



ПРВИ
СРПСКИ
**КОНГРЕС О
ПУТЕВИМА**



Први српски конгрес о путевима окупиће домаће и иностране стручњаке да изнесу своја виђења, искуства и стручне радове **о актуелним темама за ову област.**

ТРАГОВИМА БУДУЋЕГ РАЗВОЈА

Успех овако престижног скупа гарантују институције и људи од ауторитета који су га замислили и који су спремни да га одрже на највишем стручном нивоу.

За учеснике је превиђена **котизација** на нивоу оних које су уобичајене у нашем региону. Током конгреса, али у данима после његовог одржавања, у понуди ће бити широки спектар обилазака Београда и излета у околини града.

Позивамо **спонзоре** да што пре подрже Први српски конгрес о путевима и промовишу своје фирме на овом међународном скупу бирајући спонзорски пакет који им највише одговара.

организатори: ЈП "Путеви Србије" и Српско друштво за путеве "Via-Vita"

ТЕМЕ КОНГРЕСА

- Студије и пројектовање
- Стратегија развоја путног транспортног система
- Финансирање градње и одржавање путне инфраструктуре
- Одрживи развој и заштита околине
- Управљање путевима
- Изградња и одржавање путева и објеката
- Безбедност саобраћаја на путевима

ИНФОРМАЦИЈЕ
И ПРИЈАВЉИВАЊЕ

www.kongresoputevima.rs

контакт координатора : +381 63 250 669



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**



RASCO

za besprekorno obavljanje zimske službe

Samo pouzdani i uređaji sa velikim učinkom u radu prilikom održavanja prohodnosti puteva garantiraju da ćete ovu zimsku sezonu prebroditi bez snega i leda pod Vašim točkovima. Profesionalne snežne plugove i posipače potražite u zimskom proizvodnom programu kompanije RASCO. Njihov dizajn i izrada garantuje veliki učinak u radu, jednostavno, sigurno i dugotrajno korišćenje u najekstremnijim zimskim uslovima.

Idealan plug za čišćenje snega s Vaših saobraćajnica odaberite između 16 različitih modela snežnih plugova raspona 1.6 – 5.0 metara. Plugovi efikasno uklanjaju sneg sa puteva korišćenjem sistema aksijalnog nagiba, ugla upada i bočnog nagiba krila. Prepreke prelaze sa lakoćom zahvaljujući ugrađenom mehanizmu zakretnih noževa, višesegmentnoj konstrukciji i elastičnim vezama između krila i grede pluga. Upravljačke jedinice oblikovane za jednostavno korišćenje, laka i brza ugradnja doprinose jednostavnosti upotrebe plugova, a njihova sigurnost je potvrđena nemačkim sertifikatom sigurnosti (GS znak). Višesegmentni visoko elastični plug MOSOR PK se ističe kao plug savršeno prilagođen svakoj saobraćajnici. Jedinstvene elastomerske veze između krila i grede pluga i bočni odbojnici ga čine odličnim rešenjem za tiho pluzenje u urbanim sredinama.

Paleta od 12 različitih modela RASCO posipača zapremnine od 0.85 do 12.0 m³ omogućava izbor suvog, mokrog ili tekućeg posipanja uz prilagođavanje parametara posipanja uslovima na saobraćajnici. Prilagodljivost RASCO posipača garantuje veliki učinak u radu i tako ostvaruju značajne uštede uz beskompromisan kvalitet posipanja. Uz veliki učinak u radu, posipači su dizajnirani za jednostavnu ugradnju na razne tipove vozila, a intuitivne upravljačke jedinice osiguravaju jednostavno korišćenje posipača. Ugrađeni sigurnosni mehanizmi pružaju operateru sigurnu radno okruženje dok kvalitet izrade i besprekorna površinska zaštita osiguravaju dugovečnost proizvoda. Poseban naglasak stavljen je na SOLID liniju profesionalnih posipača. To su posipači optimizirani za napredne operacije održavanja saobraćajnica koji se mogu pohvaliti preciznim upravljanjem svim parametrima posipanja i širokim spektrom opcija praćenja rada posipača zahvaljujući ugrađenim EPOS upravljačkim jedinicama. Kao nadogradnja EPOS-u tu je ARMS – Advanced Road Management System, koji omogućuje praćenje celog voznog parka, sa programskim rešenjima za upravljanje, optimizaciju i nadzor nad izvršenim radovima. Izdvajamo SOLID L – posipač dizajniran za posipanje sa najtežim materijalima, poput peska sa visokim sadržajem gline i vlage, grube mokre soli, tucanika ili šljunka sa velikim sadržajem prašine. Snažnim lančanim transporterom izbjegava se efekt

tunela, a robustni i certificirani lanci lako nose sve vrste materijala do isipnog levka.

Za obavljanje poslova zimske službe RASCO odnedavno nudi i multifunkcionalno vozilo MUVO opremljeno snežnim plugom ili frezom, i posipačem. Zbog svojih malih dimenzija i vrhunskih manevarskih sposobnosti MUVO je idealan izbor za uske prostore. Kako je MUVO dizajniran za primenu tokom cele godine, van zimske sezone može se koristiti za komunalne poslove, od čišćenja ulica i održavanja zelenih površina do odvoza komunalnog otpada.

RASCO-va briga za proizvode ne završava se prodajom. Postprodajna podrška dostupna kroz mrežu ovlašćenih distributera i dostupnost rezervnih delova najmanje 10 godina od trenutka kupovine, dokaz su brige koju RASCO poklanja svojim Kupcima i partnerima kako bi im osigurao maksimalnu iskoristivost investicije u RASCO uređaje.

Osnovan 1990., RASCO kao ponosna porodična kompanija proizvodi i prodaje širok spektar proizvoda za zimsko i letnje održavanje saobraćajnica i pratećih površina u 27 Evropskih zemalja. Saradnja sa najpoznatijim svjetskim dobavljačima, vrhunska tehnologija proizvodnje i stalna ulaganja u razvoj garancija su RASCO kvaliteta. RASCO uređaji daju Vam jedinstvenu vrednost za novac uz nenadmašivu pouzdanost i dugotrajnost.



Posetite nas na
www.rasco.eu



Vrhunski kvalitet i efikasnost

Moderna tehnologija proizvodnje

Dizajn za najteže uslove rada

Proverena dugotrajnost



Pouzdani i efikasni uređaji za besprekorno obavljanje zimske službe.

RASCO profesionalni snežni plugovi i posipači dizajnirani su za najteže uslove rada. Zahvaljujući neprekidnom razvoju i tehnološkom usavršavanju, donose visoku vrednost za novac i značajne uštede bez kompromisa u kvalitetu.



SAOBRAĆAJNI INSTITUT

CIP

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.sicip.co.rs, E-mail: office@sicip.co.rs

The Highway Institute

Institut za puteve a.d. Beograd

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

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

www.highway.rs

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

BELGRADE



More than 60 years of experience
Više od 60 godina iskustva

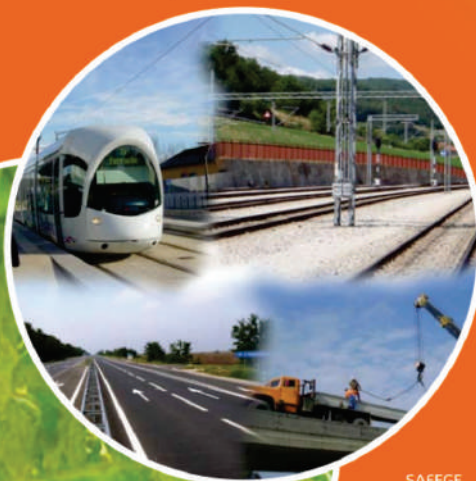


FEHRL

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 Главичић, 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 "IG", Бања Лука

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

мр Боровоје Алексић, дипл. инж. саоб.
С-проект, Београд

Главни и одговорни уредник:

др Драженко Главичић, 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 и на интернету, на сајту Српског друштва за путеве: www.via-vita.org.rs/, и на сајту <http://scindeks.nb.rs/>

Насловна страна: Bing Images

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
Број 4 • Октобар-Децембар 2013 • Година LIX

VIA – VITA!

ОБАВЕШТЕЊЕ бр. 1

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. 2

Научно стручни часопис Српског друштва за путеве “Пут и саобраћај” је и ове године успешно наступило на сајму књига, где је био присутан у оквиру штанда центра за промоцију науке.

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, 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; Предузеће „Србија пут“ а.д.; ПЗП „Београд“ а.д., Енергопроект, ПЗП „Крагујевац“ а.д.; А.Д. „Војводинапут“ Панчево, „Војводинапут - Бачкапут“ А.Д. Нови Сад; „Војводинапут“ А.Д. Зрењанин; ПЗП „Ниш“ а.д.; А.Д. за путеве „Крушевацпут“; ЈКП „Београд пут“; „Мостоградња“ а.д. Београд; А.Д. „Нови Пазар-Пут“; ПЗП „Пожаревац“ а.д.; „Путеви“ А.Д. Чачак; „Путеви-Ивањица“ д.о.о.; А.Д. „Путеви“ Пожега; А.Д. „Путеви“ - Ужице; А.Д. „Сремпут“ – Рума; „Србијааутопут“ а.д.; „Унијапромет“ д.о.о. Чачак, ПЗП „Врање“; ПЗП „Ваљево“ а.д.; „Војпут“ Суботица; „Геолуп“; Београд; „Viarprojekt“ Београд; „Урбиспројект“, Нови Сад; „Шидпроект“ Шид; „Енергопроект“ 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 Ниш; Факултет техничких наука Нови Сад; „Ратко Митровић - Нисоградња“ 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 Путеви 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 4

Октобар-Децембар 2013 • Година LIX

САДРЖАЈ

Dusan Jolovic, M.Sc. Aleksandar Stevanovic, PhD Jelka Stevanovic, M.Sc. Ocena saobraćajno-reaktivnog sistema promene signalnih planova u oblasti nalik simulacionom okruženju	5
prof. dr Valentina Basarić, dis mr Nataša Jovanović-Martins, dis prof. dr Vuk Bogdanović, dis Značaj saobraćajnih modela u kreiranju POUM	11
доц. др Јасмина Буневска Талевска, дис. проф. др Марија Маленковска Тодорова, дис. проф. др Иво Дукоски, дис. Систем за подршку одлукама за побољшано управљање Idv токовима кроз централну пословну зону Битоле, Македонија	17
доц. др Драженко Главић, дис. SWOT анализа система наплате путарине у Европи	21
доц. др Игор Јокановић, дипл. грађ. инж. Применљивост уговора о одржавању путева према дефинисаном нивоу услуге у Босни и Херцеговини	31
др Ана Вулевић, дипл. просторни планер Анђелка Туфегџић, дипл. просторни планер доц. др Богдан Лукић, дипл. просторни планер мр Александар Ђорђевић, дипл. просторни планер Михелић Милан, дипл. просторни планер Улога друмског саобраћаја у примени методолошке концепције саобраћајне приступачности у Просторном плану Републике Србије	43
Bojan Besednik, dipl. inž. grad. – master Master plan aerodroma Divci – Valjevo sa idejnim rešenjem manevarskih površina	51
Љиљана Тривић, дипл. инж. грађ. Милица Бугарчић, инж. грађ., студент мастер студија др Горан Младеновић Примена геомрежа за рехабилитацију флексибилних коловозних конструкција	65
проф. др Крсто Липовац, дипл. инж. саобраћаја Душко Пешић, мастер. инж. саобраћаја Ненад Марковић, мастер. инж. саобраћаја Милош Миљковић, мастер. инж. саобраћаја Траке за возила са високом попуњеношћу - будућност одрживог саобраћаја?	75
Милош Петровић, дипл. инж. грађ. Изградња саобраћајних тунела	83

Number 4

October-December 2013 • Volume 59

CONTENTS

Dusan Jolovic, M.Sc. Aleksandar Stevanovic, PhD Jelka Stevanovic, M.Sc. Evaluation of a practical traffic responsive pattern selection signal system in field-like simulation environment	5
Valentina Basarić, PhD Nataša Jovanović-Martins, MSc Vuk Bogdanović, PhD Transport models as important tools for creating Sump	11
Jasmina Bunevska Talevska, PhD, TE Marija Malenkovska Todorova, PhD, TE Ivo Dukoski, PhD, TE Decision support system for improved management of Idv flows through central bussines district of Bitola, Macedonia	17
Drazenko Glavic, Ph.D. T.E. SWOT analysis of toll systems in Europe	21
Igor Jokanović, Ph.D., C. E. Applicability of performance based road maintenance contracts in Bosnia and Herzegovina	31
Ana Vulević, Ph.D., BSc. urban planner Anđelka Tufegđić, BSc. urban planner Bogdan Lukic, Ph.D. urban planner Aleksandar Djordjevic, B. Sc. urban planner Mihelić Milan, BSc. urban planner The role of the road transport at the application of methodological conception of transport accessibility in the Spatial plan of the Republic of Serbia	43
Bojan Besednik, M.Sc.C.E. Master plan of the airport Divci – Valjevo with design solution of the maneuvering areas	51
Ljiljana Trivić, B.Sc.CE Milica Bugarcic, B. CE, master student Goran Mladenović, Ph.D. B.Sc.CE Use of geogrids for rehabilitation of flexible pavements	65
Krsto Lipovac, Ph.D. T.E. Duško Pešić, M.Sc. T.E. Nenad Marković, M.Sc. T.E. Miloš Miljković, M.Sc. T.E. Lanes for vehicles with high occupancy - the future of sustainable traffic?	75
Miloš Petrović, B.Sc.CE Construction of traffic tunnel	83

ПУТ И САОБРАЋАЈ

Journal of Road and Traffic Engineering

научно-стручни часопис за путно инжењерство

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

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

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

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

Научни чланци:

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

Стручни чланци:

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

ТЕХНИЧКИ ЗАХТЕВИ И УПУТСТВО АУТОРИМА

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

Припрема рукописа

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

АПА СТИЛ БИБЛИОГРАФСКОГ ЦИТИРАЊА

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

Монографска публикација:

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

Пример:

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

Приређено издање:

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

Пример:

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

Вишетомно дело:

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

Пример:

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

Нештампани рукопис:

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

Пример:

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

Прилог у периодичној публикацији:

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

Пример:

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

Прилог доступан преко интернета:

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

Пример:

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

EVALUATION OF A PRACTICAL TRAFFIC RESPONSIVE PATTERN SELECTION SIGNAL SYSTEM IN FIELD-LIKE SIMULATION ENVIRONMENT

Dusan Jolovic, PhD Student,
New Mexico State University, Las Cruces, NM, djolovic@nmsu.edu
Aleksandar Stevanovic, Assistant Professor,
Florida Atlantic University, Boca Raton, FL, aleks.stevanovic@fau.edu
Jelka Stevanovic, Research Consultant,
Boca Raton, FL, jelkastev@yahoo.com

Review paper

Abstract: *Signal timing patterns can be introduced in traffic signal operations in various ways. One of such ways is called Traffic Responsive Pattern Selection system (TRPS), which uses aggregated counts and occupancies from the detectors to select appropriate signal timing patterns during the day. Objective of this study is to evaluate benefits of a TRPS system when compared to signal timing patterns introduced by a time-of-day (TOD) scheduler. By using COM interface in VISSIM, a field-like TRPS system is replicated and linked to the microsimulation software VISSIM. The TRPS moderately improves delays while it negatively impacts number of stops.*

Keywords: *traffic responsive, microsimulation, calibration, validation, signal timing.*

OCENA SAOBRAĆAJNO-REAKTIVNOG SISTEMA PROMENE SIGNALNIH PLANOVA U OBLASTI NALIK SIMULACIONOM OKRUŽENJU

Dusan Jolovic, PhD Student,
New Mexico State University, Las Cruces, NM, djolovic@nmsu.edu
Aleksandar Stevanovic, Assistant Professor,
Florida Atlantic University, Boca Raton, FL, aleks.stevanovic@fau.edu
Jelka Stevanovic, Research Consultant,
Boca Raton, FL, jelkastev@yahoo.com

Pregledni rad

Sažetak: *Signalni planovi se mogu iskoristiti u saobraćajnim operacijama na nekoliko načina. Saobraćajno-reaktivni sistem promene signalnih planova (TRPS) koristi sumirane podatke sa detektora (broj vozila i vreme zauzetosti detektora) da bi odredio optimalni signalni plan tokom dana za svaku raskrnicu na posmatranom koridoru. Cilj ove studije je da istraži prednosti TRPS sistema u odnosu na raskrsnice sa već predefinisanim signalnim planovima (aktivacija signalnog plana po dobu dana). Koristeći SOM interfejs u VISSIM-u, TRPS sistem je programiran i povezan sa mikrosimulacionim softverom VISSIM. Rezultat je da TRPS smanjuje vreme putovanja (smanjuje kašnjenje vozila) dok sa druge strane povećava broj zaustavljanja vozila na mreži.*

Ključne reči: *saobraćaj reaguje, microsimulation, kalibraciju, validaciju, tajming signala.*

1. INTRODUCTION

One of the approaches to manage diurnal fluctuations in the traffic volumes is a Traffic Responsive (TR) control. The TR control was first developed in the '70s when a UTCS federal project in Washington D.C. was executed [1]. This project set the standards for TR control for the last 35 years [2]. Traffic studies conducted so far showed that the TR systems could significantly improve overall traffic performances in the traffic networks. An advantage of the TR operations is that implementation of the signal timing patterns depends on the traffic fluctuations in the field and it is not predetermined by the time of the day. Also, upgrading signal system operations from TOD mode to a TR mode is much more cost effective than some other alternatives (e.g., traffic adaptive).

The two common mechanisms of TR systems deployed in the field are threshold-based TRs and pattern-matching TRs. The threshold-based TRs use aggregated counts and occupancies from the detectors, while pattern-matching TRs utilize raw traffic data. Benefits of the TR systems can be evaluated in the field by comparing the data (number of stops, travel times, vehicle delays) collected in the field while TOD mode was running (before conditions), with the data collected after a TR system is fully operational in the same network (after conditions). However, if the TR parameters and thresholds are not set up properly, the field tests may cause disturbances in the traffic operations and deteriorate traffic performances on the corridor.

As an alternative, TR systems can be evaluated in the microsimulation software. However, no commercially available software comes with an embedded TR logic. Each TR logic, which is to be used in a microsimulation model, requires development of an additional program that can replicate operations of a TR signal system. Still, by using microsimulation as an evaluation tool, one can test various and unusual traffic conditions such as traffic incidents, lane closures or increased traffic volumes due to traffic-generator events (concerts, sport games, etc.). Conducting such evaluations in the field would be unsafe, expensive, and much more difficult to execute.

Objective of this study is to evaluate benefits of a TRPS system when compared to signal timing patterns introduced by a TOD scheduler. In a practice-oriented manner, authors try to utilize real-world intersection controller methodology coupled with an extensively calibrated and validated VISSIM microsimulation model.

2. LITERATURE REVIEW

Biggest challenges researchers have regarding the development of the traffic responsive control systems are related to the signal timings plan selection for

particular traffic patterns and transition between signal timing plans since directional flows at each intersection can vary significantly. Some of the previous researches conducted on TR systems are summarized herein.

Nelson et al. [3] focused on single controller diamond interchanges, impact of emergency vehicle preemption on a signalized operations and advanced real time control parameters.

Yang [4] worked on development of TR control optimization for special events. By using a neural network approach, author successfully developed effective signal timings for surge of high volume of traffic. The results showed 4.6% decrease in average delay per vehicle when compared to existing timing plans.

Fouladvand [5] developed and tested stochastic model on a single intersection with two one-way approaches. The author's TR algorithm was based on cut-off queue length and cut-off density. It was found that the developed system generated signal timing plans which were more efficient than the TOD method.

In his master thesis, Sharma [6] presented how to set up the TRPS mode in traffic controllers. He showed that the TRPS mode can be efficiently set up using a neural network approach.

Abbas and Sharma [7] recognized that the TRPS control is a pattern recognition problem of different traffic states. Using discriminant analysis (Bayesian based approach) authors suggested a robust method for the TRPS optimal parameters and thresholds selection on the test bed in Texas. The authors pointed out that the timing plans should be assigned to distinct traffic states.

Abbas et al. [8] developed a methodology that selects optimal parameters, thresholds and timing plans for a TRPS control system. The methodology consists of data clustering, correlation analysis, O-D analysis, generation of patterns, and finding and validating best timing plans. Validation is conducted using CORSIM tool and the research produced simplified guidelines for the TR system implementation.

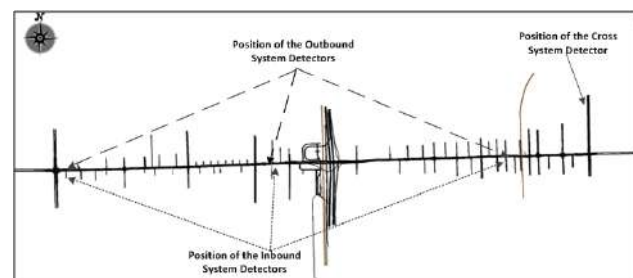
Sayers & Bell [9] used fuzzy logic for the traffic responsive signal control strategy. To properly monitor variation in traffic flows the authors placed several inductive loop detectors on every intersection approach; in each lane at different distances from the stop line. Authors found that this approach resulted in a quicker allocation of green time to appropriate approaches and significant reduction in intersection delay.

Abbas and Sharma [10] used a Genetic Algorithm to select best timing plans and to assign predetermined plans with grouped traffic flow states. The study concluded that fourteen timing plans identified in the study yield savings of 53% in delay and 19% in number of stops.

Pesti et al. [11] implemented a TRPS control at four sites in Texas and conducted before and after studies to compare average travel speeds and delays. The outcome of the project was a step-by-step field manual to guide field technicians in process of TRPS implementation.

3. METHODOLOGY

The methodology of this study consists of two parts. In first part, significant effort was applied to accurately build, calibrate, and validate microsimulation model. Second part of the methodology covers development of a TRPS system, including development of signal timing patterns [8] in Synchro, development and implementation of TRPS logic in VISSIM COM interface, and fine-tuning of TRPS parameters. The modeled segment of Broward Blvd encompasses 19 signalized intersections (with addition of one railroad crossing), from State Road 7 (West side) to Federal Hwy (East side), as shown in Figure 1.



1 Broward Blvd, Broward County, FL

VISSIM model is developed for 18 hours in total, from 6AM until Midnight. Model was calibrated based on a Turning Movement Counts (TMCs) collected by Broward County Traffic Engineering Division (BCTED) and Florida Department of Transportation (FDOT). The calibration process was performed manually, by adjusting speed distributions, implementation of reduced speed areas, desired speed decisions, and basic driving behaviors parameters available in VISSIM. Validation of the model was performed through a comparison of modeled and field travel times, measures between intersection corridor segments. After significant amount of model fine-tuning, both calibration and validation results showed a very close match between outputs from the model and the data collected in the field. Calibration results are shown in Figure 2. More about the details of calibration and validation approaches can be found elsewhere [12].

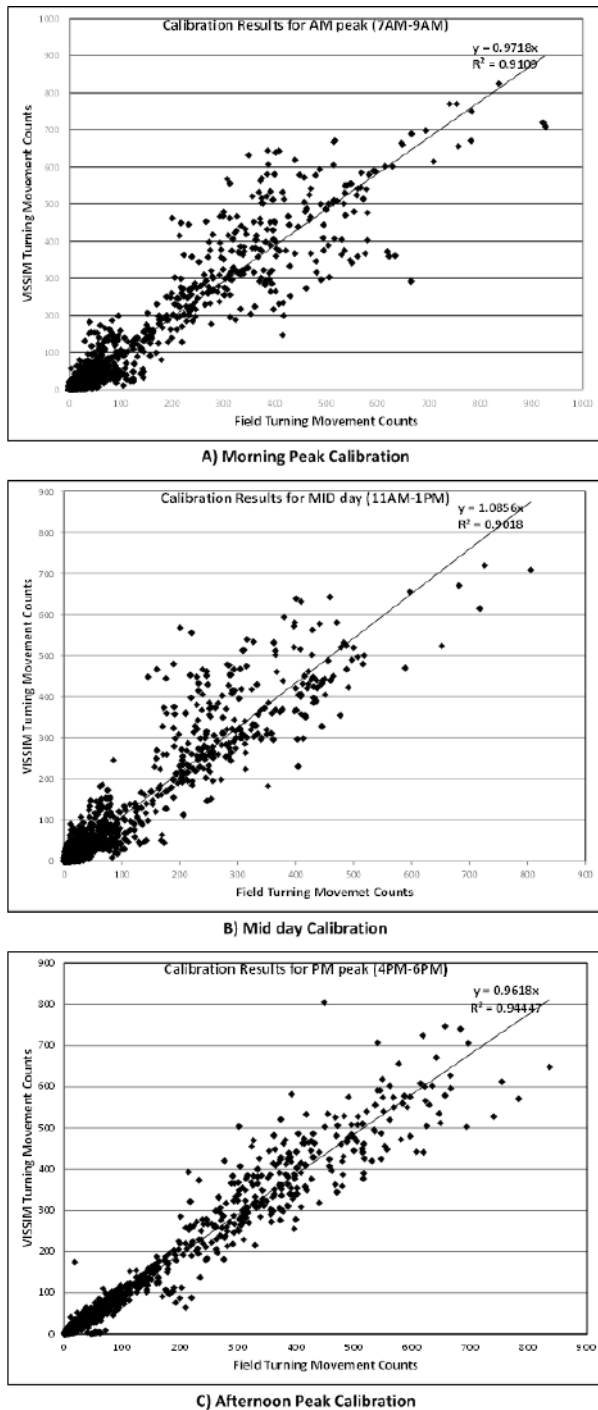


Figure 2 Calibration of VISSIM Model

3.1. TRPS Methodology

For the purpose of implementing a TRPS system with enough patterns to choose from, a Synchro (as the most frequently used practical signal retiming tool) was used to develop eight new signal patterns. These patterns were based on the traffic volumes extracted for each intersection from calibrated and validated VISSIM model. Despite its strength over TOD plans (it can reduce deterioration of signal timing plans, easily

handle diurnal shifts in traffic demands, etc.) there are many parameters that need to be set and fine-tuned. This time-consuming TRPS-parameters fine-tuning process is one of the reasons why most of the traffic signal agencies that develop signal timing strategies in-house, stay away from implementation of TRPS systems. This study focuses on a threshold-based logic, which is very similar to the one described in manuals for setting Naztec controllers [2].

The first step of setting up a TRPS is definition of system detectors, which are used to control TRPS parameters. There are generally three groups of detectors:

- Inbound detectors
- Outbound detectors
- Cross street detectors

In the microsimulation model these detectors are represented with the Data Collection Points, since they are not really detectors that directly control vehicle actuations at signals. After the detectors are defined, initial simulation runs are conducted in order to get volume outputs from each detector. Maximum observed volume (in veh/min) serves to calculate “Full Rate Volume” defined with the equation [1]:

$$\text{Full Rate Volume} = \frac{\text{Maximum Observed Volume}}{0.80} \quad [1]$$

Full rate volume is defined for each detector class. Second parameter to be defined in this step is “Full Rate Occupancy”. To increase the resolution of the data, this parameter is reduced from initial value of 100% to 20%-40%, depending on a detector group.

In the next step, smoothed volume and smoothed occupancy are calculated for all three groups of the detectors. To calculate these values, a constant called ‘smooth value’ has to be predefined for each detector in the groups previously defined. This is a unique value for each detector that controls how much weight is given to new detector readings versus previous values, and once defined, it cannot be varied during the day. Equations [2,3] for calculation smoothed volume and smoothed occupancy are given as follows:

$$\text{Smooth Vol} = \frac{\text{New Vol} \cdot (100 - \text{Smooth Val}) + (\text{Old Vol} \cdot \text{Smooth Val})}{100} \quad [2]$$

$$\text{Smooth Occ} = \frac{\text{New Occ} \cdot (100 - \text{Smooth Val}) + (\text{Old Occ} \cdot \text{Smooth Val})}{100} \quad [3]$$

where:

New Vol – volume gathered from the detector for current 15-min period in (veh/min)

Smooth Val – a constant defined for each system detector

Old Vol – volume gathered from the detector for previous 15-min period in (veh/min)

New Occ – occupancy gathered from the detector for current 15-min period

Old Occ – occupancy gathered from the detector for previous 15-min period

By using smoothed values calculated with [2,3], volume and occupancy percentages are estimated for each detector group using the following equations:

$$Vol\% = \frac{\text{Smoothed Vol}}{\text{Full Rate Volume}} \quad [4]$$

$$Occ\% = \frac{\text{Smoothed Occ}}{\text{Full Rate Occupancy}} \quad [5]$$

In the 3rd step, each system detector is assigned a volume (c_n) scaler and occupancy (k_n) scaler. Scalers are used as weights to give relative importance to volume and occupancy, but also for relative importance of volumes/occupancies from different detectors (if a flow from one detector is more important than other, e.g. blocking a railroad tracks). Scalers can be assigned values from 0 to 9. If a certain detector is placed in an area where the traffic noticeably changes by time of day, that detector should have a higher scaler. If a detector is not adding any value to the pattern selection process (i.e., the detector is not placed in an area where the volumes are different from pattern to pattern), it should be removed from the calculation (i.e., assign scaler value of zero to that detector). Once the scalers are determined, traffic responsive flow values for each detector group (inbound, outbound, cross street) are calculated. Proper calculation of the flow values is a very important step, since all of the later parameters are based on these values.

In 4th step, Cycle, Offset and Split Parameters are calculated based on the TR flow values, which are updated every 15 minutes. These parameters range from 0 to 100% and are used to perform an offset-table lookup to select the proper signal-timing pattern, which a signal controller executes in the field. These parameters are critical for the quality of a TRPS system. If they are not properly estimated, benefits of the TRPS system may be small or nonexistent. Following equations show how Cycle, Offset and Split parameters are calculated:

$$\text{Cycle Index} = \text{Max}(\text{Flow}_{\text{inbound}}, \text{Flow}_{\text{outbound}}) \quad [6]$$

$$\text{Split Index} = \left(\frac{\text{Flow}_{\text{cross}} - \text{Cycle Index}}{\text{Flow}_{\text{cross}} + \text{Cycle Index}} \right) \cdot 50 + 50 \quad [7]$$

$$\text{Offset Index} = \left(\frac{\text{Flow}_{\text{inbound}} - \text{Flow}_{\text{outbound}}}{\text{Flow}_{\text{inbound}} + \text{Flow}_{\text{outbound}}} \right) \cdot 50 + 50 \quad [8]$$

From the equations [6,7,8], it is clear that the Cycle Index varies cycle length as a function of maximum directional hybrid value consisted of volume and occupancy. Similarly, the Split Index depends on relative importance of the cross street traffic whereas the Offset Index varies according to weights of directional hybrid (volume and occupancy) flows. In order to implement this logic in VISSIM, the authors developed an algorithm, which retrieved (through the COM interface) detector data from VISSIM to calculate TRPS indices and further return specific signal timing

patterns for that time of the day. The signal timing patterns are picked from matrices as cross-sectional values of Cycle Indices and Split Indices. These Cycle Index – Split Index matrices are developed for 3-4 Offset Indices which are usually based on diurnal periods where inbound/outbound traffic flows are dominant or not.

In practice, the indices and threshold values, which specify how quickly the algorithm moves within each matrix and between matrices, are based on the initial traffic flow values recorded during TOD operations. Later, the TRPS process can be reiterated a few times until selection of the TRPS traffic signal patterns converges. The threshold values are contained in threshold tables which have an increasing and decreasing columns. The values in these two columns are always different (for the same index) thus preventing TRPS to oscillate (if threshold values are selected properly) between two nearby traffic signal patterns. Table lookup procedure is the core of TRPS methodology and it requires significant amount of time to fine-tune TRPS parameters (threshold values and traffic signal patterns). Authors used outputs from Synchro and VISSIM to determine number of Offset indices (which determines a number of Cycle Index – Split Index matrices). Based on the obtained data - three matrices were developed.

In the next step, based on an offset index and values calculated in [8], the TRPS algorithm chooses a particular matrix to lookup for the traffic signal patterns. Each column in the matrix is assigned to a specific Split Index and each row is assigned to a Cycle Index. Traffic signal patterns are then assigned to cells according to when during the day they would be needed but observing that they fit within the ranges of Cycle and Split indices. On the other hand, multiple traffic signal patterns with the same cycle length but various splits will occupy the same row (the same Cycle Index) but various columns (various Split Indices); and vice versa. When the Cycle and Split indices are determined based on the parameters calculated with [6,7,8] and the thresholds are defined, TRPS algorithm will lookup for the proper matrix's cell based on the indices assigned to that row/column. Traffic signal pattern within cell will be selected for implementation for that period of time. If there are no changes in the indices from previous iteration, the pattern will not change. Further explanation of the applied TRPS method can be found in literature [2].

4. RESULTS AND CONCLUSIONS

Two experimental scenarios were created and evaluated in this study. The first scenario represented three TOD signal timing patterns, which are used (and fine-tuned) in the field. The second scenario represented the TRPS system with eight new traffic signal patterns, developed in Synchro. These TRPS signal patterns were applied (without field fine-tuning)

through VISSIM's RBC controllers after the TRPS algorithm processed VISSIM's detector data from a TOD run. To test how the TRPS method works for fluctuation in traffic flows the authors made two modifications in original VISSIM's traffic demand:

1. VISSIM traffic inputs (elements which generate traffic flows/demand) were designated as stochastic which meant that their actual traffic flows can vary by $\pm 25\%$ from their nominal values.
2. Diurnal variations in traffic flows (traffic inputs) were modified in such a way that the AM peak starts an hour later and PM peak starts an hour earlier than their usual starting times.

These modifications were made to create enough variations in traffic flows so that the TRPS can achieve full benefit. All of the scenarios were evaluated through the same 5 randomly seeded runs (to provide comparable outputs) in VISSIM 5.3. Each simulation run was 18-hour long (6AM-12AM) with 15 minutes of warm-up time. Figure 3 shows profiles of directional arterial traffic flows and traffic signal patterns which were executed during the same time. On the primary axis number of vehicles is plotted, while on secondary axis, number of particular pattern activated is drawn.

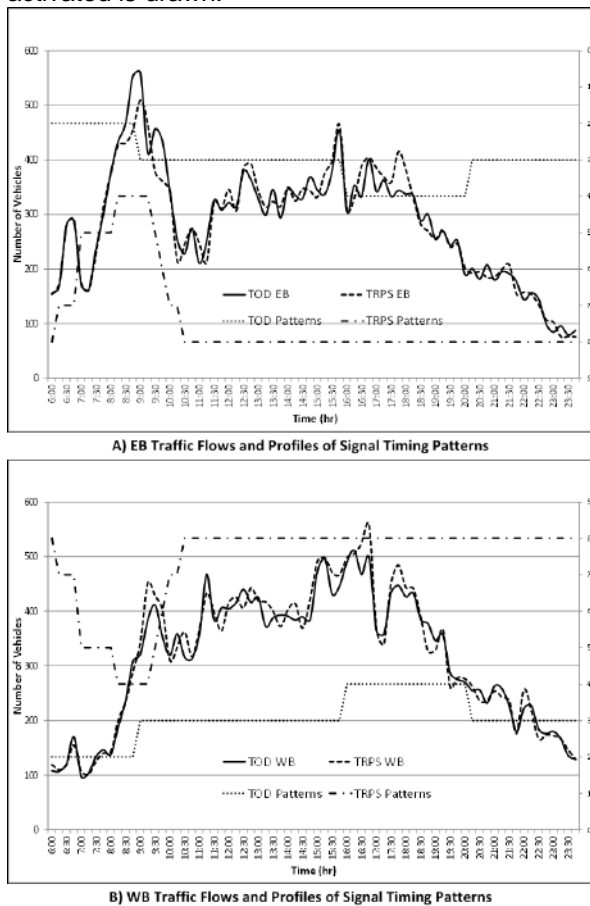


Figure 3 Profiles of Traffic Flows and Signal Timing Patterns

It can be observed that the eastbound traffic reaches its peak in the morning, while westbound traffic reaches its (not-so-accentuated) peak in the afternoon, which confirms the field conditions. Further, Figure 3 shows that the TRPS mode picks up four patterns for the morning hours, and after around 10:30 AM locks in a single pattern for the rest of the day. On the other hand, TOD patterns are activated at predetermined times of the day. Figure 4 shows reveals further that the TRPS system yields lower delay but creates more vehicular stops.

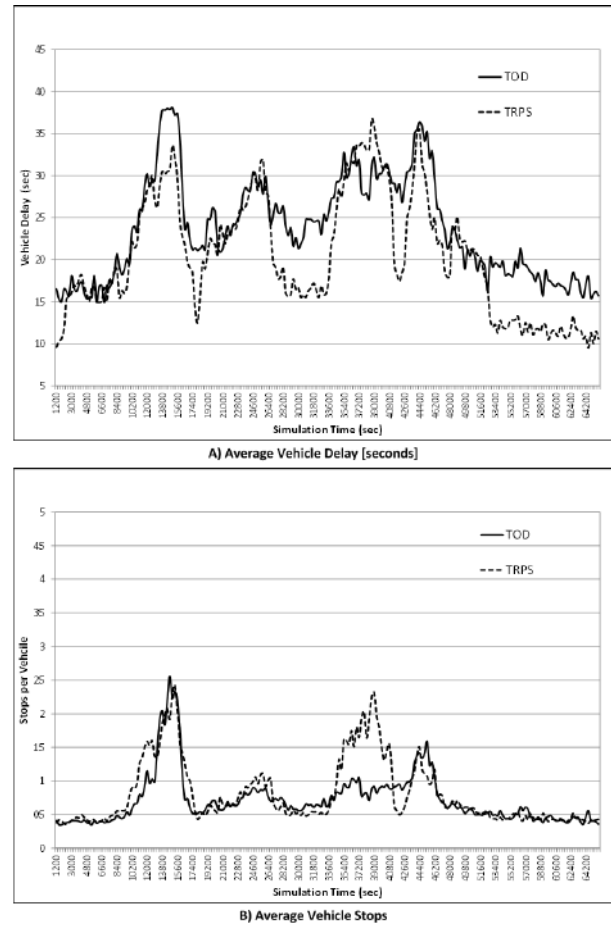


Figure 4 Diurnal Variation of Performance Measures for TOD and TRPS

This is especially visible during afternoon peak, when the TRPS runs pattern # 8 with a cycle length of 80 seconds, whereas TOD method utilizes a cycle length, which is as twice as long (160 seconds). This shorter cycle obviously reduces delay but introduces additional stops because it probably spoils corridor's progression. Surprisingly, the TRPS decides to run a single pattern for most of the day, which needs to be further investigated.

Two possible speculations for such behavior of TRPS system are:

1. The TRPS system is not fine-tuned properly; either because there was a systematic error in the way parameters were set up, or traffic conditions (which are considered when creating signal timing patterns) are not volatile enough to generate a robust set of signal timing patterns.
2. The TRPS system does not work well simply because it needs more than 8 signal timing plans to effectively use its 'logical infrastructure'. Currently 3 offset matrices are used with 36 possible patterns in each, whereas there are only eight signal timing patterns (RBC's limitation) that need to be assigned to 108 cells.

Objective of this study was to evaluate benefits of a Traffic Responsive Pattern Selection (TRPS) system when compared to signal timing patterns introduced by a TOD scheduler. The authors used a 19-intersection segment of Broward Blvd, in Broward County, FL, to compare performance of TOD plans from the field and TRPS system using artificially developed signal timings in Synchro. The experiments were conducted on accurately calibrated and validated microsimulation model, which run 18 hours to resemble diurnal operations. Following conclusions are reached in the study:

When developing TRPS system, it is desired to have at least a month of field traffic data to capture the variability of traffic flows. TRPS outperforms TOD method in terms of delay but it is significantly worse in terms of number of stops.

- Setting a TRPS system is not a trivial task. After spending days on this task, the authors feel that they have not reached the optimal point. There are several unknowns (when setting a TRPS system), which can be correlated to each other. If an evolutionary algorithm needs to be applied (as the common logic suggest) it is questionable how practical a TRPS system is for field implementation (maybe this is a reason why we do not see so many of them).
- Signal timing patterns developed in Synchro may be based on false premises – Synchro may not be able to find what the best and most robust signal timing pattern is for VISSIM. TOD signal timings which are deployed in field may be much more robust due to frequent fine-tuning.
- TRPS requires plenty of signal patterns to be developed and tested in the microsimulation model in order to find the best ones. Eight patterns implemented in RBC may be insufficient.

Several issues should be addressed in the future. Manual fine-tuning of TRPS parameters need to be continued but also an automatic evolutionary procedure (e.g. Genetic Algorithm) should be considered. The problem with maximum number of signal timing patterns should be bypassed and new signal timing patterns should be developed.

Finally, various traffic scenarios should be tested to ensure robustness of the signal timing patterns and the TRPS system. Considering that this corridor will be covered with a lot of field data, it will be interesting to see how abundance of the field data can be used to develop a reliable and responsive TRPS system.

References

- [1] Gartner N. (1982). Demand-Responsive Decentralized Urban Control. Part I: Single-Intersection Policies, Phase I Report, USDOT, Research and Special Programs Administration, Washington D.C., 89pg.
- [2] Naztec Operations Manual, TS2 Closed Loop Systems (2004), Naztec Inc.
- [3] Nelson, E. J., M. Abbas, G. E. Shoup, and D. M. Bullock. Development of Closed Loop System Evaluation Equipment and Procedures. Publication FHWA/IN/JTRP-2000/05. Joint Transportation Research Program, Indiana Department of Transportation and Purdue University, West Lafayette, Indiana, 2000. doi: 10.5703/1288284313191.
- [4] Yang, J. S. (2004). Special Events Traffic Signal Timing Control via a SPSA Optimization Algorithm—A Case Study. CD-ROM: Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., 2004
- [5] Fouladvand, M.E., Sadjadi, Z. and Shaebani, M.R. (2004). Optimized Traffic Flow at a Single Intersection: Traffic Responsive Signalization. In: Journal of Physics A: Mathematical and General, Vol. 37, pp. 561-576.
- [6] Sharma, A. (2004). "Determination of Traffic Responsive Plan Selection Factors and Thresholds Using Artificial Neural Networks". Civil Engineering Faculty Publications. Paper 34. <http://digitalcommons.unl.edu/civilengfacpub/34>
- [7] Abbas, M. and Sharma, A. (2004). "Configuration of Traffic-Responsive Plan Selection System Parameters and Thresholds: Robust Bayesian Approach". Civil Engineering Faculty Publications. Paper 16. <http://digitalcommons.unl.edu/civilengfacpub/16>
- [8] Abbas, M., Chaudhary, N. A, Sharma, A., Venglar, S.P. and Englbrecht R.J. (2004). Methodology for Determination of Optimal Traffic Responsive Plan Selection Control Parameters. Report 0-4421-1. TxDOT, Research and Technology Implementation Office, Austin, TX, pg. 84.
- [9] Sayers, T. and Bell, M. G. H. (1996). Traffic Responsive Signal Control Using Fuzzy Logic—A Practical Modular Approach. In: Proceedings of the Fourth European Congress on Intelligent Techniques and Soft Computing, Aachen, Germany, pp. 2159-2163.
- [10] Abbas, M. and Sharma, A. (2006). Multiobjective Plan Selection Optimization for Traffic Responsive Control. Journal of Transportation Engineering, Vol. 132(5), pg. 376-384.
- [11] Pesti, G., Chaudhary, N. and Abbas, M. (2007). Implementation of Traffic Responsive Control on TxDOT Closed-Loop System. Report 5-4421-01-2, TxDOT, Research and Implementation Office, Austin, TX, pg. 56.
- [12] Stevanovic, A.Z., and Gundogan, F. "Calibration of microsimulation models for ITS applications." Presented at the 19th World Congress on Intelligent Transportation Systems, October 22-26, 2012, Vienna, Austria.

TRANSPORT MODELS AS IMPORTANT TOOLS FOR CREATING SUMP

Valentina Basarić, PhD

University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, plast@uns.ac.rs

Natasha Jovanović-Martins, MSc

United Nations Development Programme – UNDP Serbia,
natasha.jovanovic.martins@gmail.com

Vuk Bogdanović, PhD

University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, vuk@uns.ac.rs

Review paper

Abstract: *SUMPs represent a breakthrough in the way urban mobility is addressed, since they pave the way for a shift from a short-term, mainly operational supply-oriented approach to a more long-term strategic approach covering both urban passenger and urban freight transport, and where the integration of land use and transport planning is regarded as a critical factor. By highlighting the drawbacks of the classical modelling methodology, the authors emphasize the inclusion of parameters that favour the car usage in the final simulation results. Managing travel demand and reducing dependence on car use is at the foundation of modern transport planning methodology.*

Key Words: *Urban transport, Travel demand, Four-step model, SUMP, Modal split, Mobility, Sustainability*

ZNAČAJ SAOBRAĆAJNIH MODELA U KREIRANJU POUM

Valentina Basarić, dr

Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, plast@uns.ac.rs

Nataša Jovanović-Martins, mr

Program Ujedinjenih nacija za razvoj - UNDP Srbija,
natasha.jovanovic.martins@gmail.com

Vuk Bogdanović, dr

Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, vuk@uns.ac.rs

Pregledni rad

Rezime: *Planovi održive urbane mobilnosti (POUM, eng.SUMP) predstavljaju inovaciju klasičnog koncepta definisanja i planiranja urbane mobilnosti. Klasične kratkoročne strategije zasnovane na pristupu "predvidi i obezbedi" zamenjuju se dugoročnijim strategijama razvoja urbanog transporta putnika i robe i pre svega podrazumevaju da je ključni factor svake strategije integrisano planiranje saobraćaja i korišćenja zemljišta. Sveobuhvatnom kritičkom analizom klasičnih modela koji se koriste u planiranju saobraćaja, autori su imali za cilj da ukažu na glavni nedostatak klasične metodologije – uključivanje parametara koji favorizuju korišćenje putničkog automobila u kranjim rezultatima simulacija. Upravljanje saobraćajnom potražnjom i smanjivanje zavisnosti od korišćenja putničkog automobile ističe se kao osnova savremene metodologije planiranja saobraćaja.*

Ključne reči: *Urbani saobraćaj, Saobraćajna potražnja, Četvorostepeni lanac modela, POUM, Vidovna raspodela, Mobilnost, Održivost*

1. INTRODUCTION

Development of urban transport planning methods based on the system analysis principles and application of computer technology began in mid-twentieth century in the US, prompted by the growing traffic problems caused by rapidly increasing number of cars on the roads and city streets. The basic principle consisted of forecasting the increase in travel demand and the construction of road and street network that would primarily meet the growing needs of the passenger car users. Even though such an approach showed increasingly negative impact on the economic, social and environmental aspects of urban life, it remained a dominant way of "solving" the city traffic problems until the beginning of the 21st century.

Application of the classical predict-and-provide approach in solving transport problems in towns can no longer result in a sustainable solution due to greater demands for the use of passenger cars and limited capabilities of infrastructure capacity [4, 10]. Public transport, bicycles and walking are becoming less attractive while the dependence on passenger cars is increasing [1].

The concept of sustainability goes far beyond the need to respond by managing road traffic flows and their impacts, because it should also address, for instance, the cost of mobility in relation to social exclusion, economic and social cohesion, and the demographic changes that shapes the structure of European cities. Reducing the number of cars on the city roads is a necessity, in order to humanize the city by creating conditions for safe and convenient movement of pedestrians and cyclists and efficient operation of public transport.

Transport models are an important tool for forecasting future transport demands and transport system management. The use of the four-step model in meeting these goals has been criticized for a number of years, mostly due to the fact that conventional models infer future demands solely from the present data, i.e. they do not provide instruments for managing transport demand. The analysis presented in this paper identifies and assesses the key shortcomings of standard demand modeling procedures—the inclusion of parameters that favor the use of the passenger car.

Urban mobility issues are complex and cannot be successfully solved by simple transport plans. They require radical new policy instruments together with an integrated approach to mobility and the design of our cities. Sustainable Urban Transport (Mobility) Plans (further in the text referred as SUMP) have been strongly recommended by the European Union as the foundation upon which a new approach to transport can be built.

A shared assumption in Europe is that the terms “mobility” and “transportation” can be interchanged and neither this difference in terminology nor the different names they have throughout Europe change the essence of the SUTPs (SUMP), which is to tackle transportation and mobility problems in urban areas through integrated strategies which take into account the interrelations among land use, transport supply and the role of different modes of transportation, individual and collective, together with an appropriate coordination of the various administrative bodies involved.

Compared to the past, SUMP represent a breakthrough in the way urban mobility is addressed, since they pave the way for a shift from a short-term, mainly operational supply-oriented approach to a more long-term strategic approach covering both urban passenger and urban freight transport (the latter was not included in previous approaches to mobility), and where the integration of land use and transport planning is regarded as a critical factor [5].

2. CRITICAL ANALYSIS OF THE APPLICATION OF CLASSIC FOUR-STEP MODEL

So far in the practise of a comprehensive land use and transportation planning the attention has been focused on the development and application of transport models which have essentially influenced the final outcome and validity of proposed solutions. A large number of investigations in the past few decades were conducted for the purpose of developing different mathematical models, perfecting in the sense of simplifying the necessary data for its application, as well as the accuracy of output data.

The development of the transport demand modelling and the overall procedure of land use and transport planning in towns has been enabled and accelerated by the development of computer technology. In the world today there is a lot of software which enables, considerably accelerates and simplifies the modelling of demand and it is mostly based on the classical four-step transport models (the sequential model or the four-step method).

Over time within each of these four groups of models a large number of different mathematical methods was investigated and formed. The basic weakness of the classic four-step model is the lack of influence of the characteristics of the town's transport system supply on the trip generation, spatial distribution and modal split. Transport supply indicators, which in reality certainly influence potential users' travel decisions, in terms whether to make a journey or not, and whether to choose a different location in order to realize the travel purpose, are typically associated with the transport network and its characteristics that appear in the four-step chain as inputs to the model of flow distribution within the network.

2.1. Trip generation

The analysis pertaining to the first stage of travel demand model – trip generation – indicates that travel demand forecasting is based on variables corresponding to passenger car usage. System elements, particularly those related to the parking and public transport system – which greatly affect not only the transport mode, but potentially the overall travel demand as well, by increasing or decreasing the accessibility of urban sub-groups – are ignored.

It is thus concluded that a degree of caution must be applied to the selection of motorization level (the most commonly used variable) as an indicator of travel demand, as the quality of services and availability of alternative transport modes can affect the level of passenger car ownership and mobility rate in the city. The drawbacks of the traditional travel generation models are also reflected in the lack of differentiation between the purpose of journeys that could be made on foot and those that require motorized transport. Total number of all journey destinations, i.e., travel demand, determined by the travel generation models within the classical four-step model, does not change until the end of the process.

2.2. Trip distribution

Gravity model, as one of the most widely used trip distribution models, also favours the passenger car as the dominant transport mode. In most cases, the resistance function curve is calibrated on the basis of the travel distribution by passenger car journey duration, separately for each of the particular travel purposes. Practically, this means that forecasting spatial travel distribution requires prior knowledge of the passenger car journey destinations for all individual purposes, leading to the devaluation of the modal distribution results in the application of the four-step model.

Further errors arise from adopting an existing resistance function matrix in forecast models, which implies that the matrix elements have constant values in the future. This has prevented a realistic assessment of the impact of transport system quality, and in particular its changes, on the spatial travel distribution.

2.3. Modal split

In modal split model, in terms of application of parameters that can influence passenger mobility decisions, the situation is somewhat better than in the previous stages. Generally, in this group of models, the rule is that the mobility or transport mode choice depends primarily on the passenger socio-economic status, followed by travel characteristics and the properties of the transport system facilitating a particular journey.

Of the key parameters describing the transport system characteristics, operating costs, terminal time costs and parking fees are the most prominent and are thus included in the modelling process, as these factors certainly have a significant impact on the user preference when choosing between a passenger car and public transport.

However, the applied models do not incorporate explicitly expressed form that includes a combination of different city transport policy measures and their effect on the demand for travel using different means of transport. In addition to the shortcomings that permeate the previous two groups of models, it is not possible to test different city transport development strategies, which prohibits travel demand management through integrated approach based on a combination of different instruments.

2.4. Development of new modal split models

The developed target modal split model [2, 3] in its final form, as input parameters includes parking fees, public transport ticket price, as well as some indicators of accessibility and quality of public transport service (number of buses per 1,000 inhabitants and public transport network density). Final verification of the target model was achieved through its application to the specific case of the Novi Sad transport system. The formation of high-quality city travel demand database provided Novi Sad the necessary foundations for defining the sustainable transport system. The selected model and the Novi Sad transport model database (NOSTRAM) [9] served as the basis for defining the methodology for determining the optimal ratio of public transport and passenger car journeys, in accordance with the aim of reducing the negative environmental impact.

The importance of the developed model and the potential for its further implementation is reflected primarily in its ability to manage passenger car travel and public transport demand using the transport policy instruments as independent variables included in the final form of the model.

3. INTEGRATED NEW APPROACH OF SUSTAINABLE URBAN AND TRANSPORT PLANNING IN THROUGH SUSTAINABLE URBAN MOBILITY PLANS

The question of how to enhance mobility while at the same time reducing congestion, accidents and pollution is a common challenge to all major cities in Europe. Figure 1 is intended to illustrate both of these aspects of mobility – its benefits as well as its costs – as well as some of the relationships that have characterized them – at least until the present. It also reveals points of leverage that, if exploited, can modify some of these relationships in ways that enhance mobility's benefits and reduce its costs ⁹⁷⁰.

The SUMP at their core present a new approach in planning by integrating urban and transport planning along with all principles of sustainability. A starting point for SUMP targets are the general principles of sustainability: protection of basic human rights, involvement of citizens, businesses and social partners in the decision making processes, policy coherence and integration at local, regional and national level, with consultation and exchange of experience and knowledge with other cities, make polluters pay for the damages caused to the society and environment for irreversible processes and actions taken.

SUMP is essentially about integration. Without full integration with other plans, it is incomplete, if not fundamentally undermined.

A horizontal integration must be achieved with transport/mobility plans and other municipal plans and programmes as well as spatial planning. At large extent the SUMP builds on the local transport plans and uses the models as a baseline in integrating further the urban and transport planning in an agglomeration. In particular, large scale metropolis counting more than a couple of million citizens rely on local transport plans based on modelling, therefore integration and alignment of the SUMP with existing transport and urban plans is of utmost importance.

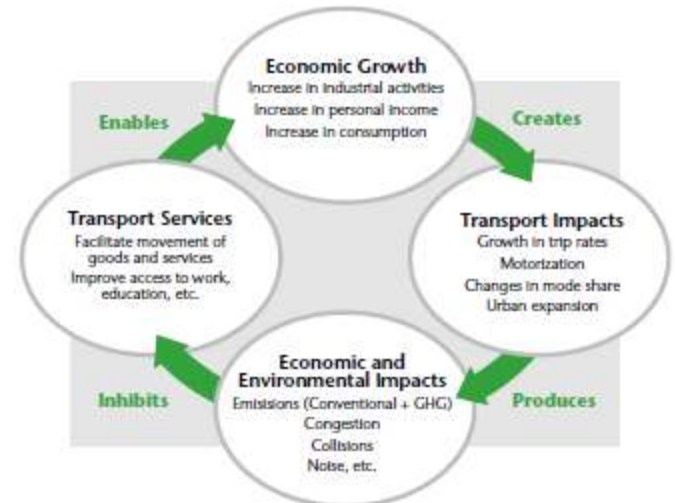


Figure 1. The challenges of making mobility sustainable [7]

On the other hand, vertical integration shall be established with other municipal, regional and national plans. Taking into account that the cities of the Southeast Europe aspire to joining the EU, these plans shall also be aligned with the EU plans in order that their preparation and/or implementation is supported through the EU funds.

The cycle of conceiving a SUMP is composed of four phases:

- The **first phase**, so called **'preparing well'** is at least important as the completed SUMP. During this phase the city is to screen its capacities and framework in which the SUMP is to be prepared. An in-depth analysis is to be prepared in order to ensure the utmost integration of the new plan with all relevant documents and sectoral cross-cutting policies. The planning well exactly refers to providing coherence between local, national and regional strategic documents and the new Plan in order that all measures and actions proposed in this Plan will be further embedded and approved by higher documents. The planning phase also serves for gradually introduction of the new Plan at the wider community (citizens, NGOs, indirect stakeholders) by at the same time assessing the capacities of the parties to implement the Plan. Based on the abovementioned assessments, screenings and analysis, scenarios are to be prepared on the benefits and disadvantages of preparing and introducing the new Plan. Those scenarios shall cover all aspects of the Plan, economical, environmental and social. The decision to carry on with the preparation of the SUMP and step into the second phase is to follow once all previous actions are taken.

- In the **second phase**, called **rational and transparent goal setting**, the targets are to be set that must be coherent with the objectives set by the national and EU strategies for sustainable development. The SUMP shall strive at combining a clear vision and political leadership that yields the best success, as previous experience in other cities report.

Rather than applying a "one size fits all" approach, the mix of measures for particular conurbations will vary because the underlying problems are also different as well as the size of the city plays a role in identifying the length and scope of measures to be proposed through the SUMP. The proposed mix of measures is to be selected following environment and health impact assessments, cost-benefit and cost-effectiveness analyses and thorough consultation. Attention has to be paid to ensure that the measures are mutually supportive (e.g. benefits brought about by measures in favour of cleaner vehicles can be undermined by car traffic growth brought about by decisions taken in the field of land-use, parking or public transport).

- **The elaboration of the plan, the third phase** of a SUMP requires definition of clear responsibilities and allocation of funding; establishing an evaluation and monitoring systems to be incorporated throughout the Plan and preparing all steps for adoption of the Plan.

- Once the Plan is adopted and embedded in the legal framework in line with the national and local regulations, the **fourth phase**, implementation can be commenced. Important throughout this phase is to ensure proper management and communication of the implementation by ensuring permanent liaisons with the citizens and the stakeholders. In parallel, lessons shall be drawn down on the experience and knowledge gained through the SUMP cycle and disseminates the know-how to other cities.

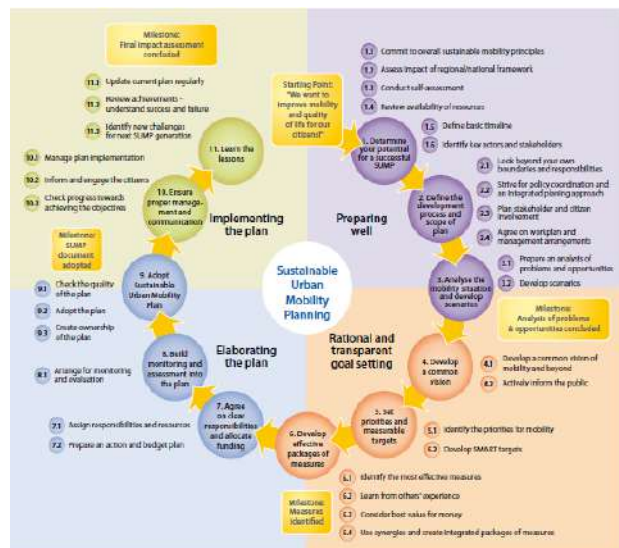


Figure 2. The cycle of conceiving a SUMP [6]

4. CONCLUSION

One of the prerequisites for achieving sustainable mobility is the strategy based on the integrated approach to solving the problem by combining a number of different transport policy and land use instruments, in accordance with the requirements of different user structures and specific demands and issues facing a particular urban environment. Individual implementation of instruments has been a characteristic of Serbian cities in the last two decades. In an attempt to solve the problem, the city officials introduced parking restrictions and fees, in addition to occasional road reconstruction or opening of a new road; however, the expected results are mainly absent.

The main drawback of such practice in Serbian cities is the lack of transport models and sustainable urban mobility plans. One of the reasons for not defining clear strategies is the lack of complete and updated database on the city transport supply and demand characteristics. Based on comprehensive research initiatives on passenger and freight movement characteristics (home interviews, external cordon interview and traffic counting) conducted in 2009 in the Novi Sad area, an informational database was formed: Novi Sad TRANsportation Model – NOSTRAM [9].

As a result, for the first time, there was a realistic potential for testing the effects of passenger car and public transport usage, and thus producing a city demand model as a function of the combination of different transport policy instruments.

In cities of Northern and Southern Europe levels of car ownership dramatically increased following accession to the EU, primarily as a result of the growth in income levels [8]. Similar growing trend of car usage as a direct consequence of increased level of motorisation is expected in Serbia. Serbian cities historically display large public transport modal shares relative to car use. Hence, maintaining the high levels of public transport use and promotion of other environmentally friendly modes of transport is an important part for a strategic decision of policy makers.

The SUMP are integrated new policy tools that integrate the urban mobility and transport systems into environmental context by at the same time addressing the economic and social aspects. These Plans go far beyond the need to respond by managing road traffic flows and their impacts, but also providing economic and social cohesion through demographic changes that shape the structure of the cities. At large extent the SUMP builds on the local transport plans and uses the models as a baseline in integrating further the urban and transport planning in an agglomeration.

Sustainable mobility plans (SUMP) are generally complementary to modeling approaches and are supplemented by the models only when applicable to cities with more than a couple of million citizens. Research conducted in Novi Sad brought this approach into questioning, highlighting the need for further research in this field, as well as testing the potential for applying transport models in the formation of SUMP of medium-sized cities.

REFERENCES

- [1] Anable, J. (2005) Complacent car addicts or aspiring environmentalists? Identifying travel behaviour segment using attitude theory, *Transport Policy* 12 (1), pp.65-78.
- [2] Basarić, V. (2010). Model upravljanja raspodelom putovanja na vidove prevoza u funkciji održivog razvoja (Target modal split model in terms of sustainable development). Ph.D. Thesis, Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad. 202 p. (in Serbian).
- [3] Basarić, V., Jović, J., (2011) Target modal split model, *Transport*, 26:4, pp. 418-424
- [4] ECMT (2003) Fifty years of transport policy. In: European Conference of Ministers of Transport – Synthesis Presented to the 87th Session of the Council of Ministers, OECD Publication Services, Paris.
- [5] European Parliament, Directorate-General FOR Internal Policies POLICY DEPARTMENT STRUCTURAL AND COHESION POLICIES B, Sustainable Urban Transport Plans Note 2010, <http://www.europarl.europa.eu/studies> (15.10.2013)
- [6] Guidelines, Developing and Implementing a Sustainable Urban Mobility Plans, pg.13. www.mobilityplans.eu (15.10.2013)
- [7] Mobility 2030, Meeting the challenges to sustainability <http://www.is.wayne.edu/DRBOWEN/SenSemF04/Mobility2030FullReport.pdf> (13.10.2013)
- [8] Roberts., S., Taylor, N. (2004) Common Indicators Report. Urban Transport Benchmarking Initiative. Available: <http://www.transportbenchmarks.eu/pdf/Reports/UTB-COMMON-REPORT-A1.pdf>. (15.10.2013)
- [9] Urbanism Public Enterprise, (2009) Saobraćajna Studija Grada Novog Sada Sa Dinamikom Uređenja Saobraćaja – NOSTRAM (Traffic Study of Novi Sad with the Traffic Management Dynamics). Novi Sad Serbia: Urbanism Public Enterprise
- [10] Vieira, J., Moura, F., Viegas, J.M. (2007) Transport policy and environmental impacts: The importance of multi-instrumentality in policy integration, *Transport Policy*, 14, pp.421-432.

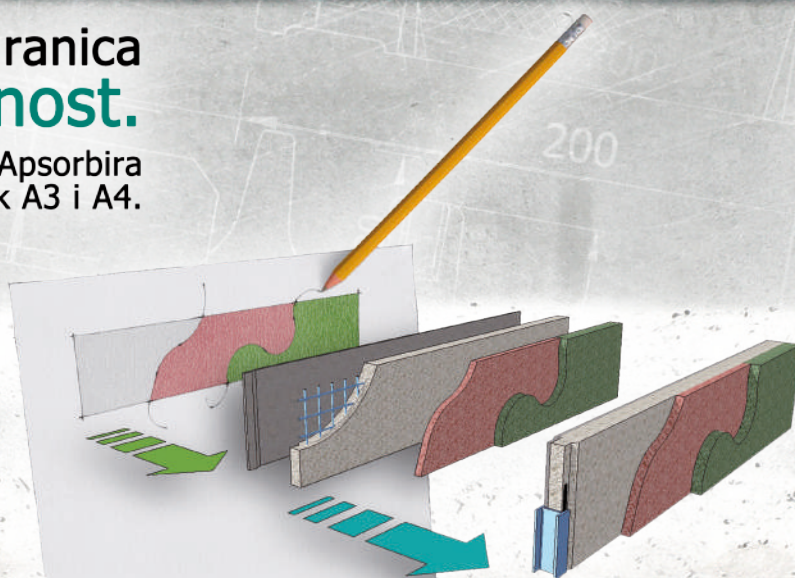
Naš beton je
čvrst i fleksibilan.

Izaberite ultimativnu linju proizvoda u pasivnoj sigurnosti saobraćaja.



Jedina je granica
vaša kreativnost.

Sada vaš dizajn Apsorbira zvuk A3 i A4.



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

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



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

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

DECISION SUPPORT SYSTEM FOR IMPROVED MANAGEMENT OF LDV FLOWS THROUGH CENTRAL BUSINESS DISTRICT OF BITOLA, MACEDONIA

Jasmina Bunevska Talevska, PhD, TE
University St.Kliment Ohridski Bitola, Faculty of Technical Sciences

Marija Malenkovska Todorova, PhD, TE
University St.Kliment Ohridski Bitola, Faculty of Technical Sciences

Ivo Dukoski, PhD, TE
University St.Kliment Ohridski Bitola, Faculty of Technical Sciences

Professional paper

Abstract: *In the last six years within the LODISA - LOGistic Distribution System Analysis in the city of Bitola, Macedonia, an enormous efforts and attention has been paid to the urban goods distribution process which is together with private traffic flows, one of the major sources of energy consumption, noxious gas emissions and noise levels, resulting in the well known negative impacts on life and environmental quality of our city. In this paper we will show that LODISA Project aims increasing the sustainability and the efficiency of urban delivery of goods by means of an adaptive and integrated mission management and advanced solutions in order to achieve town and environment compatible goods transport development, reduction of goods transports on our city roads, enhancement of vehicle capacity utilization, and most of all the improvement of city logistics transport process.*

Key words: *ITS application, Urban Logistics, Decision Support System.*

СИСТЕМ ЗА ПОДРШКУ ОДЛУКАМА ЗА ПОБОЉШАНО УПРАВЉАЊЕ LDV ТОКОВИМА КРОЗ ЦЕНТРАЛНУ ПОСЛОВНУ ЗОНУ БИТОЛЕ, МАКЕДОНИЈА

доц. др **Јасмина Буневска Талевска**, дис.
Универзитет Ст.Климент Охридски Битола, Факултет техничких наука

проф. др **Марија Маленковска Тодорова**, дис.
Универзитет Ст.Климент Охридски Битола, Факултет техничких наука

проф. др **Иво Дукоски**, дис.
Универзитет Ст.Климент Охридски Битола, Факултет техничких наука

Стручни рад

Сажетак : *У последњих шест година у оквиру ЛОДИСА - Логистичка анализа дистрибутивног система у граду Битољу, у Македонији, огроман труд и пажња је посвећена да градске робе процесу дистрибуције који је заједно са приватним саобраћајних токова, један од главних извора потрошње енергије, гаса и емисије штетних нивои буке, што доводи до добро познатих негативних утицаја на живот и квалитет животне средине нашег града.*

У овом раду ћемо показати да ЛОДИСА Пројекат има за циљ повећање одрживости и ефикасности урбане испоруке робе путем адаптивног и интегрисано управљање мисије и напредних решења у циљу постизања град и околину компатибилан развој превоз робе, смањење робе превози на Наш град путеви, повећање искоришћености капацитета возила, а пре свега побољшање градске логистике транспорта процеса .

Кључне речи: *ИТС апликација, Урбана логистика, Одлука система подршке .*

1. INTRODUCTION

In the last ten years major efforts have been carried out by the European cities in order to face traffic flow congestion, related energy consumption and noise levels in urban areas.

In particular, limitations to traffic circulation and access restrictions (Restricted Traffic Zone - RTZ) to city centers have become common practice based on specific transport schemes: Park&Ride, public transport accessibility, traffic light co-ordination, innovative transit vehicles and fuels (friendly and safety characteristics, CNG, LPG, hybrid, electrical, etc.) and technological infrastructures as well: access gates, variable message signs, traffic lights, etc.

No equal efforts and attention have been paid to the urban goods distribution process which is, together with private traffic flows, one of the major sources of energy consumption, noxious gas emissions and noise levels in urban areas, resulting in the well known negative impacts on life and environmental quality of our cities.

From the system and technological point of view, several projects have been initiated in many European cities, for the introduction and development of systems for urban logistics and logistic platforms oriented towards the distribution of goods at urban, regional, or urban-regional levels: Cost 321, SURFF, IDIOMA, FREIA, ARTEMIS, MOSCA, LEAN, e-DRUL, BESTUFS, THEMIS, etc. Such projects have often covered the introductory phases and the exploration of organizational and technological solutions for the development of logistic platforms. The level of development differs. The adoption of technological solutions and telematics infrastructures often has an experimental and step-wise character, through the realization of pilot or exploratory projects on the different technologies and/or on the different organizational solutions that they imply.

1.1. Object and purpose

The overall objective of this paper is to investigate, develop, propose and validate an innovative ITS application (Decision Support System), for improved management of LDV-Light-Duty Vehicle Flows as well as the logistic processes in the Central Business District of Bitola.

2. STATE-OF-THE-PRACTICE IN URBAN FREIGHT TELEMATICS AND TECHNOLOGIES

Important areas in urban transport developments are:

- information and communication technology (ICT);
- engine technology;
- mechanization and automation.

ICT developments open advanced opportunities for routing and scheduling of vehicles that help streamline logistical optimization. Further more ITC can help to enhance traffic safety and to increase infrastructure capacity. The development of telematics technologies within the last decade has had a primary role in contributing to the development of logistic platforms. Today the technological supply in this sector includes several technologies, methodologies, and tools, such as:

- communication technologies and fixed networks, primarily the strong development connected to the expansion of internet;
- mobile platforms (on-board terminals, palmtops and PDAs, code-reading peripherals, etc.) and wireless communication networks (GSM, packet networks, e.g., Mobitex, evolution of mobile phones – GPRS, and in future 3G – UMTS);
- models and software tools for distribution management and planning (route planners, distribution planners, demand-supply managers, etc.);
- tools and services for message exchange and rationalization of information flows among the different logistics actors;
- tools and systems for the integration of the logistics system with the available information on traffic and mobility (TIC, mobility service centers, etc.).

3. LODISA PROJECT

LODISA (LOGistic Distribution System Analysis) Project, started in May 2006 [1], [2] and spanning to the end of 2012. In the first four years was coordinated and financed by the academic staff at the Department of Traffic and Transport Engineering-Technical Faculty of Bitola, and in the last two years the Municipality of Bitola was included also.

The overall objective of LODISA Project is the optimization of logistics flows in the city, improving the efficiency of last mile deliveries, lower emissions, noise and congestion within the city and higher quality, stock availability and value added services. Namely, it is planned LODISA measures and solutions to be demonstrated, tested and validated, at different levels in Macedonian sites with different area characteristics, local policies and transport network infrastructures.

3.1 LODISA Project and the City of Bitola

Large part of Bitola's inner city traffic problems are attributable to goods transports, just like in many Macedonian cities. In the town centre of Bitola this situation is most of all the result of the high business concentration. In addition to this, the historic old town is characterized by a system of narrow, widening lanes and streets. These not only serve as transport routes for delivery traffic, but are simultaneously also filled with shoppers, tourists and residents. The range of mobility interests converges in an extremely constricted space. According to the new territorial distribution, study area, known as Central Business District of Bitola - CBDB has 32.4644 ha surface [3]. The land assignment is a complex mix of a large number of activities. Traffic network is quite specific and formed as a result of the inherited town structure in the central part. It is characterized with non-regular, winding form and geometric profile which is not dimensioned for the modern necessities in the town. The old centre has an area of 1.0 km² and more than 4.000 vans and lorries drive into the area every day. General results from the terrain survey are described below, [4]:

- limited access of delivery and pick-up vehicles because of the illegally parked TAXI vehicles;
- limited access of delivery and pick-up vehicles because of the inappropriate road geometry;
- manually handled loading and unloading operations;
- deficiency of loading ramps;
- conflicts between delivery vehicles;
- conflicts among delivery vehicles and other traffic consumers; est.

The number of lorries and delivery vans has steadily increased in number leading to increasing traffic congestion. Only 15% of these vehicles are loaded more than 60% and more than half of them less than 20%. So, it is obvious that better capacity utilization will reduce the number of vehicles and lower the visual intrusion from street traffic.

4. LODISA ACTION MEASURES

To date we have proposed several action measures, some of which are already implemented.

4.1 LODISA Certification

One of proposed LODISA action measures is the implementation of obligatory certification scheme—with the goal of reducing the number and/or size of the lorries and delivery vans that drive in the Bitola Inner City. We propose, three types of City Goods Certificates:

- The Green Certificate – that will be valid for two year period. In order to be eligible for the green certificate, 60% of the vehicle's cargo carrying capacity must be utilized. Additionally, the vehicle's engine must not be older than 8 years.
- The Yellow Certificate – that will be valid for 6 months. This certificate will serves as an option for those vehicles that cannot meet the Green Certificate's restrictions.
- The Red Certificate will be valid for one day. This certificate is meant as a service for those deliveries that only occasionally come into the innermost parts of Bitola Centre. The Red Certificate may be bought at petrol stations.

4.2 LODISA Route Guidance

To reduce the negative effects that heavy freight traffic causes to the quality of life of our citizens, we propose to set up corridors for heavy freight vehicles and restricting their access to residential areas. This action measure has already been implemented, [5], [6].

Two components of this action measure are heavy traffic regulations on routes and the required signing, (Figure 1, 2).

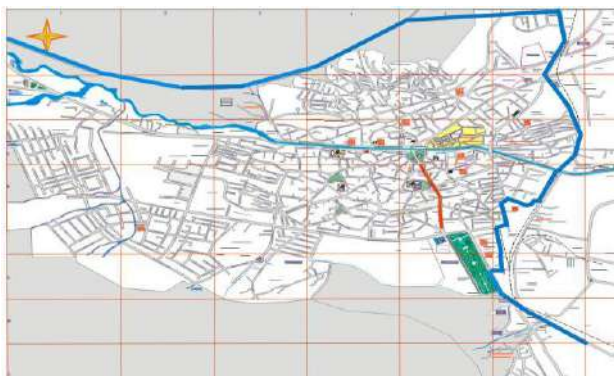


Fig.1. Proposed route for guidance of heavy vehicle weighting more than 7.5t
Source: Authors

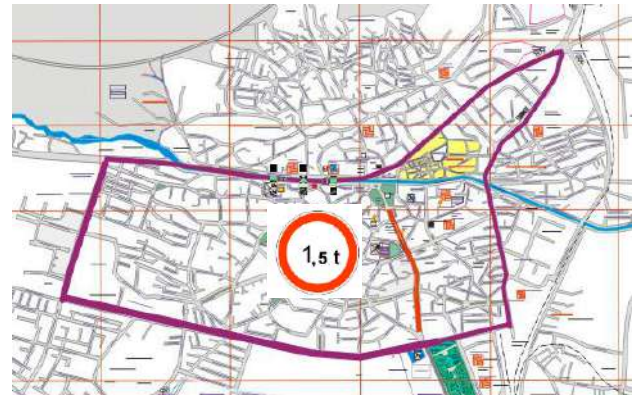


Fig.2. Proposed corridor for guidance of heavy vehicle weighting from 1.5 to 3.5t
Source: Authors

4.3 LODISA ITS Platform

Main aspect of the LODISA ITS measure is the realization of an innovative and advanced goods distribution IT platform with the following capabilities:

- decision support system of logistic resources enabling integrated, demand responsive goods distribution services;
- integration of different actors of the city logistic chain through a multi-service, web-based platform supporting on-line collaboration among logistic parties and Local Logistic Agency;

Supporting the operation of the Local Logistic Agency will be a central task of MIDISA ITS measure. It is planed Local Logistic Agency to acts as virtual enterprise ensuring the work of different logistics operators in a multi-organization context.

Despite the physical location of the operators and the goods terminals, as well as shop keepers requests, it will manage the entire goods distribution service chain (from service planning, monitoring and control) as unique entity.

Specifically, the LODISA ITS platform will allow logistic operators to manage the following operations:

- Trip planning and management for goods pick-up and distribution;
- Management of available vehicle capacities;
- Management of the economic costs related to the goods distribution;

- Management of communication and exchange of on-line and real-time information with the different actors within the distribution system;
- Management of communication with the vehicles for routine operations of goods pick-up and delivery;
- Interaction with e-Commerce/e-Business network services, in order to ensure:
 - the communication of information to the customers (planned time of goods delivery),
 - the communication with the goods pick-up points (notification of collection time, changes or errors in the service, etc.).

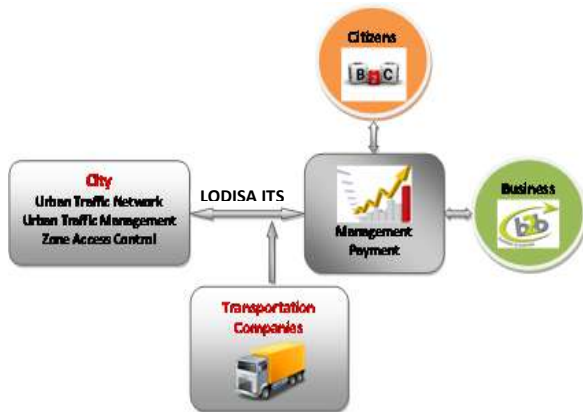


Fig.3. LODISA ITS Context
Source: Authors

The implementation of the LODISA ITS architecture involves a number of advanced IST applications and enabling technologies, including:

- web-enabled information services for the customers (B2C segment),
- information exchange, resource sharing for e-logistics operators (B2B segment);
- delivery notification and information through mobile phones and SMS;
- goods dispatcher software for trip planning and resource (vehicle capacity) optimization;
- in-vehicle display units and hand-held devices (new generation mobile phones based on WAP and GPRS) to support vehicle drivers and goods delivery operators tasks;
- GPS-based or GSM/GPRS-based vehicle location systems;
- long-range, wireless communication channels (GSM, GPRS) to support interactions and information exchange among the logistics planning/management platform and vehicles/goods delivery operators.

5. CONCLUSION

The main reason for this efforts is that facing the urban logistic process implies aiming at the study and implementation of a number of measures – regulatory, organizational, operational and technological – to improve City Logistics operations and reduce the negative impacts of freight traffic in the inner historical centre of Bitola, addressing on different, inter-related city management aspects: institutional, city regulatory and mobility policies, political, social and citizens consensus, city operational and business processes, as well as infrastructural/technological service organization.

The solution of the above issues are the basic conditions to create a coordinated development and management of the operational processes of the city logistic arena in the context of a current, partnership-driven approach, for designing and realizing an advanced freight distribution platforms and for demonstrating and evaluating new urban logistic IT systems and schemes integrated with e-Commerce services.

References

- [1] Bunevska, J., et.al., A Mathematical Model for Establishing the Quantity of Delivered Goods in the Micrologistical Distributive System: A Case Study, *Modern Traffic*, Vol.26, Special Issue Pp1-84 Mostar, ISSN 0351-1898., pp.39-43, 2006.
- [2] Bunevska, J., et.al., Micro-logistic Distributive System Analysis: A Case Study, *Transport and logistics*, The second serbian seminar with international participation, Niš, Serbia, pp.7.1-7.4, 2006.
- [3] General Urban Plan of Bitola, Public Enterprise for Spatial and Urban Planning, Bitola, 1998.
- [4] Bunevska, T., J., et.al., Micrologistic performances on the example of Central Business District of the City of Bitola: A Case Study, ARSA, 2012.
- [5] Traffic study of the city of Bitola, Technical Faculty of Bitola - Municipality of Bitola, 2011.
- [6] Management of freight transport and delivery of goods in the city of Bitola, Pilot Project, Municipality of Bitola, 2011.
- [7] Ilin, V., & Groznik, A. (2013). Primena informaciono - komunikacionih tehnologija u logistici, izbor ili nužnost?. *Put i saobraćaj*, 59(2), 13-18.

SWOT АНАЛИЗА СИСТЕМА НАПЛАТЕ ПУТАРИНЕ У ЕВРОПИ

др Драженко Главич, дипл.инж.саоб.
Саобраћајни факултет, Универзитет у Београду, drazen@via-vita.org.rs

Прегледни рад

Резиме: У стручним круговима, као и у јавности, често се поставља питање оптималног система наплате путарине. Да ли је то отворени или затворени систем, да ли је технологија ЕНП, smartcard, вињета, GNSS или неко друго решење? Ниво познавања карактеристика система наплате путарине како техничких, експлоатационих па и финансијских је веома низак. Циљ овог рада је упознавање стручне јавности са постојећим системима, њиховим карактеристикама, као и SWOT анализом система путарине. Приказ карактеристика система путарине је заснован на анализи постојећих система наплате у Европи, трендова развоја, као и регулативе и смерница које ЕУ даје по овом питању. Овај рад је део низа радова који обрађују тематику путарине и представља увод у следећи рад у коме ће бити обрађена и студија случаја кроз приказ студије која је за циљ имала одабир оптималног система наплате путарине.

Кључне речи: SWOT анализа, ETC, MLFF, smartcard, GNSS, вињете, видео наплата путарине, путарина.

SWOT ANALYSIS OF TOLL SYSTEMS IN EUROPE

Drazenko Glavic, Ph.D. T.E.
Faculty of Traffic and Transport Engineering, University of Belgrade

Review paper

Summary: In professional circles, as well as the general audience, often the question of optimal toll collection system is discussed. Is it open or closed system, whether it is technology ENP, smartcard vignettes, GNSS or some other solution? The level of knowledge of the characteristics of road tolls technical operational and financial is very low. The aim of this paper is to present existing systems, their characteristics, and conduct SWOT analysis of toll systems. This paper will show the existing collection systems in Europe, the main characteristics of each systems, development trends, as well as European regulations and guidelines in this area. This paper is part of a series of papers that deal with toll themes and an introduction to the next paper which will be present case studies through the presentation of a study that aimed to select the optimal toll collection system.

Keyword: SWOT analysis ETC MLFF, GNSS, smartcard, vignettes, video tolling, tolls.

1. УВОД

У јавности као и међу стручњацима воде се расправе на тему критике постојећег/их система наплате путарине као и потребе за побољшањима која често сежу и до потпуне промене система наплате путарине или сматрања ретроградних и превазиђених система оптималним.

Сва ова расправе води се мање више са субјективним ставовима и личним преференцама појединих експерата, без познавања основних врста и особина система за наплату путарине, без познавања трендова у овој области, као и без познавања будуће европске заједничке политике по овом питању.

Основни циљ рада је детаљно упознавање домаће стручне јавности са системима наплате путарине као и приказ упоредних карактеристика и особина системима наплате путарине кроз SWOT анализу.

SWOT анализа је одабрана јер она представља табеларну упоредну анализу: предности, недостатака, могућности, и ризика у примени решења одређеног система наплате путарине без рангирања или улажење у одабир оптималног система.

2. ПОСТОЈЕЋИ СИСТЕМИ ПУТАРИНЕ У ЕВРОПИ

Постојећи системи путарине у Европи су тренутно доста неусаглашени и разликују се од земље до земље. Чак у оквиру једне земље постоји више система наплате путарине.

Тренутно у Европи по питању система наплате путарине, технологије, затим по питању цена и тарифирања, као и по тарифним групама возила влада тзв. "хаос у путарини" не само од државе до државе већ и у оквиру једне државе.

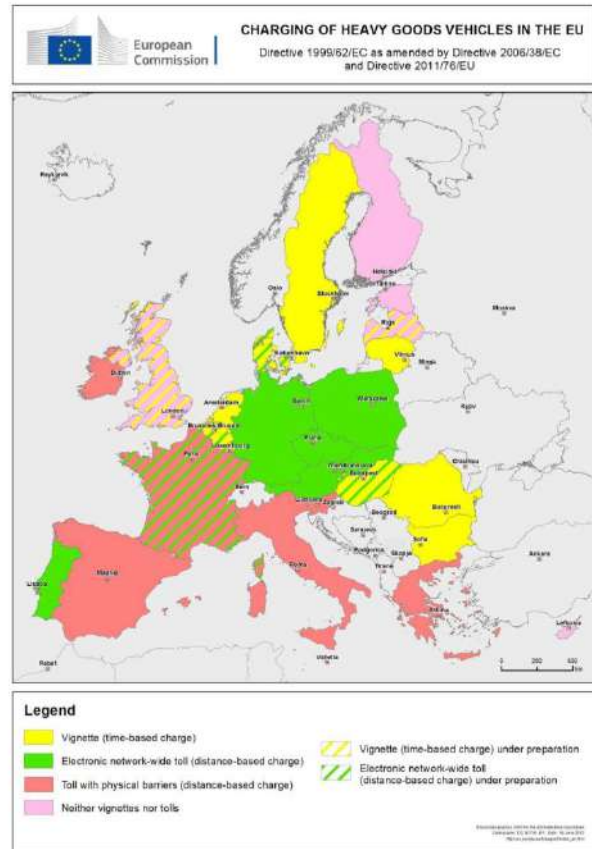
Овај проблем је још сложенији јер се у одређеним државама врши наплата путарине за путничке аутомобиле и за теретна возила по различитим системима (нпр. Аустрија и Словенија имају систем вињета за ПА-Путнички Аутомобили, док за ТВ-Теретна Возила, користе комбиновани мануелни или ETC систем). Тако ПА плаћају временски зависну путарину док ТВ плаћају путарину по км.

ЕУ низом директива покушава да уведе ред у ову област, како по питању врсте и система наплате тако и по осталим неусаглашеним питањима. Главни циљ ЕУ је **интероперабилност** коју жели постићи политиком **једно тржиште, један систем наплате, један OBU** (On Board Unit), **усаглашене цене и категорије возила.**

Следеће две слике приказују системе који се примењују у Европи за путничке аутомобиле и за камионе. Слика 1 приказује системе наплате путарине по државама Европе за ПА, односно категорију возила 1, односно возила <3,5 т. док слика 2 приказује путарину у Европи за ТВ, односно остале категорије возила >3,5 т.



Слика 1: Статус система наплате путарине по државама Европе (Извор: ASFINAG)



Слика 2: Систем наплате путарине за теретна возила по државама Европе (Извор: ЕС)

Жутом бојом су приказане земље које примењују наплату путарине по км користећи наплатне станице и ЕТС базираном на наплатној траци. Ако је симбол земље приказан у белој кутији, земље имају посебну путарину за неке специфичне инфраструктурне објекте нпр. тунеле, мостове. "Плаве земље" примењују само "специјалне" путарине за одређену инфраструктуру. Државе означене сивом бојом не примењују путарину за путничка возила. Зеленом бојом означене земље примењују временски зависне наплате путарине коришћењем налепница или вињета.

Систем наплате путарине за теретна возила по државама Европе је такође веома неуређен. Жутом бојом су означене земље које наплаћују путарину вињетама, остале боје представљају електронске системе наплате путарине ЕТС или GNSS.

У следећим поднасловима анализирани су укратко системи наплате путарине за следеће земље: Немачка, Италија, Аустрија, Француска, Грчка, Шпанија, Португалија, Велика Британија, Словачка, Швајцарска, Чешка, Пољска, Мађарска, Србија, Словенија, Хрватска, Македонија, БиХ, Црна Гора.

2.1. АНАЛИЗА ПУТАРИНЕ ПО ДРЖАВАМА ЕВРОПЕ

А. Систем наплате путарине у Немачкој

Немачка је увела GNSS систем на својим аутопутевима од 1. 1. 2005. (Mautpflicht) само за тешке камионе (> 12 тона). Камиони су опремљени OBU уређајем. Систем се заснива на комбинацији мобилне телекомуникационе технологије (CN-Cellular Network) и сателитске GNSS (Global Navigation Satellite System) технологије.

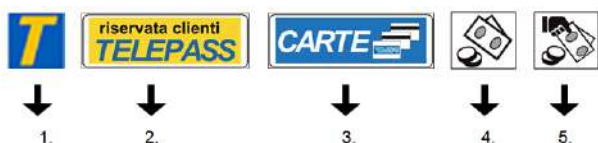
Аутоматско пријављивање на систем иде преко OBU јединице, која користи сателитске сигнале да одреди позицију камиона и пређену километражу. OBU аутоматски обрачунава износ путарине и преноси информације центру за наплату. Путарина се израчунава на основу пређене раздаљине, броја осовина и емисионе категорије возила. Ове информације се преносе у Центар за наплату где се месечна уплатница шаље кориснику.

Корисници који ретко користе немачке путеве и немају OBU користе систем пре-резервација. Возач резервише свој пут, на једном од 3.500 уређаја за наплату резервације аутопута. Апарати за резервацију се налазе у близини

аутопута, у бензинским станицама и осталим објектима поред аутопута. Возач уноси одговарајуће информације о возилу и улазне и излазне рампе на аутопутупуту које користи, у уређај за резервацију аутопута. Алтернативно ова резервација може да се уради преко интернета.

В. Систем наплате путарине у Италији

У Италији путарина је најчешће у функцији дужине руте, док на неким деоницама аутопутева се наплаћује паушално (отворени систем). Плаћање може бити у готовини, кредитном картицом, или са VIACard и Telepass (ETC), као што је описано на следећој слици.



1. Све стазе које су означене са "Т" омогућавају аутоматску употребу Telepass-а (ETC).
2. Жуте траке (без особља) - искључиво Telepass (ETC).
3. Плава трака (без особља) - Аутомат за кредитне картице и VIACard.
4. Бела трака (без особља) - Аутомат за готовину, кредитним картицама и VIACard.
5. Бела трака са особљем - готовински, кредитним картицама и VIACard

С. Систем наплате путарине у Аустрији

Аустрија има 4 врсте наплате путарине на аутопутевима и брзим путевима, и то :

1. Временско зависна налепница или вињета за сва возила мање од 3,5 тона максималне бруто тежине.
2. MLFF ETC (Multi Lane Free Flow- вишетрачни слободан проток)- Путарина према пређеном километру за возила преко 3,5 тона максималне бруто тежине.
Путарине се прикупљају потпуно електронски коришћењем ETC DSRC (Dedicated Short Range Communication-Наменска кратко таласна радио комуникација) технологије, без утицаја на саобраћај помоћу MLFF система путарине. Цена путарине зависи од броја осовина и емисија класе возила.
3. Путарина према пређеном километру са наплатним кућицама за возила са <3,5 т на деоницама које прелазе Алпе (углавном тунели).
4. Алтернативно аутоматска видео путарина путем читавања регистарских таблица. Систем је доступан на неким локацијама за она возила која имају своју регистарску таблицу регистровану у систему.

Д. Систем наплате путарине у Француској

У Француској путарине се наплаћују на аутопутевима у затвореном систему наплате путарине применом ETC или готовински и платним картицама. Плаћање се врши према пређеној километражи у складу са тарифном групом возила. Плаћање је могуће аутоматски преко ETC TAG-а или путем готовине или картица. У току је разматрање примене MLFF GNSS / CN система за камионе на мрежи I реда путева (око 12.000 км).

Е. Систем наплате путарине у Грчкој

У Грчкој путарине се наплаћују на аутопутевима у отвореном систему наплате путарине применом ETC или готовински и платним картицама. Плаћање се врши према систему отворене путарине по коришћеној деоници аутопута.

Ф. Систем наплате путарине у Шпанији

У Шпанији путарине се наплаћују у затвореном систему наплате путарине применом ETC или готовински и платним картицама. Плаћање се врши према пређеној километражи у складу са тарифном групом возила. Плаћање је могуће аутоматски преко ETC TAG-а или путем готовине или неке од платних картица.

Г. Систем наплате путарине у Португалији

У Португалији путарине се наплаћују у затвореном систему наплате путарине применом ETC или готовински и платним картицама. Плаћање се врши према пређеној километражи. Плаћање је могуће аутоматски преко ETC TAG-а или путем готовине или неке од важећих картица.

Н. Систем наплате путарине у В. Британији

У Великој Британији путарине се наплаћују у затвореном систему наплате путарине применом ETC, MLFF или готовински и платним картицама. Плаћање се врши према пређеној километражи у складу са тарифном групом возила. Плаћање је могуће аутоматски преко ETC TAG-а или путем готовине или неке од важећих картица

И. Систем наплате путарине у Словачкој

Од 1. јануара 2010.г. Словачка је увела електронску наплату путарине помоћу GNSS-CN система. Путарине се примењује на комерцијалним возилима укупне тежине преко 3,5 тона. Кад возила немају GNSS TAG тада за унапред дефинисане руте кретање се резервише путовање на аутопуту. Резервација система је слична систему који се користи у Немачкој. За возила <3,5 т путарина је путем налепница или вињета. Трајање важења је 10 дана, 1 месец или 1 година.

J. Систем наплате путарине у Чешкој

Следећи системи за наплату путарине на аутопутевима постоје у Чешкој:

1. Налепнице (вињета систем) за возила тежине до 3.500 кг. Вињете су доступни за различите трајања, и то: 10 дана, 2 месеца или 1 година.
2. ETC MLFF DSRC систем за возила тежине веће од 3.500 кг. Возила преко 3.500 кг морају бити опремљена ETC TAG-ом која комуницира са централним системом наплате путарине. Накнада за путарину је у функцији деонице пута коју возачи користе, односно трансакција се врши када возило пролази испод наплатног портала за наплату путарине која одговара тој конкретної деоници. Цена путарине зависи од броја осовина и емисија класе возила.

K. Систем наплате путарине у Пољској

Од јула 2011.год. Пољска је увела ETC MLFF DSRC наплату путарине која се примењује за возила преко 3,5 тоне која морају бити опремљена ETC TAG-ом. Путарина се обрачунава на основу броја пређених километара, и емисија еуро класе возила. На деоницама где приватни концесионари управљају наплатом путарине, класичан ETC са наплатним станицама функционише.

L. Систем наплате путарине у Швајцарској

Швајцарска има систем наплате путарине за камионе >3,5т, који обрачунава путарину по километру. Километража у Швајцарској се одређује помоћу OBU или TAG-а. За домаћа возила коришћење OBU је обавезно. Страна возила имају могућност да инсталирају OBU или да упишу километражу на швајцарској граници. У том случају царина проверава пређену километражу као разлику километраже приликом уласка и изласка из Швајцарске. Возила <3,5 т на аутопутевима морају имати вињете. Само годишња вињета је доступна.

M. Систем наплате путарине у Мађарској

Мађарска је увела систем вињетама у јануару 2000. год. Постоје четири различите вињете за четири категорије возила на основу максималне дозвољене тежине возила. Трајање вињета је 1 година, 1 месец, 1 недеља и 1 дан (само категорије Д2-Д4). Цене варира у зависности од доба године. Током празника и у лето тарифа је већа него у зимском периоду. Мађарски вињета је електронска вињета, односно када возач плаћа накнаду, регистрациони број возила се уноси у електронску базу података. Тренутно Мађарска је у процесу набавке електронског система наплате путарине који ће вероватно бити GNSS/CN систем за камионе > 3,5 т.

N. Систем наплате путарине у Србији

У Србији, путарина се наплаћује на аутопутевима и полу-аутопутева на основу отвореног и затвореног система наплате путарине са комбинованим мануелним и ETC системом. Плаћање је могуће аутоматски преко ETC TAG-а или путем готовине или неке од важећих картица. Плаћање се врши према пређеној километражи у затвореном систему док у отвореном систему по коришћеној деоници.

O. Систем наплате путарине у Словенији

У Словенији возила до 3,5 т путарину плаћају помоћу налепница-вињета. Вињете су доступне за интервале од 7 дана, месец или годину дана. Камioni изнад 3,5 т на аутопутевима путарину плаћају на путем ETC TAG-а или готовине или неке од важећих картица.

P. Систем наплате путарине у Хрватској

У Хрватској постоје четири компаније које се баве концесијама који су одговорне за управљање и рад аутопутева и полу-аутопутева са наплатом путарине у укупном износу од 1250km. Путарина се наплаћује кроз отворени и затворени систем наплате путарине са ручним или ETC системом који користи DSRC технологију.

Q. Систем наплате путарине у Македонији

Наплата путарине за коришћење аутопута у Републици Македонији је на основу отвореног система наплате путарине. Начин плаћања је искључиво готовина или нека од важећих картица. ETC систем не постоји, али је у разматрању. Плаћање је по коришћеној деоници.

R. Систем наплате путарине у БиХ

Једини постојећи систем наплате путарине у БиХ је у ФБиХ, а спроводи се на Коридору 5ц од Сарајева ка северу. То је затвореном систем са ручном или ETC наплатом путарине. Корисник путарину плаћа по пређеном километру.

У РС тренутно је у реализацији затворени систем за аутопут Бања Лука-Градишка, који је такође предвиђен и на аутопуту Бања Лука-Добој и делу коридора 5ц кроз РС.

S. Систем наплате путарине у Црној Гори

Црна Гора је увела "еко" - таксу иако нема ни једног километра аутопута. Накнаде се одређују према врсти моторних и прикључних возила. Овај систем није права путарина и мора се посматрати као порез, а не као систем наплате путарине. Због негодовања корисника и веће штете од користи Црна Гора ја у фази укидања тзв. еко вињета.

3. ПОСТОЈЕЋЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ СИСТЕМА НАПЛАТЕ ПУТАРИНЕ

У овом поглављу анализирани су различити системи наплате путарине на основу пет основних карактеристика. Пет основних карактеристике наплате путарине су:

- Технички начин наплате путарине;
- Плаћање, тарифирање;
- Организација система наплате путарине;
- Контрола возача;
- Технологије.

3.1. ТЕХНИЧКИ НАЧИН НАПЛАТЕ ПУТАРИНЕ

Постоје два облика наплате путарине у Европи:

- Више трачни слободан проток возила MLFF, (или без баријера).
- Систем наплате путарине базиран на наплатној траци LB-lane based (или са баријерама).

У MLFF систему технички наплате путарине се врши без заустављања саобраћајног тока на аутопуту. Таква врста наплате путарине се врши путем електронске наплате путарине са Глобалним навигационим сателитским системом (GNSS/CN), брзог ETC или ETC MLFF DSRC-а или кроз продају налепница (вињета).

Систем наплате путарине базиран на наплатној траци заснован је на принципу да возила користе наменске траке на наплатним кућицама са рампама (физичке баријере). У овим тракама путарина се може платити готовином, платним и смарт картицама или електронским путем ETC DSRC технологије без заустављања.

3.2. ПЛАЋАЊЕ (ТАРИФИРАЊЕ)

Постоје два облика наплате путарине:

- у функцији удаљености
 - по пређеној километражи
 - по коришћеној деоници
- у функцији времена.

Тарифирање на бази удаљености у затвореном систему се наплаћује на основу броја пређених километара док у отвореном систему за коришћену деоницу (наплаћује се цела дужина деонице без обзира дали је и цела дужина коришћена).

Тарифирање на бази времена се не заснива на броју пређених километара, већ дозвољава коришћење путева са наплатом путарине у одређеном фиксном времену (нпр. 1 дан, 1 недеља, 1 месец, или 1 година) кроз куповину вињете.

3.3. ОРГАНИЗАЦИЈА СИСТЕМА НАПЛАТЕ ПУТАРИНЕ

Постоје два типа организације наплате путарине:

- затворена систем путарине, и
- отворени систем путарине.

У затвореном систему наплате путарине возило је регистровано када уђе на аутопут са наплатом путарине. Возило плаћа путарину када излази са аутопута са наплатом путарине. Возилу ће бити наплаћена путарина на основу стварне удаљености које је прешло.

У отвореном систему возило неће бити регистровано када улази или излази на/са аутопута са наплатом путарине, већ се путарина наплаћује на погодној локацији између улаза и излаза. Путарина се не заснива на дужини пређеног пута, већ на дужини целе деонице пута.

3.4. КОНТРОЛА ВОЗАЧА

Постоје различите методе контроле наплате путарине:

- На бази рампи-баријера;
- Полицијска контрола;
- На бази препознавања броја регистарске ознаке.

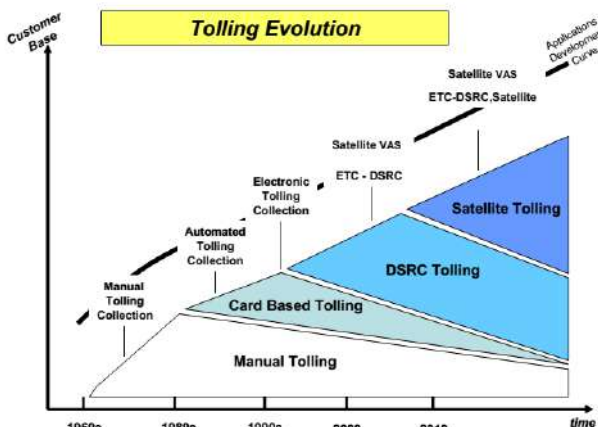
Системи засновани на бази рампи-баријера су најефикаснији у раду. Рампа-баријера ће бити отворена само ако је тачна путарина плаћена.

У систему вишетрачног слободног протока возила (MLFF), ако возила нема ОВУ или се није унапред резервисало у систему резервације аутопута, или возило нема залепљену налепницу на стаклу, возач се кажњава након прекршаја казном на лицу места путем физичког заустављања и наплате тренутне казне или финансијском казном која долази на адресу становања.

Контроле наплате путарине на бази препознавања броја регистарске ознаке, заснива се на препознавању броја таблица видео камером и доставе казне на адресу власника возила.

3.5. ТЕХНОЛОГИЈА НАПЛАТЕ ПУТАРИНЕ

Наплата путарине се кретала кроз историју од мануелне наплате па до разних облика електронске наплате. Развој електронике и електронске технологије је веома динамичан последњих година и проузрокавао је брзу примену више технологија у наплати путарине. Слика 3. приказује развој систем наплате путарине по државама Европе.



Слика 3: Развој система наплате путарине по државама Европе (Извор: Spca Ingegneria Europea S.p.A.)

Постоје две уопштене категорије технологије наплате путарине:

- Ручна или мануелна наплата путарине, и
- Електронска наплата путарине.

Следећа слика приказује наведене поделе система путарине по примењеној технологији.



Слика 4: Системи путарине по примењеној технологији (Извор: Аутор рада)

3.5.1. Ручна или мануелна наплата путарине

Мануелни наплате путарине се врши на два начина и то:

- путем наплатних рампи
- путем налепница или вињета

На **наплатним рампама** у наплатним кућицама седе службеници који ручно класификацију возила у различите категорије наплате путарине и врше наплату у готовини или картицом.

Вињете се купују на киосцима или одређеним комерцијалним објектима типа бензинских станица и сл., где је возач присиљен да паркира возило, нађе киоск врши плаћање у готовини, затим лепо налепницу на стакло и наставља путовање.

3.5.2. Електронска наплата путарине

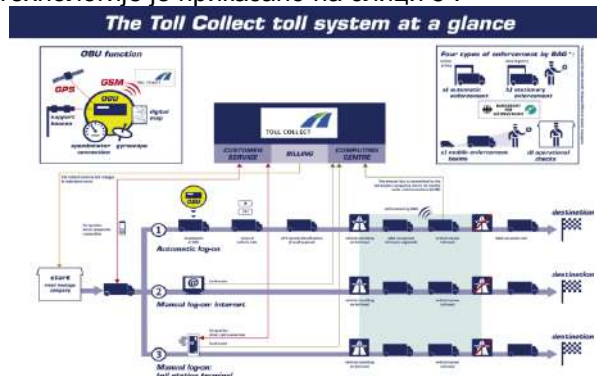
Код електронске наплате путарине постоје генерално две технологије које су одобрене од стране ЕУ директивом ЕК 2004/52. То су:

- GNSS/CN (Глобални навигациони сателитски систем (нпр. ГПС, Галилео, Глонасс) у комбинацији са целуларним мрежама (нпр. GSM, UMTS), и
- DSRC - Наменска кратко таласна радио комуникација која користи таласну фреквенцију на 5.8 GHz.

У оба система возила су опремљена са OBU или ТАГ-ом, који се добијају при регистрацији возила код оператора наплате путарине.

◆ GNSS/CN технологија

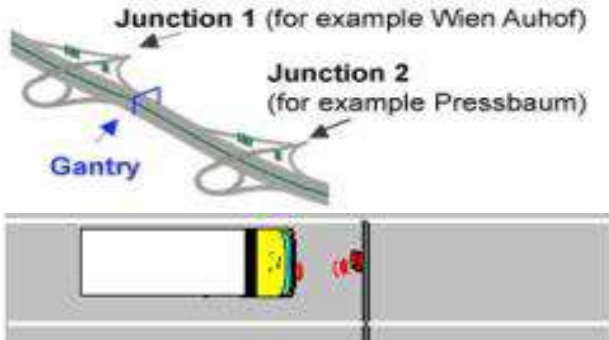
Код GNSS/CN технологије, OBU одређује позицију возила помоћу GNSS сигнала. Положај возила је упарен са мапом за наплатом путарине, тако да може да одреди тачну километражу. Подаци на OBU се прикупљају преко CN у централни компјутерски систем оператора наплате путарине, где се даље обрађују и фактуришу. Функционисање GNSS/CN технологије је приказано на слици 5.



Слика 5: GNSS/CN систем наплате путарине по (Извор: www.toll-collect.de)

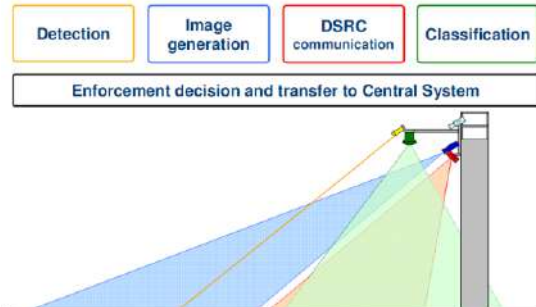
◆ **ETC MLFF DSRC технологија (ETC без баријера)**

У ETC MLFF DSRC систему, антене су постављене изнад одређених локација (између две петље) дуж аутопута са наплатом путарине. Антена детектује пролаз возила и региструје коришћење на OBU, као и у централни систем наплатне оператера за даљу обраду и плаћање. Аутопут се дели на деонице, а висина путарине је дефинисана за сваки деоницу у функцији дужине деонице и категорије возила. Пример MLFF система путарине је приказан на слици 6 и 7.



Слика 6: Локација MLFF / DSRC система наплате на аутопуту

Свака од деоница је опремљена са аутоматским електронском опремом за наплату путарине која је инсталирана на порталу изнад аутопута (сл.7).



Слика 7: Изглед и систем функционисања MLFF / DSRC наплате путарине

Када возило прође испод наплатног портала, OBU или TAG комуницира са антеном инсталираном на наплатном порталу и даје одговарајуће информације за наплате путарине (нпр. ИД возила, категорија, класа загађења). Технологија која се користи у MLFF систему је пројектована на

такав начин да возила одржавају своју брзину и могу мењати траке (укључујући и зауставне траке) када пролазе испод наплатног портала.

◆ **ETC DSRC технологија (ETC са баријерама)**

ETC са баријерама је врста бесконтактне наплатне путарине при чему корисник нема додира са наплатним кућицама нити благајницима, наплата путарине је аутоматска без заустављања возила, а рачун се испоставља једном месечно или корисник може изабрати рreaid модел где се TAG допуни кредитом који кад се потроши може поново да се допуни. Возило не мора да се зауставља на наплатној станици, већ је потребно да само успори возњу, како би се успоставио контакт и препознање TAG-а и пропустила возило.

У ETC DSRC са баријерама систему путарине, антене су постављене изнад надстрешнице на улазним и излазним рампама у затвореном систему, или на чеоним рампама у отвореном систему. Антена у затвореном систему детектује на улазу и излазу возило, и с обзиром на категорију и дужину пређеног пута врши плаћање преко OBU или TAG-а. Том приликом се и региструју сви подаци у централни систем наплатне оператера. Изглед ETC са баријерама дат је на слици 8 и 9.



Слика 8: Изглед ETC / DSRC систем наплате путарине са баријерама у Италији (Извор: Spea Ingegneria Europea S.p.A.)



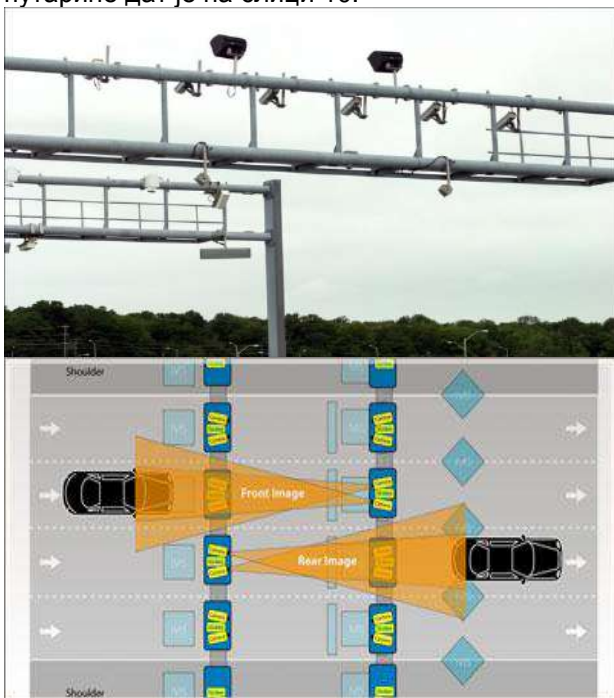
Слика 9: Посебна трака само за ETC / DSRC систем наплате путарине у Србији (Извор: www.putevi-srbije.rs)

◆ Video технологија наплате путарине

У Video систему путарине, камере су постављене изнад одређених локација (између две петље) дуж аутопута са наплатом путарине. Камере читавају регистарску таблицу при пролазу возила испод наплатног портала. Подаци о регистрацији се шаљу у централни систем наплате оператера за даљу обраду и испостављање рачуна за путарину на кућну адресу.

Аутопут се дели на деонице, а висина путарине је дефинисана за сваки деоницу у функцији дужине деонице и категорије возила. Свака од деоница је опремљена са видео порталом за наплату путарине са инсталираним камерама.

Пример изгледа и функционисања видео наплате путарине дат је на слици 10.



Слика 10: Видео технологија наплате путарине

Видео наплате путарине се не користи за наплату путарине у Европи. Разлог за ово је што возила користе видео систем са наплатом путарине без пре-регистрације и корисник нема уговор са оператором наплатне путарине. За такве нерегистроване кориснике да би се наплатила путарина оператор система путарине мора да добије адресу корисника преко регистарског број возила. То је захтевна и скупа операција за домаћа возила и немогуће за страна возила. Дакле, овај систем не може да се користи за наплатне системе са значајним уделом страних возила.

4. БУДУЋНОСТ НАПЛАТЕ ПУТАРИНЕ У ЕВРОПИ, ЕУ -ДИРЕКТИВЕ

Европска Унија води политику за утврђивање стандарда за систем наплате путарине која ће се примењивати широм Европе. ЕУ политика по питању путарине заснива се на:

- Интероперабилности у Европи (ЕЕТС-Европска електронска наплате путарине);
- функционисању новог GNSS (Глобални навигациони сателитски систем) система путарине, на основу сателитске технологије.

Прелазак из постојећег тзв. шаренила или хаоса у системима путарине у пан-европски систем интероперабилне путарине ће бити изазов:

- Технички изазов;
- Институционални изазов;
- Политички изазов.

Европа ради на овом питању и прави законску и студијско-пројектну документацију о интероперабилности и ЕЕТС-у. Главни документи на којима се заснива политика развоја наплате путарине у Европи су:

Directive 2004/52/EC of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004 on the **interoperability of electronic road toll systems in the Community**;

Commission **Decision 2009/750/EC** of 6 October 2009 on the definition of the **European Electronic Toll Service and its technical elements**;

Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of 14 March 2007 establishing an Infrastructure for Spatial Information in the European Community (Inspire);

ITS action plan: Action plan for the deployment of intelligent transport systems in Europe (COM(2008) 886 final);

Directive 2010/40/EU of the European Parliament and of the Council of 7 July 2010 on the framework for the deployment of ITS in the field of road transport and for interfaces with other modes of transport.

Најважнија су следећа два документа ЕУ:

- **Directive 2004/52/EC**

Ова директива прописује услове потребне да се обезбеди интероперабилност електронског система путарина у ЕУ. То се односи на електронске наплате свих врста накнада путева, на целој мрежи путева, градских и међуградских, аутопутева, брзих путева, и разних инфраструктурних и путних објеката, као што су тунели, мостови, па чак и за трајекте. За

постизање овог циља, европска електронска наплата услуга ће бити креирана. Овај сервис, који је комплементаран са националним електронским услугама држава чланица ЕУ, треба да обезбеди интероперабилност у целој ЕУ, за кориснике, електронских наплатних система који су већ уведени у земљама чланицама и на оне који ће бити уведени у будућност у оквиру ове Директиве.

- Commission Decision 2009/750/EC

Ова директива даје опис техничких система и интерфејса неопходних за ЕЕТС.

4.1. ПОЛИТИКА ЕУ ПРЕМА ВИЊЕТАМА И ЕУРОВИЊЕТАМА

Европска комисија седам година по усвајању директиве о "евровињетама" планира да трајно промени метод за израчунавање путарине и са утврђивања цене по времену које возило проведе на аутопуту пређе на рачунање по дужини пута. Прелазак на нови систем планиран је за 1. јануар 2019. године. Вињете или еуровињете, односно наплата путарине за тешка теретна возила на основу времена проведеног на

путу омогућила је директива из 2006. године али се цена тог система у Бриселу оцењује као "непропорционална у односу на повраћај". "Вињете ће зато бити постепено замењене наплатом по дужини пута која је ефикаснија и више фер", наводи се у нацрту нове директиве.

5. SWOT АНАЛИЗА СИСТЕМА ПУТАРИНЕ

SWOT анализа је скраћеница првих слова од следећих речи: Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats и представља табеларну упоредну анализу предности, недостатака неког система, могућности (шансе) решења, као и могуће ризике у примени решења.

Као што је речено у уводном делу овај рад се на бави одабиром оптималног система путарине те због тога нису примењене MCDM методе већ SWOT анализа која у основи приказује предности и недостатке свих у овом раду анализираних система.

SWOT анализа					
Систем путарине		ПРЕДНОСТИ (Strengths)	НЕДОСТАЦИ (Weaknesses)	МОГУЋНОСТИ- (Opportunities)	МОГУЋИ РИЗИЦИ (Threats)
Ручна наплата путарине	Систем путарине путем „ВИЊЕТА“	Стимулисање свакодневних корисника да више користе аутопутеве. Смањење буке и аерозагађења. Уштеде у инфраструктурним трошковима	Могућност примене; Не фер плаћање; Више вињета на ветробранском стаклу визуелно наружује возило; Високи трошкови контроле учесника; Тешкоће контролисања свих учесника у саобраћају	Привремене мере Помоћни систем наплате путарине за одређене категорије (нпр. страна возила у туристичним шплицевима)	Неприхватање од шире возачке популације Честе контроле возача Знатно скупље за повремене кориснике аутопута
	Мануелни отворени систем базиран на траци са баријерама/рампама са заустављањем возила	нема	Плаћање са заустављањем; Чекања у реду; Повећани трошкови VOC и VOT; Угрожавање животне средине; Плаћање путем готовине; Не фер плаћање;	Нема	Редови Уска грла, Могућност крађа и Финансијских злоупотреба
	Мануелни затворени систем базиран на траци са баријерама/рампама са заустављањем возила	нема	Плаћање са заустављањем Чекања у реду Повећани трошкови VOC и VOT Угрожавање животне средине Плаћање путем готовине	Нема	Редови Уска грла, Могућност крађа и Финансијских злоупотреба
Електронска наплата путарине	Комбиновани отворени систем ETC DSRC и мануелни базиран на траци са баријерама/рампама	Плаћање без заустављања; Без чекања у реду Смањење трошкова VOC и VOT; Мање угрожавање животне средине; Више начина плаћања услуге	Недовољан број корисника ETC Не фер плаћање	Повећани број корисника ETC Уштеде у оперативним трошковима наплате путарине	Избегавање плаћања путарине Недовољан број корисника ETC
	Комбиновани затворени систем ETC DSRC и мануелни базиран на траци са баријерама/рампама	Плаћање без заустављања; Без чекања у реду Смањење трошкова VOC и VOT; Мање угрожавање животне средине; Више начина плаћања услуге; Платиш путарину у складу са пређеним километрима	Недовољан број корисника ETC	Повећани број корисника ETC Уштеде у оперативним трошковима наплате путарине	Недовољан број корисника ETC
	Комбиновани SMARTCARD и мануелни базиран на траци са баријерама/рампама	Смањено време чекања у реду Електронско плаћање Смањење трошкова VOC и VOT Мање угрожавање животне средине Више начина плаћања услуге	Плаћање са заустављањем Недовољан број корисника SMARTCARD	Повећани број корисника SMARTCARD Смањени број службеника наплате путарине	Недовољан број корисника SMARTCARD
	Видео систем путарине	Плаћање без заустављања; Без чекања у реду Смањење трошкова VOC и VOT Мање угрожавање животне средине Више начина плаћања услуге	Могућност наплате путарине свим корисницима, посебно оним са страном регистраском ознаком	Примењиво не само на аутопутевима, већ и нпр на уласку у одређене зоне града (центар) или за плаћање преласка моста и сл	Финансијске злоупотребе путем избегавања плаћања
	Наплата путарине без заустављања путем ETC MLFF DSRC	Плаћање без заустављања; Плаћање без смањена брзине; Без временских губитака и чекања у реду; Без повећања VOC и VOT Минимално угрожавање животне средине Континуална возиња Аутоматско плаћања услуге Платиш оно што користиш	Не ефикасно за странце и повремене кориснике. Високи трошкови контроле учесника Тешкоће контролисања учесника у саобраћају без ETC TAG-а Повећани трошкови одржавања и опреме	Све заступљенија технологија у земљама ЕУ Изражено ефикасна за возаче и оператера наплате путарине	Избегавање плаћања путарине
Наплата путарине без заустављања путем МЛФФ ГНСС	Плаћање без заустављања; Плаћање без смањена брзине; Без временских губитака и чекања у реду; Без повећања VOC и VOT; Минимално угрожавање животне средине; Континуална возиња; Аутоматско плаћања услуге; Платиш оно што користиш; Нема угрожавања регионалне мреже; Повећана безбедност саобраћаја	Приватност кретања корисника; Високи капитални и инвестициони трошкови; Не ефикасно за странце и повремене кориснике; Високи трошкови контроле учесника; Тешкоће контролисања учесника у саобраћају без OBU; Повећани трошкови одржавања и опреме	Route guidance Позиционирање Контрола кретања ТВ и АВ Већа контрола и надзор безбедности саобраћаја Повећана укупна безбедност друштва	Придобивање јавности по питању приватности кретања	

5. ЗАКЉУЧЦИ

Рад је детаљно, са више аспеката, приказао развој, тренутно стање, као и карактеристике свих система наплате путарине у Европи.

Рад такође даје одговоре на питања планова и будућности система наплате путарине у Европи.

Кроз SWOT анализу је приказана упоредна анализа предности, недостатака, могућности и шансе свих система путарине. SWOT анализа дата у овом раду представља по први пут систематизацију главних особина система путарине који су тренутно у експлоатацији.

Анализом и систематизовањем путарина у Европи овај рад је истражио нову, досад ретко обрађивану област и тако омогућио информисање и едуковање стручне јавности о овој проблематици.

Литература

- [1] Glavić, D. (2008). Postojeće i nove tehnologije naplate upotrebe putne mreže. *Put i saobraćaj*, 55(3), 18-23.
- [2] (2013) Study on Toll Collection Possibilities and System Design for Republic of Srpska Motorways, Best Tolling Option Report, IPA 2011-WBIF-Infrastructure Project Facility-Technical Assistance 3
- [3] 200072030 (INI). Report on Transport Infrastructure Charging. European Parliament — Committee on Regional Policy Transport and Tourism — Rapporteur Paolo Costa (FINAL A5-0345/2000).
- [4] Levinson D., Chang E. (2003). A model for optimizing electronic toll collection systems, *Transportation Research Part A* 37 293–314
- [5] Rong-Chang Joua, Yu-Chiun Chioub, Chung-Wei Kuoc, Hao-I Tana. (2013). Freeway drivers willingness to pay for an on board unit under an electronic toll collection system. *Transportation Research Part C* 27 16–24
- [6] Carl J. Hamilton, Jonas Eliasson. Costs and benefits of the European directive on road tolling interoperability. *Transportation Research Part C* 30 (2013) 221–238
- [7] K.W. Ogden. (2001). Privacy issues in electronic toll collection. *Transportation Research Part C* 9 123-134
- [8] Carl J. Hamilton, Jonas Eliasson. (2011). Vertical separation as means to establish interoperability in road tolling in Europe. *Transportation Research Part C* 19 1019–1032
- [9] Holdener, D.J., 1997. Electronic toll collection information: Is personal privacy protected? In: *Proceedings of the Seventh Annual Meeting, Intelligent Transportation Society of America*. Washington, DC, 2-5 June, 1997. ITS America, 1998. ITS America's efforts on privacy continue. *ITS Legal Issues* 1.

Остали Извори

- [10] <http://www.asecap.com>
- [11] <http://www.oeamtc.at/>
- [12] <http://www.via-vita.org.rs/>
- [13] <http://www.autoputevirs.com>
- [14] <http://www.putevi-srbije.rs>
- [15] www.toll-collect.de

ПРИМЕНЉИВОСТ УГОВОРА О ОДРЖАВАЊУ ПУТЕВА ПРЕМА ДЕФИНИСАНОМ НИВОУ УСЛУГЕ У БОСНИ И ХЕРЦЕГОВИНИ

др Игор Јокановић, дипл. грађ. инж.
Грађевински факултет Суботица, jokanovici@gf.uns.acrs

Прегледни рад

Резиме: Уговори према дефинисаном нивоу услуге прецизирају минимум услова које извођач мора да испуни у вези са стањем путева, објеката и опреме, као и у извршењу других сличних услуга на путној мрежи. Плаћања су заснована на томе колико добро извођачи поштују стандарде извршења дефинисане у уговору, а не на количини извршеног посла или пруженим услугама. Тренутна организација одржавања путева у оквиру оба ентитета Босне и Херцеговине се заснива на количини посла који се мери и плаћа у односу на договорену цену по појединим позицијама радова. Могућност реализације новог начина уговарања одржавања путева захтева анализу услова за примену ових уговора, као и проверу могућности успостављања система за праћење извршења.

Кључне речи: одржавање путева, стање путева, ниво услуге, трошкови одржавања, показатељи извршења

APPLICABILITY OF PERFORMANCE BASED ROAD MAINTENANCE CONTRACTS IN BOSNIA AND HERZEGOVINA

Igor Jokanović, Ph.D., Civil Eng.
Faculty of Civil Engineering Subotica, jokanovici@gf.uns.acrs

Review paper

Summary: Performance based maintenance contracts define minimum conditions to be fulfilled by the contractor regarding condition of roads, structures and equipment, as well as with performance of similar activities on the road network. Payments are based on how well the contractors respect performance standards established within the contract as the opposite to quantity of performed works or services. Current organization of road maintenance within both entities of Bosnia and Herzegovina is based on quantity of work that is being measured and paid by the contracted price for individual works items. Possibility of this new contract type implementation requires analysis of conditions for application of these contracts, and checking the possibility of establishing a system for performance monitoring.

Key words: road maintenance, roads condition, level of service, maintenance costs, performance indicators

1. УВОД

Радови одржавања путева се предузимају на путној мрежи да би се сачувала постојећа путна имовина и да би се задовољили признати стандарди интервенције, чиме се ограничава изложеност корисника неочекиваним недостацима. Добро одржавани путеви пружају сигурнију и удобнију возњу и доприносе мањим експлоатационим трошковима возила, посебно у случају теретних возила. Такође, ови путеви имају већу вероватноћу постизања оптималног животног века са минималним укупним трошковима по друштво.

Одржавање путева подразумева предузимање потребних мера како би се осигурали:

- непрекидан, сигуран и слободан саобраћај у сагласности са условима дефинисаним законском и техничком регулативом;
- смањење трошкова корисника путева;
- очување вредности имовине пута.

Према терминологији Светске банке, користе се следеће дефиниције при разматрању радова одржавања путева:

- редовно одржавање: ограничена поправка оштећења коловоза (у дужини до 150 m у једном потезу) и банкина, и прописано одржавање система за одводњавање, зона прегледности и опреме пута;
- периодично (превентивно) одржавање: наношење новог површинског слоја по комплетној ширини коловоза или обнова постојећег застора (укључујући минималне промене облика, поправке ударних рупа и обнову отпорности на клизање) ради одржавања површинских карактеристика, а у циљу продужетка употребљивости пута.

Традиционалан начин уговарања и извршења активности одржавања путева се заснива на количини обављеног посла који се мери и плаћа у односу на договорену цену по појединим позицијама радова. Овакви уговори су познати под називом уговори по јединичним ценама. При томе, инвеститор има обавезу, да контролише квалитет и квантитет радова, путем ангажовања службе за надзор, те изврши плаћање одговарајуће ситуације за изведене радове, ако су исти одобрени од стране надзора.

Одржавање засновано на дефинисаном нивоу услуге је уведено као један од видова извршавања активности на путевима са тежњом да се применом иновативних метода и процедура смање трошкови током животног циклуса путева и побољша ниво квалитета услуга.

За разлику од традиционалног начина, уговорима о одржавању према дефинисаном нивоу услуге се прецизно дефинишу минимални услови које извођач мора да испуни у вези са стањем путева, објеката и опреме, као и у извршењу других услуга повезаних са одржавањем, као што су: прикупљање и управљање подацима о инвентару, одговарање на захтеве јавности, жалбе и одговори и др. Плаћања за изведене радове и услуге су заснована на томе колико добро извођачи поштују стандарде извршења дефинисане у уговору, а не на количини обављеног посла или пружених услуга.

2. ОДРЖАВАЊЕ ПУТЕВА ПРЕМА ДЕФИНИСАНОМ НИВОУ УСЛУГЕ

Уговори који се заснивају на дефинисаном нивоу услуге представљају напредну врсту уговора која се углавном примјењује при уговарању радова одржавања и у случају BOT (Built-Operate-Transfer) уговора. Основни услов код ових уговора је задовољење захтева корисника, односно постизање одређеног стандардног нивоа услуге, док се плаћање врши преко паушалних годишњих или месечних износа.

Основни циљеви примене уговора према дефинисаном нивоу услуге приликом извођења радова на одржавању путева су [4]:

- преузимање управљања имовином код одржавања и рехабилитације путева од стране извођача;
- постизање веће продуктивности кроз побољшано финансирање и програмирање одржавања и рехабилитације путева;
- унапређење одржавања путева применом нових метода и савремене опреме;
- унапређење начина организације и извршавања активности;
- смањење трошкова одржавања кроз примену ефикасних технологија, радних процедура и савремене опреме;
- смањење трошкова животног циклуса путева кроз иновативна решења;
- одржавање или омогућавање повољних услова безбедности за кориснике са минимумом поремећаја;
- транспарентност за кориснике путева, агенције за путеве и извођаче у погледу услова под којима се путеви морају одржавати;
- побољшање контроле и успостављање стандарда квалитета;
- побољшање општих услова на путевима.

Уговори према дефинисаном нивоу услуге подразумевају „испоручивање“ готовог квалитетног производа и на извођачу је да постигне захтеван квалитет, на пример, агенција

за путеве купује ниво услуге, а не асфалт или саобраћајни знак, и сл. Стога су избор послова, пројектовање и сама реализација посла одговорност извођача.

Све док поштује стандарде током уговореног периода, извођач има слободу да одлучује

- шта да се уради,
- када да се уради,
- како да се уради,
- где да се уради, и
- да сам уради физичке послове или да их препусти подизвођачу (уз одговарајућа ограничења).

У складу са тим, избор и примена технологија и потрага за иновативним материјалима, процесима и начинима управљања је у потпуности на извођачу. Овим се на извођача преноси већи ризик у односу на традиционалне уговоре, али се у исто време отварају прилике за повећање зараде тамо где побољшања у ефикасности омогућавају смањење трошкова за постизање одређених стандарда извршења [3].

Опсег уговора подразумева обезбеђивање следећих услуга и радова [2, 6]:

- преглед и праћење стања имовине;
- редовно и периодично одржавање;
- реконструкција и рехабилитација;
- одговори на хитне ситуације;
- односи према корисницима;
- прикупљање и одржавање података о инвентару.

Примена ове врсте уговора представља значајну промену и изазов за индустрију путева, извођаче и агенције за путеве. Ово представља темељни помак у односу на постојећи начин обављања послова одржавања и рехабилитације, укључујући и значајан пренос ризика на приватан сектор. Извођач мора да претпостави велики број ризика који су традиционално на страни агенције за путеве и прихвати оне ризике који су укључени у фиксну цену по уговору, уз могућу опасност од превида. Примери ризика додељени извођачу су они код којих долази до раста трошкова због нестабилних услова пословања, избор третмана коловоза, повећан обим саобраћаја, повећање осовинског оптерећења, трошкови сваког поновног посла од којег се захтева да испуни утврђене стандарде и сл.

Организација одржавања путева која се заснива на дефинисаном нивоу услуге се разликује од класичног начина уговарања радова одржавања путева. Основне разлике се огледају у:

- увођењу позиција радова које се нуде и плаћају паушално;
- дефинисање категорије одржавања;

- примена казних поена;
- примена система за праћење временских прилика у оквиру зимског одржавања путева;
- сопствена контрола извођача радова (увођење јединице за интерну контролу радова).

2.1. Технички аспекти уговора

Оваква врста уговора, може да обухвати све позиције радова засноване на испуњењу одговарајућег нивоа услуге или комбинацију са позицијама радова које се мере и плаћају у односу на договорену цену по појединим позицијама радова. Појам „радови“ се мења појмом „услуга“, при чему услуга означава све интервенције на путу (радове) и све активности на управљању и оцени стања путева које морају да се изврше како би се достигао и одржао прописани стандард извршења исказан дефинисаним нивоом услуге. Извођач извршава радове у складу са стандардима дефинисаним кроз техничке услове и пружа услугу одржавања ради достизања и очувања таквог стања путева које обезбеђује уговорени ниво услуге.

Уговори дефинишу краткорочне и дугорочне стандарде које извођач мора да испуни. Такође, наводе и минимум техничких стандарда које извођач мора да примени, иако има могућност да предложи алтернативне и иновативне приступе за постизање захтеваних резултата.

Две кључне спецификације извршења су параметри за интервенцију код одржавања путева и стање имовине [2].

Параметри интервенције одређују степен дозвољених недостатака у погледу величине, интензитета и времена одговора на појаву недостатака, а извођач треба да коригује недостатке у оквиру ових параметара. Они се обично односе на краткорочне захтеве одржавања, као што су: поправке ударних рупа, колотрага, лома ивице коловоза, замене или поправке знакова, итд. Природа параметара интервенције у оквиру ове врсте уговора захтева од извођача да развије систем управљања одржавањем да би управљао недостацима.

Стање имовине је крива кумулативне дистрибуције путем које се дефинишу дугорочни циљеви стања коловоза које извођач треба да испуни током трајања уговора, као и стандард квалитета који се мора постићи на истеку уговора. Стање имовине мора да буде утврђено за сваку појединачну путну деоницу или путни правац, а утврђује се за: равност, колотраге, текстуру површине, отпор клизању и преостали животни век коловоза.

Веома је важно да параметри интервенције покривају све аспекте уговора и да прихвате чињеницу да различити путеви у оквиру уговореног подручја морају да захтевају различите нивое услуга. При одређивању мера, различити критеријуми, како технички, тако и практични, се морају пажљиво размотрити, и то:

- обим и структура саобраћаја;
- урбани и рурални путеви;
- раван, брдовит или планински терен;
- квалитет материјала који су на располагању;
- квалитет и тип постелице;
- капацитети расположивих извођача;
- еколошка ограничења, као што су заштићена подручја, паркови, резервати шума, итд.

Међутим, вероватно најважнији критеријум је питање који ниво услуга се може приуштити и економски оправдати за одређени пут.

Уговор према дефинисаном нивоу услуге тражи од извођача радова да поседује високе квалитете руковођења. У овом случају „руковођење“ подразумева способност и могућност дефинисања оптималног и правовременог извршења физичких интервенција кратко, средње и дугорочно, што би била гаранција да путеви остану изнад договореног нивоа квалитета пружања услуга, односно у оквиру и границама које постављају локални прописи, технички услови и услови за извршење посла, захтеви за заштиту околине и прописи из социјалне сфере.

У оквиру уговора за одржавање путева према дефинисаном нивоу услуге се могу дефинисати три критеријума за оцену нивоа услуге, и то:

- ниво интервенције: приликом достизања овог нивоа извођач мора отпочети са радовима и у предвиђеном року испунити стандард одржавања;
- минималан ниво: гранични ниво испод кога извођач добија казнене поене јер није испунио минимум стандарда одржавања путева, уз издавање рокова за поправку, ако је утврђен овај ниво (не) квалитета;
- прихватљив ниво: ниво који означава да је захтевани стандард одржавања испуњен.

Извођач мора обезбедити захтевани стандард одржавања током целе године за сваку позицију радова.

Техничке аспекте реализације уговора инвеститор мора дефинисати у тендерској документацији и исти морају обухватити:

- категорије путева у мрежи који су предмет одржавања;
- техничке услове за редовно одржавање путева и објеката;

- жељени ниво услуге (квалитет извршених радова) и начин мерења и контроле;
- казнене мере (казнени поени);
- минималан сет грађевинских машина за извршење радова на редовном одржавању.

Осим одржавања, уговором могу бити обухваћени и хитни радови. Под појмом хитни радови, подразумевају се поправке оштећења која су настала као резултат природних непогода, саобраћајних незгода, активирања клизишта и сл, и која утичу на безбедно одвијање саобраћаја.

У поступку јавне набавке, понуђачи конкуришу предлагањем фиксног месечног паушалног износа по квадратном или дужном километру пута. Важно је још једном истаћи и схватити да се извођачима радова не плаћа директно на основу „улазних параметара“ или физичких радова (које они морају да изведу), него на основу „резултата извршеног посла“, тј. радова на одржавању путева према претходно дефинисаним стандардима. Како би имао право на месечно плаћање за пружање услуга одржавања, извођач радова мора да гарантује да путеви одговарају нивоу услуге који су наведени у уговору.

Ови уговори подразумевају могућност да се током појединих месеци појави потреба за извођењем веће количине физичких радова, како би био испуњен захтевани ниво услуге, а изузетно мала количина радова током других месеци (у изузетним условима могуће је и да уопште не буде радова). Међутим, месечна надокнада за извођача остаје иста, односно у уговореном износу, све док се држи захтеваног нивоа услуге.

Такође, једна од битних карактеристика уговора према дефинисаном нивоу услуге је одговорност извођача радова за пројектовање и извршење активности за које верује да су неопходне, како би се придржавао нивоа услуга дефинисаних уговором.

У циљу постизања максималне зараде извођач мора да сведе своје активности на најмањи могући обим, тако што ће извршити рационално пројектовање потреба за интервенцијама и тиме омогућити постизање и одржавање претходно дефинисаних резултата (мерљиви преко одговарајућих показатеља нивоа пружања услуга) током читавог периода извршења уговора.

2.2. Праћење извршења

Праћење извршења је кључно за успех уговореног одржавања путева. Одговарајуће процедуре контроле, као и казне за непридржавање, морају да буду добро дефинисане у уговору, а генерално се разликују по појединим уговорима у зависности од локалних ограничења.

Одржавање засновано на дефинисаном нивоу услуге, се у великој мери ослања на праћење извршења активности, како од стране самих извођача, тако и од агенција за путеве.

Уговори према дефинисаном нивоу услуге морају да обезбеде провођење мерења одређеног обима кључних показатеља извршења да би се утврдио степен извршења извођача у одређеним подручјима, као и ради утврђивања плаћања према извођачу у односу на учинак. Извођач може да прими „бонус“ плаћање ако премаши задате циљеве, али је сасвим извесно и одбијање плаћања ако извршење не задовољи захтеве.

Такође, показатељи извршења треба да буду одабрани у складу са циљевима и задацима пројекта, уз укључивање и аспекта корисника пута. На пример, код управљања коловозима, циљне вредности за сваки показатељ извршења треба да одражавају гледиште корисника. Као циљне вредности се могу дефинисати две врсте нивоа: жељени и критичан ниво [1]. Осим тога, треба одредити и критеријуме за одржавање и рехабилитацију.

Жељене нивое није тешко дефинисати. На пример, жељени ниво равности и дубине колотрага је нула („што мање, тим боље“). С друге стране, пропустљивост је карактеристика која је карактерисана са „што више, тим боље“. Покушај да се постигну жељени нивои захтева огроман буџет за праћење и одржавање, па се утврђују и толеранције. Критични нивои одређују границу између прихватљивог и неприхватљивог квалитета за кориснике путева, и они се тешко дефинишу са техничког аспекта. Критеријуми за одржавање/рехабилитацију се могу описати као стање доведено до критичног нивоа који доводи до потребе за извођењем обимнијих радова ради подизања нивоа безбедности, удобности, итд.

Дефинисање одговарајућих показатеља извршења је прилично изазован задатак пошто треба да задовољи скуп супротних циљева, и то: минимизирати укупне системске трошкове, укључујући дугорочне трошкове очувања путева, мостова, саобраћаја и трошкова корисника, и пружити корисницима комфор и сигурност.

Уз то, да би се избегла двозначност, показатељи извршења морају да буду јасно дефинисани и објективно мерљиви.

Већина агенција за путеве користи скуп показатеља којима упоређује физичко стање путева, са постављеним циљним вредностима. Типични показатељи извршења су [3, 7]:

- међународни индекс равности (IRI) као показатељ равности површине пута која утиче на експлоатационе трошкове возила;
- одсуство рупа и контрола пукотина и колотрага што утиче на сигурност и понашање коловоза;
- минимална количина трења између гума и површине пута из безбедносних разлога;
- максимална количина талога или друге препреке код система за одводњавање да би се избегла деструкција путне конструкције;
- ретрорефлексија знакова и ознака из безбедносних разлога.

За сваки показатељ извршења постоји време одговора и често је предвиђена казна за непридржавање уговорених рокова [3, 7]. Показатељи извршења и време одговора веома варирају од уговора до уговора, односно у зависности од тога о којој држави се ради и који фактори се узимају у обзир. Пошто стање већине путева углавном није у складу са стандардима извршења који се дефинишу уговором, извођачу се одређује рок за унапређење стања пута до захтеваног нивоа у зависности од специфичних околности.

У табели 1. је дат пример како је могуће искористити показатеље извршења за употребу у контексту управљања одржавањем путева, нарочито за уговоре према дефинисаном нивоу услуге. Предложена листа је настала детаљном анализом искустава широм света по питању извршења таквих уговора, као и из искустава стечених у оквиру „пилот“ пројекта у Републици Србији. Ови показатељи се не могу сматрати као савршени за управљање таквим уговорима јер избор највише зависи од карактеристика агенције која реализује уговор. Међутим, ако су одговарајуће спроведени, предложени показатељи имају потенцијал „добрих показатеља“.

Такође, агенција има могућност да спроведе комплетан уговор или мешовит уговор ако се исти оцени као погодан за део мреже или за целу мрежу у зависности од својих карактеристика. То значи да се део активности изводи према дефинисаном нивоу услуге, а друге као радови одржавања засновани на квантитету. Стога се предложени показатељи могу у одређеној мери променити да би се прилагодили усвојеном типу уговора.

У табели 1. се наводе показатељи извршења „ниског“ нивоа који се односе само на очување имовине на путевима и стварање безбедних услова за саобраћај са детаљима о предложеном и прихватљивом нивоу и времену одговора. За разлику од тога, могуће је дефинисати и показатеље „високог“ нивоа који се користе за поређење стања путне мреже и прихватања тог стања и рада администрације од стране заинтересованих (држава, корисници, медији, јавност, итд). Процена програма и општег извршења агенције за путеве се утврђује помоћу ових показатеља „високог“ нивоа. Циљеви који би се односили на ову групу показатеља веома зависе од државне саобраћајне политике и политике агенције за путеве, и не могу бити препоручени без даље студије о политикама, циљевима и активностима у путном сектору.

2.3. Плаћање

Уобичајен начин плаћања за обављене услуге, путем месечних ситуација, се одржава и кроз овај облик уговора. Међутим, месечна ситуација мора да садржи доказ да је извођач радова постигао захтевани ниво услуге и квалитет радова из уговора. Захтев за плаћање је праћен одговарајућом документацијом, као и инспекцијским извештајем који представља претходно наведен доказ.

Верификација добро изведеног посла се обавља на основу заједничке инспекције која се врши једном месечно на одабраној дужини путне мреже која је предмет уговора. Уобичајено је да се за сваку дионицу предметне мреже изабере 1-5 km за преглед, према случајном узорку, али поједини уговори прецизирају и детаљан преглед на читавој путној мрежи из уговора.

Плаћање радова према дефинисаном нивоу услуге је непроменљиво и односи се на обрачун накнаде и количине радова на годишњем нивоу.

Уколико квалитет пружања услуга није постигнут у било ком месецу, плаћање за тај месец може да буде смањено или чак обустављено.

За поједине врсте услуга, односно радова се плаћа годишњи износ накнаде (паушал). У том случају, укупан износ се може поделити на одређен број рата (једнаких износа). Ову врсту плаћања треба посебно обрадити у оквиру сваке појединачне позиције радова која то предвиђа и приказати кроз техничке услове.

Табела 1. Предлог показатеља „ниског“ нивоа (очување путева и безбедност саобраћаја)

Категорија пута	Показатељ	Ниво услуге	Толеранција	Време одговора
основни коловоз (коловоз и банке)				
I	ударне рупе/km	ништа	ништа	48 сати
II		ништа	< 3 ком/km	72 сати
I	пукотине	све затворене	< 15 %	1 месец
II		< 10 %	< 20 %	2 месеца
I	колотрази	< 10 mm	< 15 mm	3 месеца
II		< 20 mm	< 30 mm	6 месеца
I	лом ивице коловоза	< 10 cm у коловоз	< 25 cm у коловоз	6 месеци
II		< 20 cm у коловоз	< 50 cm у коловоз	
I	банкине	стабилизоване, без улегнућа на ивици	< 5 % нестабилизовано, улегнуће < 5 cm	2 недеље
II			< 10 % нестабилизовано, улегнуће < 7,5 cm	
I	равност-асфалт бетон (IRI)	< 2,5	< 4	6 месеци
II		< 3,5	< 5	6 месеци
I	равност-битуменизирани (IRI)	< 3,5	< 5,5	6 месеци
II		< 4,5	< 6	6 месеци
I/II	деформације и улегнућа	< 2,5 cm	< 5 cm	6 месеци
I/II	чупање агрегата	< 10 %	< 20 %	6 месеци
I/II	излучивање битумена	ништа	< 5 %	6 месеци
I/II	отпор клизању	> 50	> 45	6 месеци
I/II	лом коловоза	без ломова опасних по саобраћај	1 ком/10 km	6 сати
I	чврстоћа (централна дефлексија)	< 250/1000 mm	< 400/1000 mm	6 месеци
II		< 350/1000 mm	< 500/1000 mm	6 месеци
I/II	преостали век	> 10	> 5	1 година
I	ограничење оптерећења	< 5 %	< 10 %	1 година
II		< 10 %	< 25 %	1 година
шљунковити и макадамски путеви				
I/II	брзина возње	> 40 km/h	> 25 km/h	1 месец
I/II	ударне рупе/km	ништа	< 10 ком/km	1 недеља
I/II	омекшавање површине	није мека и блатњава, не омекшава при влажењу	-	1 месец
I/II	банкине	стабилизована	< 10 % нестабилизовано	1 недеља
насипи и косине				
I/II	стање површине	стабилизована, без клизања или одламања	локална, мала ерозија	1 недеља
I/II	наноси	без наноса и присутог материјала	< 1 m ³ наноса или присутог материјала на банкама или бермама	1 недеља
објекти				
I/II	препрека	безбедно и без препрека, омогућен слободан проток воде или саобраћаја	< 10 % ограничења у воденом току или саобраћајном профилу	1 недеља
I/II	стање	без оштећења и деформација	-	2 недеље
I/II	ограничења	нема ограничења	< 10 %	6 месеци

Категорија пута	Показатељ	Ниво услуге	Толеранција	Време одговора
пропусти				
I/II	водени ток	безбедно и без препрека	< 10 % ограничења у воденом току	1 недеља
I/II	стање	без оштећења и деформација	-	2 недеље
елементи за одводњавање (риголи, канали и дренаже)				
I/II	пропречни пресек	нормалан попречни пресек, без препрека	< 5 % дужине испод нивоа услуге	1 недеља
I/II	положај обложених канала и ригола	слегање < 2 cm	слегање < 4 cm	1 месец
знакови				
I/II	постављање	комплетни, правилно постављени	< 5 % испод нивоа услуге	6 сати
I/II	стање	чисти и видљиви	< 5 % испод нивоа услуге	6 сати
I/II	читљивост	читљиво	< 25 % испод нивоа услуге	48 сати
хоризонтална сигнализација				
I/II	стање	комплетна и видљива	< 10 % испод нивоа услуге	1 недеља
I/II	рефлексивност	> 100 mcd/lx/m ²	< 10 % испод нивоа услуге	1 месец
опрема пута				
I/II	постављање	комплетна, правилно постављена	< 5 % испод нивоа услуге	1 недеља
I/II	стање	чиста и видљива	< 5 % испод нивоа услуге	24 сата
путни појас				
I/II	вегетација до 3 m од ивице коловоза	само травнати покривач	висина траве < 15 cm	1 недеља
I/II	вегетација на косинама	травнати покривач и жбуње до висине од 50 cm	висина траве и жбуња < 1 m	1 недеља
I/II	страни елементи	без смећа, наноса и мртвих животиња	-	48 сати
прегледност				
I/II	прегледност	без препрека	min 200 m	1 недеља
I/II	вертикална ограничења	без препрека	min 5 m	72 сата
зимско одржавање				
I	таложeње снега	без таложeња	< 5 cm таложeња на саобраћајним тракама и < 10 cm на осталим тракама	2 сати
II			< 10 cm таложeња	8 сати
I	уклањање снега	комплетно уклањање са свих саобраћајних трака и банкина	комплетно уклањање са свих саобраћајних трака	2 дана
II			комплетно уклањање на ширини од 5 m	4 дана
I	контрола леда	потпуно успостављено трење	трајање губитка трења < 1 сат	одмах
II			трајање губитка трења < 3 сат	
I/II	одговор на снежне лавине	активиран план потраге и спашавања и започето чишћење	-	одмах
I/II	без изненађења за возаче	сви привремени знаци постављени и видљиви	-	одмах
ажурирање базе података				
I/II	обезбеђење информација	достављена информација	-	3 месеца

Са позиције извођача је нарочито значајно да плаћање обухвати све трошкове који настану као резултат достизања потпуне функције или завршетка радова, у смислу уговорне документације. Због тога појединачна позиција рада обухвата трошкове набавке потребних ресурса и активности које је потребно спровести у циљу одржања функционалних својстава и подразумева сва ограничења у извршењу у складу са уговорном документацијом. Основну улогу у прецизирању свих потребних улазних компоненти и начина рада овде има инвеститор путем разраде прецизних и детаљних техничких услова.

2.4. Казнена политика

Умањење плаћања је мера која се примењује у случају непоштовања уговорних обавеза од стране извођача, односно недостизања прописаних стандарда одржавања и рокова за отклањање недостатака. Поступак умањења плаћања се врши кроз примену уговорних казни.

Један од примера казнене политике је примена принципа казнене поена заснован на канадском моделу (држава Онтарио) [7]. Казнени поени имају своју нумеричку и новчану вредност. Нумеричка вредност је кумулативна, утиче на висину новчаног трајног одбитка и дефинише услове за раскид уговора. Новчана вредност уговорних казни је неповратна, односно накнадном корекцијом недостатка извођач нема право на поврат износа.

Казнени поени се додељују по два основа:

- неиспуњење захтеваних обавеза и
- непоштовање прописаних рокова за отклањање недостатака.

За повреду било које од административних дужности и неиспуњење административних обавеза извођачу се, такође, могу доделити казнени поени, који се могу и дуплирати уколико се пропуст не исправи.

Код традиционалних уговора, у већини случајева, не постоји казнена политика за случај непоштовања административних дужности и обавеза, а веома је чест случај да не постоји било какав елемент казнене политике за неизвршавање планираних активности редовног одржавања путева.

2.5. Надзор

Код уговора према дефинисаном нивоу услуге, инвеститор ангажује консултанта за вршење услуга надзора на радовима редовног одржавања, што често подразумева и праћење

утицаја тих радова на околину у обиму који је дефинисан уговором. Међутим, овај надзор се у потпуности организује као вршење услуга „инжењера“ према FIDIC-у и веома је близак садашњем начину обављања услуга надзора на радовима редовног одржавања од стране надзорних служби агенција за путеве. Инжењер прати извршење радова и констатује достигнуто стање, уз проверу доказа о квалитету које обезбеђује извођач.

Пошто је извођач преузео одговорност за контролу квалитета, у свом интересу, агенција за путеве у одређеној мери штеди на трошковима надзора и контроле извршења уговора.

Консултант задужен за надзор и праћење утицаја има значајну улогу, јер представља везу између агенције која управља путевима и извођача. Дужности консултанта се, у већини случајева, односе на:

- надзор на одржавању путева;
- надзор на одржавању објеката;
- праћење утицаја на околину;
- спровођење заједничких инспекција са извођачем;
- припрему инспекцијских извештаја.

Искуство показује да и корисници путева имају важну улогу у контролисању колико се извођач придржава визуелних стандарда извршења, као што је постојање рупа, стање система за одводњавање, препреке на путу, све док су корисници упознати по ком стандарду пут треба да се одржава. У том смислу, извођач има обавезу да постави знакове уз пут где се могу прочитати подаци као што су, име и адреса извођача, телефонски бројеви и назив одговорне агенције за путеве.

3. ИСКУСТВА У РЕГИОНУ

Први уговори за одржавање путева према дефинисаном нивоу услуге су, осим у развијеним земљама западне Европе са напредним системима управљања одржавањем путева, почели да се примењују у земљама Јужне Америке и Африке. У ближњем окружењу се истиче пример примене ове врсте уговора у Републици Србији [9, 10]. Овај пример је интересантан услед чињенице да је Република Србија земља са практично подједнаким искуством у путној привреди као и Босна и Херцеговина, и сличном праксом извршавања активности одржавања путева.

У оквиру пројекта „Рехабилитације транспорта у Србији“, који је финансиран из кредита Светске банке (IDA кредит), у Републици Србији је 2008.

године окончан „пилот“ пројекат уговора за одржавање путева према дефинисаном нивоу услуге.

Пилот пројекат је обухватио редовно и зимско одржавање магистралних и регионалних путева у регионима Мачве и Колубаре, у приближној дужини од око 1.200 km, и то у трајању од три године. Специфичност ове врсте уговора је да је сачињен као комбинација традиционалног начина извођења радова редовног одржавања за један мањи број позиција, док је већина уговорена према дефинисаном нивоу услуге. Зимско одржавање путева је у комплекту уговорено према дефинисаном нивоу услуга.

Први пут су у уговорима за одржавање уведени казнени поени, са следећим последицама за извођаче радова:

- уколико током извршења уговора извођач радова достигне 175 казних поена, губи право учешћа у било ком надметању за радове код инвеститора у наредне 2 године;
- уколико у току прве године уговора извођачу буде додељено преко 100 казних поена, инвеститор има право да раскине уговор;
- уколико у току друге године уговора, извођачу буде додељено укупно преко 160 казних поена, инвеститор има право да раскине уговор;
- уколико у току треће године уговора извођачу радова буде додељено укупно преко 200 казних поена, инвеститор има право да раскине уговор.

Релативно скромни резултати који су остварени у току прве године реализације уговора (2004/2005. година) се огледају у извршењу нешто више од 50 % радова у односу на уговором планиран обим, а додељено је више од 70 % од укупног броја казних поена. Након предузимања низа мера од стране инвеститора у другој години реализације уговора, резултати су значајно побољшани, тако да је реализација у односу на уговором планиран обим износила око 100 %, док је свега 14 % од укупног броја казних поена додељено извођачима.

Делимичан разлог великог броја казних поена и ниске реализације у току прве године извршења уговора је непознавање основних циљева и услова извршавања ове врсте уговора од стране извођача. Имајући у виду да предузећа ангажована за извођење радова одржавања нису поседовала искуство са уговорима према дефинисаном нивоу услуге, као што их ни данас нема већина предузећа у Републици Србији и региону, ово је сасвим разумљиво. Такође, одређен степен одговорности за ову ситуацију током прве године уговора сноси и инвеститор

услед неправовремене припреме сопственог кадра за праћење реализације уговора, односно управљање уговором.

Посебно добри резултати су остварени у делу зимског одржавања. Упоређење појединих трошкова остварених на територији „пилот“ пројекта и паралелно на остатку централног дијела Републике Србије (око 10.000 km), указује на значајне уштеде у потрошњи соли и агрегата, као и јединичну цену по километру одржане мреже. Нарочит значај у великим уштедама током зимског периода су имали примена система за праћење временских прилика, као и савремене опреме за извођење радова.

Општи закључци изведени након завршетка „пилот“ пројекта у Републици Србији су следећи [9, 10]:

- након почетних проблема прилагођавања извођача новом концепту одржавања путева у првој години реализације, „пилот“ пројекат је успешно завршен;
- ангажовање саветника на „пилот“ пројекту, посебно кроз сталну обуку извођача, као и утврђивање процедура, значајно је допринело успешном завршетку пројекта;
- потрошња материјала за редовно одржавање коловоза, као и током зимског периода за спречавање поледице и уклањање снега, је значајно смањена;
- постигнуте су уштеде у укупним трошковима одржавања у односу на прву годину реализације уговора, а посебно у односу на остатак путне мреже Републике Србије;
- најзначајније уштеде су остварене у зимском одржавању.

4. МОГУЋНОСТ ПРИМЕНЕ У БОСНИ И ХЕРЦЕГОВИНИ

Тренутна организација одржавања путева у оквиру оба ентитета се заснива на количини посла који се мери и плаћа у односу на договорену цену по појединим позицијама радова.

Сложеност уговора према дефинисаном нивоу услуге, посебно у погледу показатеља, стања коловозне површине и трајања уговора, захтева добро претходно искуство код уговарања одржавања путева, и способност агенције за путеве да припреми и прати такве уговоре.

У односу на могућност увођења одржавања путева према дефинисаном нивоу услуга у путну привреду Босне и Херцеговине, потребно је размотрити одређене карактеристике и специфичности локалне праксе одржавања.

4.1. Регулаторни оквир

Тренутно важећа регулатива у Босни и Херцеговини и остала документација (технички услови), која се примењује у случају уступања радова, обухвата следеће документе:

- Закон о јавним набавкама Босне и Херцеговине (2004-2010);
- Закон о јавним путевима (Република Српска, 2004-2012);
- Закон о цестама Федерације Босне и Херцеговине (2010);
- Правилник о одржавању јавних путева и објеката (Република Српска, 2005)
- Правилник о одржавању јавних цеста (Федерација Босне и Херцеговине, 2010);
- Смернице за пројектовање, одржавање, грађење и надзор на путевима (2006).

Постојањем наведене регулативе су створене регулаторне основе за примену уговора о одржавању путева према дефинисаном нивоу услуга. Наведене Смернице у већој мери већ сада поседују одговарајуће описе радова редовног одржавања и интервенција на изграђеној путној мрежи који су у складу са циљевима и карактеристикама ове врсте уговора.

С обзиром да је Закон о јавним набавкама, први пут ступио на снагу још 2004. године и обавеза је свих буџетских корисника, агенције које управљају путевима у Босни и Херцеговини, већ су стекле одређено искуство приликом поступка јавних набавки и уступања радова. Захваљујући постојању наведеног Закона и обавези употребе од стране свих буџетских организација, знатно је олакшано спровођење јавне набавке за реализацију пројекта за уговоре према дефинисаном нивоу услуге. Ово није био случај са пројектом у Републици Србији, где су битни предуслови били измена одређених одредби Закона о путевима којима се одржавање путева директно уступало појединим извођачима, као и увођење Закона о јавним набавкама у примену.

С друге стране, отежавајућу околност може представљати чињеница да су у претходних неколико година, применом наведеног Закона о јавним набавкама, агенције за путеве спровеле процедуру јавних набавки и доделиле нове уговоре о одржавању путева подобним понуђачима, који су још увек на снази. То значи да ће важећи уговори, ако дође до реализације пројекта, морати да претрпе одређене измене, што може изазвати негативну реакцију друге уговорне стране и покретање спорова за накнаду штете.

4.2. Припрема

Да би пројекат био успешно реализован, агенције оба ентитета треба да спроведу следеће активности:

- избор територија на којима ће пројекат бити реализован;
- прикупљање неопходних података о стању путне мреже на којој ће пројекат бити реализован (стварање информационе основе);
- дефинисање техничких аспеката који ће бити саставни дио тендерске документације;
- дефинисање основних разлика у односу на досадашње уговоре о одржавању;
- обука особља запосленог у агенцијама које ће руководити пројектом.

За избор територије на којој ће пројекат бити реализован препоручују се области које по свом географском положају и карактеристикама путне мреже имају одређене специфичности у погледу редовног одржавања (равничарски терен), као и радова зимског одржавања путева (брдско-планински терен). За почетак, као вид „пилот“ пројекта потребно је да оба подручја буду у непосредној близини седишта агенција, како би било омогућено лакше праћење резултата пројекта, праћење утицаја на околину и надзор.

Као једна од могућности за избор препоручује се територија на којима је подједнако заступљен равничарски и брдско-планински терен. При избору територије на којој ће пројекат бити реализован потребно је водити рачуна да на њој буду заступљене све категорије путева, различите врсте и нивои оштећења путева, као и величина саобраћаја и климатски услови, како би се применљивост добијених резултата могла директно анализирати на територији БиХ.

Напор који ће агенције за путеве морати да начине како би ефикасно и ефективно припремиле и реализовале ове уговоре је утврђивање одговарајућих показатеља извршења, на основу којих би се реализовала интервенција, пратила реализација и утврђивао постигнут ниво услуге на путевима. Како за Босну и Херцеговину постоји база података магистралних и регионалних путева, са пресеком стања из 2004. године за Републику Српску, односно 2011. године за Федерацију Босне и Херцеговине, да би се утврдило почетно стање, неопходно је и да се обави њено ажурирање. Ова активност у одређеној мери може представљати отежавајућу околност пошто захтева значајно ангажовање новчаних средстава, људских ресурса и времена. Међутим, како би се уговор квалитетно припремио и да би понуђачи и управљачи имали добру основу за припрему понуде, извођење радова и управљање реализацијом уговора, ова активност се мора правремено, поуздано и детаљно реализовати.

Осим наведеног, успешна реализација набавке радова и консултантских услуга на одржавању путева према дефинисаном нивоу услуге, као и сама реализација у оба ентитета Босне и Херцеговине, треба да се заснива и на:

- доброј композицији и организацији тима за реализацију пројекта уз ангажовање људи потребних специјалности (грађевинске, економске, саобраћајне струке и др), релевантних знања и вештина;
- доброј расподели основних и секундарних задатака на пројекту;
- благовременом спровођењу обуке о процедурама набавки, посебно у погледу припреме тендерске документације која постоји као стандардна за пројекте Светске банке [5];
- стриктном бављењу чланова тима само реализацијом пројекта, без ангажовања на другим задацима у оквиру агенција за путеве;
- тесној сарадњи тима за реализацију и стручних служби агенција за управљање путевима, уз стварну посвећеност и подршку руководства агенција;
- интензивној сарадњи тима за реализацију пројекта са тимовима међународних финансијских институција које су нарочито вољне да подрже ову врсту пројеката (ни једно питање није бесмислено, а благовремено добијен савет или инструкција спречава стварање проблема);
- благовременом обезбеђењу потребних сопствених финансијских средстава за подршку пројекту.

4.3. Локални извођачи

Уговори према дефинисаном нивоу услуге подразумевају одговарајуће квалификације локалних извођача у погледу управљања овим новим типом уговора о одржавању путева. Када се разматрају квалификације домаћих извођача радова у области путева треба нагласити да већина предузећа за путеве поседује искуство у одржавању путне мреже, док постоји и одређен број извођача са значајним искуством само у погледу грађења путева. У том смислу, предузећа која се баве одржавањем путева као основном активношћу могу имати одређену предност у организацији извођења ових радова и постићи боље резултате у крајем периоду.

Међутим, у данашње време „тржишне утакмице“, када је извођачима одржавања путева дозвољено да се баве и другим врстама грађевинских радова, као и тотално дијаметралним услугама и пословима, веома је тешко обезбедити поуздано извршавање уговорених обавеза. Као последица овога, у

већини случајева, а нарочито код извођача који по први пут склапају уговоре овакве природе, се дешава да је немогуће обезбедити покривеност радова одржавања путева опремом, механизацијом и кадровима, а нарочито провести одговарајуће и квалитетно планирање активности одржавања.

Постепен приступ са краћим уговорима, комбиновањем са традиционалним начином уговарања одржавања и ограниченим скупом показатеља који би се односили на контролу битних показатеља стања мреже (ударне рупе, пукотине, чишћење система за одводњавање и сл.), се препоручује у оним ситуацијама када постоји релативно мало искуство у уговарању радова одржавања.

4.4. Избор показатеља извршења

На основу анализе искустава широм света, као и на основу искуства из Републике Србије, могуће је закључити да се већина погодних показатеља извршења (Табела 2) може пратити у оквиру контекста уговора према дефинисаном нивоу услуге, без великих напора, и у оквиру редовних активности извођача и надзора. Предложени показатељи извршења се углавном могу утврдити визуелним прегледом коловоза и других елемената пута. Листа не садржи показатеље извршења који се морају утврдити специјалном опремом, као што су профилограф, дефлектометар и сл. Међутим, овим се не ограничавају ентитетске агенције за путеве и/или аутопутеве, као управљачи путном мрежом, да прате све предложене показатеље извршења (Табела 1) и тако вреднују извршење извођача у обезбеђивању нивоа услуге.

6. ЗАКЉУЧАК

Уговори о одржавању путева према дефинисаном нивоу услуге се све више примењују у свету, уз постизање значајних резултата у смислу стања путне мреже, обезбеђења одговарајућих услова за одвијање саобраћаја и вишег нивоа безбедности саобраћаја, као и уштеда материјалних и финансијских ресурса.

Управо смањење трошкова одржавања и побољшање стања путева се истичу као примарна предност уговарања одржавања путева према дефинисаном нивоу услуге. Друга важна предност је та што корисници тачно знају какво стање на путевима очекују и траже. Међутим, недовољно спровођење ове шеме може да изазове нежељене ефекте.

Табела 2. Основни показатељи извршења за уговоре у Босни и Херцеговини [8, 11]

Група	Показатељ
основни коловоз (коловоз и банке)	1. ударне рупе/km
	2. пукотине
	3. колотрази (само идентификација)
	4. лом ивице коловоза
	5. банке
	6. деформације и улегнућа
	7. чупање агрегата
	8. излучивање битумена
	9. лом коловоза
шљунковити и макадамски путеви	10. брзина вожње
	11. рупе/km
	12. омекшавање површине
	13. банке
насипи и косине	14. ерозија површине
	15. наноси
објекти	16. препрека
	17. стање
пропусти	18. водени ток
	19. стање
елементи за одводњавање (риголи, канали и дренаже)	20. попречни пресек
	21. положај канала и ригола
знакови	22. постављање
	23. стање
	24. читљивост
хоризонтална сигнализација	25. стање
опрема пута	26. постављање
	27. стање
путни појас	28. вегетација до 3 m од ивице коловоза
	29. вегетација на косинама
	30. страни елементи
прегледност	31. даљина прегледности
	32. вертикална ограничења
зимско одржавање	33. таложење снега
	34. уклањање снега
	35. контрола леда
	36. одговор на снежне лавине
	37. без изненађења за возаче
ажурирање базе података	38. обезбеђење информација

Данас се управљање путевима углавном заснива на циљевима и анализи резултата. Било какво унапређење у резултатима захтева накнадну и одговарајућу оцену. Најчешће коришћена техника за вредновање је поређење резултата добијених током различитих временских периода, а одговарајући показатељи извршења управо ту налазе своју пуну примену. Одговарајуће праћење извршења и строга примена казни за непоштовање уговорних одредби се показало као изузетно важно средство за постизање успеха. У случајевима да агенције за путеве нису на одговарајући начин пратиле извршење извођача или ако нису примениле утврђене казне за непридржавање уговора, извршење извођача је било лоше.

Резултати остварени током реализације уговора у Републици Србији, као земљи са сличном праксом одржавања, указују на чињеницу да треба покушати примену оваквог вида уговора, најмање са циљем повећања нивоа безбедности саобраћаја и смањења трошкова. Брза и ефикасна примена овакве врсте уговора у Босни и Херцеговини је могућа, с обзиром на искуство обе агенције које управљају путевима у области јавних набавки, као и расположивост кредитних средстава којима би се остварила техничка помоћ током припреме и реализације. У сваком случају, агенције за путеве у Босни и Херцеговини морају да проведу одређене активности на припреми да би се створили повољни услови.

Литература

- [1] Yoshida, T. (2002). Performance-based specification as a step to performance-based management and maintenance of pavement in Japan.
- [2] Engelke, T. (2003). Long term performance based road maintenance contracts in Western Australia. Rotorua, Australia: Bay Roads Exposed Conference
- [3] Zietlow, G. (2004). Implementing performance-based road management and maintenance contracts in developing countries. Eschborn, Germany: German Development Cooperation.
- [4] Stankevich, N., Quereshi, N., Queiroz, C. (2005). Performance-based contracting for preservation and improvement of road assets. Transport Note. TN-27. Washington, D.C., USA: The World Bank
- [5] (2006). Procurement of works and services under output- and performance-based road contracts, Sample bidding documents and Sample specifications. Washington, D.C., USA: The World Bank.
- [6] Noble, J.W.B., Barnsley, R. (2006). Long term road maintenance contracts in Western Australia, Where to after term network contracts. 8th Annual Conference. NZHIT & Transit New Zealand.
- [7] Zietlow, G. (2007). Cutting costs and improving quality through performance-based road management and maintenance contracts, The Latin American and OECD experiences. Birmingham, UK: Senior Road Executives Programme Restructuring Road Management.
- [8] Jokanović, I. (2008). Performance based maintenance contracts-Performance indicators. Technical report. Belgrade, Serbia: PE Roads of Serbia.
- [9] Radović, N. (2008). Performance based maintenance contracting-Preparation and contracting. Skopje, Macedonia: Seminar on Road Maintenance Management.
- [10] Subotički-Đorđević, G. (2008). Routine maintenance pilot project in Serbia –Contract implementation, results and further steps. Skopje, Macedonia: Seminar on Road Maintenance Management.
- [11] Јокановић, И., Грујанић, Т. (2009) Показатељи извршења за уговоре о одржавању путева према дефинисаном нивоу услуге. Дивчибаре, Србија: Шесто Научно-стручно саветовање Оцена стања, одржавање и санација грађевинских објеката и насеља. 559-566.

УЛОГА ДРУМСКОГ САОБРАЋАЈА У ПРИМЕНИ МЕТОДОЛОШКЕ КОНЦЕПЦИЈЕ САОБРАЋАЈНЕ ПРИСТУПАЧНОСТИ У ПРОСТОРНОМ ПЛАНУ РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ

др **Ана Вулевић**, дипл. просторни планер,
Саобраћајни Институт ЦИП, Београд, vulevica@sicip.co.rs

Анђелка Туфегдзић, дипл. просторни планер,
Саобраћајни Институт ЦИП, Београд, tufegdzilla@sicip.co.rs

доц. др **Богдан Лукић**, дипл. просторни планер,
Универзитет у Београду, Географски факултет, bogluk@eunet.rs

др **Александар Ђорђевић**, дипл. просторни планер,
Универзитет у Београду, Географски факултет, aca79@bitsyu.net

Михелић Милан, дипл. просторни планер,
Саобраћајни Институт ЦИП, Београд, mihelicm@sicip.co.rs

Прегледни рад

Сажетак: "Добром приступачношћу европске регије побољшавају своју конкурентну позицију, али и конкурентност Европе као целине" (ESDP-European Spatial Development, 1999.god.). Приступачност територије Републике Србије и њених регионалних целина представља један од кључних критеријума за мерење успешности просторног развоја и један је од најважнијих индикатора за одређивање **просторних аспеката саобраћајних система**. Развој саобраћајне мреже може различито да утиче на просторну дистрибуцију становништва и економских активности. Квантитет и квалитет постојеће регионалне инфраструктуре као и удаљеност (време путовања) становништва, у томе играју велику улогу. Може с једне стране да допринесе њиховој просторној дистрибуцији, кроз побољшање саобраћајне приступачности у односу на центре међународног значаја, а с друге стране унапређење саобраћајне мреже може да изазове још веће проблеме, у смислу да велике удаљености до прикључних тачака на саобраћајну мрежу, доводе до формирања "празних међупростора". Ти простори имају ограничене могућности приступа, што доводи до стагнације у развоју. Ту добија на значају квалитет секундарних мрежа, тј. овакви исходи могу се избећи кориговањем густина секундарних саобраћајних мрежа, регионалне и субрегионалне, тако да прате ширење националних мрежа. Значи, са повећањем брзина на националним мрежама, повећавају се и димензије међупростора и значај секундарне мреже, с једне стране, док се пропорционално смањују удаљености између регија и урбаних центара опслужених овом мрежом, с друге стране (Europe 2000+: Cooperation for European territorial development, 1994).

Кључне речи: друмски саобраћај, секундарне саобраћајнице, одрживи транспорт, ПП Р. Србије, индикатори приступачности, вишекритеријумска анализа.

THE ROLE OF THE ROAD TRANSPORT AT THE APPLICATION OF METHODOLOGICAL CONCEPTION OF TRANSPORT ACCESSIBILITY IN THE SPATIAL PLAN OF THE REPUBLIC OF SERBIA

Ana Vulević, Ph.D., BSc. urban planner,
Traffic Institute CIP, Belgrade, vulevica@sicip.co.rs

Andelka Tufegdžić, BSc. urban planner,
Traffic Institute CIP, Belgrade, tufegdzilla@sicip.co.rs

Bogdan Lukic, Ph.D. urban planner,
University of Belgrade, Faculty of Geography, bogluk@eunet.rs

Aleksandar Djordjevic, B. Sc. urban planner,
University of Belgrade, Faculty of Geography, aca79@bitsyu.net

Mihelić Milan, BSc. urban planner,
Traffic Institute CIP, Belgrade, mihelicm@sicip.co.rs

Review paper

Abstract: "Good accessibility of European regions improves their competitive position, but also the competitiveness of Europe as a whole" (ESDP European Spatial Development, 1999). The accessibility of the Republic of Serbia territory and its regional entities presents one of the key criteria for success of spatial development and it is one of the most important indicators for determining the spatial aspects of the transport system. The development of transport networks may differently affect the spatial distribution of population and economic activity. The quantity and quality of existing regional infrastructure, as well as the distance (travel time) of the population, play major role in that. It can contribute their spatial distribution on one side through the improvement of transport accessibility in relation to the centers of international significance, and on the other side it may cause even bigger problems, i.e. large distance from connection points to the transport network may lead to the formation of 'empty spaces'. These areas have limited access, which leads to stagnation in development. Quality of the secondary networks is very important here, i.e. such outcome can be avoided by adjusting the density of secondary transportation network, regional and sub-regional, so they follow the expansion of the national network. Thus, with the increase of speed on national networks, the dimensions of space and the importance of the secondary network increase, on one side, while on the other distance between regions and urban centers served by these networks proportionally reduces (Europe 2000+: Cooperation for European territorial development, 1994).

Key words: road traffic, secondary roads, sustainable transport, The Spatial Plan of the Republic of Serbia, indicators of accessibility, multi-criteria analysis.

1. УВОД

Добра приступачност саобраћајној инфраструктури подразумева координирани развој саобраћајних система и предуслов је побољшања услова за равномеран економски и социјални развој и остваривање уравнотеженог регионалног развоја.

У анализи приступачности веома је важно направити разлику између локалне или регионалне приступачности и интеррегионалне и интернационалне приступачности. У регионалној или локалној приступачности, анализирају се краће дистанце које рефлектују регионалне међузависности и условљености руралних и урбаних подручја.

Приступачност путевима описује приступачност подручја на основу само друмског саобраћаја. Друмски саобраћај је присутан кроз примену индикатора опремљености путном инфраструктуром, као и у другим сложенијим индикаторима приступачности (изохрона доступност, време путовања до тржишта итд.).

Примењен заједно са индикаторима приступачности за друге видове саобраћаја и њиховим комбиновањем отвара нове могућности мерења (не) доступности округа, тако откривајући недостајуће саобраћајне везе, а у циљу складног развоја свих видова транспорта, тј. **комплетирање постојећих и изградњу нових секундарних друмских мрежа**, интензивнији развој железничких пруга и услуга, до нивоа развијености аутопутске мреже, интеграцију интермодалних решења и стимулисање мултимодалних транспортних технологија.

Уравнотеженија приступачност може се остварити развојем регионалних саобраћајних мрежа - веза различитих округа до ТИНА мрежа, односно избегавањем оптерећења у градским подручјима и стварањем предности заснованих на нодалности, али у периферним областима.

Постављени циљеви, у раду, односе се на развој метода и избор индикатора за успешније сагледавање територијалног аспекта транспортне инфраструктуре на подручју Србије, које се могу користити и у изради анализа просторног утицаја за транспортне коридоре у процесу секторског планирања и припреме техничке документације, а то су:

- установити постојеће стање транспортне инфраструктуре у Србији;
- установити степен утицаја решења за Одрживи транспорт у ПП РС на повећање доступности;
- установити методолошки оквир за мерење нивоа доступности.

Природа проблема, упућује на избор метода који омогућавају доношење одговарајућих закључака кроз транспарентан аналитички приступ за тематску агрегацију индикатора и разумљивост резултата чак и за оне који нису стручњаци за примењене математичко - статистичке методе и моделирање.

Примењен је и картографски метод уз примену Географског информационог система (GIS), за картирање степена регионалне приступачности на основу формиране аналитичке базе података.

2. ЕВАЛУАЦИЈА РЕГИОНАЛНЕ ПРИСТУПАЧНОСТИ КАО СКУП ЧЕТИРИ ИНДИКАТОРА

Координирани развој саобраћајних система и побољшање услова за равномеран економски и социјални развој, подразумева остваривање уравнотеженог регионалног развоја, полицентричног система урбаних центара и добре приступачности саобраћајној инфраструктури.

Једна од дефиниција приступачности гласи: "Приступачност је збир мера које нам показују како стићи до локације из дате позиције".¹

„Анализа приступачности се користи најчешће да се: рангирају приоритети у развоју саобраћајне инфраструктуре и процене ефекти појединих инвестиционих програма, створе мапе периферних региона и процене подручја која гравитирају метрополама.“²

Код одабира индикатора приступачности водило се рачуна о њиховој усаглашености са успостављеним индикаторима за мониторинг европског простора који се развија у оквиру програма ESPON (European Spatial Planning Observatory Network) и са индикаторима у Извештају "Дефинисање и избор индикатора за мониторинг просторног развоја РС", који је усвојила Влада Републике Србије, 2009. године. Избор критеријума, у вредновању приступачности направљен је по угледу на ESPON регионални модел (Регионална класификација Европе), који је примењен за тематску област - приступачност. Иако суочени са ограниченим бројем индикатора и усмерени на неке од конвенционалних индикатора из статистичких система праћења, уз примену GIS-а издвојени су неки од ESPON индикатора приступачности, који су у неким земљама Европске Уније одавно у употреби.

¹ Bailey, T.C., Gatrell A.C. (1995). Interactive spatial data analysis, Harlow, United Kingdom: Longman

² Tomasz, Komornicki, 2011: Projects New road investment and spatial accessibility, the case of Poland, Institute of Geography and Spatial Organization

Постоје једноставни показатељи приступачности (" **ENDOWEMENT**"), који приказују опремљеност простора саобраћајном инфраструктуром (дужина путева, густина путне мреже, број станица, број аеродрома, број лука, итд.) и **сложенији индикатори** који воде рачуна о повезаности транспортних мрежа, као и могућностима да се до одређених дестинација дође комбинацијом различитих мрежа, нпр. време путовања до центара, дневна приступачност, потенцијална приступачност и други.³

За мерење приступачности друмским саобраћајем, на подручју Републике Србије, коришћени су и сложенији индикатори приступачности, формулисани тако да обухвате удаљеност до потенцијала (становништва, БДП или дохотка), у овом случају становништва у контексту дистанце или времена.

Индикатори за транспортне мреже су индикатори капацитета саобраћајне инфраструктуре. Могу се груписати у две основне категорије, једна описује капацитет веза (капацитет пута, капацитет пруге), а други капацитете терминала (капацитет аеродрома по категорији, капацитет луке по категорији, капацитет интермодалних терминала, кад су у питању чворови, капацитет саобраћајних чворова).

Табела бр.1.: Подаци коришћени за анализу транспортних мрежа и доступности

Територијални ниво	Подаци о транспортним мрежама	Статистички подаци и други подаци
NUTS3/ округ	Сет података о постојећим и планираним транспортним мрежама (друм, железница, густина мреже, дужине, по категорији и значају) Извор: Просторни план Републике Србије	Подаци Републичког завода за статистику, за 2007 год. за територију свих општина и резултати истраживања СИ ЦИП о брзинама кретања возила на путевима I и II реда за 2007. године и други подаци доступни у СИ ЦИП и "Железницама Србије" АД, плански документи и стратегије за предметну област

Индикатори који се најчешће користе су " густина инфраструктурних мрежа" (km аутопутева, по површини или броју становника). Ови индикатори говоре о стању капацитета инфраструктуре, независно од услуга које она пружа стварно.

Прелиминарна листа предложених ESPON индикатора укључује:

- Дужину / густину путева по категоризацији;
- Дужину / густину пруга по железничкој категоризацији;
- Број лука;
- Број аеродрома;
- Генерализовани трошкове до железничких станица друмом;
- Генерализовани трошкове до аеродрома друмом;
- Генерализовани трошкове до аеродрома возом;
- Генерализовани трошкове до лука и логистичких центара у друмском саобраћају;
- Генерализовани трошкове до лука и логистичких центара железницом.⁴

Показатељи за густине, презентују се на нивоу округа у нумеричком облику и на картама, а показатељи за трошкове могу се агрегирати на нивоу округа, такође, као проценат површине и броја становника.

Географски информациони систем (GIS) се користи као научни и методолошки алат за мерење приступачности. Индикатори, идентификују просторне неједнакости и на крају дају решења, у циљу подршке у просторном планирању.

Индикатори као што су време путовања и индикатори за дневну приступачност могу се лако разумети, али углавном немају теоријску основу, док индикатори потенцијалне приступачности исказују се калибрисаним параметрима и њихове вредности не могу бити изражене у познатим вредностима.⁵ Потенцијалне мере се веома често користе у планирању, у коришћењу земљишта и оцени транспорта (Kombi Vee, 2001.).

Сви ови приступи имају своје предности и мане. Сваки од појединачних индикатора може да представља само један аспект, док само комбиновани индикатор може да укаже на стање региона у целини. Комбиновани индикатор добијен је интегрисањем ових индикатора, уз помоћ вишекритеријумске анализе, која коришћењем различитих индикатора истовремено обједињује различите аспекте. Тако је добијена потпунија слика регионалне приступачности. Рангови који су представљени на картама, израчунати су на основу средњих вредности и стандардне девијације.

³ Klaus Spiekermann, Territorial impact of transport policy – chances and risks for mountain regions based on ESPON results MONTESPON, Lucerne, Switzerland, 5 September 2006, Spiekermann & Wegener Urban and Regional Research, Dortmund, Germany

⁴ ESPON 1.2.1 project, 2006: "Transport Services and Networks: Territorial Trends and Basic Supply of Infrastructure for Territorial Cohesion"

⁵ ESPON 1.2.1 project, 2006: "Transport Services and Networks: Territorial Trends and Basic Supply of Infrastructure for Territorial Cohesion"

Приступачност се "мери" за сваки од видова саобраћаја, али је ваздушни саобраћај изузет, с обзиром на наше услове, где се овај вид саобраћаја не користи у дневним миграцијама, тако да комбиновани индикатор приказује ниво приступачности по окрузима која је од свакодневног значаја за већину грађана (дневне миграције засноване на коришћењу друмског и железничког саобраћаја).

На основу индикатора и њихових комбинованих вредности формирају се класе и то:

- далеко испод просека;
- испод просека;
- просечно;
- изнад просека;
- високо изнад просека.

Табела бр. 2: *Врсте индикатора, поларитет и категорије за груписање*

Индикатори за приступачност	Опис	Поларитет
Приступачност	путевима	+ -
Приступачност	железницом	+ -
Време путовања аутомобилом	до тржишта	+ -
Време путовања аутомобилом	до најближих регионалних центара	+ -
РАНГИРАЊЕ		
1.	Далеко испод просека	
2.	Испод просека	
3.	Просечан	
4.	Изнад просека	
5.	Далеко изнад просека	

Индикатори могу бити приказани картографски, на тзв. " **time-space** " мапама и хронокартама и тако дати визуелну представу међузависности транспорта и простора. Исти индикатори могу бити презентовани и табеларно.

3. АНАЛИЗИРАНИ ИНДИКАТОРИ РЕГИОНАЛНЕ ПРИСТУПАЧНОСТИ

Анализирани су следећи индикатори:

1. **Приступачност путевима** (описује приступачност подручја на основу само друмског саобраћаја и мери се густинама путне мреже);
2. **Приступачност железницом** (описује приступачност подручја на основу само железничког саобраћаја и мери се густинама железничке мреже);
3. **Време до тржишта (центра функционалних подручја)** (базира се на приступачности путем друмског саобраћаја и мери се временом путовања израженим кроз број становника у

тридесетоминутним изохронама од центара функционалних подручја);⁶

4. **Време до најближих регионалних центара** (базира се на приступачности друмским саобраћајем и представља просечно време путовања до најближих регионалних центара).

Приступачност путевима

Дужина путне мреже и њене опште карактеристике презентоване су на основу података објављених од стране Републичког завода за статистику за 2007.год. за територију свих општина. Покривеност територије Републике Србије путном мрежом исказана је показатељима густине путне мреже и то: односом укупне дужине саобраћајница и површине на којој се оне налазе, односом дужине саобраћајница и броја становника на посматраном подручју и синтетичким показатељем покривености путном мрежом.

Анализа покривености територије државе мрежом саобраћајница показује да су вредности **густине путне мреже** исказане у $[km/km^2]$ у вредностима између 0.1107 (Јужнобанатски округ) и 0.3641 (Колубарски округ). Вредност за територију Републике Србије је 0.2040. Уколико се посматра **покривеност становништва са путном мрежом**, исказане у $[km/1000cm]$, најповољнија ситуација је у случају Колубарског округа (4.8583). Регион Београда је на зачељу опслужености региона (0.6222). Вредност за територију Републике Србије је 2.1414. Због оваквих вредности овај показатељ нисмо користили у синтези за комбиновани индикатор. **Вредност синтетичког показатеља** је између 0.4123 (Јужнобанатски округ) и 1.1620 (Колубарски округ). Најповољнија ситуација је у случају Западног региона и Источног региона. Вредност за територију Републике Србије је 0.6018.

Приступачност железницом (показатељ коришћен у комбинацији са другим показатељима заснованим на друмском саобраћају)

Велики утицај на повећање дневних миграција и повезивање урбаних центара (националног, међурегионалног и регионалног значаја), тј. на повећање приступачности радних места и радне снаге, има степен развијености железничке инфраструктурне мреже. Незадовољавајући квалитет железничке мреже, у појединим деловима, неопремљеност појединих делова земље овим видом саобраћајне инфраструктуре, нашим условима, отежава избор индикатора. Приступачност железници на нивоу округа мерили смо густином мреже исказане у $[km/km^2]$.

⁶ На подручју Јужнобанатског округа, а везано за предметни показатељ, анализирани су подаци и за Пачево-ФУП националног значаја и за Вршац-ФУП регионалног значаја.

Време до тржишта (центра функционалних подручја)

Избор центара - просторни обухват анализе односи се на 23 законски дефинисана града, са додатним освртом на још три општинска центра (Кикинда, Вршац и Пирот), који су потенцијални центри функционалних подручја, а у разматрање су узети и Бор и Прокупље, као центри округа, пошто смо се у коначној евалуацији, ослањали на постојећу територијалну поделу по окрузима, а могуће да ће и они до краја планског хоризонта имати ФУП регионалног значаја:

- 1 центар у категорији европских Мега – Београд;
- 2 центра међународног значаја – Н. Сад и Ниш;
- 16 центара националног значаја - Чачак, Крагујевац, Краљево, Крушевац, Лесковац, Лозница, Н. Пазар, Панчево, Шабац, Смедерево, Сомбор, Сремска Митровица, Суботица, Ужице, Врање и Зрењанин;
- 7 центара регионалног значаја - Јагодина, Кикинда, Пирот, Пожаревац, Ваљево, Вршац и Зајечар;
- Бор и Прокупље.

Индикатор приступачности – време до тржишта мери се бројем становника унутар тридесетоминутне изохроне, за одабране центре функционалних подручја. Усвајање брзине кретања возила дуж аутопутских и осталих коришћених деоница извршено је на основу истраживања СИ ЦИП о брзинама кретања возила на државним путевима I и II реда, спроведеног 2007.год., на 14 потеза, уз ангажовање укупно 46 возила и понављање по минимално две возње у једном смеру сваког појединачног возила. Добијене просечне брзине за територију Србије су: 101.92 km/h - аутопут, 65.14 km/h - државни пут I реда, 60.06 km/h - државни пут II реда. **На основу усвојених брзина утврђене су изохроне, тридесетоминутне. Оне се могу приказати картографски на хронокартама.**

Просечно време путовања до најближих регионалних центара

Времена путовања путничким аутомобилом између Београда као европског МЕГА центра, Новог Сада, Крагујевца и Ниша као центара међународног значаја, петнаест центара националног значаја и седам центара регионалног значаја настала су уз уважавање претпоставке о жељеном што краћем временском трајању путовања, уз кретање трасама државних путева I и II реда. Када је реч о друмском саобраћају просечно време приступа из појединих центара функционалних подручја, до макро регионалног центра - Београда и центара међународног значаја (Нови Сад, Крагујевац и Ниш) указује на доступност ка једном, два или у неким случајевима три центра међународног значаја.

Центри који су на главним коридорским правцима уједно су ранжирани као центри са најкраћим временом путовања до најближих регионалних центара, са просечном приступачношћу испод једног сата и мање, у односу на доступност периферних регија, у којима је избор врста, облика и веза саобраћајних система ограничен.

Међутим, треба рећи да периферне, граничне области имају већу приступачност и могућност повезивања са прекограничним областима, што је важан потенцијал за укључивање у међународни, међурегионални и прекогранични полицентрични систем насеља.

За комбиновани индикатор, користили смо **просечно време путовања**. Рангирање просечног времена путовања извршено је по утврђеним критеријумима: далеко испод просека преко 120 min., испод просека од 102-120 min., просечно 83-102 min., изнад просека 64-83 min. и далеко изнад просека до 64 min. Оцене по овим критеријумима део су збирног рангирања.

Ранжирани су вредности приступачности по наведеним индикаторима, у оквиру постојеће територијалне организације, по окрузима.

4. КОНАЧНИ РЕЗУЛТАТИ

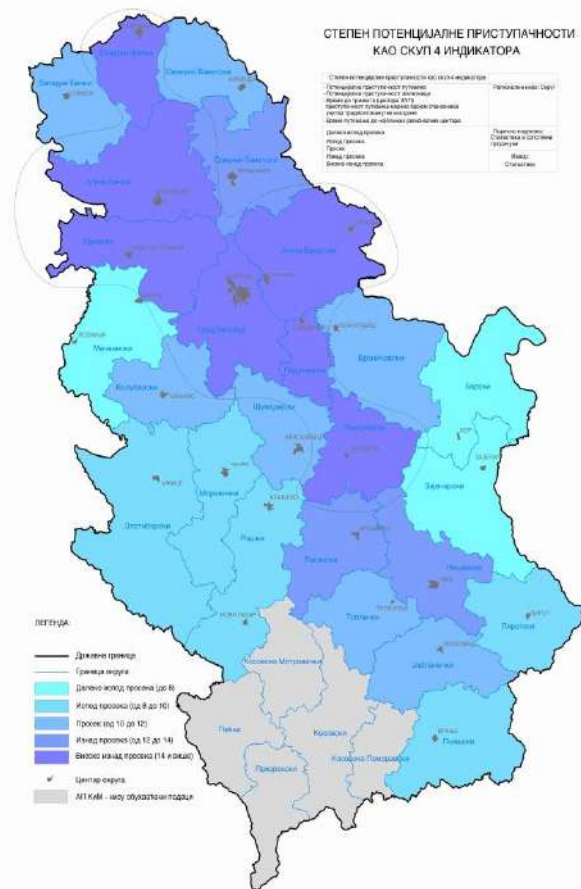
Степен приступачности по окрузима, као скуп четири индикатора у збирном рангирању дао је следеће резултате:

Коначни рангови
Далекo испод просека 1 (до 8)
Мачвански Борски Зајечарски
Испод просека 2 (од 8-10)
Златиборски Моравички Рашки Пиротски Пчињски
Просек 3 (од 10-12)
Севернобанатски Западнобачки Колубарски Шумадијски Браничевски Топлички Јабланички
Изнад просека 4 (од 12-14)
Средњебанатски Расински Нишавски
Високо изнад просека 5 (14 и више)
Севернобачки Јужнобанатски Јужнобачки Сремски град Београд Подунавски Поморавски

" **Степен регионалне приступачности као скуп 4 индикатора**", такође може бити приказан картографски, где се картирају вредности комбинованог индикатора по окрузима.

Комбиновани индикатор даје највише нивое приступачности у централним деловима и у Војводини, и то на правцу основног транспортног коридора у Србији, односно Коридора X.

Постојећи образац приступачности указује на велике разлике централних и периферних округа. Вредности за Борски и Зајечарски округ везано за просечно време путовања до најближих регионалних центара, као и за број становника у тридесетоминутној изохрони су јако ниске, што даје ниске укупне оцене.



Слика 1: Степен приступачности као скуп четири индикатора, извор *Просторни план Републике Србије*

Пиротски округ је по густини мреже друмске и железничке испод просека, а има ниску приступачност и по броју становника у тридесетоминутној изохрони. Београдско метрополитенско подручје има већу приступачност од округа у његовом окружењу, и по свим индикаторима приступачности је изнад просека.

Наравно да ће се приступачност повећавати и у окрузима који тренутно имају вредности овог показатеља просторног развоја – далеко изнад просека (београдско - метрополско подручје које располаже највећим развојним потенцијалима), али се **свакако очекују мање разлике у доступности по окрузима, реализацијом планских решења Просторног плана Р Србије, рационалном употребом свих видова транспорта, чворова транспортне мреже, повећаним нивоом квалитета транспортне услуге, смањењем трошкова и повећањем еколошке прихватљивости транспортног система.**

5. ЗАКЉУЧАК

Истраживањем је установљено какав је утицај рационалног развоја, модернизације или рехабилитације регионалне друмске и друге саобраћајне инфраструктуре, на јачање веза и повећање саобраћајне и комуникацијске приступачности мање развијених, периферних и ретко насељених регија.

Применом индикатора приступачности на различитим нивоима урбаних центара долазимо до података о регионалним диспаратетима. Неки од разлога су и значајна одступања реализованих, у односу на планиране инвестиције, посебно у периферним регионима. Узроци могу бити неповољни географски и природни услови, што захтева високе цене изградње, а истовремено даје ниске стопе повраћаја средстава која су уложена, углавном због малих густина насељености. Подручја са већом густином аутопутне мреже и мреже путева првог и другог реда показују тенденцију боље опремљености и развијености осталих инфраструктурних система услуга, а самим тим и насељености. У тим подручјима приступачност је добра, али постоји проблем загушења и деградације животне средине, поготово на главним саобраћајним правцима.

Коначним резултатима, добијеним вредновањем на основу унапред изабраног сета критеријума и индикатора може се донети закључак да политика регионалног просторног развоја мора тежити изградњи високо квалитетних транспортних инфраструктурних система допуњених секундарним мрежама како би се произвели позитивни резултати у регијама.

Резултати истраживања, такође упућују на будуће правце развоја транспортне инфраструктуре, који кроз политику регионалног просторног развоја и изградњу високо квалитетних транспортних инфраструктурних система допуњених секундарним мрежама, на трансверзалним правцима, доводе до већих степена доступности.

Истраживање проблематике спроведено у раду намеће потребу за даљим истраживањем, како у сфери методологије, тако и кроз критеријуме и индикаторе у анализи постојећег стања, на основу којих је могуће извршити вредновање тј. оцену постојећег стања транспортних система и утврдити степен приступачности на истраживаном подручју, поготово што упоредо са очекиваним унапређењем просторног мониторинга у Србији, наведени софтвери и системи омогућиће креирање будућих сценарија додајући предстојеће инфраструктурне функције и анализу резултата у односу на нову мрежу транспорта. Такође, постоји и могућност креирања алтернативних сценарија изменом GIS алгоритама који се извршавају за израчунавање приступачности израчунавањем специфичних прорачуна (нпр. за саобраћајне чворове).

Намера је, да резултати овог рада послуже осим пројектантима и планерима, када је у питању овако сложена проблематика, и свим учесницима, који су укључени, од процеса доношења одлука до контроле и стварања адекватне законске регулативе у овој области.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Bailey, T.C., Gatrell A.C. (1995). Interactive spatial data analysis, Harlow, United Kingdom: Longman
- [2] ESPON 1.2.1 project, 2006: "Transport Services and Networks: Territorial Trends and Basic Supply of Infrastructure for Territorial Cohesion".
- [3] Geurs, K.T., Ritsema van Eck, J.R., 2001. Accessibility measures: review and applications. RIVM Report 408505 006. National Institute of Public Health and the Environment, Bilthoven.
- [3] ESPON Projects
 - ESTA (Spatial Indicators for a 'Europe 2020 Strategy' Territorial Analysis);
 - DEMIFER (Demographic and Migratory Flows Affecting European Regions and Cities);
 - TPM (Territorial Performance Monitoring);
 - 1.1.1 "Polycentric Development"
 - 1.2.1 "Transport Services and Networks"
 - 2.1.1 "Territorial Impacts of Transport Policies"
- [4] Омиљена Џелебџић, 2013: Дефинисање и избор индикатора за мониторинг просторног развоја Србије.
- [5] Просторни план Републике Србије, 2010 - 2020
- [6] Tomasz, Komornicki, 2011: Projects New road investment and spatial accessibility, the case of Poland, Institute of Geografy and Spatial Organization.
- [7] Miller, H.J., Wu, Y.-H., 2000.: GIS software for measuring space-time accessibility in transportation planning and analysis. Geoinformatica 4 (2) policy in Edinburgh and the Lothians.
- [8] Halden, D., 2002. Using accessibility measures to integrate land use and transport Handy, S.L., Niemeier, D.A., 1997. Measuring accessibility: an exploration of issues and alternatives. Environment and Planning A 29, 1175-1194.
- [9] Bailey, T.C., Gatrell A.C. (1995). Interactive spatial data analysis, Harlow, United Kingdom: Longman
- [10] Ben-Akiva, M., Lerman, S.R., 1979. Disaggregate travel and mobility choice models and measures of accessibility. In: Hensher, D.A., Sopher, P.R. (Eds.), Behavioural Travel Modelling. Croom Helm, London
- [11] Wegener, M., Spiekermann, K., Copus, A., (2002). "Review of Peripherality Indices and Identification of Baseline Indicator: Deliverable 1 of AsPIRE - Aspatial Peripherality, Innovation, and the Rural Economy. Dortmund/Aberdeen: S&W, IRPUD, SAC.










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

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










*Regionalni put R234
deonica Sebimilje - Kuti*

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

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

Navodimo neke od bitnijih projekata kao što su:

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

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

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

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



*Most preko reke Kamenice
na putu Mršelje - Bogdanci*

MASTER PLAN AERODROMA DIVCI – VALJEVO SA IDEJNIM REŠENJEM MANEVARSKIH POVRŠINA

Bojan Besednik, dipl. inž. građ. – master
bbesednik@gmail.com

Stručni rad

Rezime: U ovom radu je opisan Master plan opšteg aerodroma „Divci“, koji se nalazi na istočnom prilazu Valjevu. Master plan je razvijen u okviru master teze na diplomskim - master studijama na Građevinskom fakultetu, Univerziteta u Beogradu, Odsek za puteve i aerodrome. U prvom delu rada prikazani su meteorološki, navigacioni i ekološki kriterijumi vezani za lokaciju aerodroma. Specifičnost mikro lokacije aerodroma se ogleda u blizini pruge Beograd – Bar i državnog puta prvog reda M-4 koji prate severnu granicu prostora rezervisanog za izgradnju aerodroma, odnosno državnog puta drugog reda R-202 koji preseca istočnu prilaznu zonu. Ova ograničenja su pretvorena u prednost postavljanjem većeg dela saobraćajne mreže na prostranu ploču iznad pruge. Na taj način je izvršena integracija vazdušnih i železničkih tokova putnika. Za usvojeno rešenje Master plana, izrađeno je idejno rešenje (uključujući i nivelacione planove) manevarskih površina aerodroma.

Ključne reči: master plan, aerodrom, manevarske površine, ispitivanje lokacije aerodroma.

MASTER PLAN OF THE AIRPORT DIVCI – VALJEVO WITH DESIGN SOLUTION OF THE MANEUVERING AREAS

Bojan Besednik, M.Sc.CE
bbesednik@gmail.com

Professional paper

Summary: The paper presents the Master plan of municipal airport “Divci”, located at the eastern outskirts of Valjevo, city in central Serbia. The master plan in concern was developed while working on master thesis at the Faculty of Civil Engineering, University of Belgrade, Department for highways and airports. Meteorological, navigational and environmental conditions were reviewed first. Micro location of the airport is very tight. State highway M - 4, as well as primary railway Belgrade - Bar, follow the northern perimeter of the airport, while local road R - 202 cuts through the eastern approach zone. These limitations were turned into advantage by setting the most of the road network on the spacious slab above the railway lines, thus integrating both air and railway passenger flows. For thus adopted Master plan, detailed preliminary design (including grading plans) was developed for an entire airside.

Key words: master plan, airport, maneuvering areas, airport location analysis

1. UVOD

Tema ovog rada je obrađena u okviru master teze na diplomskim - master studijama na Građevinskom fakultetu, Univerziteta u Beogradu, odsek za puteve i aerodrome, kod mentora doc. dr Dejana Gavrana.

Područje u kome se nalazi aerodrom „Divci“ pripada Kolubarskom okrugu. Regionalni centar Kolubarskog okruga je grad Valjevo. Valjevo se nalazi na nepunih 100 kilometara jugozapadno od Beograda i ima povoljan geografski položaj koji se ogleda u blizini više važnih saobraćajnica, kao što su Ibarska magistrala, magistralni put koji vodi ka Jadranskom moru, Bosni i Hercegovini, Mačvi i Vojvodini, kao i pruga Beograd – Bar i pruga Valjevo – Loznica koja je još u fazi izgradnje.

Aerodrom „Divci“ se nalazi na teritoriji seoskog naselja Divci koje se nalazi na oko 12 kilometara istočno od grada Valjeva (Slika 1.).

1.1. Cilj izrade projekta

U skladu sa smernicama iz Prostornog plana Republike Srbije, uz proširenje postojeće lokacije sportskog aerodroma, predviđena je izgradnja aerodroma „Divci“ kod Valjeva. Ovim radom će biti predstavljeno Generalno rešenje aerodroma (Master plan) koje će u drugom delu rada biti razrađeno na Idejnom nivou koji se tiče manevarskih površina aerodroma. Generalni plan aerodroma obuhvata analizu građevinskih, saobraćajnih, meteoroloških, topografskih, urbanih i navigacionih uslova i utvrđuje mikrolokaciju nove poletno-sletne staze (PSS) sa veštačkim zastorom, uz maksimalno moguće zadržavanje upotrebljivosti postojeće travnate PSS.

Prilikom izbora mikrolokacije nove PSS potrebno je obezbediti uslove za instrumentalno letenje aviona koji zahtevaju PSS kodnog broja 2 i uslove za vizuelno letenje aviona koji zahtevaju PSS kodnog broja 3.

1.2. Funkcija i lokacijske mogućnosti aerodroma “Divci”- Valjevo

Aerodrom „Divci“ će imati status opšteg aerodroma koji podrazumeva obavljanje redovnih komercijalnih letova avionima sa rasponom krila do 29 m sa maksimalno 100 putnika i maksimalne mase u poletanju (Maximum Take-off Weight - MTOW) od 42.000 kg, kao i za javni i privatni prevoz helikopterima sa prečnikom glavnog rotora do 12m. Pored navedene namene, aerodrom „Divci“ zadržava obavljanje sportskih avio delatnosti (motorno letenje, jedriličarstvo, padobranstvo, motorni zmajevi, paraglajderi i dr.) i delatnosti



Slika 1. Položaj aerodroma "Divci" u odnosu na grad Valjevo

vezanih za školsko letenje, odnosno obuku pilota. Takođe, za aerodrom „Divci“ predviđa se i namena vezana za delatnosti poljoprivredne avijacije, kao i za operacije zaprašivanja grada Valjeva i okolnih naselja protiv komaraca.

Postoji mogućnost korišćenja aerodromskih kapaciteta i za potrebe izviđanja, osmatranja i gašenja šumskih požara, avio tretiranja šumskih površina, itd. Kao dodatne operacije koje bi se mogle obavljati na aerodromu „Divci“ mogu se spomenuti i sledeće avio operacije: čarter i avio-taxi prevoz, avio poslovi vezani za građevinarstvo, fotogrametriju, avio oglašavanje, osmatranje i patroliranje, potraga i spašavanje, itd.

S obzirom da je izvesno da lokacija aerodroma „Divci“ ima limitirajuće kapacitete, pristup izrade Master plana vezan je za mogućnosti same lokacije. Stoga, da bi se izbegli problemi zbog pogrešnog i nepreciznog predviđanja razvoja aerodroma, generalni plan aerodroma „Divci“ zasniva se na maksimalnim kapacitetima koje dozvoljava lokacija, jer je u ovom slučaju sama lokacija ograničavajući faktor. Poenta je da se prikaže u kojoj se meri na ovoj lokaciji mogu povezati mnogobrojne i isprepletene funkcije aerodroma bez njihovog ograničenja u pogledu predviđenih kapaciteta. Zato se izrada ovog master plana zasniva na prostornim mogućnostima u skladu sa ograničenjima proisteklim iz položaja infrastrukturnih objekata u okolini aerodromske lokacije.

2. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA

Na Slici 2. prikazano je postojeće stanje aerodroma „Divci“. Postojeći sportski aerodrom „Divci“ – Valjevo nalazi se na oko 12 kilometara istočno od Valjeva, južno od železničke pruge Beograd – Bar i magistralnog puta MP4 Valjevo – Lazarevac (Beograd). Sa južne strane aerodroma, na otprilike 1600 metara, protiče reka Kolubara, a sa istočne strane se pruža trasa puta RP 202 Divci – Mionica.

Postojeća poletno-sletna staza aerodroma je dimenzija 1.200 x 50 m sa travnatom podlogom, orijentacije 084°-264°. Izrađena je prema glavnom projektu Aeroinženjeringa iz Beograda osamdesetih godina prošlog veka.

Cela površina aerodroma je travnata i ne obrađuje se, poroznost tla je veoma slaba, a prisutan je i visoki nivo podzemne vode kao posledica blizine reke Kolubare. Aerodrom je uglavnom upotrebljiv u letnjem periodu, dok je njegova eksploatacija otežana u kišnim delovima godine. Pristupni put aerodromu je makadamski, a odvaja se od magistralnog puta MP-4 Valjevo – Lazarevac u severozapadnoj aerodromskoj zoni i preseca prugu Beograd – Bar obeleženim prelazom bez rampe.



Slika 2. Postojeće stanje aerodroma "Divci"

Postojeći objekti na aerodromu obuhvataju:

- Zidani hangar veličine 35 x 14 m;
- Spratni aneks u sklopu hangara veličine 10x18m;
- Objekat za smeštaj učenika i stan domara veličine 26 x 14 m; Magacin za gorivo veličine 5 x 3 m sa ukopanim plastičnim rezervoarima.

Aerodrom nema kontrolu letenja. Najava letova se vrši preko operativnog centra Agencije za kontrolu letenja. Aerodrom koristi meteo podatke stanice u Valjevu i meteo podatke aerodroma Beograd, a raspolaže pokazivačem pravaca vetra (tzv "kobasica") i ručnim anemometrom.

3. ISPITIVANJE LOKACIJE AERODROMA

Ispitivanje lokacije za izgradnju aerodroma "Divci" kod Valjeva izvršeno je na osnovu:

- Topografskih podloga razmere 1:25.000;
- Regulacionih planova seoskog naselja Divci u razmeri 1: 2.50;
- Inženjersko-geološke karte SFR Jugoslavije razmere 1:500.000;
- Osnovne geološke karte Jugoslavije L 34-137 razmere 1:100.000;
- Seizmološke karte SFR Jugoslavije za povratni period od 100 godina, razmere 1:1.000.000;
- Rekognosciranja terena.

3.1. Geotehničke karakteristike terena

U okviru ovog poglavlja prikazuju se osnovne geotehničke karakteristike područja u okolini aerodroma "Divci" kod Valjeva. U tom pogledu najznačajnije su topografsko – morfološke, hidrogeološke i inženjersko – geološke osobine terena.

3.1.1. Topografske karakteristike

Područje u kome se planira izgradnja nalazi se u dolini reke Kolubare, koja je širine 1.5 do 2.0 km. Površina terena je horizontalna i subhorizontalna i dovoljno duga, sa lokalnim nagibom manjim od 2%. Dolina reke Kolubare je omeđena Valjevskim planinama sa južne i zapadne strane. Valjevske planine su izduženi pojas brdsko-planinskog terena koji se pruža na dužini od preko 50 km i proteže se u pravcu zapad – istok, a najviši vrh je planina Povlen (1347 mnm).

U odnosu na topografske uslove u neposrednoj blizini aerodroma, koji se pre svega tiču orijentacije postojećeg puta Valjevo – Lazarevac i pruge Beograd – Bar, optimalni pravac pružanja PSS je u opsegu od 81° do 85° - 261° do 265°.

3.1.2. Inženjersko-geološke i hidrogeološke karakteristike

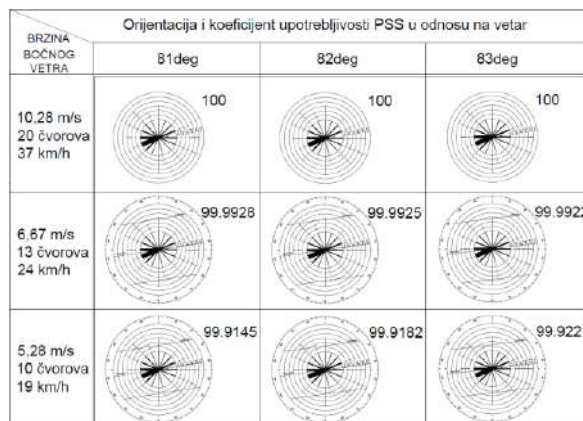
U građi terena na lokaciji aerodroma „Divci“ zastupljeni su aluvijalni, odnosno terasni sedimenti reke Kolubare. Kompleks ovih sedimenata sastoji se od neravnomerno granularnih šljunkovito-peskovitih materijala, a u pripovršinskom delu od peskovito-prašinstih i peskovito-glinovitih slojeva, ređe i muljeva. U dubljim delovima kompleksa obično prevladavaju šljunkovi i šljunkoviti peskovi, a u površinskim krupnozrni do prašinsti peskovi i gline. Nivo podzemne vode je na relativno maloj dubini. Područje doline Kolubare u Divcima pripada zoni sa VII i VIII stepenom seizmičnosti MCS skale sa verovatnoćom pojave tih intenziteta zemljotresa od 63% u periodu od 100 godina. Navedeni intenziteti zemljotresa odnose se na prosečne geološke uslove tla date zone.

3.2. Meteorološki uslovi

3.2.1. Upotrebljivost PSS u odnosu na vetar

Seosko naselje Divci, kao i grad Valjevo, nalaze se u oblasti u kojoj preovlađuje umereno kontinentalna klima sa blagim uticajima planinske klime. Referentna temperatura aerodroma "Divci" – Valjevo iznosi **27,13°C**, a definisana je prema propisima ICAO-a kao mesečni prosek maksimalnih dnevnih temperatura za najtopliji mesec u godini, za period od bar 5 godina.

Za analizu koeficijenta upotrebljivosti PSS u odnosu na vetar, korišćena su osmatranja srednjih brzina vetrova iz 16 pravaca za period od 1993 – 1997. godine sa glavne meteorološke stanice u okviru poljoprivredne škole u Valjevu, udaljene oko 7 km zapadno od lokacije aerodroma. Korišćenjem polarnog dijagrama (pravac – brzina - učestalost) urađena je analiza uticaja vetra za tri varijantne orijentacije nove PSS aerodroma "Divci" (Slika 3.).



Slika 3. Ruža vetrova za tri varijantne orijentacije PSS aerodroma „Divci“ - Valjevo

S obzirom da se orijentacija nove PSS aerodroma „Divci“, kao i orijentacija postojeće travnate PSS, poklapa sa pravcem dejstva dominantnih vetrova na lokaciji aerodroma, analiza vetrova pokazuje da se lokacija ne može smatrati vetrenom, odnosno da vetar neće biti prepreka redovnosti letenja za bilo koju od posmatrane tri varijante orijentacije PSS. Stoga će se konačan odabir orijentacije PSS odabrati prema drugim ograničavajućim faktorima vezanim za posmatranu lokaciju aerodroma.

3.2.2. Donja baza oblaka

Na osnovu Uputstva za eksploataciju i postupke letenja na aerodromu „Divci“ – Valjevo, izdatim od strane Agencije za kontrolu letenja, propisani minimum donje baze oblaka je 300m. U petogodišnjem periodu osmatranja od ukupno 43.800 osmatranja, donja baza oblaka niža od 300m registrovana je u 491 opažanju ili u 1,12% slučajeva, dok je u istom petogodišnjem periodu konstantna pojava magle trajala 618 časova, odnosno 1,41% ukupnog vremena.

Zbirno učešće pojava magle i niske oblačnosti iznosi 2,53%. Međutim, to ne znači da u tolikom vremenskom periodu nije moguće letenje na aerodromu „Divci“ – Valjevo zbog ovih meteoroloških pojava, jer se često dešava da se obe ove negativne pojave dešavaju istovremeno.

Pored toga, magla je registrovana uglavnom noću, kao i u kasnim jesenjim i zimskim mesecima, pa se zaključuje da vertikalna vidljivost neće predstavljati ograničavajući faktor pri eksploataciji aerodroma „Divci“ – Valjevo.

3.2.3. Horizontalna vidljivost

Pomenutim Uputstvom Agencije za kontrolu letenja, horizontalna vidljivost za aerodrom „Divci“ – Valjevo limitirana je na 8 km. U petogodišnjem periodu osmatranja na meteo stanici Valjevo, od ukupno 43.745 opažanja, horizontalna vidljivost manja od 8 km registrovana je u 6.582 opažanja, odnosno u 15,05% slučajeva. Iako je evidentno da je fenomen smanjene horizontalne vidljivosti ispod propisanog minimuma za aerodrom „Divci“ izraženiji u periodima smanjenih letaćkih aktivnosti (zimski polovina godine i noćni sati), ipak se može konstatovati da je učešće magle i sumaglice znatno i da može ometati redovnost letenja sportskih, taxi i poljoprivrednih aviona. Blizina reke Kolubare je razlog ovih neželjenih meteoroloških pojava.

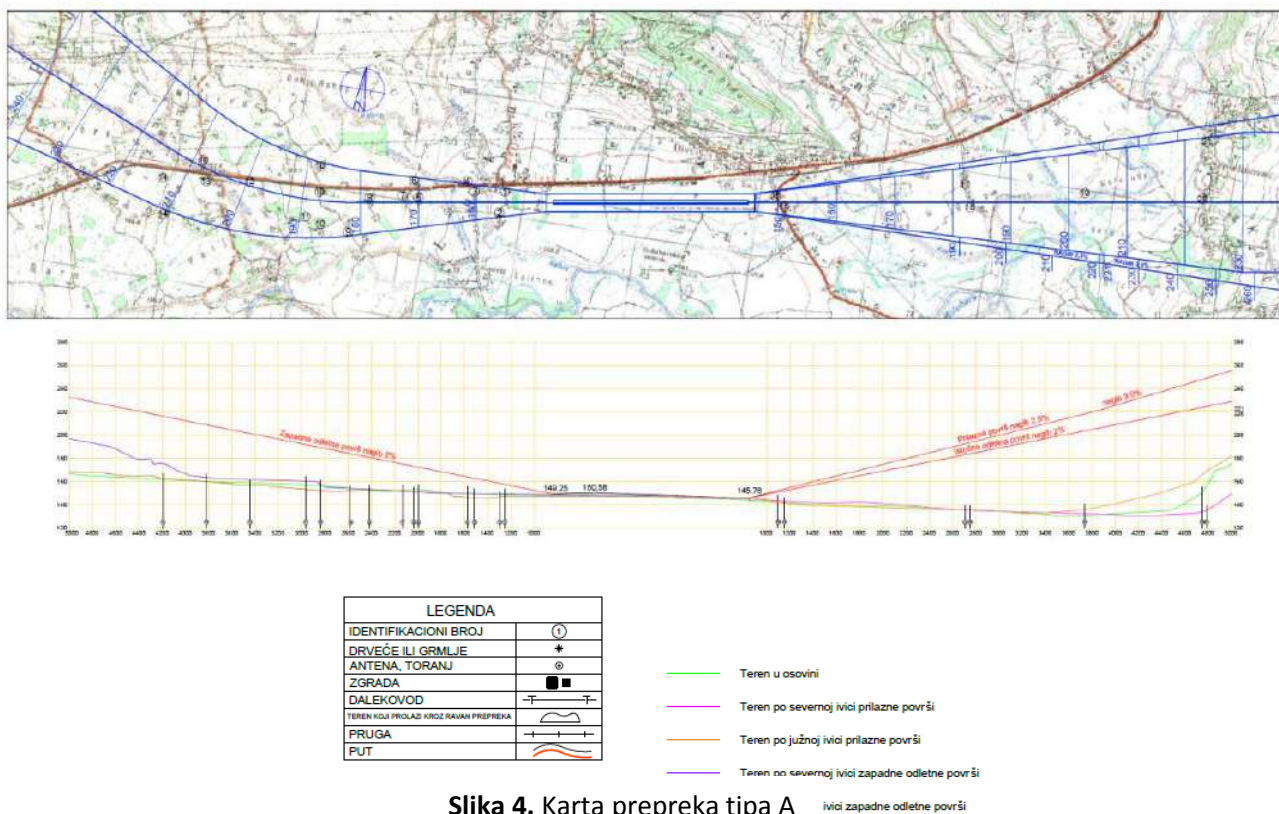
3.3. Navigacioni uslovi i površine za ograničavanje prepreka

Bezbednost letenja u zoni aerodroma zahteva analizu postojećih i plansko sprečavanje izgradnje novih prepreka. Teži se obezbeđenju vazдушnih zona u kojima se regularno mogu obavljati postupci početnog, među, završnog i neuspelog prilaza, odleta, čekanja i kruženja aviona.

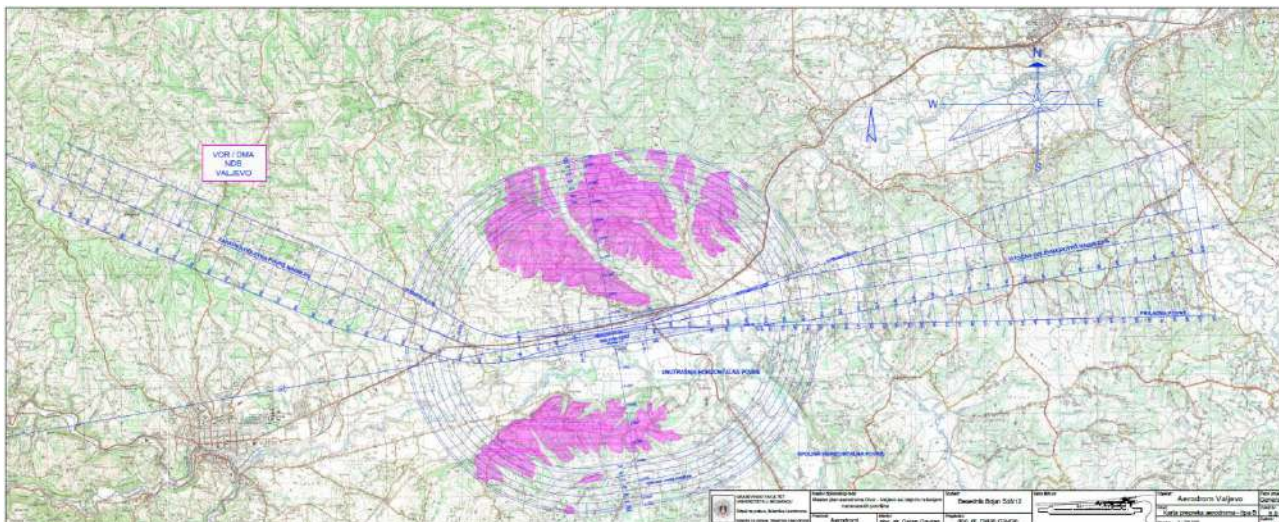
Ispitivanje šire okoline aerodroma u odnosu na prepreke, postojeće i buduće, ujedno pomaže i nadležnim institucijama da u tim prostorima gradnju planski organizuju, tako da se bezbednost letenja osigura na duži tok. Definisanje ovih prostora vrši se pomoću sistema imaginarnih površina, kroz koje postojeće prepreke ne bi trebale, a nove ne bi smele da prodiru. Iznad ovih imaginarnih površina, pod određenim uslovima opremljenosti aerodroma, obezbeđeno je sigurno letenje.

Analiza zona sigurnosti letenja na lokaciji aerodroma „Divci“ – Valjevo za usvojenu orijentaciju PSS prikazana je pomoću karti prepreka tipa A i B, koje su date na slikama 4 i 5. Ti crteži ujedno predstavljaju i Plan ograničenja gradnje objekata u okolini aerodroma.

S obzirom da se rezervacija prostora u okolini aerodroma mora izvršiti na duži tok, pri analizi sigurnosti usvojene su maksimalne realne mogućnosti razvoja aerodroma na lokaciji, odnosno korišćene su domaće i međunarodne preporuke i standardi za PSS kodne oznake 3C za vizuelne



Slika 4. Karta prepreka tipa A ivici zapadne odletne površi



Slika 5. Karta prepreka tipa B

(VFR – Visual Flight Rules) i 2B za uslove instrumentalnog (IFR – Instrumental Flight Rules) letenja I kategorije prilaza.

3.4. Uticaj aerodroma na životnu sredinu

Osnovni problemi vezani za uticaj aerodroma na okolinu, vezani su za uticaj avio buke, kvalitet vazduha i zagađenje voda.

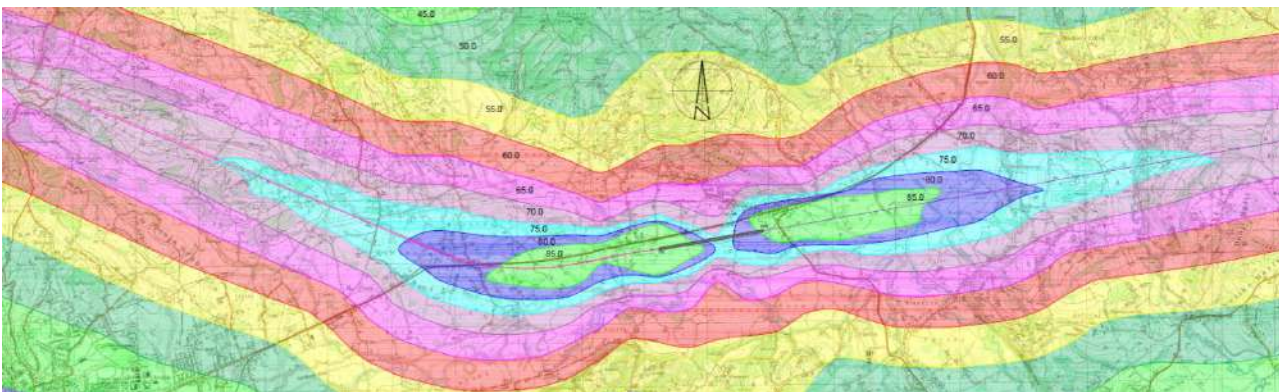
3.4.1. Avionska buka

Avionska buka je najvažniji ekološki problem koji se mora detaljno razmatrati. ICAO zahteva da se u odnosu na 2000.-tu godinu, do 2020.-te planira smanjenje buke i emisijih gasova za 50%. U Srbiji ne postoje propisi koji jasno regulišu korišćenje pokazatelja avionske buke. Prema postojećim srpskim propisima, koji ne tretiraju na poseban način avionsku buku, zakonski kriterijumi za dozvoljeni nivo buke (nevezano od njenog izvora) dati su za ekvivalentni nivo u toku dana (16 časova) L_{eqD16} i za ekvivalentni nivo buke u toku noći (8 časova) L_{eqN8} . Ova dva kriterijuma se razlikuju za 10 dB(A). Potrebno je usvojiti pokazatelj koji je zasnovan na standardima i propisima ICAO i FAA.

Za analizu buke, odnosno određivanje izofona, na aerodromu „Divci“ Valjevo korišćen je kompjuterski softver INM 7.0, koji je izdat od strane FAA-a. Analiza obuhvata izofone, za ukupni uticaj buke aviona opšte i komercijalne avijacije, za novu PSS aerodroma „Divci“ metodom $L_{a_{max}}$. Metoda $L_{a_{max}}$ podrazumeva operacije sletanja i poletanja aviona koji su maksimalno opterećeni. Stoga podaci dobijeni ovom metodom predstavljaju najgori moguć slučaj uticaja avio buke na okolinu aerodroma i često su vrednosti izofona dobijene ovom metodom nešto veće od onih koje se pojavljuju u stvarnosti prilikom eksploatacije nekog aerodroma. Rezultati analize izofona data su na Slici br.6. Ovde se jasno može videti opravdanost izbegavanja direktnog preleta aviona prilikom odleta u pravcu zapada preko grada Valjeva.

3.6.2. Aerozagađenje

Kvalitet vazduha u području aerodroma opada sa porastom broja avio operacija. Pošto se zagađenje emituje na većim visinama, ono se i duže zadržava u vazduhu, pa je i štetan uticaj ovakvih zagađenja veći nego što se ranije pretpostavljalo.



Slika 6. Izofone buke u $L_{a_{max}}$

Najznačajnije materije koje zagađuju vazduh na aerodromu i njegovoj okolini su: oksidi azota (NO_x), ugljenmonoksid (CO), ugljendioksid (CO_2) sumpordioksid (SO_2), crni dim koji se emituje iz motora aviona koji je sastavljen od čvrstih čestica, ugljovodonici (HC_3) i ispariva organska jedinjenja. Kao najbolja mera sanacije aerozagađenja od vazduhoplova predlaže se modernizacija avio flote.

3.6.3. Zagađenje voda

U potencijalne zagađivače voda na aerodromima spadaju: otpadne vode, ulja za podmazivanje, rastvarači i boje, otpadne vode fekalne kanalizacije, prolivanje benzina, dizela i kerozina prilikom točenja goriva u cisterne i pri snabdevanju aviona gorivom, sredstva za odleđivanje platformi na bazi uree i sredstva na bazi glikola koja se koriste za odleđivanje aviona. U Srbiji još uvek nije zabranjena upotreba uree.

Zbog svega navedenog potrebno je predvideti da se zagađena voda od mesta zagađivanja odvaja i odvodi direktno do postrojenja za prečišćavanje putem nezavisnih kanizacionih sistema i potom da se prečišćena sprovede u recipijent. Nameće se potreba da se postrojenje za prečišćavanje otpadnih voda nalazi na najnižoj koti terena, u istočnoj zoni aerodromskog kompleksa.

3.6.4. Zaštita biljaka i životinja

U neposrednoj okolini aerodroma "Divci" kod Valjeva nema ugroženih biljnih i životinjskih vrsta. Takođe, ne postoji neposredna opasnost od pojave većih grupacija ptica. Prilikom pejzažnog uređenja aerodromskog kompleksa predlaže se upotreba lokalnih autohtonih biljnih vrsta.

4. GENERALNO REŠENJE AERODROMA

Mikro lokacija aerodroma "Divci" – Valjevo određena je tako da zadovoljava uslove za instrumentalno (IFR) letenje za avione koji zahtevaju PSS kodnog broja 2 i uslove za vizuelno letenje (VFR) za avione koji zahtevaju PSS kodnog broja 3, prema standardima i preporukama ICAO.

Pri određivanju mikro lokacije aerodroma, vođeno je računa da se celokupan kompleks aerodroma u planiranoj izgradnji, koliko je god to moguće, uskladi sa prostornim planovima i regulacionim planom seoskog naselja Divci. Sama lokacija aerodroma, odnosno prostor koji je regulacionim planom seoskog naselja Divci rezervisan za izgradnju aerodroma je specifična. Ta specifičnost se ogleda u blizini pruge Beograd – Bar i magistralnog pravca Valjevo – Lazarevac i regionalnog puta Divci – Mionica (Slika 7.).

Prostor rezervisan za izgradnju aerodroma je nepravilnog trapezastog oblika, kod koga se severna granica aerodromske parcele naslanja na prostor rezervisan za proširenje pruge Beograd – Bar, dok se sa istočne strane naslanja na privatne posede koji se nalaze neposredno uz postojeći regionalni put Divci – Mionica. Granice aerodromske parcele divergiraju od zapadu ka istoku, odnosno od juga ka severu. Zbog svega navedenog, uslovljen je položaj aerodromskih objekata, koji se moraju grupisati u severnu, odnosno severo - istočnu zonu aerodromskog kompleksa.

Generalnim planom aerodroma "Divci" – Valjevo predviđa se izmeštanje jednog dela trase regionalnog puta Divci – Mionica. Izmeštanje je neophodno jer istočna sigurnosna zona poletno – sletne staze (Runway End Safety Area - RESA), kada se dimenzioniše prema svim važećim ICAO propisima, preseca pomenuti putni pravac. Stoga je dat predlog izmeštanja putnog pravca Divci – Mionica koji obezbeđuje siguran odlet i dolet vazduhoplova na aerodrom. Tom prilikom, iskorišćena je mogućnost da se izmešteni putni pravac Divci – Mionica denivelisano prevede preko pruge Beograd – Bar i da se na taj način poveća bezbednost i kvalitet usluge svih učesnika u drumskom saobraćaju.

Master planom aerodroma "Divci" – Valjevo opisanim u ovom radu izvršena je integracija aerodromskog putničkog terminala i postojeće železničke stanice Divci. Na taj način se omogućuje korisnicima aerodroma laka veza sa železničkom infrastrukturom.



Slika 7. Master plan aerodroma "Divci" – Valjevo - Konačno rešenje

Konfiguracija manevarskih površina usklađena je sa funkcionalnim zahtevima, a predložena su i projektna rešenja pristupnih saobraćajnica, pristupnog platoa, unutrašnjih aerodromskih saobraćajnica, i parkinga za dugoročno i kratkoročno parkiranje putnika i zaposlenog aerodromskog osoblja.

4.1. Faznost izgradnje aerodroma

Izgradnja aerodroma "Divci" – Valjevo planira se u dve faze. Izgradnja po fazama data je na Slici 8. Crvenom bojom su prikazani postojeći objekti u posmatranoj fazi, dok narandžasta boja prikazuje planirane objekte.

Svi objekti avio infrastrukture, niskogradnje i visokogradnje neophodni za redovno obavljanje avio saobraćaja na aerodromu će biti izgrađeni u prvoj fazi. Prva faza definiše aerodrom "Divci" – Valjevo u pogledu obavljanja komercijalnih avio operacija kao isključivo međunarodni aerodrom (Slika 8. gore).



Slika 8. Master plan aerodroma "Divci" – Valjevo – Razvoj po fazama

Drugom fazom se vrši proširenje pristanišne zgrade u smeru istoka i na taj način se otvara mogućnost povećanja kapaciteta i mogućnost obavljanja letova u okviru domaćeg komercijalnog putničkog avio saobraćaja. Takođe, drugom fazom se proširuje u smeru istoka i aerodromska pristupna platforma iznad pruge. Time se omogućuje da ona prihvati i autobuski saobraćaj, pa se na nju seli pristup putnika koji dolaze ili odlaze sa aerodroma autobusom.

U okviru ove faze dat je i predlog izgradnje nove železničke stanice Divci, odnosno proširenje postojeće stanične zgrade. To se opravdava potrebom za povećanjem kapaciteta stanične zgrade usled očekivanog povećanja broja putnika koji se nameće kao posledica izgradnje aerodroma (pristup putnika i zaposlenih aerodromu železnicom). Po potrebi, druga faza može obuhvatiti i proširenja pristanišnih platformi i parkinga za dugoročno parkiranje, pošto je za njih obezbeđen prostor Generalnim rešenjem aerodroma "Divci" – Valjevo (Slika 8. dole).

4.2. Pravac i dimenzije poletno – sletne staze

Pravac PSS određen je iz sledećih uslova:

- Da se obezbede prilazno – odletne površine za instrumentalno (IFR) letenje za avione koji zahtevaju PSS kodnog broja 2, odnosno za vizuelno letenje (VFR) za avione koji zahtevaju PSS kodnog broja 3, bez prepreka koje bi ograničavale korišćenje aerodroma;
- Da staza bude optimalnog pravca u odnosu na topografske uslove i dominantne vetrove;
- Da staza bude locirana tako da se obezbedi izgradnja do maksimalno planiranih kapaciteta aerodroma u okviru lokacijskih mogućnosti.

Na osnovu gore navedenih zahteva nova PSS aerodroma "Divci" – Valjevo postavljena je što je više moguće u južnu zonu raspoloživog terena u vlasništvu Aerokluba Valjevo, paralelno sa postojećom južnom aerodromskom ogradom. Kao konačno rešenje, usvojen je pravac $081^\circ - 261^\circ$.

Određivanje potrebne dužine PSS zasniva se na određivanju mogućeg pravca, isključivo u odnosu na orografske prepreke i na korekcije osnovne dužine (dužine za standardne uslove). Nadmorska visina korišćena za korekciju osnovne dužine aerodroma iznosi 150,58 m, a referentna temperatura iznosi 27.13°C . Za usvojeni pravac PSS od $081^\circ - 261^\circ$ i navedene uslove, dobijene su sledeće vrednosti korekcionih faktora:

$$C_h = \frac{7 \times 150,58}{300} = 3,513$$

$$C_t = 27,13^\circ\text{C} - (15^\circ\text{C} - 0,0065 \times 150,58) = 13,109$$

$$C_i = \frac{150,58 - 145,76}{1675} \times 10 = 0,0288$$

$$C = 1,03513 \times 1,13109 \times 1,0288 = 1,204$$

Konačne usvojene dimenzije nove PSS aerodroma "Divci" – Valjevo su 1675×30 m, i ona je simetrično postavljena u osnovnoj stazi dimenzija 1795×150 m. Usvojeno je da referentni kod aerodroma (kodni broj i kodno slova) bude 3C. Postojeća travnata staza je zadržana u dužini od 686,66 m.

Koordinate fizičke dužine PSS u Gaus – Krigerovom koordinatnom sistemu su:

1. Prag 081°: X = 8 905 910,59
Y = 3 421 089,47
Kota praga 149,25 mnm
2. Prag 261° X = 8 906 172,14
Y = 3 422 743,93
Kota praga 145,76 mnm

Referentna kota aerodroma (najviša kota na površini za sletanje i poletanje) ima visinu 150,58 mnm. Njene koordinate u Guas – Krigerovom koordinatnom sistemu su:

$$X = 8\ 905\ 956,95$$

$$Y = 3\ 421\ 358,87$$

Na ovaj način dobijena dužina PSS omogućava letenje svih aviona generalne avijacije, veći broj aviona u regionalnom javnom prevozu kao i određen broj aviona koda 3C. Formirana je avio flota i usvojen je merodavni avion prema kome će se u nastavku ovog rada dimenzionisati potrebne veličine pristanišne platforme i dimenzije rulnih staza. Kao merodavni avion usvojen je Bombardier Q 400.

4.3. Rulne staze

Pri prostornom definisanju pristanišnog kompleksa aerodroma, prvo je određen položaj ose paralelne rulne staze u odnosu na osu PSS. Prema preporukama ICAO za usvojeni merodavni avion i za nezavisno kretanje po paralelnoj rulnoj stazi i nezavisne operacije na PSS koja se koristi za instrumentalno (IFR) letenje aviona koji zahtevaju PSS kodnog broja 2, odnosno za vizuelno letenje (VFR) za avione koji zahtevaju PSS kodnog broja 3, usvojeno je rastojanje između osa PSS i paralelne rulne staze od 92 m.

Za vezu PSS sa platformom na kojoj se obavlja komercijalni avio saobraćaj usvojen je sistem rulnih staza koji se sastoji od paralelne rulne staze - TWY A, koja se svojim severnim delom naslanja na pristanišnu platformu. Veza rulne staze A sa PSS se odvija preko rulnih staza B i C (TWY B i TWY C). Dužina rulne staze A je 311 m dok su dužine rulnih staza B i C po 92 m. Njihove širine su po 18 m što zadovoljava zahteve kodnog slova C za avione kod kojih je wheel base jednak ili manji od 18 m.

Za vezu PSS sa platformom za potrebe generalne avijacije, pored već pomenute rulne staze C, definisan je sistem rulnih staza koji se sastoji od još dve rulne staze – TWY D i TWY E. Rulna staza D se nastavlja na rulnu stazu A, pravi zaokret u pravcu severa i tu se susreće sa rulnom stazom E, koja se svojim severnim delom oslanja na pristanišnu platformu generalne avijacije. Dužina rulne staze D je 102,17 m, dok je dužina rulne staze E 75 m. Njihova širina odgovara propisima vezanim za kodno slovo A i iznosi 10 m.

4.4. Pristanišne platforme

Generalnim projektom aerodroma "Divci" – Valjevo predviđene su dve platforme (pogledati Sliku 9.).

Prva (APRON A) u istočnoj zoni aerodroma je namenjena komercijalnom avio saobraćaju. Dimenzije ove platforme su 185x52m. Duž cele severne strane platforme proteže se servisna saobraćajnica širine 6 m, koja se koristi za kretanje vozila prihvata i otpreme vazduhoplova, putnika i prtljaga, robe, cisterni za snabdevanje gorivom vazduhoplova i vatrogasnih vozila i vozila službi pomoći i spasavanja. Takođe, na samoj površini platforme definisane su dve servisne saobraćajnice, zapadna širine 5 m (jednosmerna) i istočna širine 6 m. Njihove funkcije su opsluživanje vazduhoplova na stajanci i zatvaranje servisnog kruga.

Druga pristanišna platforma (APRON B) se nalazi u centralnoj zoni aerodromskog kompleksa, južno od postojećih objekata Aerokluba Valjevo. Ova platforma je namenjena za potrebe vazduhoplova generalne avijacije. Dimenzije ove platforme su 85 x 35 m. Kapacitet ove platforme su 4 aviona raspona krila do 12,75 m. Slično kao i prvu platformu, nju sa severne strane opslužuje servisni put širine 6 m.

Projektom su predviđena i proširenja platformi i to dva proširenja platforme namenjene komercijalnom saobraćaju: zapadno proširenje dimenzija 80x52 m i istočno dimenzija 80x52 m. Proširenje platforme generalne avijacije se nalazi sa njene istočne strane i ima dimenzije 40x35 m.

4.5. Heliporti

Generalnim projektom aerodroma "Divci" – Valjevo predviđena su dva heliporta (pogledati Sliku 9.).

Prvi se nalazi na krovu drugog sprata pristanišne zgrade i namenjen je javnom, poslovnom i komercijalnom korišćenju. Prilazna i odletna površina ovog heliporta se prostire u pravcu juga, i upravna je na pravac PSS aerodroma. Ovakva orijentacija prilaznih/odletnih površi uslovljena je zaštitnom zonom heliporta (Heliport protection Zone - HPZ) koja se prostire na 85 m od ivice površine konačnog prilaska i odleta helikoptera (Final Approach & Take-off Area - FATO). Svrha HPZ je da obezbedi zaštitu ljudi i imovine na zemlji što se postiže uklanjanjem i izbegavanjem svih neodgovarajućih objekata i aktivnosti.

Dimenzije zone sletanja i poletanja helikoptera (Touchdown & Lifftoff area - TLOF) se planiraju tako da budu dovoljne da unutar njih stane kružnica prečnika 1,5 MLG (Main Landing Gear). Prilikom projektovanja heliportova u ovom radu, za TLOF je uzimana vrednost od 1,5 prečnika glavnog rotora (Rotor Diameter - RD).

Za prvi heliport merodavni helikopter je AS-365 Dauphin. Veličina FATO se određuje kao 1,5 vrednosti dužine merodavnog helikoptera i u ovom slučaju iznosi 20,60 m. Veličina širine zaštitne zone heliporta (Safety area) je tabelarna vrednost propisana od strane FAA za svaku kategoriju heliporta i u ovom slučaju iznosi 6m i prostire se u svim pravcima izvan FATO-a.

Drugi heliport je namenjen potrebama generalne avijacije i nalazi se 35 m zapadno od početka rulne staze E. Merodavni helikopter za ovaj heliport je MD Helicopters 600N. FATO iznosi 8,43 m, na koji se naslanja zaštitna zona od 5,94 m.

4.6. Pristanišni kompleks aerodroma

Osnovni koncept pristanišnog kompleksa u zoni LANDSIDE-a je da se ne ukrštaju saobraćajni tokovi teških drumskih vozila (cisterne) i privatnih korisnika aerodroma. Takođe prilikom planiranja pristanišnog kompleksa aerodroma treba izbeći ukrštanje tzv. "prljavih" sadržaja (skladišta pogonskog goriva, poljoprivrednog materijala, robni magacin, glavni tehnički objekat) sa drugim aerodromskim sadržajima. U zoni AIRSIDE-a potrebno je razdvojiti komunikaciju i kretanje kamiona, cisterni za snabdevanje gorivom, vatrogasnih vozila, spasilačkih i službi prve pomoći i aerodromskih službi prihvata i otpreme vazduhoplova, putnika, njihovih stvari i robe od putničkog saobraćaja.

Pristanišni kompleks sačinjavaju (Slika 9.):

- Pristanišne platforme za stacioniranje aviona (APRON A i B);
- Pristanišna – putnička zgrada (1);
- Glavni tehnički objekat sa energetskim blokom i garažama i prostorijama za smeštaj, rad i opremu aerodromskih službi (2);
- Robni magacin (Kargo terminal) (3);

- Kontrolni toranj sa tehničkim traktom za smeštaj službi i opreme aerodromske kontrole letenja i meteorološke službe (4);
- Meteorološki krug za stacioniranje meteoroloških mernih instrumenata i uređaja (15);
- Objekat vatrogasne službe (5);
- Postojeći upravni objekat Aerokluba Valjevo (6);
- Postojeći hangar generalne avijacije (7);
- Novi hangar generalne avijacije (8);
- Garažni objekat za potrebe generalne avijacije (9);
- Stacionar za obuku pilota generalne avijacije (12);
- Ugostiteljski objekat sa letnjom baštom za potrebe Aerokluba Valjevo (10,11);
- Hotel (13);
- Skladište pogonskog goriva i maziva sa železničkim pretakalištem za gorivo (17);
- Pumpna stanica (17a);
- Skladište za potrebe poljoprivredne avijacije (16);
- Pristupna i odlazna saobraćajnica sa unutrašnjim saobraćajnicama i parkinzima za dugoročno i kratkoročno parkiranje;
- Postrojenje za prečišćavanje otpadnih voda (14).

4.7. Pristanišna zgrada

Pristanišna (putnička) zgrada treba da služi za prihvata i otpremu putnika i prtljaga. Za normalno obavljanje tih operacija potrebno je da putnička zgrada sadrži: Check-in šaltere, prostor za prodaju avio karata, čekaonicu za putnike u odlasku, hol za preuzimanje prtljaga, pasošku kontrolu, rentgen, toalete, hol za preuzimanje prtljaga, itd. Takođe, pristanišna zgrada treba da sadrži i ugostiteljski prostor, i prostor rezervisan za smeštaj administrativnih službi aerodromskog preduzeća.



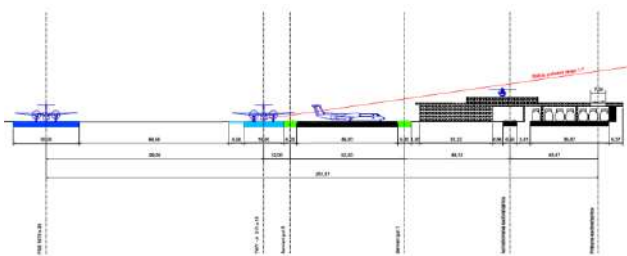
Slika 9. Master plan aerodroma "Divci" – Valjevo – Pristanišni kompleks



Slika 10. Master plan aerodroma "Divci" – Valjevo – 3D model

Pristanišna zgrada u prvoj fazi ima oblik trapeza čije su osnove veličine 33 m (zapad) i 37,70m (istok) a dužina tog tapeza isnosi 70 m. Ukupna površina objekta u prvoj fazi iznosi 6.269,3 m². Ako se primeni tzv. "rule-of-thumb" princip određivanja potrebne površine putničke zgrade za međunaradni saobraćaj, prema kome je potrebno oko 25 m² pristanišnog prostora po putniku u vršnom satu, dobija se mogućnost opsluživanja 250 putnika u vršnom satu.

U drugoj fazi se predviđa proširenje putničke zgrade sa strane prema istoku, ukupnih dimenzija 30x37.7 m. Pošto bi se proširenje obavljalo na dva sprata, ukupan dobitak u prostoru bi iznosio 2262 m². Planirana ukupna visina putničke zgrade iznosi 12m. Pristanišna zgrada je na visinskom nivou drugog sprata (GIŠ + 6.9m + konstrukcija platforme) sa severne strane povezana pristupnom platformom sa železničkom stanicom Divci (Slika 11.). Time se putnicima omogućuje presedanje na vozove koje saobraćaju prugom Beograd-Bar. U prvoj fazi se preko istočnog ulaza u zgradu omogućuje presedanje putnika na lokalne autobuse koji će saobraćati do aerodroma. Pešačka staza od autobusnog stajališta do ulaza u zgradu je natkrivena odgovarajućom nadstrešnicom. Kasnije, u drugoj fazi, autobusko stajalište se seli na pristupnu platformu.



Slika 11. Kritični poprečni profil aerodroma

4.8. Pristupne i unutrašnje saobraćajnice sa parkinzima

Postojeći regionalni put Divci – Mionica izmešta se na novu trasu koja ne ugrožava bezbedno odvijanje avio operacija na aerodromu "Divci" Valjevo. Ovaj put se izmešta od svog početka u Divcima, odnosno ukrštanja sa putem Valjevo – Lazarevac, u smeru ka Mionici u približnoj dužini od 750 m. Dužina novoprojektovane trase iznosi 1150 m. (Slika 7.) Ovim rešenjem se predviđa denivelisani prelaz preko pruge Beograd – Bar. Takođe, predviđa se i izgradnja kružnog toka od kojeg bi počinjala glavna aerodromska pristupna saobraćajnica. Pristupna saobraćajnica se proteže kroz ceo aerodromski kompleks, u smeru istok – zapad, donekle prati trasu sadašnjeg pristupnog puta aerodromu i završava se ukštanjem sa lokalnim putem koji povezuje naselja Popučke i Lukavac, na oko 2.400 metara zapadno od pristanišne zgrade. Ovaj pravac je ujedno i alternativni pravac za pristup aerodromu iz smera Valjeva (kamioni za kargo terminal, cisterne). Pristupnu aerodromsku saobraćajnicu koristiće putnička vozila koja idu na dugoročno parkiranje u obe faze razvoja aerodroma, autobusi za prevoz putnika u prvoj fazi (u drugoj se premeštaju na pristupni plato), korisnici hotela, zaposleni u aerodromskom kompleksu, VIP osobe, vatrogasna i službe spašavanja, autocisterne za snabdevanje skladišta pogonskog goriva, korisnici Aerokluba Valjevo i sve aktivnosti koje imaju veze sa delom aerodroma koji se odnosi na generalnu avijaciju. Svi ostali korisnici aerodroma koristiće drugu pristupnu saobraćajnicu, odnosno pristupni plato iznad pruge. Ovaj pristupni put počinje odvajanjem trokrakom raskrnicom od novog puta Divci – Mionica i vodi sve do pristupnog platoa pristanišne zgrade na koti od +8,50 m. Tom visinom saobraćajnice i platoa postiže se svetli otvor iznad železničke pruge od 6,90 m. Pristupni plato putničkom terminalu se nalazi na platformi iznad koloseka železničke stanice Divci i on je u prvoj fazi dužine 70m i širine 60m na zapadu, odnosno 54m na istoku. U drugoj fazi je predviđeno proširenje ovog platoa prema istoku za 30m. Ispred putničke zgrade se predviđa zadržavanje samo radi ukrcavanja i iskrcavanja putnika.

Kapacitet parkinga za dugoročno parkiranje iznosi 100 parking mesta. Prostor za njegovo eventualno proširenje nalazi se južno uz deonicu izmeštenog puta Divci – Mionica. Na pristupnom platou je u prvoj fazi rezervisano 40 parking mesta za kratkoročno parkiranje, dok se u drugoj fazi planira izgradnja nadzemne garaže kapaciteta 100 parking mesta.

Uz južnu ivicu glavne aerodromske saobraćajnice se planiraju parking mesta za zaposlene na aerodromu, i to 25 parking mesta kod glavnog tehničkog objekta i 18 kod kontrolnog tornja. Za potrebe korisnika generalne avijacije i restorana planiran je parking sa ukupnim kapacitetom od 20 parking mesta. Za potrebe hotela je planirano taksi stajalište i parking sa ukupno 30 parking mesta.

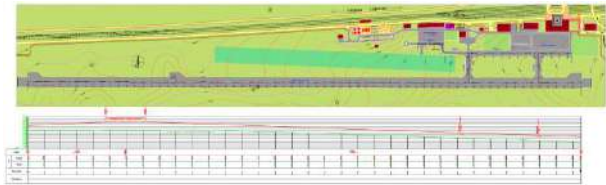
Za vozila aerodromskih službi (vozila za prihvrat i otpremu vazduhoplova, putnika i stvari, hitne i medicinske pomoći) predviđena je ulazno – izlazna saobraćajnica sa kontrolnim punktom uz glavni tehnički objekat. Vatrogasno – spasilačke službe po potrebi mogu koristiti svaki ulaz na aerodrom, ali kao njihov primarni pristupni put unutrašnjem aerodromskom kompleksu definiše se dvosmerna pristupna saobraćajnica koja se nalazi u blizini objekta vatrogasne službe. Na njoj se takođe nalazi kontrolni punkt. Ovu saobraćajnicu po potrebi mogu koristiti i korisnici generalne avijacije. Autocisterne za dopremanje goriva u skladište pogonskih goriva, kao što je već napomenuto ranije, koriste krajnji zapadni ulaz u kompleks. Ovaj ulaz nema stalni kontrolni punkt, već se po potrebi otključava. Istočni ulaz je takođe gotovo uvek zaključan i on će se koristiti samo u hitnim situacijama i za potrebe VIP korisnika aerodroma.

5. IDEJNO REŠENJE MANEVARSKIH POVRŠINA AERODROMA

U ovom delu rada, na nivou Idejnog rešenja, razrađeno je Generalno rešenje svih manevarskih površina aerodroma "Divci" - Valjevo. Sve manevarske površine su projektovane prema usvojenom Generalnom rešenju (poglavlje 4.).

5.1. Poletno – sletna staza

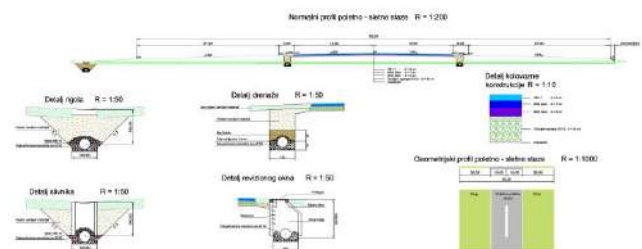
Situacioni plan aerodroma i podužni profil PSS dat je na Slici 12. Normalni poprečni profil poletno – sletne staze dat je na Slici 13. Osovina poletno – sletne staze položena je u pravcu $081^{\circ} - 261^{\circ}$ a prag je na stacionaži 1+675,00 m. Dužina poletno – sletne staze iznosi 1.675 m. U podužnom profilu su primenjeni podužni nagibi +0,45 % od stacionaže 0+000,00 m do tacionaže 0+296,56 m, a zatim podužni nagib od -0,35 % sve do kraja piste. Konveksno zaobljenje je izvedeno sa poluprečnikom od 15.000 m.



Slika 12. Situacioni plan i podužni profil PSS

Širina poletno – sletne staze iznosi 30 m, a ukupna širina osnovne staze je 150 m. Usvojeni dvostrani poprečni nagib od 1,5% obezbediće efikasno odvođenje vode ka osnovnoj stazi, te nisu predviđeni nikakvi elementi odvodnjavanja duž same ivice poletno – sletne staze.

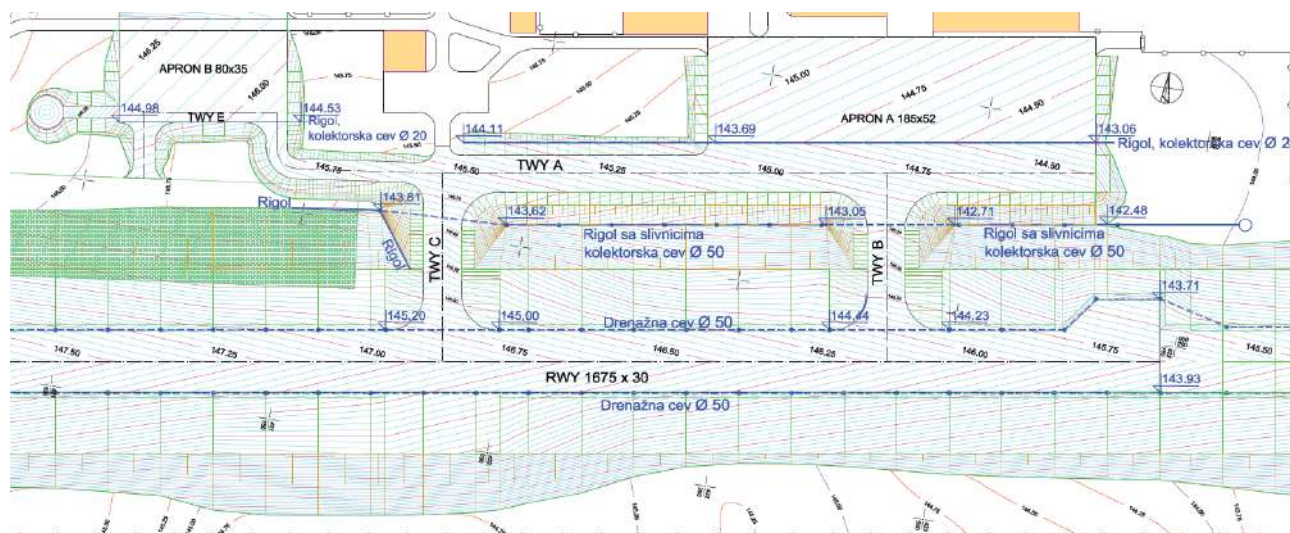
Poprečni nagib osnovne staze počinje sa vrednošću od 5 % na prvih tri metra od ivice PSS, zatim se lomi na 2,5 % koliko iznosi sledećih 27 m, da bi se završio sa nagibom od 5% sve do presecanja sa linijom terena. Ovo je svuda slučaj sem na mestima uliva rulnih staza B i C, gde poprečni nagib osnovne staze prati podužni nagib rulnih staza i iznosi 1,5 %. Takođe, od stacionaže 0+475,00 do 1+307,00 konačna vrednost poprečnog nagiba osnovne staze ne iznosi 5% već varira od 1,40 % do 2 %. To se usvaja zbog preklapanja nasipa nove PSS preko postojeće travnate PSS. Cilj je da se na postojećoj travnoj pisti zadrži mogućnost odvijanja operacija sportskog letenja (jedriličarstvo). Poprečni profil te piste korigovan je sa dvostranog na jednostrani.



Slika 13. Geometrijski i normalni profil PSS sa detaljima

5.2. Platforme i rulne staze

Dimenzije platforme A su 185x52m. Platforma je prema poletno-sletnoj stazi nagnuta pod nagibom 0,75 % sve do kontrapreloma koji se nalazi na 6m od spoljne ivice rulne staze A koja sa platformom čini jednu građevinsku celinu. Tu se niveleta kontraprelama sa 0,75% na 1,5% i taj nagib zadržava sve do kraja platforme, odnosno prenosi se dalje kao poprečni nagib rulne staze A, odnosno kao podužni nagib rulne staze B. Podužno



Slika 14. Nivelacioni plan pristanišne zone aerodroma

posmatrano, platforma A prati nagib rulne staze A i poletno-sletne staze od 0,35%. Svi usvojeni poprečni i podužni nagibi omogućavaju kvalitetno odvođenje vode sa platforme bez ugrožavanja tankiranja vazduhoplova.

Dimenzije platforme B su 80 x 35 m. Platforma je prema rulnoj stazi E nagnuta sa 0,35 %. Podužno posmatrano ova platforma prati podužni nagib rulne staze E i takođe isnosi 0,35 %.

Poprečni nagib rulne staze A je jednostran i iznosi 1,5 %. Poprečni nagibi rulnih staza B i C se iz jednostranog nagiba 0,35 % vitopere u dvostrani nagiba po 1,0 %. Ovo je izvršeno radi skraćenja dužine putovanja vode preko rulnih staza. Poprečni nagib shouldera na svim rulnim stazama iznosi 2,5 %. Poprečni nagibi rulnih staza D i E su jednostrani i iznose 0,35%. Isto toliko iznose i podužni nagibi ovih rulnih staza.

Širina shoulder-a na svim rulnim stazama isnosi 6,5m, osim severnog shoulder-a rulne staze A koji je skraćen za pola metra radi objedinjavanja sistema odvodnjavanja rulne staze i platforme A. Bitno je napomenuti da svi nagibi kosina nasipa i useka od ivica shoulder-a, pa do preseka sa kotama terena iznose 5 %, što je u skladu sa važećim kriterijumima propisanim od ICAO vezanim za planiranje kosina rulnih staza.

Na Slici 14. prikazan je nivelacioni plan pristanišne zone aerodroma.

5.3. Odvodnjavanje manevarskih površina

Odvodnjavanje poletno – sletne staze se obavlja pomoću poluperforiranih drenažno-kolektorskih cevi prečnika 50 cm. Cevi su postavljane na dubini od 160 cm neposredno ispod ivica poletno-sletne staze (Slika 13.). Podužni nagib ovih elemenata za odvodnjavanje prati podužni nagib same poletno – sletne staze. Sva atmosferska voda koja ne završi u

ovim drenažno-kolektorskim cevima usmerava se naniže pomoću predviđenih nagiba kosina osnovne staze. Voda koja pada niz južnu padinu poletno – sletne staze se ne odvodnjava nikakvim posebnim elementima, jer se pretpostavlja da će biti ravnomerno upijena od strane terena koji po svojoj konfiguraciji ima određeni pad koji omogućava slivanje vode prema dolini reke Kolubare. Atmosferske padavine koje padaju niz severnu stranu osnovne staze se odvodnjavaju na isti način kao što je opisano u prethodnom pasusu od stacionaže 0+000,00 pa sve do stacionaže 1+300,00. Odatle pa do kraja poletno – sletne staze, voda se u podnožju nasipa prihvata i vodi u pravcu istoka betonskim rigolom sa slivnicima. Ispod rigola sa slivnicima, na dubini od 160 cm nalazi se drenažno-kolektorska cev \varnothing 50 cm (Slika 13).

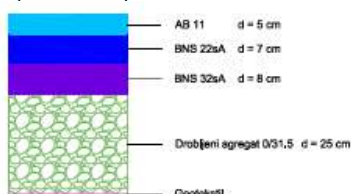
Običan betonski rigol je postavljen po kontraprelomu između kosina PSS i rulne staze C u dužini od 62 m. U podnožju ovog rigola se nalazi kanal za prihvata vode, koji se prema istoku nastavlja pomenutom drenažno-kolektorskom cevi. Podužni nagib ove cevi prati podužni nagib poletno – sletne staze i rulne staze A i iznosi 0,35%, što predstavlja dovoljan pad za nesmetano oticanje vode.

Odvodnjavanje pristanišnih platformi A i B se tretira kao odvodnjavanje tehnoloških otpadnih voda. Voda koja se pojavljuje u elementima odvodnjavanja aerodromskih platformi može biti zagađena usled odleđivanja i zaštite od zaleđivanja aviona na platformi korišćenjem hemijskih sredstava, ili usled prosipanja pogonskog goriva i ulja prilikom održavanja, popravljanja i punjenja vazduhoplova. Zbog toga se celom dužinom pristanišnih platformi predviđa prikupljanje vode pomoću betonskih rigola sa slivnicima – šahtovima. Voda se zatim vodi do lokacije predviđene za postrojenje za prečišćavanje otpadnih voda.

5.4. Kolovozna konstrukcija

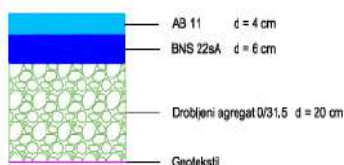
U skladu sa uslovima odvijanja avionskog saobraćaja koji se predviđaju za aerodrom "Divci" – Valjevo, koji se tiču koda aerodroma, težine maksimalno opterećenog aviona u avio floti i ukupnog broja operacija na godišnjem nivou (oko 25.000 operacija), izabrano je rešenje fleksibilne kolovozne konstrukcije.

Kolovozna konstrukcija je dimenzionisana na dva načina. Prvi je korišćenjem kriterijuma za fleksibilne kolovozne konstrukcije izdatim od strane ICAO i opisanim u Aerodrome Design Manual – Part 3 Pavements. Kao provera dobijenih rezultata korišćen je softver LEDFAA izdat od strane FAA. Na osnovu ova dva postupka, usvojeno je konačno rešenje kolovozne konstrukcije za poletno – sletnu stazu, rulne staze A, B i C, i za sa pristanišnu platformu A (Slika 15.).



Slika 15. Kolovozna konstrukcija platforme A i rulnih staza A, B i C

Što se tiče rulnih staza D i E i pristanišne platforme B, za njih je usvojena nešto tanja kolovozna konstrukcija u odnosu na ostatak manevarskih površina zbog činjenice da će pomenutim površinama saobraćati avioni sportske, odnosno generalne avijacije kodnog slova A, koji imaju znatno manje zahteve u pogledu debljine kolovozne konstrukcije u odnosu na ostatak flote (Slika 16.).



Slika 16. Kolovozna konstrukcija platforme B i rulnih staza D i E

6. OKVIRNI PREDMER I PREDRAČUN NA NIVOU MASTER PLANA

Urađen je okvirni predmer i predračun radova kojim se definišu potrebne količine i koštanje radova na izgradnji infrastrukturnih objekata i opreme aerodromskog kompleksa aerodroma "Divci" - Valjevo koji su definisani Generalnim rešenjem ovog projekta. Prilikom izrade predračuna nisu uzete u obzir cene dodatne ekspanzije, ILS-a (Instrumental Landing System), nabavke i ugradnje elektro – energetske postrojenja i objekata.

Rekapitulacija dobijenih troškova izgradnje i opremanja objekata je data u tabeli 1.

Tabela 1. Predračun na nivou Master plana

1.	Objekti visokogradnje	19 297 000,00
2.	Skladište pogonskog goriva	160 000,00
3.	Ograda aerodroma	405 899,65
4.	Objekti niskogradnje	22 874 512,00
Ukupno celokupna izgradnja (eura):		42 737 411,65

7. OKVIRNI PREDMER I PREDRAČUN NA NIVOU IDEJNOG PROJEKTA

Za sve manevarske površine aerodroma koje su obrađene na nivou Idejnog projekta urađen je okvirni predmer i predračun radova kojim su detaljno definisane sve količine i pozicije u izgradnji. Dobijeni rezultati su prikazani u tabeli 2.

Tabela 2. Predračun na nivou Idejnog projekta

1.	Pripremni radovi	3303,00
2.	Donji stroj	729 322,69
3.	Gornji stroj	2 397 725,91
4.	Odvodnjavanje	218 828,98
Ukupno celokupna izgradnja (eura):		3 349 180,58

LITERATURA:

- [1] Maletin M. (2009). Gradske saobraćajnice. Beograd: Orion – Art
- [2] Gavran D. (1996). Lokacijska dokumentacija i projekat manevarskih površina sportsko – rekreativnog aerodroma "Zlatibor". Beograd: Građevinski fakultet
- [3] BK "Aeroinženjering" (2000). Lokacijska dokumentacija i generalni plan dogradnje aerodroma Valjevo – Divci. Novi Beograd: BK "Aeroinženjering"
- [4] ICAO (1999). International Standards and Recommended Practices AERODROMES, ANNEX 14.
- [5] ICAO (2005). Aerodrome Design Manual Part 2. Taxiways, Aprons and Holding Bays
- [6] ICAO (1983). Aerodrome Design Manual Part 3. Pavements
- [7] ICAO (2002). Airport Planning Manual Part 2. Land Use and Environmental control
- [8] FAA (2012). Advisory Circular: Heliport Design
- [9] FAA (2013). Advisory Circular: Airport Drainage Design
- [10] FAA (2013). Advisory Circular: Runway Length Requirements for Airport Design
- [11] FAA (2013). Advisory Circular: Planning and Design Guidelines for Airport Terminal Facilities

Ostali izvori:

- [12] Andus V. (1991). Aerodromi (pisana predavanja). Beograd: Građevinski Fakultet
- [13] ICAO (1995). Heliport Manual



AD *Novi Pazar-put*



POLA VEKA NA PUTEVIMA



ПРИМЕНА ГЕОМРЕЖА ЗА РЕХАБИЛИТАЦИЈУ ФЛЕКСИБИЛНИХ КОЛОВОЗНИХ КОНСТРУКЦИЈА

Љиљана Тривић, дипл. инж. грађ.
Коридори Србије д.о.о., Београд, lj.trivic@koridorisrbije.rs

Милица Бугарчић, инж. грађ, студент мастер студија
Универзитет у Београду, Грађевински факултет, bugilic44@gmail.com

др Горан Младеновић, дипл. инж. грађ.
Универзитет у Београду, emladen@imk.grf.bg.ac.rs

Стручни рад

Резиме: Геомреже се већ дуже време примењују у пројектима рехабилитације коловозних конструкција са циљем да се успори рефлектовање пукотина из постојеће коловозне конструкције. У раду су приказани резултати праћења стања оштећености опитне деонице на Булевару кнеза Александра Карађорђевића у Београду на чијем делу су током 2003. године приликом рехабилитације коловозне конструкције урађене геомреже у возној траци.

Снимање оштећености коловозне конструкције обављено је у три наврата, 2005., 2008. и 2013. године. У оквиру анализе резултата може се закључити:

- да је обим пукотина у возној траци на левом коловозу (са мрежама) знатно мањи од обима пукотина у возној траци на десном коловозу (без мрежа);
- да су се на траци са мрежама пукотине касније рефлектовале и имале спорији прираст у односу на траке без мрежа, посебно у првих 5 година после рехабилитације;
- да се тренд развоја пукотина убрзава са временом.

Примена мреже на аутобуским стајалиштима није помогла да се значајније смањи дубина колотрага. Основни разлог је неадекватна позиција мреже која је постављена испод битуменизованог носећег слоја, уместо да буде постављена између битуменизованог носећег и хабајућег слоја.

Кључне речи: рехабилитација коловоза, геомреже, термичке и рефлектоване пукотине, колотрази.

USE OF GEOGRIDS FOR REHABILITATION OF FLEXIBLE PAVEMENTS

Ljiljana Trivić, B.Sc.CE
Corridors of Serbia d.o.o., Belgrade, lj.trivic@koridorisrbije.rs

Milica Bugarčić, B. CE, master student
University of Belgrade, Faculty of Civil Engineering, bugilic44@gmail.com

Goran Mladenović, Ph.D. B.Sc.CE
University of Belgrade, Faculty of Civil Engineering, emladen@imk.grf.bg.ac.rs

Professional paper

Abstract: Geogrids have been used for a long time in pavement rehabilitation projects in order to slow down the reflection of cracks from the existing pavement. This paper presents the results of an experiment performed in Belgrade in the boulevard of Prince Alexander Karađorđević, where trial section with geogrids was constructed in driving lane as part of during pavement rehabilitation project in 2003. Pavement condition surveys were performed on three occasions, in 2005, 2008, and 2013. Based on the analysis of results, it can be concluded that:

- The extent of cracking in the driving lane on the left carriageway (with geogrids) is much smaller than the extent of cracking in the driving lane on the right carriageway (without geogrids).
- The cracking on the left carriageway (with geogrids) appeared later and had slower progression compared to the right carriageway, especially in the first five years after rehabilitation
- The trend of cracking development accelerates with time.

The use of geogrid at the bus stops did not help to substantially reduce rutting. The main reason is the inadequate position of the geogrid that is placed below the bituminous base course, instead of being placed between bituminous base and surface courses.

Key words: pavement rehabilitation, geogrids, thermal and reflective cracking, rutting.

1. УВОД

Пукотине у коловозним конструкцијама се јављају услед дејства саобраћајног оптерећења (пукотине услед замора) и услед утицаја околине старења и термичких ефеката. Након рехабилитације флексибилних или крутих коловозних конструкција асфалтом, долази до рефлектовања постојећих пукотина или спојница кроз новоурађене асфалтне слојеве услед концентрације напона на локацијама пукотина у постојећем коловозу.

Арматурне мреже се користе већ неколико деценија, посебно у пројектима рехабилитације коловозних конструкција са примарним циљем да се успори рефлектовање и пропагирање пукотина из постојећих слојева и тиме продужи век коловозне конструкције. Тренутно на тржишту постоји велики број производа на бази различитих материјала: полиестера, стакла, угљеника, полипропилена и др. Ови производи се различито понашају и имају различите ефекте у погледу продужења века коловозне конструкције.

Поред тога, неки производи по наводима произвођача омогућавају и армирање самих асфалтних слојева са циљем да се смањи или елиминише пластична деформација ових слојева.

У Београду је 2003. године изведена опитна деоница са пет типова мрежа које су уграђене у оквиру пројекта рехабилитације коловозне конструкције у Булевару кнеза Александра Карађорђевића.

Циљ рада је био да се изврши додатно снимање коловозне конструкције после 10 година од њене рехабилитације, прикупе подаци о њеној оштећености и сагледају трендови развоја оштећења на делу коловозне конструкције на коме су уграђене мреже, и делу где је рехабилитација урађена без примене мрежа.

2. ОПШТИ ПОДАЦИ О ОПИТНОЈ ДЕОНИЦИ

Опитна деоница је изведена у Булевару кнеза Александра Карађорђевића (ранији назив: Булевар мира) који је због велике оштећености коловозне конструкције рехабилитован у јулу 2003. године на потезу од Булевара Војводе Путника до улице Милутина Ивковића (Тривић, 2005). Дужина саниране деонице је 1100 m.

У оквиру ове деонице, саобраћајница прелази преко надвожњака, испод којег се налази градилишни пут за железничку станицу „Прокоп“.

У попречном профилу се налазе по три траке у сваком смеру раздвојене разделним острвом. Укупна ширина коловоза у сваком смеру је 9,6 m. Крајња десна трака у сваком смеру је намењена за јавни градски саобраћај. На жутој траци се у смеру ка Хумској улици налазе два аутобуска стајалишта, док у смеру ка улици кнеза Милоша постоји једно аутобуско стајалиште.

3. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖНИХ РАДОВА ПРЕ РЕХАБИЛИТАЦИЈЕ КОЛОВОЗА 2003. ГОДИНЕ

У Булевару кнеза Александра Карађорђевића је уграђена флексибилна коловозна конструкција, с тим што је носећи слој на левом коловозу (ка центру града) урађен са цементном стабилизацијом, док се на десном коловозу (ка Бањици), на делу од ул. Топчидерски венац до ул. Милутина Ивковића (km 0+600- km 1+100), где је стари коловоз надограђен у време проширивања првобитне саобраћајнице, носећи слој састоји из невезаних слојева.

Структура коловозне конструкције добијена истражним бушењем изведеним у крајњим десним тракама коловоза приказана је у табели 1. Укупна дубина истражног бушења била је 1.5 m.

Табела 1. Структура коловозне конструкције пре рехабилитације

К-1: стационажа km. 0+660, десна страна

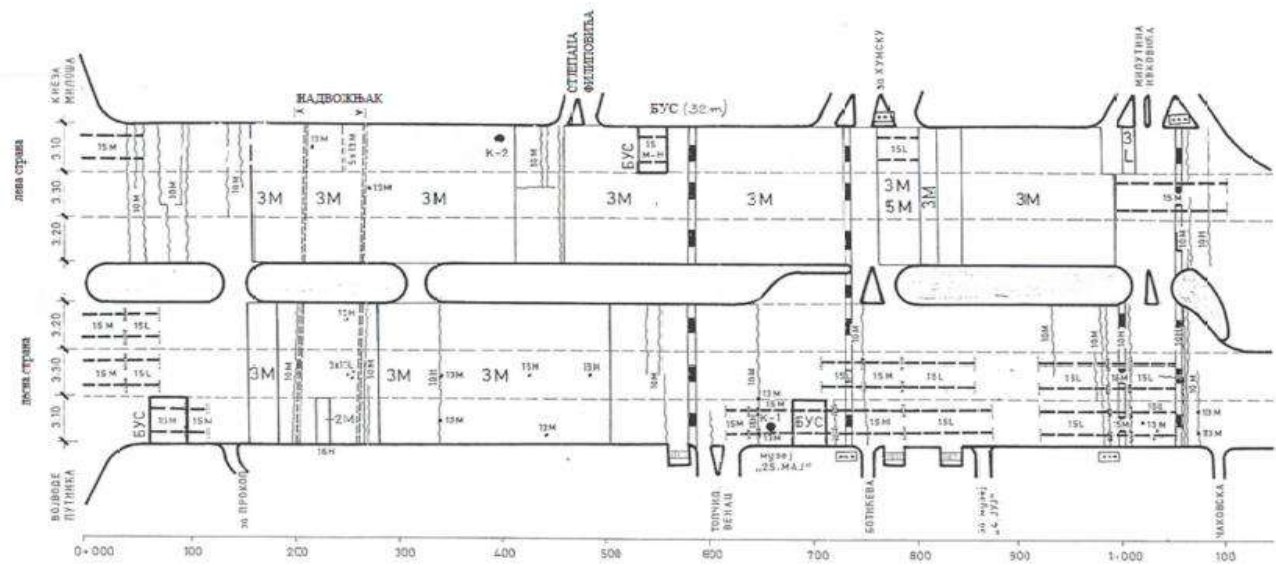
Материјал у слоју	Дебљина слоја (cm)
- асфалт - бетон (4+6 cm)	10
- битуменизирани шљунак	17
- битуменизирани дробљени агрегат	6
- носећи слој од песковитог шљунка са додатком дробљеног камена	44
Укупна дебљина коловозне конструкције	77
постељица: прашинаста глина	

К-2: стационажа km. 0+400, лева страна

Материјал у слоју	Дебљина слоја (cm)
- асфалт – бетон	6
- битуменизирани шљунак	17
- цементна стабилизација	20
- носећи слој од песковитог шљунка са додатком дробљеног камена	30
Укупна дебљина коловозне конструкције	73
постељица: прашинасто - песковита глина	

Снимање стања оштећености је урађено у складу са PCI методологијом. На левој страни коловоза доминантне су биле попречне и блок пукотине (блокови величине 0.5x0.5 – 2.0x2.0m) као резултат рефлектовања пукотина из цементне стабилизације и старења асфалтних слојева. На десној страни коловоза су били изражени колотрази. Слика 1 приказује снимак оштећења на левој и десној страни коловоза направљен пре извођења рехабилитације коловозне конструкције.

На сликама 2 и 3 приказана су доминантна оштећења на пробној деоници пре извођења рехабилитације коловозне конструкције на левом и десном коловозу, респективно.



Легенда:

Тип оштећења:

- 2 – испливање битумена
- 3 – блок пукотине
- 5 – попречно набирање
- 10 – подужне и попречне пукотине
- 13 – ударне рупе
- 15 – колотрази
- 16 – денивелација

Интензитет оштећења:

- L – низак
- M – средњи
- H – висок

Слика 1. Шематски приказ оштећења на пробној деоници пре рехабилитације (Тривић, 2005.)



Слика 2. Попречне и блок пукотине на левој страни коловоза пре рехабилитације (Тривић, 2005.)



Слика 3. Блок пукотине и колотрази на десној страни коловоза пре рехабилитације (Тривић, 2005.)

3.1. Рехабилитација коловозне конструкције

У јулу месецу 2003. године извршени су радови на рехабилитацији коловоза на потезу од Булевара војводе Путника до Хумске улице (Тривић, 2008.). На предметној деоници је предложен потез на којем би се уградиле геомреже ради успоравања рефлектовања пукотина из цементне стабилизације и успоравања развоја колотрага. Четири различита произвођача геосинтетичких материјала су поклонили граду Београду - Дирекцији за путеве по 500 m² свог производа, а решење санације коловозне конструкције дао је Институт за путеве. Основно решење рехабилитације се састојало у замени асфалтних слојева у дебљини од 12 cm у жутој траци и 5 cm у возној и претицајној траци. При томе је одлучено да се мреже уграде на левом коловозу (са цементном стабилизацијом). Стање површине након скидања постојећег застора у дебљини од 5 cm приказано је на слици 4.

У оквиру рехабилитације су коришћене следеће геомреже:

- Tensar International England
 - а) AR-G геокмпозит (комполит од геомреже и геотекстила);
 - б) Glasstex (неткани текстил армиран стакленим влакнима);
- Huesker Syntetic GMBH

HaTelit C - композит састављен од полиестерске флексибилне мреже обложене битуменском масом и танког слоја нетканог материјала;
- Armat

Armat мрежа од стаклених влакана;
- Kordarna-Чешка

Armatex RS - геокмпозит састављен од полиестарске фелксибилне мреже и нетканог текстила).



Слика 4. Стање површине након стругања застора

У табели 2 дата су решења рехабилитације коловозне конструкције. Мреже су биле уграђене на левом коловозу у средњој-возној траци са циљем да се успори рефлектовање пукотина и у жутој траци само на аутобуском стајалишту са циљем да се успори развој колотрага. На десном коловозу су примењена решења из табеле 2 без уграђивања мрежа, изузев аутобуског стајалишта на почетку деонице.

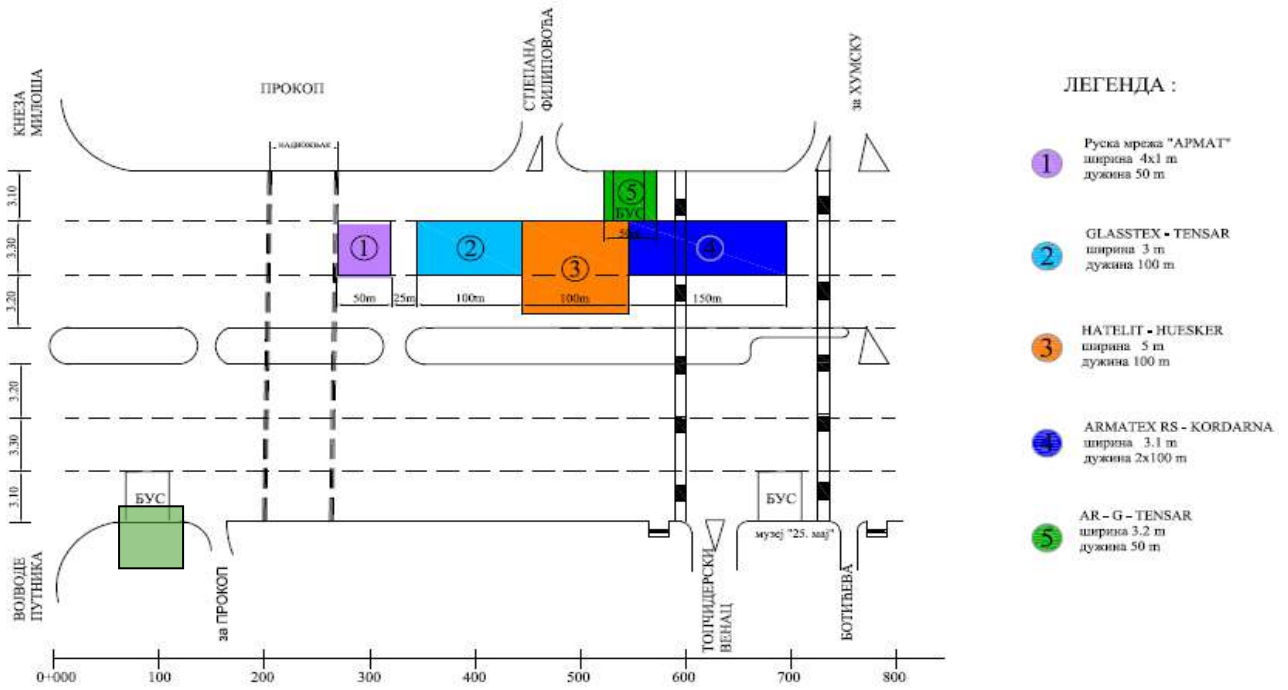
Табела 2. Решења рехабилитације кол.конструкције

Жута трака	
Материјал у слоју	Дебљина слоја (cm)
- уградња мреже AP-Г на аутобуском стајалишту (3.2mх50m)	
- БНС 22сА	7
- АБ 11с ПмБ	5
Средња (возна) трака	
Материјал у слоју	Дебљина слоја (cm)
- уградња мрежа од сва 4 произвођача	
- АБ 11с ПмБ	5
Претицајна трака	
Материјал у слоју	Дебљина слоја (cm)
- АБ 11с ПмБ	5

На слици 5 дата је шема уграђивања мрежа, док слика 6 приказује детаље уграђивања мрежа и асфалтних слојева. Треба напоменути да приликом уградње мрежа нису испоштоване све инструкције произвођача, што се примарно односи на то да нису заливане пукотине шире од 3 mm. Мреже су постављане преко слоја емулзије, при чему су неке од мрежа додатно фиксиране за подлогу механичко-пнеуматским пиштољем и ексерима.

3.2. Праћење стања оштећености коловозне конструкције

У периоду од рехабилитације коловозне конструкције извршено је снимање стања оштећености у три наврата: 2005. године (Тривић, 2005.), 2008. године (Тривић, 2008.) и 2013. године (Бугарчић, 2013.). Уочена оштећења током ова три снимања су шематски приказана на сликама 7, 8 и 9. Приликом снимања обављеног 2005. године уочене су прве попречне (термичке или рефлектоване) пукотине. Примењено је да су пукотине израженије на деловима на којима није било геомрежа на левом коловозу, и на десној страни коловоза. На делу на којем су уграђене геомреже појавиле су се пукотине у зонама наставка једне мреже на другу у попречном правцу. Такође је уочено да пукотине напредују од разделног острва према ивичњацима.



Слика 5. Шематски приказ постављања мрежа на пробној деоници (Тривић, 2005.)



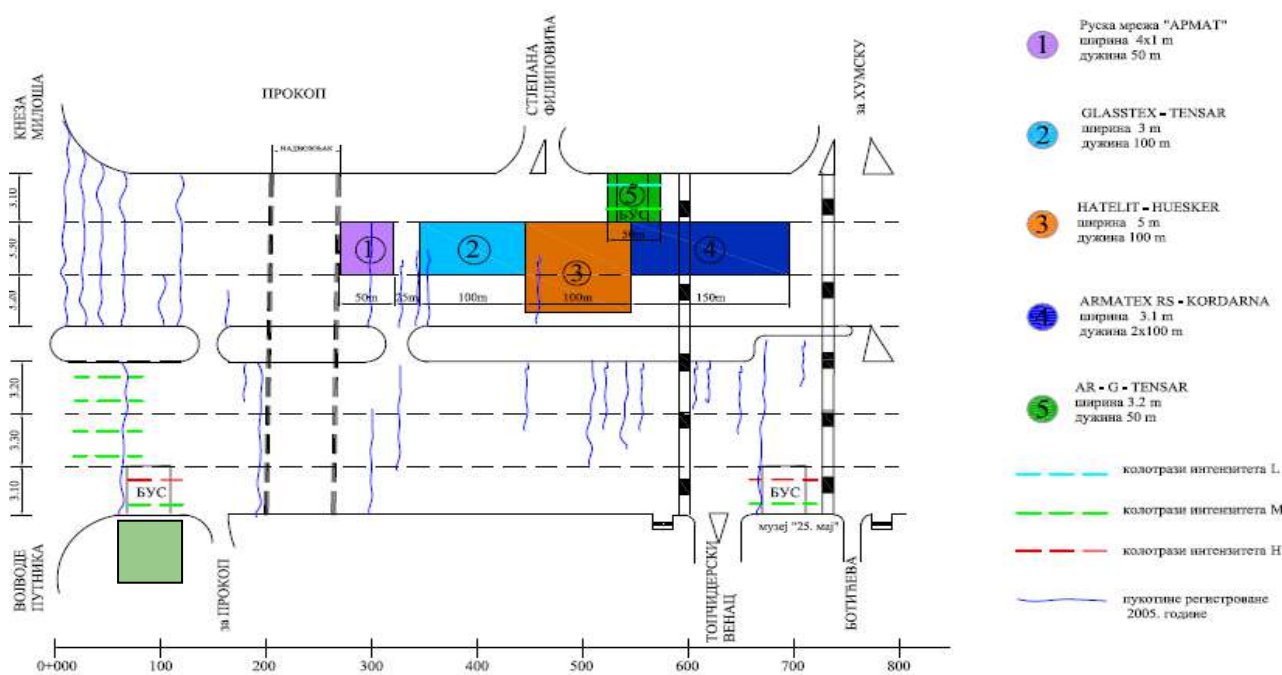
Слика 6. Детаљи постављања мрежа и уграђивања хабајућег асфалтног слоја (Тривић, 2005.)

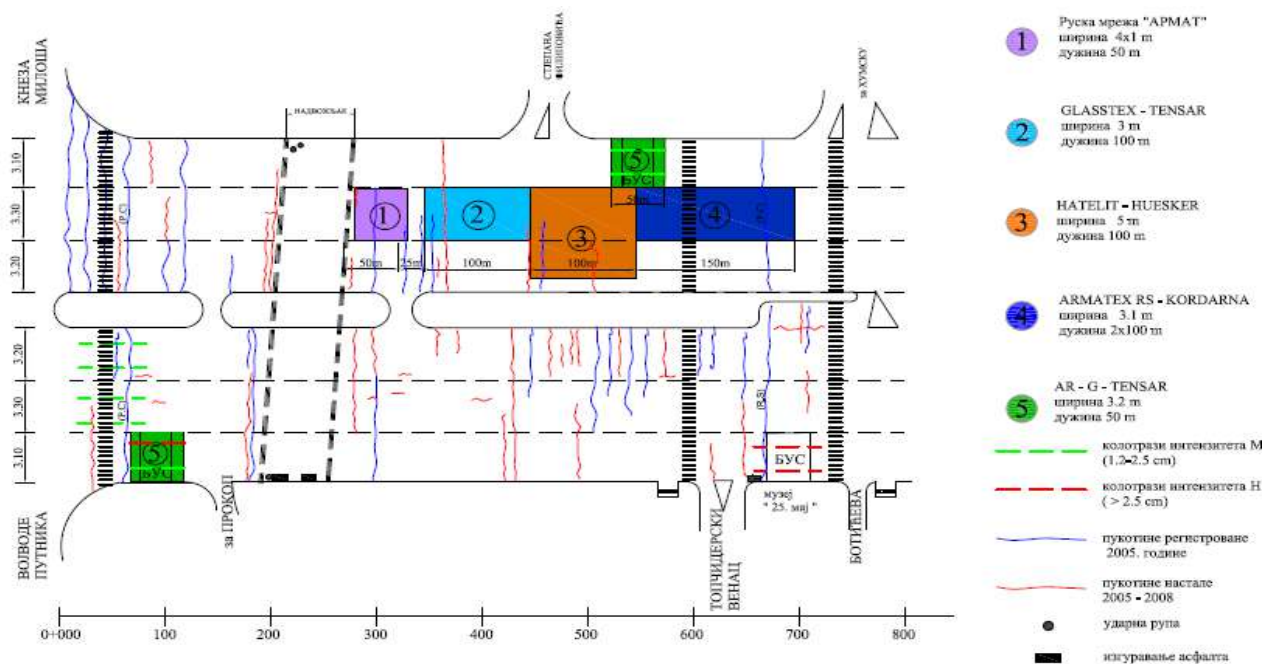
На аутобуским стајалиштима су се појавили колотрази релативно високог интензитета. Њихова дубина је ишла чак до 2,8 cm (на станици код музеја „25. мај“, на којој није уграђена мрежа). И на аутобуској станици на којој је уграђена геомрежа појавили су се колотрази, мада мањег интензитета (дубине 2,0 до 2,2 cm). Карактеристика колотрага је била да су несиметрични - десни колотраг на сва три места је био знатно мање дубине (1,0-2,1 cm). Узрок ове појаве није познат.

Друго контролно снимање обављено је у мају 2008. године (Тривић 2008.). Уочен је бржи развој пукотина на површинама на којима нису уграђене геомреже. На десној страни коловоза ка Хумској улици број попречних пукотина се дуплирао, а пукотине које су раније постојале развиле су се у потпуности. Додатно су се појавиле и подужне пукотине. Што се колотрага тиче, њихов интензитет је мањи тамо где су уграђене геомреже.

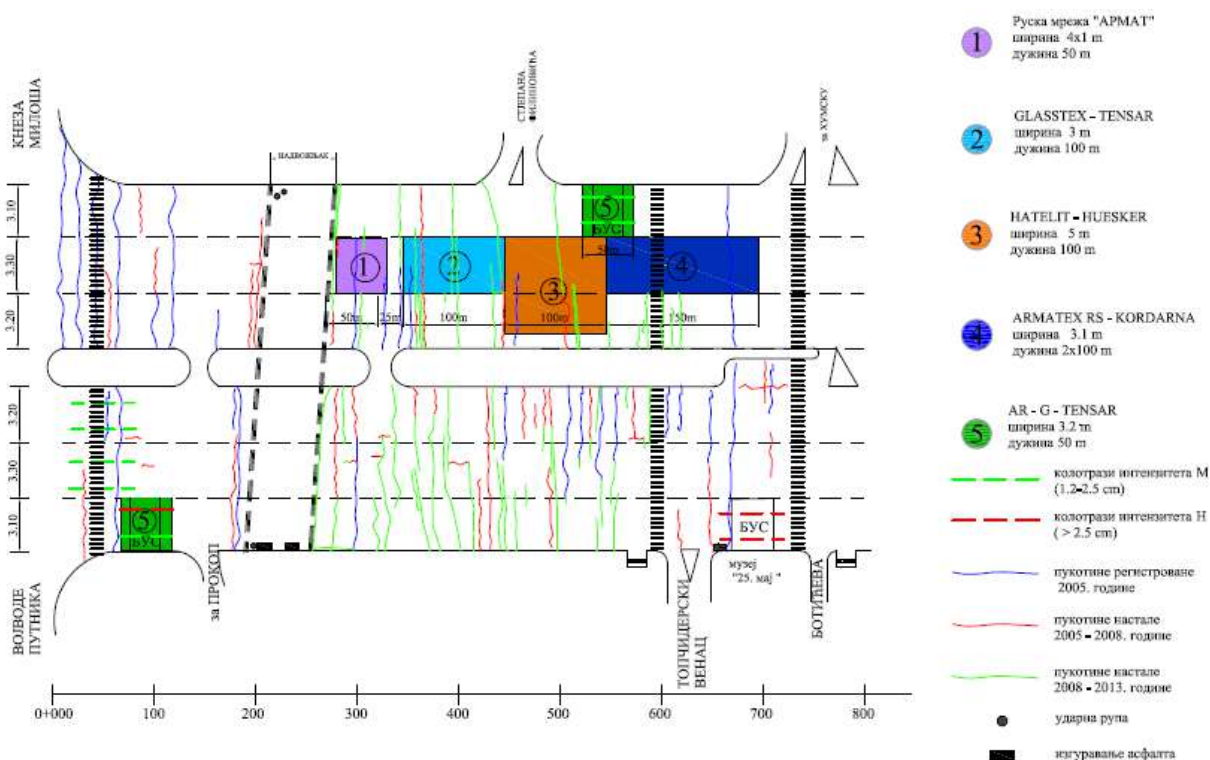
На станици код музеја „25. мај“ дошло је до уједначавања дубине левог и десног колотрага. На станици пре надвожњака у смеру ка Хумској интензитет колотрага је био на истом нивоу као и 2005. године. На слици 8 су нова оштећења приказана црвеном бојом.

Треће снимање стања коловозне конструкције извршено је у јулу 2013. године, односно десет година након санације (Бугарчић, 2013.). На предметној деоници на делу где су уграђене геомреже уочене се нове подужне и попречне пукотине, међутим, у знатно мањој мери у односу на десну страну на којој не постоје геомреже. Карактеристичне пукотине на десној страни коловоза приказане су на слици 10. Интензитет новонасталих пукотина је низак или средњи, с тим да је дошло до повећања интензитета постојећих пукотина регистрованих приликом ранијих снимања. На слици 9 су зеленом бојом приказане пукотине које су настале у периоду 2008-2013. године.





Слика 8. Шематски приказ стања оштећености у 2008. години



Слика 9. Шематски приказ стања оштећености у 2013. години



Слика 10. Пукотине на десној страни коловоза , без геомрежа (Бугарчић, 2013.)

У оквиру снимања стања током 2013. године уочљиво је било да је у протеклом периоду дошло до значајних трајних деформација, посебно на аутобуским стајалиштима. На слици 11 је приказано стање коловозне конструкције на стајалишту на десном коловозу (где није уграђена мрежа), док је на слици 12 приказано стање коловоза на стајалишту на левом коловозу, где је уграђена мрежа. Уграђивање мреже није помогло да се спречи релативно велика пластична деформација асфалтних слојева.

3.3. Анализа трендова развоја оштећења

Пукотине

У оквиру анализе трендова извршена је анализа обима оштећености на два коловоза, с циљем да се утврде евентуални ефекти примене мрежа у оквиру рехабилитације коловозне конструкције.

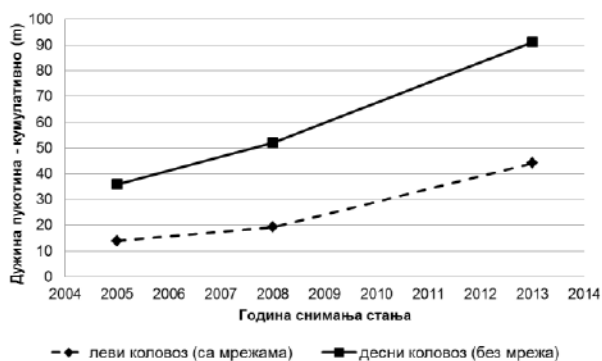
На слици 13 дато је упоређење обима пукотина у возним тракама на левом (са мрежама) и десном коловозу (без мрежа). Дијаграм укључује само деоницу од надвожњака до пешачког прелаза код Хумске улице на којој су уграђене мреже.



Слика 11. Колотрази на аутобуском стајалишту на десном коловозу



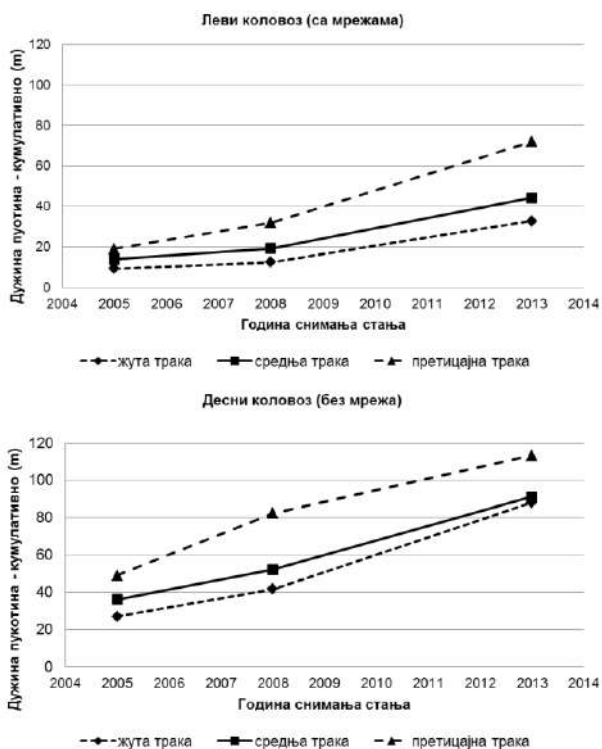
Слика 12. Колотрази на аутобуском стајалишту на левом коловозу



Слика 13. Обим пукотина у возним тракама на левом и десном коловозу

Обим испуцалости на десном коловозу (без мрежа) је већи него на левом коловозу чији је један део (возна трака и део претицајне траке) прекривен мрежама приликом рехабилитације. На слици 14 је дато упоређење обима пукотина по саобраћајним тракама за леви и десни коловоз.

Обим пукотина по тракама на десном коловозу је већи од обима пукотина по тракама на левом коловозу, без обзира да ли су уграђене мреже или не, што указује на лошије стање коловоза десног коловоза пре рехабилитације.

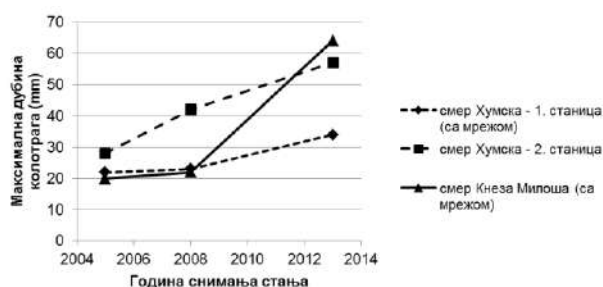


Слика 14. Обим пукотина на левом и десном коловозу

Из упоредног прегледа обима пукотина на појединим тракама уочава се да је на претицајним тракама већи обим пукотина него на возним и жутим тракама, што указује на то да су ове пукотине примарно последица термичких утицаја и старења асфалтних слојева, а да је саобраћајно оптерећење секундарни фактор.

Колотрази

На слици 15 је дат упоредни преглед максималне дубине колотрага на сва три аутобуска стајалишта измерене у три контролна снимка.



Слика 15. Максимална дубина колотрага на аутобуским стајалиштима

Из приказаног дијаграма се уочава слабији прираст деформација у једном периоду експлоатације. Ипак, јасно је да је, већ након две године од урађене рехабилитације, измерен колотраг високог интензитета без обзира на примењене мреже.

Колотрази могу настати из два основна разлога (слика 16):

- као последица слабе подлоге и великих напона притиска у свим слојевима;
- као последица лоших карактеристика асфалтних слојева – када се колотрази јављају само у горњим асфалтним слојевима.



Слика 16. Узроци настанка колотрага (Brown, 1998.)

У овом случају, на станици на којој су примећени колотрази, подлога је крута, и колотрази су се формирали искључиво у асфалтним слојевима. Како су критичне деформације у средини асфалтног слоја, ту би било најсврсиходније поставити армирајући слој.

Испитивања рађена на Универзитету Nottingham још 1985. год. на узорцима направљеним за испитивање ефеката армирања на развој колотрага у асфалтним слојевима (*Brown, 1988.*) показали су да постављањем арматурне мреже у средини асфалтног слоја дубина колотрага може да се редукује до 40%.

Ово указује да би ефекат армирајуће мреже у овом случају вероватно био бољи да није постављена на дубини од 12 cm, односно да је постављена између битуменираног носећег и хабајућег слоја.

4. ЗАКЉУЧАК

У раду су приказани резултати праћења стања оштећености опитне деонице на Булевару кнеза Александра Карађорђевића у Београду на чијем делу су током 2003. године приликом рехабилитације коловозне конструкције уграђене геомреже у возној траци.

Снимање оштећености коловозне конструкције обављено је у три наврата, 2005., 2008. и 2013. године. У оквиру анализе резултата може се закључити:

- обим пукотина у возној траци на левом коловозу (са мрежама) је знатно мањи од обима пукотина у возној траци на десном коловозу (без мрежа);
- на траци са мрежама пукотине су се касније рефлектовале и имале спорији прираст у односу на траке без мрежа, посебно у прих 5 година експлоатације;
- да се тренд развоја пукотина убрзава са временом.

Примена мреже на аутобуском стајалишту није помогла да се значајније смањи дубина колотрага. Основни разлог је неадекватна позиција мреже која је постављена испод битуменираног носећег слоја, уместо да буде постављена између битуменираног носећег и хабајућег слоја.

Литература

- [1] Brown, S.F. (1988), Polymer reinforced grid to limit cracking and rutting in pavements, 3rd IRF Middle East region Meeting, Riyadh, Saudi Arabia.
- [2] Бугарчић М. (2013). Синтезни пројекат "Примена геомрежа за рехабилитацију флексибилних коловозних конструкција", Грађевински Факултет, Београд
- [3] Тривић, Љ. (2005) Преглед уграђених геосинте-тичких материјала и мрежа при санацији коловозне конструкције у Улици Булевар мира у Београду, Институт за путеве, Београд
- [4] Тривић, Љ. (2008). Контролни преглед пробне деонице за примену геосинтетичких мрежа за армирање асфалтних слојева, Институт за путеве, Београд
- [5] Тривић, Љ. (2008). Контролни преглед пробне деонице за примену геосинтетичких мрежа за армирање асфалтних слојева, Институт за путеве, Београд
- [6] Mladenović, G. (2005). Harmonizacija naše i evropske regulative iz oblasti projektovanja i građenja kolovoznih konstrukcija. Put i saobraćaj, 52(4), 26-33.
- [7] Mladenović, G., Stanković, S. (2008). COST 354 - evropska harmonizacija indikatora stanja kolovoznih konstrukcija na putevima. Put i saobraćaj, 55(4), 24-33.
- [8] Čurović, T., Mladenović, G., Milićević, R. (2009). Metodologija analize rezultata međulaboratorijskih ispitivanja. Put i saobraćaj, 56(2), 5-10.

ТРАКЕ ЗА ВОЗИЛА СА ВИСОКОМ ПОПУЊЕНОШЋУ - БУДУЋНОСТ ОДРЖИВОГ САОБРАЋАЈА?

др Крсто Липовац, дипл. инж. саобраћаја
Криминалистичко полицијска академија, k.lipovac@gmail.com

Душко Пешић, мастер. инж. саобраћаја
Саобраћајни факултет у Београду, duskopesic@sf.bg.ac.rs

Ненад Марковић, мастер. инж. саобраћаја
Саобраћајни факултет у Београду, n.markovic@sf.bg.ac.rs

Милош Миљковић, мастер. инж. саобраћаја
mmiljkovic9@gmail.com

Стручни рад

Резиме: Бројни су разлози због којих је друмски саобраћај најпривлачнији вид превоза јер људима даје независност, еластичност, слободу да путују свуда, а у појединим случајевима и већу брзину и мање време путовања. Ипак, са повећаним степеном моторизације, услови се погоршавају: смањује се просечна брзина путовања и тиме продужује време путовања, а што може да донесе још проблема, као што је повећање броја инцидентних ситуација. Један од најбољих начина за смањење повећаног степена моторизације, а тиме и побољшање свеукупних услова у саобраћају је удруживање путника у Удружену Вожњу. Овај рад има за циљ да прикаже и анализира инструмент за промоцију програма "удружене вожње" тј. траке за возила са високом попуњеношћу (HOV и HOT траке).
Кључне речи: "удружена вожња", HOV и HOT траке, повећани степен моторизације, технологије надгледања

LANES FOR VEHICLES WITH HIGH OCCUPANCY - THE FUTURE OF SUSTAINABLE TRAFFIC?

Krsto Lipovac, Ph.D. T.E.
Academy of Criminalistic and Police Studies, k.lipovac@gmail.com

Duško Pešić, M.Sc. T.E.
Faculty of Traffic & Transport Engineering, Belgrade, duskopesic@sf.bg.ac.rs

Nenad Marković, M.Sc. T.E.
Faculty of Traffic & Transport Engineering, Belgrade, n.markovic@sf.bg.ac.rs

Miloš Miljković, M.Sc. T.E.
Belgrade, mmiljkovic9@gmail.com

Professional paper

Abstract: There are many reasons why the road traffic is mode of transport which is most appealing to people: it gives them independence, flexibility, freedom to travel everywhere, and in some cases even higher speed and less travel time. However, with the rapid increase of motorization, the conditions are getting worse: the average traveling speed is declining and with it that travel time is raising, which

can bring even more problems, such as the increase of number of traffic incidents. One of the best ways for reducing the increased levels of motorization, and thus improving overall conditions in traffic, is joining passengers into Carpooling. This paper aims to presents and analyzes the instrument for promoting Carpool program i.e. lanes for vehicles with high occupancy HOV and HOT lanes.

Keywords: Carpooling, HOV and HOT lanes, rapid increase of motorization, surveillance technologies

1. УВОД

Саобраћај у великим градовима карактеришу: мале брзине и дуже време путовања услед саобраћајних гужви, високи саобраћајни трошкови, нарушавање животне средине, заузеће све већег процента површине града, проблеми са паркирањем, велики број застоја и саобраћајних незгода. Ово се може побољшати проширивањем саобраћајница и изградњом нове саобраћајне инфраструктуре или рационалнијим коришћењем постојећих возних јединица и постојеће инфраструктуре. Под рационалнијим коришћењем се подразумева повећање коришћења јавног превоза и/или повећавање попуњености у возилима.

Други светски рат и нафтна криза седамдесетих година прошлог века довели су до појаве "удружене вожње" (енг. "Carpooling"), односно система који се базира на подстицању заједничког коришћења приватног возила. Издвајање саобраћајних трака којима се могу кретати само возила у којима има два и више (2+ траке) или три и више путника (3+ траке) је један од честих подстицаја удружене вожње. "Удружена вожња" има многе предности: растерећење најважнијих саобраћајница, боља попуњеност и искоришћеност саобраћајница, боља попуњеност возила, лакше издвајање површина за рањиве учеснике у саобраћају, смањење гужви у саобраћају, смањење трошкова превоза, јачање друштвених веза грађана (посебно комшија), бржа путовања, итд.

Посебно ефикасан начин смањења броја возила на улицама, без смањења броја превезених људи, представљају траке за кориснике удружене вожње или такозване траке за возила са високом попуњеношћу (HOV - High Occupancy Vehicle траке) и траке за возила са високом попуњеношћу и путаринама (HOT - High Occupancy Toll траке). HOV тракама могу се кретати само возила у којима се налази одређен број особа, а HOT тракама се могу кретати и возила која немају захтевану попуњеност, али само под условом да плате путарину.

Отварањем прве HOV траке 1971. године у Калифорнији, било је покушаја преваре, тако што су лутке постављане на место сувозача и задња седишта. Овакви покушаји се и данас срећу, али постављањем обученог особља на контролна места и увођењем софистицираних видова надзора, већина оваквих преступника заради казнене бодове и казне. Казне за прекршиоце правила HOV и HOT трака се разликују од државе до државе и од места до места, а зависе и од тога да ли се прекршај поновио. У Канади су казне у рангу од 50-150 долара, а у Калифорнији, казне износе 271 долар за први прекршај и 876 долара за трећи поновљени прекршај [1].



Слика 1. Обавештење о висини казне за прекршиоце [1].

HOV и HOT траке нису много заступљене у укупном уделу саобраћајне мреже, тако да и не постоје програми јавног образовања. Имајући ово на уму, није несхватљиво то што су многа истраживања показала да већина возачи не знају да користе траке за кориснике "удружене вожње", тако да има случајева да "соло-возач" пређе преко HOV траке да би направио полукружно окретање, или када возила са више особа користе обичне траке. У САД сматрају да већина прекршаја на HOV тракама не настаје намерно, већ је то узрок слабог јавног знања.

Велика кривица за незнање становништва о предностима HOV трака је и на органима власти. У многим канадским местима не постоје мапе улица које показују где су HOV траке, а изузетно тешко је и наћи потпуне информације на интернету. У многим приручницима за обуку возача има мало података о HOV тракама, а чак је и сам назив „HOV“ неразумљив. Јавност се најчешће обавештава сигнализацијом и ознакама на путу, али у неким случајевима постоје и:

- приручници за возаче;
- мапе улица са маркираним HOV/HOT тракама;
- брошуре;
- интернет;
- информације на медијима;
- ауто школе;
- програми управљања саобраћајним захтевима;
- програми "удружене вожње".

2. HOV ТРАКЕ - ТРАКЕ ЗА ВОЗИЛА СА ВИСОКОМ ПОПУЊЕНОШЋУ

HOV траке (енг. *High Occupancy Vehicle Lanes*) или траке за возила са високом попуњеношћу представљају метод за смањење броја возила на улицама, а што даље утиче на смањење гужви у саобраћају и бржа путовања, али и на ограничење ширења путева, побољшање квалитета ваздуха и на смањење буке. Висока попуњеност возила представља критеријум који возач мора да испуни да би се кретао HOV траком. Наиме, одређене HOV траке "захтевају" да се у возилу налазе барем две особе (возач и барем један сапутник). То су такозване HOV 2+ траке, а поред ових трака постоје и HOV 3+ (возач и барем два сапутника), HOV 4+ и HOV 6+ траке. Дозвољено је кретање аутобуса HOV тракама (чак и када се у њима налази само возач), док је тешким теретним возилима забрањен приступ.

При пројектовању HOV трака потребно је узети у обзир следеће препоруке [2]:

- Пажљиво пројектовање и позиционирање аутобуских стајалишта (најбоље у нишама за аутобусе), са циљем спречавања ометања осталог саобраћаја на HOV тракама;
- Пројектовање трака тако да буду довољне и за моторна возила и за бициклисте (или издвајање бициклиста);
- Користити велику и јасну сигнализацију и саобраћајне знакове;
- Увести забрану заустављања на HOV тракама;
- Користити 2+ правило где-год је то изводљиво;
- Пројектовати траке тако да се на најмању меру сведу потребе да друга возила (некорисници HOV трака) користе ове траке или прелазе преко њих;
- Бавити се повећањем јавне свести и образовања, користити саобраћајне агенције и медије да промовишу предности и правила HOV трака;
- Надгледање коришћења трака, аутоматско и мануелно откривање прекршаја и ефикасно кажњавање;
- Пратити ефикасност система;
- Пратити ставове јавности и повећавати степен прихватљивости;
- Постављати на интернет информације о надгледању.

У свету постоји више од 80 пројеката са HOV тракама, а већином су то обичне траке које се у току вршних сати конвертују у HOV траке. Већина HOV трака је настала реконструкцијом постојећих "обичних" трака у HOV траке, а остале су настале као део програма проширења улица.



Слика 2. Обавештење о коришћењу HOV траке на мосту Centre Street у Калгарију [1].

Током 1999. и 2000. године у **канадском граду Калгари**, затворен је **мост Centre Street**, осим траке за аутобусе. Овим потезом значајно је повећан број путника у јавном превозу. С циљем задржавања примата јавног превоза, донет је план од милион долара који је увео нише за аутобусе, HOV 2+ траку током вршних сати, као и приоритетне семафоре за аутобусе на седам сигнализираних раскрсница.

Прикупљени подаци су показали да су HOV траке имале позитиван ефекат и на јавни саобраћај и на "удружену вожњу", и то у виду:

- повећања просечне попуњености аутомобила за 4,5 % (са 1,33 на 1,39);
- повећања употребе јавног превоза за 23%;
- смањења времена путовања за 14% до 29% (са 7 на 5 до 6 минута).

Иако је овај план имао пробни период од једне године, након прикупљања података, HOV трака је задржана за стално.

Деведесетих година прошлог века, након година неслагања, дошло се до компромиса да се историјски двотрачни пут на мосту **Champlain у Онтарију** прошири у улици са три траке - траком за бициклисте и средњом (реверзибилном) HOV 2+ траком. У периоду 1995-1998. забележен је проток од 320-340 возила са две особе по часу, а редовна кашњења су износила 15-20 минута. Након 2000. године, број возила са две особе се повећао за преко 41% (на 460-480 возила по часу), а рутинска кашњења су смањења на 7 минута.

У 1995. години, започето је проширење четвортрачног пута на још једном мосту - **Portage Bridge**. У циљу смањења застоја у саобраћају, које је било изразито присутно у току вршних сати, градске власти су наложиле изградњу две HOV 3+ траке на **Portage Bridge**. Након годину дана, извршено је прикупљање података, а њима је недвосмислено приказано више предности увођења HOV трака:

- средње време путовања аутобуса је скраћено за 3,5 минута;
- стандардна одступања времена путовања су смањена 80%;
- остварене су годишње уштеде од 200.000 долара, у току прве године, а што је равно трошковима овог пројекта;
- 2000. године, HOV траком се у току вршних сати кретао исти број људи као на двама суседним (обичним) тракама;
- аутобуси који прелазе овај мост немају задржавања, чак ни током вршних сати.

И поред свих предности, често се тврди да су HOV траке (траке са високом попуњеношћу возила) само бацање новца и да ове траке треба преобратити у HOT траке (траке са високом попуњеношћу возила и путарином). Наиме, постоји више разлога, зашто је по некима, HOT трака боља од HOV траке:

- HOT траке имају бољу попуњеност јер возила која плаћају путарину попуњавају недовољно искоришћене HOV траке;
- HOT траке стварају приход који се може искористити на финансирање нових путева и трака;
- HOT траке су прихватљивије за политичаре, јер их подржава већи број грађана.

3. HOT ТРАКЕ - ТРАКЕ ЗА ВОЗИЛА СА ВИСОКОМ ПОПУЊЕНОШЋУ ИЛИ ПУТАРИНОМ

HOT траке (енг. High Occupancy Toll Lanes - траке за возила са високом попуњеношћу или путарином), као и HOV траке, намењене су, првенствено, возилима са више путника која бесплатно користе HOT траке. Међутим, за разлику од HOV трака, HOT тракама се могу кретати и возила у којима се налази само возач, али под условом да тај возач плати путарину. На HOT тракама, постоје уређаји који разликују возила са више путника од возила са једном особом. Код возила са једном особом, транспондер читава регистарске таблице. Ако је транспондер валидан, са рачуна ће бити наплаћена путарина, а ако није валидан или га нема, тада ће фотографија регистарске таблице бити искоришћена за слање обавештења о прекршају власнику те регистарске таблице [3].

Међудржавни пут I-15 у Сан Дијегу је конвертован из HOV трака у HOT траке због недовољне искоришћености. Овај систем се састоји из две реверзибилне траке дужине 13 km, а за три године профит је био 8 милиона долара. У првој фази пројекта, возачима који су се возили сами је било дозвољено да користе траку под условом да купе месечну пропусницу. У другој фази, ова пропусница је замењена путарином.

Висине путарине варирају од 0,5\$ када је мали проток до чак 8\$ када су највеће гужве.

На **Државни пут 91 (SR-91) у Калифорнији** додата је HOT трака са циљем смањења застоја у саобраћају. Трака са путарином је од других трака одвојена "баферима" у боји или флексибилним стубићима. Возилима у којима се налазе три или више особа се наплаћује пола путарине, а ова возила морају да прођу кроз читаче путарина у HOT траци где припадници Калифорнијске Патроле Аутопутева (СНР - California Highway patrol) потврђују број путника. Мотоциклистима се такође наплаћује пола путарине, док великим комерцијалним возилима није дозвољен улазак у HOT траку [4].

Професор Edward Sullivan са Калифорнијског Политехничког Универзитета је направио студију о HOT траци на Државном путу 91 у Калифорнији. Подаци прикупљени све до 1999. године су показали:

- највећи просечни дневни проток возила од 33.000 забележен је 1998. године, што је представљало 14% укупног просечног дневног протока возила на том коридору;
- постоји повезаност између коришћења ове HOT траке са уштедама времена. Наиме, 7% корисника је користило HOT траку када су уштеде времена најмање тј. када није било гужве, а 35% их је користило у периодима вршних сати;
- за оне који користе HOT траку више од 20 пута месечно обезбеђени су попусти (само 12% корисника искоришћава ову погодбу);
- на почетку увођења HOT траке, возилима у којима се налазило 3 или више особа се није наплаћивала путарина и тада је забележен пораст броја ових возила за чак 40%. Након увођења путарине и за њих, која је била дупло нижа него за остала возила, 1/3 корисника HOT траке се пребацила на обичне траке. Највише ових одступања се ипак није дешавало током вршних сати;
- кашњења од 30-45 минута су након отварања HOT траке смањена за 5-10 минута;
- као главни разлог за коришћење HOT трака наведене су уштеде у времену, а 1/3 је истакла комфор и безбедност;
- 58% корисника је изјавило да су HOT траке безбедније него обичне траке, а 14% да су мање безбедне;
- склоност ка коришћењу HOT трака расте са висином примања;
- жене које се возе саме чешће се возе HOT тракама (50%) него мушкарци (30%);
- средовечни возачи чешће користе HOT траку, него млађи или старији возачи.



Слика 3. Надгледање HOV траке са путарином [3].

4. НАДГЛЕДАЊЕ ПОПУЊЕНОСТИ ВОЗИЛА НА HOV И HOT ТРАКАМА

Најчешће технике за надгледање попуњености возила на HOV и HOT тракама су:

- **Стационарно надгледање** - особље на одређеним местима дуж објекта;
- **Лутајуће надгледање** - константно патролирање возилима дуж пута;
- **Комбиновани метод** - комбинација стационарног и лутајућег надгледања који сарађују заједно;
- **Аутоматска контрола** - савремена опрема и програм који аутоматски региструје и извештава о прекршиоцима.

Постоји неколико проблема са постављањем посматрача на HOV/HOT траку, а који није полицајац. Нико сем овлашћене особе која је прошла обуку не би требала да зауставља возила. Аутоматски системи са камерама омогућавају и необученим особама да врше посматрања на тракама и врше наплату.

Ови посматрачи ће прво посматрати возило и укључити камеру ако приметите прекршај, а могу и визуелно да потврде попуњеност возила након што је оно фотографисано или снимљено видео камером. Ако су органи власти спремни да прихвате извештај посматрача и фотографију као доказе прекршаја, тада не би било разлога да се за посматрача не постави не-полицјско особље. Ипак, надгледање унутрашњости возила у покрету може бити изузетно тешко, посебно када су на возилу затамњена стакла, када се у возилу налази беба, кад неко лежи, у ноћним условима, итд. Једна од студија је показала да је скоро 1/3 возила коју је зауставила полиција због сумње да су прекршили правило о попуњености возила у ствари имала довољан број особа у возилу. Имајући то у виду, долази се до закључка да би за утврђивање тачне попуњености возила требало увести напредне системе надгледања.

Током година изведено је доста студија и покушаја да се створи ефикасан, поуздан и јефтин систем детекције попуњености возила.

Технологије које су развијене или се развијају користе:

- **Видео фотографисање** - Фотографисање из возила представља технологију утврђивања попуњености у возилу преко сочива уграђеног у ретровизор и повезаног са процесором у возилу. Ова технологија пружа предности не само за надгледање већ и за безбедност. Наиме, тренутно се развијају системи камера које би упоређивале лице возача са базом података о законском власнику возила. Такође се ради на томе да се у случају незгоде, из процесора возила ка управљачком центру аутоматски пошаљу слике путника, њихов положај, податак о томе да ли користе сигурносни појас, итд.
- **Инфрацрвене камере** - Систем ИЦ (инфрацрвених) камера реагује на топлоту људи који пролазе испод инфрацрвених сензора. Инфрацрвене камере се могу поставити и у возила са циљем регистровања топлоте особа у возилу, након чега се врши поређење са базом података. Њихова предност је у способности рада и ноћу, а недостаци се огледају у сметњама приликом регистровања топлоте (одећа, врући објекти нпр. кафа, материјали црвене боје...).
- **Сензори тежине** - Коришћење сензора тежине да би се утврдио број путника у возилу је веома једноставан процес. Један приступ представља повезивање кесе напуњене силиконом са сензорима притиска испод седишта. Техника која такође може да се користи је повезивање мерних сензора на систем у седишту за мерење промена у тежини на седишту. Проблем код ових сензора је могућност њихове преваре, у виду постављања неког тешког објекта на седиште.
- **отисци прстију и биометријско препознавање;** Иако се ова технологија тренутно користи само за "стартовање" возила, у будућности се може очекивати да ће се биометријско препознавање користити за препознавање свих особа у возилу, са циљем одређивања попуњености возила.

На основу биометријског препознавања, биће чак могуће одредити године и возачки статус путника у возилу посредством базе података. Поред ових технологија, постоје и друге које су тренутно у фази разраде за потребе утврђивања попуњености возила, као што су:

- више-појасни радар;
- ултра-широкопојасни радар;
- микроталаси;
- капацитивни и електрични сензори;
- ултрасонични сензори;
- оптички сензори;
- инфрацрвено снимање, и
- паметне картице и читачи.

Највећи проблем код система детекције попуњености возила су „скривени“ путници. Ови системи тешко „виде“ задња седишта, тако да могу пропустити бебе, ниже путнике или путнике који у савијеном положају спавају на задњем седишту.

Сваки систем за надгледање мора да направи разлику између особе и великог објекта, животиње или лутке. Највише се рачуна на развој система за надгледање кроз ветробранско стакло, али такви системи су најчешће ефикасни само за детектовање особа на предњем седишту. То представља проблем код NOV 3+ трака. Још није развијен систем који је довољно поуздан да замени обучено особље, па ће у наредном периоду, оптималне резултате давати аутоматски системи који се комбинују са непосредним опажањем на путу.

5. ПРЕДНОСТИ И МАНЕ NOV И HOT ТРАКА

Раст животног стандарда и све већа употреба аутомобила је утицало на огромно повећање броја аутомобила на улицама. Додатни разлог је и нерационално коришћење аутомобила, у шта спада смањење просечне попуњености аутомобила. Све већи степен моторизације је имао значајан утицај на:

- повећање застоја у саобраћају;
- већу потрошњу горива;
- већи ниво буке;
- веће загађење;
- мању безбедност у саобраћају, итд.

Саобраћајни застоји представљају стање на путној мрежи, које се јавља са повећањем протока, а карактерише га смањење брзине, дужи време путовања и продужење дужине застоја у саобраћају. Саобраћајне гужве повећавају и друге негативне ефекте саобраћаја. Негативни ефекти саобраћаја се односе на кашњења, трошкове горива, емисије штетних материја, буку, стрес који настаје у саобраћају, итд. Сваки возач плаћа трошкове своје вожње, али такође и изазива трошкове другим возачима. Нека истраживања су показала да су трошкови саобраћајних гужви, у САД 1991. године износила 34-146 милијарди долара, а 2007. године 52-222 милијарде долара. Студија спроведена у Чикагу је показала да је због трошкова саобраћајних гужви, чију половину су плаћали послодавци, посао изгубило 87.000 људи. Потрошња горива у засићеном саобраћајном току расте за 30%, што, заједно са повећаном емисијом штетних гасова, значајно утиче на трошкове саобраћајних гужви [5].

Промена обима саобраћаја утиче на буку. Смањењем броја возила за 50%, ниво буке ће се смањити за 3dB. Разлог оваквом ниском паду буке, лежи у томе што се смањењем броја возила на путевима, повећава њихова брзина.

Такође, смањење броја успоравања и убрзавања може смањити ниво буке. Због брже вожње може доћи и до наглих успоравања, која ће значајно повећати ниво буке. Смањење броја возила на путевима у мери која ће значајно утицати на смањење нивоа буке је скоро немогуће. Неко смањење је изводљиво путем дугорочног планирања и управљања саобраћајем, као и премештањем људи из аутомобила у неке друге видове превоза.

Гужве у саобраћају представљају велики проблем у скоро сваком градском подручју на свету. Застоји у саобраћају стварају веће емисије издувних гасова из возила и тиме стварају проблеме са здрављем не само путницима у возилима, већ и пешацима. Улога моторног саобраћаја у загађивању средине, а нарочито градског ваздуха, је веома велика. У неким америчким градовима, емисија загађења моторног саобраћаја износи 60% укупног загађивања ваздуха града.

При малим брзинама (до 30 km/h) и великим брзинама (преко 80 km/h), емисија расте, а највећа емисија угљенмооксида је при празном ходу (код застоја у саобраћају) и при великим брзинама. При равномерном току без застоја (40-60 km/h), емисија је најмања.

У САД је, 2005. године, процењена емисија штетних материја која се може повезати са саобраћајним гужвама:

- 1,2 милиона тона оксида азота (NOx);
- 34.000 тона сумпор диоксида (SO₂);
- 23.000 тона прашкастих материја (PM_{2,5}).

Ове емисије се повезују са 3.000 превремених смрти, а укупан трошак на друштво је износио 24 милијарде долара [6].

Гужве у саобраћају имају негативан утицај на економију и квалитет живота. Корисници моторних возила често касне и под великим су стресом, а на њих утичу и издувни гасови. Ово су неке од негативних последица саобраћаја које могу значајно да утичу на смањење безбедности.

Постоји неколико претпоставки које се тичу односа саобраћајних гужви и безбедности у саобраћају:

- учесталост саобраћајних гужви расте и наставиће да расте; опште мишљење је да са порастом броја саобраћајних гужви расте и број саобраћајних незгода, али не и оних најтежих;
- услови у саобраћајном току који прате саобраћајне гужве ће утицати на учесталост незгода, њихов тип и тежину;
- у загушеном току, очекује се мањи број озбиљнијих незгода, док се на крају засићеног тока очекују чешћи судари са возилима отпозади - у колони;
- на безбедност саобраћаја посебно лоше утиче изненадно стварање гужве.

Саобраћајне гужве доводе до смањења броја озбиљнијих незгода, које настају при великим брзинама, али се повећава број лакших незгода и застоја. На крају загушеног тока долази и до тежих саобраћајних незгода, због великих разлика у брзини. С друге стране, у циљу избегавања места познатих по гужвама, возачи бирају алтернативне путеве који су често мање безбедни, што може повећати број свих незгода. Траке за возила са високом попуњеношћу имају улогу да смање негативне ефекте повећаног степена моторизације. Имајући то у виду, при изградњи HOV трака обично се ставља фокус на:

- оптимизацију коришћења постојеће инфраструктуре;
- повећање удела "удружене вожње";
- смањење броја возила са једним путником;
- ограничавање проширења путне мреже;
- просторни распоред функција који подстиче живот са мање возила;
- управљање саобраћајним захтевима;
- промовисање краћих, ређих и ефикаснијих путовања, итд.

С циљем утврђивања уштеда времена, спроведен је експеримент са 79 путовања на обичним и HOV тракама и дошло се до сазнања да је на 51 путовању на HOV тракама забележена значајна уштеда времена.

Просечне уштеде времена на HOV тракама су биле 9 секунди по километру, а код неких путовања забележене су уштеде од чак једног минута по километру.

У зависности од врсте возила, саобраћајне сигнализације и сметњи од осталих учесника у саобраћају, корисници HOV трака могу да "уштеде" неколико минута у току путовања. Нише за аутобусе и одвојене траке за десна скретања могу додатно повећати ове ефекте.

Поред значајних уштеда времена путовања, а тиме и смањења трошкова насталих приликом застоја у саобраћају, подршка HOV тракама је расла и захваљујући:

- повећању цена горива, а што запосленима даје мотив да на посао не путују сами;
- повећању капиталних инвестиција у инфраструктуру јавног превоза;
- повећању јавне свести, бриге и занимања за квалитет ваздуха, смога, утицаја стаклене баште и загађења;
- промене фокуса са проширења путева ка појачавању и бољем искоришћењу постојеће инфраструктуре;

Универзитет Калифорније је 2007. године у оквиру свог *PATH* програма спровео студију ефикасности HOV трака у Калифорнији [7]. Ова студија је показала:

- HOV траке су недовољно искоришћене – чак 81% HOV детектора је забележило проток од свега 1.400 возила по сату, што је недовољно;
- HOV траке имају 20% мањи капацитет – HOV траке постижу максимални проток од 1.600 возила, при брзини 72 km/h у поређењу са обичним тракама које подржавају максималне протоке од 2.000 возила, при брзини 96 km/h;
- HOV траке не нуде велике уштеде времена – однос времена преласка 16 km на HOV траци и обичној траци је просечно 1 према 1,7 минута, мада су HOV траке са мањом дисперзијом и тиме је брзина тока хомогенија, што изазива мањи број инцидентних ситуација;
- Уштеде времена путовања нису велике, чиме се не обезбеђује значајан подстицај "удруженој возњи", на статистичком нивоу;
- Системом са 3 обичне и једном HOV траком се превози исти број људи по часу као и системом са четири обичне траке;
- HOV траке мало смањују загађење.

Бројне друге студије су такође указале на проблеме који се јављају код HOV трака:

- Активисти за заштиту животне средине сматрају да ће побољшање услова у саобраћају за кориснике HOV трака допринети дужим путовањима на посао и градској гужви за остале учеснике у саобраћају;
- Мотористима смета што и они не могу да користе HOV траке упркос томе што заузимају мање места и по потрошњи горива су слични корисницима HOV трака;
- Бициклисти су забринути због великих брзина аутомобила и аутобуса;
- Локалним станарима смета бука брзих аутомобила и аутобуса;

- Чак ни корисницима HOV трака није драго када морају да се константно заустављају иза аутобуса;
- HOV траке често нису довољно дугачке да остваре уштеде у времену;
- Постоји питање недовољно развијене технологије надгледања.

Град Хјустон у Тексасу је спроводио конвертовање HOV трака у HOT траке и забележено је да се:

- искоришћење HOV трака повећава за 50%;
- повећава максимална искоришћеност HOV трака;
- нису појавили захтеви за новим објектима;
- функционисање побољшава и проширује употребом аутоматизованог система контроле;
- коришћење може олакшати бољим информисањем;
- трошкови релативно брзо исплате (годишња путарина је покрила око 50 милиона долара за инсталирање и 8-10 милиона долара годишње одржавање).

Потенцијалне препреке конвертовању у HOT траке су везане за:

- проблеме надгледања;
- велике инвестиције за изградњу објеката, софтвера, запошљавање особља, јавно информисање и управљање;
- могуће неприхватање од стране јавности;
- висину у примањима која утичу на вероватноћу коришћења HOT трака, итд.

И поред свих мана, "удружена возња" значајно смањује трошкове саобраћаја, посебно у градовима где постоје и HOV и HOT траке.

На питање колика би тачно била уштеда, ако се возе са сапутником или више путника у аутомобилу лако је дати одговор. Ако просечна особа сваког радног дана пређе 15 km у свом Fiat Punto-у, плати гориво у износу од 1,3 евра по литру и плати месечну карту за паркирање у жутој (другој) зони, трошкови би износили 867 евра годишње, односно око 173 евра по особи, ако би се превозило пет особа. На тај начин возач би остварио уштеду од око 690 евра. Уштеде могу бити и веће, јер би због возње само једног уместо пет аутомобила значајно била смањена емисија штетних материја.

Наиме, смањење емисије угљендиоксида на путу дужине 15 km варира од 2,8 kg по возњи, па све до 13,9 kg по возњи (3,2 t годишње), а што зависи да ли у возилу путује једна или пет особа.

6. ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА

Савремени услови живота и проблеми саобраћаја убрзали су процес осмишљавања и увођења различитих система који имају циљ да оптимизују коришћење саобраћајних површина и возног парка, тако да се, уз што мање трошкове, обезбеде квалитетан живот грађана. "Удружена возња" је савремени и прилично једноставан концепт који обећава. У државама у којима је заживео концепт "удружене возње", велика пажња је усмерена ка развијању и унапређењу услова за кориснике "удружене возње". Ово има за циљ повећање броја возила у којима се превозе две или више особе, чиме би се смањио укупан број возила на путевима, а што утиче на смањење саобраћајних гужви, смањење времена путовања, смањење површина које заузима саобраћај, побољшање квалитета ваздуха, смањење буке итд. Корисници "удружене возње" на располагању имају траке које су намењене само за возила са више путника (2+ или 3+).

Већина ових трака је учинила много за побољшање услова у саобраћају, али неке су због недовољног залагања или недовољног протока возила чак погоршале услове и изазвале незадовољство код корисника. Траке које се нису показале задовољавајућим су конвертоване у траке за возила са високом попуњеношћу и путарином тј. HOT траке. HOT траке су имала утицаја на повећање протока возила као и приходе од путарина. Нереална очекивања, недовољна посвећеност, нестручно и недовољно припремљено увођење, лоше пројектовање, недовољна финансијска средства и подршка пројектима су главни разлози неуспеха у неким случајевима. HOV траке су изненадиле присталице ових трака, неопходним напором који је потребан за њихову функционалност и ефикасност, у поређењу са минималном количином потребног напора за функционисање сличне обичне траке.

Ипак, и даље се стварају планови за различите нивое развоја HOV трака у канадским градовима. Захваљујући бројним светским истраживањима и искуствима, свака држава може имати користи од овог концепта. Од начина на који ће се концепт "удружене возње" у одређеној држави спроводити, од посвећености и залагању власти, зависи да ли ће се услови у саобраћају побољшати и имати позитивних ефеката.

Ипак, с обзиром да су ови концепти дали веома добре ефекте у различитим државама, било би корисно да се истраже могућности оваквих концепата у Србији, да се ураде научне студије оправданости у већим градовима, да се

унапреде прописи (уведу посебни саобраћајни знаци) и информисаност грађана, а затим да се ураде конкретни пројекти и уведу ови системи на појединим деоницама оптерећених путева и улица. Поред тога, било би значајно да се непрекидно прате ефекти, као и ставови јавности, како би се ови системи унапређивали.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Canadian Urban Transit Association (2007). Arterial HOV facilities in Canada
- [2] Skowronek, D. A., Ranft, S. E., Cothron, A. S. (2002). An Evaluation of Dallas Area HOV Lanes, Research Report 4961-6, Texas Transportation Institute, The Texas A&M University System, College Station
- [3] Lobron R. (2009). Park & Ride on HOV lanes, LCL Incorporated and Houston Metro
- [4] Cambridge Systematics, Inc. (2000). High-Occupancy Toll (HOT) Lanes, Twin Cities HOV Study – Final Report
- [5] Victoria Transport Policy Institute (2012). Transportation Cost and Benefit Analysis II – Congestion Costs, Victoria, Canada
- [6] Levy, J. I., Buonocore, J. J., Stackelberg, K. (2010). The Public Health Costs of Traffic Congestion, Boston, USA
- [7] Kwon, J., Varaiya, P. (2008). Effectiveness of California's High Occupancy Vehicle (HOV) System, Transportation Research Part C: Emerging Technologies, Vol. 16 (1), 98-115
- [8] Lipovac, K., Pešić, D., Marković, N., & Trifunović, M. (2013). Upporedna analiza uticaja rehabilitacije državnog puta prvog i drugog reda na brzine. Put i saobraćaj, 59(1), 31-35.
- [9] Antić, B., Pešić, D., Vujanić, M., & Lipovac, K. (2012). Metode identifikacije opasnih mesta na putevima. Put i saobraćaj, 58(3), 13-19.
- [10] Vujanić, M., Antić, B., Pešić, D., & Rosić, M. (2012). Značaj formiranja baze podataka o saobraćajnoj signalizaciji. Put i saobraćaj, 58(4), 23-28.

Остали извори:

- [8] <http://www.rideshareonline.com> (посећено 12.10.2012. године)

ИЗГРАДЊА САОБРАЋАЈНИХ ТУНЕЛА

Милош Петровић, дипл. инж. грађ. - PhD student
Грађевинско-архитектонског факултета Универзитета у Нишу,
petmil@ni.ac.rs

Стручни рад

Резиме: У овом раду, приказан је утицај изградње градских тунела на различите локације градских објеката. Утицај може бити позитиван и негативан, а тунели као најодговорнији инжењерски објекти, свакако да имају велики утицај на већ изграђене градске структуре. У овом раду биће представљен преглед настајања неких градских тунела у нашој земљи и у иностранству, као осврт на то колико су ове конструкције допринеле развоју градова у делу инфраструктуре. Анализа тренутног стања односи се на преглед ситуације у транспорту у Србији кроз опис његових транспортних сектора. Такође су у разматрање узети неки основни макроекономски показатељи земље који утичу на понуду и тражњу на транспортном тржишту. Методе за испитивање изградње градских тунела су геотехничка испитивања - обично се састоји од низа студија о квалитету земљишта (анализе стена, дебљина слојева), на основу којих се одређују особине будућег тунела, као и начин градње. У неким случајевима, потребно је изградити и тзв. "пилот-тунеле", као претходницу главних. Изградња тунела може се вршити путем неколико начина: метода исецања и наткривања – раскопава се терен до доње коте тунела, изграђује се конструкција тунела (бетон, челик), а затим се тунел наткрива новим земљиштем; метода одозго-нагоре - изградња путем копања прокопа, додатно ојачаног потпорним гредама и ступцима. Пројектовање и израда градских тунела у свом плану, има за циљ да тунели буду изграђени тако да саобраћај буде ефикаснији и сигурнији са аспекта саобраћајних незгода.

Keywords: саобраћај, тунели, материјали, заштита околине.

CONSTRUCTION OF TRAFFIC TUNNEL

Miloš Petrović, graduate civil engineering - PhD student
Faculty of Civil Engineering and Architecture - University of Niš,
petmil@ni.ac.rs

Professional paper

Abstract: In the paper, influence of the construction of urban tunnels in various locations of city facilities. Influence can be positive or negative, and tunnels as the most responsible engineering structures, be sure to have a major influence on the already built in the city. This paper presents an overview of some city tunnel formation in our country and abroad, as a review of

how these structures contribute to the development of towns in the area of infrastructure. Analysis of the current situation presents an overview of the situation in transport in Serbia through the description of its transport sector. Also take into consideration some of the main macroeconomic indicators of the country affecting the supply and demand in the transport market. Methods for testing the construction of urban tunnels are geotechnical testing - typically consists of a series of studies on soil quality (analysis of rocks, the thickness of layers), on the basis of which determine the characteristics of the future tunnel, and the method of construction. In some cases, it is necessary to build the so-called "pilot tunnels", a precursor main. Construction tunnel can be done through several ways: cutting and methods of covering - it will destroy the ground to the lower elevations of the tunnel, the tunnel is being built construction (concrete, steel), and the tunnel covers the new land; top-up methods - construction digging through streams, and further reinforced support beams and columns. Design and production of urban tunnel in his plan, aims to tunnels are constructed so that the traffic will be more effective and safer in terms of traffic accidents.

Keywords: transportation, tunnels, materials, environment...

1. УВОД

Подземна изградња код нас је дуго, недовољно заступљена. Најновија светска искуства налажу да се у овоме потпуно промени приступ и у значајној мери интезивира планирање, пројектовање и изградња подземних објеката за различите намене. Поред наменских објеката - склоништа за људе и материјална добра постоји широк спектар објеката за које је пожељна подземна изградња и експлоатација (тунели за саобраћајну и другу комуналну инфраструктуру, склоништа, резервоари, гараже и др.). [2] Стратешки, технички и економски значај подземних објеката захтева мултидисциплинарни приступ у планирању, пројектовању и извођењу ове врсте објеката. [3] Тунели као објекти који су укопани у стену или тло, веома дуго су третирани као грађевине са добрим антисеизмичким својствима. Стога, једно извесно време, оштећењима на тунелским објектима није посвећивано довољно пажње, као што је то био случај са објектима изнад површине терена. Тунели су подземни грађевински објекти испод површине терена који обезбеђују простор за различите намене, а једним или са оба краја излазе на површину терена. Хоризонтална осовина у попречном пресеку дели тунелски профил на два дела: горњи део тунелског профила и доњи део тунелског профила. За тунеле и друге подземне грађевине, уобичајан је у техничкој терминологији, назив поткоп. Када је поткоп постављен вертикално или скоро вертикално са једним

отвором на крају зове се окно, а ако је постављено под нагибом зове се нископ. Тунел је вештачки подземни објекат смештен у земљиној маси. Заједно са мостовима, тунели припадају броју најодговорнијих инжењерских објеката за превоз путника и робе, који спајају два дела пута раздвојена извесном препреком. Тунели се могу налазити испод брда и високих вододелница, испод канала, река, језера и морских залива, испод градских улица изграђених блокова. При пројектовању градских тунела, мора се водити рачуна да се обезбеди најсигурнији и угодан транспорт кроз тунеле, а с друге стране неометање становништва и објеката који се у саобраћају на било који начин тичу градских тунела. [6] Ови захтеви морају бити испуњени, нарочито строго при пројектовању тунела, који као моћно средство за побољшање услова трасе у погледу вуче, захтевају огромне капиталне издатке за њихово извођење. Тунели су кључни објекти на траси пројектоване брзе саобраћајнице и имају велику важност за градове и деонице у којима се конструишу. Планирање и пројектовање саобраћајних система, а пре свега њихова мрежа, данас је нераздвојни део свеобухватног урбанистичког планирања и пројектовања, те представља најчвршћу спрегу са наменом површина. Суштински проблем у том процесу представља одмеравање улоге и места система за јавни и индивидуални путнички превоз како би се могли одредити просторни оквири и размере свих чинилаца саобраћајне основе града и програмски параметри за пројектовање елемената њихових мрежа. [12].

2. ТУНЕЛСКЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

Стални захтеви за економским развојем, ефикасношћу, већом употребљивошћу и заштитом околине имају велики утицај на изградњу тунела, тако да се савременији начин живота доноси и нове начине за изградњу, а то су: повећање и убрзана градња, увођење нових материјала, нови концепти пројектовања, сложеније конструкције, нова и сложенија оптерећења, питања трајности, већи фокус на нове инвестиције него на одржавање постојећих конструкција, губитак "старог" знања. Последица овога је пораст свести о: значају трајности, великом коштању замене конструкције и потреби да се максимизира експлоатациони век важности одржавања конструкција потреби за благовременим, поузданим и систематичним повратним информацијама о понашању током експлоатације. Одговор на ово је увођење система управљања и одржавања како би: баратали информацијама и чували релевантне податке, планирали и организовали одржавање, припремали и управљали буџетом за одржавање, пројектовали нове, трајније конструкције са продуженим веком експлоатације. Поступак прорачуна у четири корака:

1. Квантификовање механизма детериорације, ту спадају:
 - врста детериорационог процеса,
 - дефинисање модела, и
 - квантификовање параметара из модела.
2. Дефинисање граничног стања према коме се пројектује:
 - депасивизација арматуре услед карбонизације,
 - прслине услед корозије арматуре,
 - одгускавање заштитног слоја бетона услед корозије арматуре, и
 - лом бетонског пресека услед губитка попречног пресека арматуре.
3. Дефинисање типа граничног стања подразумева гранично стање употребљивости и гранично стање носивости.
4. Прорачунски доказ граничног стања обухвата:
 - потпуну пробабилистичку методу,
 - метод парцијалних коефицијената сигурности,
 - методу базирану на искуственим препорукама, и
 - спречавање детериорационог процеса.

У градовима тунели се налазе на малој дубини испод густо насељених зона, у тлу или мекој стени, и њихова изградња може имати веома неповољне учинке на постојеће објекте. Због тога је посебно важно да се пре почетка изградње тунела изврши процена потенцијалних слегања. Међутим, тај задатак није нимало једноставан. Да би се постигла адекватна процена слегања, у методама прорачуна требало би узети у обзир бројне факторе: 3D ефект изградње тунела, методе и детаље извођења, дубину и премер тунела, иницијално стање напона као и напонско-деформацијско понашање тла око тунела. С обзиром на сву комплексност овог проблема, истраживањима у овом подручју бавили су се, а и данас се баве, научници широм света. Методе прорачуна слегања површине терена услед изградње тунела могу се сврстати у три групе: емпиријске методе, аналитичка решења и нумеричке методе. Емпиријске методе представљају прилично једноставне поступке прорачуна и имају велику примену у пракси. Оне дају врло добре резултате када су услови изградње тунела добро познати, односно пројектни параметри адекватно калибрирани. Аналитичке методе дају једноставна (углавном еластична или еластопластична) решења у затвореном облику, али је њихова примена ограничена на 2D анализе тунела кружног пресека у хомогеној средини и њима се не могу на адекватан начин узети у обзир ефекти интеракције конструкције и тла. С друге стране,

примена нумеричких метода, као што је метода коначних елемената (FEM - Finite Element Method) омогућује да се у анализама узму у обзир: хетерогеност средине, нелинеарно понашање тла, сложена геометрија проблема, интеракција конструкције и тла, као и метода изградње. Изградња тунела је 3D процес па је за адекватну анализу напонско-деформацијских стања у тунелској конструкцији и околној средини, као и слегања површине терена, нужно применити 3D нумеричко моделирање. Развој методе коначних елемената омогућио је ефикасну тродимензионалну анализу. Међутим, у практичној примени јављају се додатне тешкоће, које се пре свега односе на знатно повећање опсега прорачуна, те времена и цена прорачуна. С обзиром на то да је 3D моделирање изградње тунела методом коначних елемената (МКЕ) изузетно захтевно, примена нумеричких метода у инжењерској пракси још увек је ограничена на 2D моделе. [8]. Напонско деформацијска анализа иза себе има резултате упоредних радова параметарских студија о тунелским конструкцијама. Резултати су показали да израда тунелских конструкција може да има и неке негативне стране нпр. може да дође до поремећаја у структури бетона и целе конструкције и може доћи до деформације недозвољеног напона. Резултати истраживања укључују и анализу модула смицања. Анализа модула смицања, даје у доброј мери другачији третман овог важног геотехничког параметра у односу на досадашњи начин приказа, и то почев од програма испитивања за одређивање модула, па све до његовог функционалног израза. У анализи се полази од успостављене везе између смичућих померања у зони еластичних деформација и нормалног и смичућег напона на контакту бетон-стена при изради тунелске конструкције. Квалитет бетона у смислу трајности зависи од преносних (транспортних) карактеристика бетона а то су: пропустљивост – степен протока флуида кроз чврсто тело, коефицијент дифузије, транспортне карактеристике бетона, интеракција средине и бетона, провођење воде, CO₂, кисеоник, хлориди... Анализа прорачунских доказа обухвата четири методе: пробабилистичку методу, методу парцијалних коефицијената сигурности, искуствене препоруке поступци за спречавање детериорације и метода индикатора трајности. Пуна пробабилистичка метода је прва и најважнија метода прорачунских доказа, она обухвата: модел детериорационог процеса, дефинисање параметара модела, представљање параметара преко функције расподеле, дефинисање једначине граничног стања (груписане вредности утицаја од дејстава, E и отпорности, R), једначина методе: више параметара – сложенији поступак – програми. Метода парцијалних коефицијената сигурности,

представља прорачунски доказ да за све релевантне прорачунске ситуације, ниједно релевантно гранично стање није прекорачено. Метода парцијалних коефицијената сигурности - прорачунске вредности дејстава дате су као: прорачунске вредности отпорности или својстава материјала, карактеристичне вредности – испитивања под специфичним условима, фактори конверзије. Искуствене препоруке за израду прорачуна и конструкције тунела су: димензионисање, избор материјала процедуре извођења нема модела и параметара процеса детериорације актуелни начин обезбеђивања трајности. Метода индикатора - не изводи се једначина граничног стања, садржи табулисане лимитирајуће вредности индикатора трајности, индикатори трајности - кључних параметара модела механизма детериорације (порозност, коефицијент дифузије хлорида, пермеабилност...). хибридна метода, наставак EC2 методологије.

3. СЛЕГАЊЕ ОБЈЕКТА

Методe за испитивање изградње градских тунела су геотехничка испитивања - обично се састоји од низа студија о квалитету земљишта (анализе стена, дебљина слојева), на основу којих се одређују особине будућег тунела, као и начин градње. У неким случајевима, потребно је изградити и тзв. "пилот-тунеле", као претходницу главних. Изградња тунела може се вршити путем неколико начина: метода исецања и наткривања – раскопава се терен до доње коте тунела, изграђује се конструкција тунела (бетон, челик), а затим се тунел наткрива новим земљиштем; метода одозго-нагоре - изградња путем копања прокопа, додатно ојачаног потпорним гредама и ступцима. Пројектовање и израда градских тунела у свом плану, има за циљ да тунели буду изграђени тако да саобраћај буде ефикасан и сигурнији са аспекта саобраћајних незгода. Слегање објеката при изградњи тунела може бити врло тежак задатак за оне који се баве пројектовањем тунела, јер објекти морају бити тако уређени да не поремете концепцију и структуру тунела. Мерења се обично обављају у оквиру састава интегрисаног тунелског праћења који укључује мерења слегања и проверу положаја попречних профила тунела. Циљеви су као што је већ наведено у тексту функционалнији саобраћај, спречавање саобраћајних незгода и естетски изглед градова. Пројектовање и слагање нових објеката, реконструкција и санација, подразумевају: пројектовање свих објеката високоградње, свих врста и сложености конструкцијских система, материјала, распона, спратности и висина, пројектовање мостова свих конструкцијских система, материјала, распона и сложености и пројектовање мање сложених

тунелских и подземних конструкција, потпорних зидова, темељних јама, санција клизишта и темеља свих врста објеката. Овим нису обухваћени објекти који се изводе у сложеним геотехничким условима за које је потребна лиценца. У урбаним срединама, веома је честа појава интерполације нових објеката између већ постојећих сталних и најчешће старијих објеката. Нови објекти су најчешће вишеспратне зграде са подземним етажама доста дубље темељени од суседних објеката или су то подземни објекти (тунели или подземне железнице) па се јавља проблем геотехничке стабилности околних постојећих објеката, како у фази извођења тако и фази експлоатације новог објекта.

У сврху обезбеђења - ојачања темеља суседних, постојећих објеката користе се разне геотехничке методе са честом применом и утиснутих "мега" шипова. Утиснути "мега" шипови могу се користити и код већ постојећих објеката код којих је предвиђена надоградња или је експлоатација истих на даље предвиђена са већим корисним оптерећењем, а могу наћи примену и као мера санације неодговорајућег темељења.

Код изградње нових (интерполираних) објеката, скоро је редован захтев ископа грађевинске јаме вертикалних зидова непосредно уз постојеће темеље, па у том случају "мега" шипови се наменски предодређују и као заштита вертикалне денивелације грађевинске јаме. Од изградње нових објеката зависи и слегање већ постојећих градских објеката. Вододрживост и стабилност су основне функције тунела под притиском.

Сталан и поуздан увид када је у питању конструкција тунела, стање њихове вододрживости представља предуслов одржавања њихове функционалности и безбедности у периоду експлоатације. Стручњаци Института за водoprивреду се, између осталог, великој мери ангажују у активностима које су вези са дефинисањем, осматрањем и одржавањем стања њихове функционалности и безбедности. Детаљним аналитичким прегледом, добија се увид у тунелске конструкције које ће се градити, њихове положаје, њихову добробит коју пружају граду и саобраћају. На основе те и такве анализе може се изменити или потпуно променити план тунелске конструкције, ако се утврди да на било који начин, будућа градска тунелска конструкција може угрозити градски саобраћај и отежати вожњу градјанима. Али, анализом може се доћи и до правих података како и на који начин одрадити и пројектовати тунелску конструкцију, а да буде најбезбеднији начин за саобраћај. Све у свему, анализа тунелске конструкције је неопходна како би се предвидео утицај тунела на постојеће објекте.

4. ТЕХНОЛОГИЈЕ ИЗВОЂЕЊА

Када је у питању технологија извођења тунела, детаљно су приказани конструктивни елементи тунела, геолошки услови терена, технологија извођења тунела и хидроизолација. Предвиђени истражни радови пре израде главног пројекта спадају у анализу технологије извођења, прогнозира се динамика извођења тунела, даје се детаљна анализа утицаја планираних радова, објеката и њихове експлоатације на животну средину и предложу се мере заштите. Терен се у подручју тунела гради од потпуно дезинтегрисаних класичних наслага заступљених мешавинама глине, песка, праха и одломака пешчењака. Испод наведеног слоја, чија се дебљина креће од 10 до 20 м неправилно се појављује слој потпуно дезинте-грисаног доломита с основном стенском масом доломита у подлози. Резултати геоелектричног профилирања приказују карактеристике предметне геолошке средине, где су издвојени следећи материјали:

- доминантно песковите глине,
- мешавине глине песка, праха и одломака пешчењака,
- потпуно дезинтегрисани доломит, и
- доломити.

Тунел припада геотехничкој категорији у којој су најсложеније геотехничке конструкције. За пројектовање геотехничке тунелске конструкције односно стабилизације подземног тунелског ископа примењена је интегрална метода пројектовања. Интегрална метода уједињује емпиријски, рационални и опажајни приступ пројектовању, омогућавајући пројектанту темељно и свеобухватно спознавање и решавање проблема.

Та метода омогућује пројектовање у две фазе. Прва фаза пројектовања је пре почетка тунелске изградње и даје прогнозна решења чија тачност зависи о количини и квалитету података добијених истраживачким радовима. У другој фази се током тунелске градње на основу стварног понашања грађевине обавља верификација или модификација пројектних решења прве фазе. Емпиријски приступ тунелског пројектовања темељи се на искуству стеченом при реализацији пређашњих пројеката. Основу таквог приступа чине инжењерске карактеристике геотехничких материјала у тунелској зони, висина надслоја, величина подземног ископа и дубина тунела. Тест-секције лоцирају се у јасној и за геотехничку јединицу геолошки репрезентативној локацији. Локацију тест секција одређује пројектант геотехничар у сурадњи с геологом. У свакој тестсекцији предвиђено је мерење помака тла око подземне конструкције. Анализа технологије извођења представља битан предуслов за успешно извођење тунелских конструкција.

5. СЕИЗМИКА ТУНЕЛА

Уопштено гледано, подземне конструкције мање су угрожене потресним деловањем у односу на исте конструкције изграђене на тлу [7]. До раних 1960-их утицај од потреса није био нужно узет у обзир код прорачуна укопаних грађевина [15]. Заправо, први укопани тунели показали су да могу бити под штетним дјеловањем потреса као и тунели изнад земље. Укопани тунели Аламада у Сан Франциску изграђени у раздобљу од 1927. до 1963. нису пројектирани с обзиром на потресно деловање. Током потреса Loma Prieta 1983. године, на окнима за вентилацију тунелских цеви појавиле су се пукотине кроз које се до цеви пробила вода. Ако се при пројектовању тунела узме у обзир потресно оптерећење (као код BART тунела у Сан Франциску или код тунела јужне луке у Осаки), добија се постојаност и сигурност тунела током потреса исте јачине [1]. Деловање потреса на тунел једнако је деловању на околном тлу стога подносе мање деформације током потреса. Две су врсте деформација које се појављују на укопаним тунелима током потреса, аксијалне и бочне деформације:

- Аксијална је деформација најразорнији тип од ове две деформације које се појављују током потреса. Аксијална крутост укопаних тунела износи једну десетину вертикалне крутости па би се у сваком идејном пројекту аксијалне деформације требале израчунати и успоређивати с допуштеним вриједностима.
- Деформације настале скупљањем: Ако потресни талас делује вертикално на тунелску осу, настаје деформација скупљањем. Ако је тунелска конструкција изграђена на начин да се могу ублажити деловања која узрокују те деформације, такав тунел ће бити сигурнији. [4]

Пожељно је побољшати карактеристике тла. Компакцијско ињектирање је метода побољшања тла којом се може остварити *in situ* збијање растреситих до врло растреситих мешавина муљевитих зрна. Овом методом смањује се удео финих честица (< 30 %) да се постигне најбољи учинак методе која се постиже дебљином тла. Површински слој наноса дебљине < 1 m с великим (> 30 %) уделом финих честица може се уклонити или умешати *in situ* с чистим песком да би се побољшао учинак методе. Метода подразумева ињектирање финог цемента врло круте конзистенције (слегање < 25 mm) под умереним притиском (око 10 до 70 бара) у тло кроз цев пречника 100 до 150 mm. Процес ињектирања почиње на дну избушене рупе (кад је достигнута максимална дубина побољшања) и наставља се континуирано при чему се смањује дубина ињектирања или се у фазама повлачи заштитна колона (која штити стенске бушотине од урушавања).

У околном тлу у фази ињектирања при ширењу цеви за ињектирање настају деформације око цеви. Те деформације узрокују гушћу расподелу честица тла. Помаци честица тла под притиском узроковани су волуметријском компакцијом, а *in situ* цементирање ињектираним финим цементним талогом који повећава чврстоћу тла *in situ*.

6. ТЕХНИЧКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ТУНЕЛА

Саобраћајница, унутрашњи магистрални полупрстен (УМП), представља један од најзначајнијих планираних градских саобраћајних праваца, који има задатак да растерети централно подручје од индивидуалног саобраћаја, смањи обим саобраћаја на постојећим мостовима, обезбеди алтернативне могућности у повезивању појединих градских подручја, како са централним подручјем, тако и међусобно. Тунел је сваки подземни пролаз, чија је дужина бар два пута већа од ширине и који је отворен са обе стране (улазне и излазне). У грађевинарству постоји једно много строже одређење по ком тунел мора бити најмање дуг 0,16 km или 0,1 milju, док је све краће од тога само подземни пролаз испод нечега (нпр. пролаз испод моста). Овим би многе структуре које сматрамо тунелима изгубиле свој статус. Тунел може бити намењен: за возила, за пешаке и бициклисте, за допремање воде, за посебне и ретке намене (тунел-канал, нпр. за пролаз животиња на другу страну аутопута). Подводни тунели у иностранству су примењивани у грађевинарству већ у другој половини 19. века, али углавном за железнички саобраћај. Први тунел за аутомобилски саобраћај, изграђен је 1927. године испод реке Hadson између Њујорка и Њу Џерсија, дужине око 2.5 km, са 4 саобраћајне траке. Тунел је избушен у речном дну на дубини од 30 m испод површине воде. Систем вентилације, који је био највећи инжењерски проблем, успешно је решен. Овај тунел, са модернизованом контролом саобраћаја и заштитом од пожара, још је у употреби. Други је Lincoln тунел, опет испод реке Hadson, којег у ствари чине три паралелна тунела, са по две траке. Тунели су грађени по фазама са завршетком средњег тунела. Данас кроз ове тунеле прође 120.000 аутомобила дневно, а смер вожње подешава се према потреби саобраћаја. Поред значаја за индивидуални и друмски саобраћај у целини, значај изградње градских тунела огледа се и у вођењу јавног градског саобраћаја и то нарочито на правцу. Изградња градских саобраћајних тунела подразумева целокупни ситуациони план, начин и место предвиђено за изградњу тунела, укупну површину коју би градски тунел заузимао, јер је његов утицај на постојеће и већ изграђене објекте од непроцењиве важности за несметано функционисање саобраћаја. Изградња тунела се прилагођава постојећим објектима, али утиче на

следеће категорије градских категорија који учествују у саобраћају. Пешачке површине представљају саставни део функционисања саобраћаја, тако да изградња тунела свакако утиче на њих. Пешачка површина је са једне стране ограничена градским тунелом тиме су и интензивнија пешачка кретања ослабљена и мање интезивна. Изградња градских тунела, даје потпуно другачији, савременији и модернији изглед градовима. Основна проблематика су застоји у тунелима, који настају на тај начин да је затворена возна трака или да је затворена возна и трака за претицање. При застоју, које настаје затварањем возне траке, а промет се наставља по траци за претицање постоји велики утицај смањења ограничења брзине на дужину застоја, узимајући у обзир и могућности повећања броја возила. Нагли пораст саобраћаја у великим градовима утиче да и саобраћај силази испод површине терена и да се граде подземне железнице. Подземне конструкције за намену подземне железнице су доста сложених пресека, нарочито на местима станица и укрштаја са другим линијама. Недостатак простора за развијање великих градова чини да се испод површине терена граде подземни објекти. Подземни део града развија се такође по урбанистичком плану и са градом на површини чини целину. Подземне конструкције се све више пројектују и граде за различите намене. Иако оне спадају у врло тешке и најскупље објекте, њихова примена је веома велика. Изградња подземних објеката обавља се под доста специфичним и отежаним условима. Грађењем подземних конструкција настаје промена примарног нагонског у ново секундарно нагонско стање стенске масе. Циљ је да се не изазове поремећај равнотежног стања стенске масе, што се постиже одговарајућим осигурањем ископане контуре и избором система конструкције. Тунелско решење се примењује код пресецања оштре кривине реке, уместо да се траса развија кроз клисуру. Оваквим решењем добија се скраћење трасе, смањују се трошкови експлоатације, одржавања и грађења. Разлог за тунелско решење може бити због обезбеђивања и побољшања саобраћаја у великим градовима. Таква решења се примењују у следећим ситуацијама: када се жели да избегне експропријација скупих градских парцела или рушење објеката капиталног значења; Када треба испод урбанистичких решених градова градити подземне железнице, односно метро линије, које ће смањити саобраћај на површини и обезбедити брз превоз путника. Због изградње нових железничких станица и решења саобраћаја и приликом реконструкција железничког путничког саобраћаја. Градски тунели имају посебне карактеристике условљене инжењерско- геолошким саставом терена, густином већих објеката градских реона. Наизглед је парадоксално, али што је стена чвршћа, изградња тунела је лакша и јефтинија јер

нема зарушавања и лакше је заштитити прокопани део. Пошто геологија одређује методу изградње, за тунел примењива је такозвана „нова аустријска“. Њену срж чини градња у два нивоа - најпре горњи део, који чини око 30 одсто висине тунела, а онда се сваких 60 метара радници враћају да би завршили и доњи део. Успостављање равнотеже између две, на први поглед супротстављене позиције, два дела града који спаја мост као и преображај њихове наизглед фундаменталне противречности у ефектно урбанистичко планирање и дизајн, у узбудљиву нову архитектуру, нису нимало лак задатак. У мери која је извесно нешто већа него у другим европским метрополама, превасходно услед извесног закашњења у процесу транзиције, у Београду се данас чини оно што је неопходно, али је и даље приметно да се на многим местима на којима се одлучује и даље избегава прогрес у пуном значењу те речи, уз стално настојање да се одговори на захтеве за новим и оним што тражи време у којем живимо што је могуће више одложе. Тунел, као подземни инжењерски објекат гради се у трупу брдског масива или испод дна воденог тока. На основу геологије у инжењерском послу проучавају се питања конкретних мера за изналажење најцелисходније варијанте према условима тла за поједина грађења, а посебно за грађење тунела. Анализа прорачуна је неопходна код пројектовања плана израде тунела, и код саме узградње тунела. Јер, тачан прорачун подразумева и правилно извођење радова, без последица по функционисање саобраћаја и и лошег утицаја на објекте. Као што је поменуто, нагли пораст саобраћаја и повећан прилив становништва у градовима, утичу да се граде подземне железнице са основним циљем бржег и комфорнијег превоза путника. Градски железнички саобраћај према намени и значају може бити са линијама код којих су станице на растојању од 600 m до 800 m, или за брзе, експресне линије станице су међусобно удаљене 2-2,5 km. Према положају трасе постоји подела на: линије изнад површине терена, затим по површини и испод површине- подземне. На избор трасе за градски саобраћај битно утичу урбанистичко решење града, топографски услови, постојеће линије, правци и положај комуналних инсталација, саобраћајне везе на површини терена, инжењерско- геолошке карактеристике средине, услови грађења, услови експлоатације и друго. Изградња градских саобраћајних тунела битно утиче на постојеће објекте у деоницама градова где се планира и пројектује изградња тунела. Реализација изградње омогућиће промене у организацији мреже линија саобраћаја и обезбедиће рационалније и ефикасније коришћење уличне мреже за потребе јавног превоза путника. Постојећа мрежа линија јавног градског саобраћаја обезбеђује везе појединих делова града линијама радијалног и дијаметралног карактера, што у

великој мери оптерећује централну зону града због недовољног броја тангенцијалних и кружних веза по ободу. Изградња градских тунела битно утиче на промену брзина возње у саобраћају, тако да долази до смањења експлоатационе брзине. Изградња тунела доприноси смањењу просечног времена путовања, јер заобилазнице се избегавају и тунели доприносе бољем функционисању саобраћаја. [14] С обзиром да тунели такође утичу смањење преоптерећења саобраћајне мреже, то доводи до повишене поузданости система у саобраћају. Смањење броја преседања и промена путних праваца још један је од многих позитивних ствари којима доприносе градски тунели. Капацитети друмског саобраћаја, на местима где су предвиђени и изграђени тунели, користе се рационалније, а квалитет услуга јавног градског саобраћаја је виши. Веза периферних делова града, преко градских тунела је омогућена са централним деловима и ближом периферијом града. Регулациона линија саобраћајница у оквиру граница где се саобраћајнице изграђују, углавном се у тачкама и већим делом се поклапа са границом плана. Регулациона линија истовремено представља и границу грађења. Сам профил саобраћајнице је раздвојен од регулационих линија појасом заштитног зеленила различите ширине. Кроз даљу разраду планске документације, у складу са техничким решењима, могуће је вршити корекције унутар границе грађења. Простор заштитног зеленог појаса, такође омогућава извођење планираних земљаних радова у складу са нивелацијом планираних саобраћајних површина, а по правилу садржи и поплочане и саобраћајне површине које обезбеђују колски и пешачки приступ грађевинским парцелама са обе стране УМП-а, у складу са правилима за прикључке датим овим планом и наменом предметних грађевинских парцела. По извођењу саобраћајница и саобраћајних објеката све преостале слободне површине у границама плана озеленити одговарајућим врстама зеленила и редовно одржавати. Вентилациони канали тунела планирани на парцелама баријере за заштиту од буке, као и остали делови саобраћајница и саобраћајних објеката у зонама заштићених целина и културноисторијских споменика, као и зеленило на овим парцелама, пројектовати и извести у сарадњи са надлежним институцијама за заштиту природе и заштиту споменика културе и њихова идејна решења потврдити стручном верификацијом. Квалитет животне средине, а самим тим и праћење квалитета ваздуха као једног од најважнијег фактора за живи свет све више је у фокусу интересовања научних кругова [11]. Изградња градских тунела утиче на становништво и што се пешачке зоне тиче и што се тиче возачког друмског саобраћаја. Тунели омогућавају смањење градске гужве, јер спајају различите делове града, што омогућава да саобраћај и пешаци несметано

функционишу јер преузимају велики део саобраћајног функционисања. Тунели утичу позитивно на градско зеленило у том делу које већ постоји, штите зеленило од директног утицаја од загађења коме доприноси градски друмски саобраћај. Тунеле треба пројектовати тако да својим конструкцијама не улазе у речно корито и да не утичу негативно на мостовске конструкције. Пројектом тунела треба испланирати, тако да не угрози стабилност објеката и да обезбеди неометано коришћење тих објеката. Постојећи електрични водови изграђени су подземно, у тротоарском простору и испод слободних површина. Планирану саобраћајницу треба опремити инсталацијама јавног осветљења. За квалитетну тунелску конструкцију потребно је водити рачуна да не оштети и не угрози већ постављене конструкције: осветљеност коловоза треба прилагодити изградњи градских тунела, јер у тунелима осветљеност треба да буде повишена, осветљеност околних саобраћајница, степен ограничења бљештања, спектарним саставом извора светлости и ефикасношћу визуелног и оптичког вођења. Граница плана градских тунела пројектује се тако да ни на који начин не угрози споменике који се налазе близу тунела. Површине са природним вредностима (паркови, шуме...) се задржавају и, планира се повезивање паркова и тунела у јединствену целину. Потребно је извршити валоризацију постојеће вегетације, сачувати квалитетне зелене површине и формирати нове. Када се изгради градски тунел, морају се предузети одређене мере и поступци за обезбеђивање прописаних еколошких услова који ће омогућити да се утицај предметне саобраћајнице сведе на минималне оквири. У склопу општег система управљања експлоатацијом тунела неопходно је успоставити систем мониторинга аерозагађења. Животна средина јесте скуп природних и створених вредности чији комплексни односи чине окружење, однос простора и услова живота. Квалитет животне средине јесте стање животне средине које се исказује физичким, хемијским, билолошким, естетским и другим активностима [13]. Мониторинг системи имисије ће омогућити праћење утицаја експлоатације тунелских деоница УМП-а на квалитет ваздуха околног подручја, а самим тим и на становништво и биосферу. На местима денивелисаних раскрсница долази до преклапања намене површина у нивелационом смислу, тако да тунели утичу и на померање раскрсница. На подручју намењеном тунелској деоници није формирана грађевинска парцела већ долази до преклапања намене у подземљу и намена површина планираних Регулационим планом просторне целине. На том подручју важи намена наведеног плана осим на парцелама које су намењене формирању улазних портала у тунел и заштитном зеленилу изнад тунела, као и на парцелама означеним као које су

формиране изнад трасе тунелске деонице. Саобраћајница унутрашњи магистрални полупрстен (УМП) представља један од најзначајнијих планираних градских саобраћајних праваца, који има задатак да растерети централно подручје од индивидуалног саобраћаја, смањи обим саобраћајана постојећим мостовима и обезбеди алтернативне могућности у повезивању појединих градских подручја како са централним подручјем тако и међусобно. Појединачни тунели смањују капацитет двотрачног пута [5].

7. ЗАКЉУЧАК

Конструкције тунела остављају леп визуелни утисак, дајући градовима урбанистички и модернији изглед. Временом, ефекти тунела и његових својстава су се мењали али су тунели и до данас остали важне конструкције за становништво. Велики утицај данашњих тунела је у правилном и ефектнијем регулисању саобраћаја, па се од железничких тунела дошло до идеје и њене реализације за изградњу градских тунела. Мере предвиђене законом и другим прописима подразумевају примену норматива и стандарда код изградње објеката, избора и набавке опреме, у циљу спречавања негативних, штетних утицаја на животну средину. Мере обухватају и услове које утврђују и надлежни органи и организације код издавања одобрења и сагласности на изградњу објеката, извођења радова и употребу објеката [9]. Градски тунели утичу на боље функционисање у саобраћају, повезује различите делове града, смањује загађеност околине, али с друге стране много пута долази до негативног утицаја на постојеће градске објекте, у смислу њиховог рушења, добијања нових служби и функција. Један од врло битних аспеката изградње и експлоатације једног објекта је свакако и заштита. Неадекватном заштитом се могу угрозити људски животи [10]. Дефинисање мера заштите приликом изградње градских тунела има за циљ да се поједини утицаји на животну средину сведу у границе прихватљивости, односно допринесу спречавању, смањењу или отклањању сваког значајнијег штетног утицаја на животну средину. Опште мере заштите животне средине обухватају комплекс свих мера које се као „стечена обавеза“ морају примењивати из важећих планских докумената на вишем хијерархијском нивоу, а односе се на проблематику заштите животне средине. Изградња градских тунела, подразумева и реконструкцију неких улица, јер на тај начин ремети и саобраћај, па да би се саобраћајне траке регулисале, неопходно је реконструисати неке улице. Изградња тунела, доводи неретко и до рушења неких постојећих објеката, измештања одређених насеља, селиби, и тако ремете део становништва који је већ имао изграђен систем живота у том делу где би био тунел. Долази и до реконструкција неодговарајућих и недостајућих деоница. Тада

треба применити критеријум процене и унапредити методе за тунеле који су већ у експлоатацији на темељу пређашњих искустава. Намера је да добијени резултати пруже пројектантима и оператерима који управљају тунелима, али исто тако и интервентним и спасилачким екипама, боље основе за унапређење сигурносних мера и сигурносних стандарда, водећи рачуна о сопственој сигурности и сигурности материјалних добара.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Anastasopoulos, I., Gerolymos, N., Drosos, V., Georgarakos, T., Kourkoulis R., Gazetas, G. (2007). Behaviour of deep immersed tunnel under combined normal fault rupture deformation and subsequent seismic shaking. *Bulletin of Earthquake Engineering*. 6(2) 213.
- [2] Богдановић, А., Славковић-Марјановић, З. (2006). Подводни саобраћајни тунели у Београду - I део. *Изградња*. 60(3-4), 73-80.
- [3] Богдановић, А., Славковић-Марјановић, З. (2006). Подводни саобраћајни тунели у Београду - II део. *Изградња*. 60 (5-6), 127-135.
- [4] Egeli, I., Kartaltepe, N. (2013). Preliminary design of an immersed tunnel in Izmir. *Грађевинар*. 64(12), 1029-1040.
- [5] Јовановић, А. (2011). Утицај тунела на капацитет двотрачних путева. *Пут и саобраћај*. 57(4), 41-46.
- [6] Ковачевић, Ј., Рупар, Д. (2010). Прилог уређивању стратегије припрема и рехабилитација тунела. *Изградња*. 64(11-12), 659-667.
- [7] Kouretzis, G.P., Bouckovalas, G.D., Gantes, C.J. (2006). 3-D Shell Analysis of Cylindrical Underground Structures under Seismic Shear (S)-Wave Action. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*. 26, 909-921.
- [8] Maraš-Dragojević, S. (2012). Analysis of ground settlement caused by tunnel construction. *Грађевинар*. 64(7), 537-581.
- [9] Петровић, М. (2011). Животна средина као битан фактор при урбанистичком решењу локације 'Криви вир' у Нишу са дрвеним мостом за пешачки саобраћај и утицајем моторних возила. *Ecologica*. 18(61), 63-72.
- [10] Петровић, М. (2010). Заштита на раду приликом припреме за изградњу, изградње и експлоатације објекта. *Пут и саобраћај*. 56(3), 62-69.
- [11] Petrović, M., Antanasijević, Č. (2010). Jednostavan numerički model za praćenje količine ugljen monoksida u vazduhu usled saobraćajnog zagađenja. *IMK-14 -Istraživanje i razvoj*. 16(3), 47-50.
- [12] Петровић, М., Вељковић-Ђорић, С., Карамарковић, Ј. (2010). Пуасонов поток догађаја као модел за пролазак возила кроз пресек пута. *Зборник радова Грађевинско-архитектонског факултета, Ниш*. 25, 181-188.
- [13] Petrović, M., Trajković, S. (2010). Air pollution as the cause of urban stress: A case study: Nemanjića Boulevard, Niš, Serbia. *Facta universitatis - series: Architecture and Civil Engineering*. 8(4), 403-412.
- [14] Radivojević, G., Lazić, B., Šenborn, A., Šormaz, G. (2010). Evropska regulativa i metodologija za bezbednost u drumskim tunelima. *Пут и саобраћај*. 56(2), 11-18.
- [15] Taylor, P.R., Hisham H.I., Yang, D. (2005). Seismic Retrofit of George Massey Tunnel. *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*. 34(4-5), 519-542.

KALENDAR SKUPOVA

NACIONALNI I REGIONALNI STRUČNI SKUPOVI:

"PRVI SRPSKI KONGRES O PUTEVIMA"

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

5. Internacionalni naučno-stručni skup "Građevinarstvo - nauka i praksa", Žabljak, Crna Gora,
 17-21. februar 2014., www.gnp.ac.me

„Savremena teorija i praksa u graditeljstvu“,
 April 2014. u Banja Luka, <http://www.zibl.org>

9. Međunarodna konferencija "bezbednost saobraćaja u lokalnoj zajednici"
 9-11, Zaječar, April 2014. <http://bslz.org>

3rd International Conference on Road and Rail Infrastructure
 Split, Hrvatska, 28-30 april 2014, www.grad.unizg.hr/cetra/

Konferencija Indikatori bezbednosti saobraćaja
 06. marta, Beogradu, <http://www.sf.bg.ac.rs>

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

INTERNACIONALNI SKUPOVI:

93rd TRB Annual Meeting
 12 - 16 januar 2014, Washington DC, USA,
<http://www.trb.org/AnnualMeeting2014/AnnualMeeting2014.aspx>

IRF - Safer Roads By Design™: Across Six Continents
 Orlando, Florida USA, 16th February 2014 - 25th February 2014,
www.irfnews.org

5th Transport Research Arena TRA2014 Transport Research Arena 2014
 Paris-la-Defense, France, 14 - 17 April 2014
www.tra2014.sciencesconf.org

XIVth International Winter Road Congress
 Andorra la Vella, 4-7 February 2014,
<http://www.piarc.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

12th International Symposium on Concrete Roads
 23/09/2014 - 26/09/2014, Prague, Czech Republic,
www.concreteroads2014.org

13th International conference on: Asphalt, Pavement Engineering and Infrastructure
 26 - 27 februar, 2014, Liverpool, UK
<http://www.ljmu.ac.uk/BLT/BEST/LCMT/123156.htm>

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>

Ninth International Conference on Managing Pavement Assets
 18 – 22 maj 2015, Alexandria, Virginia, USA

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

SAJMOVI:

Intertraffic Amsterdam 2014
 Amsterdam, Netherlands, March 25-28, 2104, <http://www.intertraffic.com>

Bautec 2014
 18-21.02.2014. Berlin, www.bautec.com/en/

Asphaltist 2014
 06/08.02.2014. Istanbul, www.asphaltist.eu/en

ASPHALTEX 2014
 25/02/2014 - 27/02/2014, Moscow, Russia, www.AN-Expo.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>

IZ ISTORIJE PUTARSTVA

Istorija mosta Mehmed-paše Sokolovića



Mehmed-paša Sokolović, veliki vezir koji je, kao srpski dečak Bajica Sokolović odveden u janičare, godine 1571. naređuje da se u Višegradu, na reci Drini, napravi "most kome nema ravna". Glavni arhitekta izgradnje mosta bio je Mimar Sinan, najpoznatiji turski graditelj tog vremena, a gradnja je završena 1577. godine.

Na jednoj od kamenih ploča, na sredini mosta, između ostalog je zapisano: "Izrada mu je bila tako lijepa, da onaj ko ga vidi, misli da je zmo bisera u vodi a nebeski svod da mu je školjka".

Gradnja je trajala od 1571. do 1577. godine, a prelepa građevina ima 11 lukova sa blagim usponom prema sredini i silaznom rampom na levoj obali. Iznad lukova dužinom mosta proteže se profilisani venac iznad koga je ograda mosta. Ukupna dužina je 179,44 metra, visina nad normalnim vodostajem reke 15,40 i širina kolovoza 6 metara. Most je građen od kamena, sedre koji je dovezen iz Majdana kod Višegradske banje. Iznad šestog stuba sa obe strane nalaze se proširenja. Sa desne strane je kameni zid u koji su ugrađene dve ploče sa natpisom. Gornji stariji natpis je ispisao 1571/72 godine, a donji 1577/78 godine. Na sredini mosta je izgrađena sofa, a predviđena je za odmor putnika prolaznika, a preko puta sofe je ugrađena kamena ploča na kojoj su na arapskom pismu pisani stihovi pesnika Nihadija o tvorcu ove čuvene građevine.

Na sredini mosta stajala je drvena kula za koju se ne zna vrijeme nastanka, a koja je porušena 1886. godine. Kula je predstavljala stražamicu ispod koje je bio prolaz, a koji se zatvarao jakim hrastovim vratima sa obje strane. Na kuli se nalazilo nekoliko malih topova zvanih šibe.

Kada je velika poplava 1896. godine uništila veći deo Višegrada, čuprija je pokazala svu svoju snagu i ostala skoro neoštećena, iako je Drina dostigla rekordni nivo preplavivši čitav most. U Prvom svetskom ratu Austrijanci su 1914. godine, tokom povlačenja, minirali jedan stub, a kasnije je srpska vojska srušila još jedan. Most je kasnije privremeno bio osposobljen metalnom konstrukcijom. U Drugom svetskom ratu most je još više oštećen, a obnovljen je u periodu od 1949. do 1952. godine.

Mehmed-paša je podizao brojne zadužbine širom carstva, u svom rodnom selu Sokolovićima kod Rudog izgradio je džamiju, čupriju na Drini u Višegradu, Arslanagića most u Trebinju, Vezirov most u Podgorici, most na ušću Žepe u Drinu, i Kozju čupriju u Sarajevu.

Roman Ive Andrića „Na Drini čuprija“, za koji je pisac dobio i Nobelovu nagradu i koji je preveden na mnoge svetske jezike, je baziran po istoriji ovog mosta. Roman je kroz istoriju mosta prikazao i istoriju celokupnog podneblja i mnoge značajne događaje u vezi sa mostom.

ZANIMLJIVOSTI

100 samoupravljujućih vozila krstariće Geteborgom



Volvo namerava da pokrene najmasovnije testiranje samoupravljujućih automobila. U vožnji na odabranim saobraćajnicama u, i oko Geteborga učestvovalaće 100 automobila sa sistemima autonomnog upravljanja.

Sistem za "gledanje" kroz kamione



Ekpa stručnjaka sa Universidade do Porto (Univerzitet u Portu), Portugalija, osmislila je See Through System (STS) koji omogućava vozaču da vidi put ispred velikog vozila iza kojeg se nalazi i na taj način obezbedi bezbedno preticanje.

Biciklisti u Holandiji "lebe" iznad autoputa



Holandani su u nekim stvarima miljama ispred ostatka sveta, a među njima se posebno ističe korišćenje bicikla kao prevoznog sredstva u gradovima. Sada za bicikliste grade i posebne nadvožnjake!

Volvo: Do punih baterija pomoću bežičnog punjača



Volvo je uspešno završio istraživački projekat budućeg bežičnog indukcionog punjača baterija na električnim vozilima, saopštila je ta kompanija. Projekat je izveden u saradnji sa lokalnim vlastima u Flandriji, u Belgiji.

„Starpath“ premaz u spreju koji osvetljava put



Kompanija Pro-Teq iz Velike Britanije razvila je voodootpomi premaz u spreju koji apsorbuje UV svetlost u toku dana i oslobađa je noću, prilagođavajući se uslovima osvetljenja u okruženju. Tehnologija se testira u parku Christ's Pieces u Kembridžu.

Futuristički most kojim bi svako želeo da prošet



Spiralni most "Mebijus" je pobedničko rešenje u okviru kineskog projekta za razvoj reka "Dragon king harbor". Delo arhitektonske firme iz Holandije proglašeno je za najbolje u konkurenciji pešačkih mostova.

Tajžu most nagrađen za vrhunski inženjering



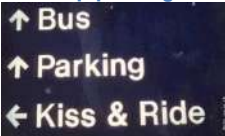
Tajžu most (Taizhou), dužine 2.940 metara, osvojio je nagradu Supreme Award za vrhunski inženjering Svetskog instituta građevinskih inženjera. Institut je odao priznanje različitim u velikom broju kategorija, ali viseći most sa tri pilona i velikim rasponima, prvi takve vrste, dobio je sveukupnu nagradu nazvanu „Supreme gong“.

Londonski taksisti predlažu nove saobraćajne znakove



"Pažnja, pešaci koji pišu SMS poruke", "Pažnja, područje kojim se kreću turisti", "Oprez, pešaci sa slušalicama u ušima", samo su neke od poruka koje se nalaze na novim saobraćajnim znakovima.

Novi tip parkinga u Krakovu – „Poljubi i vozi“



Krakov na jugu Poljske pokušava da na novi način reši neka uska grla u saobraćaju - novim tipom parkinga „Poljubi i vozi“, gde vozači mogu da se zaustave kratko, samo da izađe saputnik koji, na primer, preseda u gradski saobraćaj.

Koridori: Krediti ubrzavaju gradnju



"Koridori Srbije" u ovoj godini realizovali 230 miliona evra kredita za izgradnju autoputeva i završili 50 kilometara. Ubrzano se radi na 223 gradilišta na ukupno 176,4 kilometara trase. "KORIDORI Srbije" uskoro podvlače crtu - u ovoj godini završice više od 50 kilometara na najvažnijim putnim pravcima. Za četiri godine ukupno je povučeno 294.724.858,00 €.

Niće će most između Bačke Palanke i Neština



Vlada Republike Srbije 28. novembra zvanično je odlučila da se gradi novi most preko Dunava između B. Palanke i Neština, čime bi se povezala južna Bačka i podunavski Srem. Reč je o izgradnji državnog puta prvog B reda broj 19 – B. Palanka – Neština – Erdevik – Kuzmin – državna granica BiH, granični prelaz S.Rača.

Probijen najduži tunel kod Dimitrograda



Tunel "Progon" probijen je na obilaznici kod Dimitrograda, najtežoj deonici Koridora 10. Tunel je dug oko jednog kilometra i jedan je od najdužih na Koridoru. Radovi idu po planu, a izvodi ih grčka firma "Terna".

R. Srpsku eksproprijacija zemljišta za auto-puteve koštala 114 miliona KM



Eksproprijacija zemljišta po kilometru auto-puta Banjaluka-Gradiška koštala je Republiku Srpsku više od dva miliona KM, dok je zemlja po kilometru auto-puta Banjaluka-Doboj koštala tri puta manje ili 670 hiljada KM.

Koridor raste i po zimi



Oko 1.000 radnika i 400 teških građevinskih mašina "skriveno" je od očiju javnosti duž nove trase auto-puta, koji će Niš spojiti sa bugarskom granicom. Ne vide se sa postojećeg puta, ali putari rade punom parom i na temperaturi minus sedam od Proseka do Dimitrograda.

Ilić: Na Koridoru 11 dobra dinamika



Ministar građevinarstva i urbanizma Velimir Ilić izjavio je da je Ministarstvo građevine od početka godine zaključilo ugovore vredne tri milijarde evra i ocenio da se radovi na Koridoru 11 odvijaju dobrom dinamikom. Ilić je rekao da su Koridor 11 i projekat Južni tok dve najveće investicije u istoriji Srbije.

Koridor 10: Za bivšu Alpininu deonicu zainteresovano 19 kompanija



Za nastavak gradnje Koridora 10 na bivšoj Alpininoj deonici, od Pirot do Dimitrograda, zainteresovano je 19 domaćih i stranih kompanija. Objavljen je poziv za dostavljanje ponuda za završetak izgradnje autoputa od Pirot do Dimitrograda, gde je bila angažovana austrijska Alpina, koja je bankrotirala.

Vojvodina do aprila 2014. osniva preduzeće za puteve



Vlada Vojvodine će do 1. aprila 2014. godine formirati preduzeće za upravljanje državnim putevima drugog reda na teritoriji Vojvodine, a od republičkih organa očekuje da obezbede neophodna finansijska sredstva za ove poslove, saopštio je Pokrajinski sekretarijat za privredu, zapošljavanje i ravnopravnost polova.

Potvrđen kredit za deonicu Obrenovac-Ljig



Poslanici republičkog parlamenta potvrdili Ugovor o zajmu za kredit za projekat izgradnje auto-puta E-763, deonica Obrenovac-Ljig. Reč je o ugovoru Vlade Srbije sa kineskom bankom kojim je predviđen kredit u iznosu od 301 milion dolara kojim će biti finansirano 90 odsto ukupne vrednosti projekta, odnosno izgradnja te deonice..

Otvoren autoput AP Kosovo-Albanija



Poslednja deonica auto-puta "Ibrahim Rugova" koji spaja AP Kosovo i Albaniju, završena je krajem novembra, 2013.godine uključivanjem rasvete kod sela Mazgit, nedaleko od Prištine, u prisustvu najviših rukovodilaca AP Kosova i stranih ambasadora.

Putari ožive, ponovo rade



Izjašnjavanje poverilaca o unapred pripremljenom planu reorganizacije zrenjaninskog "Vojvodinaputa" prolongirano je za 27. decembar. "Vojvodinaputa" je posle pauze, 15. novembra ponovo počela sa radom i poverena joj je zimska služba u pojedinim delovima srednjeg Banata, kao i redovno održavanje kolovoza po ugovoru sa "Putevima Srbije".

Uskoro protokol o izgradnji autoputa Ruma-Novi Sad



Protokol za realizaciju idejnog projekta izgradnje autoputa Novi Sad-Ruma, sa tunelom kroz Frušku goru, trebalo bi da bude potpisan između 20. i 25. decembra, najavio je ministar regionalnog razvoja i lokalne samouprave, Igor Mirović.

Izgrađeno 58 kilometara novih puteva na Koridorima



U Srbiji je ove godine izgrađeno 58,1 kilometar novih puteva na Koridorima 10 i 11, a od oktobra 2012. do decembra 2013. izvedeno je radova u vrednosti 262 miliona evra.

Kredit za izgradnju auto-puta Banjaluka-Doboj



Narodna skupština Republike Srpske razmotrila je predlog odluke o prihvatanju zaduženja Republike Srpske prema Evropskoj investicionoj banci (EIB) po projektu izgradnja auto-puta Banjaluka-Doboj u iznosu od 160.000.000 evra.

Zrejanin: Putni prsten tek iduće godine



Prošlo je pet meseci otkako su čelnici Zrejanina i JP "Direkcija za izgradnju i uređenje" obnarodovali da je iz Beograda stigla lokacijska dozvola za gradnju obilaznice oko Zrejanina i da će radovi početi na jesen. Ni do danas, međutim, putari nisu izašli na teren.

Počinje izgradnja petlje kod Nove Pazove



Nova Pazova će konačno dobiti direktan pristup auto putu Beograd-Novi Sad, saznaje RTV. Opštinska administracija je rešila imovinsko-pravna pitanja oko zemljišta, novac za izgradnju petlje je obezbeđen iz kredita i ostaje da se sa završetkom projektno-tehničke dokumentacije raspiše tender za izvođače radova.

Odluka o obilaznici oko Kragujevca za mesec dana



Ministar regionalnog razvoja i lokalne samouprave Igor Mirović izjavio je da će u roku od mesec dana biti odlučeno da li će se graditi južna ili severna obilaznica oko Kragujevca. Izgradnja obilaznice oko Kragujevca je ugovorna obaveza Vlade Srbije prema Fijatu i finansirati će je država.

Pod istragom sredstva za Koridor 5c



Milijarde eura su strane banke posudile državi za gradnju putne infrastrukture, milioni godinama neiskorišteni stoje na računima. Tužilaštvo Bosne i Hercegovine radi na predmetu koji se odnosi na određena dešavanja u okviru izgradnje Koridora 5c. Direktni gubici, po osnovu penala za nekorišteni novac, iznose blizu 20 miliona €.

Novosadski most jeftiniji za 300 miliona



Most kojim će Bulevar Evrope biti spojen sa auto-putem E-75, biće za blizu 300 miliona dinara jeftiniji od prihvaćene ponude koju je 2011. dala firma "Borovica transport". Most na kanal DTD, kojim će Bulevar Evrope biti spojen sa auto-putem E-75, biće dugačak 176 m, širok 13,70 m, a imaće dve kolovozne trake, pešačke i biciklističke staze.

Kineska kompanija CRBC: Most Zemun-Borča u roku



Predsednik Republike Srbije sastao se 26.11.2013.godine sa delegacijom kineske kompanije CRBC, koja ga je izvestila da će radovi na mostu Zemun-Borča biti završeni u roku, ali i da su zainteresovani za gradnju brze pruge Beograd-Budimpešta, kao i autoputa Pojate-Prejina.

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



Oprema

Mercedes Benz Vito 109 CDI, 70 kW

Sistem snimanja i analize CAMSS razvijen u AMSS CMV

Sistem prepoznavanja znakova razvijen u AMSS CMV

Četiri kamere na krovu vozila, GPS, odometar

Kamera za merenje retrorefleksije i merenje luminiscencije

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



SIDPROJEKT

ДОО
ДРУШТВО ЗА ПРОЈЕКТОВАЊЕ И ИНЖЕЊЕРИНГ

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



линијама успеха



ДОМ ЗДРАВЉА, СУРЧИН (надзор)



ПРВА ФАЗА ИЗГРАДЊЕ ПИЈАЦЕ-ВЕЛЕТРЖНИЦЕ,
БЕОГРАД (пројектовање)



ПОСЛОВНИ КОМПЛЕКС У КРАСНОДАРУ, РУСИЈА (пројектовање)



УПРАВНА ЗГРАДА КОМПЛЕКСА РЦТ ШАБАЦ
(пројектовање и надзор)

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

Вам жели срећне Новогодишње и Божићне празнике



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 21 527 876
fax: +381 21 472 3716

Експозитура Рума
Вељка Дугошевића 136
22400 Рума
tel.: +381 22 432 909

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