajnih nezgoda:

- **Namjerni sudari**: Učesnici dogovaraju sudar na lokaciji gdje je mala vjerovatnoća prisustva svjedoka. Sudar se izvodi pri malim brzinama kako bi se izbjegle ozbiljne povrede, ali da šteta izgleda uvjerljivo.
- **Lažno prijavljene štete**: Oštećenja koja su nastala ranije (npr. udubljenja, ogrebotine) prijavljuju se kao rezultat prijavljene nezgode. Vozilo se često fotografiše iz ugla koji prikriva starost oštećenja.
- **Manipulacija svjedocima**: Učesnici dovode "svjedoke" koji potvrđuju lažnu verziju događaja. U nekim slučajevima, svjedoci su unaprijed pripremljeni ili čak plaćeni da daju izjave koje podržavaju fingiranu priču.
- **Lažni/neobjektivni medicinski nalazi:** Učesnici tvrde da su zadobili povrede koje se teško dokazuju (npr. bolovi u vratu, leđima, psihološki stres). Ljekari ponekad izdaju nalaze bez objektivnih medicinskih dokaza, što omogućava naplatu nematerijalne štete.
- **Korištenje prethodno oštećenih vozila:** Vozila koja su već oštećena se koriste u fingiranim nezgodama. Oštećenja se prikazuju kao rezultat novog incidenta, čime se izbjegava trošak popravke i ostvaruje dobit.
- **Insinuacija krivice drugom vozaču:** Učesnici fingirane nezgode ciljano izazivaju situaciju u kojoj drugi vozač izgleda kao krivac (npr. naglo kočenje, oduzimanja

prava prvenstva prolaza, nalet na prethodno zaustavljeno vozilo i slično), a zatim prijavljuju nezgodu s lažnim opisom događaja.

Motivi i metode fingiranja saobraćajnih nezgoda pokazuju da se radi o kompleksnom fenomenu koji zahtijeva pažljivu analizu i koordinisanu reakciju pravosuđa, osiguravajućih društava i saobraćajnih vještaka. Prepoznavanje obrazaca ponašanja, tehničkih nelogičnosti i sumnjivih okolnosti ključno je za suzbijanje ove vrste prevare.

5. ZNAČAJ TEHNIČKOG VJEŠTAČENJA SAOBRAĆAJNIH NEZGODA KOD RAZOTKRIVANJA FINGIRANIH SAOBRAĆAJNIH NEZGODA

Tehničko vještačenje saobraćajnih nezgoda predstavlja ključnu stručnu aktivnost u procesu utvrđivanja uzroka, toka i posljedica saobraćajnih incidenata. Vještaci saobraćajne struke koriste naučne metode, tehničke alate i iskustvo kako bi pomogli pravosudnim organima da objektivno procijene šta se zaista dogodilo. Posebno je važno u slučajevima gdje postoji sumnja na fingiranje nezgode, jer vještačenje može razotkriti nelogičnosti i manipulacije.

Metodologija tehničkog vještačenja obuhvata niz koraka koji se sprovode sistematski:

Korak	Naziv faze vještačenja	Opis aktivnosti
1	Prikupljanje podataka	Uključuje zapisnik, skicu lica mjesta i foto-dokumentaciju saobraćajne nezgode kao osnovne elemente uviđajne dokumentacije, izjave učesnika i svjedoka, medicinsku dokumentaciju, tehničke podatke o vozilima i druge relevantne podatke potrebne za kvalitetnu dubinsku analizu saobraćajne nezgode.
2	Analiza uslova nezgode	Utvrđuje se mjesto i vrijeme nastanka saobraćajne nezgode, vremenski uslovi u vrijeme nastanka saobraćajne nezgode, konkretna vidljivost, horizontalna i vertikalna pregednost, vrsta i stanje kolovoza, horizontalna i vertikalna saobraćajna signalizacija, oprema ceste, karakteristike i konfiguracija puta i drugo.
3	Identifikacija učesnika	Alkohol/psihoaktivne supstance, validnost dozvola i kategorija, zdravstvena sposobnost, iskustvo vozača i slično
4	Analiza tragova	Uključuje analizu svih evidentiranih i vidljivih tragova saobraćajne nezgode i opis načina nastanka navedenih tragova u kontekstu opisane dinamike nastanka predmetne saobraćajne nezgode;
5	Analiza oštećenja vozila i utvrđivanje mjesta sudara i položaja vozila u mjestu sudara	Utvrđivanje načina nastanka oštećenja u kontekstu dinamike nezgode/mjesto kontakta (sudara) i položaj vozila u mjestu kontakta (sudara)
6	Geometrijska i energetska komparacija	Usporedba oštećenja između vozila — visina, ugao, dubina, smjer, energetska kompatibilnost.
7	Izračunavanje brzine i kretanja	Koristeći naučne i matematičke modele/metode izračunati brzine kretanja vozila i drugih učesnika u saobraćajnoj nezgodi na temelju raspoloživih podataka i tragova, deformacija vozila i položaja vozila nakon sudara.

8	Vremensko-prostorna analiza	Ključna za rekonstrukciju toka nezgode, uključuje procjenu vremena reakcije vozača, tehničku mogućnost/nemogućnost izbjegavanja saobraćajne nezgode, utvrđivanje dinamike sudara i drugih okolnosti bitnih za utvrđivanje propusta učesnika u saobraćajnoj nezgodi koji su vezani za uzrok nezgode, doprinos nastanku saobraćajne nezgode (mogućnosti izbjegavanja nezgode) i težini posljedica saobraćajne nezgode.
9	Softverske simulacije	Vizualizacija toka nezgode putem specijalizovanih programa; validacija hipoteza i prezentacija netehničkim učesnicima. Inputi (ulazni podaci koji se unose u program) moraju biti provjereni, simulacija nije dokaz sama po sebi, nego test konzistentnosti.

Ova metodologija omogućava vještaku da iznese stručno mišljenje koje je nepristrasno, precizno i zasnovano na materijalnim dokazima.

U slučajevima fingiranih nezgoda, analiza/vještačenje/ekspertiza saobraćajnih vještaka često otkriva nelogičnosti u opisu događaja, neslaganja u tragovima i neprirodne deformacije vozila.

Analiza oštećenja na vozilima je jedan od najvažnijih aspekata saobraćajnog vještačenja. Saobraćajni vještaci utvrđuju/procjenjuju:

- **Vrstu i dubinu oštećenja**: da li odgovaraju opisu nezgode u geometrijskom i energetskom smislu.
- **Lokaciju i orinentaciju oštećenja**: da li je oštećenje nastalo u skladu s tvrdnjama učesnika i okolnostima nastanka prijavljenog događaja. Visina, ugao i smjer tragova oštećenja na jednom vozilu se upoređuje sa visinom, uglom i smjerom tragova oštećenja drugog vozila/objekta.
- **Tragove na vozilu i kolovozu**: da li je evidentirano kočenje, klizanje, udarci, kontaktne tačke, rasipanje fragmenata plastike i stakla u skladu sa kompletnom dinamikom i načinom nastanka saobraćajne nezgode.
- **Starost oštećenja**: da li su oštećenja svježa ili prethodno nastala. Utvrđuje se prisustvo korozije, prljavštine ispod loma laka, heterogeni slojevi boje na mjestu udara, a sve u cilju detektovanja da li se radi o starom oštećenju ili „svježem“ oštećenju koje se može povezati sa prijavljenim događajem.

Kod fingiranih nezgoda, često se uočavaju:

- Oštećenja koja ne odgovaraju dinamici sudara, nisu geometrijski i energnetski kompatibilna, ne prate opisani scenario ili ne “poklapaju” se s oštećenjima na drugom vozilu;
- Tragovi koji su neprirodno raspoređeni (tragovi ne odgovaraju položaju vozila, dinamici sudara i ostalim elementima koji trebaju da se poklapaju u jednu sveobuhvatnu sliku događaja koji se može nazvati stvarnom saobraćajnom nezgodom). Položaj vozila i tragovi ne čine jednu konzistentnu sliku.
- Nedostatak očekivanih i uobičajnih tragova koji bi morali postojati (npr. nema tragova plastike, stakla, rasute tečnosti iz pogonskog agregata, traga zanošenja/struganja na kolovozu, traga kočenja i slično).

- "Stara" šteta predstavljena kao nova: Različit vizuelni "stepen svježine", mikropukotine i oksidacija.

Saobraćajni vještak je stručna osoba koja posjeduje znanje i vještinu iz oblasti saobraćaja, mehanike, fizike i prava. Njegova uloga je:

- **Objektivna ocjena događaja**: bez uticaja stranaka u postupku.
- **Izrada nalaza i mišljenja**: dokument koji se koristi kao dokaz u sudskom postupku.
- **Saradnja s institucijama**: policija, sud, osiguranje.
- **Otkrivanje fingiranih nezgoda**: kroz stručno-tehničku analizu i logičku procjenu.

Vještaci su često ključni u razotkrivanju prevara, jer njihova ekspertiza može osporiti lažne tvrdnje i zaštititi pravni sistem od zloupotrebe

6. ZAKLJUČAK

Fingirane saobraćajne nezgode predstavljaju ozbiljan i kompleksan izazov za savremeno društvo, naročito u kontekstu Bosne i Hercegovine, gdje pravni, tehnički i institucionalni mehanizmi još uvijek prolaze kroz fazu usklađivanja i jačanja. Iako se na prvi pogled mogu činiti kao izolovani incidenti, u suštini se radi o sistematskim zloupotrebama koje direktno ugrožavaju pravnu sigurnost, finansijsku stabilnost osiguravajućih društava i povjerenje građana u institucije.

Kroz detaljnu analizu razlika između stvarnih i fingiranih nezgoda, jasno se uočava da je ključni element razotkrivanja upravo saobraćajno tehničko vještačenje iako se radi o multidisciplinarnom pristupu otkrivanja ove pojave. Vještaci saobraćajne struke, koristeći naučne metode, softverske alate i iskustvo, imaju presudnu ulogu u otkrivanju nelogičnosti, neslaganja u tragovima i neprirodnih deformacija vozila. Njihova ekspertiza omogućava pravosudnim organima da donesu objektivne odluke zasnovane na dokazima, a osiguravajućim kućama da zaštite svoje resurse od zloupotrebe.

Najčešće metode fingiranja-od namjernih sudara i lažnih/neobjektivnih medicinskih nalaza do manipulacije svjedocima i korištenja prethodno oštećenih vozila — ukazuju na potrebu za koordinisanom reakcijom svih relevantnih aktera. Osiguravajuća društva, policija, zdravstvene ustanove i pravosuđe moraju razviti zajedničke protokole, unaprijediti razmjenu podataka i uvesti standardizovane procedure koje će omogućiti bržu detekciju i efikasnije procesuiranje ovakvih slučajeva.

U konačnici, borba protiv fingiranih saobraćajnih nezgoda je pitanje društvene odgovornosti. Prevencija, edukacija i institucionalna dosljednost ključni su faktori u očuvanju integriteta saobraćajnog sistema i zaštiti javnog interesa. Samo kroz multidisciplinarni pristup i kontinuirano unapređenje stručnih kapaciteta moguće je stvoriti ambijent u kojem će fingirane nezgode biti sprečeno ili svedeno na najmanju moguću mjeru uz stvaranje potrebnih mehanizama za utvrđivanje odgovornosti počionoca ovih krivičnih dijela.

7. LITERATURA

[1] Zakon o osnovama bezbjednosti saobraćaja na putevima u BiH;

[2] KRIMINALISTIČKA TRASOLOGIJA U OTKRIVANJU FINGIRANIH SAOBRAĆAJNIH NEZGODA I UTVRĐIVANJE IDENTITETA VOZAČA U SAOBRAĆAJNIM NEZGODAMA, Denis Pijetlović, NAUČNA KONFERRENCIJA: KRIMINOLOGIJA I KRIMINALISTIKA U FUNKCIJI UPRAVLJANJA KVALITETOM SISTEMA SIGURNOSTI

[3] VJEŠTAČENJE UZROKA NASTANKA SAOBRAĆAJNE NEZGODE I VJEŠTAČENJE VJEROVATNOSTI POSTOJANJA SAOBRAĆAJNE NEZGODE, U ČEMU JE RAZLIKA?, prof. dr. sci. Mirsad Kulović, dipl. ing.saobraćaja/prometa, Stručni bilten broj 44, IPI Institut



FOTOGRAMETRIJSKA OBRADA LICA MESTA SAOBRAĆAJNE NEZGODE PRIMENOM SOFTVERA AGISOFT METASHAPE

Miloš Radovanović, struk. mast. inž. saobr., Forma Ideale, Kragujevac
Dr Nenad Milutinović, dipl. inž. saobr., Akademija strukovnih studija Šumadija

Apstrakt

Iako su savremeni stacionarni laserski TLS sistemi tipa FARO ili LEICA tehnički izuzetno napredni, njihova cena od više desetina hiljada evra u Srbiji i regionu čini ih teško dostupnim policiji i veštacima. Sa druge strane, klasične metode uviđaja zasnovane na ručnim merenjima jesu finansijski pristupačne, ali ne omogućavaju potpunu prostornu dokumentaciju lica mesta, niti odgovarajuću preciznost. Uređaji ručnog tipa za 3D skeniranje mogu poslužiti za brzu prostornu vizualizaciju, ali u pogledu metrijske pouzdanosti i forenzičke proverljivosti rezultata, fotogrametrijska obrada u softveru Agisoft Metashape pruža znatno viši nivo tačnosti. U tom kontekstu, fotogrametrijska obrada u softveru Agisoft Metashape predstavlja metodološki optimalno rešenje između tehnički superiornih, ali nedostupnih TLS sistema i ograničenih klasičnih metoda. Primenom standardnih foto-aparata ili mobilnih telefona, uz ovaj softver, moguće je dobiti metrički validan trodimenzionalni model scene, oblak tačaka i ortofoto prikaz mesta nezgode u razmeri 1:1, pogodan za naknadna merenja i analizu.

Ključne reči: Fotogrametrija, Agisoft Metashape, dokumentovanje lica mesta saobraćajne nezgode, forenzička analiza, 3D model, ortofoto, kontrolne tačke.

Abstract

Although modern stationary Terrestrial Laser Scanning (TLS) systems, such as those manufactured by FARO and Leica, are technically highly advanced, their cost—amounting to tens of thousands of euros in Serbia and the region—makes them largely inaccessible to police authorities and forensic experts. On the other hand, conventional accident scene documentation methods based on manual measurements are financially accessible, but do not provide complete spatial documentation of the scene nor an adequate level of accuracy. Handheld 3D scanning devices can be used for rapid spatial visualization; however, in terms of metric reliability and forensic verifiability of results, photogrammetric processing using Agisoft Metashape provides a significantly higher level of accuracy. In this context, photogrammetric processing in Agisoft Metashape represents a methodologically optimal solution between technically superior but inaccessible TLS systems and the limitations of conventional methods. By using standard cameras or mobile phones in combination with this software, it is possible to generate a metrically valid three-dimensional model of the scene, a point cloud, and an orthophoto representation of the accident site at a 1:1 scale, suitable for subsequent measurements and analysis.

Keywords: Photogrammetry, Agisoft Metashape, accident scene documentation, forensic analysis, 3D model, orthophoto, ground control points.

1. Uvod

Dokumentovanje lica mesta saobraćajne nezgode predstavlja početnu i suštinski determinativnu fazu svake forenzičke analize, pri čemu kvalitet i obim prikupljenih podataka direktno određuju domet kasnije rekonstrukcije saobraćajne nezgode i pouzdanost izvedenih zaključaka. Tradicionalni pristup, zasnovan na selektivnom merenju i grafičkom prikazu lica mesta nezgode, nužno podrazumeva redukciju realnog stanja na ograničen skup podataka, pri čemu izbor elemenata zavisi od procene lica koje vrši uviđaj. Takav pristup je diskretan i potencijalno nepovratan, jer ono što nije izmereno pri uviđaju uglavnom ostaje trajno izgubljeno za dalju analizu.

Ograničena dostupnost TLS (Terrestrial Laser Scanning) sistema zbog izuzetno visoke cene (od 40.000 do 130.000 €) i nedostaci klasičnih metoda uviđaja zbog nepreciznosti i subjektivnosti, ukazuju na potrebu za metodom koja omogućava pouzdano i celovito dokumentovanje lica mesta saobraćajne nezgode. Fotogrametrijska obrada u softveru Agisoft Metashape predstavlja takvo rešenje, jer omogućava izradu metrički validnog 3D modela, oblaka tačaka i ortofoto prikaza u razmeri 1:1 primenom standardne opreme.

Savremena istraživanja u oblasti rekonstrukcije saobraćajnih nezgoda ukazuju na izrazit tehnološki iskorak, pri čemu se u međunarodnoj stručnoj praksi sve više primenjuju napredne metode trodimenzionalnog dokumentovanja i analize, zasnovane na integraciji fotogrametrije, GNSS (Global Navigation Satellite System) georeferenciranja i specijalizovanih softverskih alata, uz sistematsku procenu tačnosti i pouzdanosti generisanih 3D modela [1, 2, 3, 4]. Ovakav pristup predstavlja značajno unapređenje u odnosu na konvencionalne metode i u domaćoj stručnoj praksi tek treba da dobije svoje mesto.

Fotogrametrija uvodi suštinski drugačiji metodološki pristup – scena se ne redukuje, već se u celini beleži, čime predmet analize više nije pojedinačni skup merenja, već kompletna geometrija lica mesta. Time se eliminiše nepovratni gubitak informacija i omogućava naknadna analiza bez ponovnog izlaska na lice mesta nezgode. Fotogrametrijski postupak omogućava trodimenzionalni, razmerno tačan i fotorealističan prikaz lica mesta nezgode, čime se obezbeđuje digitalna replika lica mesta nezgode pogodna za naknadna merenja.

Savremena istraživanja ukazuju da fotogrametrija ne predstavlja samo tehnički alat, već integralni metod dokumentovanja i analize saobraćajnih nezgoda. Ona omogućava rekonstrukciju scene u tri dimenzije uz očuvanje geometrijskih i vizuelnih karakteristika, pri čemu verno reprezentuje prostorne odnose.

Primena fotogrametrije omogućava metodološki prelazak sa selektivne dokumentacije na celovitu rekonstrukciju, sa pretpostavki na proverljive analize i sa statičkog prikaza na prostornu interpretaciju događaja, pri čemu trodimenzionalni model mesta nezgode predstavlja njen krajnji rezultat.

Predmet ovog rada jeste fotogrametrijska obrada lica mesta saobraćajne nezgode u softveru Agisoft Metashape, sa posebnim osvrtom na protokol snimanja i sam postupak fotogrametrijske obrade lica mesta nezgode.

Cilj rada jeste da se prikaže primena fotogrametrijske obrade kao metode za fiksiranje lica mesta saobraćajne nezgode, uključujući položaj, oblik i međusobne odnose tragova, predmeta i svih drugih materijalnih dokaza na licu mesta nezgode, uz definisanje metodološkog okvira njene praktične primene. Istovremeno, rad ima za cilj da ovu metodu približi stručnoj javnosti i postavi osnov za njeno uvođenje u domaću forenzičku praksu, imajući u vidu da do sada u domaćoj praksi nije bila zastupljena.

2. Teorijska osnova fotogrametrijske rekonstrukcije

Fotogrametrija predstavlja metod rekonstrukcije geometrije objekata i prostora na osnovu analize fotografskih snimaka. Ona omogućava određivanje trodimenzionalnog položaja tačaka korišćenjem fotografija snimljenih iz različitih pozicija.

Osnovu metode čini geometrija centralne projekcije. Svaka fotografija predstavlja projekciju prostora na ravan senzora kamere. Ukoliko se ista tačka identifikuje na najmanje dve fotografije snimljene iz različitih položaja, njen prostorni položaj može se odrediti presekom

odgovarajućih projekcionih pravaca, pri čemu povećanje broja fotografija direktno unapređuje kvalitet rezultata. Ovaj postupak zasniva se na principu triangulacije i predstavlja osnovni mehanizam 3D rekonstrukcije.

Kvalitet modela ne zavisi dominantno od rezolucije kamere, već od geometrije snimanja, odnosno stepena preklapanja fotografija, rasporeda kamera i prostorne povezanosti delova scene. Neadekvatna konfiguracija snimanja dovodi do geometrijskih deformacija i povećanja greške, što potvrđuje da fotogrametrija predstavlja optimizacionu metodu čija pouzdanost zavisi od kvaliteta ulaznih podataka.

3. Metodološki okvir primene softvera Agisoft Metashape

Za fotogrametrijsku obradu scena karakterističnih za lice mesta saobraćajne nezgode (od oko 100-200 fotografija), minimalna upotrebljiva konfiguracija računara podrazumeva 16 GB RAM i procesor sa četiri jezgra, ali sa značajnim vremenom obrade. Za praktičnu primenu u forenzičkom radu, optimalnom se pokazuje konfiguracija sa najmanje 32 GB RAM, procesorom sa 6–8 jezgara i namenskom GPU jedinicom, čime se vreme obrade svodi na 20–45 minuta po scenariju.

Softver Agisoft Metashape implementira algoritme Structure-from-Motion (SfM) i Multi-View Stereo (MVS) kroz niz međusobno povezanih faza koje obuhvataju detekciju karakterističnih tačaka, poravnanje fotografija, generisanje oblaka tačaka, rekonstrukciju površine i generisanje teksture modela. SfM predstavlja metod rekonstrukcije prostorne strukture scene i određivanja položaja kamera na osnovu analize karakterističnih tačaka koje se pojavljuju na više fotografija snimljenih iz različitih pozicija, pri čemu se istovremeno određuju geometrija scene i parametri snimanja. Na ovu fazu se nadovezuje MVS, koji omogućava generisanje gustog oblaka tačaka rekonstrukcijom površine na osnovu velikog broja preklapajućih fotografija, čime se postiže visok nivo prostorne detaljnosti i vernosti rekonstruisanog modela.

U procesu poravnanja fotografija uspostavlja se mreža veza između karakterističnih tačaka identifikovanih na različitim fotografijama. Ove veze predstavljaju osnovu za određivanje relativnog položaja kamera i rekonstrukciju prostorne strukture scene.



Slika 1 *– Agisoft Metashape Professional 2.2.2*

Professional verzija softvera omogućava georeferenciranje i upotrebu kontrolnih tačaka GCP (Ground Control Points), čime se obezbeđuje metrička validnost modela. U suprotnom, model ostaje u relativnom koordinatnom sistemu i nema pouzdanu geometrijsku interpretaciju.

4. Georeferenciranje i kontrolne tačke

Georeferenciranje predstavlja postupak uspostavljanja veze između modela i realnog koordinatnog sistema, pri čemu kontrolne tačke imaju ključnu ulogu u stabilizaciji, skaliranju i obezbeđenju metričke validnosti modela. U odsustvu kontrolnih tačaka dolazi do kumulacije grešaka u proceni položaja kamera, što direktno utiče na tačnost rekonstrukcije.

U cilju obezbeđenja metrički pouzdanog fotogrametrijskog modela, primenjuje se standardizovan postupak koji podrazumeva postavljanje markera poznatih dimenzija, najčešće u vidu kalibrisanih kocki sa kontrastnim uzorkom, čije se koordinate određuju direktnim merenjem. Njihov prostorni raspored mora obezbediti stabilnost modela u sve tri dimenzije, tako što se markeri postavljaju pri periferiji scene, u centralnoj zoni, kao i na poziciji sa nenultom Z koordinatom, čime se formira geometrijski zatvoren sistem pogodan za kontrolu deformacija i definisanje koordinatnog sistema.

Ovakav pristup omogućava prelazak sa relativnog na apsolutni koordinatni sistem i predstavlja osnovu za dalju obradu i interpretaciju modela u forenzičkom smislu.

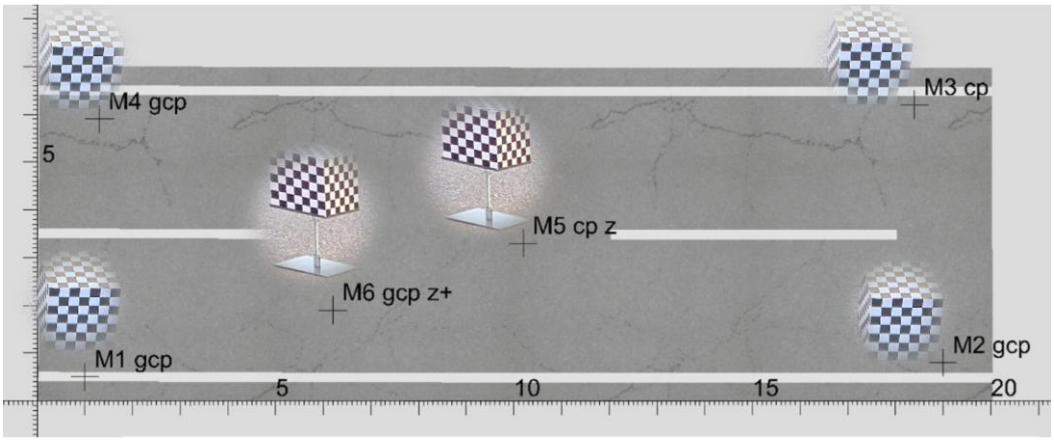
5. Operativni protokol snimanja i fotogrametrijske obrade

Za fotogrametrijsko snimanje lica mesta saobraćajne nezgode nije presudna visoka nominalna rezolucija kamere, već stabilnost snimanja i geometrijski kvalitet fotografija. Ipak, minimalne tehničke karakteristike koje obezbeđuju pouzdanu rekonstrukciju podrazumevaju kameru rezolucije najmanje 12 MP, sa mogućnošću manuelnog ili poluautomatskog upravljanja ekspozicijom i fokusom, kao i stabilnom optikom bez izraženih distorzija. Preporučuje se korišćenje uređaja sa većim senzorom (npr. 1/2.3" i većim), fiksnom žižnom daljinom ili stabilizovanim objektivom, kako bi se obezbedila ujednačena geometrija snimaka.

Poseban značaj ima konzistentnost parametara snimanja – sve fotografije treba da budu snimljene sa fiksiranim fokusom, bez promene žižne daljine (bez zoom-a), uz stabilne uslove osvetljenja i bez digitalne obrade (HDR, AI poboljšanja i sl.). Preporučuje se upotreba standardnog JPEG formata visokog kvaliteta ili RAW formata, uz isključene funkcije koje mogu menjati sadržaj slike između frejmova (npr. „live photo“, stabilizacija sa višestrukom ekspozicijom i sl.).

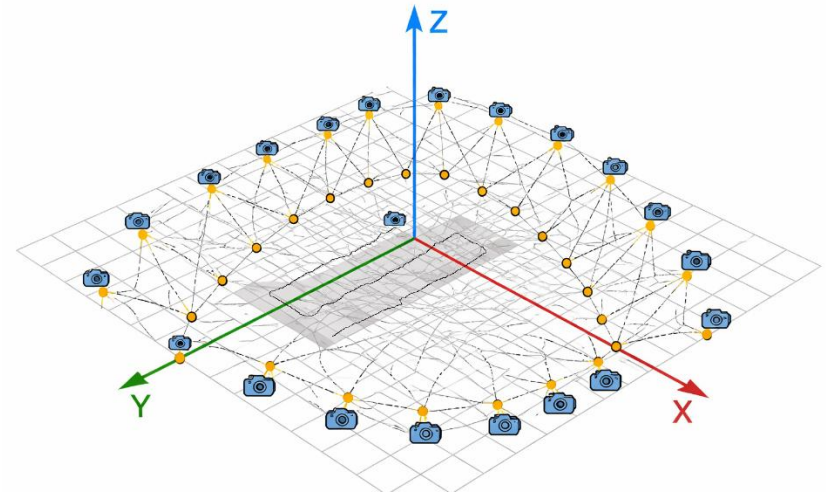
U cilju obezbeđenja metrički pouzdanog fotogrametrijskog modela lica mesta saobraćajne nezgode, primenjuje se standardizovan postupak koji obuhvata faze pripreme scene, akvizicije podataka, obrade, optimizacije, verifikacije i izvoza rezultata, pri čemu je čitav proces organizovan kao međusobno zavisna sekvenca koraka u kojoj kvalitet svake naredne faze neposredno proizilazi iz kvaliteta prethodne.

Postupak započinje pripremom scene i uspostavljanjem kontrolnog geometrijskog okvira kroz postavljanje markera poznatih dimenzija, najčešće u vidu kalibrisanih kocki dimenzija 20×20×20 cm sa kontrastnim uzorkom, čije se koordinate određuju direktnim merenjem. Njihov prostorni raspored mora obezbediti stabilnost modela u sve tri dimenzije, tako što se markeri postavljaju na periferiji scene, u centralnoj zoni, kao i na poziciji sa nenultom Z koordinatom, čime se formira geometrijski zatvoren sistem.



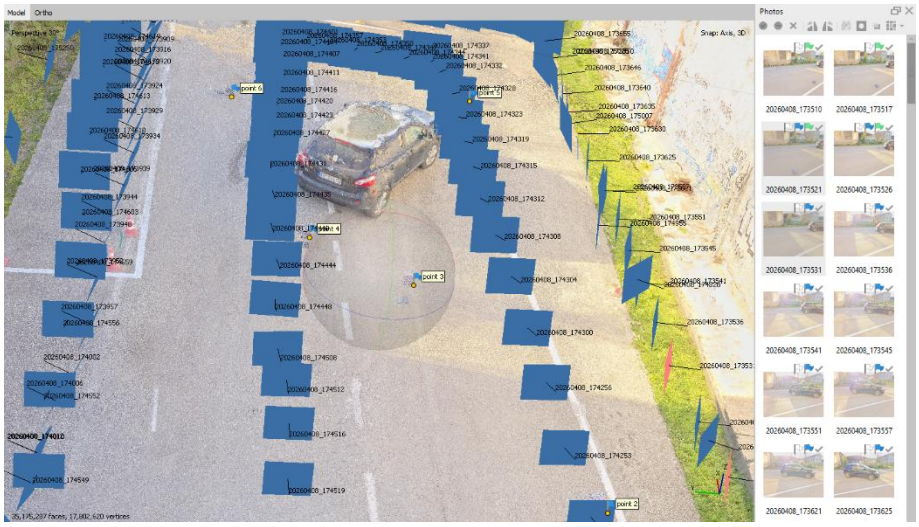
Slika 2 *– Pozicioniranje kontrolnih tačaka*

Akvizicija fotografija sprovodi se tako da obezbedi geometrijski konzistentan i prostorno povezan skup podataka, sa preklapanjem koje ne sme biti manje od 60%, uz kombinaciju normalnih i kosih snimaka. Snimanje se organizuje kroz tri komplementarne faze koje obuhvataju obodni niz fotografija radi zatvaranja geometrije scene, unutrašnju mrežu snimaka raspoređenih u rasteru radi povećanja gustine podataka i detaljne rekonstrukcije tragova, kao i dodatne snimke sa povećane visine, približno 2,2 m, kojima se postiže stabilizacija modela u vertikalnom pravcu, dok osnovna visina snimanja iznosi približno 1,7 m. Kvalitet ovako prikupljenog skupa fotografija direktno određuje stabilnost i tačnost čitave rekonstrukcije. Na ovaj način formiran skup fotografija predstavlja geometrijski stabilnu osnovu za dalju obradu i minimizaciju deformacija modela.



Slika 3 *– Pozicije fotografisanja po obodu i centralno*

Nakon akvizicije, postupak obrade započinje kreiranjem projekta i unosom fotografija, pri čemu se već u ovoj fazi mora obezbediti da skup podataka bude geometrijski konzistentan, sa dovoljnom međusobnom povezanošću i bez praznina u pokrivenosti scene. U fazi poravnanja fotografija vrši se automatska detekcija karakterističnih tačaka i određivanje međusobnog položaja kamera, čime se formira inicijalni prostorni model u vidu retkog oblaka tačaka. Ovaj model predstavlja osnovu rekonstrukcije, jer eventualne greške u orijentaciji kamera direktno uslovljavaju kasnije deformacije. Vizuelizacijom međusobnih veza između fotografija (preko opcije View Matches) i tačaka moguće je uočiti stepen preklapanja snimaka i kontinuitet geometrije scene, što predstavlja važan indikator kvaliteta ulaznih podataka i pouzdanosti rekonstrukcije.



Slika 4 *– Agisoft Metashape akvizicija*

Retki oblak tačaka omogućava inicijalnu geometrijsku aproksimaciju scene i služi za vizuelnu kontrolu stabilnosti modela, pri čemu se u ovoj fazi mogu identifikovati problemi kao što su nepravilna orijentacija kamera, lokalne deformacije ili nedovoljna povezanost pojedinih delova scene. Nakon toga se pristupa definisanju kontrolnih tačaka, njihovom označavanju na fotografijama i unosu izmerenih koordinata, čime se uspostavlja koordinatni sistem, vrši skaliranje modela i obezbeđuje njegova stabilizacija u prostoru.



Slika 5 *– Agisoft Metashape retki oblak tačaka*

Optimizacija modela predstavlja ključni korak u kojem se vrši prilagođavanje parametara kamera i položaja tačaka sa ciljem minimizacije grešaka i postizanja geometrijske konzistentnosti, čime se prelazi sa relativnog na metrički validan model. Kvalitet optimizacije ocenjuje se kroz reprojekcionu grešku, koja treba da se kreće u opsegu od 1 do 3 piksela, kao i kroz prostornu grešku kontrolnih tačaka, pri čemu vrednosti do 0,02 m ukazuju na visoku pouzdanost, a vrednosti do 0,05 m na upotrebljiv model. U slučaju većih odstupanja neophodno je izvršiti dodatnu optimizaciju, uklanjanje nepouzdanih tačaka ili korekciju označavanja markera.

Na osnovu optimizovanog modela kamera generiše se gust oblak tačaka koji predstavlja detaljan i visokorezolucioni prikaz mesta nezgode i omogućava prelaz ka izradi površinskog modela. Iz ovog oblaka formira se trodimenzionalni model u vidu mreže (mesh), namenjen

analizi u prostoru, ili digitalni model reljefa (dem), pogodan za ravne površine i generisanje ortofoto prikaza, pri čemu izbor zavisi od karaktera scene i cilja analize.



Slika 6 *– Agisoft Metashape gusti oblak tačaka*

Generisanje ortofoto prikaza zasniva se na projekciji teksture na geometrijski korigovanu horizontalnu površinu, čime se dobija metrički ispravan prikaz scene u ravni, pri čemu se za potrebe analize lica mesta saobraćajne nezgode primenjuje planarna projekcija koja eliminiše perspektivne deformacije i omogućava direktno merenje.

Završna faza obuhvata verifikaciju modela kroz proveru kontrolnih tačaka, poređenje sa poznatim rastojanjima, analizu nagiba i geometrije kolovoza, kao i vizuelnu kontrolu kontinuiteta modela, pri čemu se model smatra pouzdanim tek kada zadovolji i numeričke i geometrijske kriterijume tačnosti.

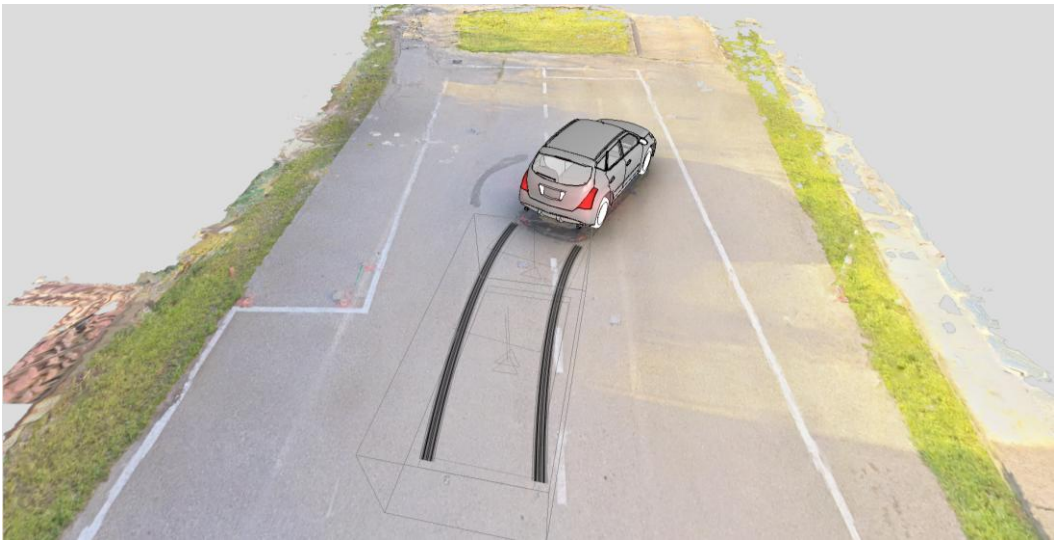
Finalni rezultati izvoze se u standardizovanim formatima pogodnim za dalju analizu, pri čemu se ortofoto prikazi najčešće koriste u TIFF ili BMP, dok se trodimenzionalni modeli izvoze u OBJ formatu, zajedno sa oblacima tačaka i mrežama, što omogućava njihovu direktnu primenu u specijalizovanim softverima za rekonstrukciju saobraćajnih nezgoda.



Slika 7 *– Agisoft Metashape ortofoto*

Na ovaj način definisan postupak predstavlja integrisan sistem koji povezuje terensku akviziciju i softversku obradu u jedinstven, metrički kontrolisan proces, čime se obezbeđuje da dobijeni fotogrametrijski model predstavlja pouzdanu digitalnu osnovu za dalju dvodimenzionalnu i trodimenzionalnu analizu, kao i za forenzičku rekonstrukciju saobraćajne nezgode.

Izvezeni 3D model omogućava rekonstrukciju kretanja učesnika nezgode u softverima tipa VirtualCRASH, AnalyzerPro, PC-Crash, čime se ostvaruje direktna veza između fiksiranja lica mesta nezgode i simulacije nezgode. Na ovaj način fotogrametrija prevazilazi ulogu dokumentacione tehnike i postaje integralni deo forenzičke analize saobraćajnih nezgoda.



Slika 8 *– VirtualCRASH simulacija*

6. Preciznost i ograničenja metode

U forenzičkoj primeni, pouzdanost modela predstavlja ključni kriterijum njegove upotrebljivosti. Osnovni pokazatelj unutrašnje konzistentnosti modela jeste reprojekciona greška, izražena u pikselima, koja opisuje odstupanje između projektovane i stvarne pozicije tačaka. Vrednosti do 1–3 piksela smatraju se prihvatljivim, dok veće vrednosti ukazuju na probleme u geometriji modela.

Empirijska istraživanja [1,4] potvrđuju da fotogrametrijski modeli ostvaruju visok nivo geometrijske tačnosti. U pogledu prostorne tačnosti, poređenjem fotogrametrijski generisanih oblaka tačaka sa referentnim modelima dobijenim laserskim skeniranjem utvrđena su srednja apsolutna odstupanja reda 4,5–5,8 cm, uz standardne devijacije od 2,3–3,5 cm. Tom prilikom statistička analiza sprovedena je na uzorku od 20 referentnih tačaka raspoređenih u oblaku tačaka realne saobraćajne scene dimenzija 95 x 15 m. Veća odstupanja su kod video-fotogrametrije, što se dovodi u vezu sa kompresijom i kvalitetom frejmova, zato je preporuka da se koriste pojedinačne snimljene fotografije umesto video snimaka. Sa druge strane, pri poređenju dužinskih merenja sa referentnim geodetskim metodama, utvrđena su prosečna odstupanja reda 3,8 cm za pet karakterističnih rastojanja u rasponu od 3,48 m do 54,25 m (relativna greška iznosila je od 1,09% do 0,07%). Ove vrednosti se odnose na različite aspekte tačnosti, ali konzistentno ukazuju da fotogrametrijska metoda, uz pravilnu primenu, obezbeđuje tačnost u domenu nekoliko centimetara, što je u okviru pouzdane i primenljive tačnosti za forenzičku analizu saobraćajnih nezgoda.

Tačnost zavisi od geometrije snimanja, kvaliteta fotografija i rasporeda kontrolnih tačaka. Ograničenja metode uključuju zavisnost od teksture, probleme kod reflektivnih površina, osetljivost na svetlosne uslove i degradaciju tačnosti kod video zapisa.

Povećane greške najčešće su posledica neadekvatne geometrije snimanja, nedostatka visinskih razlika, lošeg rasporeda kontrolnih tačaka ili nedoslednog označavanja. Unapređenje modela postiže se kombinovanjem različitih visina snimanja, korišćenjem kosih snimaka, ravnomernom raspodelom kontrolnih tačaka i preciznim označavanjem karakterističnih tačaka.

Verifikacija modela mora obuhvatiti proveru poznatih dimenzija, analizu nagiba i vizuelnu kontrolu geometrije. Model se može smatrati pouzdanim tek kada zadovolji i numeričke i geometrijske kriterijume.

7. Diskusija

Tačnost fotogrametrijskog modela ne predstavlja samo tehnički parametar kvaliteta rekonstrukcije, već može imati merljive posledice na rezultate forenzičke analize saobraćajne nezgode, u zavisnosti od tipa i obima analize. Prostorna odstupanja reda nekoliko centimetara, u većini slučajeva ne utiču bitno na opšte zaključke o toku nezgode, ali u situacijama gde se analiziraju fini geometrijski odnosi - poput položaja tragova, tačke kontakta ili ugaonih odnosa kretanja - mogu dovesti do određenih razlika u interpretaciji presudnih za mišljenje veštaka.

Fotogrametrijska obrada lokacije saobraćajne nezgode predstavlja suštinski metodološki iskorak u odnosu na klasične pristupe zasnovane na selektivnom merenju i grafičkom prikazu. Za razliku od tradicionalnih metoda, kod kojih se realno stanje redukuje na ograničen skup podataka, fotogrametrija omogućava potpuno i trajno beleženje geometrije događaja, čime se eliminiše nepovratni gubitak informacija.

Tako dobijen model ne predstavlja samo vizuelnu rekonstrukciju, već metrički kontrolisanu digitalnu osnovu na kojoj je moguće vršiti naknadna merenja, proveru postojećih nalaza i sprovođenje dvodimenzionalnih i trodimenzionalnih analiza. Na taj način fotogrametrija prevazilazi ulogu dokumentacione tehnike i postaje integralni deo forenzičke analize.

U poređenju sa klasičnim skicama lica mesta nezgode i selektivnim merenjima, koja su podložna subjektivnosti i ograničenjima u obuhvatu podataka i preciznosti, fotogrametrijski model obezbeđuje objektivnu i proverljivu osnovu za analizu. Poseban značaj ogleda se u mogućnosti naknadne provere svih relevantnih elemenata, uključujući položaj tragova, geometriju kolovoza i prostorne odnose učesnika nezgode. U tom smislu, fotogrametrijski pristup predstavlja osnovu za prelazak sa interpretativne na dokazno utemeljenu analizu saobraćajnih nezgoda, čime se obezbeđuje veći stepen objektivnosti i procesne održivosti izvedenih zaključaka.

8. Zaključak

Fotogrametrija predstavlja metodološki napredak u odnosu na klasične metode dokumentovanja lica mesta saobraćajne nezgode. Sprovedena analiza pokazuje da fotogrametrijska obrada primenom softvera Agisoft Metashape omogućava pouzdano, metrički validno i sveobuhvatno dokumentovanje lica mesta saobraćajne nezgode.

Primenjeni metod predstavlja osnov za uvođenje savremenog, standardizovanog pristupa dokumentovanju lica mesta saobraćajnih nezgoda u domaćoj stručnoj praksi, uz unapređenje pouzdanosti, proverljivosti i dokazne snage veštačenja.

Najveći značaj ovakvog načina obrade lica mesta ogleda se u tome što se njegovim fotogrametrijskim fiksiranjem dobija pouzdana digitalna podloga za računarsku analizu saobraćajne nezgode. Takva podloga sadrži sve relevantne detalje neophodne za 2D analizu, naročito u pogledu prostornog rasporeda i pravaca pružanja tragova, a time i pravaca kretanja vozila. U odnosu na klasične skice lica mesta nezgode, koje često sadrže uprošćene ili nedovoljno precizno ucrtane elemente, ovakav pristup omogućava verno predstavljanje složenih geometrijskih karakteristika, uključujući radijuse krivolinijskih tragova, promene pravca tragova, kao i njihove odnose prema ivici kolovoza kao referentnom pravcu.

Pored toga, ovakav pristup značajno unapređuje i 3D analizu, jer omogućava pouzdano određivanje svih nagiba (uzdužnih i poprečnih nagiba kolovoza, kao i nagiba kosina putnog zemljišta), kao i visinskih odnosa građevinskih elemenata, poput visine ivičnjaka, dubine kanala i lokalnih neravnina kolovozne površine.

Dodatni značaj ima i pravnu dimenziju, budući da se na ovaj način lice mesta trajno, potpuno i sveobuhvatno fiksira. Time se eliminiše potreba za naknadnom rekonstrukcijom događaja u procesnom smislu radi utvrđivanja odlučnih činjenica koje eventualno nisu bile obuhvaćene prilikom uviđaja, a koje se naknadno pojavljuju kao relevantne u toku postupka. Postojanje gustog oblaka tačaka, kao digitalne reprezentacije stvarnog stanja, omogućava formiranje virtuelnog lica mesta, koje ostaje trajno dostupno za dalju analizu, proveru i reinterpretaciju bez gubitka dokaza.

U okviru ovog rada razmatrana je primena fotogrametrijske metode kao celovitog pristupa dokumentovanju i analizi lica mesta nezgode, dok detaljna kvantifikacija grešaka, njihova propagacija kroz dokumentovanje oštećenja vozila, proračune i uticaj na pojedinačne forenzičke parametre biće predmet daljih istraživanja.

Literatura

[1] Somja, P. and Page, Y.: Comparative study of data collection techniques at road accident sites using photogrammetry: Drone, Leica BLK 3D, RedCatch (GNSS), Ground Photogrammetry, 32nd Annual Congress of the European Association for Accident Research and Analysis (EVU), 2024.

[2] Brösdorf, K.-D. and Moser, A.: Evaluation of the accuracy of 3D photogrammetry methods, 32nd Annual Congress of the European Association for Accident Research and Analysis (EVU), 2024.

[3] White, I.: Using a Suite of Software Programs to Reconstruct a Fatal Collision, 33rd Annual Congress of the European Association for Accident Research and Analysis (EVU), 2025.

[4] Gowan, M., Molloy, J. and Glynn, C.: Evaluation of Photogrammetry Survey Techniques for Forensic Collision Investigation, 33rd Annual Congress of the European Association for Accident Research and Analysis (EVU), 2025.



UPOTREBA LIDAL SKENERA ZA REKONSTRUKCIJU SAOBRAĆAJNE NESREĆE

Jože Škrilec, dipl. inž. prometa, spec. prometnih nauka
Silvo Recek

Abstrakt:
LiDAR (Light Detection and Ranging) je tehnologija daljinskog merenja koja koristi laserske impulse za precizno određivanje udaljenosti i izradu 3D modela okruženja. Zbog visoke tačnosti i brzine prikupljanja podataka, primenjuje se u geodeziji, kartografiji, autonomnim vozilima i drugim oblastima.

Abstract
LiDAR (Light Detection and Ranging) is a remote sensing technology that uses laser pulses to measure distances and create accurate 3D models of environments. It is widely used in surveying, mapping, and autonomous systems due to its high precision and speed.

Ključne reči:
LiDar skener, saobračajne nesreče, analiza saobračajnih nesreča, AnalyzerPro 26

1. Uvod

LiDAR ili Detekcija i određivanje rastojanja svetlosti je aktivni sistem daljinskog očitavanja koji se može koristiti za skeniranje kraja saobraćajne nesreče i u izradama simulacija u programima za rekonstrukciju.

LiDAR (Detekcija i određivanje rastojanja svetlosti) je aktivna tehnologija daljinskog očitavanja koja koristi laserske impulse za merenje rastojanja, kreirajući 3D modele visoke rezolucije (oblake tačaka) objekata i okruženja. Skener radi tako što emituje lasersku svetlost (često blisku infracrvenu) i meri vreme potrebno da se refleksije vrate do senzora. Primene uključuju autonomna vozila, mapiranje iz vazduha, građevinarstvo i arheologiju, i u našem slučaju za rekonstruiranje saobraćajnih nesreća.

Svaka merenja daju tačku u 3D prostoru (x,y,z). Kombinovanjem miliona takvih tačaka dobija se „point cloud“ — detalan 3D model okoline.

Softver filtrira šum, registruje više skenova (ako je potrebno), klasifikuje objekte i generiše mapu ili model.

Pulsni (Time-of-Flight): meri vreme pojedinačnih impulsa — dobar za velike udaljenosti.

Fazno-shift (phase-shift): meri faznu razliku između poslatog i povraćenog talasa — visoka preciznost na kraćim rastojanjima.

Solid-state vs. mehanički: solid-state nema pokretne delove (jeftiniji, manjeg dometa), mehanički rotirajući sistemi pokrivaju širi ugao.

2. Upotreba Lidar skenera u rekonstrukciji saobračajnih nesreča

Brzo i precizno snimanje mesta nesreće i okoline u 3D (point cloud) radi očuvanja dokaza, kod rekonstruiranja saobraćajnih nesreča od velike je važnosti.

Sa skeniranjem mesta saobraćajne nesreće, moguče je precizno određivanje položaja vozila, tragova kočenja, razbacanih delova, oštećenja i reljefa puta.

Kreiranje merenja (udaljenosti, uglova), presjeka i ortofoto podloga za analize u softverima za rekonstrukciju nesreća.

Animacije i vizualizacije sudara radi demonstracije mehanike događaja (forenzička rekonstrukcija).

Priprema se sastoji iz obeležavanja kontrolnih tačaka/GPS referenci, bezbednost i zatvaranje mesta nesreće.

Skenira se statički TLS (tripod) za detalje i/ili mobilni/montažni LiDAR (terensko vozilo, dron) za širu pokrivenost.

Snimanje kraj nesreće se radi višestrukim skenovima sa preklapanjem radi pokrivanja svih uglova. Naknadno se radi poravnanje i spajanje skenova u jedinstveni koordinatni sistem (ICP, kontrolne tačke).

Georeferenciranje: vezivanje za GNSS/RTK reference ako treba globalne koordinate.

Čišćenje i klasifikacija: uklanjanje šuma, razdvajanje vozila, kolovoza, vegetacije.

Analize: merenja udaljenosti, visina, debljina oštećenja, merenje tragova kočenja, određivanje mesta sudara.

Dokumentacija: generisanje planova, profila, 3D modela, video-simualcija i izvoda za sud.

Prednosti skeniranja mesta nesreče su brzo sakupljanje visokopreciznih podataka, koje smanjuje vreme zatvaranja saobraćaja, visoka tačnost i ponovljivost merenja. Detaljno snimanje koje omogućava naknadnu analizu bez vraćanja na lokaciju.

Jako je važna bolja vizualizacija za sudske i osiguravajuće procese.

Ograničenja i rizici su:

Loša vidljivost (kiša, magla) i reflektivnost površina mogu smanjiti kvalitet podataka.

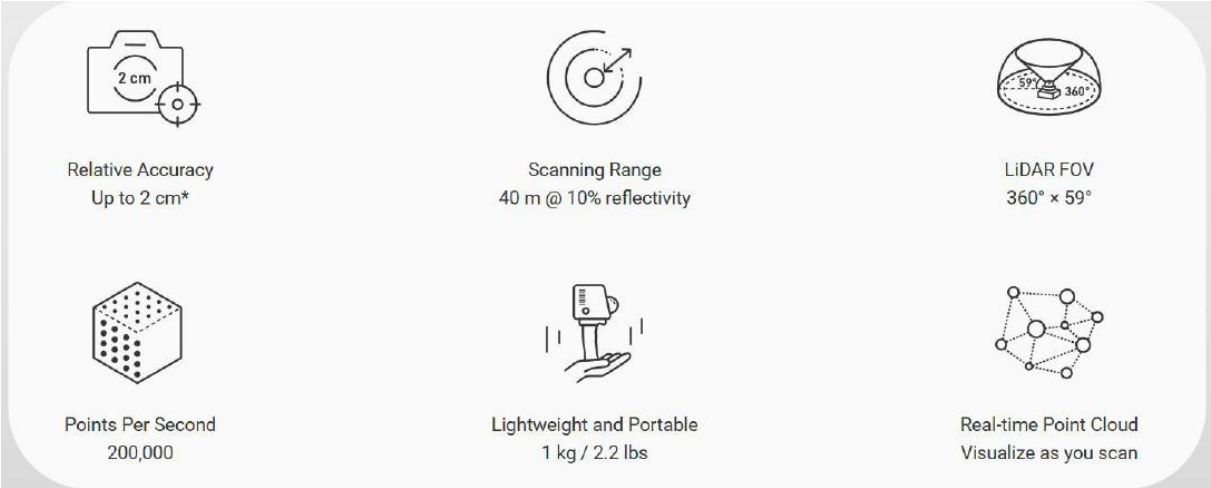
Potreban je stručan operator i softver za registraciju/analizu.

Velike datoteke i zahtevi za skladištenje/obradu.

Moguća potreba za dopunom fotografijama visoke rezolucije radi tekstura i boje.

2. Lidar skener FJD Trion P2

FJD Trion P2 je lagan i prenosiv 3D LiDAR skener sa moćnom SLAM tehnologijom i jednostavnim korišćenjem. Eliminiše potrebu za složenim kalibracijama instrumenata i zamornom obradom oblaka tačaka. Bez obzira da li ste iskusan radom skenerima ili početnik u skeniranju, možete brzo i precizno digitalno rekonstruisati svoju okolinu, na način da jednostavno prošetate sa P2 po mestu događaja.



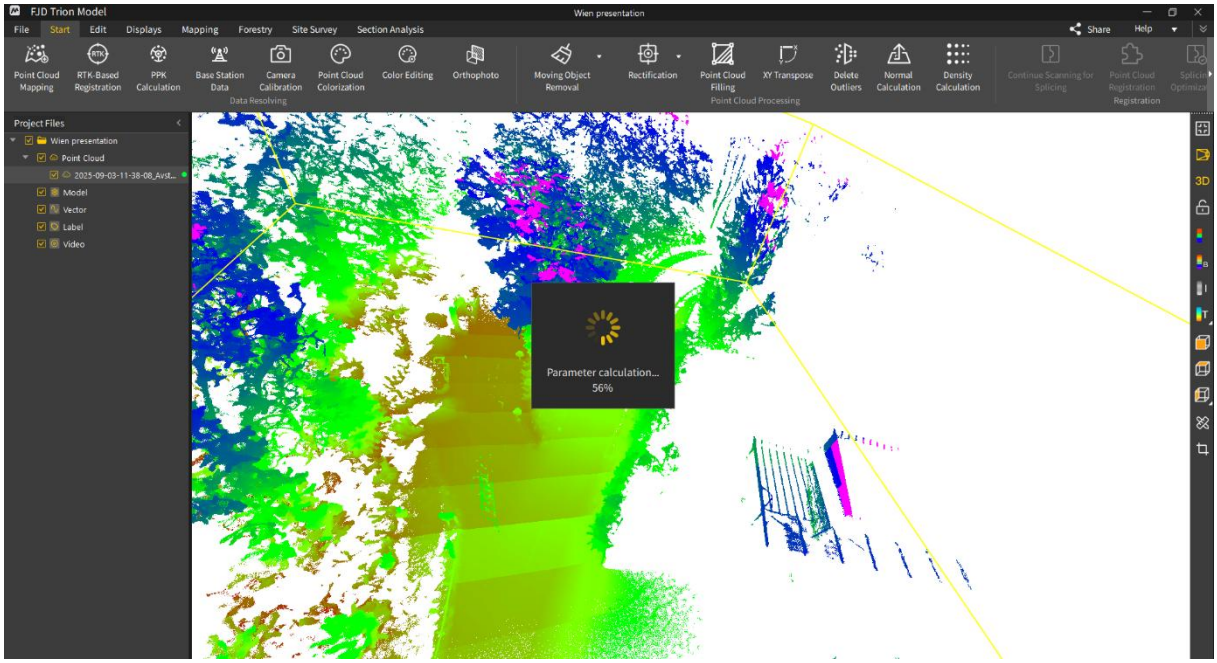
Slika 1: Specifikacije skenera FJD Trion P2

FJD Trion Model je softver za obradu oblaka tačaka koji je razvila kompanija FJ Dynamics Co., Ltd. (FJDynamics) i može se koristiti za vizualizaciju i obradu podataka o oblaku tačaka dobijenih laserskim skenerom. Podržava osnovnu obradu podataka o oblaku tačaka, kao što su mapiranje oblaka tačaka, dodeljivanje boja, uklanjanje šuma, vizuelizacija oblaka tačaka itd., i prilagođava se uobičajenom formatu oblaka tačaka u industriji; istovremeno, podržava i industrijske aplikacije zasnovane na oblacima tačaka, kao što su dvodimenzionalno crtanje vektorskih linija, merenje zapremine i izračunavanje podataka o šumarstvu itd., što pruža jedinstveno rešenje za industrije građevinarstva, šumarstva, rudarstva i javne bezbednosti.

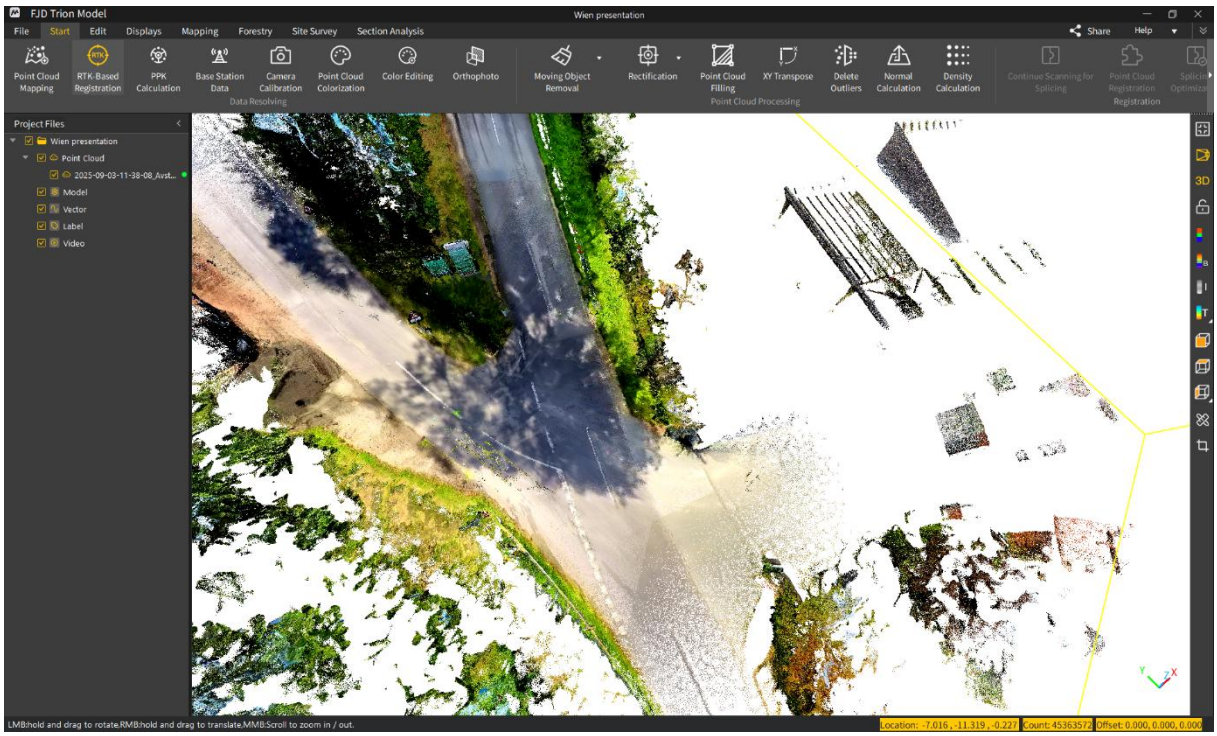
Sledeća generacija FJD Trion P2 LiDAR skenera kombinuje revolucionarnu prenosivost sa industrijskom tačnošću. Projektovan za besprekorne terenske operacije, pruža preciznost na centimetarskom nivou, oblake tačaka u boji u realnom vremenu i rezultate u više formata – sve u kompaktnom kućištu od 700 g. Bez obzira da li mapira složene pejzaže ili snima zamršene detalje, Trion P2 omogućava profesionalcima, geodetima i sudski veštacima za saobračajne nesreće, 3D skeniranja da postignu više uz manje napora.



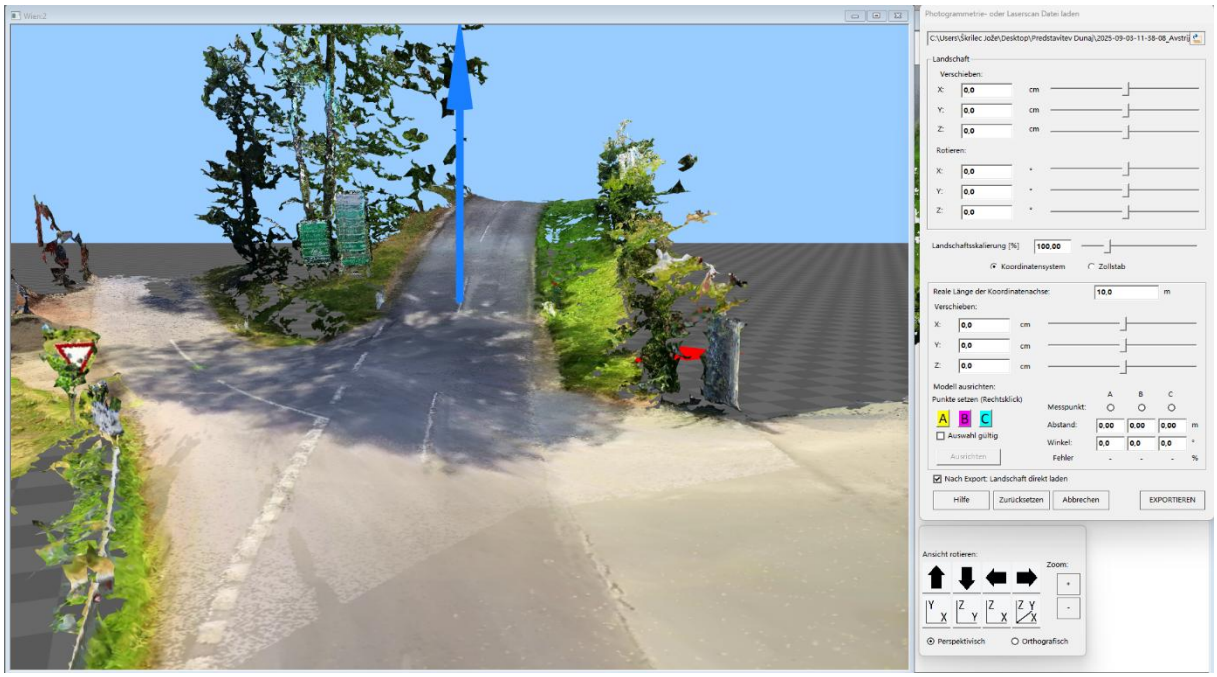
Slika 2: Skener FJD Trion P2



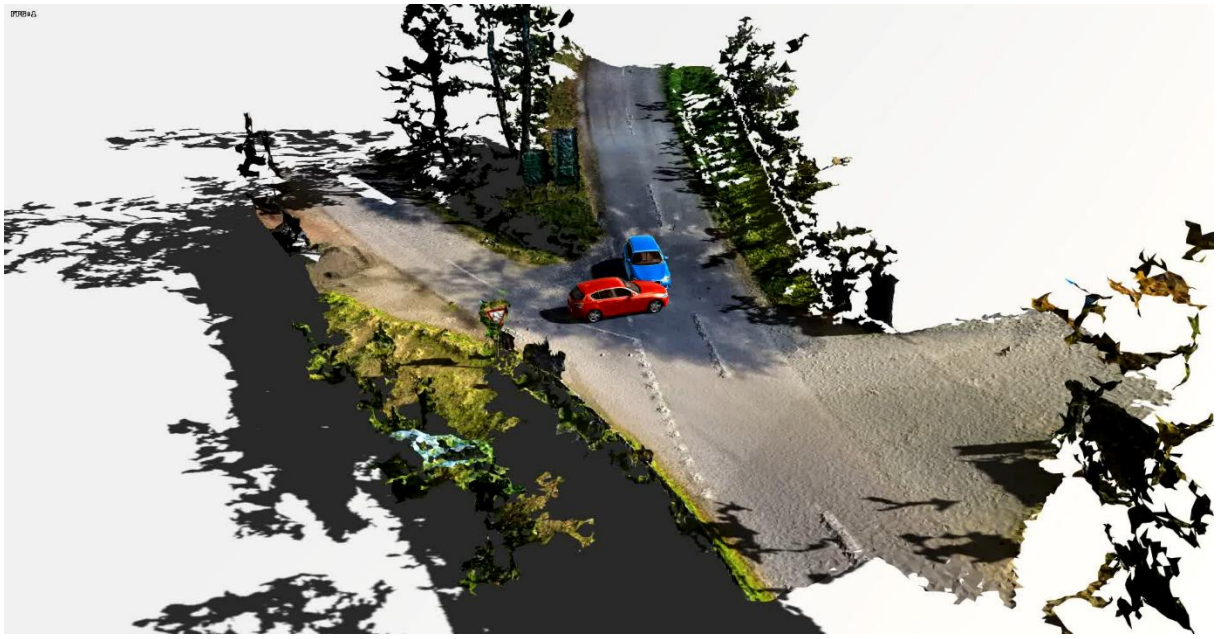
Slika 3: Kombinovanjem miliona tačaka dobija se „point cloud“ — detalan 3D model okoline



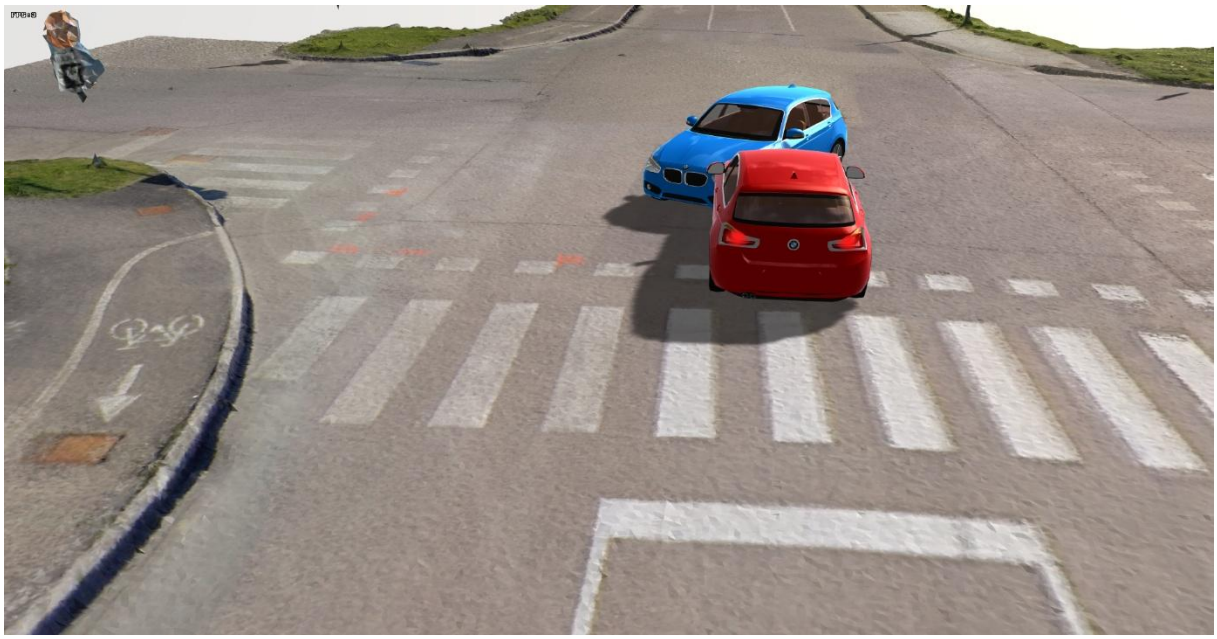
Slika 2: Kolorizacija tačaka



Slika 5: Skenirana skica se ubacuje u AnalyzerPro u e57 formatu



Slika 6: Skenirana skica se ubacuje u AnalyzerPro u e57 formatu- izrađena simulacija sudara



Slika 7: Skenirana skica se ubacuje u AnalyzerPro -3D simulacija

Kraj saobračajne nesreče najbolje je skenirati dva puta. Prvo skeniramo sa vozilima u krajnem položaju, a zatim još jednom, kada su vozila uklonjena i na samoj cesti nema prepreka.
Skeniranje traje oko 10minuta, a nakon skeniranja, datoteka se prenosi u softver FJD Trion Model, gde se skica obradi i eksportira za daljnji rad u našem slučaju u AnalyzerPro 26.

3. Zaključak

Cilj svakog stručnjaka za saobraćajne nezgode je da što preciznije dokumentirati mesto saobraćajne nesreće. Da bi snimili svaki detajl i da bi na osnovu toga napravili što bolju simulaciju dešavanja, neophodno je skenirati mesto nesreče sa Lidar skenerom.

Primena LiDAR tehnologije u analizi saobraćajnih nezgoda značajno unapređuje tačnost i brzinu prikupljanja podataka sa mesta nesreće. Omogućava detaljnu 3D rekonstrukciju, precizno dokumentovanje tragova i objektivnu analizu događaja, što je od velikog značaja za sudske postupke i veštačenja. Iako postoje određena ograničenja, kao što su troškovi opreme i potreba za stručnim kadrom, LiDAR predstavlja savremen i pouzdan alat koji će u budućnosti imati sve veću ulogu u forenzičkoj analizi saobraćajnih nezgoda.

Literatura:

1. Unfallrekonstruktion (knjiga), Münster 2007.
2. https://www.fjdtrion.com/de/support-center/fjd-trion-p2-lidar-scanner
3. https://www.fjdtrion.com/de/support-center
4. https://analyzer.at/



AUTONOMNA VOZILA NA PODRUČJU EU - MOGUĆNOST RAZVOJA I PRIMENE

dr Milan Stanković, dipl.inž. saob.
dr Miloš Stojanović, dipl.inž. elek.
spec. Milan Protić, dipl.inž. građ.
mr Nada Stojanović, dipl.inž.maš.
Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš

Rezime: Područje naučno-istraživačkih projekata je tehnologija autonomnih vozila, kao što su video obrada, detekcija i prepoznavanje okoline, komunikacija vozila prema vozilu i vozila prema infrastrukturi. Drugo važno područje je istraživanje funkcija autonomnih vozila, gde se ocenjuju sistemi za pomoć u vožnji, visoko automatizovane funkcije vožnje i arhitektura vozila.

Ključne reči: veštačka inteligencija, autonomna vozila, saobraćaj.

Abstract: The field of scientific research projects is the technology of autonomous vehicles, such as video processing, detection and recognition of the environment, vehicle-to-vehicle and vehicle-to-infrastructure communication. Another important area is autonomous vehicle function research, where driver assistance systems, highly automated driving functions and vehicle architecture are evaluated.

Keywords: artificial intelligence, autonomous vehicles, traffic.

1. UVOD

Razvoj novih tehnika mašinskog učenja i njihova primena je od izuzetnog značaja za napredak u razvoju autonomnih vozila.

Tehnike mašinskog učenja i dubokog učenja predstavljaju centralni deo inteligencije autonomnih vozila, preuzevši na sebe zadatke poput opažanja okruženja, detekcije i praćenja objekata, prepoznavanja prepreka, saobraćajnih znakova i svetlosne signalizacije, istovremene lokalizacije vozila i mapiranja okruženja, planiranja putanje i učenja autonomne vožnje gde se neobrađeni signal sa senzora dovodi u algoritam dubokog učenja, a kao izlaz se dobijaju komande za upravljanje vozilom – tehnika koja se naziva i kloniranje ponašanja vozača [8].

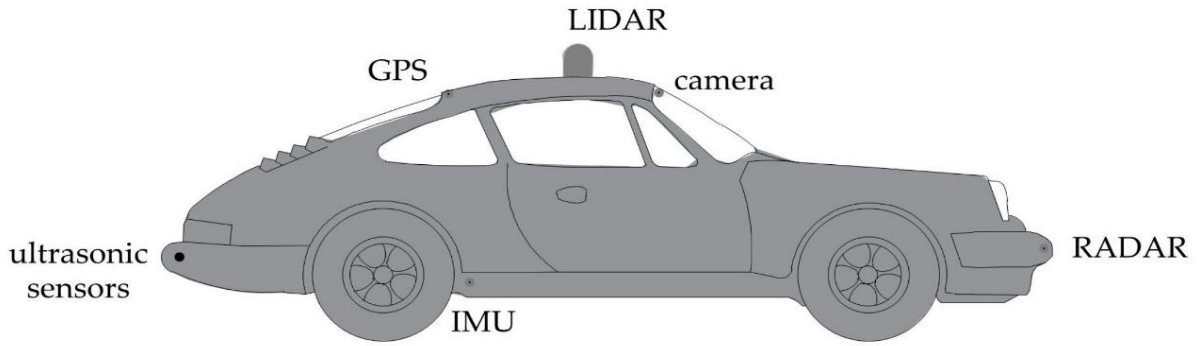
Osnovni zadatak algoritama mašinskog učenja je rešavanje konkretnog problema sa što je moguće većom tačnošću, što obično vodi do razvoja veoma kompleksnih i dubokih neuralnih mreža koje su računarski izuzetno zahtevne [6].

Napredak u razvoju veštačke inteligencije je izazvao revoluciju u tehnici, u oblastima kao što su robotika, komunikacije, infrastruktura, potrošački proizvodi, društvene mreže, ali je uticao i na ostale oblasti ljudskog društva.

2. RAZVOJ I PRIMENA AUTONOMNIH VOZILA

Autonomna vozila zahtevaju veliku količinu senzora i drugih tehnologija. Konstantan napredak tehnologije, znatno ubrzava napredak autonomnih vozila. Potrebno je razumeti svaki od senzora i njihove tipove, kako bi odabrali pravu komponentu koja je potrebna za datu situaciju i uslove.

Autonomna vozila predstavljaju kombinaciju senzora i naprednih upravljačkih sistema koji im omogućavaju kretanje od polazišta do zadatog odredišta uz minimalno učešće čoveka, ili u potpunosti bez njega, sposobna su upoznati svoje okruženje i delovati u njemu bez ljudskog uticaja. Prema SAE (*Society of Automotive Engineers*) klasifikaciji, stepeni autonomnosti vozila podeljeni su na šest nivoa, od nultog do petog nivoa.



Slika 1. Različiti senzori na vozilu i unutar vozila

Ovde su posebno značajni, nivo 4 - visoka automatizacija vožnje i nivo 5 - potpuna automatizacija vožnje.

Na nivou 5 kretanje vozila se odvija bez vozača. Ne samo da vozač nije neophodan, već i pojedinci (putnici) ne moraju da sede za volanom.

Ovde se eliminišu sva ograničenja koja postoje sa nivoima 3 i 4. Vozilo ovog nivoa može se voziti bilo gde i pod svim uslovima.

To je nivo na koji mnogi potrošači misle kada čuju izraze kao što su „automobil bez vozača“ i „autonomna vožnja“ [4].

3. PROVERA MOGUĆNOSTI KRETANJA U DEFINISANIM USLOVIMA

Umesto vizuelne detekcije i čitanja saobraćajnih znakova sve potrebne informacije mogu se postići pomoću sistema bežičnih komunikacija, koji istovremeno mogu komunicirati sa više vozila.

Na ovaj način moguće je dobiti sve potrebne podatke o znaku, odnosno uslovima u saobraćaju, ali i trenutnoj brzini kretanja vozila, čime se omogućava kontrola i sankcionisanje neadekvatnog ponašanja učesnika u saobraćaju. Informacije o lokaciji bežičnih znakova se takođe prenose vozilima, kako bi upravljački sistem na vreme mogao da izvrši potrebne promene.

Oznake na kolovozu za autonomna vozila (AV) obuhvataju visoko precizne linije, kodirane oznake i pametnu infrastrukturu. One omogućavaju vozilima da pomoću kamera i senzora precizno odrede poziciju, traku i pravila kretanja. Ključni elementi su jasna horizontalna signalizacija, RFID oznake, pametni znakovi i "V2I" (Vehicle-to-Infrastructure) komunikacija za bezbednu navigaciju.

Ključne oznake i infrastruktura za autonomna vozila:

- Visoko precizna horizontalna signalizacija: Linije su često šire, reflektujuće i jasno definisane kako bi ih kamere i LiDAR senzori lakše detektovali.
- RFID oznake (Radio-Frequency Identification): Ugrađene u kolovoz, ove oznake šalju tačne informacije o lokaciji i uslovima na putu direktno vozilu.
- Magnetni markeri: Postavljeni ispod površine puta, omogućavaju precizno pozicioniranje čak i u uslovima smanjene vidljivosti (magla, sneg).

- Pametni znakovi i oznake (V2I): Komuniciraju sa vozilom putem bežičnih tehnologija, prenoseći informacije o ograničenju brzine, radovima na putu ili semaforima.
- Posebne oznake za trake: Jasno definisane trake rezervisane za autonomna vozila (AV lane) radi optimizacije saobraćaja.

Ove oznake su ključne za dopunu GPS sistema, pružajući centimetarsku preciznost



Slika 2. Oznake na kolovozu za autonomna vozila (AV)

Autonomna vozila koja mogu da razumeju jezik puta moći će da poboljšaju svoja kretanja u saobraćaju i planiranje putanje. Iz literature se vidi da su učinjeni pokušaji da se omogući autonomnim vozilima da prepoznaju saobraćajne znakove. Međutim, u ovom trenutku, pouzdanost razvijenih sistema prepoznavanja, izgleda da je daleko od savršene. Prvo, kao što pokazuju slike i tekst na slici 2, oblici i izgledi jezika puta mogu biti zamršeni i razrađeni, stoga, autonomno vozilo može imati poteškoća u razlikovanju, na primer, oznaka na putu u prva dva reda na slici 2, koje imaju slične profile, ali različita značenja. Znakovi stop, koji su obično kodirani na lokalnom jeziku,

Imaju znakovi koji se razlikuju od zemlje do zemlje. štaviše, jedinice brzine nisu iste u različitim zemljama. Većina zemalja, uključujući Kinu, Australiju i Singapur, koristi metrički sistem (tj. kilometre na sat), dok druge, poput Sjedinjenih Država, koriste imperijalni sistem (tj. milje na sat).

	Interpretation	Appearance	Colors	Shape	Country/Region
Road Markings	Lane opens to all vehicles at the end of the bus lane on the left		White	Arrows	Hong Kong
	Entrance to deceleration lane		White	Arrows	Hong Kong
Traffic Signs	Stop		Red, White	Octagon	China
			Red, Yellow	Octagon	Nigeria
			Red, White	Octagon	Chile
	No Parking		Red, Blue	Circle	Hong Kong
			Red, White, and Black	Circle	New Zealand
	Speed Limits		Black, White	Rectangular	United States (Unit: miles/h)
			Red, White, and Black	Circle	China (Unit: km/h)

Slika 3. Vertikalna signalizacija, primeri.

Na primer, autonomni sistem će morati da prepozna osobu koja stoji na bilo kom delu kolovoza i maše rukama i da utvrdi da li je ta osoba službenik saobraćajne policije koji reguliše saobraćaj, putnik koji zaustavlja taksi ili pešak koji zahteva od vozila da se zaustave kako bi drugi ranjivi učesnici u saobraćaju mogli da pređu ulicu.

4. ZAKLJUČAK

Dakle, sistemski pristup je neophodan da imaju dobar pregled onoga što implementacija automatizovane vožnje može doneti. Ponude mobilnosti mogle bi se proširiti na više korisnika uključujući starije osobe i osobe sa invaliditetom.

Nova rešenja pružaju mogućnost za razvoj zajedničke mobilnosti i za javni prevoz, što bi moglo imati važne uticaje na naše buduće gradske i međugradske sredine. A ove pogodnosti mogu biti primenljive na oba prevoza i putnika i terete.

LITERATURA

[1] A. Taeihagh i H. S. M. Lim, "Governing Autonomous Vehicles: Emerging Responses for Safety, Liability, Privacy, Cybersecurity, and Industry Risks," Transport Reviews.

[2] ERTRAC, "Automated Driving Roadmap," 2017.

[3] SAE International, "Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles," Standard J3016, 2018.

[4] SAE International, "Automated Driving Levels," 2019.

[5] M. Raghu et al., "On the Expressive Power of Deep Neural Networks," ICML, 2017.

[6] V. Sze et al., "Efficient Processing of Deep Neural Networks: A Tutorial and Survey," Proceedings of the IEEE, 2017.

[7] J. Anderson et al., "Autonomous Vehicle Technology: A Guide for Policymakers," RAND Corporation.

[8] M. Negnevitsky, "Artificial Intelligence: A Guide to Intelligent Systems," Addison Wesley, 2005.

[9] Relevant scientific articles available at: ScienceDirect, MDPI, ResearchGate.

[10] https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0967070X23000264

[11] https://www.mdpi.com/2071-1050/15/14/11258

[12] https://www.mdpi.com/2412-3811/10/12/347

[13] http://www.sae.org/news/2019/01sae-updates-j3016-automated-driving-graphic



IZAZOVI PRILIKOM PROCENE ŠTETE NA ELEKTRIČNIM VOZILIMA – UTICAJ SISTEMA ZAŠTITE BATERIJE NA NASTANAK TOTALNE ŠTETE

Darko Stevanović maš.ing.

Abstrakt:

Električna vozila (EV) postaju sve prisutnija na tržištu Republike Srbije, prateći globalne trendove razvoja automobilske industrije. Njihova sve veća zastupljenost donosi brojne prednosti u pogledu smanjenja emisije štetnih gasova i nižih troškova eksploatacije, ali istovremeno otvara nova pitanja u oblasti procene šteta nakon saobraćajnih nezgoda.

Jedan od najčešćih problema kod električnih vozila predstavlja aktivacija sistema zaštite visokonaponske baterije prilikom sudara, što dovodi do njenog automatskog isključivanja. Ovlašćeni servisi proizvođača u velikom broju slučajeva insistiraju na kompletnoj zameni baterijskog paketa, iako oštećenje često nije mehaničko već bezbednosnog karaktera. Visoka cena zamene dovodi do proglašenja totalne štete, čime osiguravajuće kompanije snose znatne finansijske gubitke.

Rad analizira uzroke ovakvih situacija, prikazuje konkretne primere iz prakse, poredi troškove različitih pristupa popravci i razmatra mogućnosti unapređenja sistema procene šteta.

Ključne reči: električna vozila, procena štete, visokonaponska baterija, totalna šteta, osiguranje

---

Abstract:

Electric vehicles are becoming increasingly present in the Serbian market, following global automotive industry trends. While offering environmental and economic benefits, they also introduce new challenges in damage assessment after traffic accidents.

One of the most common issues is the activation of high-voltage battery protection systems during collisions, which leads to automatic battery shutdown. Authorized service centers frequently insist on complete battery replacement, even when the damage is not structural but safety-related. Due to extremely high replacement costs, vehicles are often declared total losses.

This paper analyzes the causes of such situations, presents practical examples, compares repair approaches, and proposes improvement measures.

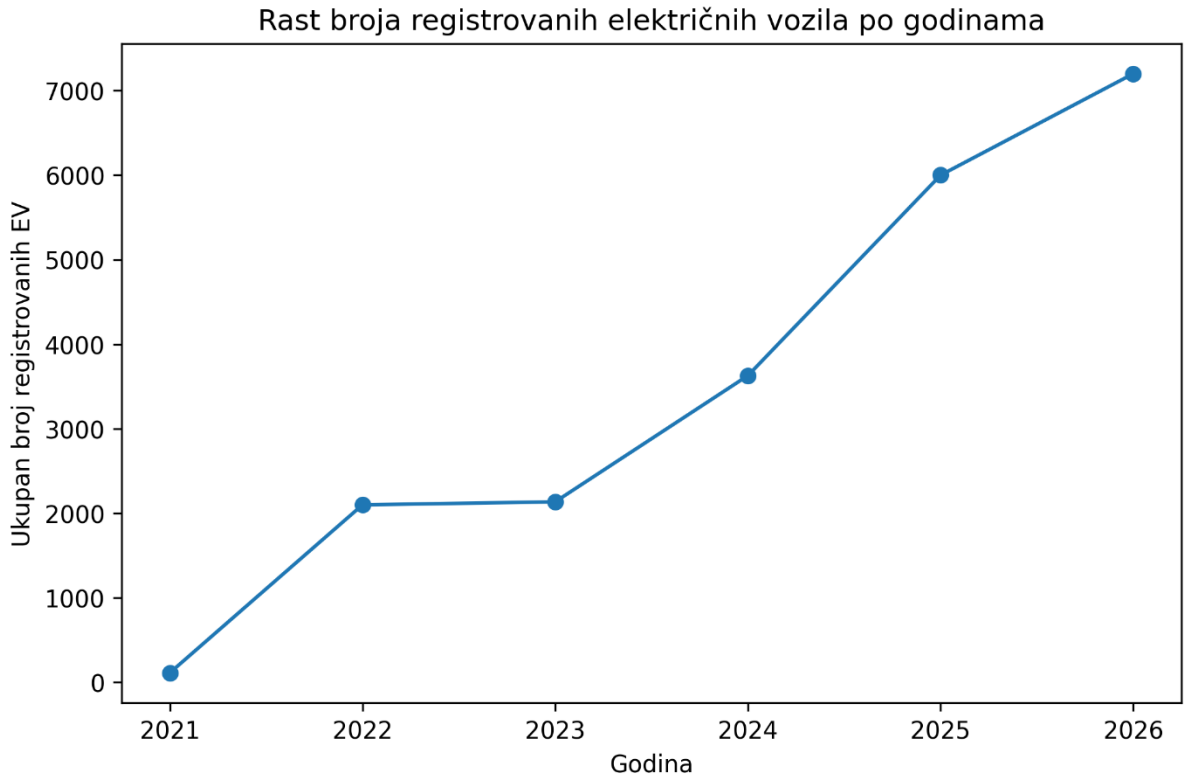
Keywords: electric vehicles, damage assessment, high-voltage battery, total loss, insurance

Uvod

Razvoj električnih vozila predstavlja jednu od najznačajnijih promena u savremenoj automobilskoj industriji. Njihova primena se ubrzano širi zahvaljujući tehnološkom napretku, državnim subvencijama i rastu ekološke svesti stanovništva.

U Republici Srbiji se tokom poslednjih godina beleži snažan porast broja registrovanih električnih vozila:

Godina	Ukupan broj registrovanih EV
2021	Oko 113
2022	Oko 2.100
2023	2.136
2024	Oko 3.629(avgust)
2025	Oko 6000(oktobar)
2026	Oko 7200(februar)



Izvor: Ministarstvo unutrašnjih poslova Republike Srbije

Republički zavod za statistiku

1) *Obuhvaćena su sva vozila koja su u bilo kom periodu izveštajne godine imala važeću saobraćajnu dozvolu. Nisu obuhvaćena vozila registrovana privremenom tablicom, vozila MUP-a, vozila Vojske Srbije, ni vozila stranih predstavništva.*

Ovaj rast neminovno dovodi do povećanja broja štetnih događaja u kojima učestvuju električna vozila, što zahteva prilagođavanje metodologije procene štete novim tehnološkim rešenjima.

Razrada teme

Sistem zaštite visokonaponske baterije

Električna vozila koriste visokonaponske baterije velikog kapaciteta koje predstavljaju potencijalni rizik u slučaju sudara. Zbog toga su opremljena sofisticiranim bezbednosnim sistemima koji automatski prekidaju napajanje.

Šema funkcionisanja sistema:

SAOBRAĆAJNA NEZGODA / UDARAC



Senzori sudara



Centralna kontrolna jedinica



Prekid visokonaponskog kola



Isključenje baterije



Bezbedni režim rada vozila



Dijagnostika i popravka

Ovaj sistem sprečava dalje rizike, ali ujedno uzrokuje da vozilo postane neupotrebljivo dok se ne izvrši servisna intervencija.

Pristup ovlašćenih servisa

Ovlašćeni servisi proizvođača uglavnom nemaju proceduru za parcijalne popravke baterijskih sistema. Njihov standard podrazumeva kompletnu zamenu baterije.

Kod vozila proizvođača Tesla cena zamene baterijskog paketa najčešće se kreće od **12.000 do preko 20.000 evra**, što često premašuje tržišnu vrednost polovnog vozila.

Popravke u nezavisnim radionicama

Nezavisne radionice nude:

– resetovanje sistema
– zamenu modula
– sanaciju ožičenja
– softversku reaktivaciju

Troškovi su višestruko niži i omogućavaju zadržavanje vozila u upotrebi.

Uporedni prikaz troškova popravke

Stavka	Ovlašćeni servis	Nezavisna radionica
Zamena cele baterije	12.000–20.000 €	Nije potrebna
Dijagnostika	300–600 €	100–200 €
Popravka sistema zaštite	Nije predviđena	500–2.000 €
Ukupan trošak	13.000–22.000 €	600–2.500 €
Ishod	Totalna šteta	Vozilo popravljeno

Tabela jasno pokazuje koliki je ekonomski jaz između dva pristupa.

Primer iz prakse

Električno vozilo srednje klase učestvovalo je u saobraćajnoj nezgodi pri brzini od približno 40 km/h, pri čemu je došlo do oštećenja prednjeg branika i aktivacije bezbednosnih senzora.

Mehanička oštećenja su bila minimalna, bez deformacije baterijskog kućišta. Međutim, sistem zaštite je isključio bateriju.

Ovlašćeni servis je procenio:

– zamena kompletnog baterijskog paketa
– procenjena šteta: 18.500 €
– tržišna vrednost vozila: 16.000 €

Vozilo je proglašeno totalnom štetom.

Nezavisna radionica je izvršila:

– reset sistema
– zamenu jednog sigurnosnog modula
– ukupni trošak: 1.400 €

Vozilo je vraćeno u potpuno ispravno stanje.

Posledice po osiguranje

Ovako velika razlika u troškovima direktno utiče na:

– rast broja totalnih šteta
– veće isplate osiguranja
– povećanje premija osiguranja u budućnosti

Predložena rešenja

– bolja edukacija klijenata
– saradnja sa sertifikovanim nezavisnim radionicama
– standardizacija popravki
– pisane garancije na izvršene radove

ZAKLJUČAK

Električna vozila zahtevaju novi pristup proceni šteta. Automatizovani bezbednosni sistemi, iako neophodni, često dovode do ekonomskih paradoksa u kojima se tehnički ispravna vozila proglašavaju totalnom štetom.

Upotreba alternativnih metoda popravke uz kontrolu kvaliteta može značajno smanjiti troškove i povećati efikasnost sistema osiguranja.

Razvoj standarda i saradnje između svih učesnika predstavlja ključ održivog razvoja elektromobilnosti u Srbiji.

Literatura

- Republički zavod za statistiku Republike Srbije
- Ministarstvo unutrašnjih poslova Republike Srbije
- Tehnička dokumentacija proizvođača EV
- Stručni portali iz oblasti elektromobilnosti
- Pravilnici o jedinstvenim kriterijumima za procenu štete na vozilima i štete koja je posledica nemogućnosti korišćenja vozila
- Lična arhiva



RAZVOJ BAZE PODATAKA ZASNOVANE NA REZULTATIMA VEŠTAČENJA SAOBRAĆAJNIH NEZGODA

Saša Zdravković, dipl. inž. saobr., Agencija za bezbednost saobraćaja, Beograd

Ksenija Zdravković, master saobraćajnog inženjerstva i ekonomije, Medijator, Beograd

Filip Živković, master inž. saobr., Agencija za bezbednost saobraćaja, Beograd

Tomislav Petrović, dipl. inž. saobr., Agencija za bezbednost saobraćaja, Beograd

Dušan Stamenković, dipl. inž. saobr., Sudski veštak, Ćuprija

DEVELOPMENT OF A DATABASE BASED ON FORENSIC EXPERT ANALYSIS OF ROAD TRAFFIC ACCIDENTS

Apstrakt: Savremeni pristup upravljanju bezbednošću saobraćaja zahteva pouzdane, detaljne i strukturisane podatke o uzrocima saobraćajnih nezgoda. Postojeće baze podataka najčešće evidentiraju uticajne faktore, ali ne obezbeđuju dovoljan nivo detaljnosti za utvrđivanje stvarnih uzroka nezgoda. Sa druge strane, rezultati veštačenja saobraćajnih nezgoda zasnivaju se na vremenskoj, prostornoj i uzročno-posledičnoj analizi, što omogućava identifikaciju konkretnog uzroka nezgode i propusta učesnika. Cilj rada je da predloži koncept baze podataka zasnovane na rezultatima veštačenja saobraćajnih nezgoda radi unapređenja analize i upravljanja bezbednošću saobraćaja. U radu je primenjen metodološki pristup koji obuhvata analizu postojećih izvora podataka, definisanje strukture baze i identifikaciju ključnih kategorija podataka. Poseban akcenat stavljen je na standardizaciju unosa podataka i mogućnost njihove integracije sa postojećim bazama. Rezultati rada ukazuju na to da predložena baza podataka omogućava precizniju identifikaciju uzroka nezgoda, bolje razumevanje rizika i predstavlja osnovu za donošenje efikasnijih mera u sistemu bezbednosti saobraćaja.

Ključne reči/odrednice: baza podataka, veštačenje saobraćajnih nezgoda, uzroci saobraćajnih nezgoda, bezbednost saobraćaja, analiza nezgoda, upravljanje bezbednošću saobraćaja

Abstract: A modern approach to road traffic safety management requires reliable, detailed, and structured data on the causes of traffic accidents. Existing databases generally record contributing factors, but they do not provide a sufficient level of detail to identify the actual causes of accidents. In contrast, the results of forensic expert analysis of road traffic accidents are based on temporal, spatial, and causal analysis, which enables the identification of the specific cause of an accident and the omissions made by the participants. The aim of this paper is to propose a database concept based on the results of forensic expert analyses of road traffic accidents in order to improve road traffic safety analysis and management. The methodological approach includes an analysis of existing data sources, the definition of the database structure, and the identification of key data categories. Special emphasis is placed on the standardization of data entry and the possibility of integrating such data with existing databases. The results indicate that the proposed database enables a more precise identification of accident causes, a better understanding of risks, and provides a basis for more effective measures within the road traffic safety system.

Keywords/terms: database, forensic expert analysis of road traffic accidents, causes of traffic accidents, road traffic safety, accident analysis, road traffic safety management

1. UVOD

Bezbednost saobraćaja predstavlja jedan od ključnih izazova savremenog društva, imajući u vidu stalni porast mobilnosti, intenzitet saobraćajnih tokova i složenost interakcije između učesnika, vozila i infrastrukture. Upravljanje bezbednošću saobraćaja zasniva se na donošenju odluka koje moraju biti utemeljene na pouzdanim i kvalitetnim podacima o saobraćajnim nezgodama, njihovim uzrocima i posledicama. U tom kontekstu, kvalitet i struktura dostupnih podataka predstavljaju osnov za efikasno planiranje, sprovođenje i evaluaciju mera bezbednosti saobraćaja [1,2]. Postojeće baze podataka o saobraćajnim nezgodama, uključujući nacionalne i međunarodne sisteme, uglavnom su zasnovane na evidentiranju opštih karakteristika nezgoda i identifikaciji uticajnih faktora. Iako ovakav pristup omogućava makro-analize i identifikaciju trendova, on često ne obezbeđuje dovoljan nivo analitičke dubine za pouzdano utvrđivanje

stvarnih uzroka nezgoda, posebno u složenim situacijama koje uključuju više učesnika i međusobno uslovljene faktore [3,4]. Sa druge strane, veštačenje saobraćajnih nezgoda predstavlja analitički proces zasnovan na detaljnoj rekonstrukciji događaja, koji obuhvata vremensku, prostornu i uzročno-posledičnu analizu. Rezultati veštačenja omogućavaju identifikaciju konkretnih uzroka nezgoda, kao i propusta učesnika, tehničkih neispravnosti i uticaja okruženja. Upravo zbog toga, ovi rezultati imaju značajan potencijal za unapređenje postojećih sistema prikupljanja i obrade podataka o saobraćajnim nezgodama [5].

Savremeni pristupi upravljanju bezbednošću saobraćaja, uključujući implementaciju standarda ISO 39001, naglašavaju potrebu za sistemskim upravljanjem zasnovanim na podacima i kontinuiranom unapređenju performansi bezbednosti. U tom smislu, integracija podataka iz različitih izvora, uključujući rezultate veštačenja, predstavlja važan korak ka unapređenju analitičkih kapaciteta i donošenju efikasnijih mera [6]. Dodatno, međunarodne inicijative kao što je Decade of Action for Road Safety 2021–2030 ukazuju na značaj unapređenja sistema podataka kao jednog od ključnih stubova za smanjenje broja poginulih i povređenih u saobraćaju [2]. U tom kontekstu, razvoj naprednih baza podataka koje omogućavaju detaljniju analizu uzroka nezgoda predstavlja prioritet kako na globalnom, tako i na nacionalnom nivou. Polazeći od navedenog, u ovom radu predlaže se koncept baze podataka zasnovane na rezultatima veštačenja saobraćajnih nezgoda, sa ciljem da se unapredi identifikacija uzroka nezgoda, omogući dublje razumevanje rizika i obezbedi kvalitetnija osnova za upravljanje bezbednošću saobraćaja.

2. PREGLED I KOMPARATIVNA ANALIZA POSTOJEĆIH BAZA PODATAKA O SAOBRAĆAJNIM NEZGODAMA U EVROPSKOJ UNIJI

Savremeni sistemi prikupljanja, evidentiranja i obrade podataka o saobraćajnim nezgodama razvijeni su sa ciljem obezbeđivanja relevantne informacione osnove za analizu trendova u oblasti bezbednosti saobraćaja, identifikaciju rizičnih kategorija učesnika i definisanje odgovarajućih mera za unapređenje bezbednosti saobraćaja. Ovi sistemi razlikuju se prema obimu i strukturi raspoloživih podataka, metodološkim pristupima njihovom prikupljanju, stepenu standardizacije, kao i prema analitičkim kapacitetima koje omogućavaju. Međutim, jedno od ključnih ograničenja postojećih sistema ogleda se u njihovoj nedovoljnoj sposobnosti da obuhvate složene uzročno-posledične veze koje uslovljavaju nastanak saobraćajnih nezgoda, što može imati značajan uticaj na pouzdanost rezultata analiza i efikasnost mera koje se na osnovu tih analiza predlažu i sprovode [1,2,3].

2.1. Nacionalne baze podataka

Nacionalne baze podataka o saobraćajnim nezgodama najčešće se zasnivaju na policijskim izveštajima i administrativnim evidencijama. U Republici Srbiji, podaci o saobraćajnim nezgodama prikupljaju se i obrađuju kroz jedinstveni informacioni sistem koji vodi Agencija za bezbednost saobraćaja, u skladu sa metodologijom zasnovanom na modelu CADaS (Common Accident Data Set). Ovaj model omogućava standardizovano evidentiranje osnovnih karakteristika nezgoda, uključujući podatke o učesnicima, vozilima, vremenu, lokaciji i opštim okolnostima nastanka nezgode [7].

Prednost ovakvih sistema ogleda se u širokoj pokrivenosti i mogućnosti praćenja trendova na nacionalnom nivou. Međutim, njihovo ograničenje leži u činjenici da se podaci uglavnom

odnose na uticajne faktore, a ne na detaljno utvrđene uzroke nezgoda, što može dovesti do pojednostavljenih zaključaka u analizi [2,8].

2.2. Međunarodne baze podataka

Na međunarodnom nivou razvijeni su različiti sistemi za prikupljanje i analizu podataka o saobraćajnim nezgodama, koji omogućavaju poređenje između država i identifikaciju globalnih trendova. Među najznačajnijim su baze podataka koje razvijaju Evropska komisija i međunarodne organizacije poput OECD/ITF i WHO. Baza podataka zasnovana na CADaS modelu predstavlja standard za harmonizaciju podataka na nivou Evropske unije, omogućavajući uporedivost i razmenu informacija između zemalja članica. Ovakav pristup doprinosi razvoju zajedničkih politika bezbednosti saobraćaja i unapređenju analitičkih kapaciteta [7,3]. Međutim, i pored visokog nivoa standardizacije, međunarodne baze podataka suočavaju se sa sličnim ograničenjima kao i nacionalni sistemi, pre svega u pogledu nedostatka detaljnih informacija o uzročno-posledičnim vezama i mogućnostima dubinske analize saobraćajnih nezgoda [2,9].

2.3. Specijalizovane baze podataka i istraživački projekti

Pored standardnih baza podataka, razvijeni su i specijalizovani sistemi koji se zasnivaju na detaljnoj analizi pojedinačnih saobraćajnih nezgoda. Ove baze često nastaju u okviru istraživačkih projekata i uključuju dubinske analize (in-depth crash investigation), koje obuhvataju tehničke, ljudske i infrastrukturne faktore [10].

Ovakvi sistemi omogućavaju detaljnije razumevanje mehanizama nastanka nezgoda i identifikaciju kompleksnih uzročno-posledičnih veza. Međutim, njihova primena je ograničena zbog visokih troškova, složenosti prikupljanja podataka i relativno malog uzorka nezgoda koji se analizira [10].

2.4. Komparativna analiza postojećih sistema

Uporedna analiza nacionalnih, međunarodnih i specijalizovanih baza podataka ukazuje na nekoliko ključnih razlika i ograničenja. Nacionalne baze omogućavaju široku pokrivenost i praćenje trendova, ali imaju ograničenu dubinu analize. Međunarodne baze obezbeđuju standardizaciju i uporedivost, ali zadržavaju slična ograničenja u pogledu identifikacije uzroka. Specijalizovane baze omogućavaju dubinsku analizu, ali su ograničene obimom i primenljivošću na širi sistem [7,2,9,5].

Zajednički nedostatak svih navedenih sistema ogleda se u nedovoljnoj integraciji rezultata veštačenja saobraćajnih nezgoda u postojeće baze podataka. Upravo ovaj segment predstavlja značajan potencijal za unapređenje kvaliteta podataka i analitičkih mogućnosti sistema bezbednosti saobraćaja.

2.5. Potreba za unapređenjem sistema podataka

Savremeni pristupi upravljanju bezbednošću saobraćaja zahtevaju prelazak sa analize uticajnih faktora na analizu stvarnih uzroka nezgoda. U tom kontekstu, integracija rezultata veštačenja u baze podataka predstavlja logičan korak ka unapređenju postojećih sistema. Standard ISO 39001 naglašava značaj upravljanja zasnovanog na dokazima i kontinuiranog unapređenja, što podrazumeva potrebu za kvalitetnijim i detaljnijim podacima [6]. Takođe, globalne inicijative, kao što je Decenija akcije za bezbednost saobraćaja 2021–2030, ukazuju na potrebu unapređenja sistema podataka kao ključnog elementa za smanjenje stradanja u saobraćaju [2]. U skladu sa navedenim, razvoj baze podataka zasnovane na rezultatima veštačenja predstavlja inovativan i metodološki utemeljen pristup koji može prevazići postojeća ograničenja i obezbediti kvalitetniju osnovu za analizu i upravljanje bezbednošću saobraćaja. U tom smislu, takva baza podataka predstavlja metodološki iskorak koji omogućava prelazak sa deskriptivne

analize ka analizi zasnovanoj na stvarnim uzročno-posledičnim odnosima saobraćajnih nezgoda.

3. CADaS PROTOKOL I NJEGOVA OGRANIČENJA

CADaS (Common Accident Data Set) predstavlja standardizovani metodološki okvir razvijen na nivou Evropske unije sa ciljem harmonizacije podataka o saobraćajnim nezgodama i omogućavanja njihove međusobne uporedivosti između država članica. Ovaj protokol definiše strukturu podataka, klasifikaciju varijabli i način njihovog evidentiranja, čime se obezbeđuje jedinstven pristup prikupljanju i obradi informacija o saobraćajnim nezgodama [7,11].

Osnovna prednost CADaS protokola ogleda se u njegovoj standardizaciji, koja omogućava sistematično prikupljanje podataka o nezgodama, uključujući informacije o učesnicima, vozilima, vremenu i mestu nastanka nezgode, kao i o opštim okolnostima i uticajnim faktorima. Na taj način, CADaS predstavlja važan alat za analizu trendova, identifikaciju rizičnih grupa i razvoj politika bezbednosti saobraćaja na nacionalnom i međunarodnom nivou [1,3]. Međutim, uprkos značajnim prednostima, CADaS protokol ima i određena ograničenja koja se pre svega odnose na njegov deskriptivni karakter. Naime, podaci u okviru ovog sistema zasnivaju se na evidentiranju većeg broja uticajnih faktora koji su mogli doprineti nastanku saobraćajne nezgode, ali bez njihove jasne hijerarhijske diferencijacije i bez utvrđivanja njihovog međusobnog uzročno-posledičnog odnosa [7,11].

U praksi to znači da CADaS omogućava identifikaciju potencijalnih faktora rizika, ali ne pruža dovoljno informacija za utvrđivanje dominantnog uzroka nezgode. Takođe, uticajni faktori se često evidentiraju na osnovu procene učesnika uviđaja, što može dovesti do određenog stepena subjektivnosti i varijacija u kvalitetu podataka [9,8]. Poseban problem predstavlja činjenica da CADaS ne omogućava direktno povezivanje uticajnih faktora sa konkretnim propustima učesnika u nezgodi, niti omogućava precizno razgraničenje između uzroka i posledica [2,12]. Time se ograničava mogućnost dubinske analize mehanizma nastanka nezgode i donošenja ciljanih mera za unapređenje bezbednosti saobraćaja [2,12]. U tom kontekstu, rezultati veštačenja saobraćajnih nezgoda predstavljaju značajan izvor podataka koji može nadomestiti navedena ograničenja. Veštačenje omogućava vremensku, prostornu i uzročno-posledičnu rekonstrukciju nezgode, čime se identifikuje dominantni uticajni faktor, koji se dovodi u direktnu vezu sa konkretnim propustom učesnika i definiše kao najverovatniji uzrok nastanka nezgode. Polazeći od navedenog, može se zaključiti da CADaS protokol predstavlja neophodnu osnovu za standardizaciju podataka, ali da je za unapređenje analize i upravljanja bezbednošću saobraćaja neophodno njegovo proširenje kroz integraciju rezultata veštačenja. Na taj način se omogućava prelazak sa deskriptivne evidencije uticajnih faktora na analitički nivo utvrđivanja uzroka, što predstavlja ključni korak ka efikasnijem upravljanju rizicima u saobraćaju.

4. ULOGA VEŠTAČENJA U VALIDACIJI UTICAJNIH FAKTORA I UTVRĐIVANJU UZROKA SAOBRAĆAJNIH NEZGODA

U savremenim sistemima prikupljanja i obrade podataka o saobraćajnim nezgodama, uticajni faktori predstavljaju osnov za analizu rizika i identifikaciju problema u sistemu bezbednosti saobraćaja. Međutim, kao što je ukazano u prethodnim poglavljima, postojeći sistemi, uključujući i CADaS protokol, zasnivaju se na evidentiranju većeg broja potencijalnih faktora bez njihove jasne hijerarhijske diferencijacije i bez utvrđivanja njihovog stvarnog uzročnog značaja [7,11]. Savremena istraživanja potvrđuju da integracija podataka iz više izvora i primena metoda rekonstrukcije nezgoda omogućavaju preciznije utvrđivanje uzročno-posledičnih veza i dominantnih faktora nezgoda [13,14].

U tom kontekstu, veštačenje saobraćajnih nezgoda ima ključnu ulogu u unapređenju kvaliteta podataka i analitičkih mogućnosti sistema. Za razliku od standardnih evidencija, veštačenje se zasniva na vremenskoj, prostornoj i uzročno-posledičnoj analizi, koja omogućava rekonstrukciju toka nezgode i identifikaciju mehanizma njenog nastanka. Na osnovu takvog

pristupa moguće je precizno utvrditi ne samo koji su faktori bili prisutni, već i koji od njih imaju dominantan uticaj na nastanak nezgode [4].

U kontekstu analize saobraćajnih nezgoda, neophodno je razlikovati okolnosti nastanka nezgode i uticajne faktore. Okolnosti nastanka nezgode predstavljaju širi skup uslova u kojima se nezgoda dogodila, uključujući karakteristike puta, vremenske uslove, stanje vozila i ponašanje učesnika. Sa druge strane, uticajni faktori predstavljaju one okolnosti koje su u određenoj meri doprinele nastanku nezgode i koje imaju potencijalni uzročni značaj. U standardizovanim sistemima, kao što je CADaS, ove okolnosti se evidentiraju bez jasnog razgraničenja njihovog stvarnog doprinosa, što otežava njihovu dalju analitičku interpretaciju.

Poseban značaj veštačenja ogleda se upravo u razgraničenju i validaciji uticajnih faktora. Uticajni faktori identifikovani u okviru standardizovanih sistema, kao što je CADaS, u postupku veštačenja predmet su dodatne analize, kojom se procenjuje njihov stvarni doprinos nastanku saobraćajne nezgode. Veštačenje omogućava izdvajanje onih faktora koji imaju relevantan uticaj na tok događaja, dok se ostale okolnosti klasifikuju kao prateći ili sekundarni uslovi. Na taj način se iz skupa registrovanih okolnosti izdvajaju validirani uticajni faktori, koji se dalje analiziraju u cilju utvrđivanja njihovog međusobnog odnosa i ukupnog doprinosa nastanku nezgode.

U tom procesu vrši se izdvajanje dominantnog uticajnog faktora, koji se dovodi u direktnu vezu sa konkretnim propustom učesnika u nezgodi. Na taj način dominantni uticajni faktor dobija uzročni značaj i definiše se kao najverovatniji uzrok nastanka saobraćajne nezgode. Ovakav pristup omogućava jasno razgraničenje između uzroka i posledica, kao i preciznije sagledavanje međusobnih odnosa između različitih faktora [2,15].

Pored toga, veštačenje omogućava i identifikaciju uzročno-posledičnih veza između faktora, odnosno formiranje lanca događaja (sequence of events), što je od posebnog značaja za razumevanje složenih mehanizama nastanka saobraćajnih nezgoda. Time se prevazilaze ograničenja postojećih baza podataka, koje uglavnom ostaju na nivou deskriptivne analize.

Integracijom rezultata veštačenja u bazu podataka omogućava se uspostavljanje sistema u kojem se uticajni faktori ne samo evidentiraju, već i validiraju, vrednuju i rangiraju prema njihovom stvarnom uticaju. Takav sistem omogućava prelazak sa deskriptivne evidencije okolnosti na analitičko utvrđivanje uzroka, čime se obezbeđuje pouzdanija osnova za analizu rizika, definisanje ciljanih mera i unapređenje upravljanja bezbednošću saobraćaja.

Na osnovu navedenog može se zaključiti da veštačenje saobraćajnih nezgoda ima ključnu ulogu u prelasku sa deskriptivnog na analitički pristup u obradi podataka, čime se obezbeđuje kvalitetnija osnova za donošenje odluka i unapređenje sistema bezbednosti saobraćaja.

Ovakav pristup predstavlja osnov za razvoj integrisanih baza podataka u kojima se podaci iz različitih izvora povezuju i interpretiraju kroz jasno definisane uzročno-posledične odnose.

Na osnovu navedenog, u radu se predlaže metodološki okvir koji povezuje uticajne faktore, njihovu validaciju kroz postupak veštačenja, identifikaciju najverovatnijeg uzroka i definisanje odgovarajućih mera, što je prikazano u okviru matrice na Slici 1.

MATRIČNI MODEL: UTICAJNI FAKTOR → VALIDACIJA → UZROK → MERA

UTICAJNI FAKTOR (okolnost / stanje / radnja)	VALIDACIJA (VEŠTAČENJE) (metode i izvori podataka veštačenja)	NAJVEROVATNIJI UZROK (uzrok sa najvećim uzročnim značajem)	PREDLOŽENA MERA (prevencija / intervencija)
Neprilagođena brzina	• Analiza tragova kočenja • Dužina zaustavnog puta • Deformacije vozila • Rekonstrukcija kretanja	Neprilagođena brzina uslovima puta i saobraćaja (uzrok sa najvećim uzročnim značajem)	Pojačana kontrola brzine, tehničke mere smirivanja saobraćaja, edukacija vozača
Alkoholisanost vozača	• Toksikološki nalaz • Procena psihofizičkog stanja • Analiza ponašanja vozača	Upravljanje vozilom pod dejstvom alkohola (uzrok sa najvećim uzročnim značajem)	Pojačana kontrola alkoholisanosti, preventivne kampanje, strože kazne
Neispravan kočioni sistem	• Tehničko veštačenje vozila • Analiza sistema kočenja • Izveštaji sa tehničkog pregleda	Tehnička neispravnost vozila (kočioni sistem) (uzrok sa najvećim uzročnim značajem)	Unapređenje sistema tehničkih pregleda, češće kontrole, odgovornost vlasnika
Nepropisno preticanje	• Rekonstrukcija kretanja učesnika • Analiza preglednosti • Položaj i brzina vozila	Nepropisno izvođenje radnje preticanja (uzrok sa najvećim uzročnim značajem)	Horizontalna i vertikalna signalizacija, edukacija, pojačana kontrola
Loša vidljivost (magla, noć)	• Analiza uslova vidljivosti • Osvetljenje puta • Reakcija vozača	Neprilagođena vožnja uslovima smanjene vidljivosti (uzrok sa najvećim uzročnim značajem)	Postavljanje signalizacije, osvetljenje puta, informisanje vozača
Umor vozača	• Analiza vremena upravljanja • Tahograf / radno vreme • Ponašanje vozača pre nezgode	Upravljanje vozilom u stanju umora (uzrok sa najvećim uzročnim značajem)	Kontrola radnog vremena, obuka vozača, organizacione mere u firmama
Neadekvatna infrastruktura	• Analiza geometrije puta • Signalizacija i oprema puta • Mesto nastanka nezgode	Nedostatak ili neadekvatnost putne infrastrukture (uzrok sa najvećim uzročnim značajem)	Rekonstrukcija puta, unapređenje signalizacije, inženjerske mere
Distrakcija (mobilni telefon)	• Analiza ponašanja vozača • Svedoci • Digitalni tragovi (pozivi, poruke)	Ometanje pažnje vozača korišćenjem mobilnog telefona (uzrok sa najvećim uzročnim značajem)	Edukacija, kampanje, pojačana kontrola korišćenja telefona

***Slika 1**. Matrica povezivanja uticajnih faktora, validacije kroz veštačenje, najverovatnijih uzroka i preventivnih mera u sistemu bezbednosti saobraćaja*

***Izvor:** Autori rada*

5. KONCEPT I STRUKTURA INTEGRISANE BAZE PODATAKA

Polazeći od identifikovanih ograničenja postojećih baza podataka o saobraćajnim nezgodama, kao i potrebe za unapređenjem analitičkih kapaciteta sistema bezbednosti saobraćaja, u ovom radu predlaže se koncept integrisane baze podataka zasnovane na rezultatima veštačenja saobraćajnih nezgoda.

Osnovna ideja predloženog modela jeste objedinjavanje standardizovanih podataka o nezgodama sa detaljnim **nalazima** i zaključcima veštačenja, čime se omogućava prelazak sa evidencije uticajnih faktora na identifikaciju stvarnih uzroka nezgoda.

Predloženi koncept integrisane baze podataka zasniva se na sledećim principima:

- **standardizacija podataka**, kroz definisanje jedinstvene strukture i klasifikacije podataka;
- **integracija različitih izvora podataka**, uključujući policijske izveštaje, tehničke podatke i rezultate veštačenja;
- **višeslojna struktura podataka**, koja omogućava analizu na nivou nezgode, učesnika i uzročno-posledičnih veza;
- **mogućnost nadogradnje i interoperabilnosti**, u skladu sa postojećim nacionalnim i međunarodnim sistemima (npr. CADaS model).

5.1. Struktura baze podataka

Predložena baza podataka organizovana je kroz nekoliko međusobno povezanih celina (entiteta), koje omogućavaju sistematično evidentiranje i analizu podataka, prikazanih na Slici 2.



***Slika 2**. Model integrisane baze podataka zasnovane na rezultatima veštačenja saobraćajnih nezgoda*
***Izvor:** Autor*

1. Opšti podaci o saobraćajnoj nezgodi
- jedinstveni identifikator nezgode
- datum i vreme
- lokacija (geografske koordinate, tip puta)
- kategorija nezgode
- posledice (poginuli, povređeni, materijalna šteta)

2. Podaci o učesnicima
- tip učesnika (vozač, pešak, biciklista i dr.)
- starost, pol, iskustvo
- psihofizičko stanje (umor, alkohol, supstance)
- ponašanje (neprilagođena brzina, nepoštovanje propisa)

3. Podaci o vozilima
- kategorija vozila
- tehničko stanje
- oprema i bezbednosni sistemi (ABS, ESP i dr.)
- eventualne tehničke neispravnosti

4. Podaci o infrastrukturi i okruženju
- karakteristike puta
- signalizacija i oprema puta
- vremenski uslovi
- vidljivost i stanje kolovoza

5. Rezultati veštačenja
- rekonstrukcija događaja

- vremenska analiza (tok nezgode)
- prostorna analiza (putanje, tačke sudara)
- identifikovani uzroci nezgode
- identifikovani propusti učesnika
- doprinos pojedinačnih faktora

6. Uzročno-posledične veze

- klasifikacija uzroka (primarni, sekundarni)
- međuzavisnost faktora
- lanac događaja (sequence of events)
- procena uticaja pojedinačnih uzroka

Struktura baze omogućava povezivanje podataka iz različitih izvora putem jedinstvenih identifikatora, uz obezbeđenje zaštite identiteta učesnika nezgode. Predloženi model omogućava primenu u sistemima upravljanja bezbednošću saobraćaja, posebno u okviru ISO 39001 standarda i PDCA ciklusa kontinuiranog unapređenja.

Povezivanje podataka iz različitih izvora zasniva se na primeni jedinstvenog identifikatora saobraćajne nezgode, koji omogućava objedinjavanje policijskih evidencija, podataka tehničkih pregleda, zdravstvenih podataka i rezultata veštačenja. Na ovaj način obezbeđuje se konzistentnost i sledljivost podataka kroz sve faze obrade, uz istovremeno poštovanje principa zaštite ličnih podataka i anonimnosti učesnika. Integracija podataka omogućava formiranje jedinstvenog zapisa o nezgodi, koji predstavlja osnov za dalju analizu i utvrđivanje uzročno-posledičnih veza

Validacija predloženog modela može se sprovesti kroz pilot-primenu na odabranom uzorku saobraćajnih nezgoda, uz poređenje rezultata identifikacije uzroka dobijenih standardnim pristupom i pristupom zasnovanim na integraciji rezultata veštačenja

ZAKLJUČAK

U radu je izvršena analiza postojećih sistema baza podataka o saobraćajnim nezgodama, sa posebnim osvrtom na CADaS metodologiju i međunarodne baze podataka. Utvrđeno je da postojeći sistemi omogućavaju identifikaciju uticajnih faktora i analizu trendova, ali ne obezbeđuju dovoljan nivo analitičke dubine za pouzdano utvrđivanje stvarnih uzroka saobraćajnih nezgoda.

Kao odgovor na uočena ograničenja, predložen je koncept integrisane baze podataka zasnovane na rezultatima veštačenja saobraćajnih nezgoda. Predloženi model omogućava validaciju uticajnih faktora, izdvajanje dominantnog uticajnog faktora i njegovo definisanje kao najverovatnijeg uzroka nastanka nezgode. Na taj način omogućava se prelazak sa deskriptivnog pristupa, zasnovanog na evidentiranju faktora, na analitički pristup zasnovan na uzročno-posledičnim vezama.

Razvijena struktura baze podataka omogućava integraciju podataka iz različitih izvora, uključujući policijske evidencije, tehničke podatke, podatke zdravstvenog sistema i rezultate veštačenja, čime se značajno unapređuju analitičke mogućnosti sistema bezbednosti saobraćaja. Poseban značaj predloženog modela ogleda se u mogućnosti njegove primene u okviru sistema upravljanja bezbednošću saobraćaja, posebno u skladu sa zahtevima standarda ISO 39001 i principima kontinuiranog unapređenja kroz PDCA ciklus.

Rezultati rada ukazuju da integracija rezultata veštačenja u baze podataka predstavlja značajan metodološki iskorak, jer omogućava preciznije definisanje uzroka nezgoda, bolje razumevanje rizika i donošenje ciljanih mera za unapređenje bezbednosti saobraćaja. Time se stvara kvalitetnija osnova za efikasno upravljanje bezbednošću saobraćaja na nacionalnom i međunarodnom nivou.

Ograničenja istraživanja ogledaju se u činjenici da predloženi model baze podataka nije verifikovan kroz empirijsku primenu na realnom skupu podataka. Takođe, dostupnost i ujednačenost podataka iz različitih izvora, kao i varijabilnost u kvalitetu i strukturi nalaza veštačenja, mogu uticati na konzistentnost analize.

Dodatno, pravni i institucionalni okviri mogu ograničiti potpunu integraciju podataka, posebno u pogledu zaštite ličnih podataka i dostupnosti sudske dokumentacije. Buduća istraživanja treba usmeriti na pilot-primenu predloženog modela i njegovu kvantitativnu validaciju u realnim uslovima.

LITERATURA

European Commission, Annual Statistical Report on Road Safety in the EU, European Road Safety Observatory, Brussels, 2024.

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

OECD/ITF, Road Safety Annual Report 2024, International Transport Forum, Paris, 2024.

European Transport Safety Council, PIN Annual Report 2024, Brussels, 2024.

OECD/ITF, Using Safety Performance Indicators to Improve Road Safety, Paris, 2022.

International Organization for Standardization, ISO 39001:2012 Road Traffic Safety (RTS) Management Systems – Requirements with Guidance for Use, Geneva, 2012.

European Commission, Common Accident Data Set (CADaS) Reference Guide, Brussels, 2015.

Agencija za bezbednost saobraćaja, Bezbednost komercijalnih vozila u saobraćaju 2017–2021, Beograd, 2022.

European Commission, CARE – Community Road Accident Database, European Road Safety Observatory, Brussels, 2024.

R. B. Naumann et al., "In-depth investigation of road traffic crashes: Methodologies and applications," Accident Analysis & Prevention, vol. 144, p. 105635, 2020.

European Commission, CADaS Methodology and Data Variables, Brussels, 2015.

J. S. Baker et al., Traffic Accident Investigation and Reconstruction. Evanston, IL: Northwestern University Center for Public Safety, 2015.

G. Yannis, E. Papadimitriou, and A. Filtness, "Big data and road safety: State of the art and future perspectives," Accident Analysis & Prevention, vol. 163, p. 106454, 2022.

G. Zhang, K. K. W. Yau, and G. Chen, "Risk factors associated with traffic accidents: A comprehensive analysis using multi-source data," Safety Science, vol. 158, p. 105973, 2023.

L. Evans, Traffic Safety. Bloomfield Hills, MI: Science Serving Society, 2004.



DOPRINOS ANALIZE DIGITALNIH VIDEO ZAPISA VEŠTAČENJU SAOBRAĆAJNIH NEZGODA

Jovan Bačić, dipl. inž. elektrotehnike, sudski veštak za oblast elektrotehnike, uža specijalnost televizija i digitalni video zapisi

Saša Pejović, dipl. inž. elektrotehnike, inženjer razvoja tehnike i tehnologije RTV

CONTRIBUTION OF DIGITAL VIDEO RECORDING ANALYSIS to the FORENSIC INVESTIGATION OF TRAFFIC ACCIDENTS

Rezime: *Cilj rada je da ukaže i predstavi mogućnosti doprinosa vremenske i prostorne analize u okviru veštačenja digitalnih video snimaka saobraćajnih nezgoda saobraćajnim veštačenjima. Pored toga, u radu se daje pregled (prikaz) različitih vrsta video zapisa, kako po načinu njihovog nastanka, tako i po njihovim svojstvima, načinima kodovanja i memorisanja. Zatim se daje prikaz osnovnih metoda obrade digitalnih snimaka sa ciljem vremenske i prostorne analize, te oblici fotodokumentacije, koja nastaje takvom analizom.*

KLJUČNE REČI: VIDEO SNIMCI SAOBRAĆAJNIH NEZGODA, VEŠTAK, NASTANAK SNIMAKA, VRSTE VIDEO SNIMAKA I NAČINI NJHOVOG KODOVANJA, METODE ANALIZE SNIMAKA, IZRADA FOTODOKUMENTACIJE VIDEO SNIMAKA NEZGODA

Abstract: *The aim of this paper is to highlight and present the possibilities of contributing temporal and spatial analysis within the framework of forensic examination of digital video recordings of traffic accidents. In addition, the paper provides an overview of different types of video recordings, both in terms of how they are created and their properties, encoding methods, and storage. It also presents the basic methods of digital video processing for the purpose of temporal and spatial analysis, as well as the forms of photo documentation generated through such analysis.*

KEY WORDS: VIDEO RECORDINGS OF TRAFFIC ACCIDENTS, FORENSIC INVESTIGATOR, CREATION/ORIGIN OF RECORDINGS, TYPES OF VIDEO RECORDINGS AND METHODS OF THEIR ENCODING, METHODS OF VIDEO ANALYSIS, PREPARATION OF PHOTO DOCUMENTATION FROM ACCIDENT VIDEO RECORDINGS

UVOD

Svedoci smo sve većeg broja video kamera koje pokrivaju i snimaju saobraćajnice, raskrsnice, gradske ulice, biciklističke staze, trotoare i parkinge.

Pored „službenih" kamera Ministarstva unutrašnjih poslova i bezbednosnih kamera gradova, postoji i veliki broj nadzornih *CCTV* kamera na raznim poslovnim i privatnim objektima, a u poslednje vreme i sve veći broj „*dash*" kamera u samim vozilima.

Kad tome dodamo da svaki savremeni mobilni telefon poseduje u sebi i fotoaparat i video kameru, jasno je da je broj sistema za snimanje vrlo veliki i da je skoro svaka saobraćajna nezgoda na neki način snimljena.

Nabrojane kamere su projektovane i proizvedene za različite namene, različitog su kvaliteta i starosti te imaju različite načine i standarde snimanja i čuvanja snimaka.

Analiza digitalnih video zapisa danas predstavlja jedan od najznačajnijih izvora objektivnih podataka u savremenom saobraćajno-tehničkom veštačenju.

Kako se snimci svih vrsta kamera sve više koriste, kako u veštačenjima, tako i sudskim procesima, svrha ovog rada je da prikaže i pojasni vrste kamera, načine na koji vrše snimanje, posebno u odnosu na promenljivi broj sličica - *frame*-ova u sekundi, upravljanje ekspozicijom u okviru *AGC* (*Automatic gain control*), načine kompresije snimaka (*H.264* i *H.265*) i njihov uticaj na parametre snimka.

Rad dalje daje osvrt na mogućnosti i prednosti analize i veštačenja video zapisa sa aspekta

autentičnosti, poboljšanja kvaliteta video zapisa – te vremenske i prostorne analize, kao doprinos daljim saobraćajnim veštačenjima.

I na kraju, u radu se prikazuju tipični oblici 2D fotodokumentacije koju je moguće izraditi u okviru vremenske i prostorne analize u okviru veštačenja digitalnih video zapisa.

TIPOVI NADZORNIH VIDEO KAMERA

Nadzorne video kamere koje pokrivaju saobraćajnice, trotoare i parkinge se mogu podeliti na tri tipične kategorije:

- službene kamere i sistemi (gradska uprava, MUP i sl.),
- *CCTV* sistemi na poslovnim i privatnim objektima,
- *dash* kamere u vozilima.

Iako ne postoje zvanični i tačni podaci o broju kamera u upotrebi, procene se kreću u okvirima datim u Tabeli 1[i], pri čemu njihov broj stalno raste.

Država	Institucionalne (Grad/MUP)	Poslovni sistemi (SME/korporacije)	Privatne (zgrade/kuće)	Ukupna procena
Srbija	~15.000 – 20.000	~120.000 – 150.000	~200.000+	~335.000 – 370.000+
Hrvatska	~10.000 – 12.000	~80.000 – 100.000	~150.000+	~240.000 – 260.000+
Slovenija	~5.000 – 6.000	~50.000 – 60.000	~70.000+	~125.000 – 140.000+
BiH	~3.000 – 5.000	~40.000 – 55.000	~50.000+	~93.000 – 110.000+
Crna Gora	~1.500 – 2.500	~12.000 – 15.000	~20.000+	~32.000 – 40.000+

Tabela 1 – Prikaz procenjenog broja nadzornih video kamera i sistema koji pokrivaju saobraćajnice, raskrsnice, određene biciklističke staze, trotoare i parkinge po tipovima u državama regiona

Pored navedenih kamera, sve češće se pojavljuju i snimci načinjeni mobilnim telefonima.

3.1. Institucionalni sistemi

Bezbednosni nadzorni sistemi koje postavljaju državne institucije postali su važan deo savremenog društva, posebno u urbanim sredinama. Ovi sistemi obuhvataju mreže video-kamera, softvere za prepoznavanje lica i tablica, kao i druge tehnologije za prikupljanje i analizu podataka u realnom vremenu. Njihova osnovna svrha je unapređenje javne bezbednosti te nadzor i upravljanje saobraćajem.

Prednosti ovakvih sistema ogledaju se u mogućnosti da se incidenti i saobraćajne nezgode na javnim prostorima dokumentuju i rasvetle, ali i da se potencijalni prekršioci odvrate od nezakonitih aktivnosti.

Ovi sistemi su postavljeni od strane državnih institucija ili institucija lokalnih samouprava. Kamere imaju najveću gustinu u centrima gradova (Beograd, Novi Sad, Zagreb). Tipično su novijeg datuma, boljeg kvaliteta i značajno standardizovanije od ostalih kamera. Javna preduzeća, škole, vrtići i bolnice čine oko 30% ovog sektora.

3.2. Mali i srednji biznisi (SME)

Bezbednosni nadzorni sistemi u malim i srednjim preduzećima postaju sve važniji alat za zaštitu imovine, zaposlenih i poslovnih procesa. Iako su nekada bili rezervisani za velike kompanije, savremene tehnologije su ih učinile finansijski prihvatljivim za manje firme. Najčešće korišćeni

sistemi uključuju video-nadzor sa 4-8 kamera, dok benzinske pumpe i veći supermarketi često imaju sisteme sa 32-64 kamere. Delovi ovih sistema pokrivaju i saobraćajnice, trotoare i naročito parkinge. Ove kamere su uglavnom postavljene stručno i u skladu sa zakonima, novijeg su datuma, boljeg kvaliteta i čuvanje snimaka je usklađeno sa zakonom. Najstroži standardi u ovoj oblasti su u bankarskom sektoru, gde se zahteva visoka rezolucija snimaka i najviši kvalitet kodeka.

3.3. Privatni sektor

Broj nadzornih sistema u privatnom sektoru je najteže proceniti, jer ne postoji obaveza registrovanja ovakvih sistema, ukoliko svojim kadrom ne pokrivaju javnu površinu.

Najviše registrovanih nadzornih sistema u privatnom sektoru je u vlasništvu stambenih zajednica, jer se masovno uvodi nadzor zbog povećanja bezbednosti okoline zgrade i zajedničkih prostorija i parkinga. Nadzorni sistemi stambenih zajednica imaju u proseku 4-6 kamera po ulazu. Značajan broj ovih kamera pokrivaju saobraćajnice i prilazne puteve.

Veliki broj ljudi samostalno instalira jeftine kineske Wi-Fi kamere (*Xiaomi*, *TP-Link*) u i na svoje kuće . Ove kamere se ne vode u zvaničnim statistikama licenci, ali čine preko 40% svih aktivnih kamera u stambenim četvrtima većih gradova.

Neke međunarodne procene[ii] govore da na jednu službenu kameru u dolazi otprilike 25-30 privatnih/poslovnih kamera, situacija u regionu je vrlo slična. Po nekim procenama, policija se u istragama u preko 70% slučajeva oslanja upravo na snimke sa privatnih objekata (malih prodavnica, kuća, zgrada).

3.4. *Dash* kamere

U većini zemalja u regionu ne postoji zvaničan državni registar koji precizno vodi broj *dash* kamera (kamera za snimanje tokom vožnje), jer se one kupuju kao dodatna oprema i ne prijavljuju se prilikom registracije vozila. Ipak, na osnovu nekih tržišnih analiza trendova prodaje i podataka o broju registrovanih vozila, mogu se izvesti prilično pouzdane procene.

U regionu se procenjuje da između 3% i 7% privatnih automobila poseduje neku vrstu nadzorne kamere, dok je kod komercijalnih vozila (kamioni, dostava i sl.), taj procenat znatno veći (preko 20%).

Procena broja *dash* kamera po državama[iii] (za 2026. godinu) je data u tabeli 2.

Država	Broj registrovanih putničkih vozila (cca)	Procenjen broj dash kamera (privatne i komercijalne)	Trend i status
Srbija	~2.500.000	120.000 – 150.000	Najveći porast zbog *YouTube* kanala i dokaza kod udesa.
Hrvatska	~1.900.000	100.000 – 120.000	Visoka svest zbog tranzita turista i strožih osiguranja.
Slovenija	~1.200.000	80.000 – 100.000	Najveći procenat "pametnih" kamera sa *ADAS* sistemima.

BiH	~1.000.000	40.000 – 50.000	Tržište u ekspanziji, uglavnom jeftiniji modeli.
Crna Gora	~250.000	10.000 – 15.000	Fokus na sezonsku vožnju i bezbednost u tranzitu.

Tabela 2 – Prikaz procenjenog broja *dash* kamera u zemljama regiona

KODOVANJE VIDEO ZAPISA I PRINCIP VELIKOG BROJA SLIČICA U PAKETU (*LONG GROUP OF PICTURES*) – *LGOP*

Tipični kodeci u savremenijim kamerama i sistemima su *H.264* (*AVC*) i *H.265* (*HEVC*). To su standardi za kompresiju videa koji omogućavaju da video visokog kvaliteta zauzima drastično manje prostora u memoriji, te da se može preneti različitim mrežama za kraće vreme i uz manje troškove. Osnovni princip je da se ne prenose sve „sličice" (*frame*-ovi), nego grupe sličica vezane u „paket-grupu", koja se posle zapisuje u memoriju ili prenosi mrežama. Kod standarda kodovanja *H.264*, tipična grupa (paket) je 16 sličica, dok je kod *H.265*, koji je njegov direktni naslednik, broj sličica u paketu ide i do 64, te tako nudi oko 50% bolju kompresiju (manju bitsku brzinu i veličinu snimka uz isti vizuelni kvalitet rekonstruisanog snimka).

Proces kodovanja kod oba standarda zasniva se na principu odbacivanja redundantnih – suvišnih podataka osnovnog digitalnog snimka, a potom manje bitnih informacija, prvo onih koji se ponavljaju unutar same sličice, pa u susednim sličicama paketa a zatim po određenim algoritmima (posebno u *H.265*), onih koji su od „manjeg značaja", prvo kao „teško uočljivi" detalji, pa onda u odnosu na „deo od interesovanja" (ROI), sve do delova paketa za koje se predvidi da će „sam posmatrač povezati" prilikom gledanja.

3.5. Osnovni nivoi redukcije podataka:

Oba kodeka koriste tri glavne metode da "skrate" video fajl:

1. Spacijalna redukcija (unutar jednog frejma) – slično kao kod *JPEG* slika, susedni pikseli sličnih boja (npr. plavo nebo) se grupišu i opisuju jednom matematičkom formulom umesto pojedinačno.
2. Temporalna redukcija (između frejmova) – umesto da čuva svaku sliku u celosti, kodek pamti samo razlike između njih u odnosu na prvu sličicu paketa, npr. ako automobil prolazi pored zgrade, zgrada se ne snima ponovo u svakom frejmu, već se samo pomera objekat – auto.
3. Entropijsko kodovanje – završni korak gde se najčešće ponavljani binarni nizovi zamenjuju kraćim kodovima (slično kao kod ZIP arhive).

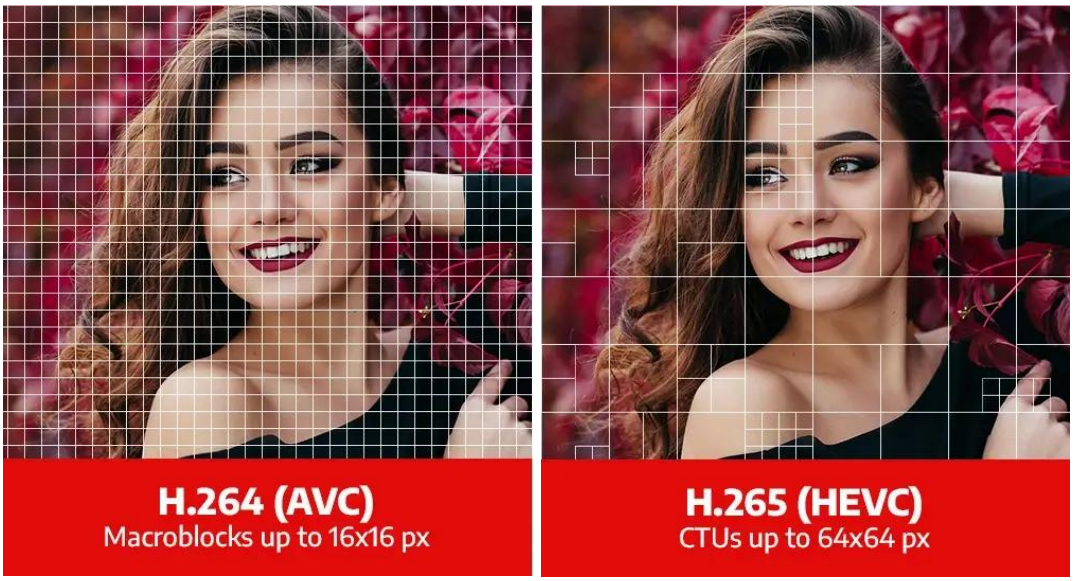
Kako proces teče (*step-by-step)*:

1. podela slike na blokove – *partitioning*,
2. predviđanje – *prediction*,
3. transformacija i kvantizacija – *transform & quantization*,
4. rekonstrukcija - *loop filter*.

3.5.1. Podela na blokove (*partitioning*)

U ovom koraku, slika se deli na kvadrate. *H.264* koristi makroblokove (*macroblocks*) fiksne veličine (najviše 16x16 piksela), dok *H.265* koristi *CTU* (*Coding Tree Units*), koji mogu biti do 64x64. Pristup sa korišćenjem *CTU* je efikasniji, jer u delovima slike gde ima detalja (lice,

tablice, pešaci, životinje itd.), koristi sitnije kvadrate, dok na uniformnim regionima (npr. zid), pravi velike kvadrate. To je osnovna tajna njegove efikasnosti.



Slika 1 – Prikaz blokova kod *H.264* (levo) i *H.265* (desno) kodovanja

3.5.2. Predviđanje (*prediction*)

Postoje dva osnovna sistema predviđanja (predikcije):

1. *Intra-prediction* – predviđa piksele unutar istog frejma na osnovu onih pored njih. *H.265* ima 35 pravaca predviđanja, dok *H.264* ima samo 9.
2. *Inter-prediction* (*motion estimation*) – traže se slični blokovi u prethodnim ili sledećim frejmovima. Softver kreira vektore kretanja.

3.5.3. Transformacija i kvantizacija (*transform & quantization*)

Ovo je ključni "*lossy*" korak (gubitak informacija):

1. Matematička operacija (*DCT*) pretvara piksele u frekvencije.
2. Kvantizacija zatim briše visoke frekvencije koje ljudsko oko ne primećuje ili slabo primećuje. U slučaju prevelikog koraka kvantizacije, dobija se karakteristično "kockanje" slike.

3.5.4. Rekonstrukcija (*loop* filter)

Da bi se izbegle oštre ivice između blokova, primenjuje se filter za zaglađivanje. *H.265* uvodi *SAO* (*Sample Adaptive Offset*) filter koji dodatno popravlja ivice i smanjuje "*ringing*" efekat oko titlova ili kontura. Glavne razlike *H.264* (*AVC*) i *H.265* (*HEVC*) kodeka su prikazane u tabeli 3.

Karakteristika	H.264 (AVC)	H.265 (HEVC)
Veličina bloka	Do 16x16 (*Macroblock*)	Do 64x64 (CTU)
Efikasnost	Standardna	~50% bolja od H.264
Procesorska snaga	Mala (svaki uređaj ga lako pušta)	Velika (zahteva moderan hardver)
Primena	HD video, stariji *CCTV*, YouTube	4K, 8K, *HDR*, nove *GoPro* kamere

Tabela 3 – Prikaz glavnih karakteristika *H.264* (*AVC*) i *H.265* (*HEVC*) kodeka[iv]

H.265 omogućuje znatno veću kompresiju, ali je zato mnogo kompleksniji za dekodovanje.

3.6. Glavne mane starijih sistema

Stariji sistemi skoro isključivo koriste *H.264* (*AVC*) ili čak stariji *MPEG-4*. Procena je da ovakvih sistema među *CCTV* sistemima ima najmanje 30%.

Glavne mane ovih sistema su sledeće:

1. Nizak *bitrate*: Da bi uštedeli prostor, ovi snimači agresivno kompresuju sliku. Rezultat su „kocke" (artefakti) oko pokretnih objekata.
2. *Interlaced* video (preplitanje): Stare analogne kamere često daju "češalj" efekat na ivicama objekata koji se kreću. To zahteva dodatni korak *de-interlacing*-a.
3. Mali broj sličica u sekundi (*FPS*): Često snimaju u samo 6 ili 12 frejmova po sekundi, što je premalo za preciznu rekonstrukciju sudara pri velikim brzinama.
4. Apsolutna većina modernih i srednje starih snimača (*DVR/NVR*) podrazumevano koristi različitu bitsku brzinu u sekundi - *VBR* (*Variable Bit Rate*).To je ekonomski najisplativije rešenje za video nadzor, pošto je jedan od osnovnih ciljeva svakog sistema nadzora da uštedi prostor na hard disku, ali to za analitičara predstavlja delikatan proces, pažljiv i ozbiljan posao.
5. Gubitak sitnih detalja: Kod *VBR*-a, kodek (*H.264*|*H.265*) odlučuje šta je „nebitno". Pri lošem svetlu, on može odlučiti da je tekstura asfalta nebitna, što briše referentne tačke na tlu koje su prilikom analize potrebne za kalibraciju visine kamere.

VFR – VARIABLE FRAME RATE

Savremene kamere za video nadzor ne rade sa fiksnim parametrima snimanja. Umesto toga, one koriste napredne algoritme koji dinamički prilagođavaju ekspoziciju, osetljivost i broj frejmova u sekundi trenutnim svetlosnim uslovima. Jedan od ključnih mehanizama u tom procesu je **promenljivi *frame rate* (*VFR – Variable Frame Rate*)**.

Prilikom snimanja, svaki frejm ima ograničeno vreme trajanja. To znači da je maksimalna ekspozicija direktno vezana za *frame rate* i to kao:

$$\textbf{Max ekspozicija} = \frac{\mathbf{1}}{\boldsymbol{FPS}}$$

Tabela 4 prikazuje najčešće korišćene *frame rate*-ove i maksimalna trajanja ekspozicije za svaki od njih.

Frame rate	Max ekspozicija [ms]
30	33
25	40
15	66
10	100
5	200

Tabela 4 – Prikaz najčešćih *frame rate*-ova i maksimalnih trajanja ekspozicija

Kada kamera smanji broj frejmova u sekundi, ona praktično otvara mogućnost za produženje ekspozicije svakog pojedinačnog frejma. To dalje omogućava senzoru da prikupi više svetla bez potrebe za elektronskim pojačavanjem signala (*gain*), koje dovodi do povećanja nivoa šuma.

Svetlosni uslovi	Podešavanje ekspozicije	Rezultujuća slika
Dobro osvetljenje	• visok FPS (25–30) • kratka ekspozicija • nizak *gain*	• fluidan pokret • oštra slika, bez šuma
Slabo osvetljenje	• smanjen FPS (5–15) • duža ekspozicija • podignut *gain*	• blago „seckanje" pokreta • svetlija slika, sa nešto više šuma
Veoma tamno okruženje	• vrlo nizak FPS (1–5) • veoma duga ekspozicija • visok *gain*	• jako „seckanje" pokreta • slika vidljiva, ali zamućena i sa mnogo šuma

Tabela 5 – Prikaz podešavanja kamere u različitim svetlosnim uslovima

Podešavanje ekspozicije kamere se zasniva na kontinualnoj petlji odlučivanja, koja se izvršava za svakih nekoliko frejmova. U toj petlji kamera balansira tri ključna parametra:

- **Ekspozicija (*shutter time*)** – primarni alat za kontrolu svetline,
- ***Frame rate* (*FPS*)** – određuje maksimalno trajanje ekspozicije i
- ***Gain* (*ISO*)** – pojačava signal, ali uvodi dodatni šum.

Fiksne nadzorne kamere snimaju određen prostor u različitim svetlosnim uslovima i veći deo kadra je tipično statičan. Stoga, prioritet se stavlja na maksimizaciju kvaliteta slike.

U tipičnom scenariju rada fiksne nadzorne kamere, kada snimana scena ima malo svetlosti:

- Kamera prvo pokušava da produži ekspoziciju do granice podešenog *FPS*-a.
- Nakon dostizanja limita ekspozicije (1/*FPS*), kamera smanjuje *FPS* (ukoliko je *VFR* dozvoljen) i zatim produžava ekspoziciju.
- Ukoliko prethodni koraci ne dovedu osvetljenost na ciljanu vrednost, kamera podiže osetljivost (*gain*).

Ove akcije imaju za cilj da daju maksimalan kvalitet slike uz minimalan šum.

Dashcam uređaji (kamere u vozilima) snimaju saobraćaj ispred vozila u kojem se nalaze, ali se i one same konstantno kreću, tako da je u ovom scenariju potrebo prioritet staviti na što vernije beleženje pokreta. Takođe, svetlosni uslovi snimanja su tipično povoljniji, jer i kada je noć, farovi vozila osvetljavaju ono što se dešava ispred kamere. U ovom slučaju, poželjno je ranije podizanje osetljivosti, a smanjenje *FPS*-a tek kao poslednja mera.

U tipičnom scenariju rada *dashcam* uređaja, kada snimana scena nema dovoljno svetlosti:

- Kamera prvo pokušava da produži ekspoziciju do granice podešenog *FPS*-a.
- Nakon dostizanja limita ekspozicije, kamera povećava *gain*.
- Tek na kraju smanjuje *FPS* (ukoliko je *VFR* dozvoljen) i zatim produžava ekspoziciju.

3.7. Adaptivna promena podešavanja pri detekciji pokreta

Jedna od važnih funkcija modernih sistema je reakcija na detekciju pokreta.

Kada kamera detektuje kretanje:

- povećava FPS,
- skraćuje ekspoziciju i
- povećava *gain*.

Ova promena omogućava bolju analizu pokreta, iako uvodi više šuma u sliku.

3.8. Prednosti i kompromisi

Upotreba *VFR*-a donosi jasne prednosti:

- bolji odnos signal/šum,
- manje potrebe za visokim *gain*-om i efikasnije korišćenje memorije.

Međutim, postoje i kompromisi:

- zamućenje slike zbog duge ekspozicije,
- „seckanje" pokreta pri niskom FPS-u i otežano praćenje brzih objekata.

U realnosti ne postoji „idealno" podešavanje parametara snimanja, zbog velikog broja različitih scenarija i promenljivosti uslova, zbog toga napredne kamere koriste: VFR, AE algoritme i detekciju pokreta da **kontinuirano balansiraju radi povećanja kvaliteta slike.**

METODOLOGIJA ANALIZE DIGITALNIH VIDEO SNIMAKA

Identifikacija	Uvid u same snimke i propratnu dokumentaciju, utvrđivanje i dokumentovanje delova snimaka koji sadrže radnju od interesa.
Autentikacija	• Uvid u parametre snimka i njihovo poređenje sa tehničkim parametrima sistema na kojem je nastao. • Uvid u parametre snimaka i njihovo poređenje sa vremenskim odrednicama vezanim za događaj od interesa. • U slučajevima kada snimci nisu na poznat ili adekvatan način izuzeti sa nadzornog sistema, neophodno je izvršiti i autentikaciju sadržine snimaka, kako bi se utvrdilo da li je na njima vršena neka manipulacija pre prilaganja.
Konverzija u format pogodan za dalju manipulaciju	Ukoliko su snimci u *proprietary* (proizvođačkom) formatu, potrebno je izvršiti njegovu konverziju u neki od oblika pogodnih za dalju obradu. Prilikom konverzije, neophodno je obezbediti da konvertovani snimci u potpunosti sadržinski odgovaraju originalnim.
Prevođenje u *CFR*	U slučajevima kada se utvrdi da je snimak *VFR*, potrebno ga je prevesti u *CFR*, kako bi ga
Obrada u cilju poboljšanja uočljivosti detalja	U cilju bolje uočljivosti detalja od interesa, često je potrebno izvršiti određena poboljšanja slike (zumiranje, izoštravanje, korekciju ekspozicije i sl.).
Izrada fotodokumentacije	• Izvoz snimaka ili delova snimaka u vidu pojedinačnih sličica - frejmova • Uvećavanje određenih regiona slike, koji sadrže radnju od interesa • Izdvajanje određenih karakteristika i dimenzija objekata na

	slici

Tabela 6 – Prikaz metodologije veštačenja video snimaka

3.9. Identifikacija

Propratna dokumentacija bi trebalo da sadrži podatke o snimcima, kada i kako su izuzeti sa nadzornog sistema ili na koji drugi način su pribavljeni - primljeni. Uvidom u snimke, potrebno je utvrditi i dokumentovati delove (periode) snimaka koji sadrže radnju od interesa.

3.10. Autentikacija

Prvi korak u autentikaciji je uvid u parametre snimka i njihovo poređenje sa tehničkim parametrima sistema na kojem je nastao. Ukoliko neki od parametara (kodek, rezolucija, *bitrate*, *writing application*, *writing library* i sl.) ne odgovara sistemu na kojem je snimak nastao, to je nepogrešiv pokazatelj da snimak nije originalan. Isto važi i za snimke nastale snimanjem mobilnim telefonom, *dash* kamerom ili nekim drugim snimajućim uređajem.

Snimci poslati putem društvenih mreža ili aplikacijama za razmenu podataka sadrže određene metapodatke, koji omogućavaju potvrđivanje ovakvog načina slanja, ali ne i adekvatne podatke o izvornim snimcima, te je u slučaju ovako primljenih snimaka neophodno izvršiti autentikaciju sadržine snimaka, kako bi se utvrdilo da li je na njima vršena neka manipulacija pre slanja. Isto važi i za snimke za koje nije poznat način izuzimanja ili su izuzeti od strane nestručne ili neovlašćene osobe.

Primer *MediaInfo* podataka jednog snimka nadzorne kamere je dat u nastavku.

General
Complete name:
Format: Matroska
Format version: Version 2
File size: 221 MiB
Duration: 4 min 0 s
Overall bit rate: 7 687 kb/s
Writing application: MilestoneWriter
Writing library: MilestoneMux

Video #1
ID: 1
Format: AVC
Format/Info: Advanced Video Codec
Format profile: Main@L4.1
Format settings: CABAC / 1 Ref Frames
Format settings, CABAC: Yes
Format settings, Reference frames: 1 frame
Format settings, GOP: M=1, N=8
Codec ID: V_MPEG4/ISO/AVC
Width: 1 920 pixels
Height: 1 080 pixels
Display aspect ratio: 16:9
Frame rate mode: Variable
Color space: YUV
Chroma subsampling: 4:2:0 (Type 0)
Bit depth: 8 bits
Scan type: Progressive
Language: English
Default: Yes
Forced: No
Color range: Full

Color primaries:	BT.709
Transfer characteristics:	BT.709
Matrix coefficients:	BT.709

3.11. Konverzija u format pogodan za dalju manipulaciju

Snimci poslati na veštačenje su neretko u obliku koji nije pogodan za dalju obradu. Najčešće je to neki od *proprietary* (proizvođačkih) formata (npr. *.dav* ili *.264*) ili čak u sirovom obliku (npr. projekat izvezen iz nadzornog sistema). U tim slučajevima je potrebno prevesti (konvertovati) takve snimke u oblik moguć i pogodan za dalju obradu. Prilikom takvog konvertovanja, neophodno je obezbediti da konvertovani snimci u potpunosti sadržinski odgovaraju originalnim, odnosno da se promeni samo oblik, ali ne i sadržina samih snimljenih materijala. Ukoliko su snimci u obliku projekta izvezenog iz nadzornog sistema, prilikom izdvajanja snimaka, neophodno je uključiti i opciju upisivanja originalnog vremenskog koda (*timestamp*) u video snimak, jer, u slučaju *VFR*-a upisani vremenski kod predstavlja jedinu pouzdanu referencu za kalibraciju.

3.12. Prevođenje u *CFR*

Prevođenje snimaka sa promenljivim brojem sličica – frejmova u sekundi – *VFR* u oblik sa konstantnim brojem frejmova u sekundi – *CFR* predstavlja važan korak u obradi video materijala. Kod *VFR* snimaka, broj frejmova u sekundi se prilagođava situaciji u zavisnosti od složenosti scene i svetlosnih uslova, čime se štedi prostor i optimizuju performanse. Međutim, ovakav format može izazvati probleme u programima za obradu, jer oni „uvoze" *VFR* materijal i pokušavaju da ga "interpretiraju" kao da ima konstantan *frame rate*. U praksi, to znači da softver mapira frejmove na vremensku liniju prema prosečnom *fps*-u snimka. Ovo često funkcioniše za jednostavne projekte, ali može dovesti do nekoliko tipičnih problema:

- preskakanje ili dupliranje frejmova,
- netačan prikaz trajanja snimka,
- problemi pri eksportu (renderu).

Zbog toga se vrši konverzija u *CFR*, gde je broj frejmova po sekundi stabilan tokom celog trajanja videa. Proces konverzije podrazumeva interpolaciju ili dupliranje frejmova kako bi se postigla željena frekvencija. U veštačenju, gde je neophodno da se konvertovani materijal ne razlikuje od originalnog, potrebno je koristiti dupliranje frejmova, kako se ne bi stvarali interpolirani frejmovi, čija sadržina ne odgovara u potpunosti originalnom materijalu. Pravilnim odabirom parametara konverzije, moguće je zadržati visok kvalitet slike i ne uticati na sadržinu snimaka. Naravno, u ovakvim slučajevima, postojanje trake sa vremenskim kodom (*timestamp*) je od krucijalnog značaja, jer omogućava precizno vremensko kalibrisanje.

3.13. Obrada u cilju poboljšanja uočljivosti

Obrada snimaka u cilju poboljšanja uočljivosti detalja od interesa predstavlja važan segment svakog veštačenja. Ove metode omogućavaju isticanje relevantnih informacija koje bi inače mogle ostati neprimećene.

Jedna od osnovnih tehnika je podešavanje kontrasta i osvetljenja, čime se koriguje odnos između svetlih i tamnih delova slike. Time se detalji u senkama ili preeksponiranim (presvetlim) zonama čine vidljivijim. Sličan pristup koristi se i kroz histogramsku ekvalizaciju, kojom se raspodela intenziteta piksela prilagođava, kako bi se povećala globalna ili lokalna jasnoća slike.

Filtriranje slike igra ključnu ulogu. Na primer, oštrenje (*sharpening*) naglašava ivice i fine strukture, dok uklanjanje šuma (*denoising*) smanjuje nasumične varijacije koje mogu prikriti

važne detalje. Postoje različiti filteri, poput Gausovog (*Gaussian*) ili usrednjavajućeg (*median*), koji se biraju u zavisnosti od potreba veštačenja.

Naprednije metode uključuju segmentaciju slike, kojom se izdvajaju regioni od interesa na osnovu boje, teksture ili intenziteta. Time se analitičaru omogućava da se fokusira isključivo na relevantne delove slike. Takođe, transformacije u frekventni domen (npr. Furijeova transformacija) omogućavaju izdvajanje određenih frekvencijskih komponenti, što može pomoći u detekciji obrazaca ili teško uočljivih struktura.

Sve ove metode imaju za cilj da unaprede interpretaciju vizuelnih podataka, čineći ih jasnijim i korisnijim za donošenje odluka u različitim domenima.[v]

3.14. Izrada fotodokumentacije

Po završetku obrade snimaka, potrebno je izraditi fotodokumentaciju, prema zahtevima iz zadatka veštačenja.

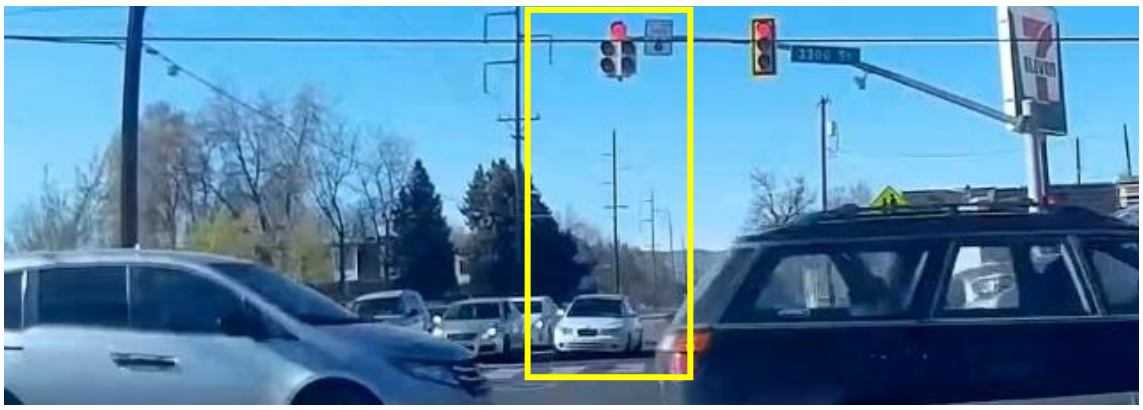
Najčešće je potrebno izvršiti:

- izvoz snimaka ili delova snimaka u vidu pojedinačnih sličica – frejmova,
- uvećavanje određenih regiona slike, koji sadrže radnju od interesa,
- izdvajanje određenih karakteristika i dimenzija objekata na slici.

U nastavku su dati primeri delova fotodokumentacije, koja nastaje analizom snimaka nadzorne (slika 2) i *dash* kamere (slike 3 i 4).



Slika 2 – Prikaz dela fotodokumentacije snimka saobraćajne bezbednosne kamere



Slika 3 – Uveličan prikaz trenutka ulaska vozila u raskrsnicu kroz crveno svetlo



Slika 4 – Prikaz dela fotodokumentacije snimka *dash* kamere

Svaki od prethodno navedenih koraka mora biti detaljno i adekvatno dokumentovan, kako autentičnost snimaka, kako priloženih, tako i onih koji su prošli konverzije i manipulacije od strane veštaka, ne bi mogla biti osporena.

ZAKLJUČAK

Svedoci smo prisustva sve većeg broja kamera i digitalnih video snimača različite namene, specifičnih osobina i starosti u svim aspektima života i rada pa tako i saobraćaja, kako vozila, tako i kretanja pešaka, bicikla, trotineta, skejtbordova, pa čak i električnih „jednotočkaša".

Digitalni video zapisi su postali sve češći i sve bitniji sastavni delovi analiza, procena, veštačenja i sudskih sporova u slučaju saobraćajnih nezgoda i drugih oštećenja vozila i ostalih učesnika u saobraćaju.

U svakodnevnoj upotrebi je čitav spektar različitih kamera i sistema za beleženje digitalnih video zapisa sa više međusobno različitih kodeka, koji ima čitav niz različitih parametara, koji zavise kako od samog kodeka, tako i od uslova snimanja kojima se na više različitih načina prilagođavaju.

Kod savremenih kamera i sistema, ovi načini su međusobno povezani, kako bi se korišćenjem naprednih algoritama dobili što kvalitetniji snimci, te njihovi parametri često variraju.

Iako digitalni video zapisi zahtevaju pažljivu tehničku obradu i stručno tumačenje, naročito zbog mogućih kompresionih artefakata, promenljivog frame rate režima, perspektivnih distorzija i drugih ograničenja, njihova dokazna vrednost je izuzetna.

Da bi se mogli ispravno i autentično koristiti, snimci sa kojima se susrećemo pri analizama i veštačenjima saobraćajnih nezgoda, važno je prvo obaviti stručnu i pouzdanu analizu i po potrebi digitalno veštačenje ovih snimaka, kako bi dalje saobraćajne analize i veštačenja bili precizniji i pouzdaniji.

U radu je dat prikaz metodologije analize digitalnih video zapisa i osnovnog fotodokumentovanja, koji bi mogli biti od značaja i koristi za sve procese koji se odnose na saobraćajne nezgode.

[1] *Procena SHARE fondacije*

[1] *HS Markit, sada deo S&P Global - 2025 (prate prodaju CCTV kamera)*

[1] *Mordor Intelligence za 2025/2026,*

[1] *IEC62676 standardi za CCTV video nadzor i EBU Tech 3320*

[1] *Quantum Journal of Engineering, Science and Technology, Digital Madia Analysis Case studies 2025*



TRANSFORMACIJA PROCESA PROCJENE ŠTETA U OSIGURANJU: VJEŠTAČKA INTELIGENCIJA, DIGITALIZACIJA I HIBRIDNI MODELI UPRAVLJANJA RIZIKOM

Mr Igor Radojević, dipl. ing.
Ahmed Kolar, dipl.ing.
Fakultet sa saobraćaj komunikacije i logistiku, Budva, Pro Assistance Consulting, Podgorica

TRANSFORMATION OF THE DAMAGE ASSESSMENT PROCESS IN INSURANCE: Artificial intelligence, digitization and hybrid risk management models

Sažetak

Proces procjene šteta predstavlja ključnu operativnu funkciju u sektoru osiguranja, direktno utičući na finansijsku stabilnost društava, visinu tehničkih rezervi i zadovoljstvo klijenata. Tradicionalni modeli procjene šteta karakterišu se manuelnim procesima, fragmentisanim bazama podataka i dužim vremenom obrade, što povećava operativne troškove i rizik od moralnog hazarda. Digitalna transformacija, uključujući primjenu vještačke inteligencije, digitalnog FNOL-a, live video procjene i integrisanih platformi poput Event OS-a, omogućava automatizaciju rutinskih zadataka, standardizaciju odluka i smanjenje informacionih asimetrija. Istovremeno, hibridni modeli kombinuju algoritamsku analitiku i ljudsku ekspertizu kako bi se obezbijedila regulatorna sigurnost i precizna procjena složenih slučajeva. Rad analizira teorijski okvir digitalne transformacije, istraživački model i praktične implikacije implementacije integrisanih digitalnih sistema, ističući njihov uticaj na efikasnost, smanjenje operativnih troškova, broj spornih slučajeva i stabilnost tehničkih rezervi. Zaključak naglašava strateški značaj digitalnih tehnologija i hibridnog pristupa za modernizaciju procesa upravljanja štetama u osiguranju.

Ključne riječi: Digitalna transformacija, osiguranje, vještačka inteligencija (AI), FNOL (First Notice of Loss), hibridni model, AI analiza šteta, pravljanje rizikom.

Abstract

The claims assessment process represents a key operational function in the insurance sector, directly affecting the financial stability of companies, the level of technical reserves and client satisfaction. Traditional damage assessment models are characterized by manual processes, fragmented databases and longer processing times, which increase operational costs and the risk of moral hazard. Digital transformation, including the application of artificial intelligence, digital FNOL, live video assessment and integrated platforms such as Event OS, enables automation of routine tasks, standardization of decisions and reduction of information asymmetries. At the same time, hybrid models combine algorithmic analytics and human expertise to provide regulatory certainty and accurate assessment of complex cases. The paper analyzes the theoretical framework of digital transformation, the research model and the practical implications of the implementation of integrated digital systems, highlighting their impact on efficiency, reduction of operating costs, number of disputed cases and stability of technical reserves. The conclusion emphasizes the strategic importance of digital technologies and a hybrid approach for the modernization of the insurance claims management process..

Key words: Digital transformation, insurance, artificial intelligence (AI), FNOL (First Notice of Loss), hybrid model, AI claims analysis, risk management

Uvod

Proces procjene šteta predstavlja jednu od najznačajnijih operativnih funkcija u djelatnosti osiguranja, jer direktno utiče na finansijsku stabilnost društva, visinu tehničkih rezervi, pokazatelje profitabilnosti (loss ratio, combined ratio), ali i na reputaciju i zadovoljstvo klijenata. Efikasno i pravovremeno upravljanje štetama ima ključnu ulogu u očuvanju solventnosti osiguravajućih društava, budući da visina i dinamika isplata šteta u velikoj mjeri određuju finansijske rezultate poslovanja i dugoročnu održivost sistema osiguranja. Upravljanje štetama stoga nije samo administrativna procedura obrade zahtjeva za naknadu štete, već

kompleksan sistem odlučivanja koji uključuje procjenu uzročnosti nastanka štetnog događaja, analizu obima i prirode oštećenja, procjenu pravne osnovanosti zahtjeva, kao i određivanje adekvatne visine naknade u skladu sa uslovima osiguranja i relevantnim regulatornim standardima (Cummins & Weiss, 2014).

Tradicionalni modeli procjene šteta zasnivaju se na terenskim izlascima procjenitelja, manuelnoj obradi dokumentacije, fragmentisanim bazama podataka i ograničenoj razmjeni informacija između sektora (claims, underwriting, aktuarska funkcija). U takvom organizacionom okviru proces obrade šteta često je spor i administrativno zahtjevan, jer uključuje veliki broj uzastopnih koraka i ručnih procedura. Ovakav pristup često generiše duže vrijeme obrade (turnaround time – TAT), veće operativne troškove, kao i povećani rizik od informacionih asimetrija između osiguravača i osiguranika. Posljedica takvih asimetrija može biti i pojava moralnog hazarda, odnosno oportunističkog ponašanja osiguranika u procesu prijave i procjene štete (Arrow, 1963).

Digitalna transformacija u osiguranju, podstaknuta razvojem vještačke inteligencije (AI), mašinskog učenja (ML), cloud infrastrukture i tehnologija komunikacije u realnom vremenu, značajno mijenja paradigmu upravljanja štetama. Savremeni digitalni alati omogućavaju automatizaciju velikog broja operativnih aktivnosti koje su ranije zahtijevale manuelni rad i fizičko prisustvo procjenitelja. Umjesto reaktivnog i papirnog modela upravljanja štetama, razvija se integrisani digitalni ekosistem koji povezuje prijavu štete (FNOL – First Notice of Loss), daljinsku procjenu, automatizovanu analitiku i antifraud sisteme u jedinstveni operativni tok (Deloitte, 2022; McKinsey & Company, 2021).

U tom kontekstu, digitalne platforme za upravljanje štetama postaju sve važniji element savremenog poslovnog modela osiguravajućih društava. Platforme poput Pro Assistance, sa operativnim sistemom Event OS, predstavljaju primjer implementacije integrisanog digitalnog modela upravljanja štetama koji objedinjuje različite tehnološke funkcionalnosti u jedinstveni informacioni sistem. Ovakvi sistemi omogućavaju primjenu live video procjene, geo-verifikaciju lokacije događaja, centralizovani digitalni dosije i primjenu algoritama vještačke inteligencije za analizu oštećenja, čime se transformiše tradicionalna organizacija rada i povećava efikasnost procesa procjene.

Cilj ovog rada jeste da objedini teorijski okvir digitalne transformacije sa analizom istraživanja i praktičnim implikacijama primjene integrisanih digitalnih platformi za upravljanje štetama. Poseban fokus rada usmjeren je na analizu potencijalnog uticaja digitalnih tehnologija na unapređenje operativne i finansijske efikasnosti društava za osiguranje, kao i na razmatranje uloge hibridnih modela upravljanja rizikom koji kombinuju algoritamsku analitiku i ljudsku ekspertizu.

Teorijski okvir digitalne transformacije

Digitalna transformacija kao organizaciona promjena

Digitalna transformacija u savremenim organizacijama predstavlja jedan od ključnih procesa prilagođavanja poslovanja novim tehnološkim i tržišnim uslovima. U sektoru osiguranja, ovaj proces ne odnosi se samo na uvođenje novih informacionih tehnologija, već podrazumijeva kompletnu transformaciju načina na koji organizacije upravljaju procesima. Digitalna transformacija tako postaje strateški proces koji utiče na strukturu organizacije, način donošenja odluka i operativne modele poslovanja.

U literaturi digitalna transformacija se definiše kao širi proces organizacionih promjena koji prevazilazi samu digitalizaciju postojećih procedura. Kako navodi Vial, digitalna

transformacija predstavlja **„proces koji ima za cilj unapređenje organizacije pokretanjem značajnih promjena u njenim svojstvima kroz kombinaciju informacionih, računarskih, komunikacionih i konektivnih tehnologija“** (Vial, 2019, str. 118). Ovakvo shvatanje naglašava da digitalna transformacija podrazumijeva ne samo tehnološku inovaciju, već i promjenu poslovnih modela, organizacione strukture i načina donošenja odluka unutar organizacije.

U oblasti osiguranja posebno je značajan uticaj digitalne transformacije na proces upravljanja štetama, koji predstavlja jednu od centralnih operativnih funkcija osiguravajućih društava. Tradicionalni modeli procjene šteta u velikoj mjeri zasnovani su na manuelnoj obradi dokumentacije, fizičkom izlasku procjenitelja na teren i fragmentisanim informacionim sistemima. Ovaj pristup rezultira sporijim procesima obrade, većim operativnim troškovima i ograničenom mogućnošću analize rizika u realnom vremenu. Razvojem digitalnih tehnologija stvoreni su uslovi za transformaciju ovih procesa kroz promjenu automatizovanih sistema obrade podataka i napredne obrade podataka (analitike).

Kada se govori o upravljanju štetama, digitalna transformacija obuhvata niz međusobno povezanih tehnoloških i organizacionih inovacija. Jedna od ključnih komponenti jeste automatizacija procesa prijave štete putem digitalnih kanala, poznata kao digitalni FNOL (*First Notice of Loss*). Ovakav sistem omogućava osiguranicima da prijave štetu putem mobilnih aplikacija, online platformi ili digitalnih formi. Ovime se značajno skraćuje vrijeme početne obrade i omogućava brže pokretanje procesa procjene štete.

Paralelno sa tim, savremeni sistemi sve češće koriste algoritme vještačke inteligencije za klasifikaciju i analizu oštećenja na osnovu fotografija ili video materijala. Primjena ovih tehnologija omogućava automatizaciju određenih faza tog procesa. Prema analizi konsultantske kuće McKinsey, **„vještačka inteligencija ima potencijal da automatizuje značajan dio procesa obrade šteta i time značajno smanji vrijeme obrade i operativne troškove u osiguranju“** (McKinsey & Company, 2021, str. 12).

Pored toga, značajan element digitalne transformacije predstavlja posredovanje podataka između različitih funkcionalnih sektora unutar osiguravajućih društava. Posebno, između sektora za štete i sektora za procjenu rizika. Integrisani informacioni sistemi omogućavaju razmjenu podataka u realnom vremenu, što doprinosi preciznijoj procjeni rizika i efikasnijem upravljanju portfoliom osiguranja.

Međutim, brojna istraživanja ukazuju da sama implementacija novih tehnologija nije dovoljna da bi se ostvarili puni efekti digitalne transformacije. Prema teoriji tehnološke komplementarnosti, maksimalni efekti digitalizacije postižu se tek kada se tehnološke inovacije implementiraju paralelno sa odgovarajućim organizacionim promjenama, jer organizacioni rezultati zavise od međusobne usklađenosti tehnologije, strukture i poslovnih procesa (Milgrom & Roberts, 1995, str. 22–23).

Ukoliko se digitalizacija posmatra isključivo kao uvođenje novih softverskih rješenja bez promjene postojećih procedura i organizacione kulture, efekti takvih investicija često ostaju ograničeni.

U kontekstu osiguranja to znači da digitalna transformacija procesa upravljanja štetama mora biti praćena redefinisanjem radnih procedura, većom integracijom informacionih sistema i jačanjem analitičkih kapaciteta organizacije. Tek kombinacijom tehnoloških inovacija i organizacionog prilagođavanja moguće je ostvariti značajna poboljšanja u efikasnosti,

Vještačka inteligencija u procjeni šteta

Primjena vještačke inteligencije (AI) u sektoru osiguranja postaje sve značajnija zbog sposobnosti algoritama mašinskog učenja da analiziraju velike količine podataka i prepoznaju obrasce koji su ljudskom oku često nevidljivi. Kako navode Jordan i Mitchell, AI sistemi omogućavaju da se **„algoritmi mašinskog učenja koriste za identifikaciju obrazaca, predviđanje troškova i detekciju anomalija u podacima“** (Jordan & Mitchell, 2015, str. 3).

U okviru procesa upravljanja štetama, AI se primjenjuje za nekoliko ključnih funkcija: automatsku klasifikaciju tipa štete, procjenu obima oštećenja na osnovu fotografija, predviđanje konačne visine isplate, te detekciju sumnjivih obrazaca, poznatu kao *fraud detection*.

Dosljednost je posebno važna u standardizovanim slučajevima, gdje AI može osigurati da slični slučajevi budu procijenjeni na isti način, smanjujući varijabilnost među procjeniteljima. Prema izvještaju McKinsey & Company, **„implementacija AI može smanjiti vrijeme obrade šteta i do 30–50% u standardizovanim slučajevima, dok istovremeno povećava konzistentnost odluka“** (McKinsey & Company, 2021, str. 12).

Ova integracija AI u procjenu šteta ne samo da povećava operativnu efikasnost, već stvara i osnovu za uvođenje hibridnog modela, u kojem algoritamske procjene služe kao preliminarne, dok ljudski stručnjaci vrše konačnu validaciju i intervenciju u složenim slučajevima. Takav pristup omogućava optimalnu kombinaciju brzine i preciznosti čime se AI i ljudska ekspertiza međusobno nadopunjuju u procesu donošenja odluka.

Informaciona asimetrija i antifraud sistemi

Sektor osiguranja je po svojoj prirodi podložan problemima moralnog hazarda i *adverse selection*, jer klijenti često raspolažu detaljnijim informacijama o okolnostima nastanka štete nego što ih ima osiguravač. Kako ističe Arrow, **„osiguranje je inherentno podložno problemima moralnog hazarda, budući da pojedinci mogu promijeniti svoje ponašanje kada su zaštićeni polisom, a osiguravač ne posjeduje potpune informacije o riziku“** (Arrow, 1963, str. 956). Sličnu perspektivu pružaju Cummins i Weiss, koji naglašavaju da **„informaciona asimetrija povećava nesigurnost u procjeni rizika i može dovesti do precjenjivanja ili podcjenjivanja tehničkih rezervi“** (Cummins & Weiss, 2014, str. 495).

U ovom kontekstu primjena tehnologija poput geo-verifikacije, vremenskog pečata, live video procjene i centralizovanog digitalnog dosijea omogućava značajno smanjenje prostora za manipulaciju podacima i retroaktivne izmjene informacija. Ovi alati omogućavaju da svi podaci o šteti budu dostupni u realnom vremenu, transparentni i nepovratni, što povećava pouzdanost procesa odlučivanja. Prema Vial-u, **„digitalna transformacija omogućava organizacijama da smanje nesigurnost informacija kroz integrisane i automatizovane procese koji povećavaju transparentnost i dosljednost odluka“** (Vial, 2019, str. 118).

AI antifraud sistemi dodatno unapređuju kontrolu rizika. Oni koriste prediktivne modele i algoritme za detekciju anomalija kako bi identifikovali sumnjive obrasce u zahtjevima za naknadu štete. Prema McKinsey & Company, **„primjena naprednih algoritama za detekciju prevara omogućava identifikaciju sumnjivih zahtjeva i smanjenje lažnih ili preuveličanih šteta, čime se povećava efikasnost i finansijska stabilnost društava za osiguranje“** (McKinsey & Company, 2021, str. 15). Ovi sistemi doprinose smanjenju gubitaka i jačanju povjerenja klijenata, dok istovremeno oslobađaju resurse procjenitelja da se fokusiraju na kompleksne ili sporove slučajeve.

Međutim, i najnapredniji AI sistemi imaju ograničenja. Algoritmi se oslanjaju na podatke iz prethodnih slučajeva, što može dovesti do grešaka u slučajevima koji odstupaju od standardnih obrazaca ili uključuju pravno sporne i emocionalno osjetljive situacije. Zbog toga se preporučuje **hibridni model**, u kojem AI generiše preliminarne procjene, dok ljudski stručnjaci vrše validaciju i nadzor. Brynjolfsson i McAfee ističu da **„kombinacija algoritamske preciznosti i ljudske ekspertize omogućava optimizaciju procesa i smanjenje sistemskih rizika“** (Brynjolfsson & McAfee, 2017, str. 67).

Ovakav hibridni pristup omogućava da digitalna transformacija stvarna organizaciona promjena.

Hibridni model: AI + ljudska ekspertiza

Iako potpuno automatizovani modeli procjene šteta omogućavaju značajno povećanje brzine obrade i standardizaciju odluka, njihova primjena nije bez ograničenja. Regulatorni zahtjevi, pravna odgovornost i reputacioni rizici zahtijevaju prisustvo ljudske ekspertize u odlučivanju o složenim i nepredvidivim slučajevima. Kako navode Brynjolfsson i McAfee, „kombinacija algoritamske preciznosti i ljudske prosudbe omogućava organizacijama da maksimiziraju efikasnost procesa, dok istovremeno smanjuju rizik od sistemskih grešaka i pravnih problema“ (Brynjolfsson & McAfee, 2014, str. 72).

U hibridnom modelu AI preuzima početnui procjenu šteta, koristeći algoritme mašinskog učenja za analizu podataka, prepoznavanje obrazaca i generisanje preliminarnih odluka. Ljudski ekspert, sa druge strane, interveniše u slučajevima koji uključuju pravne, tehničke ili etičke kompleksnosti. Ovakva sinergija omogućava:

- **Povećanje operativne efikasnosti**, jer rutinski i standardizovani predmeti mogu biti obrađeni algoritamski, oslobađajući ljudske resurse za složenije zadatke.
- **Smanjenje varijabilnosti odluka**, jer AI standardizuje procese procjene u većini slučajeva, dok ekspert interveniše samo u izuzetnim situacijama, čime se osigurava dosljednost i transparentnost u odluka.
- **Osiguranje regulatorne usklađenosti**, jer ljudski nadzor omogućava provjeru odluka algoritama u skladu sa zakonskim i etičkim normama, što je posebno značajno u slučaju spora sa klijentima ili nadzornim tijelima.
- **Smanjenje rizika sistemskih grešaka**, jer kombinacija algoritamske automatizacije i ljudske evaluacije stvara višeslojni kontrolni mehanizam koji smanjuje mogućnost propusta ili pogrešnih procjena (Brynjolfsson & McAfee, 2014, str. 75).

Digitalni FNOL (First Notice of Loss)

Digitalni FNOL (First Notice of Loss) predstavlja ključnu komponentu savremenih digitalnih sistema upravljanja štetama, jer omogućava prijavu štete u realnom vremenu, direktno sa mjesta događaja. Ovaj sistem ne ograničava se samo na osnovnu evidenciju, već uključuje geolokaciju, vremenski pečat, prenos fotografija i video materijala, kao i strukturisane obrasce koji obuhvataju sve relevantne podatke o incidentu. Takav način prikupljanja informacija omogućava osiguravaču da odmah dobije kompletnu i preciznu sliku događaja. To značajno smanjuje početnu informacijsku asimetriju između klijenta i društva za osiguranje, što je posebno važno za sprječavanje oportunističkog ponašanja.

Prema teoriji signalizacije, „vjerodostojni i vremenski validirani podaci značajno smanjuju prostor za oportunističko ponašanje i poboljšavaju kvalitet donošenja odluka“ (Spence, 1973, str. 356). U kontekstu sektora osiguranja, ova principijelna ideja znači da digitalni FNOL ne

samo da ubrzava početnu obradu šteta, već i unapređuje preciznost procjena i pouzdanost odluka u daljem toku procesa. Podaci koji se prikupljaju u realnom vremenu služe kao osnova za primjenu naprednih algoritama, uključujući AI module za automatsku klasifikaciju i predikciju visine štete, kao i za detekciju potencijalnih prevara.

S operativne strane digitalni FNOL značajno smanjuje vrijeme potrebno za početnu obradu šteta i minimizira broj naknadnih kontakata sa klijentom, čime doprinosi povećanju efikasnosti i standardizaciji procesa. Njegova integracija sa ostalim funkcionalnostima digitalnog ekosistema, kao što su live video procjena, AI analiza oštećenja i antifraud sistemi, omogućava neprekidni tok informacija i koordinisano donošenje odluka. Na ovaj način, digitalni FNOL postaje više od tehničkog alata on funkcioniše kao strateški instrument koji poboljšava pouzdanost procesa i povećava povjerenje klijenata u savremene digitalne modele upravljanja štetama.

Remote Survey (live video procjena)

Remote Survey, odnosno live video procjena, predstavlja jednu od najsnažnijih inovacija u digitalnoj transformaciji procesa upravljanja štetama. Ta tvrdanja temelji se na činjenici da to omogućava direktnu dvosmjernu audio-video komunikaciju između procjenitelja i klijenta, bez potrebe za fizičkim izlaskom na teren. Ovaj sistem nudi mogućnosti snimanja sesije, automatskog arhiviranja, „snapshot“ funkcije i evidentiranja trajanja i kvaliteta veze. Takav pristup osigurava da svaki detalj štete bude zabilježen i dostupan za kasniju verifikaciju, čime se smanjuje rizik od grešaka ili nesporazuma između klijenta i osiguravača.

Primjena live video procjene ima višestruke operativne prednosti. Prije svega, smanjuje potrebu za fizičkim izlascima procjenitelja na teren, što direktno doprinosi smanjenju operativnih troškova i optimizaciji rasporeda zaposlenih. Procjenitelji mogu efikasnije koristiti svoje vrijeme, fokusirajući se na kompleksnije slučajeve ili obavljanje dodatnih kontrolnih zadataka. Osim toga, iz perspektive lean menadžmenta, remote survey eliminiše nepotrebne transportne i vremenske gubitke (waste), što povećava procesnu efikasnost i doprinosi standardizaciji operativnih procedura (Brynjolfsson & McAfee, 2017, str. 142).

Dalje, live video procjena omogućava simultanu primjenu sa drugim digitalnim modulima, uključujući AI analizu oštećenja i antifraud sisteme. Ovaj model transformiše ulogu procjenitelja, jer on više ne djeluje samo kao terenski inspektor, već kao koordinator procesa, verifikator podataka i nadzornik algoritamskih procjena. Takva sinergija tehnologije i ljudske ekspertize predstavlja optimalan pristup u modernom upravljanju štetama, balansirajući brzinu obrade, preciznost i regulatornu sigurnost.

AI analiza oštećenja

AI modul u procesu upravljanja štetama koristi napredne algoritme prepoznavanja slika i prediktivne modele, što omogućava automatizovanu procjenu i klasifikaciju šteta. Konkretno, sistem može „identifikovati tip oštećenja, generisati heat mapu zahvaćenog dijela vozila, procijeniti okvirni trošak popravke i predložiti listu potrebnih dijelova“ (McKinsey & Company, 2021, str. 18). Ova funkcionalnost standardizuje procjenu u jednostavnijim slučajevima, smanjujući varijabilnost odluka između različitih procjenitelja i povećavajući konzistentnost i objektivnost procesa (Brynjolfsson & McAfee, 2017, str. 154).

Primjena AI u procjeni šteta omogućava značajno smanjenje operativnih troškova i vremena obrade, dok istovremeno povećava tačnost i pouzdanost odluka. Kako navode Cummins i Weiss (2014, str. 503):

„Primjena algoritama mašinskog učenja u procjeni šteta omogućava osiguravajućim kompanijama da rutinske zahtjeve obrađuju brže i konzistentnije nego ikada, dok ljudski eksperti mogu usmjeriti pažnju na složene i nejasne slučajeve. Ovaj dvostruki pristup ne samo da optimizuje operativnu efikasnost, već i poboljšava tačnost procjene štete i smanjuje rizike povezane sa informacionom asimetrijom i moralnim hazardom koji su inherentni tradicionalnom upravljanju štetama.“

Međutim, iako AI omogućava visok nivo automatizacije, konačna odluka u kompleksnim slučajevima ostaje u domenu ljudske validacije. „Hibridni model, u kojem AI generiše preliminarnu procjenu, a ekspert vrši konačnu verifikaciju, pokazuje se kao optimalno rješenje“ (Brynjolfsson & McAfee, 2017, str. 157). Takav pristup balansira efikasnost algoritamske procjene sa regulatornim, etičkim i reputacionim zahtjevima, čime se smanjuje rizik od grešaka i neusklađenosti sa zakonskim okvirima. Dodatno, ljudska validacija omogućava prilagođavanje procjene specifičnostima pojedinačnih slučajeva, uključujući višestruke tehničke i pravne aspekte šteta koje algoritmi ne mogu u potpunosti obuhvatiti (Jordan & Mitchell, 2015, str. 120).

Podaci prikupljeni kroz AI sisteme omogućavaju unapređenje underwriting modela, precizniju procjenu premija i bolju predikciju tehničkih rezervi, što doprinosi dugoročnoj finansijskoj održivosti društava za osiguranje (Swiss Re Institute, 2023, str. 42). Integracija ovih podataka u centralizovane digitalne dosijee takođe poboljšava transparentnost i omogućava regulatorima lakšu reviziju procesa (European Parliament & Council of the European Union, 2024, str. 27).

Na taj način, AI analiza oštećenja postaje ne samo operativni alat za optimizaciju procesa procjene šteta, već i strateški element digitalne transformacije, osiguravajući kombinaciju efikasnosti, preciznosti i regulatorne usklađenosti (Deloitte, 2022, str. 34).

Mrežni model upravljanja štetema (Incident Intelligence Network)

Incident Intelligence Network predstavlja napredni alat unutar digitalnih platformi za upravljanje štetama, koji omogućava mapiranje incidenata u realnom vremenu i kreiranje centralizovane baze podataka o lokacijama, učestalosti i karakteristikama događaja. Njegova funkcionalnost značajno nadilazi osnovnu operativnu ulogu procjene šteta, jer pruža osiguravačima mogućnost da strateški analiziraju obrazce štetnih događaja, identifikuju rizične zone i planiraju preventivne mjere, čime se smanjuje učestalost budućih šteta i povećava efikasnost ukupnog sistema (OECD, 2021, str. 76).

Strateški značaj ovog modula leži u transformaciji procesa osiguranja iz reaktivnog u proaktivni sistem upravljanja rizikom. Brynjolfsson i McAfee (2017, str. 198) objašnjavaju:

„Korišćenje digitalnih baza podataka za mapiranje incidenata transformiše osiguranje iz reaktivne funkcije u proaktivnu disciplinu. Sakupljanje i analiza podataka u realnom vremenu omogućava ne samo efikasnije upravljanje trenutnim zahtjevima, već i planiranje preventivnih mjera koje smanjuju ukupni broj šteta i povećavaju stabilnost tehničkih rezervi. Digitalni uvid u obrasce incidenata omogućava osiguravačima da bolje predviđaju rizike i optimizuju alokaciju resursa, čime se povećava operativna efikasnost i dugoročna profitabilnost.“

Integracija geo-verifikacije, vremenskih pečata i centralizovanih digitalnih dosijea dodatno smanjuje prostor za manipulaciju i retroaktivne izmjene podataka. To doprinosi smanjenju moralnog hazarda i jača regulatornu usklađenost. Na ovaj način, digitalna platforma ne

funkcioniše samo kao alat za brzu reakciju na štete, već i kao strateški sistem za dugoročno upravljanje rizikom i donošenje odluka u osiguranju.

Pametno povezivanje servisa za popravku (Smart Repair Connect)

Smart Repair Connect je alat koji omogućava povezivanje klijenata sa mrežom ovlaštenih partnerskih servisa na osnovu digitalne procjene štete. On omogućava ubrzanu organizaciju popravke, kontrolu kvaliteta pruženih usluga i veću transparentnost troškova, čime direktno poboljšava korisničko iskustvo i smanjuje operativne troškove društava za osiguranje (Swiss Re Institute, 2023, str. 58).

Ekonomsku vrijednost ovog alata treba posmatrati kroz prizmu vertikalne integracije dijela lanca vrijednosti. Na ovaj način, osiguravač dobija veću kontrolu nad konačnim troškovima štete, dok klijent ima koristi od bržeg procesa popravke i jasnijeg uvida u troškove. McKinsey & Company (2021, str. 42) ističu da:

„Integracija servisa popravke u digitalnu platformu omogućava osiguravajućim kompanijama da smanje troškove koordinacije, ubrzaju procese isplate i podignu nivo zadovoljstva klijenata. Time se vertikalna kontrola nad lancem vrijednosti pretvara u stratešku prednost, koja utiče i na profitabilnost i na reputaciju društva. Kompanije koje implementiraju ovakve digitalne module ostvaruju veću agilnost u upravljanju rizikom i značajno poboljšavaju operativne performanse.“

Kombinacija alata Incident Intelligence Network i Smart Repair Connect pokazuje da digitalne platforme ne služe samo za ubrzanje procesa, već i za strateško upravljanje cijelim ekosistemom osiguranja šteta. Oni omogućavaju sveobuhvatnu kontrolu nad procesom, od preventivne analize rizika, preko optimizacije resursa i procjene šteta, do upravljanja popravkom i kontrolom troškova. Na taj način, digitalna transformacija u upravljanju štetama ne samo da povećava efikasnost i smanjuje operativne troškove, već i jača konkurentnost i stabilnost društava za osiguranje na duži rok.

Analiza implikacija implementacije digitalnih sistema

Implementacija integrisanih digitalnih platformi za upravljanje štetama, kao što je Event OS, donosi višedimenzionalne implikacije koje značajno nadilaze pojedinačne operativne efekte, utičući istovremeno na finansijsku stabilnost, regulatornu sigurnost i stratešku poziciju društava za osiguranje. Digitalna transformacija procesa procjene šteta redefiniše način funkcionisanja osiguravajućih društava u slučajevima procjene šteta.

S operativnog aspekta, digitalizacija procesa omogućava značajno skraćenje prosječnog vremena obrade šteta (TAT) kroz integraciju funkcionalnosti poput digitalnog FNOL-a, live video procjene, AI analize oštećenja i centralizovanog digitalnog dosijea. Automatizacija rutinskih slučajeva oslobađa procjenitelje od repetitivnih zadataka, omogućavajući im da se fokusiraju na kompleksnije slučajeve koji zahtijevaju ekspertizu i regulatornu validaciju, što rezultira optimizacijom ljudskih resursa i smanjenjem administrativnog opterećenja. Prema McKinsey & Company (2022, str. 38), „digitalna integracija procesa smanjuje vrijeme obrade standardnih zahtjeva za štetu za 30 do 50%, oslobađajući ljudske kapacitete za upravljanje složenim predmetima i povećavajući konzistentnost odluka, dok istovremeno smanjuje operativni rizik.“ Takvo strukturisano i integrisano upravljanje štetama omogućava smanjenje varijabilnosti odluka i sistemskih grešaka, što je posebno važno u velikim portfeljima osiguranja.

Finansijske implikacije implementacije digitalnih platformi su višestruke i direktno se ogledaju u ključnim pokazateljima profitabilnosti društava za osiguranje. Smanjenje operativnih troškova po šteti ima neposredan uticaj na loss ratio i combined ratio, dok integracija podataka iz sektora claims i underwriting omogućava precizniju procjenu rizika i stabilizaciju tehničkih rezervi. Pored toga, AI antifraud sistemi dodatno smanjuju iznos lažnih ili preuveličanih šteta, što doprinosi poboljšanju loss ratio i smanjenju finansijskih gubitaka (Swiss Re Institute, 2023, str. 62). Ova kombinacija operativne i finansijske optimizacije omogućava dugoročnu održivost društava za osiguranje, jača konkurentsku poziciju na tržištu i povećava otpornost na nepredviđene događaje.

Regulatorne i pravne implikacije digitalne transformacije su jednako značajne. Centralizovani digitalni dosije, sa vremenskim pečatima, geo-verifikacijom i arhiviranjem audio-vizuelnih dokaza, značajno povećava dokaznu snagu dokumentacije u slučaju spora, dok audit trail funkcionalnost omogućava regulatorima jasnu rekonstrukciju procesa odlučivanja. Time se postiže visoki nivo usklađenosti sa principima transparentnosti, odgovornosti i dobrog korporativnog upravljanja (European Parliament & Council of the European Union, 2024, str. 45). Kroz ovaj pristup, digitalna platforma smanjuje pravni i reputacioni rizik, jačajući povjerenje klijenata i regulatornih tijela, a istovremeno omogućava društvima da usklade efikasnost poslovanja sa zahtjevima savremenih regulatornih standarda.

Strateški značaj digitalnih platformi posebno dolazi do izražaja u manjim i regionalnim tržištima poput Crne Gore, gdje cloud-bazirana arhitektura omogućava centralizovanu obradu šteta „sa jednog mjesta za više tržišta“. Takva struktura pruža mogućnost regionalne ekspertize, smanjenje dupliranja funkcija, bržu implementaciju novih AI modela i harmonizaciju procesa unutar različitih regulatornih okvira. Prema Brynjolfsson i McAfee (2017, str. 212):

„Digitalna transformacija stvara infrastrukturu koja nadilazi operativne funkcije i postaje strateški resurs. Platforme koje integrišu podatke, procese i AI modele omogućavaju kompanijama da ne samo reaktivno odgovaraju na incidente, već i proaktivno planiraju resurse, predviđaju rizike i oblikuju konkurentske prednosti kroz agilno i prediktivno upravljanje.“

Na ovaj način, digitalna platforma ne funkcioniše isključivo kao operativni alat, već postaje ključna strateška infrastruktura. Sinergija između tehnologije, ljudskog kapitala i regulatornih zahtjeva rezultira optimalnom ravnotežom između efikasnosti, sigurnosti i strateške održivosti, stvarajući prednosti koje se ogledaju u povećanoj preciznosti procjena, poboljšanju usluge klijentima i boljem planiranju poslovnih resursa.

Transformacija uloge procjenitelja u digitalnom okruženju

Digitalna transformacija procesa upravljanja štetama ne mijenja samo tehnološku infrastrukturu društava za osiguranje, već fundamentalno redefiniše profesionalnu ulogu procjenitelja. U tradicionalnom modelu, procjenitelj je primarno djelovao kao terenski inspektor, čija je osnovna funkcija bila fizički izlazak na mjesto događaja, vizuelna procjena oštećenja i izrada zapisnika. Sa razvojem digitalnih rješenja i primjenom algoritama vještačke inteligencije, uloga procjenitelja evoluira ka višeslojnoj ekspertskoj funkciji koja kombinuje analitičke, nadzorne, regulatorne i komunikacione kompetencije. Implementacijom AI modula za procjenu oštećenja i prediktivnu analitiku inicijalna procjena u velikom broju slučajeva generiše se algoritamski, dok procjenitelj postaje verifikator algoritamskih odluka, kontrolor izuzetaka i evaluator pouzdanosti modela. Ovaj pristup odgovara konceptu sistema „čovjek u petlji“, gdje se ljudska ekspertiza koristi za validaciju i korekciju automatizovanih odluka, čime se smanjuje rizik sistemskih grešaka i povećava regulatorna sigurnost (Brynjolfsson i McAfee, 2014, str. 132).

Iako AI sistemi pokazuju visoku efikasnost u standardizovanim i ponovljivim slučajevima, njihova pouzdanost opada u složenim situacijama koje uključuju višestruke uzroke štete, pravno sporne okolnosti ili emocionalno osjetljive situacije, poput teških saobraćajnih nezgoda. U takvim slučajevima procjenitelj djeluje kao analitičar izuzetaka, koristeći profesionalno iskustvo i interdisciplinarno znanje iz pravne, tehničke i komunikacione oblasti, što je ključno za održavanje kvaliteta odluka u hibridnom modelu upravljanja štetama, gdje tehnologija služi kao podrška, ali ne i zamjena ljudskom odlučivanju (Jordan i Mitchell, 2015, str. 24).

Pored toga, digitalizacija ubrzava proces obrade, ali ne eliminiše potrebu za direktnom komunikacijom sa klijentima, posebno u sporovima oko visine štete. Procjenitelj u tom kontekstu preuzima ulogu pregovarača i medijatora, gdje emocionalna inteligencija, sposobnost objašnjavanja algoritamskih odluka i transparentnost postaju jednako važne kao tehnička ekspertiza. Povjerenje klijenata ostaje u domenu ljudske interakcije i ne može biti preneseno algoritmu (Deloitte, 2022, str. 18). Uvođenje AI sistema takođe otvara pitanja algoritamske pristrasnosti, diskriminacije, odgovornosti za automatizovane odluke i zaštite podataka, što čini procjenitelja ključnim dijelom etičkog nadzora digitalnog sistema u saradnji sa pravnom i compliance funkcijom, osiguravajući da implementacija tehnologije ne kompromituje etičke i zakonske norme (European Parliament & Council of the European Union, 2024, str. 45).

Transformacija uloge procjenitelja zahtijeva kontinuiranu edukaciju u oblastima digitalne pismenosti, analitike podataka, razumijevanja AI modela, regulatorne usklađenosti i komunikacijskih vještina. Bez paralelnog razvoja ljudskog kapitala, tehnološka transformacija ostaje nepotpuna. Prema Vialu (2019, str. 118): „Tehnološke inovacije same po sebi ne garantuju efikasnost; maksimalni efekat postiže se kada se digitalna transformacija implementira u skladu sa prilagođenim organizacionim strukturama i sposobnostima ljudskih resursa. Uloga profesionalca se širi i produbljuje, zahtijevajući sinergiju između tehnologije i ljudskog odlučivanja.“

Dodatno, istraživanja pokazuju da integrisani digitalni sistemi, koji objedinjuju funkcije kao što su digitalni FNOL, live video procjena, geo-verifikacija, AI analiza oštećenja, centralizovani digitalni dosije i integracija claims i underwriting podataka, omogućavaju značajno smanjenje vremena obrade šteta, operativnih troškova i broja spornih slučajeva, dok istovremeno povećavaju konzistentnost odluka i stabilnost tehničkih rezervi (McKinsey & Company, 2021, str. 22–23). Takav pristup redefiniše tradicionalnu ulogu procjenitelja iz primarno terenskog inspektora u višedimenzionalnog stručnjaka, čija je ekspertiza jednako važna u analizi algoritamskih odluka, pregovaranju sa klijentima i nadzoru etičkih i regulatornih aspekata procesa.

Na taj način, digitalna transformacija postaje ne samo tehnološka inovacija, već i strateški proces razvoja ljudskog kapitala i unapređenja profesionalnih kompetencija unutar osiguravajuće industrije.

Zaključak i preporuke

Digitalna transformacija procesa procjene šteta predstavlja jednu od ključnih strukturnih promjena u savremenom sektoru osiguranja, sa značajnim uticajem na operativni model, upravljanje rizikom i dugoročnu finansijsku održivost društava. Uvođenje integrisanih digitalnih platformi, koje obuhvataju digitalni FNOL, live video procjenu, AI analizu oštećenja i centralizovanu obradu podataka, omogućava ubrzanje procesa, smanjenje operativnih troškova, povećanje dosljednosti odluka i unapređenje transparentnosti u upravljanju štetama.

Optimalan model upravljanja štetama zasniva na hibridnom pristupu, koji kombinuje tehnološke prednosti vještačke inteligencije sa ljudskim znanjem i iskustvom. U takvom modelu AI sistemi preuzimaju obradu rutinskih i standardizovanih slučajeva, dok ljudski procjenitelji vrše kontrolu, validaciju i odlučivanje u složenim i pravno osjetljivim situacijama. Ovakav pristup omogućava postizanje ravnoteže između efikasnosti, preciznosti i regulatorne sigurnosti, uz istovremeno očuvanje povjerenja klijenata.

Za upješnu implementaciju digitalne transformacije neophodno je osigurati usklađenost sa regulatornim zahtjevima, razviti mehanizme nadzora i kontrole AI sistema, kao i obezbijediti transparentnost i odgovornost u procesu donošenja odluka. Poseban značaj ima kontinuirano ulaganje u razvoj kompetencija zaposlenih, uključujući digitalne vještine, analitiku podataka i razumijevanje algoritamskih modela, kako bi se osigurala efikasna integracija tehnologije i ljudskog kapitala.

Digitalna transformacija procesa procjene šteta ne predstavlja samo tehnološku inovaciju, već strateški proces koji omogućava unapređenje operativne efikasnosti, jačanje konkurentnosti i dugoročnu stabilnost društava za osiguranje.

Literatura

- Arrow, K. J. (1963). *Uncertainty and the welfare economics of medical care*. American Economic Review, 53(5), 941–973.
- Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2014). *The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies*. W.W. Norton & Company.
- Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2017). *Machine, platform, crowd: Harnessing our digital future*. W.W. Norton & Company.
- Cummins, J. D., & Weiss, M. A. (2014). *Systemic risk and the U.S. insurance sector*. Journal of Risk and Insurance, 81(3), 489–528.
- Deloitte. (2022). *Digital transformation in insurance: Enhancing claims management with AI*. Deloitte Insights.
- European Parliament & Council of the European Union. (2024). *AI Act: Proposal for a regulation on artificial intelligence*. EU Official Journal.
- Jordan, M. I., & Mitchell, T. M. (2015). *Machine learning: Trends, perspectives, and prospects*. Science, 349(6245), 255–260.
- McKinsey & Company. (2021). *The future of claims: Transforming insurance with AI and automation*. McKinsey Insights.
- Milgrom, P., & Roberts, J. (1995). *Complementarities and fit: Strategy, structure, and organizational change in manufacturing*. Journal of Accounting and Economics, 19(2–3), 179–208.

- OECD. (2021). *Insurance and digital transformation: Managing risk in a connected world*. OECD Publishing.
- Spence, M. (1973). *Job market signaling*. Quarterly Journal of Economics, 87(3), 355–374.
- Swiss Re Institute. (2023). *Insurance digitalization and AI: Enhancing underwriting and claims management*. Swiss Re Reports.
- Vial, G. (2019). *Understanding digital transformation: A review and a research agenda*. Journal of Strategic Information Systems, 28(2), 118–144.



OPTIMIZACIJA POLOŽAJA KAMERE U PROGRAMSKOM PAKETU PC CRASH PRILIKOM 3D VIZUELIZACIJE

ass. dr Nenad Saulić
prof. dr Zoran Papić
prof. dr Milja Simeunović
Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
Tomislav Kučinić, Sveučilište u Zagrebu Fakultet prometnih znanosti

Rezime: U radu je analiziran postupak optimizacije položaja kamere u programskom paketu PC-Crash prilikom rekonstrukcije saobraćajnih nezgoda na osnovu video-zapisa. Poseban akcenat stavljen je na značaj pravilnog podešavanja parametara virtuelne kamere radi usklađivanja realnog video-snimka sa trodimenzionalnim modelom saobraćajne situacije. Prikazan je postupak analize video-zapisa, izdvajanja karakterističnih frejmova, formiranja 3D modela mesta nezgode i određivanja referentnih tačaka značajnih za kalibraciju kamere. Objašnjen je uticaj visine kamere, ugla posmatranja i žižne daljine na preciznost određivanja položaja vozila, pređenog puta i brzine kretanja. Posebno su analizirani parametri K1, K2 i K3 za korekciju radijalne distorzije, kao i parametri P1 i P2 za korekciju tangencijalne distorzije slike. Takođe je prikazan značaj parametra „Focal length new“ u definisanju perspektive i vidnog polja kamere. Na osnovu sprovedene analize zaključeno je da pravilna optimizacija položaja kamere predstavlja jedan od ključnih uslova za pouzdanu i preciznu rekonstrukciju saobraćajnih nezgoda primenom video-zapisa i programskog paketa PC-Crash.

Klučne reči: PC-Crash, video-zapis, optimizacija kamere, rekonstrukcija nezgoda, 3D vizuelizacija

Abstract: This paper analyzes the process of camera position optimization in the PC-Crash software package during the reconstruction of traffic accidents based on video recordings. Special emphasis is placed on the importance of proper virtual camera parameter adjustment in order to align the real video footage with the three-dimensional model of the traffic scene. The paper presents the procedure of video analysis, extraction of characteristic frames, creation of a 3D model of the accident scene, and determination of reference points significant for camera calibration. The influence of camera height, viewing angle, and focal length on the accuracy of determining vehicle positions, traveled distance, and vehicle speed is explained. Particular attention is given to the parameters K1, K2, and K3 used for radial distortion correction, as well as parameters P1 and P2 used for tangential distortion correction. The importance of the “Focal length new” parameter in defining camera perspective and field of view is also presented. Based on the conducted analysis, it was concluded that proper optimization of camera position represents one of the key conditions for reliable and accurate reconstruction of traffic accidents using video recordings and the PC-Crash software package.

Keywords: PC-Crash, video recording, camera optimization, accident reconstruction, 3D visualization

UVOD

Savremeni razvoj informacionih tehnologija i sistema video-nadzora doveo je do sve šire primene kamera u različitim oblastima svakodnevnog života. Kamere se danas koriste ne samo u svrhu zaštite objekata i imovine, već i kao značajan element savremenih saobraćajnih sistema. Njihova primena obuhvata nadzor raskrsnica, kontrolu toka saobraćaja, praćenje bezbednosti učesnika u saobraćaju, kao i evidentiranje različitih saobraćajnih događaja i nezgoda. Veliki broj urbanih sredina opremljen je mrežom nadzornih kamera, dok dodatni izvor video-zapisa predstavljaju kamere postavljene na privatnim objektima, poslovnim objektima, vozilima i drugim infrastrukturnim elementima [4, 5].

U slučajevima nastanka saobraćajnih nezgoda, video-zapisi predstavljaju izuzetno značajan izvor informacija za sprovođenje saobraćajno-tehničke analize. Ukoliko je saobraćajna nezgoda zabeležena kamerom, moguće je preciznije rekonstruisati tok događaja, utvrditi međusobne položaje učesnika, analizirati dinamiku kretanja vozila, kao i odrediti određene parametre značajne za rekonstrukciju nezgode. Na osnovu video-zapisa moguće je izvršiti procenu brzina kretanja vozila, mesta kontakta, kao i drugih elemenata koji su od značaja za utvrđivanje uzroka i okolnosti nastanka nezgode. Upravo zbog toga, video-materijal danas predstavlja jedan od važnih dokaza u postupcima analize saobraćajnih nezgoda [3].

Međutim, uprkos velikom značaju video-zapisa, njihova primena u analizi saobraćajnih nezgoda često je praćena određenim problemima i ograničenjima. Kvalitet snimka može biti umanjen usled loših vremenskih uslova, nedovoljne osvetljenosti, noćnih uslova, refleksije svetlosti, zaklonjenosti objekata ili nepovoljnog položaja kamere. Takođe, kamere često ne obuhvataju kompletnu zonu događaja, što može otežati pravilno sagledavanje putanja kretanja vozila i međusobnih odnosa učesnika nezgode. Dodatni problem predstavlja perspektivno izobličenje slike, naročito kod kamera postavljenih pod velikim uglovima ili na većim visinama.

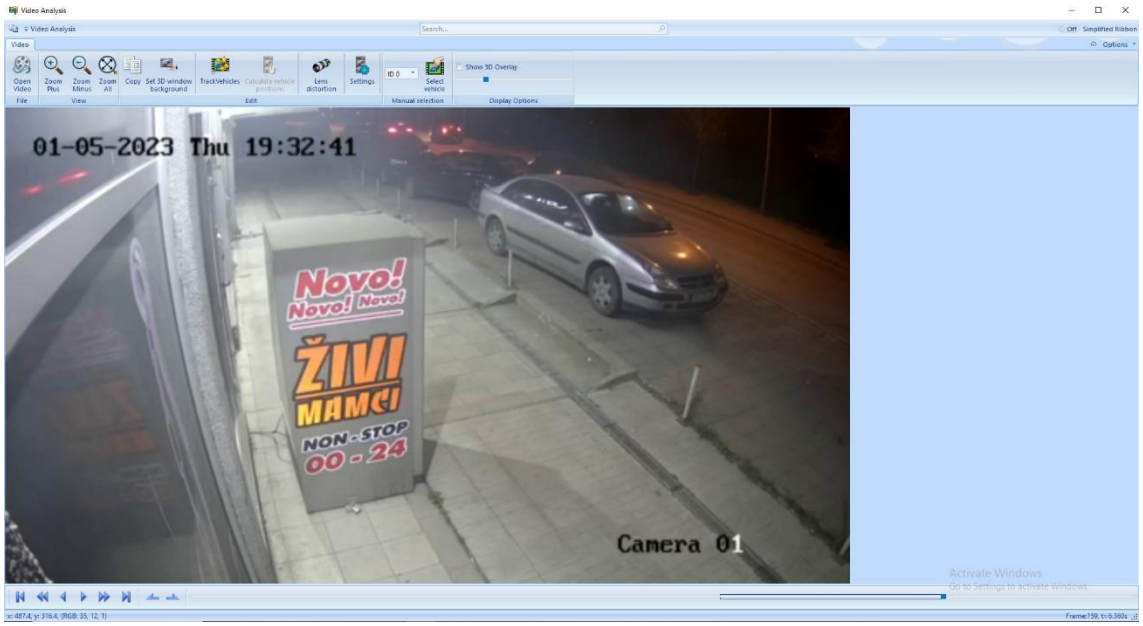
Čak i u situacijama kada video-zapis jasno prikazuje tok saobraćajne nezgode, određivanje brzine kretanja vozila predstavlja složen zadatak. Naime, sa samog snimka često nije moguće neposredno odrediti realni pređeni put vozila, niti tačno rastojanje koje je vozilo prešlo između dva karakteristična položaja. Zbog perspektive kamere, deformacije slike i nepoznatih prostornih odnosa, neophodno je izvršiti dodatnu analizu i optimizaciju položaja kamere kako bi se omogućila što preciznija 3D rekonstrukcija događaja. U tom procesu značajnu ulogu ima programski paket PC-Crash, koji omogućava trodimenzionalnu vizuelizaciju i rekonstrukciju saobraćajnih nezgoda, kao i optimizaciju položaja virtualne kamere u cilju usklađivanja simulacije sa realnim video-zapisom.

Predmet ovog rada odnosi se na analizu i optimizaciju položaja kamere u programskom paketu PC-Crash prilikom 3D vizuelizacije saobraćajnih nezgoda. Poseban akcenat biće stavljen na značaj pravilnog definisanja položaja i parametara kamere, uticaj perspektive na tačnost analize, kao i mogućnosti primene savremenih metoda vizuelizacije u procesu rekonstrukcije saobraćajnih nezgoda.

PC CRASH - SOFTVERSKI ALAT ZA OBRADU VIDEO-ZAPISA I OPTIMIZACIJU POLOŽAJA KAMERE U REKONSTRUKCIJI SAOBRAĆAJNIH NEZGODA

Savremena analiza saobraćajnih nezgoda sve više se oslanja na primenu specijalizovanih softverskih paketa koji omogućavaju rekonstrukciju događaja, obradu video-zapisa i trodimenzionalnu vizuelizaciju saobraćajnih situacija. Razvoj sistema video-nadzora, kao i sve češća dostupnost snimaka sa sigurnosnih kamera, kamera na objektima i kamera ugrađenih u vozila, doprineo je potrebi za razvojem alata koji omogućavaju preciznu analizu video-materijala u cilju utvrđivanja relevantnih parametara saobraćajne nezgode. U oblasti saobraćajno-tehničkog veštačenja posebno se izdvajaju softverski paketi PC-Crash i AnalyzerPro, koji raspolažu naprednim alatima za obradu i analizu video-zapisa.

Programski paket PC-Crash predstavlja jedan od najčešće korišćenih softvera za simulaciju i rekonstrukciju saobraćajnih nezgoda. Njegova osnovna namena odnosi se na modelovanje kretanja vozila, analizu sudara, određivanje dinamike kretanja učesnika i trodimenzionalnu vizuelizaciju saobraćajne situacije. Pored klasičnih alata za rekonstrukciju nezgoda, softver poseduje i mogućnosti usklađivanja simulacije sa realnim video-zapisom, što omogućava optimizaciju položaja virtualne kamere u odnosu na stvarni položaj kamere kojom je događaj snimljen. Na taj način moguće je izvršiti upoređivanje simuliranog i realnog prikaza događaja, čime se postiže veći nivo preciznosti prilikom analize brzina, putanja i međusobnih položaja vozila [1, 2].



Slika 1. Izbor alata za video analize u okviru 3D animacije u programskog paketu PC Crash

U okviru programskog paketa PC-Crash alati za obradu i analizu video-zapisa nalaze se u delu koji se odnosi na 3D animaciju i podešavanje kamere. Poseban značaj imaju opcije za definisanje položaja kamere, žižne daljine, ugla posmatranja, visine kamere i perspektive prikaza. Softver omogućava postavljanje virtualne kamere u prostor tako da njen položaj odgovara stvarnoj kameri sa koje je nastao video-zapis. Takođe, moguće je izvršiti sinhronizaciju video-snimka sa simulacijom događaja, čime se omogućava preciznije određivanje položaja vozila u karakterističnim vremenskim intervalima.

ANALIZA VIDEO ZAPISA U PROGRAMSKOM PAKETU PC-CRASH

Pre početka rada potrebno je obezbediti originalni video-zapis u što boljem kvalitetu. Poželjno je koristiti izvorni snimak, bez naknadnog kompresovanja, slanja preko aplikacija ili promene rezolucije, jer svaka dodatna obrada može da utiče na tačnost analize.

Najpre se utvrđuju osnovni podaci o video-zapisu:

- rezolucija snimka,
- broj frejmova u sekundi,
- trajanje snimka,
- da li je snimak kontinuiran ili ima prekide,
- da li postoji promena ugla kamere,
- da li je kamera fiksna ili pokretna,
- da li postoji izobličenje slike usled širokougaonog ili „fisheye“ objektiva.

Posebno je važno utvrditi broj frejmova u sekundi, jer se na osnovu vremenskog razmaka između frejmova određuje vreme za koje je vozilo prešlo određeni put. Na primer, ako snimak ima 25 fps, vremenski razmak između dva uzastopna frejma iznosi 0,04s [3].

Nakon pregleda snimka izdvajaju se karakteristični frejmovi koji su značajni za rekonstrukciju događaja. To su najčešće:

- frejm na kojem se vozilo prvi put pojavljuje u kadru,
- frejm pre početka kočenja ili izbegavajućeg manevra,
- frejm neposredno pre sudara,
- frejm u trenutku sudara,
- frejm nakon sudara,
- frejm u kojem se vozilo zaustavlja ili napušta kadar.

Pre podešavanja kamere u PC-Crash-u potrebno je formirati prostorni model mesta nezgode. To podrazumeva unos geometrije kolovoza, raskrsnice, trotoara, objekata, ograda, stubova, ivičnjaka, pešačkih prelaza, saobraćajne signalizacije i drugih elemenata koji su vidljivi na snimku.

Za preciznu kalibraciju kamere naročito su važni nepokretni referentni objekti, kao što su:

- ivice kolovoza,
- uglovi objekata,
- stubovi rasvete,
- saobraćajni znakovi,
- linije horizontalne signalizacije,
- šahtovi,
- ivičnjaci,
- karakteristične tačke na fasadama objekata.

Ovi elementi se koriste za poređenje realne slike sa 3D scenom. Što je veći broj poznatih referentnih tačaka, to je pouzdanije podešavanje položaja kamere.

Virtuelna kamera se inicijalno postavlja u takav položaj da je moguće identifikovati i uporediti veći broj karakterističnih prostornih elemenata koji su istovremeno vidljivi na video-zapisu i u 3D modelu scene. Poželjno je da se koriste najmanje četiri do pet referentnih tačaka, odnosno paralelnih ili međusobno upravnih linija, kao što su ivice kolovoza, linije horizontalne

signalizacije, fasade objekata, stubovi ili ivičnjaci. Nakon preliminarnog postavljanja kamere, primenom odgovarajućih alata u okviru programskog paketa PC-Crash vrši se optimizacija položaja kamere, njenog ugla posmatranja, visine, nagiba i žižne daljine, sve do postizanja maksimalnog poklapanja između realnog video-zapisa i virtuelne 3D scene. U praksi se najboljim pokazala kombinovana primena referentnih tačaka i karakterističnih paralelnih linija, jer omogućava preciznije određivanje perspektive i smanjenje grešaka nastalih usled deformacije slike ili nepovoljnog položaja kamere [1, 2].

Kod novijih verzija PC-Crash-a moguće je učitati video, primeniti korekciju izobličenja objektiva i pojedinačne frejmove koristiti kao pozadinske slike za nove kamere. PC-Crash 15.0 omogućava da se nakon učitavanja videa primeni korekcija sočiva, a zatim frejmovi koriste kao pozadinske slike sa osobinama trenutne kamere.

U osnovi, postupak obuhvata:

- učitavanje video-zapisa,
- izbor karakterističnog frejma,
- postavljanje tog frejma kao pozadine u 3D prikazu,
- formiranje virtuelne kamere,
- usklađivanje virtuelne kamere sa realnom kamerom.

a. Početno postavljanje virtuelne kamere

Virtuelna kamera u PC-Crash-u treba da se postavi približno na mesto stvarne kamere. Za početak se unose procenjeni parametri u vidu: horizontalni položaj kamere, bočni položaj kamere u odnosu na kolovoz, visina kamere, smer gledanja, ugao nagiba kamere, žižna daljinai sl [1, 2].

Ako je kamera bila postavljena na objektu, potrebno je proceniti ili izmeriti njenu visinu. Na primer, ako se kamera nalazi na fasadi objekta, visina se može odrediti na osnovu spratnosti objekta, visine prozora, visine vrata ili naknadnim terenskim merenjem.

U PC-Crash-u se kamera najpre postavlja približno, a zatim se kroz iterativni postupak njeni parametri koriguju dok se ne postigne poklapanje 3D scene sa video-snimkom.

Visina kamere predstavlja jedan od ključnih parametara za pravilno poklapanje perspektive. Ako je visina pogrešno podešena, elementi scene neće pravilno „ležati“ na podlozi, a linije kolovoza, ivičnjaka i objekata neće se poklapati sa realnim snimkom.

Visina kamere se podešava tako da se u 3D prikazu postigne poklapanje:

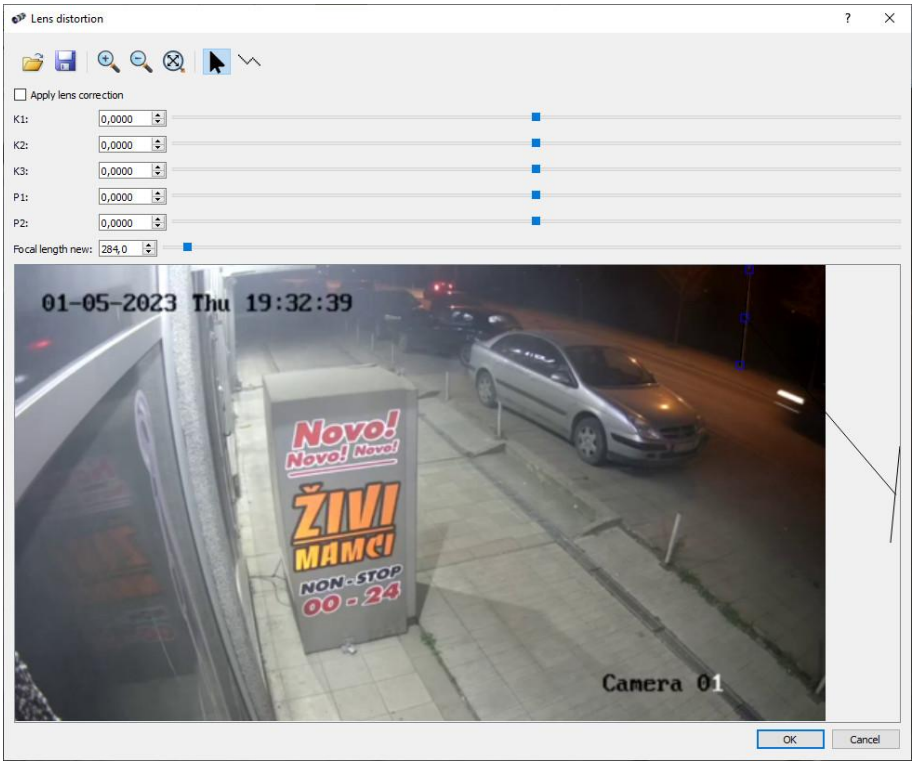
- linije horizonta,
- ivica kolovoza,
- položaja objekata u daljini,
- vertikalnih elemenata kao što su stubovi i zidovi,
- perspektivnog odnosa između bližih i daljih objekata.

U praksi se visina kamere koriguje postepeno. Najpre se unese približna vrednost, a zatim se prati da li se referentne tačke u prostoru poklapaju sa odgovarajućim tačkama na snimku.

b. Podešavanje žižne daljine

Žižna daljina utiče na širinu vidnog polja i perspektivni izgled scene. Manja žižna daljina daje širi ugao gledanja, dok veća žižna daljina daje uži ugao gledanja i vizuelno „sabija“ prostor.

Kod analize video-zapisa, žižna daljina se podešava tako da se dimenzije i položaji objekata u 3D sceni poklope sa objektima na realnom snimku. Ako je žižna daljina pogrešno podešena, može se desiti da se bliski objekti poklapaju, ali udaljeni ne, ili obrnuto.



Slika 2. Podešavanje parametara žižne daljine i zakrivljenosti kamere

Podešavanje se vrši na sledeći način:

- U 3D prikazu se postavi pozadinski frejm.
- U sceni se označe poznati objekti i referentne tačke.
- Menja se vrednost žižne daljine ili vidnog ugla kamere.
- Proverava se da li se širina kolovoza, položaj ivičnjaka i objekti u dubini poklapaju sa snimkom.
- Postupak se ponavlja dok se ne postigne najbolje poklapanje.

Ukoliko softver omogućava unos ugla vidnog polja umesto žižne daljine, princip je isti. Širi ugao odgovara manjoj žižnoj daljini, a uži ugao većoj žižnoj daljini.

Kod video-zapisa sa sigurnosnih kamera često postoji širokougaoni objektiv, pa se mora obratiti pažnja na izobličenja slike, naročito pri ivicama kadra.

U programskom paketu PC-Crash, prilikom obrade video-zapisa i optimizacije položaja kamere, parametri K1, K2, K3, P1, P2 i „Focal length new“ koriste se za korekciju optičkih deformacija slike i precizno podešavanje karakteristika kamere. Njihova osnovna namena je da se realni video-zapis što bolje uskladi sa virtuelnom 3D scenom, kako bi analiza kretanja vozila i određivanje prostornih odnosa bili što tačniji.

Parametri K1, K2 i K3 služe za korekciju radijalne distorzije slike, odnosno deformacija koje nastaju usled karakteristika objektiva kamere. Ova deformacija je naročito izražena kod širokougaonih kamera i kamera video-nadzora.

Najčešći oblici radijalne distorzije su:

- „Barrel distortion“ – slika je ispupčena ka spolja, pa prave linije izgledaju zakrivljeno;
- „Pincushion distortion“ – linije se savijaju ka unutra.

Parametar K1 predstavlja osnovni koeficijent radijalne distorzije i utiče na centralni deo slike. Njegovim podešavanjem vrši se primarna korekcija deformacije objektiva. Parametar K2 služi za dodatnu korekciju distorzije u srednjim i perifernim delovima slike. Njime se preciznije podešavaju ivice kadra. Parametar K3 koristi se za finu korekciju najudaljenijih delova slike, odnosno ekstremnih ivica kadra, gde su deformacije obično najizraženije.

U praksi se parametri K1, K2 i K3 podešavaju tako da:

- ivice objekata postanu prave,
- ivičnjaci i horizontalne linije budu geometrijski pravilni,
- vertikalni stubovi i fasade ne budu zakrivljeni,
- perspektiva odgovara realnom prostoru.

Parametri P1 i P2 služe za korekciju tangencijalne distorzije slike. Ova vrsta deformacije nastaje kada objektiv nije potpuno centriran u odnosu na senzor kamere. Tangencijalna distorzija izaziva:

- blago „uvrtanje“ slike,
- asimetriju perspektive,
- nagib ili deformaciju vertikalnih i horizontalnih linija.

Parametar P1 koriguje deformacije u jednom pravcu slike, najčešće po horizontalnoj osi. Parametar P2 koriguje deformacije po drugoj osi, odnosno po vertikalnom pravcu slike. A podešavanjem ova dva parametara postiže se:

- pravilno poravnanje objekata,
- eliminacija nagiba slike,
- pravilnije poklapanje 3D scene sa video-zapisom.

Parametar „Focal length new“ predstavlja novu ili korigovanu žižnu daljinu virtuelne kamere nakon izvršene optimizacije. Žižna daljina određuje:

- širinu vidnog polja kamere,
- perspektivu scene,
- odnos između bližih i udaljenih objekata,
- „dubinu“ prikaza prostora.

U postupku optimizacije kamere u PC-Crash parametar „Focal length new“ podešava se tako da:

- širina kolovoza odgovara realnom stanju,
- međusobni odnosi objekata budu pravilni,
- vozila u 3D sceni odgovaraju vozilima sa video-zapisa,
- perspektiva 3D modela bude identična perspektivi realne kamere.

Pravilno podešavanje žižne daljine izuzetno je značajno, jer direktno utiče na tačnost određivanja položaja vozila, pređenog puta i brzine kretanja vozila tokom analize saobraćajne nezgode.

ZAKLJUČAK

Analiza video-zapisa predstavlja jedan od najznačajnijih elemenata savremene rekonstrukcije saobraćajnih nezgoda, naročito u uslovima sve šire primene sistema video-nadzora i kamera

postavljenih na objektima, saobraćajnicama i vozilima. Video-zapisi omogućavaju detaljnije sagledavanje toka saobraćajne nezgode, međusobnih položaja učesnika, putanja kretanja vozila i drugih relevantnih okolnosti značajnih za sprovođenje saobraćajno-tehničke analize. Međutim, zbog perspektivnih deformacija, izobličenja objektiva i ograničenja samog video-zapisa, neophodna je primena specijalizovanih softverskih alata za optimizaciju položaja kamere i usklađivanje realnog snimka sa trodimenzionalnim modelom scene.

Optimizacija položaja kamere u programskom paketu PC-Crash predstavlja složen, ali veoma značajan postupak u analizi saobraćajnih nezgoda snimljenih video-nadzorom. Pravilnim podešavanjem visine kamere, žižne daljine, ugla gledanja i korekcije izobličenja moguće je uskladiti realni video-zapis sa 3D modelom mesta nezgode. Na taj način se omogućava preciznije određivanje položaja vozila u prostoru, merenje pređenog puta i proračun brzine kretanja.

U radu je prikazana procedura analize video-zapisa u programskom paketu PC-Crash, sa posebnim osvrtom na postupak formiranja 3D modela saobraćajne situacije i optimizacije položaja virtuelne kamere. Objašnjen je značaj pravilnog određivanja visine kamere, žižne daljine, ugla posmatranja i parametara korekcije distorzije objektiva, kao i njihov uticaj na preciznost određivanja položaja vozila i brzine njihovog kretanja.

Posebno je istaknuta uloga parametara K1, K2, K3, P1 i P2 u postupku korekcije radijalne i tangencijalne distorzije slike, čime se omogućava preciznije usklađivanje video-zapisa sa 3D scenom. Takođe, prikazan je značaj parametra „Focal length new“ za pravilno definisanje perspektive i vidnog polja kamere.

Na osnovu sprovedene analize može se zaključiti da pravilna optimizacija položaja kamere predstavlja jedan od ključnih uslova za tačnu i pouzdanu rekonstrukciju saobraćajne nezgode na osnovu video-zapisa. Preciznim podešavanjem parametara kamere moguće je značajno smanjiti greške nastale usled perspektivnih deformacija i poboljšati tačnost određivanja pređenog puta, položaja vozila i brzine njihovog kretanja. Time se unapređuje kvalitet saobraćajno-tehničke analize i povećava pouzdanost rezultata dobijenih primenom programskog paketa PC-Crash.

Zahvalnica

Rezultati prikazani u ovom radu su deo istraživanja projekta " Istraživanje trendova u razvoju održivih saobraćajnih i logističkih sistema", osnovanog od strane Departmana za saobraćaj, Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu, Univerziteta u Novom Sadu, Republika Srbija.

Literatura

[1] Steffan, H., Moser, A.: PC-Crash – A Simulation Program for Vehicle Accidents, Dr. Steffan Datentechnik, Linz, Austria.
[2] Steffan, H.: Application Manual for PC-Crash, Dr. Steffan Datentechnik GmbH, Aus-
[3] tria.
Limpert, R.: Motor Vehicle Accident Reconstruction and Cause Analysis, LexisNexis,
[4] Charlottesville.
[5] Fricke, L.: Traffic Accident Reconstruction, Northwestern University Traffic Institute.

Lipovac, K.: Bezbednost saobraćaja, Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beogradu.



ANALIZA LOKACIJA PROMETNIH NESREĆA S POGINULIM OSOBAMA NA ŽUPANIJSKIM, LOKALNIM I NERAZVRSTANIM CESTAMA

Ivana Vuk, univ. mag. ing. traff.
Izv. prof. dr. sc. Željko Šarić
Dr. sc. Tomislav Kučinić
Andrej Kunštek, univ. mag. ing. traff.
Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti

Abstrakt: Cesta obuhvaća sve javne prometnice, uključujući ulice u naseljima i nerazvrstane ceste na kojima se odvija promet. U analizama prometnih nesreća najveća se pozornost najčešće usmjerava na vozača kao ljudski čimbenik, dok se cesta i vozilo, unatoč svojoj važnosti za sigurnost, često zanemaruju. Iskustva iz prakse, kako domaća tako i međunarodna, pokazuju da je detaljan pregled cestovne infrastrukture i opreme na mjestu nesreća s poginulim osobama ključan za prepoznavanje infrastrukturnih nedostataka. Sukladno tome, u radu je provedena analiza mjesta prometnih nesreća s poginulim osobama na županijskim, lokalnim i nerazvrstanim cestama radi utvrđivanja takvih nedostataka kao mogućih uzroka nesreća. Dobiveni rezultati pridonose boljem razumijevanju uloge ceste u sigurnosti prometa te omogućuju učinkovitiju identifikaciju i sprječavanje opasnih mjesta u cestovnoj mreži.

Ključne riječi: cesta, sigurnost cestovnog prometa, prometna nesreća, poginule osobe, županijske ceste, lokalne ceste, nerazvrstane ceste

Abstract: A road includes all public traffic routes, such as urban streets and unclassified roads where traffic occurs. In traffic accident analyses, the primary focus is often on the driver as the human factor, while the road and the vehicle, despite their importance for safety, are frequently overlooked. Practical experience, both domestic and international, demonstrates that a thorough inspection of road infrastructure and equipment at fatal accident sites is essential for identifying infrastructural deficiencies. This paper analyzes the locations of fatal traffic accidents on county, local, and unclassified roads to determine such deficiencies as possible causes of accidents. The results provide a better understanding of the road's role in traffic safety and support more effective identification and prevention of hazardous locations within the road network.

Key words: road, road safety, traffic accident, fatalities, district roads, municipal roads, unclassified roads

1. Uvod

U području sigurnosti cestovnog prometa pozornost se često usmjerava na vozača kao ključni čimbenik, dok se cestovnoj infrastrukturi i vozilima pridaje manja važnost, iako su oni temeljni elementi sigurnosti. Zbog toga u mnogim europskim zemljama nakon prometnih nesreća s poginulim osobama na mjesto događaja izlazi stručni tim koji provodi detaljan pregled ceste, prometne opreme i infrastrukture. Cilj takvog pregleda je utvrditi moguće nedostatke koji su mogli pridonijeti nastanku nesreće te identificirati potencijalne prometne rizike. Ovakav pristup omogućuje bolje razumijevanje uloge cestovne infrastrukture u sigurnosti prometa i predstavlja temelj za učinkovitiju identifikaciju opasnih mjesta na cestovnoj mreži. S obzirom na značajan udio županijskih, lokalnih i nerazvrstanih cesta u prometnoj mreži Republike Hrvatske, analiza prometnih nesreća na tim cestama od velike je važnosti za unaprjeđenje sigurnosti cestovnog prometa. Glavni cilj istraživanja je analiza mjesta prometnih nesreća s poginulim osobama radi utvrđivanja njihovih uzroka i prepoznavanja infrastrukturnih nedostataka koji mogu pridonijeti njihovu nastanku. Istraživanje je ujedno usklađeno s prioritetima *Nacionalnog plana sigurnosti cestovnog prometa za razdoblje 2021. – 2030.*

2. Zakonodavni sustav

Cesta se u pravnom smislu definira kao svaka javna cesta, ulica u naselju ili nerazvrstana cesta na kojoj se odvija promet. Prema *Zakonu o cestama*, javne ceste predstavljaju površine od općeg značenja za promet kojima se svatko može slobodno koristiti, a koje je nadležno tijelo proglasilo javnim cestama. Takve ceste imaju status javnog dobra u općoj uporabi te se nalaze u vlasništvu države. Sukladno zakonskim odredbama, javne ceste ne mogu se otuđiti iz državnog vlasništva niti se na njima mogu stjecati stvarna prava, osim u slučajevima kada je to

izričito propisano *Zakonom o cestama*. Nadalje, prema *Zakonu o cestama*, nerazvrstane ceste su prometnice koje se koriste za promet vozilima, a koje nisu razvrstane u kategoriju javnih cesta u smislu toga Zakona. Iako ne spadaju u kategoriju javnih cesta, svatko ih može slobodno koristiti, ali na način i pod uvjetima propisanim Zakonom i drugim relevantnim propisima [1].

Odlukom o razvrstavanju javnih cesta (NN 86/2024), javne ceste u Republici Hrvatskoj razvrstavaju se u četiri skupine: autoceste, državne ceste, županijske ceste i lokalne ceste [2]. Autoceste su javne ceste razvrstane sukladno *Zakonu o cestama* i opremljene tehničkim karakteristikama propisanim za sigurnost cestovnog prometa. One povezuju Republiku Hrvatsku s europskim prometnim sustavom, osiguravaju kontinuitet E-cesta, povezuju hrvatske regije i služe za tranzitni promet kroz zemlju [1]. U Republici Hrvatskoj postoji ukupno jedanaest autocesta, a njihova ukupna duljina iznosi 1.488,213 kilometara [2]. Državne ceste služe za povezivanje Republike Hrvatske s europskim prometnim sustavom i ostvarivanje kontinuiteta E-cesta. One omogućuju prometno povezivanje regija unutar zemlje, povezuju sjedišta županija, značajnija regionalna središta te omogućuju tranzitni promet. Osim toga, državne ceste predstavljaju cestovnu okosnicu velikih otoka i osiguravaju kontinuitet kroz gradove [1]. Prema Odluci iz 2024. godine, u Hrvatskoj postoji 554 državne ceste, a njihova ukupna duljina iznosi 7.430,561 kilometara [2]. Županijske ceste povezuju sjedišta županija s gradovima i općinskim središtima, kao i sjedišta gradova i općina međusobno. Također, omogućuju povezivanje gradova ili njihovih dijelova s državnim cestama [1]. Prema Odluci iz 2024. godine, u Hrvatskoj postoji 1.078 županijskih cesta, a ukupna duljina iznosi 9.339,401 kilometara [2]. Lokalne ceste povezuju sjedišta gradova i općina s naseljima koja imaju više od 50 stanovnika unutar iste jedinice lokalne samouprave. Obuhvaćaju i ceste u urbanim područjima koje povezuju gradske četvrti sa županijskim cestama, kao i ceste koje međusobno povezuju susjedne gradske četvrti [1]. Prema Odluci iz 2024. godine, u Hrvatskoj postoji 2.132 lokalne ceste, a njihova ukupna duljina iznosi 8.453,646 kilometara [2]. Nerazvrstane ceste su prometnice koje se koriste za promet vozilima i koje svatko može slobodno koristiti, ali na način i pod uvjetima propisanim *Zakonom o cestama* i drugim važećim propisima. One nisu razvrstane kao javne ceste u smislu Zakona, a obuhvaćaju ceste na području gradova s više od 35.000 stanovnika ili gradova koji su županijska središta, a koje su prethodno bile javne ceste, ceste koje povezuju naselja ili različita područja unutar gradova i naselja, terminale i okretišta vozila javnog prijevoza, pristupne ceste do stambenih, poslovnih, gospodarskih i drugih objekata te druge ceste unutar naselja i gradova. Nerazvrstanu cestu čine svi elementi funkcionalno i prostorno povezani s njezinom namjenom i korištenjem, uključujući cestovnu građevinu, nogostupe, biciklističke staze, pripadajuće prometne i druge površine, građevnu česticu ili cestovno zemljište obuhvaćeno projektom, zemljišni pojas s površinama predviđenima za održavanje ceste i pružanje usluga vozačima i putnicima, prometnu signalizaciju, opremu za upravljanje i nadzor prometa, javnu rasvjetu i ostalu pripadajuću opremu [1].

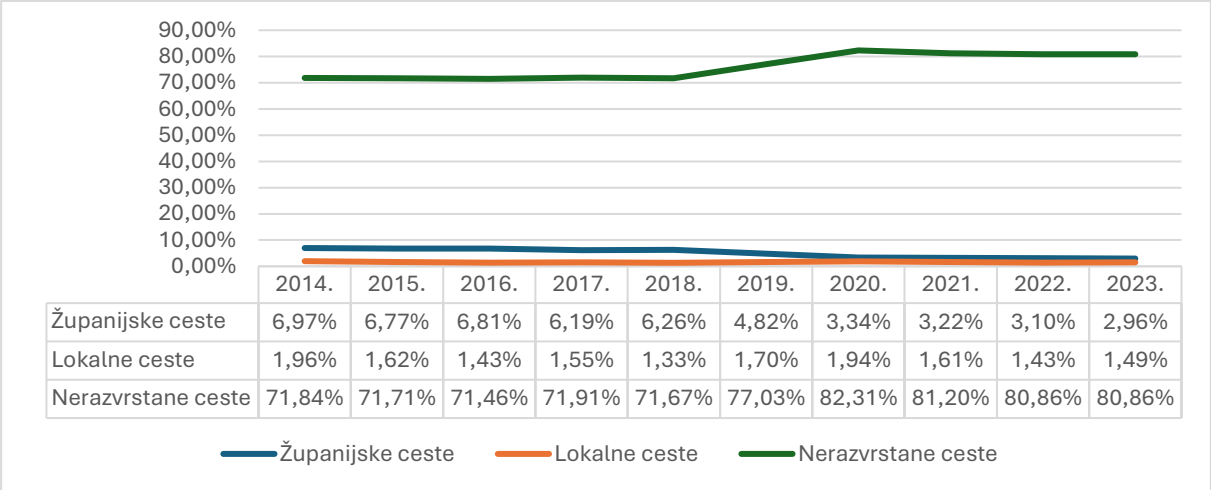
3. Statistička analiza prometnih nesreća s poginulim osobama

Prema *Zakonu o sigurnosti prometa na cestama*, prometna nesreća je događaj na cesti u kojem sudjeluje najmanje jedno vozilo u pokretu, a nastaje uslijed kršenja prometnih propisa i u kojem je najmanje jedna osoba ozlijeđena, poginula ili je nastala materijalna šteta. Ne smatraju se prometnom nesrećom, primjerice, događaji u kojima radno vozilo, stroj, traktor ili zaprežno vozilo sleti s ceste, prevrne se ili udari u prirodnu prepreku, ako u njemu ne sudjeluje drugo vozilo ili pješak i nije prouzročena šteta trećim osobama [3]. Prometne nesreće prema posljedicama dijele se na četiri vrste: s teško ozlijeđenim ili poginulim osobama, s lakše ozlijeđenim osobama, s manjom materijalnom štetom te s imovinsko-materijalnom štetom većih razmjera [4]. Teške ozljede uključuju prijelome kostiju, ozljede vitalnih organa, teže opekline, životno ugrožavajuća krvarenja i otvorena iščašenja zglobova, a poginulom se smatra osoba koja je smrtno stradala na mjestu nesreće ili unutar 30 dana od posljedica nesreće [5].

Lakše ozlijeđene osobe zadobivaju manje tjelesne ozljede, dok materijalna šteta obuhvaća oštećenja vozila, objekata, prometnih znakova, signalizacije i ostale cestovne opreme, pri čemu manja šteta ne zahtijeva intervenciju službi niti onemogućuje samostalno kretanje vozila, dok šteta većih razmjera podrazumijeva značajne materijalne posljedice bez ozlijeđenih osoba [3][4][6].

Prema *Biltenu o sigurnosti cestovnog prometa*, odnosno dostupnim statističkim podacima, na cestama Republike Hrvatske u razdoblju od 2014. do 2023. godine zabilježeno je ukupno 320.627 prometnih nesreća, u kojima je stradalo 137.796 osoba. Među njima je 2.986 osoba smrtno stradalo, 27.160 zadobilo teške tjelesne ozljede, dok je 107.650 osoba prošlo s lakšim ozljedama [7] [8] [9] [10] [11] [12] [13] [14] [15] [16].

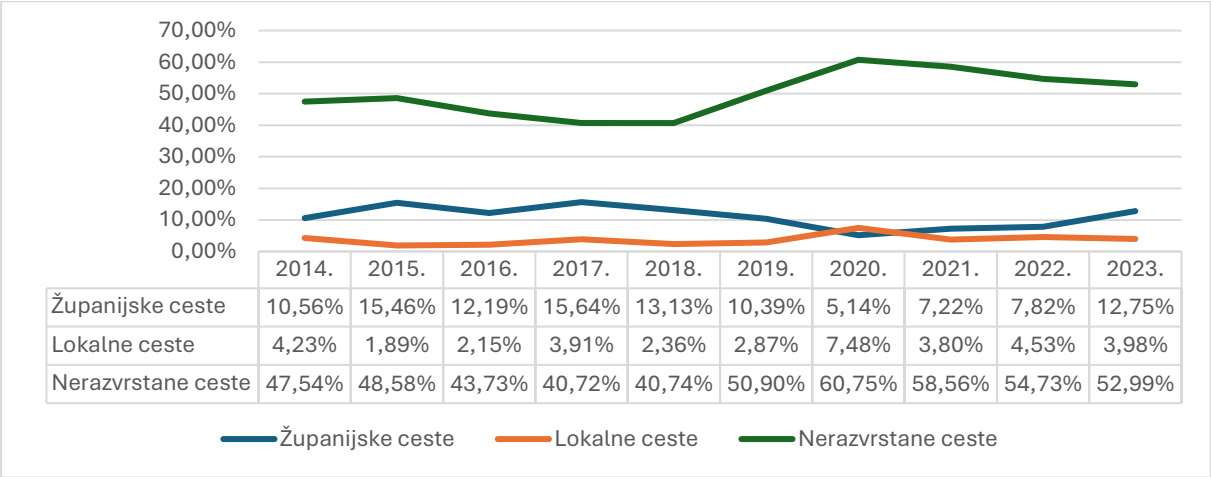
Na Grafikonu 1 prikazan je udio prometnih nesreća prema kategorijama cesta u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2014. do 2023. godine. Vidljive su razlike između županijskih, lokalnih i nerazvrstanih cesta. Nerazvrstane ceste kontinuirano bilježe najveći udio nesreća, koji ostaje stabilno visok i u posljednjim godinama promatranog razdoblja. Udio nesreća na županijskim cestama pokazuje postupni pad, dok se udio lokalnih cesta zadržava na nižim razinama uz blagi trend smanjenja. Visok udio nesreća na nerazvrstanim cestama može se povezati s njihovom učestalošću u naseljima, većom gustoćom prometa te nižim tehničkim i sigurnosnim standardima.



	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.	2021.	2022.	2023.
Županijske ceste	6,97%	6,77%	6,81%	6,19%	6,26%	4,82%	3,34%	3,22%	3,10%	2,96%
Lokalne ceste	1,96%	1,62%	1,43%	1,55%	1,33%	1,70%	1,94%	1,61%	1,43%	1,49%
Nerazvrstane ceste	71,84%	71,71%	71,46%	71,91%	71,67%	77,03%	82,31%	81,20%	80,86%	80,86%

Grafikon 1. Udio prometnih nesreća na županijskim, lokalnim i nerazvrstanim cestama u odnosu na ukupan broj prometnih nesreća na svim cestama

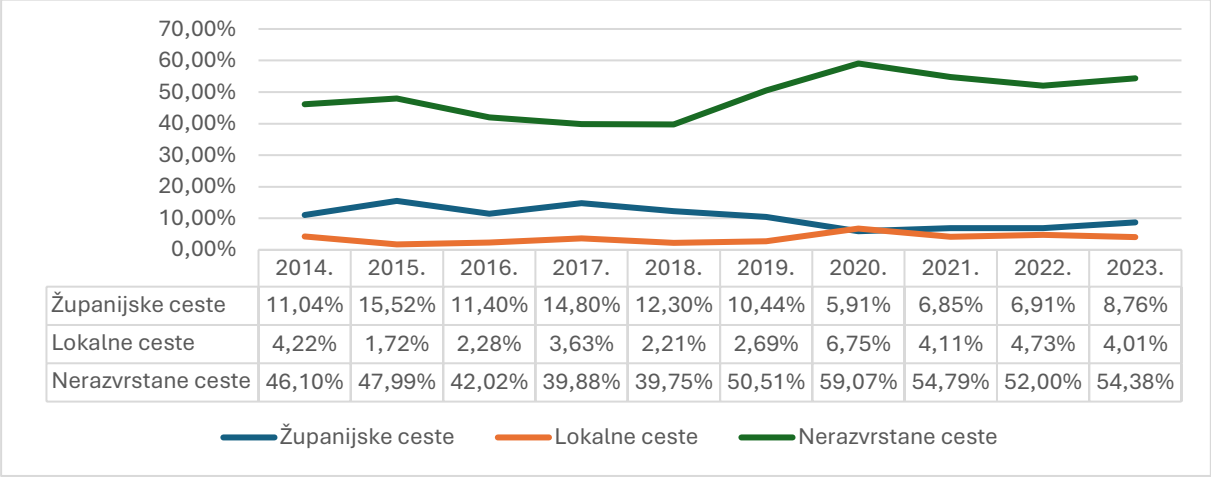
Na Grafikonu 2 prikazan je udio prometnih nesreća s poginulim osobama na županijskim, lokalnim i nerazvrstanim cestama u odnosu na ukupan broj nesreća u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2014. do 2023. godine. Najveći i stabilno visok udio bilježe nerazvrstane ceste, dok županijske ceste zauzimaju drugo mjesto. Lokalnim cestama pripada najmanji udio, iako su u pojedinim godinama zabilježena povećanja koja mogu upućivati na infrastrukturne nedostatke. Rezultati potvrđuju da su nerazvrstane ceste najrizičnije u pogledu smrtnosti, dok oscilacije na županijskim i lokalnim cestama ukazuju na potrebu za ciljanim mjerama poboljšanja prometne sigurnosti.



	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.	2021.	2022.	2023.
Županijske ceste	10,56%	15,46%	12,19%	15,64%	13,13%	10,39%	5,14%	7,22%	7,82%	12,75%
Lokalne ceste	4,23%	1,89%	2,15%	3,91%	2,36%	2,87%	7,48%	3,80%	4,53%	3,98%
Nerazvrstane ceste	47,54%	48,58%	43,73%	40,72%	40,74%	50,90%	60,75%	58,56%	54,73%	52,99%

Grafikon 2. Udio prometnih nesreća s poginulim osobama na županijskim, lokalnim i nerazvrstanim cestama u odnosu na ukupan broj prometnih nesreća s poginulim osobama na svim cestama

Na Grafikonu 3 prikazan je udio poginulih osoba po kategorijama cesta u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2014. do 2023. godine. Najveći i stabilno visok udio smrtno stradalih bilježe nerazvrstane ceste, dok županijske ceste imaju nešto niže, ali i dalje značajne udjele, uz blagi pad u drugoj polovici razdoblja. Lokalne ceste bilježe najmanji udio, iako povremeni porasti upućuju na lokalne sigurnosne izazove. Rezultati potvrđuju da nerazvrstane ceste predstavljaju najveći sigurnosni izazov te zahtijevaju prioritetna ulaganja u poboljšanje prometne sigurnosti.



	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.	2021.	2022.	2023.
Županijske ceste	11,04%	15,52%	11,40%	14,80%	12,30%	10,44%	5,91%	6,85%	6,91%	8,76%
Lokalne ceste	4,22%	1,72%	2,28%	3,63%	2,21%	2,69%	6,75%	4,11%	4,73%	4,01%
Nerazvrstane ceste	46,10%	47,99%	42,02%	39,88%	39,75%	50,51%	59,07%	54,79%	52,00%	54,38%

Grafikon 3. Udio poginulih osoba na županijskim, lokalnim i nerazvrstanim cestama u odnosu na ukupan broj poginulih

4. Metodologija pregleda i analiza lokacija prometnih nesreća s poginulim osobama

Metodologija istraživanja temeljila se na pregledu lokacija prometnih nesreća s poginulim osobama te sustavnom prikupljanju i analizi podataka o prometnim nesrećama, s posebnim naglaskom na obilježja prometne infrastrukture na mjestima nesreća. Istraživanje se oslanjalo na podatke iz 2022. i 2023. godine, proizašle iz provedbe *Nacionalnog plana sigurnosti cestovnog prometa Republike Hrvatske za razdoblje 2021.–2030.* Podaci su dostavljeni od strane nadležnih službi Ministarstva unutarnjih poslova Republike Hrvatske. Baza podataka obuhvaćala je informacije o lokaciji nesreće, datumu i vremenu događaja, vremenskim uvjetima, okolnostima i vrsti nesreće, karakteristikama prometnice, ograničenju brzine te broju vozila i sudionika. Nakon selekcije relevantnih podataka, lokacije nesreća

pozicionirane su na digitalnu kartu Republike Hrvatske koristeći GPS koordinate i druge prostorne atribute. Za svaku nesreću izrađen je standardizirani obrazac koji se koristio tijekom terenskog pregleda. Obrazac je sadržavao osnovne podatke o nesreći, tehničke informacije prikupljene na terenu, kartografski i fotografski prikaz lokacije, opis uočenih nedostataka te prijedlog mjera za povećanje sigurnosti cestovnog prometa. Terenski pregled proveo je stručni tim, uključujući ovlaštenog revizora cestovne sigurnosti. Zadatci tima obuhvaćali su ispunjavanje obrazaca, korištenje mjerne i fotografske opreme, identifikaciju infrastrukturnih nedostataka i analizu potencijalnih uzroka nesreća. Tijekom pregleda uočene su metodološke i tehničke poteškoće, osobito kod preciznog određivanja lokacija nesreća. Neke lokacije nisu imale GPS koordinate niti su se nalazile uz prepoznatljive orijentire, što je otežalo geolokaciju, a pristup pojedinim lokacijama bio je ograničen zbog fizičke nepristupačnosti ili sigurnosnih razloga. Po završetku terenskog pregleda rezultati su unutar tima usklađeni, a na temelju prikupljenih podataka provedena je detaljna analiza s ciljem utvrđivanja uzročno-posljedičnih veza između karakteristika cestovne infrastrukture i okolnosti nastanka prometnih nesreća.

Kako bi se omogućila kvalitetna analiza pregledanih lokacija prometnih nesreća, karakteristični nedostaci podijeljeni su u 13 indikatora koji pružaju detaljniji uvid u obilježja i sigurnosne aspekte svake lokacije. To uključuje horizontalnu i vertikalnu preglednost, geometrijske elemente ceste, oštećenja kolnika, horizontalnu i vertikalnu signalizaciju, prometni i slobodni profil, te infrastrukturne elemente poput nogostupa, bankine, biciklističke staze, zaštitne ograde i javne rasvjete.

Na temelju prikupljenih podataka, u 2022. godini zabilježeno je ukupno 109 prometnih nesreća s poginulim osobama, od čega se 13 dogodilo na području Grada Zagreba i nije bilo predmet pregleda. Nakon što su isključene lokacije s nedostatnim GPS koordinatama (8) i one nepristupačne zbog složenosti terena ili sigurnosnih razloga (5), ukupno je pregledano i detaljno analizirano 83 lokacije, od kojih se 50 nalazilo na županijskim, 15 na lokalnim i 18 na nerazvrstanim cestama. U 2023. godini evidentirano je 114 prometnih nesreća s poginulim osobama, pri čemu 15 nesreća na području Grada Zagreba nije obuhvaćeno terenskim pregledom. Nakon isključenja lokacija s netočnim GPS koordinatama, lokacija na državnim cestama (8) te onih nepristupačnih zbog kompleksnosti i sigurnosti (4), ukupno je pregledano i detaljno analizirano 87 lokacija: 46 na županijskim, 14 na lokalnim i 27 na nerazvrstanim cestama.

5. Mjere povećanja sigurnosti prometa na cestama

Rezultati istraživanja temelje se na terenskim pregledima provedenima na 170 lokacija, koji su poslužili za analizu stanja cestovne infrastrukture i predlaganje mjera za poboljšanje sigurnosti i funkcionalnosti cestovne mreže. Identificirani nedostaci klasificirani su prema 13 unaprijed definiranih indikatora, a analiza se odnosila na udjele zabilježenih problema na županijskim, lokalnim i nerazvrstanim cestama. Na slici 1 prikazani su uočeni nedostaci tijekom terenskih pregleda. Najizraženiji problem bila je horizontalna signalizacija, koja je zahtijevala sanaciju na 46 % županijskih, 13 % lokalnih i 23 % nerazvrstanih cesta, uz preporuku obnove, dopune i postavljanja prometnih zrcala radi poboljšanja vidljivosti. Vertikalna signalizacija zahtijevala je sanaciju na 28 % županijskih, 11 % lokalnih i 17 % nerazvrstanih cesta, uključujući obnovu i dopunu u skladu s važećim propisima. Horizontalna preglednost bila je nedovoljna na 21 % županijskih, 9 % lokalnih i 8 % nerazvrstanih cesta te je zahtijevala uklanjanje vegetacije i prepreka u zonama raskrižja i zavoja. Geometrijski elementi ceste zahtijevali su prilagodbu na 19 % županijskih, 9 % lokalnih i 5 % nerazvrstanih cesta, uključujući proširenje kolnika i ujednačavanje širina, dok su oštećenja kolnika bila prisutna na 18 % županijskih, 5 % lokalnih i 8 % nerazvrstanih cesta te su zahtijevala obnovu kolničkog zastora. Zaštitne ograde zahtijevale su zamjenu ili popravak na 8 % županijskih, 2 % lokalnih i 5 % nerazvrstanih cesta, dok je uklanjanje prepreka radi osiguranja vertikalne

preglednosti bilo potrebno na 7 % županijskih, 5 % lokalnih i 2 % nerazvrstanih cesta. Održavanje slobodnog profila prometnica preporučeno je na 2 % županijskih, 6 % lokalnih i 5 % nerazvrstanih cesta, dok je pješačka infrastruktura zahtijevala obnovu ili izgradnju nogostupa na 8 % županijskih, 2 % lokalnih i 4 % nerazvrstanih cesta. Poboljšanje prometnog profila kroz uklanjanje vegetacije i znakova bilo je potrebno na 1 % županijskih, 4 % lokalnih i 3 % nerazvrstanih cesta, a sanacija bankina na 2 % županijskih, 3 % lokalnih i 1 % nerazvrstanih cesta. Biciklistička infrastruktura zahtijevala je jasnije vođenje i označavanje staza na 2 % županijskih, 1 % lokalnih i 2 % nerazvrstanih cesta. Javna rasvjeta nije bila evidentirana kao značajan problem u promatranom razdoblju.



Slika 1. Prikaz zabilježenih nedostataka tijekom terenskog pregleda na županijskim, lokalnim i nerazvrstanim cestama

6. Zaključak

Analiza uočenih nedostataka na cestama i prometnoj opremi, provedena na temelju pregleda lokacija prometnih nesreća s poginulim osobama u 2022. i 2023. godini na županijskim, lokalnim i nerazvrstanim cestama u Republici Hrvatskoj, pokazala je kontinuitet određenih problema, ali i promjene u stanju infrastrukture. Na temelju prikupljenih podataka formulirane su preporuke za poboljšanje sigurnosti cestovne infrastrukture. Analiza je pokazala da najveći udio uočenih nedostataka otpada na horizontalnu i vertikalnu signalizaciju, što upućuje na potrebu sustavne obnove i usklađivanja s važećim propisima. Značajan dio problema odnosi se i na smanjenu preglednost, kako horizontalnu tako i vertikalnu, pri čemu je kao ključna mjera prepoznato uklanjanje vegetacije i drugih prepreka koje ograničavaju vidno polje vozača, osobito u zonama raskrižja i zavoja. Nadalje, analiza je pokazala da su na određenom broju dionica nužni zahvati na geometrijskim elementima cesta, uključujući prilagodbu širine kolnika i voznih traka te usklađivanje prometno-tehničkih elemenata s

postojećim uvjetima prometa. Oštećenja kolničke konstrukcije također predstavljaju važan segment zahvata, budući da izravno utječu na sigurnost i udobnost vožnje, što potvrđuje potrebu njihove sanacije u skladu s tehničkim normama. Manji, ali ne zanemariv udio nedostataka odnosi se na zaštitne ograde, slobodni profil ceste, bankine te pješačku i biciklističku infrastrukturu, gdje su predložene mjere usmjerene na poboljšanje sigurnosti svih sudionika u prometu. Iako su ovi problemi zastupljeni u manjem opsegu, njihovo sustavno rješavanje doprinosi ukupnoj funkcionalnosti i sigurnosti cestovne mreže. Zaključno, iako javna rasvjeta nije bila kritičan problem, prioritetne preporuke usmjerene su na poboljšanje signalizacije, preglednosti te osnovnih tehničkih karakteristika cestovne infrastrukture

Literatura

[1] Republika Hrvatska. Zakon o cestama. Izdanje: 84. Zagreb: Narodne novina; 2011. Preuzeto s:
[2] Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture. Odluka o razvrstavanju javnih cesta. Izdanje: 86. Zagreb: Narodne novine, 2024.
[3] Republika Hrvatska. Zakon o sigurnosti prometa na cestama. Izdanje: 145. Zagreb: Narodne novine, 2024.
[4] Šarić Ž. Suvremeni pristupi istraživanja cestovne prometne sigurnosti. [Prezentacija] Prometno – tehničke ekspertize i sigurnost. Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu. Akademska godina 2023/2024.
[5] HAK Revija. Zastrašujuće posljedice prometnih nesreća na ljudsko tijelo.
[6] Sindikat hrvatskog vozača. Pojmovnik za statistiku prometa.
[7] Republika Hrvatska Ministarstvo unutarnjih poslova. Bilten o sigurnosti cestovnog prometa 2014. Izdanje: XLI. Zagreb, 2015.:
[8] Republika Hrvatska Ministarstvo unutarnjih poslova. Bilten o sigurnosti cestovnog prometa 2015. Izdanje: XLII. Zagreb, 2016.
[9] Republika Hrvatska Ministarstvo unutarnjih poslova. Bilten o sigurnosti cestovnog prometa 2016. Izdanje: XLIII. Zagreb, 2017.
[10] Republika Hrvatska Ministarstvo unutarnjih poslova. Bilten o sigurnosti cestovnog prometa 2017. Izdanje: XLIV. Zagreb, 2018.
[11] Republika Hrvatska Ministarstvo unutarnjih poslova. Bilten o sigurnosti cestovnog prometa 2018. Izdanje: XLV. Zagreb, 2019.
[12] Republika Hrvatska Ministarstvo unutarnjih poslova. Bilten o sigurnosti cestovnog prometa 2019. Izdanje: XLVI. Zagreb, 2020.
[13] Republika Hrvatska Ministarstvo unutarnjih poslova. Bilten o sigurnosti cestovnog prometa 2020. Izdanje: XLVII. Zagreb, 2021.
[14] Republika Hrvatska Ministarstvo unutarnjih poslova. Bilten o sigurnosti cestovnog prometa 2021. Izdanje: XLVIII. Zagreb, 2022.
[15] Republika Hrvatska Ministarstvo unutarnjih poslova. Bilten o sigurnosti cestovnog prometa 2022. Izdanje: XLIX. Zagreb, 2023
[16] Republika Hrvatska Ministarstvo unutarnjih poslova. Bilten o sigurnosti cestovnog prometa 2023. Izdanje: XLX. Zagreb, 2024.



АНАЛИЗА ПРИМЕНЕ САВРЕМЕНИХ МЕХАТРОНИЧКИХ СИСТЕМА НА ВОЗИЛИМА У ОКВИРУ ВОЗНИХ ПАРКОВА

Васиљевић Саша, доктор наука – машинско инжењерство, Академија струковних студија Шумадија, Одсек Крагујевац

Малсаћ Марко, доктор наука – саобраћајно инжењерство, Академија струковних студија Шумадија, Одсек Крагујевац

Васиљевић Слободан, мастер струковни инжењер саобраћаја, Деспотовац

Радовић Богдан, мастер струковни инжењер саобраћаја, Средња школа Кнез Александар Карађорђевић, Крагујевац

Апстракт: Примена савремених система данас је све чешћа на индивидуалним возилима. Тако данас у оквиру возних паркова све више се примењују са циљем смањења броја саобраћајних незгода а самим тим и са циљем смањења времена у отказу возила у оквиру возног парка што је последица саобраћајне незгоде. Савремени системи у ствари представљају мехатроничке системе односно системе који се састоји од давача и актуатора. Тако на тај начин давачи прате ситуацију на путу па у складу са тим активирају актуаторе нпр. кочнице, и долази до спречавање саобраћајних незгода. Данас је све више возила у оквиру возних паркова који имају мехатроничке системе, самим тим у овом раду је извршена анализа

Кључне речи: Мехатронички, системи, возни парк, безбедност саобраћаја.

Abstract: The application of modern systems is increasingly common on individual vehicles. Today, they are increasingly being used in fleets with the aim of reducing the number of traffic accidents and therefore with the aim of reducing the time of vehicle failure within the fleet as a result of a traffic accident. Modern systems are actually mechatronic systems, i.e. systems consisting of sensors and actuators. In this way, the sensors monitor the situation on the road and accordingly activate actuators, e.g. brakes, and traffic accidents are prevented. Today, more and more vehicles in fleets have mechatronic systems, therefore, this paper analyzes

Keywords: Mechatronic, systems, rolling stock, traffic safety.

УВОД

Савремена транспортна индустрија пролази кроз најрадикалнију трансформацију од проналаска мотора са унутрашњим сагоревањем. У средишту ове промене налази се мехатроника – синергијски спој машинства, електронике и компјутерског управљања. Данашња возила у оквиру професионалних возних паркова више нису само изоловане транспортне јединице, већ софистицирани мехатронички системи способни да генеришу, обрађују и размењују огромне количине података у реалном времену.

У овом контексту, мехатронички склопови више нису само појединачне компоненте (попут АБС-а или електронског убризгавања), већ међусобно повезани чворови који генеришу континуирани ток информација. Увођењем мехатронике у возила омогућено је:

- Трансформација возила у паметни сензор: Сваки део механичког система је сада „прекривен" електроником која надзире његов рад, претварајући физичке величине (притисак, температура, обртаји) у дигиталне податке.
- Активна контрола оперативности: Примена мехатроничких система директно утиче на Total Cost of Ownership (укупни трошак власништва) возила. Кроз софистициране алгоритме, возило самостално оптимизује потрошњу и безбедност, чиме се утицај људског фактора (грешке возача) своди на минимум.

Примена ових система у оквиру возних паркова представља прелазак са реактивног на проактивно управљање. Мехатроника омогућава руководиоцима да „виде" стање сваког возила на путу као да су у сервисној радионици, што је суштинска промена у ефикасности логистичких процеса. Тиме се ствара основа за нову ера транспорта, где је техничка исправност гарантована интелигентним надзором, а не само редовним календарским прегледима.

Примена ових система постаје кључни фактор конкурентности. Кроз интеграцију напредних сензора, актуатора и контролних јединица, омогућена је оптимизација

потрошње енергије, повећање безбедности саобраћаја и значајно смањење трошкова одржавања путем предиктивне дијагностике. Међутим, управљање возним парком који је опремљен овако сложеном технологијом поставља и нове изазове пред руководиоцима од потребе за високостручним кадром до решавања питања сајбер безбедности и интеграције телематичких података у пословне процесе. Предмет овог рада је анализа најзначајнијих мехатроничких решења на возилима и њихов директни утицај на ефикасност и одрживост савремених возних паркова.

1. УЛОГА МЕХАТРОНИЧКИХ СИСТЕМА У УНАПРЕЂЕЊУ БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА УНУТАР ВОЗНИХ ПАРКОВА

Безбедност у саобраћају се традиционално дели на активну и пасивну. Мехатроника је донела револуцију у активној безбедности, омогућавајући возилима да предвиде и избегну судар пре него што до њега дође. За велике возне паркове, где су возила на путу 24/7, овај аспект је критичан.

1. 1.1. Интелигентни системи за помоћ возачу (ADAS) као фактор превенције

Мехатронички системи деловањем у реалном времену компензују најчешћи узрок незгода – људску грешку (замор, деконцентрацију). Кључни системи укључују AEB (Autonomous Emergency Braking): Комбинација радарских давача и хидрауличких актуатора који активирају кочнице ако возач не реагује на препреку. У професионалним возним парковима, ово драстично смањује број налета на возило испред. LKA (Lane Keep Assist) је мехатронички систем који врши благе корекције на управљачу како би задржао возило у траци, што је пресудно код дугих међуградских релација. DMS (Driver Monitoring Systems) поседује камере опремљене AI алгоритмима прате трептање и положај главе возача. Ако систем детектује замор, мехатроника активира звучна и визуелна упозорења, па чак и безбедно зауставља возило.

2. 1.2. Синергија телематике и безбедности возног парка

Мехатронички склопови омогућавају да се сваки покрет возила квантификује. Ово омогућава прелазак са субјективне процене возача на објективну анализу података:

- Детекција критичних догађаја, где се употребом троосних акцелерометара (G-сензора) и података са кочионог система (ABS/EBS), систем тренутно детектује нагла кочења, нагла убрзања или оштра скретања. Сваки овакав догађај се бележи као "инцидент" и шаље у централну базу са тачним ГПС координатама.
- Анализа „стила вожње” (Driver Behavior Scoring) где софтвер прикупља податке из контролне јединице мотора (ECU) и мењача како би проценио колико возач агресивно управља возилом. На основу тога, руководилац може да идентификује возаче којима је потребна додатна обука пре него што дође до незгоде.

Један од најмоћнијих алата управљања на даљину је могућност директног утицаја на физичке карактеристике возила путем мехатронике:

- Интелигентно ограничење брзине (ISA) где преко телематског система, руководилац може поставити максималну брзину за одређени део возног парка. Ако возило уђе у зону већег ризика (нпр. насељено место), мехатронички систем може аутоматски ограничити снагу мотора како би брзина остала у безбедним оквирима.

- Geofencing за безбедност што омогућава дефинисањем виртуелних граница, систем може да пошаље аларм ако возило скрене са безбедне руте или ако уђе у подручје које је забрањено за теретни саобраћај због техничких препрека.

Мехатроника омогућава руководиоцима возних паркова да управљају безбедношћу „на даљину" кроз објективне податке. Идентификација ризичног понашања омогућава да се помоћу система бележе критична догађања попут наглог кочења или брзог проласка кроз кривине (G-force сензори). Geofencing и ограничавање брзине омогућавају преко контролних јединица мотора (ECU), могуће је електронски ограничити брзину кретања возила у одређеним зонама (нпр. унутар круга фабрике или у густо насељеним градским језгрима).

3. 1.3. Анализа утицаја на саобраћајни ток и смањење јавног ризика

Возила у оквиру великих паркова (камиони, аутобуси) имају велику масу и кинетичку енергију. Примена мехатроничких система на њима директно утиче на општу безбедност саобраћаја:

- Стабилност терета гдем мехатронички системи контроле стабилности (ESC) код камиона спречавају превртање у кривинама, што су често незгоде са најтежим последицама по саобраћајни ток.
- Платоонинг (Platooning) што представља повезивање више камиона у електронски контролисан конвој где мехатроника одржава минимално безбедно растојање, смањујући могућност „ланчаних судара".

Савремени возни паркови интегришу мехатронику са видео-аналитиком као штоје инфрацрвени сензори и AI камере које омогућавају да ови системи прате микро-покрете ока и нагиб главе. Ако руководилац добије информацију да возач показује знаке микроспавања, може одмах интервенисати – било директном комуникацијом, било наредбом систему за безбедно заустављање возила на првом паркингу. Такође сензори на управљачу Мерење притиска руку и учесталости корекција путање омогућава систему да препозна умор возача чак и пре него што он сам то примети.

2. СТАТИСТИЧКИ ПОДАЦИ О УТИЦАЈУ ПОЈЕДНИХ МЕХАТРОНИЧКИХ СИСТЕМА НА БЕЗБЕДНОСТ ВОЗНИХ ПАРКОВА

Према истраживањима организација Euro NCAP и IIHS (Insurance Institute for Highway Safety):

- Смањење налета од позади: Возила опремљена AEB системом (који комбинује радаре и мехатроничке кочионе актуаторе) имају за 38% до 50% мање налета на возило испред у поређењу са возилима без овог система.
- Смањење тешких повреда код саобраћајних незгода који се ипак догоде, брзина удара је захваљујући аутоматском кочењу мања, што смањује број тешких повреда за око 15%.

Студије које су анализирале комерцијалне возне паркове који су увели даљински надзор (мониторинг стила вожње) показују следеће:

- Компаније које активно користе податке из мехатроничких система за едукацију возача бележе пад броја саобраћајних незгода за 20% до 30% у првој години примене.

- Смањење трошкова штете где директни трошкови поправки возила опадају за просечно 25% због мањег броја мањих „чешања" и судара при малим брзинама.

С обзиром на то да је замор возача узрок за око 10–20% свих тешких незгода камиона Имплементација камера које прате покрете очију (биометријски мехатронички системи) може смањити број удеса изазваних умором за чак 45% у ноћним сменама код професионалних возача. Статистика из осигуравајућих кућа (нпр. *Munich Re*) показује:

- Возни паркови који документују коришћење напредних мехатроничких система безбедности могу остварити попусте на полисе осигурања од 5% до 15%.
- Сваки евро уложен у напредну мехатронику безбедности у просеку враћа 2,5 до 3 евра кроз смањење штета, потрошње горива (због смиренije вожње) и мањег застоја возила.

На основу приказаних статистичких показатеља може се констатовати да имплементација савремених мехатроничких система представља детерминишући фактор у трансформацији безбедности савремених возних паркова. Квантитативна анализа потврђује да синергија система активне безбедности (табела 1), попут аутономног кочења (AEB) и мониторинга пажње возача (DMS), директно доприноси редукцији критичних саобраћајних инцидената за преко 40%, док интеграција телематике омогућава прелазак са редибутивних на проактивне моделе управљања ризиком. Овакав технолошки оквир не само да минимизује утицај деструктивног људског фактора, већ кроз оптимизацију оперативних трошкова и јачање техничке исправности возила афирмише мехатронику као интегрални део стратешке одрживости транспортних система у оквиру глобалних иницијатива за безбедност саобраћаја.

Табела 1. Ефикасност мехатроничких система у реалним условима експлоатације возних паркова

Мехатронички систем	Технологија	Смањење броја незгода (%)	Кључни ефекат
AEB (Аутономно кочење)	Радар + Хидраулика	38% – 50%	Спречавање налета на возило испред
ESC (Контрола стабилности)	Сензори заноса + Кочнице	25% – 40%	Спречавање превртања и бочног клизања
LKA (Праћење траке)	Камера + Електро-управљач	10% – 20%	Спречавање излетања са пута
DMS (Мониторинг возача)	IC Камера + Софтвер	45%	Превенција незгода услед замора
Телематика	GPS + CAN bus дијагностика	20% – 30%	Промена стила вожње и свест возача

3. ПРИМЕНА САВРЕМНИХ СИСТЕМА У ВОЗНИМ ПАРКОВИМА

Анализа тренутног стања тржишта указује на изражену дихотомију у примени мехатроничких система; док је код нових теретних јединица имплементација система активне безбедности детерминисана строгом регулативом ЕУ (GSR), укупна просечна заступљеност у возним парковима варира између 30% и 75% у зависности од старосне структуре фонда и економске снаге оператера. Евидентно је да телематика и даљински надзор параметара рада постају индустријски стандард, док пуна интеграција напредних ADAS решења и даље зависи од циклуса обнове возних паркова, са предвиђеним растом

који ће у наредних пет година резултирати доминацијом софтверски дефинисаних возила у логистичком сектору.
Према подацима водећих консултантских кућа за 2024. и 2025. годину, степен имплементације кључних мехатроничких система у комерцијалним возним парковима је следећи:

- Око 75% професионалних возних паркова у ЕУ и Северној Америци користи неки облик телематског надзора. У региону Југоисточне Европе овај број је у наглом порасту и процењује се на око 45-55%.
- Код нових теретних возила произведених након 2022. године, заступљеност AEB (аутономног кочења) и LKA (праћења траке) је скоро 100% због законских обавеза у ЕУ. Међутим, ако посматрамо целокупан фонд возила (укључујући старија), заступљеност ових система у возним парковима износи између 30% и 40%.

Статистика примене је директно повезана са General Safety Regulation (GSR) регулативом Европске уније. Од јула 2024. године, сви нови регистровани камиони и аутобуси морају имати:

- Интелигентну асистенцију за брзину (ISA).
- Систем за детекцију објеката у „мртвом углу".
- Систем за праћење притиска у гумама (TPMS).
- Систем за детекцију замора возача.

Ово значи да ће до 2030. године заступљеност ових мехатроничких система у професионалним парковима бити близу 90%, како се старија возила буду повлачила из употребе.

Дистрибуција и интензитет примене мехатроничких решења у савременом транспорту нису униформни, већ су директно условљени специфичним оперативним захтевима и економском логиком различитих видова транспорта (табела 2). Док се у сектору међународног друмског транспорта тежи максимизацији система за оптимизацију потрошње горива и напредне асистенције возачу (ADAS) ради повећања безбедности на дугим релацијама, у урбаној логистици примат имају сензорски системи за детекцију рањивих учесника у саобраћају и мехатронички склопови за електричне погонске групе. Оваква селективна имплементација последица је варијација у повратку инвестиције (ROI), где се комплекснији системи брже афирмишу у високопродуктивним сегментима са великом годишњом километражом, док у специјализованим гранама, попут грађевинског транспорта, фокус остаје на мехатроничкој дијагностици механичког оптерећења и робусности компоненти.

Табела 2. Примена мехатронике у зависности од типа транспорта

Тип возног парка	Степен примене мехатронике	Главни фокус
Међународни транспорт (Long-haul)	Висок (80%+)	Уштеда горива, ADAS, Телематика
Градска логистика (Last-mile)	Средњи (50-60%)	Електрификација, Сензори за пешаке
Грађевинска и специјална возила	Низак/Средњи (30-40%)	Робусност, Дијагностика оптерећења

Према подацима из референци као што су Bosch Automotive Handbook, извештаји Европске комисије (GSR) и статистике IIHS, заступљеност ових система у активним возним парковима (узимајући у обзир и старија возила која су још у експлоатацији), према табели 3. Савремена возила у оквиру професионалних возних паркова интегришу

широк спектар мехатроничких система који се могу класификовати у три основне групе према функционалности и хијерархији безбедности. Прву групу чине базни системи динамичке стабилности који су постали универзални стандард са заступљеношћу од преко 95%, као што су систем против блокирања точкова (ABS), контрола проклизавања (ASR/TCS) и електронска расподела силе кочења (EBD). Другу групу представљају интегрални системи за активну стабилизацију, пре свега електронска контрола стабилности (ESC/ESP), чија пенетрација износи око 85% и директно зависи од старосне структуре парка. Трећу, најнапреднију групу чине системи за помоћ возачу (ADAS) и телематски модули, који укључују аутономно кочење у нужди (AEB), праћење саобраћајне траке (LDWS/LKA), адаптивни темпомат (ACC) и системе за контролу притиска у пнеуматицима (TPMS). Иако је заступљеност ове последње групе тренутно између 30% и 50%, она бележи најбржи тренд раста услед строге законске регулативе и примарног значаја за предиктивно одржавање и безбедност саобраћаја.

Табела 3. Заступљеност мехатроничких система на возилима

Мехатронички систем	Пун назив система	Назив система на српском језику	Примена
ABS	Anti-lock Braking System	Систем против блокирања точкова	**99%**
ASR / TCS	Traction Control System	Систем против проклизавања погонских точкова	**95%**
EBD	Electronic Brakeforce Distribution	Електронска расподела силе кочења	**90%**
ESC / ESP	Electronic Stability Control	Електронска контрола стабилности возила	**85%**
TPMS	Tyre Pressure Monitoring System	Систем за контролу притиска у пнеуматицима	**60%**
AEB	Autonomous Emergency Braking	Аутономно кочење у случају опасности	**45%**
LDWS / LKA	Lane Departure Warning / Keep Assist	Систем за напуштање / одржавање траке	**40%**
ACC	Adaptive Cruise Control	Адаптивни темпомат (аутоматско растојање)	**35%**
BSIS	Blind Spot Information System	Информациони систем за „мртви угао”	**30%**
ISA	Intelligent Speed Assistance	Интелигентна асистенција за контролу брзине	**25%**
FMS Interface	Fleet Management System Interface	Стандардизовани интерфејс за управљање флотом	**75%**
SCR System	Selective Catalytic Reduction	Селективна каталитичка редукција (AdBlue систем)	**80%**
AVAS	Acoustic Vehicle Alerting System	Акустични систем за упозоравање пешака	**15%**

4. ЗАКЉУЧАК

Свеобухватна анализа имплементације мехатроничких решења указује на нераскидиву везу између технолошке софистицираности возила и оперативне ефикасности савремених транспортних система. Интеграција широког спектра система — почев од базних механизама за динамичку стабилност попут ABS и ESP склопова, па све до напредних ADAS технологија и телематских FMS интерфејса — трансформисала је возне паркове из скупине пасивних механичких јединица у интелигентне, умрежене

екосистеме способне за размену података у реалном времену. Статистички показатељи недвосмислено потврђују да оваква синергија омогућава руководицима управљање безбедношћу на даљину, чиме се ризик од саобраћајних незгода редукује за преко 40%, док се кроз предиктивну дијагностику и контролу параметара попут TPMS-а директно минимизују оперативни трошкови и непланирани застоји. У коначници, примена мехатронике у оквиру возних паркова не представља само технолошки престиж, већ критичан инструмент за постизање стратешке одрживости, безбедности саобраћаја и економске конкурентности, чиме се постављају темељи за будући развој потпуно аутономних и еколошки неутралних транспортних ланаца.

Поред директних функционалних предности, будући развој мехатронике у оквиру возних паркова неминовно води ка потпуној конвергенцији са вештачком интелигенцијом и концептом 'софтверски дефинисаних возила' (Software-Defined Vehicles). Овакав тренд поставља нове изазове пред руководства транспорта, првенствено у домену сајбер безбедности и заштите података који се генеришу путем телематских модула, али истовремено отвара пут за напредне моделе као што је 'платоонинг' (platooning) и аутоматизована логистика. Коначна трансформација саобраћајног система зависиће од брзине којом се старија возила замењују јединицама опремљеним ISA и BSIS системима, чиме се индивидуална безбедност возила подиже на ниво колективне интелигенције саобраћајног тока. Тиме мехатроника престаје да буде само техничка дисциплина и постаје примарни катализатор за изградњу паметних градова и одрживих глобалних ланаца снабдевања.

9. ЛИТЕРАТУРА

[1] Henri Bahiiga Akiiki, The impact of telematics in fleet efficiency and sustainability a case study of glovo uganda, https://scholar.ucu.ac.ug/server/api/core/bitstreams/b4f77866-da60-43ee-a87b-a63170b79bfe/content, 01.04.2026.

[2] Miler, R. K., Kisielewski, M. J., Brzozowska, A., & Kalinichenko, A. (2020). Efficiency of telematics systems in management of operational activities in road transport enterprises. Energies, 13(18), 4906. https://doi.org/10.3390/en13184906

[3] The benefits of telematics in fleet management, https://gomotive.com/blog/benefits-of-telematics-in-fleet-management/, 02.04.2026.

[4] Boodlal, L., Chiang, K., & Engineering, K. (2014). Study of the Impact of a telematics system on Safe and Fuel-Efficient Driving in Trucks. Rosa P: A Digital Library for Transportation Research (United States Department of Transportation). https://doi.org/10.21949/1502956

[5] Robert Bosch GmbH (2022). Bosch Automotive Electrics and Automotive Electronics.

[6] Schöner, H. (2004). Automotive mechatronics. Control Engineering Practice, 12(11), 1343–1351. https://doi.org/10.1016/j.conengprac.2003.10.004

[7] Zheng, Y., Li, S. E., Wang, J., Cao, D., & Li, K. (2015). Stability and Scalability of Homogeneous Vehicular platoon: Study on the Influence of Information Flow Topologies. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 17(1), 14–26. https://doi.org/10.1109/tits.2015.2402153

[8] Adi, W., & Mars, A. (2017). Physical and Mechatronic Security, Technologies and Future Trends for Vehicular Environment Towards Counteracting Cloning in Automotive Industry Future Trends and research. In VDI Verlag eBooks (pp. 73–96). https://doi.org/10.51202/9783181023105-73

[9] GmbH, R. B. (2013). Bosch Automotive Electrics and Automotive Electronics. https://doi.org/10.1007/978-3-658-01784-2

[10] Yue, L., Abdel-Aty, M., Wu, Y., & Wang, L. (2018). Assessment of the safety benefits of vehicles' advanced driver assistance, connectivity and low level automation systems. Accident Analysis & Prevention, 117, 55–64. https://doi.org/10.1016/j.aap.2018.04.002

[11] Anderson, J., Kalra, N., Stanley, K., Sorensen, P., Samaras, C., & Oluwatola, O. (2016). Autonomous Vehicle Technology: a guide for policymakers. In RAND Corporation eBooks. https://doi.org/10.7249/rr443-2



PRAVO PRVENSTVA NA BICIKLISTIČKIM PRELAZIMA PREKO KOLOVOZA

Prof. dr. Dragan Obradović, sudija Višeg suda u Valjevu u penziji, redovni profesor Univerziteta Singidunum u Beogradu u penziji

Milenko Milisavljević, advokat

Prof. dr Milan Vujanić, dipl. ing.

Prof. dr Bodolló István dipl. ing.

Daniel Sikirić, dipl. ing. prometa (Bibinje, Hrvatska)

Rezime: Zapažanje autora rada je da se pokazalo u praksi da saobraćajna normativna regulativa u vezi prelaza biciklista preko kolovoza uz pešački prelaz dovodi u zabludu i bicikliste i vozače koji se kreću po kolovozu, stvarajući nedoumice ko ima prvenstvo prolaza.

U praksi se svakodnevno stiču zapažanja da učesnici u saobraćaju različito shvataju prvenstvo prolaza regulisano Zakonom, a koje u praksi kreiraju i projektuju odgovorni projektanti.

Problem je veoma akutan s obzirom na posledice koje nastaju i neujednačene stavove u postupanju policije nakon saobraćajnih nezgoda.

Dugogodišnjim praćenjem ovog problema u praksi autori rada su stava da zakonska rešenja u ovom delu stvaraju nedoumice, dovode do pogrešnih shvatanja i različitih tumačenja pravila predviđenih Zakonom i Pravilnicima što dovodi do dijametralno suprotnih presuda u sudskim postupcima.

Autori su analizirali problem, ukazali na nedoumice, prikazali karakteristične realne slučajeve sa tumačenjima situacija, a na kraju rada autori su imali slobodu da daju i svoje predloge i rešenja u cilju izmene postojećeg Zakona.

Ključne reči: prvenstvo prolaza, biciklistički prelaz preko kolovoza, kolovoz, bicikl, vozila

Summary: The observation of the author of the paper is that it has been shown in practice that the traffic normative regulation regarding the passage of cyclists at intersections where there are pedestrian crossings misleads both cyclists on bicycle paths and drivers moving on the roadway, creating doubts about who has the right of way.

In practice, daily observations are made that road users have different understandings of the priority of passage regulated by the Law, which in practice is created and designed by the responsible planners.

The problem is very acute considering the consequences that arise and the uneven attitudes in the actions of the police after traffic accidents

After many years of monitoring this problem in practice, the authors of the paper are of the opinion that the legal solutions in this part create doubts, lead to misunderstandings and different interpretations of the rules provided by the Law and regulations, which led to diametrically opposite verdicts in court proceedings.

The paper presents characteristic cases with interpretations of situations and concrete examples, and at the end of the paper, the authors had the freedom to give their proposals and solutions in order to amend the existing law.

Key words: priority of passage, bicycle crossing over the roadway, roadway, bicycle, vehicles

Uvod

Pravo prvenstva prolaza je definisano Zakonom o bezbednosti saobraćaja[1)] (u daljem – **ZBS-a**) čl. 20 i čl. 47, i u proširenom smislu na 9 hijerarhijskih nivoa[2)], odnosno:

1. Naredbe i znakovi ovlašćenih lica
2. Svetlosna saobraćajna signalizacija
3. Vozila pod pratnjom
4. Vozila sa prvenstvom prolaza
5. Vertikalna signalizacija
6. Vozila na šinama
7. Vrsta kolovoznog zastora
8. Horizontalna signalizacija
9. Pravilo desne strane

U skladu sa ZBS-om i Pravilnikom o saobraćajnoj signalizaciji[3)] (u daljem - **Pravilnik**) shodno pravilima projektovanja, izbor i postavljanje signalizacije po pravilu projektuju Odgovorni projektanti (licence Inženjerske komore br. 370), a uz saglasnost odgovarajućeg nadzora, postavljaju ih Odgovorni izvođači radova (licence Inženjerske komore br. 470). Za konačno puštanje u rad tj. u javni saobraćaj, saglasnost daje MUP, a za održavanje u projektnom i ispravnom stanju odgovaraju Upravljači puta ili druga pravna lica kojima je povereno gazdovanje putem.

U javnom saobraćaju, na istom mestu istovremeno se sučeljavaju heterogene kategorije vozila i učesnika koji u svakodnevnim situacijama, svako na svoj način postupaju i razumeju pravo prvenstva prolaza definisano ZBS-om i Pravilnikom, te se osnovano postavlja pitanje da li su sadašnja rešenja dobra i da li dovode do nedoumica.

Ako različito shvatanje prava prvenstva prolaska biciklista, a potom i postupanje učesnika u saobraćaju dovede do saobraćajne nezgode, (bilo da se nakon nezgode popunjava Evropski izveštaj o saobraćajnoj nezgodi, bilo da se sačini zapisnik o uviđaju), po pravilu se pokreće lanac institucionalnih postupanja zavisno od vrste postupka.

U postupanju svakog od učesnika u lancu dolazi do različitog shvatanja prvenstva prolaza što bitno utiče na sudske postupke a time i na utvrđenje bitnih činjenica za donošenje konačne odluke.

Posebno ističemo značaj policije koja usmerava na odgovarajuće postupke (pokreće ili ne postupak i protiv koga), te veštaka saobraćajno tehničke struke (u daljem – veštaka) čije neslaganje može znatno produžiti i zakomplikovati postupke. Jedan od osnovnih razloga neslaganja veštaka je pogrešno shvatanje njihovog zadatka u davanju nalaza i mišljenja.

Saobraćajne nezgode motornih vozila kao opasnih stvari sa ranjivom kategorijama učesnika u saobraćaju poput biciklista, najčešće su praćene povredama biciklista i veoma često nastaju na biciklističkim prelazima preko kolovoza. U radu je istaknut čest slučaj bočnih sudara bicikala na biciklističkim prelazima preko kolovoza sa motornim vozilima koje se kreće kolovozom.

Praksa je pokazala da postojeća zakonska rešenja i regulativa dovode do nedoumica i različitih shvatanja što ima za posledicu dijametralno suprotne sudske odluke. Kada se ovoj činjenici doda da je parnični sud vezan krivičnom presudom u pogledu postojanja krivičnog dela i krivične odgovornosti onda se problem dodatno usložnjava po osiguravača ili štetnika.

2 Cilj

Veštaci izrađuju *svoje* nalaze i mišljenja u odgovarajućim sudskim ili van sudskim postupcima.

Veštaci su stručna lica koji svoj nalaz daju poznajući pravila struke i njihovi nalazi se moraju kretati samo u tim okvirima.

Zadatak veštaka je da učesnicima u postupku razjasni stručna sporna pitanja kako bi nadležno tužilaštvo, sud ili neko (stranka koja je učestvovala u saobraćajnoj nezgodi) ko zahteva nalaz i mišljenje, mogao jasno utvrditi odlučne činjenice.

U situaciji kada praksa ukazuje da pojedina rešenja u ZBS dovode do nedoumica u praksi jasno je da je i zadatak veštaka od koga se traži stručna pomoć utoliko složeniji, te je važno razumevanje problema na koje veštaci nailaze u tehničkom smislu pri primeni pravnih normi ZBS-a.

- Prvi i najvažniji cilj rada je, poštovanje pravnog okvira i harmonizacija tehnike i prava.

- Drugi cilj rada je prikaz pravnog okvira za rešavanje saobraćajnih nezgoda prelaza biciklističkih staza preko kolovoza, kako bi veštaci stekli uvid u okvire u kojima moraju dati svoje nalaze i mišljenja.

- Treći cilj rada je kratak prikaz "čitanja" pravnih okvira, saobraćajne signalizacije na licu mesta i opis pravilnog (propisnog) ponašanja, sa komentarima suprotnih eritističkim[4)] zaključivanjima.

- Četvrti cilj rada je prikaz problema iz prakse.

3. Izvori prava u bezbednosti drumskog saobraćaja

3.1 Nacionalno pravo:

Izvori nacionalnog prava su:[5)]

- Ustav
- Zakoni - proglašava Republička Skupština - ZBS
- Podzakonski akti (Uredbe, Pravilnici, Odluke...)
- Pravna praksa koja jedina nije obavezujuća, nije izvor prava ali je značajna za ujednačavanje presuda.

Drumski saobraćaj, nije samo nacionalna stvar nego je i problem međunarodnog nivoa, a nacionalno zakonodavstvo mora biti harmonizovano sa Bečkom Konvencijom o saobraćajnim znacima i signalizaciji iz 1968., koja predstavlja najvažniji međunarodni propis u vezi sa ovom problematikom (u daljem - "Konvencija") [6)] jer je SFRJ, pravni prethodnik današnje naše države - Republike Srbije, ratifikovala Konvenciju novembra, 1978. godine.

3.2 Elementi ZBS-a u vezi prvenstva prolaza – tipični problemi

U predmetnom radu od ključnog značaja su pojedini izrazi iz ZBS - čl. 7 "Definicije" od kojih izdvajamo, prateći po tačkama redosled iz ZBS, izraze koji imaju sledeća značenja:

1) ***saobraćaj*** je kretanje vozila i lica na putevima, čije je ponašanje uređeno u cilju njegovog bezbednog i nesmetanog odvijanja,
2) ***put*** je izgrađena, odnosno utvrđena površina koju kao saobraćajnu površinu mogu da koriste svi ili određeni učesnici u saobraćaju, pod uslovima određenim zakonom i drugim propisima,
3) ***javni put*** je put od opšteg značaja koji mogu da pod jednakim uslovima koriste svi ili određeni učesnici u saobraćaju i koji je nadležni organ proglasio kao takav,
10) ***kolovoz*** je deo puta namenjen prvenstveno za kretanje vozila,
13) ***biciklistička traka*** je saobraćajna traka namenjena isključivo za saobraćaj lakih električnih vozila, bicikala, mopeda i lakih tricikala,
19) ***raskrsnica*** je deo kolovoza na kome se ukrštaju, spajaju ili razdvajaju putevi u istom nivou,
25) ***pešačka staza*** je put koji je namenjen isključivo za kretanje pešaka,
26) ***biciklistička staza*** je put namenjen isključivo za kretanje bicikala i lakih električnih vozila,
26a) ***pešačko-biciklistička staza*** je put namenjen za kretanje pešaka, bicikala i lakih električnih vozila,
31) ***vozilo*** je sredstvo koje je po konstrukciji, uređajima, sklopovima i opremi namenjeno i osposobljeno za kretanje po putu,
32) ***bicikl*** je vozilo sa najmanje dva točka koje se pokreće snagom vozača, odnosno putnika, koja se pomoću pedala ili ručica prenosi na točak, odnosno točkove,
68) ***vozač*** je lice koje na putu upravlja vozilom.

Članom 47. st. 2 ZBS-a reguliše se Prvenstvo prolaza i on glasi:

"Vozač koji pri skretanju preseca biciklističku stazu, odnosno traku, dužan je da propusti vozila koja se kreću stazom, odnosno trakom".
Ova pravna norma je "imperativna" i ne dopušta različita tumačenja i shvatanja.

Tako dolazimo do ključnog problema!

ZBS je predmetnim narativom **propustio** da **jasno i izričito definiše pravila ponašanja učesnika u javnom saobraćaju za slučajeve kada se motorno vozilo kreće po kolovozu (putu), ali ne skreće na mestu gde se nalazi biciklistički prelaz preko kolovoza.!**

Navedeni primer otvara mogućnost diskusija sa raznim logičkim razmišljanjima, među kojima su najčešće "dileme" koje proističu iz realnih situacija tokom postupaka:

- Da li je raskrsnica ona površina kolovoza koju preseca zamišljena traka koja je produže-tak biciklističke staze i koja se prema Pravilniku definisana i obeležena kao V–5 i V-6 **"Prelaz biciklističke staze preko kolovoza"** ?
- Ako prethodno jeste raskrsnica, kako se reguliše prvenstvo prolaska u njoj za biciklistu odnosno motorno vozilo?
- Da li je kretanje po tzv. "Baypass-u" pored kružne raskrsnice skretanje ?
- Kada se nakon isključenja iz kružne raskrsnice više ne podrazumeva skretanje da se **ne bi** mogao primeniti čl. 47 st. 2 ZBS?
- ...

3.3 Konvencija i ZBS

Čl. 16. t 2. Konvencije "Promena pravca" sledi:

"U toku manevra ("radnja" prim. autori) vezanog za promenu pravca, vozač treba, poštujući odredbe člana 21 ove konvencije koje se odnose na pešake, da propusti vozila koja se iz suprotnog smera kreću kolovozom koji on namerava da napusti, kao i bicikle i mopede koji se kreću trakom za bicikle koja preseca kolovoz na koji on treba da skrene".

To znači da je čl. 47. st. 2. ZBS-a, saglasan sa čl. 16 t. 2. Konvencije koja u citiranom delu nije izričita (eksplicitna), kao što to nije ni ZBS u pogledu pravolinijskog kretanja motornog vozila.

Čl. 18. t. 2 Konvencije "Raskrsnice i obaveza propuštanja" sledi:

"Svaki vozač koji izlazi sa **staze** ili sa nekog **zemljanog puta,** na put koji nije ni staza ni zemljani put, **dužan je da propusti vozila koja saobraćaju tim putem**. U smislu ovog člana izrazi "staza" i "zemljani put" mogu se definisati nacionalnim zakonodavstvima".

Uvidom u ZBS, čl. 7 definicije a prema Konvenciji, definisane su tri vrste staza:

5) ***pešačka staza*** je put koji je namenjen isključivo za kretanje pešaka,
26) ***biciklistička staza*** je put namenjen isključivo za kretanje bicikala i lakih električnih vozila,
26a) ***pešačko-biciklistička staza*** je put namenjen za kretanje pešaka, bicikala i lakih električnih vozila.

Vodeći se dalje, uputstvom iz Konvencije, a uvidom u definicije ZBS-a smatramo za nužno da još ukažemo na sadašnju regulativu:

Prvenstvo prolaza

Situaciju dodatno komplikuje odredba čl.47. st. 1. i 3. koji glase (respektivno):

Član 47

(1)"Vozač je dužan da propusti sva vozila koja se kreću putem sa savremenim kolovoznim zastorom kada se vozilom uključuje sa zemljanog puta ili sa površine na kojoj se ne vrši javni saobraćaj – (u Konvenciji - "zemljanog puta" i "staze" – prim autori).

(3)"Vozač je dužan da propusti vozilo koje dolazi sa njegove desne strane na raskrsnici na kojoj prvenstvo prolaza nije regulisano na drugi način, odnosno pri susretu sa drugim vozilom (pravilo "desne strane")."

Srbija je, kao pravni sledbenik SFRJ, potpisnik Konvencije i ista je ratifikovana, što bi značilo da nacionalno zakonodavstvo mora biti usaglašeno sa Konvencijom.

Autorima rada se čini da to u ovom slučaju nije tako, iz sledećih razloga:

Ukoliko se "staza" jezički podrazumeva istom u Konvenciji i ZBS-u, onda se shodno može primeniti čl. 18 t.2 Konvencije, koja je obavezujuća za nacionalno zakonodavstvo, pa sledi da biciklisti moraju propustiti motorna vozila koja se kreću po kolovozu, što u odnosu na već definisane obaveze prilikom skretanja znači da biciklista mora propustiti motorna vozila koja se kreću kolovozom.

Iz gore citiranih definicija pojmova odredbom čl.7. ZBS-a još se može zaključiti sledeće:

1. Da je biciklistička staza put, ali ostaje nejasno da li je ona i javni put (kada i kojom odlukom je biciklističku stazu kao put nadležni organ proglasio za javni put saglasno definiciji javnog puta?);
2. Ako je biciklistička staza javni put, onda se njeno ukrštanje sa kolovozom ima smatrati raskrsnicom u kom slučaju se u pogledu prvenstva prolaza ima primeniti odredba čl.47. st. 3. ZBS-a;
3. Ako biciklistička staza nije javni put, onda bi se imala primeniti odredba čl.47. st. 1. ZBS-a prema kojoj je vozač bicikla dužan da propusti sva vozila koja se kreću putem sa savremenim zastorom kada se vozilom (bicikl je vozilo po definiciji) uključuje sa zemljanog puta ili sa površine na kojoj se ne vrši javni saobraćaj (staza).

Ovde dolazimo u jednu potpuno apsurdnu situaciju da pojedina biciklistička staza može biti proglašena za javni put ODLUKOM nadležnog organa a pojedina ne.

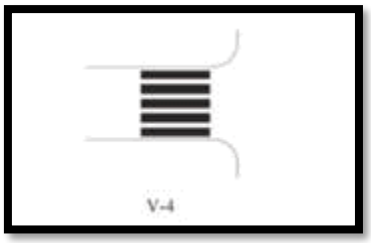
Kako će to vozači, učesnici u saobraćaju znati i kako će to znati organi postupaka?

4 Pravilnik (Horizontalna signalizacija i Vertikalna signalizacija) i ZBS

3.4.1 Horizontalna signalizacija (HS)

2.2.4. Pešački prelaz

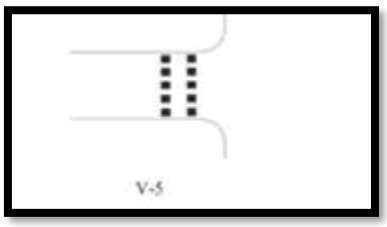
Pešački prelaz se obeležava na putu oznakom: "pešački prelaz" (V-4), je označeni **deo površine kolovoza** namenjen za prelazak pešaka;



Sl. 1

2.2.5. Prelaz biciklističke staze preko kolovoza

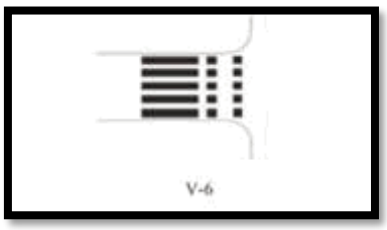
Prelaz biciklističke **staze** preko kolovoza se obeležava na putu oznakom: "prelaz biciklističke **staze** preko kolovoza" (V-5), je **deo površine kolovoza** namenjen za prelaz biciklista.



Sl. 2

*2.2.6. Prelaz biciklističke **staze** preko kolovoza i pešački prelaz*

Prelaz biciklističke **staze** preko kolovoza i pešački prelaz se obeležava na putu oznakom: "prelaz biciklističke **staze** preko kolovoza i pešački prelaz" (V-6), je **deo površine kolovoza namenjen za prelaz biciklista i pešaka**.



Sl. 3

Ako se prema ZBS-u čl.7 st.2 t.28 **ne smatra raskrsnicom** ''Prelaz puta preko pruge kao mesto na kom se u istom nivou ukrštaju **put** i železnička ili tramvajska **pruga**", onda se shodno duhu definicije ''prelaz biciklističke staze preko kolovoza'' **ne može smatrati raskrsnicom**.

3.4.2 Vertikalna signalizacija (VS)

U vezi sa pitanjem spornog prelaza biciklističke staze preko kolovoza, Pravilnikom je predviđen saobraćajni znak klase izričitih naredbi (obaveza – plavi krug) II-40 ''Biciklistička staza'' koji označava posebno izgrađenu **stazu** za vožnju bicikala po kojoj je zabranjeno kretanje drugim učesnicima u saobraćaju.

Saobraćajni znakovi izričitih naredbi važe do i u narednoj raskrsnici (Pravilnik čl.32 st. 4) i postavljaju se na mesto od kog **biciklistička staza počinje da važi** ((Pravilnik čl.32 st. 1).



sl. 4. Primer biciklističke staze preko kolovoza i pešački prelaz i saob. znakovi II-40

Ukoliko se na početku biciklističke staze za oba smera postavi saobraćajni znak II-40 ''Biciklistička staza'' to može značiti samo da prelaz preko biciklističke staze preko kolovoza nije put i da to onda nije raskrsnica.

4. Primeri sa komentarima

4.1 Primer 1. – Problem shvatanja prelaza (raskrsnica ili ne)

U svakodnevnoj praksi smo svedoci različitog ponašanja biciklista i vozača motornih vozila. Primeri koji slede su tipični za velik broj slučajeva u kojim prilikama se učesnici u saobraćaju različito ponašaju u pogledu ustupanja prvenstva prolaza, pa su to slučajevi:

- Vozači motornih vozila često shvataju biciklističke prelaze uz pešački prelaz uniformno te ustupaju prvenstvo biciklistima, jednako kao i pešacima.
- Saobraćajni znak izričite naredbe II-2 **''Ustupanje prvenstva prolaza''** koji je postavljen na stub sa saobraćajnim znakom **''Obavezan smer''** i **''Pešačko-biciklistička staza''**, se postavlja na mesto od kog znak važi. S tim u vezi, najčešće shvatanje policije, organa postupka (javnih tužilaca i sudija) kao i veštaka, je da je prelaz biciklističke staze preko kolovoza raskrsnica.
- Ukoliko bi to bilo tako, onda bi:
  - Saobraćajni znak ''Obavezan smer'' obavezivao vozače da skrenu na biciklističku stazu a ne kolovoz kojim se kreću motorna vozila (vidi sl. 5)!?
  - Saobraćajni znak II-2**''Ustupanje prvenstva prolaza''** bi naređivao vozačima koji se kreću kolovozom da ustupe prvenstvo biciklistima i pošto pomenuti znak prestaje da važi nakon prve raskrsnice a ispred kolovoza opisano shvatanje veštaka i organa postupka bi značilo da dalje, uključivanje na kolovoz bulevara (npr. ovde prikazano bulevar Jaše Tomića u Novom Sadu) podleže pravilu desne strane (!?) te da vozači koji se kreću kolovozom bulevara moraju ustupiti prvenstvo vozilima koja se na bulevar uključuju sa puta sa svoje desne strane. Pri tome naglašavamo da je obavezno postavljanje saobraćajnog znaka **''Put sa prvenstvom prolaza''** na raskrsnice opremljene semaforima, kako je prikazano na sl. 6. i da se može (ne mora) postaviti i ispred narednih raskrsnica.
  - Paradoksalan slučaj je međutim, da za istu raskrsnicu na sl. 5 ako vozilo skreće desno na bulevar, uživa prvenstvo u odnosu na bicikliste, a da vozila koja sa bulevara skreću udesno, moraju propustiti bicikliste!?



sl. 5. Primer 1



sl. 6. Primer 1

4.2 Primer 2. –

Veštak u postupku je insistirao da je biciklistički prelaz put i da je u skladu s time, vozač motornog vozila bio dužan propustiti biciklistu koji je naleteo na desni bok vozila, vozeći bicikl po biciklističkoj stazi.

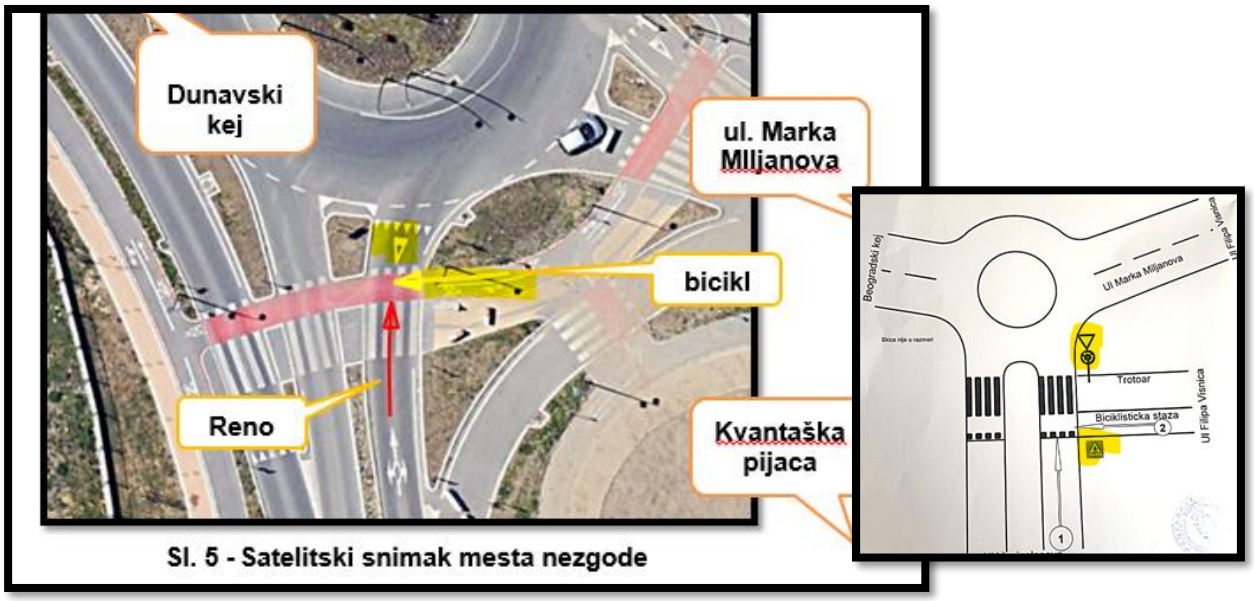
Vozač motornog vozila, kako je naveo veštak, je imao istaknut saobraćajni znak II-2 **''Ustupanje prvenstva prolaza''** te da je upravljač puta na taj način regulisao ustupanje prvenstva biciklistima, izjednačujući prvenstvo koje uživaju pešaci, (III-6 ''Pešački prelaz'') sa odgovarajućom oznakom na kolovozu.



sl. 7 Sada

Međutim, primenom pravila prvenstva desnog, shvatanje veštaka izneto u sudnici bi za posledicu imalo da vozila koja se kreću u kružnom toku moraju propustiti vozila koja se uključuju u kružni tok (!?) a najmanje pola kružnih raskrsnica u Novom Sadu je regulisano na gore prikazan način.

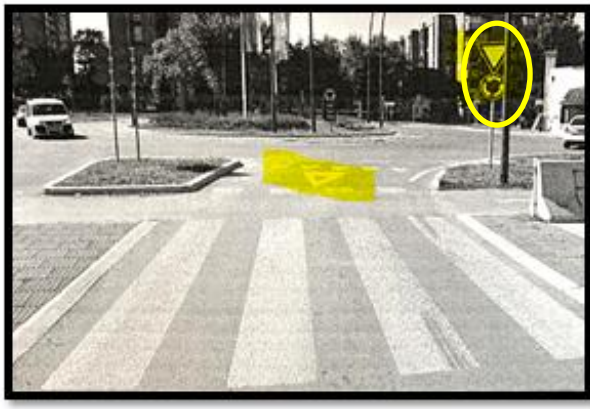
Ukoliko bi saobraćajni znak II-2 **''Ustupanje prvenstva prolaza''** bio postavljen neposredno ispred ulaska u kružnu raskrsnicu, tj. bio postavljen u skladu sa Pravilnikom, tada ne bi bilo dileme o pravu prolaska kao što je to prikazano niže:



Sl. 8 Znakovi i oznake na kolovozu



Sl. 9 Znakovi i oznake na kolovozu



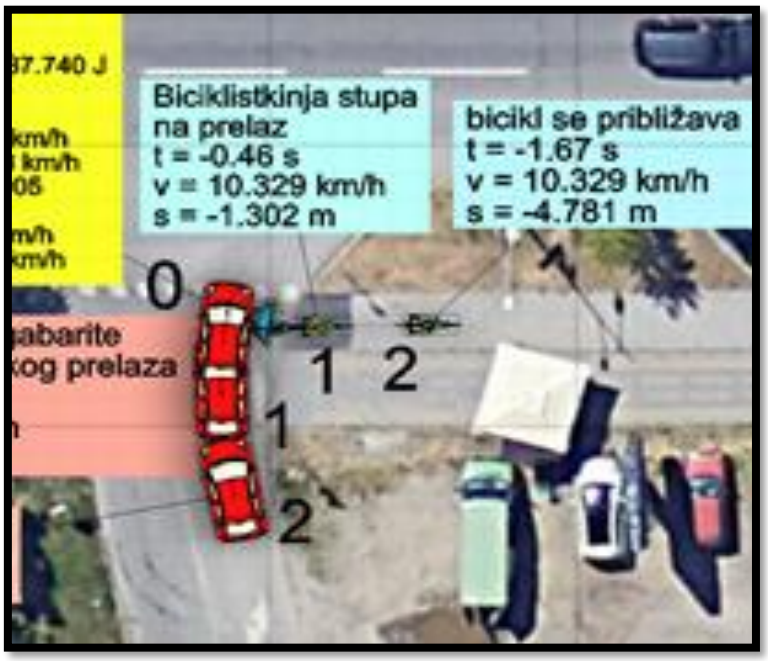
Sl .10 Znakovi i oznake na kolovozu



Sl 11 Nekad – u vezi sa ''sl. 7 – Sada''

4.3 Primer 3. – Problem i shvatanje pojma ''skretanje''

Čl.47. st. 2 ZBS-a glasi **"Vozač koji pri skretanju preseca biciklističku stazu, odnosno traku dužan je da propusti vozila koja se kreću stazom, odnosno trakom".**



sl. 12 Primer 2

Shvatanje čl. 47. st. 2 ZBS, od strane stručnog savetnika u postupku, u vezi pojma skretanje, dovelo je do pogrešnog razumevanja pomenutog člana kojom prilikom je nameru (budućnost) poistovetio sa približavanjem raskrsnici (sadašnjost).

Naime, vozač motornog vozila se kretao pravo prema raskrsnici u nameri da nakon što prođe pešački i biciklistički prelaz započne skretanje**. ''Pod pojmom skretanje se podrazumeva promena pravca kretanja vozila ulevo ili udesno ne samo na raskrsnici već i na svim mestima gde vozilo menja dotadašnji pravac kretanja, ali ne podrazumeva praćenje horizontalnih krivina puta**[7)]**''**

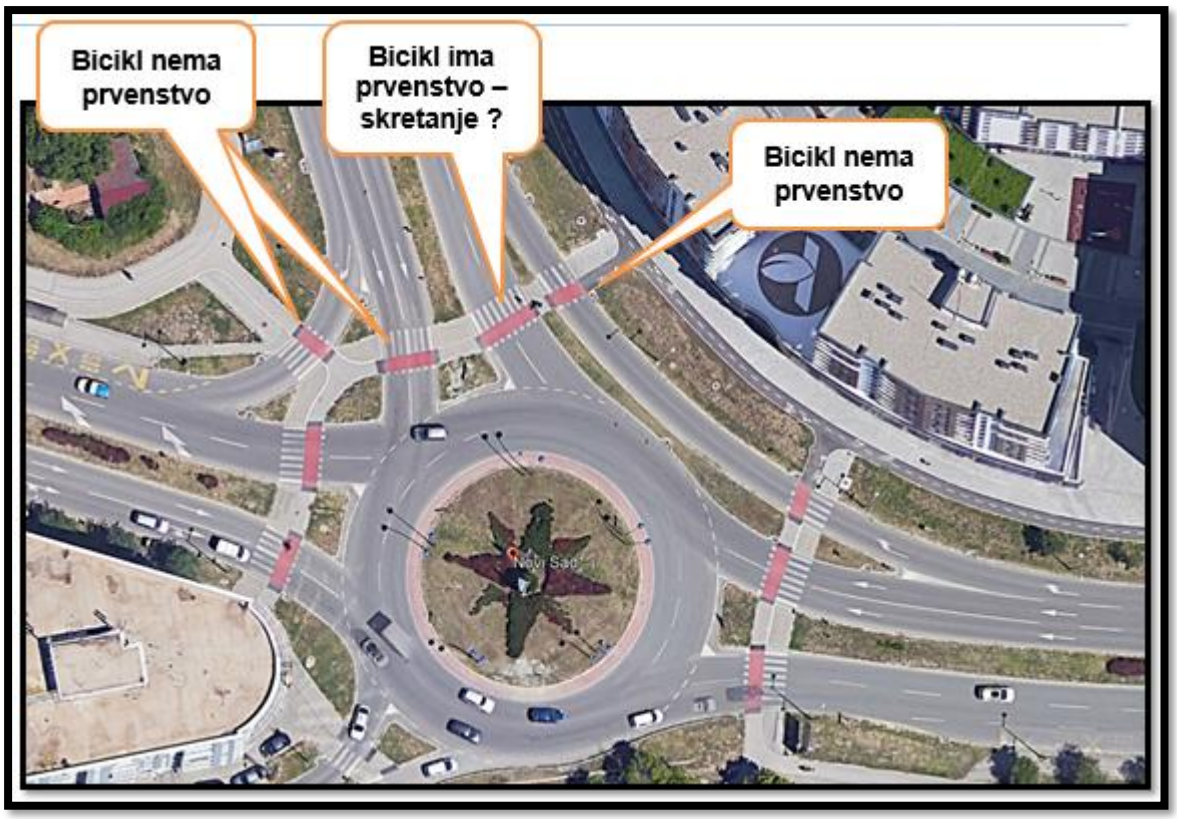
Za prikaz pomenutog slučaja, sledi primer kružne raskrsnice sa ''Bay passom''.

Bay-pass nije deo kružne raskrsnice, iako je projektovan i građen istovremeno sa kružnom raskrsnicom.

Desnim tekstom na sl. 13 prikazan je biciklistički prelaz sa pešačkim prelazom, koji nije označen odgovarajućim saobraćajnim znakom (greška projektanta, nadzora i MUP), pa se po definiciji prostiranje puta (Bay-Passa) smatra da se vozila koja se tako kreću u stvari ne skreću sa puta nego se kreću putem čija se trasa prostire u radijusu. To je isto kao da se vozilo na putu kreće na pravcu. Posledično tome, biciklista je dužan propustiti vozila koja se kreću tim putem. Nasuprot tome, vozač koji bi se iz kružnog toka desnim skretanjem isključio, bio bi dužan propustiti bicikliste (srednji tekst na sl. 13.)

Malo levo na sl. 13, trebalo je biti prikazano da bi biciklista morao ustupiti prvenstvo prolaza vozilima koja se kreću na kolovozu.

Neuniformno a posebno ako je i nejasno, pravo prvenstva prolaza nije prihvatljivo, zbunjujuće je i ugrožava bezbednost saobraćaja a pri tome nije jednoznačno, eksplicitno (''izričito'' pravnički rečeno) definisano. Posledice takvog regulisanja su očigledne kroz materijalnu i nematerijalnu štetu, duge i skupe postupke.



sl. 13 Primer 3

5. ''Čitanje''zakonske regulative

Veštaci su tehnička lica i po pravilu se ne bave pravom, osim poštovanja pravnog okvira, jer nisu kvalifikovani pravnici. Veštaci se koriste i primenjuju isključivo svoju struku, jer su stručnjaci, i veštinu kada to zahteva situacija.

Predmet rada veštaka, u pravnim postupcima, je tehnički aspekt problema koji ne sme da izađe iz okvira pravila struke, što često zahteva određenu veštinu, pa u tom smislu lice koje piše nalaz postaje i veštak diskretnim ograđivanjem područja svog rada od pravnih okvira. Ovo neretko ima ekstrem u vidu pravnika-veštaka koji ciljaju doprinose na pravo bez uporišta u struci, koristeći se netačnim jednačinama, do krajnjih granica neprihvatljivim parametrima, izmišljenim i nedokazivim stavovima i dr.

Pravnim zaključcima nema mesta u stručnim nalazima. Zadatak veštaka se završava na stručnom razjašnjenju tehničkih pitanja, a na organu postupka je da na bazi takvog stručnog mišljenja sam odluči koje činjenice će uzeti za dokazane ili ne i na njih primeni pravo. Međusobno prelaženje granica prava i tehnike od strane organa postupka i od strane veštaka, česta je pojava nastala usled nerazumevanja, nedovoljnog znanja ili namere.

Primera ima mnogo, a jedan karakterističan primer je, kada organi postupka oduzimaju reč veštaku koji pokuša da objasni značenje saobraćajnog znaka (tumači), obrazlažući tu odluku veštaku da je tumačenje značenja saobraćajnog znaka pravno pitanje.

Projektovanje, postavljanje i održavanje saobraćaje signalizacije ne izvode pravnici nego projektanti koji to rade poštujući pravila projektovanja, Pravilnik, ZBS i na kraju i duh odvijanja saobraćaja (bezbednost saobraćaja) (pravnički rečeno ''duh zakona'').

Pravno značenje znaka određuju pravnici, a inženjeri koji projektuju odlučuju gde će signalizacija biti postavljena ali ne i šta ona znači.

Inženjeri-projektanti samo dobro poznaju značenje signalizacije koje je određeno pravnim aktom.

Veštaci, u nemogućnosti da pravnički obrazlože delove ZOBS-a koji nisu izričito naglašeni, poput prava prolaza u slučaju ako motorno vozilo ne menja smer kretanja, u odnosu na bicikle se izjašnjavaju sa **''Dozvoljeno je ono što nije zabranjeno''**.

Konkretno, ako čl. 47. st. 2, ZBS-a obavezuje vozače motornih vozila da prilikom skretanja propuste bicikliste a to isto nije naglašeno i za ne-skretanje motornih vozila, onda to znači da u tom slučaju vozači motornih vozila nisu obavezani da propuste bicikliste na prelazu biciklističke staze preko kolovoza.

Da li je to uvek prosto tako, kada i u kojoj meri je i dalje pravno pitanje, autori misle da je od značaja rasvetliti nekoliko činjenica u vezi **''Dozvoljeno je ono što nije zabranjeno''** i sličnih formulacija.

Postoje tri principa liberalnog načela prava:

- Za građane – pretpostavka je potpuna sloboda delovanja tj. Država ne mora nešto izričito dozvoljavati, dovoljno je da neko delovanje ne bude kažnjivo i zabranjeno;
- Građanin ne sme biti kažnjen ako njegovo delovanje nije prepoznato u Zakonu i ako za to nije predviđena sankcija;
- Država (policija, opština sud...) sme delovati samo u okviru nadležnosti koja je dozvoljena (ovlašćenje).

Prostije, Sloboda se pretpostavlja a Država može da je ograničava (u teorijskom smislu).

''Dozvoljeno je ono što nije zabranjeno'' može ličiti na pravnu prazninu i primenom navedenog principa zalazi se u cilj odnosno duh regule, koja je kompetencija pravnika a ne veštaka, što veštinu umešnom retorikom čini još više značajnom.

Naime ako veštak iznosi stav **''Dozvoljeno je ono što nije zabranjeno''** sugerišući organu postupka svoje mišljenje, mora pre svega imati u vidu načelo poštenja i savesti kako bi organu postupka omogućio da lako primeni duh zakona.

Nije sve ono što je dozvoljeno kao opozit zabranjenom, moralno i zakonito. Organ postupka ceneći duh zakona odlučuje da li je zadovoljen duh i svrha zakona. Tu postoji značajna razlika između formalnog i faktičkog.

U predmetnim slučajevima organ postupka ne raspolaže izričitim članom Zakona (ne čita član) nego se bavi ciljem norme da se ne zaobilazi svrha i ne izigrava Zakon pa se pravni zaključci neće ceniti etički nemoralnim a obrazlaganje presude će biti logično i uverljivo.

Prethodno je navedeno da bi se istakao značaj veštakovih stavova i predočio nivo problema ako se veštak koristi stavom **''Dozvoljeno je ono što nije zabranjeno''**.

Ako se veštak koristi stavom **''Dozvoljeno je ono što nije zabranjeno''** to nije kraj nego tek početak jer za svaki konkretni slučaj, poput teme predmetnog rada, veštak mora znati kvalifikovana obrazloženja jer ona moraju biti u okvirima Zakona i retorički umešno ali ne i pravnički obrazloženo.

6. Zaključci

1. Domaći propisi moraju biti jasni i u skladu sa međunarodnim ugovorima, konvencijama što proizlazi i iz **Ustava Republike Srbije** koji u osnovnim odredbama sadrži odredbu koja se odnosi na međunarodne odnose.[8] U članu 16. Ustav navodi: „Spoljna politika Republike Srbije počiva na opštepriznatim principima i pravilima međunarodnog prava. Opšteprihvaćena pravila međunarodnog prava i potvrđeni međunarodni ugovori sastavni su deo pravnog poretka Republike Srbije i neposredno se primenjuju. Potvrđeni međunarodni ugovori moraju biti u skladu s Ustavom“.
2. Nacionalno zakonodavstvo (čitaj: ZBS) u ovom delu nije dovoljno jasno (izričito) harmonizovano sa Bečkom Konvencijom, te je ovo pravi trenutak da se ova „kolizija“ otkloni

Pravo prolaza na kolovozu kada biciklistička staze prelazi preko kolovoza u slučajevima kada se vozila kreću pravolinijski nije izričito regulisano u ZBS-u što dovodi u neznanje i zabludu učesnike u saobraćaju, policiju i dalje organe postupka.

U praksi, saobraćajna signalizacija je najčešće .postavljena na načine da omogućava dijametralno različita shvatanja kako učesnika u saobraćaju tako i svih daljih organa postupaka.

U konkretnom slučaju biciklisti koji voze na biciklističkoj **stazi** moraju ustupiti prvenstvo prolaza vozilima koja se kreću na putu (kolovozu).

3. Predlozi autora su:
   - Ili biciklističku stazu izjednačiti sa pešačkim prelazom (stazom) (često se ona nalazi uz pešački prelaz) i dati prvenstvo prolaza biciklistima kao i pešacima a time otkloniti nedoumice u budućnosti. Za to je potrebno izričito naglašavanje u ZBS kao što je to učinjeno za pešačke prelaze.
   - Ili je označiti kao nekategorisani put (staza) u kom slučaju bi na svakom ukrštanju sa javnim putem morao biti postavljen odgovarajući saobraćajni znak.

Literatura:

1) Ustav Republike Srbije, Sl. glasnik RS", br. 98/2006, 115/2011.
2) Zakon o bezbednosti saobraćaja na putevima, Sl. glasnik RS br. 41/2009,53/2010, 101/2011, 32/2013 (Odluka Ustavnog suda), 55/2014, 96/2015, 9/2016 (Odluka Ustavnog suda), 24/2018, 41/2018 (drugi zakon), 41/2018, 87/2018, 23/2019, 128/2020, 76/2023, 19/2025.
3) Neispravnost saobraćajne signalizacije i nastanak saobraćajnih nezgoda, Divčibare 2021, Bodolo I, Bodolo L.
4) Pravilnik o saobraćajnoj signalizaciji, Sl. glasnik RS br.85/2017, 14/2021, 21/2024.
5) Eritistička dijalektika, A Šopenhauer, Svetovi – Novi Sad-
6) Teorija države i prava, Dr Radomir Lukić, Udžbenik, Beograd, 1976-.
7) Vienna Convention on Road Signs and Signals, Vienna, 8 November 1968,Uredba o ratifikaciji Međunarodne konvencije o saobraćaju na putevima. Sl list SFRJ – 6/78, Međunarodni ugovori sa završnim dokumentom.
8) Priručnik sa licenciranje kadrova u procesu osposobljavanja kandidata za vozače, ABS.



VEŠTAČKA INTELIGENCIJA I MAŠINSKO UČENJE U SEKTORU SAOBRAĆAJNE DELATNOSTI - ZNAČAJ I PRIMENE

dr Miloš Stojanović, dipl. inž. elek.
dr Milan Stanković, dipl. inž. saob.
spec. Milan Protić, dipl. inž. građ.
mr Nada Stojanović, dipl. inž.maš.
Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš

Rezime: Tehnologija autonomnih vozila otvara mogućnost fundamentalne promene saobraćajnog sistema. Autonomna vozila daju mogućnost za nove oblike mobilnosti tako da pružaju brojne ekonomske i socijalne prednosti. Međutim, postavlja se pitanje na koji način će se te prednosti manifestovati u primeni i kako će uticati na saobraćajni sistem i učesnike u saobraćaju. Vozila opremljena sistemima za autonomnu vožnju, promeniće pravila na putu i u saobraćaju.

Ključne reči: autonomna vozila, mašinsko učenje, inteligentni sistemi, saobraćaj.

Abstract: Autonomous vehicle technology opens up the possibility of fundamentally changing the traffic system. Autonomous vehicles enable new forms of mobility, providing numerous economic and social benefits. However, the question arises as to how these advantages will be manifested in application and how they will affect the traffic system and traffic participants. Vehicles equipped with autonomous driving systems will change the rules on the road and in traffic.

Keywords: autonomous vehicles, machine learning, intelligent systems, traffic.

1. UVOD

Automatska vožnja je prilika za rešavanje nekoliko važnih društvenih izazova na putu, npr. transport, bezbednost, energetska efikasnost, zagušenost, urbana pristupačnost i socijalna uključenost.

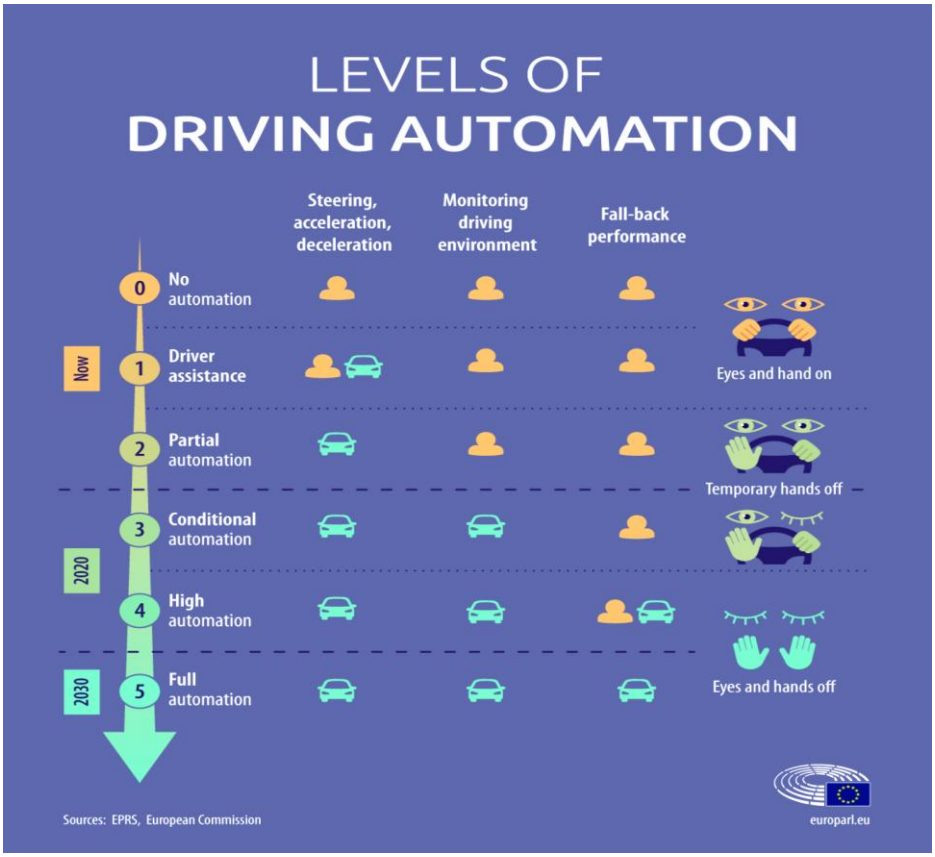
Ove društvene potrebe poklapaju se sa vizijom i planom strateškog istraživanja ERTRAC-a za dugoročnu evoluciju Transportnog Sistema [1].

Autonomna vozila zahtevaju veliku količinu senzora i drugih tehnologija. Konstantan napredak tehnologije, znatno ubrzava napredak autonomnih vozila. Potrebno je razumeti svaki od senzora i njihove tipove, kako bi odabrali pravu komponentu koja je potrebna za datu situaciju i uslove.

Veštačka inteligencija je široka oblast koja u današnje vreme uključuje brojne metode i bavi se rešavanjm raznolikih problema iz realnog života, obično komplikovanih i teško rešivih drugim pristupima. Veštačka inteligencija pokušava da simulira inteligentno ponašanje u sistemu zahtevajući tačnu i kompletnu informaciju i prikaz znanja. U realnosti, mnogi sistemi ne mogu biti opisani na takav način. Često se kod izrazito kompleksnih sistema javljaju zahtevi obrade situacija koje uključuju nepredvidive, nagle i neočekivane promene u okruženju. Kao posledica suočavamo se sa ograničenim mogućnostima konvencionalnog modeliranja, naročito kada se radi kompleksnim sistemima sa izrazito dinamičkim procesima.

2. AUTONOMNA VOŽNJA - SAE J3016 STANDARD U EU

Tehnike mašinskog učenja i dubokog učenja predstavljaju centralni deo inteligencije autonomnih vozila, preuzevši na sebe zadatke poput opažanja okruženja, detekcije i praćenja objekata, prepoznavanja prepreka, saobraćajnih znakova i svetlosne signalizacije, istovremene lokalizacije vozila i mapiranja okruženja, planiranja putanje i učenja autonomne vožnje gde se neobrađeni signal sa senzora dovodi u algoritam dubokog učenja, a kao izlaz se dobijaju komande za upravljanje vozilom – tehnika koja se naziva i kloniranje ponašanja vozača [8].

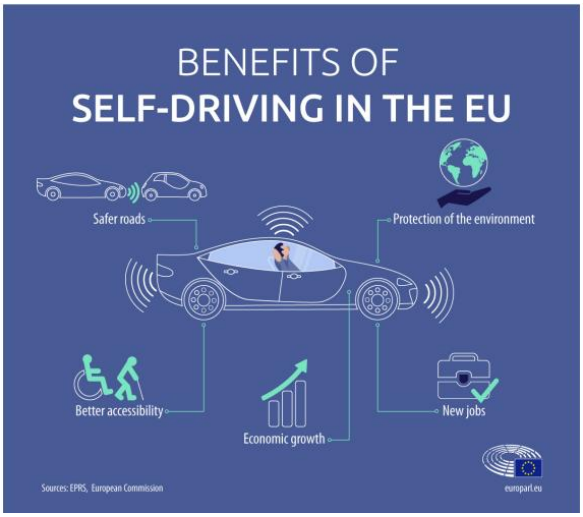


Slika 1. SAE J3016 Standard, nivo automatizacije vožnje u EU, [2].

Stepen automatizacije (slika 1) i prateće regulative će se menjati ubudućnosti, a očekuje se potpuna automatizacija do 2030 godine.

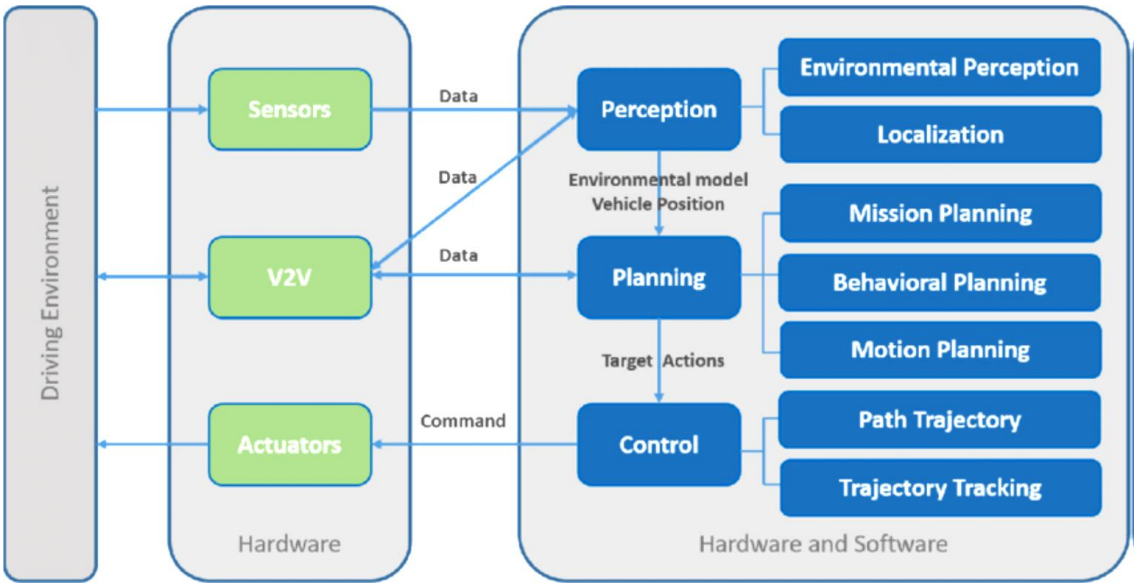
3. ZNAČAJ STANDARDA U PRIMENI AUTONOMNIH VOZILA

EU primenjuje strategiju u odnosu na digitalnu tranformaciju, uređujući pristup veštačkoj inteligenciji (AI) sa ciljem unapređenja uslova za usavršavanje i primenu ove revolucionarne tehnologije. Brojne prednosti u vidu širokih mogućnosti dovešće do efikasnijeg pristupa softveru i hardveru koji svrsishodno unapređuju zdravstvenu zaštitu, čine efikasniju proizvodnju i održiviji energetski sektor, bezbedniji i čistiji transport.



Slika 2. Benefiti veštačke inteligencije u domenu autonomnih vozila

Evropska komisija je u aprilu 2021. godine postavila prvi regulatorni okvir EU za veštačku inteligenciju u kome se navodi da se ona može koristiti u različitim aplikacijama koje se analiziraju i klasifikuju na osnovu rizika koji donose korisnicima. Primarni cilj parlamenta se odnosi na obezbeđivanje sistema veštačke inteligencije, transparentnosti, doslednosti, nediskriminatorskog odnosa, ekološke održivosti i tehnološke neutralnosti. Anuliranje negativnih efekata je moguće praćenjem sistema (AI), a ne automatizacije [13].



Slika 3. Osnovni prikaz autonomnog sistema vozila, [12].

4. ZAKLJUČAK

Očekuje se da će tehnologija dubokog učenja biti najveća i najbrže rastuća tehnologija na tržištu softvera koji će se upotrebljavati u auto industriji. Takvi sistemi dubokog učenja koristiće se za glasovne naredbe, preporuke samog vozila, prepoznavanje slike i otkrivanje pokreta. Takođe, duboko učenje (Deep Learning) se široko koristi u razvoju samovozećih automobila. Mnoge kompanije za razvoj vlastitih automobila koriste tehnologije i metode dubokog učenja, gde se one koriste za obradu slike, prepoznavanje govora i analizu podataka.

Softver ima najznačajniji udeo u ukupnom tržištu veštačke inteligencije u automobilskoj industriji. Poslednjih godina došlo je do ubrzane dinamike razvoja softverskih rešenja u tom području.

LITERATURA

[1] Taeihagh, Araz; Lim, Hazel Si Min: Governing Autonomous Vehicles: Emerging Responses for Safety, Liability, Privacy, Cybersecurity, and Industry risks. *Transport Reviews* http://www.ertrac.org/uploads/images/ERTRAC_Automated_Driving_2017.pdf

[2] E. Parliament, "Self-driving cars in the EU: from science fiction to reality | News | European Parliament," Jan. 2019.

[3] SAE Standards News: J3016 automated-driving graphic update https://www.sae.org/news/2019/01/sae-updates-j3016-automated-driving-graphic, mart 2023.

[4] http://www.sae.org/news/2019/01sae-updates-j3016-automated-driving-graphic

[5] https://www.researchgate.net/publication/351824746

[6] Raghu, M., Poole, B., Kleinberg, J., Ganguli, S., Sohl Dickstein, J. „*On the expressive power of deep neural networks*, "In Proceedings of the 34th International Conference on Machine Learning, Sydney, Australia, 6–11 August 2017; pp. 2847–2854.

[7] Anderson J., Kalra N., Stanley K., Sorensen P., Samaras C., Oluwatola O.: Autonomous Vehicle Technology; A Guide for Policymakers

[8] Sze, V., Chen, Y., Yang, T., Emer, J.S. „*Efficient Processing of Deep Neural Networks: A Tutorial and Survey, "* Proc. IEEE 2017, 105, 2295–2329.

[9] https://www.sae.org/standards/content/j3016_201806/

[10] SAE Standard J3016_201806, „Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles ".

[11] Negnevitsky M., *Artificial Intelligence: A guide to Intelligent Systems*, 2nd Edition, (3rd Edition) Addison Wesley, 2005

[12] N. Hossain, "7 Hard Things About Product Management for Autonomous Vehicles," Aug. 2020.

[13] EU, "EU AI Act: first regulation on artificial intelligence".



EVROPSKI IZVJEŠTAJ KAO DOKAZ U PARNIČNOM POSTUPKU

Dragan Stanišić, dipl. iur
Nikola Trivić, dipl. iur
Advokatska kancelarija Dragan Stanišić, Banja Luka

EUROPEAN REPORT AS EVIDENCE IN CIVIL PROCEEDINGS

Sažetak: Presuda Vrhovnog suda Republike Srpske kojom je ograničio visinu naknade štete do 500 KM na vozilima iz nezgoda koje su evidentirane evropskim izvještajem dovela je do velike pometnje u postupanjima osiguravajućih društava. Postavlja se pitanje da li je odredba člana 37 Zakona o obaveznim osiguranjima u saobraćaju Republike Srpske specijalna norma u odnosu na materijalno pravo ili u odnosu na norme parničnog postupka. U većini evropskih zemalja prihvaćena je evidencija nezgoda uz razmjenu podataka na obrascu evropskog izvještaja i to ne ograničava pravo oštećenih lica na punu naknadu štete. Da bi se pronašlo kompromisno rješenje, potrebno je analizirati prirodu sporne zakonske odredbe, njenu pravnu snagu u odnosu na druge norme i uticaj postupanja sudova u Republici Srpskoj na učešće Bosne i Hercegovine u sistemu Zelene karte.

Ključne riječi: Evropski izvještaj, manja materijalna šteta, saobraćajna nezgoda, visina štete.

Summary:
The judgment of the Supreme Court of the Republic of Srpska, which limited the amount of damages to 500 BAM for vehicles involved in accidents recorded using the European Accident Report, has caused considerable confusion in the practices of insurance companies. This raises the question of whether Article 37 of the Law on Compulsory Traffic Insurance of the Republic of Srpska constitutes a special provision in relation to substantive law, or in relation to the rules of civil procedure. In most European countries, the recording of accidents through the exchange of data on the European Accident Report form is accepted and does not limit the right of injured parties to full compensation. In order to reach a compromise solution, it is necessary to analyze the nature of the disputed legal provision, its legal force in relation to other norms, and the impact of court practice in the Republic of Srpska on Bosnia and Herzegovina's participation in the Green Card system.

Keywords: European Accident Report, minor material damage, traffic accident, amount of damages.

1. Uvod

Saobraćajne nezgode predstavljaju značajnu štetnu posljedicu savremenog saobraćaja, generišući potrebu za efikasnim mehanizmima za naknadu štete. U kontekstu ove potrebe, evropski izvještaj o saobraćajnoj nezgodi pojavio se kao važan instrument, dizajniran da olakša i ubrza proces ostvarivanja prava oštećenih lica.

Istorijski gledano, proces dokazivanja krivice u saobraćajnim nezgodama bio je složen i težak. Razvoj drumskog saobraćaja i porast broja nezgoda zahtijevali su nova rješenja, stavljajući u prvi plan zaštitu žrtava i efikasno upravljanje saobraćajem. Kao odgovor na ove izazove, evropski izveštaj je uveden kao zamjena za formalni policijski zapisnik o uviđaju i druge dokaze, sa ciljem da se smanji administrativno opterećenje i pojednostavi postupak naknade štete.

Evropski izvještaj počeo se upotrebljavati prije nešto više od četrdeset godina, prvo u Francuskoj, ali je ubrzo prihvaćen i u Belgiji, Njemačkoj, Italiji i drugim zemljama. Zahvaljujući prvim pozitivnim rezultatima, posebna komisija Evropskog odbora za osiguranje izradila je obrazac i preporučila ga svim evropskim osiguravačima.[3] Tada utvrđen, i danas se koristi u istom obliku i sa istim sadržajem kao standardizovan obrazac Evropskog osiguranja (Insurance Europa – CEA). Sastoji se od originala i jedne kopije na jeziku svake zemlje u kojoj se upotrebljava. Preporučen je svim članicama CEA, uz prethodno odobrenje koje CEA naplaćuje po fiksnoj cijeni. Prije početka upotrebe izvještaja reprezentativno nacionalno udruženje društava za osiguranje pribavlja saglasnost CEA da njegov izgled i sadržaj odgovara standardnom obrascu[4].

U svom izvornom obliku, primjena evropskog izvještaja bila je fokusirana na slučajeve manje materijalne štete, ali se s vremenom pokazala potreba za širenjem njegove primjene. Iako se u većini evropskih zemalja ovaj dokument koristi u standardizovanom obliku, izazovi u pogledu njegove primjene i dalje postoje, posebno u kontekstu različitih pravnih sistema i tumačenja visine štete.

Ovaj rad ima za cilj analizu istorijskog razvoja i pravnog okvira evropskog izvještaja, s posebnim naglaskom na praksu u Bosni i Hercegovini, kao i identifikovanje potrebe za ujednačavanjem sudske prakse kako bi se osigurala dosljedna i efikasna zaštita prava oštećenih lica.

2. Pojam i značaj

Zakonom o osnovama bezbjednosti saobraćaja na putevima u Bosni i Hercegovini[5] propisuje se način postupanja u slučaju nastanka saobraćajne nezgode (član 154 i 158). Pravilnikom o obliku i sadržaju obrasca evropskog izvještaja o saobraćajnoj nezgodi[6] propisuje se oblik i sadržaj obrasca evropskog izvještaja o saobraćajnoj nezgodi i način njegovog korištenja. Ovim pravilnikom pobliže je propisan način popunjavanja i način postupanja u slučaju saobraćajne nezgode.

[3] Ćurković, Marijan, „Naknada štete iz prometne nesreće s vozilom inozemne registracije", Informator, Zagreb 1982, strana 47.

[4] Dr Milan B. Cerović, „Evropski izveštaj o saobraćajnoj nezgodi", https://tokoviosiguranja.edu.rs/en/publications/evropski-izvestaj-o-saobracajnoj-nezgodi/

[5] „Sl. glasnik BiH", br. 6/2006, 75/2006 – ispr, 44/2007, 84/2009, 48/2010, 48/2010 – dr. zakon, 18/2013, 8/2017, 89/2017, 9/2018, 46/2023 i 88/2023

[6] „Sl. glasnik BiH", br. 13/2007,

Evropski izvještaj je izvještaj o saobraćajnoj nezgodi koji se koristi kod svih saobraćajnih nezgoda, a koji je urađen u skladu sa modelom koji je izdao Evropski komitet osiguranja (Comitie Europeen des Assurances – CEA).

Ovaj obrazac standardizovan je bez obzira na jezik na kome je napisan kako bi vozači koji ne razumiju jezik drugog vozača mogli da na jednak način popune obrazac.

Značaj ovog obrasca je prije svega u brzini rješavanja nastale situacije, bez čekanja policije i dugotrajnog vršenja uviđaja koji u pravilu izazivaju kilometarske kolone i gužve u saobraćaju. Zbog ogromnih ekonomskih gubitaka koji se dešavaju zbog blokiranja saobraćaja, evropski izvještaj je prepoznat kao obrazac od opšteg interesa.

3. Evropski izvještaj u sudskoj praksi

Do donošenja Zakona o obaveznim osiguranjima u saobraćaju Republike Srpske iz 2015. godine,[7] u sudskoj praksi jedina dilema je bila da li se po osnovu obrasca evropskog izvještaja može naplatiti i nematerijalna šteta, jer su se osiguravači pozivali na odredbe ZoOBS-a da se evropski izvještaj može upotrebljavati samo kod manjih materijalnih šteta. Imajući u vidu da su učesnici u nezgodama vrlo često u stanju šoka pod naletom adrenalina i da bolove često osjete tek nekoliko sati nakon nezgode, sudovi su zauzeli jedinstven stav da se može naplatiti i nematerijalna šteta ukoliko oštećeni adekvatnom medicinskom dokumentacijom dokaže postojanje povreda koje se mogu dovesti u vezu sa načinom nastanka nezgode.

Vrhovni sud Republike Srpske je u odluci broj: 89 0 P 083876 24 Rev, od 31. 1. 2025. godine izrekao stav da se član 37 ZOOS[8] ima smatrati kao *lex specialis* prema ZOO i preinačio odluke nižestepnih sudova kojim je bila dosuđena puna naknada štete.

Smatramo da takvim stavom Vrhovni sud odlučuje da se članom 37 ZOOS ne derogira samo član 190 ZOO, već se derogira načelo slobodne ocjene dokaza iz člana 8 ZPP. Koje će činjenice uzeti kao dokazne odlučuje sud na osnovu slobodne ocjene dokaza. Sud će savjesno i brižljivo ocijeniti svaki dokaz zasebno i sve dokaze zajedno. Odlučivanjem da je evropski izvještaj „krunski dokaz“, Vrhovni sud ozbiljno narušava načelo slobodne ocjene dokaza. Šta bi se desilo da oštećeno lice pokuša dokazati način nastanka nezgode i visinu štete korištenjem fotografija, video-snimka, izjava svjedoka i sl. bez obrasca evropskog izvještaja? Kakvu bi tada odluku donio sud?

Spornim članom ZOOS nepotrebno ulazi u materiju Zakona o parničnom postupku, Zakona o obligacionim odnosima i Zakona o osnovama bezbjednosti saobraćaja na putevima, prenormirajući i derogirajući već postojeće odredbe.

Zakonodavac ovom odredbom nije ograničio dokazna sredstva u parničnom postupku. U parničnom postupku i dalje važi načelo slobodne ocjene dokaza. ZPP nigdje ne ograničava

[7] („Sl. glasnik RS“, br. 82/2015, 78/2020 i 1/2024)

[8] Obrazac evropskog izvještaja o saobraćajnoj nezgodi
Član 37.
(1) Društvo za osiguranje dužno je osiguraniku, uz polisu osiguranja od autoodgovornosti, uručiti obrazac evropskog izvještaja o saobraćajnoj nezgodi.
(2) Obrazac evropskog izvještaja o saobraćajnoj nezgodi *može biti korišten u postupku rješavanja odštetnog zahtjeva kao dokaz nastupanja štetnog događaja*, u slučaju manje materijalne štete, pod uslovom da je uredno i potpuno popunjen, te da su uz to priložene fotografije oštećenja na vozilima i mjesta štetnog događaja.
(3) Pod manjom materijalnom štetom iz stava 2 ovog člana smatra se šteta na vozilu koja ne prelazi iznos od 500 KM.

dokazni postupak na posebna dokazna sredstva. Stranke svoje navode mogu dokazivati i drugim privatnim i javnim ispravama, fotografijama, video-snimcima, iskazima svjedoka, vještačenjima i sl. Sud bi u svakom konkretnom sluačaju trebalo da donese odluku na osnovu slobodnog sudijskog uvjerenja koje će zasnovati na osnovu izvedenih dokaza.

Obrazac evropskog izvještaja može biti dokaz za štete do 500 KM, pod uslovom da ne postoje drugi dokazi na osnovu kojih bi se utvrdilo da je šteta veća. Smatramo da bi pravilnim tumačenjem odrebe člana 37 obrazac evropskog izvještaja mogao služiti kao dokazno sredstvo u vansudskom postupku rješavanja odštetnog zahtjeva pred osiguravajućim društvom.

Iz obrazloženja odluke u kojoj je izrečen sporni stav zaključujemo da Vrhovni sud smatra da su odredbe člana 37 materijalnopravne prirode i da derogiraju odredbe člana 190 ZOO[9]. Smatramo da i ovaj stav nije održiv. ZOOS nije i ne može biti lex specialis u pogledu naknade štete.

Naknada štete je deliktna obligacija i kao takva je jasno i sistematično regulisana odredbama ZOO. Svako miješanje u ove odredbe dovodi do pravne nesigurnosti. Zakonom o obaveznim osiguranjima u saobraćaju uređuje se osiguravajuće pokriće i ugovor o osiguranju od autoodgovornosti. Ovim zakonom je propisano da ugovor o osiguranju od autoodgovornosti pokriva odgovornost vlasnika, odnosno korisnika vozila prema trećim licima koji imaju zahtjev za naknadu štete od odgovornog lica koje mu štetu prouzrokuje, *u skladu sa odredbama propisa kojima se uređuju obligacioni odnosi*[10]. Vidimo da i sam ZOOS upućuje na odredbe ZOO, da ih ne derogira. U pogledu visine nakande ovaj zakon propisuje da društvo za osiguranje odgovara za štetu do visine osiguranih suma propisanih ovim zakonom ili do visine ugovorenih osiguranih suma kada su veće od propisanih.

Ako ovome dodamo i činjenicu da nijedna stranka nije u stanju samostalno, na licu mjesta, da procijeni visinu štete na vozilu, da se naknadno može utvrditi da postoje i skrivena oštećenja i/ili povrede lica, definitivno se ne smije apriori ograničiti pravo oštećenh lica na korištenje dokaznog sredstva ili ograničiti visina štete koju oštećeni ima pravo naplatiti.

Kod novijih vozila dovoljno je da se npr. polomi jedan nosač fara, koji uopšte ne vidimo prije defektaže vozila, pa da pretrpljena šteta bude i preko 5.000 KM. Iz navedenih razloga ne smijemo dozvoliti da se zakonom ograničavaju dokazna sredstva ili visina štete, već u svakom pojedinačnom slučaju sud treba cijeniti sve okolnosti i donijeti pravilnu odluku.

Prema odredbama člana ZoOBS BiH[11] i ZOBS RS, propisano je pravilo da učesnici u nezgodi popune evropski izvještaj, a tek u slučaju nekog neslaganja među učesnicima ili u slučaju da je neko lice povrijeđeno kao izuzetak od pravila je propisano da se pozove policija, u kom slučaju svi učesnici moraju ostati na licu mjesta do dolaska policije. U istom zakonu definicija manje štete je šteta u kojoj nisu oštećeni vitalni sklopovi vozila[12].

Uz sve navedeno, u praksi je uobičajeno da policija, kada izađe na lice mjesta, učesnicima predloži i pomogne popuniti evropski izvještaj, a npr. u Tuzlanskom kantonu, Distriktu Brčko

[9] Član 190 ZOO: „Sud će, uzimajući u obzir i okolnosti koje su nastupile posle prouzrokovanja štete, dosuditi naknadu u iznosu koja je potrebna da se oštećenikova materijalna situacija dovede u ono stanje u kome se nalazila da nije bilo štetne radnje ili propuštanja."

[10] Član 21 stav (2) ZOOS.

[11] Član 158 stav (3): „Poslije saobraćajne nezgode u kojoj je prouzrokovana samo manja materijalna šteta, vozači su dužni da odmah uklone vozila s kolovoza i da razmijene lične podatke, te popune i potpišu obrazac evropskog izvještaja o saobraćajnoj nezgodi. Vozači ne smiju napustiti mjesto saobraćajne nezgode prije nego što popune i potpišu izvještaj i razmijene podatke iz ovog stava".

[12] Član 9 stav (1) tačka 23): „*manja materijalna šteta* je šteta u saobraćajnoj nezgodi nastala na vozilu na kojem nisu oštećeni vitalni dijelovi i sklopovi i koje može samostalno da se kreće na putu".

i Bijeljini učesnici koji pozovu policiju moraju dodatno platiti prekršajnu kaznu po članu 158 ZoOBS.

Prihvatanjem tumačenja da je osiguravač u obavezi platiti samo iznos od 500 KM, došli bismo do apsurda:

1. Oštećeni i štetnik po osnovu delikta (štete) dolaze u obligacioni odnos. Štetnik je dužan naknaditi štetu oštećenom u punom iznosu. Na njihov odnos se primjenjuju opšta pravila o naknadi štete iz ZOO.

2. Po osnovu ugovora o osiguranju od autoodgovornosti štetnik koji oštećenom samostalno naknadi štetu ima pravo da od osiguravača potražuje cjelokupan iznos.

3. Osiguravač, do visine osigurane sume, osigurava i snosi svu štetu koju pričini korisnik vozila.

Prateći ove tri pravilnosti, došli bismo u situaciju da štetnik odgovara oštećnom za svu štetu koju mu pričini, da je kod svog osiguravača osigurao svoju odgovornost za štetu u skladu sa ZOO.

Međutim, oštećeni po stavu Vrhovnog suda ne može da naplati svu štetu već samo 500,00 KM, iako mu je garantovana osigurana suma 400.000,00 KM.

Zamislimo i praktičnu situaciju u kojoj su solidarno tuženi štetnik lično i njegov osiguravač. Po logici sporne odluke Vrhovnog suda, odredbe člana 37, štetnik bi bio obavezan da plati cjelokupnu štetu, a njegov osiguravač samo 500 KM. Prema štetniku bi se u parničnom postupku mogao provesti kao dokaz evropski izvještaj, a prema osiguravaču ne bi mogao.

Ako se prema osiguravaču ne bi mogao koristiti evropski izvješaj kao dokaz, onda bi sud takav dokaz trebalo da zanemari kao da nije ni proveden. Prema osiguravaču šteta bi bila dokazivana drugim dokaznim sredstvima, npr. iskazima svjedoka, fotografijama, vještačenjima i sl. Kada bi sud na osnovu takvih dokaza stekao uvjerenje da je štetnik kriv za nezgodu, da šteta iznosi više od 500 KM i da štetnik po pravilima ZOO odgovara za naknadu štete, te na osnovu polise osiguranja utvrdio da je njegova odgovornost osigurana do visine od 400.000 KM, da li bi imao osnova dosuditi naknadu veću od 500 KM?

Ukoliko posmatramo spornu odredbu, u njenom tumačenju bismo morali da uzmemo u obzir da sam izraz „smatra se“ upućuje na to da se radi o oborivoj zakonskoj pretpostavci i da nije zabranjeno dokazivati drugačije. Dakle, stranka u postupku drugim dokaznim sredstvima može dokazati da je pretrpljena šteta veća od 500 KM.

U prilog navednom stavu podnosioca inicijative stoji stav[13] građanskog odjeljenja Okružnog suda u Banjoj Luci broj: 011-0-Su-24-001 038-2 od 20. 6. 2024. godine:
„Oštećeni može ostvariti pravo na potpunu naknadu štete u sudskom postupku i u slučaju kada je potpisao obrazac evropskog izvještaja o saobraćajnoj nezgodi u skladu sa odredbom člana 37 Zakona o obaveznom osiguranju u saobraćaju ('Službeni glasnik Republike Srpske', broj: 82/15 od 17.09.2015, 78/20 i 1/24).“

[13] https://oksud-banjaluka.pravosudje.ba/vstvfo/S/11/article/136933 pristupljeno dana 17. 3. 2025.

4. Evropski izvještaj u uporednom pravu i sudskoj praksi

Ako posmatramo uporedno pravo, uglavnom ne postoji nikakvo ograničenje u pogledu visine štete koja se naplaćuje po osnovu činjenica utvrđenih u evropskom izvještaju. Jedini izuzetak postoji u zakodavstvu Republike Srbije. ZOBS RS član 7, stav 1, tačka 104. propisuje *„Manja materijalna šteta je šteta nastala u saobraćajnoj nezgodi prouzrokovana u vrednosti manjoj od one za koju je propisana krivična odgovornost“*. Osiguravači i MUP ovu odredbu tumače da je to šteta čija je vrednost niža od 200.000 RSD (500 EUR). Međutim, ovo je u sudskoj praksi riješeno na način da stranke u sudskom postupku mogu dokazivati da šteta iznosi više od 500 EUR.

Tako smatra Viši sud u Novom Sadu, Gž. 90/2012, od 7. 8. 2013. godine (Bilten VŠS u Novom Sadu, br. 4/13).

„Potpisivanje evropskog izveštaja o saobraćajnoj nezgodi u slučaju iz člana 172. Zakona o bezbednosti saobraćaja na putevima, koji propisuje da se ovaj izveštaj sačinjava u slučaju nezgode u kojoj je nastala manja materijalna šteta, ne sprečava lice koje je u takvoj saobraćajnoj nezgodi pretrpelo i veću materijalnu štetu, da pravo na naknadu materijalne štete u punom iznosu ostvaruje u sudskom postupku.“

Takođe i Vrhovni kasacioni sud Republike Srbije, rješavajući u predmetu broj *Rev 19676/2022 od 15. 3. 2023. godine, pozvao se na zaključak iz 2015. godine:*

„Prema zaključku Vrhovnog kasacionog suda verifikovanom na sednici Građanskog odeljenja održanoj 3. 3. 2015. godine, oštećeni po tužbi radi naknade štete protiv osiguravača ima pravo na naknadu materijalne štete na vozilu kada je popunjen i potpisan evropski izveštaj bez obzira što nije izvršen uviđaj od strane saobraćajne policije, u punom iznosu (preko 500 evra).“

Možemo li na osnovu navednog konstatovati da su oštećeni i štetnici koji su upoznati sa ovim javno objavljenim stavovima sudova dovedeni u pravnu zabludu i da li treba da snose posljedice zato što su vjerovali policiji i najvišim sudskim instancama?

Četiri direktive Evropske unije koje su izmijenjene i dopunjene Petom direktivom, a zatim sve zamijenjene Direktivom o osiguranju od autoodgovornosti 2009. godine, u potpunosti su prihvatile ciljeve Evropskog izvještaja o saobraćajnoj nezgodi. Mada se nisu konkretno pozivale na Evropski izvještaj o saobraćajnoj nezgodi, članom 26 Pete direktive od država članica EU zahtijeva se da preduzmu sve odgovarajuće mjere da se oštećenim licima, njihovim osiguravačima ili pravnim zastupnicima blagovremeno omogući da lakše dođu do osnovnih podataka neophodnih za naplatu odštetnog zahtjeva. Tamo gdje je prikladno, ovi podaci treba da budu dostupni u elektronskoj formi u centralnoj bazi podataka u svakoj državi članici EU, te da joj sve strane uključene u saobraćajnu nezgodu, na njihov izričit zahtjev, imaju pristup. Upravo se radi o podacima koje sadrži evropski izvještaj u pismenoj formi, a veći broj ovih podataka nalazi se i u informacionom centru koji se obavezno organizuje u svakoj državi članici EU. Na osnovu ovoga, može se sa sigurnošću zaključiti da postoji veoma jasna povezanost direktiva s ciljevima koji se obezbjeđuju upotrebom evropskog izvještaja o saobraćajnoj nezgodi. Ograničavanje visine naknade apsolutno nije u skladu sa ciljem i svrhom odredaba o obaveznom osiguranju u saobraćaju, odnosno zaštitom oštećenih lica. Zbog ovog stava postoji i opasnost da Bosna i Hercegovina bude izbačena iz sistema Zelene karte.

Spornim tumačenjem odredaba člana 37 ZOOS RS dovode se u neravnopravan položaj učesnici u nezgodama u kojima je štetnik osiguran u Republici Srpskoj u odnosu na ostale učesnike u saobraćaju koji su osigurani u FBiH, Republici Srbiji, Republici Hrvatskoj i ostaku Evrope.

O predmetnom pitanju vodio se veliki broj sporova u kojima je donesena pravnosnažna odluka po kojoj je tuženi osiguravač obavezan da plati cjelokupnu nastalu štetu (Presuda broj 32 0 Mal 303389 17 Mal, Opštinski sud u Tuzli; Presuda broj 89 1 P 044206 19 P, Osnovni sud u Sokocu; Presuda broj 71 0 Mal 304 664 20 19 Mal, Osnovni sud u Banjoj Luci; Presuda broj 71 0 Mal 304 664 20 GŽ, Okružni sud u Banjoj Luci; Presuda broj 27 0 P 024692 14 P, Opštinski sud u Gračanici; Presuda broj 39 0 P 040537 15 P, Opštinski sud u Tešnju; Presuda Broj 23 0 Mal 048187 21 Mal, Opštinski sud u Velikoj Kladuši; Presuda broj 89 1 Mal 045844 20 Mal, Osnovni sud u Sokocu; Presuda broj 89 1 Mal 045844 22 Gž, Okružni sud u Istočnom Sarajevu; Presuda broj 89 1 P 044206 21 Gž, Okružni sud u Istočnom Sarajevu; Presuda broj 87 0 Mal 029989 20 Mal, Osnovni sud u Tesliću; Presuda broj 87 0 Mal 029989 21 Gž, Okružni sud u Doboju; Presuda broj 128 0 Mal 036920 23 Mal, Opštinski sud u Jajcu; Presuda broj 128 0 Mal 036920 23 Gž, Kantonalni sud u Novom Travniku; Presuda broj 71 0 Mal 374978 22 Mal, Osnovni sud u Banjoj Luci; Presuda broj 71 0 Mal 374978 23 Gž, Okružni sud u Banjoj Luci; Presuda broj 44 0 Mal 036508 22 Mal, Opštinski sud u Žepču; Presuda broj 44 0 Mal 036508 24 Gž, Kantonalni sud u Zenici; Presuda broj 33 0 Mal 087596 23 Gž, Kantonalni sud u Tuzli; Presuda broj 32 0 Mal 303389 17 Mal, Opštinski sud u Tuzli; Presuda broj 56 Mal 068496 20, Opštinski su u Konjicu; Presuda broj 56 Mal 068496 22 Gž, Kantonalni sud u Mostaru).

Takođe, u toku je veliki broj aktivnih sudskih predmeta čiji je ishod neizvjestan, a koji su od strane oštećnih lica pokrenuti prije donošenja sporne odluke Vrhovnog suda.

5. Zaključak

Analiza istorijskog razvoja i pravnog okvira Evropskog izvještaja o saobraćajnoj nezgodi ukazuje na njegov značaj u ubrzavanju procesa naknade štete i zaštiti prava oštećenih lica. Uprkos standardizovanom obrascu, primjena Evropskog izvještaja u Bosni i Hercegovini suočava se s izazovima, posebno u kontekstu različite sudske prakse i tumačenja vrste i visine štete koju oštećeni mogu naplatiti po osnovu nezgoda u kojima je korišten.

Odluka Vrhovnog suda Republike Srpske iz janura 2025. godine, koja član 37 Zakona o obaveznim osiguranjima u saobraćaju smatra *lex specialis*-om u odnosu na Zakon o obligacionim odnosima i načelo slobodne ocjene dokaza, predstavlja problematičan presedan. Takvo tumačenje nepotrebno ulazi u materiju drugih zakona, ograničava dokazna sredstva i visinu štete, te dovodi do pravne nesigurnosti.

Poređenje s uporednim pravom i sudskom praksom pokazuje da većina zemalja ne ograničava visinu štete koja se naplaćuje na temelju Evropskog izvještaja. Prihvatanje restriktivnog tumačenja u Republici Srpskoj dovodi do neravnopravnog položaja učesnika u saobraćajnim nezgodama prema učesnicima koji mogu zasnovati nadležnost sudova u FBiH ili u drugim zemljama. Takođe, sve ovo može imati negativne posljedice na poziciju Bosne i Hercegovine u međunarodnom sistemu osiguranja.

Stav da se po obrascu evropskog izvještaja dosuđuje iznos do 500 KM eventualno može biti opravdan samo u slučajevima kada je obrazac evropskog izvještaja jedini dokaz kojim stranke raspolažu, ali i ovakav način ograničava treba uzeti sa rezervom.

Na kraju, i ne manje bitno, treba naročito imati u vidu koliko se korištenjem obrasca evropskog izvještaja smanjuje vrijeme blokiranja i usporavanja saobraćaja. Nema čekanja dolaska policije, nema dugotrajnog vršenja uviđaja. O negativnim efektima i gubicima koji nastaju zbog

usporenog odvijanja saobraćaja trebalo bi da se napravi jedan poseban rad. Evropski izvještaj nije uveden da bi neko prevario osiguravajuće društvo, već da bi se ubrzalo odvijanje saobraćaja.

Zbog mogućnosti naknadnog manifestovanja povreda, potrebno je dopustiti dokazivanje i nematerijalnih šteta u nezgodama u kojima je korišten evropski izvještaj.

Potrebno je ujednačiti sudsku praksu kako bi se osigurala dosljedna i efikasna zaštita prava oštećenih lica u saobraćajnim nezgodama. Sudovi bi trebalo da donose odluke na temelju slobodne ocjene svih izvedenih dokaza, bez apriornog ograničavanja dokaznih sredstava ili visine štete.

Literatura

- Evropski izveštaj o saobraćajnoj nezgodi, *Dr Milan B. Cerović,* UDK: 368.214.2:351.811.122(4-672EZ)(047.3):614.86:347.426.3
- Zakon o bezbjednosti saobraćaja na putevima u Bosni i Hercegovini, "Sl. glasnik BiH", br. 6/2006, 75/2006 - ispr, 44/2007, 84/2009, 48/2010, 48/2010 - dr. zakon, 18/2013, 8/2017, 89/2017, 9/2018, 46/2023 i 88/2023
- Pravilnik o obliku i sadržaju obrasca evropskog izvještaja o saobraćajnoj nezgodi, Službeni glasnik BiH br. 13/07, Sarajevo, 2007.
- Zakon o obaveznim osiguranjima u saobraćaju Republike Srpske, "Sl. glasnik RS", br. 82/2015, 78/2020 i 1/2024
- Zakon o obligacionim odnosima, "Sl. list SFRJ", br. 29/1978, 39/1985, 45/1989 - odluka USJ i 57/1989 i "Sl. glasnik RS" br. 17/1993, 3/1996, 37/2001 - dr. zakon, 39/2003 i 74/2004
- Zakon o parničnom postupku Republike Srpske, "Sl. glasnik RS", br. 58/2003, 85/2003, 74/2005, 63/2007, 105/2008 - odluka US, 45/2009 - odluka US, 49/2009, 61/2013, 109/2021 - odluka US i 27/2024
- Odluka Vrhovnog suda Republike Srpske, broj: 89 0 P 083876 24 Rev, od 31. 1. 2025. godine.
- Stav građanskog odjeljenja Okružnog suda u Banjoj Luci, Broj: 011-0-Su-24-001 038-2 od 20. 6. 2024. godine.
- Presuda Višeg suda u Novom Sadu, Gž. 90/2012, od 7. 8. 2013. godine.
- Odluka Vrhovni kasacioni sud Republike Srbije, Rev 19676/2022 od 15. 3. 2023. godine.
- Direktiva 2009/103/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 16. rujna 2009. u odnosu na osiguranje od građanskopravne odgovornosti u pogledu upotrebe motornih vozila i izvršenje obveze osiguranja od takve odgovornosti (kodificirina verzija).
- Presuda broj 32 0 Mal 303389 17 Mal, Opštinski sud u Tuzli.
- Presuda broj 89 1 P 044206 19 P, Osnovni sud u Sokocu.
- Presuda broj 71 0 Mal 304 664 20 19 Mal, Osnovni sud u Banjoj Luci.
- Presuda broj 71 0 Mal 304 664 20 GŽ, Okružni sud u Banjoj Luci.

- Presuda broj 27 0 P 024692 14 P, Opštinski sud u Gračanici.
- Presuda broj 39 0 P 040537 15 P, Opštionski sud u Tešnju.
- Presuda Broj 23 0 Mal 048187 21 Mal, Opštinski sud u Velikoj Kladuši.
- Presuda broj 89 1 Mal 045844 20 Mal, Osnovni sud u Sokocu.
- Presuda broj 89 1 Mal 045844 22 Gž, Okružni sud u Istočnom Sarajevu.
- Presuda broj 89 1 P 044206 21 Gž, Okružni sud u Istočnom Sarajevu.
- Presuda broj 87 0 Mal 029989 20 Mal, Osnovni sud u Teslići.
- Presuda broj 87 0 Mal 029989 21 Gž, Okružni sud u Doboju.
- Presuda broj 128 0 Mal 036920 23 Mal, Opštinski sud u Jajcu.
- Presuda broj 128 0 Mal 036920 23 Gž, Kantonalni sud u Novom Travniku.
- Presuda broj 71 0 Mal 374978 22 Mal, Osnovni sud u Banjoj Luci.
- Presuda broj 71 0 Mal 374978 23 Gž, Okružni sud u Banjoj Luci.
- Presuda broj 44 0 Mal 036508 22 Mal, Opštinski sud u Žepču.
- Presuda broj 44 0 Mal 036508 24 Gž, Kantonalni sud u Zenici.
- Presuda broj 33 0 Mal 087596 23 Gž, Kantonalni sud u Tuzli.
- Presuda broj 32 0 Mal 303389 17 Mal, Opštinski sud u Tuzli.
- Presuda broj 56 Mal 068496 20, Opštinski sud u Konjicu.
- Presuda broj 56 Mal 068496 22 Gž, Kantonalni sud u Mostaru.



ДНЕВНИ ОПЕРАТИВНИ ИЗВЕШТАЈ У ДЕЛОКРУГУ САОБРАЋАЈНИХ ПОСЛОВА, РЕДОВИТОСТИ САОБРАЋАЈА И БРОЈА ПРЕВЕЗЕНИХ ПУТНИКА

Vladimir Sajić, spec. struk. inž. saob.

1. Увод

Овим радом сам хтео да приближим младим људима рад инжењера на железници, динамичан рад посебно када се мења шеф, као и рад улагања у поштене изворе социјално прихватљивог превоза који користи свим грађанима. Тако отворено тржиште превоза и доступност нам омогућавају велику корист и могућност преласка великих дестинација за веома кратко време и то практично у једном дану. Стављен је аценат да привреда у држави мора добро да функционише јер се свуда у свету скоро сваки вид саобраја финансира субвенцијама. Такође, затварањем круга економичности кроз одлазак на пословне састанке и на рад у друге градове у релативној близни подижу се привредни капацитети.

2. Дневни оперативни извештај у делокругу саобраћајних послова

Праћење дневног тока саобраћаја ради статистичких података, а пре свега обавештености, потребно је у циљу вођења евиденције и опретивних извештаја. Они су веома корисни јер се из свих Секција примају на једно место и тако руководство има увид у дневну ситуацију на терену и тиме може планирати и доносити одлуке које ће унапредити и поправити неке сегменте, нарочито у ванредним ситуацијама. Сваки извештај је заведен и урађен по правилнику: ПРАВИЛНИК О ЕВИДЕНЦИЈАМА КОЈЕ ВОДЕ ЖЕЛЕЗНИЧКИ ПРЕВОЗНИК И УПРАВЉАЧ ЖЕЛЕЗНИЧКЕ ИНФРАСТРУКТУРЕ. Сваки сегмент и симбол имају одређено значење и познавањем правилника зна се и читати извештај. У Србији су у железничком саобраћају Дизел моторне 711 гарнитуре и Електромоторне гарнитуре 413/417. Извештаји се углавном односе на времена кашњења возова и осталих елемената укрштавања, разлога кашњења возова и разлога ванредних догађаја (где је потребно унети основне податке, километарски положај, разлог ВД, време заустављања и поласка, материјална штета, евентуална погинула лица – кратак опис).

Као пример навешћу вам један извештај:

Акционарско друштво за железнички превоз путника „Србијавоз“, Београд, Немањина 6
СЕКЦИЈА СКП УЖИЦЕ; ОЈ СКП КРАЉЕВО
36 000 Краљево; Х. Вељкова 66;
тел: +381 (0)64 818 11 07
e-mail: vladimir.sajic@srbvoz.rs

Број: 33/2026 –II- 11/31
Датум: 02.02.2026. године

Дневни оперативни извештај ОЈ СКП Краљево за дан 31.01.2026. године у делокругу саобраћајних послова за пругу 8.1.

Несреће и незгоде:

Воз	Састав	Улаз	Излаз	Разлог кашњења / Напомена / Примедба
3811	711-03/04	P	P	
3810	711-03/04	P	+8 min	Крагујевац; дв
3813	711-/	/	/	Не саобраћа у дане 6,7 и д.п.
3812	711-/	/	/	Не саобраћа у дане 6,7 и д.п.
3831	711-059/060	P	P	
3830	711-059/060	P	P	
3833	711-063/064	P	P	
3840	711-063/064	P	+5 min	Рудница; дв
4811	711-055/056	P	P	
4810	711-055/056	Сталаћ +10 min	P	дв
4813	711-	P	P	
4812	711-	Сталаћ +27 min	+10 min	дв
4830	413-39/40	P	P	
4831	413-39/40	P	P	
4832	413-39/40	P	P	
4833	413-39/40	P	P	
4834	413-39/40	P	P	
4835	413-39/40	P	+3 min	Краљево; дв
4836	413-39/40	P	P	
4837	413-39/40	P	P	

Остало/саобраћај ванредних возова:

Извештај састављен на основу података ЦОО Краљево – Инфраструклтура

Саставио:

Самостални стучни сарадник за саобраћајне послове

Владимир Сајић, *спец. струк. инж. саобр.*

Извештај је сам по себи прегледан и даје све потребне изнформације о саобраћају од претходног дана. За садашњост и садашњи и тренутни ток саобраћаја потребно је позвати надзорника Вуче возова и Централно одељење оператике како би подаци били актуелни. Свако јутро се саставља овај извештај у посебном фонту у Word-u, као званичном писму фирме. Најбитније је нагласити да се у сваком тренутку са мобилног телефона може

приступити овим подацима и да су они доступни великом броју људи који могу да уз координацију испланирају све за следећи дан, у хитним случајевима. Ово је само пример Организационе јединице за саобраћајно-комерцијалне послове у Краљеву. Посебно треба нагласити да се увидом у ове и друге податке додају кола за сезонске возове „Тара“ и „Ловћен“ који сезонски путују за Републику Црну Гору у међународном саобраћају.

Један од примера правилника је следећи:

1) превремена отпрема воза	пв;
2) дужа вожња	дв;
3) лагана вожња	лв;
4) чека на укрштавање са возом	Х в.....;
5) чека на претицање са возом	→ в.....; Састав
6) додавање кола	+10;
7) остављање кола	→ 10;
8) утовар (комада/килограма)	ут 10/300;
9) истовар (комада/килограма)	ист 10/300;
10) манипулација локомотиве	м лок;
11) чека на возно особље	чека ос, МВ, ВВ;

12) чека на везу прикључног воза	веза .....;

[1]

Овде су образложени симболи за разлоге чекања возова, укрштавања, додавања кола и све непредвиђено што може да се деси. **Напомињемо да је у сваком правилнику железнице обухваћен максимални број примера за дешавања у саобраћају, али да ни један правилник не може да предвиди сваку могућу животну ситуацију.**

Правилник је написан у сарадњи са Инфраструктуром железница Србије и ни у једном сегменту никако ни једна ситуаци не може да се деси да ове две фирме (некада једна фирма) у радним задацима не сарађују.

3. Извештај редовитости саобраћаја

Саобраћај се прати на различите начине; један од њих је и помоћу извештаја о редовитости саобраћаја, где се тачно види који воз је у доласку или поласку колико минута закаснио, разлог закашњења, стварна ситуација на терену и које привредно друштво је одговорно за кашњење. Као пример даћу вам слику извештаја у Excel-у.

РЕДОВИТОСТ САОБРАЋАЈА ЗА РЕД ВОЖЊЕ 2026. ГОДИНУ (14.XII 2025.-13.XII

ДНЕВНИ ИЗВЕШТАЈ КАШЊЕЊА ВОЗОВА И РЕДОВИТОСТ - Секција за СКП УЖИЦЕ (КРАЉЕВО)

5 nedelja		31/ January 2026/ (Saturday)	Кашњење (мин) по траси воза		Редовитост саобраћаја	Кашњење по разлозима, узроцима и о		
Редни број	Број воза	Релација саобраћаја	у поласку	у доласку		Главни (највећи) разлог закашњења	мин	Узро
89	3811	Лапово - Краљево			Саобраћао			
90	3810	Краљево - Лапово			Саобраћао			
		Лапово - Краљево			Саобраћао			
		Краљево - Лапово			Саобраћао			
91	3831	Краљево - Рудница - (Косовска Митровица Север)			Саобраћао			
92	3830	(Косовска Митровица Север) - Рудница - Краљево			Саобраћао			
93	3833	Краљево - Рудница - (Косовска Митровица Север)		5	Саобраћао	Лагана или дужа вожња	5	
94	3840	Рудница - Краљево			Саобраћао			
95	4811	Краљево - Јагодина			Саобраћао			
96	4810	Јагодина - Краљево			Саобраћао			
97	4813	Краљево - Јагодина			Саобраћао			
98	4812	Јагодина - Краљево		10	Саобраћао	Лагана или дужа вожња	10	
99	4830	Краљево - Пожега			Саобраћао			
100	4831	Пожега - Краљево			Саобраћао			
101	4832	Краљево - Пожега			Саобраћао			
102	4833	Пожега - Краљево			Саобраћао			
103	4834	Краљево - Пожега			Саобраћао			
104	4835	Пожега - Краљево		3	Саобраћао	Лагана или дужа вожња	3	
105	4836	Краљево - Пожега			Саобраћао			
106	4837	Пожега - Краљево			Саобраћао			

Виде се бројеви возова и релације. Овај извештај се не ради по правилнику, већ према упутству. Шаље се сваког јутра и празником, као и претходни извештај када је први радни дан у фирми и прате свеукупни бројеви минута на годишњем нивоу.

Пример упутства аутентичног извештаја:

УПУТСТВО

ЗА ПОПУЊАВАЊЕ ТАБЕЛЕ О РЕДОВИТОСТИ САОБРАЋАЈА

(ревидирано Упутство писано децембра 2025. год.)

Табелу о редовитости саобраћаја попуњавају Секције или ОЈ за превоз путника. Табела се попуњава свакодневно за претходни дан и шаље се најкасније до 9:00 часова на адресу

miroslav.sheeda@srbijavoz.rs

Табела се попуњава на следећи начин (на крају Упутства је слика за јаснији преглед и сваки број је објашњење за број на слици):

1. У пољу где је ***Датум***, укуцава се датум у форми **дан.месец** или **дан-месец** (година је потребна само ако нисте у години коју хоћете да укуцате)

   Пример:

   23.12. или 23-12 а затим Enter и појавиће се датум у облику

   Пример у табели: ***23. decembar 2025. (utorak)***

   или са годином ако се жели укуцати година која није тренутна (а важећи је ред вожње),

   нпр. **27.5.2026. или 27-5-2026.** а затим Enter и појавиће се датум у облику

   27. maj 2026. (sreda)

   У пољу ***Датум***, могу да се укуцају само датуми у оквиру реда вожње за 2026. годину.

2. У колони ***Број воза*** је списак свих возова које евидентира ОЈ или Секција кроз коју пролази воз. Возови који у одређеним датумима нестају са списка су календарисани, и појавиће се само у данима када саобраћају (то табела попуњава аутоматски у зависности од датума који је уписан у поље за датум).

   Напомена: Ако се датум не појави у формату који је дат у примеру у тачки 1, онда се ни бројеви возова неће појавити. То може да се дешава када рачунар и тастатура нису подешени у формату за српски језик и српску тастатуру.

3. У колони ***Кашњење (мин) по траси воза*** – **у поласку**, уписује се закашњење воза **у поласку** из почетне станице **на деоници трасе воза**, у минутима. За воз који долази из стране железничке управе као и за погранични саобраћај, уписује се закашњење воза у поласку из пограничне станице на нашу територију, у минутима. Осим броја минута ништа друго се не уписује. **Ако воз није каснио, не уписује се ништа.**

4. У колони ***Кашњење (мин) по траси воза*** – **у доласку**, уписује се закашњење воза, **у доласку**, у крајњу станицу воза. За возове који продужавају вожњу ка другим страним железничким управама, уписује се време закашњења доласка у пограничне станице, у минутима. Осим број минута ништа друго се не уписује. **Ако воз није каснио, не уписује се ништа.**

5. У колони ***Редовитост саобраћаја*** у падајућем менију бира се:

    a. **Саобраћао** - када воз редовно саобраћа,

    b. **Делимично саобраћао** – када је воз изостао на делу трасе. Тада се додатно у колони ***Узроци***, поред узрока скраћења трасе, ручно уписује деоница на којој је воз изостао (тачка 8).

    c. **Отказан** – када је воз отказан на целој траси.

    d. **Аутобуски превоз** – када је воз на целој или делимичној траси заменио аутобус.

    Ако воз не саобраћа (календар саобраћања или је воз укинут), поље код тог воза у колони ***Редовитост саобраћаја*** треба избрисати, а када се поново воз врати у саобраћај, изабрати једну од понуђених опција.

6. У колони ***Кашњење по разлозима, узроцима и одговорности*** постављена је колона са ***падајућим менијима*** „***Главни (највећи) разлог закашњења***“ који се обавезно бирају ако воз има закашњење.

7. У колону „***мин***“ ручно се уписују минути највећег разлога закашњења воза (односи се на тачку 6.)

8. У колону ***Узроци***, описно се уноси разлог кашњења, отказивања или деонице на којој је воз отказан (нпр. укрштање са возом 2222, грана пала на колосек, каменовање воза, воз изостао на деоници Лапово – Ресник, ... итд). Ако је опис дужи од поља у који се уноси, слободно уписати, јер ће се то видети у крајњој обради.

9. У колони ***Одговорност*** поље ће се аутоматски попунити на основу изабраног падајућег менија у колони „***Главни (највећи) разлог закашњења***“, који показује ко је одговоран за кашњење воза на основу разлога (СРБИЈА ВОЗ, ИНФРАСТРУКТУРА, КАРГО итд.).

Радни документ (file) је у Excel формату са једним Sheet-ом (Дневни) који представља један дан.

Радни документ (file) сачувати како би служио као шаблон за сваки наредни дан.

Нови документ (file) (табелу) након попуњавања сачувати (Save as...), преименовати и послати на наведену адресу **miroslav.sheeda@srbijavoz.rs**.

Преименовани наслов садржи исто име документа (file), само што ће у загради уместо „(dan.mesec.godina)“ да се преименује у датум за који унети подаци.

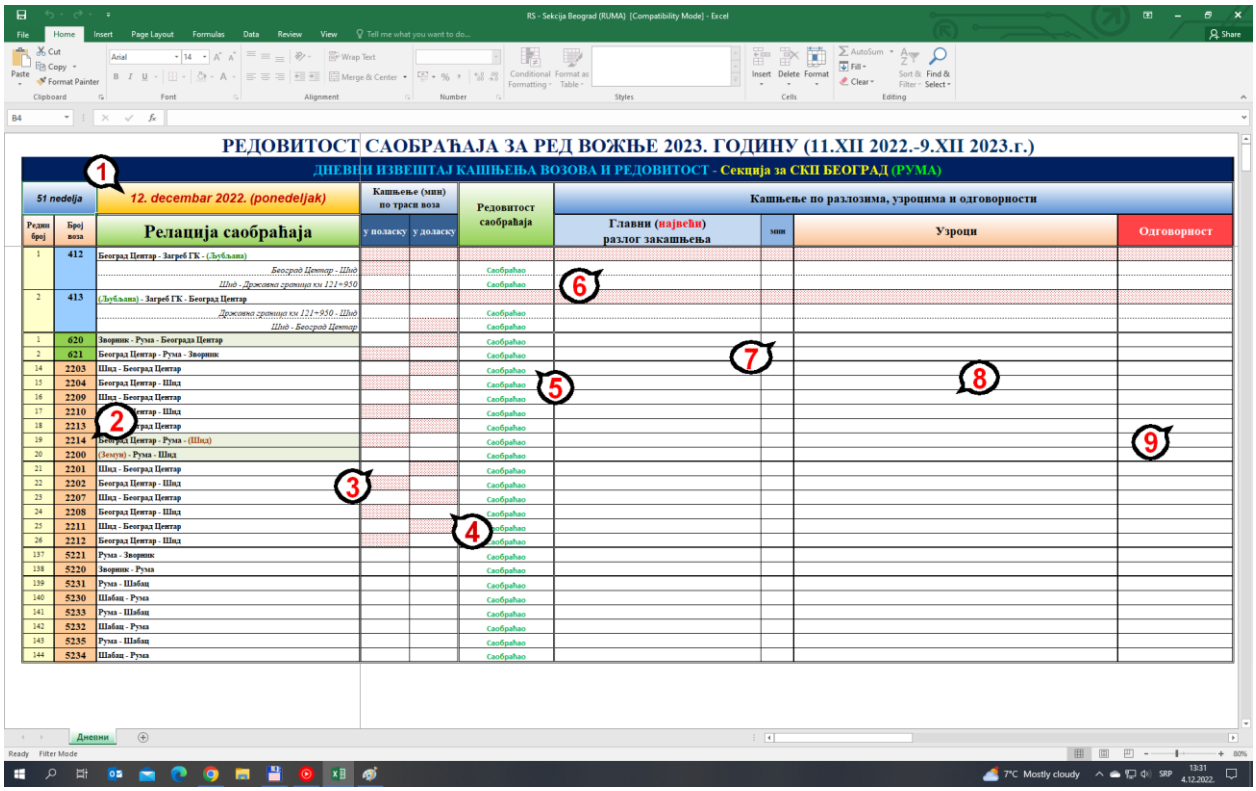
Пример: Радни документ (file):

RS - Sekcija Beograd (BEOGRAD CENTAR) - (dan.mesec.godina).xls
Документ (file) који се шаље:
RS - Sekcija Beograd (BEOGRAD CENTAR) - (12.3.2026).xls

За све додатне ингормације и нејасноће питати контакт особу:

Мирослав Шида

Главни координатор за саобраћајно-комерцијалне послове
Сектор за саобраћајно-комерцијалне послове
Акционарско друштво за железнички превоз путника „Србијавоз“
Београд, Немањина 6
Тел: 064 829 57 30
Email: miroslav.sheeda@srbijavoz.rs



[2]

4. **Број превезених путника у возовима који саобраћају на територији ОЈ за СКП Краљево, пруга 8.1.**

Свакодневно се статистички води број превезених путника по релацијама. Најреалнији број је када се на терминалу на крају смене очита број превезених путника, пошаље СМС поруком лицу задуженом за праћење, унос података и њихово слање надлежнима. Као пример ћу вам навести једну табелу која осликава тај број уз напомену да проj превезених путника у железничком сабраћају из године у годину опада и да је тренд смањивање броја превезених путника.



Акционарско друштво за железнички превоз путника „Србијавоз“, Београд, Немањина 6
СЕКЦИЈА СКП УЖИЦЕ; ОЈ СКП КРАЉЕВО
36 000 Краљево; Х. Вељкова 66;
тел: +381 (0)64 818 11 07
e-mail: vladimir.sajic@srbvoz.rs

Број: 33/2026-II-12/32
Датум: 02.01.2026.

Број превезених путника у возовима који саобраћају на територији ОЈ за СКП Краљево, пруга 8.1.

01.01.2026. Број воза	Релација	Број путника	Укупно
3831	Краљево - Рудница (КМ Север)	10	98
3830	Рудница (КМ Север)- Краљево	30	
3833	Краљево – Рудница (КМ Север)	16	
3840	Рудница - Краљево	42	
01.01.2026. Број воза	**Релација**	**Број путника**	**Укупно**
4811	Краљево - Јагодина	17	55
4810	Јагодина - Краљево	Прате кдк Лапово	
4813	Краљево - Јагодина	Прате кдк Лапово	
4812	Јагодина - Краљево	38	
01.01.2026. Број воза	**Релација**	**Број путника**	
4830	Краљево - Пожега	14	247
4831	Пожега – Краљево	30	
4832	Краљево - Пожега	17	
4833	Пожега - Краљево	25	
4834	Краљево - Пожега	56	
4835	Пожега - Краљево	46	
4836	Краљево - Пожега	48	

4837	Пожега - Краљево	11	
01.01.2026. Број воза	Релација	Број путника	
3811	Лапово - Краљево	Прате кдк Лапово	
3810	Краљево - Лапово	Прате кдк Лапово	
3813	Лапово - Краљево	Прате кдк Лапово	
3812	Краљево - Лапово	Прате кдк Лапово	

Саставио:
Самостални стручни сарадник за саобраћајне послове
Владимир Сајић

5. Закључак

Овим радом сам хтео да стручној јавности прикажем послове једног службеника на железници и његова задужења. Осим ових послова, мој рад је и мењање помоћника шефа организационе јединице, где је потребан велики и умешан рад да људима различитих профила личности и веома је напорно и захтева темељност, смиреност, ажурност и елоквенцију. Железнице Србије - сва четири акционарска друштва функционишу посредством субвенција, али и она сама морају имати достојан приход како би се економичност и проток новца искористио за обавезу јавног превоза. Молим све субјекте на свим нивоима - локалним и републичким да апелују да се мрежа железница обнови и да се мобилност становништва повећа. До сада су урађени капитални пројекти ка Суботици и Димитровграду или локална мрежа. Републици Србија има потенцијал за градове Моравичког округа, Рашког округа итд. и даје наду научно-стручној заједници да ће се железница усавршити новим возним средствима која је купила. Гледамо у будућност!

Литература:

[1] ПРАВИЛНИК О ЕВИДЕНЦИЈАМА КОЈЕ ВОДЕ ЖЕЛЕЗНИЧКИ ПРЕВОЗНИК И УПРАВЉАЧ ЖЕЛЕЗНИЧКЕ ИНФРАСТРУКТУРЕ.
[2] Uputstvo za popunjavanje tabele Redovitost (kašnjenje) za RV 2026

- Правилник 160, упутство 161 - услови превоза путника
- Правилник о врстама сигнала, сигналних ознака и ознакама на прузи (Сигнални правилник 1)
- Закон о железници
- Измене и допуне Закона о железници
- Уредбе Владе
- СУБ (Систем управљања безбедношћу) на железници



REZERVE U VREMENU I PROSTORU KAO KLJUČNI FAKTOR U SPREČAVANJU SAOBRAĆAJNIH NEZGODA

prof. dr Franci Pušavec
prof. dr Janez Kopač
Mašinski fakultet, Univerzitet u Ljubljani, Slovenija

Apstrakt: U svakodnevnom saobraćaju vozači su redovno izloženi situacijama koje izgledaju kritične i potencijalno rizične, ali u mnogim slučajevima do sudara ipak ne dolazi. Takvi ishodi se kolokvijalno opisuju kao „izvukao se“. Sa naučnog stanovišta, međutim, saobraćajne nezgode nastaju tek kada se više nepovoljnih faktora poklopi u ograničenom vremenskom i prostornom okviru. U većini situacija do tog poklapanja ne dolazi zahvaljujući postojanju značajnih rezervi u vremenu i prostoru unutar saobraćajnog sistema. Ovaj rad stoga predstavlja proširenu analizu tih rezervi koristeći principe fizike, psihologije percepcije i rekonstrukcije saobraćajnih nezgoda. Kombinovanjem analize vremena i distance, karakteristika vozačeve reakcije i faktora iznenađenja povezanog sa prekomernom brzinom, studija pokazuje da je poštovanje ograničenja brzine od suštinskog značaja za očuvanje bezbednosnih margina i sprečavanje teških nezgoda.

Ključne reči: bezbednost u saobraćaju, saobraćajne nezgode, vreme reakcije vozača, prekomerna brzina, analiza vremena i distance, perceptivne greške

1. Glavni uzroci nepažnje vozača

Nepaznja vozača se široko prepoznaje kao jedan od dominantnih uzroka saobraćajnih nezgoda. Među brojnim faktorima koji utiču na pažnju, umor i pospanost imaju posebno važnu ulogu. Eksperimentalne i terenske studije dosledno pokazuju da pospani vozači imaju značajno produženo vreme percepcije i reakcije, kao i smanjenu tačnost odlučivanja, što često dovodi do odloženih ili neadekvatnih reakcija na opasnosti [1]. Vreme reakcije u realnim saobraćajnim uslovima nije fiksna konstanta, već stohastička promenljiva snažno pod uticajem stanja vozača, iskustva, umora i složenosti zadatka.



Slika 1: Kod pospanog vozača percepcija događaja je udvostručena, kao i reakcioni odgovor (izvor: Agencija za bezbednost saobraćaja Slovenije).

U poslednjim godinama proizvođači vozila uveli su napredne sisteme asistencije vozaču (ADAS), kao što su pomoć pri zadržavanju trake, adaptivni tempomat i automatsko kočenje u nuždi. Iako ovi sistemi mogu delimično da kompenzuju trenutne propuste u pažnji, istraživanja pokazuju da oni ne mogu u potpunosti da ublaže rizike povezane sa dugotrajnim odsustvom vozača ili kognitivnim isključenjem [2]. Odgovornost za bezbedno upravljanje vozilom stoga ostaje prvenstveno na vozaču.

Dodatni, često potcenjeni izvori ometanja uključuju pušenje i jedenje tokom vožnje. Iako ove aktivnosti uglavnom nisu zakonom zabranjene, one uvode manuelne, vizuelne i kognitivne

distrakcije koje merljivo produžavaju vreme reakcije i smanjuju sposobnost uočavanja opasnosti. Uporedivi efekti su kvantifikovani i za sekundarne zadatke u vozilu i interakciju sa infotainment sistemima, koji se takmiče za vizuelnu pažnju i motornu kontrolu.

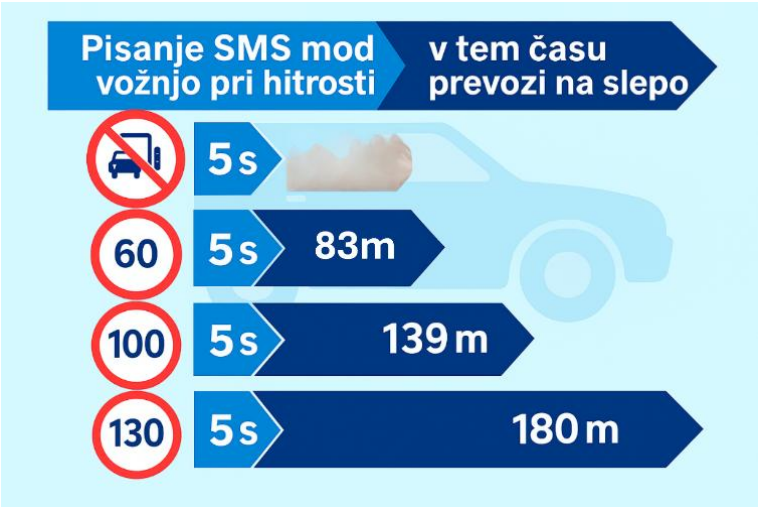


Slika 2: Jedenje tokom vožnje nije eksplicitno zabranjeno zakonom; ipak, ono smanjuje koncentraciju vozača i sposobnost brzog reagovanja na opasne situacije (izvor: Agencija za bezbednost saobraćaja Slovenije).

Ovaj rad namerno ne pruža iscrpnu psihološku klasifikaciju svih mehanizama ometanja. Umesto toga, fokusira se na one faktore koji se direktno manifestuju u mehanici kretanja vozila — naime, odnos između proteklog vremena, pređene distance i odložene intervencije vozača. Ovi merljivi parametri čine osnovu za objektivnu analizu i rekonstrukciju nezgoda.

2. Analiza vremena i distance kao osnova za tumačenje nezgoda

Analiza vremena i distance predstavlja jednu od ključnih metodologija u rekonstrukciji saobraćajnih nezgoda. Ona omogućava istražiteljima da utvrde gde su se vozila nalazila u određenim trenucima pre sudara i da li je izbegavanje nezgode bilo fizički moguće. Metoda se oslanja na dobro utvrđene principe kinematike i uključuje vreme percepcije–reakcije vozača kao kritičan parametar.



Slika 3: Produženi prekidi pažnje i ometanje vozača povezani su sa slanjem SMS poruka na mobilnom telefonu tokom vožnje (izvor: Agencija za bezbednost saobraćaja Slovenije).

Prethodni rad autora bavio se odnosom između brzine vozila, dužine kočenja i energije sudara, naglašavajući kako i mala povećanja brzine drastično skraćuju raspoloživo vreme reakcije. Ovi principi se univerzalno primenjuju u forenzičkoj praksi i ugrađeni su u savremeni softver za rekonstrukciju nezgoda (Slika 4).

Empirijske i analitičke studije sprovedene u realnim saobraćajnim uslovima potvrđuju da prosečno vreme percepcije–reakcije vozača obično premašuje idealizovane projektne vrednosti, naročito kada je vozač ometen ili umoran. Tokom ovog intervala reakcije vozilo nastavlja da se kreće konstantnom brzinom, što znači da se vreme direktno prevodi u distancu. Na brzini od 50 km/h vozilo prelazi približno 14 m u sekundi; na 100 km/h ta distanca se udvostručuje, trošeći prostorne rezerve alarmantnom brzinom.

Posebno kritične situacije uključuju korišćenje mobilnog telefona i ekrana osetljivih na dodir u vozilu. Opsežne studije simulatora i terenske studije objavljene u časopisu *Transportation Research Part C* pokazuju da slanje poruka ili interakcija sa interfejsima na dodir može povećati vreme reakcije za više od 100%, što rezultira dodatnim pređenim distancama od nekoliko desetina metara pre nego što kočenje započne [1, 2].

Analiza vremena i distance stoga pruža transparentno i fizički utemeljeno objašnjenje zašto mnoge nezgode nastaju „bez vremena za reakciju“, uprkos postojanju vizuelnog kontakta između učesnika u saobraćaju [3].

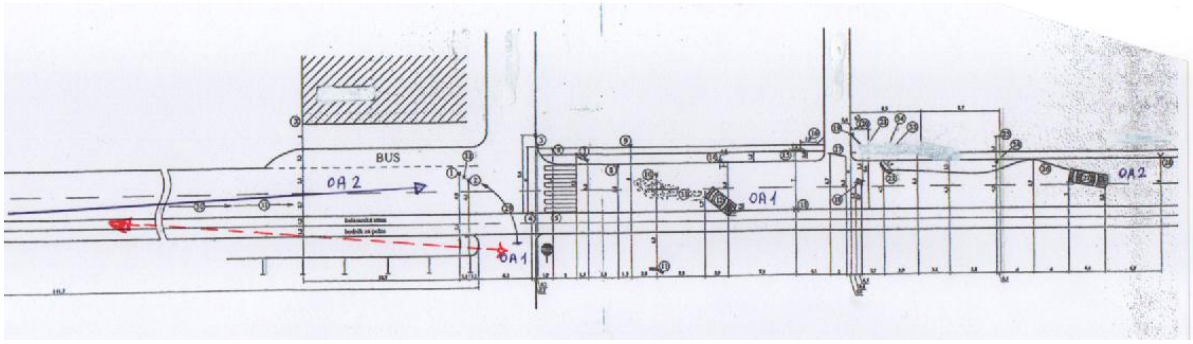
3. Faktor iznenađenja u saobraćajnim situacijama

Ograničenja brzine su osmišljena da usklade interakciju između učesnika u saobraćaju tako što povezuju fizičke zaustavne distance sa ljudskim perceptivnim i kognitivnim sposobnostima. U urbanim sredinama tipično ograničenje od 50 km/h odražava ove granice i omogućava vozačima da sa razumnom tačnošću predvide ponašanje drugih. Kada se ovo očekivanje naruši prekomernom brzinom, rizik od pogrešne procene značajno raste [4].

Faktor iznenađenja nastaje kada vozilo koje se brzo približava stigne mnogo ranije nego što se očekivalo na osnovu njegove prividne udaljenosti. Brojne analize nezgoda pokazuju da vozači koji ulaze na puteve sa prvenstvom prolaza često ispravno uoče prisustvo nadolazećeg vozila, ali pogrešno procene vreme njegovog dolaska zbog neuobičajeno velike brzine [5].

Ova perceptivna ograničenja usko su povezana sa geometrijom vida. Kada se objekat približava gotovo duž linije posmatračevog pogleda, ugaona ekspanzija je minimalna, što čini procenu brzine nepouzdanom. Istraživanja percepcije vremena dolaska potvrđuju da su ljudi značajno manje precizni u takvim scenarijima u poređenju sa situacijama koje uključuju lateralno kretanje.

Serija od sedam fatalnih urbanih nezgoda analizovanih u ovoj studiji ilustruje ovaj mehanizam. Iz arhivskih zapisa odabrano je sedam fatalnih nezgoda u naseljenim područjima u kojima je učesnik OA2 vozio sa značajno prekomernom brzinom i iznenadio učesnika OA1, koji je ulazio na put sa prvenstvom prolaza. Ključno pitanje je gde leži osnovni uzrok i zašto učesnik OA1 ulazi na kolovoz uprkos tome što je uočio nadolazeće vozilo u daljini na putu sa prvenstvom prolaza. Problem nije u nedovoljnom vidnom polju, već u subjektivnoj pogrešnoj proceni udaljenosti vozila OA (Slika 4).



Slika 4 ilustruje primer prekomerne brzine vozila OA2 i odluku vozila OA1 da uđe na glavni put skretanjem ulevo duž zakrivljene putanje. Sa mesta preseka putanja gde je došlo do sudara, vozilu OA2 bilo je potrebno 77 m da se zaustavi nakon udara, dok je vozilo OA1 bilo pomereno za 30 m.

Ovo predstavlja fenomen sličan poznatom slučaju u kojem vozač automobila ne primeti motociklistu. Poznato je da motociklista na udaljenosti od približno 100 m može vizuelno „nestati“ iza tzv. siluete olovke. Kada se posmatra približavajuće vozilo, faktor iznenađenja nastaje usled linearnog kretanja, što vozaču otežava tačnu procenu brzine približavanja. Suprotno tome, kada bi posmatrano vozilo išlo upravno na pravac kretanja vozača, procena brzine bila bi znatno lakša.

Analiza rekonstrukcije nezgode utvrdila je da je brzina vozila OA2 bila približno 165 km/h, što predstavlja prekoračenje dozvoljene brzine za 3,3 puta. Na takvoj brzini izbegavanje sudara ili efikasna intervencija više nisu bili mogući. Vozilo OA2 prelazilo je 46 m u sekundi, odnosno približno 135 m u tri sekunde, što je predstavljalo ključni element iznenađenja za vozača OA1. Da je vozilo OA2 išlo brzinom od 50 km/h, učesnik OA1 bi imao gotovo 10 sekundi na raspolaganju i mogao bi bezbedno da se uključi.

Uzrok ovog događaja stoga prvenstveno leži u prekomernoj brzini vozila OA2 i kolinearnoj prirodi vizuelne percepcije približavajućeg vozila. Na šemi, isprekidana crvena linija predstavlja liniju pogleda ka približavajućem vozilu. Ugao kolinearnosti iznosi približno 5 stepeni na početnoj udaljenosti i povećava se na 20 stepeni na udaljenosti od 50 m, što već omogućava percepciju lateralnog kretanja.

Ako se isti scenariji ponovo izračunaju koristeći dozvoljene brzine, analiza vremena i distance pokazuje da bi bezbedno uključenje bilo potpuno izvodljivo, naglašavajući odlučujuću ulogu brzine u nastanku nezgoda.

4. Diskusija

Predstavljene analize potvrđuju da bezbednost u saobraćaju zavisi od interakcije između ljudske percepcije i fizičkih parametara kretanja. Prekomerna brzina ne povećava samo kinetičku energiju; ona fundamentalno menja vremensku strukturu saobraćajnih interakcija. Studije zasnovane na simulacijama politike pokazuju da smanjenje ograničenja brzine u urbanim sredinama donosi nesrazmerne bezbednosne koristi uz relativno mali uticaj na vreme putovanja.

Velike rezerve u vremenu i prostoru deluju kao zaštitni tampon, omogućavajući vozačima da kompenzuju manje greške ili odložene reakcije. Kada se te rezerve naruše usled prekomerne brzine, otpornost sistema se urušava i nezgode postaju neizbežne. Studije zasnovane na

agentima i mikrosimulacijama dodatno potvrđuju da striktno poštovanje ograničenja brzine dovodi do linearnih smanjenja verovatnoće sudara u različitim gustinama saobraćaja.

Iz forenzičke i preventivne perspektive, ograničenja brzine se stoga moraju shvatiti kao fundamentalni inženjerski parametar, a ne samo kao regulatorno ograničenje.

5. Zaključci

Na osnovu detaljnih rekonstrukcija vremena i distance u uporedivim urbanim nezgodama, studija pokazuje da efektivni faktor iznenađenja obično premašuje vrednost dva kada brzine udara dostignu ili premaše 100 km/h u zonama sa ograničenjem od 50 km/h. U nekoliko slučajeva koji uključuju motocikle primećeni su identični perceptivni mehanizmi.

Iako svakodnevna vožnja podrazumeva česte manje greške, saobraćajni sistemi uopšteno ostaju tolerantni zahvaljujući urođenim rezervama u vremenu i prostoru. Teške nezgode nastaju prvenstveno kada se te rezerve eliminišu usled prekomerne brzine. Najpouzdanija i univerzalno primenljiva mera ostaje striktno poštovanje propisanih ograničenja brzine.

6. Reference

1. Choudhary, P., Velaga, N.R. (2017). Modelovanje efekata ometanja vozača usled korišćenja mobilnog telefona na vreme reakcije. ***Transportation Research Part C***, 77, 351–365. Elsevier.

2. Oviedo-Trespalacios, O., Haque, M.M., King, M., Washington, S. (2016). Razumevanje uticaja ometanja mobilnim telefonom na performanse vožnje. ***Transportation Research Part C***, 72, 360–380. Elsevier.

3. Lu, Q.-L., Qurashi, M., Antoniou, C. (2023). Analiza politike zasnovana na simulaciji: slučaj urbanih ograničenja brzine. ***Transportation Research Part A***, 175, 103754. Elsevier.

4. Wood, J.S., Zhang, S. (2021). Evaluacija odnosa između vremena percepcije–reakcije i ishoda nezgoda. ***Transportation Research Record***, 2675(1), 213–223.

5. Struble, D.E. (2020). Studije vremena i distance. U: ***Automotive Accident Reconstruction*****. CRC Press**.

Post Scriptum

S obzirom na to da se konferencija održava u Srbiji i bavi automobilskim transportom, vredno je podsetiti da su istorijski temelji proizvodnje vozila u regionu postavljeni u Kragujevcu, koji je odigrao značajnu ulogu u razvoju regionalne automobilske industrije.



Kada ulazite na autoput ka Ljubljani, vaše ime će preko veštačke inteligencije biti prepoznato…





УЛОГА МОТОЦИКАЛА У СМАЊЕЊУ ВРЕМЕНА ОДЗИВА ХИТНИХ СЛУЖБИ У УСЛОВИМА ВЕЛИКЕ ГУСТИНЕ САОБРАЋАЈА

Aleksandra Tanasković, saradnik u nastavi, Akademija strukovnih studija Šumadija, Odsek Kragujevac

Milan Lončar, dipl. maš. inž. AMSS Centar za motorna vozila d.o.o., Beograd

dr Branislav Aleksandrović, prof. struk. studija, Akademija strukovnih studija Šumadija, Odsek Kragujevac

Резиме: У систему хитне медицинске помоћи, време одзива је кључни фактор који директно утиче на прогнозу пацијента, посебно у случајевима срчаног застоја, тешких траума, можданог удара или других животно угрожавајућих стања. У урбаним подручјима, током саобраћајних шпицева, традиционална санитетска возила често касне због гужве, уског простора или блокада, што доводи до продуженог времена до прве интервенције. Медицински мотоцикл за хитне случајеве представља ефикасну алтернативу за брзи почетни одзив. Овај концепт се успешно примењује у многим земљама (Португал, Холандија, Норвешка, Тајланд и др.), где је показао значајно скраћење времена доласка на терен, посебно у густо насељеним градским зонама.

Кључне речи: мотоцикл, ургентна медицина, саобраћај.

Abstract: In emergency medical services, response time is a systemic factor that directly affects the prognosis of patients, especially in cases of cardiac conditions, technical trauma, possible stroke or other life-threatening conditions. In urban areas, during rush hour, traditional ambulances are often delayed due to congestion, narrow spaces or blockages, leading to extended time to first intervention. The medical motorcycle for emergencies represents an effective alternative for a rapid initial response. This concept is successfully applied in many countries (Portugal, Netherlands, Norway, Thailand, etc.), where it has shown a significant reduction in arrival time on the scene, especially in densely populated urban areas.

Keywords: motorcycle, emergency medicine, traffic.

УВОД

Мотоцикли за хитне службе нису нов појам, користили су се почетком 1900-их година, прве забележене употребе јављају се око 1910–1920. године, када су полицијске и војне јединице у Европи и Сједињеним Америчким Државама почеле да користе мотоцикле за брзу комуникацију и интервенције. У том периоду мотоцикли су првенствено служили за пренос порука и брзо кретање кроз градове. Када је реч о медицинским хитним службама, значајнија примена мотоцикала почиње нешто касније, средином 20. века (1950–1960-те године), када су поједини градови почели да експериментишу са тзв. „мото-патроле“ за прву помоћ. Њихова улога била је да брзо стигну на место незгоде, пруже основну медицинску помоћ и процене ситуацију пре доласка амбулантног возила. Интензивнији развој и шира примена мотоцикала у хитним службама бележе се од 1980-их и 1990-их година, посебно у великим урбаним центрима попут Лондона, Париза, градова у Азији (нпр. Бангкок). Почели су да се користе, специјализовани медицински мотоцикли опремљени дефибрилаторима, кисеоником и комуникационом опремом, чиме постају важан део система хитног одговора. Мотоцикли представљају ефикасан приступ пружању хитне медицинске помоћи у различитим контекстима, опремљени медицинском апаратуром и возе их искусни болничари који могу да пруже брзу хитну медицинску помоћ појединцима. Показали су потенцијал да смање време одзива и побољшају и убрзају начин лечења пацијената, што резултира смањењем стопе смртности током ванредних ситуација. Брза маневарска способност им омогућава да се ефикасно крећу кроз саобраћај и пружају медицинску помоћ пацијентима у густо насељеним местима, где конвенционалне службе хитне помоћи могу имати потешкоћа у приступу. Примена овог приступа омогућава болничарима да брзо приступе пацијентима и изврше виталне интервенције, укључујући давање лекова, терапију кисеоником и кардиопулмоналну реанимацију.

ПОЈАМ И ЗНАЧАЈ ВРЕМЕНА ОДЗИВА

Време одзива представља један од најважнијих показатеља ефикасности функционисања хитних служби. У најширем смислу, оно се дефинише као временски интервал који протекне од тренутка пријема позива за помоћ до доласка екипе на место догађаја. У неким методологијама, време одзива обухвата и додатне фазе, попут времена потребног за обраду позива, мобилизацију тима и почетак пружања помоћи. Структура времена одзива може се поделити на неколико кључних компоненти:

- време пријема и обраде позива,
- време активације и припреме екипе,
- време путовања до места интервенције,
- време до првог контакта са пацијентом.

Од свих наведених фаза, време путовања је највише под утицајем спољашњих фактора, као што су густина саобраћаја, инфраструктура, временски услови и удаљеност. Управо овај сегмент представља кључни изазов у урбаним срединама са израженим саобраћајним загушењима.

Значај времена одзива посебно долази до изражаја у случајевима животно угрожавајућих стања, као што су срчани застој, тешке трауме или мождани удар. У медицинској пракси често се истиче концепт „златног сата“, који означава критични период након повреде у којем правовремена интервенција значајно повећава шансе за преживљавање. Још краћи временски оквир важи за срчани застој, где се шансе за преживљавање смањују за приближно 7–10% са сваким минутом без адекватне помоћи. Због тога многе државе и здравствени системи дефинишу стандарде максималног времена одзива. На пример, у развијеним системима хитне медицинске помоћи често се као циљ поставља долазак екипе у року од 8 минута у већини хитних случајева највишег приоритета. Међутим, постизање ових стандарда постаје све теже у условима повећане урбанизације и саобраћајне оптерећености. Смањење времена одзива има вишеструки значај: повећава вероватноћу преживљавања пацијената, смањује ризик од трајних последица, унапређује укупну ефикасност здравственог система, повећава поверење грађана у хитне службе.

У том контексту, проналажење алтернативних и ефикаснијих начина кретања кроз урбани простор постаје приоритет. Једно од потенцијалних решења представља употреба мотоцикала, који захваљујући својој покретљивости могу значајно скратити време доласка на место интервенције, нарочито у условима велике густине саобраћаја.

а. Утицај густине саобраћаја

Густина саобраћаја представља један од кључних параметара у анализи функционисања саобраћајних система, посебно у урбаним срединама. Она се дефинише као број возила по јединици дужине саобраћајнице (нпр. возила по километру) и директно утиче на проток, брзину кретања и укупну ефикасност саобраћаја. Са порастом густине саобраћаја долази до смањења просечне брзине кретања возила, повећања времена путовања и појаве саобраћајних загушења. У условима високе густине, саобраћајни ток постаје нестабилан, што доводи до честих застоја, формирања колона и повећаног ризика од саобраћајних незгода. Ови проблеми су посебно изражени у великим градовима, где урбанизација, повећан број моторних возила и ограничени инфраструктурни капацитети додатно оптерећују саобраћајну мрежу.

Утицај густине саобраћаја на рад хитних служби је изузетно значајан. Повећана густина директно продужава време путовања интервентних возила, чиме се повећава укупно време одзива. Иако возила хитних служби имају право првенства пролаза и користе светлосну и звучну сигнализацију, у пракси им је често отежано кретање због:

- недовољне ширине коловоза,
- непрописног понашања учесника у саобраћају,
- немогућности правовременог уступања пролаза,
- загушења на раскрсницама и уским улицама.

Посебан проблем представљају такозвани „саобраћајни чепови“, где је кретање практично онемогућено. У таквим условима чак и возила са првенством пролаза не могу да остваре значајну предност у односу на остале учеснике у саобраћају. Последица тога је кашњење у пружању помоћи, што може имати директан утицај на исход интервенције. Поред тога, густина саобраћаја варира у зависности од доба дана, дана у недељи и сезонских фактора. Највећа оптерећења јављају се у тзв. „шпицевима“ (јутарњи и поподневни), када је ризик од кашњења хитних служби највећи. Управо у тим периодима постаје неопходно увођење алтернативних решења за кретање кроз саобраћај.

Једно од ефикасних решења у условима велике густине саобраћаја јесте употреба мањих и покретљивијих возила, као што су мотоцикли. Захваљујући својој способности да се крећу између колона и користе мањи простор за маневрисање, мотоцикли могу значајно да умање негативан утицај густине саобраћаја на време одзива хитних служби.

Укупно посматрано, густина саобраћаја представља један од најважнијих ограничавајућих фактора у ефикасности хитних интервенција у урбаним срединама. Због тога је њено разумевање од кључног значаја за планирање и унапређење система хитних служби.

КАРАКТЕРИСТИКЕ МОТОЦИКЛА ХИТНЕ СЛУЖБЕ

Многобројни произвођачи мотоцикала, модификују своје моделе у циљу употребе од стране хитних служби. Мотоцикл **BMW R 1250 RT-P** је фабрички модификован како би задовољио строге захтеве професионалне употребе:

- **ShiftCam Boxer мотор**: Мотор од 1254 ccm са 136 КС пружа висок обртни момент у свим режимима рада, што је кључно за брзе интервенције и стабилну вожњу при ниским брзинама током пратње.
- **Специјализована опрема**: Укључује интегрисане светлосне и звучне сигнале (сирене и ЛЕД блинкере), додатне заштитне шипке за мотор и оптимизован простор за радио-комуникацију.
- **Intelligent Emergency Call (eCall)**: Напредни систем који аутоматски или мануелно позива оперативни центар у случају незгоде, преносећи прецизну локацију и податке о возилу.

- **Ергономија и видљивост**: Нови предњи оклоп побољшава аеродинамику и видно поље возача, док велики 10.25" ТФТ екран омогућава интегрисану навигацију и преглед свих кључних система без додатних уређаја.



Слика 1. Мотоцикл BMW R 1250 RT-P

Иако је најпознатији као полицијски мотоцикл, BMW R 1250 RT-P се користи и у другим хитним секторима:

- **Ватрогасна служба**: Користи се за брзи одлазак на место пожара ради процене ситуације или иницијалног гашења мањим преносним системима.
- **Хитна медицинска помоћ**: Служи за брзи транспорт здравствених радника до пацијента у условима густог саобраћаја.
- **"Blood Bikers"**: Добровољне службе за хитан транспорт крви и медицинских узорака често бирају овај модел због његове поузданости.



Слика 2. Мотоцикл хитне помоћи

У зависности од намене, мотоцикли хитних служби имају различиту одговарајућу опрему. Мотоцикли хитне помоћи поседују бочне кофере који су опремљени дефибрилатором, кисеоником и сетом за реанимацију. Ватрогасну опрему чине специјални носачи за апарате за гашење пожара или преносне пумпе, док код полицијских возила често постоје скривени или осигурани носачи за аутоматско оружје или радар.

b. Електрични мотоцикли у хитним службама

Мотоцикли хитних служби носе медицинске уређаје који зависе од батерија, као што су аутоматизовани екстерни дефибрилатори. У том контексту, коришћење електричних

мотоцикала не само да обезбеђује брз транспорт, већ и олакшава континуирано пуњење медицинских уређаја у возилу дуж њихових рута. Поред тога, захтеви су непредвидиви, а нови захтеви се могу динамички појавити док су возила на путу да би пружила услуге. Стога, способност динамичког реаговања постаје од кључне важности.

Концепти „White Motorcycle“ се фокусирају на „помоћну“ опрему модела WMC300E+, конкретно на светла, сирене и радио уређаје. Пошто су здравствени радници и службе за хитне интервенције примарни корисници предвиђени за дизајн аеро-електричног мотоцикла, кључно је осигурати да се ове компоненте ефикасно напајају како би могле одмах да сигнализирају другима, да их други виде и да комуницирају са другим особљем за хитне случајеве. Тим конструктора наглашава како су осигурали да систем батерија може да напаја све ове додатне уређаје, тако да не закажу у критичним тренуцима.

Батерија треба да заузме што мање простора, што је кључно с обзиром на ограничен простор на мотоциклу. Тим конструктора је направио простор за друге важне карактеристике, као што је велики простор за складиштење испод седишта. Овај одељак је довољно велик да стане кацига и служи као простор за складиштење опреме која је возачима потребна, било да је у питању комплет прве помоћи, намирнице или пакети које треба да се доставе.

Батерија која служи за погон мотоцикала има 11,9 kWh, и може да напаја трицикл, који може да пређе велику удаљеност без потребе да возач стане и допуни батерију.



Слика 3. Трицикл

Електрични мотоцикли за хитне службе добијају на замаху при употреби у ватрогасним јединицама, медицинским службама хитне помоћи и тимовима за реаговање на катастрофе. Ова возила су конструисана да се крећу кроз загушене градске средине и брже стижу до места инцидента од конвенционалних амбулантних возила или ватрогасних возила, посебно током шпица у саобраћају. Њихов компактан дизајн и управљивост чине их идеалним за задатке првих реаговаоца, као што су испорука основних медицинских потрепштина, пружање прве помоћи или спровођење брзих процена током ванредних ситуација. Интеграција специјализоване опреме, као што су комплети за медицинску помоћ, апарати за гашење пожара и комуникациони уређаји, додатно је побољшала корисност електричних мотоцикала за хитне службе у критичним ситуацијама.

Једна од најперспективнијих могућности је у интеграцији напредних дигиталних технологија као што су вештачка интелигенција, телематика и анализа података у реалном времену. Ове технологије могу побољшати управљање возним парком,

побољшати предиктивно одржавање и омогућити ефикасније распоређивање ресурса током ванредних ситуација.

Електрични мотоцикли представљају значајно средство унапређења рада хитних служби, пре свега захваљујући својој способности да се брзо крећу кроз саобраћајне гужве и уске градске улице, чиме омогућавају краће време доласка до пацијената и брже пружање прве помоћи. Њихов тих рад доприноси смањењу буке у урбаним срединама, док одсуство штетних емисија издувних гасова има позитиван утицај на животну средину. Поред тога, трошкови експлоатације су нижи у односу на класична возила, јер користе електричну енергију и захтевају мање одржавања. Једноставност управљања и велико убрзање додатно повећавају ефикасност у хитним ситуацијама, а компактне димензије омогућавају лак приступ тешко доступним локацијама и једноставније паркирање. Због свега наведеног, електрични мотоцикли се показују као изузетно погодни за урбане услове и кратке интервенције, где функционишу као допуна традиционалним возилима хитне помоћи, доприносећи укупној брзини и ефикасности система.

ПОРЕЂЕЊЕ ВРЕМЕНА ОДЗИВА МОТОЦИКЛА И КЛАСИЧНИХ ВОЗИЛА

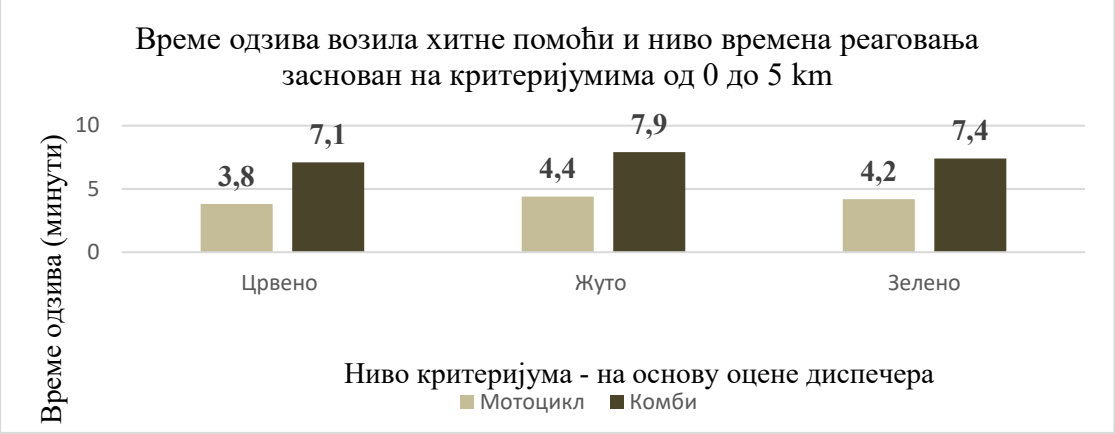
На одељењу хитне помоћи болнице „Сринагаринд“, на Тајланду, спроведена је студија која има за циљ да оптимизује путну удаљеност и време рада коришћених мотоцикала хитне помоћи. Период прикупљања података је спроведен од новембра 2021. до маја 2022. године. Прикупљени су подаци који се односе на слање оба амбулантна возила истовремено.

Укупно је анализирано 2.398 случајева интервенција возила хитне помоћи. Просечна старост пацијената у групи са мотоциклима била је 42,5 година, од чега су 51,3% били мушкарци. Време одзива за мотоцикле и комби возила хитне помоћи током времена интервенције у трајању од 6:00 до 9:00 часова било је 6,2 минута и 9,1 минут, респективно. Време одзива за мотоцикле и комби возила хитне помоћи у вези са пређеном удаљеношћу од 0 до 5 km било је 4,2 минута и 7,5 минута, респективно; пређена удаљеност од 5 до 10 km била је 6,3 минута и 8,2 минута, респективно. Ова студија је показала предност мотоцикла који је бржи и ефикаснији у доласку до угрожених пацијената од комби-амбулантних возила, посебно у времену рада од 6:00 до 9:00, као и од 15:00 до 18:00 часова, ако је удаљеност од болнице до места догађаја мања од 10 километара.

Табела 1. Време одзива хитне помоћи на удаљености до интервенције

Удаљеност	**Мотоцикл хитне службе (мин.)**	**Класично комби возило хитне службе (мин.)**
0-5km	4.2	7.5
5-10km	6.3	8.2
10-15km	12.4	10.1
>15km	20.2	16.2

На растојању од 0–5 km, време одзива мотоцикала било је краће од времена одзива амбулантног возила на свим нивоима оцене диспечера (црвено – висока хитност, жута – средња хитност и зелена – ниска хитност), приказано на графикону 1.



Графикон 1. Време одзива возила хитне помоћи и време реаговања заснован на критеријумима у домену од 0 до 5 km.

ЗАКЉУЧАК

Служба хитне медицинске помоћи, је један од значајних делова здравственог система, који је има одговоран задатак да благовремено дијагностикује и лечи пацијенте повређене у условима опасним по живот. Употреба амбулантних мотоцикала, утиче на смањења времена одзива на позив, смањује утицај саобраћајних гужви на квалитет и брзину интервенције, а нарочито наведено важи за велике урбане центре. Возаче амбулантног мотоцикла, уз едукацију из области медицинске струке, треба континуално обучавати у погледу начина вожње и познавања технике вожње мотоцикла, нарочито у сложеним саобраћајним ситуацијама. На овај начин, значајно се доприноси повећање безбедности возача амбулантног мотоцикла, а такође и скраћује време одзива на позив, односно бржи долазак на место указивања медицинске помоћи.

ЛИТЕРАТУРА

Samir Rana, Asst. Professor, Department ofComp. Sc. & Info. Tech., Graphic Era Hill University, Dehradun, Uttarakhand India 248002, Medical Emergency Motorcycles: A Review, доступно на: https://www.neuroquantology.com/media/article_pdfs/7_Neuroquentology.pdf

Mariusz Goniewicz, Kamil Bednarz, Ahmed M Al-Wathinani, Krzysztof Goniewicz , Assessment of Emergency Medical Service (EMS) response times and operational factors in out-of-hospital cardiac arrests (OHCA): a retrospective analysis, доступно на: Assessment of Emergency Medical Service (EMS) response times and operational factors in out-of-hospital cardiac arrests (OHCA): a retrospective analysis - PubMed

Damular Hamamu, Ada John, Goodness Oladusu, Modeling and Simulation of Traffic Congestion and Ambulance Response Times in Urban Environments, доступно на: https://www.researchgate.net/publication/390090048_Modeling_and_Simulation_of_Traffic_Congestion_and_Ambulance_Response_Times_in_Urban_Environments

Korakot Apiratwarakul, Pariwat Phungoen, Optimizing Operation Time andTravelDistance for Motorcycle Ambulances in Emergency Medical Services, Prehospital and Disaster Medicine, December 2022

The Science Behind Emergency Response Times: Why Every Second Counts, February 2025, доступно на: The Science Behind Emergency Response Times: Why Every Second Counts - Lifeline EMS

Aero-electric motorcycle for paramedics and first responders can be recharged in 15 minutes, доступно на: aero-electric motorcycle for paramedics and first responders can be recharged in 15 minutes

Electric Police Motorcycle and Emergency Service Motorcycle Market Research, доступно на: Electric Police Motorcycle and Emergency Service Motorcycle Market Research Report 2033



RAZVOJ I PRIMENA KOMPOZITNOG INDEKSA ZA INTEGRISANU PROCENU URBANOG RIZIKA U SAOBRAĆAJU: STUDIJA SLUČAJA OPŠTINE VOŽDOVAC

Filip Živković, URBANSAFE
Tomislav Petrović, Panevropski univerzitet Apeiron Banja Luka
Boris Mikanović, Panevropski univerzitet Apeiron Banja Luka
Goran Bošnjak, Agencija za bezbjednost saobraćaja Republike Srpske
Saša Zdravković, Agencija za bezbednost saobraćaja Republike Srbije

Apstrakt: Konvencionalne analize urbane bezbednosti saobraćaja najčešće se zasnivaju isključivo na statistici saobraćajnih nezgoda, zanemarujući širi uticaj saobraćajne izloženosti i uslova životne sredine na formiranje urbanog rizika. Ovaj rad razvija i primenjuje Urban Environment and Safety Index (UESI), kompozitni indikator namenjen integrisanoj proceni urbanog saobraćajnog rizika. Indeks objedinjuje tri dimenzije: bezbednosku komponentu zasnovanu na petogodišnjem zbiru broja saobraćajnih nezgoda, povređenih i poginulih; komponentu izloženosti definisanu odnosom broja registrovanih vozila i broja stanovnika; i ekološku komponentu koja obuhvata koncentracije $PM_{2.5}$, PM_{10}, CO_2 i nivo buke. Predložena metodologija primenjena je na primeru opštine Voždovac u Beogradu. Rezultati pokazuju da UESI omogućava sveobuhvatnije sagledavanje urbanog rizika u odnosu na klasične pristupe zasnovane samo na nezgodama. Dobijeni nalazi ukazuju na nepovoljan urbani rizični profil posmatranog područja, pri čemu ekološka komponenta ima dominantan uticaj. Predloženi indeks predstavlja praktičan alat za identifikaciju kritičnih urbanih zona i podršku odlučivanju u oblasti bezbednosti saobraćaja i održive urbane mobilnosti.
Ključne reči: Urbana Bezbednost Saobraćaja; UESI; Kompozitni Indeks; Saobraćajne Nezgode; Izloženost; Kvalitet Životne Sredine
Abstract: Conventional urban road safety assessments are often based solely on crash statistics, overlooking the broader role of traffic exposure and environmental conditions in shaping urban risk. This study develops and applies the Urban Environment and Safety Index (UESI), a composite indicator designed to provide an integrated assessment of urban traffic-related risk. The index combines three dimensions: a safety component based on the five-year aggregated number of traffic accidents, injured persons, and fatalities; an exposure component defined by the ratio of registered vehicles to population; and an environmental component including $PM_{2.5}$, PM_{10}, CO_2 concentrations, and noise levels. The proposed methodology was applied to Voždovac Municipality in Belgrade as a case study. Results indicate that the UESI framework provides a more comprehensive understanding of urban traffic risk than conventional crash-based approaches. The findings show an unfavorable urban risk profile for the study area, with environmental burden identified as the dominant contributing factor. The scientific contribution of this study lies in integrating traffic safety outcomes, exposure indicators, and environmental variables into a single analytical framework. The proposed index offers a practical and transferable tool for identifying urban hotspots and supporting evidence-based decision-making in road safety and sustainable urban mobility planning.
Keywords: Urban Road Safety; UESI; Composite Index; Traffic Accidents; Traffic Exposure; Environmental Quality

1. UVOD

Urbana bezbednost saobraćaja danas se ne može sagledavati isključivo kroz broj saobraćajnih nezgoda, poginulih i povređenih, već kao rezultat međusobnog delovanja saobraćajnih tokova, prostorne strukture grada, korišćenja zemljišta, motorizacije, gustine naseljenosti i kvaliteta urbanog okruženja. Još su Hakim et al. (1991) ukazali da modeli zasnovani samo na agregatnim nezgodama imaju ograničenu objašnjavajuću moć ukoliko se zanemare izloženost i prostorni kontekst. Kasnija istraživanja dodatno potvrđuju značaj makro-nivo indikatora, prostorne raspodele rizika i karakteristika mreže saobraćajnica za razumevanje urbane bezbednosti saobraćaja (Moeinaddini et al., 2014; Guo et al., 2017; Pljakić et al., 2019; Wang et al., 2024). U tom smislu, Antić i saradnici (2024) ističu da urbana bezbednost saobraćaja mora biti posmatrana kao deo šireg sistema strateškog upravljanja i planiranja razvoja saobraćaja u gradovima.

U okviru savremenih pristupa posebno mesto zauzimaju pokazatelji performansi bezbednosti saobraćaja, odnosno Road Safety Performance Indicators, jer omogućavaju prelazak sa registrovanja posledica na analizu uslova koji generišu rizik. Holló et al. (2010) naglašavaju da

klasični podaci o nezgodama nisu dovoljni za potpuno razumevanje stanja bezbednosti saobraćaja, dok Chen et al. (2015) i Yannis et al. (2013) potvrđuju značaj izbora odgovarajućih indikatora, benchmarkinga i referentnih vrednosti za procenu i poređenje bezbednosnih performansi.

Savremena urbana literatura pokazuje i da su prostorne i infrastrukturne karakteristike grada snažno povezane sa bezbednosnim obrascima, naročito u pogledu bezbednosti pešaka. Basile et al. (2010) razvijaju metodologiju za procenu bezbednosti pešačkih prelaza, a Asadi-Shekari et al. (2015) uvode Pedestrian Safety Index za vrednovanje uslova pešačkog kretanja. Na nivou raskrsnica i konfliktnih tačaka, Ihssian et al. (2023), Kuşkapan et al. (2022) i Yue et al. (2024) pokazuju da na bezbednost utiču ne samo geometrija i regulacija saobraćaja, već i opažena bezbednost, oblikovanje ulice i karakteristike streetscape okruženja.

Pored toga, analiza urbane bezbednosti saobraćaja ostaje nepotpuna ukoliko se ne uključi dimenzija izloženosti. Broj stanovnika, broj registrovanih vozila, stepen motorizacije i intenzitet saobraćaja predstavljaju direktne faktore rizika, zbog čega su relativne stope i indikatori zasnovani na izloženosti neophodni za smisleno poređenje urbanih područja. U tom kontekstu, Drašković et al. (2024) ukazuju na potrebu preciznijeg sagledavanja urbanih obrazaca rizika u Republici Srbiji, dok Antić et al. (2022) ističu da su integrisani modeli procene urbanog rizika i dalje nedovoljno razvijeni.

Dodatno, kvalitet urbanih transportnih sistema sve češće se procenjuje i kroz ekološke efekte saobraćaja, posebno zagađenje vazduha i buku. Borrego et al. (2006), Bai et al. (2022) i Boogaard et al. (2022) ukazuju na značaj saobraćajno uslovljenog aerozagađenja i njegove zdravstvene posledice, dok Yang et al. (2020), Wang et al. (2022), Lu et al. (2019) i Lan et al. (2024) potvrđuju mogućnost preciznog modelovanja urbane izloženosti saobraćajnoj buci. Poseban doprinos daje i Živković (2020), koji nivo ambijentalnih zvukova razmatra kao indikator urbane bezbednosti saobraćaja. Time postaje jasno da saobraćaj u gradu proizvodi dvostruki teret: neposredni bezbednosni rizik kroz nezgode i posredni zdravstveni rizik kroz izloženost polutantima i buci.

Iako su ove tri dimenzije – bezbednost, izloženost i životna sredina – pojedinačno dobro istražene, literatura je i dalje fragmentisana i retko ih povezuje u jedinstven analitički model. Upravo zato metodološko uporište za integrisani pristup se nalazi u radovima o kompozitnim indikatorima i održivoj urbanoj mobilnosti. Reisi et al. (2014), Tafidis et al. (2017), Perra et al. (2017), Chatziioannou et al. (2023), Kraus et al. (2021) i Greco et al. (2019) pokazuju da objedinjavanje većeg broja indikatora kroz kompozitne indekse omogućava jasnije poređenje prostora, hijerarhizaciju prioriteta i pouzdaniju podršku odlučivanju.

Polazeći od toga, cilj ovog rada jeste razvoj i primena integrisanog analitičkog okvira za procenu urbane bezbednosti saobraćaja kroz objedinjavanje indikatora saobraćajnih nezgoda, izloženosti i životne sredine. Predloženi pristup zasniva se na konstrukciji kompozitnog indeksa UESI (Urban Environment and Safety Index), kojim se povezuju bezbednosna, ekspoziciona i ekološka dimenzija. Naučni doprinos rada ogleda se u metodološkom povezivanju road safety performance indicators pristupa, urban exposure assessment, environmental burden i composite indicator methodology, dok se praktični doprinos odnosi na identifikaciju kritičnih urbanih zona i podršku integrisanom odlučivanju u oblasti bezbednosti saobraćaja, urbanog zdravlja i održive mobilnosti.

2. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA

2.1. Istraživački pristup i analitički okvir

Ovo istraživanje zasniva se na definisanju integrisanog kompozitnog indeksa za procenu urbane bezbednosti saobraćaja, koji objedinjuje dugoročne bezbednosne ishode, nivo saobraćajne izloženosti i aktuelne uslove životne sredine u jedinstven analitički okvir. Osnovna

metodološka pretpostavka rada polazi od toga da se urbana bezbednost saobraćaja ne može adekvatno sagledati isključivo na osnovu broja saobraćajnih nezgoda i njihovih posledica, već da je neophodno uključiti i širi kontekst saobraćajnog opterećenja i uslova urbanog okruženja. U tom cilju je razvijen kompozitni indeks pod nazivom Urban Environment and Safety Index (UESI), čija je svrha da omogući višedimenzionalnu procenu urbanog rizika. Indeks integriše tri osnovne dimenzije:

- bezbednosnu komponentu (Safety Index – SI),
- komponentu izloženosti (Exposure Index – EI),
- ekološku komponentu (Environmental Index – ENV).

Matematički, indeks je definisan na sledeći način:

$$UESI_i = w_1 * SI_i + w_2 * EI_i + w_3 * ENV_i$$

gde je:

$UESI_i$ - ukupna vrednost indeksa za posmatranu prostornu jedinicu i,

SI_i - bezbednosni podindeks,

EI_i - podindeks izloženosti,

ENV_i - ekološki podindeks, i

w_1, w_2, w_3 - težinski koeficijenti.

U skladu sa konceptualnim značajem pojedinačnih dimenzija, primenjene su sledeće težine: w_1=0,50; w_2=0,20; i w_3=0,30. Ovakva struktura težina odražava činjenicu da bezbednosni ishodi imaju dominantnu ulogu u proceni urbanog rizika, dok izloženost i uslovi životne sredine deluju kao faktori koji dodatno oblikuju ukupan profil rizika.

Bezbednosna komponenta indeksa zasnovana je na agregiranim podacima o broju saobraćajnih nezgoda, broju povređenih i broju poginulih u petogodišnjem periodu (od 2021. do 2025. godine) na opštini Voždovac u Beogradu[14]. Ovakvo rešenje primenjeno je sa ciljem da se ublaži uticaj slučajnih godišnjih fluktuacija i obezbedi stabilnija i reprezentativnija procena dugoročnog nivoa bezbednosnog rizika u posmatranom urbanom prostoru. Korišćenjem kumulativnih vrednosti u dužem vremenskom periodu, analiza omogućava identifikaciju strukturnih obrazaca rizika, a ne kratkoročnih odstupanja.

Komponenta izloženosti zasnovana je na najnovijim dostupnim podacima[15] o broju registrovanih vozila i broju stanovnika, čime je omogućeno da se u analizu uključi aktuelni nivo motorizacije i opterećenja saobraćajnog sistema.

Ekološka komponenta zasnovana je na terenskim merenjima kvaliteta vazduha i nivoa buke[16]. Ovi indikatori korišćeni su kao proxy pokazatelji aktuelnog stanja urbanog okruženja. Ovakvo metodološko rešenje zasniva se na pretpostavci da prostorni obrasci ekološkog opterećenja u urbanim zonama pokazuju relativnu stabilnost u kratkoročnom periodu, te da aktuelno stanje može poslužiti kao validan pokazatelj dominantnih uslova životne sredine u posmatranom prostoru.

Ovakva vremenska integracija omogućava da indeks istovremeno obuhvati:

- dugoročni bezbednosni rizik,
- aktuelni nivo saobraćajne izloženosti, i
- aktuelno ekološko opterećenje.

Na taj način dobija se realističnija i praktično relevantnija procena urbanog rizika u odnosu na klasične analize zasnovane na jednom vremenskom preseku.

[14] Na osnovu podataka iz Integrisane baze podataka Agencije za bezbednost saobraćaja Republike Srbije - posećeno 15.04.2026. godine

[15] Na osnovu podataka dostupnih od strane Republičkog zavoda za statistiku za 2024. godinu - posećeno 15.04.2026. godine

[16] Merenje je vršeno primenom aparata za merenje nivoa zagađenja vazduha (Temtop M2000 2nd) i buke (ennoLogic eS528L)

S obzirom na to da su ulazni indikatori izraženi u različitim jedinicama mere i različitim opsezima vrednosti, pre njihove agregacije u indeks primenjuje se min–max normalizacija. Formula normalizacije definisana je kao:

$$X_i^* = \frac{X_i - X_{min}}{X_{max} - X_{min}}$$

gde je:

X_i - vrednost indikatora za prostornu jedinicu i, i dobija se kao:

$$X_i = \sum_{i=1}^{n} X_{i,t}$$

X_{min} - minimalna vrednost indikatora u uzorku,

X_{max} - maksimalna vrednost indikatora u uzorku, i

X_i^* - normalizovana vrednost.

Na ovaj način svi indikatori transformisani su na zajedničku skalu od 0 do 1, pri čemu veće vrednosti označavaju nepovoljnije uslove i viši nivo rizika sa stanovišta urbane bezbednosti saobraćaja. Primena normalizacije omogućava:

- direktnu uporedivost indikatora,
- uravnotežen doprinos svih komponenti,
- metodološku transparentnost, i
- replikabilnost indeksa.

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

3.1. Bezbednosni podindeks

Bezbednosni podindeks konstruisan je tako da odražava dugoročni nivo težine saobraćajnih ishoda. On integriše tri ključna indikatora:

- broj saobraćajnih nezgoda,
- broj povređenih lica, i
- broj poginulih lica.

Bezbednosni podindeks definisan je na sledeći način:

$$SI_i = 0{,}20 * A_i^* + 0{,}30 * I_i^* + 0{,}50 * F_i^*$$

gde su:

A_i^* - normalizovan broj nezgoda,

I_i^* - normalizovan broj povređenih, i

F_i^* - normalizovan broj poginulih.

Najveća težina dodeljena je broju poginulih, jer ovaj indikator predstavlja najteži ishod bezbednosti saobraćaja i najdirektniji pokazatelj težine indeksa. Korišćenje agregiranih višegodišnjih podataka u okviru bezbednosnog podindeksa doprinosi većoj stabilnosti i pouzdanosti procene (Tabela 1.).

Tabela 1. Pokazatelji bezbednosti saobraćaja za period od 2021. do 2025. godine.

Go-dina	A_i	I_i	F_i
2021.	1.764	616	6
2022.	1.663	516	9
2023.	1.593	523	5
2024.	1.506	502	3
2025.	1.659	506	10
X_i	8.185	2.663	33
X_i^*	25,9	18,9	4,3

SI	13

Dobijena vrednost bezbednosnog podindeksa (SI = 13) ukazuje na izraženo nepovoljan bezbednosni profil posmatranog područja u periodu 2021–2025. godine. Ukupno je evidentirano 8.185 saobraćajnih nezgoda, 2.663 povređena lica i 33 poginula, što potvrđuje kontinuirano prisutan i visok nivo saobraćajnog rizika. Najveći uticaj na konačnu vrednost podindeksa ima broj poginulih, kao najteži ishod saobraćajnog sistema, dok višegodišnje agregiranje podataka omogućava stabilniju i pouzdaniju procenu bezbednosnog stanja. Dobijeni rezultat ukazuje na potrebu za prioritetnim sprovođenjem sistemskih mera za unapređenje bezbednosti saobraćaja u posmatranoj zoni.

3.2. Podindeks izloženosti

Podindeks izloženosti ima za cilj da prikaže stepen opterećenja urbanog saobraćajnog sistema. U ovom istraživanju izloženost je definisana kao odnos broja registrovanih vozila i broja stanovnika:

$$EI_i = \frac{Vehicles_i}{Population_i}$$

gde su:

$Vehicles_i$ - broj registrovanih vozila u prostornoj jedinice, i

$Population_i$ - broj stanovnika.

Ovaj indikator odražava stepen motorizacije i potencijal za nastanak saobraćajnih konflikata. Veće vrednosti ukazuju na veći nivo saobraćajne izloženosti i veće opterećenje urbanog sistema.

$$EI = \frac{75.728}{175.428} = 0{,}43$$

Dobijena vrednost podindeksa izloženosti (EI = 0,43) ukazuje na umeren nivo saobraćajnog opterećenja u posmatranoj zoni. Ovakav rezultat pokazuje da na približno dva stanovnika dolazi jedno registrovano vozilo, što ukazuje na izražen stepen motorizacije i značajan potencijal za nastanak saobraćajnih konflikata. Iako podindeks izloženosti nema dominantan uticaj u odnosu na bezbednosnu komponentu, njegova vrednost potvrđuje da intenzitet saobraćajnog opterećenja predstavlja važan faktor u formiranju ukupnog urbanog rizika.

3.3. Ekološki podindeks

Ekološki podindeks razvijen je sa ciljem da obuhvati aktuelno ekološko opterećenje urbanog prostora koje je povezano sa saobraćajnom aktivnošću.

U okviru ovog istraživanja, ekološka komponenta obuhvata sledeće indikatore:

- koncentraciju $PM_{2.5}$,
- koncentraciju PM_{10},
- koncentraciju CO_2,
- nivo buke.

Ekološki podindeks definisan je na sledeći način:

$$ENV_i = 0{,}35 * {PM_{2.5}}_i^* + 0{,}25 * {PM_{10}}_i^* + 0{,}15 * {CO_2}_i^* + 0{,}25 * {Noise}_i^*$$

gde su:

$PM_{2.5i}^*$ – normalizovana koncentracija $PM_{2.5}$,

PM_{10i}^* – normalizovana koncentracija PM_{10},

CO_{2i}^* – normalizovana koncentracija CO_2,

$Noise_i^*$ – normalizovan nivo buke.

$PM_{2.5}$ je dobio najveću težinu zbog svog značajnog uticaja na zdravlje i jake povezanosti sa urbanim saobraćajem. PM_{10} i buka takođe imaju značajan uticaj na kvalitet životne sredine i urbane uslove života, dok je CO_2 uključen kao dopunski indikator saobraćajnog i prostornog opterećenja. Aktuelna merenja korišćena su kao pokazatelji preovlađujućih ekoloških uslova u posmatranom periodu.

$$ENV = 0{,}35 * 110{,}02 + 0{,}25 * 108{,}06 + 0{,}15 * 246{,}25 + 0{,}25 * 7.667{,}35 = 2.019{,}31$$

Dobijena vrednost ekološkog podindeksa (ENV = 2.019,31) ukazuje na izrazito nepovoljno ekološko opterećenje posmatranog urbanog prostora. Najveći doprinos ovoj vrednosti potiče od nivoa buke, koji dominantno utiče na konačan rezultat, dok povišene koncentracije $PM_{2.5}$, PM_{10} i CO_2 dodatno potvrđuju prisustvo značajnog saobraćajno uslovljenog zagađenja. Ovakav rezultat ukazuje da kvalitet životne sredine predstavlja jedan od ključnih faktora urbanog rizika u posmatranoj zoni i potvrđuje potrebu za sprovođenjem mera usmerenih na smanjenje emisija, saobraćajnog opterećenja i nivoa buke.

3.4. Urban Environment and Safety Index

Nakon normalizacije svih ulaznih indikatora, izračunati su podindeksi SI, EI i ENV, koji su zatim agregirani u konačnu vrednost indeksa UESI.

$$UESI = w_1 * SI + w_2 * EI + w_3 * ENV$$
$$UESI = 0{,}50 * 13 + 0{,}20 * 0{,}43 + 0{,}30 * 2.019{,}31$$
$$UESI = 612{,}4$$

Dobijena vrednost indeksa UESI za posmatranu prostornu jedinicu iznosi 612,4, što ukazuje na izraženo nepovoljan urbani rizični profil. Ova vrednost predstavlja rezultat integracije tri ključne komponente: bezbednosnog podindeksa (SI), koji odražava nivo saobraćajnih nezgoda i njihovih posledica, podindeksa izloženosti (EI), koji ukazuje na stepen saobraćajnog opterećenja u odnosu na broj stanovnika, i ekološkog podindeksa (ENV), koji obuhvata kvalitet vazduha i nivo buke.

U konkretnom slučaju, najveći doprinos konačnoj vrednosti indeksa potiče od ekološke komponente, što ukazuje da uslovi životne sredine, odnosno povišene koncentracije zagađujućih materija i nivo buke, značajno opterećuju urbani prostor. Bezbednosna komponenta takođe ima značajan uticaj, što ukazuje na prisustvo saobraćajnih rizika i posledica u posmatranoj zoni. Sa druge strane, izloženost ima manji uticaj na ukupnu vrednost indeksa, ali i dalje doprinosi opštem nivou rizika.

Ovako dobijen rezultat ukazuje da posmatrana opština zahteva prioritetno razmatranje mera za unapređenje bezbednosti saobraćaja i kvaliteta životne sredine. Praktično, to podrazumeva potrebu za merama kao što su unapređenje saobraćajne infrastrukture, smirivanje saobraćaja, smanjenje emisija zagađujućih materija i ublažavanje buke, kako bi se unapredio ukupan nivo urbane bezbednosti saobraćaja i kvalitet života stanovništva.

4. DISKUSIJA I ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Rezultati ovog istraživanja potvrđuju da urbana bezbednost saobraćaja ne može biti adekvatno sagledana isključivo na osnovu klasičnih pokazatelja saobraćajnih nezgoda, već zahteva integrisani pristup koji istovremeno uključuje bezbednosne ishode, nivo saobraćajne izloženosti i uslove životne sredine. Primena kompozitnog indeksa UESI na primeru opštine Voždovac pokazala je da ovako definisan analitički okvir omogućava sveobuhvatnije razumevanje urbanog rizika i jasnije identifikovanje dominantnih faktora koji utiču na stanje bezbednosti saobraćaja.

Dobijena vrednost indeksa ukazuje na nepovoljan urbani rizični profil posmatrane opštine, pri čemu je najveći uticaj na konačnu vrednost indeksa imala ekološka komponenta. Ovaj nalaz je

posebno značajan jer ukazuje da urbani rizik nije posledica samo direktnih saobraćajnih konflikata, već i šireg prostornog i ekološkog opterećenja. Povišene vrednosti $PM_{2.5}$, PM_{10}, CO_2 i nivoa buke ukazuju na postojanje intenzivnog saobraćajnog opterećenja i nepovoljnih uslova životne sredine, što ima dvostruki efekat: direktno utiče na zdravlje stanovništva i indirektno utiče na kvalitet, bezbednost i percepciju urbanog prostora. Ovaj rezultat je u skladu sa savremenim istraživanjima koja ukazuju da saobraćajno uslovljeno zagađenje vazduha i buka predstavljaju važne, ali često zanemarene komponente urbanog rizika.

Bezbednosna komponenta indeksa takođe je pokazala značajan doprinos, što potvrđuje da opština Voždovac ima izraženo prisustvo strukturnih saobraćajnih rizika. Korišćenje agregiranih petogodišnjih podataka omogućilo je stabilniju procenu u odnosu na jednogodišnje preseke, jer su na taj način ublažene kratkoročne fluktuacije i slučajna odstupanja. Upravo ovaj pristup predstavlja jednu od ključnih metodoloških prednosti rada, jer omogućava da se urbani rizik sagleda kao posledica dugoročnih obrazaca funkcionisanja saobraćajnog sistema, a ne kao odraz kratkotrajnih oscilacija.

Komponenta izloženosti, iako sa manjim relativnim udelom u ukupnoj vrednosti indeksa, dala je važan doprinos u tumačenju urbanog opterećenja. Odnos broja registrovanih vozila i broja stanovnika predstavlja relevantan indikator stepena motorizacije i intenziteta saobraćajnih tokova. Uključivanjem ovog pokazatelja prevaziđeno je jedno od glavnih ograničenja klasičnih analiza bezbednosti saobraćaja, koje često zanemaruju realni nivo izloženosti i time otežavaju objektivno poređenje urbanih prostora.

Naučni doprinos ovog rada ogleda se pre svega u metodološkom povezivanju tri do sada uglavnom odvojeno posmatrane dimenzije: bezbednosnih ishoda, saobraćajne izloženosti i ekološkog opterećenja. Predloženi UESI model predstavlja nov analitički alat koji omogućava ne samo kvantifikaciju urbanog rizika, već i identifikaciju dominantnih komponenti koje taj rizik oblikuju. Posebna vrednost modela ogleda se u njegovoj praktičnoj primenljivosti, jer se zasniva na relativno dostupnim podacima i jednostavnom postupku normalizacije i agregacije, što omogućava njegovu primenu i u drugim urbanim sredinama.

Praktične implikacije dobijenih rezultata ukazuju na potrebu za integrisanim merama upravljanja urbanim rizikom. U slučaju opštine Voždovac, rezultati upućuju na neophodnost paralelnog delovanja u više pravaca: unapređenje bezbednosti saobraćajne infrastrukture, sprovođenje mera smirivanja saobraćaja, poboljšanje upravljanja saobraćajnim tokovima, kao i sprovođenje mera za smanjenje saobraćajno uslovljenog zagađenja i buke. Na taj način, UESI indeks može predstavljati važan instrument podrške lokalnim samoupravama u prioritizaciji intervencija i donošenju odluka zasnovanih na podacima.

Ipak, potrebno je ukazati i na određena ograničenja istraživanja. Pre svega, ekološka komponenta zasnovana je na aktuelnim merenjima, dok je bezbednosna komponenta bazirana na višegodišnjim podacima, što uvodi izvesnu vremensku neusklađenost. Iako je ovakvo rešenje metodološki opravdano i zasnovano na pretpostavci relativne kratkoročne stabilnosti ekoloških prostornih obrazaca, buduća istraživanja bi mogla dodatno unaprediti model uključivanjem višegodišnjih ekoloških serija i preciznijih prostornih analiza na nivou mikrolokacija. Takođe, buduća istraživanja mogla bi da uključe i dodatne indikatore kao što su brzine kretanja, kvalitet pešačke infrastrukture, prostorna gustina raskrsnica i ponašanje učesnika u saobraćaju, čime bi se model dodatno unapredio.

Ukupno posmatrano, rezultati istraživanja pokazuju da UESI predstavlja pouzdan, primenljiv i analitički vredan alat za integrisanu procenu urbane bezbednosti saobraćaja. Kombinujući dugoročne bezbednosne ishode sa aktuelnim pokazateljima izloženosti i uslova životne sredine, predloženi model omogućava realističnije sagledavanje urbanog rizika i predstavlja dobru

osnovu za unapređenje politika održive mobilnosti, urbanog zdravlja i bezbednosti saobraćaja u gradskim sredinama.

5. LITERATURA

1. Simon Hakim, Daniel Shefer, A.S. Hakkert, Irit Hocherman, A critical review of macro models for road accidents, Accident Analysis & Prevention, Volume 23, Issue 5, 1991, Pages 379-400, ISSN 0001-4575, https://doi.org/10.1016/0001-4575(91)90058-D
2. Mehdi Moeinaddini, Zohreh Asadi-Shekari, Muhammad Zaly Shah, The relationship between urban street networks and the number of transport fatalities at the city level, Safety Science, Volume 62, 2014, Pages 114-120, ISSN 0925-7535, https://doi.org/10.1016/j.ssci.2013.08.015
3. Qiang Guo, Pengpeng Xu, Xin Pei, S.C. Wong, Danya Yao, The effect of road network patterns on pedestrian safety: A zone-based Bayesian spatial modeling approach, Accident Analysis & Prevention, Volume 99, Part A, 2017, Pages 114-124, ISSN 0001-4575, https://doi.org/10.1016/j.aap.2016.11.002
4. Miloš Pljakić, Dragan Jovanović, Boško Matović, Spasoje Mićić, Macro-level accident modeling in Novi Sad: A spatial regression approach, Accident Analysis & Prevention, Volume 132, 2019, 105259, ISSN 0001-4575, https://doi.org/10.1016/j.aap.2019.105259
5. Xuesong Wang, Xueyu Zhang, Yingying Pei, A systematic approach to macro-level safety assessment and contributing factors analysis considering traffic crashes and violations, Accident Analysis & Prevention, Volume 194, 2024, 107323, ISSN 0001-4575, https://doi.org/10.1016/j.aap.2023.107323
6. Péter Holló, Vojtech Eksler, Joanna Zukowska, Road safety performance indicators and their explanatory value: A critical view based on the experience of Central European countries, Safety Science, Volume 48, Issue 9, 2010, Pages 1142-1150, ISSN 0925-7535, https://doi.org/10.1016/j.ssci.2010.03.002
7. Chen F, Wu J, Chen X, Wang J, Wang D. Benchmarking road safety performance: Identifying a meaningful reference (best-in-class). Accid Anal Prev. 2016 Jan;86:76-89. doi: 10.1016/j.aap.2015.10.018. Epub 2015 Nov 10. PMID: 26536072
8. George Yannis, Wendy Weijermars, Victoria Gitelman, Martijn Vis, Antonis Chaziris, Eleonora Papadimitriou, Carlos Lima Azevedo, Road safety performance indicators for the interurban road network, Accident Analysis & Prevention, Volume 60, 2013, Pages 384-395, ISSN 0001-4575, https://doi.org/10.1016/j.aap.2012.11.012
9. Zohreh Asadi-Shekari, Mehdi Moeinaddini, Muhammad Zaly Shah, Pedestrian safety index for evaluating street facilities in urban areas, Safety Science, Volume 74, 2015, Pages 1-14, ISSN 0925-7535, https://doi.org/10.1016/j.ssci.2014.11.014
10. Ali Ihssian, Karim Ismail, Modelling pedestrian safety at urban intersections using user perception, Accident Analysis & Prevention, Volume 180, 2023, 106912, ISSN 0001-4575, https://doi.org/10.1016/j.aap.2022.106912
11. Emre Kuşkapan, Mohammad Ali Sahraei, Merve Kayaci Çodur, Muhammed Yasin Çodur, Pedestrian safety at signalized intersections: Spatial and machine learning approaches, Journal of Transport & Health, Volume 24, 2022, 101322, ISSN 2214-1405, https://doi.org/10.1016/j.jth.2021.101322
12. Han Yue, Investigating the influence of streetscape environmental characteristics on pedestrian crashes at intersections using street view images and explainable machine learning, Accident Analysis & Prevention, Volume 205, 2024, 107693, ISSN 0001-4575, https://doi.org/10.1016/j.aap.2024.107693

13. C. Borrego, O. Tchepel, A.M. Costa, H. Martins, J. Ferreira, A.I. Miranda, Traffic-related particulate air pollution exposure in urban areas, Atmospheric Environment, Volume 40, Issue 37, 2006, Pages 7205-7214, ISSN 1352-2310, https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2006.06.020
14. Xu Bai, Hui Chen, Brian G. Oliver, The health effects of traffic-related air pollution: A review focused the health effects of going green, Chemosphere, Volume 289, 2022, 133082, ISSN 0045-6535, https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.133082
15. H. Boogaard, A.P. Patton, R.W. Atkinson, J.R. Brook, H.H. Chang, D.L. Crouse, J.C. Fussell, G. Hoek, B. Hoffmann, R. Kappeler, M. Kutlar Joss, M. Ondras, S.K. Sagiv, E. Samoli, R. Shaikh, A. Smargiassi, A.A. Szpiro, E.D.S. Van Vliet, D. Vienneau, J. Weuve, F.W. Lurmann, F. Forastiere, Long-term exposure to traffic-related air pollution and selected health outcomes: A systematic review and meta-analysis, Environment International, Volume 164, 2022, 107262, ISSN 0160-4120, https://doi.org/10.1016/j.envint.2022.107262
16. Weijun Yang, Jinying He, Canming He, Ming Cai, Evaluation of urban traffic noise pollution based on noise maps, Transportation Research Part D: Transport and Environment, Volume 87, 2020, 102516, ISSN 1361-9209, https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102516
17. Haibo Wang, Zeyu Wu, Jincai Chen, Liang Chen, Evaluation of road traffic noise exposure considering differential crowd characteristics, Transportation Research Part D: Transport and Environment, Volume 105, 2022, 103250, ISSN 1361-9209, https://doi.org/10.1016/j.trd.2022.103250
18. Xiaodong Lu, Jian Kang, Peisheng Zhu, Jun Cai, Fei Guo, Yuan Zhang, Influence of urban road characteristics on traffic noise, Transportation Research Part D: Transport and Environment, Volume 75, 2019, Pages 136-155, ISSN 1361-9209, https://doi.org/10.1016/j.trd.2019.08.026
19. Marzieh Reisi, Lu Aye, Abbas Rajabifard, Tuan Ngo, Transport sustainability index: Melbourne case study, Ecological Indicators, Volume 43, 2014, Pages 288-296, ISSN 1470-160X, https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.03.004
20. Pavlos Tafidis, Alexandros Sdoukopoulos, Magda Pitsiava-Latinopoulou, Sustainable urban mobility indicators: policy versus practice in the case of Greek cities, Transportation Research Procedia, Volume 24, 2017, Pages 304-312, ISSN 2352-1465, https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.05.122
21. Vasiliki-Maria Perra, Alexandros Sdoukopoulos, Magda Pitsiava-Latinopoulou, Evaluation of sustainable urban mobility in the city of Thessaloniki, Transportation Research Procedia, Volume 24, 2017, Pages 329-336, ISSN 2352-1465, https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.05.103
22. Ioannis Chatziioannou, Alexandros Nikitas, Panagiotis G. Tzouras, Efthimios Bakogiannis, Luis Alvarez-Icaza, Luis Chias-Becerril, Christos Karolemeas, Stefanos Tsigdinos, Pontus Wallgren, Oskar Rexfelt, Ranking sustainable urban mobility indicators and their matching transport policies to support liveable city Futures: A MICMAC approach, Transportation Research Interdisciplinary Perspectives, Volume 18, 2023, 100788, ISSN 2590-1982, https://doi.org/10.1016/j.trip.2023.100788
23. Kraus, L., & Proff, H. (2021). Sustainable Urban Transportation Criteria and Measurement—A Systematic Literature Review. Sustainability, 13(13), 7113. https://doi.org/10.3390/su13137113

24. Greco, S., Ishizaka, A., Tasiou, M. et al. On the Methodological Framework of Composite Indices: A Review of the Issues of Weighting, Aggregation, and Robustness. Soc Indic Res 141, 61–94 (2019). https://doi.org/10.1007/s11205-017-1832-9



MOTORNA VOZILA, ŽIVOTNA SREDINA I OSIGURANJE

dr Jelena Doganjić, dipl.ecc, Milenijum osiguranje, Beograd
Msc. ecc Jelena Đukić, Udruženje osiguravača Srbije, Beograd
Doc. dr Živorad Ristić, dipl.ing.saob. Udruženje osiguravača Srbije, Beograd

Rezime

U ovom radu analiziran je uticaj motornih vozila na zagađenje životne sredine. Tu se u prvom redu misli na korišćenje zemljišta, stvaranje buke, emisiju izduvnih gasova, utrošak sirovina, stvaranje automobilskog otpada na kraju ciklusa korišćenja vozila i zagađenje usled saobraćajnih nezgoda. Razmatrano je na koje elemente, sa minimalnim ulaganjima, treba prvenstveno delovati kako bi se smanjio uticaj motornih vozila na zagađenje životne sredine.

Summary

This paper analyzes the impact of motor vehicles on environmental pollution. It primarily addresses land use, noise generation, exhaust emissions, consumption of raw materials, the generation of automotive waste at the end of a vehicle's life cycle, and pollution resulting from traffic accidents. Furthermore, it examines which elements should be prioritized—with minimal investment—in order to effectively reduce the environmental impact of motor vehicles.

I UVOD

U okviru jedinstvenog ekonomskog sistema, saobraćaj predstavlja važnu privrednu granu namenjenu prevozu dobara, robe i putnika. Snažan razvoj svih vidova transporta (drumskog, železničkog, vodenog, avio i dr.) i široko razgranata mreža komunikacija su doprineli povećanju obima proizvodnje i razmene dobara, proširenju korišćenja prirodnih resursa, jačanju kulturnih veza i povećanju mobilnosti stanovništva.

Saobraćaj je kombinacija sledećih glavnih komponenata:

- komunikacije (putevi, pruge, plovni putevi, vazdušni koridori, žičare, cevi i dr)
- transportna sredstva (vozila, prikolice, lokomotive, vagoni, brodovi, avioni, helikopteri, kontejneri, palete i dr),
- objekti (garaže, parkinzi, benzinske pumpe, prodavnice delova, servisi, železničke stanice, terminali, autobuske stanice, aerodromi, luke i pristaništa i dr)
- uređaji i mehanizmi za utovar i istovar (dizalice, viljuškari, elevatori, pumpe i dr)

Svi vidovi saobraćaja formiraju jedinstveni saobraćajni sistem, u kome su međusobno čvrsto funkcionalno povezani.

Pre nego što su se krajem 18. veka dogodila velika tehnička dostignuća, pokrenuta industrijskom revolucijom (mašine i serijska proizvodnja), nije postojao nijedan vid mehanizovanog transporta.

Industrijska revolucija je značajno uticala na širenje tržišta, razvoj trgovine i pokrenula razvoj savremenih saobraćajnih sistema.

Pojava parne mašine, a potom i motora sa unutrašnjim sagorevanjem, koji koriste lakše gorivo-benzin, su omogućili fleksibilniji i brži prevoz i mogućnost transporta „od vrata do vrata“, uz pomoć automobila, autobusa i kamiona. Masovna proizvodnja vozila je ubrzala razvoj pratećih industrija, a prekretnicu predstavlja Fordova serijska proizvodnja oko 14 miliona automobila Model T (1913–1927). Povećali su se zahtevi za proizvodnjom naftnih derivata, čelika, guma i ostalih proizvoda koji prate masovnu proizvodnju drumskih saobraćajnih sredstava.

Početak 21. veka još uvek obeležava dominacija drumskog saobraćaja, a energetska kriza (pad proizvodnje i povećanje cene nafte), kao i zahtevi vezani za zaštitu životne sredine, ubrzavaju tehnološke inovacije i njihovu širu primenu, i ubrzavaju prelazak na električna i hibridna vozila

II ZAGAĐENJE ŽIVOTNE SREDINE UZROKOVANO AUTOMOBILSKIM SAOBRAĆAJEM

Uticaj automobilskog saobraćaja na životnu sredinu i prirodne resurse je jedan od najsloženijih savremenih izazova. Prirodni resursi nisu neiscrpni, a od razumevanja toga zavisi budućnost ljudi i njihovog opstanka na Zemlji.

Ključni oblici negativnog uticaja automobilskog saobraćaja na prirodne resurse i životnu sredinu su: zauzimanje i degradacija zemljišta pri izgradnji infrastrukture, stvaranje buke, emisija izduvnih gasova i posledice po kvalitet vazduha i klimu, utrošak sirovina tokom proizvodnje i održavanja vozila, automobilski otpad i potreba za reciklažom, kao i posledice saobraćajnih nezgoda po ljude, imovinu i ekosisteme.

1. Korišćenje zemljišta

Da bi se odvijao automobilski saobraćaj, neophodna je izgradnja odgovarajuće infrastrukture (puteva, mostova, tunela, okretnica, parkirališta, stanica i dr). Izgradnja saobraćajne infrastrukture predstavlja izvor degradacije životne sredine koja se ogleda u zauzimanju zemljišta, seči drveća, izmeni korita reka i druge intervencije u prostoru. Pored trajnih promena i samo prisustvo ljudi, mašina kao i tehnologije primenjene pri izvođenju radova imaju veliki uticaj na životnu sredinu, koji je privremenog karaktera (dok traju radovi).

Da bi se negativni uticaji sveli na minimum, saobraćajnice treba planirati i graditi prema principu „izbegni–smanji–ublaži–nadoknadi“. To podrazumeva izbor trase uz izbegavanje osetljivih područja (zaštićena prirodna dobra, vodotokovi, klizišta i naselja), sprovođenje procene uticaja na životnu sredinu, kao i primenu tehničkih mera koje štite ljude i ekosisteme: obezbeđivanje koridora i prelaza za životinje radi smanjenja fragmentacije staništa, kontrolu površinskih voda (drenaža, taložnici, sprečavanje zamućenja i zagađenja), zaštitu od buke (zeleni pojasevi i barijere), kao i saobraćajno-bezbednosna rešenja (jasna signalizacija, razdvajanje tokova, bezbedni pešački prelazi i biciklističke staze). Tokom gradnje posebno je važno ograničiti prašinu, buku i curenje goriva i ulja, pravilno zbrinjavati otpad, a nakon radova izvršiti rekultivaciju i ozelenjavanje terena i sprovoditi monitoring kako bi se uočeni problemi blagovremeno sanirali.

2. Buka[17]

Buka remeti san, utiće na mentalno zdravlje, radnu produktivnost, proces učenja i društveno ponašanje, izaziva stres i može uzrokovati hronični umor, nesanicu i kardiovaskularne bolesti. Ona je posebno izražena duž velikih i prometnih saobraćajnica u naseljenim mestima . Prema Svetkoj zdravstvenoj organizaciji svaki peti Evropljanin je noću izložen nivou buke koja može značajno da šteti zdravlju. Evropska agencija za životnu sredinu procenjuje da u Evropskoj uniji, produžena izloženost buci uzrokuje oko 12.000 preranih smrtnih slučajeva godišnje i doprinosi pojavi oko 48.000 novih slučajeva bolesti srca.

Da bi se smanjio i kontrolisao nivo buke u saobraćaju pojedine evropske zemlje (Francuska, Španija, Engleska, Danska) uvode radare za merenje buke na osnovu kojih kontrolišu buku vozila i kažnjavaju vozače čija vozila stvaraju buku iznad dozvoljene.

[17] Prema Svetskoj zdravstvenoj organizaciji (SZO), zagađenje bukom je skoro jednako štetno za naše zdravlje kao i zagađenje vazduha. Nova studija otkriva da ne radimo ni približno dovoljno istraživanja da bismo razumeli, a kamoli regulisali uticaj buke automobila na naša tela (Jacyna,M., Wasiak,M.,Lewczuk,K.,Karoń,G., 2017).

3. Emisija izduvnih gasova

Motorna vozila koja koriste fosilna goriva svrstavaju se u najveće zagađivačie vazduha. Više od polovine azotnih oksida u vazduhu, koji su među glavnim uzročnicima globalnog zagrevanja i mnogih ozbiljnih bolesti, potiču od saobraćaja. Izduvni gasovi, kao produkt nepotpunog sagorevanja fosilnih goriva, sadrže uglavnom toksične materije - nesagorela ugljovodonična jedinjenja, ugljen monoksid, azotne okside, sumpor dioksid, kao i čestice čađi, koji zagađuju životnu sredinu.

Proizvođači vozila koja koriste fosilna goriva posebnu pažnju posvećuju ograničenju emisije izduvnih gasova, a posebno antropogenog ugljen dioksida(„gas staklene bašte“), koji zadržava toplotu u Zemljinoj atmosferi, što dovodi do zagrevanja planete i klimatskih promena. Emisije izduvnih gasova novih vozila su zakonski ograničene kroz evropske ‘Euro’ standarde, koji propisuju maksimalno dozvoljene vrednosti zagađujućih materija, kao uslov za homologaciju vozila (Regulation (EC) No 715/2007).

Kako je osnovni cilj smanjiti zagađenje vazduha izduvnim gasovima od automobila, automobilska industrija se sve više okreće proizvodnji manjih i štedljivih modela na alternativna goriva, kao što su metan, vodonik, a sada i energiji Sunca i elektro-energiji, kroz prelazak na električne i hibridne pogonske sisteme

4. Utrošak sirovina

Automobilska industrija koristi široki spektar materijala kako bi kreirala vozila koja su pouzdana, sigurna i estetski prihvatljiva. Automobili su sastavljeni od velikog broja različitih materijala i sastavljeni su u proseku od 76% metala, 8% plastike, 4% gume, 3% stakla, a preostalih 9% čine fluidi.

Kako bi se čuvali resursi koji su ograničeni, i ublažila degradacija životne sredine, sve više se koriste materijali koji su pogodni za reciklažu.

Kod nas se može reciklirati više od 80% mase automobila (u svetu do 95%) a to se prvenstveno odnosi na:

- Metal
- Akumulatore
- Staklo
- Motorno ulje i druge tečnosti
- Gume
- Plastika
- Filteri za ulje
- Starteri i alternatori
- Elektronske komponente i kablovi....

5. Automobilski otpad

Proces proizvodnje i eksploatacije automobila dovodi do stvaranja otpada.



Odbačeni istrošeni automobili koji degradiraju životnu sredinu

Za proizvodnju automobila se koristi više stotina različitih tehnologija i ugrađuje se oko 15.000 delova od različitih materijala, među kojima ima i visoko toksičnih materija.Dalje, veliki broj olupina istrošenih automobila se nalazi razbacano i na neadekvatan način odloženo u prirodi. Iz njih, pored metala (gvožđe, teški metali: olovo, živa, kadmijum i dr), u prirodu odlaze i fluidi (motorno i menjačko ulje, ulje za kočnice, ostaci goriva, rashladna tečnost, fluidi za klimatizaciju, sumporna kiselina iz akumulatora), velika količina guma, delovi farbe, plastike itd. Na ovaj način velika količina toksičnih materija dospeva u vodotokove, podzemne vode i zemlju, a manji deo ispari i ode u atmosferu.

Pravilnim metodama kontrole nastajanja otpada, dobrom organizacijom upravljanja optpadom i reciklažom, je moguće smanjenje količine otpadauprkos porastu industrijske proizvodnje.

U državama EU upravljanje automobilskim otpadom i zbrinjavanje vozila na kraju životnog veka uređeni su skupom propisa, pri čemu je ključna Direktiva 2000/53/EC o vozilima na kraju životnog veka (ELV), koja uvodi obaveze organizovanja sistema preuzimanja i tretmana, kao i ciljeve ponovne upotrebe, reciklaže i oporavka. Opšti okvir daje Direktiva 2008/98/EC (Okvirna direktiva o otpadu), koja uspostavlja hijerarhiju upravljanja otpadom i osnovne principe prevencije i oporavka, dok Direktiva 1999/31/EC uređuje odlaganje otpada na deponije. Za specifične tokove otpada, relevantne za motorna vozila posebno su značajne i Direktiva 2006/66/EC (otpadne baterije i akumulatori), kao i Direktiva 2012/19/EU (otpadna električna i elektronska oprema) zbog sve većeg udela elektronskih komponenti u vozilima.

6. Saobraćajne nezgode

Najtragičniji aspekt odvijanja saobraćaja su saobraćajne nezgode. U njima dolazi do uništenja dobara, zagađenja životne sredine, povreda i pogibije ljudi. Tabelom br. 1 su prikazani broj i posledice saobraćajnih nezgoda u Republici Srbiji, prema podacima Agencije za bezbednst saobraćaja.

Tabela 1. Broj saobraćajnih nezgoda i posledice

Godina	**Ukupno SN**	**Poginulo**	**Povređeno**	**Teško povređeno**	**Lako povređeno**
2022	33.234	553	19.131	3.207	15.824
2023	32.828	502	18.887	3.366	15.521
2024	32.274	514	19.322	3.688	15.634

Iz tabele uočavamo da je u 2024. godini poginulo 12 osoba više nego u 2023. a da je 435 osoba više povređeno, od čega 322 osobe teže i 113 lakše.

Saobraćajne nezgode negativno utiču na privredu zemlje (zastoji, potrošnja resursa, isplata bolovanja, odsustvo sa posla...), one predstavljaju problem za porodice, kako za porodice stradalih tako i za porodice izvršioca, jer ostaju bez člana (često hranioca) porodice. Porodice su izložene dodatnim troškovima sahrane, lečenja, plaćanja advokatskih i sudskih troškova ... Nezgode predstavljaju i javni zdravstveni problem zauzimanjem bolničkih kapaciteta, angažovanjem medicinskog osoblja a prema statističkim podacima postale su treći uzrok smrtnosti, odmah posle srčanih oboljenja i depresije. Potred toga imaju veliki uticaj i na životnu sredinu, koji se ogleda u trošenju ruda i energenata za popravku i zamenu oštećenja na vozilima i objektima, u izlivanju goriva i ulja u zemlju i vodu a kada dođe do požara i do zegađenja atmosfere. Veliki uticaj imaju i na fondove osiguranja iz kojih se u velikoj meri saniraju posledice saobraćajnih nezgoda.

Poseban uticaj na život i zdravlje ljidi i zagađenje životne sredine imaju saobraćajne nezgode u kojima učestviju vozila koja prevoze opasne materije. Prema podacima Međunarodne organizacije za rad (ILO) u svetu se oko 35% incidenata sa opasnim materijama događa prilikom transporta.

III ŠTA MOŽEMO DA URADIMO NA SMANJENJU UTICAJA DRUMSKOG SAOBRAĆAJA NA ZAGAĐENJE ŽIVOTNE SREDINE?

1. Reciklaža odbačenih automobila

Automobil sa oko 15.000 ugrađenih delova kada više nije za upotrebu zbog starosti ili zbog havarije u saobraćajnoj nezgodi ako se ne zbrine na odgovarajući način postaje opasan otpad koji u velikoj meri može štetno uticati na prirodu i zdravlje. U svakoj zemlji pa i u Republici Srbiji motorna vozila koja više nisu za upotrebu predstavljaju veliki problem za životnu sredinu kako po obimu tako i po opasnim materijama od kojih su izrađena. Tu u prvom redu ističemo gorivo, hidraulično i motorno ulje, ulje iz transmisionog sistema, kočiono ulje, tečnost iz hladnjaka, kiselina iz akumulatora, tečnost iz klima uređaja....

Zbog velikog broja delova od kojih je napravljeno motorno vozilo, proces reciklaže je veoma složen i moraju se tačno definisati operacije koje podrazumevaju:

- predaju vozila na reciklažu
- izdvajanje fluida iz vozila
- rastavljanje vozila na komponente
- sečenje
- sortiranje
- prerada i
- zbrinjavanje neprerađenog otpada.

Reciklažom odbačenih automobila može se ponovo upotrebiti 80 do 95% materijala vozila, čime se drastično smanjuje zagađenje i količina otpada na deponijama.

Treba kontinuirano raditi na usavršavanju tehnologije reciklaže automobila uz praćenje razvoja auto industrije. Tako trend reciklaže treba da se usavršava zavisno od materijala i pogonskog goriva automobila:

- U 2010. godini su uglavnom bila motorna vozila sa SUS motorima i standardnim materijalima,
- Već 2020. godine pojavljuje se veći broj vozila na prirodni gas, koji imaju standardne materijale sa povećanim prisustvom elektronskih komponenti i lakih legura
- U 2030. godini preovadavaće vozila na hibridni pogon sa značajnim prisustvom lakih legura i električnih i elektronskih komponenti
- 2040. godine se očekuje najveći broj vozila na električni pogon gde će u sastavu istih preovladavati lake legure, električne i elektronske komponente a
- 2050. godine treba očekivati vozila pogonjena gorivom ćelijom (vodonik) gde će preovađivati lake legure električni i elektronski materijali i biološki materijali.

Ovo zahteva da se sa razvojem motornih vozila uporedo vrši i razvoj tehnologije reciklaže istih, sve sa ciljem da u životnu sredinu ode što manje otpada od automobila.

Na kraju treba naglasiti da je najpogodniji način da se smanji količina otpada koji odlazi u prirodu smanjenje potrošnje sirovina i povećanje stepena iskorišćenja otpada.

2. Uticaj na smanjenje broja i posledica saobraćajnih nezgoda

Gustina saobraćaja se uvećava tako da imamo sve veći broj vozila na našim putevima. Samo u 2023. godini ovaj broj se uvećao preko 300.000 vozila od čega putnički automobili čine preko 200.000. Drastično se povećao broj savremenih puteva (posebno puteva sa odvojenim kolovoznim trakama) što nam daje određeni komfor koji utiče na smanjenje broja i težine saobraćajnih nezgoda, ali se i dalje nameće kao najznačajniji faktor koji utiče na nastanak saobraćajnih nezgoda ponašanje učesnika u saobraćaju. Istraživanja pokazuju da ponašanje učesnika u saobraćaju uzrokuje preko 90% saobraćajnih nezgoda. Ponašanje učesnika u saobraćaju se odnosi i na aktivnu i pasivnu bezbednost, odnosno na nastajanje saobraćajnih nezgoda i na posledice.
Kod faktora koji utiču na nastajanje saobraćajnih nezgoda treba izdojiti:

- Vožnju brzinom koja nije prilagođena konkretnim saobraćajnim uslovima,
- Vožnju pod uticajem nedozvoljenih sredstava (alkohol, psihoaktivne supstance...),
- Preticanje na nedozvoljenim mestima,
- Levo skretanja bez provere stanja saobraćaja,
- Vožnja u noćnim uslovima bez osvetljenja na zadnjem delu vozila ili skupa vozila,
- Agresivna vožnja,
- Odsustvo pažnje (gledanje u mobilni, menjanje stanica na radiju, osmatranje okoline...).

Na posledice saobraćajnih nezgoda pored brzine uticaj ima:

- Nekorišćenje sigurnosnih pojaseva kako na prednjim tako i na zadnjim sedištima
- Vožnja dece bez posebnog ili adekvatnog sedišta za decu,
- Vožnja dvotočkaša bez odgovarajuće zaštitne opreme,

- Konstrukcija vozila,
- Oprema puta.....

Učesnici u saobraćaju prave svesne ili nesvesne, namerne ili nenamerne, iz znanja Ili neznanja, **propuste i greške u saobraćaju** u kojima ugrožavamo sebe i druge.
Na ovo se može uticati:

- Preventivno kroz poboljšanje obuke, edukacijom kako vozača motornih vozila tako i ostalih učesnika (pešaka, vozača trotineta, vozača bicikala).
- Represivno kroz veće kontrole i kaznenu politiku.

Najbolji način za smanjenje broja i posledica saobraćajnih nezgoda je edukacija svih učesnika u saobraćaju. Kod teorijske obuke vozača postoje procedure koje se moraju poštovati od strane predavača, ali je kreativnost samog predavača izostala. Ovde bi svakako trebalo dati više slobode predavačima u smislu da ono što piše u knjizi budući vozač može da nauči, ali ukazivanje na konkretne saobraćajne situacije i opasnosti koje iz istih mogu nastati kao i kako reagovati u tim situacijama je izostalo.

Naše školstvo nije u dovoljnoj meri prepoznalo potrebu za uvođenje predmeta koji bi se bavio edukacijom učenika o opasnostima koje ih očekuju od kuće do škole i kako se ponašati radi izbegavanja tih opasnosti radi bezbednog učešća u saobraćaju. Ovo bi se moglo delimično kompenzirati kroz određene kampanje, brošure, pozorišne predstave, televizijske emisije i sl. Postoje određeni pomaci u ovoj oblasti gde prednjači Agencija za bezbednost saobraćaja, što bi i trebalo da joj bude osnovna delatnost.

3. Osiguranje

Osiguranje životne sredine od zagađenja je već zastupljeno u zemljama EU. Takozvane zelene polise pokrivaju ekološke štete koje nastaju zagađenjem životne sredine. Ekološke polise pokrivaju odgovornost za zagađivanje životne sredine i pokrivaju troškove sanacije. Zaključivanjem ove polise zagađivač prenosi rizik plaćanja moguće štete na osiguravača.
Primera radi najveće ekološke štete i zagađenje životne sredine u mirnodopskim uslovima mogu nastati prilikom proizvodnje, skladištenja a naročito prilikom transporta opasnih materija. Kod nas propisano Zakonom o prevozu opasnih materija[18] (šl. 8) „Nosilac prava raspolaganja, odnosno vlasnik je dužan da osigura opasnu materiju za slučaj štete pričinjene trećim licima usled smerti, povrede tela ili zdravlja, oštećenja ili uništenja stvari ili zagađivanja životne sredine u toku prevoza“. Ove polise pokrivaju štete koje za posledicu imaju i zagađenje životne sredine a nastale su u toku transporta opasnog tereta.
U zemljama EU osiguravači su uveli u ponudu i osiguranje od odgovornosti za štete prouzrokovane biljkama, životinjama, vodama i prirodnim staništima na čemu bismo i mi trebali da radimo.

IV ZAKLJUČAK

Moramo se, na kraju zapitati da li dovoljno radimo na tome da smanjimo uticaj motornih vozila na zagađenje životne sredine? Naše mišljenje je ne, uz konstataciju ***da je priroda dvostruko skuplja nego celokupno čovekovo bogatstvo.*** Onda se zapitajmo ***nije li onda neisplativo uništavati skuplje da bi se dobilo jeftinije?***

[18] Zakon o prevozu opasnih materija Sl. list SFRJ br. 27/90, Sl. list SRJ br.24/94, 28/96 i 68/2002; Sl. glasnik RS br. 26/2009.

Literatura:

[1] Ivan V. Prohaska, UTICAJ PUTNIČKIH VOZILA NA ZAGAĐENJE URBANIH EKOSISTEMA doktorska disertacija,Beograd, 2024.
[2] Zakon o prevozu opasnih materija Sl. list SFRJ br. 27/90, Sl. list SRJ br.24/94, 28/96 i 68/2002; Sl. glasnik RS br. 26/2009.
[3]Žarko Kostić i dr Smanjenje emisije otpada, Umag, 2002.
[4]Vojislav Krstić, Božidar Krstić, Mogućnost određivanja ekološkog rizika pri transportu opasnih materija, Neium, 2011.
[5] Ž.Ristić, J. Doganjić, J.Đukić „Incidenti pri prevozu opasnih materija, premija osiguranja i naknada štete“, Ivanjica,2024.
[6]J.Doganjić, Ž.Ristić, Upravljanje rizicima adekvatnosti premije u osiguranju od odgovornosti, pri prevozu opasnih materija, Zlatibor, 2017.
[7]Ž. Ristić, "Osiguranje odgovornosti pri prevozu opasnih materija i njegove implikacije na životnu sredinu, Doktorska disertacija, Beograd, 2013.

[8] WHO Regional Office for Europe – “Environmental noise guidelines for the European Region” (2018), https://www.who.int/europe/publications/i/item/9789289053563
[9] Regulation (EC) No 715/2007.



AUTONOMIJA VOLJE KAO PRAVNO NAČELO

Prof. dr Siniša Ognjanović, redovni profesor, Beograd

Slobodna volja nije ništa drugo nego mogućnost izbora

(***Liberum arbitrum nihil aliud est quam vis electiva* – T. Aquinus**)[19]

Apstrakt: Članak je posvećen pitanju autonomije, a posebno pitanju autonomije volje u pravu, kao pravnom načelu – naročito u ugovornom pravu. Ćlanak ukazuje na široku rasprostranjenost principa autonomije u najrazličitijim oblastima organizovanja društvenog života, politike, ekonomije, obrazovanja, autonomije u teritorijalnom organizovanju društveno političkih zajednica i države, funkcionalne autonomije u organizovanju pojedinih institucija, verske i personalne autonomije, kulturne autonomije, finansijske i druge. Posebno, autonomija se javlja i u filozofiji i etici, u psihologiji ličnosti, u fiziologiji. Svaka od ovih autonomija ima svoje posebno značenje, uz određeni stepen samostalnosti i nezavisnosti nosilaca kao opšte i zajedničke odrednice svake autonomije.

Autonomija u društvu i pravu nije neograničena, ona je smeštena između dve krajnosti- između potčinjenosti i nezavisnosti. Dakle, svaka autonomija je ograničena – ograničenja predviđa i reguliše: Ustav – javni poredak; Zakoni – imperativne norme; niža normativa – podzakonski akti; dobri običaji i moral.

Van prava, pojavile su se nove autonomije, sa novim značenjima, npr. tehnološka autonomija – autonomna motorna vozila koja se kreću bez vozača; mašine koje proizvode robu bez radnika; plovila, roboti, dronovi. Sva ova tehnološka sredstva samostalno izvršavaju zadatke, bez neposredne ljudske intervencije. Nova je i tzv. baterijska autonomija (npr., autonomija mobilnog telefona, lap topa, EV automobila), a to je raspoloživo vreme upotrebe uređaja ili mogući broj pređenih kilometara Ev automobila sa jednim punjenjem baterije, bez novog punjenja uređaja energijom.

Ključne reči: autonomija volje; ugovorno pravo; vrste autonomije; autonomija u visokom obrazovanju; ograničenja autonomije;

Abstract: The article is devoted to the issue of autonomy, and especially the issue of autonomy of the will in law – especially in contract law. The article indicates the wide spread of the principle of autonomy in the most diverse areas of social life, politics, economics, education, territorial autonomy of socio – politics communities, religious and personal autonomy, cultural, financial and others. In particular, autonomy also appears in philosophy and ethics, in the psychology of the personality, in physiology and elsewhere. Each of the listed autonomies has its own special meaning, with a certain degree of autonomy and independence, as general characteristics of each autonomy.

Autonomy in societu and law is not unlimited, on the contrary, it is limited and is regulated by: the Constitution – through public order; Laws- through imperativ norms; lower acts; good customs and morality.

New autonomies have also emerged, with new meanings, for example technological autonomy – autonomy vehicles that move without a driver, machines that produce slave labor; vessels; robots; drones. Al of these technological devices perform tasks independently, without direct human intervention. Battery autonomy is also new – mobile phones, laptops, EV cars, because

[19] Toma Akvinski (ital. Tommaso d Aquino, 1225-1274), Italijanski filozof i teolog; smatra se najvećim filozofom srednjeg veka;

they have available device usaga time or the number of kilometers travaled with a single battery charge, without recharging the device with energy.

Key words: autonomy of will; contract law; types of autonomy; autonomy in higher education; limitations of autonomy;

1. Uvod

Naziv autonomija je kovanica sastavljena od dve grčke reči: *autos* - sam; i *nomos* – zakon; „samozakonje". Autonomija u najširem smislu označava samostalno biranje pravila po kojima onda određujemo svoje ponašanje[20].

Autonomija u užem smislu definiše se kao *određeni stepen samostalnosti* manjeg kolektiviteta prema većoj celini, koji je smešten između dve krajnosti: između potčinjenosti i nezavisnosti.

2. Vrste autonomija

Mnogobrojne su vrste autonomija, kao što su: pravna; politička; ekonomska; teritorijalna; kulturna; etnička; personalna ili lična; funkcionalna; verska. O svakoj od njih mogu se pisati opširni referati. Ovde se možemo, u osnovnim crtama, zbog zadatog prostora za pisanje, osvrnuti na dve autonomije – na autonomiju volje u pravu i na autonomiju u visokom obrazovanju.

3. Autonomija volje u pravu[21];

Autonomija volje u pravu najbolje se manifestuje u ugovornom pravu, kroz dva osnovna načela – kroz načelo slobode ugovaranja[22] i kroz načelo konsensualizma[23]. Obadva načela trpe mnogobrojna zakonska ograničenja u pogledu – obaveznosti zaključenja ugovora[24], forme ugovora[25]; sadržine ugovora[26]; izbora ugovornika[27]; ustanove javnog poretka.[28]

Autonomija volje u pravu, ne zaustavlja se na ugovorima, kao dvostranim pravnim poslovima, već se autonomija volje u pravu prostire i na jednostrane pravne poslove, koji nastaju na osnovu jednostrane izjave volje, izjave volje samo jedne strane – takve su, npr. testament (zaveštanje)[29];

[20] Žan Pijaže (fr. Jean Piaget, 1896-1980), švajcarski razvojni psiholog i filozof;

[21] Dr Slobodan Perović, Obligaciono pravo, „Službeni list", Beograd, 1990, VII izdanje (str.156 – 182);

[22] S. Perović, op. cit.; Dr Nataša Petrović Tomić, O ograničenoj i usmerenoj slobodi ugovaranja u ugovornom pravu osiguranja-fenomen „pokoravanja" ugovora o osiguranju, Anali Pravnog fakulteta u Beogradu, 1/2020, (str.100-125);

[23] O konsesualizmu kao principu ugovornog prava, videti, Dr Slobodan Perović, Obligaciono pravo, str.182-190;

[24] Zakon o obaveznom osiguranju u saobraćaju, Čl.2 i Čl.5; Dr Obren Stanković – Dr Vladimir Vodinelić, Uvod u građansko pravo, Nomos, Beograd, 1996, str.163, 251;

[25] Dr Nenad Tešić, O značaju forme za promet nepokretnosti- analiza sudske prakse pre uvođenja javnobeležničkog zapisa u srpsko pravo, Usklađivanje poslovnog prava Srbije s pravom Evropske Unije, Beograd, 2014, str.482 – 511; vid. Zakon o prometu nepokretnosti, Čl.4;

[26] Dr Marko Đurđević, Mr Dragan Pavić, Nekoliko misli o ograničenjima slobode uređivanja sadržine ugovora u našem savremenom pravu, Pravo i privreda, 7-9/2016, (str. 45-61);

[27] Čl.5, Čl. 6., Zakona o prometu nepokretnosti (pravo preče kupovine);

[28] Dr Zoran Tomić, Javni poredak – pojam i struktura, Anali Pravnog fakulteta u Beogradu, 2/2019 (str.34-48); Opširno o ograničenjima slobode ugovaranja, videti: S. Perović, Obligaciono pravo, str.161-182;

[29] Zakon o nasleđivanju, Član 78;

založna izjava[30]; naslednička izjava;[31] javno obećanje nagrade[32]; ponuda za zaključenje ugovora[33];

Rimsko pravo poznavalo je autonomiju volje u pravu, kroz princip slobode ugovaranja (*autonomia voluntatis*). kao i njena ograničenja putem formalizma, običaja (*„mores"*) i kasnije dobrih običaja (*„boni mores"*) koji su podrazumevali ne samo pravne, nego i moralne principe [34] U razdoblju kasnog evropskog feudalizma (14.i 15 vek) ova početna ograničenja rimskog prava se dograđuju kroz dobre običaje („*boni mores*") koji podrazumevaju prirodnu pravičnost (*boni mores naturalis*) i pravila koja su uvedena zakonima (*boni mores civilis*). Na taj način se došlo do pojma javnog interesa koji se štiti ograničenjima autonomije volje u pravu, tj. navedena ograničenja štite javni poredak jednog društva, putem zaštite javnog interesa konkretnog društva[35]

Srpski građanski zakonik (SGZ) takođe se bavi ograničenjem autonomije volje u pravu tako što normira: „Volja i naredbe čovečija zastupa zakon, a zakon naknađa volju i naredbu čovečiju. No u onome, što se tiče javnoga poretka i blagonaravija, ne može se ništa izmeniti voljom ili ugovorom"[36]

4. Autonomija u visokom obrazovanju

U poslednje vreme (2024-2026), u vezi aktuelnih protesta i blokada rada srpskih državnih univerziteta i državnih fakulteta[37], delovi te akademske zajednice – deo profesora i deo studenata, uz podršku jednog dela građana, iznose mišljenje da je na delu pokušaj sužavanja autonomije univerziteta od strane zakonodavne i izvršne vlasti, dok sa druge strane, aktuelna izvršna i zakonodavna vlast, takođe uz podršku jednog dela profesora, studenata i građana,

[30] Zakon o hipoteci, Član 14;

[31] Zakon o nasleđivanju, Član 212 – 221;

[32] Zakon o obligacionim odnosima, Član 229-233; O obimu autonomije volje i isključenjima autonomije volje u ugovorima međunarodnog privatnog prava, videti u: Dr Milan Pak, Međunarodno privatno pravo, „Službeni list SRJ", Beograd, 2000;

[33] Zakon o obligacionim odnosima, Član 32-44;

[34] Dr Marijan Horvat, Rimsko pravo, Zagreb, 1958, str. 222; Dr Slobodan Perović, Obligaciono pravo, str. 154;

[35] U cilju boljeg razumevanju ove teme savremenog prava, neophodno je da se vratimo na temelje rimskog prava, jer, kako je rekao Savinji „Odvojiti rimsko pravo od savremenog prava i izučavati savremeno pravo mimo rimskog, bilo bi jednako moguće izvesti koliko i pomešati vodu i vatru" (Fridrih Karl fon Savinji, 1779 – 1861, jedan od najvažnijih nemačkih pravnika i pravnih teoretičara ranog 19.veka; Savinji je razvijao i konsolidovao nemačku istorijsku školu prava, koju je predhodno osnovao Gustav Hugo (1764 - 1844), takođe poznati nemački pravnik i pravni filozof; Videti: dr Marija Ignjatović, Rimsko pravo i njegov trajni karakter – uticaj rimskog prava na savremeno pravo, Pravo – teorija i praksa, broj 7-9/2012, str.55- 70;

[36] Srpski građanski zakonik od 11.marta 1844.godine, Član 13; „blagonaravije"(moral);

[37] Ovde treba primetiti, prvo – da su u protestima i u blokadi rada nalaze samo državni univerziteti i fakulteti, dok privatni univerziteti i fakulteti uobičajno rade i ne učestvuju u navedenim protestima i blokadama.. I drugo – ciljevi protesta su čisto politički, jer državni univerziteti i državni fakulteti izneli su sledeće političke zahteve i to: zahtev za smenu vlasti, zahtev za formiranje prelazne vlade, dolazak na vlast bez izbora, zahtev za raspisivanje vanrednih izbora, zahtevi za ostavkama sa političkih funkcija, zahtevi za političku i krivičnu odgovornost pojedinaca, zahtevi za lustraciju. Protesti su po pravilu nasilni – fizički obračuni sa policijom, sa građanima i studentima koji drugačije misle, uništavanje imovine građana i države, fizičke blokade puteva, ulica, zgrada, saobraćaja, institucija. Uz to, protesti i okupljanja nisu prijavljeni, ni vreme, ni mesto održavanja, niti imaju odobrenje policije za održavanje protesta. Dakle, protestanti sprovode proteste i blokade protivzakonito, dok u isto vreme protestanti pozivaju sve druge na zakonito ponašanje i prozivaju na odgovornost, osim sebe samih, jer protestanti sebe izuzimaju iz obaveze na zakonito postupanje i sebe ekskulpiraju od svake odgovornosti.

osporava takve tvrdnje kao neosnovane i ističe da je ovde reč o političkom aktivizmu univerziteta, koji je zabranjen unutar univerziteta i ustavom i zakonom i da nije dopušteno bavljenje politikom unutar univerziteta – nije dozvoljeno ni stranačko ni političko organizovanje i delovanje, što se upravo čini na univerzitetu. A autonomija univerziteta nije, niti može da bude, paravan iza koga se organizuje i sprovodi političko i nezakonito delovanje na univerzitetu, niti pozivanje na navodnu ugroženost autonomije univerziteta može služiti kao zaštita ili amnestija od zakonske odgovornosti članova univerzitetske zajednice.

Ustav Republike Srbije jemči autonomiju univerziteta, visokoškolskih i naučnih ustanova[38], što po Ustavnoj normi znači da univerzitet, visokoškolska i naučna ustanova „samostalno odlučuju o svome uređenju i radu, **u skladu sa zakonom**“[39].

Prema Zakonu o visokom obrazovanju[40], autonomija univerziteta obuhvata zakonom definisane akademske slobode[41], a po ovom Zakonu, „Akademske slobode jesu: 1) sloboda naučnoistraživačkog i umetničkoistraživačkog rada, uključujući slobodu objavljivanja i javnog predstavljanja naučnih rezultata i umetničkoistraživačkog dostignuća, uz poštovanje prava intelektualne svojine; i 2) sloboda izbora metoda interpretacije nastavnog sadržaja“.

Autonomija univerziteta trpi zakonska ograničenja, između ostalog:

- ograničenja u finansijama: univerzitet ima pravo da raspolaže sredstvima, ali isključivo u skladu sa namenom sredstava koju određuje država kao osnivač;
- ograničenja u akreditaciji i standardima nastave: koje propisuje i kontroliše država (NAT);[42]
- ograničenja u organima upravljanja: jedan broj članova imenuje Vlada, koji učestvuju u donošenju strateških odluka;
- ograničenja u nepovredivosti akademskog prostora: u prostor visokoškolske ustanove može ući policija u slučaju ugrožavanja opšte sigurnosti, života, telesnog integriteta, zdravlja ili imovine (u ovim slučajevima nije potreban poziv, niti dozvola visokoškolske ustanove), kao i u slučaju poziva i/ili dozvole nadležnog organa ustanove;[43]

[38] Član 72, stav 1.Ustava Republike Srbije;
[39] Član 72, stav 2.Ustava;
[40] Zakon o visokom obrazovanju Republike Srbije;
[41] Član 5 Zakona o visokom obrazovanju;
[42] Nacionalno akreditaciono telo (NAT);
[43] Član 8, Zakona o visokom obrazovanju uređuje nepovredivost akademskog prostora;

Državni univerziteti i fakulteti, rektori, dekani, profesori i deo studenata iskoristili su i zloupotrebili proklamovanu nepovredivost akademskog prostora, zgrada i prostorija koje su im od države poverene na korišćenje za obrazovnu delatnost, a autonomiju univerziteta su shvatili kao dobru priliku i šansu da ove prostore koji su državna svojina, koriste za protivzakonitu namenu i u političke ciljeve – organizovanje političkih skupova, raznih aktivnosti planiranja, organizovanja i sprovođenja blokada i protesta, omogućavanje boravka na fakultetima za lica koja nisu studenti, korišćenje fakulteta kao spavaonice i menze, kao i za skladištenje raznih sredstva koja su koristili u protestima, itd.

Napominjemo da Ustav Srbije u Članu.40 slično propisuje i za nepovredivost stana i drugih prostorija – zabranjen je ulazak u tuđi stan i druge prostorije i njihov pretres, protiv volje držaoca stana. Međutim, policija i javni tužilac imaju pravo ulaska u tuđi stan i druge prostorije i vršiti njihov pretres ukoliko su pribavili pismenu odluku suda, Ali, i bez pismene sudske odluke, ulazak i pretres tuđeg stana i drugog prostora dozvoljen je policiji u dve situacije: a) ako je to neophodno radi neposrednog lišenja slobode učinioca krivičnog dela, ili b) radi otklanjanja neposredne i ozbiljne opasnosti za ljude ili imovinu, na način predviđen zakonom. Dakle, Ustav garantuje nepovredivost stana i ovo pravo svrstava

- u akademskom prostoru ne mogu se organizovati aktivnosti koje nisu povezane sa delatnošću odgovarajuće visokoškolske ustanove, osim uz njenu dozvolu (Član 8, stav 2, Zakona o visokom obrazovanju);

Navedena zakonska ograničenja autonomije univerziteta i fakulteta uvedena su da bi se zaštitio javni interes države, interes korisnika, kao i interes osnivača, interes države kao vlasnika imovine i budžetskog finansijera državnih univerziteta i fakulteta;

Zakon o visokom obrazovanju, u Članu 4 navodi 14 principa na kojima se zasniva delatnost visokog obrazovanja. Navešćemo nekoliko principa kojih se državni univerziteti kroz navedene proteste i blokade ne pridržavaju, već ove principe kontinuirano i dugo vremena krše ili/i marginalizuju:

- otvorenost prema javnosti i građanima;[44]
- poštovanje ljudskih prava i građanskih sloboda, uključujući zabranu svih vidova diskriminacije;[45]
- ravnopravnost visokoobrazovnih ustanova bez obzira na oblik svojine, odnosno na to ko je osnivač;[46]
- afirmacija konkurencije obrazovnih i istraživačkih usluga radi povećanja kvaliteta i efikasnosti visokoškolskog sistema;[47]

Dakle, autonomija visokog obrazovanja jasno je definisana i jasno je ograničena Ustavom Srbije i Zakonom o visokom obrazovanju. U praksi, državni univerziteti i fakulteti, pre svega, dužni su da usklade svoju aktivnost sa postavljenim granicama autonomije visokog obrazovanja u Srbiji, iz čijih okvira su izašli, posebno u periodu 2024-2026 godine.

u Ustavom garantovana ljudska prava i slobode, ali i ovo pravo na nepovredivost stana je ograničeno u određenim situacijama gore navedenim (ograničena autonomija nepovredivosti stana);

[44] Čl. 4, st.1, t.4, Zakona; Međutim, umesto otvorenosti prema javnosti i građanima, u praksi se sprovodi suprotno – zatvorenost prema javnosti i građanima, netransparentnost aktivnosti na univerzitetu;

[45] Čl. 4, st.1., t.7, Zakona; Nasuprot ovom zakonskom principu, u praksi se sprovodi – diskriminacija jednog dela zaposlenih i studenata u vezi prava na rad i prava na studiranje, tj. sprečavaju se da rade profesori i studiraju studenti koji to hoće, jer jedna grupa profesora i studenata sprovodi tzv.blokadu fakulteta, ne dozvoljava ulazak na fakultete, ne dozvoljava nastavu, ispite, kolokvijume, vežbe, itd;

[46] Čl. 4, st.1, t.10, Zakona, proklamuje ravnopravnost fakulteta i univerziteta bez obzira na oblik svojine, t.j.bez obzira ko je osnivač; Međutim, državni univerziteti i fakulteti u praksi su sprovodili osporavanje, nesaradnju i marginalizaciju prema privatnim univerzitetima i fakultetima;

[47] Državni univerziteti i fakulteti (ali ne i privatni) su nedavno javno isticali protivljenje dolasku stranih univerziteta i fakulteta u Srbiju, čim je takav predlog iznet od strane Vlade Srbije, pri tome pozivajući se na razne razloge. Tako su državni univerziteti i fakulteti uspeli da zaustave realizaciju ovog korisnog predloga, nadamo se, samo privremeno. Ustvari, državni univerziteti i fakulteti ne žele da dobiju još jednu konkurenciju, ovog puta od inostranih univerziteta i fakulteta koji bi želeli da rade u Srbiji, pored već postojeće konkurencije koju im čine privatni domaći univerziteti i fakulteti, čije je osnivanje započelo u Srbiji pre 25-30 godina. Napominjemo, da je afirmacija konkurencije obrazovnih i istraživačkih usluga u visokom obrazovanju Srbije jedan zakonski princip, koji valja podržati, a ne podržavati afirmaciju monopola državnih univerziteta i fakulteta; Državno visoko obrazovanje u Srbiji imalo je monopol punih 50 godina, tj. sve do 90-tih i 2000 godina, a od tada nastaju mnogobrojni privatni fakulteti i univerziteti i tako je konačno u Srbiji uvedena konkurencija u visokom obrazovanju, a na štetu dotadašnjeg monopola državnih univerziteta i fakulteta i nezasluženo prigrabljenih privilegija;

Zaključak

Autonomija bilo koje vrste – uvek je ograničena. Drugim rečima, nema neograničene autonomije, neograničena autonomija je negacija autonomije, jer u tom slučaju više ne bi bilo reči o autonomiji, već bi se radilo o potpunoj i neograničenoj slobodi odlučivanja i delovanja – a tako nešto nije moguće.

Ograničena su i sva subjektivna prava, pa i stvarna prava, ograničeno je čak i pravo svojine, koje je najpotpunije stvarno pravo na stvari, ali se i pravo svojine može vršiti samo u granicama određenim zakonom.[48] Tako, mnoštvo je zakonskih odredbi kojima se ograničava pravo svojine na svojoj stvari, npr.; eksproprijacija nepokretnosti vrši se u javnom interesu bez saglasnosti ili pristanka vlasnika stvari; poljoprivredno zemljište ne može se koristiti u druge svrhe; susedi poljoprivrednog zemljišta imaju pravo preče kupovine; vlasnik gradskog građevinskog zemljišta ograničen je u pogledu vrste i obima gradnje na zemljištu; zabranjena je zloupotreba prava, pa i prava svojine; obavezno je pridržavanja načela savesnosti i poštenja pri sticanju i vršenju subjektivnih prava.[49]

Literatura

- Dr Vladimir Vodinelić, Takozvana zloupotreba prava, Nomos, Beograd, 1997;
- Dr Dragomir Stojčević, Rimsko privatno pravo, „Savremena administracija“, Beograd, 1968;
- Dr Dragoljub Stojanović, Uvod u građansko pravo, Beograd, 1996;
- Dr Slobodan Perović, Obligaciono pravo, „Službeni list“, Beograd, 1990;
- Dr Zoran Tomić, Javni poredak – pojam i struktura, „Anali Pravnog fakulteta u Beogradu“, 2/2019;
- Dr Ivo Puhan, Rimsko pravo, „Naučna knjiga“, Beograd, 1968;
- Dr Marija Ignjatović, Rimsko pravo i njegov trajni karakter – uticaj rimskog prava na savremeno pravo, „Pravo – teorija i praksa“, br.7-9/2012;
- Dr Marijan Horvat, Rimsko pravo, Zagreb, 1958;
- Dr Milan Pak, Međunarodno privatno pravo, „ Službeni list SRJ“, Beograd, 2000;
- Dr Marko Đurđević, Mr Dragan Pavić, Nekoliko misli o ograničenjima slobode uređivanja sadržine ugovora u našem savremenom pravu, „Pravo i privreda“, 7-9/2016;
- Dr Miroslav Milošević, Rimsko pravo, Pravni fakultet Univerziteta u Beogradu i „Službeni glasnik“, Beograd, 2007;

[48] Zakon o osnovama svojinskopravnih odnosa Srbije, u Članu 3, st.1., propisuje da: „Vlasnik ima pravo da svoju stvar drži, da je koristi i da njome raspolaže, **u granicama određenim zakonom**“; Videti opširno u: Dr Dragoljub Stojanović, Uvod u građansko pravo, Beograd, 1996, str.167 – 191;

[49] Videti opširno u knjizi: Dr Vladimir Vodinelić, Takozvana zloupotreba prava, Nomos, Beograd, 1997 (248 str.);

- Dr Nataša Petrović Tomić, O ograničenoj i usmerenoj slobodi ugovaranja u ugovornom pravu osiguranja – fenomen „pokoravanja“ ugovora o osiguranju, Anali Pravnog fakulteta u Beogradu, 1/2020;
- Dr Nenad Tešić, O značaju forme za promet nepokretnosti – analiza sudske prakse pre uvođenja javnobeležničkog zapisa u srpsko pravo, Usklađivanje poslovnog prava Srbije s pravom Evropske Unije, Beograd, 2014;
- Dr Obrad Stanojević, Rimsko pravo, „Službeni list“, Beograd, 1986;
- Ustav Republike Srbije;
- Zakon o visokom obrazovanju;
- Zakon o obligacionim odnosima;
- Zakon o osnovama svojinskopravnih odnosa;
- Zakon o obaveznom osiguranju u saobraćaju;
- Zakon o nasleđivanju;



СТРАТЕГИЈА БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА НА ТЕРИТОРИЈИ ОПШТИНЕ ТРСТЕНИК ЗА ПЕРИОД ОД 2026 ДО 2030. ГОДИНЕ

Анђела Егерић, маст. струк. инж. саобраћаја, сарадник у настави, Академија струковних студија Шумадија, одсек у Трстенику

Др Марко Маслаћ, мастер инж. саобраћаја, професор струковних студија, Академија струковних студија Шумадија Одсек Крагујевац

Др Саша Васиљевић, мастер инж. машинства, предавач струковних студија, Академија струковних студија Шумадија Одсек Крагујевац

Милена Петровић, инжењер машинства, сарадник у настави, Академија струковних студија Шумадија, одсек у Трстенику

Road traffic safety Strategy for the territory of the Municipality of Trstenik for the period 2026–2030

Резиме: Безбедност друмског саобраћаја представља једно од најважнијих питања друштва и захтева ангажовање како светских организација, тако и локалних заједница, у циљу смањења негативних последица. У оквиру Националне стратегије и акционог плана безбедности друмског саобраћаја, локалне самоуправе развијају и реализују локалне стратегије безбедности друмског саобраћаја. Важност ове праксе огледа се кроз анализе стања безбедности, где је јасно запажа да велики број саобраћајних незгода настаје у урбаним срединама у којима локалне самоуправе могу да управљају безбедношћу и унапређују саобраћај, кроз законом дефинисане обавезе и дефинисане изворе финансирања. Локалне стратегије безбедности друмског саобраћаја представљају један од кључних инструмената за претварање општих националних циљева у конкретне и примењиве мере на територији јединице локалне самоуправе

Кључне речи: безбедност саобраћаја, локална стратегија, општина Трстеник.

Abstract: Road traffic safety represents one of the most important issues in modern society and requires the engagement of both international organizations and local communities in order to reduce negative consequences. Within the framework of the National Road Traffic Safety Strategy and Action Plan, local self-governments develop and implement local road traffic safety strategies. The importance of this practice is reflected in safety analyses, which clearly indicate that a large number of road traffic accidents occur in urban areas, where local authorities have the capacity to manage safety and improve traffic conditions through legally defined responsibilities and established sources of funding. Local road traffic safety strategies represent one of the key instruments for translating general national objectives into concrete and applicable measures at the level of a local self-government unit.

Keywords: road traffic safety, local strategy, municipality of Trstenik.

1. УВОД

Безбедност друмског саобраћаја представља једно од најважнијих питања друштва и захтева ангажовање како светских организација, тако и локалних заједница, у циљу смањења негативних последица. Алармантност ситуације, огледа се кроз податке Светске здравствене организације (енг. World Health Organization) из 2023.године, о броју страдалих лица на глобалном нивоу. Број погинулих је на годишњем нивоу достигао 1.19 милиона, док је чак између 20 и 50 милиона лица задобило тешке телесне повреде, које укључују инвалидитет [1].

Стратегија безбедности друмског саобраћаја, проистекла је из годинама стицане свести и знања о значају предузимања мера које ће директно утицати на смањење броја настрадалих у саобраћајним незгодама. Европа је проглашена најбезбеднијим континентом на свету захваљујући успешној примени мера безбедности у друмском саобраћају. Следећи ову добру праксу и уважавајући глобалне правце, Република Србија је 2009. године ушла у четврту етапу развоја безбедности друмског саобраћаја. Четврту етапу друмског саобраћаја карактерише мисао да погинула и повређена лица у саобраћајним незгодама нису допустива [2].

Стратегија Уједињених нација и WHO огледа се кроз: Деценију акције за безбедност друмског саобраћаја 2021–2030 и Глобални план за безбедност друмског саобраћаја [4].

Глобални оквир безбедности друмског саобраћаја заснива се на принципима који су у значајној мери усклађени са концептом Vision Zero, нарочито у погледу неприхватљивости смртних исхода и системског приступа управљању ризицима. Овај, тренутно најпознатији концепт у области стратегијског управљања последицама безбедности друмског саобраћаја има за циљ нулту стопу погинулих и тешко повређених у саобраћају [5].

У оквиру Националне стратегије и акционог плана безбедности друмског саобраћаја, локалне самоуправе развијају и реализују локалне стратегије безбедности друмског саобраћаја [2]. Важност ове праксе огледа се у чињеници да велики број саобраћајних незгода настаје у урбаним срединама у којима локалне самоуправе могу да управљају и унапређују саобраћај, кроз законом дефинисане обавезе и дефинисане изворе финансирања. Иако се ради на развијању безбедности друмског саобраћаја у локалним самоуправама, нису све општине Републике Србије добиле своју локалну стратегију, међу којима је још увек и општина Трстеник.

2. АНАЛИЗА ПОСТОЈЕЋЕГ СТАЊА БЕЗБЕДНОСТИ ДРУМСКОГ САОБРАЋАЈА НА ТЕРИТОРИЈИ ОПШТИНЕ ТРСТЕНИК

Истраживање последица у саобраћају и Стратегија за њихово умањење представља део научне дисциплине која се бави безбедношћу саобраћаја. Безбедност саобраћаја се стално прати и анализира, а оцена стања безбедности саобраћаја могућа је захваљујући редовном прикупљању података о саобраћајним незгодама и последицама саобраћајних незгода. Статистички извештај представља систематизован скуп анализа и коментара о одабраним показатељима безбедности саобраћаја, који служе као основ за сагледавање постојећег стања. Подаци коришћени за израду овог извештаја прикупљени су из јавно доступне базе података Агенције за безбедност саобраћаја. На основу анализе релевантних показатеља, у извештају је размотрено и приказано стање безбедности саобраћаја на територији општине Трстеник за петогодишњи период од 2020 до 2030.године. Анализу обухватају мерљиви подаци о саобраћајним незгодама и последицама саобраћајних незгода.

У табели 1. приказане су саобраћајне незгоде са погинулим, повређеним, настрадалим лицима и саобраћајне незгоде са материјалном штетом за период од 2020 – 2024. године које су се догодиле на територији општине Трстеник.

Табела 1. Саобраћајне незгоде на територији општине Трстеник за период 2020-2024. године

Година	СН ПОГ	СН ПОВ	СН НАСТ	СН МШ	СН УК
2020	1	39	40	25	65
2021	2	44	46	21	67
2022	4	54	58	16	74
2023	1	48	49	31	80
2024	4	43	47	14	61

На основу табеле 1. може се закључити да укупан број саобраћајних незгода бележи осцилације, али да испољава укупни тренд раста за посматрани период.

У табели 2. приказане су последице саобраћајних незгода за период од 2020 – 2024. године које су се догодиле на територији општине Трстеник. Обухваћени су погинули,

тешко телесно повређени, лако телесно повређени, односно настрадали у саобраћајним незгодама.

Табела 2. Последице саобраћајних незгода на територији општине Трстеник, за период од 2020-2024. године

Година	ПОГ	ТТП	ЛТП	ПОВ	НАСТ
2020	1	4	58	62	63
2021	2	14	45	59	61
2022	4	12	62	74	78
2023	1	14	55	69	70
2024	4	12	53	65	69

Анализом података о последицама саобраћајних незгода насталим на територији општине Трстеник, запажа се тренд раста укупног броја настрадалих и тешко телесно повређених лица, као и значајне осцилације у броју погинулих лица.

У периоду од 2020-2024.године, настрадало је укупно 341 лице (График 1). Од укупног броја настрадалих, процентуални удео возача је 56% (192 возача), путника је 32% (108 путника) и 12% пешака (41 пешака).

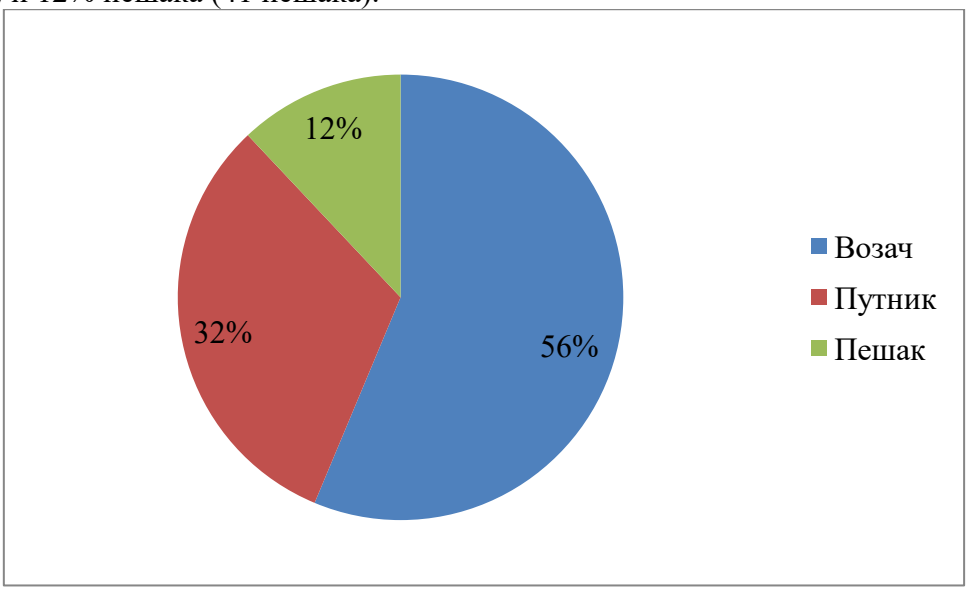
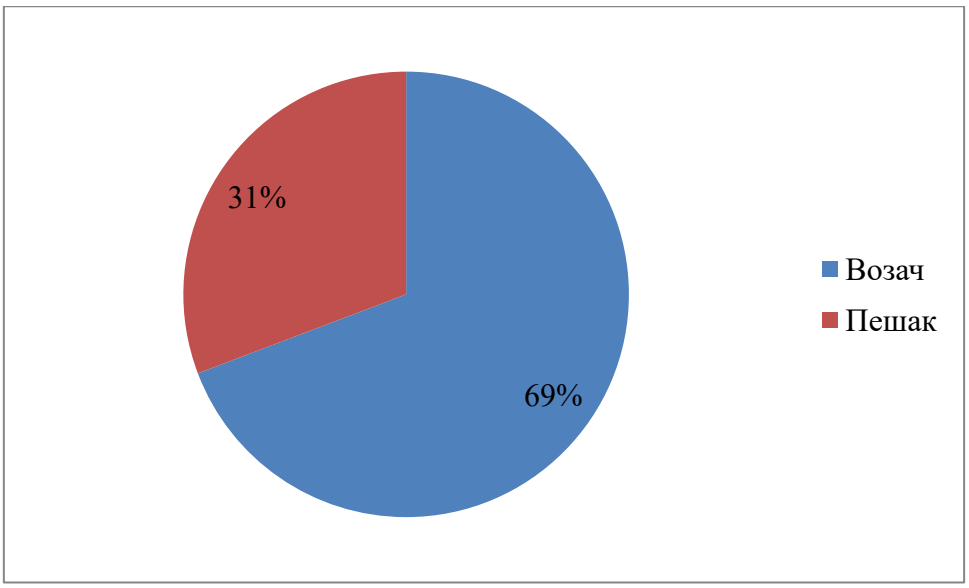


График 1. Својства настрадалих лица у саобраћајним незгодама за период од 2020-2024. године

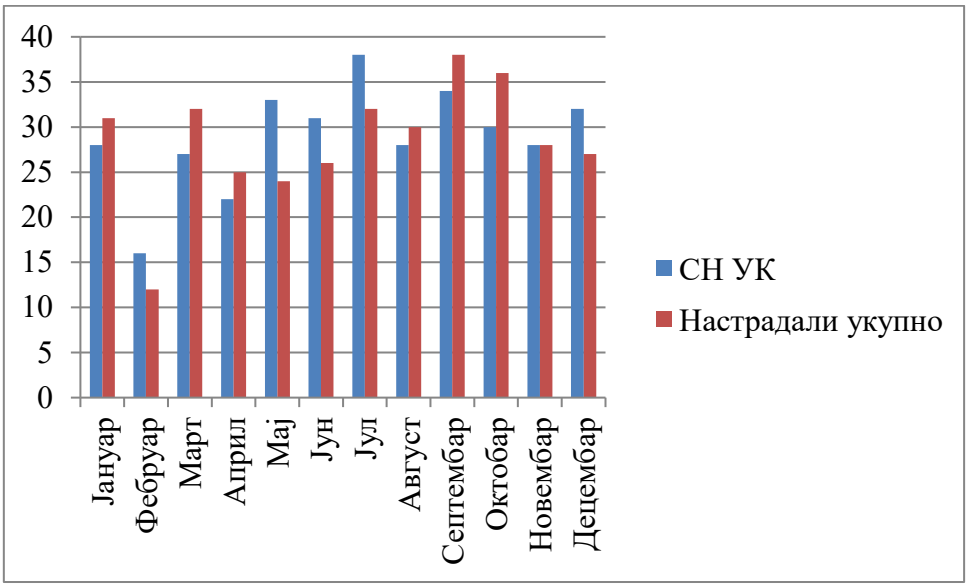
Од укупно 341 настрадалих лица, укупно је погинуло 12 лица. Својство погинулих је распоређено и приказано на графикону 6. Погинуло је 9 возача што чини 75% погинулих и 4 пешака што је 25% укупног броја погинулих лица. Графиконом 2 приказана су својства погинулих лица у саобраћајним незгодама за посматрани период.



Графикон 2. Својства погинулих лица у саобраћајним незгодама

Анализом временске расподеле ближе се одређују и запажају критичнији временски периоди за настанак саобраћајних незгода. Даљом анализом биће обухваћена месечна, дневна и часовна расподела саобраћајних незгода.

Графиконом број 3, приказана је месечна расподела укупног броја саобраћајних незгода и настрадалих у саобраћајним незгодама.



Графикон 3. Месечна расподела саобраћајних незгода и настрадалих лица на територији општине Трстеник

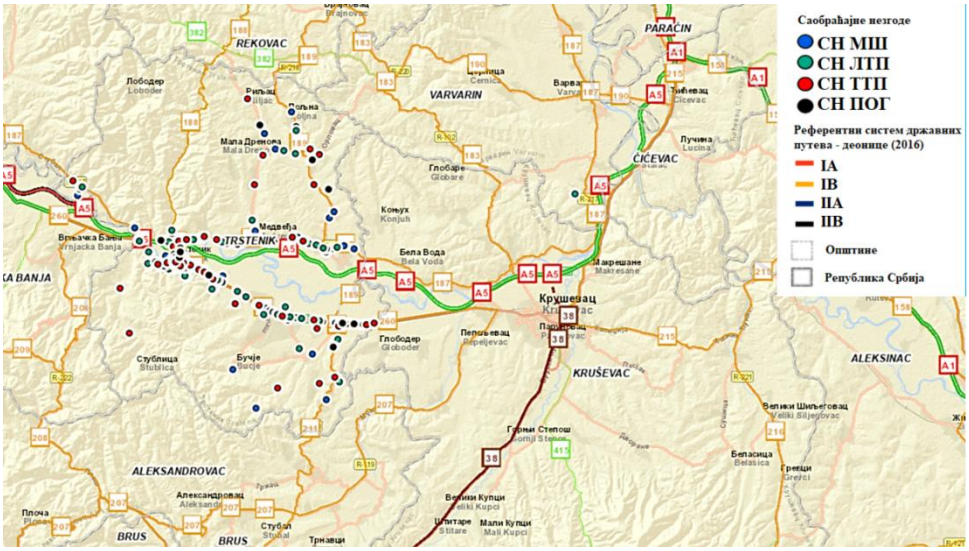
Према месечној расподели, највећи број незгода догодио се у месецу Јулу (38), док је највећи број настрадлих лица забележен у месецу Септембру (38).

На основу анализе прикупљених података, дневне временске расподеле, највећи број саобраћајних незгода догађа се понедељком (60 сн) и петком (59 сн), док се најмањи број незгода догађао суботом (39 сн). Када су у питању настрадала лица, највише настрадалих је понедељком (71 наст.), а најмање суботом (35 наст.).

На основу анализе броја незгода, највећи број незгода догодио се у 13 часова (26 сн), ако се посматра број настрадалих лица, највећи број настрадалих је у 13 часова (31 наст).

Ради идентификације локација које су ризичне за настанак саобраћајних незгода, неопходно је редовно анализирати просторну расподелу саобраћајних незгода. На основу ове расподеле, одређују се такозване "црне тачке", тако да се стратешким документима могу предвидети активности активне и пасивне безбедности саобраћаја. На слици 1 приказана је карта општине Трстеник на којој су уцртане тачке на којима су се догађале саобраћајне незгоде за период од 2020-2024.године.

Са слике се закључује следеће: саобраћајне незгоде догађале су се у највећем броју на путевима IB и IIA ред, а запаже се и доста незгода на локалним путевима општине Трстеник.



Слика 1. Просторна расподела саобраћајних незгода на територији општине Трстеник

3. ЖЕЉЕНО СТАЊЕ БЕЗБЕДНОСТИ ДРУМСКОГ САОБРАЋАЈА НА ТЕРИТОРИЈИ ОПШТИНЕ ТРСТЕНИК

Локалне стратегије безбедности друмског саобраћаја не смеју бити изоловани документи настали као формална обавеза, већ логичан наставак и конкретизација националног оквира. Њихова суштина није у преписивању вишег нивоа планирања, већ у његовој прилагођеној примени – уз поштовање правца који поставља држава, али са јасним уважавањем специфичности локалне заједнице, саобраћајне структуре, навика учесника и ризичних тачака на територији. Полазиште чине амбиција и мисија – амбиција као израз степена одлучности да се постојеће стање суштински унапреди, а мисија као опис улоге коју локална заједница преузима у процесу системског управљања безбедношћу. Визија представља жељену слику будућности: саобраћајни систем у којем се ризици своде на најмању могућу меру, у којем су људски животи и здравље апсолутни приоритет, а грешке учесника не доводе до трагичних исхода. Циљеви стратегије морају бити јасно разграничени и мерљиви.

АМБИЦИЈА: Достизање нулте стопе погинулих и тешко телесно повређених у саобраћајним незгодама на територији општине Трстеник.

МИСИЈА: Имплементација функционалног и одрживог система управљања безбедношћу друмског саобраћаја који ће обезбедити сигурно, доступно и ефикасно

кретање свих категорија учесника, уз континуирано смањење ризика и последица саобраћајних незгода на територији општине Трстеник.

ВИЗИЈА: Без без смртно страдалих и тешко повређених лица у саобраћајним незгодама у друмском саобраћају на територији општине Трстеник.

ОПШТИ ЦИЉ: Доношењем Стратегије обезбеђује се континуитет у управљању безбедношћу саобраћаја и постављају се основи за остваривање следећих циљева:
- Без погинулих учесника у саобраћају након 2030. године;
- Преполовити годишњи број погинулих и повређених лица до 2030. године, у односу на 2020. годину;
- Преполовити годишње друштвено-економске трошкове саобраћајних незгода до 2030. године, у односу на 2020. годину на територији општине Трстеник.

4. НОСИОЦИ АКТИВНОСТИ БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА У ОПШТИНИ ТРСТЕНИК

Да би се омогућило ефикасно спровођење мера ове стратегије безбедности саобраћаја, потребно је да се јасно дефинишу улоге на нивоу одговорних лица у општини Трстеник. Носиоци су све заинтересоване стране, од саме управе до појединачних служби, државних органа, невладиних организација, приватника и становништва.
Најважнији субјекти који обављају послове од значаја за безбедност друмског саобраћаја, у општини Трстеник су:
- Скупштина општине Трстеник,
- Председница општине Трстеник,
- Општинско веће општине Трстеник,
- Тело за координацију послова безбедности саобраћаја на путевима на територији општине Трстеник,
- Општинска управа (Одељење за урбанизам, имовинско – правне и стамбено - комуналне послове),
- Саобраћајна полиција (ПС Трстеник),
- Основни и прекршајни суд (судска јединица Трстеник)
- Ватрогасна јединица,
- Дом здравља "Сава Станојевић", Трстеник,
- Установе образовања и васпитања на територији општине Трстеник,
- Ауто школе на територији општине Трстеник,
- Правна лица за вршење техничких прегледа на територији општине,
- Транспортне компаније,
- Канцеларија за младе општине Трстеник
- Невладине организације и удружења грађана,
- Радио телевизија општине Трстеник, итд.

5. ПРАЋЕЊЕ РЕАЛИЗАЦИЈЕ И ДОСТИГНУТИХ ЦИЉЕВА СТРАТЕГИЈЕ БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА

Савремено управљање безбедношћу саобраћаја обухвата више активности. Оне укључују праћење стања на путевима, као и планирање и примену мера за побољшање безбедности. Праћење није једнократно, то је континуиран процес. Такође, развијају се нове методе и технике које доприносе ефикасности надзора.

Савет има важну улогу у свему овоме. Он стално прати ситуацију на локалним путевима. На основу података предлаже мере за унапређење безбедности. Анализира показатеље,

слуша ставове учесника у саобраћају и идентификује проблеме. На седницама се доносе конкретни предлози активности. Приликом предлагања мера, посебно се води рачуна о најугроженијим категоријама учесника. Све активности морају бити у складу са стратешким документима: Националном и локалном Стратегијом безбедности саобраћаја, Акционим планом и активностима Агенције на националном нивоу.

Извештаји о стању безбедности саобраћаја су обавезни [6]. Они дају преглед тренутне ситуације, идентификују проблеме и приказују најважније активности. Правилник о раду Савета даје структуру извештавања [7]. Уз извештај, прате се резултати претходно дефинисаних циљева. Циљеви се заснивају на локалној или националној стратегији, у зависности која је примењена.

6. ЗАКЉУЧАК

Суштина Стратегије на локалном нивоу је да обезбеди 0 погинулих лица у саобраћајним незгодама, и да последице сведе на минималне вредности (са тенденцијом да их уклони потпуно). Безбедност саобраћаја је веома важна и комплексна тема за чију реализацију, на крају свако као појединац треба да заузме јасан став и да свој допринос. Један од главних задатака ове Стратегије је едукација и јачање свести становништва о безбедном учествовању. Ако би се свест подигла и када би се сви учесници придржавали прописа и закона предвиђених Законом о безбедности саобраћаја на путевима Републике Србије, достигли би се жељени резултати. Потребно је максимално залагање свих носилаца активности безбедности саобраћаја да допринесу спашавању сваког људског живота.

Кључне области рада, као и препоручене акције спровођења Стратегије безбедности друмског саобраћаја на територији општине Трстеник, предложене су кроз пет стубова деловања, по узору на Националну Стратегију Републике Србије за период 2023-2030.године. То су: систем управљања безбедношћу саобраћаја, безбедни путеви, безбедна возила, безбедни учесници у саобраћају и деловање након саобраћајне незгоде.

Доношењем Стратегије обезбеђује се континуитет у управљању безбедношћу саобраћаја и постављају се основи за остваривање следећих циљева: Без погинулих учесника у саобраћају након 2030. године; Преполовити годишњи број погинулих и повређених лица до 2030. године, у односу на 2020. годину; Преполовити годишње друштвено-економске трошкове саобраћајних незгода до 2030. године, у односу на 2020. годину на територији општине Трстеник.

ЛИТЕРАТУРА

[1] World Health Organization. (2023). Road traffic injuries. Преузето са: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries
[2] Влада Републике Србије. (2023). Стратегија безбедности саобраћаја на путевима Републике Србије за период 2023–2030. године. Београд.
[3] Општина Трстеник. (2023). Званична интернет презентација. Преузето са: https://www.trstenik.rs (14.04.2026)
[4] World Health Organization. (2021). Decade of action for road safety, Достуно на: https://www.who.int/teams/social-determinants-of-health/safety-and-mobility/decade-of-action-for-road-safety-2021-2030 (11.01.2026)
[5] VISION ZERO NETWORK, Доступно на: https://visionzeronetwork.org/about/what-is-vision-zero/ (11.01.2026).

[6] Закон о безбедности саобраћаја на путевима (Службени гласник РС", бр. 41/2009, 53/2010, 101/2011, 32/2013 - УС, 55/2014, 96/2015 - др. закон, 9/2016 - УС, 24/2018, 41/2018, 41/2018 – др. закон, 87/2018, 23/2019, 128/2020 – др. закон 76/2023 и 19/2025).
[7] Правилник о раду тела за координацију послова безбедности саобраћаја на путевима (Службени гласник 16/2024).



PRIMENA METODOLOGIJE ZA ODREĐIVANJE POTENCIJALNIH OPASNIH MESTA NA TERITORIJI GRADA NIŠA

Jovan Mišić, mast. inž. saobr.- Akademiija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija Niš

Aleksandar Trifunović, dipl. inž. saobr.- CESTRE d.o.o.

dr Dušan Radosavljević, dipl. inž. saobr.

Stefan Mihajlović, mast. inž. saobr.

Katarina Stevanović, struk. inž. saobr.

Akademija tehničko – vaspitačkih strukovnih studija, Niš

Sažetak: Bezbednost saobraćaja predstavlja značajan izazov urbanog razvoja, a identifikacija potencijalno opasnih mesta ključna je za unapređenje sigurnosti na saobraćajnoj mreži. U ovom radu primenjena je metodologija za određivanje potencijalno opasnih mesta na teritoriji Grada Niša, zasnovana na analizi podataka o saobraćajnim nezgodama, njihovoj učestalosti, težini posledica i prostornoj distribuciji. Korišćenjem kvantitativnih pokazatelja, poput stope i gustine nezgoda, kao i primenom GIS alata, identifikovana su potencijalna opasna mesta i deonice sa povećanim rizikom. Dobijeni rezultati omogućavaju efikasnije planiranje prioritetnih mera za unapređenje bezbednosti saobraćaja i predstavljaju osnovu za donošenje odluka u upravljanju saobraćajnim sistemom.

Ključne reči: Bezbednost saobraćaja, Potencijalna opsana mesta.

APPLICATION OF A METHODOLOGICAL FRAMEWORK FOR THE IDENTIFICATION OF POTENTIALLY HAZARDOUS LOCATIONS WITHIN THE URBAN ROAD NETWORK OF THE CITY OF NIŠ

Abstract: Traffic safety constitutes a critical challenge in urban development, with the identification of potentially hazardous locations representing a fundamental step toward improving the safety performance of the road network. This paper presents the application of a methodological framework for the identification of potentially hazardous sites within the territory of the City of Niš, based on a comprehensive analysis of traffic accident data, including frequency, severity, and spatial distribution. Quantitative indicators, such as accident rates and accident density, are employed in combination with GIS-based spatial analysis to systematically identify high-risk locations and road segments. The results provide a robust basis for the prioritization and implementation of targeted traffic safety measures, as well as informed decision-making in traffic system management.

Key words: Traffic Safety, Potentially Hazardous Locations.

1. UVOD

U saobraćajnim nezgodama godišnje u svetu pogine oko 1,3 miliona ljudi, odnosno oko 3.700 ljudi dnevno, dok preko 50 miliona ljudi bude povređeno ili trajno onesposobljeno. U saobraćajnim nezgodama najčešće stradaju mladi ljudi, a posebno u zemljama u kojim ulaganje u bezbednost saobraćaja nije prepoznato kao društvena dobit već kao trošak. Imajući u vidu ogromne ljudske i ekonomske gubitke Ujedinjene nacije i Evropska unija su u proteklih 15 godina preuzele niz strateških aktivnosti usmerenih ka smanjenju broja saobraćajnih nezgoda.

U Globalnom planu UN za deceniju akcije za bezbednost saobraćaja 2021-2030, koji zapravo predstavlja smernice za primenu Decenije akcije i njenih ciljeva, u periodu od 2021. do 2030. godine, pozivaju se vlade svih zemalja i partneri u bezbednosti saobraćaja da primene integrisani pristup Bezbednog sistema i na taj način smanje broj poginulih i povređenih u saobraćaju na putevima, za 50%.

Prepoznajući važnost problema i potrebu da reaguju, Vlade država iz celog sveta su jednoglasno, preko Generalne Skupštine Ujedinjenih nacija (Rezolucija 74/299), usvojile drugu po redu Deceniju akcije za bezbednost saobraćaja 2021-2030. Svetska zdravstvena organizacija je pripremila Globalni plan Druge decenije akcije za bezbednost saobraćaja. Prema brojnim analizama, Evropa je najbezbedniji kontinent u saobraćaju na svetu. Na tragu toga, Evropska unija je stvorila pretpostavke za primenu Okvirne politike bezbednosti saobraćaja do 2030. godine. Kroz sve međunarodne i evropske strateške dokumente provlači se isti globalni cilj, a to je da se smanji broj poginulih i teško povređenih lica za 50% do 2030. godine.

Saobraćaj predstavlja jednu od osnovnih ljudskih delatnosti, koja je osnova za razvoj svih društvenih aktivnosti kao što su trgovina, kultura, obrazovanje, turizam, proizvodnja i dr. Razvijeni saobraćajni sistem pruža mogućnost za ubrzani razvoj i daje podršku širenju grada i podizanju životnog komfora i standarda stanovnika.

Savremeni pristup u oblasti bezbednosti saobraćaja nedvosmisleno ukazuje da se bezbednošću može upravljati, da saobraćajne nezgode najčešće nisu slučajnost već posledica nedostatka organizovanog sistemskog delovanja na osnovne faktore saobraćaja, čoveka, vozilo, put i okolinu.

Od upravljanja bezbednošću saobraćaja primarno se očekuje smanjivanje rizika nastanka i težine posledica saobraćajnih nezgoda, ali ne treba zanemariti ostale negativne posledice koje proizilaze iz saobraćaja kao što su: materijalna šteta, gubici i troškovi saobraćajnih nezgoda, zagađivanje okoline bukom, izduvnim gasovima i štetnim materijama i iscrpljivanje prirodnih resursa i sl.

U poslednjih pet godina na teritoriji Grada Niša, računajući vremenski okvir od 2019. do 2023. godine, dogodilo se ukupno 4.475 saobraćajnih nezgoda, od kojih je 1.973 saobraćajne nezgode sa nastradalim licima. U saobraćajnim nezgodama koje su se dogodile na teritoriji Grada Niša za pomenuti vremenski okvir poginulo je 70 lica, dok je teže i lakše povređeno 2.634 lica, u pomenutom vremeskom okviru na istoj teritoriji poginulo je 3 deteta, dok je povređeno 206 deteta, 9 mladih lica je poginulo, dok je 801 mlado lice povređeno, u istom periodu poginula je 31 lice starosti 65+, dok je 325 lica starosti 65+ povređeno što je neprihvatljiv ljudski i materijalni gubitak.

Saobraćajne nezgode koje se svakodnevno događaju na teritoriji Grada Niša doprinose povećanom riziku od stradanja u saobraćaju i istovremeno predstavljaju značajan ekonomski, socijalni, zdravstveni i razvojni problem.

2. METODOLOGIJA ZA ODREĐIVANJE POTENCIJALNIH OPASNIH MESTA

Upravljanje crnim tačkama jedan je od najstarijih alata koji se koriste za upravljanje bezbednošću putne infrastrukture. Pripada tzv. reaktivnoj metodi unapređenja bezbednosti saobraćaja, koja podrazumeva da se problem identifikuje i otklanja tek nakon nastanka neželjenog događaja, odnosno nakon događanja saobraćajnih nezgoda.

Procedura identifikacije i upravljanja „crnim tačkama“ je u međunarodnoj stručnoj javnosti poznata kao Black Spot Management - BSM. Alat BSM je namenjen, pre svega, upravljačima puta u cilju otklanjanja doprinosa puta i putne okoline nastanku saobraćajnih nezgoda i posledica nezgoda. Upravljanje crnim tačkama se prema norveškom stručnjaku Runeu Elviku sastoji od sledećih aktivnosti:

- definisanje i identifikacija crnih tačaka na putevima,
- analiza saobraćajnih nezgoda i faktora rizika na opasnim mestima, u cilju identifikacije faktora (pre svega faktora koji se odnose na put i okolinu puta) koji doprinose saobraćajnim nezgodama i predloga odgovarajućeg tretmana - sanacije crnih tačaka i
- implementacija i evaluacija primenjenih tretmana na opasnim mestima.

U Republici Srbiji, Zakonom o putevima („Sl. glasnik RS“, br. 41/2018, 95/2018 – dr. zakon i 92/2023 – dr. zakon), u okviru člana 90, definisano je da je upravljač puta dužan da obezbedi projekte identifikacije i rangiranja opasnih mesta (crnih tačaka), i to upravljač državnog puta najmanje jednom u periodu od tri godine, a upravljač opštinskih puteva i ulica najmanje jednom u periodu od pet godina.

Za najrizičnija opasna mesta upravljač javnog puta dužan je da detaljno sagleda probleme bezbednosti saobraćaja i preduzme mere za otklanjanje rizika. Pored Zakona o putevima, način identifikacije i rangiranja opasnih mesta (crnih tačaka) i sastav stručnog tima za identifikaciju crnih tačaka je bliže uređen Pravilnikom o načinu utvrđivanja deonica najvećeg rizika i

identifikacije i rangiranja opasnih mesta, sastavu stručnog tima za mapiranje rizika i identifikaciju i rangiranje opasnih mesta i uslovima za članove tog tima („Sl. glasnik RS“, br. 68/19).

Za potrebe identifikacije i rangiranja opasnih mesta (crnih tačaka) koriste se podaci o saobraćajnim nezgodama i posledicama saobraćajnih nezgoda na putnoj ili uličnoj mreži. Neophodni podaci o saobraćajnim nezgodama su podaci o:

- vrsti saobraćajne nezgode,
- koordinatama, odnosno tačnoj lokaciji saobraćajne nezgode,
- uticajnim faktorima koji su doprineli nastanku saobraćajne nezgode,
- tipu saobraćajne nezgode,
- specifičnom mestu saobraćajne nezgode,
- mestu događanja saobraćajne nezgode (naselje ili van naselja).

Za identifikaciju opasnih mesta (crnih tačaka) određuju se potencijalno opasna mesta (potencijalne crne tačke), što predstavlja tzv. I nivo definicije opasnog mesta (crne tačke) u Republici Srbiji.

Potencijalno opasno mesto (potencijalna crna tačka) je svako mesto na putu dužine od najviše 300 m u naselju, odnosno od najviše 1.000 m na putu van naselja na kojem se u prethodne tri kalendarske godine dogodila najmanje jedna saobraćajna nezgoda sa poginulim licem i na kojem je ponderisan broj saobraćajnih nezgoda (PBSN) u prethodne tri kalendarske godine veći od granične vrednosti ponderisanog broja saobraćajnih nezgoda – k.

PBSN za potencijalno opasno mesto (potencijalnu crnu tačku) izračunava se množenjem broja saobraćajnih nezgoda sa ponderima težine posledica saobraćajnih nezgoda koji se određuju vrednostima pondera 1, 10 i 85.

Vrednost pondera 1 imaju saobraćajne nezgode kod kojih je najteži stepen posledica laka telesna povreda, vrednost pondera 10 imaju saobraćajne nezgode kod kojih je najteži stepen posledica teška telesna povreda i vrednost pondera 85 imaju saobraćajne nezgode sa smrtnim posledicama.

Konačna identifikacija opasnih mesta (crnih tačaka) sprovodi se na osnovu utvrđenih potencijalno opasnih mesta (potencijalne crne tačke). Maksimalna dužina poteza (deonice puta ili ulice) koji se može smatrati opasnim mestom (crnom tačkom) iznosi 500 m.

Metodologija identifikacije opasnih mesta (crnih tačaka) zasnovana je na primeni tzv. bafera, odnosno krugova koji se opisuju oko saobraćajne nezgode sa poginulim licima na posmatranom putu odnosno ulici. U slučaju da na posmatranoj putnoj ili uličnoj mreži ne postoje saobraćajne nezgode sa poginulim licima kod kojih je utvrđen doprinos puta nastanku ili posledicama saobraćajne nezgode, krug se može formirati oko saobraćajne nezgode sa teškim telesnim povredama.

Da bi se na putu odnosno ulici identifikovalo opasno mesto (crna tačka), potrebno je da se u krugu na posmatranom putu odnosno ulici identifikuju najmanje dve saobraćajne nezgode sa povređenim, odnosno poginulim licima u kojima je prepoznat doprinos puta nastanku ili posledicama saobraćajne nezgode.

Konačna identifikacija opasnih mesta (crnih tačaka) predstavlja II nivo definicije opasnog mesta (crne tačke) u Republici Srbiji.

Doprinos puta nastanku ili posledicama saobraćajne nezgode identifikuje se na osnovu podataka iz odgovarajućih karakteristika saobraćajnih nezgoda koje se nalaze u okviru bafera, koji se odnose na:

- grupu uticajnih faktora „uticaj puta i putne okoline”, odnosno uticajnih faktora iz drugih grupa koji se mogu dovesti u vezu sa uticajem puta i putne okoline,
- specifično mesto saobraćajne nezgode,
- grupu tipova „saobraćajne nezgode sa jednim vozilom”,
- saobraćajne nezgode sa poginulim licima koje su se dogodile na raskrsnicama, i sl.

Identifikacija opasnih mesta (crnih tačaka) vrši se na osnovu izračunavanja ponderisanog broja saobraćajnih nezgoda (PBSN) u krugu na posmatranom putu, odnosno ulici u kojoj su identifikovane najmanje dve saobraćajne nezgode sa doprinosom puta. PBSN u baferu izračunava se primenom sledeće formule:

$$\boldsymbol{PBSN_{bafer} = SNLTP_{bafer} \cdot 1 + SNTTP_{bafer} \cdot 10 + SNPOG_{bafer} \cdot 85}$$

gde je:

$PBSN_{bafer} - ponderisani\ broj\ saobraćajnih\ nezgoda\ u\ baferu$

$SNPOG_{bafer} - broj\ saobraćajnih\ nezgoda\ sa\ poginulim\ licima\ u\ baferu$

$SNTTP_{bafer} - broj\ saobraćajnih\ nezgoda\ sa\ teško\ povređenim\ licima\ u\ baferu$

$SNLTP_{bafer} - broj\ saobraćajnih\ nezgoda\ sa\ lako\ povređenim\ licima$

$1 \cdot SNPOG = 85$

$1 \cdot SNTTP = 10$

$1 \cdot SNLTP = 1$

Izračunate vrednosti ponderisanog broja saobraćajnih nezgoda u krugu na posmatranom putu odnosno ulici porede se sa postavljenom kritičnom vrednošću ponderisanog broja saobraćajnih nezgoda – k. U slučaju da je vrednost PBSN veća ili jednaka graničnoj vrednosti k, krug se identifikuje kao opasno mesto (crna tačka). U suprotnom, krug se ne formira, odnosno ta lokacija na posmatranom putu/ulici ne identifikuje se kao opasno mesto (crna tačka).

Stručni tim koji sprovodi identifikaciju i rangiranje opasnih mesta (crnih tačaka) nakon analize i terenskog obilaska svake potencijalne lokacije koja je zadovoljila kriterijume doprinosa puta, daje konačnu ocenu o tome da li je lokacija konačno opasno mesto (crna tačka).

Rangiranje opasnih mesta (crnih tačaka) vrši se na osnovu vrednosti ponderisanog broja saobraćajnih nezgoda, odnosno rangiranjem vrednosti PBSN u opadajućem nizu, od najveće vrednosti PBSN do najniže vrednosti.

Rezultati rangiranja opasnih mesta (crnih tačaka), odnosno određivanje nivoa nebezbednosti na određenom opasnom mestu, mogu se koristiti i prilikom određivanja prioritetnih mesta za sanaciju, na način da će opasno mesto - crna tačka sa najvećim rangom biti izabrana kao prioritetno mesto za sanaciju.

Identifikacija opasnih mesta (crnih tačaka) samo je prvi deo procesa upravljanja crnim tačkama nakon koga je potrebno sprovesti analizu saobraćajnih nezgoda i faktora rizika na opasnim mestima (crnim tačkama), terensku posetu opasnim mestima, vršenje odgovarajućih istraživanja na opasnim mestima (snimanje saobraćaja, saobraćajnih konflikata, anketiranje učesnika u saobraćaju i sl.), pripremu izveštaja sa predlogom inženjerskih kontra-mera, kao i implementaciju i evaluaciju primenjenih mera sanacije na opasnim mestima.

U skladu s tim, nakon konačne identifikacije crnih tačaka, postoji potreba da se izrade elaborati koji sadrže preporuke za unapređenje bezbednosti saobraćaja na opasnim mestima. Metodologija određivanja potencijalnih opasnih mesta, prikazana je na slici 2.1.



Slika 2.1. *Metodologija određivanja potencijalnih opasnih mesta*

3. PRIMENA METODOLOGIJE ZA ODREĐIVANJE POTENCIJALNIH OPASNIH MESTA NA TERITORIJI GRADA NIŠA

Identifikacija potencijalnih opasnih mesta na putnoj ili uličnoj mreži Grada Niša izvršena je na osnovu podataka o saobraćajnim nezgodama i posledicama saobraćajnih nezgoda koje su se dogodile u poslednjem trogodišnjem periodu, odnosno u vremenskom periodu od 2021. godine do 2023. godine. Na osnovu sprovedenih analiza stanja bezbednosti saobraćaja na teritoriji Grada Niša, prepoznaju se objektivno opasna mesta koja su zasnovana na formiranim bazama podataka, odnosno na osnovu Integrisane baze podataka o obeležjima bezbednosti saobraćaja Agencije za bezbednost saobraćaja.

Podaci koji se analiziraju odnose se na vrstu saobraćajne nezgode, koordinate, odnosno preciznu i tačnu lokaciji saobraćajne nezgode, uticajne faktore koji su doprineli nastanku saobraćajne nezgode, tip saobraćajne nezgode, specifično mesto saobraćajne nezgode i mesto gde se saobraćajna nezgoda dogodila, odnosno u naselju ili van naselja.

Za identifikaciju opasnih mesta (crnih tačaka) određuju se potencijalno opasna mesta (potencijalne crne tačke), što predstavlja tzv. I nivo definicije opasnog mesta (crne tačke) u Republici Srbiji.

Na osnovu člana 8. Pravilnika o načinu utvrđivanja deonica najvećeg rizika i identifikaciju i rangiranje opasnih mesta, sastavu stručnog tima za mapiranje rizika i uslovima za članove tog tima („Službeni glasnik RS“, broj 68/19) potencijalno opasno mesto (potencijalna crna tačka) je svako mesto na putu dužine od najviše 300 m u naselju, odnosno od najviše 1.000 m na putu van naselja na kojem se u prethodne tri kalendarske godine dogodila najmanje jedna saobraćajna nezgoda sa poginulim licem i na kojem je ponderisan broj saobraćajnih nezgoda (PBSN) u prethodne tri kalendarske godine veći od granične vrednosti ponderisanog broja saobraćajnih nezgoda - k=96.

Trenutna vrednost granične vrednosti ponderisanog broja saobraćajnih nezgoda prema metodologiji za konačnu identifikaciju opasnih mesta - crnih tačaka na državnim putevima Republike Srbije, postavljena je na k=96, što u praktičnom smislu znači: jedna saobraćajna nezgoda sa poginulim licem, jedna nezgoda sa teško povređenim licem i jedna nezgoda sa lako povređenim licem.

PBSN za potencijalno opasno mesto (potencijalnu crnu tačku) izračunava se množenjem broja saobraćajnih nezgoda sa ponderima težine posledica saobraćajnih nezgoda koji se određuju vrednostima pondera 1, 10 i 85. Formula:

$$\boldsymbol{PBSN_{bafer} = SNLTP_{bafer} \cdot 1 + SNTTP_{bafer} \cdot 10 + SNPOG_{bafer} \cdot 85}$$

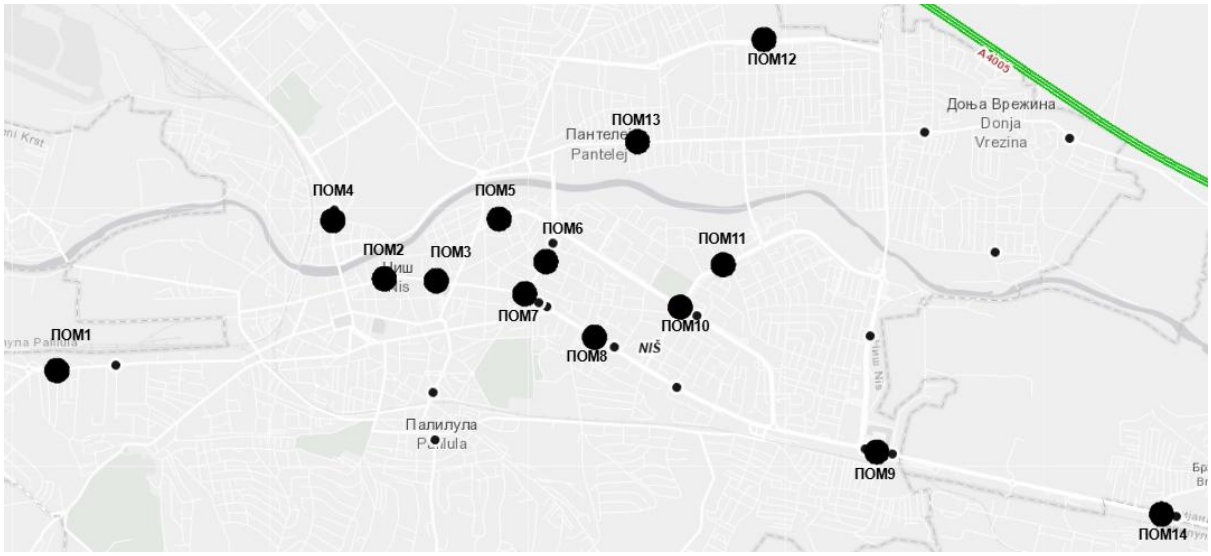
Vrednost pondera 1 imaju saobraćajne nezgode kod kojih je najteži stepen posledica laka telesna povreda, vrednost pondera 10 imaju saobraćajne nezgode kod kojih je najteži stepen posledica teška telesna povreda i vrednost pondera 85 imaju saobraćajne nezgode sa smrtnim posledicama.

U tabeli 3.1. je definisana lista potencijalnih opasnih mesta na teritoriji Grada Niša, na ulicama reda, ulicama reda, lokalnim putevima i nekategorisanim putevima za vremenski period od 2021. godine di 2023. godine.

Tabela 3.1. *Lista potencijalnih opasnih mesta na teritoriji Grada Niša*

Потенцијално опасно место	**Насеље/ван насеља**	**СН ПОГ**	**ПБСН**
1. Ledena stena (Raskrsnica ul. Alekse Nenadovića i Dimitrija Tucovića)	Насеље	**1**	**130**
2. Centar grada (Raskrsnica Generala Milojka Lešanina i ul. Davidove)	Насеље	**1**	**107**
3. Centar grada (Od hotela Ambasador do Osnovnog suda – ul. Vožda Karađorđa)	Насеље	**1**	**115**
4. Glavna autobuska stanica (Od raskrsnice ul. Šumatovačke i Bulevara 12. februara do PAS)	Насеље	**1**	**121**
5. Početak Bulevara Nemanjića (Raskrsnica ul. 7. jul i Cvijićeva)	Насеље	**1**	**105**
6. Dom Zdravlja (Ul. Vojvode Mišića do raskrsnice sa ul. Jovana Skerlića do Vatrogasnog Doma)	Насеље	**1**	**114**
7. Raskrsnica Crveni Pevac (Prilaz Bulevar dr Zorana Đinđića)	Насеље	**2**	**180**
8. Gradska Bolnica (Od raskrsnice Bulevara dr Zorana Đinđića i Zetske do Pasterovog zavoda)	Насеље	**1**	**102**
9. Stop Shop (Od prilaza NIS pumpe do prilaza Kvantaške pijace – Bulevar Svetog cara Konstantina)	Насеље	**2**	**185**
10. Park Svetog Save 1 (Kružna raskrsnica Bulevara Nemanjića, ul. Sremske i Vizantijskog bulevara)	Насеље	**1**	**100**
11. Park Svetog Save 2 (Od raskrsnice Vizantijskog bulevara i ul. Branka Krsmanovića do mosta preko Gabrovačke reke)	Насеље	**1**	**100**
12. Pantelej (Raskrsnica Somborskog bulevara i ul. Despota Đurđa)	Насеље	**1**	**98**
13. Durlan (Raskrsnica (Knjaževačke i ul. Ilije Birčanina)	Насеље	**1**	**140**
14. Brzi Brod (Raskrsnica Bulevar Svetog cara Konstantina i ul. Dušana Spasića)	Насеље	**1**	**98**

Na slici 3.1. je prikazan prostorni raspored 14 potencijalnih opasnih mesta na teritoriji Grada Niša.



Slika 3.1. *Prostorni razmeštaj potencijalnih opasnih mesta na teritoriji Grada Niša*

4. ZAKLJUČAK

U radu je prikazana primena metodološkog okvira za identifikaciju potencijalno opasnih mesta na teritoriji Grada Niša, zasnovanog na analizi saobraćajnih nezgoda i odgovarajućih kvantitativnih pokazatelja. Dobijeni rezultati potvrđuju da sistematičan pristup, koji uključuje obradu podataka o učestalosti, posledicama i prostornoj distribuciji nezgoda, omogućava pouzdano izdvajanje kritičnih lokacija i deonica sa povećanim rizikom. Primena GIS alata dodatno doprinosi preciznijoj identifikaciji i vizualizaciji ovih mesta, čime se olakšava njihova interpretacija i dalje planiranje mera.

Na osnovu sprovedene analize može se zaključiti da predložena metodologija predstavlja efikasan alat za podršku odlučivanju u oblasti upravljanja bezbednošću saobraćaja. Njena primena omogućava prioritizaciju intervencija, racionalno usmeravanje resursa i unapređenje ukupnog nivoa bezbednosti na gradskoj saobraćajnoj mreži. Takođe, rezultati istraživanja ukazuju na potrebu kontinuiranog praćenja i ažuriranja podataka, kao i integracije sa savremenim analitičkim i prediktivnim modelima, u cilju daljeg unapređenja sistema upravljanja saobraćajem i smanjenja broja i posledica saobraćajnih nezgoda.

5. LITERATURA

[1] Elvik, R., Høye, A., Vaa, T., Sørensen, M. The Handbook of Road Safety Measures Emerald Publishing.

[2] Peden, M. et al. World Report on Road Traffic Injury Prevention WHO.

[3] Lipovac, K., Jovanović, D. Metodologija identifikacije opasnih mesta na putevima Srbije Saobraćajni fakultet, Beograd.

[4] Elvik, R. Road Safety Management and Network Screening Methods

[5] Identifikacija crnih tačaka – opasnih mesta na opštinskim putevima i ulicama na teritoriji Grada Niša sa predlogom mera sanacije



PRILAGOĐENA BRZINA U VEZI SA PREDVIĐANJEM OPASNOSTI U SAOBRAĆAJU

Milija Radović, dipl. inž. saobraćaja, Agencija za bezbjednost saobraćaja Republike Srpske, Banja Luka
mr Goran Mitrović, dipl. inž. saobraćaja, Studentski centar Zvornik

Sažetak: Prilagođena brzina predstavlja jedan od ključnih principa bezbjednog upravljanja vozilom i jedan od osnovnih elemenata odgovornosti vozača u savremenom saobraćajnom pravu. Za razliku od maksimalno dozvoljene brzine, prilagođena brzina podrazumijeva brzinu koja omogućava vozaču da pravovremeno uoči, procijeni i izbjegne potencijalne opasnosti u saobraćajnom okruženju. Cilj ovog rada je analiza odnosa između prilagođene brzine i sposobnosti vozača da predvidi opasnosti u saobraćaju, uz poseban osvrt na sudsko-vještačku praksu i tipične konfliktne situacije koje dovode do saobraćajnih nezgoda.

Ključne riječi: prilagođena brzina, percepcija opasnosti, reakcija vozača, saobraćajne nezgode, sudsko vještačenje

1. Uvod

Savremeni koncept bezbjednosti saobraćaja zasniva se na pretpostavci da vozač mora kontinuirano procjenjivati saobraćajnu situaciju i prilagođavati svoje ponašanje potencijalnim opasnostima. U tom kontekstu, brzina kretanja vozila predstavlja jedan od najvažnijih faktora koji utiču na nastanak i posljedice saobraćajnih nezgoda.

U zakonodavstvu Bosne i Hercegovine obaveza vozača da vozi prilagođenom brzinom definisana je kroz odredbe Zakona o osnovama bezbjednosti saobraćaja na putevima: „Vozač je dužan da brzinu kretanja vozila prilagodi osobinama i stanju puta, vidljivosti, preglednosti, atmosferskim prilikama, stanju vozila i tereta, gustini saobraćaja, saobraćajnim znacima i drugim saobraćajnim uslovima, tako da vozilo može blagovremeno da zaustavi pred svakom preprekom koju pod navedenim uslovima može da predvidi“.

1.1. Načelo povjerenja

Vozač se ne smije opteretiti obavezom da za budućnost predviđa nepravilno ponašanje drugih učesnika u javnom saobraćaju. Načelo pouzdanja bi dalo pravo „ispravnom“ vozaču da pregazi pješaka koji nepropisno hoda kolovozom ili da ne vodi računa o vozilima čiji vozači krše pravila ZoOBS-a, što je svakako neprihvatljivo. Stoga je opravdana primjena načela ograničenog povjerenja (pouzdanja), koje, doduše, ovlašćuje vozača da sa pouzdanjem smatra kako će drugi učesnici javnog saobraćaja poštovati pravila ZoOBS-a, ali istovremeno **mora odustati od pouzdanja** čim ga konkretne okolnosti upozoravaju da stvar ne stoji tako.

Ovaj trenutak su dužni da utvđuju sudije i sudsko vijeće, a ne vještak saobraćajne struke.

2. Normativni okvir prilagođene brzine

Prema zakonskim odredbama, vozač je dužan brzinu kretanja vozila prilagoditi:

- osobinama puta
- stanju kolovoza
- vidljivosti
- preglednosti
- atmosferskim prilikama
- stanju vozila i tereta
- gustini saobraćaja
- saobraćajnim znacima i
- drugim saobraćajnim uslovima

Osnovni princip ove odredbe jeste da vozač mora voziti brzinom koja omogućava:

- stalnu kontrolu vozila

- pravovremeno reagovanje
- zaustavljanje vozila prije mjesta konflikta.

Drugim riječima, prilagođena brzina predstavlja **tehničku mogućnost izbjegavanja saobraćajne nezgode**.

3. Šta je test opažanja opasnosti?

Nova Direktiva Evropske unije o vozačkim dozvolama 2025/2205, između ostalog, uvodi kao obavezan dio obuke i vozačkog ispita procjenu sposobnosti prepoznavanja opasnosti. Kandidati za vozača moraju pokazati da razumiju potencijalne rizike u realnim saobraćajnim situacijama. Ovaj element ima preventivni karakter.

Test opažanja opasnosti je psihološko-kognitivni test koji mjeri sposobnost vozača da:

- prepozna potencijalnu opasnost u saobraćaju
- procijeni razvoj situacije
- reaguje na vrijeme

Cilj je smanjiti kašnjenje reakcije vozača**.**

Istraživanja pokazuju:

- mladi vozači kasnije uočavaju opasnosti,
- sporija reakcija povećava rizik nezgode,
- trening percepcije značajno smanjuje rizik sudara.

Opasnosti koje vozač mora prepoznati

Primjeri:

- vozilo koje izlazi iz sporedne ulice
- pješak koji namjerava preći kolovoz
- biciklista u mrtvom uglu
- naglo kočenje vozila ispred
- promjena saobraćajne signalizacije
- nepovoljni vremenski uslovi

Nova pravila traže da ispiti vozača uključe veću procjenu:

- sigurnosti pješaka
- biciklista
- korisnika mikromobilnosti (e-trotineti)
- distrakcije vozača (telefon)
- naprednih sistema asistencije

Proces bezbjednog upravljanja vozilom zasniva se na tri osnovne faze:

1. opažanje (percepcija)
2. procjena situacije
3. reakcija vozača

U psihologiji saobraćaja ovaj proces naziva se **percepcija opasnosti (hazard perception)**.

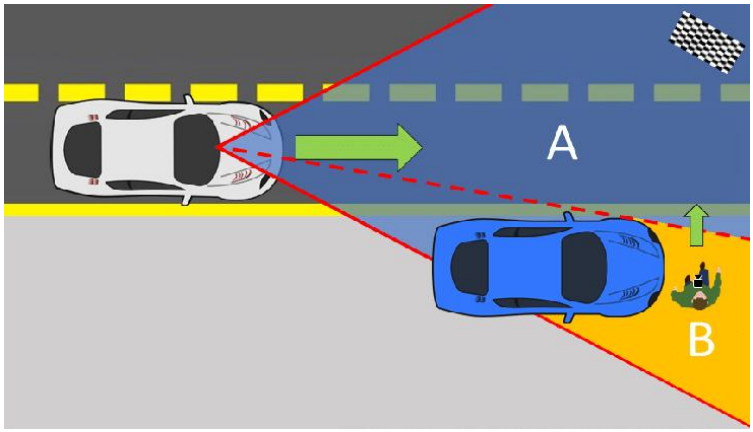
Vozač mora biti sposoban da:

- uoči potencijalni izvor opasnosti
- procijeni mogućnost konflikta

- reaguje prije nego što opasnost postane neposredna.

4. Tipične opasne situacije u saobraćaju

4.1 Pješak koji izlazi iza parkiranog vozila



Slika 1. Pješak koji izlazi iza parkiranog vozila

Jedna od najčešćih urbanih opasnih situacija jeste pojava pješaka iza parkiranih vozila.
U takvim slučajevima:

- vozač nema potpunu preglednost
- pješak se pojavljuje iz zone zaklona
- vrijeme reakcije je značajno smanjeno.

Istraživanja pokazuju da se značajan broj nezgoda događa upravo u zonama parkiranih vozila, jer vozač ne može pravovremeno uočiti pješaka koji izlazi na kolovoz.
U takvim situacijama vozač mora:

- smanjiti brzinu
- očekivati pojavu pješaka
- povećati oprez.

4.2 Nepregledna raskrsnica

Raskrsnice predstavljaju jednu od najrizičnijih lokacija u saobraćaju. Na raskrsnicama, kao posebno specifičnom mjestu se, prema podacima MUP-a Republike Srpske, u 2025. godini dogodilo 15,8% saobraćajnih nezgoda ili svak šesta saobraćajna nezgoda.
Posebno su opasne:

- nepregledne raskrsnice
- raskrsnice bez semafora
- raskrsnice sa velikim brojem učesnika.

Vozač mora pretpostaviti mogućnost:

- nailaska drugog vozila
- pojave biciklista
- prelaska pješaka.

U tim situacijama pravilna procjena opasnosti podrazumijeva **preventivno smanjenje brzine** prije ulaska u raskrsnicu.

4.3 Konflikt vozila i bicikliste

Konflikti između motornih vozila i biciklista često nastaju:

- pri skretanju vozila
- prilikom prelaska bicikliste preko kolovoza
- u zonama autobuskih stajališta.

Poseban problem predstavljaju tzv. **mrtvi uglovi** vozila, gdje vozač ne može direktno uočiti biciklistu.

Slične situacije poznate su kao **sudar pri skretanju**, gdje vozilo prilikom skretanja udara biciklistu ili pješaka na prelazu.

5. Matematički model prilagođene brzine

Tehnička analiza prilagođene brzine zasniva se na izračunavanju **zaustavnog puta vozila, odgovarajuće brzina za ograničen zaustavni put, granične brzine na proklizavanje u krivini i slično**.

Zaustavni put sastoji se od puta reagovanja i puta kočenja:

$$S_z = V_O \cdot (t_1 + t_2 + t_3) - \frac{b_k \cdot t_3^2}{6} + \frac{\left(V_O - b_k \cdot \frac{t_3}{2}\right)^2}{2 \cdot b_k}$$

gdje je:

t_1 – vrijeme reagovanja vozača,

t_2 – vrijeme odziva sistema za kočenje,

t_3 – vrijeme porasta usporenja,

b_k – usporenje vozila

V_0 – brzina kretanja vozila

Iz ovih jednačina proizlazi važan zaključak da sa povećanjem brzine zaustavni put raste **kvadratno**.

Ovaj činjenica jasno pokazuje zašto neprilagođena brzina značajno povećava rizik od nezgode.

Odgovarajuća brzina pri kojoj bi vozač imao tehničke mogućnosti da kočenjem izbjegne nezgodu iznosila bi:

$$V_{od} = \sqrt{(b_k \cdot t_s)^2 + 2 \cdot b_k \cdot S_r} - b_k \cdot t_s$$

gdje je:

$t_s = t_1 + t_2 + t_3/2$,

S_r – raspoloživi put za zaustavljanje.

Granična brzina na proklizavanje u krivini iznosila bi:

$$V_{gk} = \sqrt{R \cdot g \cdot \mu}$$

gdje je:

R – poluprečnik krivine,

g – ubrzanje sile zemljine teže (9,81 m/s^2),

μ – koeficijent bočnog prijanjanja.

6. Prilagođena brzina u sudskoj praksi

U postupcima vještačenja uzroka nastanka saobraćajnih nezgoda često se analizira pitanje: **Da li je vozač vozio prilagođenom brzinom?**

Sudski vještak analizira:

- preglednost puta
- udaljenost uočavanja opasnosti
- brzinu vozila
- vrijeme reagovanja
- put kočenja.

Na osnovu tih parametara procjenjuje se:

- da li je vozač mogao uočiti opasnost
- da li je mogao reagovati
- da li bi nezgoda bila izbjegnuta pri manjoj brzini.

Sud na osnovu nalaza i mišljenja vještaka donosi pravnu ocjenu odgovornosti.

7. Diskusija

Analiza tipičnih konfliktnih situacija pokazuje da mnoge opasnosti u saobraćaju nisu direktno vidljive u trenutku kada vozač prilazi određenoj lokaciji.

Zbog toga je ključni princip bezbjedne vožnje **predviđanje potencijalnih opasnosti.** To podrazumijeva da vozač mora očekivati:

- pješaka iza parkiranog vozila
- vozilo na nepreglednoj raskrsnici
- biciklistu u zoni skretanja
- dijete u blizini škole.

Vožnja prilagođenom brzinom omogućava vozaču da reaguje na takve situacije prije nego što konflikt postane neizbježan.

U našoj praksi se događa da sud postavlja pitanje vještaku saobraćajne struke o tome da li je vozač mogao ili nije mogao predvidjeti prepreku (opasnost)? Vještaku se smije postaviti samo pitanje o tehničkom momentu nastanka opasnosti (realne prepreke). Vještak će utvrditi vrijeme kada je rame vješanja puklo, uzroke te pojave, da li je taj defekt bio nevidljiv ili se mogao zapaziti, kada i na koji način, da li je vozač mogao pravovremeno zapaziti i slično.

Međutim, pravni momenat o tome kada je za vozača nastala obaveza da zapazi tehničku neispravnost svog motornog vozila i preduzme odgovarajuće korake za sprečavanje saobraćajne nezgode mora utvrditi sud i to na osnovu cjelokupnosti svih pribavljenih dokaza. Koje mjere je vozač trebalo da preduzme ispituje vještak ukoliko je za ovo potrebno specijalističko znanje. Utvrđivanje trenutka kada je vozač imao tehničku mogućnost da spriječi

saobraćajnu nezgodu spada takode u kompetenciju autotehničkog vještaka. Ali, utvrđivanje trenutka kada je vozač morao i mogao predvidjeti nastanak saobraćajne nezgode ulazi isključivo u nadležnost tužilaštva i suda. Kako je ta obaveznost svakako pravna kategorija, koja je povezana sa utvrdivanjem mogućnosti da operator predvidi štetne posljedice njeno ustanovljavanje ne može spadati u nadležnost vještaka, koji može da rješava samo tehničke, a ne i pravne probleme. Ova analiza suda odnosi se na subjektivna svojstva i stanja vozača. Vještačenje pomaže sudiji i sudskom vijeću da dobije neophodne i iscrpne informacije o saobraćajnoj situaciji (vidljivost, preglednost, stanje puta) i stanje vozila kako bi utvrdili da li je vozač imao mogućnost da u konkretnoj situaciji (i u kom trenutku) predvidi vjerovatan nastanak saobraćajne nezgode u slučaju da je postupao protivno normama Zakona o bezbednosti saobraćaja.

8. EKSPERTIZA SAOBRAĆAJNE NEZGODE – STUDIJA SLUČAJA

Primjer

Učesnici saobraćajne nezgode:

- putničko vozilo marke „VW Jetta“
- teretno vozilo marke „Volvo“ i priključno vozilo marke “Schwarzmuller”

1.1. Podaci o putu i vremenu

Na mjestu nezgode put izlazi iz desne krivine, a zatim je u pravcu u dužini od oko 500 m, nakon čega ulazi u lijevu krivinu. Preglednost puta u pravcu Prnjavora je oko 200 m, a u pravcu Klašnica oko 300 m. Kolovoz je izgrađen od savremenog kolovoznog zastora, bez vidljivih oštećenja, obilježen uzdužnom isprekidanom razdjelnom linijom, Na oko 70 m prije mjesta nezgode i na oko 100 m poslije mjesta nezgode put je podijeljen punom razdjelnom linijom na dvije saobraćajne trake. Kolovoz je oivičen punim bijelim linijama. Širina puta je 6,60 m, a širina lijeve saobraćajne trake je 3,20 m. U vrijeme događanja saobraćajne nezgode, kao i u vrijeme vršenja uviđaja, bila je noć, padao je snijeg, a kolovoz je bio mokar. Ograničenje brzine iznosilo je 80 km/h, kao opšte ograničenje za magistralne puteve.

1.2. Podaci o povredama lica

U saobraćajnoj nezgodi smrtno je stradao vozač vozila “Džeta”.

2.1. Analiza oštećenja vozila i objekata

U saobraćajnoj nezgodi oštećena su oba vozila.

Na vozilu marke "Džeta" oštećeno je: prednji branik, prednja maska, prednji lijevi i desni blatobran, prednja i zadnja lijeva i desna vrata, krov, lijevi prag, zadnji lijevi i desni blatobran, poklopac prtljažnika, prednje i zadnje vjetrobransko staklo, prednji desni i zadnji lijevi točak, bočni lijevi retrovizor, unutrašnji retrovizor, volan, kontrolna (unstrument) tabla, i prednje lijevo sjedište.

Na teretnom vozilu marke "Volvo" oštećeno je: prednji branik, prednja maska, lijevo i desno rame kabine, prednji lijevi i desni far, prednji lijevi i desni pokazivač pravca, lijevi i desni podest)za vozača i suvozača), donji dio lijevih i desnih vrata, okapnica prednjeg lijevog točka, zaštitinik od podlijetanja i prednja kuka za vuču.

2.2. Određivanje brzine učesnika nezgode

Brzina kretanja terenog vozila u trenutku nezgode iznosila 77 km/h i kao takva bila je manja od dozvoljene.

Bzina kretanja vozila "Džeta" kretala se u granicama od 20 do 30 km/h.

2.3. Vremensko - prostorna analiza toka saobraćajne nezgode

Međusobna udaljenost sudarnih vozila, u trenutku kada je vozilo „Džeta" započelo sa uključivanjem na put, iznosila je 79 m.

Propust vozača vozila „Džeta", koji je u direktnoj vezi sa nastankom saobraćajne nezgode, ogleda se u pokušaju uključivanja na put sa pravom prvenstva, a da prethodno nije propustio vozilo koje se kretalo ovim putem.

Obzirom da je zaustavni put (91,2 m) veći od raspoloživog puta za zaustavljanje (79 m), to vozač teretnog vozila, obzirom na brzinu kretanja i udaljenost od mjesta kontakta u trenutku nastanka opasnosti (započinjanje uključivanja vozila „Džeta"), u konkretnoj saobraćajnoj situaciji nije imao tehničke mogućnosti da kočenjem zaustavi svoje vozilo prije mjesta kontakta.

Odgovarajuća brzina pri kojoj bi u konkretnoj saobraćajnoj situaciji vozač teretnog vozila imao tehničke mogućnosti da kočenjem zaustavi vozilo prije mjesta kontakta i tako izbjegne nezgodu iznosi 71 km/h (raspoloživi put za zaustavljanje iznosio je 79 m, a usporenje 3,5 m/s^2).

U vrijeme događanja saobraćajne nezgode bila je noć, padao je jak snijeg, a kolovoz je bio mokar. Svjetlosni snop kratkog svjetla mora osvijetliti najmanje 40 m, a najviše 80 m ceste, a svjetlosni snop dugog svjetla najmanje 100 m ceste ispred vozila noću, pri normalnoj vidljivosti i to pri podjednakoj opterećenosti motornog vozila na vodoravnoj površini. Dakle, u uslovima normalne vidljivosti svjetlosni snop kratkog svjetla može osvijetliti najviše do 80 m puta. U vrijeme događanja saobraćajne nezgode padao je jak snijeg, što se ne može smatrati normalnom vidljivošću, pa kratka svjetla ne mogu osvijetliti ni 80 m puta, već manje od toga. **Vozač je dužan da brzinu kretanja vozila prilagodi osobinama i stanju puta, vidljivosti, preglednosti, atmosferskim prilikama, stanju vozila i tereta, gustini saobraćaja, saobraćajnim znacima i drugim saobraćajnim uslovima, tako da vozilo može blagovremeno da zaustavi pred svakom preprekom koju pod navedenim uslovima može da predvidi.**

Vremensko prostorna analiza je pokazala da bi vozač teretnog vozila imao tehničke mogućnosti da kočenjem izbjegne nezgodu u slučaju da se kretao brzinom manjom od 71 km/h. Propust vozača teretnog vozila, koji je u vezi sa nastankom saobraćajne nezgode, ogleda se u brzini kretanja vozila kojim je upravljao, koja je bila propisna, ali koja nije bila prilagođena vidljivosti, stanju puta i atmosferskim prilikama.

Mišljenja sam da je u konkretnoj saobraćajnoj situaciji, u noćnim uslovima odvijanja saobraćaja sa intenzivnim sniježnim padavinama i mokrim kolovozom, bezbjedna brzina iznosila najviše do 62 km/h.

Osvrt na navedeni Primjer

U analiziranom primjeru vozač je imao mogućnosti da kočenjem izbjegne saobraćajnu nezgodu pri brzini od 71 km/h, što upućuje da je toliko iznosila prilagođena brzina. Međutim,

činjenica da se do navedene brzine došlo računajući sa usporenjem kod forsiranog kočenja otvara niz drugih pitanja: mogućnost priklizavanja vozila prilikom naglog kočenja na mokrom kolovozu, uticaj tereta na stabilnost kočenog vozila, posljedice koje bi potencijalno nastale po okolinu prevrtanjem tako tovarenog vozila, itd. Jer, ako je npr. teretno vozilo tovareno oblim drvetom (”balvanima”) realna je mogućnost da usljed djelovanja inercijalnih sila dođe do njihovog obrušavanja a što opet potencijalno može prouzrokovati gotovo tragične posljedice. Zatim, ako se radi o cisterni za prevoz tečnog naftnog gasa, prevrtanje jedne takve cisterne izazvalo bi curenje TNG-a i stvaranja zapaljivog oblaka u atmosferi, kada samo jedna varnica može opet izazvati tragične posljedice u okolini, itd. Zbog svega navedenog mišljenja smo da ne bi trebalo uvijek uzimati ”po difoltu” da je prilagođena brzina ona dobijena iz formule za proračun brzine na ograničenom putu zaustavljanja sa usporenjem kod forsiranog kočenja, nego bi ipak trebalo uzeti u obzir sve konkretne okolnosti i primjenjivati usporenje kod laganijeg i udobnijeg kočenja kada se dobija manja prilagođena brzina. U razmatranom primjeru primjenom usporenja za forsirano kočenje (b=3,5 m/s^2, obzirom na stanje kolovoza) dobijena je odgovarajuća brzina od 71 km/h, dok bi se primjenom usporenja kod laganijeg i udobnijeg usporenja (b=2,5 m/s^2) dobila brzina od 62 km/h. Mišljenja smo da je u konkretnoj saobraćajnoj situaciji ipak prilagođena brzina iznosila do 62 km/h, a ne 71 km/h.

U vezi s prethodnim razmatranjem ostaje za diskusiju kako da vještak postupi u praksi, preciznije s kojim usporenjem treba računati prilikom određivanja odgovarajuće brzine pri kojoj je vozač imao tehničke mogućnosti za izbjegavanje saobraćajne nezgode. U tom smislu mišljenja smo da ne postoji jedinstven obrazac ponašanja i da vještak treba u svakoj konkretnoj situaciji procjenjivati da li će ići sa maksimalnim tabličnim usporenjem ili pak sa nižim. U određenim slučajevima vještak će izvršiti oba proračuna sa detaljnim obrazloženjima a konačan stav ostaviće tužilaštvu i sudu na ocjenu. Jer, ako se npr. radi o tovarenom teretnom vozilu sa stabilnim teretom i suvom asfaltnom kolovozu, svakako će ići sa maksimalnim usporenjem, dok će u ostalim slučajevima uzimati u obzir sve konkretne okolnosti (stanje kolovoznog zastora, stanje tereta, guma isl.) i računati sa manjim usporenjem.

Prilikom određivanja prilogađene brzine od suštinskog značaja je odrediti trenutak kada je vozač dužan odustati od načela pouzdanja (povjerenja). Naime, već smo naveli da taj trenutak spada u nadležnost pravne struke i da ga određuje onaj ko izdaje naredbu za vjetšačenje (tužilac ili postupajući sudija). Međutim, situacija u praksi je drugačija i rijedak je slučaj da takav stav zaista i postoji u naredbi. Iz toga razloga određivanje tog trenutka najčešće ostaje kao zadatak za vještaka. Ovo možda i nije loša situacija, jer svjedoci smo različitih sudskih praksi, nažalost i vrlo čestih i površnih postupanja sudija i tužilaca, pa, ako već naredba za vještačenje neće u tom dijelu biti kako treba, onda je bolje da tog dijela i nema.

Iz svih navedenih razloga vještak će sam odrediti trenutak kada je vozač morao odustati od načela povjerenja ali će to u svom nalazu detaljno obrazložiti. Npr. ako se pješak kreće pravo trotoarom pored kolovoza, vještak će za analizu uzeti momenat kada je došlo do promjene u režimu kretanja pješaka (pješak naglo počinje da usporava, okreće se prema kolovozu itd.), i sve će to eksplicitno naglasiti u svom nalazu. Ovdje je od suštinskog značaja da vještaci što detaljnije argumentuju svoje mišljenje u pogledu prilagođene brzine, kako bi na taj način pomogli sudijama kod opredjeljivanja vezano za prilagođenu brzinu kretanja, a što u praksi relativno često izostaje.

9. ZAKLJUČAK

Prilagođena brzina predstavlja jedan od temeljnih principa bezbjednog odvijanja saobraćaja. Ona ne zavisi isključivo od zakonski propisane maksimalne brzine, već od konkretnih uslova na putu i sposobnosti vozača da predvidi potencijalne opasnosti.

Veza između prilagođene brzine i percepcije opasnosti je neposredna, jer samo vožnja odgovarajućom brzinom omogućava vozaču da pravovremeno reaguje i izbjegne konfliktne situacije.

Zbog toga koncept prilagođene brzine ima izuzetnu važnost u:

- zakonodavstvu,
- edukaciji vozača,
- analizi saobraćajnih nezgoda,
- sudsko-vještačkoj praksi.

Kada je u pitanju zakonodavstvo, za očekivati je da će BiH i zemlje u okruženju, koje su u statusu kandidata za prijem u EU, odredbe nove Direktive o vozačkim dozvolama ugraditi u svoje zakonodavstvo u skorije vrijeme. To se svakako odnosi i na obavezno uvođenje procjene sposobnosti prepoznavanja opasnosti kao dio obuke i vozačkog ispita.

S tim u vezi neophodne će biti, između ostalog, promjene u provođenju obuke i polaganja vozačkih ispita u smislu dodatne obuke predavača, instruktora i ispitivača, jačanje nadzora nad radom autoškola i ispitnh centara.

U pogledu analize saobraćajnih nezgoda i sudsko-vještačke prakse, neophodno je kontinuirano raditi na upoznavanju kako vještaka, tako i tužilaca i sudija, sa konceptom prepoznavanja opasnosti od strane vozača u saobraćaju i uticaja na tužilačku i sudsku praksu.

10. LITERATURA

[1] Vladimir Vodinelić i grupa autora „Saobraćajna kriminalistika, Beograd, 1986. godine,

[2] Rotim, F. "Elementi sigurnosti cestovnog prometa - Ekspertize prometnih nezgoda", Svezak 1, Zagreb, 1990.g.

[3] Zakon o osnovima bezbjednosti saobraćaja na putevima u Bosni i Hercegovini (Službeni glasnik BiH br. 6/2006, 75/2006, 44/2007, 84/2009, 48/2010, 48/2010, 18/2013, 8/2017, 89/2017, 9/2018, 46/2023 i 88/2023),

[4] Ministarstvo unutrašnjih poslova Republike Srpske (2026), Izvještaj o stanju bezbjednosti saobraćaja u Republici Srpskoj za 2025. godinu.



UGROŽENOST PEŠAKA NA PEŠAČKIM PRELAZIMA

Nataša Matić, dipl. pravnik (Advokatska kancelarija Nataša R. Matić)

THE DENGER TO PEDESTRIANS AT PEDESTRIAN CROSSING

Rezime: Saobraćajne nezgode na pešačkim prelazima predstavljaju značajan problem urbane mobilnosti. U Republici Srbiji u periodu od 2020. do 2024. godine čak 5,91% svih nastradalih u saobraćajnim nezgodama, nastradalo je na pešačkim prelazima. U savremenim gradovima sa intenzivnim saobraćajem i sve većim brojem vozila, pešaci često imaju stav da je pešački prelaz za njih sigurna površina kolovoza i ponašaju se opušteno kada su na njoj. Očekuje se da je za saobraćajne nezgode na pešačkom prelazu uglavnom odgovoran vozač motornog vozila, ali ne treba zanemariti i odgovornost pešaka za prelazak preko pešačkog prelaza. Cilj ovog rada je analiza ponašanja pešaka na pešačkim prelazima i identifikacija faktora rizika koji mogu dovesti do saobraćajnih nezgoda. U radu su prikazani podaci o stradanju pešaka na pešačkim prelazima u Republici Srbiji u periodu od 2020. do 2024. godine. Posebna pažnja posvećena je savremenim izazovima urbane mobilnosti, uključujući tempo života, distrakcije pešaka i infrastrukturu, kako bi se predložile mere za povećanje bezbednosti pešaka na pešačkim prelazima.

Ključne reči: pešak, pešački prelaz, saobraćajna nezgoda

Abstract: Traffic accidents at pedestrian crossings represent a significant urban problem mobility. In the Republic of Serbia in the period from 2020 to 20024, as much as 5.91% of all of those killed in traffic accidents, died at pedestrian crossings. U modern cities with intense traffic and an increasing number of vehicles, pedestrians they often have the attitude that the pedestrian crossing is a safe road surface for them and they behave relaxed when they are on her. It is expected that it is for pedestrian traffic accidents the crossing is mainly the responsibility of the driver of the motor vehicle, but it should not be neglected pedestrian responsibility for crossing the pedestrian crossing. The aim of this work is analysis behavior of pedestrians at pedestrian crossings and identification of risk factors that can lead to traffic accidents. The paper presents data on pedestrian injuries on pedestrian crossings in the Republic of Serbia in the period from 2020 to 2024. Special attention is paid to contemporary challenges of urban mobility, including pace of life, pedestrian distractions and infrastructure, in order to propose measures to increase pedestrian safety at pedestrian crossings.

Key words: pedestrian, pedestrian crossing, traffic accident

1. UVOD

Uključivanje pešaka u saobraćaj počinje u najranijem dobu i upoznavanjem sa opasnostima u toj oblasti života deteta, a kasnije čoveka određuje se odnos pojedinca prema saobraćaju. Ukoliko pešak shvati opasnosti koje ga mogu čekati na tom putu, daje veliki doprinos sopstvenoj bezbednosti. Odnos prema ulozi pešaka zavisi od više ključnih uticaja od kojih se izdvaja uticaj roditelja i odraslih osoba u okruženju, kao i uticaj u toku školovanja. Roditelj ili druga osoba od poverenja, jako je značajna za prihvatanje odgovornosti u saobraćaju. Nesporna je činjenica da u važećem zakonodavnom okviru je vozač motornog vozila dužan da prilagodi brzinu kretanja i zaustavi vozilo ispred obeleženog pešačkog prelaza radi propuštanja pešaka. Takođe je nesporno da je na vozaču koji izazove nezgodu na pešačkom prelazu veća odgovornost za nastanak iste. Ali… Bezbednost pešaka na pešačkom prelazu zavisi od međusobne interakcije svih učesnika. Kada do nezgode dođe, za pešaka nije najvažnije ko je odgovoran, već da se poveća mogućnost izbegavanja nezgode. U savremenom urbanom okruženju primećuje se pojava percipirane bezbednosti pešaka, prema kojoj se zakonsko pravo prvenstva tumači kao apsolutna zaštita od rizika. Takav pristup dovodi do smanjenog nivoa opreza kod pešaka, koji često započinju prelazak ulice bez uveravanja za bezbedan prelazak, ili prethodne procene brzine i udaljenosti vozila, oslanjajući se isključivo na obavezu vozača da se zaustavi. Pravo prvenstva prolaza ne eliminiše zakone fizike prilikom kretanja vozila, niti garantuje izostanak posledica u slučaju iste.

Iz prakse se može zaključiti da u zemljama gde postoji pravilna edukacija dece u oblasti bezbednosti saobraćaja ona ne utiče samo na njihovo ponašanje, već može doprineti i korekciji navika odraslih u njihovom okruženju, jer deca vole da naučeno prenesu dalje.

U uslovima savremenog načina života, dodatni faktori poput korišćenja mobilnih telefona i slušalica dodatno umanjuju sposobnost pešaka da pravovremeno uoče potencijalnu opasnost.

Iako pešački prelazi predstavljaju formalno najbezbednija mesta za prelazak ulice, statistički podaci za period od 2020. do 2024.godine ukazuju da se značajan procenat stradanja pešaka u saobraćajnim nezgodama događa upravo na tim lokacijama. Ovakav podatak ukazuje na paradoks savremenog saobraćaja – mesto koje je infrastrukturno namenjeno zaštiti pešaka postaje prostor povećanog rizika. Ovakva situacija upućuje na potrebu analize ne samo infrastrukture i ponašanja vozača, već i savremenih obrazaca ponašanja pešaka prilikom prelaska ulice.



Slika 1. Alternativni pravci kretanja pešaka



Slika 2. Nepravilno kretanje pešaka

2. ZAKONSKE ODREDBE

2.1. Zakon o bezbednosti saobraćaja na putevima (ZOBS)

Zakon o bezbednosti saobraćaja na putevima precizira obaveze vozača i pešaka prilikom prelaska na pešačkom prelazu.

Analiza članova 96, 97. i 99. ZOBS-a ukazuje na to da zakonodavac bezbednost na pešačkom prelazu ne posmatra kao apsolutno pravo jedne strane, već kao interaktivni proces zasnovan na preciznim dužnostima:

Princip poverenja i anticipacije vozača (čl. 99): Zakon nameće vozaču visoku svest o okruženju. On nije dužan samo da propusti pešaka koji je na kolovozu, već i onog koji tek pokazuje nameru da na njega stupi. Posebno se ističe obaveza prilagođavanja brzine situacijama koje vozač „ima razloga da predvidi“, što u praksi znači da pravo prvenstva pešaka počiva na poverenju da će vozač blagovremeno prepoznati opasnost i zaustaviti se, naročito kada su u pitanju ranjive kategorije (deca, stara i nemoćna lica) gde je obaveza zaustavljanja apsolutna.

Princip samozaštite i aktivne procene pešaka (čl. 96 i 97): Nasuprot uverenju da je pešački prelaz zona apsolutne sigurnosti, ZOBS jasno propisuje da pešak sme stupiti na kolovoz tek nakon što se uveri da to može učiniti bezbedno. Ovim se afirmiše princip samozaštite – pešak ne sme biti pasivni učesnik. Zabrana upotrebe mobilnog telefona i slušalica (čl. 96) direktno služi očuvanju čulne percepcije neophodne za tu procenu, dok obaveza prelaska najkraćim putem minimizuje vreme izloženosti riziku.

Regulacija i disciplina (čl. 97): Zakon insistira na strogoj disciplini kretanja u zoni od 100 metara oko prelaza i bespogovornom poštovanju svetlosne signalizacije. Time se postavlja okvir u kojem se bezbednost ostvaruje samo ako oba učesnika poštuju svoj deo „društvenog ugovora“ u saobraćaju: vozač kroz predviđanje, a pešak kroz uveravanje.

Uredba o ratifikaciji međunarodne konvencije o saobraćaju na putevima, sa završnim dokumentom, načela konvencije

Dok domaće zakonodavstvo detaljno razrađuje pravila, Međunarodna konvencija o saobraćaju na putevima postavlja univerzalne temelje interakcije vozača i pešaka kroz tri ključna aspekta:

Opreznost kao imperativ pešaka (čl. 20): Konvencija jasno definiše da pešački prelaz nije zona koja isključuje razum. Pešaci su dužni da stupaju na kolovoz veoma oprezno, uz stalno uvažavanje brzine i udaljenosti vozila koja im se približavaju. Posebno se naglašava obaveza efikasnog prelaženja – pešak ne sme neopravdano usporavati ili se zaustavljati na kolovozu, čime se minimizuje vreme konfliktnog potencijala.

Dužnost prilagođavanja vozača (čl. 11 i 21): Prema međunarodnim pravilima, pešački prelaz je zona "povećanog bdenja". Konvencija dopušta preticanje u zoni prelaza samo uz uslov trenutne sposobnosti zaustavljanja. Od vozača se zahteva da se neregulisanim prelazima približavaju isključivo usporenim hodom, kako ne bi ugrozili pešake koji su već na kolovozu ili tek započinju prelazak.

Specifične situacije i skretanje (čl. 21): Međunarodni standardi nameću vozačima obavezu da prilikom skretanja na bočni put propuste pešake, krećući se brzinom koja omogućava sigurno zaustavljanje. Takođe, uvodi se princip zaštite putnika u javnom prevozu, gde vozač mora smanjiti brzinu ili stati kako bi omogućio bezbedan ulazak i izlazak putnika na stanicama.

Autonomija država u pooštravanju pravila: Konvencija služi kao minimum zaštite, ali izričito ostavlja mogućnost državama ugovornicama da uvedu strožije odredbe (npr. potpunu zabranu preticanja pre prelaza ili apsolutnu obavezu zaustavljanja), što opravdava specifična rešenja u našem ZOBS-u.

Analiza zakonskih odredbi i međunarodne konvencije

Na osnovu komparativne analize odredbi Zakona o bezbednosti saobraćaja na putevima (ZOBS) i Međunarodne konvencije o saobraćaju na putevima, može se izvesti jasan zaključak da bezbednost na pešačkom prelazu nije isključiva obaveza vozača, već predstavlja dinamički odnos uzajamne pažnje.

Subjektivna obaveza procene („Uveravanje“)

Iako vozač ima strogu obavezu da prilagodi brzinu (čl. 99 ZOBS-a i čl. 21 Konvencije), oba akta eksplicitno obavezuju pešaka na prethodnu procenu situacije.

ZOBS (čl. 96 i 97): Pešak je dužan da se „uveri da može da pređe na bezbedan način“.

Konvencija (čl. 20): Pešaci „ne smeju stupiti na pešačke prelaze ne vodeći računa o rastojanju i brzini vozila koja im se približavaju“.

Pešački prelaz ne predstavlja „zonu apsolutne imunosti“ u kojoj pešak može zanemariti zakone fizike. Pravo prvenstva prolaza ne oslobađa pešaka obaveze da ne stupa na kolovoz ako time primorava vozača na naglo i opasno kočenje.

Tehnološka distrakcija kao savremeni rizik

Poseban akcenat u svim akcijama usmerenim na pešake treba staviti na član 96. stav 2. ZOBS-a, koji zabranjuje upotrebu mobilnih telefona i slušalica.

Ova odredba je specifična dopuna opštim pravilima Konvencije, uvedena upravo zbog fenomena „odsutnog pešaka“.

Dok Konvencija u čl. 20 insistira na „oprezu“, naš ZOBS to konkretizuje zabranom uređaja koji smanjuju auditivnu i vizuelnu percepciju okoline.

Dinamika „Pokazivanja namere“ naspram „Ugrožavanja saobraćaja“

Postoji fina zakonska granica između pešaka koji „pokazuje nameru“ da stupi na prelaz (čl. 99 ZOBS) i pešaka koji „ugrožava bezbednost saobraćaja“ neopreznim stupanjem (čl. 97 ZOBS).

Zakonska rešenja teže da spreče subjektivnu zabludu pešaka da je dovoljno samo zakoračiti na kolovoz kako bi se saobraćaj zaustavio.

Konvencija u čl. 20, tačka 6(d) ide i korak dalje, zabranjujući nepotrebno zadržavanje ili usporavanje na prelazu, što ukazuje na to da je kolovoz primarno namenjen kretanju vozila, a pešaku je dozvoljeno kratkotrajno i efikasno korišćenje uz maksimalnu opreznost.

ANALIZA PONAŠANJA PEŠAKA NA PEŠAČKOM PRELAZU

U periodu od 10. decembra 2025. do 15. februara 2026. godine sprovedeno je empirijsko istraživanje putem posmatranja frekventnih pešačkih prelaza na teritoriji Beograda, Obrenovca i Kragujevca, u cilju analize ponašanja pešaka. Obzirom na to da metodologija nije uključivala anketiranje, demografska struktura, prvenstveno starosna dob subjekata, procenjena je metodom vizuelne opservacije. Rezultati istraživanja ukazuju na visoku korelaciju i uniformnost u obrascima ponašanja pešaka.

Obrasci ponašanja pešaka na svim pešačkim prelazima

Analiza ponašanja ukazuje na to da je zajednički imenitelj svim posmatranim grupama izrazita deficitarnost pažnje i manifestacija apsolutnog poverenja u vozače, čime se zanemaruje princip defanzivnog učestvovanja u saobraćaju. Uočeno je da pešaci neretko ignorišu obavezu prelaska kolovoza najkraćim putem (član 96. ZOBS), krećući se dijagonalno ili nepravilnim putanjama koje produžavaju vreme izloženosti riziku (Sl. 1). Dodatni faktor opasnosti predstavljaju nepovoljni vremenski uslovi, kada pešaci upotrebom kapuljača i kišobrana svesno redukuju sopstveno vidno polje i mogućnost vizuelne perpepcije vozila (Sl. 3 i 4).

Registrovani su i brojni oblici sekundarnih aktivnosti koje neopravdano usporavaju kretanje i dodatno kompromituju pažnju, poput paljenja cigareta u toku prelaska, traženja predmeta u torbama ili intenzivne socijalne interakcije (Sl. 2) . Ipak, kao najdominantniji vid distrakcije izdvaja se upotreba mobilnih telefona. (Sl. 7 i 8) Ova pojava je sveprisutna bez obzira na starosnu dob subjekata, mada je kod mlađe populacije uočena dodatna opasnost u vidu istovremenog korišćenja slušalica. Takvim ponašanjem pešaci se auditivno i vizuelno izoluju od saobraćajnog okruženja, što je u direktnoj koliziji sa imperativnim odredbama člana 96. ZOBS-a i opštim načelima opreza predviđenim Međunarodnom konvencijom.

Slika 3. Prelazak preko pešačkog prelaza

Slika 4. Prelazak preko pešačkog prelaza

Analiza ponašanja pešaka na semaforizovanim pešačkim prelazima

Specifičnost obrazaca ponašanja na semaforizovanim pešačkim prelazima ogleda se u manifestaciji nekritičkog poverenja u svetlosni saobraćajni znak. U trenutku aktivacije

zelenog signala, kod pešaka nastupa kognitivna distrakcija – oni signal doživljavaju kao garant apsolutne fizičke zaštite, zanemarujući dinamičke faktore okruženja.

Uočeno je da pešaci, fokusirani isključivo na svetlosni signal, potpuno zapostavljaju vizuelnu proveru kolovoza pre i tokom prelaska. Ovakav pristup rezultira ignorisanjem realnih opasnosti, kao što su:

Vozila koja vrše skretanje uz uslovni zeleni signal (tzv. „uslovna strelica“), gde vozač ima prvenstvo, ali uz obavezu propuštanja pešaka, što zahteva obostranu pažnju (Sl. 6);

Vozila pod prvenstvom prolaza koja, i bez aktivne zvučne signalizacije, imaju zakonsko pravo prvenstva u određenim situacijama;

Isticanje intervala zelenog svetla, pri čemu pešaci često započinju prelazak na samom kraju signala, ne ostavljajući dovoljno vremena za bezbedan završetak radnje (Sl. 5).

Ovakvo ponašanje je u direktnoj suprotnosti sa članom 97. stav 1. ZOBS-a, koji obavezuje pešaka na postupanje u skladu sa znacima, ali ne isključuje opštu obavezu pažnje iz člana 96. Može se zaključiti da pešaci zeleno svetlo tretiraju kao „suspenziju rizika“, čime svesno umanjuju sopstveni odbrambeni mehanizam u saobraćaju.

Slika 5. Nepažljiv prelazak na crveno svetlo

Slika 6. Pešak ne opaža vozilo koje ima uslov

Analiza ponašanja pešaka na nesemaforizovanim pešačkim prelazima

Na pešačkim prelazima gde saobraćaj nije regulisan svetlosnim znacima, uočena je razlika u nivou pažnje u zavisnosti od konfiguracije puta i gustine naseljenosti. U urbanim zonama sa jednosmernim saobraćajem, pešaci iskazuju nešto viši stepen opreza zbog jednostavnije vizuelne provere, ali je on i dalje nedovoljan sa stanovišta bezbednosti. Dominantan obrazac ponašanja je pretpostavljena bezbednost – pešaci stupaju na kolovoz sa implicitnim očekivanjem da će vozilo momentalno usporiti ili se zaustaviti, često zanemarujući faktore poput zaustavnog puta vozila i trenutne brzine.

Nasuprot tome, u zonama izvan gradskih centara (školske zone, ruralna naselja), prelazak kolovoza je ređi, ali nosi povećan rizik. U ovim sredinama prisutan je fenomen smanjenog očekivanja vozača u pogledu pojave pešaka, što u kombinaciji sa specifičnom lokalnom dinamikom — poput direktne socijalne komunikacije pešaka međusobno tokom prelaska — može dovesti do kritičnih situacija (Sl. 2).

Poseban aspekt istraživanja odnosi se na funkcionalnost saobraćaja u časovima maksimalnog protoka. Na prelazima bez svetlosne regulacije uočen je negativan uticaj na protok vozila. Zbog kontinualnog i nekoordinisanog stupanja pešaka na kolovoz (tzv. „pešački talas“), dolazi do drastičnog usporavanja saobraćaja i stvaranja zastoja. Ovaj fenomen dovodi do situacije u kojoj vozila cirkulišu pojedinačno, što ne samo da smanjuje efikasnost saobraćajnog toka, već neretko izaziva frustraciju kod vozača, što može biti okidač za agresivno ponašanje i nepropuštanje pešaka u narednim situacijama.

Slika 7. Prelazak uz korišćenje mobilnog tel.

Slika 8. Prelazak uz korišćenje mobilnog tel.

ANALIZA STATISTIČKIH PODATAKA POGINULIH NA PEŠAČKIM PRELAZIMA

Uvidom u podatke Integrisane baze o obeležjima bezbednosti saobraćaja Agencije za bezbednost saobraćaja, sprovedena je komparativna analiza stope smrtnosti pešaka na pešačkim prelazima u odnosu na broj stanovnika. Rezultati ukazuju na drastične razlike u nivou bezbednosti među posmatranim gradovima (Tabela 1).

Analizom relativnog rizika (broj stanovnika po jednom poginulom pešaku), dobijeni su sledeći parametri:

Najviši nivo rizika:Pančevo (1:11.784), Sombor (1:18.549) i Šabac (1:26.783);

Srednji nivo rizika:Kragujevac (1:28.770) i Užice (1:34.107);

Najniži nivo rizika:Beograd (1:40.132), Novi Sad (1:45.948) i Kraljevo (1:55.433).

Iz dobijenih podataka proizilazi zaključak da je Pančevo grad sa ubedljivo najvećim statističkim rizikom, gde je verovatnoća stradanja pešaka skoro pet puta veća u odnosu na Kraljevo, koje se pokazalo kao najbezbednije u posmatranoj grupi.

Posebno je značajan nalaz za Beograd, koji iako beleži najveći apsolutni broj poginulih (42), zbog svoje demografske veličine (približno 1,7 miliona stanovnika) predstavlja statistički bezbedniju sredinu u poređenju sa manjim gradovima poput Sombora ili Šapca. Takođe, uočava se izrazita diverzifikacija unutar AP Vojvodine: dok je Novi Sad među najbezbednijim gradovima, Pančevo i Sombor se nalaze na samom vrhu tabele po stepenu ugroženosti. Ovakva razlika ukazuje na to da populaciona veličina grada nije nužno u korelaciji sa bezbednošću, već da presudnu ulogu igraju lokalna infrastruktura i saobraćajna kultura učesnika.

Tabela 1. Grafički prikaz poginulih po gradovima

POG, TTP, LTP 2020. do 2024.god.

Polic. UpravaPOG	TTP	LTP	Br. stanovnika u hilj.	1 POG. na br. stanovnika	
Beograd	42	499	1575	1685	40132
Novi Sad	8	175	477	367	45948
Kragujevac	6	66	160	172	28770
Kraljevo	2	28	80	111	55433
Čačak 4	37	91	106	26636	

Pančevo	10	40	140	118	11748
Užice 2	25	50	68	34107	
Sombor	4	27	64	74	18549
Šabac 4	72	182	107	26782	

Integrisana baza podataka o obeležjima bezbednosti saobraćaja (3)

Razlozi za najveću ugroženost pešaka u Pančevu i Somboru

Visok stepen ugroženosti pešaka u Pančevu i Somboru može se pripisati sinergiji infrastrukturnih specifičnosti i faktora ljudske greške. U Pančevu, kritičan faktor predstavlja visok intenzitet tranzitnog i teškog teretnog saobraćaja koji se odvija kroz gradsko jezgro, čime se drastično povećava konfliktni potencijal na pešačkim prelazima. S druge strane, u Somboru dominiraju pravolinijske i široke saobraćajnice karakteristične za ravničarske predele, koje kod vozača generišu tendenciju ka neprilagođenoj brzini i padu budnosti.

Zajednički imenitelj za oba centra je „fenomen lokalne sredine“ — specifičan psihološki obrazac gde vozači i pešaci, usled osećaja poznatosti terena, svesno ili nesvesno redukuju nivo pažnje, čime se povećava verovatnoća nastanka nezgode. Takođe, ne sme se zanemariti ni uticaj neadekvatnog osvetljenja i zastarele horizontalne signalizacije na manje frekventnim tačkama, što u uslovima smanjene vidljivosti pešaka čini gotovo neprimetnim do trenutka kritičnog kontakta.

Ozbiljan doprinos stopi stradanja pešaka daje i neusklađenost infrastrukture sa važećim Pravilnikom o saobraćajnoj signalizaciji. Naime, na saobraćajnicama sa više saobraćajnih traka često se sreću obeleženi pešački prelazi bez prateće svetlosne signalizacije, što je u direktnoj suprotnosti sa bezbednosnim standardima. Ovakva rešenja stvaraju lažni osećaj prvenstva kod pešaka, dok istovremeno onemogućavaju vozačima u unutrašnjim trakama blagovremeno uočavanje pešaka usled efekta „maskiranja“ drugim vozilima. Postojanje ovakvih kritičnih tačaka u gradovima poput Pančeva ili Sombora direktno kompromituje bezbednost, čineći pešački prelaz zonom visokog rizika umesto zonom bezbednog ukrštanja.

Slika 9. Mesto nezgode stradalih pešaka ul. Vojvođanski bulevar

Na pešačkim prelazima bez svetlosne regulacije, nivo rizika direktno korelira sa konfiguracijom saobraćajnice i demografskim karakteristikama pešaka. Poseban bezbednosni izazov predstavljaju široki bulevari (poput Vojvođanskog bulevara u Pančevu), koji zbog svoje širine i preglednosti kod vozača često generišu tendenciju ka većim brzinama i zakasneloj reakciji (Sl. 9).

U ovakvim uslovima, ključna je primena člana 99. stav 5. ZOBS-a, koji propisuje imperativnu obavezu vozača da zaustavi vozilo i propusti pešake koji pripadaju ranjivim kategorijama (starija i nemoćna lica, deca, osobe sa invaliditetom). Za razliku od opšteg pravila prilagođavanja brzine, kod starijih lica (poput nastradalih pešaka rođenih 1947. i 1948. godine u saobraćajnoj nezgodi, Sl. 9), zakon nalaže striktno zaustavljanje, jer su biološke karakteristike ove populacije — smanjena brzina kretanja, otežana procena udaljenosti vozila i produženo vreme reagovanja — faktori koje vozač mora anticipirati čim ih uoči na kolovozu.

UJEDNAČAVANJE SUDSKE PRAKSE

Kada se nezgoda dogodi, pravda na putevima ne sme zavisiti od toga u kojem se gradu nezgoda dogodila, ko su učesnici nezgode, ko su akteri u krivičnom postupku, već od jedinstvenog i stručnog tumačenja zakona koje samo specijalizovano sudstvo može da obezbedi. Za razliku od razvijenih pravnih sistema gde postoje specijalizovani sudovi ili odeljenja za saobraćajne delikte, u domaćoj praksi primetan je izražen raskorak u stručnoj kompetenciji.

Usled nedostatka specifične obuke u ovoj oblasti, sudije i tužioci često nisu u mogućnosti da samostalno procene da li su dostavljeni nalaz i mišljenje u logičkom skladu sa samom dinamikom saobraćajne nezgode. Ovakva situacija dovodi do toga da se pravosudni organi gotovo isključivo oslanjaju na tehničke proračune veštaka, bez neophodnog kritičkog ocenjivanja dobijenog mišljenja, čime se uloga suda de fakto svodi na puko procesno potvrđivanje stručnih nalaza.

Specijalizacija sudija i tužilaca bi doprinela ujednačavanju sudske prakse i predvidljivosti odluka, čime bi se krivica utvrđivala na osnovu egzaktnih standarda, a ne na osnovu izolovanih i nekritički prihvaćenih tehničkih tumačenja.

DISKUSIJA

Analiza saobraćajnih nezgoda na pešačkim prelazima ukazuje na to da tragični ishodi, poput onog na Vojvođanskom bulevaru, često proizilaze iz „optičke varke širine“. Na širokim saobraćajnicama bez razdelnih ostrva, vozači neopravdano odlažu kočenje, dok su pešaci „trećeg doba“ zbog smanjene mobilnosti izloženi produženom riziku na kolovozu. Statistički podaci iz Pančeva i Sombora potvrđuju direktnu korelaciju između demografskog starenja i stope smrtnosti; biološka ranjivost starijih osoba uzrokuje do šest puta veću smrtnost u odnosu na mlađu populaciju, što signalizira da su infrastrukturne mere u ovim gradovima zakasnele.

Nasuprot njima, Kraljevo služi kao primer dobre prakse gde model „zaštićenog jezgra“, postojanje obilaznica i represivna politika prema prekršajima daju konkretne rezultate u očuvanju života

Grafikon 1. Nastradali u periodu od 2020.-2024. (Tabela 1)

ZAKLJUČAK

Sumirajući odredbe ZOBS-a i Međunarodne konvencije, bezbednost na pešačkom prelazu počiva na dualitetu principa poverenja i samozaštite. Dok se od vozača zahteva anticipacija namere pešaka, pešak ne sme dozvoliti da tehnološki napredak i zakonsko pravo prvenstva potisnu bazična pravila samoodržanja. Ignorisanjem obaveze uveravanja i upotrebom telefona, pešak se iz kategorije „zaštićenog učesnika“ seli u kategoriju „doprinosioca nezgodi“, što suštinski menja pravnu kvalifikaciju odgovornosti.

Povratak osnovnim principima pažnje – vizuelnom kontaktu sa vozačem i svesti o sopstvenom okruženju – predstavlja jedini siguran put ka smanjenju tragičnih statistika. Bezbednost u svojoj suštini ostaje čin uzajamnog uvažavanja, gde pravo prvenstva nikada ne sme postati zamena za ličnu odgovornost i zdrav razum.

PRIZNANJA

Posebnu zahvalnost dugujem saradnici Biljani Jakšić, diplomiranom filologu, čija je stručnost u stilskom uobličavanju teksta i posvećenost detaljima značajno doprinela kvalitetu i jasnoći završne verzije rada.

LITERATURA

Zakon o bezbednosti saobraćaja na putevima (2009), Službeni glasnik Republike Srbije br. 41/09, 53/10, 101/11,32/13,55/14,96/15,9/16,24/18,41/18,87/18,23/19,128/20.

Uredba o ratifikaciji međunarodne konvencije o saobraćaju na putevima, sa završnim dokumentom (1978), Službeni list SFRJ-Međunarodni ugovori, br.6/78, http://demo.paragraf.rs/demo/combined/Old/t/t2004_09/t09_0079.htm

Agencija za bezbedbost saobraćaja. Integrisana baza podataka o obeležjima bezbednosti saobraćaja, https://bazaabs.abs.gov.rs/absPortal/, pristup: januar-februar 2026



ŠTETE NASTALE USLED NEPRAVILNO OBEZBEĐENOG TERETA – ANALIZA POSLEDICA NA UČESNIKE U SAOBRAĆAJU, VOZILA, TERET I INFRASTRUKTURU

Dejan Vasiljević - dipl. ing.saobraćaja
zamenik šefa službe – homologacije i potvrđivanja, DEKRA d.o.o.
Milan Vasiljević
zamenik šefa službe – procene i ekspertize, DEKRA d.o.o.

Apstrakt

Neadekvatno osiguranje tereta može dovesti do njegovog pomeranja, ispadanja ili rasipanja tokom transporta, što može izazvati različite vrste šteta i ugroziti bezbednost saobraćaja. Posledice takvih događaja ne odnose se samo na vozilo koje prevozi teret, već mogu obuhvatiti i druga vozila u saobraćaju, učesnike u saobraćaju, sam teret, kao i elemente saobraćajne infrastrukture. U radu su analizirani najčešći načini nastanka štete, kao i vrste oštećenja koje se u praksi pojavljuju na vozilima, teretu i infrastrukturi.

Ključne reči

nepravilno obezbeđen teret, transport tereta, saobraćajne nezgode, procena štete, bezbednost saobraćaja, oštećenje vozila, saobraćajna infrastruktura

Abstract

Inadequate cargo securing can lead to shifting, falling, or spilling of the load during transport, which may cause different types of damage and endanger traffic safety. The consequences of such events do not affect only the vehicle transporting the cargo, but may also involve other vehicles in traffic, road users, the cargo itself, as well as elements of road infrastructure. This paper analyzes the most common ways in which damage occurs, as well as the types of damage that appear in practice on vehicles, cargo, and infrastructure.

Keywords
improperly secured cargo, cargo transport, traffic accidents, damage assessment, road safety, vehicle damage, road infrastructure

Uvod

Nepravilno obezbeđen teret predstavlja veliki bezbednosni rizik u saobraćaju. Njegove posledice nisu samo saobraćajne nezgode, već mogu dovesti do čitavog niza štetnih događaja.

U takvim situacijama šteta se može pojaviti: na vozilu koje vrši prevoz tereta, na drugim vozilima u saobraćaju, na samom teretu, ali i na saobraćajnoj infrastrukturi, dok posledice mogu zahvatiti i druge učesnike u saobraćaju.

U praksi to su situacije u kojima uzrok nezgode nije sudar vozila, već ispadanje ili pomeranje tereta, što može da komplikuje utvrđivanje odgovornosti.

Zbog toga je neophodno analizirati posledice nepravilnog obezbeđenja tereta, kao i vrste šteta koje iz takvih događaja mogu nastati.

U praksi procene šteta, ovakvi slučajevi nisu retki i često predstavljaju problem prilikom utvrđivanja odgovornosti, naročito kada ne postoji direktan kontakt između vozila.

1. Način nastanka štete kod nepravilno ovezbeđenog tereta

Štete nastale usled nepravilno obezbeđenog tereta najčešće nastaju kao posledica njegovog pomeranja, ispadanja ili rasipanja tokom transporta.

Ovakve situacije mogu nastati zbog neadekvatnog vezivanja tereta, i zbog nepravilnog rasporeda mase tereta u tovarnom prostoru vozila.

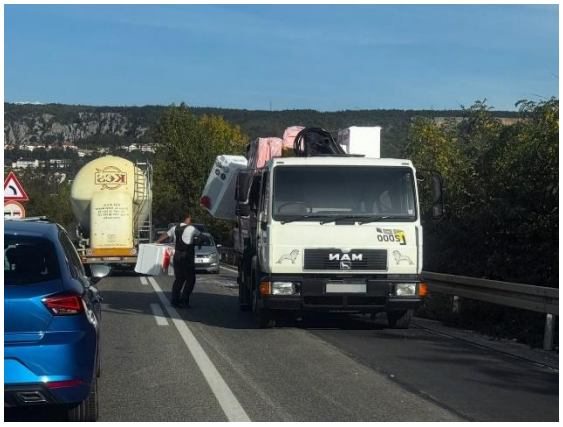
Kod vozila koja prevoze rasuti materijal, kao što su kiper vozila ili poluprikolice namenjene transportu šljunka, peska ili građevinskog otpada, česta je pojava rasipanja tereta sa nepokrivenih tovarnih prostora.

U takvim slučajevima i manja količina materijala koja dospe na kolovoz može izazvati ozbiljne posledice po bezbednost saobraćaja.

Pored ispadanja tereta, značajan problem predstavlja i pomeranje tereta unutar tovarnog prostora.

Promena položaja mase može dovesti do pomeranja težišta vozila, što dovodi do destabilizacije vozila tokom vožnje, naročito u krivinama ili prilikom naglog kočenja. U najgorem slučaju ovakve situacije mogu dovesti i do prevrtanja vozila.





2. Šteta na učesnicima u saobraćaju

Nepravilno obezbeđen teret predstavlja ozbiljnu direktnu i indirektnu pretnju bezbednosti učesnika u saobraćaju, jer može dovesti do povreda kako usled samog udara, tako i usled iznenadnih i nekontrolisanih reakcija vozača.

Posebno su ugroženi pešaci, biciklisti i motociklisti, kod kojih i minimalan kontakt sa teretom može imati teške posledice.

U urbanim sredinama dodatni rizik predstavlja mogućnost da ispadnuti teret može ugroziti ili oštetiti vozila i objekte u neposrednoj blizini kolovoza, čime se posledice dodatno proširuju.

Iako se ovakvi događaji ne dešavaju često, njihove posledice mogu biti izuzetno ozbiljne, zbog čega se pitanje pravilnog obezbeđenja tereta smatra jednim od važnih elemenata bezbednosti saobraćaja.





3. Šteta na vozilu koje prevozi teret

Nepravilno obezbeđenje tereta može dovesti do oštećenja i na samom vozilu koje vrši transport.

Pomeranje tereta tokom vožnje može izazvati dodatna opterećenja na konstrukciji vozila, što može dovesti do oštećenja šasije, karoserije ili nadgradnje vozila.

Takođe, naglo pomeranje mase može izazvati preopterećenje pojedinih osovina, kao i oštećenja elemenata vešanja i sistema oslanjanja vozila.

U određenim situacijama, naročito prilikom naglog kočenja ili izbegavanja prepreke, može doći i do deformacija tovarnog prostora ili mehanizama za podizanje kiperske nadgradnje. Poseban problem predstavlja i pretovar vozila, koji često prati nepravilno obezbeđenje tereta. Pretovar povećava opterećenje vozila, skraćuje vek trajanja pojedinih komponenti i povećava rizik od tehničkih kvarova i oštećenja tokom eksploatacije.





4. Šteta na drugim vozilima u nezgodi

Nepravilno obezbeđen teret često predstavlja uzrok oštećenja na drugim vozilima koja učestvuju u saobraćaju.

Ova oštećenja mogu nastati usled direktnog udara tereta koji je ispao sa vozila, ali i kao posledica saobraćajnih nezgoda koje nastaju kada vozači pokušavaju da izbegnu prepreku na kolovozu.

U takvim situacijama veza između nepravilno obezbeđenog tereta i nastale štete može biti otežana za dokazivanje.

U praksi su česte situacije u kojima kamen, komadi metala ili drugi predmeti ispadaju iz tovarnog prostora i oštete vozila koja se kreću iza teretnog vozila.

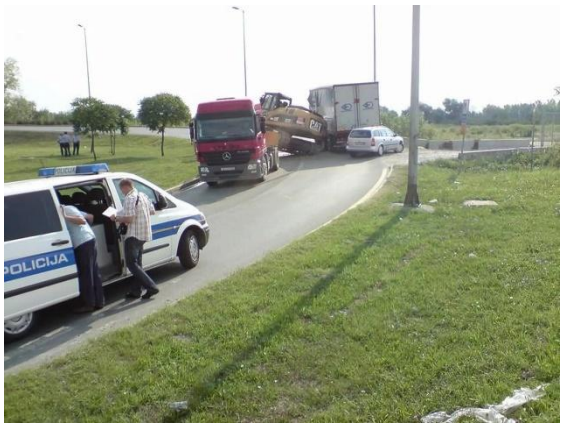
U takvim slučajevima najčešće dolazi do oštećenja vetrobranskih stakala, farova ili prednjih delova vozila.

Međutim, posledice mogu biti i znatno ozbiljnije, naročito ukoliko dođe do naglog gubitka vidljivosti ili kontrole nad vozilom.

Posebno je značajno naglasiti da šteta na drugim vozilima često nastaje bez direktnog kontakta sa vozilom koje prevozi teret.

Ukoliko vozač reaguje naglim kočenjem ili skretanjem kako bi izbegao prepreku, može dovesti do lančanih sudara ili izletanja sa kolovoza.

Posebno je značajno naglasiti da šteta na drugim vozilima često nastaje bez direktnog kontakta sa vozilom koje prevozi teret.

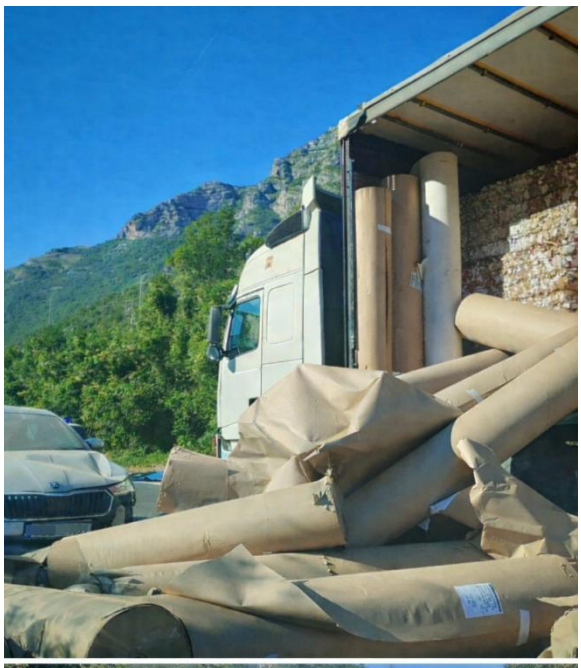




Sa aspekta procene štete i osiguranja, ovakvi slučajevi zahtevaju posebnu pažnju, jer je neophodno utvrditi način nastanka štete, analizirati kretanje vozila i okolnosti nezgode, kao i proceniti postojanje veze između događaja i nastalih oštećenja.

Dodatni problem u praksi predstavlja činjenica da vozači često nisu svesni trenutka kada dolazi do ispadanja tereta, te nastavljaju kretanje bez zaustavljanja. To može dodatno da komplikuje identifikaciju odgovornog lica i postupak naknade štete.

Tipičan primer iz prakse je situacija u kojoj dolazi do iznenadnog pojavljivanja prepreke na kolovozu, usled čega vozač reaguje naglim kočenjem ili promenom pravca kretanja, što dovodi do nastanka štete.









5. Šteta na teretu

Pored štete na vozilima i infrastrukturi, nepravilno obezbeđenje tereta može dovesti i do oštećenja samog tereta.

Tokom transporta može doći do njegovog prevrtanja, rasipanja ili potpunog ispadanja iz tovarnog prostora, što može dovesti do uništenja samog tereta.

U određenim situacijama oštećenje tereta može izazvati i dodatne troškove vezane za uklanjanje rasutog materijala sa kolovoza, čišćenje saobraćajnice ili sanaciju posledica nezgode.







6. Šteta na infrastrukturi

Nepravilno obezbeđen teret može prouzrokovati i oštećenja na elementima saobraćajne infrastrukture. U ovakvim situacijama najčešće dolazi do oštećenja kolovoza, zaštitnih ograda, saobraćajne signalizacije, stubova javne rasvete ili drugih objekata.

Rasuti materijal koji dospe na kolovoz može smanjiti prianjanje pneumatika i povećati rizik od proklizavanja vozila, dok veći predmeti koji padnu sa vozila mogu direktno oštetiti zaštitne ograde, znakove ili druge elemente infrastrukture.

U pojedinim slučajevima šteta može nastati i na mostovima, tunelima ili drugim saobraćajnim objektima, naročito ukoliko dođe do sudara vozila koje je izgubilo stabilnost usled pomeranja tereta.





7. Zaključak

U praksi se često javljaju situacije kada usled nepravilnog obezbeđenja tereta dolazi do njegovog ispadanja ili pomeranja tokom transporta.

U takvim slučajevima može doći do pojave prepreka na kolovozu, što predstavlja iznenadnu opasnost za druge učesnike u saobraćaju. Reakcija vozača u tim situacijama često je nagla (kočenje ili izbegavanje), što može dovesti do gubitka kontrole nad vozilom i nastanka štete, čak i bez direktnog kontakta sa vozilom koje prevozi teret.

Analiza je pokazala da i relativno male nepravilnosti, kao što su nepostavljanje zaštitne cerade ili neadekvatno vezivanje tereta, mogu imati ozbiljne posledice. Poseban problem predstavlja činjenica da do štete može doći i bez direktnog kontakta između vozila, što dodatno otežava utvrđivanje odgovornosti.

Iz tog razloga, pravilno obezbeđenje tereta ima ključnu ulogu u sprečavanju saobraćajnih nezgoda i smanjenju materijalne štete. Dosledna primena propisa i kontrola načina prevoza tereta predstavljaju osnovne mere za unapređenje bezbednosti u drumskom saobraćajui smanjenje šteta izazvanih na ovaj način.

Literatura

- **DEKRA** – Cargo Securing in Road Transport (Training and Technical Materials)
- **IRU – Load Securing Guidelines** – International Road Transport Union
- **DEKRA** Vasiljević, M. – Interna praksa i analiza slučajeva procene štete
- **FOTO** – Google, interna DEKRA arhiva i lična arhiva



ОДРЕЂИВАЊЕ БРЗИНЕ ВОЗИЛА НА ОСНОВУ РАДИЈУСА ТРАГОВА ЗАНОШЕЊА

Владимир Ерац дилп.инж.саобр.
Марко Марковић дилп.инж.саобр.
Зоран Јелић дилп.инж.саобр

Абстракт

Приликом анализе саобраћајних незгода у којима је дошло до појаве трагова заношења једно од питања које се поставља пред вештака саобраћајно-техничке струке јесте и израчунавање граничне брзина возила на проклизавање, односно заношење.

Трагови заношења настају кад бочне силе које делују на возило премаше максималну бочну силу приањања. При томе се возило креће бочно и унапред (транслаторно и ротационо кретање) или само бочно (ротационо кретање око једне фиксиране тачке), за разлику од кочења, кад се возило креће унапред (само транслаторно).

Возило се налази у заношењу када се ротира око своје x осе док се креће дуж путање, односно точкови возила се и даље котрљају, али у исто време возило бочно клиза. При контролисаном скретању, задњи точкови прате путању предњих точкова.

Кључне речи: радијус кривине, саобраћајна незгода, брзина

Abstract
During the analysis of traffic accidents in which yaw marks have appeared, one of the questions posed to a traffic engineering expert is the calculation of the vehicle's critical speed for skidding, i.e. yawing.

Yaw marks occur when the lateral forces acting on the vehicle exceed the maximum lateral adhesion force. In such cases, the vehicle moves both laterally and forward (translational and rotational motion) or only laterally (rotational motion about a fixed point), unlike braking, when the vehicle moves forward only (purely translational motion).

A vehicle is in a yaw when it rotates about its vertical axis while moving along its path; that is, the wheels continue to roll, but at the same time the vehicle slides laterally. During controlled cornering, the rear wheels follow the path of the front wheels. When a vehicle travels through a curve, the rear wheels are closer to the inside of the curve than the front wheels

Keywords: curve radius, traffic accident, speed

УВОД

Трагови заношења су последица нагле промене смера вожње, интензивног кочења при скретању возила, различитог успоравања појединих точкова при кочењу (исправног или неисправног система за кочење), различитог трења појединих точкова и подлоге (нпр. Део коловоза прекривен шљунком, песком, уљем, лишћем) или различите врсте стања пнеуматика на точковима исте осовине. Трагови заношења могу настати на свим врстама и стањима подлога (асфалт – сув или мокар, банкина, земљана површина и сл.) Трагови заношења могу настати након трага вожње, трага кочења и/или трага блокирања. Трагови заношења настају при истовременом транслаторном кретању и ротацији возила око вертикалне осе. Последица су истовременог деловања кинетичке енергије и центрифугалне силе. Карактеристичан је распоред трагова точкова с обзиром на уздужну

и попречну прерасподелу тежине. Карактеристичан је јачи отисак спољне ивице трага. На меканој подлози видљиво је повишење руба спољне ивице трага. Трагови заношења настају кад бочне силе које делују на возило премаше максималну бочну силу приањања. При томе се возило креће бочно и унапред (транслаторно и ротационо кретање) или само бочно (ротационо кретање око једне фиксиране тачке), за разлику од кочења, кад се возило креће унапред (само транслаторно).

Трагови заношења остају на пнеуматику и на подлози. На пнеуматику су уочљиве попречне шаре „обриси“, који могу захватити цео обим пнеуматика (чисто заношење) или само део обима (заношење са кочењем). Слични попречни обриси могу се наћи и на траговима заношења на подлози. У неким ситуацијама трагови заношења претходе превртању возила.

Распознавање трагова заношења је сасвим једноставно:

- трагови заношења су везани за заношење возила (зато ће се ови трагови потражити у свим ситуацијама кад је дошло до заношења возила),
- трагови заношења су увек криволинијски,
- трагови заношења од различитих точкова никад се не преклапају,
- ширина трагова заношења се мења дуж трагова,
- шаре пнеуматика на трагу су деформисане и пружају се укосо или попречно.



Траг заноења некоченог точка



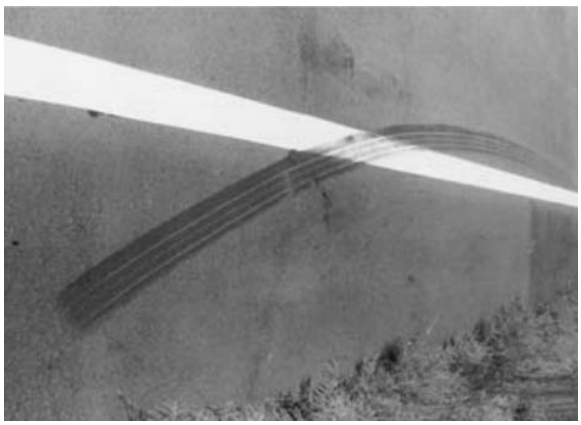
Траг заноења коченог точка



Трагови заношења



Трагови заношења возила са ABS системом

Трагови који имају лучну путању који се не могу користити у анализи граничне брзине на проклизавање

У пракси приликом настанка саобраћајних незгода јављају се различите врсте закривљених трагова кочења могу настати услед догађаја као што су блокирање кочница и окретање возила или удар возила у други објекат након чега долази до окретања. Анализа граничне брзине на основу трагова заношења може се вршити искључиво за ситуације у којима је возило почело бочно проклизавати јер је премашило перформансе бочног пријањања пнеуматика.

ИЗРАЧУНАВАЊЕ ГРАНИЧНЕ БРЗИНЕ НА ПРОКЛИЗАВАЊЕ

Приликом кретања по кружној путањи на возила осим сила које се јављају при вожњи у правцу, делује и бочна, тзв. центрифугална сила. Интензитет деловања те сила пропорционалан је производу тежине возила и квадрату брзине, а обрнуто пропорционалан полупречнику кружне путање. То значи, да са повећањем тежине и брзине кретања возила и смањењем полупречника кривине центрифугална сила расте. Стабилност возила у кривини може се посматрати као могућност бочног заношења (проклизавања) возила и превртања возила. Већина путничких аутомобила конструисана је тако да ће се возило приликом кретања пре занети него превернути. Код тешких теретних возила, нарочито која су натоварена у висину, може доћи до превртања приликом вожње кроз кривину.

Граничну брзину, при којој још нема заношења возила, добијамо из вредности центрифугалне силе и силе пријањања. Возило се при таквом кретању не креће по жељеној путањи већ континуирано клизи према спољашњој страни кривине.

Гранична брзина возила на проклизавање, односно заношење на путу без попречног нагиба коловоза може се одредити према следећем обрасцу:

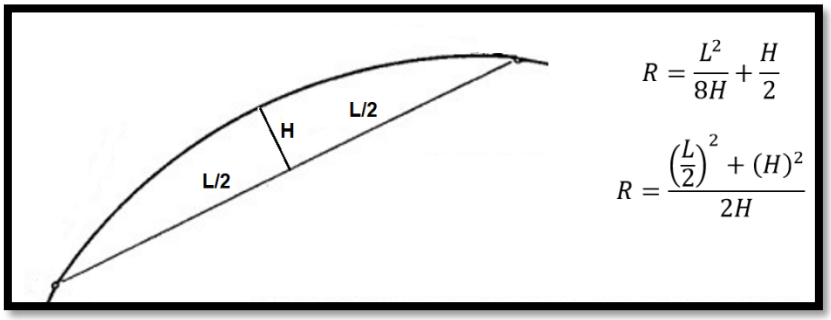
$$V_{gk} = \sqrt{R \cdot g \cdot \mu_s} \qquad [m/s]$$

Гранична брзина возила на проклизавање, односно заношење на путу са попречним нагибом коловоза може се одредити према следећем обрасцу:

$$V_{gk} = \sqrt{R \cdot g \cdot \frac{\mu_s + i}{1 - \mu_s \cdot i}} \qquad [m/s]$$

ОДРЕЂИВАЊЕ РАДИЈУСА ТРАГОВА ЗАНОШЕЊА

За одређивање радијуса трагова заношења у стручној литератури постоје различите методе али се најчешће користе методе које подразумевају мерење тетиве лука и удаљености тетиве од лука.



Одређивање радијуса трага заношења

Увиђајне екипе за мерење користе најчешће ортогоналну методу и мерење линијских трагова подразумева координате почетка и краја трага, па се дужина може утврдити по следећој формули.

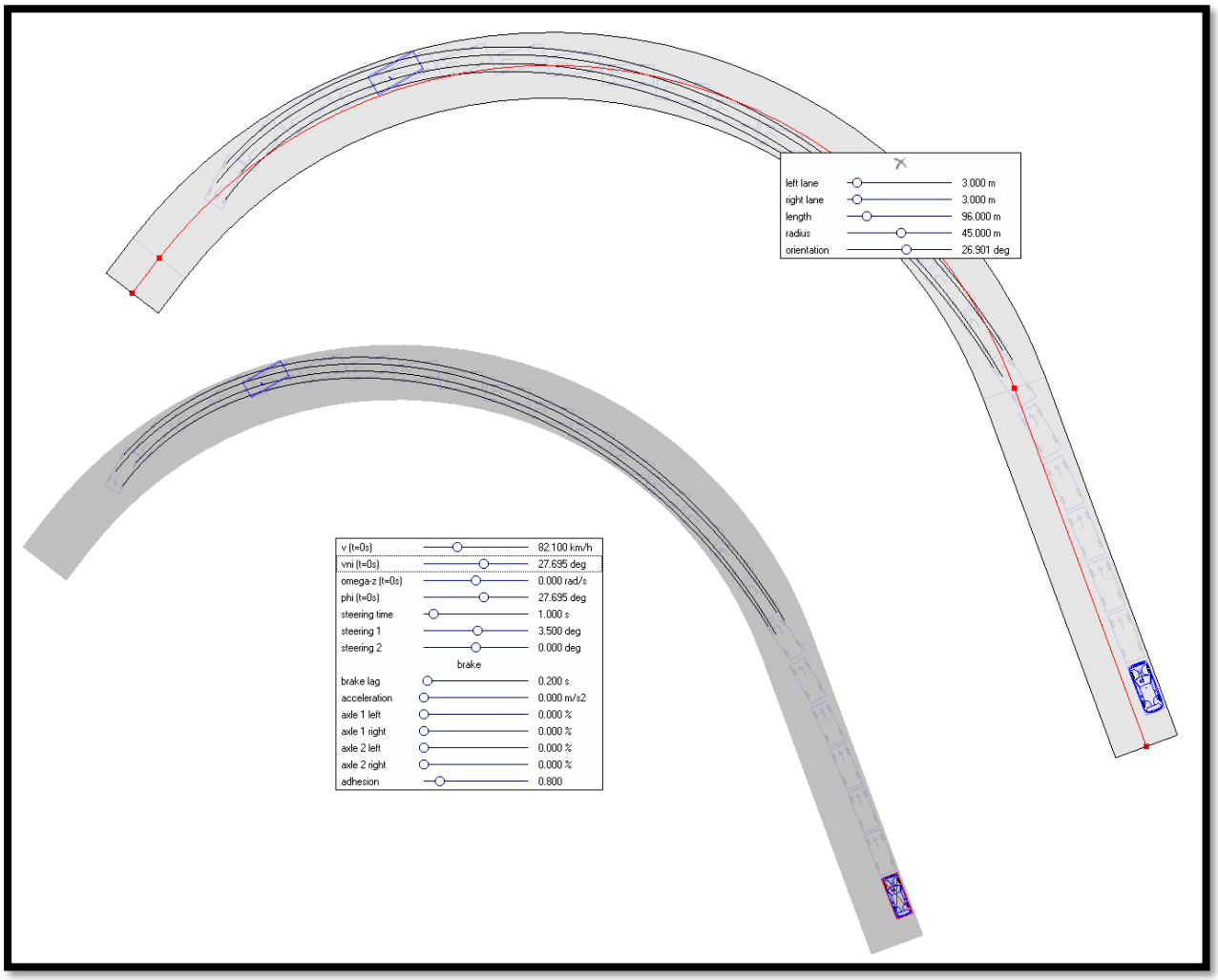
$$L = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2}$$

ИЗРАЧУНАВАЊЕ ГРАНИЧНЕ БРЗИНЕ ПРОЛАСКА ВОЗИЛА КРОЗ ХОРИЗОНТАЛНУ КРИВИНУ

Уобичајено се претпоставља да кривина коловоза представља критичну путању којом се возило кретало и вештаци често приликом израде налаза тако и рачунају граничну брзину на проклизавање. Међутим, возачи управљају возилом по тренутним радијусима путање који су оштрији од саме кривине пута. У наредном примеру анализирана је могућност проласка возила кроз кривину радијуса 45 m. Применом обрасца за израчунавање V_{gr} добија се следећа брзина.

$$V_{gk} = \sqrt{R \cdot g \cdot \mu_s} = \sqrt{45 \cdot 9{,}81 \cdot 0{,}8 \cdot 0{,}8} = 16{,}81\ m/s = 60{,}5\ km/h$$

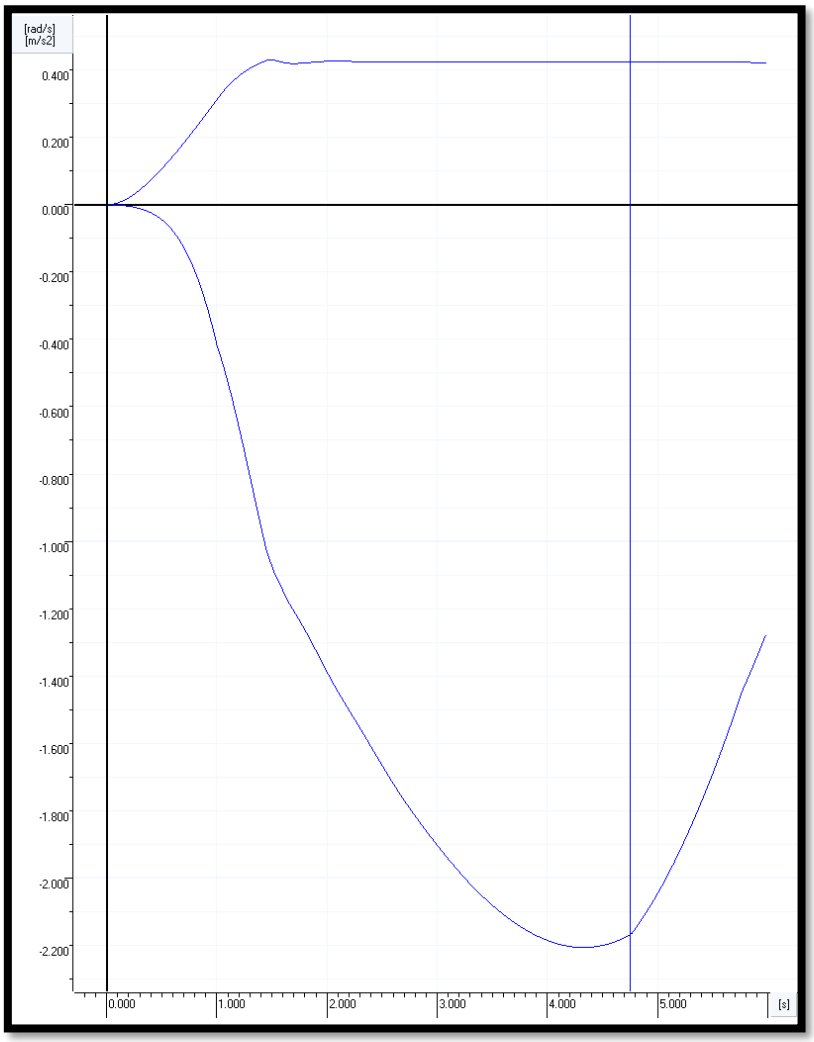
Применом програма Virtual Crash 2.2 вршена је анализа могућности проласка кроз кривину радијуса 45 m и ширине коловоза 6 m и утврђено да је постоји могућност проласка кроз кривину брзином од 82,1 km/h.



Брзина возила и трагови заношења које возило оставља приликом проласка кроз кривину

На дијаграму су представљени успорење приликом заношења и угаона брзина. Максимално успорење у анализираном случају износи највише 2,2 m/s^2, док је максимална угаона брзина приликом заношења износила 0,43 rad/s.

Многобројна тестирања током година сугеришу да је номинална вредност успоравања током заношења, на сувој и тврдој подлози, око 0,15g до 0,30g. Како брзине постају веће више, уздужно убрзање се обично смањује а пнеуматици реагују на мање углове управљања.

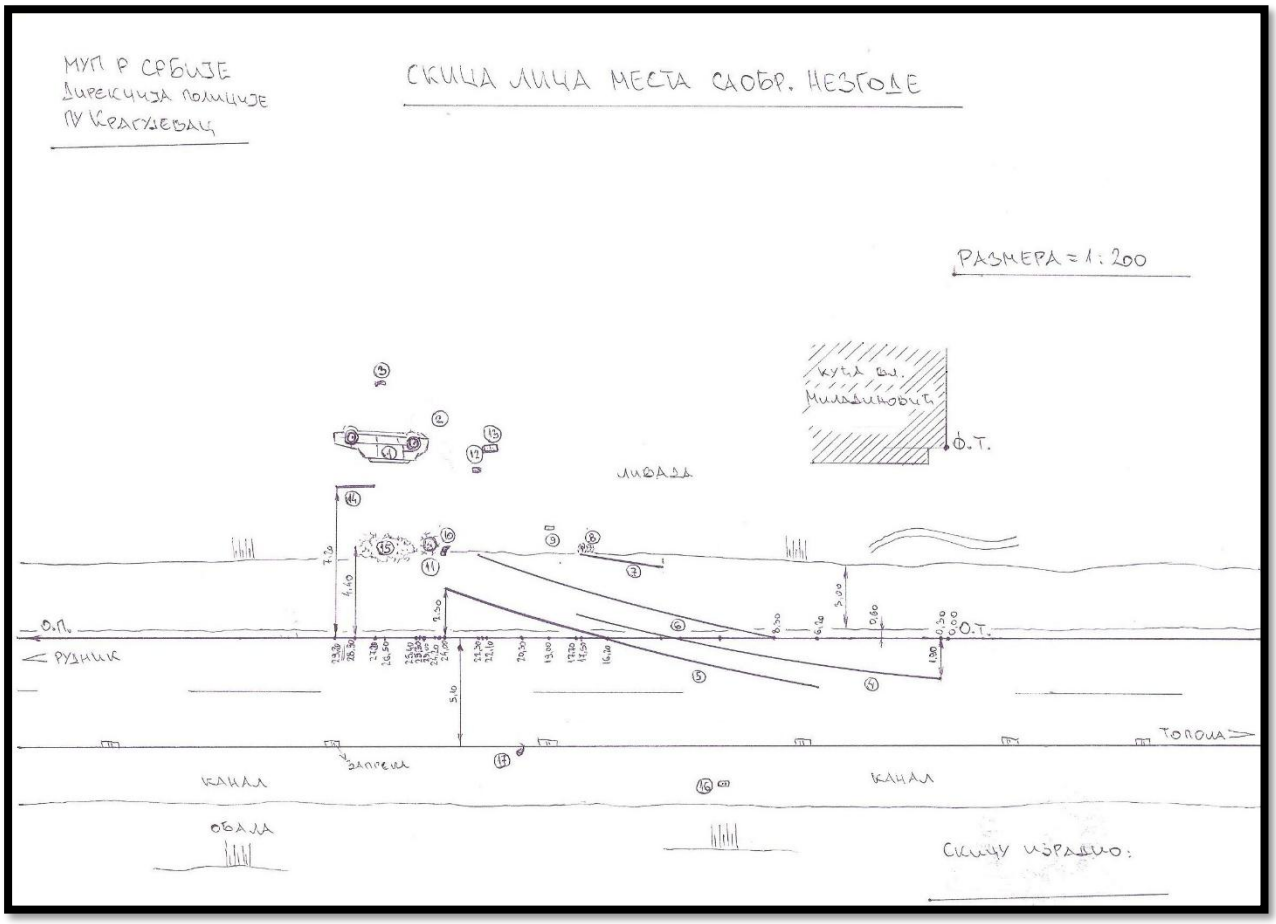


Дијаграм угаоне брзине и успорења у времену

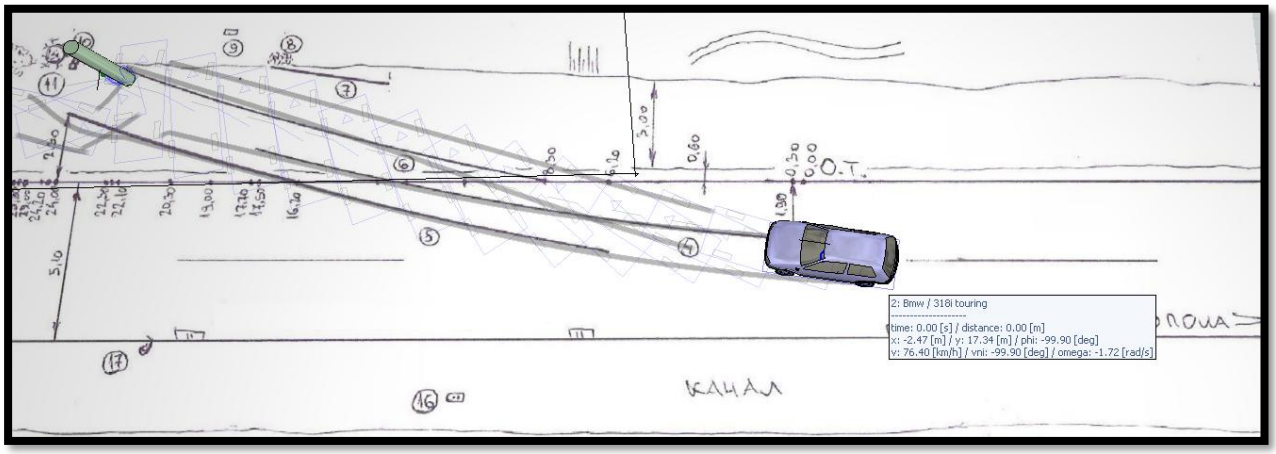
ПРИМЕР АНАЛИЗЕ САОБРАЋАЈНЕ НЕЗГОДЕ

У пракси се најчешће јављају трагови заношења са кочењем и за потребе овог рада извршили смо анализу једне такве незгоде.

У саобраћајној незгоди дошло је до заношења возила на коловозу, силаска возила са десне стране коловоза, удара у препреку и превртање. У поменутом примеру извршили смо анализу трагова заношења коришћењем програма Virtual Crash 2.2. Како се возило у тренутку појаве првих трагова које је фиксирала увиђајна екипа већ налазило у процесу заношења, извршили смо анализу брзине возила при којој би возило остављало на коловозу трагове који би одговарали фиксираним траговима. При наведеној анализи фиксирани трагови одговарају кретању различитих точкова а удар у препреку поред коловоза одговара начину кретања по траговима и EES-у возила. Добијени резултати су представљени на следећим сликама.



Скица лица места саобраћајне незгоде



Брзина возила у тренутку појаве трагова и кретање точкова по фиксираним траговима кретања возила

Проблеми који се јављају при анализи граничне брзине на основу радијуса трагова заношења:

1. увиђајне екипе нису довољно обучене за идентификовање и фиксирање оваквих трагова

2. на ситуационом плану се овакви трагови најчешће цртају произвољно, без адекватних мерења

3. са уцртаних трагова није могуће издвојити битне елементе за прорачун

4. овакве незгоде најчешће настају у кривинама а ортогонално мерење није погодно ни за цртање кривине ни за накнадно цртање трагова заношења
5. модерна возила поседују елементе активне безбедности возила који побољшавају стабилност возила и умањују могућност настанка трагова заношења
6. мале грешке у мерењу и представљању на ситуационом плану могу довести до значајних грешака у тачности.

ЗАКЉУЧАК

Приликом анализе саобраћајних незгода које се догађају у кривинама, једно од питања које се поставља пред вештака саобраћајно-техничке струке јесте и израчунавање граничне брзина возила на проклизавање, односно заношење у конкретној кривини. У раду су представљене вредности добијене класичним прорачуном и коришћењем програма за анализу саобраћајних незгода.

Због комплексности документовања трагова заношења и трагова заношења са кочењем анализа незгода у кривинама, непосредно пре или после кривине представља изазов који се поставља пред вештаке. За квалитетну анализу је потребно коришћење савремених компјутерских програма за анализу саобраћајних незгода и коришћење сателитских снимака локације кривине, док су резултати добијени класичним методама за прорачун доста ограничени због грешака у мерењу и представљању елемената кривине и трагова.

ЛИТЕРАТУРА

1. Forensics Commentary Accident Reconstruction: The Estimation of Speed Based on Yaw Mark Analysis, Elliot Johnson and Edward J. Imwinkelried
2. Critical Speed Yaw Analysis and Testing, John Daily, Jackson Hole, Nathan Shigemura
3. Critical Speed Yaw:Special Situations, Wade Bartlett, PE Mechanical Forensics Engineering Services, LLC
4. The Calculation of Motor Car Speeds from Curved Tyre Marks, Lambourn, R.F., 1989, J Forensic Science Society
5. Uncertainty in Accident Reconstruction Calculations, Brach, R. M., 1994, Paper 940722, SAE International Congress
6. Određivanje poluprečnika horizontalne krivineprimenom softverskog paketa Cgs Labs – Plateia, Dejan Bogićević; Dušan Kocić; Rade Avramović
7. Костић С.: Технике безбедности и контроле саобраћаја, ФТН, Нови Сад, 2010.
8. Липовац К.: Увиђај саобраћајних незгода – Израда Скица и Ситуационих планова, Виша Школа унутрашњих послова, Београд, 1994

9. Збирка задатака из безбедности саобраћаја са практикумом – др Милан Вујанић, др Борис Антић, др Далибор Пешић, Ненад Марковић, Душко Пешић, др Крсто Липовац –



NAJSAVREMENIJE METODE I NAČIN UPOTREBE ODGOVARAJUĆIH SREDSTAVA U ZIMSKIM USLOVIMA SAOBRAĆAJA

Mr Nihad Strojil dipl. ing. saobr., JKP "USLUGA" Priboj

ABSTRAKT

Održavanje puteva u zimskim uslovima je kompleksnoi složenoi zahteva se optimalnai fleksibilna angažovanost da bi saobraćaJ mogao normalnoi bezbedno da se odvija. Da bi se postigla racionalnost u održavanju puteva u zimskom period neminovna je koordinacijaizmeđu onih koji održavaju puteve, učesnika u saobraćaju (korisnici), policije koja reguliše saobraćaj, kaoi kvalitetnai blagovremenainformisanost o stanjui uslovima koji vladaju na putu.

Cilj ovog rada bio je da se analizom postojećih stanja bezbednosti u drumskom saobraćaju na putevima Srbije, na osnovu raspoloživih statističkih podataka, neposrednim posmatranjem stanja saobraćaja, te obradom realnih saobraćajnih nezgoda, pokušati unaprediti bezbednost saobraćajai dati novi predlog prioritetima čišćenja saobraćajnica u zimskom periodu. U politici upravljanja putevima u zimskim uslovima saobraćaja trebaizmeniti odnos prema kategorizaciji puteva.

SUMMARY

There are manynocationsin the present road networkin R. Serbia of public highways where a number of traffic accident tekeplace. Those locations should be reconstructed for the purpose of remoying causes wich arose the traffic accidents, Beforedoint the dangerous locations on highways should beidentificated and ranked. Quotedacvities presented the condition of putting under supervision the leved of traffic safety. To make the reconstruction of the most dangerous locations, theskiiled analysis of arising the causes of the traffic accidents should be made.

The promotion of development of the traffic system on the wholein the highway traffic are the common publicinterestin wich regular and timely solving the whole societyisinterested.

1. 0 UVOD

Održavanje puteva u zimskom periodu, sprečavanje pojave poledicei uklanjanje snega je veoma delikatan, skupi odgovoran posao koji podrazumeva ngažovanje ogromnih resursa: materijala, radne snage, specijalizovane opreme, građevinske mehanizacijei smeštenih kapaciteta. Racionalno ponašanje upravljača putevima,izvođača radova kaoi državnih organa je neophodno. Sneg, snežna vejavica, kiša, magla, poledicai grad predstavljaju stalnu opasnost za bezbedno odvijanje saobraćaja. Ovi uslovi nemaju svoj kontinuitet, većina kratkoj relaciji nekad se osetno menjaju.

Naizmenične padavine odnosno često smenjivanje suvogi vlažnog kolovoza postavljaju pred vozača visoke zahteve u pogledu usklađivanja režima vožnje sa ovakvim uslovima.

Zavisno od prirode padavina put menja karakteristikei postaje manjeili više nesiguran. Neka opasna mesta/nepovoljni radijusi krivina, nagibii sl. / postaju još opasniji. Zbog padavina/kiša, sneg, led/ smanjuje se vidljivosti koeficijent prijanjanja pneumatika za kolovoz usled čega je teže, a nekad nemoguće realizovati vučnuili kočionu silu. U ovakvim uslovima

neophodno je menjati režim vožnje. (na slici br. 1 prikaz zimskih padavinai mehanizacije na terenu).



SL. br 1 Prikaz zimskog okruženja sa snegomi mehanizacij na terenu

Režim vožnje je funkcija konstantnihi promenljivih faktora. U konstante ubrajamo one koji se ne menjaju/tehnički elementi puta/, dok u promenljive ubrajamo one faktore koji su podložni promeni (klimatski uslovi,i drugi faktori spoljne sredine, obimi struktura saobraćaja itd.).

Klimatski uticajiimaju određen uticaji na vozilo. Pored uticaja različitih temperatura na ponašanje materiala od kojih je vozilo napravljeno. U zimskom periodu koji je u periodu od **(15. 11. 2025. - do 31. 03. 2026. godine),** a ukoliko dođe do padavinaili potrebe zaintervencijom zbog pojave polediceili slično, preduzeća su obavezna daintervenišui prei posle ovih termina trajanja zimske službe. Usled zimskog perioda često dolazi do zamagljivanjai zaleđivanja vetrobranskog staklai drugih zastakljenih površinašto umanjuje vidljivosti preglednost vozaču.

Poznato je da se po magli dešavaju najčešće nezgode u kojima učestvuje veći broj vozila takozvani “lančani sudar”. Magla sama po sebi nije uzrok ovakvih nezgoda ali ona stvara uslove u kojima se drugi faktori mogu konkretizovati u nezgodi. Uslovi koji su posledica ovakvih klimatskih uticaja zahtevaju prilagođavanje, tj. drugačiji režimi tehnikuvožnje.

Uticaj vremenskih prilika na spoljne uslove odvijanja saobraćaja je uglavnom vidljiv, učesnik u saobraćaju, posebno je vozač svestan njihovog prisustvai može se zaštititiili bar ublažiti njihov nepovoljan uticaj na taj način što će upravljati vozilom,između ostalog prilagoditii ovakvim uslovima.

2. 0 POSLOVI ODRŽAVANJA U ZIMSKOM PERIODU

Kod održavanja puteva u zimskim uslovima podrazumeva se:

- organizacija zimske službei vršenje poslova na obezbeđenje prohodnosti puteva u zimskom period (čišćenje snega, posipanje kolovoza solju, odbacivanje snegaiz usekai sa objekatai ostali poslovi koji obezbeđuju odvijanje saobraćaja u zimskom periodu.

- izvršavanje ostalih poslova potrebnih za obezbeđivanje prohodnosti puteva (ispuštanje vode sa kolovoza, održavanje kanala, održavanje saobraćajne signalizacije - stalnei privremene, popravka sigurnosnih ograda, krpljenje udarnih rupa, oštećenih bankina, uklanjanje blata sa kolovozaitd.)

Početak zimske službe je uvek od 15. Novembra tekuće godine do 31. Marta naredne godine. U koliko dođe do padavinaili potrebe zaintervencijom zbog pojave polediceili slično, preduzeća su obavezna daintervenišui prei posle ovih termina trajanja zimske službe.

U zavisnosti od vremenskih uslovai meteorološke prognoze vremena uvodi se višestepena angažovanosti / pripremljenosti / sredstava radai ljudstva na bazama na održavanju putevai to četiri stepena angažovanosti u zavisnosti od meteorološke prognoze vremena (temperature vazduha, snežnih padavinai sl.) sa 25%, 75%,i 100% angažovanosti, a četvrti stepen angažovanosti uvodi se kada se jave vremenske nepogode, vanredno stanje.

3. 0 PRIORITETI ODRŽAVANJA PUTEVA

3. 1 Standardi zimskog održavanja

Propisuju:

- Vreme reakcije posada
  - pripravnost
  - kapacitet mehanizacije
- Obim čišćenja
  - minimalna prohodna širina saobraćajnice
  - maksimalna debljina snega na kolovozu
- Rok za postizanje prethodnih efekata u odnosu na početak padavina

3. 2 Podela puteva prema prioritetima

Svi državnii regionalni putevi kategorisani su u tri prioritetai to:

U prvi prioritet su uglavnom svrstani svi državni, magistralni putevii značajni regionalni-putevi.

U drugi prioritet su svrstani jedan deo magistralnih putevai veliki deo regionalnih putevai u treći prioritet su svrstani ostali deo regionalnih puteva. Vodeći računa o značaju putnih pravaca, /u vezi sa većim gradovima/, putevi do turističkih centara, putevi do rudnika termoelektranai dr. Autoputevii polu auto putevi su prvi prioriteti, a svi ostali magistralni putevi su prvogi drugog prioriteta, dok su regionalni putevi drugogi trećeg prioriteta. Dok kod manjih Opštinai lokalnih samouprava se drugačije pristupa prioritetima.

- **Putevi prvog prioriteta**

Kolovoz se čistii posipa mešavinom solii rizle, tako da se omogući bezbedno odvijanje saobraćaja uz smanjenu brzinu u otežanim uslovima / sneg na kolovozu, padavine, poledica, niske temperature, slaba vidljivosti slično/ na maksimalno 60 km/h. Do prekida saobraćaja može doći od 1-2 časadnevno. Odvijanje saobraćaja podrazumeva obaveznu upotrebu zimske opreme od svih korisnika puteva. Za ovaj prioritet određen je učinak jednog vozila sa hidrauličnom daskomi posipačem za soili abrozivni materijal da održava deonicu puta u dužini od 50km.

- **PuteviiI prioriteta**

Kolovoz se čistii posipa rizlomili šljakom tako da se omogući odvijanje saobraćaja sa smanjenom brzinom na maksimalno 40 km/h. u otežanim uslovima /sneg na kolovozu, padavine, poledica, niske temperature, slaba vidljivosti sl. / Prekid saobraćaja mogući i do 6 sati. Obavezna je zimska oprema a u brdovitimi planinskim predelima obavezna je upotreba lanaca. Posipanje soli po odgrtanju snega se obavlja da bi se odstranio zaostali snegi za čišćenja sprečavalo njegovo stvrdnjavanje.

3. 2 Priprema puta

Pre negošto se otpočne sa radovima na održavanju puteva u zimskim uslovima potrebno je uradit neke radove na pripremi putai objekta kao preduslov za obezbeđenjeizvođenja radova u toku čišćenja snega sprečavanja poledice kao:

- Opravka površine kolovoza,
- Uređenje bankina,
- Radovi na čišćenju jarkova, rigola, propusta da se voda nesmetano može odvesti van trupa puta,
- Obnoviti horizontalnui vertikalnu signalizaciju,
- Obeležavanje širine kolovoza, prepreka sa motkama.

Kako odabrati najsavremenija sredstva u cilju efikasnosti čišćenja zavisi od:

a) procene veličine površine,
b) vrsta snega/ suvi, mokri, ledeni/i površine/ beton, asfalt, trava/,i
c) budžetidostupnost.

Zbog nedostatka finansijskih sredstava u toku godinene kada su preduzeća u nemogućnosti da obnove horizontalnui vertikalnu signalizaciju.

3. 3 Priprema sredstava rada

Pre nego što se najsavremenija sredstva rada uključe u održavanju puteva, neophodno je da seista po već određenoj dinamici povlače sa terenai obavi:

- Redovan pregled mašinai servisiranje,
- Srednje opravkei remonti,
- Nabavka potrebnih količina gorivai maziva za sredstva rada,
- Obezbeđenje dovoljnih količina posipnog materijalai dr.

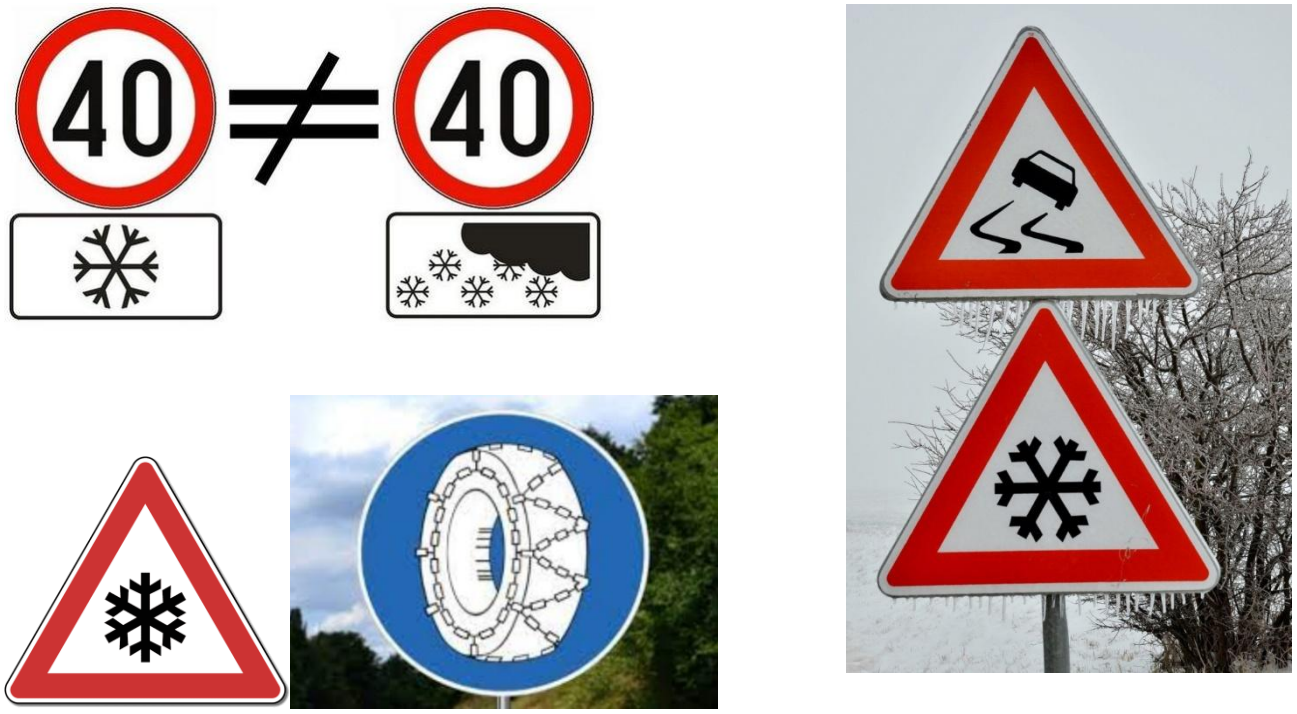
3. 4 Punktovi zimske službe

Punktovi predstavljaju osnovne jediniceiz kojih počinje operativnoizvršavanje svih delatnosti na održavanju puteva u zimskim uslovima. Oni radei deluju samostalno na mreži puteva za koji su locirani a na osnovu zaduženjai programaiz projekta organizacije održavanja puteva u zimskim uslovima. Punktovi su osnov prikupljanjai distribucija podataka o stanju na putevima. U njemu su koncentrisana sva sredstva rada, material, ljudstvo za održavanje putevai po planu direkcija za puteve. Oni su u stepenu pripravnosti na punktu zimske službe u period od 0-24 h. i ono se moraisprojektovati za svaki punkt pojedinačno u zavisnosti od prioriteta putnog pravca, deonicai drugih elemenata.



Sl. br 2 Prikaz punkta zimske službe

Primena ove vrste saobraćajno-tehničkog rešenja za kontrolisanje brzine kretanja vozilai povećanja bezbednosti saobraćaja, a posebno dece u saobraćaju, pokazala suispitivanja u Švedskoj, Norveškoj, Danskoji Holandijii kojes vakako moramo primenuti u našoj zemlji Srbiji jer to nam objašnjava činjenicu da su to značajne prednosti u smanjenju saobraćajnog toka, a samim tim postizao bi se stepen smanjenja saobraćajnih nezgoda, kaoi povređenih učesnika u nezgodi.iskusniji vozači kad očekuju da će na putu bitii leda, prvo smanjuju brzinu kretanja vozila, zatim voze mnogo opreznije.



Sl. br 3. Saobraćajni znakovi zimske službe

Za vožnju po snegu potrebno jeimati zimsku opremu. Pahuljice snega reflektuju svetlost nazad, lepe se za vetrobransko stakloi ometaju pogleđiz vozila. Vidljivost je smanjena, put klizav, prijanjanjeizmeđu pneumatikai kolovoza je smanjeno. Zaustavni put jei do 3 puta duži, ako je sneg zaleđen, onda znatnoi više. Zatoi najmanja promena brzineili okretanja upravljača može destabilizovati vozilo.

U zimskom periodu, kao zimska oprema smatraju se zimski pneumatici **M+S.** Dubina gazećeg sloja na pneumaticima za zimsku upotrebu ne sme biti manja od 4mm. Upotreba pneumatika sa ekserima u našojzemlji je zabranjena.

4. 0 Bezbednost pre svega: smanjenje broja saobraćajnih nezgoda

Brojne studije su uspostavile vezuizmeđu uslova na putevimai broja saobraćajnih nezgoda. Sve aktivnosti koje se odnose na održavanju puteva, a naročito zbogintenzivnog padanja snega, stvaranja leda na kolovozu pri niskim temperaturama zbog svoje specifičnosti u cilju ublažavanja efekata delovanja hemikalija koji će znatno da utiču na smanjenje broja saobraćajnih nezgoda. Treba naglasiti činjenicu, a to je: da ukoliko ne uklonimo snegi led sa puteva, povećavamo rizik da motorizovani učesnici u saobraćaju postanu neposredni učesnici saobraćajnih nezgoda. Norveška studija pokazala je značaji ulogu u vezi održavanja zimskog održavanja puteva, a to je:

- Obezbeđuje značajno smanjenje broja saobraćajnih nezgoda tokom prelaznog perioda (otobar-novembari mart-april),
- Smanjen broj opasnih povreda u mnogo većoj meri od broja lakših povreda,
- Smanjuje broj opasnih povreda tokom dana, mnogo više nego tokom noći,

- Ima ogroman uticaj na smanjenje broja saobraćajnih nezgoda tamo gde je ograničenje brzine veće od 70 km/h,
- Smanjuje broj saobraćajnih nezgoda mnogo više na putevima sa lošom horizontalnom geometrijom, nego na putevima sa dobrom horizontalnom geometrijom.

Odlike zimskog održavanja mogla bi se definisati motom: **Dalje, Brže, Jeftinije**. Efikasno zimsko održavanje obezbeđuje da motorizovani učesnici u saobraćaju putuju dalje, bržei uštede novac u čitavom tom procesu. Ovde je potrebno da se kod zimskog održavanja poveća trenje. Kada guma dodirne put, motorizovani učesnici u saobraćaju počinju da štede gorivo pametnim korišćenjem sredstava za topljenje leda (čišćenje kolovoza)i abroziva (povećavaju vuču po snegui ledu), koji pomažu da se poveća trenjeizmeđu točkova automobilei površine kolovoza.



Slika 4. – Signalizacija za visinu snega



Slika 5. – Šematski prikaz protoka (kontakta)informacija za puteve

4. 1 Čišćenje puteva u zimskom periodu

Jedininačinna koji možete raskinuti vezu led-kolovoz je uz pomoć hemijskih sredstava kakva jeindustrijska putna so. Tokom akcije uklanjanja leda, so se primenjuje po vrhu utabanog snega: ukoliko je prisutna dovoljna količina vlagei toplote, koja se najčešće javlja kao rezultat kombinacije delovanja sunca, saobraćajai viših dnevnih temperatura, putna so će se rastopitii formirati rastvor. Zrnca soli koja prelaze u rastvor prodiraće kroz utaban sneg sve do površine kolovoza vršeći otapanje celom svojom dužinom. Što se tiče uslova za otapanje, moramoimatii teže kristalne soli, koja ćeimati dovoljno snage daizvrši topljenje sve do površine kolovoza.

Čićenje snega u zimskom periodi posipanjem soli, najefikasnije je kada je sneg visine do 25 cm sa temperaturom do (-7 °C do +7C). Ako snegi daljeintenzivno pada mora se brzoi efikasno delovati, pogotovu ako su temperature do (-20 °C), predstavlja svakako najkritičniji deo u održavanju saobraćajnica u zimskom period , pogotovu u gradskom urbanom području na autoputevima. Tu svakakoimamo kolovozi trotoar namenjen za pešačk utrasu, koja je u odnosu na kolovozizdignuta 25-30cm. Pored teške mehanizacije koja očisti kolovoz, dodatni troškovi zahtavajui slanjem manjih kombinovanih mašina u čišćenju pešačkih staza, gde uvek jednako liči na sneg a ostane uzivicuivičnjaka, što dodatno stvara problem.

Pored razumevanja principa fazne promene, takođe treba da se zna koliko leda može da se otopi putnaindustrijska so na različitim temperaturama. Najvažnije je da se što pre raskine veza led/kolovoz. Zahtevi savremenog načina života na putevima prilagođenim saobraćaju brzihi teških motornih vozila, koji zadovoljavaju visok nivo uslugai visok nivo bezbednosti u svim vremenskim uslovima doveli su do potrebe za nizomispitivanja koji su znatno uticali na način tretmana kolovoza.



Slika 6a. Bliži opis problema snegai leda na kolovozu.



Slika 6b. Bliži opis problema snegai leda na kolovozu.

5. 0 UPOREDNA ANALIZA

5. 1 Klimatski uslovi

Zimsko održavanje obuhvata održavanje pri vremenskim nepogodama, kao što su:

- Snežne padavine
- Stvaranje leda na putevima
- Ledena kiša
- Magla
- Navejavanje snega
- Lavine.

  Frekvencija, trajanjeiintenzitet nepogode zavisi od klimatskog područjai meteoroloških uslova.

Kakosmo napomenuli da jeiCE MELT sredstvo koje se koristi u zimskim uslovima za sprečavanje pojave leda na putevimai pešačkim zonama. U odnosu na standardnu putarsku so je ovo sredstvo značajno ekonomičnije, jer je njegova potrošnja manja, a vreme delovanja duže, što objašnjava činjenicu das u troškovi mehanizacijei ljudstva manji, što svakako predstavlja efikasniji način čišćenja saobraćajnica.

Osim toga moramonaglasitiisledeće:

- **efikasan je na znatno nižim temperaturamai do (-50 °C), dok je dejstvoindustrijske soli prestaje na (-7 °C),**
- **s obzirom da se nanosi u tečnom stanju zadržava se u porama asfaltai nije podložan odnošenju usled prolaska vozila, pa ostaje na putevima čak 4-7 dana,**
- **nije agresivan, ne oštećuje asfalt , kaoi ostale materijale na koje se nanosii ne dovodi do njegovog pucanja što smanjuje troškove sanacija štete koja nastaje na putevima nakon zimske sezone,**
- **može da se nanosii na površine na kojima je upotreba soli nepoželjnaili zabranjena:behaton, granitnei mermerne površine, štampani beton….**

- **potpuno je bezopasan za upotrebui nema nikakvih štetnih efekata na životnu sredinui zdravlje ljudi,**
- **Ice melt može da se koristii kao preventive. Nanošenjem sredstva preili neposredno pre početka padavina sprečava se zadržavanje snegai ne omogućava stvaranje leda na kolovozu**

6. 0 ZAKLJUČAK

Efikasnost i verodostojnost svihinformacija se znatno povećava korišćenjem mobilne telefonijeiinternet tehnologije. Mobilna telefonija omogućava pouzdanu vezu sa svakom jedinicom u ukupnom sistemu zimske službe.

Svake zime kada meteorolozi predviđajuintenzivne snežne padavine, ledili ledene uslove lokalne vlastii javna preduzeća koja su zadužena kod zimskog održavanja jeste da se blagovremeno uoče pojaveiidentifikuju uzroci poremećajaili oštećenjai pravovremeno preduzmu blagovremeno aktivnosti njihovog otklanjanja, kako bi se sprečile teža oštećenjai ugrozio bezbedno odvijanje saobraćaja.

U Srbiji se godišnje potroši:100 hiljada tona soli za zimso održavanje, 150 hiljada tona agregata /rizle/i oko 1500 tona hladne asfaltne mase.

Koje sredstvo za održavanje pueva u zimskom periodu ćemo dati u prioritet zavisi od visine snežnih padavina.i treba naglsiti da veća preduzeća raspolažu većim transportnim sredstvima.

Natrijum hlorid, magnezijum hlorid, kalcijum hlorid, kalcijum magnezijum,i kalcijum acetat su glavne hemikalije koji se koriste za sprečavanjei skidanje snegai leda sa kolovoza. . Za normalne uslove u zimskom periodu za održavanje puteva, sa posebnim osvrtom na puteve gdeintenzivno pada snegi po nekoliko dana, bitno je obezbediti normalnu prohodnost na putevima prema utvrđenim prioritetimai planu Zimske službe. Na državnim putevima, kaoi regionalnim pored puta postojei sa levei sa desne strane drvene fluocentre oznake visine do 2m da bi radnici usled velikih padavinaimali orjentire za bezbedno čistite. Za prohodnosti bezbedno odvijanje saobraćaja se podrazumevai blagovremena nabavka, distribucijai lagerovanje osnovnih materijala za posipanje. Srbija je jedna od retkih zemalja u kojima se zimi još koristiindustrijska so za topljenje snegai leda na kolovozui na mostovima.

7. 0 LITERATURA

1. Zakon o javnim putevima, Službeni glasnik br 46/91, Beograd, 1991
2. J. Katanić, M. Malitin, Projektovanje puteva, Građevinski fakultet, Beograd.
3. Dr Goran Milošević, Upravljanje održavanjem saobraćajnica , Beograd 2021.
4. Uporedne analize kvaliteta agregata za posipanje puteva Aqastatin 2016.
5. D. Macura, Uticaj puta na bezbednost saobraćaja, Saobraćajni fakultet Beograd, 1990.

6. Plan održavanja saobraćajnica u zimskom periodu, Putevi Užice 2012.
7. Zbornikradova. Štete u osiguranjumotornihvozla, Neum 2006.
8. Pašić, Z. Zimskoodržavanjeputeva-Plan putevaRepublikeSrbije 2023. god.
9. Slavko Suvajdžić, Transportnasredstva, 2005. god.



NAKNADNI PREGLED POPRAVLJENIH VOZILA U SUDSKIM POSTUPCIMA ZA NAKNADU MATERIJALNE ŠTETE

Tibor Bodolo, dipl. inž. mašinstva, master ekonomista
Aleksandar Adam, master inž. ind. inženjerstva

- Rezime

Rad analizira novu sudsku praksu u postupcima naknade štete na vozilima, u okviru koje osiguravajuća društva sve češće iniciraju naknadni pregled popravljenih vozila radi provere da li su delovi predviđeni za zamenu zaista zamenjeni i kojim delovima je zamena izvršena. Autori ukazuju da ovakav zahtev, motivisan težnjom osiguravača za smanjenjem rashoda, postavlja pred veštake tehničke, ekonomske i pravne izazove. Posebno se ističe problem utvrđivanja materijalne štete kada je došlo do odstupanja od predviđene metodologije popravke (npr. popravka umesto zamene dela, korišćenje alternativnih ili polovnih delova), pri čemu se naglašava ključna razlika između upotrebne vrednosti vozila (koja često ostaje neumanjena) i tržišne vrednosti (koja se usled promene metodologije popravke može značajno umanjiti). U zaključku se ističe da veštaci moraju biti oprezni pri izradi nalaza, posebno kada je reč o umanjenju tržišne vrednosti starijih vozila, te da je neophodno pratiti dalji razvoj sudske prakse koja će usmeriti konačno rešavanje ove problematike.

Ključne reči:
upotrebna vrednost, tržišna vrednost, naknada štete, delimična šteta, osiguranje, veštačenje, popravka vozila, alternativni delovi, umanjenje vrednosti vozila, sudska praksa, Zapisnik o oštećenju

- Uvodni deo

U sudskim postupcima za naknadu štete kod delimičnih šteta na vozilima, osiguravajuća društva sve češće predlažu naknadni pregled popravljenih vozila radi utvrđivanja da li su delovi predviđeni za zamenu zaista i zamenjeni i kojim delovima je zamena izvršena. Veštak se stoga nalazi pred zadatkom da pregledom vozila rekonstruiše stvarnu metodologiju popravke i proveri poreklo zamenjenih delova. Ova praksa postavlja pred veštaka ne samo tehničke, već i ekonomske i pravne izazove, jer se okvir veštačenja određuje i pravnim pravilima o kojima veštak ne odlučuje, ali ih mora imati u vidu.

- Problematika

Nakon privatizacije osiguravajućih društava, ukidanja obavezne tehničke premije i delimične promene društveno-ekonomskih postavki, sve je naglašenija težnja osiguravajućih društava za povećanjem profita. S obzirom da je povećanje prihoda limitirano nizom ograničenja, veći akcenat je stavljen na smanjenje rashoda odnosno smanjenje iznosa za plaćanje šteta. U redovnom poslovanju privrednih društava ovo je sasvim logičan i poželjan pristup, ali u slučaju osiguravajućih društava postoje dva problema. Prvi je što je taj pristup u suprotnosti sa težnjom oštećenog da naplaćeni iznos štete bude što veći, a drugi je što zahteva preispitivanje same društvene svrhe osiguranja imovine.

Već tradicionalni mehanizmi smanjenja rashoda su obračun amortizacije na rezervne delove i izbijanje PDV-a iz obračuna. Pri tome, PDV nije realan trošak za osiguravača samo kada je oštećeni pravno lice u sistemu PDV-a dok kod fizičkih lica PDV predstavlja stvarni trošak momentom plaćanja računa popravke ili nabavkom delova, a što je često predmet spora u sudskoj praksi.

Osim navedenih mehanizama optimizacije troškova, u sudskim postupcima se pojavio i novi trend – zahtev za proverom stvarno izvršene popravke (utvrđivanjem faktičkog načina

popravke). Predlozi osiguravajućih društava se često usvajaju, te se veštak nalazi pred zadatkom koji je u dosadašnjoj praksi bio izuzetno redak.

Na delovima predviđenim za popravku, nema prostora za smanjenje iznosa osim u delu cene rada (koja se najčešće i razlikuje već između prve ponude osiguranja i obračuna prvog veštaka). Cene farbarskog materijala se po pravilu preuzimaju iz specijalizovanih softvera (Audatex, Eurotax) – samo je pitanje koeficijenta umanjenja koji se kreće od 0,7–0,8 za starija vozila, naspram 1,0 za novija, odnosno za obračun veštaka.

Razlike koje se pregledom mogu dokazati i koje predstavljaju materijalno značajnu razliku u sudskom sporu su zapravo rezervni delovi koji su bili predviđeni za zamenu. Naime, ukoliko je neki deo Zapisnikom o oštećenju bio predviđen za zamenu, a servis izvrši popravku navedenog dela, javlja se razlika u ceni dela predviđenog za zamenu i cene popravke. U Srbiji i regionu cene delova su vrlo slične cenama u zapadnoj Evropi, ali su cene rada još uvek nekoliko puta niže od zapadnoevropskih cena u auto-servisima. Ovo generiše razliku između cene popravke i cene zamene koja je materijalno značajna, pa time i interesantna za utvrđivanje u okviru sudskog postupka. Osim situacije u kojoj je deo predviđen za zamenu zapravo popravljen, može se desiti i situacija da je deo predviđen za zamenu zaista i zamenjen, ali alternativnim delom ili polovnim delom sa drugog vozila.

Utvrđivanje činjeničnog stanja pregledom vozila ne predstavlja poseban tehnički problem, ali odgovor veštaka na pitanje koliki je iznos materijalne štete nakon pregleda vozila nije ni malo jednostavan, jer se dotiče kako pravnih, tako i ekonomskih i tehničkih pitanja.

- <u>Pravni okvir</u>

Motivi osiguravajućih društava su prilično jasni, odnosno vlada premisa da oštećenom ne bi trebalo ostati viška novca kao razlike od naplaćene štete od strane osiguranja i isplaćenog iznosa za popravku vozila. Ovo se tumači pojmom neosnovanog bogaćenja, odnosno opštim pravilom sticanja bez osnova (čl. 210 ZOO), koji je nesporan i predstavlja jedno od osnovnih životnih i moralnih načela.

Međutim, u svakodnevnom životu apsolutna pravda je često ometena nizom faktora poput:

- Načela uspostavljanja pređašnjeg stanja (čl. 185 ZOO) i sudske prakse koja čini nespornim pravo oštećenog za potpunu nadoknadu štete (čl. 190 ZOO), bez obzira da li je oštećeni popravio vozilo ili ne i koji je kvalitet popravke.
- U slučaju lošeg kvaliteta popravke, odgovoran je servis koji je popravku i vršio, a ne osiguravač.
- Popravka alternativnim ili polovnim delovima je moguća uz saglasnost vlasnika. Prema podacima nezvaničnog istraživanja tržišta u BIH u 2024.godini tržište originalnih delova je iznosilo oko 15 mil eur, dok je tržište alterativnih delova bilo čak 10 puta veće odnosno oko 150 mil eur. Iako su apsolutni iznosi u Srbiji veći, odnos originalnih u odnosu na alternativne delove je verovatno sličan. Dakle u 90% ukupnih šteta (vrednosno) vlasnici biraju alternativne delove, ali u proceni štete argument statistike nam neće puno pomoći.
- Popravka (bez obzira kojim delovima) može uticati na umanjenje vrednosti vozila. Posebnim uputstvima osiguravajućih društava, kao i u dosadašnjoj praksi, obračun umanjenja vrednosti vršen je za vozila do 4 godine starosti i to samo za štete iz osnova autoodgovornosti, ali je činjenica da je takvo ograničenje bilo administrativnog karaktera i da umanjenu vrednost imaju i starija vozila – ukoliko se prilikom prodaje ustanovi da

je vozilo bilo havarisano.
- U našem okruženju ne priznaju se dodatni troškovi vlasnika vozila (fizičkih lica) poput troškova alternativnog prevoza dok je vozilo na popravci, gubitka vremena na prijavi štete, organizaciji popravke i dr., a koji troškovi evidentno postoje.

- Praktični problemi

Imajući u vidu navedenu problematiku, veštak se može naći u situaciji da procenjuje stanje vozila nakon popravke, metodologiju popravke, originalnost zamenjenih delova i s tim u vezi troškove takve popravke.

Kako je u prethodnom postupku visina štete najčešće bila određena kalkulativnim putem na bazi Zapisnika o oštećenju (ili na bazi predračuna), razumljivo je da dođe do određenih manjih odstupanja između kalkulacije i stvarno plaćenih troškova popravke.

Način popravke se može utvrditi na sledeće načine:

Vizuelnim pregledom zamenjenih delova. Svaki rezervni deo na sebi ima identifikacionu oznaku bilo da je utisnuta u sam deo, izlivena zajedno sa delom ili nalepljena kao etiketa. Ovo često podrazumeva i skidanje delova koji su vezani razdvojivim vezama (npr. branik, blatobran i sl.). Ovde je bitno utvrditi da li je deo zamenjen u skladu sa obračunatim (npr. originalni rezervni deo) ili je postavljen alternativni, pa time i jeftiniji deo, a takođe je moguća opcija i upotreba polovnog rezervnog dela. U dosadašnjoj sudskoj praksi je preovladavao stav da oštećenom pripada naknada u punom, kalkulativno obračunatom iznosu potrebnom za uspostavljanje pređašnjeg stanja, bez obzira da li je on popravku zaista i izvršio, kakvim delovima i koliko je platio. S druge strane, ugradnja alternativnog dela umesto originalnog je direktno uslovljena voljom vlasnika, što se i smatra mogućom opcijom popravke (uz saglasnost vlasnika). Pre nego što veštak zauzme svoj stav, mora najpre utvrditi da li zamenjeni deo po kvalitetu odgovara ili približno odgovara originalnom rezervnom delu, kao i da li postoji vizuelna razlika između zamenjenog i originalnog rezervnog dela. Ako se zaista radi o delu koji po kvalitetu zadovoljava standarde proizvođača vozila i struke i ne utiče negativno na dalja eksploataciona svojstva vozila i radni vek, može se smatrati da je popravka uspešno izvršena alternativnim delom. Ostaje da vidimo kako će sudska praksa reagovati na ovakve situacije.

Vizuelnim pregledom lakiranih površina u cilju utvrđivanja kvaliteta popravke. Može se koristiti i spektrofotometar za utvrđivanje razlika u nijansama boje, ali je to vrlo retko. Ukoliko se identifikuje vidljiva ili primetna razlika u nijansi ili neke druge nepravilnosti prilikom lakiranja (razlivanje boje, pomorandžina kora i dr.), popravka se ne može smatrati uspešnom. Ovaj problem se može javiti i sa originalnim i sa alternativnim (polovnim) delovima, jer se svi delovi koji se farbaju u boju vozila pripremaju i farbaju u radioničkim, a ne fabričkim uslovima (roboti, bolja kontrola kvaliteta vazduha i dr.). Naravno, loš kvalitet popravke ne tereti osiguravača, pa je i u tom delu potrebno da veštak napravi jasnu razliku.

Merenjem debljine laka ručnim prenosnim uređajima. Postoji više proizvođača, a u poslednje vreme postali su izuzetno jeftini i dostupni. Zajednička karakteristika većine pristupačnih uređaja je da mere debljinu slojeva na metalnim površinama (čelik i aluminijum) u opsegu do 1–2 mm, ali ne mogu da mere debljinu slojeva na plastičnim materijalima (branici, lajsne i sl.) bez upotrebe specijalizovanih ultrazvučnih uređaja. Debljina izmerenog sloja se odnosi na sve slojeve materijala – dakle i na git, podlogu i sve slojeve laka. Uobičajena fabrička debljina farbe se kreće od 90–150 μm u zavisnosti od proizvođača i modela vozila, dok je na delovima vozila koji nisu izloženi atmosferskim uticajima debljina dosta manja i kreće se od 40–90 μm. Bitno

je istaći da i na fabričkom farbanju postoje odstupanja u debljini između dva merenja i do 20–30 μm, ali merenjem delova vozila na više mesta jasno se može utvrditi dijapazon i rang izmerenih vrednosti. Ukoliko dođe do porasta debljine ili većeg odstupanja (npr. >200 μm), ovo može biti znak ušpricavanja boje ili farbanja zamenskog dela koji stiže neofarban. Ukoliko pak debljina pređe 300, 400 i više μm, to je jasan dokaz da je farbanje vršeno naknadno, odnosno da se ne radi o fabričkoj boji. Debljine često prelaze i 1000 μm pa i 2000 μm (što prevazilazi merni opseg sonde, pa se tačna debljina ni ne očitava), a to je jasan znak prevelike debljine gita koji je korišćen za popunjavanje i izravnavanje limenih delova vozila nakon popravke deformacijom (ispravljanjem).

Ovde se zapravo nalazi i najosetljiviji deo veštakovog rada, jer na osnovu ovih podataka mora opredeliti kvalitet popravke određenog dela – i to ne samo sa tehničkog aspekta, već i sa ekonomskog, odnosno potencijalnog umanjenja tržišne vrednosti vozila.

Zadatak veštačenja je često postavljen u užem smislu, odnosno traži se pregled vozila, utvrđivanje načina popravke i obračun troškova takve popravke kako bi se opredelila materijalna šteta na vozilu. Međutim, ako bi zadatak bio proširen i sa pitanjem da li je odstupanje od predviđenog načina popravke (npr. popravka umesto zamene) dovelo do umanjenja tržišne vrednosti, stvorili bi se preduslovi za potpuno sagledavanje materijalne štete na vozilu, odnosno umanjenja nečije imovine.

- Pojam umanjenja vrednosti vozila

Smatramo da je od značaja istaći razliku između pojmova upotrebne vrednosti i tržišne vrednosti vozila.

Upotrebna vrednost nekog sredstva predstavlja sposobnost tog sredstva da zadovolji određenu ljudsku potrebu, odnosno korist koju vlasnik ima od njegovog korišćenja. U kontekstu vozila, upotrebna vrednost se ogleda u funkcionalnosti, sigurnosti, pouzdanosti i eksploatacionim karakteristikama tokom upotrebe.

Tržišna vrednost je, prema definiciji iz Međunarodnih standarda procene (IVS 104), procenjeni iznos za koji bi neko sredstvo trebalo da se razmeni na datum procene između voljnog kupca i voljnog prodavca, u transakciji između nepovezanih strana, nakon odgovarajućeg marketinga, pri čemu svaka strana postupa sa dovoljnim saznanjem, oprezno i bez prinude.

Iz različitosti ovih pojmova potiče i ključni konflikt u ovoj problematici: **jeftinija popravka često ne umanjuje upotrebnu vrednost vozila, ali može značajno umanjiti njegovu tržišnu vrednost**, posebno kada se odstupa od predviđene metodologije zamene delova.

Naime, u najvećem broju slučajeva, izmenom metodologije popravke i jeftinijom popravkom vozilo neće imati nikakvu umanjenu upotrebnu vrednost. Ono će i dalje služiti vlasniku kao i do tada, a tragovi popravke za prosečnog čoveka neće ni biti vidljivi. U tom smislu potpuno je razumljiv – i reklo bi se opravdan – zahtev osiguravača da se utvrde stvarni troškovi popravke po metodologiji sa kojom se složio sam vlasnik vozila.

S druge strane, ako problemu pristupimo sa aspekta pojma tržišne vrednosti, tada moramo dati odgovor na pitanje da li vlasnik nakon promene metodologije popravke na jeftiniju varijantu može prodati svoje vozilo po istoj ceni kao da je popravio vozilo po prethodno propisanoj metodologiji. Ako je odgovor pozitivan, tada nema umanjenja tržišne vrednosti, te nije ni

nastala šteta po vlasnika u vidu umanjenja imovine (čl. 155 ZOO). Međutim, ako je odgovor negativan, tada smanjeni iznos troškova modifikovane popravke koji bi isplatio osiguravač predstavlja samo deo materijalne štete i ne bi obuhvatao umanjenu tržišnu vrednost vozila koja je nastala promenom metodologije popravke na „jeftiniju varijantu“.

Posebnim uputstvima osiguravajućih društava i u stručnoj literaturi preovlađivao je stav da za obračun umanjene tržišne vrednosti havarisanog putničkog vozila moraju biti ispunjeni pravni, tehnički i ekonomski preduslovi:
S pravne tačke gledišta mora da postoji nečija odgovornost za štetu i da postoji zahtev za ovaj vid štete.
Pod tehničkim uslovima smatra se da se zbog otklanjanja štete na vozilu moraju vršiti operacije: rezanja, zavarivanja, grejanja, ispravljanja neravnina, delimičnog farbanja i antikorozivne zaštite, delimična popravka ili revizija motora, menjača, diferencijala i drugih agregata, kao i gubitak potpune ili delimične fabričke garancije.
Ekonomski uslovi koji moraju biti ispunjeni su:

- da se radi o delimičnoj, a ne totalnoj šteti na vozilu;
- da vozilo nije starije od 4 godine ili amortizovano više od 60%;
- da obim radova na popravci bude veći od 10 NČ, odnosno da troškovi popravke budu veći od 3% od tržišne vrednosti vozila pre štete, jer se u protivnom smatra da se radi o bagatelnoj šteti, te nema osnova za obračun visine umanjenja vrednosti.

Navedeni ekonomski uslovi su nastali pre 30-tak godina, kreirani su prvenstveno od strane osiguravajućih društava i imali su prvenstveno zadatak da administrativnom odlukom ograniče primenu umanjenja na starija vozila od 4 godine. Ovo se i dalje primenjuje u praksi, iako ne postoji nijedan pravno obavezujući akt koji uvodi ovakvo ograničenje starosti vozila.

S druge strane, u svakodnevnom prometu polovnih putničkih vozila, veću tržišnu vrednost ima vozilo koje „nije havarisano“. Ako su se pre 30-tak godina tragovi popravke nakon havarije teže mogli uočiti, to danas svakako nije slučaj, upravo zahvaljujući napredovanju i dostupnosti tehnologije (npr. merač debljine laka), ali i razvoju baza podataka iz kojih se havarije i kvarovi mogu utvrditi (baze servisnih intervencija u ovlašćenim servisima, evidencije osiguravajućih društava o štetama i dr.). Zahvaljujući navedenim alatima i prosečan kupac koji nema stručna znanja automehaničara i autolimara relativno lako može doći do podatka o prethodnim havarijama. Posledica je direktno smanjivanje tražene cene od strane prodavca ili potpuno odustajanje od kupovine. Na ovaj način havarija koja se desila i na vozilu starijem od 4 godine smanjuje vrednost vozila. Poseban negativan uticaj na vrednost imaju veće debljine laka (>200–300 μm), jer ukazuju na popravku dela umesto zamene.

Kvantifikovati umanjenje vrednosti polovnih vozila (starijih od 4 godine) usled promene predviđene metode popravke (popravka sa debelim slojem gita umesto zamene dela) je prilično težak zadatak i pitanje je da li bi postojeće formule koje se primenjuju za vozila do 4 godine starosti, uz neophodne modifikacije, dale upotrebljiv rezultat.

Najveći problem u ovakvim slučajevima je, ukoliko postoji umanjenje tržišne vrednosti vozila, kako ga egzaktno utvrditi. Osnovno metodološko pitanje glasi: da li je umanjenje tržišne vrednosti jednako razlici između kalkulativno obračunatih troškova popravke (po Zapisniku o oštećenju) i stvarno plaćenih troškova popravke, ili predstavlja poseban iznos koji može biti manji, jednak ili veći od te razlike?

Autori smatraju da se umanjenje tržišne vrednosti ne može automatski izjednačiti sa uštedom osiguravača, jer ono zavisi od više faktora: vrste i vidljivosti zamenjenog dela, mogućnosti identifikacije havarije prilikom buduće prodaje, starosti vozila i opšteg stanja na tržištu

polovnih vozila. U nedostatku jasne sudske prakse, veštak bi trebalo da u svakom konkretnom slučaju posebno obrazloži da li je i u kojoj meri promena metodologije popravke uticala na tržišnu vrednost, uz korišćenje raspoloživih tržišnih podataka i, po mogućnosti, statističkih metoda za kvantifikaciju.

U dosadašnjoj praksi nije bilo potrebe da se bavimo ovim pitanjima, jer nije ni bilo suštinske razlike u metodologiji popravke između Zapisnika o oštećenju vozila i obračuna troškova popravke (osim već navedene amortizacije delova, cene norme časa i farbarskog materijala). Sudska praksa je zauzela stav da se obeštećenje mora vršiti prema metodologiji utvrđenoj Zapisnikom o oštećenju, bez obzira na to kako će vlasnik popraviti vozilo. Međutim, kako se sada srećemo sa promenom metodologije popravke uz saglasnost vlasnika, pojavljuju se i druga pitanja o kojima moramo voditi računa.

Ostaje nepoznanica kakav će biti odgovor sudske prakse i kada će (i da li) postati ujednačena na nivou cele Srbije. Do tada, veštaci su dužni da u svakom pojedinačnom predmetu pažljivo razgraniče tehnički aspekt popravke od pravnih posledica koje iz nje proizilaze, posebno imajući u vidu razliku između upotrebne i tržišne vrednosti vozila. Samo takav pristup omogućiće da nalaz veštaka bude pouzdan osnov za donošenje pravične sudske odluke.

- Zaključak

Usled nove sudske prakse ukazuje se potreba da veštaci vrše pregled vozila nakon popravke i utvrđuju da li se u postupku popravke odstupilo od predviđene metodologije u Zapisniku o oštećenju vozila, a sve u cilju obračuna troškova tako modifikovane popravke. U postupku pregleda vozila veštaci će u najvećem broju slučajeva moći utvrditi odstupanja od predviđene metodologije (ukoliko ih ima) i iskazati materijalnu posledicu odstupanja u vidu novog obračuna troškova popravke.

Međutim, to nije i jedina posledica odstupanja u metodologiji popravke. Iako se upotrebna vrednost vozila u najvećem broju slučajeva neće smanjiti modifikovanom popravkom, tržišna vrednost vozila uglavnom hoće. Stoga veštak posebnu pažnju mora obratiti na kvalitet popravke, ali i na sama ograničenja metodologije popravke (npr. debele naslage gita). Ono što je vlasnik „zaradio“ jeftinijom popravkom, možda je izgubio na tržišnoj vrednosti vozila. Efekti ovih promena tržišne vrednosti biće vidljivi tek kod prodaje vozila, i što je vozilo starije, negativan efekat se smanjuje i u relativnom odnosu. Stoga treba biti vrlo oprezan kod izrade ovakvih nalaza i mišljenja i, naravno, pratiti sudsku praksu, jer će ipak ona odrediti dalji pravac i sudbinu ove tematike.

- LITERATURA

1. Zakon o obligacionim odnosima („Službeni list SFRJ“, br. 29/78, 39/85, 45/89 – odluka USJ i 57/89, „Službeni list SRJ“, br. 31/93, „Službeni list SCG“, br. 1/2003 – Ustavna povelja, i „Službeni glasnik RS“, br. 18/2020) – članovi 155, 185, 189, 210.
2. Jedinstveni kriterijumi za procenu štete na vozilima, Udruženje osiguravača i osiguranika Jugoslavije (UOOJ), Beograd, 1989.
3. Međunarodni standardi procenjivanja (IVS**)** – posebno IVS 104 – Osnove vrednosti, Odbor za međunarodne standarde procenjivanja (IVSC), London, aktuelna verzija.
4. Posavac, V., Surlić, M.: *Utvrđivanje umanjene tržišne vrednosti na putničkim vozilima*, u: Zbornik radova *Veštačenje saobraćajnih nezgoda na putevima*, Aranđelovac, 1996, str. 87–95.
5. Bodolo, T., Adam, A.: *Tržišna vrednost vozila – aktuelna problematika*, Stručni rad, Zlatibor, 2025.



ANALIZA TEHNIČKE OPRAVDANOSTI ZAMENE DELOVA U PARU KOD ŠTETA NA MOTORNIM VOZILIMA

dr Radošević Milan, Agencija za veštačenje Radošević
Aleksandar Medić dipl. ing. maš., Agencija za veštačenje iz oblasti mašinske tehnike

Abstrakt: Princip zamene delova u paru predstavlja jedno od osnovnih pravila tehničkog održavanja motornih vozila, naročito u sistemima koji direktno utiču na bezbednost saobraćaja, kao što su sistem oslanjanja, kočioni sistem i sistem upravljanja. Iako se u praksi, u saobraćajnim nezgodama često oštećuje samo jedan element (npr. amortizer, kočioni disk ili opruga), zamena isključivo tog dela može dovesti do narušavanja dinamičke stabilnosti vozila, neujednačenog prenosa sila, produženog zaustavnog puta i povećanog habanja ostalih komponenti. Ovaj rad analizira tehničke i bezbednosne aspekte simetrične zamene delova po osovini kada se ošteti jedan deo. Kroz pregled relevantnih tehničkih preporuka proizvođača i prakse, ukazuje se na značaj dosledne primene ovog principa u cilju očuvanja funkcionalne pouzdanosti i bezbednosti vozila.

Ključne reči: održavanje vozila, zamena delova u paru, bezbednost saobraćaja, sistem oslanjanja, kočioni sistem, tehnička pouzdanost, sudska veštačenja

Abstract: The principle of replacing components in pairs represents one of the fundamental rules of technical maintenance of motor vehicles, particularly in systems that directly affect road safety, such as the suspension system, braking system, and steering system. Although in practice, especially in traffic accidents, damage often occurs to only one component (e.g., a shock absorber, brake disc, or spring), replacing only the damaged part may lead to impaired vehicle dynamic stability, uneven force distribution, extended braking distance, and increased wear of other components. This paper analyzes the technical and safety aspects of symmetrical replacement of components on the same axle when only one element is damaged. Through a review of relevant technical manufacturer recommendations and service practice, the paper highlights the importance of consistent application of this principle in order to preserve functional reliability and vehicle safety.
Key words: vehicle maintenance, paired component replacement, road safety, suspension system, braking system, technical reliability, court expertise.

UVOD

Savremeni automobili predstavljaju kompleksne tehničke sisteme u kojima svaki pojedinačni deo direktno utiče na bezbednost, stabilnost i funkcionalnost vozila. Zbog neravnomernog opterećenja i habanja u eksploataciji, u praksi se često primenjuje pravilo da se određene komponente menjaju u paru, kako bi se očuvala simetrija rada sistema i sprečila razlika u performansama između leve i desne strane vozila.

Ova tehnička potreba ima direktnu povezanost i sa procenom šteta na vozilima. U slučajevima saobraćajnih nezgoda ili oštećenja, osiguravajuće kuće posmatraju samo pojedinačni kvar ili deo, dok sa druge strane ne sagledavaju funkcionalnu celinu vozila. Zbog toga se često prilikom obračuna šteta ne postavlja pitanje opravdanosti zamene delova u paru, čak i kada je vidljivo oštećen samo jedan element a kako bi se obezbedila tehnička ispravnost i dugoročna sigurnost vozila nakon popravke. U postupku procene štete, osiguranje se u najvećem broju slučajeva vodi principom direktne uzročno-posledične veze, odnosno pokriva isključivo onaj deo koji je neposredno oštećen u štetnom događaju. Kao rezultat toga, zamena ispravnog, ali funkcionalno uparenog dela često se ne smatra nužnom štetom, već unapređenjem ili preventivnom merom, te se ne uključuje u obračun naknade.

Na taj način se uspostavlja suprotnost između inženjerskih standarda proizvođača i ekonomskih odluka u procesu procene i likvidacije šteta, gde se balansira između troškova popravke i zahteva bezbednosti u saobraćaju.

ANALIZA TEHNIČKE OPRAVDANOSTI ZAMENE DELOVA U PARU

Tehnička opravdanost zamene delova u paru zasniva se na principu simetrije, uravnoteženog opterećenja i očuvanja projektovanih karakteristika vozila. Kod sistema koji funkcionišu u paru (leva i desna strana iste osovine), razlike u habanju, krutosti ili performansama mogu dovesti do narušavanja stabilnosti, neujednačenog odziva i povećanog rizika u daljoj eksploataciji vozila nakon popravke.

Posebno su osetljivi sistemi oslanjanja, upravljanja i kočenja, gde čak i mala razlika između dva elementa može dovesti do asimetričnog ponašanja vozila. Na primer, različit stepen amortizacije između levog i desnog amortizera može uzrokovati neravnomerno prijanjanje točkova uz podlogu, dok neujednačena kočiona sila može dovesti do povlačenja vozila u jednu stranu prilikom kočenja. Sličan efekat se javlja i kod pneumatika, gde razlika u profilu i tvrdoći gume utiče na stabilnost u krivinama i dužinu zaustavnog puta.

Sa stanovišta proizvođača, sistemi su projektovani tako da rade u paru pod jednakim uslovima opterećenja, te se njihova funkcionalnost posmatra kao celina, a ne kao skup individualnih komponenti. Zbog toga se u tehničkoj praksi često preporučuje istovremena zamena oba elementa na istoj osovini, čak i kada je vidljivo oštećenje prisutno samo na jednoj strani, kako bi se očuvale projektovane karakteristike vozila.

Međutim, ekonomski i servisni aspekti u praksi dovode do odstupanja od ovog principa. U realnim uslovima popravke, odluka o zameni u paru zavisi od procene stepena istrošenosti, bezbednosnog rizika i ekonomske opravdanosti. Time se uspostavlja balans između tehnički idealnog rešenja i praktično prihvatljivog nivoa popravke.

U nastavku je dat tabealrni prikaz delova koji se prema preporukama proizvođača a radi bezbednosti vozila uvek menjaju u paru:

Sistem vozila	**Deo**	**Razlog zamene u paru**	**Napomena proizvođača**
Kočioni sistem	Kočione pločice	Simetrična kočiona sila	Uvek po osovini (levo + desno)
Kočioni sistem	Kočioni diskovi	Ravnomerno kočenje i hlađenje	Razlika u debljini = nestabilnost
Kočioni sistem	Kočioni doboši / pakne	Balans kočenja	Obavezno po osovini
Vešanje	Amortizeri	Stabilnost i prianjanje točka	Razlika u amortizaciji = opasno
Vešanje	Opruge	Visina i geometrija vozila	Uvek par zbog simetrije
Točkovi	Pneumatici	Grip i stabilnost	Minimum po osovini*

Izvori podataka: *www.vw-us.erwin-store.com, www.bmwtechinfo.com, www.mercedes-benz.com, www.boschaftermarket.com, www.monroe.com, www.workshop.bilstein.com,*

www.bremboparts.com, www.ferodo.com, www.ownersmanual.audi.com, www.ate-brakes.com…

*Kada je reč o pneumaticima, zamena istih po paru u osovini zavisi od samog proizvođača koji su svojim servisnim priručnicima navodi da li je za određeni model vozila (obično kod vozila 4x4) potrebna zamena u paru i koji su uslovi za zamenu istih.

Prilikom pregleda vozila i izrade zapisnika o oštećenju, uglavnom se od strane veštaka i osiguravajućih društava obračunava umanjenje na ime učešća vlasnika u kupovini novog dela jer su to delovi vozila koji su podložni habanju ali se izostavljaju preporuke proizvođača te je tako vlasnik vozila primoran na trošak zamene delova u paru a da mu navedeni troškovi nisu nadoknađeni. Ukoliko dođe do oštećenja nekih od navedenih delova, svakako je opravdano umanjenje u procentu koji odgovara pohabanosti delova ukoliko postoje u skladu sa pravilima struke ali je potrebno obuhvatiti u obračun i zamenu dela koji predstavlja njegov par uz srazmeran obračuna umanjenja i za taj drugi deo.

Obzirom da su sve gore navedeni elementi usko vezani za sigurnost/upravljivost vozila, ukoliko proizvođač navodi da je iste potrebno menjati u paru svakako se onda isti moraju obračunavati prilikom obračuna šteta.

ZAKLJUČAK

Analiza tehničkih sistema savremenih vozila pokazuje da se brojni ključni sklopovi projektuju i funkcionalno optimizuju kao simetrični sistemi po osovini, pri čemu oba elementa (leva i desna strana) zajedno čine jedinstvenu radnu celinu. Zbog toga se u tehničkoj dokumentaciji proizvođača vozila i proizvođača komponenti (amortizeri, kočioni sistemi, vešanje i često pneumatici) dosledno navodi princip zamene u paru, odnosno po osovini, kao standard održavanja projektovanih karakteristika vozila.

Sa stanovišta bezbednosti, asimetrično trošenje ili kombinacija novog i istrošenog elementa na istoj osovini dovodi do neravnomerne raspodele sila, različitog dinamičkog odziva i potencijalnog narušavanja stabilnosti vozila. Ovakva odstupanja posebno su kritična u režimima kočenja, promene pravca i vožnje u nestabilnim uslovima, gde i mala razlika u performansama između leve i desne strane može rezultovati produženim zaustavnim putem, povlačenjem vozila u jednu stranu ili smanjenom efikasnošću sistema stabilnosti (ABS/ESP).

Zbog toga proizvođači delova i sistema (npr. amortizeri i kočioni sistemi) u svojim tehničkim uputstvima i servisnim biltenima jasno preporučuju ili “zahtevaju” zamenu u paru, kako bi se očuvala uniformnost karakteristika trenja, prigušenja i prianjanja. Ovaj pristup nije preventivna preporuka bez osnova, već direktna posledica inženjerskog dizajna sistema koji funkcionišu kao parni i međuzavisni sklopovi.

Sa aspekta sistema osiguranja, u praksi se uglavnom primenjuje princip ograničenja naknade i priznavanja zamene kompletnog para. Međutim, ovakav pristup može dovesti do situacije u kojoj se vozilo nakon popravke vraća u saobraćaj u tehnički neujednačenom stanju, iako je cilj popravke vraćanje vozila u stanje funkcionalne i bezbednosne ispravnosti odnosno u prvobitno stanje.

Iz tog razloga, sa stanovišta inženjerske bezbednosti i standarda proizvođača, opravdano je da se kriterijumi procene štete usklade sa tehničkim zahtevima sistema vozila. Uvođenje principa zamene u paru u proceni osiguranja doprinelo bi doslednosti između tehnički propisanog stanja ispravnosti i ekonomskog modela nadoknade štete.

LITERATURA

[1] www.vw-us.erwin-store.com
[2] www.bmwtechinfo.com
[3] www.mercedes-benz.com
[4] www.boschaftermarket.com
[5] www.monroe.com
[6] www.workshop.bilstein.com
[7] www.bremboparts.com
[8] www.ferodo.com
[9] www.ownersmanual.audi.com
[10] www.ate-brakes.com



NOVI PRISTUP U ANALIZI SUDARA VOZILA ZASNOVAN NA RAVNOTEŽI IMPULSA PRIMENOM PROGRAMSKOG PAKETA ANALYZERPRO

Florian Kutschat, CEO AnalyzerPro, Wien
Dragan Kotarlić, TTS, Novi Sad
prof. dr Zoran Papić, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Rezime:

Ovaj rad predstavlja metodološki unapređen pristup simulaciji dinamike vožnje izrađenu u programskom paketu AnalyzerPro, stavljajući akcenat na podudaranje simulacionih rezultata sa realnim testovima i eksperimentalnim podacima.

Korišćenjem kompleksnog 3D modela vozila i naprednih algoritama za obradu sudara, AnalyzerPro omogućava reprodukciju realnih scenarija, uključujući frontalne sudare i manevre izbegavanja prepreka. Rezultati pokazuju visok stepen korelacije između simulacija i stvarnih događaja, čime se potvrđuje primenljivost alata u saobraćajnom inženjerstvu, forenzičkoj rekonstrukciji i analizi bezbednosti.

Ključne reči: Simulacija dinamike vozila; Rekonstrukcija nesreće; Interakcija guma i puta; Modeliranje sudara; Analiza ravnoteže sila; Manevar promene trake.

A NEW APPROACH TO VEHICLE COLLISION ANALYSIS BASED ON IMMUNE BALANCE USING THE ANALYZERPRO SOFTWARE PACKAGE

Abstract:

This paper presents a methodologically improved approach to driving dynamics simulation made in the AnalyzerPro software package, emphasizing the matching of simulation results with real tests and experimental data.

Using a complex 3D vehicle model and advanced collision processing algorithms, AnalyzerPro enables the reproduction of realistic scenarios, including frontal collisions and obstacle avoidance maneuvers. The results show a high degree of correlation between simulations and real events, thus confirming the applicability of the tool in traffic engineering, forensic reconstruction and safety analysis.

Keywords: Vehicle dynamics simulation; Accident reconstruction; Tire-road interaction; Collision modeling; Force-balance analysis; Lane-change maneuver.

1. Uvod

U savremenom saobraćajnom inženjerstvu, simulacija dinamike vozila predstavlja ključni alat za analizu nezgoda, unapređenje bezbednosti i razvoj novih tehničkih rešenja. Tradicionalni pristupi zasnovani na pojednostavljenim modelima često ne omogućavaju dovoljno precizno opisivanje kompleksnih interakcija između vozila, puta i okruženja.

U tom kontekstu, savremeni softverski alati omogućavaju detaljnu simulaciju ponašanja vozila, ali se kao ključni izazov nameće pitanje validacije – odnosno poklapanje rezultata simulacije sa realnim događajima.

Ovaj rad ima za cilj da prikaže da je najveća vrednost sistema AnalyzerPro upravo u njegovoj sposobnosti da generiše rezultate koji su u skladu sa realnim testovima, pri čemu se teorijska osnova modela posmatra kao podrška, a ne centralna tema analize.

2. Metodologija

2.1 Model vozila i okruženje za simulaciju

Simulacije dinamike vožnje su izvršene korišćenjem programskog paketa AnalyzerPro 25. Test vozilo za dinamičke manevre bio je Mercedes-Benz CLK 500 (serija 209), sedan sa motorom napred i pogonom na zadnje točkove. Dimenzije i tehničke karakteristike vozila su dobijene od proizvođača, a poseban akcenat stavljen je na kalibraciju modela, kako bi se obezbedilo da simulacija reprodukuje realno ponašanje vozila. Kalibracija uključuje:

- usklađivanje mase i raspodele opterećenja po osovinama;
- podešavanje visine centra gravitacije;
- definisanje parametara guma i koeficijenata trenja.

Sve simulacije su koristile ugrađenu telemetrijsku ekstrakciju AnalyzerPro-a za snimanje vremenskih serija stanja vozila (uzdužno/bočno ubrzanje, uglovi skretanja/nagiba/progiba, uglovi klizanja, unos upravljanja itd.).

2.2 Modeliranje sudara

Za simulaciju sudara u analiziranom slučaju, korišćena su test vozila BMW 320 iz 2005. i Mercedes C-klase C200 Kompressor iz 2003.

Simulacija sudara realizuje se kroz višetačkasti kontakt između vozila, gde se sile generišu na osnovu interakcije deformabilnih površina. Ovakav pristup omogućava realističan prikaz deformacija, prenosa impulsa i rotacionih efekata.

Sa aspekta saobraćajnog inženjerstva, posebno je značajno što simulacija omogućava analizu:

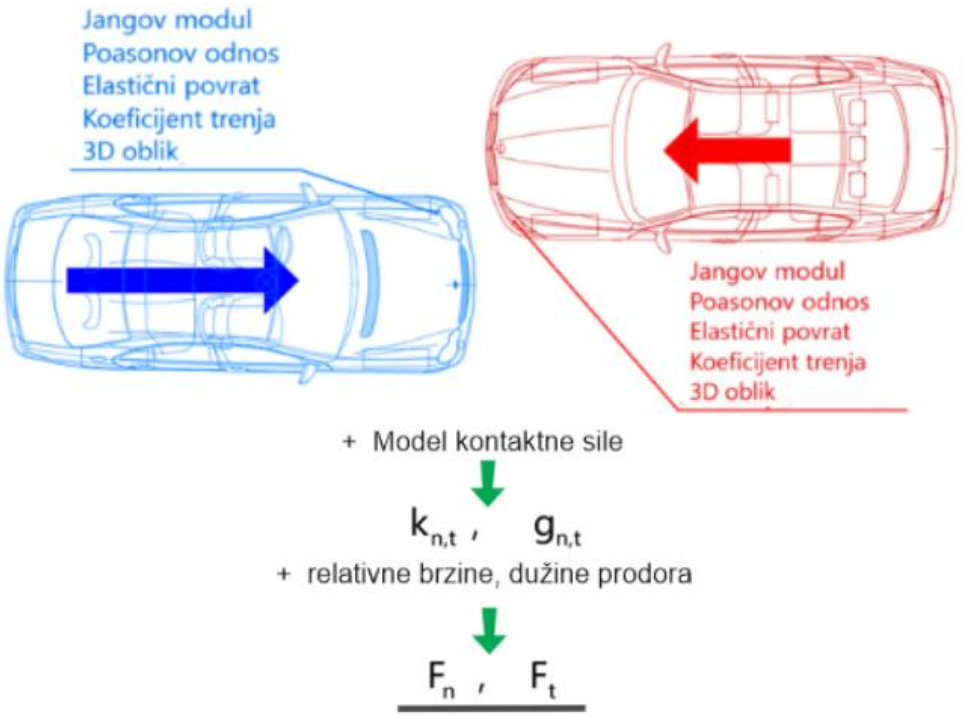
- kinematike vozila nakon sudara;
- raspodele sila tokom kontakta;
- konačnih pozicija vozila.

Međutim, u ovom radu fokus nije na matematičkoj formulaciji modela, već na njegovoj validaciji kroz poređenje sa eksperimentalnim podacima.

2.3 Scenario simulacije

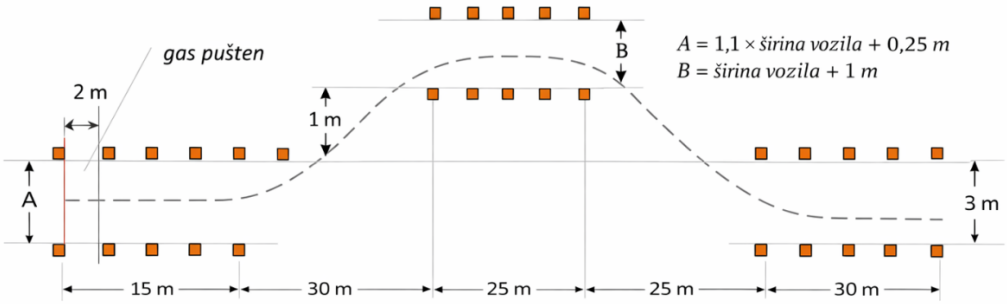
Sprovedene su dve simulacije:

a. **Rekonstrukcija frontalnog sudara** sa ~25% preklapanja frontalnog dela i brzinama prilaza od 80 i 40 km/h, respektivno. Modeliranje vozila obuhvatalo je kompletne 3D mreže i unutrašnje krute podstrukture (blok motora, osovine) koje se aktiviraju kada se spoljašnji paneli dovoljno deformišu da ih otkriju. Testiranje je uključivalo leteći start na početnom razmaku od oko 20 m pre sudara, koristeći brzine prilaza. Izmerena opterećenja osovina su usklađena u simulaciji podešavanjem težišta (BMW: 774 kg napred/704 kg pozadi; Mercedes: 798 kg/632 kg). Simulacija je izračunala sile i deformacije od udara do mirovanja, uključujući prevrtanje Mercedesa nakon sudara i klizanje.



Slika 1: *Mercedes (plavi automobil) se približava s leve strane brzinom od 80 km/h, BMW (crveni automobil) dolazi s desne strane brzinom od 40 km/h.*

b. Promena trake (izbegavanje prepreka) po ISO 3888-2 u kojoj je simulirana serija manevara dvostruke promene trake pri brzinama od 50, 70 i 80 km/h koristeći CLK 500, prazan i opterećen (simulirano korišćenjem 200 kg dodatnog tereta pozadi). Unosi upravljača i gasa primenjeni su da bi se oponašalo izbegavanje iznenadnih prepreka (bez kočenja, što odstupa od strogih ISO protokola). Snimljena je telemetrija vozila (skretanje, bočno ubrzanje, uglovi naginjanja/pregibanja, ugao upravljanja itd.). Scenario je takođe uključivao eksplicitni test od 80 km/h gde je prepreka postavljena u traci: vozilo je voženo da bi se započelo izbegavanje unutar označenog koridora, prateći geometriju po ISO 3888-2.



Slika 2: *Manevar dvostruke promene trake prema ISO-3888-2 [9]*

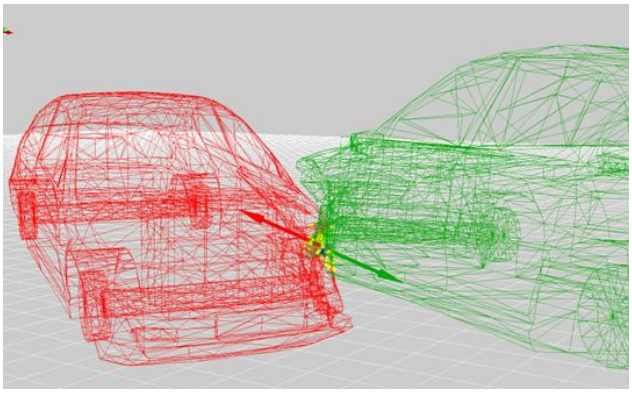
3. Rezultati

3.1 Rekonstrukcija sudara

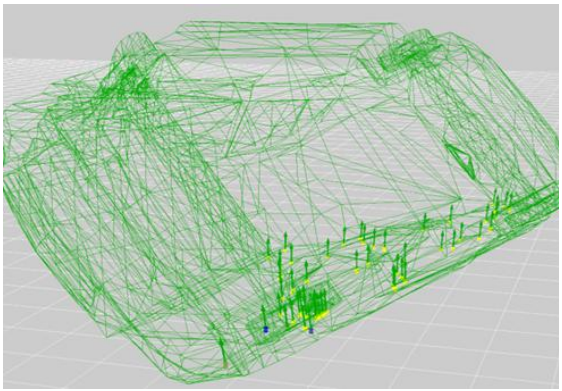
Simulacija sudara je uspešno reprodukovala ključne karakteristike testa sudara. Početni kontakt se dogodio kada su prednji levi uglovi vozila zašli u međusobnu mrežu za ~1,45 m (slika 3). Sile reakcije su generisane na ~40 diskretnih tačaka preklapanja, izračunato iz propisane krutosti materijala. Ove sile su dostigle vrhunac kada je prodor dostigao krute unutrašnje strukture osovina, u kom trenutku je Mercedes akumulirao veliki moment kotrljanja i počeo da

se prevrće (njegovi levi točkovi su podignuti). BMW ostaje uglavnom u originalnoj ravni kontakta, da bi se ubrzo nakon udara rotirao za oko 58° od svog početnog pravca i zaustavio se blizu tačke sudara.

Mercedes se zatim prevrće na bok i kotrlja oko svoje uzdužne ose (slika 4), završava puni okret i okreće se za oko 160° u skretanju za vreme klizanja po kolovozu pre nego što se zaustavlja ~25 m iza tačke sudara. Vizuelizacija vektora sile (slika 4) pokazala je mnoge male kontaktne sile između tela koje se kotrlja i puta.



Slika 3: *Mrežasti prikaz vozila sa tačkama preklapanja u kojima se generišu sile (žute tačke), vektorima sila i dodatnim tačkama na osovinama koje su uključene u razmenu sila.*



Slika 4: *Mercedes se kotrlja pri kontaktu sa putem stvara mnogo manjih vektora sile*

Analiza energije pokazala je podudaranje sa očekivanjima: kombinovana kinetička energija pre udara bila je ~485kJ, padajući na ~117kJ nakon odvajanja (≈368kJ rasipano u deformaciji i trenju). Izračunata brzina Mercedesa pri izlasku (~40 km/h) i ekvivalentna brzina energije (EES ≈ 56 km/h za Mercedes, 52 km/h za BMW) podudarale su se sa merenjima sudara. Simulirana oštećenja i kinetika nakon sudara su se usko podudarali sa test snimcima. Poređenja vremenski sinhronizovanih simulacionih okvira sa snimcima drona potvrdila su putanje vozila i krajnje položaje (manja ugaona odupanja pripisana su efektima kontakta sa krovom koji nisu modelirani).

Rezultati simulacije frontalnog sudara pokazuju visok stepen podudaranja sa testovima. Analizirani su sledeći elementi:

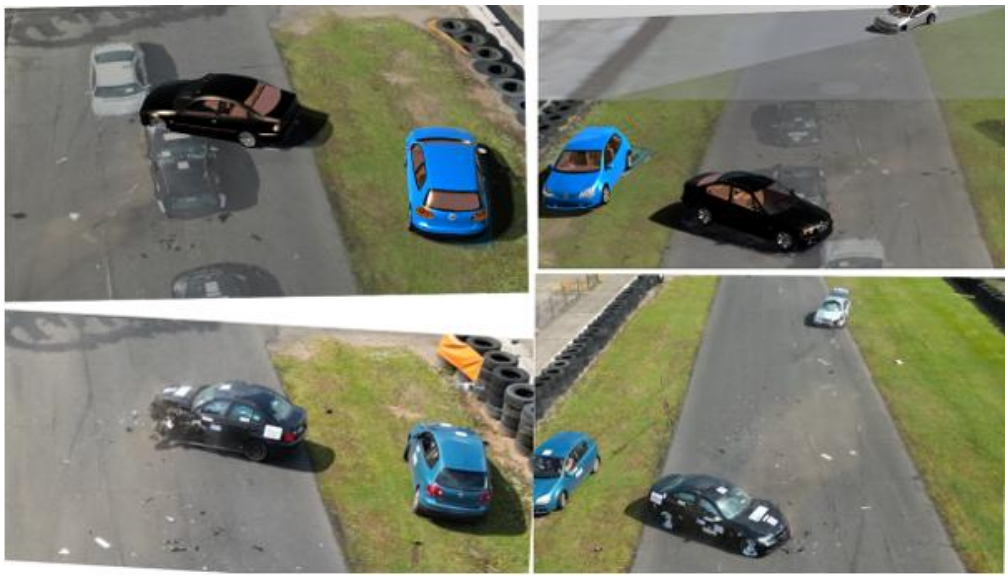
- dubina deformacije
- ugao rotacije vozila
- putanja nakon sudara
- konačna pozicija vozila

Simulacija je uspešno reprodukovala kompleksne efekte, uključujući prevrtanje vozila i njegovu translacionu i rotacionu dinamiku nakon kontakta.

Posebno je značajno da su svi rezultati dobijeni unutar AnalyzerPro okruženja i da pokazuju direktno poklapanje sa dostupnim eksperimentalnim podacima, što potvrđuje pouzdanost metode.



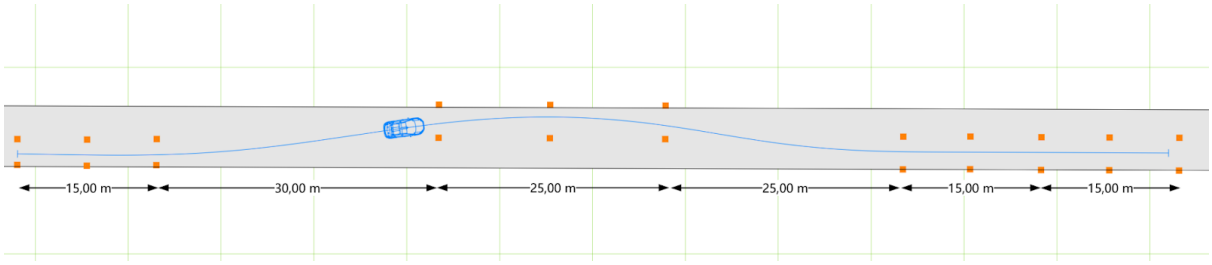
Slika 5: *Poređenje sudara između simulacije (gore) i video snimka (dole)*



Slika 6: *Poređenje konačnih pozicija između simulacije (gore) i video snimka (dole)*

3.2 Manevar dvostruke promene trake

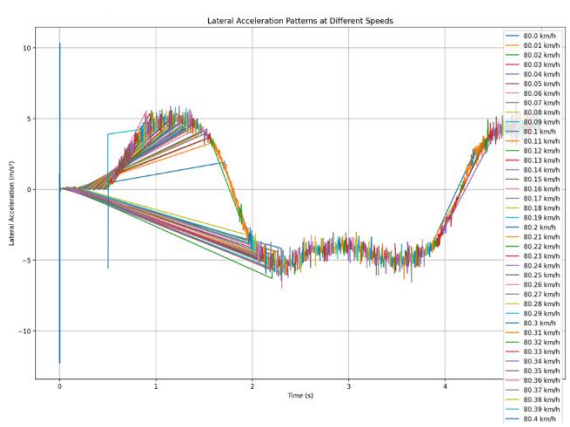
Simulirana dvostruka promena trake pokazala je realistične dinamičke odgovore pri različitim brzinama. Pri brzini od 50 km/h, vozilo je prelazilo stazu sa maksimalnim bočnim ubrzanjem od ~3,68 m/s² i prosečnim skretanjem unazad do ~17°. Simulacija je zabeležila konstantnu rotaciju nagiba: prednji deo se postepeno podizao kako je manevar napredovao. Ugao nagiba u odnosu na vreme pokazao je skoro linearno smanjenje sa korelacijom r≈–0,999, što odražava uzdužni prenos težine izazvan bočnim ubrzanjem.



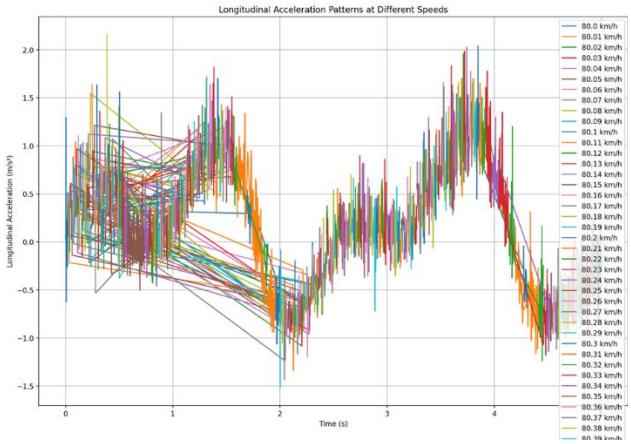
Slika 7: *Simulirani manevar promene trake pomoću AnalyzerPro-a, prema ISO 3888:1*

Pri brzini od 80 km/h, manevar je proizveo agresivniji odgovor: bočno ubrzanje je dostiglo vrhunac od ~5,01 m/s² (pri ~78,5 km/h simulirane brzine), što ukazuje na značajnu silu

skretanja. Uzdužno ubrzanje je ostalo blizu 0,16 m/s², kao što se i očekivalo bez ulaza kočenja. Prosečan ugao skretanja pri maksimalnom bočnom opterećenju bio je samo 12°. Dijagrami rasejanja telemetrije (slike 8a i 8b) potvrdili su da su se vršna bočna i uzdužna ubrzanja dogodila skoro istovremeno i da su veći ulazi upravljača bili u korelaciji sa većim uglovima skretanja, kao što teorija predviđa. Generalno, simulator je reprodukovao karakterističnu putanju dvostruke S-krivine sa kontrolisanim oscilacijama, što odgovara očekivanom ponašanju pri upravljanju.

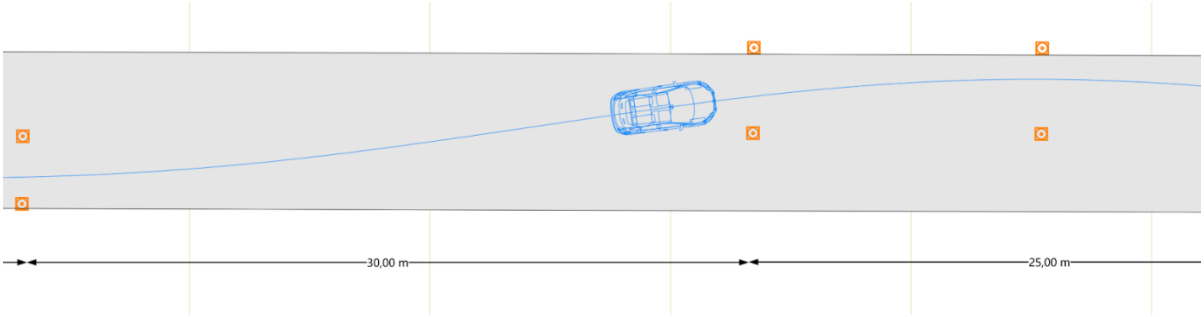


Slika 8a: *Diagram rasejanja odnosa između vršnih bočnih ubrzanja pri blago promenljivim brzinama radi provere stabilnosti simulacije*



Slika 8b: *Diagram rasejanja odnosa između vršnih uzdužnih ubrzanja pri blago promenljivim brzinama radi provere stabilnosti simulacije*

Tokom manevra, ugao skretanja je dostigao ~12,00° kada je upravljanje dostiglo 39,5° (skretanje ulevo). Simulacija nije pokazala proklizavanje točkova ili gubitak prijanjanja, putanja vozila je ostala unutar granica trake. Vizuelizacija putanje potvrđuje da je skretanje izvršeno bez ili klizanja i ukazuju na to da je stabilnost pravca očuvana.



Slika 9: *Simuliran trenutak izbegavanja*

U simulacijama manevara izbegavanja prepreka analizirano je ponašanje vozila pri različitim brzinama. Dobijeni rezultati ukazuju na:

- realistične vrednosti bočnog ubrzanja;
- očekivane promene ugla skretanja;
- stabilnu putanju kretanja.

Rezultati su u skladu sa standardnim testovima stabilnosti vozila, što dodatno potvrđuje validnost simulacije.

4. Diskusija

Rezultati istraživanja ukazuju da AnalyzerPro predstavlja pouzdan alat za simulaciju i analizu ponašanja vozila u kritičnim situacijama. Njegova ključna prednost nije samo u kompleksnosti modela, već u mogućnosti da se rezultati simulacije direktno uporede sa realnim podacima.

Sa stanovišta saobraćajnog inženjerstva, ovakav pristup ima značajne prednosti:

- omogućava precizniju rekonstrukciju nezgoda
- smanjuje subjektivnost u analizi
- povećava pouzdanost zaključaka

Za razliku od teorijski orijentisanih modela, gde se naglasak stavlja na matematičku formulaciju, AnalyzerPro omogućava praktičnu verifikaciju kroz realne scenarije.

5. Zaključak

Na osnovu sprovedene analize može se zaključiti da AnalyzerPro predstavlja efikasan i pouzdan alat za simulaciju dinamike vozila i analizu sudara.

Ključna prednost sistema ogleda se u njegovoj sposobnosti da generiše rezultate koji se podudaraju sa realnim testovima, što je od presudnog značaja u saobraćajnom inženjerstvu.

Dalji razvoj može biti usmeren ka:

- proširenju baze validacionih scenarija;
- integraciji sa realnim podacima iz saobraćaja;
- unapređenju automatizacije analize.

Na taj način, ovakav pristup može imati značajnu primenu u unapređenju bezbednosti saobraćaja i razvoju inženjerskih rešenja.

Zahvalnice: Autori se zahvaljuju ITAI timu za test sudara i istraživačkom odeljenju Mercedes-Benz na tehničkim podacima i podršci.

Zahvalnica

Rezultati prikazani u ovom radu su deo istraživanja projekta " Istraživanje trendova u razvoju održivih saobraćajnih i logističkih sistema", osnovanog od strane Departmana za saobraćaj, Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu, Univerziteta u Novom Sadu, Republika Srbija.

Literatura:

[1] U. Sander and N. Lubbe, “Market penetration of intersection AEB: Characterizing avoided and residual straight crossing path accidents,” *Accident Analysis & Prevention*, vol. 115, pp. 178–188, Jun. 2018, doi: https://doi.org/10.1016/j.aap.2018.03.025.

[2] M.-S. Gulino, K. Damaziak, A. Fiorentino, and D. Vangi, “Handling inevitable collision states by Advanced Driver Assistance Systems functions: software-in-the-loop performance assessment of an injury risk-based logic in a ‘lane departure’ scenario,” *Journal of Intelligent Transportation Systems*, vol. 28, no. 6, pp. 1011–1031, Nov. 2023, doi: https://doi.org/10.1080/15472450.2023.2277713.

[3] AnalyzerPro, “AnalyzerPro,” *AnalyzerPro*, 2025. https://analyzer.at/ (accessed May 25, 2025).

[4] Project Chrono, “Project Chrono: Tire models,” *Projectchrono.org*, 2020. https://api.projectchrono.org/wheeled_tire.html

[5] E. Jiménez-Piqué, L. Llanes, and M. Anglada, “Resistance to Contact Deformation and Damage of Hard Ceramics,” *Elsevier eBooks*, pp. 367–383, Jan. 2014, doi: https://doi.org/10.1016/b978-0-08-096527-7.00032-5.

[6] ISO, “ISO 3888-2:2011,” *ISO*, 2025. https://www.iso.org/standard/57253.html



ISTRAGE ELEKTRONSKIH SISTEMA VOZILA – ZADIRANJE U PRIVATNOST?

Anton Galun, inž. mehatronike, mag. sigurnosnih nauka, Ptuj, Slovenija

ISTRAGE ELEKTRONSKIH SISTEMA VOZILA – ZADIRANJE U PRIVATNOST?

Ključne reči: elektronski sistemi drumskih vozila, istrage elektronskih sistema vozila, privatnost

Sažetak

Istrage elektronskih sistema vozila postale su uobičajena praksa, jer savremena vozila funkcionišu kao kompleksni informacioni sistemi koji kontinuirano prikupljaju, obrađuju i razmenjuju velike količine podataka. Ovi podaci obuhvataju operativne, dijagnostičke i istorijske informacije, pri čemu se tokom njihovog prikupljanja mogu pojaviti i lični podaci, što stvara tenziju između tehničke potrebe za dijagnostikom i zaštite privatnosti korisnika.

Vozilo više nije samo mehanički proizvod, već deo šireg digitalnog ekosistema povezanog sa cloud uslugama, telemetrijom i spoljnim sistemima. Kao posledica toga, postavlja se pitanje vlasništva nad podacima, na koje ne postoji jednoznačan odgovor: lični podaci pripadaju pojedincu, tehnički podaci su pod kontrolom proizvođača, dok korisnik ima pravo pristupa podacima koji proizlaze iz korišćenja vozila.

Pristup ovim podacima imaju različiti akteri, kao što su proizvođači, servisi, osiguravajuća društva, istražitelji i organi gonjenja, što povećava rizik od zloupotreba, neovlašćenog pristupa, kao i gubitka ili manipulacije podacima. Dijagnostički postupci mogu uključivati prikupljanje i skladištenje podataka, često bez jasno standardizovanih procedura, što dodatno povećava odgovornost servisera.

Podaci o saobraćajnim nezgodama (EDR) omogućavaju rekonstrukciju događaja (brzina, ubrzanja, stanje sistema), ali sami po sebi ne sadrže direktne lične podatke. Ipak, u kombinaciji sa drugim izvorima mogu doprineti identifikaciji pojedinca.

Regulatorni okvir Evropske unije (GDPR, propisi o pristupu podacima i Data Act) definiše prava i obaveze u vezi sa obradom podataka, ali ne eliminiše konflikte interesa između različitih aktera. Ključni izazov ostaje uspostavljanje ravnoteže između pristupa podacima, njihove bezbednosti i zaštite privatnosti.

INVESTIGATIONS OF VEHICLE ELECTRONIC SYSTEMS – AN INTRUSION INTO PRIVACY?

Keywords: electronic systems of road vehicles, investigation of vehicle electronic systems, privacy

Abstract

Investigations of vehicle electronic systems have become standard practice, as modern vehicles operate as complex information systems that continuously collect, process, and exchange large volumes of data. These data include operational, diagnostic, and historical information, and during data acquisition from a vehicle, personal data may also be encountered, creating tension between the technical need for diagnostics and the protection of user privacy.

A vehicle is no longer merely a mechanical product, but part of a broader digital ecosystem connected to cloud services, telemetry, and external systems. Consequently, the question of data ownership arises, without a clear-cut answer: personal data belong to the individual, technical data are under the control of the manufacturer, while the user has the right to access data generated through the use of the vehicle.

Access to these data is available to various stakeholders, such as manufacturers, service providers, insurance companies, investigators, and law enforcement authorities, which increases the risks of misuse, unauthorized access, as well as data loss or manipulation. Diagnostic procedures may involve the acquisition and storage of data, often without clearly standardized procedures, which further increases the responsibility of service technicians.

Traffic accident data (EDR) enable the reconstruction of events (speed, acceleration, system status), but do not in themselves contain direct personal data. Nevertheless, when combined with other sources, they may contribute to the identification of an individual.
The EU regulatory framework (GDPR, data access regulations, and the Data Act) defines rights and obligations regarding data processing, but does not eliminate the conflict of interests between stakeholders. The key challenge remains to establish a balance between data accessibility, data security, and privacy protection.

UPOTREBLJENI SIMBOLI I SKRAČENICE

Automotive Ethernet	Sabirnica zasnovana na porodici Ethernet tehnologija za vozila
BDM	Background Debug Mode, hardverski interfejs za dijagnostiku i programiranje mikrokontrolera
CAN	Controller Area Network, sabirnica i okvirni protokol
DPIA	Data Protection Impact Assesment, procena uticaja na zaštitu podataka
DPO	Data Protection Officer, službenik za zaštitu podataka
EDR	Event Data Recorder, zapisivač podataka o sudarima
eMMC	Embeded MultiMedia Card, vrsta interne memorije koja se najčešće koristi u pametnim telefonima, tabletima, jeftinijim laptopovima i ugrađenim (embedded) uređajima.
ES	Europska zajednica
ECU	Electronic Control Unit, elektronska upravljačka jedinica
EU	Europska unija
EZ	Europska zajednica (zastarjelo)
Flexray	Deterministička višekanalna sabirnica
GDPR	General Data Protection Regulation
ISO	International Organisation for Standardisation, međunarodna organizacija za standardizaciju
JTAG	Komunikacioni interfejs niskog nivoa za dostup do registra ili memorije čipa
LIN	Local Interconnect Network, jednostavna serijska sabirnica za senzore i aktuatore
M1	kategorija vozila, vozila za prevoz putnika sa najviše 8 sedišta (pored vozača)
M2	kategorija vozila, vozila za prevoz putnika sa više od 8 sedišta i najvećom masom do 5 t
M3	kategorija vozila, vozila za prevoz putnika sa više od 8 sedišta i masom većom od 5 t
N1	kategorija vozila, vozila za prevoz robe sa najvećom masom do 3,5 t
N2	kategorija vozila, vozila za prevoz robe sa masom od 3,5 t do 12 t
N3	kategorija vozila, vozila za prevoz robe sa masom većom od 12 t
NAND	tip neisparljive (non-volatile) flash memorije
OBD	On-board Diagnostics, sistem diagnostike in saopštenja u vozilima
OTA	daljinske nadogradnje i programiranje vozila bez odlaska u servis

UNECE United Nations Economic Commision for Europe, ekonomska komisija Udruženih nacija za Europu
ZVOP-2 Zakon o varstvu osebnih podatkov

UVOD

Digitalna transformacija automobilske industrije u poslednjim decenijama dovela je do temeljne promene u razumevanju vozila. Vozilo danas više nije samo mehanički sistem, već kompleksna digitalna platforma koja uključuje napredne elektronske komponente, softver i komunikacione sisteme. Ovakav razvoj donosi brojne prednosti, kao što su veća bezbednost, bolja efikasnost i napredne korisničke funkcionalnosti, ali istovremeno otvara nova pitanja u vezi sa zaštitom ličnih podataka.

Savremena vozila kontinuirano prikupljaju i obrađuju podatke koji obuhvataju tehničke informacije o radu vozila, kao i podatke povezane sa korisnikom. Ovi podaci mogu otkriti ponašanje vozača, njegove navike, lokacije, pa čak i društvene interakcije putem povezanih uređaja. Kao rezultat toga, vozilo postaje značajan izvor informacija koje imaju kako tehničku, tako i ličnu vrednost. Istrage elektronskih sistema vozila koriste se u različitim kontekstima, kao što su dijagnostika, servisiranje, analiza saobraćajnih nezgoda i krivični postupci. U svim ovim slučajevima ključno je obezbediti da obrada podataka bude zakonita, proporcionalna i u skladu sa principima zaštite privatnosti. Uprkos brojnim tehničkim istraživanjima, oblast pravne i etičke obrade ovih podataka i dalje ostaje nedovoljno sistematski obrađena.

VOZILO KAO INFORMACIONI SISTEM

Savremeno vozilo može se posmatrati kao distribuirani informacioni sistem koji se sastoji od brojnih elektronskih upravljačkih jedinica (ECU). Ove jedinice upravljaju različitim funkcijama, kao što su rad motora, bezbednosni sistemi, sistemi za pomoć vozaču, infotainment i mnoge druge (Strandberg i dr., 2023).

Komunikacija između pojedinačnih sistema odvija se preko različitih komunikacionih sabirnica, kao što su CAN, LIN, FlexRay, Automotive Ethernet i druge (Marscholik i dr., 2011). Ovi sistemi omogućavaju razmenu podataka u realnom vremenu, što je ključno za funkcionisanje vozila. Istovremeno, ovakva arhitektura znači da su podaci distribuirani i često međusobno zavisni.

Važan aspekt savremenih vozila jeste njihova povezanost sa spoljnim sistemima. Vozila komuniciraju sa cloud platformama, proizvođačima, servisnim sistemima i drugim vozilima odn. sudionicima u saobračaju. Ova povezanost omogućava nove funkcionalnosti, kao što su daljinska ažuriranja softvera (Over The Air updates; OTA) i napredna dijagnostika, ali istovremeno povećava rizike po bezbednost podataka. Za potrebe istrage to znači da nije dovoljno analizirati pojedinačni sistem, već je neophodno uzeti u obzir čitav ekosistem (Attenberger, 2019). Podaci mogu biti sačuvani u različitim upravljačkim jedinicama, spoljnim serverima ili povezanim uređajima, što zahteva sveobuhvatan pristup (Gomez Buquerin i dr., 2021). Takva arhitektura znači da su lični podaci raspršeni, što otežava njihov nadzor i zaštitu.

KLASIFIKACIJA PODATAKA

Podaci u vozilima su raznovrsni i mogu se klasifikovati u više kategorija prema njihovom značaju, odnosno informaciji koju predstavljaju. Među ključne kategorije spadaju operativni, istorijski, dijagnostički i lični podaci. Operativni podaci opisuju trenutno funkcionisanje vozila

i pojedinačnih sistema (npr. brzina, broj obrtaja motora, položaj upravljačkih elemenata i sl.), dok istorijski podaci obuhvataju zapise o prethodnim događajima i stanjima, kao što su vožnje, greške ili servisne intervencije. Dijagnostički podaci namenjeni su detekciji, beleženju i analizi nepravilnosti u radu elektronskih sistema vozila i podržavaju procese održavanja i popravki. Lični podaci odnose se na informacije koje se mogu direktno ili indirektno povezati sa pojedincem, kao što su podaci o korisničkim podešavanjima, lokacijama ili povezanim mobilnim uređajima.

Digitalni podaci mogu u određenim okolnostima dobiti dokaznu vrednost (Flander i dr., 2024). Važno je naglasiti da dokazna vrednost nije inherentna pojedinačnoj kategoriji podataka, već zavisi od konteksta njihove upotrebe. Svi navedeni podaci mogu, uz odgovarajuću obradu, dobiti status digitalnog dokaza, naročito u okviru forenzičkih postupaka. Ključnu ulogu pri tome imaju procesi identifikacije, prikupljanja, akvizicije i očuvanja podataka, kako ih definiše standard ISO/IEC 27037:2012 (ISO, 2012), jer obezbeđuju integritet, verodostojnost i sledljivost podataka tokom celokupnog životnog ciklusa njihove obrade.

Najveći izazov u ovom kontekstu predstavljaju lični podaci, budući da mogu uključivati komunikacione i lokacione podatke, istoriju vožnji, obrasce ponašanja vozača i druge informacije koje omogućavaju profilisanje pojedinca. Takva sposobnost analize i povezivanja podataka predstavlja značajan rizik po privatnost, posebno u situacijama kada obrada nije adekvatno ograničena, transparentna ili pravno utemeljena.

Dodatnu kompleksnost predstavlja činjenica da se tehnički i lični podaci u savremenim vozilima često prepliću. Granica između ovih kategorija nije uvek jasno definisana. Pojedini podaci koji su primarno tehničke prirode mogu u određenom kontekstu poprimiti karakter ličnih podataka. Na primer, podatak o brzini vozila je na sistemskom nivou operativni podatak, ali u kombinaciji sa drugim podacima (vreme, lokacija, identitet korisnika) može otkriti obrasce ponašanja vozača. Slično tome, dijagnostički podaci o načinu korišćenja vozila ili istorijski zapisi vožnji mogu omogućiti posrednu identifikaciju pojedinca. Zbog toga je u obradi podataka u vozilima neophodan sveobuhvatan pristup koji uzima u obzir tehničke, pravne i etičke aspekte obrade podataka. Posledično nije moguće jednoznačno razgraničiti tehničke i lične podatke, što predstavlja jedan od ključnih izazova savremene regulative.

LIČNI PODACI

Lični podaci predstavljaju osnovnu kategoriju informacija u savremenom informacionom društvu, jer omogućavaju identifikaciju pojedinca i time direktno utiču na njegovu privatnost. U skladu sa Uredbom (EU) 2016/679 Evropskog parlamenta i Saveta od 27. aprila 2016. godine o zaštiti pojedinaca u vezi sa obradom ličnih podataka i o slobodnom kretanju takvih podataka, odnosno GDPR (General Data Protection Regulation) (Evropski parlament in Svet Evropske unije, 2016), lični podaci su definisani kao svaka informacija koja se odnosi na određeno ili odredivo fizičko lice. Pojedinac se smatra odredivim ukoliko se može identifikovati neposredno ili posredno, naročito putem identifikatora kao što su ime, identifikacioni broj, podaci o lokaciji ili onlajn identifikator (član 4 GDPR).

GDPR uspostavlja sveobuhvatan pravni okvir za obradu ličnih podataka u Evropskoj uniji i zasniva se na ključnim principima iz člana 5. Među najvažnijima su princip zakonitosti, poštenosti i transparentnosti, koji zahteva da se podaci obrađuju na zakonit i transparentan način u odnosu na pojedinca. Princip ograničenja svrhe propisuje da se podaci prikupljaju za određene, izričite i legitimne svrhe i da se ne smeju dalje obrađivati na način koji nije u skladu sa tim svrhama. Princip minimizacije podataka nalaže da se obrađuju samo oni podaci koji su

neophodni za ostvarenje svrhe obrade, dok princip tačnosti zahteva da podaci budu ažurni i tačni.

Važan aspekt zaštite ličnih podataka jeste i ograničenje čuvanja (član 5 GDPR), prema kojem se podaci mogu čuvati samo onoliko dugo koliko je potrebno za ostvarenje svrhe obrade. Princip integriteta i poverljivosti nalaže upravljačima i obrađivačima da obezbede adekvatnu bezbednost ličnih podataka, uključujući zaštitu od neovlašćene ili nezakonite obrade, kao i od slučajnog gubitka, uništenja ili oštećenja (član 32 GDPR).

GDPR, pored principa, definiše i pravne osnove za obradu ličnih podataka (član 6), među kojima su najčešće pristanak pojedinca, izvršenje ugovora, ispunjenje zakonskih obaveza, zaštita vitalnih interesa, obavljanje zadataka od javnog interesa i legitimni interesi upravljača. Posebne kategorije ličnih podataka, kao što su podaci o zdravlju, biometrijski podaci ili politička uverenja, uživaju viši nivo zaštite (član 9 GDPR), jer njihova zloupotreba može predstavljati veći rizik za prava i slobode pojedinca.

Važan element GDPR-a su i prava lica na koja se podaci odnose. Ona obuhvataju pravo na pristup (član 15), pravo na ispravku (član 16), pravo na brisanje odnosno "pravo na zaborav" (član 17), pravo na ograničenje obrade (član 18), pravo na prenosivost podataka (član 20) i pravo na prigovor (član 21). Ova prava omogućavaju pojedincima veći stepen kontrole nad sopstvenim podacima i povećavaju odgovornost organizacija koje ih obrađuju.
Za efikasnu primenu GDPR-a ključna je i odgovornost upravljača (engl. accountability), koji moraju biti u stanju da dokažu usklađenost sa uredbom (član 24). To podrazumeva primenu odgovarajućih tehničkih i organizacionih mera, kao što su pseudonimizacija, enkripcija, procena uticaja na zaštitu podataka (Data Protection Imapct Assesment; DPIA), kao i imenovanje službenika za zaštitu podataka (Data Protection Officer; DPO) u određenim slučajevima (članovi 35–37 GDPR).

Ukratko, lični podaci predstavljaju osetljiv resurs čija obrada zahteva pažljivo postupanje i poštovanje pravnog okvira definisanog GDPR-om. Ova uredba ne samo da štiti privatnost pojedinaca, već i jača poverenje u digitalno okruženje i podstiče odgovorno upravljanje podacima.

Zaštita ličnih podataka u Sloveniji zasniva se na dva ključna pravna akta: GDPR-u i nacionalnom Zakonu o zaštiti ličnih podataka (ZVOP-2) (Zakon o varstvu osebnih podatkov (ZVOP-2), 2022). Njihov odnos je hijerarhijski i komplementaran, jer ne predstavljaju konkurentske propise, već jedinstven regulatorni sistem koji funkcioniše na evropskom i nacionalnom nivou.

GDPR kao uredba Evropske unije predstavlja osnovni pravni okvir i neposredno se primenjuje u svim državama članicama, bez potrebe za prenošenjem u nacionalno zakonodavstvo. On definiše osnovne principe obrade, prava pojedinaca i obaveze upravljača i obrađivača. Zbog svoje prirode ima prednost nad nacionalnim zakonima.

ZVOP-2, sa druge strane, predstavlja nacionalni zakon koji dopunjuje i konkretizuje GDPR. Njegova uloga je da uredi oblasti u kojima GDPR ostavlja prostor državama članicama, kao što su obrada podataka u javnom sektoru, pravila o video-nadzoru i biometriji, kao i definisanje nadzornog organa – Informacionog poverenika. Takođe, zakon propisuje prekršajne sankcije i postupke nadzora.

Ključno razumevanje ovog odnosa jeste da GDPR odgovara na pitanje "šta" i "zašto", dok ZVOP-2 definiše "kako" u konkretnom nacionalnom kontekstu. Efikasna zaštita ličnih podataka u Sloveniji zahteva istovremenu primenu oba pravna izvora.
Zaštita ličnih podataka u Republici Srbiji uređena je prvenstveno Zakonom o zaštiti podataka o ličnosti (Zakon o zaštiti podataka o ličnosti, 2018), koji je usvojen sa ciljem usklađivanja sa evropskim standardima. Iako Srbija nije članica Evropske unije, ovaj zakon je u velikoj meri harmonizovan sa GDPR-om, što omogućava sličan nivo zaštite.

Zakon definiše osnovne principe obrade, kao što su zakonitost, transparentnost, ograničenje svrhe i minimizacija podataka, kao i pravne osnove za obradu, uključujući pristanak, izvršenje ugovora i zakonske obaveze. Poseban naglasak stavljen je na prava pojedinaca, kao što su pravo na pristup, ispravku, brisanje i ograničenje obrade.

Važan segment predstavljaju i obaveze upravljača i obrađivača, koji moraju obezbediti odgovarajuće tehničke i organizacione mere zaštite. Zakon takođe uređuje specifične oblasti, kao što su video-nadzor (posredno), biometrija i prenos podataka u inostranstvo.

Nadzor nad primenom zakona vrši nezavisni organ – Poverenik za informacije od javnog značaja i zaštitu podataka o ličnosti, koji obezbeđuje zakonitost obrade, rešava pritužbe i može izricati sankcije.

Zaključno, iako Srbija nije članica Evropske unije, njen pravni okvir za zaštitu ličnih podataka prati evropske trendove, čime se obezbeđuje viši nivo pravne sigurnosti i olakšava saradnja sa subjektima iz Evropske unije.

VLASNIŠTVO I KONTROLA NAD PODACIMA

Pitanje vlasništva nad podacima u vozilima je kompleksno i često predmet rasprava. Podaci nastaju unutar vozila, ali im pristupaju i njima upravljaju različiti akteri, zbog čega koncept vlasništva nije jednoznačno definisan. U prvi plan se stavlja koncept kontrole nad podacima, gde je ključno pitanje ko može pristupiti podacima i ko ih može koristiti. U praksi su ta prava raspodeljena između korisnika, proizvođača, servisera i drugih zainteresovanih strana, što stvara složeno okruženje sa potencijalnim konfliktima interesa. Proizvođači, na primer, mogu ograničiti pristup radi zaštite sopstvenih poslovnih interesa, dok korisnici teže većoj transparentnosti. Dodatnu kompleksnost predstavlja činjenica da su podaci često tesno povezani sa tehničkom infrastrukturom vozila, zbog čega je pristup u velikoj meri uslovljen tehničkim rešenjima proizvođača.

Pravni okvir Evropske unije uređuje oblast podataka u vozilima kroz više međusobno povezanih propisa. Osnovni akt u oblasti zaštite ličnih podataka je GDPR (Evropski parlament in Svet Evropske unije, 2016), koji propisuje pravila obrade ličnih podataka, uključujući i one koji nastaju u vozilima. Uredba ne definiše vlasništvo nad podacima, već uvodi uloge rukovaoca i obrađivača i naglašava prava pojedinca nad sopstvenim podacima. Time postavlja osnovu za razumevanje kontrole nad podacima kao ključnog pravnog koncepta.

Važnu dopunu predstavlja Uredba (EU) 2023/2854 Europskog parlamenta i Saveta od 13. decembra 2023 o usklađenim pravilima za pravedan pristup podacima i njihovu uporabu i o izmjeni Uredbe (EU) 2017/2394 i Direktive (EU) 2020/1828 (Akt o podacima) odn. Data Act (Evropski parlament in Svet Evropske unije, 2016), koji direktno adresira pitanje pristupa podacima iz povezanih uređaja, uključujući vozila. Ovaj propis uvodi prava korisnika na pristup podacima, kao i obaveze proizvođača da omoguće deljenje podataka sa trećim stranama. Na taj

način smanjuje informacionu asimetriju i jača položaj korisnika i nezavisnih aktera, poput servisera.

U oblasti automobilske industrije značajnu ulogu ima i Uredba (EU) 2018/858 Europskog parlamenta i Saveta od 30. maja 2018 o homologaciji i nadzoru tržišta motornih vozila i njihovih prikolica te sustavâ, sastavnih dijelova i zasebnih tehničkih jedinica namijenjenih za takva vozila, o izmjeni uredaba (EZ) br. 715/2007 i (EZ) br. 595/2009 te o stavljanju izvan snage Direktive 2007/46/EZ (Evropski parlament in Svet Evropske unije, 2018), koji uređuje homologaciju vozila i uključuje odredbe o pristupu informacijama za popravku i održavanje. Cilj ovih odredbi je obezbeđivanje fer konkurencije na tržištu servisnih usluga, jer obavezuju proizvođače da omoguće pristup ključnim tehničkim podacima i nezavisnim pružaocima usluga.

Dodatni regulatorni sloj čine propisi digitalnog tržišta, kao što su Uredba (EU) 2022/1925 Evropskog parlamenta i Saveta od 14. septembra 2022. o pravednim tržištima s mogućnošću neograničenog tržišnog nadmetanja u digitalnom sektoru i izmjeni direktiva (EU) 2019/1937 i (EU) 2020/1828 (Akt o digitalnim tržištima) odn. Digital Markets Act (Evropski parlament in Svet Evropske unije, 2022b) i Uredba (EU) 2022/2065 Europskog parlamenta i Sveta od 19. oktobra 2022 o jedinstvenom tržištu digitalnih usluga i izmjeni Direktive 2000/31/EZ (Akt o digitalnim uslugama) odn. Digital Services Act (Evropski parlament in Svet Evropske unije, 2022c), koji ograničavaju zloupotrebu tržišne moći velikih digitalnih aktera. U kontekstu povezanih vozila posebno su značajni zbog kontrole nad digitalnim ekosistemima koje uspostavljaju proizvođači vozila.

Značajan uticaj imaju i tehnički propisi UNECE, kao što su pavilnik UN br. 155 (R155) (Jedinstvene odredbe koje se odnose na homologaciju vozila u pogledu sajber bezbednosti i sistema upravljanja sajber bezbednošću) od 22. januara 2021 (UNECE, 2021a) i pravilnik UN br. 156 (R156) (Jedinstvene odredbe koje se odnose na homologaciju vozila u pogledu ažuriranja softvera i sistema upravljanja ažuriranjima softvera od 22. januara 2021) (UNECE, 2021b), koji definišu zahteve u oblasti sajber bezbednosti i ažuriranja softvera. Iako su primarno usmereni na bezbednost, oni imaju i indirektan uticaj na pristup podacima, jer bezbednosni zahtevi mogu dovesti do ograničenja pristupa sistemima vozila.

Zaključno, Evropska unija ne uređuje oblast podataka u vozilima kroz koncept vlasništva, već kroz raspodelu prava pristupa, korišćenja i kontrole nad podacima. Takav pristup odražava složenost savremenih digitalnih ekosistema i potrebu za balansiranjem interesa različitih aktera. Upravo zbog toga pitanje stvarne kontrole nad podacima u vozilima ostaje otvoreno i predmet daljeg razvoja zakonodavstva i stručnih rasprava.

Uzimajući u obzir sve gore navedeno, u kontekstu vozila to znači da čak i osnovna dijagnostika može predstavljati obradu ličnih podataka.

PRAVNO UREĐENJE

Kao što je navedeno, osnovni principi zaštite ličnih podataka, utvrđeni u GDPR-u (Evropski parlament in Svet Evropske unije, 2016), predstavljaju temelj zakonite i odgovorne obrade informacija. Ovi principi u kontekstu vozila dobijaju poseban značaj zbog količine i osetljivosti prikupljenih podataka. Ključni principi obuhvataju zakonitost obrade, ograničenje svrhe, minimizaciju podataka, tačnost, ograničenje čuvanja, kao i obezbeđivanje integriteta i poverljivosti podataka.

Princip zakonitosti zahteva da svaka obrada podataka bude zasnovana na odgovarajućem pravnom osnovu, kao što su saglasnost pojedinca, ugovorni odnos ili zakonska obaveza. U kontekstu vozila to je često povezano sa korišćenjem vozila, servisiranjem ili obradom štetnih događaja. Princip ograničenja svrhe nalaže da se podaci prikupljaju i obrađuju isključivo za jasno definisane i legitimne svrhe, što znači da njihova dalja obrada za nespojive ciljeve nije dozvoljena bez odgovarajuće pravne osnove. Princip minimizacije podataka zahteva da se prikupljaju samo oni podaci koji su neophodni za ostvarenje određene svrhe, što je posebno važno kod sistema koji mogu generisati velike količine podataka.

Pored ovih principa, pojedinac ima i niz prava koja mu omogućavaju kontrolu nad sopstvenim podacima. Među najvažnijima su pravo na pristup, pravo na ispravku netačnih podataka i pravo na brisanje podataka kada više ne postoji pravni osnov za njihovu obradu. U kontekstu vozila to znači da korisnik mora imati mogućnost uvida u podatke koje vozilo ili povezani sistemi prikupljaju o njemu, kao i mogućnost uticaja na njihovu dalju obradu. U praksi je ostvarivanje ovih prava često otežano zbog tehničke složenosti sistema i disperzije podataka između različitih aktera.

Organizacije koje obrađuju podatke iz vozila moraju obezbediti odgovarajuće tehničke i organizacione mere zaštite. To uključuje kontrolu pristupa, enkripciju podataka, evidentiranje aktivnosti i redovno testiranje bezbednosnih mehanizama. Poseban fokus je na sprečavanju neovlašćenog pristupa i zloupotreba, jer podaci iz vozila mogu biti izuzetno osetljivi. Takođe je važno da zaposleni budu adekvatno obučeni za rukovanje podacima, jer ljudski faktor često predstavlja najveći bezbednosni rizik.

U praksi često dolazi do konflikta između potrebe za pristupom podacima i zaštite privatnosti. Na primer, organi gonjenja ili osiguravajuće kuće mogu zahtevati pristup podacima radi istrage događaja, dok pojedinac ima interes da zaštiti svoje lične informacije. Takve situacije zahtevaju uravnotežen pristup koji uzima u obzir tehničke mogućnosti i pravna ograničenja. Ključno je da se pristup podacima ograniči na minimum neophodan za ostvarenje legitimnog cilja i da postoji odgovarajući pravni osnov za njihovu obradu.

Važan aspekt pravne regulative jeste i pitanje dokazne vrednosti podataka. Podaci koji se koriste u forenzičkim postupcima moraju biti prikupljeni i obrađeni na način koji obezbeđuje njihov integritet, autentičnost i sledljivost. To podrazumeva da svaki korak u procesu prikupljanja, akvizicije, čuvanja i analize mora biti adekvatno dokumentovan. U tom kontekstu posebnu ulogu ima standard ISO/IEC 27037:2012 (ISO, 2012), koji predstavlja osnovni okvir za postupanje sa digitalnim dokazima. Ovaj standard definiše smernice za identifikaciju, prikupljanje, akviziciju i očuvanje digitalnih dokaza na način koji sprečava njihovu izmenu ili degradaciju.

Primena standarda ISO/IEC 27037:2012 ključna je za obezbeđivanje upotrebljivosti podataka iz vozila u pravnim postupcima. Standard naglašava značaj minimalne intervencije nad izvornim podacima, korišćenje validiranih metoda akvizicije i uspostavljanje lanca čuvanja (engl. chain of custody). Na taj način se obezbeđuje potpuna sledljivost postupaka, što omogućava proveru autentičnosti dokaza. Takođe, standard doprinosi ujednačavanju metodologije rada, čime se povećava pouzdanost rezultata i smanjuje rizik od proceduralnih grešaka.

Pored standarda ISO/IEC 27037:2012, značajnu ulogu imaju i druge smernice i primeri dobre prakse koji dopunjuju metodološki okvir digitalne forenzike. Zajedno omogućavaju stručnjacima da sprovode postupke na sistematičan i proverljiv način, što je ključno za očuvanje dokazne vrednosti podataka.

Takođe je neophodno uzeti u obzir pitanje odgovornosti. Organizacije koje obrađuju podatke moraju biti u stanju da dokažu usklađenost sa zakonodavstvom, što podrazumeva vođenje evidencija o obradi, sprovođenje procena uticaja na zaštitu podataka i saradnju sa nadzornim organima. Ovakav pristup povećava transparentnost i odgovornost, te doprinosi većem poverenju korisnika.

Zaključno, pravna regulativa u oblasti podataka u vozilima predstavlja kompleksnu kombinaciju opštih principa zaštite podataka i specifičnih zahteva koji proizlaze iz prirode vozila kao digitalnih sistema. Efikasna implementacija ovih principa zahteva blisku saradnju pravnih i tehničkih stručnjaka, kao i kontinuirano prilagođavanje novim tehnološkim izazovima. Stoga svako prikupljanje podataka bez odgovarajuće pravne osnove može predstavljati nezakonitu obradu ličnih podataka.

PRISTUP PODACIMA

Pristup podacima u vozilima omogućava se putem dijagnostičkih interfejsa koji omogućavaju čitanje i upravljanje podacima (Gomez Buquerin i dr., 2021). Napredni sistemi omogućavaju i izmene konfiguracija, što predstavlja dodatni bezbednosni rizik.

U praksi se uglavnom razlikuju tri nivoa pristupa:

- osnovni pristup – korišćenje standardizovanih dijagnostičkih interfejsa (npr. OBD-II) za logički pristup; ne podrazumeva intervenciju u hardversku strukturu.
- napredni pristup – korišćenje proizvođačkih dijagnostičkih i servisnih alata ili čitanje memorije putem JTAG interfejsa bez uklanjanja čipa.
- invazivni pristup – chip-off ili BDM (Background Debug Mode) postupci za direktan pristup NAND i eMMC memorijama; koristi se samo kada druge metode nisu primenljive.

Napredni pristup je često ograničen na ovlašćene servise, što otvara pitanja konkurentnosti i prava nezavisnih servisera. Invazivni pristup pripada naprednim laboratorijskim i forenzičkim praksama koje zahtevaju visok nivo stručnosti, tehničkih resursa i iskustva, te se zbog visokih troškova koristi ređe.

Za zaštitu podataka od ključnog je značaja primena adekvatnih bezbednosnih mehanizama, kao što su autentikacija, autorizacija i evidentiranje pristupa. Potrebno je naglasiti, da invazivni pristup (chip-off odn. skidanje čipova, BDM) predstavlja direktan zahvat u celokupnu memoriju sistema, što može uključivati i podatke koji nisu relevantni za istragu. Isto tako mogu i osnovni i napredni pristup uključivati podatke, nerelevantne za istragu.

SERVISIRANJE IN RIZICI

Servisiranje savremenih vozila sve češće uključuje obradu različitih vrsta podataka, što pored tehničkih i bezbednosnih rizika otvara i značajna pitanja privatnosti. Vozila danas više nisu samo mehanički sistemi, već kompleksne informaciono-komunikacione platforme koje generišu i skladište podatke o radu vozila, vožnji, lokaciji i korisničkim podešavanjima. Mnogi od ovih podataka mogu imati karakter ličnih podataka, jer se mogu direktno ili indirektno povezati sa pojedincem. Tokom servisiranja, ovi podaci se često čitaju, analiziraju, kopiraju ili čak menjaju, što predstavlja potencijalni zahvat u informacionu privatnost korisnika.

Na osnovu dugogodišnjeg istraživanja može se zaključiti da među najvažnijim rizicima spadaju gubitak podataka, neovlašćen pristup, izmene podataka i nedostatak sledljivosti. Gubitak podataka može uticati ne samo na funkcionisanje vozila, već i na dostupnost informacija koje mogu biti značajne za korisnika. Neovlašćen pristup predstavlja posebno ozbiljan rizik sa aspekta privatnosti, jer može uključivati uvid u podatke o lokaciji, načinu vožnje ili korišćenju vozila. Izmene podataka mogu narušiti integritet sistema i dovesti do pogrešnih interpretacija ponašanja korisnika. Nedostatak sledljivosti znači da nije moguće utvrditi ko je pristupao podacima ili ih obrađivao, što dodatno otežava zaštitu prava pojedinca.

U praksi često dolazi do situacija u kojima se podaci iz vozila kopiraju na servisnu opremu, kao što su dijagnostički uređaji, računari ili serveri. Takvi postupci omogućavaju efikasnu dijagnostiku, ali istovremeno povećavaju rizik od zloupotrebe ili nekontrolisanog širenja podataka, naročito kada oprema sumnjivog porekla, pposebno u nevlaščenim servisima ne ispunjava standarde informacione bezbednosti. Podaci mogu ostati sačuvani na uređajima duže nego što je potrebno ili se koristiti u svrhe koje nisu povezane sa servisiranjem. To može predstavljati kršenje principa ograničenja svrhe i minimizacije podataka. Dodatni rizik predstavlja i korišćenje eksternih nosača podataka, gde je kontrola prenosa još otežanija.

Značajan faktor rizika predstavljaju i zaposleni. Nedovoljno obučeni ili nedovoljno svesni značaja zaštite podataka mogu nenamerno narušiti privatnost korisnika, na primer pristupanjem podacima koji nisu neophodni za izvršenje zadatka. Takođe postoji i rizik od namerne zloupotrebe, gde se podaci koriste u lične ili komercijalne svrhe bez odgovarajuće pravne osnove. Takve situacije mogu ozbiljno narušiti poverenje korisnika u servisne organizacije.

Sa aspekta zaštite ličnih podataka, neophodno je da servisne organizacije uspostave sveobuhvatan sistem bezbednosnih i organizacionih mera. To podrazumeva jasno definisane pravne osnove za obradu podataka, ograničavanje pristupa u skladu sa principom najmanjih privilegija, kao i dosledno evidentiranje svih aktivnosti. Posebno je važno obezbediti transparentnost prema korisnicima, koji moraju biti informisani o tome koji se podaci obrađuju, u koju svrhu i koliko dugo se čuvaju. Tehničke mere, kao što su enkripcija, anonimizacija i bezbedno brisanje podataka, dodatno doprinose zaštiti privatnosti.

Zaključno, obrada podataka u procesu servisiranja vozila predstavlja značajan izazov kako sa stanovišta informacione bezbednosti, tako i zaštite privatnosti. Zbog rastuće količine i osetljivosti podataka, neophodno je uspostaviti ravnotežu između efikasnog servisiranja i zaštite prava pojedinaca. Samo kombinacijom tehničkih, organizacionih i pravnih mera moguće je obezbediti visok nivo zaštite ličnih podataka i očuvati poverenje korisnika u savremene automobilske usluge.

OSIGURAVAJUĆA DRUŠTVA I UPOTREBA PODATAKA

Osiguravajuća društva koriste podatke iz vozila prvenstveno sa ciljem unapređenja tačnosti analize saobraćajnih nezgoda i utvrđivanja odgovornosti učesnika. Poseban segment u okviru elektronskih podatkovnih sistema vozila čine zapisivači podataka o događajima (EDR – Event Data Recorders). Na osnovu Pravilnika Ujedinjenih nacija br. 160, Europska komisija usvojila je Delegiranu uredbu br. 2022/545 (Evropska komisija, 2022a), kojom se propisuje da se EU homologacija za vozila kategorija M1 (putnička vozila) i N1 (laka komercijalna vozila) od 6. jula 2022. može dodeliti isključivo modelima novih vozila koji su opremljeni zapisivačima događaja – EDR sistemima. Uredba istovremeno, od 6. jula 2024. godine, zabranjuje prvu registraciju vozila navedenih kategorija koja nisu opremljena EDR sistemima. Takođe propisuje zahteve u pogledu informacione bezbednosti, odnosno zaštite podataka zabeleženih

u EDR-u i pripadajućeg softvera, način pribavljanja odnosno preuzimanja podataka iz EDR-a, kao i zahtev da podaci ne omogućavaju njihovo povezivanje sa fizičkim licem.

Od 7. januara 2026. godine, u skladu sa Pravilnikom Ujedinjenih nacija br. 169 (UNECE, 2023) i Delegiranom uredbom br. 2025/1122 (Evropska komisija, 2025), EDR sistemima moraju biti opremljeni i novi modeli teških komercijalnih vozila kategorija M2, M3, N2 i N3. Nakon 7. januara 2029. godine, EDR sistemima moraju biti opremljena sva vozila navedenih kategorija koja se prvi put stavljaju u promet.

Svrha EDR-a je čuvanje ključnih parametara povezanih sa kritičnim trenucima pre saobraćajne nezgode, tokom nje i nakon nje. Primarni cilj beleženja podataka nije utvrđivanje krivice za nezgodu, već prikupljanje dokaza o funkcionisanju različitih sistema aktivne i pasivne bezbednosti koji štite vozača i putnike u vozilu, kao i druge učesnike u saobraćaju. Zabeleženi podaci ne bi trebalo da sadrže informacije koje bi mogle povezati vozilo sa korisnikom ili vlasnikom (UNECE, 2021c, UNECE, 2021d). Ipak stručna interpretacija ovih podataka ima značajnu forenzičku vrednost, jer u velikoj meri doprinosi rekonstrukciji događaja i razjašnjavanju uzročno-posledičnih veza (Armstrong, 2018). Ovakvi podaci omogućavaju znatno objektivniju rekonstrukciju nezgode, čime se smanjuje zavisnost od subjektivnih izjava učesnika ili svedoka. Kao rezultat toga, osiguravajuća društva mogu brže i preciznije obrađivati odštetne zahteve, što doprinosi većoj efikasnosti postupaka i smanjenju sporova.

Pored analize pojedinačnih nezgoda, podaci iz vozila mogu se koristiti i za šire svrhe, kao što je procena rizika. Na osnovu obrazaca ponašanja u vožnji, poput učestalosti naglog kočenja, brzog ubrzavanja ili vožnje u rizičnim uslovima, osiguravajuća društva mogu formirati profil vozača i u skladu sa tim prilagoditi premiju osiguranja. Ovakav pristup, poznat kao "usage-based insurance", omogućava individualizaciju osiguravajućih proizvoda i može podstaći bezbedniju vožnju. Međutim, istovremeno otvara pitanja pravičnosti i potencijalne diskriminacije, jer određeni obrasci ponašanja mogu dovesti do nepovoljnijih uslova za pojedinca, bez obzira na širi kontekst.

Uprkos prednostima ovakve upotrebe podataka, javljaju se značajni izazovi u pogledu transparentnosti. Korisnici često nisu u potpunosti informisani o tome koje podatke osiguravajuća društva prikupljaju, kako ih obrađuju i u koje svrhe ih koriste. Informacije o obradi podataka najčešće su sadržane u opštim uslovima osiguranja, koje većina korisnika ne čita ili ne razume u potpunosti. Kao posledica, može doći do situacija u kojima pojedinac nesvesno pristaje na obimnu obradu svojih podataka, čime se umanjuje njegova stvarna mogućnost informisanog odlučivanja.

Dodatnu kompleksnost potvrđuje praksa na slovenačkom tržištu, gde čak četiri od pet osiguravajućih društava koja nude proizvode auto-osiguranja u uslove kasko osiguranja uključuju odredbe prema kojima osiguranik mora omogućiti pristup digitalnim podacima vozila u slučaju saobraćajne nezgode. Ovakve odredbe mogu značajno proširiti obim obrade podataka, jer osiguravaču omogućavaju uvid u podatke o vožnji, radu vozila i drugim tehničkim parametrima. Nasuprot tome, u okviru obaveznog auto-osiguranja (AO) takvi zahtevi nisu uključeni, što ukazuje na različit stepen zadiranja u privatnost u zavisnosti od vrste osiguravajućeg proizvoda.

Na osnovu analize dostupnih uslova osiguranja u Srbiji, nije moguće pronaći dokaze da osiguravajuća društva u kasko ili obavezno auto-osiguranje (AO) uključuju odredbe koje zahtevaju pristup digitalnim podacima vozila. Za razliku od Slovenije, gde su takve odredbe u kasko osiguranjima uobičajene, u Srbiji ne postoji sistematska ili uporediva praksa. To ukazuje

da pristup podacima vozila u srpskom osiguravajućem sektoru trenutno nije standardizovan ugovorni uslov, već, ukoliko postoji, predstavlja izuzetak, a ne pravilo.

Pored pitanja transparentnosti, značajno je i pitanje kontrole nad podacima. Korisnici bi trebalo da imaju mogućnost pristupa svojim podacima, provere njihove tačnosti i, po potrebi, zahtevaju ispravku ili brisanje. Takođe bi trebalo da imaju mogućnost ograničavanja obrade ili donošenja odluke o učešću u sistemima koji podrazumevaju praćenje njihovog ponašanja u vožnji. U praksi su ove mogućnosti često ograničene ili teško ostvarive, što dodatno naglašava potrebu za unapređenjem mehanizama zaštite prava pojedinaca.

Dodatni rizik predstavlja sekundarna upotreba podataka. Podaci prikupljeni za obradu štetnog događaja mogu se koristiti i u druge svrhe, kao što su marketing, analiza ponašanja ili razvoj novih proizvoda. Takva upotreba mora biti jasno definisana i pravno utemeljena, u suprotnom može predstavljati povredu privatnosti. Posebno problematično postaje ukoliko se podaci dele sa trećim stranama bez adekvatnog informisanja korisnika.

Sa aspekta bezbednosti, neophodno je obezbediti odgovarajuću zaštitu podataka od neovlašćenog pristupa. Budući da se podaci često prenose između vozila, osiguravajućih društava i drugih sistema, postoji rizik od presretanja ili zloupotrebe. Zbog toga je neophodna primena tehničkih mera, kao što su enkripcija, kontrola pristupa i evidentiranje aktivnosti.

Zaključno, upotreba podataka iz vozila u osiguranju donosi značajne prednosti, ali i brojne izazove. Ključno je uspostaviti ravnotežu između efikasnosti osiguravajućih procesa i zaštite prava pojedinaca. To zahteva jasnu komunikaciju, transparentne procedure i efikasne mehanizme kontrole koji će omogućiti korisnicima aktivno upravljanje sopstvenim podacima i obezbediti njihovu bezbednu i zakonitu upotrebu. Praksa otvara pitanje dobrovoljnosti pristanka, jer je pristup podacima uslov za ostvarivanje prava iz osiguranja.

PROBLEM PRIVATNOSTI

Podaci koji nastaju u savremenim vozilima omogućavaju izuzetno detaljan uvid u ponašanje pojedinca (Dowthwaite i dr., 2024). Ne radi se samo o tehničkim informacijama o radu vozila, već o sveobuhvatnom skupu podataka koji mogu otkriti svakodnevne navike vozača, rute kretanja, vremenske obrasce i stil vožnje. Na osnovu ovih podataka moguće je rekonstruisati rutinu pojedinca, identifikovati mesta koja često posećuje, pa čak i zaključivati o njegovim društvenim i profesionalnim aktivnostima. Takav nivo uvida znači da vozilo postaje sredstvo koje može posredno otkriti intimne aspekte života pojedinca.

Ovo predstavlja ozbiljan rizik po privatnost, naročito u situacijama kada se podaci koriste u svrhe koje prevazilaze prvobitni razlog njihovog prikupljanja. Sekundarna upotreba podataka podrazumeva da se podaci prikupljeni, na primer, za tehničku dijagnostiku ili unapređenje rada vozila, koriste i za druge svrhe, kao što su analiza ponašanja, marketing ili čak nadzor. Takva praksa može se odvijati bez znanja ili izričitog pristanka korisnika, što dodatno povećava rizik od zloupotrebe. Posebno je problematično kada se podaci kombinuju sa drugim izvorima informacija, jer to omogućava još preciznije profilisanje pojedinca.

Profilisanje korisnika predstavlja jedan od najozbiljnijih izazova u ovoj oblasti. Na osnovu prikupljenih podataka moguće je kreirati detaljne profile koji obuhvataju navike vozača, stil vožnje, reakcije u različitim situacijama, pa čak i nivo rizičnog ponašanja. Takvi profili mogu se koristiti u različite svrhe, kao što su određivanje premija osiguranja, procena kreditne sposobnosti ili personalizacija oglašavanja. Iako ovakva upotreba podataka može doneti određene koristi, ona istovremeno otvara pitanja pravičnosti, diskriminacije i zaštite prava

pojedinca. Profilisanje može dovesti do automatizovanog donošenja odluka koje direktno utiču na pojedinca, pri čemu on često nema uvid u korišćene kriterijume niti mogućnost prigovora.

Dodatni problem predstavlja nedostatak transparentnosti u vezi sa obradom podataka. Korisnici vozila često nisu u potpunosti informisani o tome koje podatke vozilo prikuplja, kako se oni obrađuju, ko ima pristup tim podacima i u koje svrhe se koriste. Informacije o obradi podataka često su skrivene u opštim uslovima korišćenja ili tehničkoj dokumentaciji, koja je prosečnom korisniku teško razumljiva. Kao rezultat, korisnici nemaju stvarnu kontrolu nad svojim podacima, što smanjuje njihovo poverenje u tehnologiju.

Pored toga, potrebno je uzeti u obzir i rizik od neovlašćenog pristupa podacima. S obzirom na to da su savremena vozila povezana sa spoljnim sistemima, postoji mogućnost sajber napada koji mogu dovesti do otkrivanja ili manipulacije podacima. Takvi incidenti mogu imati ozbiljne posledice, jer mogu otkriti osetljive informacije ili čak ugroziti bezbednost vozila.

Zbog svih navedenih rizika, od ključne je važnosti da se obrada podataka iz vozila sprovodi u skladu sa principima zaštite privatnosti. To uključuje princip minimizacije podataka, koji zahteva da se prikupljaju samo podaci neophodni za određenu svrhu, kao i princip ograničenja svrhe, prema kojem se podaci ne smeju koristiti za druge svrhe bez odgovarajuće pravne osnove. Takođe je važno obezbediti integritet i poverljivost podataka, odnosno njihovu zaštitu od neovlašćenog pristupa i izmene.

Pored tehničkih mera, značajnu ulogu imaju i organizacioni i pravni mehanizmi. Organizacije koje obrađuju podatke moraju obezbediti jasno i razumljivo informisanje korisnika, kao i omogućiti ostvarivanje njihovih prava. To uključuje pravo na pristup podacima, pravo na ispravku, pravo na brisanje i pravo na ograničenje obrade (GDPR). Istovremeno, neophodno je uspostaviti efikasne nadzorne mehanizme koji će sprečiti zloupotrebe.

Zaključno, podaci iz vozila predstavljaju značajan izvor informacija koji može doprineti razvoju tehnologije i unapređenju bezbednosti. Međutim, njihova upotreba nosi i ozbiljne rizike po privatnost pojedinca. Zbog toga je neophodno uspostaviti ravnotežu između koristi od upotrebe podataka i zaštite osnovnih prava, što zahteva sveobuhvatan pristup koji uključuje tehničke, pravne i organizacione mere. Vozilo postaje sredstvo za pasivni nadzor pojedinca.

POSEBNI IZAZOVI

Među ključnim izazovima savremenih vozila ističe se činjenica da vozilo više nije vezano za jednog korisnika, već ga često koristi više osoba. U porodičnom okruženju vozilo dele različiti članovi, dok u poslovnom okruženju vozilo može koristiti više zaposlenih ili čak više organizacionih jedinica. To znači da se u sistemima vozila istovremeno prikupljaju podaci o više pojedinaca, što značajno otežava utvrđivanje kome pojedini podaci pripadaju. Kao posledica toga, otežano je i ostvarivanje prava pojedinaca, kao što su pristup podacima, njihova ispravka ili brisanje. U praksi može doći do konflikta interesa, jer jedan korisnik može imati interes da pristupi podacima koji istovremeno sadrže informacije o drugim osobama.

Drugi značajan izazov predstavlja kompleksnost sistema u savremenim vozilima (Le-Khac i dr., 2020). Elektronska arhitektura vozila obuhvata veliki broj međusobno povezanih upravljačkih jedinica, komunikacionih protokola i softverskih komponenti koje funkcionišu kao integrisan sistem. Ova kompleksnost otežava razumevanje tokova podataka, identifikaciju relevantnih informacija i njihovu pravilnu interpretaciju. U kontekstu istraga to znači da je neophodan visok nivo stručnog znanja, jer pogrešna interpretacija podataka može dovesti do

netačnih zaključaka. Pored toga, složenost sistema povećava i rizik od grešaka pri prikupljanju podataka, što može uticati na njihovu dokaznu vrednost.

Poseban izazov predstavljaju novi tipovi podataka, naročito biometrijski i podaci o ponašanju. Savremena vozila sve češće uključuju funkcionalnosti kao što su prepoznavanje vozača, detekcija umora ili praćenje načina vožnje. Ovakvi podaci su po svojoj prirodi osetljivi, jer mogu otkriti zdravstveno stanje, fiziološke karakteristike ili obrasce ponašanja pojedinca. Njihova obrada zahteva strože bezbednosne mere i jasno definisanu pravnu osnovu. Takođe se postavlja pitanje proporcionalnosti, jer nije uvek jasno da li je obim prikupljenih podataka opravdan u odnosu na svrhu njihove upotrebe.

Dugoročno čuvanje podataka predstavlja dodatni izazov. Podaci koji nastaju u vozilima mogu se čuvati tokom dužeg vremenskog perioda, često tokom čitavog životnog veka vozila. Oni mogu biti sačuvani u samom vozilu ili u spoljnim sistemima. Dugotrajno čuvanje povećava rizik od zloupotrebe, neovlašćenog pristupa ili gubitka podataka, naročito nakon promene vlasništva vozila. Istovremeno otežava poštovanje principa ograničenja čuvanja, prema kojem se podaci smeju čuvati samo onoliko dugo koliko je neophodno. U praksi je često teško odrediti kada podaci više nisu potrebni, posebno ako imaju potencijalnu dokaznu vrednost.

Ovi izazovi jasno ukazuju da obrada podataka u savremenim vozilima zahteva sveobuhvatan pristup. Tehničke mere treba da obuhvate bezbednu arhitekturu sistema, zaštitu podataka i kontrolu pristupa. Pravni okvir mora obezbediti jasno definisana prava i obaveze svih učesnika, kao i usklađenost sa zakonodavstvom. Organizacioni aspekt podrazumeva uspostavljanje standardizovanih procedura, obuku zaposlenih i nadzor nad primenom politika. Samo kombinacijom svih ovih pristupa moguće je efikasno upravljati izazovima koje donosi digitalizacija vozila.

ZAKLJUČAK

Istrage elektronskih sistema vozila predstavljaju jedno od ključnih područja savremene digitalne forenzike, koje se razvija brže od pravnih i standardizacionih okvira koji bi takve aktivnosti trebalo da usmeravaju. Savremena vozila, kao kompleksni informacioni sistemi, generišu velike količine podataka koji prevazilaze isključivo tehničke informacije i često uključuju i lične podatke. Kao posledica toga, istraživanja vozila više nisu samo tehnički postupci, već predstavljaju zahvate koji mogu direktno uticati na pravo pojedinca na privatnost.

Analiza pokazuje da ključni izazov više nije pristup podacima, već obezbeđivanje njihove zakonite, proporcionalne i transparentne upotrebe. U praksi postoji rizik da se podaci prikupljaju prekomerno, bez jasne pravne osnove ili bez adekvatnog nadzora nad njihovom daljom obradom. Takvi postupci mogu dovesti do situacija u kojima istražne aktivnosti zapravo predstavljaju neopravdan zahvat u privatnost pojedinca.

Dodatnu kompleksnost predstavlja raspršenost odgovornosti među različitim akterima, kao što su proizvođači, serviseri, osiguravajuća društva i organi gonjenja. Nijedan od ovih subjekata nema potpunu kontrolu nad podacima, dok istovremeno svaki raspolaže određenim nivoom pristupa, što stvara okruženje povećanog rizika od zloupotrebe, neovlašćenog pristupa i neadekvatne obrade podataka. U takvom okruženju postaje jasno da tehnička mogućnost pristupa podacima sama po sebi ne znači i legitimnost njihove upotrebe.

Sa aspekta zaštite privatnosti, posebno je problematična činjenica da podaci iz vozila omogućavaju detaljno profilisanje pojedinca, često bez njegovog znanja ili stvarne kontrole. U kombinaciji sa drugim izvorima, takvi podaci mogu otkriti osetljive informacije o ponašanju,

navikama i načinu života pojedinca, što dodatno naglašava potrebu za strožim ograničenjima i nadzorom.

Na osnovu navedenih nalaza može se zaključiti da je neophodno ojačati normativni i operativni okvir istraživanja elektronskih sistema vozila. To podrazumeva dosledno poštovanje principa zaštite ličnih podataka, posebno principa minimizacije podataka, ograničenja svrhe i zakonitosti obrade. Istražni postupci moraju biti jasno dokumentovani, pravno utemeljeni i sprovedeni na način koji obezbeđuje sledljivost i sprečava prekomeran zahvat u privatnost.

U praksi to znači da svi akteri koji imaju pristup podacima iz vozila moraju preuzeti aktivnu odgovornost za zakonito i etičko postupanje sa podacima. Servisne organizacije moraju uspostaviti kontrolu pristupa i obrade podataka, istražitelji moraju obezbediti odgovarajuću pravnu osnovu i ograničiti obim prikupljanja podataka, dok proizvođači moraju omogućiti transparentne i kontrolisane mehanizme pristupa. Bez takvog sveobuhvatnog pristupa postoji rizik da istraživanja elektronskih sistema vozila postanu izvor sistematskih povreda privatnosti.

Na kraju se može zaključiti da budućnost ove oblasti ne zavisi isključivo od tehnološkog napretka, već pre svega od sposobnosti uspostavljanja ravnoteže između efikasnosti istraživanja i zaštite osnovnih prava pojedinca. Samo kroz jasna pravila, odgovorno postupanje i veću transparentnost moguće je obezbediti da se podaci iz vozila koriste na način koji istovremeno doprinosi bezbednosti i očuvanju poverenja korisnika.

DISKUSIJA

Istrage elektronskih sistema vozila predstavljaju izrazito interdisciplinarno područje u kojem se prepliću tehnički, pravni i etički aspekti. Analiza pokazuje da tehnološki razvoj vozila značajno nadmašuje razvoj regulative i standardizovanih procedura, što stvara jaz između mogućnosti obrade podataka i njihovog adekvatnog nadzora.

Jedan od ključnih zaključaka jeste da savremena vozila generišu ogromne količine podataka koji više nisu isključivo tehničke prirode, već često sadrže i lične informacije. To znači da je granica između tehničkih i ličnih podataka zamagljena, što otežava njihovu pravnu obradu. U praksi to dovodi do situacija u kojima isti podatak može istovremeno predstavljati tehničku informaciju i lični podatak, u zavisnosti od konteksta njegove upotrebe.

Važan aspekt diskusije predstavlja i pitanje kontrole nad podacima. Analiza pokazuje da nijedan akter nema potpunu kontrolu nad svim podacima u vozilu. Proizvođači kontrolišu tehničku infrastrukturu, korisnici imaju prava nad ličnim podacima, dok serviseri pristupaju podacima u svrhu dijagnostike. Ovakva raspodela odgovornosti stvara složeno okruženje u kojem može dolaziti do konflikata interesa, naročito između zaštite poslovnih interesa i prava na privatnost.

Poseban izazov predstavlja pristup podacima. Tehnički, pristup je često omogućen putem dijagnostičkih interfejsa, ali je u praksi ograničen vlasničkim rešenjima proizvođača. To otvara pitanja konkurentnosti na tržištu servisnih usluga i prava nezavisnih servisera. Istovremeno, prevelika dostupnost podataka povećava rizik od zloupotrebe, zbog čega je neophodno pronaći odgovarajuću ravnotežu između otvorenosti i bezbednosti.

U kontekstu forenzičkih istraga, podaci iz vozila imaju izuzetnu dokaznu vrednost jer omogućavaju rekonstrukciju događaja sa visokim stepenom preciznosti. Međutim, njihova upotreba zahteva striktno poštovanje principa integriteta i sledljivosti. Svaka nepravilnost u

procesu prikupljanja ili obrade podataka može uticati na njihovu dokaznu vrednost, što može imati značajne pravne posledice.

Analiza servisnih procesa pokazuje da oni predstavljaju jedan od najvećih rizika za bezbednost podataka. U praksi često dolazi do nenamernog kopiranja podataka, njihovog skladištenja na servisnoj opremi ili prenosa trećim licima. Nedostatak standardizovanih procedura i neadekvatna obuka zaposlenih dodatno povećavaju ovaj rizik. To ukazuje na potrebu uvođenja bezbednosnih politika koje će jasno definisati postupke rukovanja podacima.

Osiguravajući sektor predstavlja još jedan značajan aspekt obrade podataka iz vozila. Podaci se koriste za analizu nezgoda i utvrđivanje odgovornosti, što može unaprediti efikasnost postupaka (Armstrong, 2018). Međutim, ovakva upotreba otvara pitanja transparentnosti i saglasnosti korisnika. Korisnici često nisu u potpunosti informisani o obimu obrade svojih podataka, što može dovesti do smanjenja poverenja.

Sa aspekta privatnosti, ključni zaključak je da podaci iz vozila omogućavaju detaljno profilisanje pojedinca. Analiza obrazaca ponašanja, lokacija i navika može otkriti veoma osetljive informacije. To znači da obradu ovakvih podataka treba sprovoditi uz visok nivo opreza i u skladu sa principima zaštite podataka.

Važno pitanje koje se nameće jeste i budući razvoj ove oblasti. Može se očekivati dalji rast količine podataka, posebno sa razvojem autonomnih vozila i naprednih sistema za pomoć vozaču. To će dodatno povećati kompleksnost upravljanja podacima i zahtevati razvoj novih pristupa zaštiti privatnosti.

Na osnovu analize moguće je identifikovati nekoliko ključnih pravaca za dalji razvoj:

- uvođenje standardizovanih procedura za forenzičke istrage vozila,
- unapređenje transparentnosti u vezi sa obradom podataka,
- razvoj tehničkih rešenja za zaštitu podataka,
- jačanje pravnog okvira,
- edukacija stručnjaka u oblasti digitalne forenzike vozila.

Zaključno, može se istaći da istraživanje elektronskih sistema vozila predstavlja oblast sa velikim potencijalom, ali i brojnim izazovima. Ključ uspešnog razvoja leži u uspostavljanju ravnoteže između tehnoloških mogućnosti i zaštite osnovnih prava pojedinca.

IZVORI IN LITERATURA

Armstrong, C. (ur.) (2018). *Collision Reconstruction Methodologies, Volume 7A: Event Data Recorder Interpretation.* SAE International. https://saemobilus.sae.org/content/PT-186_7A/

Attenberger, A. (2019). Data Sources for Information Extraction in Automotive Forensics. V R. Moreno-Díaz, F. Pichler in A. Quesada-Arencibia (ur.), International Conference on Computer Aided Systems Theory EUROCAST 2019: *Computer Aided Systems, Theory - EUROCAST 2019* (str. 137-144). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-45096-0_17

Dowthwaite, A., Cook, D. in Cox, A. L. (2024). Privacy preferences in automotive data collection. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives, 24*, 101022. https://doi.org/10.1016/j.trip.2024.101022.

Evropski parlament in Svet Evropske unije. (2016). Uredba (EU) 2016/679 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 27. aprila 2016 o varstvu posameznikov pri obdelavi osebnih podatkov in o prostem pretoku takih podatkov (Splošna uredba o varstvu podatkov – GDPR). *Uradni list Evropske unije,* (L 119), 1–78. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/PDF/?uri=CELEX:02016R0679-20160504

Evropski parlament in Svet Evropske unije. (2018).Uredba (EU) 2018/858 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 30. maja 2018 o odobritvi in tržnem nadzoru motornih vozil in njihovih priklopnikov ter sistemov, sestavnih delov in samostojnih tehničnih enot, namenjenih za taka vozila, spremembi uredb (ES) št. 715/2007 in (ES) št. 595/2009 ter razveljavitvi Direktive 2007/46/ES. *Uradni list Evropske unije,* (L 151), 1–394. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/PDF/?uri=CELEX:02018R0858-20240701

Evropska komisija. (2022a). Delegirana uredba Komisije (EU) 2022/545 z dne 26. januarja 2022 o dopolnitvi Uredbe (EU) 2019/2144 Evropskega parlamenta in Sveta z določitvijo podrobnih pravil v zvezi s posebnimi preizkuševalnimi postopki in tehničnimi zahtevami za homologacijo motornih vozil glede njihovih zapisovalnikov podatkov o dogodku in za homologacijo teh sistemov kot samostojnih tehničnih enot ter o spremembi Priloge II k navedeni uredbi. *Uradni list Evropske unije*, (L 107), 1–30. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022R0545

Evropski parlament in Svet Evropske unije. (2022b). Uredba (EU) 2022/1925 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 14. septembra 2022 o tekmovalnih in pravičnih trgih v digitalnem sektorju in spremembi direktiv (EU) 2019/1937 in (EU) 2020/1828 (akt o digitalnih trgih). *Uradni list Evropske unije,* (L 265), 1–52. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/PDF/?uri=CELEX:02022R1925-20221012&qid=1777824803353

Evropski parlament in Svet Evropske unije. (2022c). Uredba (EU) 2022/2065 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 19. oktobra 2022 o enotnem trgu digitalnih storitev in spremembi Direktive 2000/31/ES (Akt o digitalnih storitvah). *Uradni list Evropske unije,* (L 265), 1–82. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/PDF/?uri=CELEX:02022R2065-20221027

Evropski parlament in Svet Evropske unije. (2023). Uredba (EU) 2023/2854 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 13. decembra 2023 o harmoniziranih pravilih za pravičen dostop do podatkov in njihovo uporabo ter spremembi Uredbe (EU) 2017/2394 in Direktive (EU) 2020/1828 (akt o podatkih). *Uradni list Evropske unije,* (L 2023/2854, 22. 12. 2023). https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202302854

Evropska komisija. (2025). Delegirana uredba Komisije (EU) 2025/1122 z dne 5. junija 2025 o spremembi Uredbe (EU) 2019/2144 Evropskega parlamenta in Sveta, da se upošteva regulativni razvoj v zvezi s spremembami pravilnikov ZN št. 25, 34, 79, 100, 117, 127 in 152 ter novimi pravilniki ZN št. 167, 169 in 171, ki jih je sprejel Svetovni forum Ekonomske komisije Združenih narodov za Evropo za harmonizacijo pravilnikov o vozilih. *Uradni list Evropske unije,* (L 2025/1122, 12. 8. 2025.
https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202501122

Flander, B. in Erbežnik, A. (2024). *Toolkit for handling and admissibility of electronic evidence.* Znanstveno-raziskovalno središče Koper.
https://www.zrs-kp.si/wp-content/uploads/2024/07/INNOCENT_monografija_online_edition.pdf

Gomez Buquerin, K. K., Corbett, C. in Hof, H.-J. (2021). A generalized approach to automotive forensics. *Forensic Science International: Digital Investigation, 2021*(36), 1-8
https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666281721000056

ISO/IEC 27037:2012(en). (2012). Information technology - Security techniques - Guidelines for identification, collection, acquisition and preservation of digital evidence.
https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:iso-iec:27037:ed-1:v1:en

Le-Khac, N.-A., Jacobs, D., Nijhoff, J., Bertens, K. in Choo, K.-K. R. (2020). Smart vehicle forensics: Challenges and case study. *Future generation computer systems, 2020*(109), 500–510.
https://doi.org/10.1016/j.future.2018.05.081

Marscholik, C. in Subke, P. (2011). *Datenkommunikation im Automobil. Grundlagen, Bussysteme, Protokolle und Anwendunge* (2. revidirana izdaja). VDE Verlag.

Strandberg, K., Nowdehi, N. in Olovsson, T. (2023). A Systematic Literature Review on Automotive Digital Forensics: Challenges, Technical Solutions and Data Collection. *IEEE Transactions on Intelligent Vehicles, 8*(2), 1350 - 1367.
https://doi.org/10.1109/TIV.2022.3188340

UNECE. (22. 1. 2021a). *UN Regulation No. 155. Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regards to cyber security and cyber security management system.*
https://unece.org/sites/default/files/2023-02/R155e%20%282%29.pdf

UNECE. (22. 1. 2021b). *Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regards to software update and software updates management system.*
https://unece.org/sites/default/files/2024-03/R156e%20%282%29.pdf

UNECE. (15. 10. 2021c). UN Vehicle Regulation will increase road safety thanks to "Black-box" collecting information on crashes.
https://unece.org/media/transport/Vehicle-Regulations/press/361071

UNECE. (25. 10. 2021d). *UN Regulation No. 160. Uniform provisions concerning the approval of motor vehicles with regard to the Event Data Recorder.*

https://unece.org/sites/default/files/2021-10/R160e%20_0.pdf

UNECE. (2023). *UN Regulation No. 169. Uniform Provisions Concerning the Approval of Event Data Recorders (EDR) for Heavy-Duty Vehicles.* https://unece.org/sites/default/files/2026-01/R169e.pdf

Zakon o zaštiti podataka o ličnosti. (2018). *Službeni glasnik RS*, (87/18). https://pravno-informacioni-sistem.rs/eli/rep/sgrs/skupstina/zakon/2018/87/13/reg

Zakon o varstvu osebnih podatkov (ZVOP-2). (2022). *Uradni list RS,* (163/22). https://pisrs.si/pregledPredpisa?id=ZAKO7959

ZA ONE KOJI IDU KORAK ISPRED

GENERALNI POKROVITELJ

НАТЕП

NACIONALNA ASOCIJACIJA TEHNIČKIH PREGLEDA

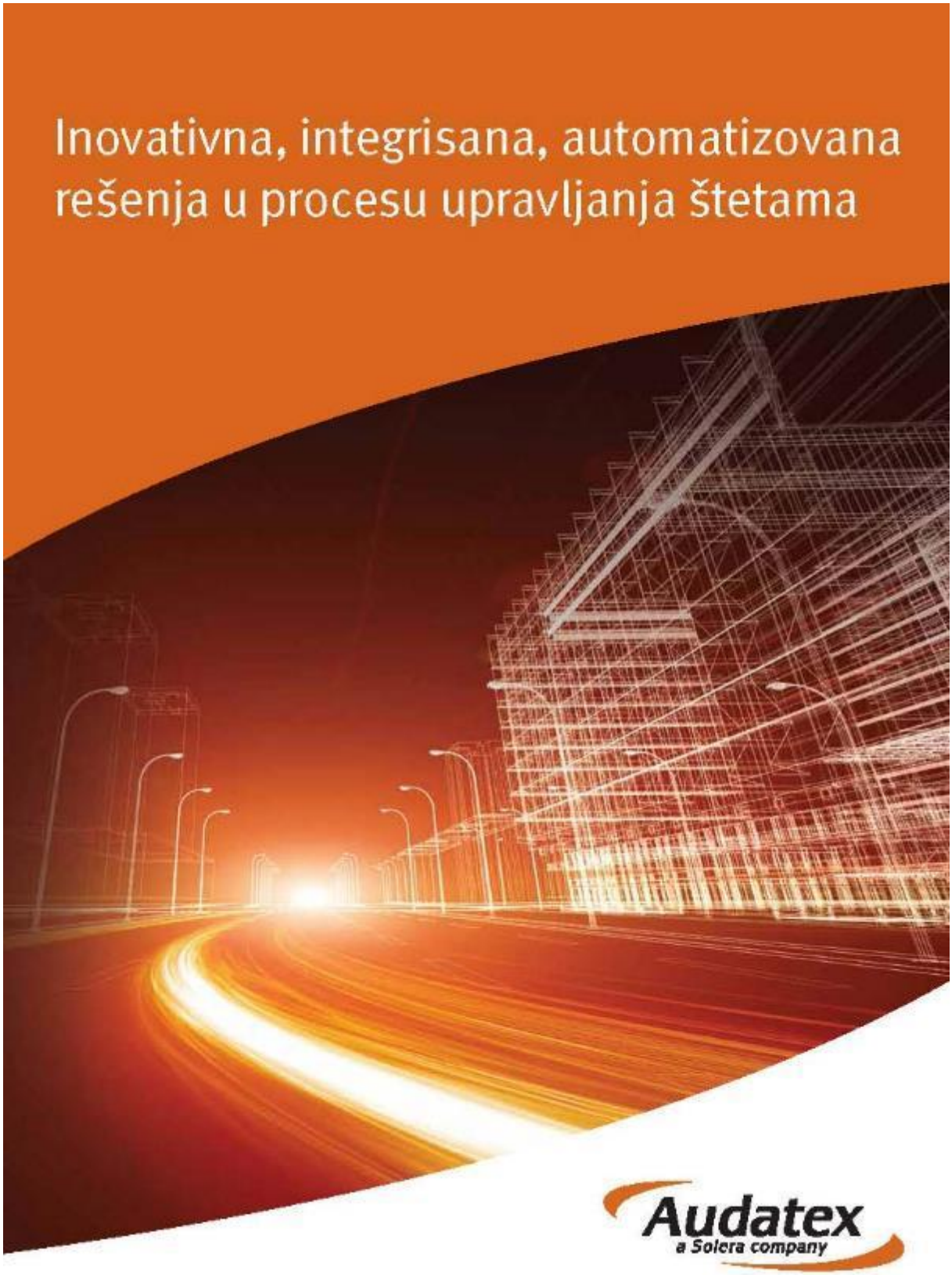


MARINKOVIĆ HOFMANN

ДУНАВ АУТО

TRGOAUTO

www.natep.rs


Inovativna, integrisana, automatizovana
rešenja u procesu upravljanja štetama
Audatex
a Solera company


ДРИНА
ОСИГУРАЊЕ
Кључ Ваше сигурности!
Трг рудара 1, 75446 Милићи
Инфо тел: 056/741-610; 741-611; 741-612
www.drina-osiguranje.com
e-mail: office@drina-osiguranje.com


СИГУРНИ
У СВОЈУ СНАГУ
ИСПРЕД СВИХ
по проценту исплате накнаде штета
НАЈВИШЕ
издатих полиса
ВОДЕЋИ
по висини укупне премије
ЛИДЕР
на тржишту осигурања
ДУНАВ
ОСИГУРАЊЕ
Пријатељ остаје пријатељ
www.dunav.com


AMC
ОСИГУРАЊЕ
ТРАДИЦИЈА
СИГУРНОСТИ
BG 987-EC
AMC
Контакт центар:
0800 009 009
бесплатан позив из фиксне мреже
AMCC
1987
AMC ОСИГУРАЊЕ а.д.о. Рузвелтова 16, Београд, Централа: 011 308 49 00
www.ams.co.rs

NAJVEĆI IZBOR OPREME
ZA TEHNIČKE PREGLEDE I AUTO SERVISE

MARINKOVIĆ HOFMANN

GARANCIJA MONTAŽA SERVIS OBUKA ATESTI

Uređaji za auto-limare
Mašine za balansiranje točkova
Mašine za montažu pneumatika
Dizalice
Uređaji za tehnički pregled vozila
Aparati za analizu izduvnih gasova motora
Uređaji za punjenje pneumatika azotom



HATEN

MARINKOVIĆ-HOFMANN D.O.O.
Ul. 10. Oktobra 3, 11262 Velika Moštanica
tel. 011/8075-807, fax. 011/8075-678
web site: www.hofmann-srbija.com
e-mail: office@hofmann-srbija.com

Agencija Expert

Ekspertize

Veštačenja

Procena štete

Edukacija

Informisanje

Konsalting

Savetovanja

Magelanova 11, Beograd
tel./fax. +381 11 718 94 98
mob. +381 63 61 60 90
web: www.ag-expert.rs
e-mail: agencijaexpert.bg@gmail.com

Sadržaj

1. *IZAZOVI PRI SERVISIRANJU ELEKTRIČNIH VOZILA 7*
2. *DOPRINOS PUTA, PUTNE INFRASTRUKTURE, SIGNALIZACIJE I STANJA KOLOVOZA NASTANKU SAOBRAĆAJNIH NEZGODA 9*
3. *PREVAZILAŽENJE OGRANIČENJA ANALYZER MODELA U ANALIZI KRETANJA VOZILA PRE SUDARA I DUBINSKI FORENZIČKI PRORAČUN SUDARNIH PARAMETARA NA OSNOVU EDR PODATAKA 22*
4. *NOVI JEDINSTVENI KRITERIJUMI I PRAVILA ZA PROCJENU ŠTETE NA VOZILIMA 35*
5. *ANALIZA MOGUĆNOSTI PRIMENE AI ZA PROCENU EES VREDNOSTI VOZILA 48*
6. *UTICAJ SAOBRAĆAJNO-TEHNIČKOG VJEŠTAČENJA ZA RAZOTKRIVANJE FINGIRANIH SAOBRAĆAJNIH NEZGODA 61*
7. *FOTOGRAMETRIJSKA OBRADA LICA MESTA SAOBRAĆAJNE NEZGODE PRIMENOM SOFTVERA AGISOFT METASHAPE..... 72*
8. *UPOTREBA LIDAL SKENERA ZA REKONSTRUKCIJU SAOBRAĆAJNE NESREĆE..... 83*
9. *AUTONOMNA VOZILA NA PODRUČJU EU - MOGUĆNOST RAZVOJA I PRIMENE..... 91*
10. *IZAZOVI PRILIKOM PROCENE ŠTETE NA ELEKTRIČNIM VOZILIMA – UTICAJ SISTEMA ZAŠTITE BATERIJE NA NASTANAK TOTALNE ŠTETE 97*
11. *RAZVOJ BAZE PODATAKA ZASNOVANE NA REZULTATIMA VEŠTAČENJA SAOBRAĆAJNIH NEZGODA 103*
12. *DOPRINOS ANALIZE DIGITALNIH VIDEO ZAPISA VEŠTAČENJU SAOBRAĆAJNIH NEZGODA 113*
13. *TRANSFORMACIJA PROCESA PROCJENE ŠTETA U OSIGURANJU: VJEŠTAČKA INTELIGENCIJA, DIGITALIZACIJA I HIBRIDNI MODELI UPRAVLJANJA RIZIKOM..... 128*
14. *OPTIMIZACIJA POLOŽAJA KAMERE U PROGRAMSKOM PAKETU PC CRASH PRILIKOM 3D VIZUELIZACIJE..... 141*
15. *ANALIZA LOKACIJA PROMETNIH NESREĆA S POGINULIM OSOBAMA NA ŽUPANIJSKIM, LOKALNIM I NERAZVRSTANIM CESTAMA 151*
16. *АНАЛИЗА ПРИМЕНЕ САВРЕМЕНИХ МЕХАТРОНИЧКИХ СИСТЕМА НА ВОЗИЛИМА У ОКВИРУ ВОЗНИХ ПАРКОВА 159*
17. *PRAVO PRVENSTVA NA BICIKLISTIČKIM PRELAZIMA PREKO KOLOVOZA 168*
18. *VEŠTAČKA INTELIGENCIJA I MAŠINSKO UČENJE U SEKTORU SAOBRAĆAJNE DELATNOSTI - ZNAČAJ I PRIMENE..... 183*
19. *EVROPSKI IZVJEŠTAJ KAO DOKAZ U PARNIČNOM POSTUPKU 188*
20. *ДНЕВНИ ОПЕРАТИВНИ ИЗВЕШТАЈ У ДЕЛОКРУГУ САОБРАЋАЈНИХ ПОСЛОВА, РЕДОВИТОСТИ САОБРАЋАЈА И БРОЈА ПРЕВЕЗЕНИХ ПУТНИКА..... 198*

21. *REZERVE U VREMENU I PROSTORU KAO KLJUČNI FAKTOR U SPREČAVANJU SAOBRAĆAJNIH NEZGODA 208*

22. *УЛОГА МОТОЦИКАЛА У СМАЊЕЊУ ВРЕМЕНА ОДЗИВА ХИТНИХ СЛУЖБИ У УСЛОВИМА ВЕЛИКЕ ГУСТИНЕ САОБРАЋАЈА..... 215*

23. *RAZVOJ I PRIMENA KOMPOZITNOG INDEKSA ZA INTEGRISANU PROCENU URBANOG RIZIKA U SAOBRAĆAJU: STUDIJA SLUČAJA OPŠTINE VOŽDOVAC 224*

24. *MOTORNA VOZILA, ŽIVOTNA SREDINA I OSIGURANJE 236*

25. *AUTONOMIJA VOLJE KAO PRAVNO NAČELO 245*

26. *СТРАТЕГИЈА БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА НА ТЕРИТОРИЈИ ОПШТИНЕ ТРСТЕНИК ЗА ПЕРИОД ОД 2026 ДО 2030. ГОДИНЕ..... 253*

27. *PRIMENA METODOLOGIJE ZA ODREĐIVANJE POTENCIJALNIH OPASNIH MESTA NA TERITORIJI GRADA NIŠA 262*

28. *PRILAGOĐENA BRZINA U VEZI SA PREDVIĐANJEM OPASNOSTI U SAOBRAĆAJU..... 270*

29. *UGROŽENOST PEŠAKA NA PEŠAČKIM PRELAZIMA 280*

30. *ŠTETE NASTALE USLED NEPRAVILNO OBEZBEĐENOG TERETA – ANALIZA POSLEDICA NA UČESNIKE U SAOBRAĆAJU, VOZILA, TERET I INFRASTRUKTURU..... 290*

31. *ОДРЕЂИВАЊЕ БРЗИНЕ ВОЗИЛА НА ОСНОВУ РАДИЈУСА ТРАГОВА ЗАНОШЕЊА..... 297*

32. *NAJSAVREMENIJE METODE I NAČIN UPOTREBE ODGOVARAJUĆIH SREDSTAVA U ZIMSKIM USLOVIMA SAOBRAĆAJA 307*

33. *NAKNADNI PREGLED POPRAVLJENIH VOZILA U SUDSKIM POSTUPCIMA ZA NAKNADU MATERIJALNE ŠTETE 319*

34. *ANALIZA TEHNIČKE OPRAVDANOSTI ZAMENE DELOVA U PARU KOD ŠTETA NA MOTORNIM VOZILIMA 326*

35. *NOVI PRISTUP U ANALIZI SUDARA VOZILA ZASNOVAN NA RAVNOTEŽI IMPULSA PRIMENOM PROGRAMSKOG PAKETA ANALYZERPRO 331*

36. *ISTRAGE ELEKTRONSKIH SISTEMA VOZILA – ZADIRANJE U PRIVATNOST?..... 340*