

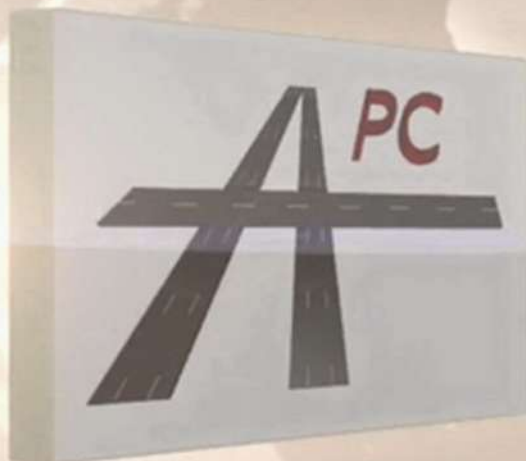


Јавно предузеће “АУТОПУТЕВИ РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ”

78000 Бања Лука

Веселина Маслеше 22

тел. 051/233-670, 233-680 факс 051/233-700



www.autoputevirs.com



member of "NIEVELT Group" GmbH

**AKREDITOVANA LABORATORIJA
PREMA SRPS ISO/IEC 17025:2006**

za ispitivanje putno građevinskih materijala
(laboratorije za bitumen, bitumenske emulzije i
hidroizolacije; kamen i kameni agregat; asfalt;
geomehaniku i fundiranje; beton i cement;
građevinski čelik; konstrukcije i mostove)

**AKREDITOVANO CERTIFIKACIONO TELO
PREMA SRPS EN 45011:2004**

za sertifikaciju proizvoda i proizvodnje (frakcionisani
kameni agregat)

ATS - AKREDITACIONO TELO SRBIJE

Licencirana institucija sa pet sektora za
konsultantske usluge, stručni nadzor i projektovanje
državnih puteva I i II reda, autoputeva, aerodroma,
mostova i inženjerskih objekata

**CENTRALNA PUTNA
LABORATORIJA**



ŽIVORADA PETROVIĆA 13
21203 VETERNIK, NOVI SAD
021 / 820-170, 820-180, 820-190
WWW.CPL.RS

RASCO

OPREMA ZA ZIMSKU SLUŽBU

Efikasnost, dugotrajnost, jednostavnost i sigurnost – četiri glavne karakteristike RASCO opreme za zimsku službu

Kvalitetno održavanje prohodnosti saobraćajnica zimi teško je moguće bez odgovarajuće opreme. RASCO vam nudi širok izbor opreme za zimsku službu i za sve tipove vozila, a koja je testirana u najekstremnijim zimskim uslovima ruskog i skandinavskih tržišta.

Za odleđivanje saobraćajnica u sklopu zimskog proizvodnog programa RASCO nudi posipače za suvo, mokro i tečno posipanje. Različita tehnička rešenja transportnog sistema posipača prilagođena vrsti materijala za posipanje, širok raspon zapremina silosa materijala za posipanje, načina ugradnje i dodatnih opcija omogućavaju Vam izbor posipača prilagođenog Vašim potrebama. Za uklanjanje snega sa saobraćajnica RASCO nudi preko petnaest različitih tipova snežnih plugova konstruisanih za primenu na različitim tipovima puteva u različitim vremenskim uslovima.

Glavne karakteristike svih RASCO uređaja ugrađene u procese dizajna i proizvodnje svih RASCO proizvoda su efikasnost, dugotrajnost, jednostavnost i sigurnost. Te četiri karakteristike su implementirane kroz niz funkcionalnih karakteristika RASCO posipača i snežnih plugova kao što su dizajn uređaja prilagođen potrebama korisnika, višestruki sigurnosni mehanizmi, jedinstvena površinska zaštita, jednostavna ugradnja i velik izbor dodatnih opcija. Niz pouzdanih mehaničkih, hidrauličkih i elektronskih sistema ugrađenih u svaki RASCO posipač i snežni plug osigurava efikasno održavanje saobraćajnica zimi. Potpuna kontrola procesa izrade, od ideje do gotovog proizvoda, rezultira robusnim uređajima i garantuje njihovu dugotrajnost. Efikasni i dugotrajni RASCO uređaji jednostavni su za održavanje i korišćenje. Princip jednostavnosti osnova je filozofije dizajna svih RASCO proizvoda. Višestruki sigurnosni mehanizmi, označavanje u skladu sa zakonskim propisima, ugradnja na vozilo izvedena prema strogim standardima sigurnosti i preporukama proizvođača vozila pružaju sigurnost korisnicima RASCO uređaja, kao i svim učesnicima u prometu.

Uz visok kvalitet proizvoda, deo svakog RASCO rešenja je i brza i pouzdana postprodajna podrška. RASCO-ova briga za proizvode se ne završava prodajom. Postprodajna podrška, dostupna kroz mrežu ovlašćenih distributera i dostupnost rezervnih delova najmanje 10 godina od trenutka kupovine uređaja dokaz su brige RASCO-a za svoje kupce i partnere.





Efikasnost u radu

Jednostavno korišćenje i održavanje

Sigurna upotreba

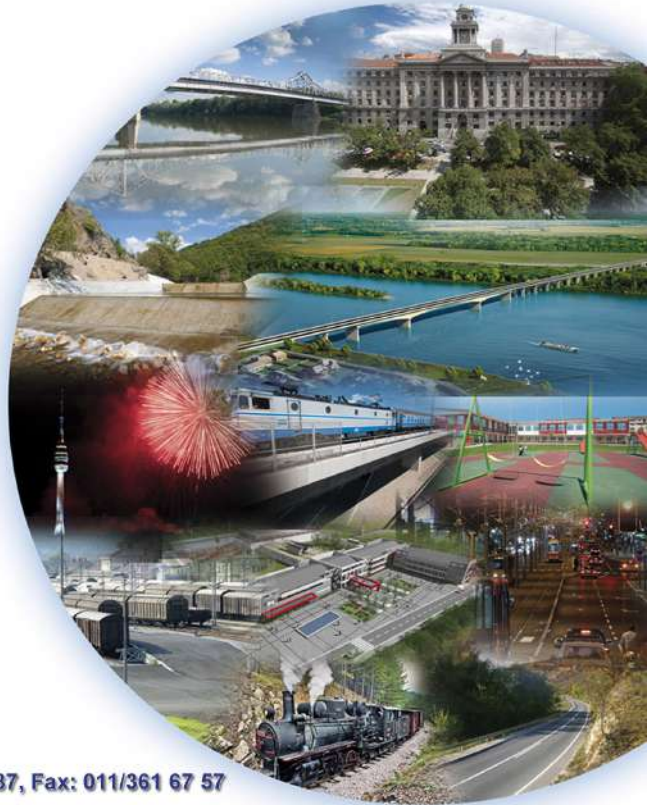
Jedinstvena površinska zaštita



RASCO snežni plugovi i posipači – pouzdano rešenje za izazove održavanja saobraćajnica zimi

Pripremite se na vreme za izazove zimske službe. Kontaktirajte nas s poverenjem i RASCO stručnjaci će Vam pomoći u pronalaženju optimalne konfiguracije opreme za zimsko održavanje saobraćajnica prilagođene Vašim potrebama.

ПРОЈЕКТУЈЕМО ЗА БУДУЋНОСТ



Немањина 6/IV, 11000 Београд, Република Србија, Тел: 011/361 69 29, 361 82 87, Факс: 011/361 67 57
website: www.sicip.co.rs, E-mail: office@sicip.co.rs

The Highway Institute

Institut za puteve a.d. Beograd

257, Kumodraska St. 11000 Belgrade, Serbia; Phone: +381 11 3976 374; e-mail: instput@highway.rs

*Velike ideje se ostvaruju
kroz izuzetne projekte.
Mi znamo kako da ih ostvarimo.*

www.highway.rs

*Great ideas come true
in outstanding projects.
We know how to make them true.*

BELGRADE



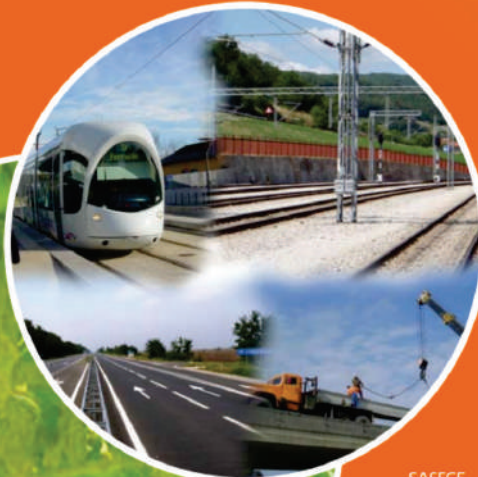
More than 60 years of experience
Više od 60 godina iskustva



SAFEGE
Consulting Engineers

SAFEGE DOO

Beogradska Str. 27/5, 5th floor
11000 Belgrade, Serbia
Phone: +381 11 32 34 730
Fax: +381 11 32 34 631
www.safege.rs



SAFEGE
DELIVERING SUSTAINABLE
ENGINEERING SOLUTIONS

Уређивачки одбор:

др Драженко Главић, дипл. инж.саоб.
Саобраћајни факултет, Универзитет у Београду
Aleksandar Stevanovic, Ph.D. T.E.
Florida Atlantic, University, USA

др Горан Младеновић, дипл. грађ.инж.
Грађевински факултет, Универзитет у Београду

др Игор Јокановић, дипл. грађ.инж.
Грађевински факултет Суботица, Универзитет у Новом Саду

др Дејан Гавран, дипл. грађ.инж.
Грађевински факултет, Универзитет у Београду

др Марија Маленковска-Тодорва, дипл. инж.саоб.
Технички факултет, Битола

др Радојка Дончева, дипл.град.инж.
Градежен факултет, Универзитет "Св. Кирил и Методиј", Скопје

др Горан Ђировић, дипл. грађ.инж.
Архитектонско-грађевински факултет, Универзитет у Бања Луци

др Мирза Поздер, дипл. грађ.инж.
Грађевински факултет, Универзитет у Сарајеву

др Борис Антић, дипл. инж.саоб.
Саобраћајни факултет, Универзитет у Београду

др Ненад Рушкић, дипл. инж.саоб.
Факултет техничких наука, Нови Сад

Душан Топић, дипл. грађ.инж.
ЈП "Аутопутеви Републике Српске" Бања Лука

мр Новица Стевановић, дипл. грађ.инж.
Саобраћајни Институт ЦИП, Београд

Светозар Миленковић, дипл.инж.геол.
Институт за путеве, а.д., Београд

Владан Тасић, дипл. инж. хидрогеологије
Институт за путеве, а.д., Београд

Miloš Mladenović, M.Sc.B.Sc. T.E.
Virginia Tech Transportation Institute, Blacksburg, USA

Војан Kostic, M.Sc.B.Sc. T.E.
Sapienza University of Rome, Rome, Italy

мр Небојша Кнежевић, дипл. инж.техн.
Институт за грађевинарство "IG", Бања Лука

Симеун Матовић, дипл. грађ.инж.
Симм-инжињеринг, Подгорица

мр Фата Терзић, дипл. грађ.инж.
ЈП Дирекција цеста ФБИХ

мр Боривоје Алексић, дипл. инж. саоб.
С-пројект, Београд

Главни и одговорни уредник:

др Драженко Главић, дипл. инж.саоб.

Технички уредник:

Бранислав Бањац, дипл. инж. саоб.

Лектура и коректура:

мр Јелена Добриловић Драговић, проф.

Издавач:

Српско друштво за путеве VIA-VITA

Адреса редакције:

Српско друштво за путеве, 11221 Београд, Кумодрашка 257
Тел./факс: 011/2493-134, Текући рачун: 355-1002423-53
е-mail: putisaobracaj@via-vita.org.rs putisaobracaj@gmail.com

Претплата за часопис: Претплату за часопис уплатити на рачун Српског друштва за путеве 355-1002423-53, а огласе и радове слати на putisaobracaj@via-vita.org.rs.

Годишња претплата за 2014.г: За правна лица 4 примерка часописа 25.000 динара. За иностранство 50 ЕУР/1 примерак.

Резимеи и део текстова који се објављују у часопису могу се читати и претраживати на сајту Српског друштва за путеве: www.via-vita.org.rs/, и на сајту <http://scindeks.nb.rs/>

Насловна страна: Tianmen Mountain, Hunan Province, China

Тираж: 1000 примерака,

Штампа: „АТЦ – Штампа и издаваштво“ - Београд

Пут и саобраћај

Journal of Road and Traffic Engineering

НАУЧНО СТРУЧНИ ЧАСОПИС СРПСКОГ ДРУШТВА ЗА ПУТЕВЕ VIA-VITA

Број 2 • Април-Јун 2014 • Година LX

VIA – VITA!

ОБАВЕШТЕЊЕ бр. 1

Научно стручни часопис Српског друштва за путеве "Пут и саобраћај" ове године обележава јубилеј 60 година издажења.

ОБАВЕШТЕЊЕ бр. 2

Српско друштво за путеве | VIA-VITA | у јесен 2014., организују годишњу скупштину СДП | VIA-VITA. Више информација на <http://www.via-vita.org.rs>

ОБАВЕШТЕЊЕ бр. 3

На сајту СДП VIA-VITA www.via-vita.org.rs се налази word template (на српском и енглеском) за писање рада као и Технички захтеви и упутство ауторима. Исти се могу скинути са сајта www.via-vita.org.rs потенцијалне ауторе радова упућујемо да посете сајт и скину наведена фајлове.

ОБАВЕШТЕЊЕ бр. 4

На професионалној мрежи LinkedIn основана је група Пут и саобраћај, док је на Twitterу отворени налог "Put_i_saobracaj". Корисници наведених мрежа сад могу on-line да прате активности часописа преко наведених сервиса.

ОБАВЕШТЕЊЕ бр. 5

У могућности смо да Вам понудимо **рекламирање у часопису Пут и саобраћај у издању Српског друштва за путеве [VIA-VITA]**. Ако сте заинтересовани за рекламирање, све информације можете добити е-mailом putisaobracaj@via-vita.org.rs

ОБАВЕШТЕЊЕ бр. 6

Стални корисници, претплатници и финансијери часописа „Пут и саобраћај“ су: Министарство саобраћаја; Министарство за грађевину и урбанизам, ЈП „Путеви Србије“; ЈП „Коридори Србије“; Инжењерска комора Србије; ЈП „Аутопутеви Републике Српске“; Министарство саобраћаја и веза Републике Српске; ЈП „Путеви Републике Српске“; Дирекција за саобраћај Црне Горе; Министарство саобраћаја и поморства Црне Горе; Инжењерска комора Црне Горе; Ј.П. Дирекција за грађевинско земљиште и изградњу Београда; Градски секретаријат за саобраћај Београд, Урбанистички завод Београда, ЈП Дирекција цеста ФБИХ, COWI d.o.o., SAFEGE d.o.o., Eptisa, MottMcDonald, WYG, WBIF, CEP d.o.o., Београдпут, Саобраћајни институт СР Београд; Академија ИАС; Привредна комора Србије; „Србија пут“ а.д.; ПЗП „Београд“ а.д., Енергопројект, ПЗП „Крагујевац“ а.д.; А.Д. „Војводинапут“ Панчево, „Војводинапут - Бачкапут“ А.Д. Нови Сад; „Војводинапут“ А.Д. Зрењанин; ПЗП „Ниш“ а.д.; А.Д. за путеве „Крушевацпут“; ЈКП „Београд пут“; „Мостоградња“ а.д. Београд; А.Д. „Нови Пазар-Пут“; ПЗП „Пожаревац“ а.д.; „Путеви“ А.Д. Чачак; „Путеви-Ивањица“ д.о.о.; А.Д. „Путеви“ Пожега; А.Д. „Путеви“ - Ужице; А.Д. „Сремпут“ – Рума; „Србијааутопут“ а.д.; „Унијапромет“ д.о.о. Чачак, ПЗП „Врање“; ПЗП „Ваљево“ а.д.; „Војпут“ Суботица; „Геолут“, Београд; „Viaprojekt“ Београд; „Урбиспројект“, Нови Сад; „Шидпројект“ Шид; „Енергопројект“ Београд; Институт „Михаило Пупин“ Београд; Г.П. „Планум“ Београд; „Институт за путеве“ а.д., Београд; Институт ИМС Београд; Грађевински факултет Београд; Саобраћајни факултет Београд; Рударско-геолошки факултет Београд; Грађевински факултет, Универзитет у Сарајеву, Грађевински факултет Ниш; Факултет техничких наука Нови Сад; „Ратко Митровић - Нискоградња“ Београд; „Партизански Пут“ Београд; „Боја“, Суботица, Стандард логистик Београд, Транспетрол Београд, Висока грађевинска геодетска школа Београд, ЈП Завод за урбанизам Нови Сад, Геомеханика Београд, Геонет инжињеринг Београд, АМСС – центар за моторна возила, БХЛ пројект Београд, Дирекција за путеве Шабац, Завод за урбанизам Војводине, ЈП Путеве Краљево, ЈП Дирекција за изградњу града Сремска Митровица, ЈП Дирекција за изградњу Суботице, Јарослав Черни институт за водопривреду, ЈП за грађевинско земљиште Рума, Централна путна лабораторија, ЈП Дирекција за изградњу града Кикинда, ЈП Дирекција за изградњу и уређење Панчево, Intergradnja COOP, WIRTTGEN SRBIJA doo, ЈП Варош Вршац, PORR BAU GmbH, China road and bridge corporation-CRBC, SOKO BOM Београд, ЈП Дирекција за изградњу општине Параћин, Градитељ Н. Сад, ЈП Дирекција за изградњу и планирање Младеновац, ЈП Дирекција за изградњу Ужице, Војводинапројект Н. Сад...итд.

Број 2

Април-Јун 2014 • Година LX

САДРЖАЈ

Issue 2

April-June 2014 • Volume 60

CONTENTS

| | |
|---|----|
| Марко Орешковић, маг.инж.грађ. Доц. др Игор Јокановић, дипл.грађ.инж. | |
| Основе форензичких истраживања флексибилних коловозних конструкција | 5 |
| Томислав Урошевић, дипл.инж.грађ. | |
| Идејно решење дунавско-савског магистралног полупрстена (ДСМП) калемегданска страна | 13 |
| др Драженко Главић, дипл.инж.саоб. | |
| Мogućnost primene PROMETHEE metoda u putnom i саобраћајном инжењерству | 23 |
| Dr.sci.Edis Softić,dipl.ing.grad. Tomislav Šafran,dipl.ing.grad. | |
| Eksperimentalni model fleksibilne kolovozne konstrukcije od agregata iz korištenog kolovoza | 31 |
| Владан Илић, мастер инж. грађ. | |
| Утицај грешака при профилисању коловоза на прорачун IRI-а | 37 |
| Dejan Anđelković, dipl.inž.saob. Doc. dr Boris Antić, dipl.inž.saob. Doc. dr Dalibor Pešić, dipl.inž.saob. Doc. dr Marko Subotić, dipl.inž.saob. | |
| Polazne osnove u identifikaciji opasnih mesta na putevima | 45 |
| Др Светлана Чичевић, дипл. Психолог Александар Трифуновић, дипл. инж. саоб. | |
| Познавање основних елемената пута и понашање у саобраћају деце из урбане и руралне средине | 53 |
| Горан Шмитран, дипл. економиста Драгана Поповић, мастер-просторни планер Александра Јаснић, дипл.инж.саобраћај | |
| Утицај просторног размештаја привредних субјеката на степен повећања саобраћајних незгода са пешацима на подручју града | 59 |

| | |
|--|----|
| Marko Oreskovic, M.Sc. CE. Igor Jokanović, Ph.D. CE. | |
| Basics of forensics investigations for flexible pavements | 5 |
| Tomislav Urošević, B.Sc.CE. | |
| Arterial crescent Danube - Sava in Belgrade - conceptual/preliminary design – Kalemegdan sector | 13 |
| Drazenko Glavic, Ph.D. TE. | |
| Possibility of application of PROMETHEE method in road and traffic engineering | 23 |
| Edis Softic, Ph.D. CE Tomislav Safran, B. Sc. CE | |
| Experimental model of flexible pavement from the used aggregate | 31 |
| Vladan Ilic, M.Sc. CE | |
| The influence of pavement profiling errors on IRI calculation | 37 |
| Dejan Anđelkovic M.Sc.,TE Boris Antic, Ph.D. TE Dalibor Pesic, Ph.D. TE Marko Subotic, Ph.D. TE | |
| Fundamentals for identification of dangerous places on the roads | 45 |
| Svetlana Čičević, Ph. D. Psychologist Aleksandar Trifunović, B. Sc. T. E. | |
| Knowledge of the basic elements of the road and traffic behavior of children from urban and rural areas | 53 |
| Goran Šmitran, BSc. economist Dragan Popovic, master urban planner Alexander Jasnić, BSc.Traffic engineer | |
| Impact of spatial distribution of economic entities on the rate of increase of traffic accidents with pedestrians in the city | 59 |

ПУТ И САОБРАЋАЈ

Journal of Road and Traffic Engineering

научно-стручни часопис за путно инжењерство

Часопис *Пут и саобраћај* је научно-стручни часопис из области путног инжењерства. Сврха, циљ и тематско одређење су усмерени на теоријска и примењена истраживања у областима као што су:

1. Саобраћај и економија
2. Пројектовање путева и градских саобраћајница, аеродромских писта и путне инфраструктуре
3. Одржавање путева и градских саобраћајница
4. Пројектовање мостова, тунела и грађевинских конструкција
5. Екологија и просторно планирање
6. Безбедност саобраћаја
7. Путна информатика и управљање путевима
8. Геотехника
9. Коловозне конструкције
10. Грађевински материјали
11. Научне информације
12. Путарске вести
13. Нове публикације

Чланци се разврставају у рубрике односно наведене области. Часопис *Пут и саобраћај* објављује и информације које не подлежу рецензији, а сврставају се у следеће рубрике: прикази, научни, стручни скупови и изложбе, стручна мишљења, полемика, научна сарадња, издавачке информације и сл.

Примљени чланци подлежу **анонимној рецензији** у складу с препорукама за међународне научне часописе. При томе се сваки рад сврстава у једну од следећих категорија:

Научни чланци:

- **оригиналан научни рад**, (Original scientific paper); Оригинални научни рад у коме се износе претходно необјављивани резултати сопствених истраживања научним методом.
- **прегледни рад**, (Review paper); Прегледни рад је научни рад који садржи оригиналан, детаљан и критички приказ истраживачког проблема или подручја у коме је аутор остварио одређени допринос, видљив на основу аутоцитата.
- **претходно саопштење**, (Preliminary communication); Претходно саопштење је оригинални научни рад пуног формата, али мањег обима или прелиминарног карактера);
- **научна критика, полемика** (scientific criticism); расправа на одређену научну тему заснована искључиво на научној аргументацији) и осврти

Стручни чланци:

- **стручни рад** (Professional paper); прилог у коме се нуде искуства корисна за унапређење професионалне праксе, али која нису нужно заснована на научном методу;
- **информативни прилог** (уводник, коментар и сл.);
- **приказ** (књиге, рачунарског програма, случаја, научног догађаја, и сл.).

ТЕХНИЧКИ ЗАХТЕВИ И УПУТСТВО АУТОРИМА

Упутство уређује начин обликовања и достављања научних и стручних чланака редакцији *Пут и саобраћај*. Прилози би требало да буду написани ћирилицом (изузимајући неопходне термине и скраћенице, као и текстове аутора чији матерњи језик није српски) или латиницом, опремљени фуснотама, литературом, насловом, кључним речима и сажетком. Уз прилог се доставља превод наслова, сажетка и кључних речи на енглеском језику. Ако аутор сматра да је потребно, може да достави наслов, сажетак и кључне речи на још једном изабраном језику.

Припрема рукописа

Наслов рада мора са што мање речи тачно, јасно и сажето описати садржај чланка. Мора бити разумљив.

Подаци о ауторима: име и презиме, стручна спрема (нпр. дипл. инг. грађевинарства), звање (нпр. доктор техниких наука), е-маил адреса, назив институције или компаније у којој је запослен и адреса институције или твртке.

Сажетак је језгровит приказ рада који укратко говори о значају теме, сврси и циљу истраживања, новој спознаји, методологији, постигнутим резултатима и закључцима. У интересу је аутора да сажетак садржи термине који се често користе за индексирање и претрагу чланака. Сажетак садржи до 150 речи и нема формула ни библиографије. Чланак мора имати сажетке на српском и на енглеском језику.

Кључне речи: Кључне речи су термини или фразе који најбоље описују садржај чланака за потребе индексирања и претраживања. Број кључних речи не може бити већи од 8.

Ради концизности, рад треба поделити на **нумерисана поглавља** с уводом на почетку и закључком на крају текста.

Увод мора садржавати информације о замисли (промишљању), поступцима и постигнутим резултатима предмета истраживања. Циљ и сврха истраживања морају бити јасно описани с оценом досадашњег истраживања.

Постављена хипотеза која се доказује радом односно истраживањем аутора мора бити логично разрађена уз конзистентну прогресију.

Резултати истраживања и прикази метода односе се само на главне и репрезентативне који садрже ауторове закључке о предмету истраживања.

Дискусија треба говорити о значењу резултата истраживања. Објашњавајући резултате истраживања. Сврха дискусије је приказати односе између опажених резултата и чињеница.

Закључак треба садржавати јасно изречене тврдње аутора и битна отворена питања као и препоруке за даља истраживања.

Опсег рада (заједно са сликама и цртежима) треба ограничити максимално на 12 страница. Странице морају бити нумерисане. Препорука је 4 до 8 страница.

Подешавање странице величина папира је А4, маргине: горња и доња 2,5 цм; лева и десна 2 цм; Прилоге форматирају у 2 стубца (колоне) са размаком 0,5 цм.

Текст треба бити граматички исправан, без типографских грешака, писан у два ступца програмом Word Office. Треба користити слова Ариал величине 10 за текст, 10 за наслове поглавља и 11 за наслов чланка. Скраћенице треба објаснити чим се појаве у тексту.

Формуле и једначине, треба писати у једном реду с одговарајућом нумерацијом на десној страни у округлој загради: (1). Обавезна је примена SI система мерних јединица.

Слике морају имати наслов и бити означене бројем, а испод слике мора бити наведен извор. Резолуција слике се препоручује на мин 300dpi.

Табеле морају имати наслов и бити означене бројем. Испод Табеле аутор мора навести извор података.

Напомене (фусноте): Напомене се дају при дну стране у којој се налазе коментарисани део текста. Могу садржати мање важне детаље, допунска објашњења, назнаке о коришћеним изворима, али не могу бити замена за цитирану литературу.

Претходне верзије рада: Ако је чланак у претходној верзији био изложен на скупу у виду усменог саопштења (под истим или сличним насловом), податак о томе би требало да буде наведен у посебној напомени, по правилу при дну прве стране чланка. Рад који је већ објављен у неком часопису не може бити прештампан у *Пут и саобраћају*.

Листа референци (литература): Цитирана литература обухвата библиографске изворе (чланке, монографије и сл.) и даје се засебно, на крају чланку, у виду листе референци. Литература треба бити сврстана како се појављује у тексту рада: Број нумерације литературе у тексту ставља се у заграду: [1]

Стил цитирања у часопису је АПА стил библиографског цитирања – АПА стил (American Psychological Associations style – Reference List). Упутство за коришћење овог стила може се наћи на сајту часописа www.via-vita.org.rs или на <http://scindeks.nb.rs>. Чланови Уређивачког одбора и редакције часописа, нису у обавези да сређују литературу, већ су аутори у обавези да се придржавају упутства. Текстове и друге прилоге доставити у дигиталној форми на email putisaobracaj@via-vita.org.rs или putisaobracaj@gmail.com

За ауторска права достављених прилога одговарају аутори. Сматра се да су аутори своја ауторска права на текстове и друге прилоге, од тренутка када су их послали редакцији, пренели на издаваче. Издавач ће прихваћене прилоге објавити и у електронској форми, а има право да користи и сажетке радова или изводе из достављених радова. Редакција ће аутора обавестити о томе да ли је прихватила текст у року који не може бити дужи од шест месеци од датума пријема прилога. Аутор чији је рад прихваћен не може да објави овај рад у некој другој електронској или штампаној публикацији (чак ни у изводима или прерађен), без сагласности одговорног уредништва *Пут и саобраћаја*. У начелу, он такве прилоге може да објави тек три месеца од датума публиковања у *Пут и саобраћају*, уз обавезу да наведе одакле је рад прештампан. Послати радови се не враћају, а Редакција задржава дискреционо право да их процени и не објави, уколико утврди да не одговарају садржинским и формалним критеријумима прописаним у овом тексту. Обавеза Редакције да врши рецензију, стручну евалуацију, као и спорадичне језичке, стилске и формалне интервенције у текстовима.

АПА СТИЛ БИБЛИОГРАФСКОГ ЦИТИРАЊА

(APA стил - American Psychological Associations style – Reference List).

Монографска публикација:

Презиме, иницијал имена аутора (година издавања). Наслов књиге. Место издавања : Издавач.

Пример:

Мураељов, М. (2005). Грађевински материјали. Београд : Грађевинска књига.

Приређено издање:

Презиме, иницијал имена аутора. (година издавања). Наслов дела. (име и презиме преводиоца, прев.). Место издавања : Издавач.

Пример:

De Sosir, F. (1977). Opšta lingvistika. (Sreten Marić, prev.). Beograd : Nolit.

Вишетомно дело:

Презиме, иницијал имена аутора. (година издавања). Наслов дела. Наслов књиге. (број тома). Место издавања : Издавач.

Пример:

Штајнбек, Џ. (2004). Плодови гнева. У едицији Нобеловци (Књ. 23-24). Нови Сад : Дневник.

Нештампани рукопис:

Презиме, иницијал имена аутора. (година). Наслов дела. Необјављени рукопис

Пример:

Бдеви, М. (2001). Народне библиотеке у Либији. Необјављени рукопис.

Прилог у периодичној публикацији:

Презиме, иницијал имена аутора (на исти начин поновити уколико је више аутора). (година или пуни датум). Наслов текста. Наслов часописа, свеска, стране.

Пример:

Младеновић, Г., Станковић, С. (2008). COST 354 – Европска хармонизација индикатора стања коловозних конструкција на путевима. Пут и саобраћај. 4, 24-33.

Прилог доступан преко интернета:

Презиме, иницијал имена аутора (година). Наслов текста. Наслов перидичне публикације, свеска, стране. (on-line). Доступно преко: интернет адреса (датум преузимања).

Пример:

Ryan, T. (2004). Turning patrons into Partners When Choosing Integrated Library System. Infotoday, 15, 4. (on-line) Доступно преко: <http://www.infotoday.com/cilmag/mar04/ryan.shtml> (27.03.2004)

ОСНОВЕ ФОРЕНЗИЧКИХ ИСТРАЖИВАЊА ФЛЕКСИБИЛНИХ КОЛОВОЗНИХ КОНСТРУКЦИЈА

Марко Орешковић, магистар инжењерства.

Грађевински факултет Универзитета у Београду, Београд,
moreskovic@grf.bg.ac.rs

др Игор Јокановић, дипломирани инжењер.

Грађевински факултет Универзитета у Новом Саду, Суботица,
jokanovici@gf.uns.ac.rs

Прегледни рад

Сажетак: Циљ сваког инжењера је да објекат који је пројектовао траје онолико колико је пројектни период, па чак и дуже. То уопште није лако, пошто увек има фактора на које не може да се утиче, као нпр. на временске прилике. С друге стране, постоје фактори на које може да се утиче: поштовање пројектне документације у сваком погледу, исправно извођење радова у складу са техничким условима, поштовање прописа, и сл. Уколико дође до пропадања објекта или до његовог оштећења, неопходно је утврдити узроке који су до тога довели, дискутовати резултате и одредити мере којима ће последице санирати и тако објекат довести у захтевано стање. Осим тога, изузетно добро понашање објекта или дела конструкције, у односу на очекивано стање, такође захтева утврђивање чињеница које су такво стање омогућиле. Област која се тиме бави се назива форензичко инжењерство. У овом раду су приказани основни појмови и смернице потребне за упознавање ове области која има широк спектар примене у свим областима, па тако и у грађевинарству. Посебна пажња је посвећена примени форензике на флексибилним коловозним конструкцијама, које су у Србији веома распрострањене.

Кључне речи: форензичко инжењерство, форензичко истраживање, узроци пропадања, флексибилне коловозне конструкције

BASICS OF FORENSICS INVESTIGATIONS FOR FLEXIBLE PAVEMENTS

Marko Oreskovic, M.Sc. CE.

Faculty of Civil Engineering, University of Belgrade, Belgrade,
moreskovic@grf.bg.ac.rs

Igor Jokanović, Ph.D. CE.

Faculty of Civil Engineering, University of Novi Sad, Subotica,
jokanovici@gf.uns.ac.rs

Review paper

Abstract: The aim of every engineer that designed any structure is that it lasts as long as the design period, or even longer. It is not easy, because there

are always factors that can't be influenced, e.g. environmental. On the contrary, there are factors that can be influenced: compliance with the design documentation in all aspects, proper construction following technical specifications, regulations compliance, etc. If a failure or damage of the structure appear, it is necessary to determine the causes that led to it, to discuss results and determine mitigation measures in order to repair consequences of failure and to bring it to required condition. Furthermore, very good behavior of the structure or its part, in relation to the expected condition, also requires determination of the facts that enabled such condition. The area that covers this field is referred as forensics engineering. This paper presents basic concepts and guidelines necessary to explore this area, which has a wide range of applications in all areas, including civil engineering. Particular attention is dedicated to application of forensics investigation for flexible pavements, which are widespread in Serbia.

Key words: forensics engineering, forensics investigation, causes of failures, flexible pavements

1. УВОД

Форензичка истраживања коловозних конструкција су широко распрострањена у светским размерама већ годинама. Велики број оваквих истраживања је проведен у различитим државама, најчешће с циљем откривања узрока лошег стања или потпуног пропадања коловоза, али и због других разлога као што су:

- откривање узрока изузетно доброг стања коловоза и/или његове дуготрајности,
 - обављање завршних прегледа експерименталних/опитних и/или пробних деоница,
 - сакупљање података потребних за пројектовање рехабилитација или парничне поступке (нпр. решавање судских спорова) током и/или након извођења радова,
 - сакупљање општих података потребних за одређивање утицаја саобраћајног оптерећења и фактора околине током дужег временског периода на особине материјала у коловозним конструкцијама,
 - подршка развоју и/или калибрацији модела потребних за предвиђање стања коловоза,
 - оверавање гаранција везаних за коловозне конструкције,
 - развијање производа везаних за нове технологије код коловозних конструкција, и др.
- [1]

Као што се види, постоји много разлога за провођење форензичких истраживања. Неопходно је утврдити кључне елементе који су у вези са могућим узроцима испитиваног коловоза како би се обезбедили успешни и исправни резултати истраживања. Неопходно је разумети разлоге због којих се спроводе истраживања, али је важно и исправно употребити добијене резултате. Да би се то постигло неопходно је организовати одговарајуће институције које би се тиме бавиле, обучити кадрове, развити стандарде који ће се користити и развити системе који ће олакшати провођење истражних радњи, а све у циљу доношења потпуних и исправних закључака.

2. ПОЈАМ ФОРЕНЗИКЕ И ФОРЕНЗИЧКОГ ИНЖЕЊЕРСТВА

Форензика (форензичка наука) обухвата примену широког спектра научних истраживања с циљем пружања одговора на питања од интереса, и углавном се повезује са правним системом (кривични или парнични поступци). Реч форензички потиче од лат. *forēnsis*, са значењем „пред форумом“. У римско доба, кривична пријава је значила јавно представљање случаја у форуму. Лице оптужено за кривично дело и тужилац би износили исказе на основу сопственог виђења догађаја. Особа са бољим аргументима и презентацијом би превладала [2].

У савременој употреби, замена појма „форензика“ са појмом „форензичка наука“ може бити погрешна, зато што је појам „форензика“ исправан синоним за нешто што је правно или у вези са правосуђем. Међутим, тај појам је сада тако блиско повезан са научним пољем да многи речници поистовећују реч „форензика“ са појмом „форензичка наука“, као што се види и у горе наведеној дефиницији. У складу са тим контекстом, појам форензике сада обухвата прихваћену научну методологију и норме под којима се чињенице везане за догађај или за неки физички предмет констатују на самом почетку случаја. У том смислу, концепт форензике је повезан са појмом аутентичности, при чему интерес изван правног облика постоји у доношењу одлуке да ли је објекат оно што треба да буде или се само тако наводи.

Америчко удружење грађевинских инжењера (*American Society of Civil Engineers-ASCE*) дефинише форензичко инжењерство као „прмену инжењерске науке за потребе истраживања узрока пропадања или неког другог проблема“ [3]. Према дефиницији, пропадање не мора да буде катастрофалан догађај, као што је нпр. рушење зграде; штавише, под пропадањем се може подразумевати понашање конструкције другачије него што је то планирано. Под другим

проблемима се могу подразумевати нпр. хронични проблеми код коловозних конструкција, као што је појава термичких пукотина код асфалт бетона или ударних рупа. Пошто код коловоза не могу сва оштећења довести до потпуног губитка употребљивости, и на њих такође треба посебно обратити пажњу.

Са развијањем инжењерства је еволуирало и форензичко инжењерство. У прошлости су се истраживања најчешће предузимала након рушења или озбиљних проблема на мостовима или железничким пругама (већ средином XIX века), а касније су се проширила и на друге врсте грађевинских конструкција [4].

Важност форензичког инжењерства је почела да расте у последњих неколико година, с обзиром да поправка и замена оштећене инфраструктуре често зависи од вештина и знања форензичких инжењера. Они морају бити добро упознати са карактеристикама објекта који треба истраживати, почевши од пројектне документације, материјала који су коришћени током изградње, начина изградње, начина одржавања, методама испитивања и др. [5].

Форензички инжењер треба да донесе одлуку шта је допринело пропадању неког објекта или због чега се налази у бољем стању него што је планирано. Због тога он мора посебно добро да размотри све документе који су припремљени за потребе извођења пројекта, као што су: уговорна документација, пројектна документација, измене пројектне документације током изградње, дневници инжењера, преписке, налози, грађевински дневници, фотографије током процеса изградње и експлоатације, фотографије пропалог објекта и др.

Приликом истраживања, инжењери се често воде претходним искуствима, што може довести до грешке приликом доношења одлуке о могућем узроку пропадања. Претходна искуства су заправо од кључне важности приликом препознавања симптома пропадања, али не и приликом вођења целокупне истраге, пошто нису сви случајеви исти.

Како озбиљна истрага комплекснијих, па чак и мањих објеката, обухвата низ утицајних фактора које треба испитати или протумачити, неопходно је у оквиру исте укључити велики број стручњака из различитих дисциплина. Они заједно чине форензички тим који треба да донесе што тачније и исправније закључке покренуте истраге.

Тако оформљен тим мора да одреди да ли је до пропадања дошло због пропуста приликом пројектовања или изградње, употребе лоших материјала или неправилног одржавања, или због комбинације неких од ових фактора. Често се дешава да се оформи форензички тим како би се донела одлука о томе ко је крив због превременог пропадања објекта: инвеститор или извођач. Не тако ретко се дешавало да је извођач радова одступио од дефинисаних услова грађења или је користио материјале другачије од прописаних техничким условима, чиме су они били идентификовани као одговорни за пропадање, па тиме и задужени за извршавање поправки.

Форензичко инжењерство проучава и неколико специјалистичких часописа. „Међународни часопис форензичког инжењерства“ (*International Journal of Forensic Engineering*) се издаје од 2012. године и бави се областима као што су форензичка пракса, методе испитивања, експертска сведочења, образовање, процене оштећења након природних катастрофа и др. [6]. Сличним областима се бави и часопис „Форензичко инжењерство“ (*Forensic Engineering*) који се издаје од 2011. године [7].

У Америци постоји Национална академија форензичког инжењерства (*National Academy of Forensic Engineering-NAFE*) која је основана 1982. године. Академија се бави континуираном обуком инжењера техничких наука са циљем да унапреде дисциплину, да развију стандарде и да, пре свега, постану стручњаци у области грађевинске форензике. Захтева се да полазници академије имају искуство у области форензике или да имају препоруке неког од чланова, што додатно говори о озбиљности Академије [8]. На Криминалистичко-полицијској академији Универзитета у Београду постоји смер „Форензичко инжењерство“ на основним и мастер академским студијама, који се бави различитим областима форензике, али међу којима нема форензике из области грађевинарства. Овај начин организације студија је и сасвим логичан када се зна са којим областима живота и рада се у већини случајева повезује форензичка наука у нашим условима.

Такође, широм света се већ годинама одржавају семинари и конференције са темом форензичког инжењерства.

3. ФОРЕНЗИКА ФЛЕКСИБИЛНИХ КОЛОВОЗНИХ КОНСТРУКЦИЈА

Век трајања коловозних конструкција зависи од много фактора. Упркос напретку у технологији изградње и одржавања коловозних конструкција у последњих неколико деценија, и даље се дешавају прерана пропадања и хронична

оштећења коловоза чије поправке односе велику количину новца. Иако се константно развијају нови, напреднији технички услови, нова опрема и нове технологије радова, лош квалитет објекта, односно коловозне конструкције се може јавити услед бројних сложених и понекад супротстављених променљивих, као што су [9]:

- (i) ниске понуде за извођење радова,
- (ii) недостатак искусних инспектора и руководилаца пројеката,
- (iii) слаб избор или неквалитетни грађевински материјали,
- (iv) недостатак знања о постојећем стању коловоза,
- (v) непознате методе и поступци извођења радова,
- (vi) остали елементи који нису могли да буду предвиђени током пројектовања и изградње.

Додатни елемент „непознанице“ представља предвиђање стања, односно понашања коловоза у будућности под утицајем првенствено саобраћајног оптерећења, те других фактора. Постоји много програма помоћу којих се може предвиђати стање коловоза (*HDM-4, Ronet, dTIMS*) на основу модела који су годинама развијани. Неки модели које користе програми се могу додатно калибрисати у зависности од утицајних параметара, али и након тога не значи да ће програм предвидети стање коловоза са стопостотном сигурношћу. То довољно говори о комплексности процеса процене стања коловоза.

3.1. Утицајни фактори

Четири основна сета фактора, одвојено или у комбинацији, утичу на карактеристике коловоза, и то: (i) структура коловоза, (ii) постелица, (iii) саобраћај и (iv) одводњавање и услови средине. На пример, добро стање или превремено пропадање коловоза су типично резултат комбинације свих ових фактора и истрага мора да обезбеди адекватно разматрање свих фактора.

Успех форензичке истраге захтева јасно разумевање понашања коловоза и разлоге који су довели до таквог понашања. Наведене групе фактора, одвојено или у комбинацијама, утичу на карактеристике коловоза, конкретно:

- структура коловоза обухвата врсту коловоза (нпр. нова или рехабилитована крута или флексибилна коловозна конструкција) и карактеристике појединачних слојева (дебљине, врсте материјала и њихове особине, одводњавање, банке, спојнице и челична ојачања код бетонских коловоза, начин и квалитет изградње, услови који су владали приликом изградње,...);

- постељица, као подлога коловозне конструкције, мора да буде описана преко врсте и карактеристика материјала, евентуално примењене стабилизације, особина насипа, дубине до чврсте подлоге, карактеристика одводњавања и др;
- саобраћај би обухватио величину саобраћаја, осовинска и укупна оптерећења, пораст саобраћаја, сезонске промене саобраћаја и др;
- услови околине укључују температуре ваздуха и површине, врсте и количине падавина, ветар, сунчево зрачење, влажност испод површине тла, температуру темељног тла, неуобичајене и/или катастрофалне догађаје, циклусе смрзавања и одмрзавања, број ледених дана и др.

Свака од четири групе фактора посебно утиче на коловоз. Услови околине, нпр., могу утицати на карактеристике материјала у слојевима коловозне конструкције. Висок садржај воде у независним слојевима и у другим материјалима углавном доводи до слабије носивих слојева. Слично томе, високе или ниске температуре ваздуха доводе до ниске или високе крутости асфалтних слојева, респективно, што може утицати на отпорност асфалтних слојева на колотраге, односно пукотине. Пораст оштећења изазваних дејством саобраћаја у исто време зависи од обима и структуре саобраћајног оптерећења, али и од самих карактеристика коловоза и постељице.

Да би се стање коловоза, било оно добро или лоше, у потпуности разумело, суштински је неопходно размотрити сваку од четири групе утицајних фактора, као и њихов међусобни однос. Овакво разматрање је тешко када се узме у обзир утицај сваког фактора који фигурише у поменуте четири групе.

Прикупљање информација за свако оштећење и за сваки фактор који утиче на стање коловоза није неопходно, а често је и немогуће због ограничених ресурса већине агенција и предузећа. Форензичка истрага треба да садржи заједничке елементе (нпр. услове околине), али истрага која се односи на тачно одређени елемент ће на крају зависити од проблема који су истраживани и од одговарајућих фактора који су до тих проблема довели.

Угибомер/дефлектометар са падајућим теретом, мерења оштећења, снимање георадаром и вађење кернова, нпр, се најчешће користе ради утврђивања узрока лошег стања коловоза или превременог пропадања. С друге стране, помоћу тих опита се не могу одредити коефицијент трења и/или ниво буке.

Због тога је успостављање одговарајућег баланса између захтева, приоритета и доступних ресурса веома важно приликом сваке истраге. Јасно успостављени и разумни циљеви истраге представљају основу за сакупљање и обраду одговарајућих података и то у знатној мери помаже у елиминисању података који су сакупљени, а нису неопходни.

3.2. Одређивање потребних података и информација

Као што је наведено, одређивање карактеристика одређеног коловоза захтева сакупљање и анализу сваког фактора који утиче на његово стање, што изискује велики напор, знање, време, опрему, техничке могућности, итд. Приликом утврђивања тренутног стања коловоза је потребно дефинисати три групе података како следи:

- (i) пројектни подаци и информације;
- (ii) подаци и информације о изведеном стању;
- (iii) разлике између пројектног и изведеног стања.

Добијање информација о пројектним условима је од виталне важности за било коју форензичку истрагу зато што помаже да се успостави базно, тј. основно стање коловоза са којим ће се касније вршити упоређивање. Подаци и информације треба да садрже четири групе фактора (структура коловоза, постељица, саобраћај и услови околине).

Пожељно је да се сакупи што више пројектних података, посебно ако су они мењани током изградње, и да се изврши поређење са изведеним стањем. Теже или обимније саобраћајно оптерећење, климатски услови лошији од предвиђених, слабији и/или тањи слојеви коловоза него што је пројектовано, сами или у комбинацији, могу помоћи приликом образложења зашто је неки коловоз лошији него што је то очекивано.

Упоређивање података о изведеном и пројектованом стању може помоћи у утврђивању разлога због којих се коловоз налази у посматраном стању. Уколико се тражи већа поузданост, као једна од корисних, допунских метода се препоручује упоређивање података између различитих пројеката. Када би се поредили слични пројекти, са сличним извођењем радова, сличним условима околине, то би можда довело до откривања могућих узрока различитих понашања коловоза. Тако је могуће упоредити стања два површинска слоја са различитих пројеката/локација који су изведени у сличним или истим условима.

Нпр. узроци појаве мрежастих пукотина код коловоза једног коловоза могу бити слични са узроцима другог који је пројектован за слично саобраћајно оптерећење, са истим везаним и невезаним слојевима у приближно истим условима околине. Пример за упоређење сличних пројеката је приказан у Табели 1.

Историјске податке из старијих пројеката је тешко утврдити, посебно ако не постоје довољно добри записи или базе података, што може представљати проблем уколико се врши скупљање података потребних за Табелу 1. Нарочит проблем постоји када се покушава утврђивање разлога бољег понашања коловоза него што је очекивано.

Табела 1. Могући сет података за поређење сличних пројеката [1]

| карактеристике | пројектовано | изведено | поређење |
|------------------------|----------------------------------|----------|----------|
| коловозна конструкција | дебљина асфалт бетона | | |
| | модул крутости асфалта | | |
| | дебљина цементне стабилизације | | |
| | модул цементне стабилизације | | |
| | дебљина невезаног слоја | | |
| | модуо невезаног слоја | | |
| постељица | врста материјала у постељици | | |
| | модуо постељице | | |
| саобраћај | осовинско оптерећења | | |
| | величина саобраћајног оптерећења | | |
| услови околине | подаци о падавинама | | |
| | подаци о температури околине | | |
| | влажност доње подлоге | | |
| | температура доње подлоге | | |

Табеле, тј. матрице сличне Табели 1, омогућавају форензичким истражитељима идентификацију доступних и недоступних података у било ком тренутку истраге.

Као што је речено, највећи део форензичких истрага се спроводи ради утврђивања узрока лошег стања коловоза, раних оштећења или прераног губитка носивости. Овакве истраге су у одређеној мери лакше за провођење, зато што су познате информације за одређене, сличне случајеве који доводе до оштећења (нпр. до појаве колотрага долази услед високих температура, тешког оптерећења, већег садржаја битумена, итд).

Обављање форензичке истраге код коловоза који су у одличном стању представља доста комплекснији процес, зато што не постоји „почетна позиција“ као што је случај са коловозима у лошем стању, и због тога што се ове истраге углавном врше у каснијем периоду експлоатације, када је много теже доћи до података о пројектованом и изведеном стању. Нпр. могуће је да се коловоз налази у одличном стању, једноставно зато што је изведен у дебљем слоју него што је пројектовано. С друге стране, узроци достигнутог стања могу бити разнолики: промене извршене на асфалтној бази у току одређеног радног дана, употреба агрегата са различитих изворишта, замена опреме за извођење радова, и др.

3.3. Кораци у форензичкој истрази

Само истраживање би требало да садржи три фазе:

- прелиминарну истрагу,
- недеструктивна испитивања,
- деструктивна и/или лабораторијска испитивања.

Како би се елиминисала потреба за непотребним прикупљањем података и информација, уколико исте нису неопходне за истрагу, препоручује се фазни приступ. Нпр. истрагу је могуће успешно завршити само прелиминарном фазом (за задате проблеме су дати задовољавајући одговори из којих се могу извести исправни закључци и решења), тако да онда не би било потребе да се врше било каква испитивања и тако нагомилавају непотребни подаци.

Такође, у прелиминарној фази је неопходно детаљно анализирати и утврдити проблем који се истражује, односно циљ истраге и тако утврдити кораке којима ће се постићи исправни резултати истраге. Неки од типичних примера који захтевају покретање форензичке истраге обухватају: преурањено пропадање конструкције, много боље понашање конструкције него што је то предвиђено, једна деоница се понаша другачије од друге, суседне деонице, пропадање и поправка коловозне конструкције у гарантном периоду, лоше површинске карактеристике, понашање пробних деоница, и др. За сваки од ових примера је могуће утврдити један или више циљева истраживања, што ће самим тим довести и до избора одговарајуће методе рада.

Што се тиче корака којима би требали да се воде форензички инжењери, они нису тачно дефинисани за сваку област. Наиме, матрица се може мењати у зависности од области истраживања, а и самог пројекта.

Међутим, могуће је успоставити одређени систем користећи основне принципе форензичког инжењерства. Кораца којима би се водили форензичари приликом истраживања флексибилних коловозних конструкција би могли да гласе овако:

1. Планирање: почетни састанци, припреме за истрагу, одређивање потреба и циљева;
2. Одређивање тима потребног за истраживање: често је у радни тим потребно укључити стручњаке из различитих области за потребе истраге (нпр. некад је потребно ангажовати стручњаке за фотографију, видео записе, инжењере из различитих области и др);
3. Сакупљање и преглед доступних података: преглед пројектне документације и осталих записа везаних за исти (подаци о одржавању коловоза, промене у односу на пројектоване детаље, услови околине, карактеристике терена и др), добијање основних података, преглед историјских и осталих података, предлог детаља истраге, одржавање периодичних састанака радног тима. Управљачки подаци на нивоу мреже, које најчешће поседују предузећа за путеве, у овом случају неће бити од велике помоћи имајући у виду да често не садрже довољан ниво детаљности за потребе ове врсте истраживања;
4. Разговори: разговори са људима који су учествовали на пројекту, директно или индиректно, организовање визуелних и звучних записа (фотографије, аудио и видео записи, записи с терена);
5. Недеструктивна истраживања: визуелна истраживања, детаљан преглед услова под којима је извршена изградња, обилазак градилишта које је предмет истраге, испитивање георадаром, дефлектометром са падајућим теретом, профилометром, магнетна томографија и др. Многа предузећа за путеве редовно, чак и рутински, обављају недеструктивна истраживања за потребе управљања коловозима, па такви подаци могу бити добар извор информација и усмерити истражиоце на закључак о неопходности или изостављању додатних испитивања;
6. Деструктивна истраживања: узорковање (керновање, испитне јаме, конусна пенетрација, итд.) и лабораторијско испитивање материјала, како из коловоза, тако и из доњих слојева (уколико је потребно). Током деструктивних испитивања је корисно забележити и видео записе у отворима кернова. У оквиру лабораторијских

истраживања је често потребно провести и специјализоване истражне радње као што су: дифракција X зрака, скенирање електронским микроскопима, СТ скенирање, петрографске анализе агрегата, хемијске анализе присуства горива, разређивача, итд.;

7. Одређивање узрока: систематско анализирање сакупљених података како би се дошло до узрока пропадања или доброг стања коловоза;
8. Предлог решења (рехабилитације, реконструкције): избор алтернативних метода за анализу, доношење одлуке о могућим третманима, ако се не односи на конструкције које показују понашање боље од предвиђеног;
9. Извештај: завршни извештај садржи податке о целој форензичкој истрази на основу претходно припремљеног форензичког извештаја, укључујући и конкретне закључке који наводе због чега је дошло до одређеног стања коловозне конструкције, као и препоруке које би довеле до поправке истог или препоруке које би могле бити примењене у изградњи нових, односно одржавању постојећих коловозних конструкција.

Мора се још једном поновити чињеница, односно упозорење да истраживачи не смеју да се фокусирају на само један фактор који би могао да допринесе тренутном стању коловоза, пошто такво стање коловоза може бити изазвано комбинацијом више њих а нарочито треба имати на уму факторе који су неочекивани или непредвиђени за одређене услове или конструкције (нпр. цементација подлоге са стварањем већих зрна, неадекватно прскање емулзијом, коришћење система за наводњавање околног пољопривредног земљишта и тиме повећање влажности подлоге, предимензионисање коловозне конструкције повезано са прецењеним саобраћајним оптерећењем, изузетно добри компонентни материјали, итд).

4. ЗАКЉУЧАК

Како би се открили узроци тренутног стања коловозне конструкције, било оно лоше или добро, неопходно је одлично познавање широког спектра утицајних параметара, што није једноставан посао. То је често неизводиво због немогућности добијања потпуних информација и ограничених ресурса..

Потребне податке је могуће веома успешно добити применом форензичких истраживања, те их касније применити како би се побољшале технике димензионисања, односно пројектовања коловозних конструкција, побољшали захтеви по питању материјала који се користе за изградњу и одржавање, те унапредили технички услови и технологија извођења радова.

Форензички инжењери, несумњиво, имају велики допринос у овим активностима. Експанзија форензичког инжењерства широм света додатно даје важност тој области и само је питање времена када ће се истом и у Србији посветити пажња која доликује тако озбиљном послу. Због тога, неопходно је што пре формирати више одговарајућих независних институција или једну на нивоу државе, оформити стандарде и организовати обуке инжењера, што ће сигурно, уколико се буде поштовало, допринети унапређењу квалитета коловозних конструкција.

Литература

- [1] Rada G., Jones D., Harvey J., Senn K., Thomas M. (2013). Guide for Conducting Forensic Investigation of Highway Pavements. NCHRP Report 747. Washington.
- [2] Shorter Oxford English Dictionary. (2007). 6th ed., Oxford University Press
- [3] The American Society of Civil Engineers (1986). Forensic Engineering: Learning from Failures, New York
- [4] Lewis, P.R., Gagg, C., Reynolds, K. (2004). Forensic Materials Engineering: Case Studies, CRC Press, 2004
- [5] Victorine T., Zhang Z., Fowler D., Hudson W. R. (1997). Basic Concepts, Current Practices, and Available Resources for Forensic Investigations on Pavements. Research Report No. FHWA/TX-98/1731-1. Center for Transportation Research. The University of Texas at Austin, USA.
- [6] Inderscience Publishers, International Journal of Forensic Engineering. Доступно преко: <http://www.inderscience.com/jhome.php?jcode=ijfe> (28.05.2014)
- [7] Proceedings of the ICE, Forensic Engineering. Доступно преко: <http://www.icevirtuallibrary.com/content/serial/feng> (28.05.2014)
- [8] National Academy of Forensic Engineers. Доступно преко: <http://www.nafe.org/> (30.05.2014)
- [9] Chen, D.K., Scullion, T., Forensic Investigations of Roadway Pavement Failures, Journal of Performance of Constructed Facilities, Vol. 22, No. 1, 2008, p. 35-44.
- [10] Mallick R.B., El-Korchi T. (2013). Pavement Engineering. Principles and Practices (Second Edition). CRC Press.
- [11] Chen D.H., Scullion T. (2007). Forensic Investigation of Roadway Pavement Failures. TRB 86th Annual Meeting. Washington, USA.
- [12] Smith R.B. (2004). Forensic Investigation of Pavment Failures. Diploma thesis. University of Southern Queensland, Australia.
- [13] Crampton D. Zhang Z., Fowler D., Hudson W.R. (2001). Development of a Formal Forensic Investigation Procedure for Pavements. Research Report No. FHWA/TX-03/1731-3F. The University of Texas at Austin, USA



Јубилеј - шездесет година часописа
Пут и саобраћај

ИДЕЈНО РЕШЕЊЕ ДУНАВСКО-САВСКОГ МАГИСТРАЛНОГ ПОЛУПРСТЕНА (ДСМП) КАЛЕМЕГДАНСКА СТРАНА

Томислав Урошевић, дипл.инж.граф.
urosevict@yahoo.com

Прегледни рад

Резиме: Рад представља идејно решење нове београдске магистралне саобраћајнице која повезује северни део старог дела Београда са Новим Београдом, преко новог моста лоцираног испод калемегданске тврђаве и у близини Небојшине куле. На страни старог дела града нови мост привући ће првенствено саобраћај из зоне Дорћола али ће се бифуркацијом коридора, планираном у близини Зоолошког врта, овај мост вероватно наћи и на најкраћој рuti између Карабурме и Вишњице са једне, и Новог Београда, са друге стране. На потезу између Небојшине куле и Калемегдана, коридор се спушта у тунел отварајући простор изнад за слободну пешачку комуникацију између Калемегдана и речних обала. На западној страни, саобраћајница се креће вијадуктом. Усмерена је ка новобеоградским блоковима (70 и 45) и у зони Сава Центра спушта се на терен (на постојећу саобраћајницу Милентија Поповића). Поред тога преко две денивелисане раскрснице редукованог програма, успостављене су и две брзе везе, према центру Новог Београда и према центру Земуна. Поред друмског саобраћаја, коридор је предвиђен и за трамвај. Сам коридор подсећа на лук, или полупрстен, који са северне стране тангира центар старог дела Београда, а са западне стране Саве се повија ка југу и савским блоковима. У овом раду представљена је источна (калемегданска) страна коридора.

Кључне речи: Дунавско-савски магистрални полупрстен, река Сава, калемегдански мост, денивелисана раскрсница, тунел.

ARTERIAL CRESCENT DUNAV - SAVA IN BELGRADE - CONCEPTUAL/PRELIMINARY DESIGN – KALEMEGDAN SECTOR

Tomislav Urošević, B.Sc.CE.
urosevict@yahoo.com

Review paper

Abstract: This paper presents the conceptual/preliminary design of a new Belgrade's arterial, connecting the northern part of the Old Belgrade's central district with the New Belgrade, at the opposite bank of river Sava.

Therefore, the location of a new bridge over river Sava, nearby the historical landmark of Kalemegdan fortress, is proposed also. On the Old Belgrade side, the new bridge would primarily attract the traffic from the neighborhood of Dorcol, located on the hill side facing the southern banks of Danube. With the arterial bifurcation planned nearby the Belgrade's Zoo, even the traffic from the districts further down the Danube's left bank (Karaburma, Visnjica) could use the new bridge as the shortest route to the New Belgrade. Between the Kalemegdan fortress and the Nebojsa tower, the arterial sinks into the cut-and-cover tunnel, with the pedestrian flows moving freely between the Kalemegdan and the river bank. On the western, New Belgrade's, side the arterial is planned as an elevated motorway. It is directed towards the residential "blocks" located up the river Sava, descending to the ground level in front of the Convention Center Sava. In addition, there are two more prongs, one heading from the arterial towards the New Belgrade's Center, and another one heading to the municipality of Zemun. The bridge, the tunnel and the ramps are designed to provide the space for the tram as well. The entire corridor resembles the crescent, tangent to the Old Belgrade's central district from the north and swinging to the south at the opposite side of river Sava. The paper presents the eastern (Kalemegdan) sector of the corridor.

Key words: Arterial Crescent Dunav-Sava, river Sava, Kalemegdan bridge, trumpet interchange, cut-and-cover tunnel

1 УВОД

Рад је у оквиру дипломског рада израђен на Грађевинском факултету у Београду, на Катедри за путеве, аеродроме и железнице код ментора проф.др Дејана Гаврана.

Тема дипломског рада је деоница Дунавско-савског магистралног полупрстена (ДСМП) испод обода Калемегданске тврђаве. Деоница се пружа од новог моста преко реке Саве, на потезу Кула Небојша - раскрснице улице Тадеуша Кошћушка и Булевара Војводе Бојовића, односно Дунавске улице. Задатак је подразумевао израду идејног пројекта денивелисане градске магистрале, денивелисаног укрштаја типа труба са градским саобраћајницама, тунел испод обода Калемегдана, у зони Куле Небојше као и идејно решење нових трамвајских колосека који прате ову градску магистралу и који се прикључују на постојеће колосеке.



Слика 1. Локација будуће трасе ДСМП-а Калемегданска страна

2. ОСНОВЕ ЗА ПРОЈЕКТОВАЊЕ

2.1 Просторна ограничења

У фази разматрања могућих решења, локације денивелсане раскрснице, положаја и распона стубова конструкције као и што повољнијег положаја рампи појавио се одређен број просторних ограничења.

Предметна локација припада београдској општини Стари град и у непосредној је близини ушћа Саве у Дунав

Са северне и западне стране, од приобаља је одвојена трасом железничке пруге, која представља доминантно просторно ограничење. Генералним планом Београда 2021. је планирано измештање колосека за теретни саобраћај, чиме ће се стећи услови за укидање пруге око Калемегдана и уређење београдског приобаља.

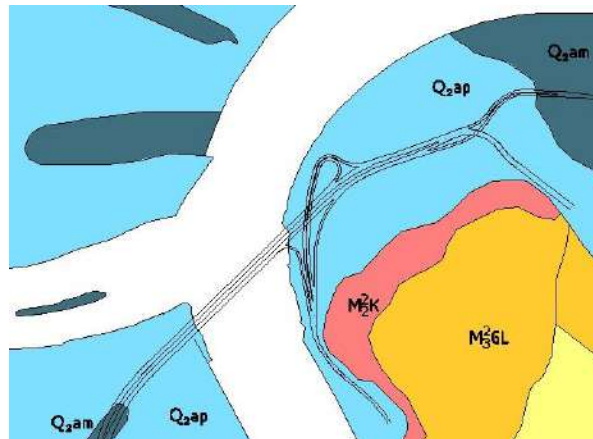
Услов за измештање је реализација железничке обилазнице Бели поток - Винча са новим мостом преко Дунава. До тада се задржава двоколосечна пруга за превоз путника и терета.

Имајући у виду да се ради о неелектрифицираној прузи и имајући у виду њену будућу намену, усвојен је слободни профил висине 5.35 m а примењени елементи ситуационог плана имају граничне вредности. Усвојен је радијус хоризонталне кривине $R = 300$ m.





Простор добијен измештањем пруге са источне и јужне стране ограничава Кула Небојша са делом Приобалног бедема и Воденом капијом II. Даље ка истоку траса ДСМП-а пролази између бастioniх утврђења, у оквиру којих се налази и један од улаза у тврђаву – Видин капија. Граничи се са индустријским погонима фабрике конфекције „Беко“ који су престали са радом пре дуги низ година, Ваздухопловном академијом, градским стамбеним блоковима и комплексом Зоолошког врта.

2.2 Геотехничке карактеристике подручја

У геоморфолошком погледу, на испитиваном подручју запажа се велика алувијална равна река Саве и Дунава. Ерозијом, али и антропогеним утицајима, бивша површина терена битно је измењена. Алувијална равна Саве и Дунава се простире од коте 69 до коте 72 мнв. Насипањем су измењене коте природног терена, те су садашње коте 75 до 79 мнв. На овој алувијалној равни смештен је део терена јужно од Саве и Дунава.



Инжењерскогеолошке ознаке

| | |
|---|--|
|  | алувијалне прашине и прашинаст песак и шљунак- Q_{2ap} |
|  | органске глине и прашине- Q_{2am} |
|  | глиновито-лапоровити седименти M_3GL |
|  | кречњаци-органогени M_2K |

Геолошку грађу предметног простора изграђују терцијарни и квартарни седименти, као и рецентне антропогене творевине.

Коришћење ових терена за урбанизацију захтева нивелационо прилагођавање природним условима, превентивне геотехничке мере заштите стабилности ископа и природних падина, као и контролисано дренирање подземних вода. Пројектовање и изградња објеката изискује детаљније истраживање микролокације како због осциловања нивоа подземне воде и појава локалних подбаривања и замочваривања терена, тако и због јаче стишљиве зоне муља. Средине заступљене у површинској зони су неједнако погодне за плитко фундаирање због могућности појаве великих и неравномерних слегања. Ово се може предупредити применом посебних геотехничких мера, а у циљу постизања захтевне носивости и спречавања штетних деформација. Урбанизација приобаља Саве и потока изискује спречавање речно-поточне ерозије регулацијом обала.

3. КАЛЕМЕГДАНСКА (ИСТОЧНА) СТРАНА ДСМП-А

Идејно решење ДСМП-а на калемегданској страни састоји се из неколико међусобно повезаних целина. То су денивелисана раскрсница типа "ТРУБА", тунел којим се главни правац укопава и трамвајски колосеци који се једним делом воде заједно а затим се раздвајају до прикључења на постојеће колосеке.

3.1 Денивелисана раскрсница типа "труба"

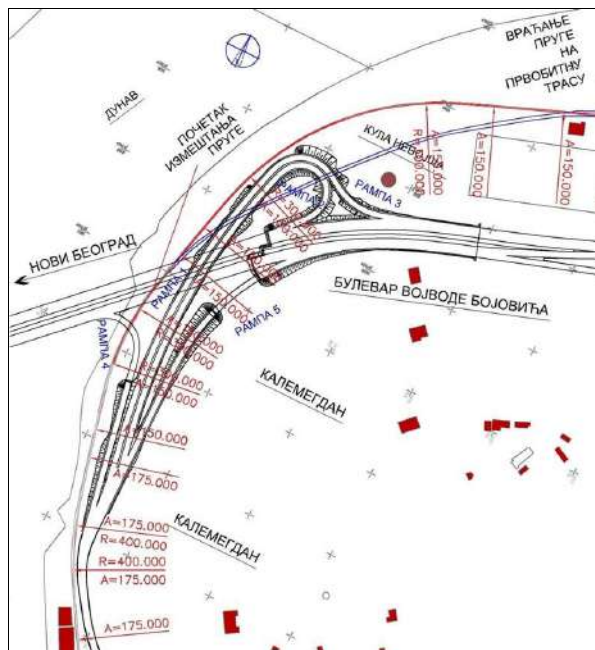
С обзиром на то да се ради о градској магистралу са континуалним током на месту преласка ДСМП-а преко Булевару војводе Бојовића формирана је денивелисана раскрсница. Највећи утицај на одабир типа раскрснице и положаја рампи имала су поменути просторна ограничења и саобраћајно оптерећење. На основу изнетих услова укрштај типа "ТРУБА" намеће се као једино рационално решење. Прикључак представља најједноставнији облик трокраке денивелисане раскрснице. Садржи све типове рампи: две директне за десна скретања и по једну индиректну и полудиректну рампу за лева скретања. На заједничку рампу Р1 надовезују се полудиректна рампа Р3 и индиректна рампа Р2, а директне рампе су Р4 и Р5.

Положај трасе железничке пруге је диктирао одређене услове у погледу нивелете ДСМП-а и директне рампе Р4 и није остављао довољно простора за индиректну и полудиректну рампу. Као решење проблема извршено је делимично измештање шинског коридора ка Дунавском приобаљу и формирање простора за денивелисану раскрсницу, а након тога пруга је враћена на првобитну трасу тј. постројења паралелна са Дунавском улицом.

На свим рампама саобраћај се одвија једносмерно, што доприноси укупној безбедности на деоници градске магистрале.

Заједничка рампа Р1 формирана је проширењем Булевару војводе Бојовића на 15 m чиме је омогућено физичко раздвајање саобраћаја и коловозних трака разделним појасом ширине 2 m у коме је смештена ограда "New Jersey". Разделни појас у значајној мери повећава укупне трошкове изградње, али су ти трошкови занемарљиви имајући у виду степен безбедности који се њиме постиже.

Директна рампа Р4 денивелисане раскрснице пројектована је тако да се предметни простор што рационалније искористи. Имајући у виду близину реке и пруге, решење код кога је примењен већи радијус $R = 60 \text{ m}$ и код кога се директна рампа налази делимично изнад Саве је одбачено.



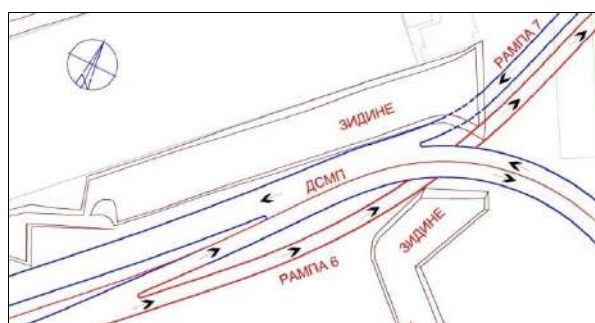
Слика 2. Приказ измештања пруге. Плавом бојом је приказан део првобитне трасе, а црвеном решење измештања

3.2 Тунел испод обода Калемегдана

Тунел сачињавају главна конструкција која прати правац пружања Булевару војводе Бојовића и две тунелске рампе Р6 и Р7 које имају за циљ да повежу саобраћајне токове ДСМП-а и Дунавске улице. Доминантан утицај на одабир решења рампе Р6 имао је део утврђења североисточног фронта Калемегданске тврђаве.

Прва варијанта приликом пројектовања рампе Р6 која има за циљ да саобраћајне токове са ДСМП-а преусмери ка Дунавској улици подразумевала је да ова рампа пролази непосредно поред утврђења у продужетку Видин капије, подвлачи се испод главне тунелске конструкције, а затим успиње ка површини Дунавске улице.

Ово решење би захтевало примену подужних нагиба који прелазе граничне вредности, што би неповољно утицало на проток и безбедност раскрснице, а јавио би се и проблем положаја зидова самосталне тунелске конструкције поменути рампе.



Слика 3. Варијанта 1 рампе Р6

Решење које је усвојено предвиђа да рампа Р6 пролази испод темеља поменутог утврђења. Пројектовано решење тунелске рампе Р7 која повезује Дунавску улицу са главним тунелом ДСМП-а предвиђа да она пролази једним својим делом испод зидина утврђења на углу раскрснице са Булеваром војводе Бојовића.

3.3 Раздвајање трамвајских колосека

Постојећа ширина раскрснице Булеvara војводе Бојовића и Дунавске улице између зидина није остављала довољно простора за пролазак главне тунелске конструкције и смештање трамвајских колосека са њених бочних страна. Једино могуће решење било је да се колосеци чије је раздвајање започето пре раскрснице воде тереном изнад тунела а затим са бочних страна, када се за то ослободи простор.

4. ФУНКЦИОНАЛНЕ И ГЕОМЕТРИЈСКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ РЕШЕЊА

4.1 Геометријски попречни профили

Геометријски попречни профили одређени су на основу саобраћајног оптерећења, ранга градске саобраћајнице и на основу дужине рампи.

Геометријски профил моста преко реке Саве садржи два одвојена коловоза ширине 11.5 m и трамвајске колосеке ширине по 3.50 m у разделном појасу.

За све рампе усвојен је геометријски профил ширине коловоза 6.50 m са зауставном траком ширине 2.50 m.

Ова решења омогућују континуитет вожње уз реалне услове за обилажење заустављеног возила. Како се ради о једносмерном саобраћају није предвиђено проширење коловоза у кривини.

4.2 Геометријске карактеристике ситуационог плана

За обликовање рампи у ситуационом плану користе се правац, круг и клотоида. Главни правац (ДСМП) је ранга градске магистралне саобраћајнице са рачунском брзином $V_r = 50$ km/h на пројектованој деоници. Граничне вредности елемената хоризонталних кривина за саобраћајницу дате рачунске брзине су следећи:

$$\begin{aligned} \min R &= 80 \text{ m} \\ \min A &= 50 \text{ m} \\ \min L_p &= 40 \text{ m} \end{aligned}$$

Пројектна брзина за директне рампе функционалног нивоа "Ц" износи $V_r = 50$ km/h, за полудиректну рампу износи $V_r = 40$ km/h, а за индиректну $V_r = 30$ km/h.

Приликом пројектовања денivelисаних раскрсница вођено је рачуна о следећим граничним вредностима параметара хоризонталних кривина:

- директне рампе $\min R = 60 \text{ m}$
 $\min A = 60 \text{ m}$
 $\min L_p = 60 \text{ m}$
- полудиректне рампе $\min R = 40 \text{ m}$
 $\min A = 40 \text{ m}$
 $\min L_p = 40 \text{ m}$
- индиректне рампе $\min R = 25 \text{ m}$
 $\min A = 25 \text{ m}$
 $\min L_p = 25 \text{ m}$

Највећи број елемената хоризонталне геометрије има вредност већу од граничне, чиме су постигнуте боље возно-динамичке карактеристике рампи. Директна рампа Р4 и полудиректна рампа Р3 због изражених просторних ограничења и прилагођавања концепту раскрснице, садржи елементе ситуационог плана који су блиски граничним вредностима за пројектну брзину $V_r = 30$ km/h.

$$\begin{aligned} \min R &= 30 \text{ m} \\ \min A &= 30 \text{ m} \\ \min L_p &= 30 \text{ m} \end{aligned}$$

Приликом пројектовања трамвајских колосека усвојена је минимална вредност радијуса хоризонталне кривине $R = 60 \text{ m}$, и максимални нагиб $i_N = 5.5\%$.

4.3 Геометријске карактеристике нивелационог плана

Нивелета заједничке рампе Р1 вођена је по осовини - средином разделног појаса, све до места физичког раздвајања двосмерне рампе на индиректну и полудиректну рампу (Р2 и Р3). На месту одвајања ове две рампе, нивелета по којој су вођене се мења и прелази са средине разделног појаса, на две одвојене нивелете које се даље воде по спољним (десним) ивицама рампи. Нивелете директних рампи (Р4 и Р5) вођене су по својим десним ивицама, од места њиховог одвајања од заједничке рампе Р1 до прикључења на ДСМП.

При дефинисању нивелете заједничке рампе Р1, односно нивелете полудиректне и индиректне рампе на сегменту где су вођене по истој нивелети, водило се рачуна о остваривању минималне висинске разлике између укрсних праваца.

$$\Delta H = h_g + h_k + \Delta h$$

где је:

h_g - висина слободног профила изнад највише тачке коловоза

h_k - конструктивна висина надвожњака

Δh - конструктивна резерва за ванредне услове експлоатације

У овом случају узети су $h_g = 4.75$ m, $h_k = 2.70$ m, и $\Delta h = 0.25$ m. На основу тога остварена је висинска разлика 7.70 m.

Нагиби нивелета рампи пројектоване раскрснице не прелазе граничне вредности:

рампе у падуmax $i_N = 7.0\%$

рампе у успонуmax $i_N = 4.2\%$

У случају тунелских рампи Р6 и Р7 су примењени следећи нагиби:

на успону.....max $i_N = 5.5\%$

на паду.....max $i_N = 6.0\%$

Трамвајски колосеци се након преласка Саве одвајају са ДСМП-а, настављајући ка терену нагибом од 1.20%.

Конвексним заобљењем а затим нагибом од 4.00% заједничка нивелета трамвајских колосека прелази на тунелски насип чијом се површином даље води паралелно ДСМП-у нагибом од 0.20%, све до раздвајања на две одвојене нивелете по десним ивицама рампи.

За заобљење прелома нивелете ДСМП-а одабране су препоручене вредности полупречника вертикалних кривина у зависности од пројектне брзине:

- конкавна кривина $\min R_v = 2000$ m
- конвексна кривина $\min R_v = 3000$ m

Минимални радијус вертикалне кривине који проистиче из критеријума минималне прегледности у зависности од пројектне брзине рампе износи $\min R_v = 800$ m и односи се на конвексне вертикалне кривине.

Критеријум за конкавне вертикалне кривине био је возно-динамички критеријум тј. захтев да величина радијалног убрзања буде мања од 0.5 m/s² и на основу тога је $\min R_v = 600$ m.

Минимална вредност радијуса вертикалних кривина тунелских рампи ДСМП-а износи $R_v = 1000$ m. Вредности радијуса конкавне вертикалне кривине независних трамвајских рампи износе $R_v = 600$ m, док је за конвексну кривину радијус $R_v = 1000$ m.

4.4 Нормални попречни профили

На основу усвојених геометријских профила ДСМП-а и рампи денивелисане раскрснице усвојене су следеће димензије елемената нормалног попречног профила:

ДСМП:

- ширина возне траке $t_s = 3 * 3.50$ m
- ширина возне траке на деоници тунела $t_s = 2 * 3.50$ m
- ширина ивичне траке $t_i = 2 * 0.50$ m
- ширина сервисне стазе $b = 1.50$ m
- ширина сервисне стазе у тунелу..... $b = 1.00$ m
- минимални попречни нагиб..... $\min i_p = 2.5\%$
- максимални попречни нагиб..... $\max i_p = 4.0\%$

Заједничка рампа Р1:

- ширина возне траке..... $t_s = 3.50$ m
- ширина зауставне траке $t_z = 2.50$ m
- ширина ивичне траке..... $t_i = 0.50$ m
- ширина разделног појаса $\min t_r = 2.00$ m
- ширина сервисне стазе..... $b = 1.50$ m
- минимални попречни нагиб..... $\min i_p = 2.5\%$
- максимални попречни нагиб..... $\max i_p = 4.0\%$

Рампе Р2, Р3 и Р4:

- ширина возне траке..... $t_s = 3.50$ m
- ширина зауставне траке..... $t_z = 2.50$ m
- ширина ивичне траке..... $t_i = 0.50$ m
- ширина сервисне стазе $b = 1.50/ 1.00$ m
- минимални попречни нагиб..... $\min i_p = 2.5\%$
- максимални попречни нагиб..... $\max i_p = 4.0\%$

Рампа Р5:

- ширина возне траке..... $t_s = 3.50$ m
- ширина зауставне траке..... $t_z = 2.50$ m
- ширина ивичне траке..... $t_i = 0.50$ m
- ширина сервисне стазе..... $b = 1.50$ m
- минимални попречни нагиб..... $\min i_p = 2.5\%$
- максимални попречни нагиб..... $\max i_p = 3.5\%$

Тунелске рампе Р5 и Р6:

- ширина возне траке..... $t_s = 3.50$ m
- ширина зауставне траке..... $t_i = 2.50$ m
- ширина сервисне стазе..... $b = 1.00$ m
- минимални попречни
- нагиб $\min i_p = 2.5\%$
- максимални попречни
- нагиб..... $\max i_p = 4.0\%$
- Трамвај:
- ширина трамвајске траке..... $t_r = 2.50$ m

4.5 Витоперење

Витоперење коловоза на ДСМП-у врши се око ивице разделног појаса, а на рампама око спољне ивице коловоза. Витоперење индиректне и полудиректне рампе врши се око ивица разделног појаса на месту заједничког вођења нивелете, а на одвојеним деловима ових рампи, по спољним (десним) ивицама. Максималне вредности нагиба рампе витоперења не прелазе 1.5%. Такође вредности нагиба витоперења веће су од минималних 0.2% (за витоперење око осовине), што је потребно због ефикасног попречног одвођења прикупљених површинских вода са коловоза.

У нивелационом погледу изливно-уливне траке прате основни коловозни профил. Оне задржавају попречни нагиб главног путног правца, који се по правилу простира све до физичке границе рампе. Овај услов је свуда био задовољен.

5 ТУНЕЛ

Коридор ДСМП-а правцем пружања дуж Булевара војводе Бојовића треба да пресече раскрсницу са Дунавском улицом. Поред већ наведених просторних ограничења проблем формирања површинског коридора јесте чињеница да се тешко обезбеђује независност система уз бројне лоше компромисе.

Имајући у виду изнете услове дат је предлог раздвајања видова саобраћаја на подземну деоницу намењену саобраћају моторних возила и задржавање надземног шинског система. Трамвајски систем једним делом задржава надземни положај крећући се површином тунелског насипа, а затим се са ослобађањем простора врши укопавање траса шинских возила до површине саобраћајнице.

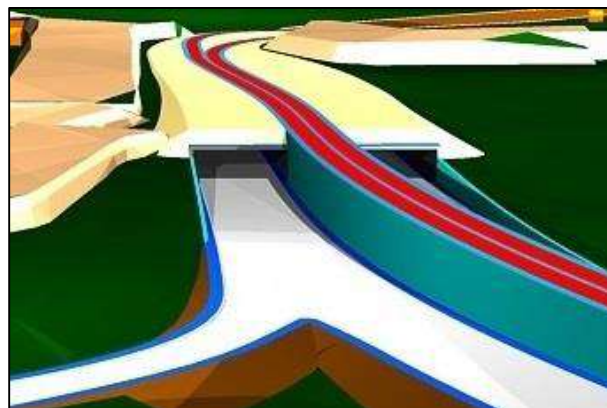
Сама конфигурација тунела садржи неколико варијанти укључујући две раздвојене паралелне конструкције; једну заједничку тунелску цев без разделног појаса и засебне денивелисане конструкције на 2 нивоа за различите смерове вожње и везу са Дунавском улицом.

Имајући у виду близину Дунавске обале као и ниво и утицај подземне воде на предметној локацији при изради ископа неопходно је предвидети заштиту од зарушавања и прилива воде применом адекватних техничких и мелиоративних мера. Ту спадају ињектирање неvezаног тла посебном смесом посредством бушотина која након стврдњавања у порам тла побољшава механичка својства и смањује водо-пропусност, торкретирање површина и израда дренажних бунара и бушотина или тунела.

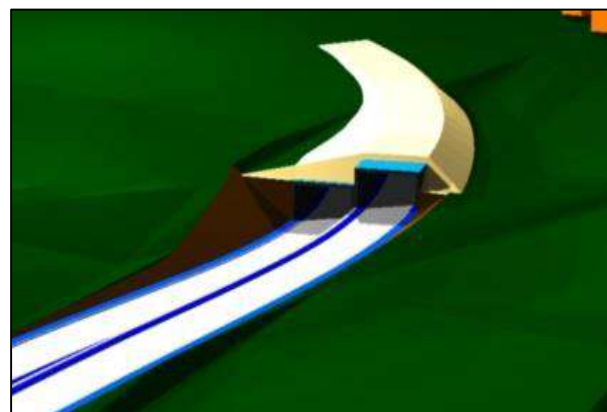
Оријентација тунела на деоници ДСМП-а испод ободних утврђења Калемегдана је југозапад - југоисток дуж Булевара војводе Бојовића односно југозапад - североисток за везу са Дунавском улицом.

Укупна дужина раздвојених тунелских сандука и заједничке конструкције без разделног појаса је 250 m (100 m + 150 m), а засебних тунелских цеви 305 m и 175 m.

Зидови предусака оба тунелска портала смештена у Булевару војводе Бојовића су вертикални, док улазну деоницу у Дунавској улици чине косине нагиба 1:1.5.



Слика 4. Перспективни приказ тунелских портала у Булевару војводе Бојовића



Слика 5. Перспективни приказ тунелских портала у Дунавској улици

5.1 Попречни профил тунела

Површина попречног пресека тунела за одређене деонице редом износи $2 \times 64.00 \text{ m}^2$, 80.7 m^2 и 40.4 m^2 за денivelисане рампе. Услов за одабир попречног профила тунела је осигурање слободног профила висине 4.50 m и саобраћајног профила висине 4.20 m . Висина од релативне коте 0.00 до теменог свода износи 4.75 m .

Ширине коловоза су:

- 11.5 m - три саобраћајне траке по 3.5 m и две ивичне траке по 0.5 m,
- 14 m - четири саобраћајне траке по 3.5 m и две ивичне траке по 0.5 m и
- 6.5 m - коловозна трака 3.5 m, зауставна трака 2.5 m и ивична трака 0.5 m.

Са обе стране коловоза предвиђене су сервисне стазе ширине 1.00 m , издигнуте изнад коловоза за 15.00 cm испод којих су смештени сливници или канали инсталација за потребну опрему тунела.

Имајући у виду већ поменуто деловање подземне воде предвиђене су дебљине зидова тунела од 0.5 m , горње плоче од 0.6 m и темеља од 0.8 m како би се конструкција својом тежином супротставила потиску подземне воде и како би се спречило "испливавање" тунела.

5.2 Одводњавање тунела

За одводњавање коловоза у тунелу користе се готови армиранобетонски ивичњаци са континуираним хоризонталним каналом отвора пречника 240 mm постављени уз сервисну стазу. Преко цеви пречника 150 mm , смештене у залеђу ивичњака како не би дошло до њеног оштећења точковима возила, одводни канал је повезан са сливником, који је даље на местима где су формиране нише, повезан са ревизионим окном.

5.3 Опрема тунела

Тунел је опремљен расветом, сигнализацијом и опремом за сигурно одвијање саобраћаја, а предвиђен је и уздужни систем за проветравање. На одређеним местима са бочних страна тунела формиране су и нише са опремом за дојаву пожара и апаратима за гашење.

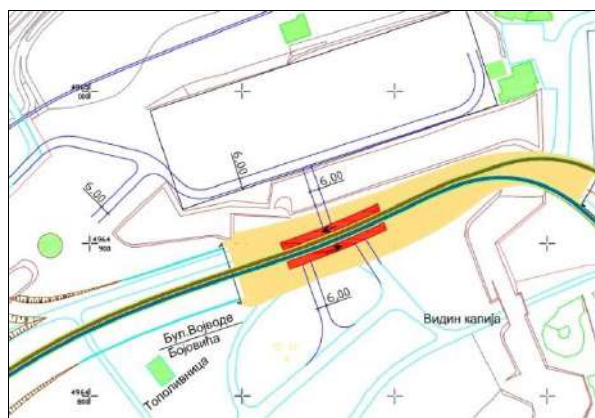
Планирање тунелске расвете треба извршити сагласно одговарајућим зонама, како би омогућила прилагођавање очију возача на промене у интензитету светлости од дневног светла на улазу у тунел, до таме у унутрашњости тунела. Ради прилагођавања расвети зидови тунела се углавном боје светлом бојом до 4 m висине. За сваки појединачни део тунела потребно је израчунати потребну осветљеност у складу са препорукама комисије за расвету-СІЕ.

6 ЈАВНИ ГРАДСКИ ПРЕВОЗ И ПЕШАЧКИ ТОКОВИ

Пројектом ДСМП-а предвиђено је повезивање предметних локација на Новом Београду и Старом граду трамвајским подсистемом јавног градског превоза. Решењем се укида трамвајска окретница у Булевару војводе Бојовића. Новом регулацијом улице предвиђено је да се трамваји у правцу улице Цара Душана крећу крајњом десном коловозном траком док је за супротан смер предвиђена засебна трамвајска баштица. За формирање нових стајалишта за линије јавног градског превоза предвиђена је локација на површини тунелског насипа где је нагиб нивелете трамваја 0.20% . Стајалишта-перони су пројектовани као нише дужине 60 m и ширине 5 m .

Како би се омогућила веза Доњег града са једне стране, и Дунавског шеталишта и локација у непосредној близини Куле Небојша са дуге стране посматраног коридора предвиђени су пешачко-бициклички мостови по површини покривке тунела.

Пешачки токови воде се до перона и шеталишта денivelисано помоћу пешачких рампи и две конструкције са степеништем чија је ширина 3.00 m што је ширина четири пешачка модула.



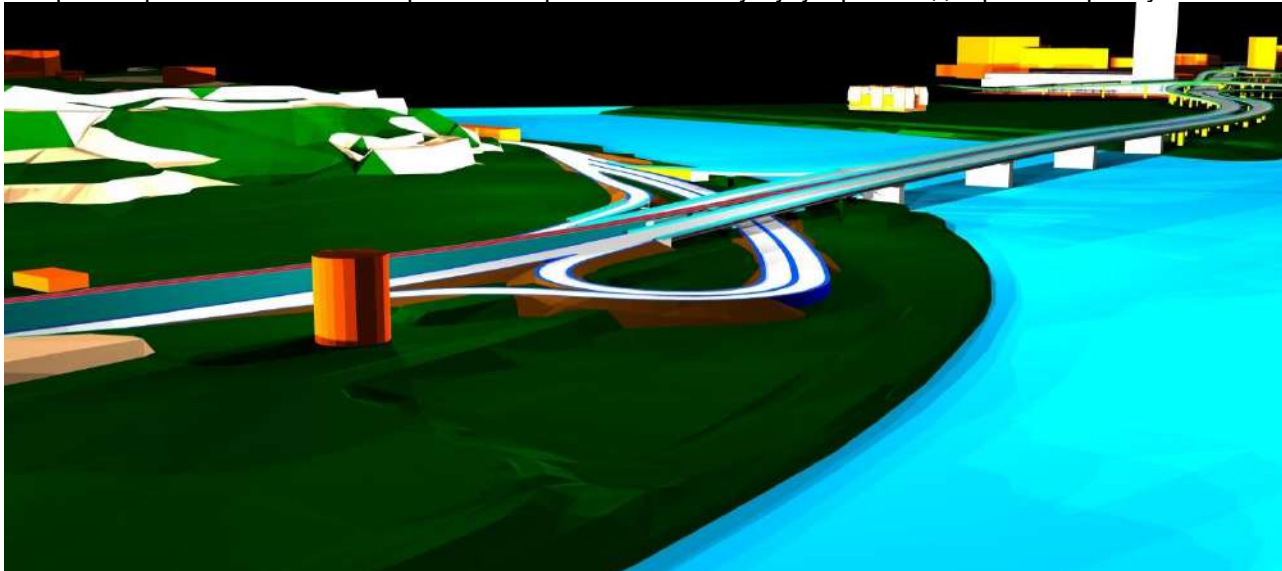
Слика 6. Приказ трамвајских перона, пешачког моста и рампи

7 МОСТОВСКЕ И ПОТПОРНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

Решење главне мостовске конструкције преко реке Саве због своје комплексности захтева посебно разматрање. Овим дипломским радом усвојене су неке опште поставке. Пловни пут је појас реке у зони матице са обезбеђеним дубинама од 2.50 до 3.50 m при најнижим пловидбеним водостајима и за реку Саву има ширину 80 m до 100 m .

Растојање крајњих стубова предвиђеног решења моста износи 342m, а чине га три једнака распона од 114m чиме је обезбеђена ширина пловног пута. Мост се највећим делом налази у правцу, а у нивелационом погледу делом је смештен у темену конвексне вертикалне кривине радијуса 7000.00 m. Оштрина прелома нивелете вертикалне кривине

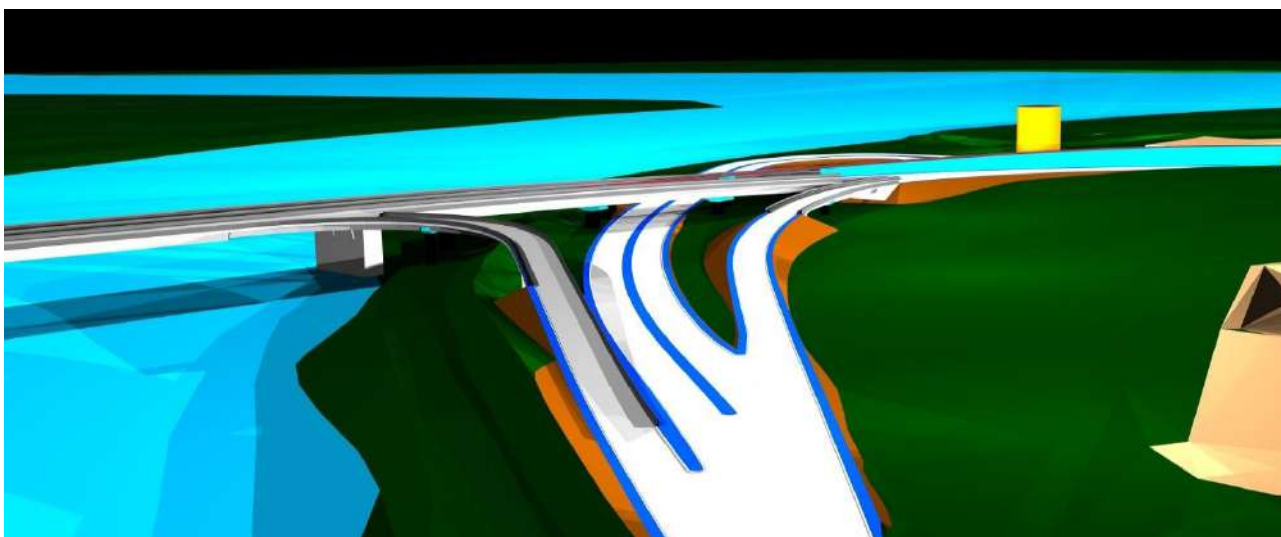
износи 2.40%. Висинска разлика нивоа велике воде који износи 74m и нивелете моста имајући у виду крајње тачке пловног пута износи 13.60m. Приликом усвајања статичког система и распона ДСМП-а на Калемегданској страни разматрани су могући положаји стубова. Као доминантан распон издвојио се онај који је требало да премости рампу Р1.



Слика 7. Перспективни приказ моста и денивелисане раскрснице

Распон је дужине 45m, тако да је висина главних носача ДСМП-а димензионисана у односу на њега, и износи 2.7m. Правац пружања постојеће пруге и градске саобраћајнице на месту преласка вијадукта изнад њих, угао укрштања и положај шеталишта дуж обале имао је за последицу закошен положај стубова који носе раздвојене засебне конструкције ДСМП-а. Стубови који прате железничку пругу од крајњег стуба моста на Сави редом су удаљени 20m, 35m и 45m. Главни носачи мостовских конструкција даље прелазе преко отвора једнаких распона од 45m. Кос положај стубова условио је решење ослањања на крајевима које чине три чеона и два крилна зида, што је повољније за извођење од јединственог закошеног чеоног зида. На месту

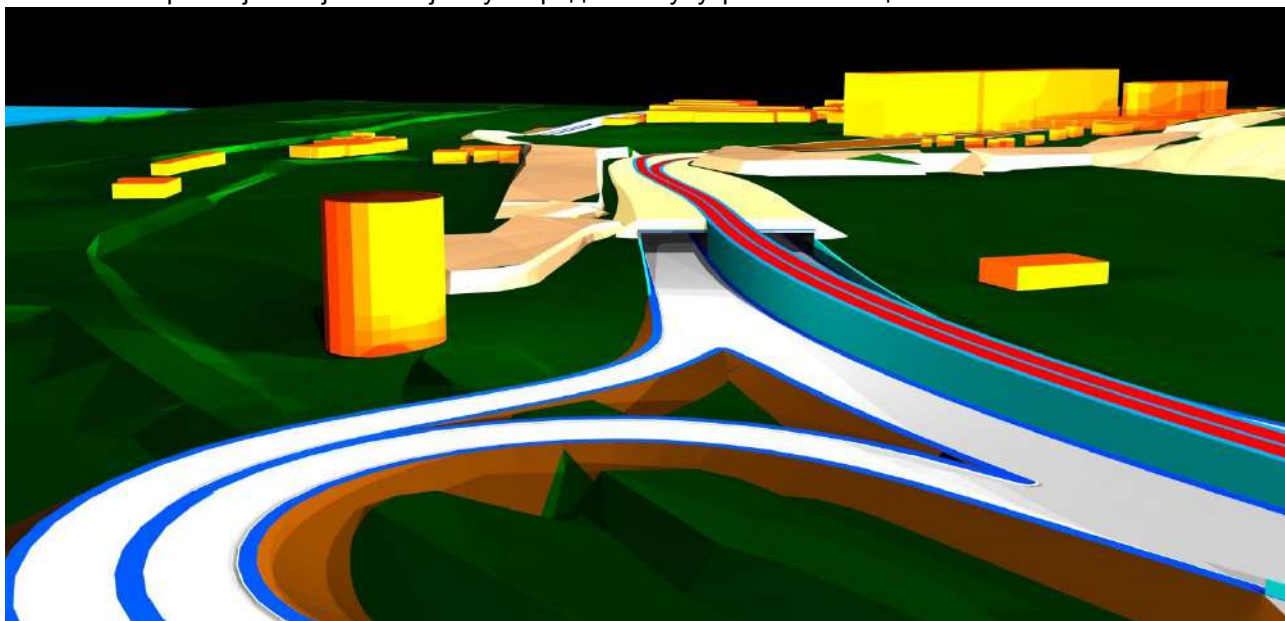
преласка директне рампе Р4 преко железничке пруге предвиђено је извођење преднапрегнутог армиранобетонског моста сандучастог пресека висине 2.00m за распоне $L=30 \times 35 \times 35$ m, а исти облик сандучастог пресека усвојен је и за мостовску конструкцију директне рампе Р5 која има два распона дужине 30 m. На деоници од крајњег стуба моста на Сави раздвојени главни носачи постепено се спуштају ка терену и сваки носач је засебно ослоњен на појединачне стубове ширине 3.00m, преко наглавне греде. У попречном пресеку конструкције трамвајских колосека налази се континуална греда сандучастог облика ослоњена преко наглавне греде на стуб ширине 2.00m. Висина носача износи 2.7m.



Слика 8. Перспективни приказ мостовских конструкција денивелисане раскрснице

Након преласка реке, трамвајски колосеци се одвајају и заједничком денивелисаном конструкцијом воде паралелно поменути носачима. Коловоз ДСМП-а се спушта у тунел а нивелета трамваја која остаје у средини

разделног појаса, задржава високу нивелету и усмерава се ка коти покривке тунела. Попречна денивелација трамвајских колосека и коловоза решена је обостраним потпорним зидовима дуж унутрашњих ивица коловоза.



Слика 9. Приказ потпорног зида трамвајских колосека

На месту тунелског портала у Булевару војводе Бојовића трамваји даље настављају површином тунелског насипа, постепено се раздвајају и након проласка између утврђења Видин капије засебним конструкцијама са бочних страна тунела се денивелисано воде до површине градске саобраћајнице на месту постојеће окретнице.

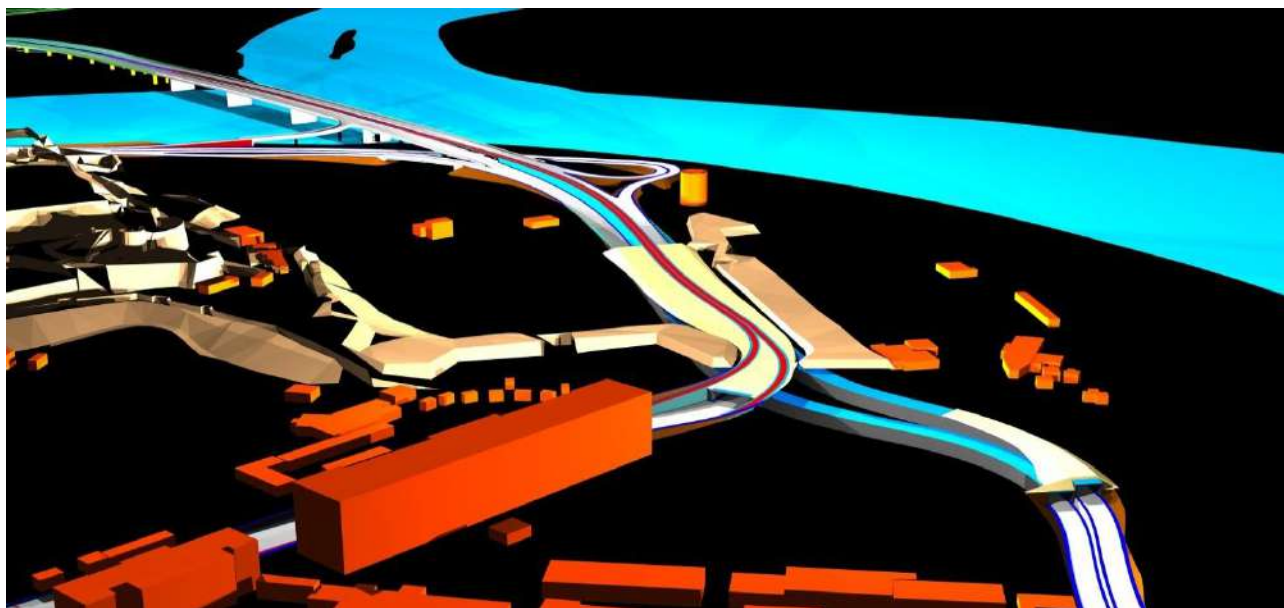
Због малог бочног растојања саобраћајница и пруге као и планираних прикључења рампи

коришћени су и потпорни зидови приликом њиховог денивелисања. Избор и образложење избора потпорних зидова, који се доноси на основу одговарајућих подлога, плод је сарадње пројектанта пута, геомеханичара и пројектанта инжењерских конструкција.

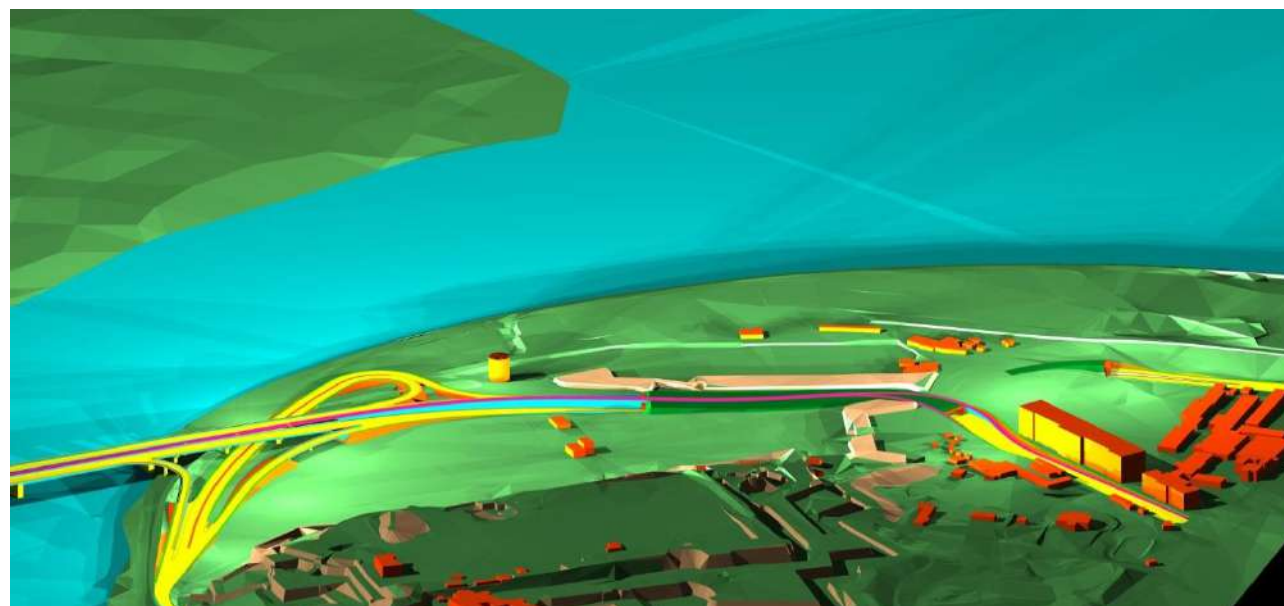
Потпорни зидови су рађени са контрафорима и они су примењени при вођењу рампи до мостовске конструкције, као и за денивелацију трамвајских колосека.



Слика 10. Приказ раздвајања трамвајских колосека



Слика 11. Перспективни приказ тунелских конструкција и портала из правца Дунавске улице



Слика 12. Перспективни приказ калемегданске стране ДСМП-а

Литература

- [1] Анђус, В.: Планирање и пројектовање путева (писана предавања – интерни материјали), Грађевински факултет Универзитета у Београду – Београд, 2008.
- [2] Анђус, В. и др.: Планирање и пројектовање путева – практикум за израду елабората, Грађевински факултет Универзитета у Београду – Београд 2008
- [3] Анђус, В.: Методологија пројектовања путева, Грађевински факултет Универзитета у Београду
- [4] Катанић Ј.: Пројектовање путева, Грађевинска књига-Београд, 1983. Анђус В.; Малетин М.
- [5] Логец, Н.: Пројектовање и трасирање путева и аутопутева, ИРО Грађевинска књига, Београд, 1980.
- [6] Малетин М.: Планирање и пројектовање пратећих садржаја магистралних путева, Грађевински факултет Универзитета у Београду – Београд, 1993.
- [7] Хајдин Р.: Мостови (писана предања – интерни материјали) Грађевински факултет Универзитета у Београду, Београд, 2008.
- [8] Малетин М.: Планирање и пројектовање саобраћајница у градовима, Орион Арт – Београд, 2009
- [9] Цветановић А.: Коловозне конструкције, Академска мисао – Београд, 2007.
- [10] Гавран Д.: Програмски пакет GCMx64 (GCM2010) (GAVRAN – Civil Modeller 2010).
- [11] Тројановић, М.С.: Бетонски мостови, БИГЗ – Београд, 1970.

MOGUĆNOST PRIMENE PROMETHEE METODA U PUTNOM I SAOBRAĆAJNOM INŽENJERSTVU

dr Draženko Glavić, dipl.inž.saob.

Saobraćajni fakultet, Univerzitet u Beogradu, drazen@via-vita.org.rs

Stručni rad

Rezime: Rad prikazuje mogućnosti PROMETHEE metoda u višekriterijskoj analizi za potrebe saobraćajnog i putnog inženjerstva. Multikriterijalna (MCA) analiza se često primenjuje u putnom i saobraćajnom inženjerstvu za rešavanje problema izbora optimalne odluke ili varijante u kojima se pojavljuje više alternativa ili opcija kao što su izbor: trase, vrste ili izgleda mosta, tunela, vrste materijala, sistema zaštite, opreme, standarda održavanja, sistema putarine, itd.. Ovaj rad će kroz tri komponente prikazati mogućnosti metoda PROMETHEE od teorijske analize do praktičnog. Tri komponente koje će se obraditi u radu su: 1. mogućnosti primene PROMETHEE metoda, 2. lokalizovana verzija PROMETHEE metoda na srpskom, 3. realan primer primene PROMETHEE metoda.. Praktičan primer primene PROMETHEE metoda se zasniva na izvodima iz studije odabira optimalnog sistema naplate putarine za mrežu autoputeva Republike Srpske.

Ključne reči: MCA, PROMETHEE metod, putarina, kriterijumi, težine kriterijuma, alternative.

POSSIBILITY OF APPLICATION OF PROMETHEE METHOD IN ROAD AND TRAFFIC ENGINEERING

Drazenko Glavic, Ph.D. TE.

Faculty of Traffic and Transport Engineering, University of Belgrade

Professional paper

Abstract: This paper presents the possibilities of PROMETHEE methods in multicriteria analysis for traffic and road engineering purposes. Multicriteria (MCA) analysis is often used in road and traffic engineering to solve the problems of choice of optimal decision or option among more alternatives or options such as choice of routes, types or look of bridges, tunnels, material, security systems equipment, maintenance standard, toll system, etc. Paper will through three components present capabilities of PROMETHEE method from theoretical to practical analysis and usage. Three-component which will be analysed in this paper are: 1 possibilities of PROMETHEE method, 2 localized version of PROMETHEE method in Serbian, 3 realistic example of the application of the PROMETHEE method. A practical example of the application of PROMETHEE method is based on the study of the selection of the optimal toll collection system for a network of motorways of the Republic of Serbian.

Keywords: MCA, PROMETHEE method, tolls, criteria, weights of criteria, alternatives.

1. UVOD

Rad se bavi trima temama i to:

- Teorijska definicija PROMETHEE metoda.
- Prezentovanje lokalizovane verzije PROMETHEE metoda na srpskom.
- Primer primene PROMETHEE metoda u putnom i saobraćajnom inženjerstvu.

2. PROMETHEE METOD

PROMETHEE metod je razvijen početkom 1980-ih, a intenzivno se nadograđuje do današnjeg dana kada je aktuelna verzija softvera za ovaj metod Visual PROMETHEE 1.4. [1]

Osnovni elementi metoda PROMETHEE su prvi put predstavljeni od strane profesora Jean-Pierre Brans (CSOO, VUB Vrije Universiteit Brussel) 1982. god. [2]. Kasnije je razvijen i implementiran od strane profesora Jean-Pierre Brans i profesora Bertrand Mareschal (Solvay Brussels School of Economics and Management, ULB Université Libre de Bruxelles). PROMETHEE, [3] daje donosiocu odluke kompletno i parcijalno rangiranje.

PROMETHEE se može primeniti za:

- Izbor - Izbor jedne alternative iz skupa alternativa, obično postoji više kriterijuma odlučivanja.
- Prioritizacija - Određivanje relativnih zasluga alternativa, za razliku od izbora ili rangiranja.
- Raspodela resursa - Dodeljivanje resursa alternativama.
- Rangiranje – Rangiranje alternativa od najlošije do najbolje.
- Rešavanje konflikta - Rešavanje konflikta između strana sa na izgled nespojivim ciljevima.

2.1. Matematička postavka

Svaka multikriterijalna analiza ima set od n alternativa $A = \{a_1, \dots, a_n\}$ kao i set od q kriterijuma $F = \{f_1, \dots, f_q\}$.

Multikriterijalni problem se može predstaviti tabelarno u tabeli koja sadrži n * K evaluacija. Svaka vrsta odgovara alternativni i svaka kolona odgovara kriterijumu.

| | | | | | | |
|-------|--------------|--------------|-----|--------------|-----|--------------|
| | $f_1(\cdot)$ | $f_2(\cdot)$ | ... | $f_j(\cdot)$ | ... | $f_q(\cdot)$ |
| a_1 | $f_1(a_1)$ | $f_2(a_1)$ | ... | $f_j(a_1)$ | ... | $f_q(a_1)$ |
| a_2 | $f_1(a_2)$ | $f_2(a_2)$ | ... | $f_j(a_2)$ | ... | $f_q(a_2)$ |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| a_i | $f_1(a_i)$ | $f_2(a_i)$ | ... | $f_j(a_i)$ | ... | $f_q(a_i)$ |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| a_n | $f_1(a_n)$ | $f_2(a_n)$ | ... | $f_j(a_i)$ | ... | $f_q(a_n)$ |

Poređenja parova alternativa vrši se između svih alternativa po svakom kriterijumu:

$$d_k(a_i, a_j) = f_k(a_i) - f_k(a_j)$$

$d_k(a_i, a_j)$ je razlika između dve alternative za kriterijum f_k

Pojam preferentnosti je uvedena da utvrdi razliku po kriterijumima na sledeći način:

$$\pi_k(a_i, a_j) = P_k[d_k(a_i, a_j)]$$

$P_k: \mathbb{R} \rightarrow [0, 1]$ je pozitivna ne opadajuća preferentna funkcija takva da $P_j(0) = 0$. Šest različitih funkcija preferentnosti postoje u PROMETHEE metodu i to:

- 1) V-oblik (linearna)
- 2) Uobičajena (odskočna)
- 3) Linearna (pomerena linearna)
- 4) U-oblik (pomerena odskočna)
- 5) Gausova
- 6) Stepenasta

Kada je preferentna funkcija dodeljena svakom kriterijumu, sva poređenja između svih parova alternativa se mogu uraditi za sve kriterijume. Stepen preferentnosti se zatim izračunava poređenjem svih parova na sledeći način:

$$\pi(a, b) = \sum_{k=1}^q P_k(a, b) \cdot w_k$$

Gde w_k predstavlja težinu kriterijum f_k

Da bi se pozicionirali, svaku alternativu A u odnosu na sve ostale alternative, pozitivni i negativni tok se izračunavaju:

$$\phi^+(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} \pi(a, x)$$

$$\phi^-(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} \pi(x, a)$$

Pozitivni i negativni tokovi se pretvaraju u neto preferentni tok na sledeći način:

$$\phi(a) = \phi^+(a) - \phi^-(a)$$

Postoje dva PROMETHEE rangiranja., oba su zasnovana na izračunavanju tokova.

- PROMETHEE I Parcijalno rangiranje;
- PROMETHEE II Kompletno rangiranje.

3. PROMETHEE METOD NA SRPSKOM

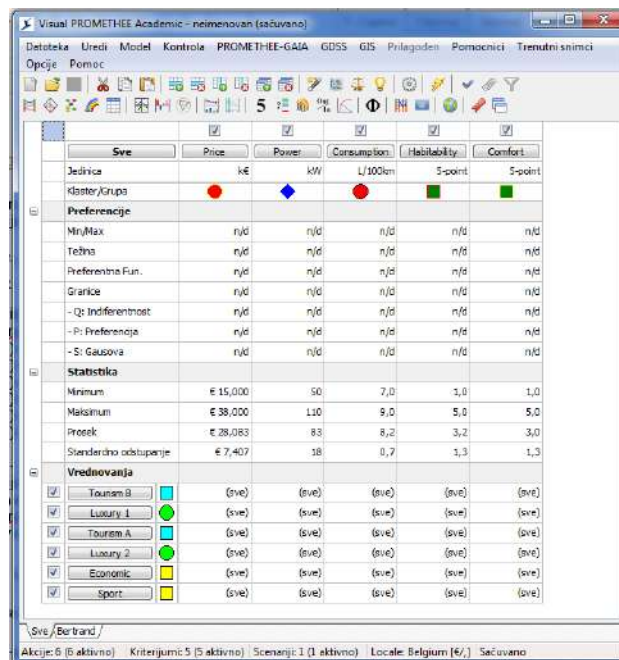
Od aprila 2013. moguće je sa internet adrese <http://www.promethee-gaia.net/localB.html> [1] preuzeti lokalizovanu verziju softvera na srpskom, kao što je prikazano na Slici 1.

Navedeni prevod i lokalizaciju softvera je uradio doc. dr Draženko Glavić u saradnji sa profesorom Bertrand Mareschal-om.



Slika 1. Internet stranica za snimanje PROMETHEE softverom na srpskom

Na slici 2 prikazano je radno okruženje u VP PROMETHEE na srpskom.



Slika 2. Izgled VP PROMETHEE softvera u radnom okruženju na srpskom.

4. PRIMER PRIMENE PROMETHEE METODA U PUTNOM I SAOBRAĆAJNOM INŽENJERSTVU

Multikriterijalna analiza ima veliku primenu u putnom i saobraćajnom inženjerstvu za rešavanje problema izbora optimalnog rešenja u slučajevima kad se pojavljuje više alternativa ili opcija kao što su na primer izbor:

- Optimalne trase,
- Vrste ili izgleda mosta,
- Tunelskog rešenja,
- Vrste materijala koja će se primeniti,
- Vrste sistema zaštite,
- Vrste opreme,
- Vrste standarda održavanja,
- Vrste sistema putarine, itd.

Za demonstraciju primene VP Promthee izabran je primer odabira sistema naplate putarine.

4.1. Analiza problema izbora optimalnog sistema putarine

Rad prikazuje primer procesa odabira optimalnog sistema naplate putarine u RS na autoputnim pravcima:

- E661 Banja Luka-Gradiška;
- M16.1 Banja Luka Doboј;
- E73 Doboј Modriča (koridor Vc).

4.2. Opšte karakteristike sistema naplate putarine

Sistemi naplate putarine se mogu podeliti po kriterijumu sledećih 5 osnovnih karakteristika:

- Tehnički način naplate putarine;
- Plaćanje, tarifiranje;
- Organizacija sistema naplate putarine;
- Kontrola vozača;
- Tehnologije.

4.3. Moguća rešenja sistema putarine za mrežu autoputeva Republike Srpske

U analizu optimalnog sistema naplate putarine nisu uzeti svi teorijski mogući sistemi putarine već samo oni koji su primjenjivi u datim uslovima odnosno, neprimjenjivi sistemi su nisu analizirani. Analizirani su sistemi putarine sa barijerama i bez barijera, kao i tehnologije naplate putarine koje mogu biti: manualna, vinjete, kombinovani elektronski sistem naplate – ENP. U sledećim podnaslovima daće se opis mogućih rešenja putarine

4.3.1. Otvoreni sistem naplate putarine

U otvorenom sistemu naplate putarine, korisnici se registruju pri nailasku na tzv. čeonu naplatnu rampu gde se vrši i fiksno plaćanje putarine bez obzira na dužinu korišćenja puta. Sva vozila iste kategorije plaćaju istu cenu bez obzira na korišćene kilometre autoputa.

4.3.2. Zatvoreni sistem naplate putarine

Zatvoren sistem za naplatu putarine zasniva se na principu plaćanja korišćenja autoputeva na osnovu pređenog puta i kategorije vozila. U zatvorenom sistemu za naplatu putarine, svi ulazi i izlazi sa autoputa su sa naplatnim kućicama. Vozač pri ulasku na autoput dobija magnetnu karticu sa upisanim kodom naplatne stanice ili se identifikuje sistemu preko TAG-a.

Na izlazu sa autoputa očitava se magnetna kartica dobijena na ulazu ili se očitavaju podaci sa TAG-a zavisno o tehnologiji koju vozač koristi. Vozač plaća naknadu saglasno kategoriji vozila i pređenom putu.

4.3.3. Kombinovani brzi MLFF ETC sistem sa naplatnim portalima na nadvožnjacima

MLFF ETC sistem sa naplatnim portalima na nadvožnjacima (isto kao i video sistem) zasniva se na principu plaćanja korišćenja autoputeva na osnovu pređenog puta i kategorije vozila. U zatvorenom sistemu za naplatu putarine, sve deonice na autoputu (između 2 petlje) su pokrivene sa naplatnim portalima na nadvožnjacima. Na prolasku ispod svakog portala očitavaju se podaci sa TAG-a ili se video detekcijom očitava registarska tablica zavisno o tehnologiji koju vozač koristi. Vozač plaća naknadu saglasno kategoriji vozila i pređenom putu bez zaustavljanja i bez promene brzine trenutno preko TAG-a ili naknadno računom koji se dostavlja na kućnu adresu.

4.3.4. Vinjete sistem

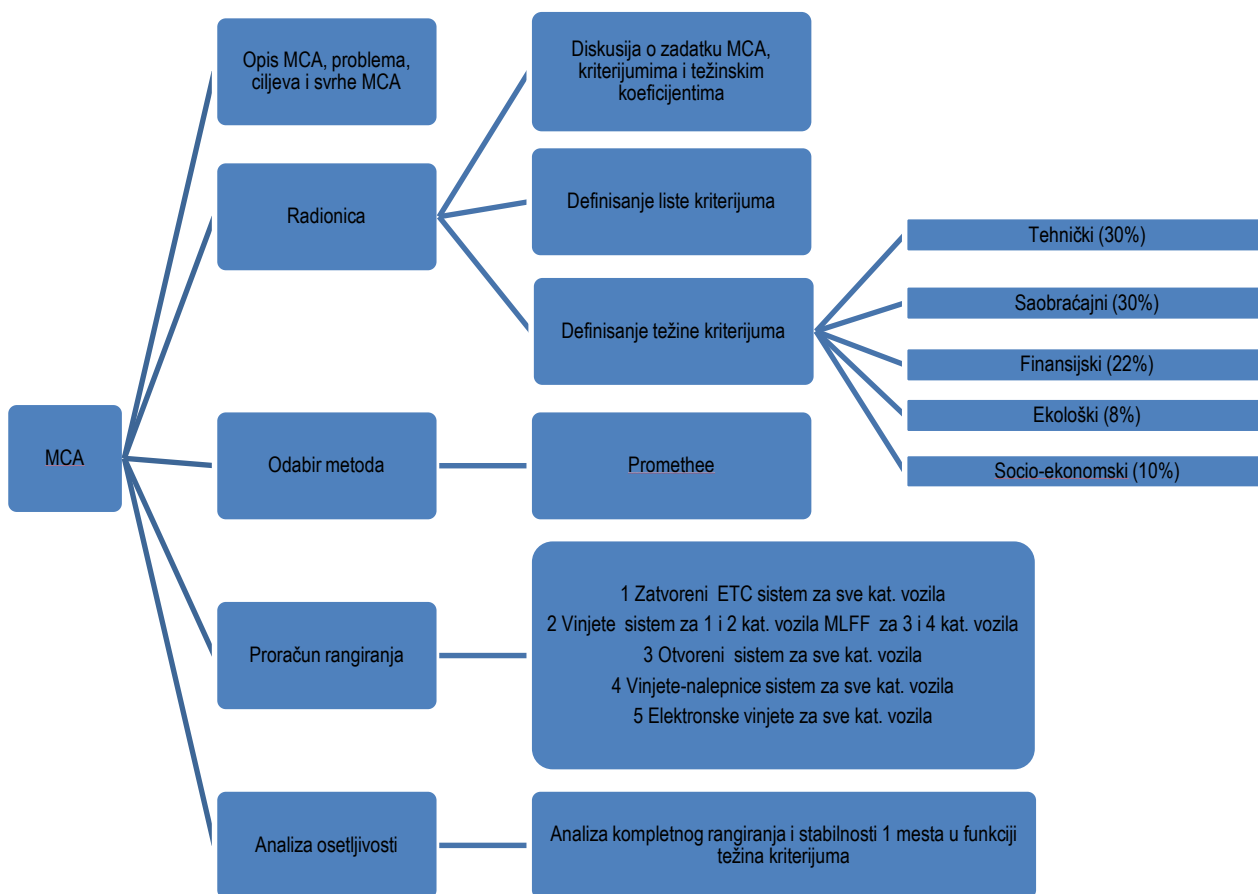
Vinjeta je nalepnica čijom se kupovinom plaća putarina u određenom vremenskom periodu. Postoje vinjete kojima se naplaćuje višednevna, sedmična, mesečna ili godišnja putarina. Obaveza lepljenja je na prednje automobilsko staklo. Kod tzv. elektronskih vinjeta se ne lepi nalepnica nego se u sistem unosi broj registracije vozila za dana kad je plaćena vinjeta. Uvidom u bazu podataka se vrši kontrola učesnika, klasičnim zaustavljanjem i kažnjavanjem na licu mesta. Podsystem prodajnih mesta za vinjete bi podrazumevao da na graničnim prelazima postoje posebne kućice u kojima bi se vinjete prodavale.

4.4. Multikriterijumska analiza primenom PROMETHEE metoda

MCA se odnosi na proces donošenja odluka (najčešće za izbor, evaluaciju ili prioritizaciju) između više alternativa - u ovom konkretnom slučaju – odabira optimalnog sistema naplate putarine. MCA za određeni broj alternativa definiše kriterijume i težine kriterijuma, te nakon bodovanja i utvrđivanja vrednosti kriterijuma po alternativama stvaraju se uslovi za primenu metode MCA.

Primenom metoda dolazi se do konačne rang liste projekata kao i do međusobnog poređenja pojedinih alternativnih rešenja.

Lista kriterijuma, podkriterijumi i težina kriterijuma, što je ključna stvar pri odabiru optimalne varijante se obavezno utvrđuje na više radionica sa učešćem svih relevantnih zainteresovanih strana. Sledeća slika pokazuje algoritam sprovođenja MCDM-a.



Slika 3. Algoritam sprovođenja multi kriterijske analize MCA
Izvor: autor

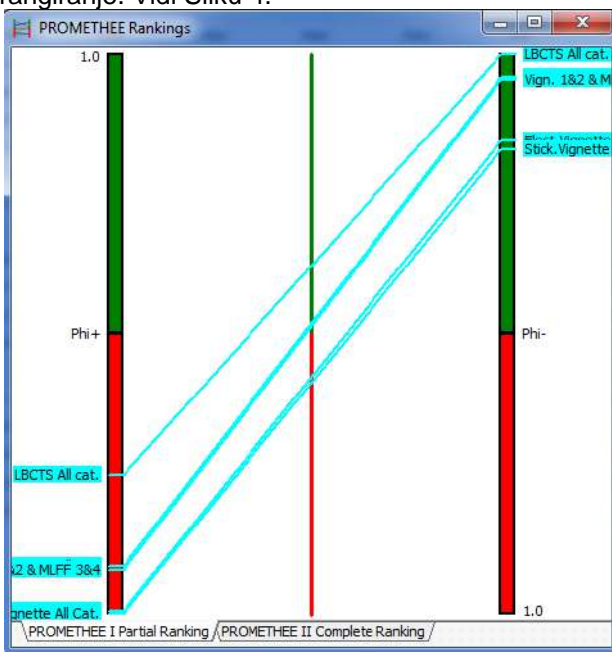
Primenom navedenog algoritma došlo se do liste kriterijuma i težina po pojedinim kriterijumima. Nakon toga pristupilo se bodovanju svih alternativa po kriterijumima. Sav ostali proračun je odrađen automatski primenom VP PROMETHEE softvera iako je mogao i ručno da se uradi.

Zašto je bitna primena VP softvera? Zato što skraćenica VP znači **V**isual **P**romethee, a to znači da vizualizuje analizu preko niza grafika i tabela što korisniku znatno omogućava ubrzava i olakšava rad kao i tumačenje rezultata. U nastavku biće prezentovano par opcija koje vizualizacijom procesa izbora dovode do bržeg i sveobuhvatnijeg prikaza rezultata vrednovanja.

✓ **PROMETHEE parcijalno i kompletno rangiranje (PROMETHEE I i II rangiranje)**

Kompletno rangiranje se zasniva na neto preferentnom toku koji kombinuje pozitivan i negativan tok u jedan rezultat. Dakle, npr. alternativa a je bolja od alternative b u PROMETHEE II rangiranju ako i samo ako je: $aP^II b$ samo ako je $\phi(a) > \phi(b)$

Sledeća slika vizualno predočava problem. Levi stubac je pozitivan tok, dok je desni negativan tok i oba daju parcijalno rangiranje po pozitivnom ili negativnom toku. Srednji stup daje kompletno rangiranje. Vidi Sliku 4.

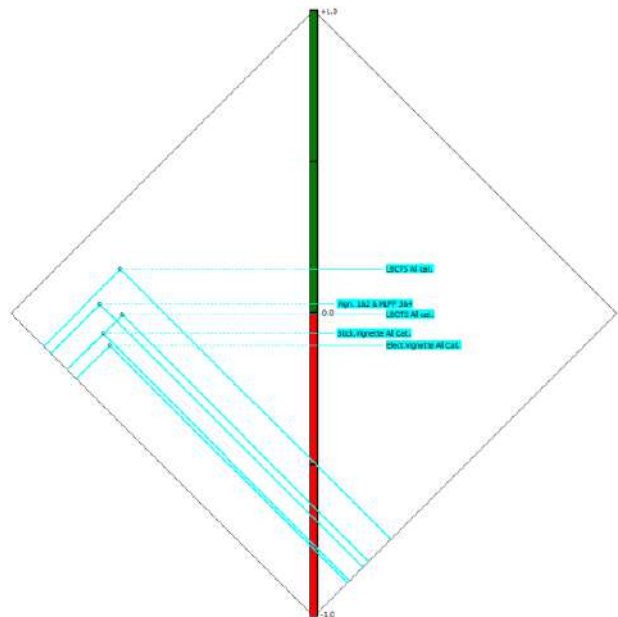


Slika 4. VP primer vizualizacije PROMETHEE parcijalnog i kompletnog rangiranja

✓ **PROMETHEE DIAMOND**

PROMETHEE Diamond je alternativno dvodimenzionalno zajedničko predstavljanje oba PROMETHEE I i II rangiranja.

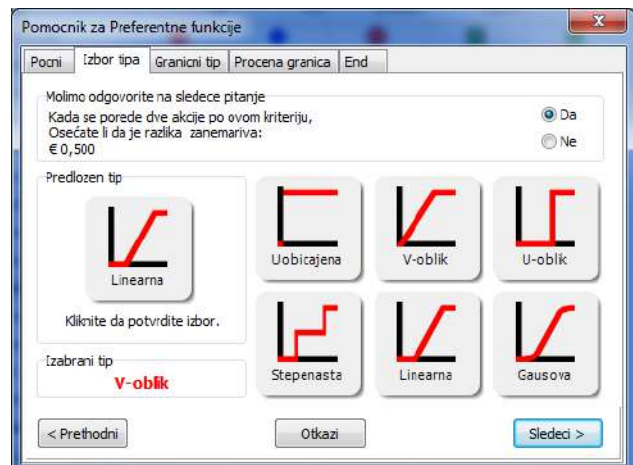
Kvadrat odgovara (Phi+, Phi- ravni), gde je svaka alternativa predstavljena tačkom. Ravan je pod uglom od 45°, tako da vertikalni zeleni stubac predstavlja Phi neto tok. Phi+ se povećava od leva ka gornjem uglu i Phi- se povećava od leva ka donjem uglu.



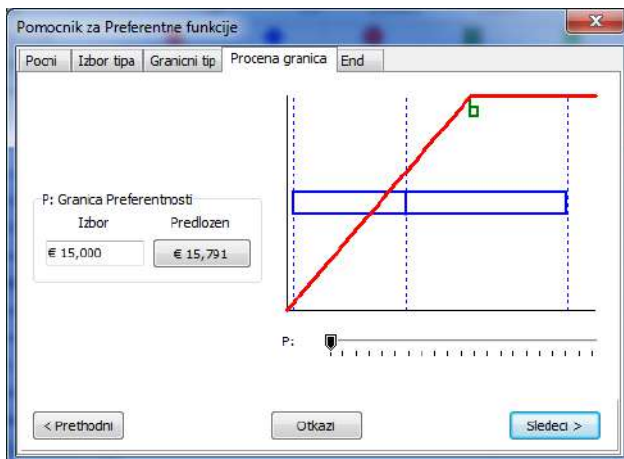
Slika 5. VP primer vizualizacije PROMETHEE parcijalnog i kompletnog rangiranja pomoću PROMETHEE Diamond

✓ **PROMETHEE FUNKCIJA PREFERENTNOSTI**

Rad sa preferentnim funkcijama je izuzetno olakšan primenom VP PROMETHEE. Na Slikama 6 i 7 prikazan je način izbora preferentne funkcije, kao i utvrđivanja granica preferentnosti i indeferentnosti.



Slika 6. Izbor preferentne funkcije, primenom VP PROMETHEE



Slika 7. Utvrđivanje granica preferentnosti i indeferentnosti primenom VP PROMETHEE

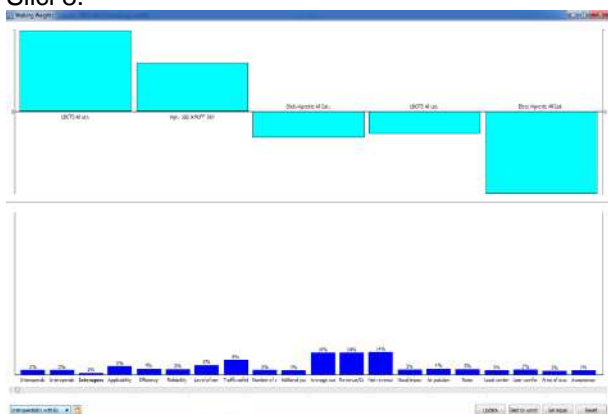
✓ PROMETHEE ANALIZA OSETLJIVOSTI

Analiza osetljivosti kompletnog rangiranja i stabilnosti prvog mesta je urađena primenom intervala stabilnosti u funkciji težina kriterijuma, koje su jedino podložne subjektivnim uticajima. Rezultati analize osetljivosti pokazuju stabilnost prvog mesta kao i stabilnost kompletnog rangiranja. Moguća su dva načina analize osetljivosti u VP PROMETHEE i to:

- Walking Weights, (šetajuće težine) i
- Visual Stability Interval (vizuelni interval stabilnosti).

Walking Weights

Walking Weights omogućavaju laku promenu veličine težine kriterijuma i automatski uticaj na analizu (prvo mesto i celokupan poredak) je vizualizovan kao na Slici 8.

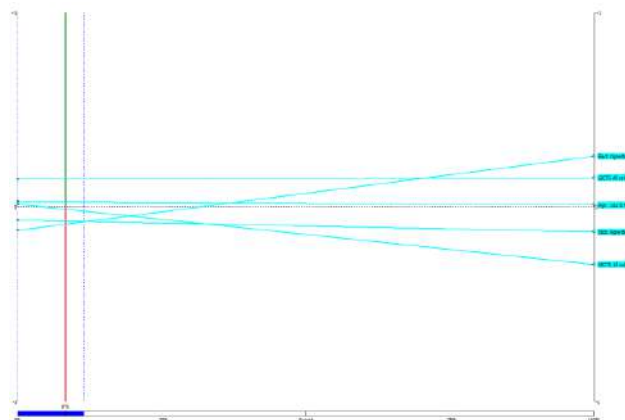


Slika 8. Vizualizacija testa osetljivosti primenom Walking Weights

Visual Stability Interval

Tumačenje vizualnog intervala stabilnosti:

- Horizontalna dimenzija odgovara težini izabranog kriterijuma. Vertikalna dimenzija odgovara Phi neto toku. Na desnoj strani težina kriterijuma je jednaka 100%, na levoj strani, težina kriterijuma je jednaka 0%.
- Položaj vertikalne zelene i crvene linije odgovara trenutnoj težini kriterijuma. Presek linija alternativa sa vertikalnom linijom daje PROMETHEE II kompletan rang. Slika 9 prikazuje primer vizualnog intervala stabilnosti za kriterijum nivo usluge.



Slika 9. Vizualizacija testa osetljivosti primenom Visual Stability Interval Interoperabilnost u BiH

Objašnjenje: Kompletan rang ostaje nepromenjena ako je ovaj kriterijum u opsegu 0%-11.5%. Prvo mesto rang je stabilna u opsegu 0%-70.2%.

Naravno VP PROMETHEE sadrži i nebrojene druge mogućnosti koje nije moguće prikazati u ovom radu zbog obima, te ovom prilikom zainteresovane upućujem da preuzmu sa internet adrese [1] uputstvo za VP PROMETHEE koje detaljno opisuje primenu metode na preko 160 stranica. Takođe na navedenoj internet stranici moguće je preuzeti akademsku verziju softvera koja je besplatna, i može se koristiti u besprofitne naučne svrhe.

UMESTO ZAKLJUČKA

Želja autora je da se putarska i saobraćajna stručna javnost upozna sa najnovijim mogućnostima metoda PROMETHEE, koji konstantno unapređuje profesor Bertrand Mareschal.

Takođe, cilj rada je da se stručna javnost upozna i sa srpskom verzijom VP PROMETHEE metoda koju je lokalizovao doc. dr Draženko Glavić.

I na kraju kroz par ilustracija želim da stručna javnost dobije uvid u deo mogućnosti VP PROMETHEE, kao i u način rada u navedenom softveru.

LITERATURA

- [1] <http://www.promethee-gaia.net/software.html>
- [2] J.P. Brans (1982). "L'ingénierie de la décision: élaboration d'instruments d'aide à la décision. La méthode PROMETHEE". Presses de l'Université Laval.
- [3] J.P. Brans and P. Vincke (1985). "A preference ranking organisation method: The PROMETHEE method for MCDM". *Management Science*.
- [4] M. Behzadian, R.B. Kazemzadeh, A. Albadvi and M. Aghdasi (2010). "PROMETHEE: A comprehensive literature review on methodologies and applications". *European Journal of Operational Research*.
- [5] *** (2013) Study on toll collection possibilities and system design for Republic of Srpska Motorways. u: Best Tolling Option Report, IPA 2011 -WBIF-Infrastructure Project Facility-Technical Assistance 3
- [6] Glavić, D. (2013). SWOT analiza sistema naplate putarine u Evropi. *Put i saobraćaj*, 59(4), 21-30.
- [7] *** (2000) Report on transport infrastructure charging. European Parliament - Committee on Regional Policy Transport and Tourism, Rapporteur Paolo Costa, (FINAL A5-0345/), 200072030 (INI)
- [8] Glavić, D. (2008) Postojeće i nove tehnologije naplate upotrebe putne mreže. *Put i saobraćaj*, vol. 55, br. 3, str. 18-23
- [9] Hamilton, C.J., Eliasson, J. (2013) Costs and benefits of the European directive on road tolling interoperability. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 30: 221-238
- [10] Hamilton, C.J., Eliasson, J. (2011) Vertical separation as means to establish interoperability in road tolling in Europe. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 19(6): 1019-1032
- [11] Holdener, D.J. (1998) Electronic toll collection information: Is personal privacy protected?. u: *Proceedings of the Seventh Annual Meeting, Intelligent Transportation Society of America*, 2-5. June 1997, ITS America, Washington, DC: ITS Americas efforts on privacy continue, ITS Legal Issues 1
- [12] Jou, R., Chiou, Y., Kuo, C., Tan, H. (2013) Freeway drivers' willingness to pay for an on board unit under an electronic toll collection system. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 27: 16-24
- [13] Levinson, D., Chang, E. (2003) A model for optimizing electronic toll collection systems. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 37(4): 293-314
- [14] Ogden, K. (2001) Privacy issues in electronic toll collection. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 9(2): 123-134
- [15] Mareschal, B., Nemery, P., & Ishizaka, A. (2010). Unification of problem formulation with PROMETHEE. *Nalan Gulpinar Warwick Business School University of Warwick*.
- [16] Brans, J.P., Vincke, Ph. (1985) A preference ranking organization method: The Promethee method for multiple criteria decision making. *Management Science*, 31(6): 647
- [17] Ben Amor, S., & Mareschal, B. (2012). Integrating imperfection of information into the PROMETHEE multicriteria decision aid methods: A general framework. *Foundations of Computing and Decision Sciences*, 37(1), 9-23.
- [18] Brans, J. P., Vincke, P., & Mareschal, B. (1986). How to select and how to rank projects: The PROMETHEE method. *European journal of operational research*, 24(2), 228-238.
- [19] Brans, J. P., & Mareschal, B. (2005). PROMETHEE methods. In *Multiple criteria decision analysis: state of the art surveys* (pp. 163-186). Springer New York.
- [20] Brans, J.P., Vincke, Ph., Mareschal, B. (1986) How to select and how to rank projects: The PROMETHEE method. *European Journal of Operational Research / EJOR*, 24, 2, 228-238
- [21] Kuzović, L.T. (1994) Vrednovanje u upravljanju razvojem i eksploatacijom putne mreže. Beograd: Saobraćajni fakultet



Јубилеј - шездесет година часописа
Пут и саобраћај

EKSPERIMENTALNI MODEL FLEKSIBILNE KOLOVOZNE KONSTRUKCIJE OD AGREGATA IZ KORIŠTENOG KOLOVOZA

Dr. sci. Edis Softić, dipl. ing. građ.

Tehnički fakultet Bihać, edis.softic@bih.net.ba

Tomislav Šafran, dipl. ing. građ.

Ramtech Zagreb, tomislav.ramtech1@gmail.com

Stručni rad

Rezime: Ovaj rad pokazuje i prilaže dodatna saznanja i uputstva za proizvodnju novih hladno recikliranih slojeva kolovoznih konstrukcija, poboljšanih sa optimalnim količinama novih kamenih materijala i veziva od cementa i upjenjenog bitumena. U svrhu definisanja izbora optimalne tehnologije prerade recikliranog materijala iz kolovozne konstrukcije sa maksimalno upotrebljivom količinom iste uz dodavanje veziva od cementa i upjenjenog bitumena izvršena je eksperimentalna analiza prioriteta uticaja parametara. Područje istraživanja i rezultati rada odnose se na teoretska i eksperimentalna istraživanja parametara procesa proizvodnje reciklirane asfaltne mase (poboljšane sa određenom količinom veziva, gustoćom, vlažnosti, odnosima zatezne čvrstoće mokrih i suhih uzoraka), te modeliranje i optimizacija istih. U eksperimentalnom dijelu rada, na temelju plana eksperimenta za definisano područje proizvodnje reciklirane mase iz kolovozne konstrukcije stabilizovane za dodacima novih agregata i veziva, dobivene su vrijednosti mjerenja definisanih izlaznih veličina u realnom procesu izrade.

Ključne reči: : hladno recikliranje kolovoza, indirektna zatezna čvrstoća, optimalne tehnologija prerade, vezivni materijali, optimizacija, eksperiment.

EXPERIMENTAL MODEL OF FLEXIBLE PAVEMENT FROM THE USED AGGREGATE

Edis Softic, Ph.D.

Technical Faculty Bihac, edis.softic@bih.net.ba

Tomislav Safran, B. Sc.

Ramtech Zagreb, tomislav.ramtech1@gmail.com

Professional paper

Abstract: This paper shows additional information and instructions for the production of new cold recycled pavement, improved with optimal amounts of new stone materials and binders of cement and foamed bitumen. In order to define the optimal choice of technology of processing recycled materials from the pavement experimental analysis of the influence of the priority parameter was carried out.

Field of interest and results are related to: theoretical and experimental studies of the parameters of the production process of recycled asphalt (enhanced with a certain amount of binder, density, moisture content, relationships tensile strength of wet and dry samples), and the modeling and optimization of it. In the experimental part of the work, on the basis of a defined area of the experiment for the mass production of recycled pavement stabilized by additions of new aggregates and binders, values of measurement are defined output values in real-making process.

Key words: cold recycling of August, indirect tensile strength, optimum processing technology, bonding materials, optimization experiment.

1. UVOD

Tehnologija recikliranja po hladnom postupku pri obnovi kolovoznih konstrukcija saobraćajnica predstavlja racionalan i ekološki napredan pristup u sistemu savremenog gospodarenja saobraćajnicama. Kao sirovina za proizvodnju novih slojeva kolovozne konstrukcije, izuzetno dobrih mehaničkih karakteristika, koriste se oštećeni slojevi postojeće kolovozne konstrukcije, udio veziva je manji nego kod klasičnih asfaltnih mješavina, te je bitno smanjena potreba za eksploatacijom prirodnih sirovina i upotrebom novih materijala.

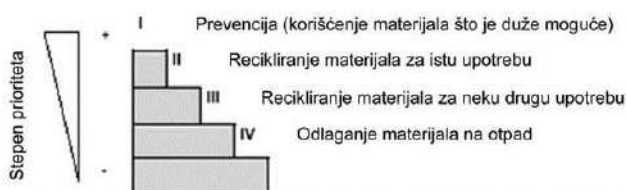
U odnosu na klasične postupke rehabilitacije kolovoza smanjen je utrošak energije tokom građenja kao i emisija stakleničkih plinova dok je samo vrijeme izvođenja radova skraćeno. Uz sve navedeno aktivnosti uklanjanja, transporta i deponiranja starog materijala kolovozne konstrukcije svedene su na minimum ili ih uopšte nema.

U ovom radu je prezentirano sadašnje i poboljšano stanje na polju recikliranja postojećih fleksibilnih kolovoza pri različitim uslovima uz pomoć eksperimentalnog istraživanja i matematskog modeliranja koji bi bili u funkciji parametara vezanih za proizvodnju recikliranog asfalta (dodanog cementa, dodanog upjenjenog bitumena, bitumena zadržanog u korištenom agregatu fleksibilnog kolovoza, korištenog agregata iz starog kolovoza i novog agregata).

Oslanjalo se na iskustva i tehnike koje se koriste u mnogim razvijenim zemljama. Razmatrani su materijali za recikliranje iz postojećih fleksibilnih kolovoza kako na magistralnim tako i na putevima sa niskim saobraćajnim opterećenjem, a radi se o materijalima koji su dobijeni od održavanja puteva, rekonstrukcije i rušenja.

2. PRIKAZ DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA

Ispitivanje i razvoj metoda i opreme pogodnih za recikliranje materijala iz slojeva kolovoza je stalno u toku. Nove tehnologije dozvoljavaju da se sve veći broj materijala iz kolovoza može ponovo koristiti. Najbolje tehnologije dozvoljavaju da se skoro 100% izvađenog asfalta može koristiti za proizvodnju novog asfalt betona. Međutim, ovaj krajnje efikasan proces nije još ušao u široku upotrebu. Ipak, to je izazov za istraživače i inovatore da nastave da dalje razvijaju tehnološka poboljšanja kako bi se povećala generalna efikasnost metoda za recikliranje.



Slika 1. Ljestvica upotreba recikliranog agregata

Cilj istraživanja je modeliranje procesa proizvodnje recikliranog asfalta postupkom hladne reciklaže sa svrhom optimiziranja procesa uticajnosti parametara. Varijable procesa proizvodnje reciklirane asfaltne mješavine su količina novog i korištenog agregata, količina novih i korištenih vezivnih sredstava. Definisanjem optimalnog procesa proizvodnje reciklirane asfaltne mješavine po postupku hladne reciklaže poboljšala bi se formulacija koja bi imala direktan uticaj na ekonomičnost i trajnost nove kolovozne konstrukcije. Uticaj glodanog asfalta u procesu proizvodnje bitonosivih slojeva kolovoza je funkcija ulaznih varijabli i to

- recikliranog agregata iz asfaltnih slojeva,
- novog agregata koji bi se dodao asfaltnoj smjesi,
- bitumena izvađenog iz reciklirane asfaltne smjese,
- novog bitumena koji bi se dodao asfaltnoj smjesi,
- indirektna zatezna čvrstoća uzorka,
- odnosa indirektna zatezna čvrstoća u mokrom i suhom stanju uzorka,
- gustoće uzorka,
- karakteristika asfaltna površine,
- cementa dodanoj novoj mješavini.

Primjenom metode optimizacije odrediti će se optimalno rješenje procesa spravljanja reciklirane asfaltne mase po hladnom postupku. Kao rezultat toga testiranje recikliranog materijala u izgradnji cesta mora se pomaknuti sa jednostavnog ispitivanja sastavnih dijelova mješavine prema ispitivanju performansi karakteristika mješavine.

2.1. Izrada projekta granulometrijskog sastava prethodno hladno recikliranih slojeva kolovozne konstrukcije

Postoji nekoliko specifikacija za poželjni odnosno odgovarajući granulometrijski sastav, i one se odnose na cementom vezane noseće slojeve kolovoza i Talbot-ovu krivu.

Postupak projektovanja sastava reciklirane mješavine proizvedene hladnom reciklažom predviđa proračun masa pojedinih komponenata predmetne mješavine potrebnih za izradu 1 m² novog recikliranog sloja.

Udio dodanog kamenog materijala u novom granuliranom materijalu asfalta proizvedenog postupkom hladne reciklaže računa se iz:

- procentualnog udjela mase granulometrije dodanog kamenog materijala
- granulometrije traženog granuliranog materijala u novoj recikliranoj mješavini
- mase dodanog kamenog materijala,
- mase starog glodanog materijala.

3. EKSPERIMENTALNE VRIJEDNOSTI ISPITIVANJA

Na slučajnoj dionici ceste uzeti su uzorci glodane kolovozne konstrukcije na dva mjesta i to:

- uzorak 1 (prosječna 1. vrsta kolničke konstrukcije),
- uzorak 2 (prosječna 2. vrsta kolničke konstrukcije).

U konkretnom slučaju osnovni cilj je izgradnja modela na osnovu kojeg se može pouzdano predvidjeti koliki je potrebni dodatak cementa (procentualno) ako je poznata količina bitumena (također procentualno), potrebna vlačna čvrstoća suhog uzorka te odnos vlačnih čvrstoća mokrog i suhog uzorka. Identifikacijom uticajnih faktora utvrđuju se uticajne veličine čija promjena bitno utiče na željenu (izlaznu) veličinu. U tom smislu, osnovne veličine koje ulaze u proces (matematički model) su:

- procentualni udio bitumena,
- procentualni udio cementa.

Ispitivani su sljedeći parametri proizvodnje laboratorijskih uzoraka sa sadržajem recikliranog agregata sa sadržajem od 85% u pet nivoa:

dodatak bitumena

- 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5. (%)

te dodatak cementa

- 0; 1,0; 1,5; 2,0. (%)

Parametri su ispitivani u različitim kombinacijama sa različitim procentualnim udjelima cementa, upjenjenog bitumena i svježeg agregata.

Izračun udjela cementa u smjesi se računa na osnovu slijedećih parametara :

- udjela cementa u ugrađenom, potpuno zbijenom nosivom sloju;
- mase cementa koji se razastire po metru kvadratnom površine;
- gustoće potpuno zbijenog (suha Proctor gustoća) nosivog sloja;

- debljine nosivog sloja načinjena od reciklirane kolničke konstrukcije stabilizirane cementom.

3.1. Eksperimentalne vrijednosti ispitivanja dobivene kao aritmetička sredina četiri pojedinačna ispitivanja sa udjelom cementa 1 %

U slijedećem poglavlju su prikazani rezultati eksperimentalnog istraživanja.

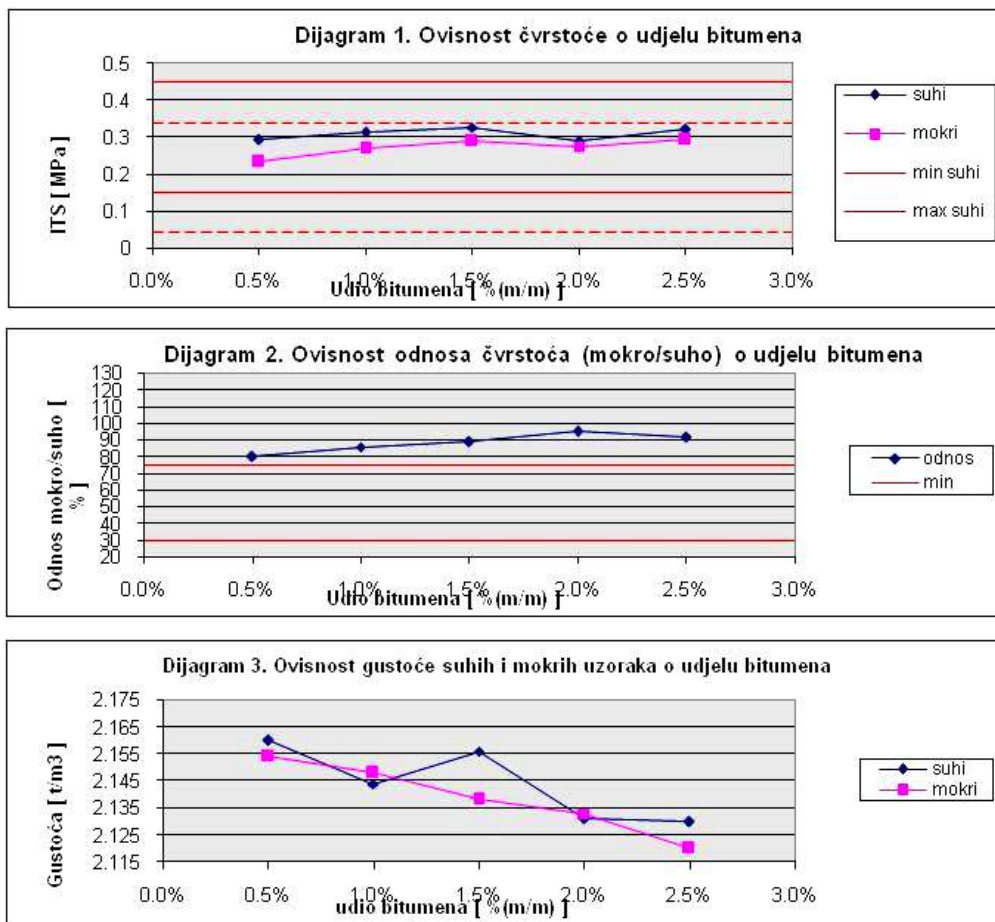
Tabela 1. Određivanje indirektnе zatezne čvrstoće suhog uzorka

| | | | | | |
|------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| BITUMEN: | 0,5% | 1,0% | 1,5% | 2,0% | 2,5% |
| VISINE [mm]: | 63,9 | 64,4 | 63,9 | 64,9 | 64,9 |
| MASA [g]: | 1118,1 | 1119,2 | 1116,9 | 1121,5 | 1120,9 |
| GUSTOĆA [t/m ³]: | 2,160 | 2,144 | 2,156 | 2,131 | 2,130 |
| SILA SLOMA [kN]: | 2,985 | 3,213 | 3,331 | 2,994 | 3,34 |
| IND.VLAČ.ČVRST.[MPa]: | 0,293 | 0,313 | 0,327 | 0,289 | 0,322 |

Tabela 2. Određivanje indirektnе zatezne čvrstoće mokrog uzorka

| | | | | | |
|------------------------------|-------|--------|--------|--------|--------|
| BITUMEN: | 0,5% | 1,0% | 1,5% | 2,0% | 2,5% |
| VISINE [mm]: | 64 | 64,3 | 64,4 | 64,8 | 65 |
| MASA [g]: | 1118 | 1119,1 | 1115,4 | 1120,4 | 1117,5 |
| GUSTOĆA [t/m ³]: | 2,154 | 2,148 | 2,138 | 2,133 | 2,12 |
| SILA SLOMA [kN]: | 2,399 | 2,756 | 2,976 | 2,856 | 3,062 |
| IND.VLAČ.ČVRST.[MPa]: | 0,235 | 0,269 | 0,29 | 0,276 | 0,295 |

| | | | | | |
|---------------------|------|------|------|------|------|
| ODNOS ČVRSTOĆA [%]: | 80,2 | 85,9 | 88,7 | 95,5 | 91,5 |
|---------------------|------|------|------|------|------|



Slika 2. Karakteristike uzoraka u zavisnosti od sadržaja bitumena



Slika 3. Maršal nabijač



Slika 4. Prikaz sušenja laboratorijskih uzoraka

Rad je baziran na stohastičkom modeliranju u realnim uslovima sa korištenjem eksperimenalnih laboratorijskih i terenskih istraživanja, sa unaprijed urađenim planom eksperimenta.

Radilo se promjenjivim ulaznim vrijednostima parametara sa tačno predviđenim mjerama i ograničenjima. Dok se mjerenje parametara izlaznih procesa (asfaltne mješavine spravljene od recekliranog agregata poboljšene hidrauličkim vezivima) bez obzira na tačnost mjernog uređaja ne može izraziti sa apsolutnom tačnošću, odnosno bez greške. Postavljena granica statističke sigurnosti je 95 % sa pretpostavkom normalnog rasporeda grešaka. Uvrštavanjem dobivenih vrijednosti koeficijenata u pretpostavljeni matematički model možemo dobiti računске vrijednosti dodatka procentualnog udjela cementa u ukupnu mješevinu spravljenu od glodanog agregata kolovozne

konstrukcije. Tako da će matematički model u kodiranim vrijednostima poprimiti sljedeći oblik:

$$Y(X_1, X_2) = 0.396 + 0.0147 X_1 + 0.0238 X_2 + 0.0061 X_1 X_2 - 0.0077 X_1^2 - 0.0449 X_2^2 \quad (1)$$

gdje je:

- Y: zavisno promjenjiva veličina, koja odgovara fizikalnoj odnosno eksperimenalnoj vrijednosti trajanja procesa (vlačna čvrstoća)
- X₁, X₂: nezavisno promjenjive veličine koje odgovaraju fizikalnim vrijednostima ulaznih veličina bitumena i cementa (%).

4. MATEMATIČKO MODELIRANJE

Tabela 4. Provjera homogenosti disperzija za vlačnu čvrstoću suhog uzorka

| Redni broj pokusa | Vlačna čvrstoća [MPa] | Srednja vrijednost | Razlika kvadrata | Varijansa |
|-------------------|-----------------------|--------------------|------------------|-----------|
| 9 | 0.376 | 0.396 | 4.00 | 1.00 |
| 10 | 0.413 | 0.396 | 2.89 | 0.72 |
| 11 | 0.374 | 0.396 | 4.84 | 1.21 |
| 12 | 0.421 | 0.396 | 6.25 | 1.56 |
| 13 | 0.396 | 0.396 | 0.00 | 0.00 |
| Σ | 1.98 | | 17.98 | 4.49 |

Suhi uzorak

Srednja vrijednost eksperimenalnih rezultata za ponovljena mjerenja u centralnoj tački (suhi uzorak) iznosi 0,396, dok je varijansa u srednjoj tački 0,0212.

Matematički model u kodiranom obliku za suhi uzorak glasi:

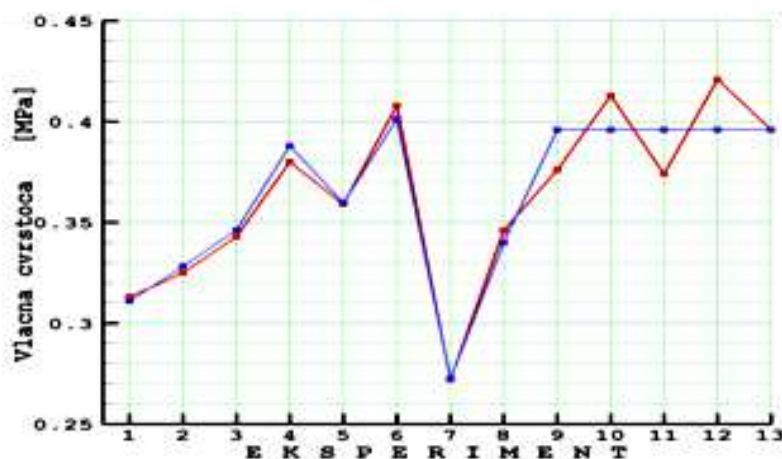
$$Y(X_1, X_2) = 0.396 + 0.0238 X_2 - 0.0449 X_2^2 \quad (2)$$

gdje je:

- Y: vlačna čvrstoća
- X₂: procentualno učešće cementa.

Tabela 5. Podaci za upoređivanje vrijednosti rezultati dobivenih eksperimenom i modelom.

| Eksperiment | Eksperimentalne vrijednosti | Vrijednosti prema modelu |
|-------------|-----------------------------|--------------------------|
| 1 | 0.313 | 0.3109 |
| 2 | 0.325 | 0.3282 |
| 3 | 0.343 | 0.3463 |
| 4 | 0.380 | 0.3880 |
| 5 | 0.359 | 0.3597 |
| 6 | 0.408 | 0.4014 |
| 7 | 0.272 | 0.2725 |
| 8 | 0.346 | 0.3398 |
| 9 | 0.376 | 0.3960 |
| 10 | 0.413 | 0.3960 |
| 11 | 0.374 | 0.3960 |
| 12 | 0.421 | 0.3960 |
| 13 | 0.396 | 0.3960 |


Slika 5. Usporedba eksperimentalne i računске vrijednosti za sve tačke eksperimenta suhog uzoraka

Osim navedenog testa, može se izvršiti i provjera koeficijenta višestruke regresije kao dopuskog pokazatelja za ocjenu adekvatnosti modela. Isti opisuje jačinu uticaja promjena ulaznih parametara na promjene izlazne veličine.

Visoka vrijednost koeficijenta regresije suhog uzorka je pokazatelj da prethodno razvijeni model dobro opisuje eksperimentalne podatke tj. potvrđuje njegovu adekvatnost. Koeficijent determinacije (R^2) potvrđuje da se visok procenat (95,5 %) varijabilnosti izlazne veličine može opravdati promjenama ulaznih veličina.

5. ZAKLJUČAK

Dobiveni matematički model pokazao je zavisnost odnosno interakciju između zadržane i dodane količine veziva u odnosu na procentualni udio glodanog (korištenog) agregata i dodanog novog agregata koji je bio neophodan radi podešavanja propisanih granica u granulometrijskoj krivoj.

Poboljšani model je optimalan i ne pretjerano složen za provedbu iz razloga jer je definisan i ispitivan u stvarnim, realističnim praktičnim uvjetima.

Koeficijenti višestruke regresije za suhi uzorak iznosi 0,9552 dokazuje dobru i uzajamnu zavisnost faktora u matematskom modelu, što pokazuje da ovaj matematički model sa dovoljno dobrom tačnoću opisuje ovaj proces.

Količina dobijene otpornosti prvenstveno se odnosi na količinu dodatog cementnog veziva u reciklirani materijal. Treba primijetiti da više dodavanja veziva ne znači i bolje karakteristike uzorka, pošto reciklirani materijali tretirani cementnim vezivom imaju tendenciju da postanu krući i u isto vrijeme veoma skloni pucanju.

Literatura

- [1] Softić, E. (2012). Ekperimentalno istraživanje optimalnog modela fleksibilne kolovozne konstrukcije od glodanog agregata korištenog kolovoza, Doktorska disertacija. Univerzitet u Bihaću,
- [2] Jurković, M. (1999). Matematičko modeliranje inženjerskih procesa i sistema, Tehnički fakultet Bihać,
- [3] Olard, F. Properties of Bituminous Mixtures at Low Temperatures and Relations with Binder Characteristics. Relations with Binder Characteristics. *ibid.* str. 450 – 457.
- [4] Investiciono tehnička dokumentacija tvrtke d.o.o. "Ramtech" Zagreb,
- [5] Mitrović, P. (2010). Optimizacija projektovanja asfaltnih mješavina radi obezbjeđenja primjernog ponašanja pri niskim i visokim temperaturama vazduha, Časopis „Put i saobraćaj“, Beograd,
- [6] Smiljanić, M. (2010): Uklanjanje i reciklaža materijala u putogradnji pomoću programa „direct mat“ Časopis „Put i saobraćaj“, Beograd,

УТИЦАЈ ГРЕШАКА ПРИ ПРОФИЛИСАЊУ КОЛОВОЗА НА ПРОРАЧУН IRI-A

Владан Илић, мастер инж. грађ.

Грађевински факултет Универзитета у Београду, vilic@grf.bg.ac.rs

Стручни рад

Резиме: Индекс равности површине коловоза пута или International Roughness Index-IRI представља најзаступљенији параметар за оцену равности пута. IRI је заправо рачунски поступак за статистичку обраду података добијених мерењем подужног профила на површинском слоју коловоза дуж дефинисаног пресека. Пошто је софтвер за сам прорачун IRI-а већ одавно познат, и више пута кроз обимна истраживања на терену темељно верификован, нетачне вредности IRI-а најчешће су последица грешака при одређивању висина у мереним профилима дуж трагова точкова возила, односно профилисања коловоза. Грешке при профилисању пута проузроковане су највећим делом људским фактором, тј. погрешним или непрецизним руковањем са опремом за профилисање коловоза, затим недостацима или кваровима на коришћеној опреми и инструментима, као и специфичним карактеристикама површине коловоза на анализираним деоницама пута. У овом раду описани су основни узрочници грешака при профилисању коловоза и њихове последице на тачност прорачуна IRI-а.

Кључне речи: IRI, профилометар, таласна дужина, равност, калибрација, подузорковање текстура, пукотине.

THE INFLUENCE OF PAVEMENT PROFILING ERRORS ON IRI CALCULATION

Vladan Ilic, M.Sc. CE

Faculty of Civil Engineering, University of Belgrade, vilic@grf.bg.ac.rs

Professional paper

Summary: Pavement surface roughness index or International Road Roughness Index represents the most common parameter for road roughness assessing. IRI is actually a computational method for statistical processing of data obtained by measuring the longitudinal profile of the pavement surface layer along the defined section. Since the software for IRI calculation has been long known, and several times through extensive research experiments in the field thoroughly verified, incorrect values of IRI are usually caused by the errors in determining the height of the measured profiles along the vehicle tracks, or pavement profiling.

Errors in the road profiling are mostly influenced by human factor, ie. incorrect or imprecise handling of pavement profiling equipment, then by flaws or failures linked to the equipment and instruments that were used for profiling, as well as by the specific surface characteristics of the pavement on analyzed road sections. In this paper the main causes of errors in the pavement profiling and their impact on accuracy of the calculation of IRI were described.

Key words: IRI, profilometer, wavelength, roughness, calibration, aliasing, texture, cracks.

1. УВОД

Мерење равности пута и дефинисање заједничке методологије за обраду резултата профилисања коловоза привукло је пажњу професионалаца из области коловозних конструкција још током 40-их година прошлог века. У већем броју развијених земаља, а посебно у САД, акценат је стављен на удобност вожње као манифестацију равности пута која је најпрепознатљивија широком спектру корисника путне мреже. Пошто је мрежа путева и аутопутева у развијеним земљама и САД највећим делом завршена крајем 80-их година 20. века, приоритет је добило одржавање изграђене мреже на прихватљивом нивоу квалитета. У сваком софистицираном систему за управљање одржавањем путне мреже (Pavement Management System-PMS), мерење равности пута представља важан чинилац при доношењу одлука о радовима на мрежи у условима ограничених буџетских средстава намењених за одржавање постојећег или унапређење стања појединих деоница мреже. Оцена стања коловоза на основу мерења равности пута пуну афирмацију доживела је у земљама у развоју, а нарочито у Кенији [1], Индији [2] и Бразилу [3,4], где су спроведена истраживања указала на значајну повезаност између равности коловоза и оперативних трошкова употребе возила (гориво, уље, пнеуматици, трошкови за резервне делове и услуге редовног одржавања и амортизација возила). Главни циљ дефинисања IRI-а био је усвајање јединственог стандарда за мерење равности према којем се прилагођавају и скалирају сва друга мерења и индекси, како би информације о равности пута могле бити директно упоређиване.

2. IRI - ЈЕДИНСТВЕНИ ИНДЕКС РАВНОСТИ

Међународни експеримент којим је успостављен IRI, као и основне смернице за његов прорачун и калибрацију, одржан је током јуна, јула и августа 1982. год. у Бразилији, у Бразилу [5].

Експеримент су организовали истраживачки тимови из Бразила, Енглеске, Француске, САД-а и Белгије под супервизијом и уз финансијску подршку Светске банке - World Bank (WB). Мерења су извршена на 49 деоница помоћу разноврсне опреме и при различитим условима. Анализирани деонице покриле су широки спектар коловозних површина са различитим нивоима равности, па су тако мерења вршена на асфалтираним деоницама, затим деоницама са површинском обрадом, шљунчаним застором и на обичним земљаним путевима. Сва мерења су вршена током сушне сезоне у летњим месецима, а за деонице без коловозног застора биране су оне на којима је било врло мало саобраћајно оптерећење.

2.1. Инструменти за мерење профила коловоза при извођења IRI експеримента

Опрема коришћена за IRI експеримент груписана је према карактеристикама и начину обраде излазних података у две категорије:

- Прву категорију чине профилометријски инструменти тј. два брза динамичка профилометра APL 25 и APL 72, као и две статистичке методе мерења профила помоћу Летве и равњаче, и померајуће хоризонталне греде - TRRL Beam [5];
- Другој категорији припадају инструменти за мерење величине реакције, односно, побуде проузроковане неравнинама на коловозу, или на енгл. Response Type Road Roughness Measuring Systems - RTRRMSs. Коришћена су четири различита типа ових система: Opala-Maysmeter System, Bump Integrator Trailer, NAASRA Roughness Meter и Soillets BPR Roughometer [5]. Сви RTRRMS мерни системи опремљени су са "roadmeter" уређајима, који генеришу мерне податке о равности коловоза на основу акумулације кретања огибљења возила током његовог преласка преко посматране деонице пута. Укупно је седам система овог типа суделовало у IRI експерименту, укључујући пет мерних система састављених од "roadmeter" уређаја инсталираних у обична путничка возила, и два система где су "roadmeter" уређаји уграђени на независне прикључне јединице тј. помоћне приколице.

2.2. Основни циљеви IRI експеримента

Пре формалног дефинисања IRI индекса интензивна размена и поређење података о стању равности коловоза били су знатно отежани и често су подразумевали употребу комплексних и непрецизних регресионих једначина које су се могле применити само под одређеним условима. Како би се отклонили наведени проблеми

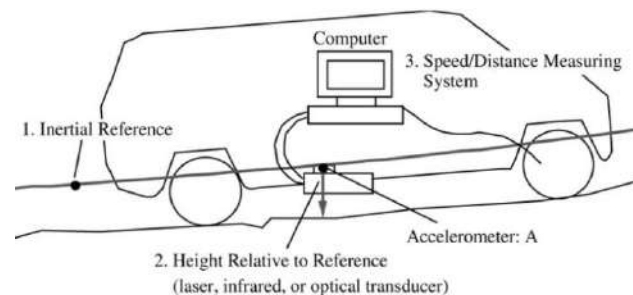
изабрани јединствени индекс, као стандард за мерење равности, морао је да буде:

- стабилан у времену;
- преносив, односно, да се може мерити са опремом која је доступна у већини земаља, укључујући и земље у развоју са слабијом техничком опремљеношћу;
- валидан или поновљив, што подразумева да се може поново измерити помоћу опреме из свих делова света и то без пристрасности излазних резултата на свим типовима коловозних површина;
- релевантан као индикатор стања посматране деонице пута са аспекта трошкова корисника, удобности и сигурности вожње.

IRI-а се најчешће рачуна на основу мерених података са једног анализираних профила, који су после два пута "филтрирани" и акумулирани, да би се на крају поделили са дужином тог истог профила. Детаљан опис рачунског поступка и компјутерског програма за прорачун IRI-а дат је у Техничком листу Светске банке бр. 46 [6] као и у раду M. W. Sayers-а [7].

2.3. Савремени системи за мерење профила коловоза и прорачун IRI-а

Скоро сви системи за профилисање коловоза који се данас користе у свету су дигитални. Веома су распрострањени, а посебно у САД, и инерцијални системи за мерење профила (Слика 1) код којих софтвер за процесирање података претвара измерену вредност вертикалног убрзања у инерцијалну референцу која тренутно одређује висину акцелерометра уграђеног у носеће возило. Према томе, висина референце у односу на коловоз је растојање између акцелерометра у возилу и површине коловоза директно испод акцелерометра. Ово растојање се мери са безконтактним сензором као што је ласерски конвертер. Подужно растојање комплетног система инструмената константно се прати на основу података са брзиномера возила, а у новије време и додатно контролише помоћу ГПС уређаја.



Слика 1. Мерни систем за инерцијално мерење профила (Извор: [8])

Најефикаснији систем за брзо мерење равности пута који је данас доступан на тржишту назива се Automatic Road Analyzer-ARAN. Овај лагани и преносив мерни систем састоји се од мерне греде, монтиране на предњи браник возила (Слика 2), на којој се налази 7 до 9 сензора који региструју не само параметре равности, већ и површинске карактеристике коловоза као што су текстура, углачаност агрегата и појаву колотрага.



Слика 2. Automatic Road Analyzer-ARAN (Извор: [9])

3. ОСНОВНИ ИЗВОРИ ГРЕШАКА ПРИ ПРОФИЛИСАЊУ КОЛОВОЗА

Нетачне вредности добијеног IRI индекса најчешће су последица грешака при мерењу профила коловоза. Узроци ових грешака су:

- 1) људски фактор, односно, корисник који рукује мерним инструментима;
- 2) недостатци или кварови на мерној опреми;
- 3) карактеристике пута, односно, коловозне површине на којој се обављају мерења.

Главни извор варијабилности при мерењу профила јесте што је сваки пут различита линија ,тј. пресек, на површини коловоза профилисан. Код статичких метода профилисања линија дуж које се врше мерења означава се физички, па је могућност да се направи грешка мања. Међутим, код инерцијалних метода мерења профила, варијације при избору исте мерне линије/пресека на коловозу обично су веће у односу на друге системе који се користе.

Предпостављајући да се возило са мерном опремом вози увек дуже возне траке која је паралелна осовини коловоза, положај линије дуж које се врши узимање узорака профила зависи од почетног лонгитудиналног положаја и бочне позиције мерног сензора. При брзини од 100 km/h мерно возило прелази скоро 28 метара сваке секунде, а људска реакција може најкраће да

траје неколико десетина секунди што одговара дужини од 5-8m. Додатне грешке се јављају и при активирању самог сензора, јер могу настати тзв. временске "празнине" услед специфичног дизајна електронске опреме и софтвера који контролише читав систем током поступка тестирања. У претходним тестовима и експериментима, где су мерне линије маркиране са бојом на површини коловоза, а мерна возила коришћена од стране искусних тимова састављених од возача и специјално обучених техничара, уочене су грешке при дефинисању почетног положаја реда величине 30-60 метара. Иако су данас употребом ГПС уређаја ове грешке сведене на минимум, чак и најискуснијим тимовима дешавају се почетне грешке од 5-10m. Најсавременији уређаји, као што је ARAN [9], редукују "осетљивост" добијених резултата према почетном положају мерења, зато што је са њима могуће започети мерење означеног профила у било ком положају сензора.

Да би се обавила валидна мерења профила коловоза и добиле поуздане вредности IRI-a сви делови мерног система морају правилно функционисати: акцелерометар, сензори за мерење висине, брзиномери, компоненте за напајање, уређаји за пренос електронских сигнала, конвертери аналогних у дигиталне сигнале и инсталирана компјутерска опрема. Свака од ових компоненти може бити потенцијални узрочник неке грешке при мерењу и рачунању IRI индекса.

3.1. Утицај избора подужног трага точкава и возних трака на прорачун IRI индекса

Линија дуж које се мери профил обично је лоцирана директно испод инсталираног сензора. Код већине метода за мерење профила та линија се поклапа са подужним трагом точкава возила. Иако не постоје стриктна правила где мора бити попречно лоциран анализирани профил и колико профила је заправо довољно измерити, генерална препорука је да профили требају бити измерени дуж оба трага точкава у возној траци и за сваки од њих посебно срачунате вредности IRI-a, како би се оне касније упросечиле на нивоу посматране возне траке. На основу истраживања спроведених у САД [10], 50% агенција за саобраћајну инфраструктуру у Америчким савезним државама поштује ову препоруку, 29% државних транспортних агенција врши мерења профила само на основу профила из десног трага точкава, док 10% агенција користи измерене податке само из левог трага. Према истраживању Rogers-а [11] и обављеним мерењима у Тексасу у САД, срачунате вредности IRI-a значајно варирају између профила мерених дуж два различита трага. У већини случајева,

вредности IRI-а добијене из мерења дуж десног или спољашњег трага точкава, биле су приметне веће. Ово се, такође, односи и на аутопутну мрежу, где се највеће неравнине увек јављају на спољашњој или крајњој десној траци дуж десног трага точкава, јер ове траке по правилу највише користе тешка теретна возила.

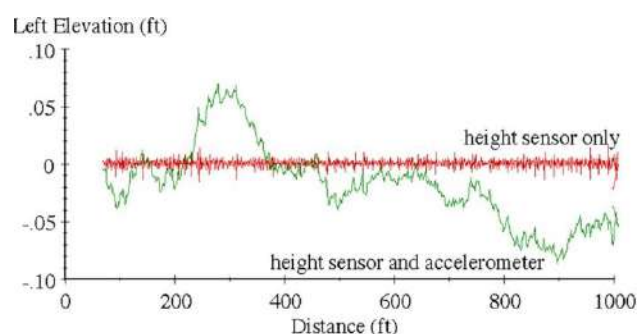
Захваљујући модерној технологији и развоју ласерских, оптичких и ултразвучних сензора попречни положај тестног возила у односу на осовину коловоза више није тако битан, јер сензори поседују могућност да сниме цели попречни пресек пута на површини од једне до друге ивице коловозног застора. На тај начин возач може да заборави на мерења и обавезу одржавања попречног положаја, односно, може слободно да мења возне траке и вози као и сви остали возачи у саобраћајном току. Наравно, број прикупљених података је огроман, али је и њихова селекција и филтрирање коришћењем брзих процесорских јединица далеко ефикасније. Осим тога, возач који је растерећен може боље да се концентрише и прати кретање осталих возила, чиме смањује потенцијалну опасност за настанак саобраћајне незгоде.

3.2. Грешке услед отказа неке од компоненти мерног система за мерење профила

Чест узрок лошег функционисања мерног система за профилисање коловоза јесте квар или потпуни отказ неке од компоненти тог система. На пример, због сложености инерцијалних система за мерење профила, понекад се може чинити да су добијени резултати коректни иако је неки од виталних елеманата система отказао. На основу вертикалног положаја акцелерометра и вредности сигнала које читава сензор за мерење висина добијају се релевантни подаци за генерисање профила. Такође, ове компоненте обезбеђују информације на основу којих се елиминише ефекат "поскакивања" возила. Ако се неки од сензора поквари или престане да ради, губе се измерене вредности висине профила на тим сензорима, чиме се јавља тенденција ка смањењу укупно срачунатих величина равности коловоза. Међутим, због раније евидентираних померања услед поскакивања возила, која су требала бити искључена, поменути ефекат тежи да додатно повећа добијене величине равности.

Искусни инжењери могу гледајући у дијаграме са нацртаним профилима препознати да ли је акцелерометар или сензор за мерење висине отказао. Ако акцелерометар не функционише, варијације профила пре филтровања биће много више ограничене него што је нормално, у интервалу реда величине само једног инча. На **Слици 3** дато је поређење измерених

вредности профила са вредностима добијеним само на основу рада сензора за мерење висина. Вредност IRI-а, срачуната само процесирањем сигнала за мерење висина, износи 97in/mi, док вредност IRI-а која је добијена из реалног профила износи 140in/mi. Премда се упоређене величине IRI-а веома разликују, конкретна вредност IRI-а добијена на основу обраде сигнала из сензора за мерење висина се налази у очекиваном интервалу, и највероватније неће изазвати никакве сумње када буде унета у базу мерних података. Без анализе дијаграма мереног профила, оваква грешка може да се неприметно провуче. С друге стране, ако сензор за мерење висина не ради, добијени профил ће бити много уједначенији, а на његовом дијаграму се неће уочавати никакве оштре варијације.



Слика 3. Изглед мереног профила коловоза са укљученим акцелерометром и без њега (Извор: [12])

Од свих саставних делова инерцијалних система за мерење профила, сензор за мерење висине је најмање поуздан у отежаним радним условима. Ласерски и оптички сензори требају се редовно контролисати, како би се осигурало да сочива не буду прекривена наслагама прашине или блата, које би спречавале континуалну визуелну перцепцију пројектоване слике на површини коловоза.

Прашина, блато и повећана влажност негативно утичу и на прецизност ултразвучних сензора. Без одговарајућих заштитних баријера, ови сензори су изложени утицају фактора који мењају време потребно да се емитовани звук рефлектује од површине коловоза и стигне назад до пријемника на возилу. Такође, под дејством ветра мења се притисак ваздуха као и брзина звука. Неповољан утицај на резултате мерења има и спољашња бука која може привремено "збунити" сензоре. Иако су ултразвучни сензори вишеструко јефтинији од ласерских и оптичких, њихова примена је у последње време због ограничене тачности све мања, а нарочито за мерење равности на коловозним површинама са израженом текстуром.

3.3. Промена оригиналног профила коловоза током времена

Првобитно измерени или оригинални профил коловоза се мења током времена. Ово је нарочито изражено код крутих коловозних конструкција, где бетонске коловозне плоче и током дана мењају своје димензије услед дневних температурних осцилација, односно, загревања и хлађења. Када се горња зона плоче загреје, доња зона се скоро не приметно скупи, и јављају се периодични угиби плоче, који могу довести до промене вредности индекса IRI чак и до 20%.

Поред дневних временских осцилација, и сезонске временске промене могу да утичу на анализирани профил. Сезонске промене највише погађају мерења која се обављају на земљаним и макадамским путевима, јер влажност у доњем строју пута варира, што наравно утиче на величину деформација које настају на површини ових деоница најнижег ранга.

4. УТИЦАЈ БРЗИНЕ КРЕТАЊА МЕРНОГ ВОЗИЛА НА ТАЧНОСТ ПРОРАЧУНА IRI-a

У прошлости је већина метода за мерење профила, изузимајући наравно статичке, скоро увек захтевала тачно одређену брзину кретања мерног возила. На пример, приликом извођења IRI експеримента захтевало се да брзина RTRRMS система на свим деоницама са асфалтним коловозним застором буде 80km/h. Ова ограничења су постајала пре свега због конструкције самих профилометара и других елемената мерног система, као и због сврхе њихове употребе, односно, начина обраде мерених података који су они сакупили.

Системи који су данас у употреби немају стриктна ограничења у погледу брзине кретања мерног возила током извођења експеримента. Међутим, одређена ограничења, пре свега везана за одређени тип сензора и посебне захтеве прорачуна IRI индекса ипак постоје. Овде се у првом реду мисли на распон таласних дужина које може да филтрира "Quarter-car" филтер у компјутерском програму за прорачун IRI-a. Као што је познато из [6] таласне дужине синусоида којима су представљене измерене вредности профила коловоза, а које препознаје IRI алгоритам, налазе се у интервалу од 1,2-30m. При већим брзинама системи за мерење профила најтачније региструју сигнале са већим таласним дужинама, што може после филтрирања сакупљених података о профилу, довести до одређеног смањења тачности израчунатог IRI индекса. Овај проблем се чешће

јавља код инерцијалних система за мерење профила услед захтева за одржавањем константне вредности инерцијалне референце и перформанси инсталираног акцелерометра. Такође, у циљу елиминисања тзв. ефекта "нежељеног шума" електронског сигнала, који утиче на интензитет сигнала емитованих са акцелерометра, препоручује се да најмања брзина кретања инерцијалних система за потребе прорачуна IRI-a буде 25 km/h [8].

Иако већина савремених инерцијалних система за мерење равности није осетљива на промене брзине кретања у току извођења мерења, приликом кочења или наглог убрзања ипак се јављају мале грешке при мерењу. Грешке су обично последица појаве већих лонгитудиналних убрзања у односу на граничне вредности које толирише софтвер за филтрирање сигнала. Такође, при нагом убрзању јављају се и веће вредности нормалног трзаја, па главна оса акцелерометра привремено одступа од идеалног вертикалног положаја, чиме се нарушава тачност инерцијалне референце.

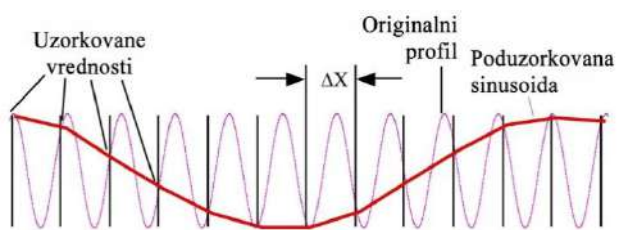
Већа брзина кретања при мерењу профила захтева и већу учесталост прикупљања података о профилу коловоза који се читавају помоћу различитих сензора. Другим речима, временски интервал читавања висина профила или фреквенција регистровања измерених вредности пропорционални су брзини кретања мерног возила. Брзина прикупљања података код ултразвучних сензора ограничена је трајањем одјека или тзв. еха рефлектованог звучног сигнала, и у мањој мери брзином звука у ваздуху. Тако нпр. при брзини од 100km/h, код већине система са ултразвучним сензорима, интервал читавања звучних сигнала за мерење профила на коловозима са асфалтним застором није мањи од 300mm [8].

5. УТИЦАЈ ТЕКСТУРЕ ПОВРШИНЕ КОЛОВОЗА НА МЕРЕЊЕ ПРОФИЛА

На основу великог броја досадашњих тестирања утврђено је да на коловозним површинама отворене текстуре, као што су површинске обраде и различите врсте асфалта са изложеним крупним зрнима агрегата на површини хабајућег слоја, постоје озбиљни проблеми са мерењем профила, односно, одређивањем IRI индекса. Изражена макротекстура узрокује варијације профила коловоза на кратким дужинама које подразумевају таласне дужине реда величине од неколико инча или мање. Ове таласне дужине су најчешће ван дефинисаног опсега за већину анализа које се спроводе на подацима добијеним

мерењем профила, али оне непосредно утичу на перформансе појединих инструмената и сензора.

Макротекстура може да изазове и ефекат недовољног узорковања оригиналног профила, или тзв. ефекат "подузорковања назупчене синусоиде". На **Слици 4** се види да су вертикалним линијама означени пресеци где је профил узоркован и да регистрована синусоида мале таласне дужине приказује оригинални профил коловоза који је узоркован. Пресечне тачке вертикалних линија и синусоиде у ствари представљају узорковане вредности.



Слика 4. Ефекат "подузорковања назупчене синусоиде" (Извор: [8])

Како би "филтер" у софтверу за прорачун IRI-а могао да препозна да се ради о сигналу облика синусоиде, интервал узорковања профила мора бити мањи или једнак половини таласне дужине те исте синусоиде [8]. Пример са **Слике 4** показује шта се дешава када је интервал узорковања превелик. Може се приметити да се, када се узорковане вредности споје са правим линијама, добија нова синусоида са много већом таласном дужином. Негативан утицај описаног ефекта нарочито долази до изражаја када систем за мерење профила нема никакав одзив на синусоиде кратких таласних дужина, које представљају оригинални профил. Главни проблем је што се може десити да исти мерни систем региструје "подузоровану синусоиду" веће таласне дужине. С обзиром да таква синусоида реално не одражава оригинални профил, јасно је шта је проузроковало грешке при прорачуну IRI-а.

Сензори који читавају висине мереног профила помоћу ласерских зрака могу бити калибрисани тако да емитују излазне сигнале врло велике фреквенције, чиме се може значајно смањити подузоровање. Као што је познато, ултразвучни сензори раде тако што емитују кратке звучне сигнале и примају рефлектоване одзивне или ехо сигнале. Време између емитовања излазног и регистрације одбијеног сигнала пропорционално је мереним висинама профила. Ова метода мерења даје погрешне резултате ако површина коловоза добро не рефлектује звучне сигнале, или ако долази до вишеструке рефлексације, односно појаве вишеструког ехо сигнала, што

делује збуњујуће на пријемне сензоре. Резултати многих истраживања спроведених у последњих 10 година увек су изнова показали да системи за мерење профила са ултразвучним сензорима не могу да обезбеде довољно тачне вредности измерених профила на коловозним површинама изражене макротекстуре. Такође, и системи са ласерским и оптичким сензорима имају проблеме са мерењем профила на коловозима сличних карактеристика, јер пројектовану помоћну слику на површини коловоза, због грубе текстуре, не могу јасно детектовати претвараачи сигнала.

6. УТИЦАЈ ПУКОТИНА НА ПОВРШНИ КОЛОВОЗА НА ПРОРАЧУН IRI-а

Улегнућа или испупчења коловоза доминантно утичу на осећај удобности у возњи код корисника анализираних деонице пута, за разлику од пукотина које корисници често уопште не региструју. Систем за мерење профила који детектује само неравнине може да пружи тачније вредности срачунатог IRI-а, за разлику од система који региструје и пукотине и код кога постоје два извора грешака. Први се односи на чињеницу да повећане вредности IRI-а због урачунатих пукотина нису препознате од стране корисника. Други извор грешака се објашњава тиме да врло тешко могу да се добију исте вредности IRI-а приликом поновљених мерења. Иако мерни систем може да детектује исте пукотине у поновљеним мерењима, дубина регистрованих пукотина зависи од многих фактора, укључујући количину прљавштине у пукотинама и прецизан попречни положај ласерских сензора приликом детектовања пукотине. На пример, у једном пролазу дубина пукотина може бити 5mm, а у наредном пролазу иста пукотина може да буде детектована са дужином од 50mm.

За решавање проблема евидентирања пукотина, односно, рационалне филтрације измерених података о профилу на коловозу са пукотинама, препоручује се употреба посебних алгоритама за детекцију пукотина у реалном времену. Већина ових алгоритама ради по принципу, да када ласерски зрак наиђе на пукотину, висина профила остане непромењена, тј. алгоритам задржава претходно измерену висину профила приликом преласка ласера преко пукотине.

7. ЗАКЉУЧАК

Нетачне вредности IRI-a највећим делом су последица грешака и пропуста приликом мерења профила коловоза. Коришћењем модерне опреме, не само за директно мерење висина у профилу него и за касније филтрирање и обраду података, утицај људког фактора на величину ових грешака сведен је на минимум. Међутим, још увек се у зависности од специфичних површинских карактеристика појединих коловозних застора јављају проблеми са филтрирањем измерених података. Присуство пукотина на коловозу додатно отежава даљу обраду података о профилу, и најчешће захтева примену посебних софтвера за накнадну селекцију мерених вредности пре њихове даље употребе за прорачун IRI-a. Поузданост и правилно функционисање сваке од компонената система за мерење профила значајно утичу на тачност добијених резултата.

IRI је међународно верификован индекс за оцену стања равности пута и као такав општеприхваћен у највећем броју земаља као један од индикатора стања коловозне конструкције пута. Све јавне институције, које управљају одржавањем путне мреже на нивоу државе и доносе важне одлуке о оптималним стратегијама за одржавање и даље унапређење квалитета мреже, треба да користе резултате мерења IRI-a као један од параметара за расподелу ограничених средстава намењених развоју путне инфраструктуре. Због тога је врло важно имати прецизне податке о равности пута, како би се избегло доношење нерационалних одлука и инвестирање новца у деонице мреже рангиране по погрешно усвојеним приоритетима. Иако је данас цена мерења профила коловоза по километру дужине пута вишеструко мања у односу на време када је званично усвојен IRI концепт, улагање додатних средстава за набавку најмодерније опреме за што прецизнији прорачун IRI индекса свакако представља дугорочно исплативу инвестицију.

Литература

- [1] Abaynayaka, S.W., Hide, H., Morosiuk, G., and Robinson, R. (1976). Tables for Estimating Vehicle Operating Costs on Rural Road in Developing Countries, Transportation and Road Research Laboratory, Rept. No. 723.
- [2] Road User Cost Study in India (1978). Reports published quarterly, Central Road Research Institute, New Delhi, India.
- [3] Visser, A. and Queiroz, C.V. (1979) Roughness Measurement Systems. Working Document No. 10, Research on the Interrelationships between Costs of Highway Construction, Maintenance, and Utilization, Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes (GEIPOT), Brasilia, Brazil.
- [4] Queiroz, C.V. (1979) A Procedure for Obtaining a Stable Roughness Scale from Rod and Level Profiles. Working Document No. 22, Research on the Interrelationships between Costs of Highway Construction, Maintenance, and Utilization, Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes (GEIPOT), Brasilia, Brazil.
- [5] Sayers, M.W., Gillespie, T.D. and Queiroz, C.V. (1986) The International Road Roughness Experiment - Establishing Correlation and a Calibration Standard for Measurements. World Bank Technical Paper Number 45, pp. 1-23.
- [6] Sayers, M.W., Gillespie, T.D. and Paterson, W.D. (1986) Guidelines for Conducting and Calibrating Road Roughness Measurements. World Bank Technical Paper Number 46, pp. 19-43.
- [7] Sayers, M.W. (1995) On the Calculation of International Roughness Index from Longitudinal Road Profile. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board. 1501, National Academies, Washington, D.C., pp. 1-12.
- [8] Sayers, M.W. and Karamihias S.M. (1998) The Little Book of Profiling. (on-line) Доступно преко: <http://www.umtri.umich.edu/erd/roughness/index.html> (19.05.2014)
- [9] Fugro - Infrastructure Asset Management Solutions. (2014) Доступно преко: http://www.roadware.com/products/survey_equipment/aran_9000/ (13.06.2014)
- [10] TRDF. (1994) A Summary of Pavement Performance Data Collection and Processing Methods Used by State DOTs. Report FHWA-RD-96-060.
- [11] Rogers, R.B., Wyatt, J.M. and Bertrand, C.B. (1991) A State's concerns with the FHWA's Highway Performance Monitoring System Roughness Requirements. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board. 1311, National Research Council, Washington, D.C., pp. 7-8.
- [12] Sayers, M.W. and Karamihias, S.M. (1996) Interpretation of Road Roughness Profile Data. Final Report FHWA-DTFH-61-92-C00143.



Јубилеј - шездесет година часописа
Пут и саобраћај

POLAZNE OSNOVE U IDENTIFIKACIJI OPASNIH MESTA NA PUTEVIMA

Msc Dejan Anđelković, dipl.inž.saob.
Fakultet tehničkih nauka K. Mitrovica, aaa.dejo@gmail.com

Doc. dr Boris Antić, dipl.inž.saob.
Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet u Beogradu, b.antic@sf.bg.ac.rs

Doc. dr Dalibor Pešić, dipl.inž.saob.
Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet u Beogradu, d.pesic@sf.bg.ac.rs

Doc. dr Marko Subotić, dipl.inž.saob.
Univerzitet u Ist. Sarajevu, Saobraćajni fakultet u Doboju, msubota@gmail.com

Pregledni rad

Rezime: *Osnova svake aktivnosti na unapređenju bezbednosti saobraćaja, odnosno na sprečavanju saobraćajnih nezgoda i njihovih posledica, mora počivati na tačno dijagnostifikovanom stanju i jasno definisanim početnim uslovima u kojima se ove pojave javljaju. Nepostojanjem univerzalne metodologije za identifikaciju opasnih mesta na putevima, dozvoljena je određena sloboda u dobijanju različitih rezultata prilikom korišćenja različitih metodologija. Pomenuta sloboda može se povezati sa različitim polaznim osnovama u identifikaciji opasnih mesta na putevima. U okviru ovog rada biće predstavljene različite polazne osnove kao i detaljan pregled literature kojih se naučnici najčešće pridržavaju u identifikaciji opasnih mesta na putevima.*

Ključne reči: *bezbednost saobraćaja, identifikacija opasnih mesta na putevima, saobraćajne nezgode.*

FUNDAMENTALS FOR IDENTIFICATION OF DANGEROUS PLACES ON THE ROADS

Dejan Andjelkovic M.Sc. TE
Faculty of Technical Sciences K. Mitrovica, aaa.dejo@gmail.com

Boris Antic, Ph.D. TE
University of Belgrade, Faculty of Traffic & Transport Engineering, b.antic@sf.bg.ac.rs

Dalibor Pesic, Ph.D. TE
University of Belgrade, Faculty of Traffic & Transport Engineering, d.pesic@sf.bg.ac.rs

Marko Subotic, Ph.D. TE
University of East Sarajevo, Faculty of Traffic Doboju, msubota@gmail.com

Rewiew paper

Abstract: *Basics of every activity for the improvement of traffic safety, that is, prevention of traffic accidents and its consequences, needs to be founded on precisely diagnosed state and clearly defined initial conditions under which these events occur. Lack of universal methodology for identification of dangerous places on the roads, allows certain freedom for receiving different results when using different methodologies.*

The above mentioned freedom can be connected to various starting points in identification of dangerous places on the roads. Within our work various starting points will be presented and also a detailed review of literature that scientists often use for identification of dangerous places in the roads.

Key words: *Traffic safety, Identification of dangerous places on the roads, traffic accidents*

1. UVOD

Istraživanja koja se sprovode u procesu identifikacije opasnih mesta na putevima treba da omoguće organizovano i sistemsko delovanje relevantnih institucija u cilju smanjenja negativnih uticaja na nastanak i posledice saobraćajnih nezgoda. Time se daje ogroman doprinos ka uspostavljanju efikasnog sistema upravljanja opasnim mestima na putevima.

Posmatranjem dosadašnjih iskustava, a uzimajući u obzir značajne razlike u posledicama saobraćajnih nezgoda sa poginulim, povređenim i materijalnom štetom, najčešće se primenjuje postupak ponderizacije saobraćajnih nezgoda i drugih faktora vezanih za saobraćajne nezgode. Kako bi se korektno uzeli u obzir svi opravdani razlozi za isticanje opasnosti na određenoj deonici puta, najkorektnije je uzeti u obzir sve saobraćajne nezgode. Sa druge strane, da bi se uzele u obzir značajne razlike u posledicama nezgoda sa poginulim, povređenim i materijalnom štetom, bira se postupak ponderizacije nezgoda (Lipovac i dr., 2010; Lipovac i dr., 2011; Antić et al., 2011).

U okviru velikog istraživačkog projekta koji je finansirala Evropska komisija obavljeno je ispitivanje trenutnih pristupa u regulisanju crnih tačaka i analizi bezbednosti (Elvik, 2008). Pored definisanja najmodernijeg pristupa u regulisanju opasnih mesta predstavljene su i metode identifikacije opasnih mesta u pojedinim evropskim zemljama.

2. POLAZNE OSNOVE U IDENTIFIKACIJI OPASNIH MESTA NA PUTEVIMA

Jedan od prvih alata razvijenih za određivanje i identifikovanje deonica puteva sa problemima na polju bezbednosti saobraćaja bio je koncept "crnih tačaka". Razvijene su različite definicije, zavisno od strateških ciljeva i budžeta koji se izdvaja za ove svrhe.

Generalno gledano, za definisanje „opasnih mesta“ ili „opasnih deonica“ na putevima potrebni su sledeći elementi: broj saobraćajnih nezgoda, dužina deonice puta, razmatrani vremenski period, prosečni godišnji dnevni saobraćaj (PGDS), broj vozila i struktura saobraćajnog toka, kao i razni drugi elementi.

Pravila za identifikaciju opasnih lokacija na putevima su najčešće opisana na osnovu ukupnog broja prijavljenih nezgoda na lokacijama. Ipak, saobraćajne nezgode su povezane sa velikim brojem mogućnosti ili faktora, koji se mogu smatrati kao analiza pojava u suprotnosti ili različitosti između frekvencija nezgoda na različitim lokacijama.

Shodno ovome analiza saobraćajnih nezgoda, a pri tome i identifikacija opasnih mesta na putevima najčešće se vrši prema:

- težini nezgode: fatalna, povrede ili samo imovinsko oštećenje; (Vadlamani et al., 2011; Manner and Wunsch-Ziegler, 2013);
- faktorima koji doprinose nezgodu, na primer: poledica (led na putu) i drugo, i ovi faktori mogu biti dodeljeni vozaču, lokaciji ili vozilu; (Manner and Wunsch-Ziegler, 2013; Sadeghi et al., 2013);
- kategoriji ili tipu nezgode, na primer: pešačka nezgoda, nezgoda pri skretanju u levo, nezgoda pri udaru od pozadi, direktni sudar, nezgode van puta i druge nezgode (Valent et al., 2002);

Međutim, za bilo kakvu identifikaciju opasnih mesta na putevima potrebna su određena znanja o početnim polaznim osnovama koja se nesumnjivo moraju dobro poznavati, i to: Baze podataka o saobraćajnim nezgodama, Težina saobraćajnih nezgoda, Faktori koji doprinose nezgodama, Vrste (tipovi) saobraćajnih nezgoda, Kvantitativna analiza saobraćajnih nezgoda, Kvalitativna analiza saobraćajnih nezgoda, Troškovi saobraćajnih nezgoda, Greške u identifikaciji opasnih mesta na putevima, itd.

2.1. Baze podataka o saobraćajnim nezgodama

Baze podataka o saobraćajnim nezgodama uglavnom nisu potpuno unificirane ni u jednoj državi. Zbog toga rezultate istraživanja dobijenih na osnovu statistike saobraćajnih nezgoda treba prihvatiti sa određenom rezervom, odnosno sa određenim nivoom pouzdanosti. Radi premošćavanja problema baza podataka o saobraćajnim nezgodama, a u cilju kasnije kvalitetne analize bezbednosti saobraćaja i primene odgovarajućih mera za unapređivanje bezbednosti saobraćaja u Evropskoj uniji je osnovana međunarodna baza podataka o saobraćaju i saobraćajnim nezgodama – IRTAD i CARE (Antić, 2007). Njena osnovna svrha osnivanja jeste premošćavanje problema različitosti nacionalnih statistika i baza podataka o saobraćajnim nezgodama, radi utvrđivanja nivoa bezbednosti saobraćaja i poređenja nivoa bezbednosti saobraćaja. Problemi koji su nastali su se oglasili na prvom mestu u različitosti definicija čak i za osnovne pojmove saobraćajne nezgode. Na primer, različite države, poginule u saobraćajnim nezgodama tretiraju na različit način, pa se recimo u Italiji, poginulo lice u saobraćajnoj nezgodi smatra

lice koje je preminulo nakon nezgode u periodu od 7 dana. U Srbiji, kao i u većini zemalja Evropske unije taj period iznosi 30 dana, a u Švedskoj ukoliko se ustanovi da je lice preminulo od posledica saobraćajne nezgode do kraja svog života.

Upravo sa tim ciljem je od strane tima sa Saobraćajnog fakulteta iz Beograda i Fakulteta organizacionih nauka iz Beograda, a u skladu sa projektnim zadatkom gradskog Sekretarijata za saobraćaj u Beogradu, osmišljena i formirana analitička baza podataka o saobraćajnim nezgodama u Beogradu – BERTAAD. Ova baza podataka omogućava unos i poređenje podataka vezanih za saobraćajne nezgode između najširih subjekata kao što su MUP, zdravstvene ustanove, osiguravajuće kuće i drugih subjekata, što kasnije analize čini daleko pouzdanijim. Za razliku od dosadašnjeg pristupa, u kome su podaci o saobraćajnim nezgodama veoma teško dostupni i eventualno ih je moguće dobiti tek po dostavljanju niza molbi, pomenutim projektom je predviđeno da značajan deo podataka o saobraćajnim nezgodama putem interneta bude dostupan široj javnosti (Lipovac and Pešić, 2006; Antić, 2007).

U Republici Srbiji, podaci o saobraćajnim nezgodama vode se na nivou opštine kroz Registar saobraćajnih nezgoda. Radnici policije i druga ovlašćena službena lica organa unutrašnjih poslova na teritoriji Republike Srbije prilikom vršenja uviđaja na licu mesta saobraćajne nezgode prikupljaju podatke o istoj, putem „Upitnika o saobraćajnoj nezgodi“. Svi ovi podaci (kao i neki navedeni) mogu biti od velikog značaja za uočavanje postojećih ili potencijalnih mesta koncentracije saobraćajnih nezgoda. Na primer, pri istim putnim i metereološkim uslovima broj nezgoda zavisi od intenziteta saobraćaja, odnosno na stopu i težinu nezgoda utiče saobraćajno opterećenje puta koje je različito u zavisnosti od značaja i položaja puta.

2.2. Težina saobraćajnih nezgoda

Zavisno od nivoa posmatranja, u prikupljanju i obradi neophodnih informacija primenjuju se različiti nivoi analize, koji se mogu podeliti na kvantitativne, kvalitativne i topografske analize.

Nezavisno od toga koji nivo analize se istražuje, nezgode je prethodno potrebno razvrstati po nekoj od postojećih klasifikacija. Klasifikacija saobraćajnih nezgoda prema težini posledica obuhvata sledeće kategorije:

- Nezgode sa materijalnom štetom (manjom i većom);
- Nezgode sa povređenim licima (lako i teško povređenim);
- Nezgode sa poginulim licima (lica poginula na mestu nezgode i lica poginula od povreda do 30 dana od nastanka nezgode).

Osim podele po posledicama, saobraćajne nezgode se mogu podeliti: prema mestu nastanka, prema vremenu nastanka, prema načinu nastanka, prema uzrocima nastanka i prema karakteristikama puta. Svaka od pomenutih klasifikacija ima svoju težinu, odnosno svoj značaj u sveukupnoj analizi bezbednosti saobraćaja. Prilikom evidentiranja saobraćajne nezgode potrebno je uneti sve podatke neophodne za njeno svrstavanje u odgovarajuće grupe prema pomenutim podelama. Međutim, za ocenu nivoa bezbednosti, stručno planiranje, organizovanje i sprovođenje preventivnih aktivnosti potrebne su i dodatne obrade statističkih podataka. Pod time se pre svega podrazumeva analiziranje uzroka i posledica saobraćajnih nezgoda, sa ciljem utvrđivanja pojedinačnog ili uzajamnog dejstva pojedinih uticajnih faktora.

Nekoliko istraživača, kao što su (Nassar et al., 1994) su istraživali modele težine (ozbiljnosti) povreda u nezgodi, dok je nekoliko istraživača istraživalo učestalost teških povreda (Blower et al., 1993;). Drugi istraživači kao što su: (Gimotty and Chirachavala, 1982; Nassar et al., 1994) su koristili podatke nezgoda izučavajući uticaj promena u faktorima rizika u zavisnosti od težine povrede. (Evans, 1985) su koristili sistem izveštavanja podataka fatalnih nezgoda u SAD da bi se procenila efikasnost faktora rizika kao što su korišćenje sigurnosnih pojaseva i mase vozila u sprečavanju saobraćajnih nezgoda sa smrtnim slučajevima. Usvojeni pristup, koji se pominje kao „poređenje duplog para“ podrazumeva poređenje verovatnoće fatalnosti sa ili bez podešene zone za sličnu grupu faktora rizika.

(Gimotty and Chirachavala, 1982) su istraživali vezu između težine povrede putnika i uslova nezgode. Koristeći binarni logistički transformisani (logit) model napravili su razliku između teških povreda i onih koje nisu, koji je opremljen za različite vrste uticaja.

(Nassar et al., 1994) predložili su niz sekvencijalnih više odvojenih promenljivih logistički transformisanih modela za težine saobraćajnih nezgoda. U principu, modeli su slični onima koji koriste (Gimotty and Chirachavala, 1982), iako oni koriste sekvencijalni model strukture za pet nivoa povreda. Svrha drumskih modela težine nezgoda je da istraže faktore koji utiču na stepen zadobijenih povreda pojedinaca koji su uključeni u saobraćajne nezgode. (Nassar, 1996) navodi da povrede koje se dešavaju putnicima u vozilu, su obuhvaćene modelom težine nezgoda koji bi trebalo da se fokusira na putnike i njihove karakteristike u trenutku nezgode. Tip nezgode (samo jedno vozilo, dva i više vozila, direktan sudar i drugi tipovi) i dinamika nezgode igraju veliku ulogu u predviđanju težine povrede.

Model težine nezgoda bi trebao da bude u stanju da se integriše sa modelom uključivanja u obzir očekivanog broja povreda i smrtnih slučajeva u nezgodi.

Često, podaci korišćeni za studiranje ozbiljnosti povreda su ograničeni usled količine informacija dostupnih iz izveštaja o nezgodama ili drugih faktora. Izostavljanje relevantnih eksplanatornih promenljivih može da rezultuje nekonzistentnim procenama parametara ako su takve promenljive povezane sa drugim promenljivama koje su već uključene u model ili ako je izostavljena promenljiva povezana ili ima različite varijanse među novoima ozbiljnosti (Washington et al., 2011). Izostavljanje relevantnih promenljivih je često neophodno ograničenje prilikom izvlačenja zaključaka o ozbiljnosti nezgoda na kojima se zasnivaju bezbednosne odluke.

U (Nassar, 1996) integrisani model rizika nezgoda (Accident Risk Model - ARM) za donošenje odluka je razvijen korišćenjem faktora rizika koji utiču na nezgode na određenim deonicama i korišćenjem težine povrede putnika koji su uključeni u nezgode. Učešće modela nezgoda je zasnovano na negativnoj binomnoj regresiji. Ovaj model je u stanju da obezbedi procenu o učešću broja vozila na određenoj deonici po regionu, vrsti puta, tipu vozila ili nezgodi. Model težine nezgoda je razvijen korišćenjem sekvencijalnog binar-logit modela. Model je u stanju da uvidi povrede putnika u određenom regionu, vrsti puta, tip nezgode i tip vozila. Integrisana struktura modela rizika nezgoda omogućava procenu rizika na putu u pogledu broja uključenih vozila, smrtnih slučajeva, i povrede putnika. On takođe dozvoljava identifikaciju faktora rizika koji objašnjava učešće nezgoda i težinu nezgoda. Međutim, primena modela za odluke (politiku) je ograničena.

2.2.1. Težina posledica saobraćajnih nezgoda

Faktori rizika se koriste da objasne učešće težine nezgoda. Na osnovu (Nassar, 1996), faktori rizika u modelima saobraćajnih nezgoda igraju dve uloge:

- Da poboljšaju učešće modela i smanje količinu neobjašnjivih varijacija. Ovde se mora voditi računa da ovi modeli nisu previše određeni. (tj. ne uključuju nepotrebne promenljive);
- Da obezbede sredstva za procenu efikasnosti alternativnih mera bezbednosti;

Sledeći faktori rizika su detaljno usvojeni u literaturi objašnjavajući učešće nezgoda i težinu nezgoda. Detaljniji opis ovih faktora rizika se može naći u (Nassar, 1996), i to:

- Tok nezgode: manevrisanje vozila, akcije (ponašanja) vozača;
- Saobraćajni uslovi: obim saobraćaja, dinamika, regulisanje brzine;
- Uslovi okruženja: osvetljenje, stanje kolovoza, geometrija;
- Radni uslovi: starost vozača, starost putnika, pol vozača, stanje vozača (alkohol, umor, bolest), pozicija sedišta, korišćenje sigurnosnog pojasa;
- Stanje vozila: masa vozila, veličina vozila.

Po (Geurts et al., 2003) asocijacija algoritama se koristi radi identifikacije faktora nezgode koji se često javljaju zajedno, na velikim frekventnim lokacijama nezgode. Osim toga, ovi obrasci su analizirani i upoređeni sa karakteristikama čestih nezgoda na niskim frekventnim lokacijama nezgode. Dobra strana ovog problema leži u identifikaciji relevantnih varijabli koje čine snažan doprinos boljem razumevanju okolnosti nezgode i više diskriminišu (izostavljaju) profil okolnosti nezgoda na crnim tačkama i crnim zonama. U principu, faktori rizika koji se odnose na saobraćaj i karakteristika dela puta su utvrđeni da su od suštinskog značaja u analizi težine povreda. Faktori rizika kao što su dinamika nezgode, brzina, korišćenje sigurnosnih pojaseva i starost putnika su utvrđeni kao najvažniji u objašnjavanju težine nezgode.

Na osnovu (Kukić et al., 2013) ne postoje dileme među naučnicima i stručnjacima o tome da li je bitno i potrebno analizirati saobraćajni rizik od povrede. Analiza saobraćajnog rizika od povreda je veoma efikasan način filtriranja najopasnijih delova, puteva ili određenih teritorija. U ranijim analizama bezbednosti na putu u Srbiji, vrednost i tip specifičnog rizika prema veličini posmatarnog područja (država, region, okrug, opština), dužina segmenta ili važnost putne kategorije, nisu eksplicitno određeni. Razlike u vrednostima analiziranih parametara mogu biti izraženi u takvom obimu da dobijene vrednosti razlika, između nekih jedinica koje su posmatrane, predstavljaju opseg podeljen na rizične grupe. Ove razlike su primarno rezultat težine povreda i tipova nezgoda korišćenih za izračunavanje individualnih rizičnih kategorija.

Vrednost identifikovanja raspodele rizika na glavnim međugradskim mrežama puteva, kao i otkrivanja puteva koji su se značajno poboljšali i puteva na kojima i dalje postoje problemi na polju bezbednosti, sada je već dobro poznata, zahvaljujući redovnom (godišnjem) objavljivanju rezultata EuroRAP (EuroRAP, 2007), u mnogim zemljama.

EuroRAP analize su komplementarne sa tekućim programima poboljšanja i ocenjivanja, tako da se uloga EuroRAP podataka i način na koji se informacije mogu koristiti za objavljivanje rizika i definisanje prioriteta za akcije razlikuju između zemalja. Mapiranje rizika

omogućava ne samo identifikovanje pravaca sa većim rizikom, već i praćenje performansi tokom vremena, kao i detaljnu istragu trendova saobraćajnih nezgoda na različitim putevima, i sve to na bazi istorijskih podataka o saobraćajnim nezgodama. Proučavanje drumskog saobraćaja obično smatra vožnju kao uzajamni odnos između vozača, vozila i odseka puta, tako da se faktori koji doprinose nezgodama mogu dodeliti čoveku, vozilu ili putu (Sadeghi et al., 2013). Vozač kontroliše vozilo primanjem informacija od vozila i puta. Vozilo prima kontrolu od strane vozača i informacije sa puta. Put šalje informacije vozaču i vozilu.

2.3. Vrste (tipovi) saobraćajnih nezgoda

Ne postoji opšte prihvaćena podela saobraćajnih nezgoda što se može videti kod većeg broja istraživača. Na osnovu (Inić i Jovanović, 2009), svaka zemlja u svojim statistikama, ili autori u svojim radovima dele nezgode prema svojim potrebama i shvatanjima. Pošto vrsta (tip) nezgoda visoko korelira sa vrstom puta i prirodom aktivnosti korisnika puta, saobraćajne nezgode svrstamo prema njihovim karakteristikama u sledeće osnovne vrste (tipove) :

- Nezgode u kojima učestvuje više vozila na putu;
- Nezgode u kojim učestvuje jedno vozilo (bez sudara - sukoba vozila) na putu;
- Sletanje vozila sa puta;
- Ostale nezgode.

Događaji koji određuju karakteristiku nezgoda i pokazuju u koju će vrstu biti svrstana nisu strogo uzeti, kao ni uzroci zbog kojih je saobraćajna nezgoda nastala. Takođe treba praviti razliku između greške (kao manifestacije uzroka) i vrste (tipa) nezgode. Pravilno klasiranje nezgoda značajno je i zbog toga da se ne bi desilo da se iste nezgode koje se dogode na različitim mestima svrstaju u različite tipove.

Ako postoji više događaja (obeležja) klasifikacija nezgoda treba da zavisi od prvog događaja. Na primer, ako vozilo udari u drugo vozilo na putu pa posle toga sleti sa puta klasifikuje se kao sudar (sukob) vozila, a ne kao sletanje sa puta. Isto tako, ukoliko vozilo kod razdvojenih kolovoza sleti sa svog i pređe na kolovoz za suprotan smer, klasifikaciju treba izvršiti prema prvom događaju (sletanje sa kolovoza, a ne sudar vozila iz suprotnih smerova).

Kod analize vrsta saobraćajnih nezgoda može se postaviti pitanje: da li su neke vrste nezgoda opasnije od drugih i u kojoj meri? Kao odgovor na ovo pitanje mogu se dati podaci o saobraćajnim nezgodama i njihovim posledicama koji stvaraju jasnu predstavu o nezgodama kao vrlo opasnim pojavama, tj. opasnost koju nosi neka vrsta nezgode može se izraziti učešćem nezgoda sa nastradalim licima u broju nezgoda posmatrane vrste.

Pored pomenute podele na tipove (vrste) saobraćajnih nezgoda, često se koristi uža podela saobraćajnih nezgoda prema posledicama i to:

- Saobraćajne nezgode sa poginulima,
- Saobraćajne nezgode sa povređenima,
- Saobraćajne nezgode sa materijalnom štetom.

Kao i šira podela saobraćajnih nezgoda prema posledicama na:

- Saobraćajne nezgode sa poginulima,
- Saobraćajne nezgode sa lakše povređenima,
- Saobraćajne nezgode sa teže povređenima,
- Saobraćajne nezgode sa većom materijalnom štetom,
- Saobraćajne nezgode sa manjom materijalnom štetom.

2.4. Kvantitativna analiza saobraćajnih nezgoda

Kao najjednostavnija, kvantitativna analiza uključuje samo brožane pokazatelje. Ona daje mogućnost procenjivanja:

- trenda saobraćajnih nezgoda,
- pojava oblika (grešaka) saobraćajnih nezgoda,
- prostorne i vremenske distribucije saobraćajnih nezgoda,
- težine posledica saobraćajnih nezgoda,
- stepena ugroženosti u saobraćaju.

Trend saobraćajnih nezgoda podrazumeva ponašanje krive koja opisuje kretanje veličine broja saobraćajnih nezgoda kroz vreme odnosno po godinama. Praćenjem trenda moguće je predvideti broj saobraćajnih nezgoda u određenom budućem periodu, ukoliko se ne uvedu mere za njihovu prevenciju. U zavisnosti od nivoa posmatranja, može se dobiti trend ukupnog broja saobraćajnih nezgoda, saobraćajnih nezgoda sa poginulima, saobraćajnih nezgoda sa lakše ili teže povređenima, kao i saobraćajnih nezgoda samo sa materijalnom štetom. Primena računarske tehnike u velikoj meri olakšava ovakvu kvantitativnu analizu.

Pri ocenjivanju trendova u nezgodama, (Orsi et al., 2012) zaključuje se da je njihova politika u cilju smanjenja broja saobraćajnih nezgoda na ovim opasnim lokacijama ili crnim tačkama do sada bila uspešna. Međutim, ovi trendovi ukazuju na to da nezgode imaju tendenciju javljanja na manje koncentrisanim prostorima, koji će se u budućnosti ograničiti na efikasnost sličnih infrastrukturnih mera bezbednosti. Sledeći elemenat koji se često otkriva u studiji vremenskih serija nezgoda na lokacijama je trend u razvoju nezgoda tokom određenog vremenskog perioda. Postoje mnogi faktori koji utiču na opšte povećanje ili smanjenje tačaka nezgoda.

Na primer, u saobraćaju se menja izbor i način odnosa u učestvovanju. Pre i posle studije treba da objasne ovaj efekat trendova koji se inače pripisuje tretmanu.

Pojavni oblici (greške) saobraćajnih nezgoda izučavaju se fenomenologijom, naukom o manifestacijama saobraćajnih nezgoda. U okviru nje izučavaju se spoljni pojava oblici nezgoda, njihova dinamika i struktura, strukturalne promene, nomenklatura, klasifikacija, itd.

Prostorna distribucija saobraćajnih nezgoda i njihovih posledica predstavlja raspored saobraćajnih nezgoda u prostoru (izabranog područja), koja se utvrđuje na osnovu statistike i na koju utiče čitav niz faktora kao što su saobraćajno opterećenje, kvalitet putne mreže, raspored naseljenih mesta, regulisanje saobraćaja itd. Posledica neravnomerne prostorne distribucije saobraćajnih nezgoda je pojava opasnih mesta ili "crnih tačaka", odnosno lokacija na kojima dolazi do povećanog broja nezgoda u odnosu na njihov prosečan broj na svim drugim mestima putne mreže iste dužine i kategorije. U literaturi (Flahaut et al., 2003), posmatra se identifikacija crnih deonica, kao što proizilazi iz svesti o očiglednoj prostornoj interakciji koja postoji između susednih lokacija nezgoda. Postojanje crnih deonica otkriva koncentracije nezgoda i samim tim može predložiti prostornu zavisnost između pojedinih pojava. Prostorne koncentracije mogu biti posledica jednog ili više zajedničkih uzroka. Najprikladniji nivo prostorne agregacije (nagomilavanja) saobraćajnih nezgoda je deo puta, ali u većini studija njena dužina nije opravdana i kontrolisana.

Ne postoji jasan pokazatelj onoga šta je najbolja dužina opasnog segmenta ili deonice puta, niti da li se može optimalna dužina definisati. (Deacon et al., 1975) pravi razliku između kratkih i velikih segmenata autoputeva, odnosno naziva mesta i sekcije. Dužine su izabrane da bi se ograničila heterogenost u okviru svakog segmenta puta, ali autori preporučuju konstantne dužine, jer će interpretacija podataka o nezgodama biti komplikovana za različite dužine puta. (Okamoto and Koshi, 1989) predlažu sedam načina definisanja segmenta puta, gde su neki zasnovani na fiksnim dužinama, a neki na različitim dužinama. (Stern and Zehavi, 1990) dele put na jednokilometerske deonice, bez posebnog opravdanja za te dužine. (Elvik, 1988) predlaže definisanje opasnih deonica puta za uvek iste dužine, pomeranjem kliznog prozora (klizača) određene dužine duž puta. Međutim pojedina istraživanja pokazuju da ova metoda nije zadovoljavajuća.

(Flahaut et al., 2003) koncept crne zone koristi za rešavanje problema dužine, kao i lokacije deonica, uzimajući u obzir susednu strukturu pojedinih prostornih celina. Ovde imamo pojam plave zone koja je definisana kao skup susednih prostornih jedinica uzetih zajedno, koju karakteriše veliki broj nezgoda. Nije bilo pokušaja da se sazna koji faktori objašnjavaju nezgode, ili koje protivmere treba preduzeti da se smanji njihov broj. Istraživanje se fokusira na istraživačke prostorne podatke za analizu problema (definiše položaj i dužinu crnih zona).

(Soysal et al., 2012) pokazuju korisnost geografskog informacionog sistemskog (GIS) softvera i obrazac tehnika za definisanje saobraćajnih nezgoda za tačke ili mesta crnih zona unutar urbanih aglomeracija (naselja). Definisanje lokacija saobraćajnih nezgoda je zasnovano na dinamičkoj segmentaciji, adrese „Geopodinga“ i identifikaciji raskrsnica. Jednodimenzionalna (linija) i dvodimenzionalno (područje) tehnika grupisanja se upoređuju. Linearna tehnika prostornog grupisanja čini se da više odgovara kada saobraćajni tokovi budu jasno definisani u određenim pravcima. Za guste mreže puteva sa difuznim saobraćajem, dvodimenzionalne tehnike omogućavaju da se identifikuje područje podložno nezgodama. Korišćenje ovih tehnika omogućava predloge uzročne zavisnosti, što je ilustrovano kroz analizu prostornih smena koncentracije nezgoda uvođenjem smirujućih mera u Belgijskom gradu (Mehelen).

Efekat migracije nezgoda je pojava kada frekvencija nezgoda očigledno raste na mestima koja se ne tretiraju kao opasne tačke, ali pored tretiranih lokacija. Postoji mišljenje da efekat migracije nastaje zbog mehanizma zasnovanog na ideji prilagođavanja putu učesnika u saobraćaju. Međutim, na osnovu (Elvik, 1997), postojanje efekta migracije nije verifikovano, mada pojedine studije ukazuju da očigledne posledice migracija mogu u velikoj meri biti objašnjene regresijom uzrokovane pristrasnom selekcijom. Drugim rečima, lokacije nisu usmerene kao žarišta zbog neuobičajeno niskog (ispod očekivanog broja nezgoda, na lokacijama sa sličnim osobinama) broja nezgoda. Pored toga, nepravilno kodiranje lokacija nezgoda, kao i promene u toku saobraćaja zbog tretmana susednih lokacija mogu biti faktori koji tome doprinose.

Na osnovu navedenog, sposobnost da se utvrdi gde je došlo do nezgode je od vitalnog značaja za analizu crnih tačaka. Postoje dva pitanja u vezi sa ovim: ispravno identifikovanje lokacije nezgoda, i dosledno snimanje lokacije nezgoda u bazi podataka, tako da podaci o nezgodama budu lako dostupni.

Vremenska distribucija saobraćajnih nezgoda i njihovih posledica se primenjuje u cilju uočavanja variranja broja nezgoda kroz vreme, i to po periodima od više uzastopnih godina, po jednoj odabranoj godini, po godišnjim dobima, po mesecima, danima u nedelji i časovima u toku dana. Privredne aktivnosti, turistička sezona, poljoprivredni radovi, način života, geografski i klimatski uslovi, dnevna rutinska kretanja i sve ostalo što uslovljava saobraćajne aktivnosti utiče na vremensku distribuciju saobraćajnih nezgoda.

2.5. Kvalitativna analiza saobraćajnih nezgoda

Cilj kvalitativne analize saobraćajnih nezgoda je prvenstveno da ukažu na uzročne faktore koji se kasnije mogu dovesti u vezu sa veličinom stepena motorizacije, saobraćajnom mrežom, rastom stanovništva, stepenom saobraćajne kulture učesnika, itd. Etiologija kao nauka koja izučava uzroke, uslove i druge faktore zbog kojih nastaju saobraćajne nezgode, koje su rezultat narušavanja zakonitosti ili odnosa u saobraćajnom sistemu koji uključuje učesnike u saobraćaju, subjekte koji se brinu o njegovom odvijanju, vozila, put, klimatske uslove i druge faktore trebalo bi da utvrdi: zašto dolazi do nezgoda kao pojedinačnih i masovnih pojava, koji uzroci utiču na nastajanje ovih pojava, uzročnu povezanost pojava (uzroka i posledica), kako se formira ličnost saobraćajnog delikventa, koji objektivni uslovi dovode do nezgoda ili izazivaju ili omogućavaju ponašanja koja završavaju nezgodom i slično. Pojedini elementi puta takođe mogu u određenoj meri uticati na broj nezgoda.

Analizom evidencija o saobraćajnim nezgodama može se uočiti da su kao uzroci saobraćajnih nezgoda okarakterisani nepropisna brzina, preticanje, nepoštovanje prvenstva prolaza i slično. To predstavlja mešanje okolnosti i uzroka, što ometa utvrđivanje pravih uzroka i stvara pogrešnu predstavu.

Mnogobrojnim istraživanjima utvrđeno je da saobraćajna nezgoda gotovo nikad ne nastaje samo pod dejstvom jednog uzroka, odnosno faktora, već njihovim uzajamnim dejstvom.

2.6. Troškovi saobraćajnih nezgoda

Troškovi saobraćajnih nezgoda predstavljaju ekonomske gubitke izazvane drumskim saobraćajnim nezgodama. Oni se uopšteno sastoje i ogledaju u okviru sledećih troškova: nastadali (poginula lica, teže i lakše povređena lica), gubitak resursa (smanjenje radnih sposobnosti, invaliditet), rehabilitacija (medicinska rehabilitacija), materijalna šteta (troškovi popravke), i dodatni troškovi (administrativni troškovi).

Uzimajući u obzir da je broj saobraćajnih nezgoda u stalnom porastu, a imajući u vidu opis i procenu troškova saobraćajnih nezgoda, mnogi istraživači su se bavili određivanjem troškova saobraćajnih nezgoda (PIARC, 2008; Antić et al., 2011; Vadmamani et al., 2011). Mnogi istraživači su se bavili poređenjem izračunatih troškova sa Bruto nacionalnim proizvodom (BND) po glavi stanovnika (Antić et al., 2011), a pojedini istraživači i posmatranjem specifičnih uticaja na troškove saobraćajnih nezgoda (Ayuso et al., 2010). Iz pomenutog se može zaključiti da se na sprečavanju saobraćajnih nezgoda mora stalno raditi i taj posao se mora stalno unapređivati.

Generalno, postoje tri metode vrednovanja ili procene povreda i gubitka života u saobraćajnim nezgodama (T10, 2000). Te metode procene su:

- Metoda troškova restitucije,
- Metoda pristupa ljudskog kapitala,
- Metoda pristupa spremnosti na plaćanje.

Metod troškova restitucije se bazira na direktnim troškovima generisanih od strane saobraćajnih nezgoda (medicinski troškovi, imovinska šteta, administrativni troškovi, itd).

Metod pristupa ljudskog kapitala se bazira na proceni vrednosti izgubljenog produktivnog kapaciteta lica u budućnosti, usled sobračajne nezgode.

Metod pristupa spremnosti na plaćanje bazira se na sračunavanje troškova nezgode kako bi se procenila vrednost izgubljenog kvaliteta života. Kod ove metode vrednosti umeju da budu više nego ceo ljudski kapital, a time ljudi više obraćaju pažnju na bezbednost što smanjuje ozbiljnost crnih tačaka.

Prednost ovih pristupa je privlačenje što veće pažnje javnog interesa prema nezgodama. U praksi, cena nezgode povreda ili smrti se računa po broju ljudi koji su uključeni u nezgodi. Međutim, zato što je ovaj broj nezavistan od mesta nezgode, koristi se prosečno određena cena tipa nezgode.

Kao dodatak problemu davanja cene nezgodama, redukovanje cene prilikom sprovođenja mera sigurnosti je sporno. Ova nesigurnost se može podeliti na:

- nesigurnost koja uključuje učestalost nezgoda prema portfoliju lečenja;
- nesigurnost koja uključuje smanjenje troškova pružanja pomoći zbog prisutnih pomagala na licu mesta;
- nesigurnost koja uključuje pitanje da li je mesto nezgode uopšte crna tačka.

Druge dve nabrojane nesigurnosti se dotiču mesta nezgode, dok je prva nesigurnost povezana sa merama predostrožnosti. Pretpostavlja se da mesta sa visokim potencijalom za crnu tačku imaju relativno visoki potencijal za smanjenje nezgoda nego mesta sa manjom verovatnoćom. Takođe, mere predostrožnosti koje dotiču specifičan tip nezgode se pretpostavljaju da su relativno češće na mestima na kojima su češće nezgode tog tipa. Da bi se povećala svest tih nesigurnosti vezanih za mere predostrožnosti, neophode su dodatne „pre i posle“ studije (Vistisen, 2002).

2.7. Očekivane greške u identifikaciji opasnih mesta na putevima

Prilikom svakog postupka identifikacije opasnih mesta na putevima neizbežne su greške (Tabela 1.). Greške se mogu javiti i prilikom identifikovanja i rangiranja.

Tabela 1. Mogući ishodi procesa identifikacije

| | Identifikovane kao crne tačke | Ostala mesta (ne crne tačke) |
|--------------------------|---|---|
| Stvarno nije crna tačka | GREŠKA 1 REDA Mesto koje nije crna tačka je identifikovano kao potencijalna crna tačka (pogrešne pozitivne) | Mesto koje nije crna tačka, nije ni identifikovano kao potencijalna crna tačka |
| Stvarno jeste crna tačka | Stvarna crna tačka je identifikovana kao potencijalna crna tačka | GREŠKA 2 REDA Stvarna crna tačka nije identifikovano kao potencijalna crna tačka (pogrešne negativne) |

Dosadašnje analize (Cheng and Washington, 2005), su pokazale da ni trenutno najnapredniji modeli za identifikaciju ne nude sprovođenje postupka bez ikakve greške. Opšte uzevši, važi pravilo, da jednostavniji modeli za identifikaciju daju veći procenat greške od složenijih, odnosno da je najveća prednost najnaprednijih modela upravo u tome što je procenat greške najčešće manji, u odnosu na jednostavne modele.

U slučajevima kada se mesto koje nije crna tačka identifikuje kao potencijalno crna tačka (greška prvog reda ili pogrešna pozitivna), u fazi pojedinačne analize SN-a na tom mestu se greška lako otklanja, ali na račun poslova vršenja analize. Ta mesta će već u sledećem koraku biti odbačena kao mesta koja nisu crna tačka, ali će to uticati na povećanje kadrovskih resursa, odnosno troškova u fazi pojedinačne analize SN-a. S druge strane, u slučajevima kada se mesto koje jeste crna tačka ne identifikuje kao potencijalna crna tačka (greška drugog reda ili pogrešna negativna crna tačka), stvarna crna tačka ostaje sakrivena. Posledica ove greške je umanjenoje efektivnosti alokacije sredstava prilikom tretiranja crnih tačaka, odnosno umanjivanje efektivnosti celog programa.

3. ZAKLJUČAK

Prethodna diskusija pokazuje da postoji širok dijapazon metodologija i metodoloških pristupa koji se koriste u identifikaciji opasnih mesta na putevima, kao i to da postoji stalna metodološka evolucija koja ima za cilj prevazilaženje poznatih nedostataka u analizi i pružanju novih uvida metoda i pristupa.

Diskusija takođe sugeriše da sve metodologije često, i u velikoj meri zavise od dostupnih podataka, pa shodno tačnosti ulaznih podataka imamo i tačnost korišćenih metodologija. Iako su istraživanja iz oblasti identifikacije opasnih mesta napravila velik napredak tokom poslednje dekade godina, ipak postoji još puno toga što i dalje predstavlja značajne metodološke izazove. Detaljna analiza i stalno praćenje prostorne distribucije saobraćajnih nezgoda, odnosno nastradalih lica, omogućava efikasnije planiranje i sprovođenje mera i aktivnosti radi njihovog sprečavanja. Zbog toga je izuzetno važna metodologija identifikacije opasnih mesta na putevima.

Činjenica da metodologija identifikacije opasnih mesta nije usaglašena na globalnom nivou ukazuje na značaj daljeg razvoja i unapređivanja metoda identifikacije opasnih mesta, u cilju što realnijeg utvrđivanja lokacija koje izazivaju pojavu većeg rizika na putevima.

U mnogim zemljama raste trend primene geoinformacionog sistema (GIS) za potrebe analiza saobraćajnih nezgoda od strane javnih agencija koje se bave bezbednošću saobraćaja, jer su uočene velike prednosti informacija dobijenih od sistema zasnovanih na GIS okruženju.

Može se zaključiti da, metodologija identifikacije nije usaglašena na globalnom nivou. Zbog toga je značajno i ubuduće razvijati i unapređivati dosadašnje metodologije, kako bi se što realnije utvrdila mesta, koja izazivaju pojavu većeg rizika na putevima. Konačno, ovim radom se daje veliki naučni i praktični pregled zarad doprinosa u cilju uspostavljanja efikasnog sistema u identifikaciji opasnih mesta na putevima.

Литература

- [1.] Lipovac K., i dr., (2010); „Uputstvo o identifikaciji i upravljanju crnim tačkama“, Deo studije „Metodologija identifikacije i upravljanja opasnim mestima / crnim tačkama na državnim putevima Republike Srbije“, JP „Putevi Srbije“, Beograd.
- [2.] Lipovac K., i dr., (2011); „Uputstvo za identifikaciju, klasifikaciju, sanaciju i upravljanje opasnim mestima na ulicama i putevima u nadležnosti grada Beograda“, Javno preduzeće „Putevi Srbije“, Beograd.
- [3.] Antić B., Vujanović M., Lipovac K., Pešić D., (2011); „Estimation of the traffic accidents costs in Serbia“, *Transport*, Vol. 26, Issue 4, pp. 433-440
- [4.] Elvik R., (2008); Sixth Framework Programme: Sustainable Surface Transport, (Specific targeted research or innovation project), „State-of-the-art approaches to road accident black spot management and safety analysis of road networks“, („RIPCORD-ISEREST“), Transportøkonomisk institutt (Norway), Document ID: RI-TOI-WP&-RI-State_of_teh_Art, Final Report, February 2008.
- [5.] Vadlamani S., Chen E., Ahn S., Washington S., (2011); „Identifying Large Truck Hot Spots Using Crash Counts and PDOEs“, *Journal of Transportation Engineering*, (ASCE / American Society of Civil Engineers), Vol. 137, Issue 1, pp. 11-21
- [6.] Manner H., Wunsch-Ziegler L., (2013); „Analyzing the severity of accidents on the German Autobahn“, *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 57, pp. 40–48
- [7.] Sadeghi A., Ayati E., Neghab M.P., (2013); „Identification and prioritization of hazardous road locations by segmentation and data envelopment analysis approach“, *Promet – Traffic & Transportation*, Vol. 25, Issue 2, pp. 127-136
- [8.] Valent F., Schiava F., Savonitto C., Gallo T., Brusaferrero S., Barbone F., (2002); „Risk factors for fatal road traffic accidents in Udine, Italy“, *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 34, pp. 71-84
- [9.] Antić B., (2007); „Organizacija i funkcionisanje sistema bezbednosti saobraćaja u lokalnoj zajednici - Identifikacija ugroženih lokacija“, Naučno - stručni skup „Uloga lokalne zajednice u bezbednosti saobraćaja“, Saobraćajni fakultet, Beograd.
- [10.] Lipovac K., Pešić D., (2006); „Projekat BERTAAD – Baza podataka o saobraćajnim nezgodama u Beogradu“, VII savetovanje o tehnikama regulisanja saobraćaja – TES 2006, Sombor 2006.
- [11.] Nassar S., Saccomanno F., Shortreed J., (1994); "Road accident analysis: A micro-level approach", *Canadian Journal for Civil Engineers*, Vol. 21, Issue 5, pp. 847-855
- [12.] Blower D., Campbell K., Green P., (1993); "Accident rates for heavy truck-tractors in Michigan", *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 25, Issue 3, pp. 307-321
- [13.] Gimotty P., Chirachavala T., (1982); "Models for the prediction of severe injury", 26th Annual Proceedings, American Association for automotive medicine, Ottawa, Ontario, pp. 63-76
- [14.] Evans L., (1985); "Effectiveness of safety belt in preventing fatalities", Transportation Research Department, General Motors Research Laboratories, Warren, Michigan.
- [15.] Nassar S., (1996); "Integrated Road Accident Risk Model", PhD Thesis, Waterloo, Ontario, Canada.
- [16.] Washington S., Karlaftis M., Mannering F., (2011); "Statistical and Econometric Methods for Transportation Data Analysis", 2nd ed. Chapman and Hall/CRC, Boca Raton, FL.
- [17.] Geurts K., Wets G., Brijs T., Vanhoof K., (2003); "Profiling high frequency accident locations using association rules", In Proceedings of Transportation Research Board (CD-ROM), Washington, USA, pp. 11-16
- [18.] Kukić D., Lipovac K., Pešić D., Vujanović M., (2013); "Selection of a relevant indicator – Road casualty risk based on final outcomes", *Safety Science*, Vol. 51, pp. 165–177
- [19.] Englund A., Gregersen N., Hydén C., Lövsund P., Åberg L., (1998); "Trafiksäkerhet: En kunskapsöversikt", Lund: Studentlitteratur.
- [20.] Inić M., Jovanović D., (2009); „Bezbednost drumskog saobraćaja“, Knjiga, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad.
- [21.] Orsi C., Bertuccio P., Morandi A., Levi F., Bosetti C., Vecchia L.C., (2012); "Trends in motor vehicle crash mortality in Europe, 1980–2007", *Safety Science*, Vol. 50, pp. 1009–1018
- [22.] Flahaut B., Mouchart M., San Martin E., Thomas I., (2003); "The local spatial autocorrelation and the kernel method for identifying black zones: A comparative approach", *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 35, Issue 6, pp. 991-1004
- [23.] Deacon J.A., Zeeger C.V., Deen R.C., (1975); "Identification of hazardous rural highway locations", *Transportation Research record*, Vol. 543, pp. 16-33
- [24.] Okamoto H., Koshi M., (1989); "A method to cope with the random errors of observed accident rates in regression analysis", *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 21, pp. 317-332
- [25.] Stern E., Zehavi Y., (1990); "Road safety and hot weather: a study in applied transport geography", *Transactions of the Institute of British Geographers*, Vol. 15, pp. 102-111
- [26.] Elvik R., (1988); „Some difficulties in defining populations of “entities” for estimating the expected number of accidents“, *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 20, pp. 261-275
- [27.] Soysal Ö.M., Schneider H., Shrestha A., et al., (2012); "Zonal Statistics to Identify Hot-regions of Traffic Accidents", 9th International Conference on Modeling, Simulation and Visualization Methods (MSV'12) in WORLDCOMP'12.
- [28.] Elvik R., (1997); "Evaluations of road accident black spot treatment: a case of the iron law of evaluation studies?", *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 29, Issue 2, pp. 191-199
- [29.] PIARC, World Road Association, (2008); "Road safety manual", Recommendations from the road world association, Chapter 7 (Priority ranking).
- [30.] Ayuso M., Guillén M., Alcañiz M., (2010); "The impact of traffic violations on the estimated cost of traffic accidents with victims", *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 42, Issue 2, pp. 709-717
- [31.] T10, (2000); "Notes for the unit of the Intercollegiate MSc course in transport", University College London, England.
- [32.] Vistisen D., (2002); "Models and methods for hot spot safety work", PhD dissertation. Department for informatics and mathematical models, Technical University of Denmark, Lyngby.
- [33.] Cheng W., Washington S., (2005); "Experimental evaluation of hotspot identification methods", *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 37, pp. 870–881

ПОЗНАВАЊЕ ОСНОВНИХ ЕЛЕМЕНАТА ПУТА И ПОНАШАЊЕ У САОБРАЋАЈУ ДЕЦЕ ИЗ УРБАНЕ И РУРАЛНЕ СРЕДИНЕ

проф. др **Светлана Чичевић**, дипл. психолог
Саобраћајни факултет, Универзитет у Београду, s.cicevic@sf.bg.ac.rs

Александар Трифуновић, дипл. инж. саоб.
Саобраћајни факултет, Универзитет у Београду, a.trifunovic@sf.bg.ac.rs

Прегледни рад

Резиме: Деца око седме године старости, када почињу да се осамостаљују као пешаци, возачи ролера, бицикала, мопеда и санки, без пратње одраслих, представљају једну од најугроженијих категорија учесника у саобраћају. Систематичан рад на њиховом саобраћајном васпитавању, уз учешће родитеља, школе, локалних власти, као и националних кампања усмерених на њихову безбедност, од виталног су значаја за смањење броја саобраћајних незгода у којима су деца актери. С обзиром на то да деца млађа од 12 година недовољно добро процењују удаљеност аутомобила и време које им је потребно да пређу улицу, а уз то су им пажња и периферни вид слабији него код одраслих, и како не могу увек тачно да одреде правац из којег долази звук, потребна им је помоћ одраслих учесника у саобраћају, као и знање о елементарним правилима понашања које ће њихово кретање учинити безбедним и дати им осећај сигурности. Циљ овог рада био је испитивање нивоа знања деце о основним елементима пута. Резултати истраживања сугеришу да деца показују познавање одређених саобраћајних појмова, препознавање саобраћајних симбола, и њиховог значења, као и правилног поступања у различитим саобраћајним ситуацијама. Такође постоје разлике у нивоима знања деце из урбане и руралне средине.

Кључне речи: Деца у саобраћају, Безбедност саобраћаја, Познавање саобраћајних појмова, Познавање елемената пута, Урбана и рурална средина.

KNOWLEDGE OF THE BASIC ELEMENTS OF THE ROAD AND TRAFFIC BEHAVIOR OF CHILDREN FROM URBAN AND RURAL AREAS

Svetlana Čičević, Ph. D. Psychologist
Faculty of Traffic and Transport Engineering, University of Belgrade,

Aleksandar Trifunović, B. Sc. T. E.
Faculty of Traffic and Transport Engineering, University of Belgrade,

Review paper

Abstract: Children around 7 years of age, when they start to become independent participants in traffic, not being accompanied by an adult, are one of the most vulnerable categories of road users. Systematic work on their education, with the

participation of parents, schools, local authorities and national campaigns focused on their safety, is essential in reducing the number of accidents in which children are engaged. Given the fact that children younger than 12 years don't have the same ability to judge distances, speed, and noise direction of traffic and vehicles as teens and adults can, it's crucial to ensure that children receive a good knowledge and understanding of road traffic, i.e., of basic street safety (traffic lights, road signs, road markings, etc.) starting walking around the local and city streets when they become less supervised. The aim of this study was to investigate the level of knowledge of children upon the basic elements of the road environment and rules. The results suggest that children show knowledge of certain traffic elements, recognition of traffic symbols and their meanings, as well as the skills of how to cope with various traffic situations. There are also significant differences in knowledge levels of children from urban and rural areas.

Key words: Children as pedestrians, Traffic safety, Knowledge and understanding of road traffic Knowledge of traffic elements, Urban and rural areas

1. УВОД

Саобраћај пред све учеснике, а посебно децу, поставља сложене и високе захтеве. Недовољна зрелост деце и скромно животно и саобраћајно искуство, са једне, на супрот изложености и склоности ризицима и изазовима, са друге стране, доводе до тога да деца представљају једну од најугроженијих категорија учесника у саобраћају. С обзиром да је учествовање у саобраћају једно од најзначајнијих и најкомпликованијих искустава у животу сваког детета, деци није лако да се прилагоде сложеним условима кретања какве саобраћај намеће. Стога, одбрамбени друштвени механизам мора бити конципиран тако да у кратком временском периоду адекватно реагује на она понашања у саобраћају које су у том тренутку најопаснија и које доводе до повећаног страдања деце [1].

У саобраћају постоји несклад између стварања ризика и изложености ризику појединих категорија учесника у саобраћају, међу којима посебно деце предшколског узраста. Имајући то у виду, као и да ће деца тог узраста веома брзо постати возачи и доносиоци одлука о безбедности саобраћаја, друштво посебну пажњу и мере треба да усмери према овој категорији учесника у саобраћају [2].

Деца у предшколском узрасту активно започињу учешће у саобраћају, најпре као пешаци, а затим као путници у моторном возилу и бициклисти. Иако деца предшколског узраста у саобраћају учествују уз пратњу одрасле особе, често су изложена разматрању различитих алтернатива, предвиђању последица и доношењу одлука које су, једино у саобраћајним ситуацијама, потпуно равноправне са одлукама одраслих особа. Свакодневно учешће у саобраћају захтева од детета да се упозна са различитим саобраћајним симболима и ситуацијама, али деца предшколског узраста немају потпуно развијене психо-моторне способности, као ни довољно знања које је неопходно за безбедно учешће у саобраћају.

Незгоде се догађају готово увек у насељеним местима, а најмлађи учесници у саобраћају најчешће страдају као путници у возилу, пешаци и као возачи скутера и бицикала. Најновија истраживања показују да када је реч о броју погинулих на милион деце, деца у Србији су око 2,5 пута угроњенија у саобраћају него њихови вршњаци у Шведској, односно два пута угроњенији од просека 14 земаља ЕУ. Статистички подаци показују да од укупног броја настрадалих, процентуално највише страдају деца мушког пола, као пешаци у саобраћају (55 %) [3].

Саобраћајне незгоде и угроњеност у саобраћају су глобални проблем човечанства, проблем свих региона, држава и локалних заједница. Према истраживању које је обухватило 57 земаља, саобраћајне незгоде су најчешћи узрок (26 – 77%) смртних случајева услед ненамерних повреда [3]. На основу студије спроведене на територији Србије, утврђено је да у незгодама највише гину млади и сиромашни учесници у саобраћају [4]. Највећи број незгода (преко 90%), повређених (преко 80%) и погинулих (преко 70%) догађа се у насељима [4]. Из тих разлога, водећи светски политичари и доносиоци одлука су кренули у борбу за унапређење нивоа безбедности саобраћаја на путевима, што је резултовало усвајањем резолуције 64/255 Уједињених нација и проглашавањем периода од 2011. до 2020. године „Деценијом безбедности саобраћаја.

У Србији деца чине 10% свих настрадалих учесника у саобраћајним незгодама. Сваке године на нашим путевима настрада 1.700 најмлађих учесника у саобраћају, а до 2009. године, у саобраћају је годишње смртно страдало више од 30 деце, што представља озбиљан здравствени проблем [5]. Вредности јавног ризика страдања деце до 14 година у саобраћају су у Крагујевцу и Рачи веома високе (89,8 и 80,7, респективно) што је између осталог, био разлог да се истраживање реализује управо на овом подручју [6].

2. МЕТОДОЛОГИЈА РАДА

Ово истраживање је спроведено у две предшколске установе, са циљем да се обухвате деца која похађају предшколску установу у руралној, односно урбаној средини. Постављене су почетне хипотезе да постоји разлика у познавању основних елемената пута и саобраћајних правила, као и у зрелости деце између две наведене средине.

Као репрезент урбане средине изабран је Крагујевац, док је истраживање у руралној средини спроведено на територији села Ђурђево (општина Рача). За испитивање познавања елемената пута и саобраћајних правила, деце млађег предшколског узраста (старости од 4,5 до 6 година), коришћена је power point презентација. Такође су коришћени и видео записи са различитим ситуацијама у саобраћају, који су приказивани деци на рачунару. Тест о познавању саобраћајних правила, састојао се из два дела. Први део се односио на распознавање саобраћајних површина (коловоз, тротоар, бициклистичка стаза) и њихове намене за различите категорије учесника у саобраћају. На слајдовима су приказани видео записи безбедног кретања по саобраћајним површинама на пример, где и како безбедно прећи улицу) које су деца требало да препознају и усвоје. Други део је намењен препознавању елемената саобраћајне сигнализације, семафора и саобраћајних знакова. Деца је требало да препознају семафор за пешаке, и одговоре како се правилно поступа у случају када је на семафору за пешаке укључено црвено, односно зелено светло. Тестирање, на обе територије, је вршено у преподневном периоду и средином радне седмице, тако да време и дан вршења експеримента нису утицали на добијени резултат. Резултати су бележени непосредно на терену, евидентирањем одговора на рачунару, као и снимањем разговора између испитаника и испитивача. Снимање разговора између испитивача и детета омогућило је детаљну анализу одговора, као и мерење времена које протекне од постављеног питања од стране испитивача, до добијања одговора од стране детета [7].

Подаци су анализирани у статистичком софтверском пакету IBM SPSS Statistics v. 18, и при томе су коришћене стандардне методе дескриптивне и аналитичке статистике. За процену значајности разлике коришћени су Pearson-ов χ^2 тест и Т-тест. Постављена је нулта хипотеза (H_0) која гласи: Не постоји статистички значајна разлика између група и радна хипотеза (H_a) која гласи: постоји статистички значајна разлика између група. Праг статистичке значајности (α) постављен је на 5%. Стога, уколико је $p \leq 0,05$, одбацује се H_0 и прихвата H_a . Уколико је $p > 0,05$ прихвата се H_0 .

3. ПРИКАЗ РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА И ДИСКУСИЈА

У првом питању, деца су имала задатак да препознају тротоар тј. површину намењену за кретање пешака која је приказана плавом стрелицом (Слика 1.). Сва деца из урбане средине су одговорила тачно и за временски период краћи од деце из руралне средине (град 2,5с; село 6с за тачне одговоре и 3,5с за нетачне одговоре)(Табела 1.).

Табела 1. Приказ одговора на питање 1. за обе средине

| | Рурална средина | | Урбана средина | |
|--------------|-----------------|---------|----------------|---------|
| | Тачно | Нетачно | Тачно | Нетачно |
| Одговори (%) | 58 | 42 | 100 | 0 |
| Време (сек.) | 6 | 3,5 | 2,5 | / |

Слична ситуација је и код другог питања, када су деца имала задатак да препознају део површине којом се крећу аутомобили (Слика 2.). Сва деца из урбане средине тачно су одговорила на постављено питање, док је 57% деце из руралног подручја одговорило тачно (Табела 2.).

Табела 2. Приказ одговора на питање 2. за обе средине

| | Рурална средина | | Урбана средина | |
|--------------|-----------------|---------|----------------|---------|
| | Тачно | Нетачно | Тачно | Нетачно |
| Одговори (%) | 57 | 43 | 100 | 0 |
| Време (сек.) | 2 | 9 | 3 | / |

Код трећег питања деца су имала задатак да препознају део површине којом се крећу бициклисти (Слика 3.). Стазу за бицикliste су препознала сва деца из обе средине (Табела 3.).

Табела 3. Приказ одговора на питање 3. за обе средине

| | Рурална средина | | Урбана средина | |
|--------------|-----------------|---------|----------------|---------|
| | Тачно | Нетачно | Тачно | Нетачно |
| Одговори (%) | 100 | 0 | 100 | 0 |
| Време (сек.) | 5,5 | / | 4,7 | / |

Најкраће време за одговор је деци требало када су имала задатак да препознају семафор (Слика 4.) (село 2,33с; град 1,62с), а сва деца из обе средине су дала тачан одговор (Табела 4.).

Табела 4. Приказ одговора на питање 4. за обе средине

| | Рурална средина | | Урбана средина | |
|--------------|-----------------|---------|----------------|---------|
| | Тачно | Нетачно | Тачно | Нетачно |
| Одговори (%) | 100 | 0 | 100 | 0 |
| Време (сек.) | 2,33 | / | 1,62 | / |



Слика 1. Саоб. ситуација приказана деци уз питање 1.



Слика 2. Саоб. ситуација приказана деци уз питање 2.



Слика 3. Саоб. ситуација приказана деци уз питање 3.



Слика 4. Саоб. ситуација приказана деци уз питање 4.



Слика 5. Саоб. ситуација приказана деци уз питање 6.



Слика 6. Саоб. ситуација приказана деци уз питање 7.



Слика 7. Саоб. ситуација приказана деци уз питање 8.



Слика 8. Саоб. ситуација приказана деци уз питање 10.

Веома значајна чињеница за безбедно учествовање у саобраћају, је да су сва деца, из обе средине, знала како се треба понашати када је на семафору укључено зелено, односно црвено светло (Табела 5.).

Табела 5. Приказ одговора на питање 5. за обе средине

| | Рурална средина | | Урбана средина | |
|-----------------------|-----------------|---------|----------------|---------|
| | Тачно | Нетачно | Тачно | Нетачно |
| Зелено светло (Време) | 4 | / | 2,3 | / |
| Црвено светло (Време) | 3,9 | / | 2,2 | / |

Најдуже време за одговор потребно је деци са села при препознавању обележеног пешачког прелаза(Слика 5.) Време потребно за давање тачних одговора износило је 14,6с а 9,5с за нетачне одговоре. Деца из урбане средине су много брже одговарала на ово питање (Таб. 6.).

Табела 6. Приказ одговора на питање 6. за обе средине

| | Рурална средина | | Урбана средина | |
|--------------|-----------------|---------|----------------|---------|
| | Тачно | Нетачно | Тачно | Нетачно |
| Одговори (%) | 72 | 28 | 100 | 0 |
| Време (сек.) | 14,6 | 9,5 | 3,5 | / |

Најслабије резултате су деца показала на седмом питању (град 62%, а село 57% тачних одговора)(Табела 7.), када им је задатак био да покажу слику на којој пешаци правилно прелазе улицу (Слика 6.).

Табела 7. Приказ одговора на питање 7. за обе средине

| | Рурална средина | | Урбана средина | |
|--------------|-----------------|---------|----------------|---------|
| | Тачно | Нетачно | Тачно | Нетачно |
| Одговори (%) | 57 | 43 | 62 | 38 |
| Време (сек.) | 5 | 3 | 7,8 | 3,6 |

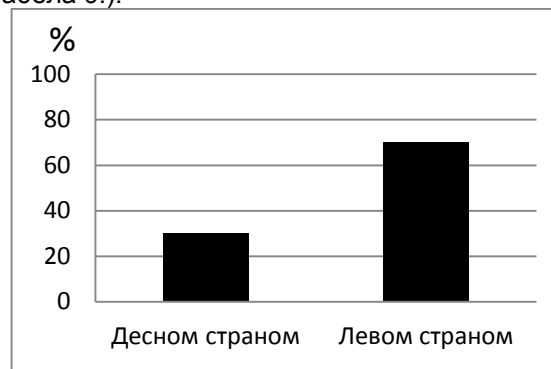
Деца су у осмом питању имала задатак да покажу слику на којој путници правилно седе на задњој клупи у аутомобилу (Слика 7.). Сва деца су тачно одговорила, с тим што је мање времена било потребно за одговоре деци из градске средине (град 2с, село 3с) (Табела 8.).

Табела 8. Приказ одговора на питање 8. за обе средине

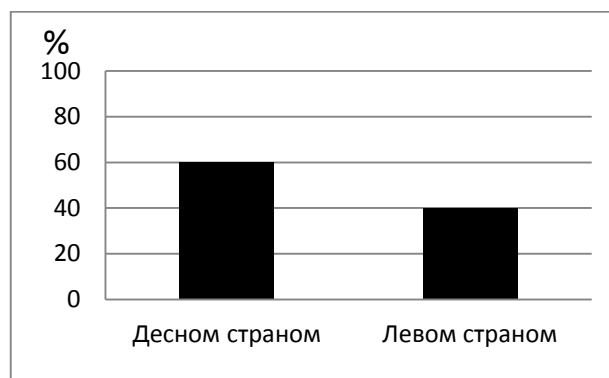
| | Рурална средина | | Урбана средина | |
|--------------|-----------------|---------|----------------|---------|
| | Тачно | Нетачно | Тачно | Нетачно |
| Одговори (%) | 100 | / | 100 | / |
| Време (сек.) | 3 | / | 2 | / |

У деветом питању деци је вербалним путем постављено питање којом страном улице је правилно кретати се када није изграђен тротоар. 70% деце је одговорило тачно, односно левом страном улице (Слика 9.).

Последње питање је постављено по завршетку видео снимка, на коме је приказан пешак који се креће путем без тротоара, уз ивицу леве стране коловоза, а дете је имало задатак да се изјасни да ли се пешак правилно или неправилно креће (Слика 8.). За разлику од претходног питања, само 39% деце је одговорило тачно, што показује да деца принципијелно знају да се треба кретати левом страном, али не знају која је лева страна (Табела 9.).



Слика 9. Процентуални приказ одговора на питање 9. (обе средине)



Слика 10. Процентуални приказ одговора на питање 10. (обе средине)

Статистички значајни резултати Pearson-овог χ^2 теста су приказани у Табели 9. На основу резултата може се закључити да постоје значајне разлике између испитаника за питања која се односе на саобраћајне површине (стаза за пешаке и бициклисте и пешачки прелаз). Наведени резултати могу бити последица свакодневног (не)сусретања са наведеним површима током одласка/доласка из школе, шетње и свакодневних активности ван куће.

Табела 9. Приказ резултата Pearson-овог χ^2 теста

| | Стаза за пешаке | Стаза за бициклисте | Пешачки прелаз |
|-------------|-----------------|---------------------|----------------|
| Chi-square | 11,267 | 5,400 | 11,267 |
| df | 1 | 1 | 1 |
| Asymp. Sig. | ,001 | ,020 | ,001 |

Да постоји значајна разлика у познавању наведених саобраћајних појмова између деце из руралне и урбане средине (разлика између аритметичких средина укупног броја тачних одговора) показују и резултати Т-теста приказани у Табели 10.

Табела 10. Приказ резултата Т-теста са дескриптивном статистиком

| | Урбана | Рурална |
|-------------|-----------|----------------|
| <i>Mean</i> | 7.20 | 5.80 |
| <i>SD</i> | 1.75 | 1.55 |
| <i>SEM</i> | 0.55 | 0.49 |
| <i>N</i> | 10 | 10 |
| <i>t</i> | <i>df</i> | standard error |
| 4.1184 | 9 | 0,340 |

Деца показују веома добро основно знање о саобраћају, које представља предуслов за безбедно учествовање у реалним саобраћајним ситуацијама. Непосредним разговором са децом предшколског узраста и васпитачима може се приметити да већина деце зна којом страном улице се треба кретати када није изграђен тротоар за пешаке. Чињеница да одређен број деце не зна са сигурношћу која је лева, односно десна страна [6], а имају став да је безбедно кретање на путу без изграђеног тротоара, лева ивица коловоза, указује да постоји несклад између теоријског и практичног знања деце који је функција психомоторне зрелости. С обзиром на то требало би испитати стање у реалној ситуацији, односно понашање деце у стварним саобраћајним ситуацијама, што би требало да представља даље правце истраживања у овој области.

4. ЗАКЉУЧАК

На основу приказа и дискусије резултата спроведеног истраживања, може се закључити да деца предшколског узраста имају основна знања о елементима пута и правилима безбедног понашања у саобраћају, али та знања треба перманентно обнављати и развијати. Време потребно за одговор на конкретно питање прилично варира у зависности од врсте питања, као и од средине у којој деца похађају предшколску установу. С обзиром на то да је најкраће време одговора добијено на питање у коме је потребно препознати семафор и значење црвеног, односно зеленог светлосног сигнала, може се закључити да су светлосни сигнали тј. светлећи објекти привлачни деци предшколског узраста, па се даљи правци истраживања могу усмерити ка примени ИТС технологије, као техничкој мери у безбедном „вођењу“ деце у саобраћају.

Евидентно је да деца брже препознају оне објекте са којима се свакодневно сусрећу у реалним ситуацијама, а резултати истраживања су такође указали да постоји несклад између теоријског и практичног знања (безбедно кретање ивицом коловоза). Ова чињеница показује да постоје позитивни ефекти едукације о саобраћајним правилима која је спроведена у предшколским установама, са једне стране, и неопходности да се познавање одређених релација, које је условљено развојном зрелосћу, на неки начин потврди у реалним условима.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Липовац, К., Јованов, Д. и Нешић, М. (2009). Унапређење безбедности деце у саобраћају – елаборат саобраћајног образовања и васпитања за основну школу, Семинар II Семинар "Улога локалне заједнице у безбедности саобраћаја" Саобраћајни факултет, Београд.
- [2] Липовац, К., Вујанић, М., Јовановић Д. (2007). Значај и могућности локалне самоуправе у безбедности саобраћаја. Семинар "УЛОГА ЛОКАЛНЕ ЗАЈЕДНИЦЕ У БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА" Саобраћајни факултет, Београд.
- [3] Ahmed, N. and R. Andersson, (2002). Differences in case-specific patterns of unintentional injury mortality among 15-44 year olds in income-based country groups, *Accident Analysis and Prevention*, New York, Vol. 34, No 4, pp 541 – 551.
- [4] Липовац, К., Јовановић, Д. и Башић, С. (2007). Угроженост Деце и Старих у Саобраћају, Зборник радова, Семинар „Улога локалне заједнице у безбедности саобраћаја“. Београд, 73-82.
- [5] Кукић, Д. и Петровић Д. (2010). Концепт унапређења саобраћајног образовања деце узраста од 10 до 14 година, Зборник радова, Семинар „Улога локалне заједнице у безбедности саобраћаја“. Ковачица, 161-169.
- [6] Чичевић, С., Трифуновић, А. (2013). „невербални тестови у предвиђању зрелости деце млађег предшколског узраста за учествовање у саобраћају“, 8. Међународна Конференција „Безбедност саобраћаја у локалној заједници“ Србија, Ваљево.
- [7] Чичевић, С., Пешић, Д., Антић, Б., Трифуновић, А. (2013). Знање деце предшколског узраста о основним саобраћајним појмовима, Зборник радова, II стручни семинар са међународним учећем, Безбедност саобраћаја у локалној заједници, pp. 165-171, Бања Лука.



Јубилеј - шездесет година часописа
Пут и саобраћај

УТИЦАЈ ПРОСТОРНОГ РАЗМЕШТАЈА ПРИВРЕДНИХ СУБЈЕКТА НА СТЕПЕН ПОВЕЋАЊА САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА СА ПЕШАЦИМА НА ПОДРУЧЈУ ГРАДА

Горан Шмитран, дипл. економиста

Министарство унутрашњих послова Републике Српске, Бања Лука,
goran.smitran@mup.vladars.net

Драгана Поповић, мастер-просторни планер

Институт за грађевинарство „ИГ“ д.о.о. Бања Лука,
draganapavlovic78@hotmail.com

Александра Јаснић, дипл.инж.саобраћај

Институт за грађевинарство „ИГ“ д.о.о. Бања Лука,
aleksandra.jasnic@yahoo.com

Стручни рад

Резиме: Размештај привредних субјеката у простору, у великој мери условљава и саобраћајне токове. Кретање саобраћајних токова у простору, са собом повлачи и негативне последице, као што су саобраћајне незгоде било да се ради о пешацима или другим учесницима у саобраћају. Током 2012. и 2013. године број настрадалих пешака на саобраћајницама Републике Српске је опао у односу на 2011. годину. У исто време је на подручју града Бања Лука, приметан пораст саобраћајних незгода у којима су учествовали пешаци. У складу са потребама истраживања овог рада, извршена је и компаративна анализа критичних локација, на којима је евидентиран највећи број саобраћајних незгода у којима су страдали пешаци и просторног размештаја привредних субјеката. Радом је описана и временска расподела саобраћајних незгода, где резултати показују да просторни размештај привредних субјеката утиче на повећану концентрацију пешака, и то у одговарајућим временским часовима и данима.

Кључне речи: привредне зоне, саобраћајне незгоде, пешаци, просторна анализа и мере.

IMPACT OF SPATIAL DISTRIBUTION OF ECONOMIC ENTITIES ON THE RATE OF INCREASE OF TRAFFIC ACCIDENTS WITH PEDESTRIANS IN THE CITY

Goran Šmitran, BSc. economist

Ministry of Internal Affairs of the Republic of Srpska, Banja Luka,
goran.smitran@mup.vladars.net

Dragan Popovic, master urban planner

Civil Engineering Institute "IG" Ltd. Banja Luka,
draganapavlovic78@hotmail.com

Alexander Jasnić, BSc. Traffic engineer

Civil Engineering Institute "IG" Ltd. Banja Luka,
aleksandra.jasnic@yahoo.com

Abstract: Spatial distribution of business entities characterizes the traffic flows in great extent. The movement of traffic flows, beside positive side, entails negative consequences, such as a traffic accidents whether it is a pedestrian or other traffic participants. During the Year 2012 and 2013 number of pedestrians involved in road crashes on the roads of the Republic of Srpska decreased compared to 2011. At the same time, in the city of Banja Luka, the increase in traffic accidents in which pedestrians were involved is noticeable. In accordance with the requirements of this study, comparative analysis of critical locations with the highest number of accidents in which pedestrians were killed with spatial distribution of business entities is carried out. This paper describes and temporal distribution of traffic accidents, where results show that the spatial distribution of economic entities affects the increased concentration of pedestrians, in appropriate hours and days.

Key Words: business zones, road accidents, pedestrians, spatial distribution and measures

УВОД

Основни услов за развој привреде и успостављања квалитетних друштвених односа је развој инфраструктуре. Водећи се овим начелима, Међународна заједница је развој саобраћајне инфраструктуре поставила високо у низу приоритетних активности. Што се тиче тренутног стања у Републици Српској, не може се рећи да саобраћајна инфраструктура спада у низ приоритетних активности, иако је опште познато да одвијање саобраћаја није могуће без добре инфраструктуре. Такође, добра инфраструктура утиче на безбедност учесника у саобраћају, заштиту животне средине и конкурентност укупне привреде.

Размештај привредних субјеката у простору, у великој мери условљава и саобраћајне токове. Односно другим речима, размештај радних места у простору, било у јавном или приватном сектору, утичу на расподелу саобраћајних токова. Кретање саобраћајних токова у простору, са собом повлачи и негативне последице, као што су саобраћајне незгоде било да се ради о пешацима или другим учесницима у саобраћају.

1. ПРИВРЕДНИ СУБЈЕКТИ И ФЕНОМЕНОЛОШКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА

2.1 Основна расподела привредних делатности

Привредне делатности углавном су заступљене у урбаном подручју града, док се у ванурбаном простору налази врло мали број привредних субјеката.

Поред привредних субјеката у урбаном подручју се налази и највећи број административних, образовних, културних и других садржаја, који самим тим и условљавају највећи број пешака као активних учесника у саобраћају.

У складу са потребама рада, анализираће се распоред радно-пословних зона и њихов утицај на саобраћајне незгоде у којима учествују пешаци. Највећи број радних места сконцентрисан је у оквиру урбаног подручја града. Трговинске, услужне, информационе и финансијске делатности сконцентрисане су у централној градској зони и у оквиру стамбено-пословних зона, нарочито оних у секундарним центрима градских насеља, и уз прометне саобраћајнице.

2.2 Основне феноменолошке карактеристике

Основне феноменолошке карактеристике су просторна и временска расподела саобраћајних незгода.

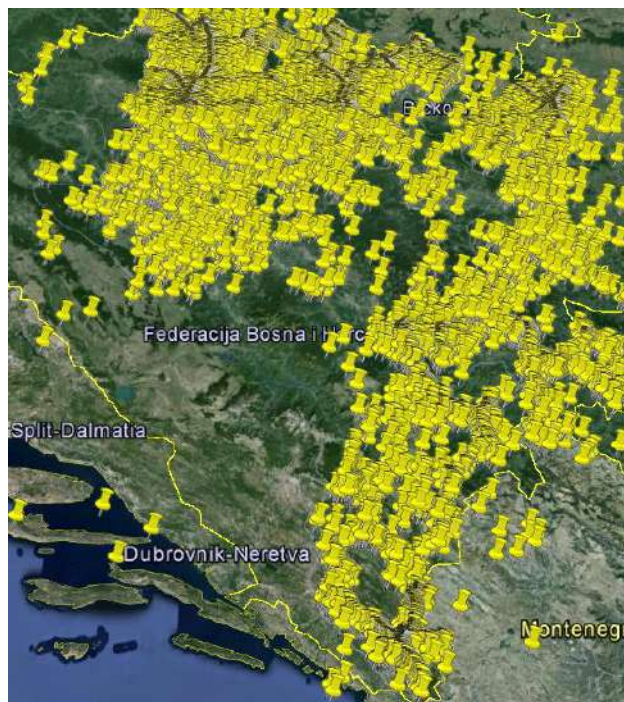
Просторна расподела саобраћајних незгода

Просторна расподела саобраћајних незгода на посматраној територији, а која је у надлежности града Бања Лука, је посматрана са аспекта утврђивања тачне микролокације саобраћајне незгоде и повезивање привредних зона са микролокацијама саобраћајних незгода.

Саобраћајне незгоде према микролокацији

Микролокација сваке саобраћајне незгоде на територији Републике Српске утврђује се на основу четири параметра. Прво, полицијски службеници приликом вршења увиђаја на месту незгоде, утврђују категорију путног правца, а потом и деоницу пута. Просторна локација се тачно може идентификовати Global Positioning System-а, а ради контроле уноса могућа је и дескрипција места саобраћајне незгоде, Слика 1.

У временском периоду од 2011. године до 2013. године, 222 саобраћајне незгоде су се десиле на територији града Бања Лука, у којима су страдали пешаци, а помоћу Global Positioning System-а, као што смо напоменули, могућа је тачна идентификација, односно локација саобраћајних незгода (Слика 1).



Слика 1. Просторна локација саобраћајних незгода

Увидом у пројекцију локација на мрежу друмских саобраћајница утврђене су три ризичне локације на којима се саобраћајне незгоде дешавају учесталије него на другим микролокацијама, а то су:

- Булевар Српске војске, код пијаце у насељу Лазарево;
- Булевар цара Душана те раскрсница Булевара цара Душана, Видовданске и Книнске улице;
- Улица цара Лазара и раскрсница са Улицом Милоша Обилића.

Производне и мешовите пословне зоне појављују се у бројним насељима али се генерално може рећи да се у североисточном делу града, уз железничку пругу и магистрални пут М4 (у правцу Приједора), и М16, издваја појас у коме су ови садржаји значајније заступљени. У овом подручју евидентиране су значајне трговинско-складишне зоне и стамбено пословне зоне. У овом делу града налазе се значајни трговински центри (Темпо, Верно, ЈYSK, Сточна пијаца, и др.), који запошљавају значајан број радника у терцијалном сектору Града, али са друге стране привлаче и велики број потрошача.

Управо у овом подручју евидентирана је једна од критичних локација по броју регистрованих саобраћајних незгода у којима учествују пешаци тј. на Булевару Српске војске, код Сточне пијаце у насељу Лазарево, (Слика 2.).

Такође, овде је крижање, односно тачка где долази и до сливања радне снаге која долази из околних општина, близина главне аутобуске станице, односно тачка која спаја град са околином, те самим тим условљава већу концентрацију учесника у саобраћају, односно пешака. Ова саобраћајница је проблематична са аспекта пешачких токова, због геометрије саме раскрснице, са обострано ситуираним атрактивним привредним делатностима за пешаке, док су блиске раскрснице семафоризоване али око 300 метара удаљене једна од друге, тако да се већи број пешачких токова одвија између поменутих раскрсница.



Слика 2. Бул. српске војске, код пијаце у насељу Лазарево

Друга критична локација, која се налази на Булевару цара Душана, условљена је највећом концентрацијом радних места у мешовитој пословној зони у самом центру града. Такође, ова улица спаја Западни транзит са центром града, овај правац је значајан за раднике, ученике, студенте који долазе како из свих насељених места са леве стране Врбаса, тако и из околних општина као што су Лакташи, Приједор, Градишка и др. Управо на овом подручју, ако се издвојено посматрају производне и мешовите пословне зоне може се рећи да је на укупној површини од 481 ha запослено око 15.000 радника, те просечна густина запослености износи 32 радних места/ha.

Булевар цара Душана, те раскрсница Булевара цара Душана, Видовданске и Книнске улице (Слика 3.) је део градске мреже и припада широј зони града. Раскрсница је регулисана вертикалном саобраћајном сигнализацијом, са обострано уређеним површинама намењеним кретању пешака. Оно што на овој саобраћајници представља проблем јесте ширина саобраћајнице, близина оптерећене семафоризоване раскрснице, али и присуство пешацима атрактивних локација.



Слика 3. Булевар цара Душана те раскрсница Бул. цара Душана, Видовданске и Книнске улице

Трећа критична тачка, такође везана је за токове радне снаге који су усмерени према центру града, и налази се са десне стране Врбаса.

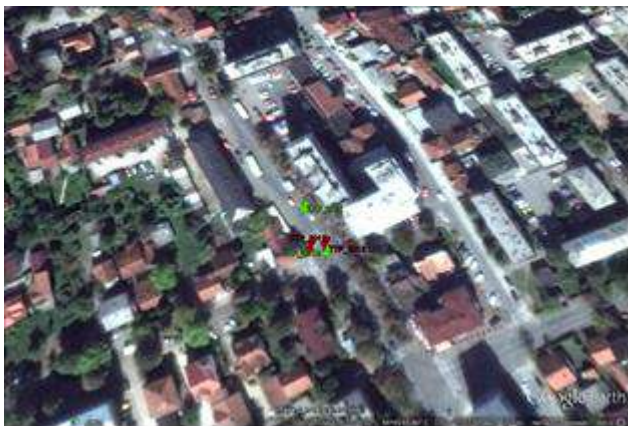
Тачније, лоцирана је у насељу Обилићево, у Улици цара Лазара. Постоји више разлога који условавају овакву ситуацију, првенствено то су саобраћајнице (уске улице) и велика концентрација како пешака тако и моторног саобраћаја.

На овом месту се налази градски мост који повезује центар града са насељима са десне стране Врбаса, те самим тип представља један од значајнијих коридора радне снаге и свих осталих учесника у привредним токовима.

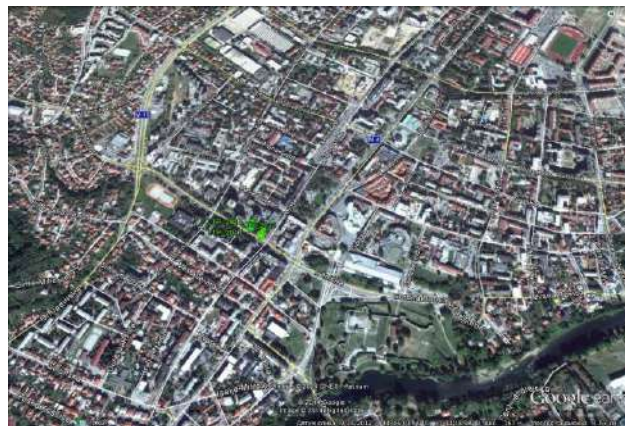
Раскрсница Улице цара Лазара и Улице Милоша Обилића (Слика 4.) припада мрежи градских саобраћајница.

Раскрсница је регулисана вертикалном саобраћајном сигнализацијом, са обострано уређеним површинама намењеним кретању пешака.

Оно што на овој саобраћајници представља проблем јесте близина веома оптерећене семафоризоване раскрснице са нестандартним режимом рада, одсуство недовољне прегледности приликом иначе веома компликованог укључивања са споредне (Улица Милоша Обилића) на главну саобраћајницу (Улица цара Лазара), али и присуство пешацима атрактивних локација.



Слика 4. Раскрсница Улице цара Лазара и ул. М. Обилића

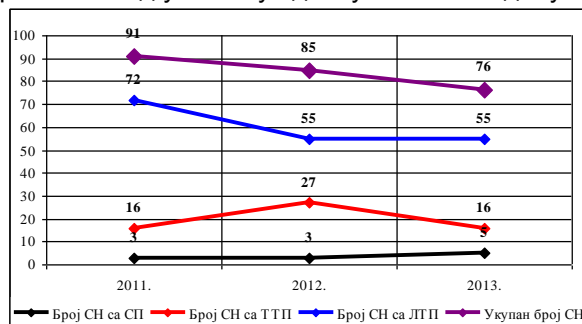


Слика 5. Све три локације у 2011. години (■ ЛТП, ■ ТТП)

Временска расподела саобраћајних незгода

Прикупљање података о временској расподели саобраћајних незгода на поменутим локацијама, је у надлежности града Бања Лука. Прикупљени подаци обухватају четири основне временске неравномерности. Према доступним подацима, а у оквиру временске неравномерности, анализираће се годишња неравномерност саобраћајних незгода у којима су страдали пешаци, и то на три најкритичније локације које су предмет овога рада, потом месечна неравномерност саобраћајних незгода, дневна неравномерност саобраћајних незгода и на крају, четврта временска неравномерност која наглашава часовну расподелу саобраћајних незгода у којима су страдали пешаци на територији града Бања Лука у временском периоду од 2011. до 2013. године. Анализирани подаци уједно представљају главне показатеље да ли просторна расподела привредних делатности утиче на повећање саобраћајних незгода у којима су учествовали пешаци.

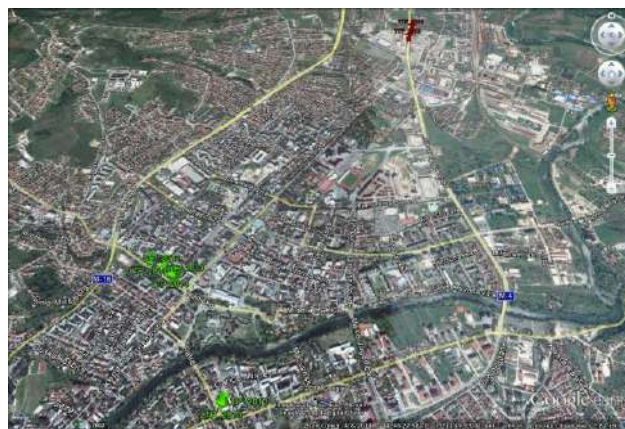
Годишња неравномерност приказује варијације у броју саобраћајних незгода у којима су страдали пешаци на територији којим управља град Бања Лука, у периоду од 2011. године до 2013. године. Сагледавањем наведених параметара уочава се приметан пад у 2013. у односу на 2011. годину.



Графикон 1. Годишња неравномерност саоб. нез. у Б. Луци



Слика 6. Све три локације у 2012. години (■ ЛТП, ■ ТТП)



Слика 7. Све три локације у 2013. години (■ ЛТП, ■ ТТП)

Када је у питању месечна расподела саобраћајних незгода, најкритичнији су зимски месеци.

Што се тиче дневне неравномерности саобраћајних незгода или седмичне неравномерности, рекло би се да не постоји одређени шаблон дешавања, али постоји мала варијација у данима који претходе викенду.

Часовна неравномерност расподеле саобраћајних незгода у којима су страдали пешаци на територији којим управља град Бања Лука, указује на повећање броја незгода који подразумевају и пешаке у временском интервалу између 17 и 22 часа. Наведени подаци, потврђују тврдњу да концентрација значајног броја привредних субјеката на анализираном подручју значајно доприноси повећању броја незгода са пешацима. У наведеном дневном интервалу долази до повећања концентрације саобраћаја услед завршетка радног времена већине радника, снабдевање становништва потребним намирницама и сл.

2. ТИПИЗАЦИЈА САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА

На основу добијених података, дошло се до закључка да град Бања Лука припада најризичнијем подручју за најрањивије учеснике у саобраћају у односу на остале градове у Републици Српској.

Свака десета саобраћајна незгода у којој пешак погине, свака седма саобраћајна незгода са тешким телесним повредама те свака четврта саобраћајна незгода са лакшим телесним повредама у Републици Српској деси се у Бања Луци, што указује на велики проценат страдања пешака у саобраћају. Наведени подаци су довољно алармантни, управо што указују на чињеницу да су мање-више константни у дужем временском периоду. Оваква ситуација директно утиче на угрожавање здравља нације, али указује и на негативне ефекате по националну економију у целини.

Помоћу базе података о саобраћајним незгодама у којима су укључени пешаци на територији града Бања Лука, може се рећи да се:

- најтеже саобраћајне незгоде са пешацима дешавају на магистралној и регионалној путној мрежи, као и на главним градским саобраћајницама које повезују градове, насеља и привредне зоне;
- у зони градских улица на зонама саобраћајница између раскрсница или на несемафоризованим раскрсницама;
- временски оквир у којем се саобраћајне незгоде са пешацима најчешће дешавају је период између 17 и 22 часа, од четвртка до суботе, током месеца јануара и фебруара.

3. ДИСКУСИЈА

Имајући у виду тренутно стање, просторни размештај привредних токова и саобраћајних незгода, може се закључити да се интензитет саобраћаја повећава поготово на локацији у Улици цара Лазара, што је условљено лошим квалитетом инфраструктуре и повећањем броја моторних возила. Пораст моторних возила ствара озбиљне проблеме у саобраћају, нарочито по питању загушења саобраћаја и ометања транзитних токова у овој зони, а који су директно повезани и са привредним токовима. Када су у питању друге две наведене локације, саобраћајна инфраструктура је на задовољавајућем нивоу. Међутим, услед развоја производно - пословних зона и стамбено-пословних зона, дошло је до убрзанијег развоја и повећања обима привредних токова у овим зонама града.

Привредни токови за собом повлаче већи број учесника саобраћаја на одређеним саобраћајним правцима, посебно у одређеним периодима дана.

4. ЗАКЉУЧАК

Као и сви догађаји, и саобраћајне незгоде могу имати одређена обележја која нам дају за право да их можемо сврставати у одређене типове. Оваква генерализација нам омогућава да уопштиме мере којима се систематски можемо борити да тако дефинисане типове саобраћајних незгода спречимо (9).

База података нам омогућава да сагледамо стварно стање и постојеће проблеме у саобраћају, На основу овог истраживања, могло се приметити да просторни размештај привредних субјеката утиче на повећану концентрацију пешака, и то у одговарајућим временским часовима и данима.

На основу типских карактеристика, набројаних у претходном одељку рада, јасно је да је највећи проблем пешака недовољна видљивост и недостатак заштитних инфраструктурних елемената.

Поред поменутих недостатака, исто тако је јасно да институције система морају много више да се ангажују да пешаци својевољно прихвате обавезе које су им наметнуте законом. Мере морају да садржавају елементе превентивних али и репресивних активности, међу којима је медијских кампања и едукативни курсеви које ће бити праћене поделом опреме за побољшање уочљивости пешака у саобраћају али и репресивним акцијама надлежних органа.

Потребно је истаћи да висок ниво небезбедности није последица само једног елемента система (возач, возило, околина) већ синергије сва три елемента на догађање саобраћајних незгода. Човек као фактор сигурности у саобраћају присутан је директно и индиректно. Управо временски период одвијања највећег броја незгода јавља се у периоду, завршетка радног времена, обављања свакодневних обавеза (набавка намирница, крај школског дана, итд.), односно када је умор најчешћи узрок несрећа.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] European Commission, доступно преко:
http://ec.europa.eu/dgs/home-affairs/index_en.htm
http://ec.europa.eu/transport/road_safety/index_en.htm
<https://www.tispol.org/about/european-commission/european-commission>
- [2] Евиденција саобраћајних незгода Министарства унутрашњих послова Републике Српске, година 2011., година 2012. и година 2013.
- [3] Инић, М. (2001). Безбедност друмског саобраћаја-допуњено пето издање, Универзитет у Новом Саду, факултет техничких наука.
- [4] Просторни план града Бања Лука (2013), „ПРОЈЕКТ“, а.д. Бања Лука, Институт за грађевинарство “ИГ“, д.о.о, Бања Лука, Бања Лука,
- [5] Јаснић, А., Шмитран, Г., Марић М., Јаснић, С. (2014). Феноменолошке карактеристике саобраћајних незгода на подручју Града Бања Лука у којима су страдали пешаци. 9 Међународна Конференција „Безбедност саобраћаја у локалној заједници“.
- [6] Закон о безбедности саобраћаја на путевима Републике Српске (2011), Службени гласник Републике Српске бр. 63/11).

KALENDAR SKUPOVA

NACIONALNI I REGIONALNI STRUČNI SKUPOVI:

Simpozijum "Prevenција saobraćajnih nezgoda 2014"
Oktobar 2014. <http://www.sf.bg.ac.rs>

International Seminar "Long Span Bridge Construction, Maintenance and Disaster Resistance Techniques"
Shanghai (China), October 23-25, 2014

INTERNACIONALNI SKUPOVI:

2015 TRB International Symposium on Highway Geometric Design
Vancouver, BC, Canada, 22 June 2015 - 24 June 2015
www.ishgd2015.net

ICPPP2015 International Conference on Public-Private Partnership
Austin, May 26-29, 2015
<http://www.icppp2015.org/>

iRAP Course in Road Safety
01 September 2014 - 05 September 2014
<http://www.birmingham.ac.uk>

XXVth World Road Congress
Seoul (South Korea), November 2-6, 2015
<http://www.piacrseoul2015.org/eng/index.htm>

IRF announces dates of the 18th World Meeting
New Delhi, 14 November 2017 - 17 November 2017
<http://www.irfnet.ch>

EWSHM 2014
Nantes, France, July 8-11, 2014
<http://ewshm2014.com/>

SAJMOVI:

International Seminar "HIGHWAY FINANCING - Highways & Roads"
Santiago, Chile, July 09-10, 2014
<http://www.acct.cl>

Road & Traffic
International road infrastructure and public transport exhibition
Baku, Azerbaijan, June 12-14, 2014
www.roadtraffic.iteca.az

International seminar "Building Road Safety Management Capacity"
Bangkok, Thailand, September, 2014
<http://thairoadsafety2014.com/>

Zukunft Kommune Rheinstetten
Trade Fair for administrative management, finance and public services
Rheinstetten, Germany, September 30-October01, 2014
www.zukunft-kommune.de

International Seminar "Long Span Bridge Construction, Maintenance and Disaster Resistance Techniques"
Shanghai, China, October 23-25, 2014
<http://www.piacr.org>

Straßen und Verkehr Stuttgart
German roads and transport congress with exhibition
Stuttgart, Germany, September 30-October02, 2014
www.fgsv.de

2nd Eastern European Tunnelling Conference
Athens (Greece) September 28 - October 1, 2014
<http://www.eetc2014athens.org/>

UzComak Tashkent
Trade fair for road-building and municipal engineering
Tashkent, Uzbekistan, October 21-23, 2014
www.uzcomak.ite-uzbekistan.uz

EWSHM 2014
Nantes (France), July 8-11, 2014
<http://www.ewshm2014.com/>

TranspoQuip Latin America Sao Paulo
Sao Paulo, Brazil, October 28-30, 2014
www.transpoquip.com

12th International Symposium on Concrete Roads
Prague (Czech Republic), September 23-26, 2014
<http://www.concreteroads2014.org/en/welcome>

Gulf Traffic Dubai
Exhibition and Conference for Traffic and Infrastructure
Dubai, UAE, December 08-10, 2014
www.gulftraffic.com

Performance-Based Contracts: Fall 2014
October 19 - 29, Orlando, FL,
<http://www.irfnews.org>

IZ ISTORIJE PUTARSTVA

Izgled reklama u časopisu kroz istoriju

60⁰ Јубилеј - шездесет година часописа
Пут и саобраћај

ГРАЂЕВИНСКО ПРЕДУЗЕЋЕ
„Партизански Луѓи“
БЕОГРАД — Таковски бр. 6

Телефони: Централна 25-440, 25-118, Директор и З.Д. издвојени 25-114,
Поштански Факс 411 — Таковски путни код Београда Банаа 106-7-31

ПРОЈЕКТУЈЕ:
све врсте пројеката из области пројектовања и изградње путева, мостова, тунела, железничких станица и других објеката.

ИЗВОДИ:
све врсте радова из области изградње и одржавања путева, мостова, тунела, железничких станица и других објеката.

РАСПОЛАЖЕ:
својим сопственим лабораторијама за испитивање и контролу квалитета, као и својим сопственим лабораторијама за испитивање квалитета бетона и других материјала.

РАСПОЛАЖЕ:
својим сопственим лабораторијама за испитивање и контролу квалитета, као и својим сопственим лабораторијама за испитивање квалитета бетона и других материјала.

РАСПОЛАЖЕ:
својим сопственим лабораторијама за испитивање и контролу квалитета, као и својим сопственим лабораторијама за испитивање квалитета бетона и других материјала.

INDUSTRIJA BITUMENSKIH PROIZVODA
„GRMEC“
БЕОГРАД
ТЕЛЕФОНИ: 40-996, 40-361 i 33-412

Производи:
БИТУМЕНСКЕ ПРОИЗВОДЕ
КАТРАНСКЕ ПРОИЗВОДЕ
ТЕРМОИЗОЛАЦИОНИ МАТЕРИЈАЛ

Обавља:
ИСПУЗНЕ РАДОВЕ НА ХИДРО
И ТЕРМО ИЗОЛАЦИЈАМА
АСФАЛТИРАЊА НИСКЕ
И ВИСОКЕ ГРАДЊЕ.

ЕМУЛЗИЈЕ за хладно асфалтирање по највишем квалитету, у неограниченом количинама нудимо уз гаранцију истражен надзор код изградњава.

Na sajtov: putarstvo.com
delovne_javoviste_i_kataloge

**челични одбојници
за путеве**

sigurnost u saobraćaju
neznatna oštećenja vozila
jednostavna i brza montaža
cijene i rokovi isporuke povoljni

PROIZVODE:
STANDARD
SARAJEVO
VOJVODE PUTNIKA 17
Telefoni: 36-186, 36-826

»БЕОГРАД«
ГРАЂЕВИНСКО ПРЕДУЗЕЋЕ
ЗА НИСКУ ГРАДЊУ
БЕОГРАД — Буре Бакочића бр. 24

ТЕЛЕФОНИ: Директор 24-404, Тех. Директор 49-265,
Директор изра. радова сектора 36-983,
Набавка, оточи 36-447.
Поштански Факс 78 — Таковски путни код, П.Б. 101-1-15.

ИЗВОДИ:
све радове из области ниске градње — савремене коловозе; модернизације коловоза, мостове и тунеле.

ПРОИЗВОДИ:
у сопственом камениоломном и постројачком систему камени колуку, камени агрегат, шљивачке и друге производе од камена за потребе грађевинарства.

РАСПОЛАЖЕ:
сопственом металнажицом за извођење својих радова као и модерном сталном металнажом радионицом.

РАДОВЕ ИЗВОДИ У ЦЕЛОЈ ЗЕМЉИ — А ПОРЕД НЕКОЛИКО ПРИВРЕМЕНИХ ГРАДИЛИШТА ИМА СТАЛНА ГРАДИЛИШТА У БЕОГРАДУ, ШАНЦУ И ВАЉЕВУ

ПРОЈЕКТАНСКИ БИРО ЗА ПУТЕВЕ И МОСТОВЕ

„ТРАСЕР“
САРАЈЕВО
МАРШАЛА ТИТА 70

ПРОЈЕКТУЈЕ СВЕ ВРСТЕ ПУТЕВА, МОСТОВА, ВИЈАДУКТЕ, ТУНЕЛЕ, АЕРОДРОМЕ И ОСТАЛЕ САОБРАЋАЈНИЦЕ, ТЕ ВРШИ ИЗРАДУ ЕКСПРОЈЕЦИЈОНИХ ЕЛАБОРАТА И ГЕОСТАРАКТЕ РАДОВЕ ЗА НАВЕДЕНЕ ОБЈЕКТЕ.

Телефони: Централна: 38-996
38-776
38-480
Директор: 37-182
Секретар: 36-170
Шеф радничког одбора: 38-096.

GRANIT
ГРАЂЕВИНСКО ПРЕДУЗЕЋЕ

СПЕЦИЈАЛИЗИРАНО ЗА ПРОЈЕКТОВАЊЕ И ИЗРАДУ БЕТОНСКИХ ПУТЕВА СА АСФАЛТИМ И БЕТОНСКИМ КОЛОВОЗИМА, ЗА ИЗРАДУ АСФАЛТОБЕТОНСКИХ ПУТЕВА, ЗА ГРАДЊУ БЕТОНСКИХ МОСТОВА, ТУНЕЛА И БРАНА. ПРЕДУЗЕЋЕ ИМА ПОКРИЊЕ И ГРАДИЛИШТА КОЈА ИЗВОДЕ НАЈСАВРЕМЕНИЈИХ СТРАЖНИХ И ПРОЈЕКТОВНИХ ОБЈЕКТА. РАДОВИ СЕ ИЗВОДЕ НАЈСАВРЕМЕНИЈИМ ГРАЂЕВИНСКИМ МАШИНАМА, АСФАЛТИМ И БЕТОНСКИМ МАШИНАМА. ПРЕДУЗЕЋЕ ИЗВОДИ РАДОВЕ У СВИМ РЕПУБЛИКАМА СРБИЈЕ.

»ТРАСА«
ПРЕДУЗЕЋЕ ЗА ТРАСИРАЊЕ И ПРОЈЕКТОВАЊЕ ПУТЕВА И МОСТОВА

БЕОГРАД. ТЕЛЕФОНИ:
Саве Тенелије 10 — Директор 40-449
Оточи путева 44-121
Поштански Факс 406 Оточи мостова 44-431

ПРОЈЕКТУЈЕ И ТРАСИРА ПУТЕВЕ ЗА ПОТРЕБЕ ИНДУСТРИЈЕ — ПОЉОПРИБРЕДЕ, РУДНИКА И ПУТЕВЕ ЈАВНОГ САОБРАЋАЈА, ПРОЈЕКТУЈЕ МОСТОВЕ СВИХ ВРСТА.

„РАДОЈЕ ДАКИЋ“
Industrija građevinskih mašina i gvođenih konstrukcija Titograd
LJEŠKOPOLJE б. б. TELEFON 41-415, TELEGRAM DAKIC

ПРОИЗВОДИ ЗА ГРАЂЕВИНАРСТВО
ТРАКТОРЕ Т100 (ЛИЦЕНСА MORCALVI — ИТАЛИЈА) I ТРАКТОРЕ Т120 — S SA ПРИКЉУЧНИМ ОРУДИМА:
— УТОВАРНА ЛОПАТА ОД 1500 ЛИТ.
— ДОЗЕРСКА ДАСКА.
ТРАКТОР ЈЕ ТОЧКАС А МОЖЕ ДА РАДИ И КАО ГУСЈЕНИЦАР. МОНТАЖА ГУСЈЕНИЦА ЈЕ ЈЕДНОСТАВНА И МОЖЕ ДА СЕ ОБАВИ ЗА 15 МИН.
ИДРАУЛИЧНЕ БАГОРЕ — ТОЧКАСЕ А—380 (ЛИЦЕНСА LIEBHERR — ЗАПАДНА НЕМАЧКА) SA РАЗЛИЧНИМ ПРИКЉУЧНИМ ОРУДИМА:
— КОМБИНОВАНА КАСКА ЗА КОПАЊЕ НА ГОРЕ ИЛИ НА ДОЉЕ, ЗАПРЕМИНЕ 350 ЛИТ.
— УТОВАРНА ЛОПАТА, ЗАПРЕМИНЕ 600 ЛИТ.
— НВАТАС (ГРАЈФЕР), ЗАПРЕМИНЕ 400 ЛИТ.
— ИГЛИЧАСТА ДИЗАЛИСА ВИШИНЕ 10 МЕТ.

ЕЛЕКТРИЧНЕ ПЕРВИБРАТОРЕ ЕРНН Ø 30,45 i 60 mm.
БЕНЗИНСКЕ ПЕРВИБРАТОРЕ BP Ø 30,45 i 60 mm.
ГРАЂЕВИНСКЕ ЈАПАНИКЕ SA СПУЖВАСТОМ ГУМОМ ЗАПРЕМИНЕ 250 лит.



ГРАЂЕВИНСКО ПРЕДУЗЕЋЕ
»CRNA GORA«
НИКШИЋ
Vuka Karadžića 34

ТЕЛЕФОНИ:
ДИРЕКТОР 132
ТЕХ. ДИРЕКТОР 344
СЕНТРАЛА 136, 142, 132 i 146
ЗАНАТСКИ ПОГОН 432

ИЗВОДИ:
СВЕ ВРСТЕ ГРАЂЕВИНСКИХ И ЗАНАТСКИХ РАДОВА НА ВИСОКО И НИСКОГРАДЊАМА

РАСПОЛАЖЕ СОПСТВЕНИМ ПОГОНИМА:
— ПОГОН ГРАЂЕВИНСКЕ МЕХАНИЧАКЦИЈЕ
— ПОГОН ТРАНСПОРТА
— ПОГОН ЗА ПРОИЗВОДЊУ МАТЕРИЈАЛА
— ПОГОН ЗА ЗАНАТСТВО
— ПРОЈЕКТИ БИРО

ZANIMLJIVOSTI

Koga kazniti kada robotizovani auto napravi prekršaj?



Iako kompanije već duže vreme sprovode testove sa samoupravljujućim automobilima, još smo daleko od trenutka kada će ova vrsta vozila ući u masovnu upotrebu. U međuvremenu, u javnosti se diskutuje o brojnim zakonskim, pravnim i drugima problemima koje treba rešiti pre nego što se robotizovani automobili nađu na ulicama.

Sistem mostova sa parkovima Santjaga Kalatrave za Dohu



Santjago Kalatrava je projektovao prelepi niz od tri mosta nazvana Šark prelaz u zalivu Dohe u Kataru. Mostovi će povezivati gradski kulturni okrug sa Međunarodnim aerodromom Hamad, a njihova glavna karakteristika je ta da su povezani sa podvodnim tunelima koji se pružaju ispod i iznad vode.

Posebna parking mesta za žene



Ovaj put je u pitanju pozitivna diskriminacija nežnijeg pola. Vlada glavnog grada Južne Koreje, Seula, počela je ambiciozni projekat obeležavanja posebnih parking mesta namenjenih isključivo ženama. Ova parking mesta su 20 cm šira i duža od standardnih parking mesta.

Navigacija bez satelita za preciznije navođenje...



Britanski naučnici rade na novom, preciznijem sistemu navigacije koji će umesto satelita koristiti Zemljino magnetno polje. Stručnjaci iz britanske vojne istraživačke ustanove u Portonu Nacionalne laboratorije za fiziku tvrde da bi ova tehnologija mogla da se nađe u komercijalnoj upotrebi za 3 do 5 godina.

Solarni putevi...



Par iz američke države Ajdaho napravio je solarne panele koji mogu da zamene asfalt ili beton i da sakupljaju sunčevu energiju. Skot i Džuli Bruso došli su na ideju da zamene asfalt i beton višenamenskim solarnim pločama još pre nekoliko godina, a sada su sa prototip panelima pokrili 50 kvadratnih metara parking površine ispred svoje laboratorije u Ajdahu.

EU: Od sledeće godine i automobili dobijaju "crne kutije"



Od sledeće godine, svaki nov automobil prodan na teritoriji zemalja Evropske unije moraće da ima ugrađen uređaj nalik 'crnoj kutiji' u avionima namenjen za praćenje svakog poteza vozača, u okviru najnovijeg plana Evropske unije.

Prave mini grad za testiranje robotizovanih automobila



Univerzitet u Mičigenu izgradiće u toj američkoj saveznoj državi test poligon za ispitivanje samoupravljujućih vozila. Poligon će predstavljati pravi grad u malom koji se prostire na površini od 12 hektara.

Indijski neverovatni drveni mostovi su napravljeni od živog korenja i lijana



Seljani u državi Meghalaja u Indiji su otkrili jedinstveni građevinsku tehniku koja koristi prednosti prirode - oni gaje žive mostove! Korišćenjem korenja drveta Ficus elastica (gumena smokva), urođenici tkaju složeni sistem živih mostova, od kojih se za neke smatra da su stari preko 500god.

Počela izgradnja podvodnog tunela na Bosforu



Ceremoniji bušenja prvih nekoliko metara podvodnog tunela prisustvovao je i turski premijer Recep Tayyip Erdogan. Izgradnjom ovog tunela, putovanje između istanbulskih naselja Kazlıçeşme i Goztepe će biti skraćeno sa 100 na samo 15 minuta vožnje.

Organizovani haos - Pogledajte ovu raskrnicu u Etiopiji



Kružni tokovi, dokazano je, superiornije su rešenje od raskrnic sa semaforima. Ipak, šta je sa raskrnicama bez ikakve saobraćajne signalizacije? Jedno takvo, možda čak i najveće na svetu, nalazi se u glavnom gradu Etiopije Adis Abebi.

Google sistem autonomne vožnje može da detektuje stotine objekata istovremeno



Google je unapredio svoj sistem tako da on može da razlikuje stotine različitih objekata istovremeno uključujući pešake, vozila i autobuse, kao i stop znake. Kompanija je veoma optimistična da će uspeti da ostvari svoj cilj kreiranja vozila koje je treba intervenciju čoveka.

Mercedes razvija inteligentni hibridni pogon



Novi hibridni pogon koristi podatke navigacionog stema, kao što su nagib puta i ograničenje brzine, kako bi optimizovao iskorišćenje električne energije uskladištene u baterijama automobila.

Holandani dobili autoput sa svetlećim trakama



Vožnja u mraku nikada nije prijatna, a kako bi građani Holandije mogli da budu sigurniji na putevima, postavljene su rasvete koje upozoravaju vozače na sve prepreke na putu. Osim svetlećih crta, ovaj koncept osmišljen je da se tokom hladnih perioda, odnosno na -5 stepeni, na putu prikazu svetleće pahuljke koje će vozačima ukazivati na klizav put.

Pariz: Srušio se deo Mosta umetnosti pod težinom katanaca



Most umetnosti u Parizu evakuisan je u nedelju, pošto se od težine hiljada "katanaca ljubavi", koje zaljubljeni posetici iz celog sveta kače na njega, deo ograde mosta srušio.

Svi projekti kasne, osim mosta Zemun-Borča



Osim izgradnje mosta Zemun-Borča, svi projekti izgradnje putne infrastrukture u Srbiji kasne, izjavila je ministarka građevinarstva, saobraćaja i infrastrukture Srbije Zorana Mihajlović. Objasnila je da je ministarstvo imenovalo ljude koji su zaduženi da realno odrede šta može da se ubrza.

Putari spremni za sanaciju puteva posle katastrofalnih poplava



Potpredsednik „Građevinsko-industrijske komore Srbije“ Goran Rodić je agenciji „Beta“ kazao da su ekipe putarskih preduzeća „Planum“, „Putevi Užice“, „Mostogradnja“ i „Energoprojekt“ već bile na terenu i snimile dobar deo klizišta, kao i onih delova puteva kojima je neophodna sanacija.

Uskoro izgradnja auto-puta Zenica jug-Zenica sever



JP „Autoceste FBiH“ d.o.o. Mostar uputilo je poziv za dostavljanje finansijskih ponuda za izgradnju auto-puta na Koridoru Vc, deonica Donja Gračanica-Drivuša, poddeonica Drivuša-Klopče. Početak izgradnje autoceste Zenica jug – Zenica sjever očekuje se tokom ljeta ove godine.

Vršac: Mnogo nade za auto-put



Savet Južnobačkog okruga zasedao je u vršačkoj Gradskoj kući, a predsednici svih osam opština usvojili su i potpisali Protokol o saradnji sa ciljem da se definišu zajednički problemi i prioriteti kao i zajedničko istupanje u strateškom projektu izgradnje auto-puta Beograd-Vršac-Temišvar.

Novi most na Ibru u Leposaviću do kraja jula



Radnici Građevinskog preduzeća „Mostogradnja“ AD Beograd uveliko rade na izgradnji novog mosta na reci Ibar u opštini Leposavić, pošto je pre više od godinu dana, zbog velikih poplava i nanosa balvana, urušen stari, građen sedamdesetih godina prošlog veka. Novi most biće završen u roku od 120 dana, krajem jula ili početkom avgusta.

Na koridorima spiskane stotine miliona evra



Srbija je tokom dosadašnje izgradnje autoputeva, izgubila nekoliko stotina miliona evra zbog neorganizovanosti, političkih uticaja, angažovanja sumnjivih i nepouzdanih stranih i domaćih kompanija i nedostatka sistemskih rešenja – kaže potpredsednik Građevinsko-industrijske komore Srbije Goran Rodić.

Srbiji 200 mil. evra iz IPA fondova za 100 najvažnijih strateških projekata



Za 100 strateški najvažnijih projekata, Srbija će u narednih sedam godina moći da koristi 200 miliona evra iz prepristupnih IPA fondova Evropske unije. Listu projekata pripremila je radno telo Delegacije EU u saradnji sa Kancelarijom za evropske integracije Republike Srbije.

Bugarska firma nastavlja radove na deonici Pirot-Dimitrovgrad



Direktor „Koridora Srbije“ Dmitar Đurović i izvršni direktor bugarske kompanije „Trace Group Hold PLC“ Miroslav Kalčev Manolov potpisali su ugovor o nastavku izgradnje deonice Koridora 10 Pirot (Istok)- Dimitrovgrad.

Crna Gora: Sinhronizacija izgradnje autoputa Bar-Beograd



Crnogorski ministar saobraćaja Ivan Brajović pozdravio je izjavu premijera Srbije Aleksandra Vučića da će Srbija za četiri godine izgraditi autoput do granice sa Crnom Gorom. Brajović je kazao da će i Crna Gora graditi autoput od Bara do granice sa Srbijom.

Novi most kod Banja Luke



Izgradnja novog mosta preko rijeke Dragočajke u Zalužanima kod Banjaluke počelo je, 28. april 2014. Za izvođača radova, kao najpovoljniji ponuđač na tenderu, izabrano je preduzeće „MG mind“ iz Mrkonjić Grada, a vrijednost radova je 550.000 KM. Rok za izvođenje radova je 90 dana od dana početka gradnje.

Korak do autoputa Brčko - Bijeljina



Ministarstvo saobraćaja i veza RS je s kineskom Korporacijom za mostove i puteve potpisalo Memorandum o razumijevanju o realizaciji projekta gradnje autoputa Brčko - Bijeljina. Nedeljko Čubrilović, ministar saobraćaja u Vladi RS, rekao je je došao pravi trenutak za iskorištavanje sredstava koje je kineska vlada usmjerila u zemlje regije.

BiH: Probijen tunel Gaj



Javno preduzeće „Autoceste Federacije BiH“ ostvarilo je još jedan značajan uspeh u izgradnji auto-puta na Koridoru Vc. Radnici koji su angažovani na izgradnji auto-puta na poddeonici Vlakovo-Lepenica probili su tunel Gaj dug gotovo 880 metara. Probojem tunela Gaj JP „Autoceste FBiH“ korak su bliže završetku 102km auto-puta na Koridoru Vc.

Most na Adi: Tramvaji ne pre 2015.



Prvi tramvaji preko Mosta na Adi neće krenuti pre 2015. godine, jer još nije izabran ni projektant, a radovi bi trebalo da traju 200 dana. Šine će, izvesno je, biti sastavni deo atraktivne saobraćajnice, međutim, još je nejasno da li će savske obale spajati uski ili široki kolosek, da li će preko njih prelaziti samo tramvaji ili u doglednoj budućnosti metro.

Radovi na pristupnim saobraćajnicama mosta Zemun-Borča



Osam meseci ostalo je da trasa od Novosadskog do Zrenjinskog puta, preko nedavno spojenog mosta Zemun-Borča, bude završen i da automobili mogu da prelaze s jedne na drugu stranu Dunava. Izgradnja pristupnih saobraćajnica, posle borčanske, počela je i na zemunskoj strani, gde se raščičava teren i priprema podloga.

Deo Koridora 11 treba da se gradi kroz koncesiju



Deo Koridora 11 najverovatnije će se graditi kroz koncesiju, izjavio je državni sekretar u Ministarstvu saobraćaja Miodrag Poldica i poručio da će Srbija ubuduće zbog velike zaduženosti zemlje, sve više težiti izgradnji infrastrukture kroz koncesije i javno privatna partnerstva.

Od Železjevevog mosta ni trećina



Predstavnici "Železnica Srbije" i špansko-italijanskog konzorcijuma dogovorili su se danas da u roku od deset dana utvrde načine dalje saradnje kako bi što pre bio završen Železjev most u Novom Sadu koji je trebalo da bude izgrađen u novembru prošle godine, saopštile su Železnice Srbije.

Gradnja obilaznice i tunela počinje 2016.



Obilaznica oko Fruške gore, jedan od najznačajnijih projekata Republike Srbije i Vojvodine, počće da se gradi 2016. godine. Ukupna dužina koridora Novi Sad - Ruma iznosi preko 30 kilometara, uključujući i tunel kroz Frušku goru, a radovi bi trebalo da traju 30 meseci. Gradnja tunela i autoputa koštaće 57 miliona evra

Most Zemun-Borča biće otvoren u decembru



Most preko Dunava između Zemuna i Borče biće otvoren u decembru ove godine, najavila je potpredsednica vlade i ministar građevinarstva, saobraćaja i infrastrukture Zorana Mihajlović.

Gradnja puteva u Hrvatskoj nikad jeftinija



Prema podacima „Hrvatskih cesta“ (HC), putevi u toj zemlji se nikad nisu gradili po nižim cenama nego danas, pošto se na tenderima dobijaju ponude sa 25 do 40 odsto nižim cenama od projektantskih, odnosno onih koje su procenili investitori.

NATO pre 15 godina srušio Most slobode



NATO avijacija je pre 15 godina srušila novosadski "Most slobode" koji je, preko Dunava, povezivao Novi Sad sa Sremskom Kamenicom. Na mostu se u tom trenutku nalazilo više automobila. Sedmoro ljudi je povređeno. U vreme kada je sagrađen, predstavljao je svetski rekord za ovakav konstruktivni sistem.

SIMM inženjering



"VIA PROJEKT" d.o.o.
Ustanička 128a, 11000 Beograd
Tel/faks: +381 11 347 41 84; +381 11 347 41 85;
+381 11 304 88 86; +381 11 304 88 89;
e-mail: viaprojekt@viaprojekt.rs

Firma "Via Projekt" d.o.o je osnovana 2001. godine. Sedište firme se nalazi u Ustaničkoj ulici 128a u Beogradu, u Poslovnom centru Košum. Sa svojih 14 stručnjaka u stalnom radnom odnosu za proteklih 10 godina firma je bila angažovana na vrlo velikim, značajnim projektima od interesa za gradove i Republiku.



Regionalni put R234
deonica Sebiljke - Kuti

Poštujući Investitore, a ceneći znanje i stručnost, u proteklom periodu urađeno je:

- ▲ ~200 km projekata rehabilitacije magistralne i regionalne mreže puteva
- ▲ ~40 mostova (Idejnih i Glavnih)
- ▲ ~10 raskrsnica (prvi smo uradili kružne raskrsnice u Srbiji)
- ▲ ~100 projekata saobraćajne signalizacije, kako trajne tako i privremene
- ▲ ~20 klizišta
- ▲ ~20 opasnih mesta
- ▲ više platoa, parkinga, prilaza, uređenja površina.....

Navodimo neke od bitnijih projekata kao što su:

- ▲ Izrada Glavnog građevinskog projekta na magistralnom putu M-21, deonica: Borova Glava – Uvac, od km 258+552,00 do km 276+125,00- L=17,57 km
- ▲ Izrada Glavnog projekta rehabilitacije puta M-21, deonica: Uvac - Nova Varoš, L=10 km
- ▲ Izrada Idejnih i Glavnih projekata 6 mostova na deonici Borova Glava-Uvac
- ▲ Izrada tehničke dokumentacije radova na pojačanom održavanju (poboljšanju) javnog puta M-22, Ušće – Biljanovac, L=14,63 km
- ▲ Izrada projektne dokumentacije za nivo Generalnog i Glavnog projekta rekonstrukcije magistralnog puta za Nikšić – Podgorica, deonica: Paprati-Bogetići
- ▲ Izrada Glavnog projekta regionalnog puta R-226, deonica: Kraljevo – Čačak, L= 12km
- ▲ Izrada izmene projekta rehabilitacije puta M-5, Kraljevo – Kruševac, L= 37 km

Pored projektovanja, firma je angažovana na kontroli - nadzoru nad izvođenjem radova.

Ovako formirano preduzeće "Via Projekt" d.o.o ima potrebnu opremu i ljude za samostalno obavljanje većine poslova.

Trudeći se da se ne samo održi korak za drugim firmama, već da se radi na novim tehnologijama, standardima i dostignućima, prihvatamo i nudimo raznovrsnu saradnju, kako Investitorima, tako i Izvođačima, projektantskim kućama, uz napomenu da imamo kontakte i ponude za saradnju sa značajnim firmama uz Italije, Španije i Crne Gore.

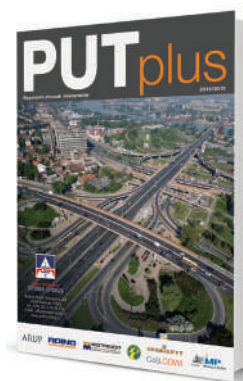


Most preko reke Kamenice
na putu Mršelje - Bogdanci

Iz štampe je izašao

**I regionalni almanah
niskogradnje**

PUT plus



- PUTEVI
- ŽELEZNICE
- MOSTOVI
- TUNELI
- AERODROMI

Izuzetan vodič kroz svet niskogradnje!

Luksuzno izdanje - pun kolor, A4 format, 244 strane.

Cena almanaha iznosi svega 9 eur + PTT troškovi.

(Za Srbiju, plaćanje je u dinarskoj protivvrednosti.)

Specijalan popust za firme: Na pet naručenih primeraka, šesti primerak je besplatan.

Sve informacije o naručivanju možete dobiti na:

Tel. +381 63 210 493

dj.kujundzic@buildplus.rs

Izdavač:

Agencija za izdavaštvo i edukaciju

BUILD plus

Ustanička 187, Beograd




www.buildplus.rs



STANDARD LOGISTIC

<http://www.standard-logistic.com>

Pouzdan logistički partner za efikasan i najjeftiniji prevoz velikih količina građevinskog materijala za putarsku privredu u domaćem i međunarodnom transportu:

-  Železničkim transportom
-  Vodnim transportom
-  Drumskim transportom



TTP
Traffic and Transport Theory and Practice
Journal for Traffic and Transport Research and Application

Publisher: **PAN-EUROPEAN UNIVERSITY**

APEIRON
УПЕНЬОН
Multidiscipline & Virtual Studies
Banja Luka

SAOBRAĆAJNI FAKULTET
College of Traffic Engineering - Banja Luka



AD Novi Pazar-put



POLA VEKA NA PUTEVIMA



CALL FOR AUTHORS

COLLEGE FOR TRAFFIC ENGINEERING of PAN-EUROPEAN UNIVERSITY "APEIRON" Banja Luka begins with the publishing of the Journal in the field of traffic and transport - **TRAFFIC AND TRANSPORT THEORY AND PRACTICE - TTP**. It is the first scientific journal of its kind in Bosnia and Herzegovina, which will be published in English in electronic and printed version.



TTTP
ttp-au.com

LOGISTICS IN TRANSPORT
EDUCATION IN TRANSPORTATION
URBAN TRANSPORT
TRANSPORT POLICY
INTERMODAL TRANSPORT
INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEMS
VEHICLE AND MAINTENANCE
TRANSPORT INFRASTRUCTURE
SUSTAINABLE TRANSPORT
TRAFFIC ENGINEERING AND TECHNOLOGY
TRANSPORT ECONOMICS
TRANSPORT PLANNING
MANAGEMENT IN TRANSPORT
ECOLOGY IN TRANSPORT
SAFETY AND SECURITY IN TRANSPORT

AUTO MOTO SAVEZ SRBIJE
CENTAR ZA MOTORNA VOZILA D.O.O.
Sektor bezbednosti saobraćaja



Oprema

Mercedes Benz Vito 109 CDI, 70 kW

Sistem snimanja i analize CAMSS razvijen u AMSS CMV

Sistem prepoznavanja znakova razvijen u AMSS CMV

Četiri kamere na krovu vozila, GPS, odometar

Kamera za merenje retrorefleksije i merenje luminiscencije

| Godina | Zemlja/region | vrsta puta | dužina puta |
|--------|---------------|----------------|-------------|
| 2010 | Slovenija | prsten oko LJ. | 100 km |
| 2010 | Moldavija | državni put | 3000 km |
| 2011 | Holandija | regionalni put | 2000 km |
| 2012 | Ukrajina | državni put | 2500 km |
| 2012 | Holandija | regionalni put | 5000 km |



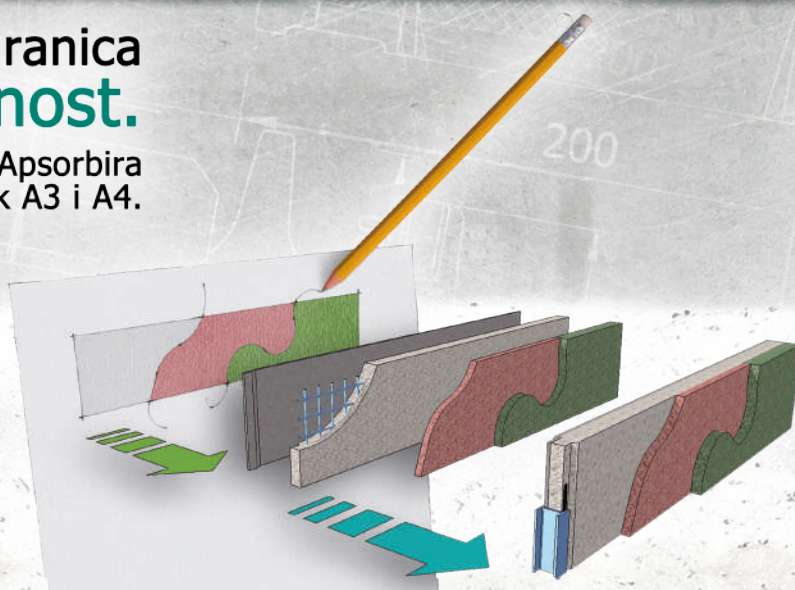
Naš beton je
čvrst i fleksibilan.

Izaberite ultimativnu linju proizvoda u pasivnoj sigurnosti saobraćaja.



Jedina je granica
vaša kreativnost.

Sada vaš dizajn ApSORBIRA
zvuk A3 i A4.



DELTA BLOC International GmbH
Lendavska 11,
9000 Murska Sobota, Slovenija

P: +386 817 101 35
F: +386 817 101 93
office@deltabloc.rs
www.deltabloc.rs



PUTEVI IVANJICA d.o.o.
Javorska 55
32250 Ivanjica, Srbija

P: 063 7700 533
F: 032661820
dragan.milekic@putevi-ivanjica.rs
www.putevi-ivanjica.rs

ЏИДПРОЈЕКТ

ДОО

ДРУШТВО ЗА ПРОЈЕКТОВАЊЕ И ИНЖЕЊЕРИНГ

EN ISO 9001 : 2008
EN ISO 14001 : 2004
BS OHSAS 18001 : 2007
Сертификован од:

TUV NORD

Кнеза Милоша 2
22240 Шид
tel: +381 22 712 044
+381 22 712 004
fax: +381 22 716 020
Директор:
tel: +381 22 710 317
e-mail: office@sidprojekt.rs
www.sidprojekt.rs

Експозитура Нови Сад:

Булевар Цара Лазара 3
21 000 Нови Сад
tel: +381 21 472 3716

Експозитура Рума:

Вељка Дугошевића 136
22400 Рума
tel: +381 22 432 902

- ПРОЈЕКТОВАЊЕ
- ТЕХНИЧКА КОНТРОЛА ПРОЈЕКТНЕ ДОКУМЕНТАЦИЈЕ
- ТЕХНИЧКИ ПРЕГЛЕД
- СТРУЧНИ НАДЗОР
- ИЗДАВАЊЕ ЕНЕРГЕТСКИХ ПАСОША
- ИЗРАДА СТУДИЈА
- ИНЖЕЊЕРИНГ
- КОНСАЛТИНГ



ГРАНИЧНИ ПРЕЛАЗ ЈАБУКА



УПРАВНА ЗГРАДА КОМПЛЕКСА РЦТ У ШАПЦУ



УПРАВНА ЗГРАДА КОМПЛЕКСА РЦТ У КРУШЕВЦУ



ХОТЕЛСКИ КОМПЛЕКС У КАЗАЊУ, РУСИЈА



ИЗГРАДЊА ПИЈАЦЕ-ВЕЛЕТРЖНИЦЕ, БЕОГРАД