



Јубилеј - шездесет година часописа Пут и саобраћај

Уредништво часописа *Пут и саобраћај* има задовољство да обавести и упозна научну и стручну јавност да ове године часопис *Пут и саобраћај* обележава 60 година излажења. Часопис *Пут и саобраћај* је покренут 1955. године с циљем да окупи најшири круг стручњака који се баве путним и саобраћајним инжењерством. Часопис *Пут и саобраћај* је серијска публикација у којој се објављују научноистраживачки и стручни радови. У часопису је своје радове објавило преко 900 домаћих и иностраних стручњака. Радови су рецензирани и садрже оцену научног, стручног и практичног значаја. Часопис *Пут и саобраћај* је у категорији научних часописа М51, односно у категорији *водећи национални часопис*. Циљ уредништва је да кроз перманентно повећање квалитета, часопис буде место размене нових научних и стручних идеја које ће кроз радове у часопису доспети до шире научне и стручне јавности. Часопис *Пут и саобраћај*, је на корак до преласка у категорију М24-*национални часопис међународног значаја*, што је и крајњи циљ садашњег уредништва. Остварењем овог циља путна и саобраћајна струка би добила први пут прилику да објављује радове у часопису који је на SCI листи и има IF. Монографска публикација „Библиографија часописа *Пут и саобраћај* 1955-2008“ аутора мр Јелене Добриловић Драговић, пружа анализу развоја часописа. За квалитет и континуитет излажења часописа *Пут и саобраћај* заслуге имају главни и одговорни уредници, уредништво часописа, као и сви стручњаци који објављују радове у часопису. Историјски посматрано главни и одговорни уредници од оснивања часописа до данас су: Добривоје Стевановић, дипл.инж.грађ., (1955.-1963.г.); Миодраг Ђенисијевић, дипл.инж.грађ., (1963.-1968.г.); Живка Савић-Мијатовић, грађ.тех., (1968.-1976.г.); проф. др Здравко Јоксић, дипл.инж.грађ., (1976.-1999.г.); проф. др Ђорђе Узелац, дипл.инж.грађ., (1999.-2003.г.); др Петар Митровић, дипл.инж.грађ., (2004.-2010.г.); доц. др Драженко Главић, дипл.инж.саоб., од 2011. године.

Главни и одговорни уредник
др Драженко Главић, дипл.инж.саоб.



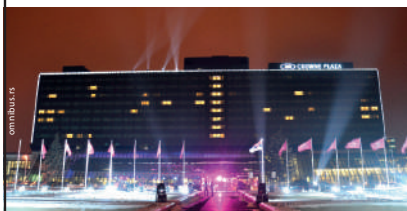
ПРВИ
СРПСКИ
КОНГРЕС О
ПУТЕВИМА



5 и 6. јун 2014. Београд

ТРАГОВИМА БУДУЋЕГ РАЗВОЈА

Не пропустите • Први српски конгрес о путевима • **Међународни** форум у циљу размене најновијих научних и стручних сазнања, нових метода и технологија • **Висок** ниво стручних радова • **Подршка** Српске Академије Наука и Уметности • **Значај** и **актуелност** тема конгреса • **Велики** избор факултативних разгледања града и излета • **Пријавите се на време**



Место одржавања Конгреса: Хотел Краун Плаза Београд
Учесницима обезбеђене специјалне цене смештаја

www.kongresoputevima.rs

организатори: Српско друштво за путеве "Via-Vita" и ЈП "Путеви Србије"
су-организатори: Грађевински факултет у Београду и Саобраћајни факултет у Београду
мејл: prijava@kongresoputevima.rs • телефон: +381 63 250 669

RASCO

KRANSKE KOSILICE

profesionalni uređaji za održavanje zelenih površina

Dolaskom proleća postaje aktuelno održavanje vegetacije uz saobraćajnice, kanale i šumske puteve. Kranske kosilice sa i bez teleskopskih ruku, prilagođene ugradnji na različite vrste vozila, odličan su izbor za profesionalno održavanje velikih i teško dostupnih zelenih površina. Izbor optimalne kosilice zavisi od konfiguracije terena koji treba održavati i vrsti vozila na koje se kosilica ugrađuje. U RASCO prodajnom asortimanu nalaze se prednje, bočne i zadnje kosilice. Prednje kosilice iz RASCO asortimana namenjene su ugradnji na univerzalna radna vozila tipa UNIMOG i mala univerzalna vozila tipa MUVO i pogodne su za održavanje vegetacije uz ivice pješačkih staza, puteva i autoputeva. Alternativa prednjim kosilicama su zadnje traktorske kosilice srednje dužine zahvata.

Glavna karakteristika ovih kosilica je jednostavna montaža i demontaža na zadnji traktorski prihvatač, čime je traktoru moguće brzo i jednostavno promeniti namenu kada je košenje završeno. Za zelene površine na kojima je bitan dohvatač radne glave za košenje, poput održavanja kanala i nasipa, najbolji izbor su bočne traktorske kosilice sa ili bez teleskopskih ruku dohvata do 10 m.

Nakon izbora vrste kosilice koja odgovara zahtevima održavanog terena i raspoloživom vozilu, potrebno je izabrati odgovarajuću radnu glavu.

Za održavanje vegetacije na raznim vrstama terena pouzdan i funkcionalan izbor je radna glava HYDRA. HYDRA je kombinovana radna glava za košenje i optimalno je rešenje za usitnjavanje rastinja do debljine 50 mm. Spiralni razmeštaj noževa na rotoru poboljšava efikasnost uz manji utrošak energije i povećava radni učinak radne glave. Rotor HYDRA glave omogućava ugradnju tri vrste noževa: jednostrukih ili dvostrukih Y-noževa za košenje rastinja do prečnika 30 mm, čekić-noževa za usitnjavanje rastinja do 50 mm prečnika. Izborom vrste noževa menja se režim košenja za koji se HYDRA može upotrebljavati te je zbog toga ova radna glava odlično rešenje za teške radne uslove u vodoprivrednoj djelatnosti, na kanalima sa visokim, gustim i mokrim rastinjem, šumskim putevima i zapuštenim površinama uz ivice saobraćajnica, ali je isto tako vrlo efikasna i na uređenim zelenim površinama.

Osim za održavanje trave i niskog rastinja, RASCO kranske kosilice mogu se koristiti i za druge namene zahvaljujući raznim priključcima.

Na hidrauličke kranske ruke moguće je ugraditi specijalne alate: makaze za rezanje grana prečnika do 100 mm, četke za čišćenje rastinja uz ivice saobraćajnica, nastavak za čišćenje i profiliranje kanala, i tako povećati broj primena i iskoristivost kranske kosilice.

Prilagođene uslovima korištenja i vozilima na koja se ugrađuju, opremljene višenamenskim radnim glavama ili specijalnim alatima, RASCO kranske kosilice su nezamjenjiv uređaj za letnje održavanje vegetacije uz saobraćajnice i vodene puteve.

Beskompromisan kvalitet izrade, pouzdani i jednostavni sistemi upravljanja hidrauličkim kranskim rukama sa osiguranom postprodajnom podrškom, čine RASCO kranske kosilice pametnim izborom.





Profesionalni uređaji za održavanje zelenih površina.

Pouzdan i siguran sa visokim stepenom radnog učinka uz široku lepezu odgovarajućih radnih alata i priključaka, RASCO kranke kosilice su odličan izbor za profesionalno održavanje zelenih površina uz saobraćajnice, šumske puteve i vodokanale.

A Ustanička 128 b, 11 000 Beograd **T** +381 (0) 11 347 37 34
F +381 (0) 11 347 37 34 **M** info@rasco.rs

A Ulica Knežinje Ljubice 1/II, 18 000 Niš **T** +381 (0) 18 247 673
F +381 (0) 18 246 398 **M** info@rasco.rs

www.rasco.rs

ПРОЈЕКТУЈЕМО ЗА БУДУЋНОСТ

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



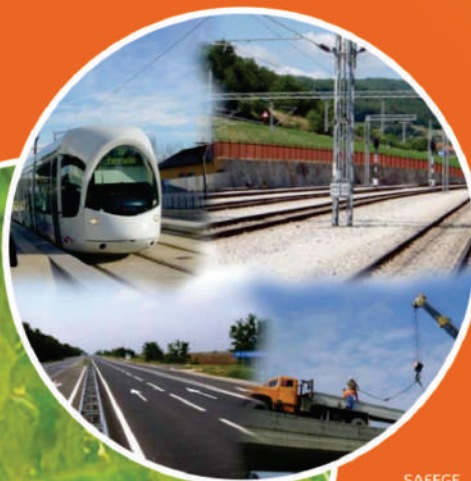
More than 60 years of experience
Više od 60 godina iskustva



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

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

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

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

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

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

мр Боровоје 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.

Маркетинг и односи с јавношћу

Тамара Мотренко, дипл.фил.

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: Сава Шумановић,

Предео из околине Шида 1939.

Власништво Галерије слика "Сава Шумановић" у Шида, Установа културе од националног значаја

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 1 • Јануар-Март 2014 • Година LX

VIA – VITA!

ОБАВЕШТЕЊЕ бр. 1

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

ОБАВЕШТЕЊЕ бр. 2

Српско друштво за путеве | VIA-VITA | и ЈП „Путеви Србије“, 5 и 6 јуна 2014. у Београду, организују "ПРВИ СРПСКИ КОНГРЕС О ПУТЕВИМА". Више о конгресу на <http://www.kongresoputevima.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.; АД „Војводинапут“ Панчево, „Војводинапут - Бачкапут“ АД Нови Сад; „Војводинапут“ АД Зрењанин; ПЗП „Ниш“ а.д.; АД за путеве „Крушевацпут“; ЈКП „Београд пут“; „Мостоградња“ а.д. Београд; АД „Нови Пазар-Пут“; ПЗП „Пожаревац“ а.д.; „Путеви“ АД Чачак; „Путеви-Ивањица“ д.о.о.; АД „Путеви“ Пожега; АД „Путеви“ - Ужице; АД „Сремпут“ – Рума; „Србијааутопут“ а.д.; „Унијапромет“ д.о.о. Чачак, ПЗП „Врање“; ПЗП „Ваљево“ а.д.; „Војпут“ Суботица; „Геопут“, Београд; „Viaprojeckt“ 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, WIRTGEN 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 1

Јануар-Март 2014 • Година LX

САДРЖАЈ

Miloš N. Mladenović, dipl.inž.saob. Aleksandar Trifunović, dipl.inž.saob.	The shortcomings of the conventional four step travel demand forecasting process	5
др Драженко Главић, дипл.инж.саоб. Марина Миленковић, дипл.инж.саоб.	Анализа трошкова и користи зимског одржавања -B/C ratio-	13
Бојан Ратковић, дипл.инж.грађ.	Идејно решење Дунавско-савског магистралног полупрстена (ДСМП) новобеоградска страна	21
др Mirza Pozder, dipl.inž.građ. др Dragan Mihajlović, dipl.inž.građ.	Predikcija buke od cestovnog saobraćaja metodom neuronskih mreža	31
Mr Biljana Ivanović, dipl. inž. građ. Doc. dr Valentina Basarić, dipl. inž. saob. BSc Nemanja Garunović, dipl. inž. saob. MSc Jelena Mitrović, dipl. inž. saob. MSc Nenad Saulić, dipl. inž. saob.	Istraživanje brzina u preticanju	39
Проф. др Нада Милосављевић, дипл.инж.саоб. Доц. др Јелена Симићевић, дипл.инж.саоб.	Утицај режима паркирања на капацитет раскрсница	45
Проф. др Милан Вујанић, дипл. инж. Доц. др Борис Антић, дипл. инж. Доц. др Далибор Пешић, дипл. инж. MSc Емир Смаиловић, дипл. инж.	Значај индикатора безбедности саобраћаја који се односе на пут	51
Slavica Savić, dipl.inž.elek. Saša Jasnić, dipl.inž.saob.	Rekonstrukcija slika sa kamera za detekciju brzine primjenom MATLAB-a	59

Issue 1

January-March 2014 • Volume 60

CONTENTS

Miloš N. Mladenović, M.Sc. TE. Aleksandar Trifunović, M.Sc. TE.	Nedostaci konvencionalnog četvorostepenog procesa utvrđivanja transportnih zahteva	5
Drazenko Glavic, Ph.D. TE. Marina Milenković, B.Sc. TE.	Cost benefits analysis of winter maintenance -B/C ratio-	13
Bojan Ratkovic, B.Sc.CE.	Arterial crescent Dunav - Sava in Belgrade - conceptual/preliminary design – New Belgrade sector	21
Mirza Pozder, Ph.D. CE. Dragan Mihajlovic, Ph.D. CE.	Prediction of road traffic noise using neural networks method	31
Biljana Ivanovic, BSc. CE. Valentina Basarić, Ph.D.. TE. Nemanja Garunović, B.Sc. TE. Jelena Mitrovic, M.Sc, BSc. TE. Nenad Saulić, MSc, BSc. TE.	Research of speeds in overpassing	39
Nada Milosavljević, Ph.D. T.E. Jelena Simićević, Ph.D. T.E.	Impact of parking regime to intersection capacity	45
Prof Milan Vujanić, PhD, TE. Asst prof Boris Antić, PhD, TE. Asst prof Dalibor Pešić, PhD, TE. Emir Smailović, MSc, TE.	The importance of road safety indicators related to road	51
Slavica Savić BSc. El. Saša Jasnić, BSc. TE.	Reconstruction of images from camera for detecting speeds using the MATLAB	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 публикации

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 сажети садрже 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:

Мурављов, 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 периодичне 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.shtm1> (27.03.2004)

THE SHORTCOMINGS OF THE CONVENTIONAL FOUR STEP TRAVEL DEMAND FORECASTING PROCESS

Miloš N. Mladenović, dipl.inž.saob.
Virginia Tech, milosm@vt.edu

Aleksandar Trifunović, dipl.inž.saob.
COWI Ltd., alti@cowi.rs

Review paper

Abstract: *Originating from 1960s, and improved in the decades to come, four-step travel demand forecasting process is the central column of transportation planning throughout the world. However, despite numerous improvements, this model suffers from a several serious drawbacks. In this paper, we present detailed shortcomings of each of the four steps, and the process in general. In addition, considering that the demand for improved transportation planning is greater than ever, we identify several recommendations for improvement.*

Keywords: *transportation planning, sequential procedure, improved planning process*

NEDOSTACI KONVENCIONALNOG ČETVOROSTEPENOG PROCESA UTVRĐIVANJA TRANSPORTNIH ZAHTEVA

Miloš N. Mladenović, M.Sc. TE.
Virdžinija Tek, milosm@vt.edu

Aleksandar Trifunović, M.Sc. TE.
COWI d.o.o., alti@cowi.rs

Pregledni rad

Rezime: *Nastao tokom 60-tih godina prošlog veka, i unapređivan decenijama, četvorostepeni model predviđanja potrebe za kretanjem je osnova planiranja saobraćaja u celom svetu. Ipak, i pored mnogobrojnih unapređivanja, ovaj model ima niz ozbiljnih nedostataka. U ovom radu su detaljno predstavljeni nedostaci svakog od koraka, ali i procesa uopšte. Pored toga, a uzimajući u obzir zahteve za boljim planiranjem saobraćaja, ovaj rad predstavlja i niz preporuka za unapređenje.*

Ključne reči: *planiranje saobraćaja, sekvencijalna procedura, unapređenje procesa planiranja*

1. INTRODUCTION

Before World War II, transportation planning did not include travel modeling [1]. In the United States, the Federal-Aid Highway Act from 1962 and Urban Mass Transportation Act from 1964 allocated federal financial aid to highway projects in urban areas of over 50,000 population only if they were based on a continuing comprehensive transportation planning process [2]. This act consequently established

Metropolitan Planning Organizations (MPOs). During this period, the four-step travel demand forecasting (4S-TDF) model became the central column of transportation planning in U.S. The work by Chicago Area Transportation Study (CATS), that developed models for trip generation, distribution, and diversion along with land use model, was institutionalized by the 1960s legislation [3]. This was a turning point when four-step procedure started to be the universal approach for transportation planning in U.S., and later on in the whole world.

During this period, specific guidelines for conducting transportation planning studies were developed by Bureau of Public Roads, which later became Federal Highway Administration (FHWA) in 1966 [4]. In the 1970s, improvements were made with the development and integration of disaggregate travel demand forecasting and equilibrium assignment methods. The conventional planning approach was established as a four step travel demand forecasting (4S-TDF) process including:

1. Trip generation stage, aiming at estimating the number of person-trips originating in, and/or ending in given zones [5].
2. Trip distribution stage, which consists of distributing across various destinations each of the trip origins from a specific zone obtained in the first phase [5].
3. Modal split stage, where each of the origin-destination trip volumes are distributed in the various alternative transportation modes [6].
4. Traffic assignment stage, where the modal trips from a given origin to a given destination on a given mode are assigned to network's links, or specifically routes between given origin-destination pair [5].

Later expansions of 4S-TDF followed the laws of 1991 (ISTEA) [7], and 1998 (TEA-21) [8]. These subsequent laws imposed higher requirements, and attempted to delegate more planning power to MPOs for coordination on the regional level. After this period, 4S-TDF included a feedback procedure, for refining the travel cost used in trip distribution and mode split steps, and update trip distribution for more modeling consistency [3]. However, the end of highway expansion programs in 1990's, with continuing growth in urban travel, low density land development patterns, and increasing environmental considerations lead many transportation agencies to enter into strategic management and planning processes to identify the scope and nature of these changes [4]. Moreover, agencies were trying to develop strategies to address these issues, and to better orient their organization to function in this new environment.

In general, the traditional procedure takes on a top-down approach [5], from the decision to travel, to destination and mode choice, up to ending with the route choice. Consequently, each level is treated separately and sequentially, with the output from the previous step in putting into the next step. Considering the case when there is no congestion, a single iteration through these steps is sufficient, considering that travel times are independent of travel volumes and their relation to the transportation infrastructure and systems. However, when congestion is present, travel costs depend on travel volume, and vice versa. In order to consider this relation, travel demands are used to revise current estimates of travel costs at the link level, leading to revised estimates of the modal-route costs. This in turn implies new demand estimates at all levels. This iterative process is repeated until some form of convergence is reached, where both demands and travel times have attained stable “compatible” values.

Once the model has been calibrated and validated for base-year conditions it must be applied to one or more planning horizons [6]. In order to do this it is necessary to develop scenarios and plans describing the relevant characteristics of the transport system and planning variables under alternative futures. Having prepared realistic scenarios and plans for testing, the same sequence of models is run again to simulate their performance. The output obtained usually focuses on traffic volumes (quantity) and average speed (quality). A comparison is then made between the costs and benefits, for determining among alternative solutions.

Despite the improvements, the structure of 4S-TDF remained unchanged for decades [6]. Each MPO is responsible for developing a regional transportation plan and a transportation improvement program, and they are most commonly using 4S-TDF [1]. A wider acceptance of 4S-TDF models is due to their easiness to understand due to the breaking down of traveler's decision-process [9]. By this breaking down, it is easier to develop and verify the models, considering that this limits the number of influencing factors. Effect-cause relationships are more likely to be apparent. In addition, for many years, federal and state governments provided technical support, documentation, training, etc., only for sequential models. Finally, 4STDF was implemented in many commercially available transportation planning software [5], especially in the major software development effort, the Urban Transportation Planning System, which was distributed by the U.S. Department of Transportation.

2. THE SHORTCOMINGS OF 4STDF

The sequential and aggregate nature of transportation forecasting has come under much criticism [9]. Here, we present some shortcomings related to each of the four steps. In the continuation, we present general drawbacks and concerns related to 4STDF procedure and models.

2.1. Trip generation

- The factors of trip generation in the traditional approach are typically limited to zone or household attributes, and do not include attributes of travel modes (e.g., insensitivity to transit accessibility [5]).
- Trip generation is usually performed using linear regression [5], and this statistics technique is primarily considered as a “descriptive” and not a “predictive” technique, thus limiting the capabilities of this forecasting step.
- A number of listed trip purposes is limited [1]. Trip purposes are limited to only six to eight trips purposes causing for example all shopping trips to be treated as same (e.g., going to a grocery store, going to a mall, etc.).
- The trip distribution phase is performed separately for each origin zone, this limiting the holistic perspective on transportation demand.
- Some trips are estimated based on factors that are dependent on trips themselves (e.g. shopping-attracted trips are calculated as a function of retail employment, while the number of retail employee depend on shopping trips).
- Zone's characteristics and relationships that dictate trip-generation are frequently assumed to be stable over the entire planning horizon.
- An important drawback is the lack of consideration for land use density in trip generation. This further relates to the issues of accessibility and omitting of non-motorized modes, neglecting the important relation between land-use policies and effects on walking/biking [1].
- Current theoretical approach for modeling trip considers travel demand as independent of the provided transportation system [10] and neglects levels of road congestion in the region [1]. By splitting trips into productions and attractions, conventional approach does not consider travel impedance or any general measure of accessibility. Moreover, conventional approach does not take into consideration the development of new transportation systems and facilities, which can have a significant impact on the volume of travel and distribution on the network. As a result, network performance measures or attributes (e.g., travel time and cost) are prevented from influencing the frequency of travel [5].
- The current approach assumes that household members are independent in their trips decision, thus greatly simplifying the complexity of traveler decision-making. In addition, there are still issues in the procedures for validation and calibration of observed and estimated household trips, observed and estimated regional trips, trip percentage by purpose, identifying unrealistic population growth patterns, high trip generating facilities, etc.

2.2. Trip distribution

- A usual approach to trip distribution, using gravity models, although easy to understand and apply, suffers from serious drawbacks and limitations. One of the major issues is the assumption that average travel time would remain constant in the future as well as through the day (i.e. no consideration for peak hour congestion).
- Destination choice problem requires that spatial interaction models have a predefined set of alternative destinations to choose from. The behavioral dilemma results from the lack of knowledge of what the choice set actually is, or how is it different across individual travelers, and their different originating locations and trip purposes. The usual approach is to allow the access to all traffic zones (or all zones chosen by survey participants) to be in the choice set. Although this approach recognizes that more distant or less attractive zones will receive fewer trips, these are still unsupported assumptions for all possible trips – especially considering the effect on those choice sets by multi-destination trip chaining opportunities. As a consequence, the configuration of the gravity concept tends to overestimate the near trips and underestimate the far trips. Consider a simple example – assuming the constant travel time budgets, if road travel becomes faster, people will travel longer distances. This in turn adds to vehicle miles traveled (VMT), that relate to greater congestion [1].
- Another issues is that socioeconomic dynamics that may occur during the planning horizon are ignored [11].
- Workers from households are not matched to job types by income [1] so the monetary cost of travel is not well represented.
- As part of the equilibrium modeling, there is a neglect of the effect of vehicle speed on trip length [1].
- Some trip distribution models have restrictions that neglects trip with other purposes and at different time of day (e.g., trips with home to work purpose only have to occur during the morning peak). Furthermore, the issue is treatment of travel cost in predicting auto driver behavior, since 4S-TDF predicts trip distribution using a cost related primarily to distance [10].
- Specifically, trip distribution gravity models have been shown to be strictly equivalent, both functionally and numerically, to “behavioral” models (e.g., logit model), but the focus on gravity models prevails [5].
- There is a need for great efforts in error checking, especially for unreasonable outputs in zones with very high or very low productions and attractions, zones without productions and attractions, future year matrix, observed and estimated trip lengths, home-based work trip distribution, and intra zonal trips.

2.3. Modal split

- One of the great drawbacks of modal split step is the focus on auto driver, auto passenger, or transit passenger. This limited focus neglects other travel modes that can have a significant share (e.g., walking or biking). Not including non-motorized travel modes neglects the fact that walking frequently has larger mode share than transit, in medium-sized urban regions [1]. The reasons for this situation could be found in the fact that, in practice, the main purpose of the model is to be used as a tool for capacity analysis of road network, analysis of the network development scenarios, or analysis of the public transport system, etc.
- In addition, small MPOs often omit modal split step [1], and run something called “traffic model”, that represents only auto traffic. This might be a significant neglect, considering that the effective share of walking or biking might be significant in a smaller area. In addition, some MPOs use simple diversion curves, or run simple mode split models sensitive only to auto travel times.
- Modal split computations are made using empirical evidence or socioeconomic data. [10]. This frequently oversimplifies the decision-making of travelers, relating the choice of mode to be only the function of household income, without consideration of other factors. Even if the model considers factors such as travel time and cost characteristics, there is still a range of unconsidered factors (e.g., security, attractiveness, etc.). Furthermore, there is a general neglect for access time and walkability in transit utility calculation.
- In the utility functions for mode choice, time value is often assumed constant for all trip purposes, and throughout the entire day/week.
- Similarly to the drawback of trip distribution models, modal split models are also functionally equivalent to logit models. Consequently, they can be interpreted as a result of the “utility maximizing” choices of individual travelers [5].

2.4. Traffic assignment

- Traditional traffic assignment models primarily represent urban networks with major streets and highways, without consideration for pedestrian areas or bike paths [9]. Similar as in the case of modal split, focus is on modeling of motorized travel modes. The reason might be because models are usually used for analysis of investment impacts in the network or system with high investment costs.
- The supply side in this step is represented with aggregate link performance functions that are static in nature. Traditional assignment methods consider only average speed or, at best, have several speed groups. Considering a large number of vehicles

passing over a roadway segment during a significant time interval, this is a great oversimplification [9]. The quality of the network's performance dominates the limitations of the traffic assignment process. The estimation of road capacities, used in determining the levels of service, is often oversimplified and inaccurate, not taking into consideration trucks movements, highway geometry, and other factors affecting the capacity [1]. Intersection control or ramp metering delays are ignored or oversimplified. Link spillback and potential queue gridlocks are completely overlooked since queues are not represented in space. Furthermore, the relation between vehicle flows and link speeds in traffic assignment models are poorly represented [1].

- Since frequently projected congestion levels are inaccurate, this is also affecting the emission estimation, that depends on the vehicle input and their speeds [1].
- One of the major simplifications is also that all trips begin and end at a single point in a zone's centroid.
- There is a discrepancy between trip forecasting, which is done on a daily basis, and traffic assignment, that is typically done for peak hour.
- There are issues with discretionary and off-peak travel activity modeling, since traditional models do not take into consideration the need to model both time of day and day within the week [12]. The overall percentage of non-work or non-peak trips can be even up to 78% of annual trips. In addition, further issues arise taking into consideration that many daily trip chains combine peak hour trips. This is especially important due to the relation to non-transportation control measures (e.g., staggered work hours), or the potential for mixed urban activity centers that encourage midday walk or paratransit for personal business.

2.5. General shortcomings

Besides the specific shortcomings of each of the sequential step, there are general conceptual and technical weaknesses in 4S-TDF, that span though several steps or relate to the conventional planning procedure originating from the four-step modeling approach.

• Sequential nature of the procedure

By breaking down the trip planning process into steps, the conventional approach is not established upon a single unifying rationale that would explain or legitimize all aspects of travel demand from a common perspective [5]. This has been further supported by isolated research and development, focused on individual models or steps [3], thus furthering the discrepancy from the holistic

procedure. As a result, the sequential nature, besides that it does not represent the actual human decision-making process, has other practical consequences. In addition, this procedure requires more abstract thinking, thus making it harder to approach decision makers and the public.

• The lack of behavioral considerations

Although extensive efforts have been put in developing theories and procedures for travel demand forecasting, high accuracy has not been achieved due to the nature of behavioral analysis of human decision-making [10]. There is a lack of realistic decision-making frameworks in place for both household and company-based travel decisions within the traditional approach [12]. This further relates to the neglect of the specifics of household interactions, such that if in a one-car household someone uses the car for a work trip other household members cannot use it for a different trip at the same time [13]. Moreover, behavioral considerations do not include decision-making of special or vulnerable groups of transportation users, such as elderly or disabled people [14].

• Aggregation of behavior

As one of the larger issues in the 4S-TDF procedure is that these models represent the average behavior of a group of travelers [9]. Consequently, aggregate models are frequently unable to predict the behavior of individual travelers. By using macro-level analysis on regional zones, the process makes assumptions on individual's traveler's value of time, modal preferences, household forms, etc. The introduction of trip purposes/classes (e.g., home-based work, home-based school, etc.) mitigates some of the simplifications in the assumptions, but predictive capabilities remain marginal [10].

• Deterministic nature of the models

Considering the sequential procedure, models are not simulation-based, but have a rather mathematical modeling approach [9]. Consequently, they are not suitable for testing out of different scenarios and cannot simulate rather delicate details – such as for example even/odd number plate congestion control [13]. Moreover, this converts into a practical problem when generation of alternatives is often generated “in-house”, developing only few alternatives, and usually presenting only the “Preferred Plan” in comparison to “No Action Plan” [1].

• The iterative nature of the process

When travel costs are used to compute trip distribution and modal split, travel costs are not in equilibrium condition (i.e., loaded network). Because in 4S-TDF traffic assignment is completed last, the equilibrium cost of travel by different modes cannot be known during the previous 4S-TDF steps. This weakness frequently underestimates the impact of

congestion on passenger vehicle travel costs. Consequently, there is the need for iterative feedback procedure, where equilibrium travel costs are fed back into trip distribution and modal split calculations, until network equilibrium conditions are approached. Moreover, a search for convergence is frequently not guided by a goal of clearly specified state of the system. In addition, the iterative approach is typically not efficient computationally, since it requires large number of iterations to reach the point of convergence [5]. This limitation is even more important in the case of real-world networks size. Finally, there is little understanding of the iterative process or expectation of why improved consistency of equilibration should be achieved at all [3].

- **Approach to prediction**

Another issue of conventional planning approach is that it heavily relies upon trend extrapolation instead of developing a vision towards a rational goal. Most frequently used linear extrapolation of the past trend, based on population size, auto ownership, transit usage, etc. is extending the same trend in the future [10]. This relates to several other issues. There is an immediate issue of causation vs. correlation, which requires the model to be validated in a wide range of situations [14]. Although an extrapolation is a useful procedure, the underlying question is should it be directly used for planning, because it continually reinforces the development of the previous trends, without consideration of their long-term effects and development towards a rational goal. Thus, this approach is essentially denying the purpose and function of transportation planning in producing a desired transportation system or facility. Moreover, missing step of checking whether the extrapolated trends result in the adopted long-term goals, a planner is not relating that to the need for developing policies, actions, and construction/operation projects that would modify present trends.

- **Integrated land-use and transportation models**

One of the major drawbacks in the use of transportation models in practice is the absence of any feedback from transportation models on land use. This is essentially neglecting the fact that highways and transit investments not only respond to land use, but that they shape land use as well. For example, very few MPOs use some sort of land use model to allocate household and companies to the analysis zones in the future [1]. This further relates to misunderstanding of the relation between urban environment and transportation. Consequently, the impact of transportation on urban form (e.g., land use distribution, formation of sub-centers, establishment of pedestrian zones, sprawled, low density, segregated urban patterns [15]) were not given adequate consideration. An example of a related issue would be lack of consideration for the relations between locations of cooperating companies (e.g., supplier of raw material and production facility) and

congestion levels [1]. As a result, even if they exist, integrated land-use and transportation models fail to provide the support for land use policies.

- **Trip chaining**

One of the frequently mentioned issues of four-step models is the lack of consideration for trip destinations in urban areas that are a part of the multipurpose, multi stop daily travel chains (e.g., work to shop to home trips) [12]. Furthermore, These destinations are selected based on their proximity to the commuting path, with the influence of the commuting mode too [10]. Ignoring this activity of trip chaining, conventional models fail to consider related time and cost savings. Finally, there is lack of understanding in the relation between trip chaining and congestion, that should usually lead to greater trip chaining in congested networks [1].

- **The effects of congestion**

In general, there is a lack of consideration of the effects of congestion in four-step procedure [5], especially its effect on the time of travel [1]. One of the major pitfalls of traditional modeling approach is the ad hoc treatment of demand externalities, i.e., the effects of network and destination congestion. Various feedback loops introduced to represent the effects of congestion may or may not converge to a stable distribution of the respective demands. Consequently, the nature of the travel demands obtained after performing different feedback iterations may not entirely be clear. For example, in the case of traffic assignment, the solution obtained with the incremental approach clearly constitutes an approximation to the exact solution. The estimated solution that would be obtained with increments of one traveler where that is feasible. However, the precision of such an approximation is usually unknown. Furthermore, the same difficulties are there when several dimensions of travel demand are combined (e.g., multimodal network assignment). For example, this relates to the issue with fixed time-of-day factors, which cannot answer many policy questions related to addressing peak traffic spreading when peak period pricing is introduced.

- **The relationship between trip frequencies and travel costs**

This issue relates to the question of transportation costs or traditional forms of cost-based accessibility as the most important determinants of daily or weekly schedules of trip activity [12]. A part of the issue may be in the nature of past survey data. Cross-sectional trip sampling for a single day may not contain the information required to develop a behaviorally sensible and statistically consistent relationship. Moreover, there is a notion that transportation is a separate good, purchased independently from other household needs. But in the long-term perspective, other non-travel factors become important (e.g., housing, food, health) as they compete for the travel costs.

- **Input data issues**

An issue is relying heavily upon household travel survey and the U.S. census data that frequently does not have sufficient data for developing and calibrating models of greater complexity required for adequate modeling [10]. As an example, future household auto ownership level is generated from the correlation to the existing auto ownership, coming from census data [1]. Moreover, the usual approach is that income is forecasted to stay the same in relation to the inflation. However, this masks actual changes observed in U.S., where for example, lower income groups have experienced a large drop in real income, along with some middle-income groups that have lost income. Another example is non-home-based trips, where neither origin nor destination is at the home and, therefore, no socioeconomic data can be associated with or used to constrain these trips [13].

- **Output data issues**

Some of the critique relates to the issues of the output measures used in the process. This relates to inadequate plan evaluation criteria, where outputs from models are measures of congestion (e.g., level of service on network links, person-hour of travel delay) [1]. As a result, current model output rarely present the evaluation of other economic outcomes.

- **Induced travel**

A recent critique of four-step modeling process related to the issues of induced demand, frequently originating from a construction of a new facility (e.g., changes in route or change in mode of travel) [14]. Due to its strong relation to user decision-making, this behavioral component is difficult to model and predict precisely. Current models do not embody elasticity or feedback mechanisms that directly or indirectly weigh generative impacts [16].

- **Environmental assessment**

Current models have limited capabilities for environmental impact assessment – for air quality, noise and vibration, cultural heritage, disruption during construction, landscape effects, land-use effects, water quality and drainage, geology and soil considerations [14], especially due to their inability to assess policies that may reduce the environmental impacts of car-based travel [17].

- **Neglecting influence of new systems and technologies**

Another set of identified issues is the capability of these models to incorporate the effects of demand management approaches, such as varying working hours, car-pooling, telecommuting, road use charging, etc. [14]. This is essentially ignoring additional consideration for the supply side of the models, and consequently resulting in dramatic reduction in innovation and creativity in transportation system design [10].

- **The unclear desired roles of different transportation modes**

The desired roles of different transportation modes are usually not clearly defined [10], with a general disregard for paratransit, bicycles, and pedestrians. For example, the dominant planning philosophy in the 1950-1970 period was focused upon the passenger vehicle-based travel. Mass transit was supposed to supplement it during peak periods and serving non-drivers. This resulted in the focus on highways, with particular emphasis on freeway construction. Process went further to assume that bus service can operate on existing urban network, with only some places considering rapid rail transit, and without any consideration for light rail transit. The plans resulted in increasing auto dependency.

- **Issues with social justice in accessibility**

Recent critique of four-step process relates to the fact that transport modeling that starts from current travel patterns may actually reinforce the existing differences in mobility and accessibility between various population groups [18]. This assertion implies that by ignoring the fact that current travel patterns are reflections of the way in which transport resources have been distributed in the past, transport models thus create an inherent feedback loop. The models use the high trip rates among car owners in the present to predict high trip rates among car owners in the future. These predictions favor policies that support this growth through improved services for car owners (e.g., road building or investment in costly rapid rail). These improved services, in turn, result in higher trip rates among car owners, thus circulating the process again.

3. CONCLUSION

The demands on urban transportation planning are now greater than ever since the range of issues that need to be addressed are continually expanding. For example, analytical requirements are more comprehensive, with some states having requirements beyond those of Federal Agencies [4]. A growing number of agencies across the United States are abandoning established traditional modeling techniques and exploring advanced practices in travel forecasting (e.g., tour- and activity-based models, land use models, freight and commercial movement models, statewide models, and dynamic network models). However, there are still many efforts left to assist urban transportation planning agencies to meet increasing demands and requirements. Most urban transportation planning agencies have not upgraded their travel forecasting procedures for some time and there is a need for a large scale effort to carry out this task.

As a general recommendation, many authors are arguing for the return to the original concept of an integrated relationship among travel choices and road network travel times and costs rather mechanical view of travel forecasting [3, 13]. Here, we presented some specific and general recommendations for improvement of the planning procedure.

3.1. Recommendations

- There is a need for dynamic supply models are required for a more detailed understanding of the performance of network facilities, and for the development and implementation of network management and operations policies.
- Data collection problems could be handled by performing a household survey every decade, or on the same household over time as panel survey [1]. Survey can be also used to support land-use modeling by asking questions on household and company location behavior. In addition, data can be collected on time-use by providing the information of what individuals do over the course of one or several days, including both activities in the home and outside the home [19]. Finally, there is a need for data collection on the smaller time interval (e.g., 15 min) for providing a higher level of details.
- The budget for data collection might be up to 20% of the overall cost of the model development. In order to avoid minimizing on data collection, these costs should not be subject to competitive tendering. That leads to reduction in model quality and usually occurs in the case of engagement of same consultant for both data collection and model development. It is better to split these two assignments or to specify a fixed value for inclusion in the pricing to cover the cost of surveys.
- Regional Transportation Plans very rarely acknowledge any feedback effects from transportation improvements on land use, and thereby ignore these effects on project and plan evaluation [20]. Moreover, there is a need to model firms and households as point locations [1].
- In order to develop a robust, activity-based approach, there is a need to combine multiple trips into a single activity. Consequently, the destinations, modes, and routes in each segment of the trip would be interdependent [5].
- Freight planning needs to be integrated within the traditional transportation planning and programming process [21]. This requires identifying of corridors and facilities of statewide or regional significance, and linking freight and land use planning in the transportation planning models. In addition, special focus needs to be dedicate to the goods movement models to represent the shipment of commodities by truck type and time of day, with included terminal costs [1].
- There is a need for incorporating safety into transportation planning goals, objectives, performance measures, analysis procedures, tools, data collection, etc. [22].
- Improvements in relation to accessibility and access management are one of the essential recommendations. On the practical side, planning process needs to prepare an access management plan as a component of an area-wide or corridor plan, and address access management in community planning as a means of accomplishing a broad range of transportation and land use goals [23, 24]. Moreover, some theoretical considerations of accessibility call for a social justice approach that would focus on the distribution of transport investments over population groups and the related performance of the network for each of these groups [18].
- One of the general recommendations is to take into consideration the issues of environmental sustainability [25]. Current practice relating to transportation and air quality is that long-range transportation plans and programs are completed for a 20-year forecast period. For transportation planning processes to integrate environmental sustainability objectives, the forecast period must be at least 40 years. In addition, a complete range of environmental impacts (e.g., the impacts of noise on the breeding and migration patterns of birds) still needs to be considered in transportation planning models [25].
- Transportation planning process should also conduct forward-looking analysis of demographics, market preferences, and job location trends, to be responsive to the emerging needs of future generations and user culture.
- Transportation planning models need to take into the account the inevitable relation to continuous technological developments (e.g., social networks, self-driving vehicle, etc.).
- Finally, as one of the most important recommendations is a need for a greater application of the behavior principles that underlie the established microeconomic and social science theories. This goes hand-in-hand with the necessary focus on activity-based models. These models allow for the splitting of time-of-day into much finer temporal units than traditional models [13]. These models base on individual behavioral properties by computing relative utility of completing a trip for individual travelers, and are better for minimizing modeling bias, maximization of model statistical efficiency, improved policy sensitivity, and improved model transferability. Although disaggregate models appeared in 1980s [9], and there is a broad consensus within the activity-travel demand modeling community that disaggregate modeling methods have considerable advantages over more aggregate approaches, they still need to be widely deployed in practice. An example of existing model is an open-source project called the Transportation Analysis and Simulation System (TRANSIMS) [23].

References

- [1] R. Johnston, "The Urban Transportation Planning Process," in *The geography of urban transportation*, S. Hanson and G. Giuliano, Eds., ed, 2004, p. 115.
- [2] T. A. Morehouse, "The 1962 Highway Act: a study in artful interpretation," *Journal of the American Institute of Planners*, vol. 35, pp. 160-168, 1969.
- [3] D. Boyce, "Is the sequential travel forecasting paradigm counterproductive?," *Journal of Urban Planning and Development*, vol. 128, pp. 169-183, 2002.
- [4] E. Weiner, *Urban transportation planning in the United States: An historical overview*: Greenwood Publishing Group, 1999.
- [5] N. Oppenheim, *Urban travel demand modeling: from individual choices to general equilibrium*: John Wiley and Sons, 1995.
- [6] J. de Dios Ortúzar and L. G. Willumsen, *Modelling transport* vol. 7: Wiley Chichester., 2001.
- [7] J. Gifford, T. Horan, and L. White, "Dynamics of policy change: reflections on 1991 Federal transportation legislation," *Transportation Research Record*, 1994.
- [8] B. Katz, R. Puentes, and S. Bernstein, "TEA-21 reauthorization: Getting transportation right for metropolitan America," 2003.
- [9] Y. Gu, "Integrating a regional planning model (TRANSIMS) with an operational model (CORSIM)," Virginia Tech, 2004.
- [10] V. R. Vuchic, "Urban Transit: Operations, Planning, and Economics," 2005.
- [11] M. G. McNally, "The Potential for Integrating GIS in Activity-Based Forecasting Models," Center for Activity Systems Analysis, University of California 1997.
- [12] F. Southworth, "A Technical Review of Urban Land Use - Transportation Models as Tools for Evaluating Vehicle Travel Reduction Strategies," 1995.
- [13] R. Donnelly, *Advanced practices in travel forecasting - NCHRP Report 406*: Transportation Research Board, 2010.
- [14] C. A. Flaherty, *Transport Planning and Traffic Engineering*, 1997.
- [15] J. A. Kushner, *Healthy cities: The intersection of urban planning, law and health*: Carolina Academic Press, 2007.
- [16] R. Cervero, "Induced travel demand: Research design, empirical evidence, and normative policies," *Journal of Planning Literature*, vol. 17, pp. 3-20, 2002.
- [17] M. G. McNally and C. Rindt, "The activity-based approach," 2008.
- [18] K. Martens, "Basing transport planning on principles of social justice," *Berkeley Planning Journal*, vol. 19, 2006.
- [19] R. Kitamura, S. Fujii, and E. I. Pas, "Time-use data, analysis and modeling: toward the next generation of transportation planning methodologies," *Transport Policy*, vol. 4, pp. 225-235, 1997.
- [20] P. Waddell, G. F. Ulfarsson, J. P. Franklin, and J. Lobb, "Incorporating land use in metropolitan transportation planning," *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, vol. 41, pp. 382-410, 2007.
- [21] K. E. Heanue, *Guidebook for integrating freight into transportation planning and project selection processes* vol. 594: Transportation Research Board, 2007.
- [22] S. Washington, *Incorporating safety into long-range transportation planning - NCHRP Report 546*: Transportation Research Board, 2006.
- [23] (10/26/2013). TRANSIMS. Available: http://web.anl.gov/TRACC/Computing_Resources/transims.html
- [24] D. C. Rose, J. Gluck, K. Williams, and J. Kramer, "A Guidebook for Including Access Management in Transportation Planning - NCHRP Report 548," Transportation Research Board 0309088453, 2005.
- [25] *Integrating Sustainability Into the Transportation Planning Process* vol. 37: Transportation Research Board, Federal Transit Administration, 2005.

АНАЛИЗА ТРОШКОВА И КОРИСТИ ЗИМСКОГ ОДРЖАВАЊА -B/C ratio-

др Драженко Главич, дипл.инж.саоб.

Саобраћајни факултет, Универзитет у Београду, drazen@via-vita.org.rs

Марина Миленковић, дипл.инж.саоб.

Саобраћајни факултет, Универзитет у Београду, marina.milenkovic@sf.bg.ac.rs

Прегледни рад

Резиме: Зимско одржавање има важну улогу у обезбеђивању нормалног функционисања привредних и друштвених активности, за шта је основни предуслов нормално функционисање саобраћајног система, пре свега друског саобраћаја кроз осигурање мобилности, нивоа услуге и безбедности корисника пута. Предузећа задужена за одржавање су стално пред изазовом да обезбеде висок ниво услуге (НУ) и побољшају мобилност и безбедност у зимским условима. Постоји потреба да се боље разумеју и квантитативно процене трошкови и ефекти зимског одржавања путева. Стога ће овај рад представљати покушај идентификовања и квантификовање трошкова и користи зимског одржавања кроз анализу и преглед досадашњих искустава из ове области, као и дефинисању методологије за прорачун трошкова и користи, како директних тако и индиректних. На крају рада биће дат и рачунски пример развијене методологије, кроз анализу односа трошкова зимског одржавања и користи од одржавања, тзв. параметар B/C.

Кључне речи: Зимско одржавање, трошкови одржавања пута, директне користи, индиректне користи CBA, B/C.

COST BENEFITS ANALYSIS OF WINTER MAINTENANCE -B/C ratio-

Drazenko Glavic, Ph.D. TE.

Faculty of Traffic and Transport Engineering, University of Belgrade

Marina Milenković, B.Sc. TE.

Faculty of Traffic and Transport Engineering, University of Belgrade

Review paper

Summary: Winter maintenance plays an important role in ensuring normal functioning of economic and social activities, what is the basic prerequisite for the normal functioning of the transport system, particularly road transport through the provision of mobility, level of service and safety of road users. Companies responsible for maintaining are challenged to provide a high level of service (LOS) and improve mobility and safety in winter conditions. There is a need to better understand and quantitative assessment of the costs and effects of winter road maintenance. Therefore, this paper represent an attempt to identify the costs and benefits of winter maintenance through analysis and

review existing experience in this field, as well as defining the methodology for the calculation of costs and benefits, both direct and indirect. At the end of the paper will be given and the calculation example of the developed methodology.

Keyword: Winter maintenance, road maintenance costs, direct benefits, indirect benefits of CBA, B/C ratio.

1. УВОД

Зимски услови проузрокују снег, лед и тзв. бљузгавицу на путевима и улицама стварајући отежане услове вожње и проблеме за кориснике путева, екстремно и прекиде у саобраћају. Да би се ови проблеми свели на минимум, службе које су задужене за одржавање путева предузимају одговарајуће оперативне мере (чишћење пута и посипање соли, ризле и других агенса). Наведене активности зимског одржавања директно утичу на, повећану мобилност, смањење експлоатационих трошкова возила, смањење времена путовања и повећање безбедности. Међутим, стручној јавности није у потпуности јасно колико износе трошкови и користи зимског одржавања. Који је утицај зимског одржавања путева на доношење одлука о путовању? Колике су уштеде у трошковима експлоатације? Колико зимско одржавање чини путеве безбеднијим? Колико се времена путовања може уштедети активностима зимског одржавања? И на крају која је крајња укупна економска вредност директних и индиректних користи-ефеката зимског одржавања?

2. ЛИТЕРАРНИ ПРЕГЛЕД

Kuемmel and Hanbali (1992) су спровели benefit/cost анализу посипања путне соли, као средства за спречавање настанка леда. Анализа је обухватила директне користи које су остварене уштедама у трошковима експлоатације возила, уштедама у времену путовања и смањењем броја саобраћајних незгода. Резултати овог истраживања су показали да су трошкови времена путовања смањени са 22,2 центи/пређеној миљи на 16,6 центи/пређеној миљи, на двотрачним путевима, и са 13,3 центи/пређеној миљи на 11,1 центи/пређеној миљи на аутопутевима. Укупни директни трошкови експлоатације возила за возаче су се смањили са 7,3 центи/пређеној миљи на 6,1 центи/пређеној миљи на двотрачним путевима и са 53,5 центи/пређеној миљи на 23,8 центи/пређеној миљи на аутопутевима, након активности одржавања. Стопа саобраћајних незгода пре посипања соли, на двотрачним путевима је била око 8 пута, а на аутопутевима 4,5 пута већа него након посипања соли. Зимско одржавање је смањило трошкове саобраћајних незгода на двотрачним путевима за 88%, а на аутопутевима за 85%.

Thornes (2002) је у свом раду квантификовао користи и трошкове зимског одржавања за Уједињено Краљевство. У директне користи је урачунао користи остварене смањењем саобраћајних незгода, смањењем временских губитака, користи које су остварене правовременом реакцијом хитне службе и користи које су остварене смањењем потрошње горива. Трошкови одржавања су обухватили корозију (пропадање) возила, корозију моста/пута, корозију опреме пута, загађење воде, штете настале по вегетацију и земљиште и трошкове посипања соли. На основу укупног односа корист/трошак Thornes (2000) је показао да је за сваку утрошену фунту на зимско одржавање у Уједињеном Краљевству сачувано око 8 фунти.

Шведски национални институт за путеве и саобраћајна истраживања (VTI) (2004; 2006) је развио алат, назван Зимски модел, за утврђивање утицаја стратегија и мера зимског одржавања на кориснике путева, службе које се баве одржавањем и друштво у целини. Збирни модел користи неколико подмодела који процењују утицаје зимског одржавања на саобраћајне незгоде, приступачност, трошкове експлоатације возила (нпр. трошкови горива и одржавања), животну средину и на инфраструктуру. Сви ови подмодели се ослањају на податке из централног модела који прати стање коловоза из сата у сат, на основу временских прилика, активности зимског одржавања и података о саобраћају.

У раду који је спроведен од стране Environmental Canada (2002) идентификоване су директне и индиректне користи које настају услед коришћења соли у зимском одржавању. У директне користи су сврстане: уштеде у потрошњи горива (33% смањења), уштеде у времену путовања (\$11.00 по сату за путнички аутомобил и \$9.73 по сату за аутобус) и смањен број саобраћајних незгода. У индиректне користи су сврстана: смањења одштетних захтева, користи остварене привредним делатностима (које се процењују по сату по запосленом) и користи остварене омогућеним друштвеним активностима.

Qiu and Nixon (2008; 2009) су развили метод за мерење учинка активности зимског одржавања у погледу безбедности и мобилности. Истраживачи су нагласили да многе раније студије нису вредновале резултате зимског одржавања укључивањем фактора као што су тежина олује, карактеристике пута и активности зимског одржавања. Да би се ово решило, развијен је индекс тежине олује, са утицајима временских прилика и зимског одржавања на стања коловоза.

Shahdah and Fu (2010) су истраживали користи зимског одржавања по мобилност. У раду је

коришћен симулациони модел којим је симулирано одвијање саобраћаја при скупу претпостављених снежних догађаја (са ниским, средњим и великим интензитетом снежних падавина) и различитих сценарија одржавања (без одржавања или са идеалним одржавањем, које подразумева очишћен и мокар коловоз). Резултати истраживања су открили да идеално спроведено одржавање, током снежних падавина малог интензитета, може произвести уштеде у укупном времену путовања (у поређењу са сценаријом у коме је коловоз покривен снегом) од око 6% до 7% за однос ток/капацитет од 0,35 до 0,60, 26% до 27 % за однос ток/капацитет од 0,70 до 0,75 и 10% до 11% за однос ток/капацитет између 0,90 и 1,00. Уштеде у времену путовања су се повећале са повећањем интензитета снежних падавина, и за падавине великог интензитета ове уштеде су износиле између 7% до 11% за однос ток/капацитет од 0.35 до 0.60, 29% до 36% за однос ток/капацитет од 0,70 до 0,75 и 5% до 12% за однос ток/капацитет од 0,90 до 1,00. Ова симулацијом се дошло да налаза да потенцијално смањење у укупном времену путовања услед зимског одржавања путева може достићи вредност чак до 36%.

Shi (2010) је идентификовао неколико користи које проистичу из активности зимског одржавања. Директне користи су укључивале побољшану мобилност, смањене трошкове путовања и смањен број саобраћајних незгода. Индиректне користи су укључивале одрживу економску продуктивност, смањен број одштетних захтева и непрекидан рад хитних служби. Констатовано је да се ове користи не остварују без трошкова, који укључују материјале, рад, опрему и утицаје на возила, инфраструктуру и животну средину.

Fu et al. (2012) су у свом раду увели приступ усмерен на квантификовање утицаја активности зимског одржавања на безбедност и мобилност саобраћаја. У раду су разматрана два сценарија са различитим временима која су потребна да се коловоз врати у првобитно стање. Просечан број саобраћајних незгода током периода снежне олује у условима два сценарија су 6,058 (без одржавања) и 3,671 (са одржавањем, два сата након снежне олује). Корист активности зимског одржавања стога представља смањење од 2,387 саобраћајних незгода, односно смањење од 39,4%. Повећање нивоа услуге (повећање вредности RSI) доводи до повећања обима саобраћаја. Повећање обима саобраћаја може се претворити у корист која настаје услед смањења нереализованих путовања (тј. ова путовања би иначе била отказана или одложена). Поред тога, повећање вредности RSI би такође повећало просечну брзину, а тиме смањило времена путовања, што се може квантификовати кроз

новачане јединице на основу вредности времена. Корист по мобилност постизањем циљног RSI од 0,8, који представља очишћен коловоз, је у границама вредности од 17.000.000 до 32.000.000 \$ по сезони.

Garrett Donaher (2014) је у својој студији испитивала однос између зимског одржавања и мобилности користећи два одвојена приступа. Први приступ, коришћењем регресионе анализе, процењује просечно смањење у обиму саобраћаја и просечној брзини током снежне олује у функцији температуре, брзине ветра, видљивости, укупних падавина током догађаја, индекса стања коловоза (RSI) и доба дана. Други приступ је заснован на коришћењу часовног скупа података, у коме се спроводи регресиона анализа за процену просечног смањења медијане брзине за сваки сат снежне олује у функцији температуре, брзине ветра, видљивости, падавина, RSI и доба дана. У раду је потом приказана примена развијених модела за квантификовање последица, по мобилност, алтернативних политика и програма зимског одржавања. Користи су остварене повећањем брзине (уштеде у времену путовања) и смањењем нереализованих путовања (корист која је остварена путовањем). У раду је претпостављена једнолична вредност од \$10 по путовању које није реализовано (за неостварену корист од реализованог путовања) и вредност времена од \$20 по сату (за уштеде у времену путовања). Користи по мобилност постигањем циљног RSI од 0,8 (очишћен коловоз) износе 17 милиона долара по зимској сезони на мрежи путева у Онтарију.

Ye et al. (2012) су у свом раду развили три модела за процену директних користи зимског одржавања (уштеде у времену путовања, уштеде у потрошњи горива и смањен број саобраћајних незгода). Два сценарија су дефинисана: базни случај - претпоставља да зимско одржавање није спроведено (или је спроведено у малој мери) и постојећи случај – овај сценарио одговара стварним активностима зимског одржавања које спроводи надлежна служба. Смањења у саобраћајним незгодама представљају користи зимског одржавања. Уштеде у времену путовања, које су резултат разлика у брзинама путовања дуж деонице пута при различитим нивоима зимског одржавања, су формиране као метод за процену друге категорије квантитативних користи зимског одржавања. Коначно, разлике у потрошњи горива, при условима где је одржавање спроведено или није спроведено, су основане за процену користи од уштеда у гориву услед зимског одржавања. Процене које су добијене за Минесоту за 2005-2006 зимску сезону показују да зимско одржавање производи финансијску корист од \$227,088,014. С обзиром да су трошкови

материјала по сезони били \$36.6 милиона долара (за 828 одржаваних деоница), однос користи/трошкови зимског одржавања је био 6,0, не узимајући у обзир друге трошкове (нпр. рад, опрема).

3. ДЕФИНИСАЊЕ МОДЕЛА ЗА АНАЛИЗУ ТРОШКОВА И КОРИСТИ ЗИМСКОГ ОДРЖАВАЊА

Трошкови и користи зимског одржавања се генерално могу поделити на директне и индиректне.

У директне трошкове зимског одржавања спадају трошкови потрошног материјала, трошкови опреме и трошкови рада, а у индиректне трошкове спадају трошкови инфраструктуре (оштећења мостова, опреме крај пута итд.), трошкови повећане амортизације возила због корозије и трошкови заштите возила од корозије која настаје услед употребе путне соли и трошкови по животну средину (деградација воде, вегетације, земљишта и живог света).



Слика 1. Директни и индиректни трошкови зимског одржавања

У директне користи спадају уштеде у потрошњи горива, уштеде у времену путовања и смањењем нереализованих путовања, као и користи које су настале услед смањеног броја саобраћајних незгода. У индиректне користи спадају користи које су настале услед смањеног броја одштетних захтева, одржавања привредних делатности (смањења губитака у производњи и испорукама робе, смањења губитака у зарадама), омогућеног приступа друштвеним активностима (одзив хитне службе и корист остварена из могућности да се учествује у друштвеним активностима).



Слика 2. Директне и индиректне користи зимског одржавања

С обзиром да се бројне користи остварују зимским одржавањем, постоји потреба да се те користи боље разумеју и квантитативно утврде, не би активности зимског одржавања добиле оправдан приоритет у финансирању. Имајући то у виду, у овом раду је развијена методологија за утврђивање трошкова и користи зимског одржавања, идентификовани су подаци који су неопходни да би се утврдили ове користи. Такође применом развијене методологије на актуелном путном правцу (Е-75 деоница Београд-Нови Сад) демонстрирана је развијена методологија и сумирани су налази који су добијени овим истраживањем кроз утврђивање односа трошкови зимског одржавања/користи (B/C ratio).

3.1. Трошкови зимског одржавања

Трошкове зимског одржавања компанија која одржава путеве може поделити у 3 категорије:

- а) трошкови материјала,
- б) трошкова радне снаге, и
- в) трошкови опреме.

Модел за квантификовање трошкова зимског одржавања има следећи облик:

$$T_{zo} = f(P_{zo}, NU_{zo}, Itz)$$

где:

- T_{zo} - трошкови зимског одржавања,
 P_{zo} - површина (дужина*ширина коловоза) која се одржава,
 NU_{zo} - ниво услуге одржавања на путевима који јединица за одржавање жели постићи, често карактерише коловозно стање,
 Itz - индекс тежине зиме за подручје.

У нашим условима не постоје емпиријски подаци, односно тачно праћење од стране ЈП ПС колико су ови трошкови по појединим путним правцима и деоницама. Једини доступан податак је из литературе која према њемачким искуствима процењује трошкове одржавања у функцији надморске висине (количине падавина) и категорије саобраћајнице [13]. Наведена њемачка искуства су примењена у овом раду.

3.2. Користи од зимског одржавања

Користи од зимског одржавања се могу квантификовати као директне и индиректне.

Директне користи могу да се квантификују и деле се на:

- Уштеде у трошковима експлоатације возила;
- Уштеде у трошковима времена путовања;
- Уштеде у трошковима СН;
- Смањење нереализованих путовања.

Индиректне користи се знатно теже квантификују, а често су знатно веће од директних користи (нарочиту у случајевима прекида саобраћаја).

Индиректне користи се остварују:

- Одвијањем привредних делатности без прекида.
- Одвијањем друштвених активности.
- Мањим бројем одштетних захтева.

Због тешког начина утврђивања индиректних користи овај рад ће анализирати само директне користи, што значи да би користи биле знатно веће са укључивањем индиректних користи. Методи за квантификовање директних користи су изложени у наредним поднасловима.

3.2.1 Метод за квантификовање користи од времена путовања

Користи времена путовања су проистекле из уштеде у времену путовања на одржаваној деоници пута. За неко i -то возило, уштеде у времену путовања на одређеној деоници се рачунају на следећи начин:

- Уштеде у времену путовања путника у ПА

$$B_{VP_{PA}} = L \left(\frac{1}{V_{1PA}} - \frac{1}{V_{2PA}} \right) (n \times PDS_{PA} \times p_{PA} \times (\sum_i C_{PA_i} \times s_{PA_i})) \quad (1)$$

Где је:

- $B_{VP_{PA}}$ - уштеда у времену путовања за ПА (РСД/зимској сезони)
 V_{1PA} - брзина путовања ПА без зимског одржавања путева
 V_{2PA} - брзина путовања ПА са зимским одржавањем путева
 n - број дана вожње у зимским условима током зимске сезоне
 PDS_{PA} - просечан дневни саобраћај путничких аутомобила током зимске сезоне
 p_{PA} - просечна попуњеност путничких аутомобила
 C_{PA_i} - вредност времена за путничке аутомобиле за сврху путовања i (РСД по сату)
 s_i - проценат попуњености по сврхама путовања i

- Уштеде у времену путовања путника у БУС

$$B_{VP_{BUS}} = L \left(\frac{1}{V_{1BUS}} - \frac{1}{V_{2BUS}} \right) (n \times PDS_{BUS} \times p_{BUS} \times (\sum_i C_{BUS_i} \times s_{BUS_i})) \quad (2)$$

Где је:

- $B_{VP_{BUS}}$ - уштеда у времену путовања за ПА (РСД по зимској сезони)
 V_{1BUS} - брзина путовања БУС без зимског одржавања путева
 V_{2BUS} - брзина путовања БУС са зимским одржавањем путева
 PDS_{BUS} - просечан дневни саобраћај аутобуса током зимске сезоне
 p_{BUS} - просечна попуњеност аутобуса
 C_{BUS_i} - вредност времена за путнике аутобуса за сврху путовања i (РСД по сату)
 s_{BUS_i} - проценат попуњености по сврхама путовања i

- Уштеде у времену путовања робе у ТВ

$$B_{VP_{TV}} = L \left(\frac{1}{V_{1TV}} - \frac{1}{V_{2TV}} \right) (n \times PDS_{TV} \times p_{TV} \times C_{TV}) \quad (3)$$

Где је:

- $B_{VP_{TV}}$ - уштеда у времену путовања робе у ТВ (РСД/зимској сезони)
 V_{1TV} - брзина путовања ТВ без зимског одржавања путева
 V_{2TV} - брзина путовања ТВ са зимским одржавањем путева
 PDS_{TV} - просечан дневни саобраћај аутобуса током зимске сезоне
 p_{TV} - просечна попуњеност товарног простора ТВ
 C_{TV} - вредност времена по тони терета (РСД по тони по сату)

3.2.2. Модел за процену уштеда у експлоатационим трошковима возила

Користи од трошкова експлоатације возила (VOC) се добијају разликом трошкова експлоатације возила у условима без (или са лошим) зимским одржавањем у односу на услове са добрим зимским одржавањем. Методологија која се односи на утврђивање VOC у условима без и са зимским условима је иста као и класична методологија и из разлога обимности она се неће детаљно елаборирати. Односно у раду ће се дати само основни образац, који има облик према једначини 4:

$$B_{VOC} = L \times n (\sum_i PDS_i \times (C_{1i} - C_{2i})) \quad (4)$$

Где је:

- B_{VOC} - уштеда трошкова експлоатације возила i (РСД по зимској сезони)
 C_{1i} - трошкови експлоатације возила i у условима без зимског одржавања путева
 C_{2i} - трошкови експлоатације возила i у условима са зимским одржавањем путева
 PDS_i - просечан дневни саобраћај возила i током зимске сезоне

3.2.3. Модел за процену уштеда трошковима саобраћајних незгода

Да би се процениле користи зимског одржавања по безбедност, важно је утврдити однос између броја и тежине СН са зимским одржавањем и броја СН у условима лошег зимског одржавања.

Модел за утврђивање користи од смањења броја саобраћајних незгода у функцији је просечне цене СН, броја СН по км у условима са и без зимског одржавања и анализиране дужине путног правца, форма образаца је приказана у једначини 5.

$$B_{SN} = L \times C_{SN} \times (N_1 - N_2) \quad (5)$$

Где је

- B_{SN} - уштеда у трошковима саобраћајних незгода (РСД по зимској сезони)
 C_{SN} - просечни трошкови саобраћајне незгоде
 N_1 - број СН / км / зимској сезони у условима без зимског одржавања путева
 N_2 - број СН / км / зимској сезони у условима са зимским одржавањем путева

3.2.4. Модел за процену уштеда по основу реализованих путовања

Користи од смањеног броја не реализованих путовања су у функцији просечне цене једног не реализованог путовања и броја не реализованих путовања услед лошег зимског одржавања, форма образаца је приказана у једначини 6.

$$B_{NRP} = C_{NRP} \times n \times PDS \times p_{NRP} \quad (6)$$

Где је

B_{NRP} - уштеда у трошковима смањеног броја не реализованих путовања (РСД по зимској сезони)

C_{NRP} - просечни трошкови по путовању које није реализовано (20ЕУР)

p_{NRP} - проценат не реализованих путовања

4. АНАЛИЗА ТРОШКОВА И КОРИСТИ ЗА ДЕОНИЦУ АУТОПУТА БЕОГРАД-НОВИ САД

Применом дефинисане методологије и емпиријских података о јединичним ценама и трошковима неопходним за утврђивање VOC у ХДМ-4, ценама СН, ценама зимског одржавања по км, попуњености, сврхама путовања, вредности часа путовања, ПГДС-у, временским условима, извршена је cost-benefit анализа СВА са циљем утврђивања параметра В/С, односно односа користи (Benefit) које су ефекат одржавања и уложених средстава у зимско одржавање (COST).

У раду су употребљене следећи улазни подаци

Табела 1. Улазни подаци за СВА зимског одржавања

ПАРАМЕТАР	ВРЕДНОСТ
Јединични T_{zo}	7.500ЕУР/км аутопута
PDS	13.500 воз/дан
L	80км
n	30 дана
Попуњеност, сврхе путовања, брзине, вредности часа путовања, VOC, C_{SN} итд	Из актуелних студија оправданости и из модела ХДМ-4
Број СН са и без ЗО	Емпиријски подаци
C_{NRP} , p_{NRP}	Литература, процена

Применом наведене методологије добијене су следеће вредности трошкова и користи зимског одржавања.

Табела 2. Параметри СВА зимског одржавања

Параметар	Вредност (ЕУРА)
Трошкови зимског одржавања T_{zo} =	600.000
Користи од експл. трошкова возила B_{VOC} =	1.814.400
Користи од времена путовања B_{VP} =	1.265.625
Користи од безбедности саобраћаја B_{SN} =	576.640
Користи од реализованих путовања B_{NRP} =	607.500
Укупне користи	4.264.165
Укупни трошкови	600.000
В/С=7,1	

3. ЗАКЉУЧЦИ

- На основу укупног односа корист/трошкови зимског одржавања (В/С)=7,1 показано да је за сваки утрошени динар у зимско одржавање корисници пута односно друштво сачува више од 7 динара.
- В/С или однос користи трошкови би знатно био већи са укључивањем индиректних користи, које су често и знатно веће од директних, посебно у случајевима кад долази до прекида саобраћаја узрокованог веома лошим временским условима.
- Анализом конкретног примера деоница аутопута Е-75 Београд Нови Сад, показане су директне користи и однос користи/трошкови од зимског одржавања.
- Овим конкретним примером аутори рада желе послати стручну поруку надлежнима који руководе финансирањем, као и самим извођењем зимског одржавања.
- Развити базу података о трошковима зимског одржавања по свим деоницама путне мреже, као и развити RWIS или ПМИС, као подршку овом моделу ради прецизнијег утврђивања користи и трошкова зимског одржавања, што ће допринети и ефикаснијем раду служби зимског одржавања.
- Наставити даља истраживања у циљу побољшања улазних података као и даљег развоја модела.

Литература

- [1] Donaher, G. (2014). Impact of Winter Road Conditions on Highway Speed and Volume. M. Sc. Thesis, University of Waterloo, Ontario, Canada.
- [2] Fu, L., Usman, T., Miranda-Moreno, L., Perchanok, M., McClintock, H. (2012). How Much Is the Safety and Mobility Benefit of Winter Road Maintenance? The 2012 Conference of the Transportation Association of Canada Fredericton, New Brunswick.
- [3] Kuemmel, D., Hanbali, R. (1992). Accident Analysis of Ice Control Operations – Final report. Marquette University.
- [4] Niska, A., Blomqvist, G., Moller, S., Wallman, C.G., Gaunt, H. (2004). The Winter Model: Stage 1. VTI Report N30-2002, Swedish National Road and Transport Research Institute (VTI), 32.
- [5] Qiu, L. (2008). Performance Measurements for Highway Winter Maintenance Operations. Ph. D. Dissertation, University of Iowa.
- [6] Qiu, L., Nixon, W. (2009). Performance Measurement for Highway Winter Maintenance Operations. Iowa Highway Research Board Technical Report 474.
- [7] Regulatory and Economic Analysis Branch. (2002). Winter Road Maintenance Activities and the Use of Road Salts in Canada: A Compendium of Costs and Benefits Indicators. Environment Canada, Gatineau, Quebec.
- [8] Shahdah, U., Fu, L. (2010). Quantifying the Mobility Benefits of Winter Road Maintenance – A Simulation Based Analysis, in Proceedings of the 89th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington D. C.
- [9] Shi, X. (2010). Winter Road Maintenance: Best Practices, Emerging Challenges and Research Needs. Journal of Public Works & Infrastructure, 2 (4), 318-326.
- [10] Thornes, J.E. (2000). Road Salting – an international benefit/cost review, in Proceedings of the 8th World Salt Symposium, Elsevier, Amsterdam, 787 –792.
- [11] Wallman, C., Blomqvist, G., Gustafsson, M., Niska, A., Oberg, G., Berglung, C., Karlsson, B. (2006). The Winter Model: Stage 2. VTI Report 531, Swedish National Road and Transport Research Institute (VTI), 106.
- [12] Ye, Z., Veneziano, D., Shi, X., Fay, L. (2012). Methods for Estimating the Benefits of Winter Maintenance Operations. Western Transportation Institute – Montana State University, NCHRP Project 20-07(300).
- [13] Kuzović, L.T. (1994) Vrednovanje u upravljanju razvojem i eksploatacijom putne mreže. Beograd: Saobraćajni fakultet
- [14] Kuzović, L., Topolnik D., Glavić, D., (2010). Induced Traffic and its Treatment in the Evaluation of Motorway Projects. Promet - Traffic&Transportation, Vol. 22, 2010, No. 6, 459-465.
- [15] HDM-4: (2000) The highway development and management series. The University of Birmingham
- [16] EC DG REGIONAL POLICY (2002): "Guide to cost-benefit analysis of investment projects", http://www.strukturalni/fondy.cz/upload/1082642530guide02_en.pdf.
- [17] HEATCO - Developing harmonized European approaches for transport costing and project assessment. (2006): Deliverable 5 Proposal for Harmonized Guidelines
- [18] World Bank (2005) Transport Notes: A Framework for the Economic Evaluation of Transport Projects
- [19] "A Set of Guidelines for socio-economic cost-benefit analysis of transport infrastructure project appraisal" New York and Geneva, 2003.

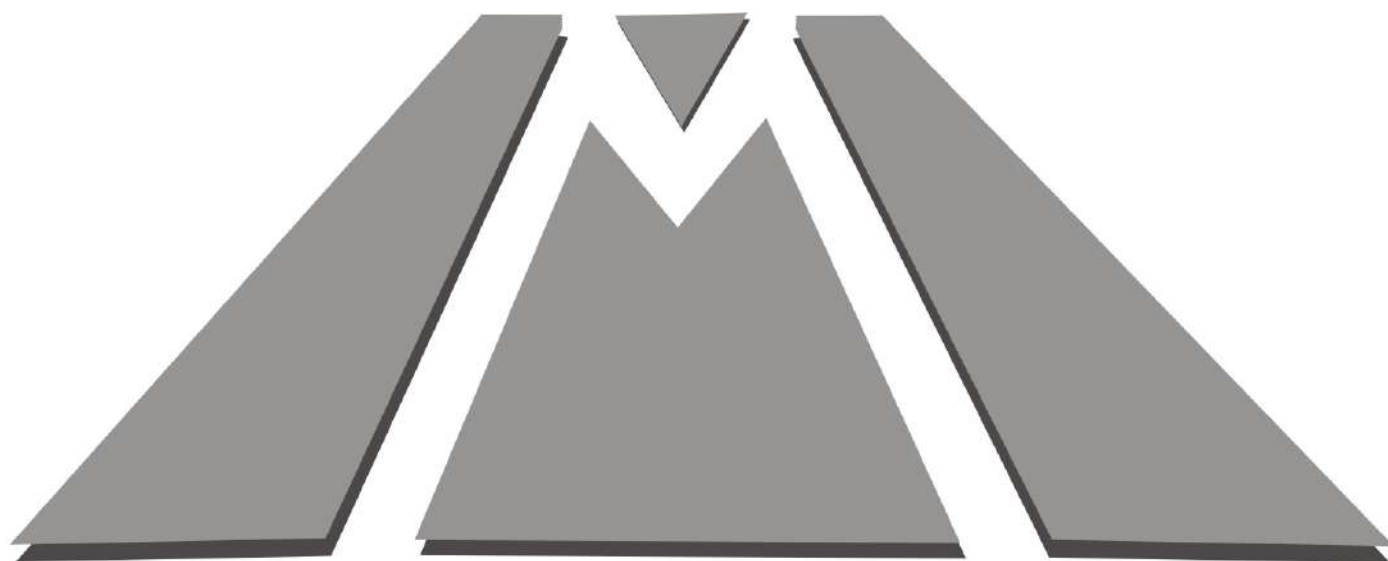


STANDARD LOGISTIC

<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



SIMM inženjering

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

Бојан Ратковић, дипл.инж.грађ.

bojanratkovic83@gmail.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 редукваног програма, успостављене су и две брзе везе, према центру Новог Београда и према центру Земунa. 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 западна (новобеоградска) страна коридора, док ће источна бити представљена у једном од следећих бројева часописа "Пут и саобраћај".

Кључне речи: Дунавско-савски магистрални полупрстен, нови београдски мост, нова београдска магистрала, Центар Сава, река Сава, калемегдански мост.

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

Bojan Ratkovic, B.Sc.CE.

bojanratkovic83@gmail.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 western (New Belgrade's) sector of the corridor only, while the eastern sector will be presented in the following issues of "Put i Saobraćaj".

Key words: Arterial Crescent Dunav-Sava, new Belgrade's bridge, new Belgrade's arterial, Sava Convention Center, river Sava, Kalemegdan bridge.

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 овог рада је деоница Дунавско-савског магистралног полупрстена (ДСМП) на Новом Београду, која се пружа од Сава Центра до новог моста преко Саве, на потезу кула Парк мира и пријатељства – кула Небојша. Почетак деонице је у Улици Милентија Поповића у зони Сава Центра. Од Сава Центра Дунавско-савски магистрални полупрстен пружа се паралелно изнад Улице Милентија Поповића, денивелисано се укршта са Булеваром Михајла Пупина и Булеваром Николе Тесле, повезује их, и саобраћајне токове са ових саобраћајница усмерава на нови мост преко реке Саве.

Задатак подразумева израду денивелисане градске магистрале типа "вијадукт" (elevated motorway), 2 денивелисана укрштаја са градским саобраћајницама, решење приступа Сава Центру, 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 Улица Милентија Поповића на Новом Београду



Слика 2. Локација будуће трасе ДСМП-а и новог моста преко Саве, Парк мира и пријатељства на Новом Београду

2. ФУНКЦИЈА ДСМП-а У ПУТНОЈ МРЕЖИ БЕОГРАДА

У фази разматрања положаја новог моста преко реке Саве, усвојен је као једини рационалан, положај северно од моста Газела. На десној обали реке Саве истицала су се као најповољнија два могућа решења. Положај између Бранковог моста и моста Газела налазио би се у наставку Немањине улице и повезивао би стари део града са Булеваром Зорана Ћинђића на Новом Београду. Ово решење захтева измештање железничке станице и реконструкцију целог приобаља на десној обали реке Саве.

Анализом овог решења, наметало се и питање саобраћајног капацитета Немањине улице и кружног тока Славија. При томе је закључено да се због кружног тока Славија не може очекивати задовољавајући континуирани режим саобраћајних токова на поменутом коридору. До таквог закључка дошло се упоредом анализом постојећег стања на Бранковом мосту и Зеленом венцу са планираним положајем моста из Немањине улице и кружног тока Славија

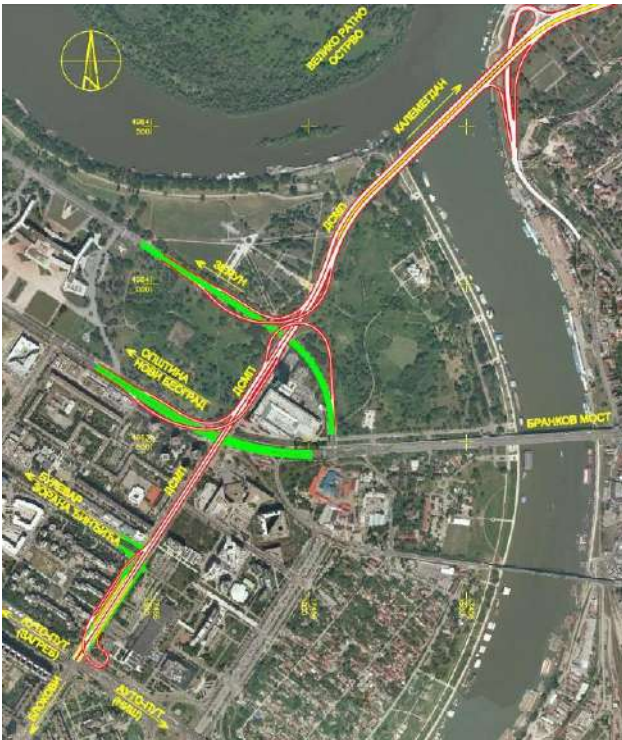
Развој града и размештај активности резултирао је формирањем изразито радијалних саобраћајница којима се саобраћајни токови воде кроз централну градску зону. Град се није развијао зракасто (коридорски) како је то било планирано према ранијим стратешким планским документима већ ободно, углавном кроз стамбену изградњу на новим теренима. Недостаци примарне уличне мреже условили су мешање локалног градског саобраћаја са транзитним токовима. Посебно је изражен недостатак алтернативних веза за међусобно повезивање уводних путних праваца као и недовољан број мостова.

С обзиром да је најужи део градског језгра окружен рекама Савом и Дунавом, положај новог моста у зони Калемегданске тврђаве (кула Небојша), условљен је и потребом да се омогући приступ уској градској зони са северне стране. На овај начин би центар града престао да буде слепи колосек већ би постојала саобраћајна веза на северну. Отварањем новог уводног правца, који је потпуно независан од постојећих уводних праваца, допринеће смањењу саобраћајног оптерећења на постојећим градским саобраћајницама пре свега на мостовима.

Дунавско-савски магистрални полупрстен представља градску саобраћајницу која би саобраћајне токове са Новог Београда, пре свега из савских блокова (45,62,63,70), требала да повеже и усмери на нови мост преко реке Саве. Ова деоница ДСМП-а на Новом Београду повезује три уводна правца на Бранков мост, и то: Улицу Милентија Поповића, Булевар Михајла Пупина и Булевар Николе Тесле.

На старом делу града, саобраћајни токови из најужег градског језгра се Булеваром војводе Бојовића повезују са трасом ДСМП-а у зони куле Небојша. Укрштање ДСМП-а и Булевара војводе Бојовића решено је денивелисаном раскрсницом типа труба. Коридор ДСМП тунелом испод обода калемегданске тврђаве повезује Дорћолски амфитеатар са Новим Београдом, а улицом Цара Душана омогућује и везу источних делове града (Карабурма, Миријево и делове Звездаре) са Новим Београдом.

Осим што повезује Нови Београд са старим делом града, ова градска магистрала преко УМП-А и моста на Ади, омогућава најбржи приступ централној зони града из јужних периферних делова Београда. И у том делу се види значај ове саобраћајнице, која ће саобраћајне токове из јужних периферних делова преусмерити на потпуно нов, просторно независан уводни правац, и тиме смањити проценат преклопљених саобраћајних токова на примарној уличној мрежи града.



Слика 3. Положај новог моста преко реке Саве и траса ДСМП-а на Новом Београду

3. ОСНОВЕ ЗА ПРОЈЕКТОВАЊЕ

3.1. Улога градских магистрала

Градске магистрале (ГМ) су висококапацитетне саобраћајнице које пролазе кроз активно градско ткиво и ослањају се на ванградске везне путне правце. Служе за повезивање садржајно различитих градских целина. На њима се обавља брзи путнички саобраћај, укључујући и јавни градски превоз. На градским магистралама обезбеђује се режим континуираног протока са денивелисаним и површинским раскрсницама које су регулисане уз помоћ координиране семафорске сигнализације. Попречни профил градске магистрале обавезно садржи два раздвојена коловоза са најмање по две проточне возне траке.

3.2. Саобраћајно оптерећење

Пројекат ДСМП-а својом деоницом и правцем пружања, отвара нове саобраћајне токове који су у погледу саобраћајног оптерећења доста сложени за анализу. У фази разматрања саобраћајног оптерећења, одлучено је да као релевантно саобраћајно оптерећење буде саобраћајно оптерећење Бранковог моста, и да 40% оптерећења Бранковог моста буде усмерено на ДСМП. Подаци о саобраћајном оптерећењу добијени су на основу бројања саобраћаја на раскрсници Булевар Михајла Пупина и Милентија Поповића и раскрсници Булевар Михајла Пупина и Булевар Николе Тесле, за 2006. годину.

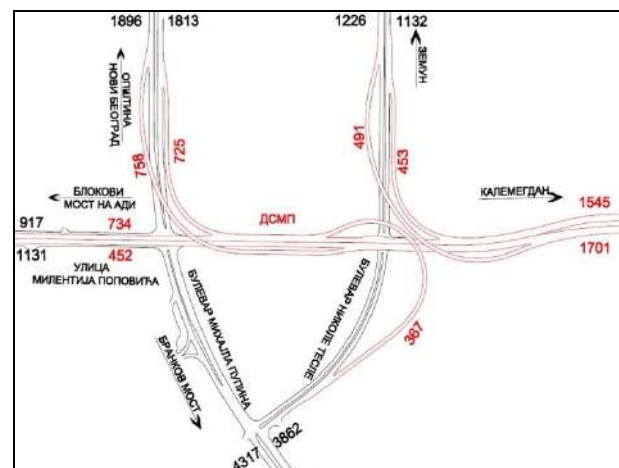
На основу тога урађена је анализа постојећег саобраћаја, тј. одређено је саобраћајно оптерећење по појединим смеровима на Бранковом мосту. Приликом одређивања саобраћајног оптерећења рампи ДСМП-а, анализирано је оптерећење које из Булевару Михајла Пупина, Булевару Николе Тесле и Улице Милентија Поповића води ка Бранковом мосту.

Идејним пројектом ДСМП-а предвиђено је затварање левог скретања из Булевару Михајла Пупина, из правца Бранковог моста, у Улицу Милентија Поповића и за потребе левог скретања пројектована је полудиректна рампа из Булевару Николе Тесле на ДСМП. Анализом саобраћајног оптерећења обухваћен је и број левих скретања на поменутој раскрсници.

С обзиром на карактер пута и врсту кретања усвојено је да је фактор n-тог часа (FNČ) једнак 10%. Такође, усвојен је однос токова по смеровима возње 52/48.

$$FNČ = 0,10$$

$$Q_{mer} = PGDS \times FNČ \text{ [возила/час]}$$



Слика 4. Мероводно саобраћајно оптерећење

3.3. Просторна ограничења

У фази разматрања могућих решења, положаја стубова конструкције, распона конструкције, као и што повољнијег положаја рампи појавио се одређен број ограничења с обзиром да ДСМП пролази кроз само градско језгро. Доминантно просторно ограничење представљали су трамвајски колосеци који се на деоници од Сава Центра до хотела Хајат пружају паралелно Булевару Милентија Поповића, и денивелисано укрштају са ДСМП-ом у зони раскрснице Улице Милентија Поповића и Булевару Михајла Пупина.

Ово укрштање посебно је имало утицаја на дефинисање нивелете ДСМП-а на поменутој деоници. Приликом прецизирања положаја рампи којима се ДСМП прикључује на градске саобраћајнице, као и нивелете ДСМП-а узет је у обзир ситуациони план као и подужни профили градских саобраћајница и колосека трамвајског саобраћаја.

Постојећи трамвајски колосеци имали су доминантан утицај и при дефинисању мостовске конструкције на деоници ДСМП-а у Улици Милентија Поповића. На овој деоници је усвојена мостовска конструкција на стубовима који се налазе у разделном појасу саобраћајница и не утичу на трамвајски саобраћај.

Поред описаних просторних ограничења, услед постојеће колосечне инфраструктуре, уочени су и следећи ограничавајући фактори на деоници ДСМП-а:

- вишеспратни стамбени објекти,
- трговински и пословни објекти,
- положај већ постојећих градских саобраћајница Булевар Николе Тесле, Булевар Михајла Пупина, Булевар Зорана Ђинђића и Улице Милентија Поповића чије се нивелете и ситуациони положај не мењају.

3.4. Геотехничке карактеристике подручја

Терен на деоници ДСМП-а припада алувијалној равни реке Саве. У морфогенетском смислу то је уравњено дно речне долине изграђено од речног наносног материјала, у периодима плављења тих простора. Геолошку подлогу терена чине седименти холоценске старости (до 10.000 година). Према подацима геолошких истраживања алувијални нанос на левој обали Саве дебео је до 10 метара, а по гранулометријском саставу припада песковитим и прашинасто-глиновитим фракцијама.

Простор дуж трасе Дунавско-савског магистралног полупрстена обухвата геолошке структуре које су продукт углавном нормалне седиментације, без великих прекида у историји стварања. Њихов данашњи просторни распоред последица је многих фактора који су утицали на процес стварања, али и на касније промене, најчешће настале спољним дејством.

На геолошком стубу ширег простора терен је настао на платформи кредних наслага које су на сопственом формираном рељефу примиле нове талогне морске седиментације у завршној фази једног великог морског басена. Тај затечени рељеф Креде утицао је на изглед данашњег

седиментног масива, у коме се наслага исте (млађе) старости налазе на веома висински различитим нивоима, а да ни један тектонски, вулкански или неки други унутрашњи фактор није утицао на деформације, измештање или друге покрете структура.

3.5. Геометријски попречни профили

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

На деоници ДСМП-а од Сава Центра до Булевара Николе Тесле усвојен је геометријски профил са два раздвојена коловоза ширине 8,00м, док је на делу од Булевара Николе Тесле до новог моста ширина коловоза 11,5м. Геометријски профил моста преко реке Саве садржи два одвојена коловоза ширине 11,5м и трамвајске колосеке ширине по 3,50м у разделном појасу.

За рампе Р1,2,3,4 и 5 усвојен је геометријски профил једносмерне рампе ширине коловоза 6,50м са зауставном траком ширине 2,50м, док је за рампе СЦ и СЦ1 усвојен геометријски профил ширине коловоза 5,50м са зауставном траком ширине 2,00м. Ова решења омогућују континуитет возње уз реалне услове за обилажење заустављеног возила.



Слика 5. Рампе на ДСМП-у

3.6. 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 $V_r = 60$ km/h на пројектованој деоници. Граничне вредности елемената хоризонталних кривина за саобраћајницу дате рачунске брзине су следећи:

$$\begin{aligned} \min R &= 120 \text{ m} \\ \min A &= 80 \text{ m} \\ \min L_p &= 55 \text{ m} \end{aligned}$$

Пројектна брзина за директне рампе функционалног нивоа "Ц" износи $V_r = 60 \text{ km/h}$, за полудиректну рампу износи $V_r = 50 \text{ km/h}$, а за индиректну $V_r = 30 \text{ km/h}$.

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

- директне рампе $\min R = 100 \text{ m}$
 $\min A = 75 \text{ m}$
 $\min L_p = 55 \text{ m}$
- полудиректне рампе $\min R = 60 \text{ m}$
 $\min A = 50 \text{ m}$
 $\min L_p = 45 \text{ m}$
- 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, што поготово важи за полудиректне рампе, чиме су постигнуте боље возно динамичке карактеристике рампи. Индиректна рампа СЦ1 због великих просторних ограничења као и због специфичности облика садржи елементе прелазних кривина који су једнаки граничним вредностима.

Приликом пројектовања трамвајских колосека усвојена је минимална вредност радијуса хоризонталне кривине $R = 40 \text{ m}$.

3.7. Геометријске карактеристике нивелационог плана

Елементи нивелационог плана имају вредности углавном веће од прописима утврђених минималних, док су у случајевима где то није било могуће коришћени елементи минималних вредности.

Нивелета ДСМП се од Сава Центра пружа паралелно изнад нивелета улица Милентија Поповића и Ушће, денивелисано се укршта са Булеваром Михајла Пупина и Булеваром Николе Тесле. При дефинисању нивелете ДСМП-а водило се рачуна да она прати нагиб нивелета постојећих саобраћајница.

Нагиб нивелете паралелне рампе којом се ДСМП издиже из Улице Милентија Поповића износи 4,00%. Просторно ограничење које је утицало на дефинисање овог нагиба представљала је раскрсница са Булеваром Зорана Ђинђића. Да би функционисање раскрснице остало непромењено, нивелета ДСМП-а је на дужини од 230м морала да постигне одговарајућу висину, како својом конструкцијом не би угрозила

слободни профил раскрснице. При дефинисању овог нагиба водило се рачуна о максималном подужном нагибу у зависности од ранга саобраћајнице и рачунске брзине (за градску магистралу $\max iN = 5,00 \%$), тако да повољно утиче на експлоатационе ефекте пре свега јавног градског превоза. Нивелета моста (ДСМП) вођена је разделним појасом моста. С обзиром да је ДСМП пројектован паралелно изнад постојећих градских саобраћајница, тако да се стубови мостовске конструкције налазе у разделном појасу тих саобраћајница, вођено је рачуна да на целој траси ДСМП-а буде задовољена минимална висинска разлика.

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

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 $h_g = 4,70 \text{ m}$, $h_k = 4,60 \text{ m}$, и $\Delta h = 0,30 \text{ m}$. На основу тога остварена је висинска разлика 9,60 м.

Максималне вредности подужног нагиба нивелети рампи:

рампе у паду..... $\max iN = 7,0 \%$
рампе у успон..... $\max iN = 6,5 \%$

Минимални радијуси вертикалних кривина који проистичу из критеријума минималне прегледности у зависности од пројектне брзине рампе износе:

- за директне рампе $\min R_v = 1500 \text{ m}$
- за полудиректне рампе $\min R_v = 800 \text{ m}$
- за индиректну рампу $\min R_v = 500 \text{ m}$

Наведене вредности односе се на конвексне вертикалне кривине, док је критеријум за конкавне вертикалне кривине био возно-динамички критеријум тј. захтев да величина радијалног убрзања буде мања од 0.5 m/s^2 .

3.8. 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..... $t_s = 2 \times 3,50$ м
- ширина возне траке на мосту..... $t_s = 3 \times 3,50$ м
- ширина ивичне траке..... $t_i = 2 \times 0,50$ м
- ширина сервисне стаз..... $b = 1,50$ м
- минимални покретни нагиб..... $\min i_p = 2,5\%$
- максимални покретни нагиб..... $\max i_p = 7,0\%$

Рампе 1,3 и 4 :

- ширина зауставне траке..... $t_z = 2,50$ м
- ширина ивичне траке..... $t_i = 0,50$ м
- ширина сервисне стазе..... $b = 2 \times 1,50$ м
- минимални покретни нагиб..... $\min i_p = 2,5\%$
- максимални покретни нагиб..... $\max i_p = 7,0\%$

Рампе 2 и 5 :

- ширина возне траке..... $t_s = 3,50$ м
- ширина зауставне траке..... $t_z = 2,00$ м
- ширина ивичне траке..... $t_i = 0,50$ м
- ширина сервисне стазе..... $b = 1,50$ м
- минимални покретни нагиб..... $\min i_p = 2,5\%$
- максимални покретни нагиб..... $\max i_p = 7,0\%$

Рампе СЦ1 и СЦ2 :

- ширина возне траке..... $t_s = 3,00$ м
- ширина зауставне траке..... $t_z = 2,00$ м
- ширина ивичне траке..... $t_i = 0,50$ м
- ширина сервисне стазе..... $b = 1,50$ м
- минимални покретни нагиб..... $\min i_p = 2,5\%$
- максимални покретни нагиб..... $\max i_p = 7,0\%$

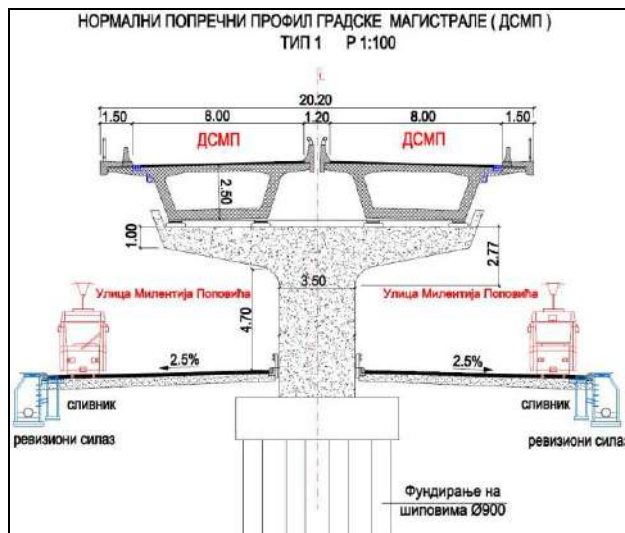
3.9. Витоперење

Витоперење коловоза на ДСМП-у врши се око ивице разделног појаса, а на рампама око десне ивице коловоза. Максималне вредности нагиба рампе витоперењане 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 попретни нагиб главног путног правца, који се по правилу простире све до физичке границе рампе. Овај услов је свуда био задовољен.

3.10. Мостовске конструкције

Дунавско-савски магистрални полупрстен се на страни Новог Београда, целом деоницом налази на мостовској конструкцији, паралелно изнад постојећих градских саобраћајница. С обзиром на ранг и просторни положај ове саобраћајнице (elevated motorway), посебна пажња посвећена је избору мостовске конструкције. Почетни услов био је да се постојеће саобраћајнице не мењају, тј. да ДСМП не утиче на функционисање тих саобраћајница.



Слика 6. Нормални попретни профил ДСМП-а, у Улици Милентија Поповића

Приликом усвајања статичког система и распона разматрани су могући положаји стубова у односу на постојеће градске саобраћајнице. Као доминантан распон издвојио се онај који је требао да премости раскрсницу Булеvara Михајла Пупина и Улице Милентија Поповића. Распон раскрснице износи 50,00м, тако да је висина главних носача ДСМП-а димензионисана у односу на овај распон, и она износи 2,50м. Распон носача рампи ДСМП-а износи 30м, усвојена је висина сандучастог носача 1,60м.

У конкретном случају, имајући у виду:

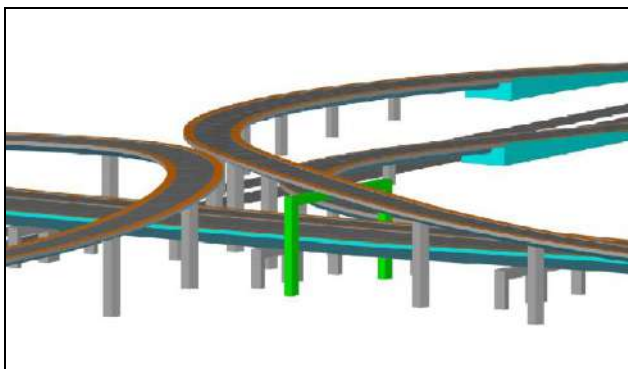
- услове безбедности,
- усвојен геометријски профил градске магистрале,
- естетски критеријум,
- просторна ограничења,

усвојене су конструкције од претходно напрегнутог бетона. Оваква конструкција је одабрана због потребе да се вијадукт изгради брзо и под саобраћајем на постојећим градским саобраћајницама. Као таква погодна је због коришћења готових елемената који омогућавају једноставнију и бржу градњу. У попретном пресеку конструкције ДСМП-а налазе се две континуалне греде сандучастог облика који има већу отпорност на смичуће силе и боље подноси напоне торзије. Цела конструкција прати попретни нагиб коловоза, док су попретне греде над ослоњцима сандучастих носача хоризонталне, да би правилно легле на лежишта, која су постављена на лежишним гредама. У попретним гредама, као и у доњој плочи крајњих распона је ревизиони отвор за преглед и одржавање моста. Статички систем је континуална греда састављена од више простих греда. Горњи строј састоји се од главних носача, коловозне плоче и попретних носача.

Главни носачи су монтажни, од преднапрегнутог бетона, међусобно су повезани коловозном плочом и попречним носачима, од армираног бетона изведеног на лицу места. У подужном правцу суседна поља су повезана додатном арматуром. Пешачке стазе су армиранобетонске, изведене на лицу места.

Главни носачи се ослањају на доњи строј моста преко покретних неопренских лежишта. За дилатирање конструкције предвиђене су дилатационе справе на стубовима. Усвојене су дилатације за средња померања са оријентационом дужином дилатирања објекта до 150м. Доњи строј моста чине лежишта и стубови.

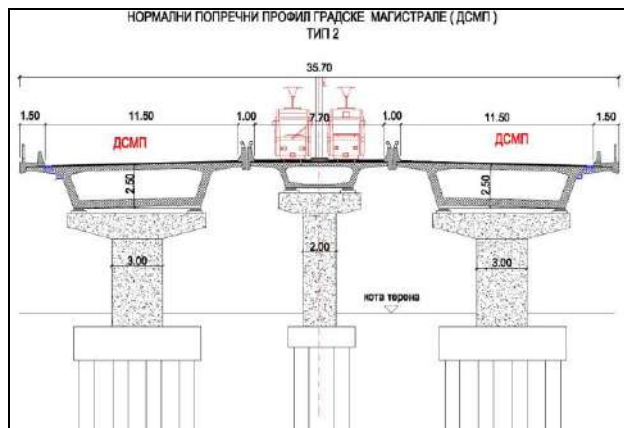
На местима преласка полудиректне рампе преко вијадукта ДСМП-а, због просторних ограничења, угао пресека рампе и моста је 26° , што за последицу има повећање распона носача полудиректне рампе изнад ДСМП-а. На тим местима, с обзиром да није могуће поставити стуб, коришћене су рамовске конструкције које имају улогу ослоњања сандучастом носачу изнад ДСМП-а.



Слика 7. Рамовска конструкција полудиректне рампе

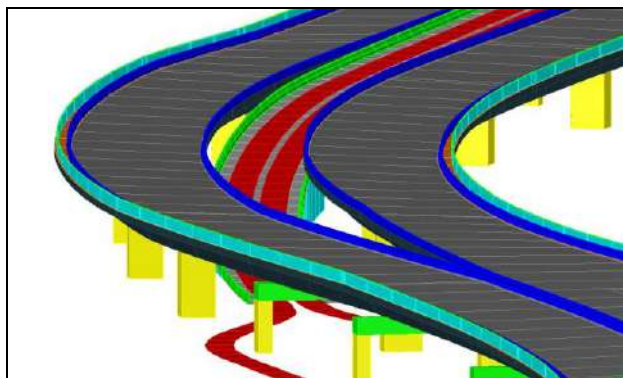
Главни носачи се на деоници од Сава Центра до Тржног центра Ушће ослањају на један заједнички стуб, ширине 3,50м, преко наглавне греде. На делу од Тржног центра Ушће до Парка мира и пријатљства главни носачи се ослањају на рам састављен од три стуба, ширина средњег стуба је 3,00м, а крајњих 1,20м.

На следећој деоници главни носачи се постепено раздвајају, и сваки носач је засебно ослоњен појединачне стубове, ширине 3,00м, преко наглавне греде све до моста преко Саве. Раздвајањем главних носача омогућено је смештање трамвајских колосека у разделни појас моста.



Слика 8. Нормални попречни профил ДСМП-а на мосту

Трамвајски колосеци се до моста преко реке Саве воде по терену. Њихово денивелисано уклапање у разделни појас моста остварује се паралелном рампом, након што се раздвоје сандучасте носачи. У попречном пресеку конструкције трамвајских колосека налази се континуална греда сандучастог облика. Висина носача износи 1,6м, а распон стубова 25м.



Слика 9. Нивелационо уклапање трамвајских колосека у разделни појас моста преко Саве

Због лоше геолошке структуре терена одлучено је да се фундаирање објекта врши на дубоким темељима, односно шиповима. Дебљина наглавне греде је 2,00 м, а сваки стуб моста се ослања на једну наглавну греду. С обзиром да је фундаирање моста предвиђено на шиповима, слегања се могу занемарити.

Мост је опремљен бетонским сигурносним оградама типа "New Jersey", челичним пешачким оградама и сливницима.

Коловоз на мосту састоји се од два слоја: БНС 32 дебљине 10 цм и АБ 11s дебљине 6 цм. Постављањем заштитног слоја испод хабајућег слоја штити се слој хидроизолације од оштећења која могу настати приликом накнадног скидања хабајућег слоја, због санације или реконструкције коловоза на мосту.

Због малог бочног растојања саобраћајница и планираних излива рампи коришћени су потпорни зидови приликом њиховог денивелисања.

3. ПОВРШИНСКЕ РАСКРСНИЦЕ

У коридору ДСМП-а, на деоници од Сава Центра до Булеvara Зорана Ђинђића налазе се две површинске раскрснице које је потребно реконструисати и прилагодити потребама ДСМП-а.

Прва површинска раскрсница налази се испред Сава центра, на месту где је идејним пројектом ДСМП-а предвиђена паралелна рампа која саобраћајне токове из Улице Милентија Поповића води на ДСМП.

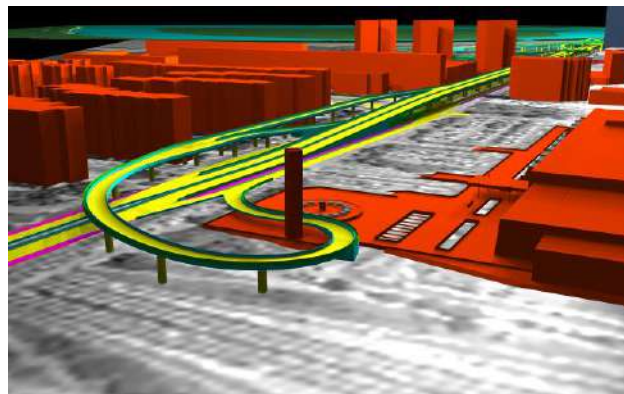


Слика 10. Површинске раскрснице на траси ДСМП-а, постојеће стање

Као наставак Улице Милентија Поповића на овом месту су пројектом рада предвиђене две пратеће саобраћајнице које се са обе стране паралелне рампе пружају поред потпорног зида, до Булеvara Зорана Ђинђића где се уклапају у постојеће стање Улице Милентија Поповића.

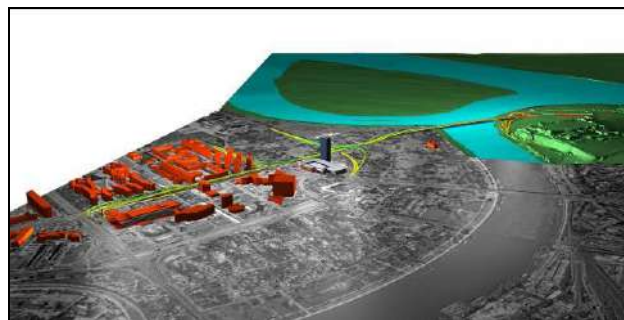
Трамвајски колосеци се на деоници пратећих саобраћајница воде разделним појасом од 3,50м, између потпорног зида и пратећих саобраћајница. Приступ Сава Центру је уместо до сада постојеће површинске раскрснице, предвиђен индиректном рампом из правца ДСМП-а, а из правца блокова пратећом саобраћајницом.

За саобраћајне токове из Булеvara Зорана Ђинђића приступ Сава Центру је предвиђен преко паралелне рампе СЦ2 која се улива у индиректну рампу СЦ1.

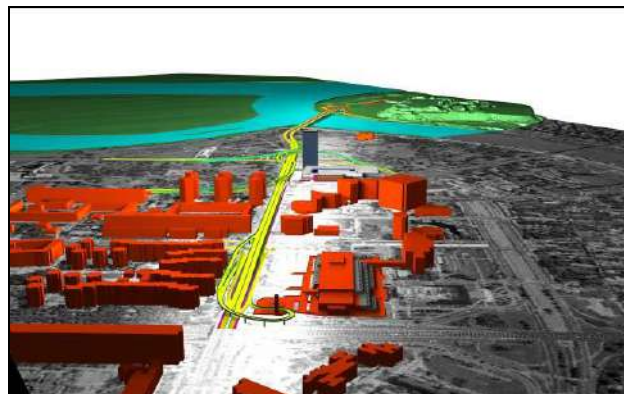


Слика 11. Решење приступа Сава Центру

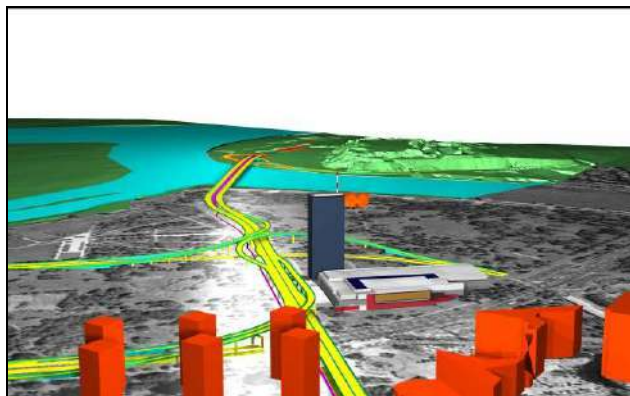
4. ПЕРСПЕКТИВНИ ПРИКАЗ ИДЕЈНОГ РЕШЕЊА



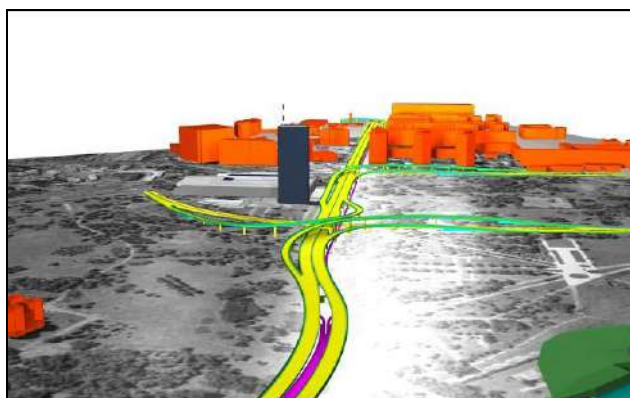
Слика 12. Панорамски преглед из правца Бановог Брда



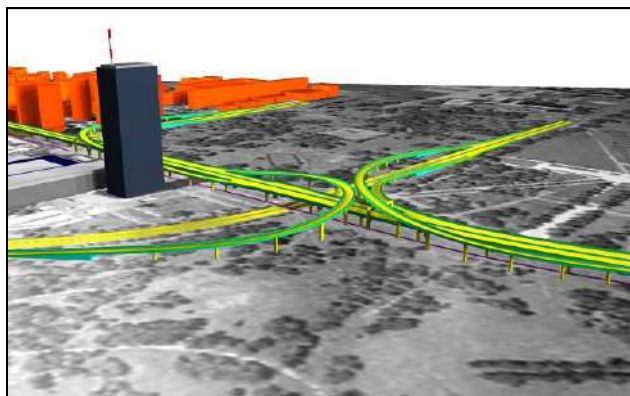
Слика 13. Панорамски приказ из правца "Блокова"



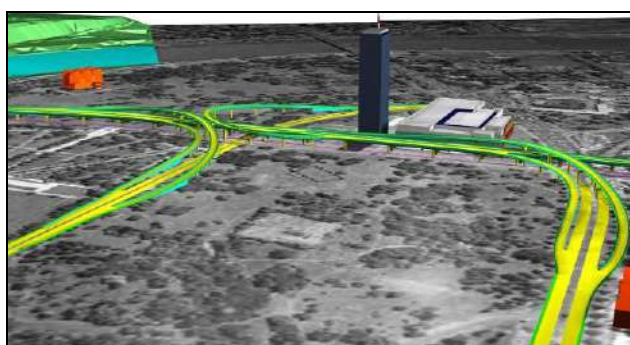
Слика 14. Поглед преко "Шест каплара"



Слика 15. Поглед из правца ушћа Саве у Дунав



Слика 16. Поглед из правца Музеја савремене уметности



Слика 17. Поглед из правца СИВ-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] Lorenc, 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.

U PRUŽANJU KONSULTANTSKIH I INŽENJERSKIH
USLUGA U JUGOISTOČNOJ EVROPI

ep^tsa

REGIONAL OFFICE FOR SEE
www.eptisasee.com

WE DO IT FOR YOU

EPTISA – Regional Office for Southeast Europe

8, Dubljanska St.
11000 Belgrade (Serbia)

Tel: +381 (11) 2400 222 / 211 / 233

Fax: +381 (11) 2400 111 or (+34 91 182 02 22)

E-mail: eptisasee@eptisa.com
Website: www.eptisasee.com


БЕОГРАДПУТ

Предузеће за пројектовање, изградњу и одржавање саобраћајница

www.becgradput.com

ЈКП “Београд - пут”

Нушићева 21, Београд +381 11 3223 505

Expertise at every level

Cutting-edge solutions for a connected world

Services of Consulting Engineers

- _ Tunnelling and Geotechnics
- _ Infrastructure
- _ Environment
- _ Buildings



PREDIKCIJA BUKE OD CESTOVNOG SAOBRAĆAJA METODOM NEURONSKIH MREŽA

Dr.sc. **Mirza Pozder**, dipl.inž.građ.

Građevinski fakultet Sarajevo, pozder.mirza@hotmail.com

Dr.sc. **Dragan Mihajlović**, dipl.inž.građ.

IG inženjering Trebinje, dram@inecco.net

Pregledni rad

Rezime: *Prilikom planiranja, projektovanja i nakon izgradnje novih saobraćajnica, nameće se potreba određivanja nivoa buke od cestovnog saobraćaja. U svrhu toga koriste se matematički modeli za predikciju buke. Svi priznati modeli za predikciju buke su nastali korištenjem regresione analize gdje su uspostavljane zavisnosti između nivoa buke i tehničko – eksploatacionih karakteristika cesta. U radu su prikazani rezultati istraživanja koji su imali za cilj komparaciju rezultata predikcije buke od cestovnog saobraćaja, izvršene po metodama regresione analize i neuronskih mreža. Ključno pitanje, na koje je trebalo dati odgovor je: da li se metodom neuronskih mreža može ostvariti tačnija predikcija buke od cestovnog saobraćaja?*

Ključne reči: buka, cesta, regresiona analiza, neuronske mreže.

PREDICTION OF ROAD TRAFFIC NOISE USING NEURAL NETWORKS METHOD

Mirza Pozder, Ph.D. CE.

Civil Engineering Sarajevo, pozder.mirza@hotmail.com

Dragan Mihajlovic, Ph.D. CE.

IG engineering Trebinje, dram@inecco.net

Review paper

Summary: *During the planning, design phase and after construction of new roads, there is a need for determining the level of noise from road traffic. For this purpose mathematical models is used to predict the level of noise. All recognized models for prediction of noise resulting from the use of regression analysis where the dependence between noise level and technical - characteristics of road is determined. This paper presents the results of research aimed at comparing the results of predicting the noise from road traffic, by using the method of regression analysis and method of neural networks. The key question, which had to be answered is whether the method of neural network can achieve more accurate prediction of noise from road traffic?*

Key words: noise, road, regression analysis, neural networks.

1. UVOD

Predmet istraživanja odnosi se na buku koja potiče od cestovnog saobraćaja. Buka je oduvijek bila važan okolinski problem za čovjeka. U drevnom Rimu prisutvo buke koja je poticala od željeznih točkova kola koja su saobraćaja preko kaldrmisanih ulica je bilo značajno pa su i oni uvodili zakone o zabrani vožnje po noći. U srednjovjekovnoj Evropi, usljed prisutva buke od kočija, bilo je takođe zabranjeno saobraćanje u noćnim satima. (1)

Evropska unija je objavila direktivu 2002/49/EC u kojoj se zagađenje bukom prepoznaje kao problem. Prema istraživanju Svjetske zdravstvene organizacije, 2000. godine je više od 44% stanovništva Evropske unije (oko 210 miliona ljudi), bilo izloženo nivou buke preko 55 dBa od cestovnog saobraćaja, a dodatnih 7% (35 miliona ljudi) od željezničkog saobraćaja. Milioni ljudi su osjetili tegobe izazvane bukom. Oko 57 miliona ljudi osjeća nerozu usljed buke od cestovnog saobraćaja. Zdravstvene analize su pokazale da oko 245.000 ljudi u Evropskoj uniji imaju kardio - vaskularne bolesti usljed dejstva saobraćajne buke. Grube procjene eksternih troškova iznose oko 40 milijardi eura ili oko 0.4% GDP-a Evropske Unije. Oko 90% je izazvano dejstvom putničkih i teretnih vozila.(2)

Prilikom planiranja, projektovanja i nakon izgradnje novih saobraćajnica, nameće se potreba određivanja nivoa buke od cestovnog saobraćaja. U svrhu toga koriste se matematički modeli za predikciju buke.

Određivanje nivoa buke razlikuje se od zemlje do zemlje. Mnoge, veće, zemlje su razvile vlastite modele za predikciju emisije i disperzije buke. Zemlje koje nemaju vlastite modele koriste modele drugih zemalja, kalibirirane prema lokalnim uslovima ili ne.

Proračun nivoa buke u Njemačkoj se sprovodi primjenom smjernica RLS 90 koje su naslijedile smjernice RLS 81. U Velikoj Britaniji primjenjuje se model CRTN (Calculation of Road Traffic Noise). U skandinavskim zemljama (Danska, Finska, Norveška i Švedska) imisijski nivo buke određuje se modelom Statens Planverk 48. U Švicarskoj se imisijski nivo buke određuje Metodom StL - 86. U Austriji je na snazi metoda definisana smjernicama ÖAL 23. U Francuskoj je razvijen model NMPB - Routes koji strogo razlikuje gradske i vangradske dionice cesta. U Americi se koristi model FHWA TNM. Države koje nemaju vlastitog nacionalnog modela primjenjuju modele drugih država.

Svaki od navedenih modela je nastao na osnovu empirijskog istraživanja. Vršena su terenska mjerenja parametara koji karakterišu tehničko – eksploatacione karakteristike cesta. Statističkom analizom su uspostavljane funkcionalne zavisnosti između nivoa buke, kao nezavisnih varijabli, i statistički značajnih varijabli (tehničko – eksploatacione karakteristike cesta).

Uspostavljanje funkcionalne zavisnosti između varijabli je vršeno upotrebom metode regresione analize. Prvi regresioni problemi su se počeli razmatrat u 18. stoljeću za potrebe navigacije putem astronomije. *Lagranž* je razvio metodu najmanjih kvadrata 1805. godine. *Gaus* je razvio metodu najmanjih kvadrata i nešto ranije ali je tek 1805. godine dokazao da metoda najmanjih kvadrata daje optimalno rješenje kada su greške distribuirane po zakonu normalne distribucije.

Metodu koju je predstavio koristila se samo u fizici gotovo do početka devetnaestog stoljeća. Francis Galton je 1875. godine uveo pojam regresija mediokriteta. Njegov rad je kasnije preuzeo Galton u svojim studijama koje su imale za cilj da uspostave ovisnost visine očeva i njihovih sinova. Ova zavisnost je nazvana efekat regresije. Regresiona analiza je doživjela svoju revoluciju u razvoju sa razvojem informatičke tehnologije. Mnogi problem rješivi upravo zahvaljujući upotrebi iste. (3)

Iako je do danas najprimjenjivija metoda za uspostavljanje funkcionalnih zavisnosti između pojava nameće se potreba razvijanja novih matematičkih metoda kojima će se vršiti predikcija. Prevažno se to odnosi na pojave kojima se npr. zbog komplikovanih nelinearnih odnosa, ne mogu korektno uspostaviti zavisnosti, a ni ostvariti kvalitetna predikcija.

U zadnje vrijeme se za potrebe predikcija koristi metoda neuronskih mreža. Sa napretkom infomatičkih tehnologija metoda doživljava sve veću popularnost.

U tom smislu u radu su prikazani rezultati istraživanja koji su imali za cilj komparaciju rezultata predikcije buke od cestovnog saobraćaja, izvršene po metodama regresione analize i neuronskih mreža. Ključno pitanje na koje je trebalo dati odgovor je: da li se metodom neuronskih mreža može ostvariti tačnija predikcija buke od cestovnog saobraćaja?

2. NEURONSKE MREŽE

Područje umjetne inteligencije ima cilj da ostvari oponašanje ljudskog mozga, odnosno njegovu konverziju u umjetan oblik, jer ljudski mozak sadrži maksimum inteligencije koju poznajemo. Čovjek je sposoban učiti koristeći se različitim strategijama, a učenje je bitan aspekt umjetne inteligencije koji sistemu omogućava da obavlja promjene nad samim sobom. Ljudski mozak sastoji od velikog broja živčanih stanica (neurona), koji pri obradi različitih vrsta informacija rade paralelno. Područje informatike koje se bavi tim aspektom obrade informacija zovemo neuro-informatika (računarstvo), a paradigmu obrade podataka umjetnom neuronskom mrežom. (4)

Savremeni model umjetnog neurona 1943. godine predlažu znanstvenici Warren McCulloch i Walter Pitts u svojim radovima o mogućnosti rješavanja bilo koje logičke ili aritmetičke funkcije pomoću neuronske mreže, a takav model neurona i danas služi kao osnovni blok za izgradnju umjetnih neuronskih mreža. Njihove radove prate i drugi istraživači pa tako Donald Hebb 1949. godine definira učenje biološkog neurona, poznato kao Hebbianovo pravilo.

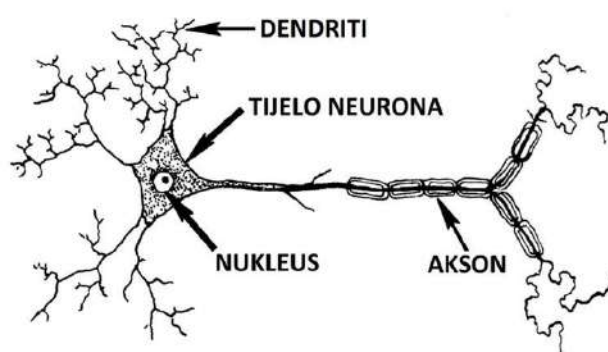
Prva praktična primjena neuronskih mreža bilježi se kasnih 1950-ih godina kada je Frank Rosenblatt izumio Perceptron te pripadajuće pravilo za treniranje perceptronske mreže. (5)

Ključan trenutak u razvitku neuronskih mreža predstavlja razvoj algoritma propagacije greške unatrag (error backpropagation algorithm) za treniranje unaprijedne neuronske mreže, odnosno razvoj BPNN neuronske mreže. (5)

Neke od karakteristika neuronskih mreža su:

- vrlo su dobre u procjeni nelinearnih odnosa uzoraka,
- mogu raditi s nejasnim ili manjkavim podacima,
- robusne su na pogreške u podacima, za razliku od konvencionalnih metoda koje pretpostavljaju normalnu raspodjelu obilježja u ulaznim podacima,
- stvaraju vlastite odnose između podataka koji nisu zadani na eksplicitan simbolički način,
- mogu raditi s velikim brojem varijabli ili parametara,
- prilagodljive su okolini,
- sposobne su formirati znanje učeći iz iskustva. (4)

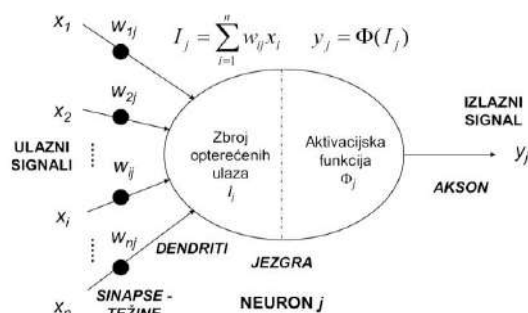
Model neuronskih mreža je „kopija“ mozga živih bića. Mozak živih bića se sastoji od velikog broja živčanih stanica, neurona. Na temelju informacija koje pristižu u mozak (podražaja) uspostavljaju se međuneuronske veze i nastaju biološke neuronske mreže. Uspostavljanjem međuneuronskih veza mozak zapravo formira vlastita pravila, odnosno svoju sliku (model) okoline. Ovaj proces se naziva stjecanje iskustva i kod živih bića (ljudi) se najintenzivnije odvija u najranijoj životnoj fazi, ali se nastavlja i kasnije kroz cijeli život. Biološke neuronske mreže se jačanjem međuneuronskih veza specijaliziraju za obavljanje određenih funkcija, oblikuju se, a mogućnost oblikovanja prema okolini je ono što neuronski sistem čini adaptivnim. (5).



Slika 1. Izgled biološkog neurona (5)

Struktura neuronske mreže bazira se na modelu umjetnog neurona. Umjetni neuron oponaša osnovne funkcije i karakteristike biološkog neurona. Tijelo biološkog neurona zamjenjuje se sumatorom, ulogu dendrita preuzimaju ulazi u sumator, izlaz sumatora je akson umjetnog neurona, a uloga praga osjetljivosti bioloških neurona preslikava se na aktivacijske funkcije.

Funkcijske sinaptičke veze biološkog neurona s njegovom okolinom preslikavaju se na težinske faktore preko kojih se ostvaruje veza umjetnog neurona s njegovom okolinom. (5)



Slika 2. Model neuronske mreže (6)

$$I_j = \sum_{i=1}^n w_{ij} x_i, \quad (1)$$

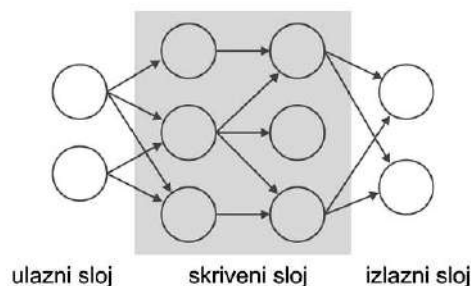
$$y_j = F(I_j), \quad (2)$$

gdje je:

- x_m : broj ulaza,
- y_j : izlaz,
- w_{nj} : skup težina,
- I_j : zajednička vrijednost izlaza svih ulaza „j“,
- F : aktivacijska funkcija.

Neuron je sastavljen od nekoliko ulaza i jednoga izlaza. Svakome ulazu dodjeljena je odgovarajuća težina kojom se opterećuje ulazna vrijednost. S obzirom na rezultat neuron će ostati neaktivan ili se aktivirati. O vrijednostima i uslovima aktivacije odlučuje aktivacijska funkcija. Neuronska mreža ima još jednu osobinu kojima oponašaju ponašanje ljudskoga mozga, a to je povratno vraćanje informacije nazad te na taj način ostvaruju nešto što nalikuje na učenje.

Taj postupak karakterizira neuronsku mrežu i mrežu s povratnim postupkom. Način na koji određeni broj neurona čini mrežu mogao bi se opisati putem nekoliko vrsta slojeva. Prvo se odabrani broj neurona poreda u niz čineći na taj način ulazni sloj. Ti neuroni množe se s međuslojevima i na taj način se kao rezultat dobiva jedan izlazni sloj. Međuslojevi nemaju vezu s okolinom (niti ulaznu, niti izlaznu) te su nazvani i skriveni slojevi. (4) (5)



Slika 3. Arhitektura neuronske mreže (4)

Aktivacijske funkcije mogu biti linearne (izlaz sumatora se množi s nekim faktorom) ili nelinearne, od kojih se najčešće koriste funkcije praga osjetljivosti, sigmoidalne, hiperbolične i harmoničke funkcije. Svaka aktivacijska funkcija ima svoje područje primjene gdje posjeduje određene prednosti.

Da bi neuronska mreža oponašala rad ljudskoga mozga neophodno je unutar nje simulirati proces učenja. To se u sistemima neuronskih mreža naziva treninjom.

Zavisno o tome da li nam je u postupku učenja poznat izlaz iz mreže, pa ga pri učenju mreže koristimo uz svaki ulazni primjer, ili nam je tačan izlaz nepoznat, razlikujemo dva načina učenja:

- učenje s učiteljem – učenje mreže provodi se primjerima u obliku para (ulaz, izlaz),
- učenje bez učitelja – mreža uči bez poznavanja izlaza.

Greška određena na svakome neuronu služi za prilagođavanje postojećih težinskih koeficijenata i vrijednosti njihove aktivacije. (4) (5)

3. TERENSKA MJERENJA

Za potrebe istraživanja izvršena su terenska mjerenja podataka i to:

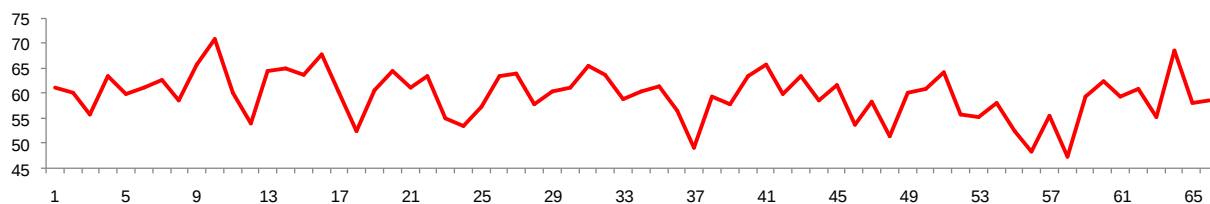
- ekvivalentnog nivoa buke,
- saobraćajnog opterećenja,
- prosječne brzine vozila,
- uzdužnih nagiba ceste.

Mjerenja ekvivalentnog nivoa buke su obavljena bukomjerom model SL-400, standarda EN 61 672-1 Klase 2. Režim snimanja odnosno vremenskog zapisa podataka je "Fast" a težinska kriva "A".

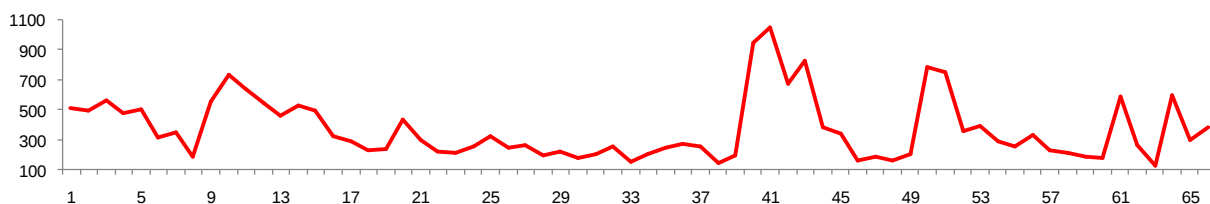
Dužina snimanja podataka, na svakoj do lokacija, iznosi sat vremena sa zapisom i pohranjivanjem podataka u memoriju uređaja. Mjerenja su vršena na različitim udaljenostima od ruba kolovoza. Mjerenja su izvršena na 72 lokacije dvotračnih cesta u BiH. Zbog pojave grešaka ili netipičnih vrijednosti, nakon mjerenja je odbačeno 5 uzoraka te su, za dalje analize, priznato 67 uzoraka. Izmjerene vrijednosti ekvivalentnog nivoa buke se nalaze u dijapazonu od 47 do 70 decibela. (Slika 4.).

Saobraćajno opterećenje je određeno manualnim brojanjem. Kao saobraćajni pokazatelj je odabran volumen vozila (broj vozila koji prođe presjekom ceste u sat

vremena). Izmjerene vrijednosti saobraćajnog opterećenja se nalaze u dijapazonu od 129 do 1052 vozila na sat.(Slika 5)



Slika 4. Izmjereni ekvivalentni nivoi buke

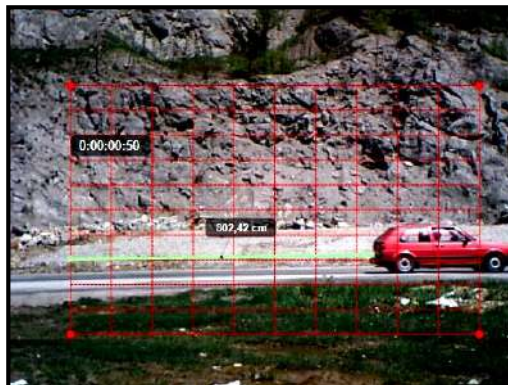


Slika 5. Izmjereno saobraćajno opterećenje

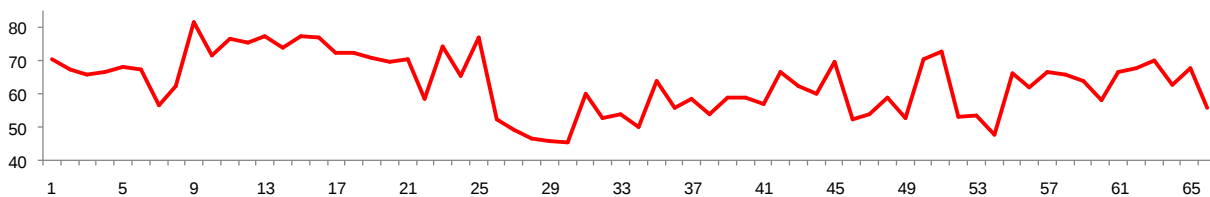
Prosječna brzina vozila je određena metodom određivanja brzine objekata analizom video snimka. Naime, na osnovu snimka kamerom određene rezolucije, vrši se zapis vremena koje vozilo prođe na određenoj dužini ceste. Ovom metodom se dakle dobije brzina vozila na osnovu mjerenja vremena koje dato vozilo prođe na određenom putu dužine izražene

u pikselima video snimka koji se konverzijom prevode u jedinice brzine. Metoda je testirana i maksimalna vrijednost greške iznosi do 6 km/h. (Slika 6.)

Izmjerene prosječne vrijednosti brzina vozila se nalaze u dijapazonu od 45 do 81 km/h. (Slika 7.)



Slika 6. Mjerenje brzine vozila



Slika 7. Izmjerene prosječne brzine vozila

Pored ovih parametara, iz baza podataka su preuzeti podaci o uzdužnim nagibima ceste na lokalitetima mjerenja i nalaze se u dijapazonu od 0 do 8%.

Udaljenost između izvora buke (rub kolovoza) i osovine bukomjera je varijabilna i nalazi se u dijapazonu od 5 do 60 metara.

4. PREDIKCIJA NIVOA BUKE

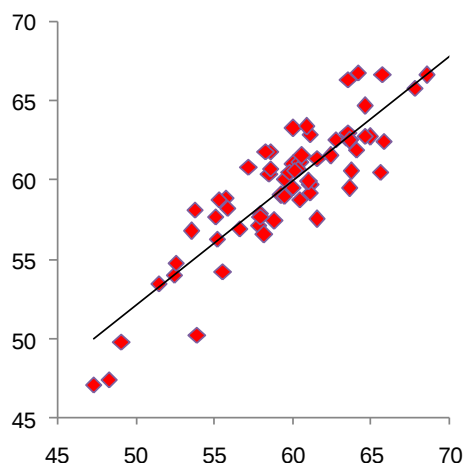
Kako je cilj istraživanja bio komparacija vrijednosti predikcije buke, u prvom koraku izvršena je predikcija metodom regresione analize a zatim metodom neuronskih mreža.

Regresionom analizom je uspostavljena funkcionalna zavisnost između ekvivalentnog nivoa buke (zavisna varijabla) i tehničko – eksploatacionih karakteristika cesta: volumen vozila, prosječna brzina vozila, uzdužni nagib ceste i udaljenost izvora i receptora (nezavisne varijable).

Nivo statističke značajnosti iznosi 95%. U tabeli 1 su prikazani statistički pokazatelji i koeficijenti na osnovu regresione analize. Empirijski nivoi značajnosti su manji od 0,05 te su sve varijable statistički značajne. Koeficijent determinacije iznosi 0,78.

Tabela 1. Statistički pokazatelji i koeficijenti na osnovu regresione analize

Varijabla	Koeficijenti uz varijable	Empirijski nivo značajnosti
Slobodan član	46,45	0,00
Volumen vozila	0,01	0,01
Prosječna brzina vozila	0,21	0,02
Uzdužni nagib	0,63	0,01
Udaljenost izvora i receptora	-0,32	0,00



Slika 8. Odnos modelskih i mjerenih vrijednosti dobijene regresionom analizom

Za modeliranje neuronskih mreža definišu se slijedeći parametri:

- početni težinski koeficijenti,
- stopa učenja: definiše brzinu učenja i ne bi trebalo da se definiše na suviše visokom nivou da bi se obezbedio kvalitetan proces učenja,
- momentum (inercija) – visoke stope učenja mogu dovesti do velikih oscilacija težinskih koeficijenata tokom treniranja, koje imaju za rezultat nekonvergentnost i povratak na neoptimalno rešenje. Uvođenjem ovog parametra smanjuje se mogućnost nastanka ovakvih neželjenih slučajeva,
- aktivaciona funkcija: istraživanjem su testirane slijedeće funkcije: Threshold, Hyperbolic tangent, Zero-based log-sigmoid, Log-sigmoid and Bipolar sigmoid,
- broj neurona u skrivenom sloju.

Modeliranje neuronskih mreža je izvršeno u 20 serija. Do 13 serije težnja je bila da se u svakoj seriji neuronske mreže vrši varijacija arhitekture mreže sa 0 do 3 skrivena sloja i aktivacione funkcije (Hiperbolic tangent, Zero based log – sigmoid i Log – sigmoidi) pri ograničenom broju epoha (10.000), momentumom (inercijom), stopom učenja i početnim težinama od 0,3.

Kako se vidi iz tabele 2 najveći stepen determinacije je ostvaren kod neuronskih mreža sa hiperbolnom aktivacijskom funkcijom i sa 0 i 3 skrivena neurona (serija 1 i 3).

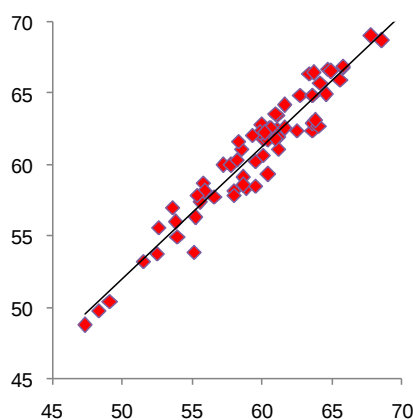
Istina, postoji i visok stepen determinacije i kod serije 5 (Zero basedlog – sigmoid funkcija) ali prilikom analize je uočeno da koeficijent determinacije varira u širokom dijapazonu (serija 6, koeficijent determinacije 0,52), te se ova funkcija nije u daljoj analizi razmatrala.

Od 13 do 20 serije analiza se svela na neuronsku mrežu sa hiperbolnom funkcijom, kao najpovoljnijom, i variranjem u broju epoha i momentuma (do 20.000 epoha i momentuma 0,1 - 0,2) kako bi se ispitala mogućnost dobijanja neuronske mreže sa još većim koeficijentom determinacije, odnosno boljeg odnosa između mjerenih i modelskih vrijednosti.

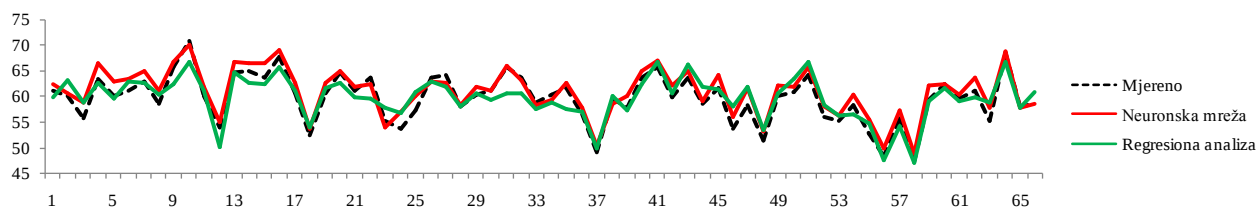
U 17 seriji je dobijen koeficijent determinacije 0,93 pri 15.000 epoha i momentumom 0,1. Ova neuronska mreža predstavlja najpovoljniji model u svim serijama.

Tabela 2. Modeli neuronskih mreža

Redni broj serije	Aktivaciona funkcija	Broj skrivenih neurona	Broj epoha	Momentum	Koeficijent determinacije
1	Hiperbolic tangent	0	10.000	0,3	0,90
2	Hiperbolic tangent	1	10.000	0,3	0,77
3	Hiperbolic tangent	2	10.000	0,3	0,83
4	Hiperbolic tangent	3	10.000	0,3	0,83
5	Zero based log-sigmoid	0	10.000	0,3	0,83
6	Zero based log-sigmoid	1	10.000	0,3	0,52
7	Zero based log-sigmoid	2	10.000	0,3	0,78
8	Zero based log-sigmoid	3	10.000	0,3	0,83
9	Log-sigmoid	0	10.000	0,3	0,81
10	Log-sigmoid	1	10.000	0,3	0,79
11	Log-sigmoid	2	10.000	0,3	0,80
12	Log-sigmoid	3	10.000	0,3	0,80
13	Hiperbolic tangent	0	10.000	0,2	0,91
14	Hiperbolic tangent	1	10.000	0,2	0,77
15	Hiperbolic tangent	2	10.000	0,2	0,83
16	Hiperbolic tangent	3	10.000	0,2	0,85
17	Hiperbolic tangent	0	15.000	0,1	0,93
18	Hiperbolic tangent	0	20.000	0,1	0,88
19	Hiperbolic tangent	3	15.000	0,1	0,83
20	Hiperbolic tangent	3	20.000	0,1	0,83



Slika 9. Odnos modelskih i mjerenih vrijednosti na osnovu neuronske mreže



Slika 10. Komparacija procijenjenih vrijednosti

5. ZAKLJUČAK

Cilj istraživanja je bila komparacija rezultata predikcije buke od cestovnog saobraćaja metodama regresione analize i neuronskih mreža. Terenskim mjerenjima su prikupljeni podaci o tehničko – eksploatacionim karakteristikama cesta. Metodom regresione analize i neuronskih mreža je izvršena predikcija ekvivalentnog nivoa buke.

Regresionom analizom je uspostavljenja funkcionalna zavisnost i koeficijent determinacije modela je 0,78.

Istraživanje najpovoljnijeg modela neuronske mreže je izvršeno kroz niz serija gdje se, u najpovoljnijoj seriji, dobio koeficijent determinacije 0,93.

Iz gore navedenog slijedi da se metoda neuronskih mreža može primjeniti i kod problema analiza buke od cestovnog saobraća i da se primjenom ovog metoda mogu ostvariti predikcije sa većom tačnošću nego, do sada, primjenjivana, metoda regresione analize. Metoda neuronskih mreža zahtjeva upotrebu računarske tehnologije. Imajući u vidu da je danas računarska tehnologija nezamjenjiva, kako u životu ljudi tako i u naučnom i stručnom djelovanju, sigurno je da će neuronske mreže u doglednoj budućnosti zamjeniti ili potisnuti iz upotrebe ostale metode predikcije.

Literatura

- [1] Berglund, B. (1995). Guidelines for Community Noise, World Health Organisation, Stocholm Universtity and Karolinska Institute. London.
- [2] Den Boer, L.C. Schroten, A.(2007). Traffic noise reduction in Europe. Health effects, social costs and tehcnical and policy optionts to reduce road and rail traffic noise. Delft.
- [3] Faraway, J.(2008). Practical regression and ANOVA using R. Taylor & Francis.
- [4] Dalbelo Bašić B.(2008). Umjetne neuronske mreže, Fakultet elektrotehnike i računarstva. Zagreb.
- [5] Korun Curić, K.(2013). Određivanje zamorne čvrstoće materijala pomoću umjetne neuronske mreže. Kvalifikacijski doktorski ispit.Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje. Split.
- [6] Gold, H. (2008).Ekspertni sustavi u prometu. Neuronske mreže, Fakultet prometnih znanosti. Zagreb.



AD *Novi Pazar-put*



POLA VEKA NA PUTEVIMA



ISTRAŽIVANJE BRZINA U PRETICANJU

Mr Biljana Ivanović, dipl. inž. građ.

Građevinski fakultet, Podgorica, Crna Gora

Doc. dr Valentina Basarić, dipl. inž. saob.

Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija

BSc Nemanja Garunović, dipl. inž. saob.

Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija

MSc Jelena Mitrović, dipl. inž. saob.

Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija

MSc Nenad Saulić, dipl. inž. saob.

Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija

Pregledni rad

Rezime: Preticanje na vangradskim dionicama puteva predstavlja jednu od najsloženijih i potencijalno najrizičnijih radnji u saobraćaju. Tokom procesa preticanja vozač mora da prati saobraćajnu situaciju i procjenjuje mogućnost izvršenja ove radnje s obzirom na brzinu kretanja njegovog vozila, vozila koje pretiče i vozila koju mu se iz suprotnog smjera kreće u susret. Preticanje se dozvoljava ili zabranjuje u skladu sa karakteristikama puta i potrebnom dužinom preticajne preglednosti. Preticajna preglednost određuju se na osnovu režima brzina, što u velikoj mjeri zavisi od vozno dinamičkih sposobnosti mjerodavnih vozila i ponašanja učesnika u saobraćaju. Promjene ponašanja vozača u saobraćajnom toku su posledica promjene karakteristika vozila i njihove tehničke opremljenosti, ali i drugačijeg socijalnog i društvenog okruženja. Standardi koji se koriste u našem regionu za proračun preticajne preglednosti zasnovani su na parametrima koji su rezultat istraživanja iz zadnjeg kvartala prošlog vijeka. Iz tog razloga, potrebno je istraživati karakteristike realnog saobraćajnog toka na vangradskim dionicama dvotračnih puteva i analizirati parametre koji utiču na preticajnu preglednost. U okviru ovog rada prikazani su rezultati istraživanja karakteristike brzina vozila prilikom preticanja na izabranim dionicama puta u realnom saobraćajnom toku.

Ključne riječi: preticajna preglednost, brzina, razlika brzina

RESEARCH OF SPEEDS IN OVERPASSING

Biljana Ivanovic, BSc. CE.

Faculty of Civil Engineering, Podgorica, Montenegro

Valentina Basarić, Ph.D.. TE.

Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia

Nemanja Garunović, B.Sc., TE.

Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia

Jelena Mitrovic, M.Sc, BSc. TE.

Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia

Nenad Saulić, MSc, BSc. TE.

Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia

Review paper

Summary: Overpassing on rural road sections is one of the most complex and potentially most risky actions in traffic. During the passing driver must follow the traffic situation and assess the possibility of performing these actions with respect to the speed of his/her vehicle, speed of a vehicle that he/she is passing and the speed of a vehicle that is moving in the opposite direction. Overpassing is permitted or prohibited depending of the characteristics of the road and the required length of passing overview. Overtaking sight distance is determined based on the speed regime, which largely depends on the ability of competent driving dynamics and vehicle behavior of road users. Changes in driver behavior in traffic flow is a result of changing design features of vehicles and their technical equipment, as well as different social environment. The standards used in the region for the calculation of overtaking visibility are based on parameters from research done in last quarter of the last century. For this reason, it is necessary to explore the characteristics of real traffic flow on rural sections of two-lane roads, and analyze parameters influencing the overtaking sight. This paper presents the results of the characteristics of the vehicle speed when overpassing on selected road segments in real traffic flow.

Key words: passing sight distance, speed, speed difference

1. UVOD

Podatak da se u zemljama članicama OECD¹ oko 60% saobraćajnih nezgoda sa smrtnim ishodom dogodi na dvotračnim putevima [7] jasno govori o tome koliko pažnje je potrebno posvetiti uslovima odvijanja saobraćaja na ovim putevima. Za ocjenu kvaliteta uslova odvijanja saobraćaja na putevima sa dvije saobraćajne trake za dvosmjerni saobraćaj, značajno mjesto imaju pitanja vezana za preticanje. Kvalitet uslova odvijanja saobraćaja, odnosno kapacitet i nivo usluge dvotračnih puteva zavise od procenta puta na kojem je dozvoljeno preticanje [8], a koji sa druge strane zavisi od dovoljne dužine preticajne preglednosti.

Parametar na osnovu kojeg se prema postojećim propisima utvrđuje preticajna preglednost jeste računsa brzina [6], pa je prema tome za brzinu od 80km/h potrebno obezbjediti preticajnu preglednost od minimum 480m, dok je za tu istu brzinu prema propisima u Bosni i Hercegovini potrebno obezbjediti preticajnu preglednost od minimum 520m [4]. Prema ranije utvrđenim modelima, dužina preticajne preglednosti je u direktnoj vezi sa brzinom kretanja vozila koje vrši preticanje i koje se pretiče, odnosno u razlici brzina ovih vozila [9].

¹ Organization for Economic Co-operation and Development

Karakteristike brzina koje se koriste u postupku proračuna preticajne preglednosti u velikoj mjeri zavise od karakteristika mjerodavnog vozila, koje se određuje na osnovu realne strukture saobraćajnog toka. Kako se karakteristike vozila i njihove vozno dinamičke sposobnosti konstantno mijenjaju, realno je očekivati da se mijenja ponašanje vozača, odnosno način vršenja radnje preticanja. Sve to objektivno utiče na vrijednost parametara saobraćajnog toka i brzinu, samim tim i na realno potrebnu dužinu puta preticanja. U cilju utvrđivanja potrebne dužine puta preticanja u uslovima realnog saobraćajnog toka potrebno je uvažiti i njegove karakteristike u vladajućim uslovima.

2. KARAKTERISTIKE PRETICANJA VOZILA

Potreba da neko vozilo u saobraćajnom toku izvrši preticanje proporcionalna je pojavi minimalnih rastojanja slijeđenja vozila u tom toku, a sama mogućnost preticanja zavisi od postojanja prihvatljivog intervala slijeđenja u toku suprotnog smjera dovoljnog za izvršenje bezbjednog preticanja [5]. Karakteristično za sve modele preticanja vozila je to da se put preticanja uvijek sastoji iz tri faze:

I faza: put koji vozilo pređe od trenutka kada započne preticanje do trenutka kada pređe u susjednu traku, paralelno sa vozilom koje pretiče, tako da se prednja ivica vozila koje pretiče i zadnja ivica vozila koje se pretiče nađu u istoj ravni;

II faza: put koji vozilo pređe od trenutka kada se završi prva faza, do trenutka kada se prednje ivice oba vozila ne nađu u istoj ravni;

III faza: put koji vozilo pređe od trenutka kada se završi druga faza do trenutka dok se ne vrati u sopstvenu traku.

Jedan od poslednjih modela proračuna preticajne preglednosti (PSD) razvili su Wang i Cartmell, 1998. godine, i ima sledeću analitičku osnovu [9]:

$$PSD = X_1 + X_2 + X_3 + C + 0,62V_0(T_1 + T_2 + T_3) \quad (1)$$

gdje je:

- X_1 – rastojanje koje preticano vozilo pređe tokom faze I (ft);
- X_2 – rastojanje koje preticano vozilo pređe tokom faze II (ft);
- X_3 – rastojanje koje preticano vozilo pređe tokom faze III (ft);
- C – rastojanje između prednje ivice vozila koje je vršilo preticanje u trenutku završetka manevra preticanja i vozila iz suprotnog smjera;
- V_0 – brzina kretanja vozila iz suprotnog toka;
- T_1 – vrijeme koje protekne tokom faze I (sec);
- T_2 – vrijeme koje protekne tokom faze II (sec);
- T_3 – vrijeme koje protekne tokom faze III (sec).

U ovom modelu se usvaja da se vozila iz suprotnog toka i vozilo koje se pretiče kreću konstantnom brzinom. Sledeće šta je usvojeno ovim modelom, jeste da vozilo koje vrši preticanje može da ubrzava do maksimalne brzine koju ono može da dostigne (V_{pmax}), i jednom kada se dostigne, ta brzina ostaje konstantna do završetka manevra preticanja. Brzina koju dostižu vozila koja vrše preticanje najčešće su od 16-24 km/h veće od brzine vozila koje se pretiče [9].

Pored navedenog modela, postoji još mnoštvo modela kojim je moguće opisati preticanje i utvrditi potrebnu preticajnu preglednost. Posmatrajući modele određivanja preglednosti na preticanje, uočavaju se određene graničene vrijednosti odnosa brzine kretanja vozila i dužine preglednosti. Za brzinu od približno 80km/h, minimalnu dužinu preglednosti na preticanje daje model koji je razvio Saito, i koji prema njemu iznosi približno 200m. Maksimalnu dužinu preticajne preglednosti daje model koji se primjenjuje u Australiji, i prema njemu za brzinu od približno 80km/h dužina preticajne preglednosti bi trebala da iznosi 640m [9].

3. METOD I POSTUPAK ISTRAŽIVANJA

Radi utvrđivanja karakteristika brzina izvršeno je snimanje realnog saobraćajnog toka na izabranim lokacijama, odnosno dionicama dvotračnog puta. Obradom sačinjenog video zapisa realnog saobraćajnog toka na tri različite dionice dvotračnog puta formiran je uzorak od ukupno 215 preticanja. Mjerenje parametara saobraćajnog toka obradom video snimka je jedan od najstarijih ali i najsigurnijih metoda. Obrade video zapisa saobraćajnog toka je prvi put primjenio Bob Grenshilds, početkom tridesetih godina prošlog vijeka. Sadašnja tehnologija omogućuje mnogo kvalitetniji način obrade video zapisa, zbog čega su i metode za utvrđivanje parametara saobraćajnog toka u različitim uslovima mnogo preciznije [2]. Istraživanje saobraćajnog toka metodom obrade video snimka prema postupku koji je prikazan u [1], [2] i [3] pokazao se kao veoma efikasna i precizna metoda. Iz tog razloga ovaj model primjenjen je prilikom ovog istraživanja. Poseban kvalitet ove metode je što učesnici u saobraćajnom toku nisu upoznati da se saobraćajni tok snima, pa je njihovo ponašanje uobičajeno za takve situacije.

Snimanje saobraćajnog toka izvršeno je kamerom SONY DCR-HC23, 20x optical zoom, sa Carl Zeiss Lens lens, sa dodatnim širokougaonim objektivom oznake VCL-HA06.

Za obradu video snimaka i analizu podataka korišćeni su sledeći softverski alati: Nero ShowTime, Adobe Premiere Pro 1.5, Microsoft Excel i Minitab. Nero ShowTime je korišćen za pregled i analizu video snimaka.

Adobe Premiere Pro 1.5 je korišćen za obradu video zapisa, jer je video zapis moguće usporavati i zaustavljati sa greškom od 0,04 sekunde, što omogućava postizanje velike tačnosti. Ovaj softver takođe omogućava postavljanje linija kao „layer“-a preko video zapisa. Linije su kao „layer“-i postavljane na međusobnoj udaljenosti od 16,5m, a zatim su bilježena vremena prolaska vozila kroz ove linije. Vremena su kasnije unijeta i obrađena u Microsoft Excel-u. Poznavanje udaljenosti između određenih tačaka na dionici, i vremena prolaska preko njih omogućava da se se utvrde vrijednosti brzina kretanja svakog vozila koje je vršilo preticanje i vozila koja se preticalo. Za statističku obradu podataka korišćen je Program Minitab.



Slika 1. Analizirana zona dionice I

3.1. Izbor dionica

Izbor dionica na kojima je sprovedeno istraživanje izvršen je u skladu sa ciljem istraživanja prema kome je snimanje karakteristika brzina potrebno izvršiti na čitavoj dužini puta preticanja.

Iz tog razloga analizirano je više lokacija u Crnoj Gori koje su potencijalno bile pogodne za postavljanje opreme za snimanje na uzvišenju iznad puta, a radi mogućnosti snimanje puta u većoj dužini.

Nakon detaljnog istraživanja na terenu izabrane su tri deonice na kojima je vršeno istraživanje, a to su dve deonice na magistralnom putu Podgorica – Nikšić i jedna na magistralnom putu Podgorica – Cetinje.

Dionica I: Dionica se nalazi na magistralnom putu Podgorica-Nikšić. Put je u horizontalnoj krivini radijusa 2500 m, sa malim skretnim uglom.

Podužni nagib iznosi svega 0,05%, što se može zanemariti, odnosno može se smatrati da je put ravan, odnosno bez podužnog nagiba. Širina kolovoza na ovoj dionici puta iznosi $2 \times 3,75\text{m} + 2 \times 0,5\text{m}$, a bankina je široka 1,5m. Kolovoz je u dobrom stanju, bez mrežastih pukotina.

Put se nalazi u zasjeku, s tim što je kosina usjeka značajno udaljena od puta. Na ovaj način formiran je plato pored puta, na kome se nalazi skladište koje nije privedeno namjeni.

Dodatna saobraćajna traka za desno skretanje iz smjera Nikšić-Podgorica nije u funkciji. Ukupna dužina isprekidane linije na ovoj dionici iznosi 600m. Prije i posle ove deonice, put je u pravcu, sa istim karakteristikama kada je podužni pad u pitanju.

Dužina zone puta prve dionice koja ulazi u opseg analiziranog video zapisa iznosi $L=250\text{m}$.

Dionica II: Ova dionica se nalazi na magistralnom putu Podgorica-Cetinje. Put je u blagoj horizontalnoj krivini, sa podužnim padom koji iznosi 0,6%. Širina kolovoza iznosi $2 \times 3,5\text{m} + 2 \times 0,35\text{m}$, a bankine na posmatranoj dionici puta su široke 1,5m. Kolovoz je u dobrom stanju, bez mrežastih pukotina. Put se nalazi u usjeku, a kosine usjeka formirane su sa blagim nagibom. Ukupna dužina isprekidane linije na ovoj dionici je 400m. Na 100m prije druge dionice završava se dodatna traka za spora vozila. Posle dionice je blaga krvina sa zabranjenim preticanjem, a put je u konstantnom usponu iste vrijednosti. Dužina zone puta druge dionice koja ulazi u opseg analiziranog video zapisa iznosi $L=250\text{m}$.



Slika 2. Analizirana zona dionice II

Dionica III: Dionica III se nalazi na magistralnom putu Podgorica-Nikšić. U ovom dijelu put je u pravcu, dok nagib nivelete iznosi 3,25%. Podužni nagib sa ovom vrijednošću nivelete traje 1235m, pri čemu se dionica na kojoj je vršeno snimanje nalazi na kraju uspona. Širina kolovoza iznosi $2 \times 3,5\text{m} + 2 \times 0,35\text{m}$. Put je u zasjeku pri čemu je kosina usjeka blago izvedena, a kosina nasipa iznosi 1:1,5. Berme, odnosno bankine su široke 1,5m, kolovoz je u dobrom stanju, bez mrežastih pukotina i oštećenja. Ukupna dužina isprekidane linije na ovoj dionici iznosi 600 m. Prije dionice, put je u blagoj desnoj krivini, podijeljen punom linijom, a posle u blagoj lijevoj krivini takođe podijeljen sa punom linijom. Put je u konstantnom usponu, sa uzdužnim nagibom iste vrijednosti.

Dužina zone puta treće dionice koja ulazi u opseg analiziranog video zapisa iznosi $L=320$ m.



Slika 3. Analizirana zona dionice III

4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Obradom rezultata istraživanja prema postupku koji je objašnjen u [1], [2] i [3] dobijene su brzine kretanja vozila koja se pretiču. Za vozilo koje vrši preticanje utvrđene su brzine kretanja u svakoj karakterističnoj fazi:

- V_P – srednja brzina vozila na početku preticanja (faza I);
- V_1 – srednja brzina vozila u trenutku preticanja (faza II);
- V_z – srednja brzina vozila na kraju puta preticanja (faza III).

Prema većini modela smatra se da je brzina vozila koje se pretiče konstanta, odnosno da se ne mijenja tokom preticanja [9]. Iz tog razloga, prilikom analize video zapisa, za potrebe ovog rada utvrđena je samo brzina koju je vozilo koje se pretiče imalo tokom faze II (V_2).

Analizom uzorka dobijene su srednje i granične vrijednosti brzine koje su prikazane u Tabela 1.

Tabela 1. Srednja i granične vrijednosti brzina vozila koja se pretiču (km/h)

Brzina	Vozilo koje pretiče			Preticano vozilo
	V_P (km/h)	V_1 (km/h)	V_z (km/h)	V_2 (km/h)
Min.	28,3	37,2	40,2	13,6
Max.	145,4	146,2	145,7	102,7
Srednja vrednost	72,7	79,9	82,8	59,5

U daljoj analizi formirane su klase prema brzinama kretanja i to u intervalima od 10km/h. Svaka klasa sadrži određen broj vozila koja se kreću brzinom odgovarajućom za tu klasu. U Tabeli 2. prikazano je procentualno učešće vrijednosti brzina vozila u analiziranom uzorku.

Tabela 2. Procentualna raspodjela brzina

Brzina vozila (km/h)	V_P (%)	V_1 (%)	V_z (%)	V_2 (%)
10- 20	0,0%	0,0%	0,0%	4,7%
20- 30	0,5%	0,0%	0,0%	2,3%
30- 40	1,9%	0,9%	0,0%	5,1%
40- 50	6,5%	4,2%	4,7%	13,5%
50- 60	19,5%	8,4%	6,0%	20,5%
60- 70	22,3%	15,3%	13,0%	24,7%
70- 80	15,8%	24,2%	18,6%	18,1%
80- 90	12,6%	19,1%	21,9%	8,8%
90- 100	14,4%	16,3%	20,5%	1,9%
100- 110	2,3%	5,6%	8,8%	0,5%
110- 120	2,8%	4,2%	5,1%	0,0%
120- 130	0,9%	1,4%	0,5%	0,0%
130- 140	0,0%	0,0%	0,5%	0,0%
140- 150	0,5%	0,5%	0,5%	0,0%

Analizom rezultata koji su prikazani u Tabela 1. može se zaključiti da se najveći broj vozila koja vrše preticanje sporijeg vozila (**22,3%**) na početku puta preticanja kreću brzinom V_P između 60 i 70km/h. Za najveći broj vozila (**24,2%**) srednja brzina preticanja V_1 se kreće u između 70 i 80km/h. U zadnjoj fazi preticanja, najveći procenat vozila koja pretiču (**21,9%**) se kreće brzinom V_z između 80 i 90km/h.

Analizom dobijenih rezultata koji su prikazani u Tabela 1., zaključuje se da najveći broj vozila tokom preticanja ubrzava, što je suprotno sa pretpostavkom na osnovu koje se baziraju postojeći standardi da je brzina kretanja tokom preticanja konstantna.

Analizom vrijednosti brzina kretanja samo jednog vozila, onog koje pretiče ili samo drugog vozila koje je preticano, nije dovoljno za izvođenje zaključaka o karakteristikama brzina tokom preticanja. Veoma značajnu ulogu u sagledavanju karakteristika preticanja ima razlika između brzina vozila koja se pretiču.

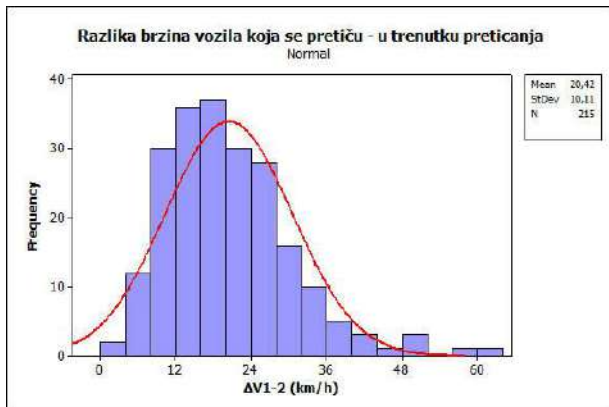
Naime, upravo razlika brzina tokom preticanja dominantno utiče na dužinu puta koji vozilo pređe tokom preticanja [9]. U okviru ovog rada utvrđivana je razlika brzina (ΔV_{1-2}) između brzina vozila koja se pretiču, na sredini puta preticanja, odnosno u okviru faze II. Rezultati razlike brzina pri preticanju, po klasama u intervalu od 5km/h, date su u Tabeli 3.

Tabela 3. Raspodjela razlika brzina ΔV_{1-2} prema klasama

Brzina vozila km/h	ΔV_{1-2}	Brzina vozila km/h	ΔV_{1-2}
0 – 5	3	35 – 40	6
5 – 10	24	40 – 45	4
10 – 15	48	45 – 50	0
15 – 20	42	50 – 55	3
20 – 25	34	55 – 60	1
25 – 30	32	60 – 65	1
30 – 35	17	65 – 70	0

Analizom rezultata prikazanih u Tabeli 3. može se zaključiti da se najveći broj preticanja (41,8%) realizuje u slučaju kada razlika brzina iznosi od 10 do 20km/h. Radi utvrđivanja ostalih karakteristika izvršena je statistička analiza, a rezultat analize prikazan je na Slici 4., odnosno grafički prikaz raspodjele razlike brzina pri preticanju.

Prilikom utvrđivanja raspodjele za razliku brzina ΔV_{1-2} analizirani su svi snimljeni slučajevi. Kao što se vidi na Slici 4. raspodjela razlika brzina prilikom preticanja odgovara normalnoj raspodjeli.



Slika 4. Normalna raspodjela razlika u brzinama vozila koja se pretiču - ΔV_{1-2}

Prema rezultatima sprovedene analize proizilazi da:

- srednja vrijednost razlike u brzinama ΔV_{1-2} na analiziranom uzorku, na dionici sa dozvoljenom brzinom kretanja od 80km/h iznosi 20,42km/h;
- standardna devijacija od utvrđene srednje vrijednosti iznosi 10,11km/h.

5. ZAKLJUČAK

U okviru rada izvršeno je istraživanje karakteristika brzina u procesu preticanja na dvotračnim vangradskim dionicama puta. Rezultati analize pokazali su da najveći broj vozila koja pretiču ubrzava, na kompletnom putu preticanja. Ovaj rezultat nije u skladu sa pretpostavkom koja se koristi u postupcima za proračun preticajne preglednosti, a prema kojim je brzina vozila na putu preticanja sporijeg vozila konstanta. Ukoliko bi se proračun vršio u skladu sa dobijenim rezultatima, dužina potrebnog puta za preticanje bila bi značajno manja. Pored toga, u okviru rada utvrđena je vrijednost razlike u brzinama vozila koje pretiče i pretičućeg vozila. Srednja vrijednost razlike u brzinama iznosila je oko 20km/h, što predstavlja 25% od dozvoljene brzine od 80km/h. Ovakva razlika u brzinama, takođe ukazuje na činjenicu da je dužina puta preticanja koja se ostvaruje u realnom saobraćajnom toku manja od dužine preticajne preglednosti koja se računa prema standardnom postupku.

LITERATURA

- [1] Bogdanović, V., Saulić, N., Ruškić, N., Ivanović, B., Ilin V. (2013). Analiza karakteristika vremenskog intervala sledjenja na semaforisanim raskrsnicama. *Put i saobraćaj*. 1, 19-24.
- [2] Bogdanović, V., Papić, Z., Ruškić, N., Jeftić, A. (2011). Karakteristike brzina na signalisanim raskrižjima. *Suvremeni promet*. 3-4, 196-200.
- [3] Bogdanović, V., Ruškić, N., Kulović, M., Han, L. (2014). Toward a Capacity Analysis Procedure for Nonstandard Two-Way Stop-Controlled Intersections. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*. 2395, 132-138.
- [4] Direkcija cesta federacije BiH, JP "Putevi republike Srpske". (2005). *Smernice za projektovanje, građenje, održavanje i nadzor na putevima*, Sarajevo/Banja Luka
- [5] Kuzović, Lj., Bogdanović, V. (2010). *Teorija saobraćajnog toka* Novi Sad: Fakultet tehničkih nauka.
- [6] Ministarstvo za infrastrukturu RS. (2011). *Pravilnik o uslovima koje sa aspekta bezbednosti saobraćaja moraju da ispunjavaju putni objekti i drugi elementi javnog puta*. Beograd: Službeni glasnik RS.
- [7] Toledo, T., Haneen, F. (2010) Passing behavior on two-lane highways. *Transportation Research Part F*. 13, 355-364.
- [8] Transportation research board. (2000). *Highway capacity manual*. Washington D.C.: Transportation research board of the National Academies.
- [9] Transportation research board. (2008). *NCHRP report 605 - Passing Sight Distance Criteria*. Washington D.C.: Transportation research board of the National Academies.
- [10] Wang, Y., Cartmell, M. (1998). New Model for Passing Sight Distance. *ASCE Journal of Transportation Engineering*. 124, 536-545.



Јубилеј - шездесет година часописа

Пут и саобраћај

УТИЦАЈ РЕЖИМА ПАРКИРАЊА НА КАПАЦИТЕТ РАСКРСНИЦА

Проф. др **Нада Милосављевић**, дипл.инж.саоб.
Универзитет у Београду Саобраћајни факултет, n.milosavljevic@sf.bg.ac.rs

Доц. др **Јелена Симићевић**, дипл.инж.саоб.
Универзитет у Београду – Саобраћајни факултет, j.simicevic@sf.bg.ac.rs

Прегледни рад

Резиме: Политике паркирања које су подршка стратегији уравнотеженог развоја се често заснивају на повећању обрта паркирања. На тај начин се омогућава паркирање већем броју корисника што доприноси уравнотежењу понуде и потражње за паркирање. Међутим, управо због повећања обрта паркирања, ове политике могу негативно утицати на функционисање динамичког саобраћаја повећавајући саобраћајно оптерећење и смањујући капацитет саобраћајница и раскрсница. Циљ овог рада је да на примеру централне зоне Београда испита утицај цене паркирања на капацитет семафорисаних раскрсница. Резултати су показали да цена паркирања има јак утицај на захтеве за паркирање и последично на капацитете раскрсница у зони важења режима, што се мора узети као додатно ограничење приликом дефинисања цене паркирања.

Кључне речи: наплата паркирања, капацитет семафорисаних раскрсница

IMPACT OF PARKING REGIME TO INTERSECTION CAPACITY

Nada Milosavljević, Ph.D. T.E.
University of Belgrade – FTTE, n.milosavljevic@sf.bg.ac.rs

Jelena Simicević, Ph.D. T.E.
University of Belgrade – FTTE, j.simicevic@sf.bg.ac.rs

Review paper

Abstract: Parking policies that support balanced development strategy are often based on increasing parking turnover. In this way parking space can be used by more users and therefore balance parking supply and demand. However, due to increased turnover, these policies may have negative impact on dynamic traffic performance, by increasing traffic volume and reducing capacity of streets and intersections. The aim of this paper is to examine impact of parking price to signalized intersection capacity. Results showed that parking price has a strong effect on the parking demand and therefore on the capacity of signalized intersections within the area of parking regime validity. This has to be considered when defining parking price.

Keywords: parking charge, signalized intersection capacity

1. УВОД

Савремени концепт управљања паркирањем подразумева изградњу само онолико паркинга места колико је довољно за реализацију захтева категорија корисника од којих зависи нормално функционисање садржаја зоне. С друге стране, акценат се ставља на управљање захтевима за паркирање, којим се захтеви за паркирање доводе на ниво расположивих капацитета.

Управљање захтевима за паркирање отпочиње увођењем одговарајућег рестриктивног режима паркирања: временског ограничења и/или наплате паркирања. Наплата паркирања представља директне трошкове возачима за коришћење паркинга места. Пошто су корисници веома осетљиви на ову врсту трошкова („трошкови из џепа“) [1] неки од њих, пре свега они дуготрајног паркирања, ће одустати од доласка у зону путничким аутомобилом и променити вид превоза, време или циљ путовања и сл. Смањењем захтева дуготрајног паркирања омогућава се реализација већег броја краткотрајног паркирања; па се обрт и обим паркирања повећавају а једновремени број захтева уравнотежава са понудом.

Међутим, иако доприноси решавању проблема у овом подсистему, наплата паркирања може негативно утицати на функционисање осталих транспортних подсистема. Посебно јак утицај ова политика може имати на динамички саобраћај, управо због повећања обрта паркирања. Повећање обрта (обима) паркирања, с једне стране повећава саобраћајно оптерећење, а с друге омета саобраћајни ток те смањује капацитете саобраћајница и раскрсница. У обзир треба узети и саобраћај настао због тражења паркинга места, који је директна последица примењених политика и мера паркирања, а који чини око 30% обима саобраћаја у централним зонама градова [2]. Ипак у досадашњој пракси приликом дефинисања цене паркирања се није разматрало какве би ефекте цена могла имати на динамички саобраћај.

Циљ овог рада је да на примеру централне зоне Београда испита утицај цене паркирања на капацитет семафорисаних раскрсница.

Рад је структуриран на следећи начин: у 1. тачки рада описана је методологија за квантификацију утицаја паркирања на капацитет семафорисаних раскрсница. У тачки 2 описана је методологија за прогнозу захтева за паркирање у зависности од примењене цене паркирања. У 3. тачки је на примеру централне зоне Београда, а на основу методологија приказаних у тачкама 1 и 2, испитан утицај цене паркирања на захтеве за паркирање, а затим и на капацитете семафорисаних раскрсница. У последњој, 4. тачки сумирана су закључна разматрања и дати правци даљег рада.

2. УТИЦАЈ ПАРКИРАЊА НА КАПАЦИТЕТ СЕМАФОРИСАНИХ РАСКРСНИЦА

Међутим, у великом броју студија и радова, поред саме констатације да паркирана возила утичу на капацитет и ниво услуге, није дата јасна квантификација овог утицаја [3]. Ипак, у приручницима за прорачун капацитета и нивоа услуге на саобраћајној мрежи неких земаља овај утицај се експлицитно узима у обзир.

Један од њих је и амерички приручник Highway Capacity Manual (у даљем тексту: HCM), далеко познат и прихваћен међу саобраћајним инжењерима. Он приказује методе за оперативну анализу свих основних функционалних делова мреже друмских саобраћајница: саобраћајних деоница, раскрсница (семафорисаних и несемафорисаних) и денивелисаних раскрсница, као и анализу допунских, специфичних функционалних делова мреже.

Како су примарне и секундарне градске саобраћајнице углавном покривене светлосним сигнаlima, предмет овог рада ће бити семафорисане раскрснице.

У HCM-у капацитет семафорисаних раскрсница се дефинише по групама трака и представља максималан ток који може проћи кроз раскрсницу преко посматране групе трака у владајућим карактеристикама саобраћајног тока, пута и сигнализације. Он се рачуна као производ базне вредности за ефективну ширину (која зависи од ширине и типа саобраћајне траке) и корективних фактора, формула (1).

$$C = C_0 \cdot N \cdot \prod_{i=1}^n F_i \quad (1)$$

где је:

C_0 – основни (базни) капацитет једне саобраћајне траке при практично идеалним условима;

N – број саобраћајних трака;

$\prod_{i=1}^n F_i$ – производ утицаја путних и саобраћајних услова.

Један од фактора корекције смањења капацитета је фактор паркираних возила, f_p [4,5]. Утицај паркираних возила може бити веома значајан. У поређењу са осталим корективним факторима, утицај паркираних возила је, поред утицаја возила у скретању, доминантан корективни фактор [3].

Фактор паркираних возила се вреднује у односу на ефективни број трака на прилазу (N) и просечан број паркинг маневара у току сата (N_m).

Број паркинг маневара представља укупан број измена возила на паркинг местима на прилазу раскрсници на растојању од 250 ft (76 m) од зауставне линије у току сата.

$$f_p = \frac{N - 0,1 - \frac{18N_m}{3600}}{N} \quad (2)$$

Формула (2) је развијена под претпоставком да сваки маневар (без обзира на то да ли се односи на улазак или излазак са паркинг места) блокира саобраћај у суседној траци у просеку на 18 s. Она показује да што је већи број трака у датој групи то је мањи утицај паркирања на капацитет. С друге стране, што је већи број паркинг маневара, то је и утицај већи.

Број паркинг маневара (број улаза и излаза са паркинг места) зависи од примењене политике паркирања. Увођењем наплате или поштравањем цене паркирања највише су погођени корисници дуготрајног паркирања, јер трошкови паркирања углавном зависе од његовог трајања. Због тога се смањују захтеви ових корисника, односно број паркинг маневара се смањује. Међутим, ово ће омогућити реализацију већег броја краткотрајних паркирања, чиме би се број паркинг маневара повећао, односно капацитет и ниво услуге раскрсница смањило.

Због свега наведеног следи да је за испитивање утицаја цене паркирања на капацитет раскрсница потребно претходно испитати њен утицај на захтеве за паркирање, што је предмет следеће тачке рада.

3. УТИЦАЈ ПАРКИРАЊА НА ЗАХТЕВЕ ЗА ПАРКИРАЊЕ

Ради правилног дефинисања цене паркирања и прогнозе технолошких ефеката уведене мере, развијени су бројни модели за квантификацију њеног утицаја на захтеве за паркирање. На почетку су то били агрегатни модели, засновани на групном понашању [6]. Касније су конвенционални модели замењени дезагрегатним јер је препознато да постоји индивидуални утицај који се мора испитати и укључити [7].

Данас се за прогнозу захтева најчешће користе модели логистичке регресије, који се подешавају на основу података прикупљених анкетом корисника паркинг места [7-17]. Анкетиранима се представљају хипотетичке вредности цене паркирања, а они се изјашњавају како би се у таквим ситуацијама понашали избором једне од понуђених алтернатива (нпр. без промене у понашању, промена структуре паркиралишта које се користи, промена вида превоза, итд.).

Да би се што боље објасниле реакције возача суочених са променом политике паркирања, потребно је прикупити и широк скуп карактеристика за које се, на основу досадашњих искустава, очекује да могу имати јак утицај на одлуку о путовању. То су одређене социо-економске карактеристике и карактеристике путовања, до којих се такође долази анкетом возача, али техником изражених преференција.

На основу прикупљених података формира се логит модел. То значи да се врши идентификација карактеристика које значајно утичу на избор, а затим и подешавање регресионих коефицијената методом максималне веродостојности, чиме се заправо квантификује утицај ових карактеристика. Подешени модели се тестирају стандардним показатељима којима се оцењују подешеност модела снимљеним подацима.

Развијени модел омогућава да се за било коју потенцијалну вредност цене паркирања прогнозира избор возача. На крају процеса моделирања потребно је да се захтев агрегира и екстраполира, како би се анализирали одређени резултати на генералном нивоу.

Треба напоменути да би се, због могућег генерисања нових захтева за паркирања, права слика добила тек свеобухватним истраживањем (анкетом домаћинстава), али због великих трошкова оваква анализа најчешће изостаје.

4. ИСПИТИВАЊЕ УТИЦАЈА ЦЕНЕ ПАРКИРАЊА НА КАПАЦИТЕТ СЕМАФОРИСАНИХ РАСКРСНИЦА У ЦЕНТРАЛНОЈ ЗОНИ БЕОГРАДА

У овој тачки, на основу методологија описаних у тачкама 2 и 3 испитаће се утицај цене паркирања на захтеве за паркирање, а затим и на капацитет семафорисаних раскрсница на примеру уже централне зоне Београда. С тим у вези, потребно је упознати се са стањем паркирања у централној зони Београда, посебно у тзв. црвеној зони која ће бити предмет даљег рада.

Капацитети за паркирање у централној зони Београда се налазе на уличним и вануличним паркиралиштима (у које поред вануличних паркиралишта спадају и паркинг гараже). На овим паркиралиштима важе различити режими паркирања и различити атрибути режима.

На уличним паркиралиштима централне зоне у примени је режим регулисања трајања паркирања: са временским ограничењем и наплатом паркирања. Подручје важења режима, које садржи 11.056 паркинг места, подељено је на три зоне, које се разликују по временском ограничењу и цени паркирања. У I (црвеној) зони

паркирање је временски ограничено на 1 сат и кошта 56 РСД. У II (жутој) зони временско ограничење износи 2 сата а цена паркирања 38 РСД по започетом сату. И на крају, у III (зеленој) зони временско ограничење је 3 сата, а цена 31 РСД по започетом сату. Након истека прописаног времена паркинг место се мора напустити. Период важења режима је сваког радног дана од 7 до 21 час и суботом од 7 до 14 часова.

Описани услови важе за категорију посетилаца. Поред тога, постоје и друге категорије корисника за које важе посебни услови.

У првом реду, ту спадају повлашћени корисници: становници зоне и правна лица са седиштем фирме у зони. Њима се не гарантује слободно паркинг место, али се омогућава да када га нађу остану на њему без временског ограничења. Ова категорија корисника паркирање плаћа на месечном нивоу, и то становници 457 РСД, а правна лица у зависности од зоне паркирања 9.130, 6.176 и 4.106 РСД, респективно.

Даље, особе са посебним потребама могу се паркирати на посебно обележеним паркинг местима (око 3% од укупног броја места), без временског ограничења и наплате паркирања.

И на крају, паркинг место се може и резервисати за државне органе, органе јединица локалне самоуправе, јавне службе, дипломатске и друге стране представнике, друга правна лица и предузетнике. Око 10% укупног броја паркинг места централне зоне је резервисано, а у I зони чак 23% (241 од 1.052) [18].

На вануличним паркиралиштима сваког дана од 00 до 24 часа врши се наплата паркирања, такође по започетом сату. Цена се разликује по објектима за паркирање. У паркинг гаражама у примени је прогресивни тарифни систем, где се први сат паркирања наплаћује 75 РСД а сваки следећи по 90 РСД. Ово не важи за гаражу „др Александар Костић“ у којој важи линеарни тарифни систем, а цена износи 100 РСД/х. Цена на вануличним паркиралиштима, у зависности од објекта, износи 80 РСД/х (у Каменичкој, Славији 1 и Славији 2), 90 РСД/х (у Карађорђевој и Симпу) или 100 РСД/х (у Политици).

На вануличним паркиралиштима корисници такође могу по одређеним условима купити месечну претплатну карту за физичка и правна лица. Док је претплатна карта за правна лица целодневна, за физичка може важити у периоду 17-8 часова, ван кога се врши наплата по започетом сату. Цена претплатне карте зависи како од њене врсте и важности, тако и од објекта за паркирање. Месечна претплата која важи од 17 до 8 часова радним даном и од 00 до 24 часа

викендом (и намењена је пре свега становницима) кошта 3.960 РСД. Месечна претплата од 00 до 24 за физичка лица, у зависности од објекта, износи од 12.000 до 19.800 РСД, а за правна од 15.000 до 28.250 РСД.

Резервација вануличног паркинг места за физичка лица кошта од 10.000 до 23.800 РСД, а за правна од 14.500 до 34.950 РСД.

На уличним паркиралиштима централне зоне дневно се обави готово 80.000 паркирања, од чега у И зони око 8.500. У току трајања повећане атрактивности зоне, захтеви на уличним паркиралиштима у свим зонама превазилазе капацитете. То се постиже ангажовањем ненаменских површина, чиме се неповољно утиче на друге функције града, а пре свега се омета нормално функционисање осталих транспортних подсистема.

На вануличним паркиралиштима I зоне оствари се укупно 3.506 паркирања на дан. За разлику од уличних паркиралишта, ванулична су недовољно искоришћена: ноћу су попуњена само 11%, а максимално у току дана 74%.

4.1. Утицај цене паркирања у централној зони Београда на захтеве за паркирање

У раду „Прогноза ефеката наплате паркирања“ [19] развијен је модел за прогнозу захтева за паркирање у зависности од примењене цене паркирања у I зони за паркирање у Београду. Развијени модел ће се користи за потребе овог рада, због чега ће овде бити укратко представљен.

Потребни подаци за развој модела прикупљени су директном анкетом посетилаца, јер се, као што је већ описано, само на ову категорију односи цена паркирања по започетом сату. Простор истраживања је I зона за паркирање (ужој централној зони града), како улична тако и ванулична паркиралишта.

Истраживање је спроведено током пет радних дана у новембру и децембру месецу 2011. године, а за време истраживања узето је време важења режима на уличним паркиралиштима (од 7 до 21 час).

На основу литературе и претходних искустава аутора изабране су карактеристике за које се очекује да утичу на одлуке посетилаца у вези са путовањем (паркирањем). Снимљено је 5 социоекономских карактеристика (пол, године, зависност од аутомобила и старост возила и запремина мотора као показатељи дохотка) и 9 карактеристика конкретног путовања (трајање, учесталост и мотив паркирања, дужина путовања итд.).

Уз то, анкетиранима су приказиване хипотетичке цене паркирања, а они су се изјашњавали како би се у таквим условима понашали избором једне од понуђених алтернатива или дописивањем одговора ако он није понуђен. Иако су у постојећем стању цене на уличним и вануличним паркиралиштима различите, у приказиваним сценаријима су оне једнаке. Избор посетилаца је груписан у 3 алтернативе: паркирање на уличном паркиралишту, паркирање на вануличном паркиралишту и остало (одустајање од доласка у зону путничким аутомобилом).

На основу формиране базе података која се састоји од 482 случаја, развијен је мултиноминални логит модел (у даљем тексту: МНЛ) за прогнозу понашања посетилаца суочених са променом цене паркирања, табела 1.

Табела 1. Резултати МНЛ модела

Избор	Паркирање на уличном паркиралишту			Паркирање на вануличном паркиралишту		
	Regr. coef. (St. gr.)	Sig.	Exr(β)	Regr. coef. (St. gr.)	Sig.	Exr(β)
Променљива						
Константа	0,993 (0,663)	0,117		3,276 (0,519)	0,000	
Зависност од аутомобила	1,640 (0,425)	0,000	5,156	1,389 (0,372)	0,000	4,013
Паркирају се на уличном паркиралишту	3,439 (0,497)	0,000	31,168	-1,477 (0,330)	0,000	0,228
Цена паркирања (РСД/х)	-0,033 (0,004)	0,000	0,967	-0,021 (0,003)	0,000	0,980

* Категорија „недолазак у зону путничким аутомобилом“ је редундантна.

-2LL(O)=591,327

-2LL(M)=152,158

Извор: Симићевић, 2012.

Модел је укључио три променљиве: зависност од аутомобила, тренутни избор и цену паркирања. Све релације независних променљивих са зависном су очекиване и логичне.

Зависност од аутомобила је утврђена питањем „Да ли користите путнички аутомобил за сва путовања у граду?“, при чему позитиван одговор одређује посетиоца зависног од аутомобила. Резултати показују да посетиоци зависни од аутомобила имају много већу шансу да ће се паркирати у зони него да ће одустати од доласка у зону аутомобилом, у односу на посетиоце који нису зависни.

Тренутни избор посетилаца осликава њихову преференцију ка одређеној структури за паркирање, па резултати показују да посетиоци радије неће променити структуру паркинг места коју користе.

Потврђено је да цена паркирања утиче на избор посетилаца, те на захтев за паркирање. Са сваким динаром повећања цене, шанса паркирања на уличном паркиралишту се смањује 0,97, а на вануличном паркиралишту 0,98 пута; односно повећање цене доводи до смањења захтева за паркирање у зони, и обрнуто.

На основу овог модела, за било коју вредност цене може се прогнозировати избор посетилаца, и даље агрегацијом и екстраполацијом резултата може се прогнозировати захтев за паркирање.

4.2. Утицај цене паркирања у централној зони Београда на капацитет раскрсница

Квантификација утицаја цене паркирања на капацитет раскрсница вршиће се преко процедуре описане у HCM-у 2000, односно преко фактора паркираних возила, f_p , који је у функцији броја паркинг маневара у сату на утицајним паркинг местима (тачка 2). Анализираће се како утицај повећања тако и смањења цене. У том смислу, за тестирање је изабрано 10 вредности цене у интервалу од 30 до 210 РСД/х.

За тестирање методологије изабран је јутарњи вршни, од 8 до 9 часова.

Процедура се састоји у следећем: прво се, на основу модела за прогнозу реакције посетилаца на промену цене паркирања, прогнозира број паркинг маневара (N_m). Затим се, на основу формуле (2), рачуна фактор паркираних возила (f_p) за изабране вредности цене.

Пошто је за период испитивања изабран јутарњи вршни час, то значи да су предмет испитивања само посетиоци који у зону „улазе“ (паркирају се) и „излазе“ (напуштају паркинг место) између 8 и 9 часова.

Због тога је у првом кораку потребно из базе података издвојити само оне посетиоце који улазе или излазе из зоне између 8 и 9 часова. Само за ове посетиоце, коришћењем једначина за вероватноћу развијеног МНЛ модела а за задате вредности цене паркирања, се прогнозира избор: паркирање на уличном паркиралишту, паркирање на вануличном паркиралишту или одустајање од доласка у зону путничким аутомобилом.

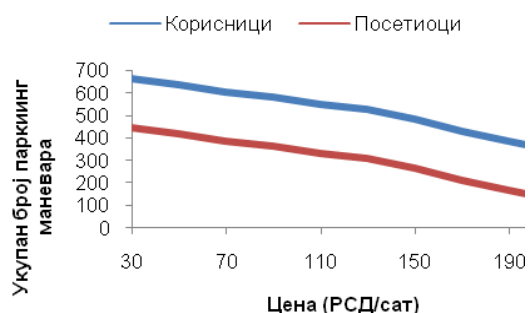
Након прогнозе избора појединачних посетилаца, подаци се агрегирају и експандирају на ниво целе зоне. Агрегација се врши поделом узорка на два сегмента: за посетиоце који се у постојећем стању паркирају на уличном и за оне који се паркирају на вануличном паркиралишту, а резултати се касније саберу. Подела на сегменте је потребна јер у постојећем стању на уличним и вануличним паркиралиштима не важе исти режими и цене паркирања, па је и осетљивост посетилаца на њима различита.

Подаци потребни за екстраполацију преузети су из студије „Прилози стратегији управљања паркирањем“ [18].

На овај начин добијен је укупан број улаза и излаза посетилаца на свим паркинг местима црвене зоне за паркирање. Овом броју треба додати и улазе и излазе повлашћених корисника, који не зависе од цене паркирања. Резултати су приказани на Слици 1.

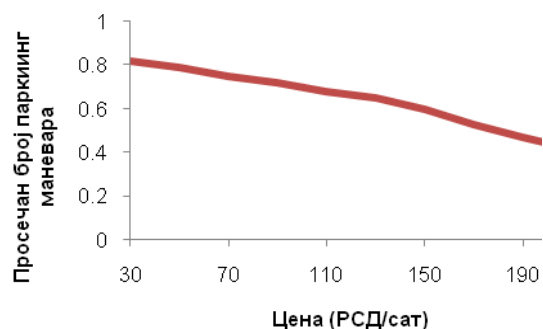
На основу Слике 1 може се закључити да постоји јак утицај цене паркирања на број паркинг маневара посетилаца. За најблажу тестирану цену (30 РСД/х) он би износио 446, док би повећање цене на 210 РСД/х довело до смањења на само 122.

Овај утицај (процентуално гледано) је нешто блажи када се посматрају сви корисници. Разлог је тај што су повлашћени корисници инертни на цену паркирања, а њихово учешће у случају Београда је велико (220 улаза/излаза становника и правних лица у јутарњем вршном часу).



Слика 1. Зависност укупног броја паркинг маневара од цене паркирања

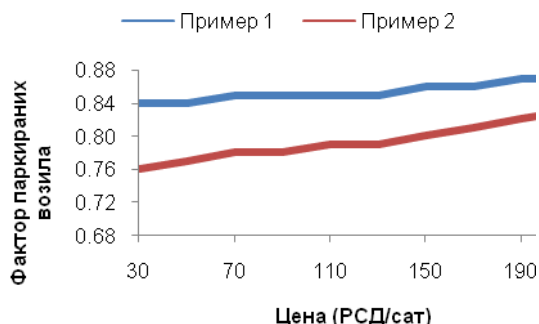
Дељењем укупног броја паркинг маневара корисника са бројем нерезервисаних паркинг места (811), добија се број паркинг маневара по 1 паркинг месту, Слика 2.



Слика 2. Зависност броја паркинг маневара по 1 паркинг месту од цене паркирања

Да би се добио N_m , потребно је помножити број паркинг маневара по 1 паркинг месту са бројем паркинг места у утицајној зони посматране раскрснице.

Утицај цене паркирања на фактор паркираних возила биће дат кроз два примера. У првом су паркинг места паралелна и непрекидно обележена (нема колских улаза, хидрофора и сл.) и њихов број је 14. У другом екстремном случају паркинг места су управна и непрекидно обележена, те је њихов број је 33. У оба случаја постоји 1 саобраћајна трака по смеру. Овакав случај је изабран јер око 67% примарне уличне мреже у Београду има 1 траку по смеру [21].



Слика 3. Зависност фактора паркираних возила од цене паркирања

На основу Слика 3 може се закључити да се повећањем цене паркирања, f_p се повећава, односно смањује се утицај на капацитет семафорисаних раскрсница. За тестиране цене вредност f_p се креће од 0,84 до 0,87 у првом и од 0,76 до 0,83 у другом примеру. Утицај паркирања је већи у примеру 2, када је број паркинг места већи.

5. ЗАКЉУЧАК

У овом раду је испитан утицај цене паркирања на капацитет семафорисаних раскрсница. Методологија за квантификацију овог утицаја се састојала из два дела. У првом делу су, на основу података прикупљених методом изјављених преференција и модела логистичке регресије, прогнозирани захтеви за паркирање у зависности од цене паркирања. Ови резултати су коришћени у другом делу за израчунавање фактора смањења капацитета раскрсница због паркираних возила.

Резултати показују да цена паркирања има јак утицај на захтеве за паркирање и последично на капацитете раскрсница у зони важења режима. Због величине утицаја, ово се мора узети у обзир приликом дефинисања цене паркирања, како наплата паркирања не би угрозила нормално функционисање динамичког саобраћаја.

У овом раду је испитан само утицај цене паркирања на капацитете раскрсница. Поред тога, за утврђивање утицаја на динамички саобраћај у обзир треба узети и промену саобраћајног оптерећења због промене захтева за паркирање и обима саобраћаја који трага за слободним паркингом.

Литература

- [1] Vuchic, V. (1999). *Transportation for livable cities*. Center for Urban Policy Research, New Jersey, USA
- [2] Shoup, D. (2006). Cruising for parking. *Transport Policy*, 13, 479-486.
- [3] Вукановић, С. (1993). Утицај паркирања на капацитет градских саобраћајница. *Пут и саобраћај*, 5, 10-14.
- [4] HCM (Highway capacity manual) (2000). *Transportation Research Board*, Washington DC, USA
- [5] HCM (Highway capacity manual) (2010). *Transportation Research Board*, Washington DC, USA
- [6] Simićević, J., Milosavljević, N., Maletić, G., Kaplanović, S., (2012a). Defining parking price based on users' attitudes. *Transport Policy*, 23, 70-78.
- [7] Kelly, J. A., Clinch, J. P. (2006). Influence of varied parking tariffs on parking occupancy levels by trip purpose. *Transport Policy*, 16, 487-495.
- [8] Hess, S. (2001). Effect of free parking on commuter mode choice: Evidence from travel diary data. *Transportation Research Record*, 1753, 35-42.
- [9] Shiftan, Y., Burd-Eden, R. (2001). Modeling the response to parking policy. *Transportation Research Record*, 1765, 27-34, Transportation Research Board, Washington, USA
- [10] Tsamboulas, D.A. (2001). Parking fare thresholds: a policy tool. *Transport Policy*, 8, 115-124.
- [11] Coppola, P. (2002). A joint model of mode/parking choice with elastic parking demand, Chapter 6. *Transportation planning*, Kluwer Academic Publishers, Netherlands
- [12] Shiftan, Y., Golani, A. (2005). Effect of auto restraint policies on travel behavior. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1932, *Transportation Research Board of the National Academies*, Washington, pp.156-163
- [13] Washbrook, K., Haider, W., Jaccard, M. (2006). Estimating commuter mode choice: a discrete choice analysis of the impact of road pricing and parking charges. *Transportation*, 33, 621-639.
- [14] Van der Waerden, P., Borgers, A., Timmermans, H. (2006). Attitudes and behavioral responses to parking measures. *EJTIR*, 6(4), 301-312.
- [15] Albert, G., Mahalel, D. (2006). Congestion tolls and parking fees: A comparison of the potential effect on travel behavior. *Transport Policy*, 13, pp. 496-502.
- [16] Khodaii, A., Aflaki, E., Moradkhani, A. (2010). Modeling the effect of parking fare on personal car use. *Transaction A: Civil Engineering*, 17(3), 209-216.
- [17] Simićević, J., Milosavljević, N., Maletić, G. (2012b). Influence of parking price on parking garage users' behaviour. *Promet – Traffic & Transportation*, 24(5), 413-423
- [18] Milosavljević, N., Simićević, J., Maletić, G. i ostali (2009). Prilozi strategiji upravljanja parkiranjem. *Institut Saobraćajnog fakulteta*, Beograd.
- [19] Simićević, J. (2012). Prognoza efekata naplate parkiranja. *Tehnika – Saobraćaj*, 59(3), 454-460.
- [20] Jović, J., Đorić, V. (2009). Application of transport demand modelling in pollution estimation of a street network. *Thermal Science*, 13(3), 229-243.

ЗНАЧАЈ ИНДИКАТОРА БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА КОЈИ СЕ ОДНОСЕ НА ПУТ

Проф. др Милан Вујанић, дипл. инж.

Саобраћајни факултет у Београду, m.vujanic@orion.rs

Доц. др Борис Антић, дипл. инж.

Саобраћајни факултет у Београду, b.antic@sf.bg.ac.rs

Доц. др Далибор Пешић, дипл. инж.

Саобраћајни факултет у Београду, d.pesic@sf.bg.ac.rs

МSc Емир Смаиловић, дипл. инж.

Саобраћајни факултет у Београду, smailovicemir@gmail.com

Прегледни рад

Резиме: Традиционални начини анализе стања безбедности саобраћаја указују на проблеме безбедности саобраћаја, али на основу саобраћајних незгода и њихових последица које су се већ догодиле. Традиционални начин анализе безбедности саобраћаја значајно ограничава закључке у условима када се анализирају мање површине, са мањим бројем незгода, мањим бројем становника, мањим бројем регистрованих возила и сл. С обзиром на наведене недостатке традиционалних анализа, у безбедности саобраћаја се са научног аспекта покрећу питања о томе да ли је могуће оцењивати стање безбедности саобраћаја одговарајућим показатељом, односно индикатором и пре настанка саобраћајних незгода. У том смислу као посебно значајни индикатори безбедности саобраћаја истичу се индикатори који се односе на фактор "пут". У овом раду су представљени најзначајнији индикатори безбедности саобраћаја који се односе на фактор "пут" и искуства у свету у погледу мерења ових индикатора безбедности саобраћаја.

Кључне речи: Индикатор, Стање безбедности саобраћаја, Пут, Мерење

THE IMPORTANCE OF ROAD SAFETY INDICATORS RELATED TO ROAD

Prof Milan Vujanic, PhD, TE.

Faculty of Traffic & Transport Engineering – University of Belgrade, m.vujanic@orion.rs

Asst prof Boris Antić, PhD, TE.

Faculty of Transport and Traffic Engineering – University of Belgrade, b.antic@sf.bg.ac.rs

Asst prof Dalibor Pešić, PhD, TE.

Faculty of Transport and Traffic Engineering – University of Belgrade, d.pesic@sf.bg.ac.rs

Emir Smailović, MSc, TE.

Faculty of Transport and Traffic Engineering – University of Belgrade, smailovicemir@gmail.com

Review paper

Abstract: Traditional methods of road safety analysis indicate road safety problems, based on traffic accidents and their consequences, which are already occurred.

The traditional method of road safety analysis significantly limits the conclusions when smaller area, with smaller number of traffic accidents, smaller number of inhabitants, less number of registered vehicles, etc. is analyzed. Considering above deficiencies of the traditional method for road safety analyses, from the scientific point of view in the field of road safety is raised a question: Is it possible to assess road safety by using relevant indicators before of traffic accident occurrence? In this regard, particularly important road safety indicators are those related to factor "road". In this paper, most important indicators related to road are presented but also experiences in the world in terms of measuring of these road safety indicators.

Key words: Indicator, Level of traffic safety, Road, Measuring

1. UVOD

Кључ успешног управљања безбедношћу саобраћаја лежи у квантификавању сваког елемента система. Под квантификавањем се пре свега подразумева, дефинисање постојећег стања и процена будућег стања на основу вредности одређених показатеља. У циљу оцено стања система, неопходно је познавање кључних елемената тог система које је потребно квантификовати. Слично је и у безбедности саобраћаја, јер безбедност саобраћаја може бити оцењена на различите начине, коришћењем показатеља стања безбедности саобраћаја који могу бити директни и индиректни, апсолутни и релативни.

Пешић и др. (2010) су истакли да је питање начина дефинисања оцено безбедности саобраћаја једно од централних, кључних питања у безбедности саобраћаја, јер се правилним дефинисањем нивоа безбедности саобраћаја и оценом ризика страдања у саобраћају осим рангирања и поређења стања безбедности саобраћаја, могу уочити и конкретни проблеми у безбедности саобраћаја. С друге стране, врло је важно схватити да се прецизним оцењивањем стања омогућава да се схвате и дефинишу проблеми безбедности саобраћаја, али и да се планирају ефективне мере безбедности саобраћаја (Липовац, 2008).

Традиционално праћење стања безбедности саобраћаја може да укаже на проблеме у безбедности саобраћаја тек када се догоде саобраћајне незгоде и настану последице. Имајући то у виду, традиционални начин праћења стања безбедности саобраћаја значајно ограничава закључке у условима када су анализирани узорци мањи, односно када се анализирају мање површине, са мањим бројем саобраћајних незгода, мањим бројем становника, мањим бројем регистрованих возила и сл.

Резултати традиционалног начина праћења стања безбедности саобраћаја изузетно "споро", а за савремено друштво може се рећи и недопустиво "споро", реагују на мере унапређења безбедности саобраћаја и остале промене у систему безбедности саобраћаја. Наиме, потребно је да се одређена мера унапређења система спроведе, затим да се "сачека" ефекат те мере, односно да се прати систем са примењеном мером, а тек након тога да се анализирају ефекти примењене мера.

С обзиром на наведене недостатке традиционалног начина праћења стања безбедности саобраћаја, јавила се потреба за брзим, ефикасним и једноставним начином праћења стања безбедности саобраћаја и пре настанка саобраћајних незгода.

У последње време у научним круговима који се баве безбедношћу саобраћаја покрећу се питања о томе да ли је могуће оцењивати стање безбедности саобраћаја неког субјекта, а посебно неке територије, одговарајућим показатељем, индикатором и слично, који ће у себи на неки начин садржати и информације о утицају одређеног елемента на ниво безбедности саобраћаја. У том циљу развили су се тзв. индикатори безбедности саобраћаја.

Индикатори безбедности саобраћаја представљају меру која описује перформансе и учинак система безбедности саобраћаја и по правилу имају веома јаку везу са коначним излазима из система безбедности саобраћаја, односно са бројем и последицама саобраћајних незгода (Пешић, et al., 2013). Према Европском савету за безбедност саобраћаја, индикатори безбедности саобраћаја представљају било коју меру која је узрочно везана за саобраћајне незгоде и последице саобраћајних незгода (ETSC, 2001).

Индикатори безбедности саобраћаја представљају значајан искорак у науци безбедности саобраћаја и служе за оцену и праћење постојећег и дефинисање жељеног стања у безбедности саобраћаја. Посебан значај индикатора у безбедности саобраћаја огледа се у праћењу учинка, дефинисању и успостављању трендова, предвиђању проблема, оцени политичког утицаја, итд. (Пешић и Антић, 2012).

Значај индикатора безбедности саобраћаја састоји се и у томе што се комбиновањем вредности постојећих индикатора може квантитативно одредити тренутно стање безбедности саобраћаја, док се дефинисањем жељеног стања у будућности могу квантитативно пројектовати неопходне вредности индикатора и идентификовати на пример, потребна дужина путне мреже одређене категорије.

Управљач путева може квантитативно дефинисати потребне вредности дужине путева одређене категорије у циљу промене стања безбедности саобраћаја. Оно што индикаторима даје посебан значај, у односу на традиционалан начин праћења стања безбедности саобраћаја јесте чињеница да се може квантитативно вршити оцена појединачног елемента на стање безбедности саобраћаја (нпр. број укрштања у нивоу) а самим тим и одредити кључна област деловања.

У овом раду су представљени индикатори безбедности саобраћаја повезани са фактором "пут", путном мрежом, а узимајући у обзир препоруке пројекта SafetyNet. Имајући у виду потребу и значај поређења стања путне инфраструктуре у Републици Србији са другим земљама, као и потребу поређења стања путне инфраструктуре у различитим деловима Републике Србије, посебно значајним се намеће потреба јединственог праћења и анализе индикатора стања путне инфраструктуре.

2. ИНДИКАТОРИ БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА КОЈИ СЕ ОДНОСЕ НА ФАКТОР "ПУТ"

Пут и путна инфраструктура имају веома значајан утицај на стање безбедности саобраћаја. Наиме, карактеристике пута и опрема пута имају задатак да омогуће свакодневне активности, односно да омогуће одрживи транспорт и да се те активности спроводе на безбедан начин. Због тога одговарајуће пројектне карактеристике пута омогућавају да се саобраћај уопште може и обављати путевима, а могућ је утицај тих карактеристика и на ризик настанка незгода, који у највећој мери зависи од тога како учесници у саобраћају схватају пут и путну инфраструктуру (WHO, 2004).

Ниво безбедности фактора пут представља резултат комбинације функционалности путне мреже, хомогености путне мреже и могућности предвиђања путног окружења, као и величине саобраћаја.

Најважнији фактори који утичу на безбедност пута су: укључивање аспекта безбедности саобраћаја још у фази планирања путева, реализација захтева безбедности саобраћаја, безбедносни аспекти постојећих путева и начин решавања евентуалних проблема безбедности саобраћаја.

По правилу, путна мрежа неког подручја састоји се од различитих категорија саобраћајница, почев од аутопутева, па све до путева у насељима.

Сматра се да су аутопутеви најбезбеднија категорија саобраћајница, јер се за разлику од осталих категорија саобраћајница, на аутопутевима ретко догађају саобраћајне незгоде. Разлоге у оваквим чињеницама треба тражити у томе што су стандарди пројектовања аутопутева значајно већи и строжи због већих брзина, у томе што постоји потпуна контрола приступа, у томе што су специфични начини укрштања (денivelисани) који смањују број могућих конфликта, итд. За разлику од аутопутева, путеви у насељима, а посебно путеви ван насеља представљају ризичније категорије саобраћајница. Наиме, Elvik and Vaa (2004) су показали да је заступљеност страдања на аутопутевима у односу на остале категорије саобраћајница веома мала и да је највећи ризик смртог страдања на путевима ван насеља (4 до 6 пута већи у односу на аутопутеве). Додатно, лоше стање површине коловоза, као и пропусти у пројектовању и одржавању путева значајно умањују стање безбедности саобраћаја. Искуства показују да неочекиване промене путног окружења и стања пута имају највећи утицај на ризик страдања у саобраћајним незгодама (нпр. ударне рупе, изненадна појава леда на коловозу).

У досадашњој светској и домаћој пракси развијено је неколико метода за дефинисање безбедности пута (нпр. RAP – Road Assessment Programme и мапирање ризика). Ове методе имају задатак да оцене стање безбедности пута и да у зависности од те оцене пута омогуће схватање степена ризика страдања, односно у којој мери путеви штите учеснике у саобраћају од тежег повређивања у случају настанка незгода.

Сагледавајући претходно наведено, као и посебно имајући у виду препоруке SafetyNet пројекта, кључни индикатори безбедности саобраћаја, који се односе на путеве су подељени на оне који се односе на:

- путну мрежу, и
- пројектно-безбедносне карактеристике пута.

2.1. Индикатори безбедности саобраћаја повезани са путном мрежом

Путна инфраструктура мора бити прилагођена потребама свих учесника у саобраћају и мора испунити све безбедносне услове. У оквиру пројекта *Методe праћења индикатора безбедности саобраћаја у Србији и њихов значај за стратешко управљање безбедношћу саобраћаја*, који је реализован на Саобраћајном факултету у Београду, а који је наручен од стране Агенције за безбедност саобраћаја Републике

Србије, сагледани су кључни аспекти утицаја пута на безбедност саобраћаја. Уважавајући потребу поређења стања путне мреже Републике Србије са осталим земљама, као и поређење различитих делова путне мреже у оквиру Републике Србије, предложено је праћење следећих индикатора, повезаних са путном мрежом:

- % дужине адекватних саобраћајница у оквиру путне мреже,
- % аутопутева у укупној дужини путне мреже, и
- % аутопутева у односу на укупну површину посматраног подручја.

2.2. Индикатори безбедности саобраћаја повезани са пројектно безбедносним карактеристикама пута

Пројектно-безбедносне карактеристике пута се према досадашњој светској и домаћој пракси у оцењивању оцењују применом тзв. RAP протокола и мапирањем ризика. На територији Европе примењује се тзв. EuroRAP оцена путева. Она укратко речено подразумева да се у оцену пројектно-безбедносних карактеристика укључе карактеристике пута које могу имати утицај на безбедност пута (ширина, саобраћајница, број саобраћајница, укрштања, адекватна позиција заштитних ограда итд.).

С друге стране мапирање ризика на деоницама путева подразумева да се код дефинисања ризика узму у обзир последице саобраћајних незгода, пондери (тежински фактори) тих саобраћајних незгода, али и дужина сваке од деоница пута, те да се на основу тих информација оцени ризик страдања на свакој деоници пута, па и самом путу.

Сагледавајући страна искуства и уважавајући националне специфичности у оквиру претходно поменутог пројекта који је реализован на Саобраћајном факултету, предложено је праћење и анализа следећих индикатора безбедности саобраћаја повезаних са безбедносним карактеристикама пута:

- просечна EuroRAP оцена за аутопутеве,
- просечна EuroRAP оцена за путеве ван насеља,
- просечна EuroRAP оцена за путеве у насељу,
- просечна оцена према мапирању ризика за аутопутеве,
- просечна оцена према мапирању ризика за путеве ван насеља,
- просечна оцена према мапирању ризика за путеве у насељу.

Да би се израчунао индикатор безбедности саобраћаја коришћењем EuroRAP оцена безбедности путева, неопходно је да постоје оцене за све деонице свих категорија саобраћајнице. Како се оцењивање EuroRAP протоколом спроводи за деонице путева, то се укупна оцена за одређену категорију саобраћајнице, за подручну јединицу може добити применом израза (индикатор безбедности саобраћаја који се односи на пројектно-безбедносне карактеристике пута применом EuroRAP-a):

$$IBSEuroRAP_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^r EuroRAP_{ijk} \cdot DD_{ijk}}{\sum_{k=1}^r DD_{ijk}} \quad (1)$$

где је:

- $IBSEuroRAP_{ij}$ индикатор безбедности саобраћаја који се односи на пројектно-безбедносне карактеристике пута применом EuroRAP-a на категорији саобраћајнице j , у оквиру подручне јединице i ,
- $EuroRAP_{ijk}$ EuroRAP оцена деонице пута k , која припада категорији саобраћајнице j , у оквиру подручне јединице i ,
- DD_{ijk} дужина деонице пута k , која припада категорији саобраћајнице j , у оквиру подручне јединице i ,
- i – i -та подручна јединица,
- j – j -та категорија саобраћајнице,
- k – k -та деоница пута,
- r – број деоница пута.

С друге стране, мапирање ризика се такође спроводи према деоницама путева, па се индикатор безбедности саобраћаја коришћењем овог метода за оцену безбедности путева, а за одређену категорију саобраћајнице, за подручну јединицу, може добити индикатор безбедности саобраћаја који се односи на пројектно-безбедносне карактеристике пута применом мапирања ризика.

Овај индикатор се добија применом израза:

$$IBSMR_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^r MR_{ijk} \cdot DD_{ijk}}{\sum_{k=1}^r DD_{ijk}} \quad (2)$$

где је:

- $IBSMR_{ij}$ индикатор безбедности саобраћаја који се односи на пројектно-безбедносне карактеристике пута применом мапирања

ризика на категорији саобраћајнице j , у оквиру подручне јединице i ,

- MR_{ijk} оцена добијена применом мапирања ризика деонице пута k , која припада категорији саобраћајнице j , у оквиру подручне јединице i ,
- DD_{ijk} дужина деонице пута k , која припада категорији саобраћајнице j , у оквиру подручне јединице i ,
- i – i -та подручна јединица,
- j – j -та категорија саобраћајнице,
- k – k -та деоница пута,
- r – број деонице пута.

Применом претходно наведених поступака добијају се индикатори безбедности саобраћаја, који се односе на подручне јединице или на национални ниво и то према категоријама саобраћајнице. Како се у Србији још увек не спровode детаљна истраживања у погледу RAP протокола, односно не спровode оцењивања на тај начин, то је препорука да се до увођења RAP протокола оцењивања у Србији, примењује оцењивање путева са пројектно-безбедносног аспекта применом мапирања ризика, за шта већ постоје детаљно развијене и већ дужи низ година примењиване методологије. С друге стране, потребно је напоменути да EuroRAP оцене још увек нису у довољној мери заживеле ни у најразвијенијим земљама и да се за оцењивање безбедности пута ређе користе, а најчешће се користе индикатори безбедности саобраћаја, који се односе на путну мрежу.

3. ИНДИКАТОРИ БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА ПОВЕЗАНИ СА ПУТНОМ МРЕЖОМ

Безбедности путева може бити оцењена на основу броја саобраћајних незгода. Међутим, број саобраћајних незгода и број погинулих или повређених на одређеном путу не дају увек све неопходне информације о нивоу безбедности пута. То се посебно односи на путеве за које не постоје адекватни подаци о броју и последицама незгода или о путевима са мањим протоком саобраћаја, мањом густином саобраћаја и сл. Студија случаја спроведена у Холандији (Hakkert и Gitelman, 2007) показује да је процес израчунавања индикатора безбедности саобраћаја који се односе на путну мрежу комплексан и да захтева велики број података.

Према препорукама из Европског пројекта SafetyNet (D3.10c) индикаторе безбедности саобраћаја повезане са путном мрежом је могуће израчунати у четири корака. У првом кораку неопходно је насеља у области за коју се анализирају индикатори безбедности путне мреже класификовати у групама према броју становника.

У другом кораку неопходно је одредити категорију пута који повезује свако насеље са осталим насељима. У трећем кораку потребно је теоретски анализирати потребне категорије пута за повезивање два насеља и постојеће категорије пута. На основу претходно спроведених поступака, у четвртном кораку се дефинише % дужине адекватних саобраћајница у оквиру путне мреже.

Индикатори безбедности саобраћаја повезани са путном мрежом, теоријски оцењују да ли је "адекватан пут" на "адекватном месту". Концепт "адекватан пут на адекватном месту" подразумева, са аспекта безбедности саобраћаја, да одговарајућа категорија пута повезује насеља у зависности од њихових карактеристика. Идеја која стоји иза овог концепта је позната у саобраћајном инжењерству, а то је да функција и обим саобраћаја на путу дефинишу минималне захтеве које пут мора да испуни, како би се гарантовано одговарајући ниво безбедности саобраћаја. Захтеви безбедности саобраћаја повезани са путем се превасходно односе на различите начине укрштања путева.

3.1. Категоризација пута према пројекту SafetyNet

Заступљеност брзих саобраћајница у путној мрежи посматране подручне јединице или на националном нивоу може представљати добру процену стања безбедности саобраћаја посматране путне мреже. Осим тога, пројектно експлоатационе карактеристике саобраћајница у смислу одговарања захтевима саобраћаја су такође од изузетног значаја. Наиме, важно је да одговарајућа категорија саобраћајница "спаја" одговарајућа насеља у смислу величине насеља, а све према очекиваном протоку саобраћаја.

Према пројекту SafetyNet насеља су подељена на 5 категорија, у складу са бројем становника, а за сваку везу два различита насеља предвиђена је саобраћајница одређене категорије. Тако на пример, насеља која су већа од 200.000 становника треба да буду повезана аутопутевима. У Табели 1 дат је преглед категорија саобраћајница у зависности од величине насеља која спајају.

Табела 1. Преглед категорија саобраћајница у зависности од величине насеља која спајају

величина насеља (број становника)	> 200.000	100.000 – 200.000	30.000 – 100.000	10.000 – 30.000	< 10.000
>200.000	AAA	AAA	AA	индиректно	индиректно
100.000 – 200.000	-	AA	AA	BB	индиректно
30.000 – 100.000	-	-	BB	BB	B
10.000 – 30.000	-	-	-	B	B
<10.000	-	-	-	-	C

Извор: (SafetyNet D3.10c)

Приказане категорије саобраћајница (Табела 1), имају следеће значење:

- AAA – аутопут са минимум 2 саобраћајне траке по смеру.
- AA – пут са раздвојених коловозним тракама и денивелисаним укрштањем.
- BB – пут са раздвојеним коловозним тракама и укрштањем у нивоу.
- B – двотрачни транзитни пут са укрштањем у нивоу (пожељно са раздвојеним тракама и кружним раскрсницама).
- C – двотрачни пут са укрштањем у нивоу.

Може се закључити да је теоретски предвиђено да се велика насеља између себе повезују тзв. брзим саобраћајницама, док су за међусобно повезивање мањих и средњих насеља предвиђене остале категорије саобраћајница. С друге стране, може се уочити да се велика насеља са изузетно малим насељима повезују тзв. "индиректно", односно то подразумева да се од малих насеља до великих насеља и обрнуто може стићи комбинацијом различитих категорија саобраћајница.

Ако је постојећа категорија пута која повезује два насеља већа или једнака потребној категорији пута (Табела 1), постојећи пут је прихватљив са становишта безбедности саобраћаја. Ако је постојећи пут који повезује одређена насеља према категорији нижи у односу на категорију која је потребна (Табела 1), постојећи пут се сматра неодговарајућим. Када се упореди потребан и постојећи пут за сваки пут у посматраном подручју, могуће је одредити % дужине адекватних саобраћајница путне мреже.

За израчунавање индикатора безбедности саобраћаја повезаних са путном мрежом, неопходни подаци су:

- Локација насеља,
- Број становника у насељу,
- Локација путева који повезују насеља,
- Категорија постојећих путева (посматрано од AAA до C),
- Дужина путева.

4. СТУДИЈА У ХОЛАНДИЈИ

У покрајини Јужна Холандија, Hakkert и Gitelman су током 2007. године спровели истраживање о индикаторима безбедности саобраћаја повезаних са путном мрежом према методологији пројекта SafetyNet.

У анализираном подручју истраживања, дефинисана су насеља и категорије постојећих путева према представљеној методологији пројекта SafetyNet. Након упоредне анализе потребне и постојеће категорије пута представљени су резултати истраживања индикатора безбедности саобраћаја повезаних са путном мрежом (Слика 1.).



Слика 1. Оцена постојеће мреже путева према методологији пројекта SafetyNet у Холандији
(Извор: SafetyNet, D3.10c)

Резултати спроведеног истраживања у покрајини Јужна Холандија, показују да око 82% путне мреже у анализираном подручју задовољава или премашује критеријуме пројекта SafetyNet (Означено зеленом бојом на Слици 1).

Ако се посматрају појединачно категорије путева, категорија BV (пут са раздвојеним коловозним тракама и укрштањем у нивоу) највише недостаје.

Наиме, 22% путева за које је потребно да буду категорије BV су нижа категорија. Ако се посматра категорија пута AAA (аутопут са минимум 2 саобраћајне траке по смеру), резултати спроведеног истраживања у Холандији показују да 12,5% су категорије ниже од AAA, а према методологији пројекта SafetyNet потребно је да буду категорије AAA.

Анализа постојећих и потребних категорија путева у Холандији даље показује да је 10,7% путева ниже категорије, а потребно је да буду категорије AA (пут са раздвојеним коловозним тракама и укрштањем које је денивелисано), док је 9,4% путева категорије C (двотрачни пут са укрштањем у нивоу), а потребно је да буду категорије B, двотрачни транзитни пут са укрштањем у нивоу (пожељно кружне раскрснице).

5. ЗАКЉУЧАК

Примена индикатора безбедности саобраћаја за оцену стања безбедности саобраћаја на одређеној територији представља значајан искорак у научним истраживањима безбедности саобраћаја. Индикатори безбедности саобраћаја који се односе на путну мрежу представљају додатни алат управљачу пута за анализу и унапређење путне мреже, омогућавајући му бржу и ефикаснију анализу путне мреже због великог броја расположивих података и информација, чиме се стиче комплетнија и реалнија слика стања путне мреже. Индикатори путне мреже због наведених предности омогућавају праћење стања, али и праћење и оцену ефеката примењених мера. На стратешком нивоу, индикатори безбедности саобраћаја повезани са путем омогућавају и усмеравају креирање политика, стратегија и управљања стањем безбедности саобраћаја и системом путне инфраструктуре.

У Србији је пројектом нарученим од стране Агенције за безбедност саобраћаја започето са праћењем индикатора безбедности саобраћаја, али још увек није успостављен система праћења и анализе путне мреже применом индикатора безбедности саобраћаја који се односе на фактор - пут. Применом јединствених индикатора безбедности саобраћаја који се односе на пут омогућава се поређење стања путне мреже на националном, регионалном и локалном нивоу, као и поређење са стањем путне мреже у другим земљама. Поред тога, применом ових индикатора могуће је пратити ефекте примењених мера, посебно у области рехабилитације путева и санације опасних места на путевима. Како је у Европи у последњих неколико година започет процес праћења и оцено стања пута применом индикатора безбедности саобраћаја који се односе на пут, а што је универзални алат прихваћен од стране Европског Савета за безбедност саобраћаја, неопходно је и у Србији започети овај процес.

Литература

- [1] Пешић, Д., Вујанић, М., Кукић, Д., Антић, Б. и Вујанић, М.М. (2010). Одабир показатеља за оцену ризика, односно нивоа безбедности саобраћаја – светска искуства. X Међународни симпозијум "Превенција саобраћајних незгода", Нови Сад, стр. 164-173.
- [2] Липовац, К. (2008). Безбедност саобраћаја. Службени лист, Београд.
- [3] Pešić, D., Vujančić, M., Lipovac, K., Ross, A., Antić, B. (2013). Possibility of assessment of road safety level at local community, 8th International Conference "Road Safety in Local Community", Divčibare.
- [4] European Transport Safety Council (ETSC). (2001). Transport Safety Performance Indicators. Brussels. Доступно преко: <http://www.etsc.eu/oldsite/perfindic>. Pdf (15.02.2014).
- [5] Пешић, Д., Антић, Б. (2012). Значај и могућност примене индикатора безбедности саобраћаја за локалну заједницу. VII међународна конференција "Безбедност саобраћаја у локалној заједници", Доњи Милановац, стр.111-116.
- [6] World Health Organization (WHO). (2004). World report on road traffic injury prevention. Доступно преко: http://www.who.int/violence_injury_prevention/publications/road_traffic/world_report/summary_en_rev.pdf (15.02.2014).
- [7] Elvik, R., Vaa, T. (2004). The Handbook of Road Safety Measures. Elsevier
- [8] Вујанић, М., Пешић, Д., Антић, Б., Нешић, М., Пешић, С. Д., Марковић, Н., Смаиловић, Е., Росић, М., Миљковић, М., Церовић, М., Божовић, М., Вујанић М. М. (2013). Пројекат "Методe праћења индикатора безбедности саобраћаја у Србији и њихов значај за стратешко управљање безбедношћу саобраћаја", Универзитет у Београду – Саобраћајни факултет, Београд
- [9] Hakkert, A.S., Gitelman, V. and Vis, M.A. (Eds.). (2007). Road Safety Performance Indicators: Theory. Deliverable D3.6 of the EU FP6 project SafetyNet. Доступно преко: http://erso.swov.nl/safetynet/fixed/WP3/sn_wp3_d3p6_spi_theory.pdf (19.02.2014).
- [10] Weijermars, W.A.M. (ed.). (2008). Safety Performance indicators for Roads: Pilots in the Netherlands, Greece, Israel and Portugal. Deliverable D3.10c of the EU FP6 project SafetyNet. Доступно преко: http://erso.swov.nl/safetynet/fixed/WP3/sn_wp3_d3p10c_spi_for_roads_pilots_in_four_countries_final%5B1%5D.pdf (20.02.2014).



"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 89; +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 Sebinilje - 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 pejačnom 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.

Ovakvo 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 iz Italije, Španije i Crne Gore.



Most preko reke Kamenice
 na putu Mršlje - Bogdanci



**TRANSPORT
AND
TRAFFIC
BUSINESS
DAYS 2014**

**SAOBRAĆAJNI
FAKULTET**

**OD 7.
DO 8.
APRILA
2014.
10h - 15h**

TBD
 Transport and Traffic
 Business Days
 2014

CREATING VALUES – MAINTAINING VALUES

HUESKER – Engineering with Geosynthetics

HUESKER Geosynthetics

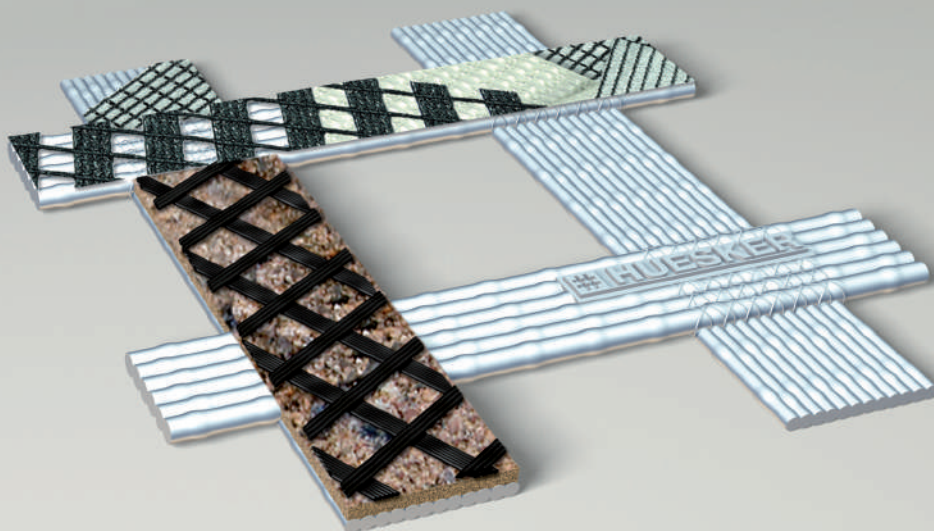
Geogrids, wovens, composites, geosynthetic-clay liners, non-wovens, as well as marine tubes and erosion protection mats for your application in...

**Earthworks and
foundation engineering**

**Road and railway
construction**

Hydraulic engineering

**Environmental
technology**



www.huesker.com

HUESKER engineers support you with the realisation of your construction projects. Rely on the products and solutions of HUESKER.



HUESKER Synthetic GmbH · 48712 Gescher · Germany
 Tel.: + 49 (0) 25 42 / 701 - 0 · info@huesker.de

HUESKER

REKONSTRUKCIJA SLIKA SA KAMERA ZA DETEKCIJU BRZINE PRIMJENOM MATLAB-A

Slavica Savić, dipl.inž.elek.

Elektrotehnički fakultet Banja Luka, slavicamg@yahoo.com

Saša Jasnić, dipl.inž.saob.

J.P. "Putevi Republike Srpske" d.o.o., sasajasnic@hotmail.com

Pregledni rad

Rezime: Sistemi za upravljanje i kontrolu brzine saobraćaja u mnogome mogu uticati na bezbjednost saobraćaja, prevashodno kroz broj saobraćajnih nezgoda na putevima, ali i posljedice saobraćajnih nezgoda. Veće brzine na putevima povećaju mogućnost da dođe do nezgode, te stoga, značaj brzine leži u tome da je nezgoda mogla biti izbjegnuta da su brzine kretanja bile manje. Sa druge strane, kada se saobraćajne nezgode već dese, njihove posljedice mogu biti ublažene, ako ne i u potpunosti izbjegnute u slučaju manjih brzina. U skladu sa razvojem savremenih tehnologija razvijeni su i mnogobrojni sistemi za automatsku detekciju brzine (kamere za brzinu), koje daju veoma dobre rezultate kada je u pitanju smirivanje saobraćaja. Međutim, proces akvizicije slika kamerama za detekciju brzine, često rezultuje slikama narušenog kvaliteta usljed uticaja raznih faktora, od spoljnih (okolina) do unutrašnjih (karakteristike kamera). Ovo onemogućava detekciju vozila sa prekoračenjem brzine i provođenje postupka kažnjavanja prekršioca važećih legislativnih normi. S tim u vezi u ovom radu je ponuđen odgovor na koji način se ove greške mogu ispraviti postupkom rekonstrukcije slika lošeg kvaliteta primjenom softverskog alata "MATLAB".

Glavne riječi: kamere za brzinu, akvizicija slika, oštećenja slika, rekonstrukcija slika, MATLAB.

RECONSTRUCTION OF IMAGES FROM CAMERA FOR DETECTING SPEEDS USING THE MATLAB

Slavica Savić BSc. El.

Faculty of Electrical Engineering B. Luka, slavicamg@yahoo.com

Saša Jasnić, BSc. TE.

JP "Roads of the Republic of Serbian", sasajasnic@hotmail.com

Review paper

Abstract: Systems for managing and controlling the speed of traffic can significantly affect traffic safety, primarily through the number of accidents on the roads, and the consequences of accidents. Higher speeds on the roads increase the possibility of the accident and, therefore, the importance of speed is that the accident could have been avoided if the

speed was lower. On the other hand, when accidents happen, their effects can be mitigated, if not completely avoided in the case of lower speeds. In line with the development of new technologies, there have been developed and numerous systems for automatic detection of speed (speed cameras), which give very good results when it comes to calming traffic. However, the process of image acquisition cameras for speed detection, often results in poor image quality due to the influence of various factors such as external (environment) or internal (characteristics of the camera). This prevents the detection of vehicles which exceeding the speed limit and enforcement of punishment of the offender by existing legislative norms. In this regard, this paper offered an answer how these errors can be corrected by image reconstruction method using the quality software tools "MATLAB"

Keywords: Speed cameras, image acquisition, image damage, reconstruction image, MATLAB.

1. UVOD

Sistemi za upravljanje i kontrolu brzine saobraćaja u mnogome mogu uticati na bezbjednost saobraćaja, prevashodno kroz broj saobraćajnih nezgoda na putevima, ali i posljedice saobraćajnih nezgoda. Veće brzine na putevima povećaju mogućnost da dođe do nezgode, ali i utiču na ozbiljnost njenih posljedica. Ozbiljnost povreda se povećava u zavisnosti od tipa saobraćajne nezgode. Značaj brzine leži u tome da je nezgoda mogla biti izbjegnuta da su brzine bile manje, ali svakako i posljedice saobraćajnih nezgoda, kada se već dese, mogu biti manje sa manjim brzinama.

Trenutno, svjetska praksa je takva da postoje veliki broj proizvođača sistema za mjerenje brzina i registraciju prekršaja po ovom osnovu. Međutim, svi ti sistemi se baziraju na kamerama dva osnovna tipa:

1. kamere koje mjere trenutnu brzinu;
2. kamere koje mjere prosječnu brzinu.

Trenutna brzina se registruje na jednom presjeku puta dok zonske kamere kontrolišu brzinu u zoni između dve i više kamera. I jedan i drugi sistem automatski prepoznaje broj registarske tablice vozila koje je prešlo posmatrani odsjek ili se našlo u zoni kamera i, na osnovu trenutno registrovane brzine ili vremena koje je bilo potrebno vozilu da pređe tu dionicu puta izračunava prosječnu brzinu, utvrđuje postojanje prekršaja.

Međutim, vrlo često se može desiti da slika koja je načinjena nekom od kamera nije iskoristiva, tj. da se na njoj ne mogu sa sigurnošću prepoznati brojno-slovne oznake na tablici, a samim tim ni vlasnik vozila ili korisnik koji je, upravljajući vozilom u saobraćaju, prekoračio brzinu.

Ovake situacije mogu biti prouzrokovane različitim uzrocima. Vrlo čest uzrok je prevelika brzina kojom se vozilo kreće, za koju kamera nije bila podešena ili nije u mogućnosti da je detektuje kao što je slučaj sa kamerama prosječne brzine. U tim slučajevima, rezultujuća slika pri akviziciji nije jasna, pa se na njoj ne mogu detektovati tablice automobila kojima je prekoračena brzina.

Sa druge strane, oštećenja na kamerama takođe mogu dovesti do lošeg kvaliteta slika koje se snimaju. Ova oštećenja mogu biti posljedica uticaja različitih faktora od kojih su vrlo česta fizička oštećenja (sistemi kamera za detekciju brzine su postavljeni na javnim mjestima i često su meta vandalskih napada), oštećenja usljed vremenskih neprilika, kao i oštećenja na kamerama kao posljedica nemara servisnih službi koje ih opslužuju.

Još jedan faktor koji dovodi do velikog narušavanja kvaliteta slike je i osvjetljenje. Kamere za detekciju brzine rade u različitim svjetlosnim uslovima. U jednoj situaciji mogu biti podešeni da detektuju brzinu na mračnim ulicama, i u tom slučaju neophodno je da imaju veoma dobar blic. Međutim, vrlo često su postavljene u gradskim zonama gdje treba voditi računa i o prisustvu ulične rasvjete. Tada vlastiti blic kamera za detekciju brzine ne smije biti prejak kako se slika, zajedno sa uticajem ulične rasvjete, ne bi previše osvijetlila i postala neiskoristiva. U ovakvim situacijama, može se desiti da zbog nevremena ili npr. samo redovnog održavanja trafostanice koja napaja područje na kojem je locirana, kamera ostane bez napona. Ovo bi značilo da sistem za detekciju brzine ne posjeduje dovoljno dobro osvjetljenje, te je slika koja se dobije kao rezultat akvizicije pretamna i golim okom neiskoristiva.

Prethodno opisane situacije nisu prihvatljive za nadležne institucije koje nadgledaju poštivanje saobraćajnih propisa. Stoga, slike koje se na izgled čine neiskoristive, podliježu digitalnoj obradi u nekom od vrlo moćnih softverskih alata. Alat koji se u svijetu najčešće koristi u svrhe obrade signala kao i slike je programski paket MATLAB. Pored specijalizovanih alatki (toolbox) i gotovih funkcija za svaku od oblasti primjene pojedinačno, on pruža mogućnosti specifične obrade svakog podatka pojedinačno po nahođenju inženjera koji izvršava tu obradu.

Stoga, eksperti za obradu slike vrlo često prisežu rekonstrukciji na oko neiskoristivih slika i pretvaraju je u vrlo kvalitetnu digitalnu reprezentaciju.

2. REKONSTRUKCIJA SLIKA

U ovom radu će se analizirati dva slučaja rekonstrukcije slike sa sistema za nadzor brzine koje su narušene sa dva različita faktora:

1. spoljni faktor (nedovoljno osvjetljenje);
2. unutrašnji faktor (neispravna kamera kojom je izvršena akvizicija slike).

Primjenom korisnih alata, obradiće se konkretni primjeri, na konkretnim narušenim slikama u programskom paketu MATLAB, i prikazaće se rezultati njihove obrade, tj. rekonstrukcije.

2.1. Slike lošeg osvjetljenja

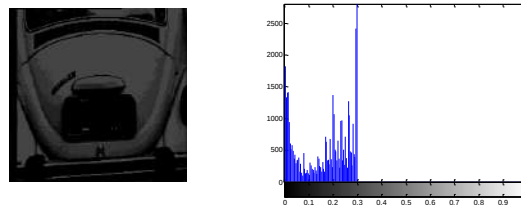
Kao što je ranije navedeno, vrlo često, kamere koje se koriste za akviziciju u bilo kojoj sferi života, pa tako i u saobraćaju, imaju prevelik ili premali otvor blende. Ovo dovodi do prevelikog ili premalog osvjetljenja objektiva, čime se narušava kvalitet slike. U prvom slučaju, slika je presvijetla, dok je u drugom slučaju slika pretamna. Ovo dovodi do narušavanja detalja na slici, moguće je vidjeti samo vrlo kontrastna područja na sceni, dok su detalji stopljeni ili u crnu ili u bijelu boju, u zavisnosti od slučaja.

Podatak koji govori o kvalitetu osvjetljenja na slici je histogram. Statistički, on govori o distribuciji podataka na digitalnoj reprezentaciji slike, tj. koji opseg vrijednosti uzimaju pikseli na slici iz raspoloživog opsega. Ako histogram zauzima većinu vrijednosti iz opsega, od najnižih do najviših, osvjetljenje na slici je kvalitetnije. U slučaju da su vrijednosti piksela na slici skoncentrisani samo u uskom području opsega vrijednosti, slika je lošeg kontrasta i treba je korigovati.

Primjer slike sa lošim osvjetljenjem, ili inženjerski kontrastom, može se vidjeti na Slici 1., gdje je opseg svjetline smješten u uskom području vrijednosti opsega kojim se slika prikazuje, što se može vidjeti na histogramu koji je dat zajedno sa slikom.

2.1.1. Operacije nad histogramom

Često je slika skenirana na takav način da se rezultujuće vrijednosti svjetline ne protežu preko cijelog raspoloživog dinamičkog opsega (Slika 1.). U ovakvim slučajevima, slika se koriguje razvlačenjem



Slika 1. Slika automobila sa lošim kontrastom i njen histogram

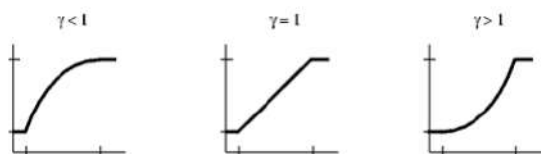
histograma preko cijelog raspoloživog dinamičkog opsega, čime se pojačava kontrast na slici. Ako nivoi svjetline na slici treba da se kreću u granicama od 0 do 2^B-1 , tada se, u opštem slučaju, 0% svjetlini (odnosno, minimumu) pridružuje vrijednost 0, a 100% svjetlini (maksimumu) vrijednosti 2^B-1 .

Odgovarajuća transformacija je data sa:

$$b[m, n] = (2^B - 1) \cdot \left(\frac{a[m, n] - \text{minimum}}{\text{maksimum} - \text{minimum}} \right)^\gamma \quad (1)$$

Ako je razvlačenje histograma linearno, tada je $\gamma=1$, dok druge vrijednosti daju nelinearno razvlačenje histograma. Za različite vrijednosti γ krive transformacije histograma imaju oblike date na Slici 2.

B se odnosi na broj bita koji se koristi za zapis slike. Kako ono ima najčešću vrijednost 8, tako je dinamički opseg svjetlina na Slici od 0 do 255.



Slika 2. Krive transformacije histograma

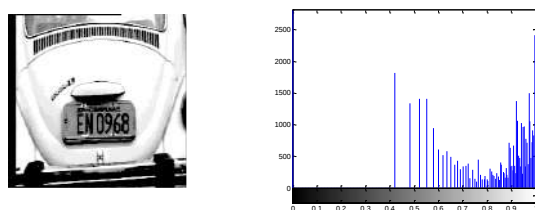
Izvor: (Babić Z. (2005). Digitalna obrada slike. Banja Luka: Elektrotehnički fakultet)

Ovo je samo jedna od velikog broja operacija koje se mogu izvoditi nad histogramom slike, ali se o njima neće detaljno govoriti u ovom radu.

2.1.2. Rekonstrukcija slika lošeg kontrasta

Slika dobijena kamerom za detekciju brzine (Slika 1.), takođe vrlo često mogu biti narušenog kontrasta, pa je njihova rekonstrukcija krajnje neophodna, a sve u svrhu detekcije registarskih oznaka automobila koji čini prekršaj.

Radi rekonstrukcije registarskih oznaka za automobile pristupiće se postupku poznatom kao "razvlačenje" histograma. U tu svrhu će se iskoristiti ugrađena funkcija iz MATLAB-ovog Signal Processing Toolbox-a, naziva "imadjust". Nakon njene primjene na narušenu sliku sa primjera na Slici 1., dobijamo rezultat prikazan na Slici 3. Kao što se može primjetiti, dobili smo sliku na kojoj se jasno mogu pročitati registarske oznake automobila koje je detektovano na sistemu za detekciju brzine. Takođe, na Slici 3. je dat i histogram rekonstruisane slike na osnovu kojeg se može vidjeti da pikseli na rezultujućoj slici zauzimaju cijeli opseg vrijednosti, što se i namjeravalo postići.



Slika 3. Rekonstruisana slika nakon razvlačenja histograma, i njen histogram

2.2. Slike narušene nepravilnošću kamere

Vrlo često kamere kojima se vrši akvizicija slika posjeduju određene nepravilnosti. Nekad su one zanemarljive, pa je slika koje se dobije i dalje iskoristiva. Međutim, vrlo često se desi da se sa slike ne mogu uočiti podaci od koristi, jer je broj i intenzitet nastalih nepravilnosti jako veliki. U tim slučajevima, pristupa se obradi iste u svrhu rekonstrukcije podataka koji se traže. U tu svrhu se koristi filtriranje kao veoma koristan i čest alat za digitalnu obradu slike.

2.2.1. Filtriranje u frekvencijskom domenu

Operaciju filtriranja, pored vremenskog domena za jednodimenzionalne signale i prostornog domena za dvodimenzionalne signale kakva je slika, moguće je izvesti i u frekvencijskom domenu, koristeći Furijeovu transformaciju. Prvo se pronađu Furijeove transformacije impulsnog odziva filtra i izlazne slike, izvrši se množenje u frekvencijskom domenu, a zatim se inverznom Furijeovom transformacijom dobije filtrirana slika.

$$H[m_1, m_2] = \mathcal{F}\{h[n_1, n_2]\}$$

$$A[m_1, m_2] = \mathcal{F}\{a[n_1, n_2]\} \quad (2)$$

$$c[n_1, n_2] = \mathcal{F}^{-1}\{A[m_1, m_2] \cdot H[m_1, m_2]\}$$

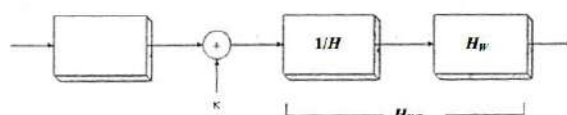
Treba naglasiti da se određivanje Furijeove transformacije impulsnog odziva radi samo jednom za sve slike koje se filtriraju istim filtrom. U slučaju kada je slika narušena distorzijom i/ili šumom, za njenu uspješnu restauraciju koristi se Vinerov filter za uklanjanje distorzije i šuma. Posmatrajmo opšti model slike gdje je uključena i distorzija slike i šum:

$$c[m, n] = (a[m, n] \otimes h[m, n]) + k[m, n] \quad (3)$$

Znajući da procedura uklanjanja šuma zasnovana na linearnom filtriranju i minimalnoj srednjekvadratnoj grešci, vodi Vinerovom filteru:

$$H_w(u, v) = \frac{P_a(u, v)}{P_a(u, v) + P_n(u, v)}, \quad (4)$$

koji je, da bi se iz datog modela mogla izvršiti rekonstrukcija slike, potrebno objединiti sa dekonvolucijom (Slika 4.).



Slika 4. Vinerova dekonvolucija

Izvor: (Babić Z. (2005). Digitalna obrada slike. Banja Luka: Elektrotehnički fakultet)

Kako je:

$$c(u, v) = A(u, v) * H(u, v) + K(u, v) \quad (5)$$

ulaz u Vinerov filter nakon dekonvolucije sa $1/H(u, v)$ (podrazumijevajući da $H(u, v)$ nema nula) je:

$$A(u, v) + \frac{K(u, v)}{H(u, v)} \quad (6)$$

tada je frekvencijska karakteristika Vinerovog filtra za uklanjanje šuma, za nekorelisane signale i šum jednaka:

$$H_w(u, v) = \frac{P_a(u, v)}{P_a(u, v) + P_n(u, v)} = \frac{|A(u, v)|^2}{|A(u, v)|^2 + \left| \frac{K(u, v)}{H(u, v)} \right|^2} = \frac{|A(u, v)|^2}{|A(u, v)|^2 + \left| \frac{1}{H(u, v)} \right|^2 * P_k(u, v)} \quad (7)$$

Frekvencijska karakteristika željenog filtra koji objedinjuje dekonvoluciju i Vinerov filter za prigušivanje šuma je Vinerov dekonvolucionni filter:

$$H_{wd}(u, v) = \frac{H_w(u, v)}{H(u, v)} = \frac{1}{H(u, v)} \left[\frac{P_a(u, v)}{P_a(u, v) + P_n(u, v)} \right] \quad (8)$$

$$H_{wd}(u, v) = \frac{H^*(u, v) P_a(u, v)}{|H(u, v)|^2 P_a(u, v) + P_k(u, v)} = \frac{H^*(u, v)}{|H(u, v)|^2 + (P_k(u, v) / P_a(u, v))} \quad (9)$$

Pri tome je $P_a(u, v)$ spektralna gustina snage slike, $P_n(u, v)$ spektralna gustina snage šuma i $H(u, v)$ Furijeova transformacija slike.

U praksi su vrlo često nepoznate spektralna gustina snage šuma i originalne slike, tako da se Vinerov filter u obliku datom sa (9) ne može primjenjivati. Tako da se u praksi koristi modifikacija ove jednačine, gdje se odnos spektralnih gustina snaga aproksimira konstantom, tj. tada imamo:

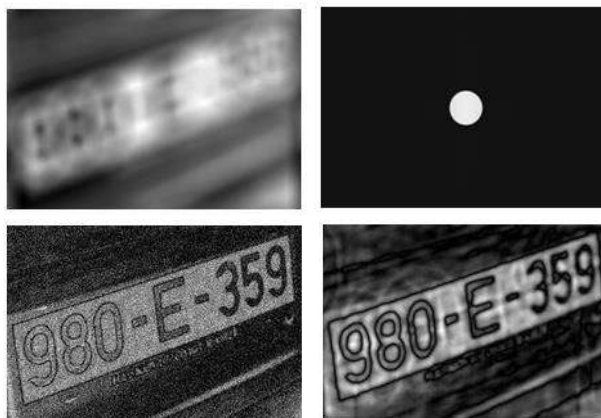
$$H_{wd}(u, v) = \frac{H^*(u, v)}{|H(u, v)|^2 + K} \quad (10)$$

gdje se konstanta K određuje eksperimentalno, a ovaj oblik zapisa Vinerovog filtra se naziva Parametarski Vinerov filter.

2.2.2. Rekonstrukcija slike narušene karakteristikom kamere

Posjedovanjem pokvarene kamere vrlo lako se, slikanjem jednog bijelog piksela na crnoj podlozi, može dobiti karakteristika pokvarene kamere. Znanja inženjera eksperta za obradu signala će pomoću ove karakteristike i fotografije koja je narušena ovim oštećenjem omogućiti da se detalji na slici ipak vide. On

će iskoristiti raspoložive informacije i poboljšati sliku kako bi se mogla pročitati registarska oznaka automobila primjenom prethodno opisanog Parametarskog Vinerovog filtra. Primjer kojim se ilustruje uspješna rekonstrukcija registarskih oznaka automobila sa slike koja nije bila na oko iskoristiva može se vidjeti na Slici 5. Prva slika je slika narušena karakteristikom kamere, druga slika je karakteristika kamere, a treća i četvrta slika pokazuju rekonstruisanu sliku primjenom Parametarskog Vinerovog filtra sa dvije različite vrijednosti parametra K iz formule (10).



Slika 5. Narušena slika tablica automobila karakteristikom kamere (gore-desno), Karakteristika kamere (gore- lijevo), Uspješno rekonstruisane slike tablice automobila sa različitim parametrima pri rekonstrukciji (dole-desno, dole-lijevo)

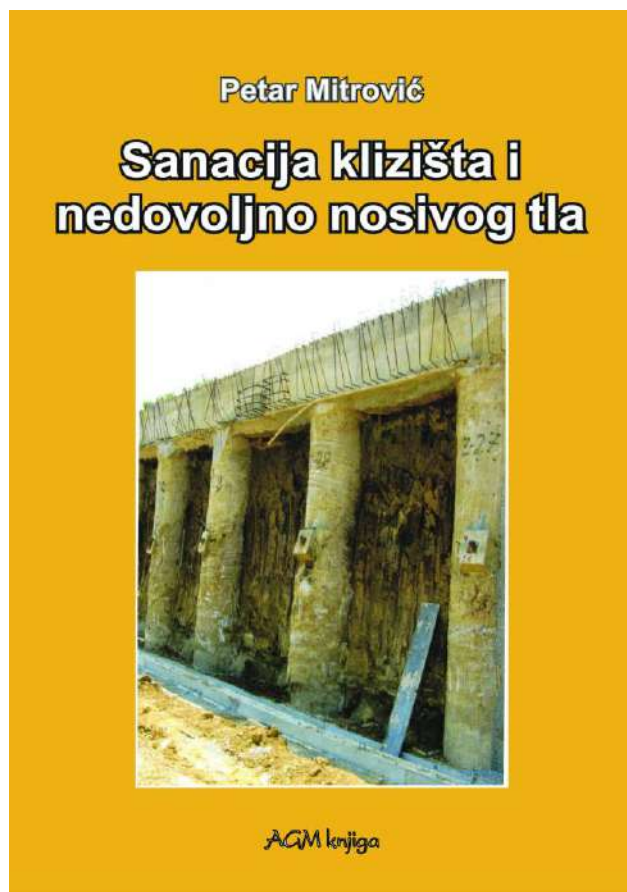
Kao što se može primjetiti sa Slike 5., u zavisnosti od vrijednosti parametara rekonstrukcije, kvalitete rekonstruisane slike je toliko poboljšana da je moguće pročitati i ime osiguravajuće kuće na okviru tablica.

3. ZAKLJUČAK

U ovom radu je opisano kako se programski paket MATLAB vrlo efikasno može iskoristiti u svrhe poboljšanja kvaliteta nadzora saobraćaja. Rekonstrukcijom na oko neiskoristivih slika, povećava se efikasnost sistema za nadzor brzine saobraćaja, čime se sve više utiče na povećanje stanja bezbjednosti saobraćaja, i preventivno ali i represivno, što je i osnovni cilj kamera za detekciju brzine.

Literatura

- [1] Gonzalez R.C., Woods R.E. (2002), *Digital Image Processing*, 2nd ed. New Jersey: Prentice Hall.
- [2] Gonzalez R.C., Woods R.E., Eddins S. L. (2009) *Digital Image Processing Using MATLAB*, 2nd ed. New Jersey: Prentice Hall.
- [3] Babić Z. (2005). *Digitalna obrada slike*. Banja Luka: Elektrotehnički fakultet.



Nove knjige:

dr **Petar Mitrović**, dipl.građ.inž.

– **SANACIJA KLIZIŠTA I NEDOVOLJNO NOSIVOGL TLA** –

Autor dr Sc. Petar Mitrović, dipl. građ. inž., nakon višedecenijskog rada na problemima sanacije terena i na osnovu stečenog iskustva kao istraživač, projektant i inženjer koji je pratio i nadzirao radove na realizaciji radova projektovanih objekata vezanih pretežno za putnu infrastrukturu, napisao je knjigu SANACIJA KLIZIŠTA I NEDOVOLJNO NOSIVOGL TLA, u izdanju AGM knjige iz Beograda.

Knjiga je recenzirana je od strane tri recenzenta:

- Dr. Sc. Radomir Folić, dipl. inž. građ. Profesor Emeritus Univerziteta u Novom Sadu,
- Dr. Sc. Slobodan Čorić, dipl. inž. građ., profesor Rudarsko geološkog fakulteta u Beogradu,
- Dr. Sc. Milinko Vasic, dipl. ing. geol., profesor Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu.

Knjiga, obima 464 strane i sa 350 crteža obuhvata 9 poglavlja i to:

- UVOD
- TEREN NJEGOVA SVOJSTVA I FENOMENI
- SEIZMIČNOST TERENA I LIKVEFAKCIJA TLA
- METODOLOGIJA IZUČAVANJA NESTABILNOG TLA I PRINCIPI PROJEKTOVANJA
- SANIRANJE TERENA
- SANACIJA KOSINA
- DRENIRANJE TERENA U SVRHU MELIORACIJE I SANACIJE
- ZAŠTITA TERENA OD EROZIJE
- MELIORACIJA I SANACIJA NEDOVOLJNO NOSIVOGL TLA

U njoj je obrađena široka problematika iz domena geotehnike i predstavlja značajan doprinos predmetne oblasti. Knjiga u značajnoj meri objašnjava složene uslove međusobnog (interakcijskog) delovanja prirodne-geološke sredine i građevinskih objekata. Ona obuhvata najvažnije uticaje koji se tiču stabilnosti terena i to: stabilnost terena u pogledu klizanja, stabilnost terena u pogledu dozvoljenih nosivosti i pojave likvefakcije u peskovitom tlu zasićenom vodom.

Najvažniji deo knjige predstavljaju primeri sanacije nestabilnih terena. Mnoštvo detaljno prikazanih i analiziranih primera je plod dugogodišnjeg rada autora u rešavanju mnogih praktičnih problema, i njegovog bogatog iskustva na rešavanju problema sa kojima se susretao u praksi, u domenu geotehnike. Od posebnog značaja je i to što je većina obrađenih primera takva da čine celinu uključujući istraživanja i interpretaciju rezultata, projektovanje sanacionih mera, i izvođenje projektnih rešenja.

U knjizi su razmatrani i konstrukcijski aspekti projektnih rešenja, na primer potporne konstrukcije, ali i neka alternativna rešenja u cilju odabira optimalnih rešenja sanacije.

Knjiga nesumnjivo omogućuje korisnicima:

- Produbljenje proučavanje i razumevanje prirodnih procesa u terenu i svojstava stenskih masa u sklopu realnih prirodnih sredina, sa naglaskom na hazarde koji u njima nastaju (klizanje terena, likvefakcija i dr.);
- proučavanje i ugled za korišćenje primenjenih postupaka/metodologija projektovanja da bi se sprečili nepovoljni prirodni uticaji na građenje objekata i njihovu globalnu stabilnost.

Ova knjiga će biti od koristi stručnjacima iz oblasti geotehnike i šire građevinarstva pri projektovanju građevinskih objekata i sanacionih rešenja na sprečavanju negativnih uticaja na objekte i za povećanje stabilnosti terena i konstrukcija.

Više informacija knjizi kao i o drugim izdanjima iz oblasti geotehnike možete videti na interent stranici izdavača AGM knjige, www.agmknjiga.co.rs i iste poručiti putem emaila agmknjiga@gmail.com ili putem telefona: 011 2618-554, 063 8470-725.

KALENDAR SKUPOVA

NACIONALNI I REGIONALNI STRUČNI SKUPOVI:

"PRVI SRPSKI KONGRES O PUTEVIMA"

5 и 6 jun 2014. Beograd
<http://www.kongresoputevima.rs>

9. Međunarodna konferencija "Bezbednost saobraćaja u lokalnoj zajednici"

9-11, April 2014., Zaječar, <http://bslz.org>

3rd International Conference on Road and Rail Infrastructure

Split, Hrvatska, 28-30 april 2014, www.grad.unizg.hr/cetra/

Simpozijum "Prevenција saobraćajnih nezgoda 2014"

Oktobar 2014. <http://www.sf.bg.ac.rs>

INTERNACIONALNI SKUPOVI:

International Symposium of Transport Simulation International Workshop on Traffic Data Collection and its Standardisation

1-4 Jun 2014 :: Ajaccio, Corsica (France),
<http://ists14.sciencesconf.org/>

5th Transport Research Arena TRA2014 Transport Research Arena 2014

Paris-la-Defense, France, 14 - 17 April 2014
www.tra2014.sciencesconf.org

XXVth World Road Congress

Seoul, Korea, November 2-6, 2015
<http://www.piarcseoul2015.org>

2015 TRB International Symposium on Highway Geometric Design

Vancouver, BC, Canada, 22 - 24 June 2015
www.ishgd2015.net

5th international Speed Congress

07/05/2014, London,
www.SpeedCongress.com

INTERtunnel 2014

14/05/2014 - 16/05/2014, Moscow, Russia,
www.InterTunnelRussia.com

10th ITS European Congress

16/06/2014 - 19/06/2014, Helsinki, Finland,
www.itsineurope.com/its10

TRA-2014 – Transport Research Arena Europe

14 - 17 april 2014, Pariz, Francuska
<http://www.traconference.eu/>

3rd International conference on transportation infrastructure

22 – 25 april 2015, Pisa, Italy,
<http://www.icti2014.org/>

4th International Safer Roads Conference

18 – 21 maj 2014, Cheltenham, UK

12th ISAP Conference on Asphalt Pavements

1-5 jun 2014, Raleigh, North Carolina, USA
<http://www.ncsu.edu/mckimmon/cpe/opd/ISAP/>

ASCE 2nd Transportation and Development Institute Congress

8 – 11 jun 2014, Orlando, Florida, USA
<http://content.asce.org/conferences/tdicongress2014/index.html>

9th International Conference on Managing Pavement Assets

18 – 22 maj 2015, Alexandria, Virginia, USA
<http://www.icmpa9.org/>

2nd International Conference on Public Private Partnerships in Transport Infrastructure

26 - 29 maj 2015, Austin, Texas, USA
www.icppp2015.org

TRB 11th International Conference on Low-Volume Roads

12 - 15 jul 2015, Pittsburgh, Pennsylvania, USA
<http://www.trb.org/>

I-TED 2014 – International Transportation Economic Development Conference

April 9-11, 2014, Dallas (USA)
<http://tti.tamu.edu/conferences/ited2014/>

Environment, Road safety, Urban mobility

June 02-06, 2014, Maastricht (Netherlands)
<http://www.fisita2014.com/>

12th International Symposium on Concrete Roads

September 23-26, 2014, Prague (Czech Republic)
<http://www.concreteroads2014.org>

2nd Eastern European Tunnelling Conference

September 28 - October 1, 2014, Athens (Greece)
<http://www.eetc2014athens.org/>

VI International Scientific Conference TRANSPORT PROBLEMS

25 – 27 June 2014, Katowice, Poland
<http://www.tp.konferencje.polsl.pl/conference/index.html>

SAJMOVI:

Intertraffic Amsterdam 2014

Amsterdam, Netherlands, March 25-28, 2104,
<http://www.intertraffic.com>

40. MEĐUNARODNI SAJAM GRAĐEVINARSTVA (UFI) - South East Europe Belgrade Building Expo

8.04.2014 - 12.04.2014, Beograd
www.seebbe.com

Expottraffic 2014

14/05/2014 - 16/05/2014, Moscow, Russia, <http://expottraffic.com/>

CONEXPO Russia 2014

03/06/2014 - 07/06/2014, Moscow, Russia, <http://conexporussia.com/EN/>

Samoter

Verona, 8-11.05.2014 www.samoter.com/en/

Asphaltica

Verona, 8-11.05.2014 <http://www.asphaltica.it/en>

ZANIMLJIVOSTI

Stado ovaca zakrčilo autoput E-75 na mostu kod Beške !!!



Na mostu kod Beške, stvorila se manja gužva, a intervenisala je i policija kako ne bi došlo do neke nezgode. Uzrok je stado od više stotina ovaca koje je, sve sa pastirima, prelazilo most u pravcu prema Beogradu. Policija ih je tokom prelaska pratila, a pastiri su ovce usmerili tako da je leva traka ostala

slobodna za prolaz vozila.

U SAD počelo razmatranje regulisanja automobila bez vozača



Kalifornijske saobraćajne vlasti počele su da razmatraju složena pitanja kako regulisati vožnju automobilima kojima upravljaju kompjuteri, a ne ljudi. Kompjutersko upravljanje vozilima, što je donedavno bilo domen naučne fantastike, moglo bi biti komercijalno dostupno do kraja decenije.

Audijev sistem za prepoznavanje svetla na semaforu



Audi već sprovodi opsežna testiranja u Veroni, Berlinu i Las Vegasu, a sistem u osnovi koristi lokalne podatke koje prima putem Wi-Fija. U saradnji sa GPS-om, sistem zatim daje informacije vozaču kada treba da ubrza ili uspori kako bi kroz raskrsnice uvek prošao kroz zeleno svetlo.

Transformacija stokholmskog mosta u šetalište i bioskop



Svedski arhitektonski biro Visiondivision smislio je predlog za zaštićeno šetalište, otvoreni bioskop i umetničku galeriju koji bi bili smešteni u okviru suvišnog prostora unutar strukture mosta Tranebergsbron u Stockholmu.

Završen najveći solarni most na svetu u Londonu



Najzad je najveći solarni most na svetu na londonskoj stanici Blekfrajars (Blackfriars) konačno završen. Kompanija Solarcentury se udružila sa Železničkom mrežom Engleske kako bi prekrili most sa 4.400 fotonaponskih panela. Most je ranije bio energetski potrošač prve klase, a sada obezbeđuje

preko polovine energije potrebne za funkcionisanje Blekfrajars stanice.

Most kao održivi višespratni parking u Moeni, Italija



Spiralni Jedinstveni projektni koncept italijanskih arhitekata Andela Salamonea i Rosele Di Bari uspešno je kombinovao most i parking bez ikakvog negativnog uticaja na okolinu. Predlog arhitekata, koji kombinuje most i višespratni parking u jednom održivom objektu, im je omogućio da

pokupe drugu nagradu na međunarodnom konkursu za projektovanje parkinga u planinskom regionu Moene u Italiji.

U Engleskoj se otvara pab na autoputu



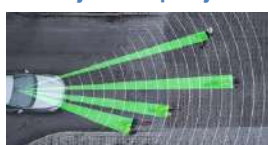
Engleski lanac pabova "JD Veterspun" danas će otvoriti prvi pab na benzinskoj pumpi na autoputu u Bakingamšajeru, a lokalne vlasti su upozorile da ovaj potez može u velikoj meri da utiče na vožnju pod dejstvom alkohola koja i ovako predstavlja veliki problem na Ostrvu.

Prelepi pešački most „Eš sir Alzet“ "



Većina pešačkih mostova imaju tendenciju da budu neopaženi, ili čak i ružni, neophodni urbanistički elementi dizajna izgrađeni preko saobraćajnica, ali moderni pešački most u Eš sir Alzetu u Luksemburgu, delo arhitektonskog biroa Metaform Architects, je promenio način na koji su pešački mostovi integrirani u urbano tkivo.

Volvo istražuje nove bezbednosne i dizajnerske ideje u saradnji s kompanijom POC



Volvo Car grupacija (Volvo automobili) uspostavila je partnerstvo sa švedskom kompanijom POC koja razvija zaštitnu opremu za razne sportske aktivnosti. Dve kompanije će razmeniti znanje s ciljem

istraživanja novih ideja na području bezbednosti i dizajna.

Kanada gradi polarni autoput



Kanada počinje da gradi polarni autoput kakav ne postoji drugde u svetu, objavljeno je u Otavi. Put od 137 kilometara povezaće Inuvik na jugu, s Tuktojaktukom na arktičkoj obali na severu. Svečanom početku izgradnje u Inuviku prisustvovao je i kanadski premijer Stiven Harper koji je rekao da će arktička Kanada prvi put čitave godine biti povezana drumom.

Srušite nam most!



Gradske vlasti Klirvua na Floridi apeluju na filmske ekipe da im eksplozivom raznesu most. Most "Frendšip trej" dug je više od četiri kilometara, a pre dve godine je zatvoren zbog opasnosti od rušenja. Nema popravke koja bi mu pomogla, posebno jer bi obnova njegov život "produžila" za samo

desetak godina, a grad bi koštala četrdesetak miliona dolara.

Rusi asfaltiraju ulice preko snega



Umesto da na ulice izađe zimska služba sa grtalicama, u jednom ruskom gradu odlučili su se da sneg uklone asfaltnim finišerima. Nije baš najjasnije zašto su se putari odlučili da asfaltiraju preko snega ali nismo baš najsigurniji šta je od toga na kraju ispalo.

Povećava se bezbednost na delu Zrenjaninskog puta



Najkritičniji deo Zrenjaninskog puta, između Pančevačkog mosta i raskrsnice Borča-Ovča, dobija novu saobraćajnu signalizaciju. Sada su tamo proradili semafori na dva pešačka prelaza, svetlosnu signalizaciju dobija još jedna raskrsnica, a po sredini puta u dužini od tri kilometara biće postavljena zaštitna ograda da bi se sprečilo pretrčavanje.

Od Beograda do Horgoša 13 naplatnih stanica



Do kraja 2015. godine ceo severni krak Koridora 10, to jest, autoput kroz Vojvodinu, ući će u zatvoreni sistem naplate putarine, što znači da će se naknada za auto-put plaćati po predenom kilometru. To znači da će na auto-putu Beograd - Horgoš biti ukupno 13 naplatnih stanica

U Londonu predstavljen autoput Doboj-Vukosavlje



Direktor Javnog preduzeća "Autoputevi Republike Srpske" Dušan Topić predstavio je u Londonu dosadašnje aktivnosti na pripremi izgradnje autoputa "Doboj-Vukosavlje" na koridoru Vc kroz model javno-privatnog partnerstva.

Novi Sad: Jeftinija ponuda za most



Radovi na izgradnji mosta na Kanalu DTD, na deonici Bulevara Evrope, kako je potvrdio Goran Višnjić, direktor JP „Zavod za izgradnju grada“, počće ovog proleća. Novi most bi, posle provedenog tenderskog postupka, trebalo da bude 300 miliona dinara jeftiniji od ponude koju je ovo preduzeće dobilo pre dve godine.

Ilić: Put od Ljiga do Preljine pre roka



Velimir Ilić izjavio je da radovi na Koridoru 11 napreduju brže nego što je predviđeno i da će deonica autoputa od Ljiga do Preljine biti završena pre roka. "Obećali smo da će deo Koridora 11 biti završen za 36 meseci od početka radova. Ostalo je još 22 meseca i za to vreme imaćemo autoput od Ljiga do Preljine", rekao je Ilić.

Koridor 4: Na dunavskom mostu između Rumunije i Bugarske broj vozila 30 puta manji od potrebnog



Prilikom otvaranja mosta rečeno je da se očekuje da preko njega godišnje prođe 415.000 vozila (oko 1.100 vozila/dan), od čega 186.000 automobila, 20.000 autobusa, 209.000 kamiona, 4.745 prelazaka voza, od kojih 730 putničkih i 4.015 teretnih. Sto je 30 do 40 puta manje od potrebnog saobraćaja da bi most bio ekonomski opravdan. Ceo godišnji saobraćaj (365 dana) na ovom mostu je isti kao saobraćaj koji pređe Gazelu tokom 2-3 dana.

Povraćaj PDV-a Autoputevima RS



Evropska banka za obnovu i razvoj poslala je aneks ugovora na kredit za finansiranje izgradnje autoputa Banjaluka-Doboj koji će omogućiti da "Autoputevi Republike Srpske" budu oslobođeni PDV-a od 58 miliona KM i sada ga treba usaglasiti na nivou BiH, izjavio je direktor "Autoputeva" Dušan Topić.

11 ponuda za Alpinu deonicu



Na tenderu za nastavak gradnje Koridora 10 od Pirota do Dimitrograd, na kojoj je bila angažovana Alpina, ponude je dalo 11 domaćih i stranih kompanija. Na deonici Piroto (Istok)-Dimitrograd preostali su radovi ukupne dužine 14,3 km, a rok za izgradnju je 450 dana, navedeno je u Koridorima Srbije.

"Prioritet i autoput od Batrovaca ka Beogradu"



Ministar saobraćaja Aleksandar Antić kaže da je jedan od prioriteta rehabilitacija dela autoputa od graničnog prelaza Batrovci prema Beogradu u dužini od 20 kilometara, koji će se završiti ne samo održavanjem, već i bezbednosti saobraćaja.

Batajnička petlja do kraja godine



Batajnička petlja na obilaznici oko Beograda biće završena do kraja 2014. godine. Radove izvodi zajednička firma "Planuma" i "Ratka Mitrovića". Tako će, u punom profilu auto-puta biti kompletiran deo obilaznice od Batajnice do Dobanovaca.

Deponije "ukras" autoputeva u Srbiji



Iako je period izborne kampanje prilika da se politički akteri verbalno istaknu brigom za različite probleme, što oni naravno neštedimice koriste, izgleda da postoje teme koje i naše političare i predstavnike vlasti mogu ostaviti ravnodušnim. Jedna od njih je deponija kod Batajnice, koja izrasta uz najfrekventniji putni pravac u zemlji.

Potpisan ugovor za gradnju auto-puta Bar-Boljare



Okvirni Sporazum i Ugovor o gradnji, projektovanju i nabavci i ugradnji opreme i materijala za auto-put Bar-Boljare, odnosno deonicu od Smokovca do Mateševa, potpisan je 26.02.2014.g. u Podgorici. Dokumenta supotpisali ministar Ivan Brajović, i predstavnici kineske kompanije CRBC.

Obilaznica najranije 2018. godine



Poslednji deo obilaznice oko Beograda od Bubanj Potoka do Pančeva mogao bi da bude završen najranije za četiri godine pošto je Saobraćajni institut CIP završio predlog Plana detaljne regulacije, a izrada Glavnog projekta trebalo bi da počne već za mesec dana.

Počela izgradnja naplatnih kućica na autoputu Banjaluka - Gradiška



Na auto-putu Banjaluka - Gradiška počela je izgradnja naplatnih kućica. Izvođač radova su "Prijevor putevi", bageri rade punom parom, a završetak radova se očekuje u junu mesec, 2014. godine. Izgradnja naplatnih kućica koštaće oko 2,1 milion maraka. Cijena putarine još nije određena.

"NOVOSTI" OTKRIVAJU - Most na Adi koštao 360 miliona evra!



Posle silnih polemika koliko je koštao Most na Adi, konačno su sračunati i obelodanjeni svi troškovi. Cena ove građevine sa svim pristupnim saobraćajnicama je - 360 miliona evra. Tehnički pregled Mosta na Adi je u završnoj fazi, tako da ovaj objekat još nije dobio upotrebnu dozvolu.

Radovi na autoputu Kragujevac Batočina u zastoju



Radovi na završetku dela auto puta ka Koridoru 10 su u zastoju i za sada nema naznaka iz nadležnog ministarstva kada bi oni mogli da budu završeni, kažu u gradskoj upravi Kragujevca. Iako je plan bio da deonica od skoro 10 kilometara bude dovršena krajem prošle godine i urađen projekat za završnih 5 kilometara to nije urađeno.

Grci probili još jedan tunel na Koridoru 10



Na istočnom kraku Koridora 10 probijena je leva cev tunela Pržojno Padina na obilaznici oko Dimitrograda, a ceo tunel bi trebalo da bude završen polovinom ove godine. To je drugi tunel koji je probijen na Koridoru 10, za po jednu traku autoputa, izjavio je direktor Koridora Srbije Dmitar Đurović.

Ilić: Novi "Putevi Čačak" uposliće do 300 putara



Ministar građevinarstva Velimir Ilić najavio je u Čačku da će nova firma "Putevi Čačak", formirana ovih dana, uposliiti 200 do 300 putara. U posao će, kaže Ilić, ući "jedno bugarsko preduzeće, od boljih u državi" i rusko iz Sankt Peterburga koje želi da posluje u našoj zemlji.

Most u Karanovcu do kraja marta



Novi rok za završetak izgradnje mosta u banjalučkom naselju Karanovac je 31. mart, 2014. godine, umjesto kraj februara, kako je prvobitno bilo najavljeno. Vrijednost radova je 1.500.000 KM. a most će imati dvije saobraćajne trake po tri metra širine, sa dvije pješačke staze i biciklističkim stazama.

Autocesta na koridoru V c kroz BiH do kraja 2021.



Autocesta na koridoru V c koji povezuje na dijelu koji prolazi kroz Bosnu i Hercegovinu mogla bi biti završena 2021. godine, najavio je u Sarajevu direktor poduzeća Autoceste Federacije BiH (AC FBiH) Ensad Karić. Pojasnio je kako je taj cilj moguće realizirati uz uvjet da se godišnje nastavi graditi po 25 km autoceste.

ŠIDPROJEKT

ДОО
ДРУШТВО ЗА ПРОЈЕКТОВАЊЕ И ИНЖЕЊЕРИНГ

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



ПОСЛОВНИ КОМПЛЕКС У КРАСНОДАРУ,
РУСИЈА (пројектовање)



ХОТЕЛ НА КОПАОНИКУ (пројектовање)



РАСКРСНИЦА ПУТА М-22.1 И ПУТА Р-106
У ЦЕНТРУ НАСЕЉА СТАРА ПАЗОВА (пројектовање)



УПРАВНА ЗГРАДА КОМПЛЕКСА РЦТ ШАБАЦ
(пројектовање и надзор)



ПРВА ФАЗА ИЗГРАДЊЕ ПИЈАЦЕ-ВЕЛЕТРЖНИЦЕ,
БЕОГРАД (пројектовање)

- * ПРОЈЕКТОВАЊЕ
- * ТЕХНИЧКА КОНТРОЛА
ПРОЈЕКТНЕ ДОКУМЕНТАЦИЈЕ
- * СТРУЧНИ НАДЗОР
- * ТЕХНИЧКИ ПРЕГЛЕД
- * ИЗДАВАЊЕ ЕНЕРГЕТСКИХ
ПАСОША
- * ИЗРАДА СТУДИЈА
- * ЛЕГАЛИЗАЦИЈА ОБЈЕКТА
- * ИНЖЕЊЕРИНГ
- * КОНСАЛТИНГ
- * ИЗГРАДЊА И ПРОДАЈА
СТАНОВА

35 година
1979-2014

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
21000 Нови Сад
tel.: +381 21 472 3716

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



ДОМ ЗДРАВЉА, СУРЧИН (надзор)



СТАМБЕНИ ОБЈЕКАТ-КАМЕНДИН, БЕОГРАД
(технички преглед)



СТАМБЕНИ ОБЈЕКТИ, ИНЂИЈА (пројектовање)



ПЛАТФОРМА ЗА ПРЕГЛЕД КАМИОНА
У КОМПЛЕКСУ РЦТ КРУШЕВАЦ (пројектовање и надзор)



МОСТ ПРЕКО РЕКЕ ЧЕМЕРНИЦЕ - ДЕОНИЦА ПУТА
ЧАЧАК - КРАЉЕВО (технички преглед)

линијама успеха

CONSULTANCY WITHIN ENGINEERING, ENVIRONMENTAL SCIENCE AND ECONOMICS

YOUR ADVISOR FOR SUSTAINABLE FUTURE

ADDRESS COWI d.o.o.

Juzni bulevar 1a/II

11000 Belgrade

Serbia

PHONE +381 11 38 35 040

E-MAIL office@cowi.rs

WWW cowi.com



COWI

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



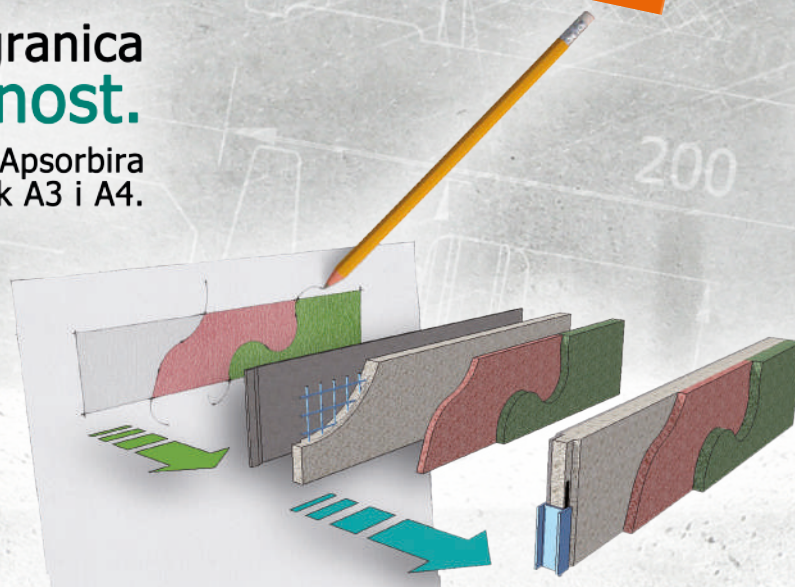
Naše betonske
zaštitne barijere su
fleksibilne i čvrste.

Odaberite odgovarajući sistem
zaštite saobraćaja.



Jedina je granica
vaša kreativnost.

Sada vaš dizajn Apsorbira
zvuk A3 i A4.



DELATABLOC International GmbH

Lendavska ulica 11
9000 Murska Sobota, Slovenija
P: +386 817 101 35
F: +386 817 101 93
office@deltabloc.rs
www.deltabloc.rs

DELATABLOC International GmbH

Industriestrasse 28,
2601 Sollenau, Avstrija
P: +43 57715 / 470 - 0
F: +43 57715 / 470 - 474
office@deltabloc.com
www.deltabloc.com

ONLINE AUCTION

on behalf of Hypo Alpe Adria

MAJOR ASPHALT PLANT "SIM AMMANN" CB260 (2008)

Temisvarski drum bb – 23000 Zrenjanin (Serbia)



**± 1500 working hours, max. output
with 3% humidity - 297 t/h with 5% humidity - 237 t/h**

with **effective mixer** cap. 3.3 t, maximum mixer output 264 – 297 t/h, **dryer**, drum length 6.5 m, 10 dosing baskets, **5 pre-batchers**, cap. 310/360 t/h, cylinder dryer full frame, 4 engines, spillway and a chimney, total power 4 x 18.5 kW, **industrial burner**, max. heat output 17.200.000 kCal/h, **mixer** type AMIX 2/3, cap. 3.300 kg, electronic weighing aggregates, **bitumen filler**, **second bitumen line** with automatic valve DN50, bag filter with IF roughing, compressor, cap. 2.43 m³/h, power 15 kW, group service filler, **finished product group silo**, total cap. 135 t, **boiler**, total power 500,000 kCal/h, max. temp. 280°C, **power bitumen gear pump**, tank cap. 45 ni3, electronic level indicator, computer control system with computer "SIMthesis", cold recycling group "RCA", etc.;

CLOSING: Thursday 3 APRIL from 15.00 hrs

Viewing by appointment

PHOTOS / Catalogue on our website

TENDER SALE

on behalf of our client

ASPHALT PLANT "AMMANN" GLOBAL 160 QUICK (2008)

Dimitrovgrad (Serbia)



**cap. 160 t/h, dosing output in 3 steps:
I: 3.2-80 t/h, II: 5.6-140 t/h, III: 8-200 t/h**

6 feed hoppers, 6 feeding belts, 2 vibrators for dosing hopper, collecting belts, **drying**: drum T2290 B, 180 °C, dim. 2200 x 9000 x 10 mm, 2-component monoblock burner, **dust collector** "AFA" 42000, filter head with dedusting 663 m², type: 3 x 87.5/396 2.5 DuO-3m, **mixing tower** "Global" 160/ 6/7/56t, elevator KE II, 180 t/h, axis distance 24 m, screen VA 1840-6, 33.7 m², 6 mineral components, temperature 350 °C, hot silo, cap. 56 t, 2 intermediate silos, with rotary/butterfly valves, probe for minimum level measurement, aeration and regulator lock, mixing unit MA2, 500-2000 kg, bitumen inlet pipe into the mixer, **storage silo** "Global" 100/2, 2 chambers / 45 t, **filler supply**, binding material supply E-bit etc.;

CLOSING: Tuesday 3 JUNE from 15.00 hrs

Viewing by appointment

PHOTOS / Catalogue on our website