

POZIVNICA

Prvi internacionalni simpozijum – “ViaCalco Balkan”
01.10.2015 god. Beograd, Srbija



Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu i kompanija Carmeuse Srbija (Jelen Do) sa velikim zadovoljstvom Vas pozivaju na “Prvi Internacionalni simpozijum – ViaCalco Balkan” koji će se održati na Građevinskom fakultetu u Beogradu, svečana sala - 01.10.2015 god.

Simpozijum ima za cilj da kreira forum za razmenu iskustava i znanja u pogledu primene stabilizacije tla pri izgradnji železničke i autoputne infrastrukture, atarskih i lokalnih puteva, industrijskih parkova, vetroparkova itd. koja omogućava poboljšanje tla i njegovu primenu za izradu zemljanih radova za sve vrste građevinskih objekata.

Verujemo da će “Prvi Internacionalni simpozijum – ViaCalco Balkan” omogućiti razmenu saznanja i iskustava sa renomiranim međunarodnim ekspertima iz ove oblasti i opravdati Vaša očekivanja u pogledu razumevanja primene novih tehnologija, što će rezultovati boljim razumevanjem mogućnosti koje donosi primena novih tehnologija u oblasti niskogradnje u Srbiji i regionu.

Radujemo se našem zajedničkom susretu u Beogradu !

GOSTI - PREDAVAČI:

Prof. Gabriele Tebaldi

University Parma - Italy / Univerzitet Parma – Italija

Department for civil engineering - road construction - environment - Architecture – DICATeA /

Odeljenje za građevinu - životna sredina - niskogradnja - arhitektura – DICATeA

Vašu potvrdu dolaska prosledite na jednu od sledećih kontakt adresa:
viacalco-balkan@carmeuse.com

Prof. Jan Maertens

Catholic University Leuven – Belgium / Katolički Univerzitet Leuven – Belgija

Department for civil engineering - road construction - soil investigation / Odeljenje za građevinu – niskogradnja - ispitivanje zemljišta

Prof. János Szendefy

BME Budapest University of Technology and Economics – Hungary / Tehnološki i Ekonomski Univerzitet BME Budimpešta – Mađarska

Department for civil engineering - geotechnical expertise / Odeljenje za građevinu - geotehnička ekspertiza

Mr. Hugó Bókuti

Inreco Hungary – special and innovation construction technology / Inreco Mađarska - specijalne i inovativne tehnologije iz oblasti izvođenja građevinskih radova

Managing director - international contractor for civil engineering / Generalni direktor - Internacionalna kompanija u oblasti izvođenja građevinskih radova

Mr. Aleksandar Rakić

Wirtgen Srbija – representative office / Wirtgen Srbija – predstavništvo

World leading manufacturer of construction equipment and machinery / Svetski lider u proizvodnji građevinske opreme i mehanizacije

GRAĐEVINSKI FAKULTET BEOGRAD

Bulevar kralja Aleksandra 73, Beograd 01.10.2015 god.

Velika svečana sala

Kontakt osoba (Carmeuse)

Pavle Flajs

pavle.flajs@carmeuse.rs

Kontakt telefon: +381 64 822 4111

Kontakt osoba (Građevinski fakultet):

Marina Aškrić

marinopulloss@gmail.com

Kontakt telefon: +381 11 3218504

Za „Prvi internacionalni simpozijum – ViaCalco Balkan“ važi slobodan ulaz (bez kotizacije) ali je neophodno da Vaše prisustvo i registraciju potvrdite na e-mail adrese / kontakt telefon, zbog ograničenih mesta u svečanoj sali Građevinskog fakulteta. Simultani prevod obezbeđen za sve učesnike.




CARMEUSE



Bočna kranska kosilica - BRK

konstruisana za visoko efikasan rad

Izbor optimalne kosilice zavisi od konfiguracije terena koji treba održavati i vrsti vozila na koje se kosilica ugrađuje. Prednje kosilice iz RASCO programa namenjene su ugradnji na univerzalna radna vozila tipa UNIMOG i mala univerzalna vozila te su pogodne za održavanje vegetacije uz ivice pešačkih staza, puteva i autoputeva. Alternativa prednjim kosilicama su zadnje traktorske kosilice srednje dužine zahvata.

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

Snažna bočna kranska kosilica BRK idealan je izbor za zahtevne radove košenja. Zahvaljujući posebnoj izradi kranskih ruku i dohvatu do 7 metara, kosilica je visoko efikasna u održavanju nasipa vodenih puteva i kanala, te rastinja uz otvorene saobraćajnice. Posebna izrada kranskih ruku kosilice omogućuje i smanjenje vibracija u radu pri većim brzinama čime je korisniku omogućen beskompromisni komfor i sigurnost.

Uz kosilicu je potrebno izabrati prikladan priključak ili radni alat. BRK kosilica dostupna je u kombinaciji sa širokim izborom radnih glava za različite debljine rastinja te raznim priključcima zavisno od vrste namene, čime postaje multifunkcionalan uređaj visoke korisnosti. Radne glave moguće je opremiti različitim vrstama noževa, a izbor vrste noževa zavisi od područja primene kosilice.

Na taj je način moguće koristiti radne glave u teškim radnim uslovima u vodoprivrednoj delatnosti, na kanalima s gustim, visokim i mokrim rastinjem, šumskim putevima, zapuštenim ivicama saobraćajnica, ali isto tako i na uređenim terenima. Osim radnih glava na kransku ruku BRK moguće je ugraditi specijalizovane alate, poput makaza za rezanje granja, četke za čišćenje rastinja sa ivica saobraćajnica te nastavka za čišćenje i profilisanje kanala i tako povećati broj primena i iskorišćenost kranske kosilice.

Prilagođene uslovima korišćenja i vozilima na koja se ugrađuju, opremljene više namenskim radnim glavama ili specijalizovanim alatima, RASCO kranske kosilice su nezamenjiv uređaj za letnje održavanje vegetacije uz saobraćajnice i vodene puteve. Beskompromisni kvalitet izrade, pouzdani i jednostavni sistemi upravljanja hidrauličnim kranskim rukama te osigurana post prodajna podrška čine RASCO kranske kosilice pametnim izborom.





RASCO bočna kranska kosilica BRK

Efikasno, jednostavno i sigurno rešenje za zahtevne radove kosidbe.

ViaCalco – proizvod i vezivo na bazi kreča

>> Ekonomično, ekološki, lako za primenu u svim tipovima zemljišta koji sadrže glinu<<

Prisustvo povećanog nivoa vlage, slab kvalitet zemljišta mogu da predstavljaju veliki izazov u rešavanju ovih pojava gotovo na svim gradilištima u današnjoj modernoj građevinskoj industriji. Ne odgovarajuće zemljište (glina, jalovina, les, itd..) predstavljaju veliki problem i direktno utiču na uslove izgradnje. Pristup teškoj mehanizaciji i opremi je gotovo nemoguć. Veoma je teško postići i ispuniti zahtevane norme po projektnoj dokumentaciji: dozvoljena vlažnost, čvrstoća, zbijenost, itd. koji su definisani od strane geotehničke i geomehničke struke. Povećana vlažnost, slaba zbijenost direktno utiču na loš kvalitet izrade nasipa i ostalih platformi u oblasti niskogradnje.

**Za samo gradilište, investitora, izvođača radova –
izgubljeno vreme = izgubljen novac !**

ViaCalco proizvod, vezivo na bazi kreča – u veoma kratkom roku, svojom reaktivnošću postiže značajne rezultate, te dugoročno utiče na ključne parametre samog zemljišta.

Dodatkom kreča u ovoj fazi, postižu se velike vrednosti u tri najglavnija parametra zemljišta:

- Isušivanje zemljišta – redukcija vlažnosti
- Modifikacija zemljišta – redukcija indeksa plastičnosti, indeksa kvaliteta zbijenosti i povećanje ranih čvrstoća
- Stabilizacija zemljišta – povećanje indeksa krajnjih čvrstoća, smanjenje faktora potencijanog bubrenja.
- Nominalna cena - košta manje, nego ostale metode i opcije, posebno kada se poredi sa najzastupljenijom metodom "iskop-transport-istovar" koja je zastupljena u tradicionalnoj metodi korišćenja agregata i drugog rasutog materijala za određene slojeve u izgradnji.

ViaCalco tretman zemljišta – nudi i obezbeđuje pre svega velike uštede sa ekonomskog aspekta na sam projekat. Kreč kao proizvod, nudi sledeće:

- Rapidno povećava nosivost radnih platformi na samom gradilištu/trasi, omogućavajući da se sav ostali građevinski materijal i građevinska mehanizacija dostavi na samo gradilište – bez gubljenja dragocenog vremena i radnih dana. Kao što kaže stara izreka **'vreme je novac – kreč pomaže da vreme radi za nas' !**
- Redukcija i smanjenje troškova izrade nasipa za klovodne konstrukcije. Zemljište stabilisano krečnom metodom, daje velike čvrstoće koje su najbitniji deo u izradi nasipa i konstrukcija.

Količina i primena ViaCalco proizvoda – dodatno se izražava kao procenat učešća suvog zemljišta. Nakon ispitivanja uzorka samog zemljišta, u laboratoriji očekuju se kao rezultat - projektovane performance. Procentualno učešće i količine su na veoma niskom nivou – ispod 4% dodatka kreča, a kao rezultat daju dugoročnu održivost za "podslojeve" konstrukcija, slojeva nasipa, završnih slojeva, kolovoznih konstrukcija, železničkih konstrukcija, atarski i ruralni putevi, vetroparkovi i sva ostala infsatruktura u oblasti niskogradnje.



TECCO® SYSTEM³ – Your slope made stable

- **TECCO® SYSTEM³**
can be optimized depending on the subsoil
- **High-tensile steel meshes**
made of 2 mm, 3 mm and 4 mm diameter
- **Efficient optimization**
of anchor spacing with two different spike plates
- **Rhomboid-shape**
offers ideal force transmission plus slope adaptation
- **Easy dimensioning**
with the RUVOLUM® tool based on large-scale field tests
- **Environmentally friendly**
light-weight mesh with small CO₂ footprint,
virtually invisible after vegetation regrowth



Geobrugg AG
Geohazard Solutions
Representative office in the Republic of Croatia
Zadarska 80 • HR- 10000 Zagreb • Croatia
T +385 1 78 88 080 • M +385 91 665 98 45
www.geobrugg.com • vjekoslav.budimir@geobrugg.com



ПРОЈЕКТУЈЕМО ЗА БУДУЋНОСТ



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

The Highway Institute

Institut za puteve a.d. Beograd

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

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

www.highway.rs

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

BELGRADE



More than 60 years of experience
Više od 60 godina iskustva

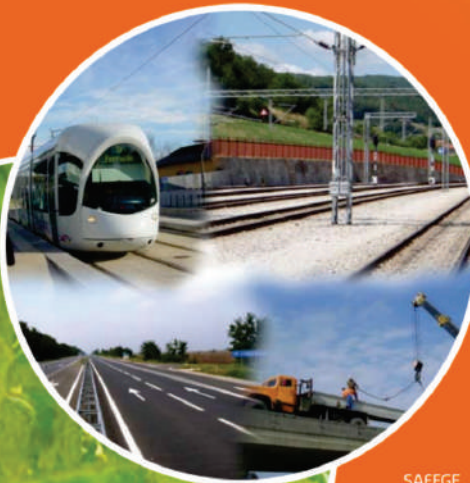


FEHRL

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.safeg.rs



SAFEGE
DELIVERING SUSTAINABLE
ENGINEERING SOLUTIONS

Уређивачки одбор:

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

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

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

др Дејан Гавран, дипл. грађ.инж.
Грађевински факултет, Универзитет у Београду
Miloš Mladenović, Ph.D. T.E.
Aalto University, Finland

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

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 Ћировић, дипл. грађ.инж.
Архитектонско-грађевински факултет, Универзитет у Бања Луци

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

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

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

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

Душан Савковић, дипл. грађ.инж.
Институт за путеве, а.д., Београд

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

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

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

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

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

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

Главни и одговорни уредник:

др Драженко Главић, дипл.инж.саоб.

Технички уредник:

Бранислав Бањац, дипл. инж.саоб.

Лектура и коректура:

мр Јелена Добриловић Драговић, проф.

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 2015.г: Правна лица 4 примерка часописа 25.000дин. За иностранство 50 ЕУР/1 примерак.

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

Насловна страна: Пут М-5 деоница Мркоњић Град - Чађавица

Тираж: 1000 примерака,

Штампа: „АТЦ – Штампа и издаваштво“ - Београд

Пут и саобраћај

Journal of Road and Traffic Engineering

НАУЧНО СТРУЧНИ ЧАСОПИС СРПСКОГ ДРУШТВА ЗА ПУТЕВЕ VIA-VITA

Број 2 • Април - Јун 2015 • Година LXI

VIA – VITA!

ОБАВЕШТЕЊЕ бр. 1

Српско друштво за путеве VIA-VITA је организовало 61. редовну годишњу Скупштину у оквиру мулти конгреса у организацији Немачко-српског привредног удружења (DSW) 16.05.2015., у хотелу Radisson Blue Old Mill Beograd. О детаљима више на www.via-vita.org.rs.

ОБАВЕШТЕЊЕ бр. 2

Српско друштво за путеве VIA-VITA позива читаоце и чланство да своје идеје о побољшању путне и саобраћајне струке артикулирају кроз друштво у виду аплицирања за међународне пројекте. Ако имате идеју или пројекта јавите се на office@via-vita.org.rs.

ОБАВЕШТЕЊЕ бр. 3

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

ОБАВЕШТЕЊЕ бр. 4

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

ОБАВЕШТЕЊЕ бр. 5

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

ОБАВЕШТЕЊЕ бр. 6

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

Пут и саобраћај

НАУЧНО СТРУЧНИ ЧАСОПИС СРПСКОГ ДРУШТВА ЗА ПУТЕВЕ

Journal of Road and Traffic Engineering

SCIENTIFIC JOURNAL OF SERBIAN ROAD ASSOCIATION

Број 2

Април - Јун 2015 • Година LXI

САДРЖАЈ

Јошко Синдик
Владимир Халгота
Мислав Кирац
Тена Шарић
Марко Грегловић
Клара Шилјег

**Битни фактори захтевани од бициклиста у граду
Загребу**

5

Др Снежана Машовић, дипл.инж.грађ.
Др Раде Хајдин, дипл.инж.грађ.

**Оптимална политика одржавања друмских
мостова у Србији**

17

Мр Владета Вујанић, дипл.инж.геол.

**Изградња пута на лабилним и
нестабилним теренима**

27

Мр Данијела Кнежевић, дипл.инж.пољо.
Мр Небојша Кнежевић, дипл.инж.техно.

**Идентификација утицаја изградње и експлоатације
аутопута Бања Лука-Добој на водне ресурсе**

37

Мр Суада Џебо, дипл.инж.грађ.
Асја Фејзић, дипл.инж.грађ.

**Поређење макроскопских симулационих метода на
примјеру саобраћајне мреже града Сарајева**

45

Ненад Марковић, дипл.инж.саоб.
Др Милан Вујанић, дипл.инж.саоб.
Др Крсто Липовац, дипл.инж.саоб.
Др Борис Антић, дипл.инж.саоб.
Др Далибор Пешић, дипл.инж.саоб.

Методологија дубинских анализа саобраћајних незгода

51

Др Светлана Чичевић, дипл.психолог
Александар Трифуновић, дипл.инж.саоб.
Марина Миленковић, дипл.инж.саоб.

**Испитивање знања и понашања возача о правилима
која важе на кружним раскрсницама**

59

мр Јелена Добриловић Драговић, проф.

**Спровођење интерних провера интегрисаног система
менаџмента у специјалним библиотекама научно-
истраживачких института**

67

Joško Sindik
Vladimir Halgota
Mislav Kirac
Tena Šarić
Marko Gregović
Klara Šiljeg

**Underlying factors required by cyclists in the city of
Zagreb**

5

Snežana Mašović, PhD.M.Sc.B.Sc.CE
Rade Hajdin, PhD.M.Sc.B.Sc.CE

**Optimal bridge maintenance
policy in Serbia**

17

Vladeta Vujanić, M.Sc.B.Sc. in Geology

**Road construction on labile and
unstable terrains**

27

Danijela Knežević, M.Sc.B.Sc.AG.
Nebojša Knežević, M.Sc.B.Sc.TECH.

**Identification the impacts of construction and exploitation
of the highway Banja Luka-Doboj on water resources**

37

Suada Džebo, M.Sc.B.Sc.CE
Asja Fejzić, B.Sc.CE.

**Comparison macroscopic simulation method in the case
of traffic network of the city of Sarajevo**

45

Nenad Marković, B.Sc.TE
Milan Vujanić, PhD.M.Sc.B.Sc.TE
Krsto Lipovac, PhD.M.Sc.B.Sc.TE
Boris Antić, PhD.M.Sc.B.Sc.TE
Dalibor Pešić, PhD.M.Sc.B.Sc.TE

In-depth methodology of traffic accidents analysis

51

Svetlana Čičević, Ph. D. Psychologist
Aleksandar Trifunović, B.Sc.TE
Marina Milenković, B.Sc.TE

**The assessment of driver behavior on the rules valid
on roundabouts**

59

M.Sc. Jelena Dobrilović Dragović, prof.

**Implementation of internal audits of integrated
management system in special libraries scientific
research institutes**

67

Календар скупова, историја путарства, занимљивости
Новинске вести из путоградње

71

73

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

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

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

Научни чланци:

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

Стручни чланци:

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

ТЕХНИЧКИ ЗАХТЕВИ И УПУТСТВО АУТОРИМА

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

Припрема рукописа

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

АПА СТИЛ БИБЛИОГРАФСКОГ ЦИТИРАЊА

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

Монографска публикација:

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

Пример:

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

Приређено издање:

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

Пример:

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

Вишетомно дело:

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

Пример:

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

Нештампани рукопис:

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

Пример:

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

Прилог у периодичној публикацији:

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

Пример:

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

Прилог доступан преко интернета:

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

Пример:

Ryan, T. (2004). *Turning patrons into Partners When Choosing Integrated Library System*. *Infotoday*, 15, 4. (on-line) Доступно преко: <http://www.infotoday.com/cilmag/mar04/ryan.shtm1> (27.03.2004)

UNDERLYING FACTORS REQUIRED BY CYCLISTS IN THE CITY OF ZAGREB

Joško Sindik

Institute for Anthropological Research, Zagreb, Croatia

Vladimir Halgota

Association "Sindikat biciklista", Zagreb, Croatia

Mislav Kirac

Association "Sindikat biciklista", Zagreb, Croatia

Tena Šarić

Institute for Anthropological Research, Zagreb, Croatia

Association "Sindikat biciklista", Zagreb, Croatia

Marko Gregović

Association "Sindikat biciklista", Zagreb, Croatia

Klara Šiljeg

University of Zagreb, Faculty of Kinesiology, Zagreb, Croatia

Review paper

Abstract: *The aim of the research was to determine the basic cycling factors for the Zagreb cyclists, and to determine the proneness to cycling on the basis of important factors of cycling in Zagreb. Over 3000 frequent cyclists in the city traffic are surveyed by specially designed questionnaire. The results showed that the participants used bicycle very frequently, but on short distances. The biggest barriers to cycling are insecurity caused by motor vehicle traffic and nonexistent or unlinked bicycle paths. Participants estimated that existing conditions in Zagreb as highly unfavorable to cycling, while better quality bicycle paths/lanes and other infrastructure would encourage more individuals to use them. The regression analyses show that the frequency of cycling could be predicted with: purposes and barriers of cycling, traffic accidents while cycling and the activities in promoting cycling. The results provide guidance to improve the conditions for safer and more frequent cycling in Zagreb.*

Key words: *barriers, social activities, traffic accidents, local authority role*

1. INTRODUCTION

Contemporary trends support the idea of living without noise and in the conditions of sustainable development, which implies pedestrian, cycling and public transport revival. Therefore, modern cycling in the widest sense represents a much extended form of traffic, very popular in the developed countries of the world as well as in the underdeveloped ones [1]. Use of bicycle as a means of transport and recreation is ever increasing in the cities of developed countries and that contributes to the humanization of city spaces and to the improvement of the quality of living [2]. For example, 37% of all daily traffic within the city of Copenhagen (to work, colleges or schools) is done on bicycles [3], while in

Amsterdam it is even more frequent (54%). To a smaller but still significant extent, the same is true for various German and Swedish cities, London, Paris and Barcelona [4]. Bicycle as a means of transport has a positive influence on the health of the individual, does not contaminate the environment, and does not create noise, and the cycling infrastructure does not take up much space either [5], making this means of transport a competition to the public transport, especially on short and medium distances. The increasing trend of bicycle use results from a series of factors: change of lifestyle, ever greater individual awareness of bicycle importance, city authorities' activities that do or do not invest considerable funds in the infrastructure and the promotion of cycling as well the use of bicycles in general, regardless of gender, age and education level [5]. It is also important that daily or frequent use of bicycle to travel to work, school or college, to go shopping or to recreate increases the daily individual mobility, reduces air pollution and noise (primarily from automobile traffic) and has an overall positive effect on health [5] [4] [6] [7] [8] [9]. It is evident from the researches that cycling along with walking can be considered optimal means of transport with respect to the environment, society and economy [1] [9].

Cycling is also an excellent way to exercise and stimulate physical development with young adults and children, helping all age groups in prevention of cardiovascular illness. Compared to walking, health advantages of cycling are greater since the intensity of the effort is greater [10]. Bicycle as a means of transport ensures regular physical activity, which can be easily and cheaply integrated in the everyday routine [11], thus saving time. Health wise, cyclists are probably the most vulnerable and imperiled traffic participants [12], children cyclists being most injury prone [13]. Research conducted in Croatia shows that the overall percentage of fatalities among cyclists on the roads has dropped over the years, from 11.6% in 1998 to 8.2% in 2000 [14], where the most common fatal accident type is the collision of cars and bicycles. For example, in 1997 a staggering 81.3% of all the accidents were with cyclist casualties [15]. Missoni and Kern [15] compared the habits of elementary school cyclists aged 10-15 in Zagreb, Varaždin and Samobor. They showed that there are no significant differences between the cities in terms of frequency of bicycle ownership, but the children in Zagreb and Varaždin have a more positive attitude towards wearing crash helmets. In the research that compared Croatian cyclists to a control group of non-cyclists [16], cyclists showed better quality of life in the total personal wellbeing index (PWI), as well as in health. Looking at the individual indicators, as many as 16.7% cyclists claimed that they felt much healthier than the year before, compared to 2% of respondents that were inactive in the field of cycling.

On the other hand, as many as 30% of non-cyclists claimed that their health deteriorated compared to the year before, which was the answer of only 8% of cyclists. In other words, cycling can be a form of physical activity that is positively linked to the satisfaction with one's life. In Croatia, and especially in Zagreb, cycling and the use of bicycle are rarely researched. One of the domestic researches studying students at the University of Zagreb, both *cyclists and non-cyclists*, revealed statistically significant differences between these two student groups in the way they use bicycles and other means of transport [12]. Students suggest measures of cycling infrastructure improvement as well as some other measures aimed at increasing number of bicycle users. In terms of relief, Zagreb lends itself rather well to bicycle use, as it is mostly flat, with the majority of urban zones sitting on altitudes between 110 and 125 meters, which notably facilitates the use of bicycle as a means of transport [17]. However, there are many barriers to cycling. An Australian research of barriers to regular cycling in Sydney and the region examined the barriers to cycling and ways of removing them [18]. The results showed that there are four dominant barriers to cycling: negative image of cyclists and cycling among non-cyclists (a); perceived danger for urban and suburban cycling due to perceived or real lack of safe bicycle paths, with the fear of collision with motor vehicles (b); insufficient number of bicycle storage or parking facilities (c); little or no understanding or confirmation of the advantages of cycling as a means of transport (d). The key issues against cycling as a means of transport are: problems i.e. the need to use other means of transport (1); lack of time (2); lack of storage facilities (3); perception that cycling is not "cool" (4); the cost of cycling (5) [18]. The results of the research conducted in Edmonton show that the time spent in combined transport with cycling is much greater than cycling on "bicycle paths" or "cycling lanes" [19]. The safe bicycle parking is more important to cyclists than the showering facilities at the destination. Moreover, cycling on streets tends to be less unpleasant as the cycling experience grows [19]. Cycling safety (real or perceived) is in essence an emotional problem that attracted a lot of attention in the literature [20] [21]. It seems that the relative accuracy of the perception on cycling safety depends on the various levels of cycling experience and training. Some claim that cycling on the bicycle paths and lanes is really less safe in general than cycling in mixed traffic, at least for the cyclists that understand the basic rules of traffic and have the experience in effective cycling, which contradicts the conventional perception [20] [21]. The feeling of safety impacts the cyclists' behavior, either directly or with respect to the perceived conditions or via factors influencing both real and perceived safety. The length of travelling route is rarely shown as a

considerable factor [22] [23]. It is probable that the cyclists' efforts to ride more safely or comfortably lead to longer travelling times and bigger delays for the cyclists as well as motor vehicle drivers [24]. More importantly, if special parking for bicycles is provided only in some places or parts of the network, then at least some cyclists will have to deviate from their regular routes to enjoy these facilities [19]. Urban planning needs to address harmonious city development and the development of its infrastructure so the results of studies are used to improve the quality of life and humanization of urban spaces in the developed countries [3]. There is a greater need for an integrated transport system that combines and balances the use of various means of transport: trains, cars and other motor vehicles, public transport, cycling and walking [25]. Tradition, culture, relief and climate are the real barriers to more frequent cycling, although it is apparent that these factors are not necessarily critical [26]. Measures by the authorities (state, regional, city) in the field of traffic, economic policy and urban planning have a significant impact on the frequency of the bicycle use, especially in cities [5] [27]. Therefore, the afore-mentioned research in Sydney and the region [18] mentions both the motivators and effective initiatives, as the mentioned barriers to cycling simultaneously represent challenges that motivate cyclist to ride more often. There is a need for an increase in safety by building constructive infrastructure, particularly the clearly defined cycling lanes. Furthermore, it is paramount to provide bicycle storage at workplaces. It is necessary to make people think of the advantages, rather than disadvantages of cycling and certain financial incentives could be used with this in mind. Here, we deduce once again that the city authorities, academic communities and non-governmental organizations play a big role in improvement of cycling conditions. In Zagreb, the activities of non-governmental organizations aiming at the popularization of bicycle use for every-day personal transport and as a form of recreation are increasingly evident (associations "Udruga bicikl" and "Zelena akcija"). A strong impetus for the improvement of cycling conditions comes also from the association "Sindikata biciklista" (henceforth: SB), where they stress that the increased use of bicycles is one of the most important eco-friendly solutions for traffic congestions. This non-governmental organization has several goals: its primary goal is to promote cycling as a healthy, ecological and quick means of transport. It protects the cyclists' rights, promotes cycling and strives to improve cycling infrastructure. They stress their wish to make bicycle more appealing to the wider population, to transform cities so as to reduce the number of motor vehicles and increase the domination of pedestrians, cyclists and public transport.

The basic aim of this study is to determine which of the listed underlying factors for cycling influence the frequency of bicycle use as a means of transport, according to several criteria. Specifically, the first aim of the study is to determine the underlying cycling factors for cyclists in Zagreb (who are hypothetically motivated for more frequent and safer cycling and the improvement of cycling conditions). The second aim is to determine the link between different ways of participating in the city transport, with emphasis on the relations covered compared to other means of transport. Finally, the third aim is to determine the possibility of predicting proneness to cycling on the basis of groups of variables that represent all the crucial factors of cycling in Zagreb.

2. METHOD

Participants

The research was conducted in Zagreb and its surroundings. According to the 2011 census, Zagreb has 790,017 inhabitants and over 50 kilometers of bicycle paths. The research included a combination of intentional, but probably largely representative sample of the SB association members (N=1259) and a snowball sample of "typical" cyclists, i.e. people that use bicycles but are not members of SB (N=1831). At the time the research was conducted, the sample encompassed a great percentage of SB members, at the time numbering 1800 members (response of 70%). The participants' age was as follows: under 18 (46 or 1.6%), age 18-24 (619 or 20%), age 25-34 (1535 or 49.6%), age 35-44 (654 or 21.2%), age 45-54 (186 or 6%), age 55-64 (43 or 1.4 %), age 65 and over (7 or 0.2%). The age composition of the SB members was: under 18 (12 or 1.0%), age 18-24 (242 or 19.2%), age 25-34 (640 or 50.8%), age 35-44 (281 or 22.3%), age 45-54 (68 or 5.4%), age 55-64 (12 or 1.0%), age 65 and over (4 or 0.3 %). The age composition of non-SB members was: under 18 (36 or 2.0%), age 18-24 (380 or 20.8%), age 25-34 (891 or 48.7%), age 35-44 (373 or 20.4%), age 45-54 (116 or 6.3%), age 55-64 (32 or 1.7%), age 65 and over (3 or 0.2%). Of all the participants, 1643 were male and 1428 female: 642 male and 612 female SB members and 1001 and 816 female non-SB members. Prior to the research, the participants were informed of the overall purpose of the research (perception of cycling in Zagreb), however, in an unbiased way. The voluntary character of the participation and the possibility to stop at any moment was emphasized. The participants filled out the questionnaires online on the SB webpage <http://sindikاتبiciklista.hr/> during 2012, after receiving an invitation to participate via email. In other words, SB members were contacted and invited to a voluntary participation in the online research, and the SB members were also asked to refer two other "typical" cyclists they personally knew to the research, asking them to fill out the online

questionnaire (the estimated response was around 50%). According to the criterion used by Lukić, Prelogović and Rihtar [2] when selecting participants in their own research, non-SB member participants who cycled on average at least once a month (except possibly in the cold period) either as a means of transport or as a form of recreation were considered to be "typical" cyclists. This criterion was adopted when creating snowball sample of "typical" cyclists in this research.

Method of data collection

The "Bycycle survey of Sindikat biciklista" questionnaire was compiled by the SB members themselves: it consists of theme groups of questions with ordinal evaluation scales. The questions and the evaluation scales can be seen in Table 1.

Methods of statistical analysis

First, the descriptive statistic for all questionnaire items was determined, and then Friedman tests for comparison of multiple interdependent patterns were used to determine the variable differences within theme segments. To predict the proneness of cycling on the basis of individual groups of underlying factors of cycling in Zagreb, we used the complete multiple regression analysis so as to maximize quantity of the described variance. In multiple regression analysis and descriptive statistics, the ordinal variables are treated as quasi-quantitative (equidistant). Pearson's correlation coefficient determined the correlation between different ways of participation in the Zagreb city traffic. Canonic correlation coefficient established the link between predictor variable groups (Figure 1). All the analyses were done using SPSS 20.0 statistical package, while the all statistical significances are commented on the level of $p < 0.05$.

3. RESULTS

Table 1 clearly shows that all the participants in this research use bicycles very often, although not to cover especially big daily and weekly distances, and are on average willing to spend moderate amounts of money to support the work of the "Sindikat biciklista" association. The most common purpose of cycling is to go to work (then comes recreation, sport and trips), and the least common one is to go to school or college. Participants most often chose bicycle as their means of transport in the city, they walk fairly often and rarely use other means of transport and trains. Participants hardly ever combine cycling with e.g. a train or city transport (most probably because it is formally not allowed), but would mostly appreciate the possibility if the trains were easily accessible with bicycles. The most common traffic accidents involving cyclists in Zagreb are harassment by motor vehicle

drivers, whereas the accidents where they collide with cyclists while driving are the least frequent. The greatest barriers to cycling are the feeling of insecurity due to motor vehicles, but also the nonexistent or unconnected bicycle lanes, while the least common barriers are lack of companionship and hilly terrain. Finally, the participants rate the existing conditions that the city of Zagreb offers to cyclists highly inadequate, and the most negative is the fact that the city does not invest enough money in meeting the cyclists' needs, while better quality bicycle lanes/paths and other infrastructure would encourage them to cycle more often. The participants did not highly rate the statement that the yellow lanes are too narrow and inadequate for cycling, and that it is better not to have them (although they very often support the view).

Table 2 shows the correlations among different ways of participation in the Zagreb city traffic. Although many statistically significant correlations were found (due to a large number of participants), there are several marked in Table 2 that can not be leveled to the practically zero (in relation to the correlation coefficient's absolute value). The cyclists do not often participate in traffic as drivers or motorcyclists, or users of public transport (tram or bus). Pedestrians often combine walking and tram and bus transport and drivers rarely take a tram or bus and hardly ever walk. The ones that use trains also travel by tram and bus very often, and they often combine train with other means of transport.

Table 1 - The descriptive statistics and analysis of differences in representation of various cycling factors in zagreb

Items with belonging estimation scales	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	Friedman's test
Frequency of cycling in 2012 (0=not once – 4=daily)	0	4	3.042	1.106	-
Usual daily distance (0=1-4 km – 4= over 10 km)	0	4	2.270	1.022	
Weekly distance (0=under 20 km – 2= over 70 km)	0	2	1.073	0.676	
Purpose - going to work (0=never – 4=virtually daily)	0	4	2.700	1.535	$\chi^2=448.64^{**}$
Purpose - going to school, faculty... (0=never – 4=virtually daily)	0	4	1.840	1.749	
Purpose - going shopping (0=never – 4=virtually daily)	0	4	2.256	1.345	
Purpose - sport, recreation, trips (0=never – 4=virtually daily)	0	4	2.610	1.021	
Purpose - other (0=never – 4=virtually daily)	0	4	2.534	1.290	
Participation in Zagreb city transport – pedestrian (0=never – 4=regularly)	0	4	2.871	1.053	$\chi^2=6168.02^{**}$
Participation in Zagreb city transport – bicycle (0=never – 4=regularly)	0	4	3.012	1.112	
Participation in Zagreb city transport – automobile /motorcycle (0=never – 4=regularly)	0	4	1.850	1.314	
Participation in Zagreb city transport – city tram or bus transport (0=never – 4=regularly)	0	4	1.744	1.180	
Participation in Zagreb city transport – train (0=never – 4=regularly)	0	4	0.520	0.847	
Participation in Zagreb city transport – other (0=never – 4=regularly)	0	4	0.290	0.617	$\chi^2=6381.20^{**}$
Traffic accidents - collision with motor vehicle while cycling (0=never – 3=3 and more)	0	2	0.165	0.437	
Traffic accidents - collision with pedestrian while cycling (0=never – 3=3 and more)	0	3	0.818	1.114	
Traffic accidents - collision with other cyclist while cycling (0=never – 3=3 and more)	0	3	0.245	0.575	
Traffic accidents - collision with cyclist while walking (0=never – 3=3 and more)	0	3	0.622	1.010	
Traffic accidents - collision with cyclist while driving (0=never – 3=3 and more)	0	3	0.032	0.230	
Traffic accidents - harassment (honking, cursing, intentional dangerous driving...) by drivers (0=never – 3=3 and more)	0	3	1.918	1.225	
Traffic accidents - stolen bicycle (0=never – 3=3 and more)	0	3	0.300	0.629	$\chi^2=614.81^{**}$
Barriers - unconnected or nonexistent bicycle lanes (0=not important – 2=very important)	0	2	1.152	0.770	
Barriers - insecurity caused by motor vehicles (0=not important – 2=very important)	0	2	1.159	0.828	
Barriers - distance to destination (0=not important – 2=very important)	0	2	0.859	0.821	
Barriers - weather (0=not important – 2=very important)	0	2	1.117	0.681	
Barriers - hilly terrain (0=not important – 2=very important)	0	2	0.456	0.710	
Barriers - lack of showering facilities at destination (0=not important – 2=very important)	0	2	0.639	0.750	
Barriers - not owning bicycle (0=not important – 2=very important)	0	2	0.466	0.789	
Barriers - no cycling companion (0=not important – 2=very important)	0	2	0.283	0.558	$\chi^2=205.32^{**}$
City - better quality bicycle paths/lanes and other infrastructure would be encouraging (0=do not agree – 4=agree completely)	0	4	3.537	0.921	
City – does not invest enough money in cyclists' needs (0=do not agree – 4=agree completely)	0	4	3.585	0.770	
City - yellow lanes are too narrow and inadequate for cycling, it is better not to have them	0	4	3.277	1.094	
City - it is justifiable to reduce number of parking spaces in city center to improve conditions for cyclists and pedestrians (0=do not agree – 4=agree completely)	0	4	3.505	0.930	
City - Zagreb bike lanes should be built at the expense of motor traffic not of pedestrians (0=do not agree – 4=agree completely)	0	4	3.381	0.987	
City - Zagreb bicycle lanes are poorly maintained (0=do not agree – 4=agree completely)	0	4	3.475	0.861	

Table 2 - Correlation between different ways of participation in the Zagreb city traffic

	Pedestrian	Bicycle	Motor vehicle or motorcycle	Tram and/or city bus	Train	Train-bike combination	Other	Bike and other public transport (HŽ, ZET) combination
Pedestrian	1	-0.016	-0.185**	0.516**	0.174**	0.050*	0.082**	0.098**
Bike		1	-0.219**	-0.243**	-0.013	0.033	0.013	0.034
Motor vehicle or motorcycle			1	-0.216**	-0.079**	-0.096**	0.025*	-0.147**
Tram and/or city bus				1	0.235**	0.061**	0.104**	0.192**
Train					1	0.180**	0.294**	0.151**
Train-bike combination						1	.069**	0.092**
Other							1	0.063**
Bike and other public transport (HŽ, ZET) combination								1

**Correlation significant at $p < 0.01$ (two-sided); * Correlation significant at $p < 0.05$ (two-sided)

Table 3 shows the results of the complete multiple regression analysis with different variables of cycling barriers as predictors and three indicators of participation in Zagreb city traffic as criteria. Statistically significant predictors for the criterion of *frequency of cycling in 2012* are unconnected or nonexistent bicycle paths/lanes, weather conditions or not owning a bicycle. The worse are the weather conditions, and the more unconnected or nonexistent bicycle paths/lanes, the more frequent is the use of bicycle by cyclists and the less frequent is the use by those who do not own a bicycle. To predict *the most common daily distance* as

indicators of proneness to cycling, the best are the distance to destination, weather conditions and lack of shower/changing room facilities at the destination. Regardless of the inconvenience of no shower/changing room facilities at the destination or the distance to the destination, participants cover greater daily distances, while adverse weather conditions force them to shorten the distance. Statistically significant predictor for the criterion of *participation of cycling in city traffic* is not owning a bicycle, resulting in a less frequent participation of cycling in the city traffic.

Table 3 - The forecast of the three factors of cycling in Zagreb on the basis of cycling barriers

Criterion – cycling frequency in 2012		Complete regression analysis			
Predictors – cycling barriers		Beta	t	p (t)	
Unconnected or nonexistent bicycle paths/lanes		0.174	2.613	0.009	R=0.384; Adj. R ² =0.126 F (9. 362)= 6.963**
Insecurity caused by motor vehicles		-0.052	-0.788	0.431	
Distance to destination		0.055	1.001	0.318	
Weather conditions		0.121	2.144	0.033	
Hilly terrain		-0.062	-1.188	0.236	
No shower/changing room facilities at destination		0.037	0.710	0.478	
Can not cycle		-0.068	-1.360	0.175	
Do not own a bicycle		-0.249	-4.797	0.000	
No companionship		0.016	0.314	0.754	
Criterion – most common daily distance		Complete regression analysis			
Predictors – cycling barriers		Beta	t	p (t)	
Unconnected or nonexistent bicycle paths/lanes		-0.046	-0.733	0.464	R=0.492; Adj. R ² =0.223 F (7. 2863) =13.822**
Insecurity caused by motor vehicles		-0.045	-0.721	0.471	
Distance to destination		0.486	9.419	0.000	
Weather conditions		-0.123	-2.309	0.021	
Hilly terrain		-0.084	-1.711	0.088	
No shower/changing room facilities at destination		0.141	2.876	0.004	
Can not cycle		0.051	1.089	0.277	
Do not own a bicycle		-0.037	-0.752	0.452	
No companionship		0.038	0.804	0.422	
Criterion – participation of cycling in traffic		Complete regression analysis			
Predictors – cycling barriers		Beta	t	p (t)	
Unconnected or nonexistent bicycle paths/lanes		0.079	1.117	0.265	R=0.317; Adj. R ² =0.076 F (9. 331)= 4.115**
Insecurity caused by motor vehicles		-0.011	-0.155	0.877	
Distance to destination		-0.080	-1.368	0.172	
Weather conditions		0.018	0.299	0.765	
Hilly terrain		-0.028	-0.500	0.618	
No shower/changing room facilities at destination		0.059	1.058	0.291	
Can not cycle		-0.051	-0.951	0.343	
Do not own a bicycle		-0.273	-4.943	0.000	
No companionship		-0.022	-0.416	0.678	

Table 4 shows the results of the complete multiple regression analysis with different variables of cycling purposes as predictors and three indicators of participation in Zagreb city traffic as criteria. Statistically significant predictors for the criterion of *frequency of cycling in 2012* are all purposes of cycling, while going to work is the most significant predictor (all predictors are positively related to the criterion). To predict the *most common daily distance* as an indicator to proneness to cycling, the

best prognostic predictors are sport, recreation and trips (positively related to the criterion) then going to school/college and other (negatively related to criterion). Statistically significant predictors for the criterion of *participation of cycling in city traffic* are all except sports, recreation and trips. *Participation of cycling in city traffic* is positively related to the use of bicycle for the purpose of going to work, school/college shopping and other.

Table 4 -Prediction of three indicators for participation of cycling in Zagreb city traffic on the basis of the purpose of bicycle use

Criterion – <i>cycling frequency in 2012</i>		Complete regression analysis		
Predictors – purpose of bicycle use	Beta	t	p (t)	
Going to work	0.394	19.985	0.000	R=0.626; Adj. R ² =0.392 F (5. 778)= 229.173**
Going to school, college...	0.155	7.635	0.000	
Going shopping	0.109	4.983	0.000	
Sport, recreation, trips	0.072	3.493	0.000	
Other	0.197	8.790	0.000	
Criterion – <i>most common daily distance</i>		Complete regression analysis		
Predictors – purpose of bicycle use	Beta	t	p (t)	
Going to work	-0.030	-1.210	0.227	R=0.240; Adj. R ² =0.057 F (5. 1778)= 21.697**
Going to school, college...	-0.168	-6.621	0.000	
Going shopping	0.002	0.082	0.935	
Sport, recreation, trips	0.193	7.544	0.000	
Other	-0.058	-2.068	0.039	
Criterion – <i>participation of cycling in city traffic</i>		Complete regression analysis		
Predictors – purpose of bicycle use	Beta	t	p (t)	
Going to work	0.352	17.085	0.000	R=0.584; Adj. R ² =0.339 F (5. 1764)= 182.628**
Going to school, college...	0.204	9.569	0.000	
Going shopping	0.096	4.174	0.000	
Sport, recreation, trips	0.039	1.820	0.069	
Other	0.171	7.280	0.000	

Table 5 shows the results of the complete multiple regression analysis with different variables of traffic accidents involving cyclists in the last three years as predictors and four indicators of participation in Zagreb city traffic as criteria. Statistically significant predictors for the criterion of *frequency of cycling in 2012* are all traffic accidents in the last three years, except for the collision with a cyclist while driving a motor vehicle. The most significant predictor is the collision with a cyclist while walking (negatively related to the criterion). All the other predictors are positively related to the criterion: for the frequency of cycling, the cyclists are not discouraged by either collision with a motor vehicle while cycling, collision with another cyclist while cycling, harassment by motor vehicle drivers, nor by bicycle theft. To predict the *most common daily distance* as an indicator of

proneness to cycling, the best prognostic predictors are collision with another cyclist while cycling (positively related to the criterion) and bicycle theft (negatively related to the criterion). Statistically significant predictors for the criterion of *participation of cycling in the city traffic* are all predictors of traffic accidents. *Participation of cycling in the city traffic* is positively related to all of the predictors, except for the collision with a cyclist while walking and collision with a cyclist while driving (negatively related to the criterion). *Going to work by bicycle* is positively related to three predictors: collision with a motor vehicle while cycling, harassment by motor vehicle drivers and bicycle theft. *Going to work by bicycle* is negatively related to the collision with a cyclist while walking.

Table 5 - Prediction of four indicators of participation of cycling in Zagreb city traffic on the basis of traffic accidents while cycling in the last three years

Criterion – frequency of cycling in 2012		Complete regression analysis		
Predictors – traffic accidents in 3 years	Beta	t	p (t)	
Collision with motor vehicle while cycling	0.105	6.089	0.000	R=0.447; Adj. R ² =0.200 F (7, 2863)= 102.228**
Collision with pedestrian while cycling	0.165	8.182	0.000	
Collision with other cyclist while cycling	0.083	4.622	0.000	
Collision with cyclist while walking	-0.265	-13.877	0.000	
Collision with cyclist while driving	-0.022	-1.309	0.191	
Harassment (honking, cursing, intentional dangerous driving...) by drivers	0.291	16.749	0.000	
Stolen bicycle	0.055	3.225	0.001	
Criterion – most common daily distance		Complete regression analysis		
Predictors – traffic accidents in 3 years	Beta	t	p (t)	
Collision with motor vehicle while cycling	0.020	1.059	0.290	R=0.091; Adj. R ² =0.006 F (7, 2863)= 3.408**
Collision with pedestrian while cycling	-0.041	-1.837	0.066	
Collision with other cyclist while cycling	0.059	2.932	0.003	
Collision with cyclist while walking	0.017	0.794	0.427	
Collision with cyclist while driving	0.008	0.404	0.686	
Harassment (honking, cursing, intentional dangerous driving...) by drivers	0.027	1.400	0.162	
Stolen bicycle	-0.061	-3.242	0.001	
Criterion – participation of cycling in city traffic		Complete regression analysis		
Predictors – traffic accidents in 3 years	Beta	t	p (t)	
Collision with motor vehicle while cycling	0.090	5.127	0.000	R=0.423; Adj. R ² =0.177 F (7, 2811)= 87.478**
Collision with pedestrian while cycling	0.158	7.664	0.000	
Collision with other cyclist while cycling	0.055	2.978	0.003	
Collision with cyclist while walking	-0.243	-12.436	0.000	
Collision with cyclist while driving	-0.034	-1.975	0.048	
Harassment (honking, cursing, intentional dangerous driving...) by drivers	0.290	16.355	0.000	
Stolen bicycle	0.061	3.509	0.000	
Criterion – going to work by bicycle		Complete regression analysis		
Predictors – traffic accidents in 3 years	Beta	t	p (t)	
Collision with motor vehicle while cycling	0.070	3.374	0.001	R=0.241; Adj. R ² =0.055 F (7, 2313)= 20.453**
Collision with pedestrian while cycling	0.018	0.718	0.473	
Collision with other cyclist while cycling	0.032	1.454	0.146	
Collision with cyclist while walking	-0.141	-5.948	0.000	
Collision with cyclist while driving	-0.001	-0.049	0.961	
Harassment (honking, cursing, intentional dangerous driving...) by drivers	0.169	8.138	0.000	
Stolen bicycle	0.071	3.484	0.001	

Table 6 shows the results of the complete multiple regression analysis with different variables of city authorities' activities to facilitate cycling as predictors and four indicators of participation in Zagreb city traffic as criteria. Statistically significant predictors for the criterion of *frequency of cycling in 2012* are all actions by the city authorities to facilitate cycling, except for the statement that better quality bicycle paths/lanes and other infrastructure would be

encouraging to cycling. The statement that the yellow lanes are too narrow and inadequate for cycling, and that it is better not to have them is the only predictor negatively related to the criterion. All the other predictors are positively related to the criterion. To predict the *most common daily distance* as an indicator of proneness to cycling, no predictor is statistically significant, while all together provide a significant possibility to predict this criterion.

Table 6 - Prediction of four indicators of participation of cycling in Zagreb city traffic on the basis of city authorities' activities to facilitate cycling

Criterion – <i>frequency of cycling in 2012</i>		Complete regression analysis		
Predictors – city cycling conditions	Beta	t	p (t)	
Better quality bicycle paths/lanes and other infrastructure would be encouraging to cycling	-0.038	-1.756	0.079	
City does not invest enough money in cyclists' needs	0.050	2.194	0.028	
Yellow lanes are too narrow and inadequate for cycling, it is better not to have them	-0.060	-2.768	0.006	R=0.301; Adj. R ² =0.088
It is justifiable to reduce number of parking spaces in city center to improve conditions for cyclists and pedestrians	0.140	5.625	0.000	F (6. 2175)= 36.017**
Zagreb bicycle lanes should be built at the expense of motor traffic not of pedestrians	0.116	4.674	0.000	
Zagreb bicycle lanes are poorly maintained	0.136	5.876	0.000	
Criterion – <i>the greatest daily distance</i>		Complete regression analysis		
Predictors – city cycling conditions	Beta	t	p (t)	
Better quality bicycle paths/lanes and other infrastructure would be encouraging to cycling	-0.003	-0.139	0.889	
City does not invest enough money in cyclists' needs	-0.015	-0.641	0.521	
Yellow lanes are too narrow and inadequate for cycling, it is better not to have them	0.040	1.781	0.075	R=0.059; Adj. R ² =0.001
It is justifiable to reduce number of parking spaces in city center to improve conditions for cyclists and pedestrians	-0.025	-0.959	0.338	F (6. 2174)=1.251
Zagreb bicycle lanes should be built at the expense of motor traffic not of pedestrians	-0.030	-1.139	0.255	
Zagreb bicycle lanes are poorly maintained	0.012	0.481	0.630	
Criterion – <i>participation of cycling in city traffic</i>		Complete regression analysis		
Predictors – city cycling conditions	Beta	t	p (t)	
Better quality bicycle paths/lanes and other infrastructure would be encouraging to cycling	-0.031	-1.439	0.150	
City does not invest enough money in cyclists' needs	0.061	2.674	0.008	
Yellow lanes are too narrow and inadequate for cycling, it is better not to have them	-0.052	-2.366	0.018	R=0.301; Adj. R ² =0.088
It is justifiable to reduce number of parking spaces in city center to improve conditions for cyclists and pedestrians	0.125	5.015	0.000	F (6. 2134)= 35.554**
Zagreb bicycle lanes should be built at the expense of motor traffic not of pedestrians	0.120	4.803	0.000	
Zagreb bicycle lanes are poorly maintained	0.140	6.035	0.000	
Criterion – <i>going to work by bicycle</i>		Complete regression analysis		
Predictors – city cycling conditions	Beta	t	p (t)	
Better quality bicycle paths/lanes and other infrastructure would be encouraging to cycling	-0.073	-3.020	0.003	
City does not invest enough money in cyclists' needs	0.014	0.552	0.581	
Yellow lanes are too narrow and inadequate for cycling, it is better not to have them	0.017	0.707	0.479	R=0.169; Adj. R ² =0.025
It is justifiable to reduce number of parking spaces in city center to improve conditions for cyclists and pedestrians	0.078	2.847	0.004	F (6. 1773)= 8.761**
Zagreb bicycle lanes should be built at the expense of motor traffic not of pedestrians	0.072	2.631	0.009	
Zagreb bicycle lanes are poorly maintained	0.066	2.579	0.010	

Statistically significant predictors for the criterion of *participation of cycling in the city traffic* are all predictors of city authorities' activities to facilitate cycling, except for the statement that better quality bicycle paths/lanes and other infrastructure would be encouraging to cycling. *Participation of cycling in the city traffic* is positively related to four of the predictors, except for the statement that yellow lanes are too narrow and inadequate for cycling, and that it is better not to have them (negatively related to the criterion). *Going to work by bicycle* is positively related to three predictors: It is justifiable to reduce number of parking spaces in the city center to improve conditions for cyclists and pedestrians,

Zagreb bicycle lanes should be built at the expense of motor traffic not of pedestrians and Zagreb bicycle lanes are poorly maintained. *Going to work by bicycle* is negatively related to the statement that better quality bicycle paths/lanes and other infrastructure would be encouraging to cycling.

4. DISCUSSION

The main result of the research is that all the participants of the research cycle very frequently, most often to go to work (then for sport, recreation, trips) and least often to go to school or college. Although the participants are relatively young, they

tend to either cycle or walk to work as opposed to using other means of transport. The biggest barrier to cycling is the insecurity caused by motor vehicles, most often in relation to nonexistence of enough quality cycling infrastructure, which has to be improved in the city of Zagreb and its surroundings. Moreover, according to the predicted participants' habits, bicycle is a convenient means of transport as well as recreation in a big city, which is confirmed by foreign authors as well [1] [9]. However, city authorities should urgently improve the existing cycling infrastructure, as the experience in Australia [18] and Zagreb [2] showed. The results of this research show that it is difficult to combine cycling with other means of transport under the present conditions. The results of regression analyses show that among the cycling barriers annual cycling frequency is mostly affected by unconnected or nonexistent bicycle paths/lanes and unfavorable weather conditions, while predicting daily distance is affected by the weather conditions and distance to destination and lack of showers at the destination. In other words, those are the factors pertaining to the cycling safety [20] [21], whereas bicycle theft does not seem to be a big problem in Zagreb compared to Edmonton where the showers at the destination is second to storage safety on the importance scale [19]. In Zagreb, lack of showers at the destination affects shorter distances, they probably being the journey to work where having no showers may be inconvenient. While participation of cycling in city traffic and frequency of cycling are linked to almost all cycling purposes, long daily trips are mostly connected to recreation and negatively connected to going to school or college and other purposes. The length of daily cycling distance is probably affected by the rhythm of life, distance to the workplace or school/college and the amount of free time. Among the traffic accidents experienced by the cyclists in the last three years, various cycling frequency indicators can best be predicted with bicycle theft (all four indicators), collision with a motor vehicle while cycling, harassment by drivers and collision with another cyclist (three indicators). In other words, safety of cycling and parking are stressed as the most important cycling frequency indicators [19] [20] [21]. Finally, when predicting four indicators of participation of cycling in city traffic on the basis of city authorities' activities to facilitate cycling, almost all analyzed factors can reliably predict the length and frequency of cycling. *Better quality bicycle paths/lanes and other infrastructure as encouraging* are relatively the least useful to predict cycling, except negatively to predict cycling to work. Similar

is the situation with no need for *inadequate narrow yellow lanes*. Rational interpretation of these results is high probability that the people that are more likely to cycle in the city feel that the city authorities should significantly improve overall cycling conditions. All of this implies that probably the main conditions for a frequent and safe use of bicycles, for different purposes and at different frequency, are traffic accidents in the last three years, city authorities' activities to promote cycling and especially the purpose for which cyclists in Zagreb use the bicycle. Barriers to cycling are probably the least important group of factors that influence cycling frequency, which may indicate special importance of cycling for the participants in this research despite dangers they are exposed to due to unsatisfactory infrastructure.

Barriers that prevent people from regular cycling in Zagreb are similar to the ones in Sydney and the region [18], except for the negative image of cyclists and cycling among non-cyclists and few confirmed advantages of cycling as a means of transport (which were not included in this research). So, the perceived danger for cycling is conditioned by the perceived or real lack of safe cycling space, fear of collision with motor vehicles, insufficient number of storage or lockable parking facilities. As in Australia, the reason behind the need to use other means of transport is troubles with cycling such as the inevitable lack of time (i.e. slowness of cycling) and lack of storage facilities for bicycles [18].

In Figure 1 we can see the model with factors that are frequency correlates of cycling in 2012. The model clearly shows that all the analyzed factors in this research have a statistically significant influence on the cycling frequency, while the biggest coefficient values of the multiple regression are for the purpose of cycling. Canonic correlation of individual factors are statistically significant between various purposes of cycling and the traffic accidents while cycling in the last three years ($R=0.10$; $p<.01$); between various purposes of cycling and the city authorities' activities to facilitate cycling ($R=0.10$; $p<.01$), as well as traffic accidents while cycling in the last three years and the city authorities' activities to facilitate cycling ($R=0.12$; $p<.01$). The model that unites the results of this research shows that the actual frequency of cycling is linked to all listed factors, so the education of both cyclists and non-cyclists that participate in the city traffic, together with the city authorities' activities would undoubtedly contribute to a more frequent and safer cycling in traffic.

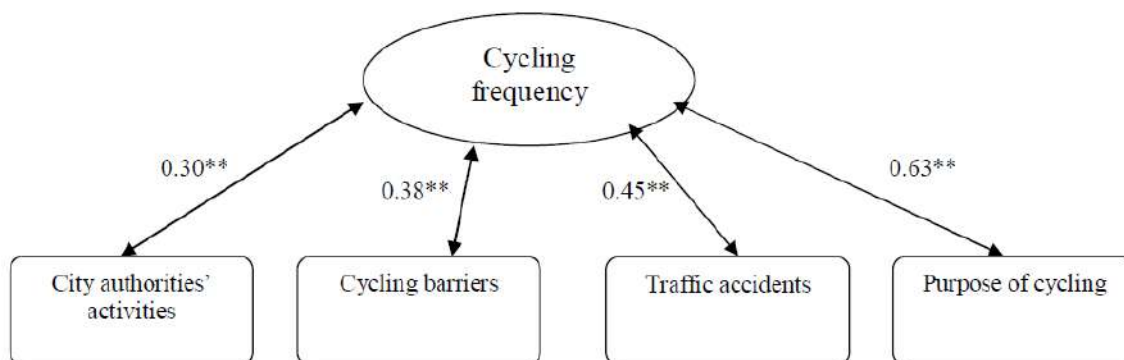


Figure 1 - Model of frequency factors in cycling (multiple regression coefficients)

An important advantage of the conducted research is the fact that it is the most comprehensive research done in Croatia to date examining cycling and cycling conditions in the city of Zagreb, and other Croatian urban areas. Moreover, all the participants of this research were cyclists unlike the research that compared the attitudes of cyclists and non-cyclists. An empirical study is important for a systematic approach to this problem, which can help formulate an empirically based definition of the program of the "Sindikat biciklista" association and other non-governmental associations dealing with these problems, as well as evaluate obtained results, similar to other projects conducted in big cities of Europe [4] [5] [6] [8] [9] and the world [18] [19] [21].

The main shortcoming of the research is relatively low representative snowball sample, which provided an insight into subsample of average cyclists. Furthermore, future research should, beside a wider representative sample, ask additional questions to participants, namely on positive or negative image of cyclists and cycling among non-cyclists and on advantage indicators of cycling when compared to other means of transport [18].

Practical application of the research results is potentially multifold: it indicates the guidelines for constructive social activities on the local as well as regional and state level, both with the aim of improving the cycling conditions and infrastructure, and of promoting sustainable growth awareness and healthy lifestyle.

As the experience from Sydney and the region showed, cycling barriers can turn into cycling incentive, which can be systematically worked on, for example by implementing the hypotheses of the theory of the reasonable action [28]. Australian researchers believe that the marketing activities need to be focused on: promoting cycling by stimulating public debates on cycling issues; stressing the current achievements and

improvement in this field; providing information on cycling to those interested in more active participation in cycling for whatever purpose; pointing out to employers the importance and desirability of cycling to work for their employees; stressing the responsibility of the (local) community through creation and offer of various possible programs; emphasizing the comparative advantage of cycling in relation to other means of transport; and informing cyclists (current and future) on safer cycling routes [25]. In other words, increased cycling safety can be achieved by providing more constructive infrastructure, e.g. clearly separated safe bicycle lanes and bicycle storage facilities (parking) at work and in front of colleges and schools, shops, banks and such. People need to be encouraged to think of advantages rather than disadvantages of cycling.

5. CONCLUSION

Participants of the research use bicycles very often, although they do not cover large distances. The biggest barriers to cycling are the feeling of insecurity caused by motor vehicles and nonexistent or unconnected bicycle paths. The participants rated the existing cycling conditions in the city of Zagreb as unfavorable, while better quality bicycle paths/lanes and other infrastructure would be encouraging. Cyclists are often pedestrians as well, and rarely drivers of motor vehicles, motorcyclists or users of tram or bus transport. The results of the regression analyses show that the prediction of frequency of cycling in traffic is possible on the basis of all groups of factors: purpose of bicycle use, cycling barriers, traffic accidents while cycling in the last three years and city authorities' activities promoting cycling. All the listed results provide guidelines for the local authorities and the cyclists themselves to improve the conditions for safer and more frequent use of bicycles in the city of Zagreb and its surroundings.

References

- [1] Plaut, P.O. (2005). Non-motorized commuting in the US. Transportation Research Part D, 10, 347–356.
- [2] Lukić, A., Prelogović, V., Rihtar, S. (2011). Planning a More Humane City: Student Expectations Concerning Bicycle Use and Transportation in Zagreb. Hrvatski geografski glasnik, 73(1), 111–132.
- [3] Gehl, J. (2010). Cities for People. Washington: Island Press.
- [4] Pucher, J., Dill, J., Handy, S. (2010). Infrastructure, programs, and policies to increase bicycling: An international review. Preventive Medicine, 50, 106–125.
- [5] Pucher, J., Buehler, R. (2008). Making Cycling Irresistible: Lessons from The Netherlands, Denmark and Germany. Transport Reviews, 28(4), 495–528.
- [6] Pooley, C., Horton, D., Scheldeman, G., Harrison, R. (2010). Shaping the city for walking and cycling: a case study of Lancaster (UK). Built Environment, 36(4), 448–461.
- [7] Pooley, C., Horton, D., Scheldeman G, Tight M, Harwatt H. Jopson A, Jones T, Chisholm A. (2011). Household decision-making for everyday travel: a case study of walking and cycling in Lancaster (UK). Journal of Transport Geography, 19, 1601–1607.
- [8] Gatersleben, B., Haddad, H. (2010). Who is the typical bicyclist? Transportation Research Part F, 13, 41–48.
- [9] Pucher, J., Buehler, R. (2010). Walking and Cycling for Healthy Cities. Built Environment, 36(4), 391–414.
- [10] Oja, P., Vuori, I., Paronen, O. (1998). Daily walking and cycling to work: Their utility as health-enhancing physical activity. Patient Education and Counseling, 33(1), 87–94.
- [11] Hrvatsko Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva (2010). European mobility week /on-line/. Available from: http://www.mzoip.hr/doc/ETK/Tematske_smjernice_2010.pdf (12.5.2013.)
- [12] Baker, L. (2009). How to Get More Bicyclists on the Road, Scientific American 2010 2009. (on-line). Available from: <http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=getting-more-bicyclists-on-the-road> (28. 6. 2011.)
- [13] Boström, L., Nilsson, B. (2001). A review of serious injuries and deaths from bicycle accidents in Sweden from 1987 to 1994. Journal of Trauma, 50, 900–907.
- [14] Missoni, E., Kern, J. (2003). Fatality risk factors for bicyclists in Croatia. Croatian Medical Journal, 44, 610–613.
- [15] Missoni, E., Kern, J. (2007). Schoolchildren and Bicycle Helmet Use in Croatia. Društvena istraživanja, 16(3), 577–587.
- [16] Lovrečić, V., Benjak, T., Vuletić, G. (2013). Subjective wellbeing of cyclists and physically inactive subjects. Kinesiology, 5(1), 101–106.
- [17] Bertić, I. (1994). Zagreb – metropola Republike Hrvatske. Geografski horizont, 40(2), 1–17.
- [18] New South Wales Government (2009). Research into Barriers to Cycling in NSW. Sydney: AMR Interactive Contacts. (on-line). Available from: http://www.pcal.nsw.gov.au/data/assets/pdf_file/0004/90904/Barriers_to_cycling_in_NSW_study.pdf (12.5.2013)
- [19] Hunt, J.D., Abraham, J.E. (2007). Influences on Bicycle Use. Transportation, 34(4), 453–470.
- [20] Forester, J. (1986). Effective Cycling. Cambridge, MA, USA: MIT Press.
- [21] Wilkinson, W.C., Clarke, A., Epperson, B., Knoblauch, R. (1992). The Effects of Bicycle Accommodations on Bicycle / Motor Vehicle Safety and Traffic Operations. Washington DC, USA: United States Department of Transportation.
- [22] Axhausen, K.W., Smith, R.L. (1986). Bicyclist link evaluation: a stated-preference approach. Transportation Research Record, 1085, 7–15.
- [23] Aultman-Hall, L.M. (1996). Commuter Bicycle Route Choice: Analysis of Major Determinants and Safety Implications. PhD Thesis. Hamilton ON, Canada: McMaster University.
- [24] Forester, J. (1996). How to make biking a real alternative. Transportation and Environment, 21, 59–61.
- [25] Buehler, R., Pucher, J. (2010). Cycling to Sustainability in Amsterdam. Journal of Environmental and Sustainability Issues, 21, 36–40.
- [26] Nankervis, M. (1999). The Effects of Weather and Climate on Urban Bicycle Commuters' Decision to Ride: A Pilot Survey. ARRB Road & Transport Research, 8(4), 85–97.
- [27] Pucher, J., Buehler, R. (2006). Why Canadians Cycle More Than Americans: A Comparative Analysis of Bicycling Trends and Policies. Transport Policy, 13, 265–279.
- [28] Ajzen, I. (1991). The Theory of Planned Behaviour. Organisational Behaviour and Human Decision Processes, 50, 179–211.



ОПТИМАЛНА ПОЛИТИКА ОДРЖАВАЊА ДРУМСКИХ МОСТОВА У СРБИЈИ

доц. др Машовић Снежана, дипл. инж. грађ.
Грађевински Факултет Универзитета у Београду, smasovic@grf.bg.ac.rs,

проф. др Раде Хајдин

Infrastructure Management Consultants, Zurich, Switzerland, Rade.Hajdin@imc-ch.com

Прегледни рад

Резиме: Имајући у виду да стање мостова има велики утицај на функционалност путне мреже, у свету су развијани системи управљања мостовима са циљем да се они одрже у прихватљивом стању уз минималне трошкове. Савремени системи управљања мостовима су базирани на пробабилистичком приступу и моделима прорадања елемената мостовске конструкције на бази Марковљевих ланаца. У раду се описују Марковљеви процеси и указује на могућност примене Марковљевог процеса одлучивања за избор оптималне политике одржавања друмских мостова у Србији. Илустративни пример, приказан у раду, је заснован на стварним подацима из Базе података о мостовима у Србији. Рад има за циљ афирмацију даљег развоја система управљања мостовима у Србији.

Кључне речи: системи управљања мостовима, Марковљеви ланци, оптимална политика одржавања.

OPTIMAL BRIDGE MAINTENANCE POLICY IN SERBIA

Snezana Mašović, Ph.D. CE

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

Rade Hajdin, Ph.D. CE

Infrastructure Management Consultants, Zurich, Switzerland, Rade.Hajdin@imc-ch.com

Review paper

Abstract: Considering that the bridges are vital component of the entire road network, bridge management systems are developing worldwide. The main goal of the bridge management system is to keep bridges in an acceptable condition for the intended purpose at minimum cost. The state-of-the-art Bridge Management Systems utilize probabilistic approach based on Markov chain to model bridge elements deterioration. In this paper, Markov processes are briefly presented in the light of their applicability for the choice of optimal preservation policy for road bridges in Serbia. An illustrative example, shown the paper, is based on actual data from the Serbian bridge database. The paper aims to promote further development of the bridge management in Serbia.

Keywords: Bridge management systems, Markov chain, optimal preservation policy.

1. УВОД

Почев од 1990. године записи са прегледа друмских мостова у Србији су унети у електронску базу података о мостовима (БПМ) [1], која је у надлежности ЈП „Путеви Србије“. БПМ садржи инвентарске податке и податке о стању мостова у тренутку прегледа за преко 2500 мостова у Србији. Формирање базе података о мостовима имало је за циљ да се прикупе расположиве информације ради установљивања приоритета у одржавању мостова у условима опште политичко-економске ситуације у Србији у последњих 20 година.

Постојећи напредни системи управљања мостовима, обично садрже модел којим се описује пропадање елемената мостова и модел за утврђивање оптималне политике одржавања. У том смислу база података о мостовима (БПМ) је само први корак у циљу развоја свеобухватног система управљања мостовима.

За развој ефикасног система управљања мостовима неопходно је предвидети пропадање елемената моста. Од осамнаест постојећих система управљања мостовима, разматраних је у прегледном документу [2], девет система управљања мостовима може да предвиди пропадање, од чега пет користи пробабилистичке методе. Као математички модел при опису пропадања неког елемента најчешће се користе модели стохастичких процеса као што је Марковљев ланац. Ове моделе користе светски познати системи за управљање мостовима као што су PONTIS у SAD [3] и KUBA у Швајцарској [4].

Након развоја модела за опис пропадања елемената моста неопходно је формулисати и модел за утврђивање оптималне политике одржавања. За решавање проблема оптимизације на нивоу мреже мостова најчешће се користи Марковљев процес одлучивања као екстензија Марковљевих ланаца пропадања. У раду је, након језгровитог приказа Марковљевих процеса, формулисан модел пропадања елемената мостовске конструкције и анализирана могућност његове примене за избор оптималне политике одржавања мостова у републици Србији.

2. МАРКОВЉЕВИ ПРОЦЕСИ

Марковљев процес је стохастички процес који има широку примену при моделирању реалних појава у различитим областима (економија, медицина, управљање, теорија игара, итд.). Кључна одлика овог процеса је Марковљево својство према коме будуће стање система зависи искључиво од тренутног стања.

2.1. Дискретни Марковљев ланац

Стохастички процес $\{X_t | t = 0, 1, 2, \dots\}$ је дискретан Марковљев ланац ако важи $P\{X_{t+1} = j | X_0 = k_0, X_1 = k_1, \dots, X_{t-1} = k_{t-1}, X_t = i\} = P\{X_{t+1} = j | X_t = i\}$ за сваки тренутак времена $t = 0, 1, 2, \dots$ и сваки низ стања i, j . Ако вероватноће прелаза из стања i у стање j не зависи од дужине трајања процеса Марковљев ланац је хомоген, а вероватноће стационарне: $p_{ij}(t) = P\{X_{t+1} = j | X_t = i\} = p_{ij} = \text{const.}$ У највећем броју случајева практичне примене модела Марковљевих ланаца процес се може апроксимирати хомогеним Марковљевим ланцима.

Вероватноће прелаза се обично изражавају као квадратна матрица ранга k (где је k број стања), која се назива матрица прелаза P за један временски интервал. Како се елемент мора налазити у једном од k могућих стања, збир свих чланова једне врсте матрице је 1, тј. матрица прелаза је стохастичка матрица. Процес је у потпуности описан матрицом прелаза P .

Условна вероватноћа да након m временских интервала елемент пређе из стања i у стање j ($p_{ij}(m)$) се код стационарних дискретних Марковљевих ланаца одређује као одговарајући елемент матрице P^m .

Ако се Марковљев процес са коначним бројем стања одвија довољно дуго успоставља се такозвано стабилно или гранично стање расподеле које представља дугорочне вероватноће боравка система у поједином стању. Математички ово се изражава као:

$$\pi = \pi \cdot P \quad (1)$$

где је π вектор граничних вероватноћа; P матрица прелаза.

Стабилно стање система је независно од почетног стања система те је очито да је оно од највећег значаја при изучавању процеса који се апроксимирају Марковљевим ланцима.

2.2. Марковљев процес одлучивања

На појаву која се одвија по моделу Марковљевог процеса могуће је извршити утицај тако што се предузима нека интервенција (акција), означена са a_i , када се систем налази у одређеном стању i . Предузимањем те акције мењају се вероватноће прелаза из посматраног стања i у стање j , које су сада означене са $p_{ij}(a)$. Настаје нова матрица прелаза, односно нови Марковљев ланац. Поред тога, свака акција производи одговарајуће трошкове. За свако стање постоји минимално једна доступна акција, такозвана "не предузимај ништа".

Тада су вероватноће прелаза из тог стања идентичне вероватноћама полазног Марковљевог процеса. Уобичајено је да ова акција не производи директне трошкове. За сваку комбинацију стања и акција формира се нови Марковљев ланац, односно настаје фамилија Марковљевих ланаца. Сваки од формираних Марковљевих ланаца поседује своје стабилно стање. Марковљев процес одлучивања је заправо проналажење оптималног (економски најисплативијег) стабилног стања.

Политиком се назива скуп уређених парова (i, a_i) при чему је сваком стању i придружена акција a_i . Трошкови ове акције се означавају са $c_i(a)$. Критеријум оптималности се начешће поставља на економском нивоу што значи да је потребно одредити комбинацију стања и акција које дугорочно производе најниже трошкове. Два најзначајнија метода за одређивање оптималне политике су итерација политика и линеарно програмирање. Линеарни програм је математички оквир налажења минимума линеарне функције трошкова изражене на следећи начин:

$$\min \sum_{i \in S} \sum_{a \in A} c_i(a) x_{ia} \quad (2)$$

где су: x_{ia} – (непознате) дугорочне релативне фреквенце елемената у стању i на које се примењује акција a_i ; S скуп свих могућих стања; A скуп свих могућих акција. Непознате (x_{ia}) морају да испуне одређене услове. Један скуп услова означава да се ради о дугоричном стабилном стању, што подразумева да је број елемента који у временском кораку напуштају стање j једнак броју елемената који у њега улазе у том периоду. Математички је то изражено као:

$$\sum_{a \in A} x_{ja} - \sum_{i \in S} \sum_{a \in A} p_{ij}(a) x_{ia} = 0, \quad \forall j \in S \quad (3)$$

Условних једначина (3) има колико и стања. Такође се као услов поставља да се у сваком стању предузима нека акција (макар "не предузимај ништа"), што се математички исказује као:

$$\sum_{i \in S} \sum_{a \in A} x_{ia} = 1 \quad x_{i,a} \geq 0 \quad \forall i \in S, a \in A \quad (4)$$

Овако формулисан линеарни програм има јединствено решење у смислу да се сваком стању i придружује акција a_i . Треба истаћи да линеарно програмирање омогућава употребу пробабилистичких ограничења тако што се могу поставити и допунски услови нпр. по заступљености одређеног стања i у дугорочној расподели стања под одређеном политиком. У том се случају као решење најчешће добијају процети елемената у одређеном стању на које се примењују различите акције.

3. ПРИМЕНА МАРКОВЉЕВИХ ПРОЦЕСА У УПРАВЉАЊУ МОСТОВИМА

Модел којим се апроксимира пропадања елемената моста произилази из специфичних фактора типичних за мостове: релативно мали број стања, дуг експлоатациони век и чињенице да је пропадање често изазвано појавама које се не уочавају при визуелним прегледима. За модел пропадања, које се изражава путем дискретне скале стања, Марковљев процес се чини као најбољи избор. Чињеница да су неки од најразвијенијих система управљања мостовима ко што су PONTIS у САД и KUBA у Швајцарској усвојили овај модел говори у прилог томе.

3.1. Марковљеви ланци као модел пропадања елемената моста

У моделу пропадања неког елемента моста Марковљев ланац полази од класе стања 1 (нов мост) у тренутку времена ($t_0=0$) и сукцесивно пролази кроз свако наредно стање док не достигне најгору класу стања у математици познато као апсобојуће стање. Реална процена матрице прелаза за процес пропадања је од изузетног значаја јер представља основу за предвиђање пропадања. Матрица прелаза се може одредити статистичком обрадом постојећих података са записа о прегледима мостова, или, ако ови подаци не постоје, на основу експертских процена.

Може се претпоставити да у периоду од једне године елемент моста или остаје у класи стања у којој је био или прелази у следећу лошију класу стања, чиме матрица прелаза за период од једне године добија следећи облик:

$$P = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & p_{22} & p_{23} & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & 0 \\ \dots & \dots & 0 & p_{k-1,k-1} & p_{k-1,k} \\ 0 & \dots & \dots & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (5)$$

,где је k број могућих стања.

Како је стационарни Марковљев ланац засниван на експоненцијалној расподели, очекивано време боравка у стању се може одредити према:

$$E(\tau_i) = \frac{1}{1 - p_{ii}} \quad (6)$$

Непознато је укупно $k-1$ годишњих вероватноћа да ће елемент остати у класи стања у којој је затечен (p_{ii}). Ове непознате величине се могу одредити статистичком методом максималне веродостојности.

Међутим, у светским размерама, не постоји довољно записа о елементима мостова који се налазе у нижим, односно веома лошим стањима, пошто се обично мостовима не допушта да пропадају до најгорег стања, зато је веома тешко одредити елементе доњег десног квадранта матрице приказане изразом (5).

3.2. Марковљев процес одлучивања у управљању мостовима

Поред матрице прелаза Марковљевог модела прорадања, вероватноће $p_{ij}(a)$, које представљају ефикасност одређене интервенције a у стању i , представљају други значајни чинилац Марковљевог процеса одлучивања.

Уколико постоје подаци о стањима елемената моста непосредно пре и непосредно након извршене одређене интервенције и ове се величине могу одредити статистичком методом максималне веродостојности. Међутим, то најчешће није случај, те се ове вредности усвајају на бази експертског мишљења. То није изненађујуће, пошто се тешкоће које се јављају при обради података за одређивање матрице прелаза Марковљевог ланца пропадања, мултиплицирају.

Процена трошкова различитих интервенција је свакако пресудна за оптимизацију базирану на критеријуму минималних трошкова. Како је сваки мост јединствен, било по свом окружењу или положају у мрежи, записи о трошковима претходних сличних интервенција на другим мостовима, под условом да постоје, нису од велике користи на нивоу пројекта. У ту се сврху оквирно може употребити ценовник радова на редовном одржавању путева или слична документа. Док се за неке често обављане интервенције (обично примењиве у бољим стањима конструкције) трошкови могу веома прецизно предвидети, трошкови обимних интервенција (које се примењују у лошијим стањима елемената конструкције) веома варирају. На нивоу мреже мостова могуће је и ове трошкове проценити као средњу вредност трошкова сличних интервенција обављених на већем броју мостова.

4. ИЛУСТРАТИВНИ НУМЕРИЧКИ ПРИМЕР

Ради илустрације предложеног поступка примењен је Марковљев процес одлучивања за одређивање оптималне политике одржавања друмских мостова у Србији, уз употребу података из базе података о мостовима (БПМ).

Може се рећи да стање базе података о мостовима у Србији веродостојно осликава стање у држави и друштву у периоду након 1990. године. Иако, према Правилнику о Техничким Нормативима за Експлоатацију и Редовно Одржавање Мостова [5], редовне прегледе треба вршити на две, а главне на шест година, највећи број (преко 99%) мостова у Србији је, према подацима из базе, прегледан свега два пута у периоду 1990-2008. године. Интервали између два узастопна прегледа значајно варирају (према записима из БПМ између 1 и 18 година, са просечним интервалом од чак 12 година).

Интервал између два тренутка времена t_i и t_{i+1} (за који се установљава матрица прелаза) обично одговара периоду између два узастопна прегледа. Међутим, овај интервал, према записима у БПМ, значајно варира те се као логичан избор временског интервала, у овом раду усваја једна календарска година.

4.1. Моделирање пропадања друмских мостова у Србији

За одређивање годишње матрице прелаза за носеће елементе конструкције моста примењен је ЕМ алгоритам, детаљно описан у раду [6]. Претходно је извршена конверзија описног стања према БПМ у класе стања на начин приказан у Табели 1.

Табела 1. Опис и класе стања за носеће елементе моста

Опис стања	Класа стања
Добро,	1
Прихватљиво	2
Неповољно	3
Лоше	4
Врло лоше	5
Опасно	6

За примену ЕМ алгоритма неопходна су минимално два sukcesивна записа са прегледа мостова, што БПМ и садржи за готово све мостове. Међутим, услед недостатка записа о извршеним поправкама изгледа као да се стање елемената веома великог броја мостова, ни након просечних 12, година није променило. Овакви "груби" (необрађени) подаци из базе доводе до драстичног потцењивања степена пропадања елемената мостова. Зато је било неопходно усвојити одређене претпоставке у погледу недостајућих података о интервенција на мостовима како би се дошло до реалније слике пропадања елемената конструкције моста. Како би се избегла манипулација изворних података употребљени су изворни подаци уз претпоставку да су поправки елемената мостова обављене 1999. год. у оквиру обимне кампање обнове, након НАТО бомбардовања.

Како је база формирана 1990. године, за већину мостова је први преглед, обављен пре НАТО бомбардовања. Ако је, међутим, следећи преглед обављен неколико година након НАТО бомбардовања није оправдано тај запис сматрати следећим sukcesивним стањем с обзиром да не постоје подаци о евентуалној поправци из периода обнове. Другим речима, за ове мостове се располаже само једним веродостојним податком (записом са првог прегледа), што је недовољно за формирање математичког модела. Број мостова за који постоје подаци са два прегледа, при чему су оба обављена након кампање обнове је релативно мали (око 10% од укупног броја). Уколико се претпостави да је класа стања свих елемената непосредно након изградње моста, класа 1 (најбоље стање) и да није било никаквих поправки до првог прегледа, тада и за мостове који су прегледани само једном постоје два податка: почетно стање и стање на првом прегледу. Претпоставка да није било поправки елемената моста у периоду од изградње па до првог прегледа се може сматрати оправданом у случају мостова који нису имали више од 20 година при првом прегледу. На описани начин се долази од неопходна два податка за скоро све мостове из базе и они се даље користе за одређивање матрице прелаза за период од једне године.

Вероватноће да се елемент моста након t година (при старости од t година) нађе у одређеној класи стања $i \in \{1, 2, 3, \dots, 6\}$ осликава релативне фреквенце $q_i(t)$ класа стања при одређеној старости (расподелу класа стања при старости t):

$$[q_1(t) \ q_2(t) \ q_3(t) \ q_4(t) \ q_5(t) \ q_6(t)] = [1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0] \cdot P^t \quad (7)$$

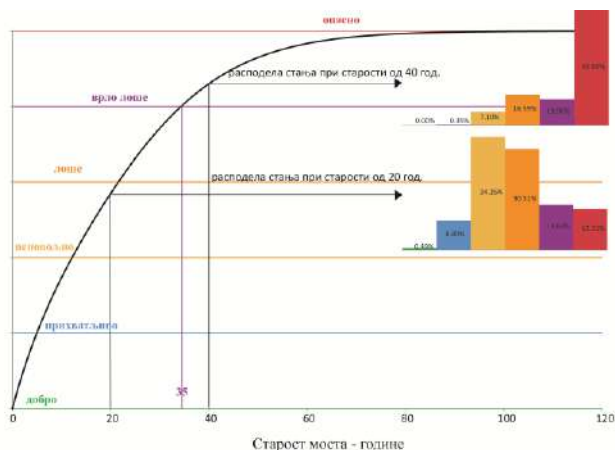
Очекивана класа стања за сваки елемент моста при старости t се одређује као:

$$E(Q(t)) = [1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0] \cdot P^t \cdot \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \end{bmatrix} \quad (8)$$

Очекиване класе стања за поједине елементе мостовске конструкције, одређене помоћу годишњих матрица прелаза су такође приказане у раду [6].

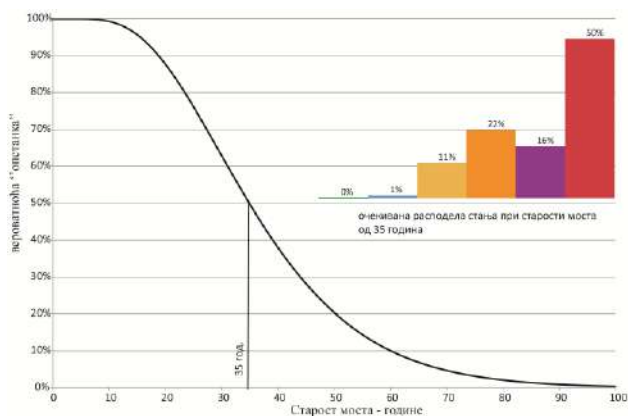
Међутим, иако се стање сваког појединачног елемента моста може, на основу претходно одређених матрица прелаза, проценити и даље остаје питање како се стања појединачних елемената одражавају на укупно стање моста.

Методологија, која је развијена у Институту за путеве, а на којој је заснована БПМ, наглашава значај носећих елемената конструкције моста дајући им већи фактор значаја при одређивању рејтинга као суме оцена свих елемената. То индицира да се свеукупно стање моста може изједначити са стањем његовог најлошијег носећег елемента. Усвајајући такав приступ пропадање моста као целине се може симулирати у складу са прогнозираним пропадањем његових носећих елемената према расподелама стања ових елемената током времена. Очекивано стање моста, одређено на овај начин, приказано је на Слици 1., где су приказане и расподеле стања при старости моста од 20 и 40 година. Уочава се да се "врло лоше" стање у средњој оцени јавља већ при старости од 35 година. Имајући у виду просечну старост мостова у Србији од око 40 година, намеће се закључак да се веома лоше стање мостова може и очекивати.



Слика 1. Очекивано стање моста према најлошијем носећем елементу током времена

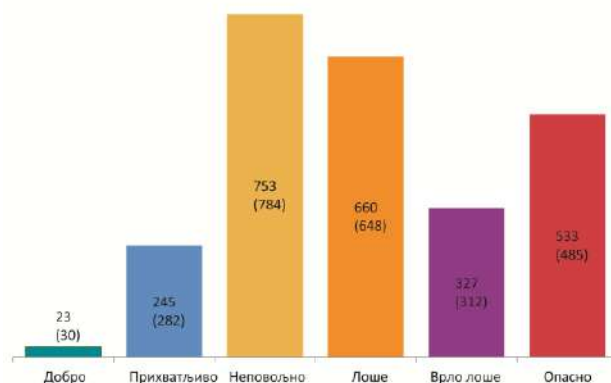
На Слици 2. приказана је "функција опстанка" која представља вероватноћу да ни један од носећих елемената моста не буде у стању "опасно".



Слика 2. Вероватноћа "опстанка" моста одређена према стању најлошијег носећег елемента

Са Слике 2. се може уочити да се очекује да се макар један од носећих елемената са вероватноћом од 50% нађе у стању "опасно" при старости моста од 35 година.

Прогноза стања мостова у Србији, на основу последњег записа са прегледа преузетог из БПМ, урађена је за 2014. годину и приказана у раду [7]. Ова је прогноза урађена под претпоставком да није било никаквих поправки на мостовима од последњег записа, пошто записи о поправкама нису унети у базу. На Слици 3. дата је прогноза стања за 2015. годину (вредности у заградама приказују прогнозирано стање за 2014. год.). Имајући у виду догађаје од маја 2014. године као и санације мостова које су након тога уследиле, може се претпоставити да за одређени број мостова стање више није "опасно", али без ажурирања базе тешко је рећи о колико се стварно мостова ради.

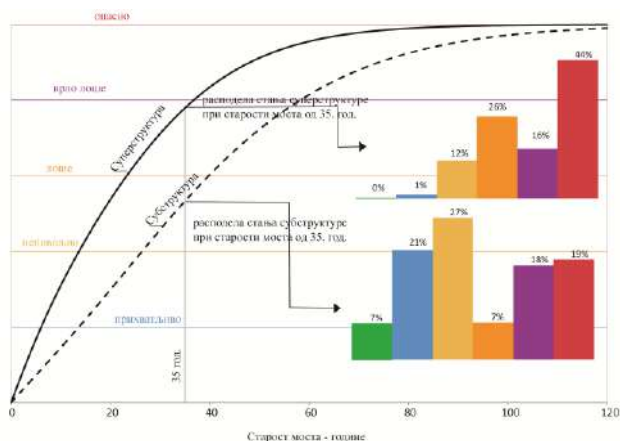


Слика 3. Очекивани број мостова у појединим класама стања у 2015. (2014.) под претпоставком да није било радова на конструкцији моста након последњег записа

Предложени модел, према резултатима приказаним на Слици 3., предвиђа да се у периоду 2014-2015., број мостова у класи стања "опасно" увећава за 48. Може се претпоставити да су неки од њих санирани након поплава од маја 2014. године, али подаци о томе још нису унети у базу. Како база није редовно ажурирана (махом услед недостатка средстава за преглед мостова) чак 256 мостова, на основу записа са последњег прегледа (закључно са 2008-мом годином), има бар један од носећих елемената у стању "опасно". Иако је сасвим могуће да је на ових 256 мостова извршена санација (што би значило да не треба очекивати да се и они нађу у класи стања "опасно" 2015. год.), записа о томе нема у бази. Ипак, треба назначити да се углавном ради о мањим мостовима (мањег распона и површине), премда индиректни трошкови "отказивања" ових мостова услед прекида путне везе могу бити значајни, како је то приказано у раду [8].

Да би се проценило пропадање горњег строја (суперструктуре) и доњег строја (субструктуре), примењен је сличан поступак на групе елемената који чине суперструктуру (плоча, главни носачи и попречни носачи), односно субструктуру (крајњи и средњи стубови и темељи). Резултати су приказани на Слици 4., где се уочава да горњи строј (суперструктура) брже пропада од доњег строја (субструктуре), што је очекивано.

Појединачно ни суперструктура ни субструктура при старости моста од 35. година, нема 50% вероватноћу достизања стања "опасно", док за њихову комбинацију, односно мост као целину постоји 50% вероватноћа стања "опасно".



Слика 4. Очекивано стање суперструктуре и субструктуре моста током времена

За суперструктуру, 50% вероватноћа отказа (појаве стања "опасно") се достиже при старости моста од 37. година, док се то дешава на субструктури при старости моста од 54. године.

4.2 Избор оптималне политике одржавања

За избор оптималне политике одржавања, а у складу са Марковљевим ланцем као моделом пропадања моста, консеквентно се користи Марковљев процес одлучивања.

Иако се стање моста може окарактерисати стањем његовог најоштећенијег носећег елемента, како је то учињено у претходном поглављу, треба имати у виду да трошкови интервенција на различитим елементима нису уједначени. Зато је са становишта управљања мостовима, оправдано повезати стање групе елемената са односом трошкова интервенција на њима, што се може постићи увођењем тежинских коефицијената за поједине групе елемената: горњи строј, доњи строј и опрема (група који чине лежишта и дилатационе справе).

Оцена моста („фиктивна“ класа стања) је одређена као тежинска вредност оцена појединих група према следећем изразу:

$$O_M = c_{gs} \cdot O_{gs} + c_{ds} \cdot O_{ds} + c_o O_o \quad (9)$$

где су:

O_M = оцена моста ("фиктивна" класа стања); c_{gs} = тежински коефицијент за горњи строј; c_{ds} = тежински коефицијент за доњи строј; c_o = тежински коефицијент за лежишта и дилатације; O_{gs} = оцена горњег строја; O_{ds} = оцена доњег строја; O_o = оцена опреме.

Тежински коефицијенти примењени у изразу (9) су усвојени као релативан однос трошкова при извођењу горњег строја, доњег строја и опреме. Ови односи су одређени у према литератури [9] и износе: $c_{gs} = 0.59$; $c_{ds} = 0.26$; $c_{l,d} = 0.15$.

На овај начин је за сваки мост одређена „фиктивна“ класа стања, базирана на односима монетарних вредности појединих група елемената (**не** на значају тих елемената). Тиме је, поред истицања вредности горњег строја, омогућено да се цене анализирају према површинама мостова (како су ове обично и приказане).

Симулација, слично као и за процену класе стања моста по основу најгорег носећег елемента, одређена је матрица прелаза Марковљевог ланца за овако дефинисана „фиктивна“ стања. Она се даље користи као матрица пропадања у Марковљевом процесу одлучивања.

За примену Марковљевог процеса одлучивања примењене су интервенције, чије се ефикасности и трошкови по m^2 површине моста приказане у Табели 2. Ефикасности мера, приказане у табели 2, су у сагласности са искуствима у свету, док су трошкови каилбрирани, такође према светским искуствима [10], уз уважавање разлика у ценама рада и материјала у Србији у односу на светске цене према следећем изразу:

$$C = 0.6 + 0.4 \cdot \frac{PPP_{SR}}{PPP_{USA}} \quad (10)$$

где су:

PPP_{SR} паритет куповне моћи у Србији и PPP_{USA} – паритет куповне моћи у Сједињеним Америчким Државама. Такође је усвојено да материјал учествује у укупној цени са 60%, а радна снага са 40%.

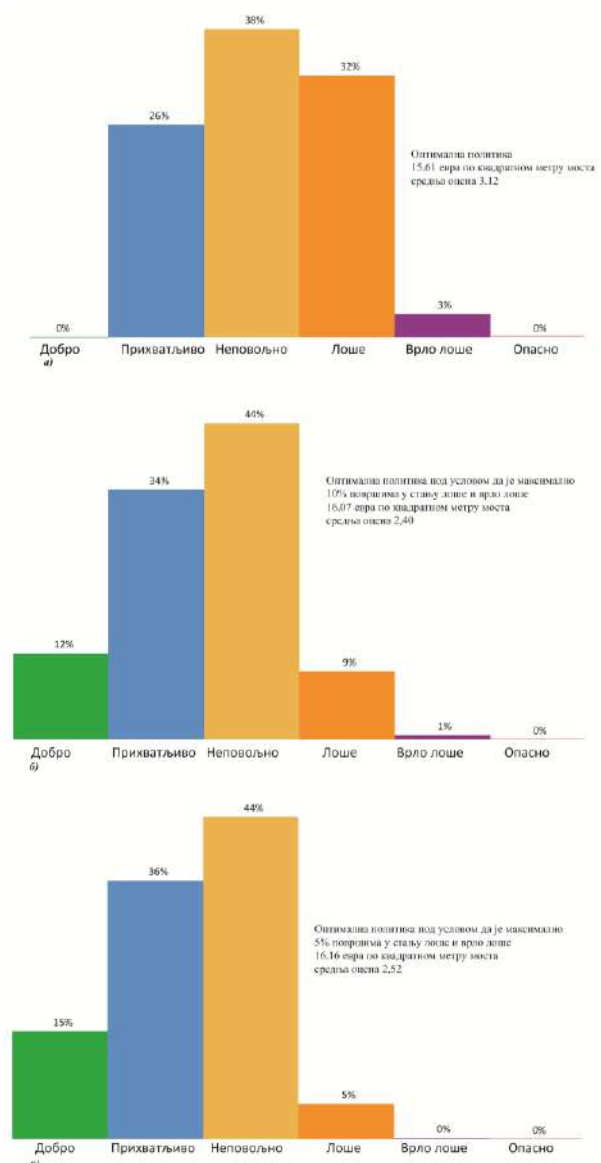
Tabela 2. Преглед мера са одговарајућим ефикасностима и трошковима

Оцена моста	Интервенција	Ефикасност			Тро-шкови €/m ²
		1	2	3	
3	Поправка	0.60	0.30	0.10	280
	Санација	0.90	0.10	0.00	400
4	Санација	0.85	0.15	0.00	480
	Рехабилитација	0.98	0.02	0.00	680
5	Санација	0.00	0.85	0.15	540
	Рехабилитација	0.98	0.02	0.00	800
	Замена	1.00	0.00	0.00	960
6	Рехабилитација	0.00	0.98	0.02	800
	Замена	1.00	0.00	0.00	1120

Применом линеарног програма одређује се дугорочна оптимална политика одржавања која се састоји у томе да се при „фиктивној“ оцени моста 5 изврши санација док се мост **не сме** налазити у опасном стању те је неопходна замена. При томе су годишњи трошкови овакве политике износе 15.61€/m².

На Слици 5а). се уочава се да се при дугорочној примени економски оптималне политике веома велика површина мостова (32%) налази у „лошем“ стању, што је за очекивати пошто се интервенција предузима тек у „врло лошем“ стању. Да би се проценили годишњи трошкови уколико се као услов постави да се дугорочно не сме налазити више од 5% (или 10%) мостовских површина, спроведен је Марковљев процес одлучивања са овако додатим условом. Резултати су приказани на Слици 5б). и 5ц).

Годишњи трошкови, под условом да се 10% површина налази у стањима „лоше“ и „врло лоше“ износе 16.07 €/m², док оптимална политика у овом случају налаже да се примењује санација и на 28% мостовских површина које се налазе у стању „лоше“ (пored санације на свим површинама које су у стању „врло лоше“). Годишњи трошкови, под условом да се само 5% површина налази у стањима „лоше“ и „врло лоше“ износе 16.16 €/m², док оптимална политика у овом случају налаже да се примењује санација и на 66% мостовских површина које се налазе у стању „лоше“ (пored санације на свим површинама које су у стању „врло лоше“). На Слици 5. приказане су и одговарајуће очекиване „фиктивне“ класе стања. Приказани пример илуструје употребу допунских услова у виду постављених пробабилистичких ограничења. Како се из овог примера може уочити релативно мало повећање годишњих трошкова по m² површине моста постиже се знатно боље свеукупно стање мостова. Треба међутим, имати у виду да је површина под мостовима око милион m², што значи да би се постигло стање на слици 5ц)., потребно је годишње издвојити око пола милиона еура више него ако се користи оптимална политика - Слика 5а). (под којим се око 40% површине налази у лошем или веома лошем стању).

**Слика 5.** Годишња расподела површина мостова по стањима при примени одређене оптималне политике:

а – по основу трошкова;

б – уз услов да 10% мостова буде у лошем и веома лошем стању;

ц – уз услов да 5% мостова буде у лошем и веома лошем стању

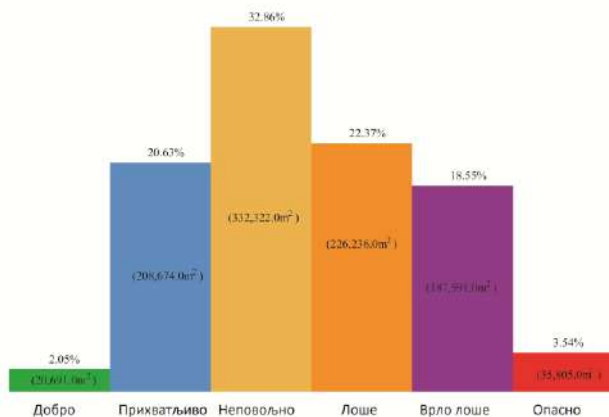
4.3. Прогноза потребних средстава за 2015. годину

Марковљев процес одлучивања одређује дугорочну оптималну политику која не зависи од почетног стања. То значи да ће, без обзира у каквом се стању мостови тренутно налазе, доследном применом те политике расподела по класама стања бити стабилна након извесног броја година са минималним годишњим трошковима. Међутим, уколико се почетно стање, у посматраном случају у текућој 2015. години, знатно разликује од оптималног стабилног стања почетак примене овако одређене оптималне политике ће изискивати знатна материјална средства.

За процену средстава потребних за одржавање мостова потребно је установити стање мостова у текућој години. Како се стварно стање може установити новим прегледом (што такође захтева знатна финансијска средства, с обзиром на број мостова), могуће је на основу последњег прегледа и матрица прелаза Марковљевог ланца (како је то описано у претходном тексту), проценити стање мостова у текућој години – Слика 3.

Треба, међутим, имати у виду да је класа стања моста приказана на Слици 3. одређена према стању најлошијег носећег елемента те је, имајући у виду да су трошкови интервенција на појединим групама елемената неуједначени, уведена је „фиктивна“ класа стања, описана изразом (9), како би се оптимизација спровела по m^2 мостовске површине.

Сваком мосту, сходно његовој „фиктивној“ класи стања утврђеној на последњем прегледу, придружује се његова површина како би се одредила пројекција расподеле „фиктивних“ класа стања по површинама за 2015. годину. Резултати су приказани на Слици 6. Разматра се укупно 2751 мостова укупне површине 1,011,319.6 m^2 .



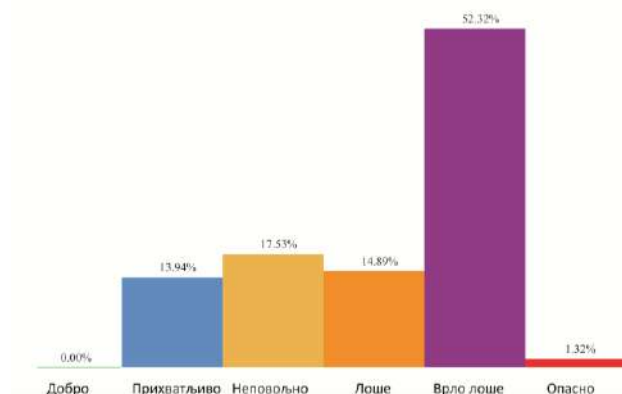
Слика 6. Пројекција стања површина мостова у Србији за 2015

Уочава се значајна разлика међу расподелама приказаним на Слици 5а), која се дугорочно достиже под економски оптималном политиком, и расподеле на Слици 6., која представља прогнозу стања у 2015. години (стварно стање се може установити тек на прегледу). Ова разлика резултује потребом за великим финансијским средствима у првој години примене оптималне политике.

Укупна површина на мостовима за које се очекују да буду у стању „Опасно“ 2015. године износи 35,805.0 m^2 . Уколико се предузме мера замене то би захтевало буџет од 40 милиона € 2015. године.

Уколико се још и на све мостове који су у врло лошем стању (стању 5) примени санација (површина од 187,591.0 m^2), то захтева додатних 100 милиона €. Након тога годишњи трошкови одржавања се знатно смањују тежећи ка стабилној вредности од 15.8 милиона €, што је око 1.56% укупне вредности друмских мостова у републици Србији (усвојено да је монетарна вредност m^2 моста 1000 €).

Рехабилитација мостова који се налазе у стању „Опасно“ захтевала би 28 милиона € 2015. године. Последице, како нису примењене мере санације на оним мостовима који се налазе у врло лошем стању (стању 5), у наредној, 2016. години очекивана површина под мостовима у опасном стању (стању 6) би износила 4,750.6 m^2 . Стабилно стање овакве политике приказано је на Слици 7. Уочава се да се спровођењем ове политике одржавања сваке године очекује да око 1.32% површине под мостовима буде у „опасном“ стању. Наравно да су и годишњи трошкови мањи и износе 10.6€/ m^2 моста.



Слика 7. Годишња расподела површина мостова по стањима при рехабилитацији кад се мост нађе у стању опасно (трошкови 10.6€/ m^2 моста)

Иако оваква политика делује примамљиво са аспекта смањења трошкова, са слике се може уочити да се преко 50% површине налази у веома лошем стању, док постојање стања „опасно“ захтева детаљнију процену ризика, што је излази из оквира овог рада.

5. ЗАКЉУЧАК

У раду је предложена и, кроз нумерички пример, приказана могућност примена Марковљевог процеса одлучивања за избор оптималне политике одржавања мостова у Србији.

За формирање матрица прелаза у моделу Марковљевог ланца за пропадање елемената моста употребљени су подаци о стањима елемената мостова при последњем прегледу који се налазе у Базе података о мостовима. Ови подаци осликавају праксу управљања мостовима у Србији у условима неадекватних финансиских средстава за преглед и одржавање мостова у периоду 1990-2008. године. Последице неадекватно одржавање резултирало је веома лошим стањем мостова у Србији. Како се значајан број елемената мостова налази у врло лошем стању, што углавном није случај са базама података које се могу наћи у литератури, подаци из базе података су били веома корисни у сврху развоја предложеног модела пропадања. На основу тако формираног модела могуће је направити прогнозу стања појединих елемената моста, или читавог моста како је то у раду и приказано. Имајући у виду да прогноза будућег стања мостова није сама себи сврха, већ представља неопходно полазиште за планирање одржавања и потребних средстава, у раду је приказан Марковљев процес одлучивања помоћу кога је одређена оптимална дугорочна политика. За примену Марковљевог процеса одлучивања неопходно је установити ефикасности примењених мера одржавања, али и трошкова који одговарају тим мерама. За илустрацију самог поступка, у раду су усвојене вредности ових параметара на бази искустава из света уз калибрисање трошкова у складу са паритетом куповне моћи у Србији. Треба истаћи да су потребна средства приказана у раду одређена на основу података са претходних записа, а како база није ажурирана, те резултате треба узети са резервом.

На основу резултата приказаних у овом раду предложено се примена Марковљевих процеса у циљу даљег развоја система управљања мостова у Србији. Истраживање у оквиру овог рада указује на даље кораке који би омогућили реалнију процену укупних потребних средстава за одржавање мостова:

- Ажурирање базе података о мостовима;
- Систематско праћење трошкова сличних интервенција изведених на постојећим објектима.

ЗАХВАЛНИЦА

Овај рад представља резултате у оквиру истраживања пројекта технолошког развоја - TR 36002 под називом: „Планирање и управљање саобраћајем и комуникацијама применом метода рачунарске интелигенције“, финансиран од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

Аутори такође изражавају захвалност на подршци ЈП Пuteви Србије, Директору сектора за управљачко информационе системе у саобраћају З. Пешовићу, на пружању увида у податке из постојеће Базе података о мостовима који су били неопходни за овај рад. Посебно желимо да се захвалимо господину М. Вељовићу и покојном господину Д. Бебићу на размени стручних и практичних искустава у вези са инспекцијама и одржавањем мостова у Србији.

Literatura

- [1] Бебић Д.(1999). Техничко решење базе података о мостовима, Београд, Институт за путеве А. Д.
- [2] Adey B. T., Klatter L., Kong J.S. (2010). Overview of Existing Bridge Management Systems (on-line) Доступно преко: <http://128.180.11.237/IABMAS/bodies/IABMAS-BMC-BMS-Report-20100806%5b1%5d.pdf> (30.09.2013)
- [3] Thompson, P. D., Small, E. P., Johnson, M. and Marshal, A. M.(1998) :The Pontis Bridge Management System. *Structural Engineering International*, 8, 303–308.
- [4] Хајдин, Р.(2008): KUBA 4.0 - The Swiss Road Structure Management System. *International Bridge and Structure Management: Tenth International Conference on Bridge and Structure Management*. 47-62.
- [5] Правилнику о Техничким Нормативима за Експлоатацију и Редовно Одржавање Мостова (1992): Службени лист, бр. 20, 1992
- [6] Mašović, S. & Hajdin R. (2014) . Modelling of bridge elements deterioration for Serbian bridge inventory. *Structure and Infrastructure Engineering*, 8; 976-987
- [7] Машовић С., Хардин Р. (2014) : Планирање одржавања путних мостова. Први Српски конгрес о путевима, Зборник радова (CD) 136_T5, 1- 10.
- [8] Илић В., Танасић Н., Хајдин Р. (2014): Процена индиректних трошкова услед прекида путне везе због смањења функционалних перформанси моста. Пут и саобраћај. 4, 61-69.
- [9] Brühwiler E. , Menn C. (2003). *Stahlbetonbrücken*. Wien New York : Springer-Verlag.
- [10] Sobanjo, J.O., Thompson P.D. (2001). Development of agency maintenance, repair & rehabilitation cost data for Florida's bridge management System Final report (on-line) Доступно преко: <http://pdth.com/images/fdotagcy.pdf> (10.12.2013)



ИЗГРАДЊА ПУТА НА ЛАБИЛНИМ И НЕСТАБИЛНИМ ТЕРЕНИМА

Мр Владета Вујанић, дипл.инж.геол.

Стручни рад

Резиме: Опште је познато, да на простору бивше Југославије (а и у свету уопште), има много лабилних и нестабилних терена, које карактеришу појаве клизишта, одрони и осипања, различитих димензија, механизма и интензитета. Ове појаве се јављају, како у планинским, тако и у брдовитим, па и у благо заталасаним теренима. Знатан број наших савремених путева, озбиљно је угрожен, или може бити угрожен, овим појавама. Због тога, градња путних саобраћајница на лабилним, поготово нестабилним теренима, захтева посебну анализу, у смислу правовремених препознавања и откривања карактеристика ових појава, да би се могле исте санирати, рационалним а сигурним решењима.

Кључне речи: услови изградње пута, лабилни и нестабилни терени

ROAD CONSTRUCTION ON LABILE AND UNSTABLE TERRAINS

Vladeta Vujanić, M.Sc. B.Sc. GE

Professional paper

Abstract: It is well known that on the territory of former Yugoslavia (and in the world in general) there are lot of labile and unstable terrains, which are featuring the appearance of landslides, slumps and crumbling of differing dimensions, mechanisms and intensity. These occurrences appear, either in mountainous or hilly terrains, and even in slightly rolling terrains. Considerable number of our modern roads is seriously imperiled, or might be jeopardized by these occurrences. For that reason, the construction of road transport facilities, particularly on unstable terrains, requires special analysis, in a sense of timely identification and discovery of the characteristics of these occurrences, in order to pursue to the repairs with rational and safe solutions.

Key words: road construction conditions, labile and unstable terrains.

1. УВОД – ПОСТАВКА ПРОБЛЕМА

Један од кључних проблема при истраживању терена за пројектовање и изградњу **путних саобраћајница** (као линијских објеката), представљају лабилни и нестабилни терени. Ово посебно, с обзиром на њихово распрострањење на простору бивше СРЈ и у свету уопште, везано за појаве, нарочито терцијарних (неогених), али и старијих наслага, како у планинским, тако и у

брдовитим, па и само благо заталасаним подручјима у којима је, мање или више, заступљена глинена компонента. Најчешће су то глине и лапори, који се каткад, смењују са песковима, покривени квартарним покривачем. У присуству воде, овакве стене подлежу промени физичког стања – густине, односно порозности и конзистенције, а самим тим, прогресивном смањењу отпорних својстава. При осталим неповољним околностима, као што су просторни положај стене, уклањање растреситог покривача, било неадекватним инжењерским радовима или природном ерозијом, затим, спољни на пример, динамички утицај или друго, може да наступи клижење, течење, одроњавање, осипање, и сл..

Србију и земље у региону (Б и Х и Хрватску), погодио је у априлу и мају 2014.год. **снажан циклон „Тамара“, изазавши катастрофалне поплаве** и велике и бројне **нестабилности терена** (преко 2000, већих и мањих: **клизишта, одрона, тецишта и других нестабилности терена**), проузрокујући људске жртве и огромне штете и проблеме у животној средини. Влелики број материјалних штета настао под утицајем циклона „Тамара“, везан је за појаве нестабилности терена, које су довеле до уништења, оштећења и онемогућиле коришћење саобраћајних, привредних и инфраструктурних објеката. О размерама догађаја и штетама, изазваним овим циклоном, поготово на државним путевима Србије, биће више речи у другом раду.

У протеклим деценијама, а посебно ове године, су били погодни услови (појаве геолошких стихија, изазване екстремним падавинама) за активирање бројних клизишта (нарочито у Посавини, Подрињу, Подунављу, Поморављу, Тимочној Крајини, а посебно у Шумадији) и одрона. Велика клизишта, настала пре више од једног века, **активна су и данас**. У прошлости су регистровани такви периоди: четрдесетих, шездесетих, седамдесетих и осамдесетих година прошлог века. Дакле, по правилу се клижења обнављају у интервалима од десет до двадесет година, (1941/2, 1951, 1963.). Нарочито је била карактеристична 2005. и 2006. година, када су клизишта захватила, практично, цело брдско планинско подручје Србије, наносећи велике штете и битно ометајући функционисање различитих привредних активности.

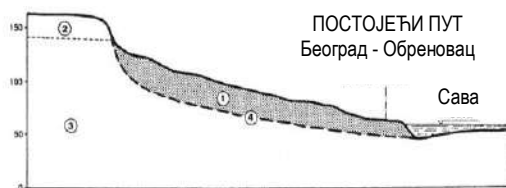
Изградња линијских (пре свега путних) објеката на **лабилним**, а поготову на **нестабилним** теренима, захтева посебну анализу јер ће, уколико се не предузму одговарајуће мере, пре или касније наступити деформације **терена и објекта** на њему. У том случају може доћи до **делимичног или потпуног** прекида (одвијања) саобраћаја, кога по правилу, **прате огромне** материјалне штете, а не ретко и **људске жртве**.

Да би се то избегло, потребно је **правовремено открити** нестабилне и лабилне терене.

Шта је нестабилан терен? За разлику од стабилног терена постојаних својстава – у размерама посматрања у геотехници – **нестабилан терен сам од себе мења грађу и рељеф.**

Лабилан терен, је привидно стабилан у постојећим условима, али му одређене промене напона (услед осцилације нивоа издани, земљотреса, засецања, насипања), **могу нарушити равнотежу, и довести до видљивих појава деформација рељефа и саме његове грађе.** У таквим случајевима није довољно обавити истраживања (уобичајене), уске зоне око пројектоване трасе, већ треба обухватити знатно шире подручје садејства терена и вештачког објекта. У извесним случајевима то ће захтевати изучавање читаве **конструкције терна** од њеног врха, тј. вододелнице, до дна водотока (најниже коте, слика 1).

Прве податке о стабилности терена пројектант може добити из прегледне геотехничке карте стабилности терена – **карте ризика појаве нестабилности.** На овим картама се последњих година доста ради.



Легенда: 1) тело клизишта, 2) глине и пескови понтске старости - зона распадања, 3) лапори и глине панонске старости - монолити, 4) предпостављена најдубља клизна површина

Слика 1. Шематски пресек конструкције терена клизишта »Дубоко«

Пошто се стабилност терена процењује преко карактера и величине његове деформације у одређеним условима или чешће, преко односа активних сила и сила отпора у лабилној маси (фактора сигурности), размотрићемо **прво узроке појава нестабилности**, тј. чиниоце који могу довести до **активирања процеса**, а потом оне **који га смирују.** На крају ће се указати на могућност провођења савременог пута у овим условима.

2. ШТА ЈЕ КОНСТРУКЦИЈА ТЕРЕНА

Међу многим чиниоцима, који су од значаја за стабилност терена, **конструкција терена** је по свом карактеру најбитнија (једини неопходан), и у поређењу са веком трајања вештачког објекта, релативно стабилни чинилац (предуслов за појаву деформација).

Она може да има за последицу померања великих размера, и без утицаја осталих чинилаца. Сваки други чинилац је, од **знатно мањег значаја** за стабилност терена, и не мора, увек, **да буде присутан.** Увођењем **појма** конструкције терена, **омогућено је природно груписање** нестабилних и потенцијално (лабилних) нестабилних терена **по суштинској карактеристици, и створених основа** за разраду одговарајуће методике њиховог истраживања, предвиђања и успешног санирања.

Дакле, слично вештачкој, под појмом „конструкција“ терена, **подразумевамо** одређени распоред природних средина (аналогно елементима, односно склоповима у вештачкој конструкцији), **различитих механичких особина**, које се у **статичком смислу понашају као целина.** Конструкције терена могу бити **различитог састава стабилности**, што је њихова **суштинска карактеристика.**

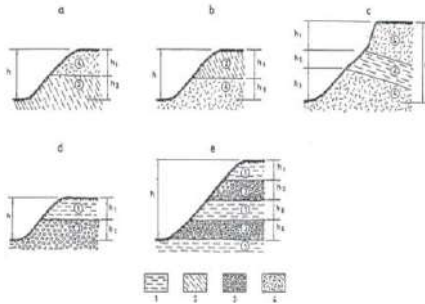
Средина као **основни елемент** конструкције терена, састоји се од **стенских маса**, које имају **исте или сличне** механичке особине. Средине се разликују **међу собом**, само по механичким особинама. Механичке особине су **урођене** (све оне особине које је стенска маса **задобила до формирања данашње теренске конструкције**), или **стечене** (све оне особине, које је стенска маса **задобила под дејством спољних чинилаца**, од времена када је **завршено формирање** конструкције терена, **па све до данас**).

Конструкција терена, може да буде састављена од **једне или две, ређе више средина**, које се по механичком понашању, **битно међусобно разликују.** Зависно од природе деформисања, **која преовлађује** при највероватнијем стању напона у терену ($\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$), средине могу да се (према Ј. Перић, Ј. Шутић, Д. Боженовић), поделе на следећи начин: **пластичне средине, пластичне до квази пластичне, квази пластичне и крте средине.**

Пластична до квази пластична средина је издвојена у посебну групу, и односи се на средине изграђене од **стенских маса (песка, шљунка, дробине и сл.),** које у погледу **природе деформисања, чине прелаз,** између пластичних и квази пластичних средина.

3. УЗРОЦИ КЛИЖЕЊА И ЧИНИОЦИ КОЈИ ИХ СПРЕЧАВАЈУ

Лабилни, односно нестабилни терени одликују се, по правилу, одређеном **литолошком грађом** у којој се смењују **стенске масе** изразито различитог степена везаности, физичког стања, деформабилности, односно чврстоће (слика 2).



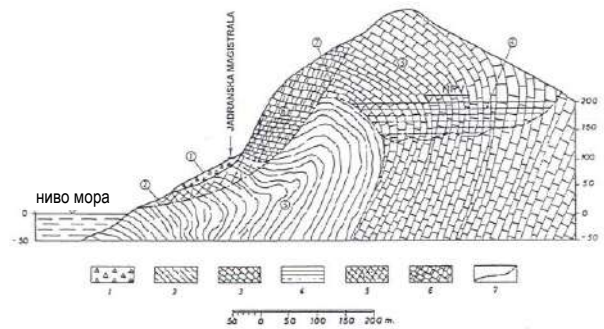
Легенда: (1) пластичне средине; (2) квазипластичне средине; (3) пластичне до квазипластичне средине; (4) круте - крпе средине; (x) висина природне конструкције терена; (x₁, x₂, x₃) висина одговарајућих природних средина

Слика 2. Карактеристични модели (потенцијално) нестабилних природних структура у терену (a, b и c) у нагибу, доминирају мезозојске и старије стенске масе; (d и e) у релативно хоризонталном односу су терцијарне стенске масе;

Такви су, на пример, убрани терени Динарида којима иде Јадранска магистрала. Више делове ових терена граде навучени мезозојски кречњаци, оптерећујући аргилите или флишне насlage, у њиховој подини (слика 3). Природа појаве нестабилности условљена је оваквим односом стенских маса и рељефом терена.

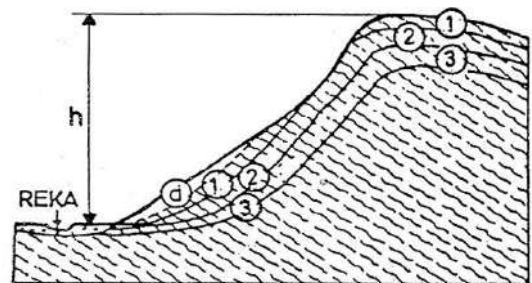
Рељеф је последица специфичних **услова форми-рања** током квартара, изазваних климатским променама у горњем плеистоцену – Вирму (од палеолита - на овамо!). Тада су у највећем делу Европе, периглацијани климатски услови (смењивање хладне и топле климе ледених и међуледених доба) омогућили **механичко**, а потом и **хемијско** разарање стенских маса (CaCO₂), а осцилације нивоа мора и речна ерозија, убрзавале – односиле, односно **премештале**, лабилне површинске масе (paleosoil !). То је нарочито изражено у најмлађим, терцијарним наслагама у којим је, и до 15 m дебела зона распа-дања (weathering zone) – развијена у »слојевима« паралелном терену (слика 4), презасићена водом после отапања ледених сочива (ice lenses), буквално »текла« наниже (solifluction). На тај начин (по правилу), су настала клизишта – **као појаве**, које представљају **манифестацију премештања** материјала, па је **анализа карактера и величине**, тог премештања, **кључна за објашњење и активности оваквих појава**.

Највећи број клизишта која се јављају при извођењу инжењерских радова у овим теренима код нас, и у средњој Европи уопште, представљају **реактивирани** (reactivated) стара – **умирана** (quiescent !) или **привремено умирана клизишта**.



Легенда: (1) падинска дробина; (2) терцијарни флиш; (3) Мезозојски кречњаци; (4) подземна акумулација воде; (5) зоне интензивно убране и деформисане флишних седимената; (6) зоне интензивно испуцалих и деформисаних кречњака; (7) усвојене границе између нестабилних и стабилних делова терена

Слика 3. Геотехнички пресек терена у близини Будве на обали мора (Модел а)



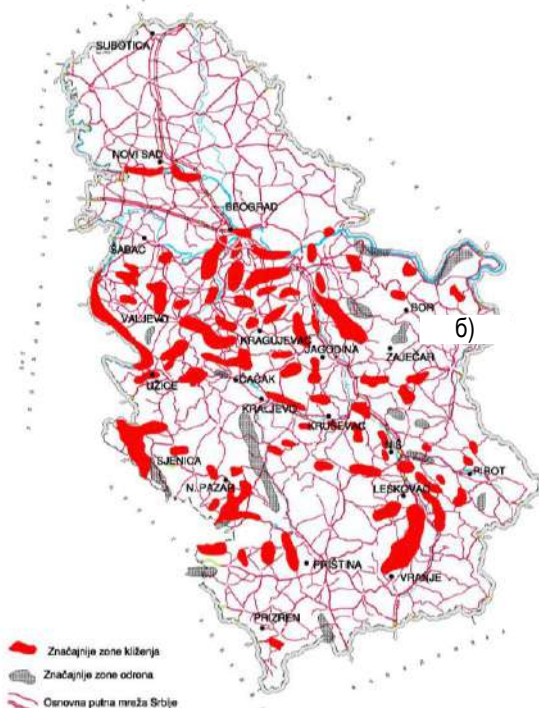
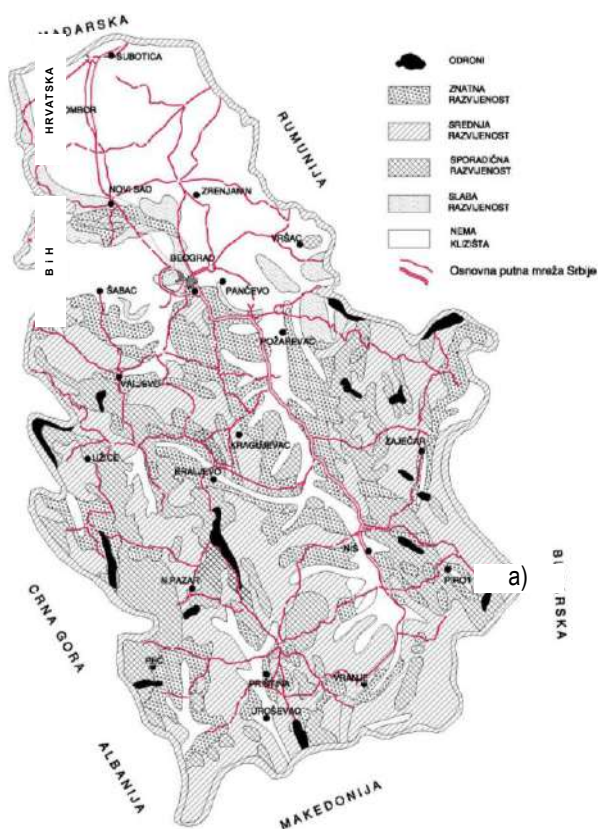
Легенда: (1) зона мрвица – глиновити елувијум; (2) зона ситних блокова; (3) зона крупних блокова; (d) глиновити делувијум; (x) висина конструкције терена

Слика 4. Шематски изглед конструкције терена са потпуно развијеном зоном распадања

Таква клизишта су, дуж обала некадашњег Панонског мора, нарочито дуж река Саве и Дунава као и њихових притока, и у језерским котлинама Динарида, Карпато - Балканида и других, сличне литолошке грађе историје формирања и савремених **геодинамичких** услова (neotektonika !).

Иако, простор бивше СРЈ обилује бројним клизиштима, има их на десетине хиљада, активних као и умирених (често склони поновном активирању), подсетићемо се на нека од њих, добро позната нашој стручној јавности, као што су: клизишта Умака и Дубоко на обали реке Саве, клизишта у Сремској Каменици, Мишелуку, Карабурми и Миријеву, Плавинац у Смедереву, Ђердапска на обали реке Дунав, затим клизишта дуж реке Мораве, Дрине, Лима, Ибра, Босне Вардара, те клизишта дуж обале

Јадранског мора (Петровац, Будва, Херцег Нови, Истра) и најзад, клизишта у Загорју, деловима Долењске, Штајерске и Горењске у Словенији.



Слика 5. Прегледна карта Србије: а) степен развијености процеса клижења; б) зоне нестабилности терена (клизишта, одрони и сипари)

Учесталост и обимност ових, без даљег, «природних непогода», посебно је велика у појединим деловима Централне Србије (до 50% територије, а негде и више), у којима су падине или **већ захваћене** клижењем и одроњавањем, или **су лабилне** (на граници стабилности), при чему постоји сталан високи «**хазард и ризик**» од формирања већих (нових) клизишта и одрона, као и њихових последица, односно штета. Ово посебно, **при високим атмосферским падавинама** (као што је циклон „Тамара“ мај 2014.год.), наглим опадањима максималних водостаја река, сеизмичким потресима и др., што се управо данас у нашој земљи дешава (масовна појава нових, активирање старих клизишта, поплаве и сл.). Јер се, **готово сваког пролећа**, после топљења снежних падавина, или током јесени, када су обилне кише, у Србији (а и шире) **активирају бројна клизишта, одрони и сл. појаве**, које сврставамо у „**геолошке стихије**“.

Процењује се, да између 20 и 25% од укупне површине Републике Србије, је обухваћено процесима клижења и другим видовима нестабилности, с тим што има терена, где су ти процеси доста ретки (нпр. Војводина 2 – 5%) и других где их има у изобилју (нпр. већ поменути Шумадија). Само у ширем подручју Грделичке клисуре, регистровано је неколико хиљада, што мањих, што већих (активних или умирених) клизишта.

Илустрације ради, на сликама 5 (а и б), приказана је (прегледна) заступљеност ових појава на простору Србије.

Нека од ових клизишта су по генези, механизму и (великим) димензијама, врло комплексна и сложена, и представљају стручно – технички изазов потенцијалном истраживачу и пројектанту мера санација.

До активирања клизишта доводе различити процеси, како **природни**, тако и **антропогени**, чије размере зависе од непосредног окружења, тј. природе основног агенса сила (термичких, гравитационих, сеизмичких), које су иницирале ове појаве. Једни повећавају **активне силе**, а други смањују **силе отпора**. Најважнији су следећи:

3.1. ПРОЦЕСИ КОЈИ УСЛОВЉАВАЈУ АКТИВИРАЊЕ КЛИЗИШТА

Повећањем дејства активних сила:

1. Повећање тежине стенских маса тела клизишта (на делу где је компонента тежине, тангенцијална на клизну површину велика и оријентисана низ падину), **различитим процесима акумулирања** (седиментација, клизање, одроњавање са хипсометријски виших делова падине и др.);

2. Повећање тежине вештачких објеката на телу клизишта (на делу где је компонента тежине, тангенцијална на клизну површину, оријентисана низ падину), **изградњом различитих вештачких објеката** (израда, насипа и сл.);
3. Повећање хидростатичког и хидродинамичког притиска подземних вода у телу клизишта или његовој подлози, **дизањем слободног или пијезометарског нивоа издани**;
4. Активирање хемијских и физичких процеса, који изазивају повећање запремине, односно унутрашње притиске у стенској маси, као што **су процеси преласка анхидрита и гипса, залеђивање, бубрења** и сл.;
5. Процеси природних динамичких сила (тросови, лавине, удари таласа и сл.)
6. Процеси вештачких динамичких сила (минирање, кретање возила, ред тешких машина и сл.).

Смањењем сила отпора клизања:

1. Смањене отпорности на смицање дуж постојеће или потенцијалне клизне површине, влажењем стенске масе, **накнадним заглињавањем**, преоријентацијом појединих састојака;
2. Смањење тежине стенских маса тела клизишта (на делу где је компонента тежине, тангенцијална на клизну површину, оријентисана уз падину), **ерозионим подривањем, поткопавањем** и сл.;
3. Смањење тежине вештачких објеката (зидови, камени и земљани набачај и др.), на телу клизишта (на делу где је компонента тежине, тангенцијална на клизну површину, оријентисана уз падину) **еродовањем, рушењем** и др.;
4. Смањење отпора клизања испод тела клизишта, **уклањањем природних или вештачких подупирача**.

До поремећаја равнотеже терена може доћи под утицајем **једног или више процеса**, без обзира да ли овај условљава повећање ефеката активних сила или се пак, смањује ефекат дејства сила које се супротстављају клизању. Најчешћи је случај **да истовремено делује више процеса** са различитим учинком на стабилност падине. Осим тога, један исти процес може, у погледу стабилности, имати вишеструко дејство. Тако, на пример, **повећање нивоа издани**, може истовремено условити повећање струјног притиска, појаву притиска услед бубрења и смањење отпорности на смицање дуж клизне површине.

Вештачки поступци којима се постиже санација клизишта, тј. зауставља процес клизања, **треба да остваре ефекат супротан ефекту наведених процеса**.

Вештачки поступци којима се зауставља процес клизања, сврстани према својим ефектима су:

3.2. ПОСТУПЦИ ЗА САНАЦИЈУ КЛИЗИШТА

Смањењем дејства активних сила:

1. Смањење тежине стенских маса тела клизишта (на делу где је компонента тежине, тангенцијална на клизну површину, оријентисана низ падину), **уклањањем дела масе** (растеређење);
2. Смањење тежине вештачких објеката на телу клизишта (на делу где је компонента тежине, тангенцијална на клизну површину, оријентисана низ падину);
3. Смањење хидростатичког и хидродинамичког притиска подземних вода у телу клизишта или његовој подлози (или спречавање повећања притиска), постиже се:
 - дренажањем околног терена или израдом заштитних водонепропусних екрана у околном терену, **са циљем да се спречи улазак подземних вода у тело клизишта**;
 - дренажањем подлоге клизишта, са циљем да се спречи улазак подземних вода у тело клизишта, **или да се смање порни притисци на тело клизишта**;
 - израдом канала или заштитних водонепропусних екрана на површини тела клизишта, **са циљем да се спречи понирање оборинских вода у тело клизишта**;
 - дренажањем тела клизишта, **са циљем да се смање или преоријентишу хидродинамички притисци подземних вода у телу клизишта**;
4. Смањење ефеката или елиминације хемијских и физичких процеса који изазивају повећање запремине стенске масе, **превентивним спречавањем развоја процеса или изазивањем процеса са супротним ефектом**;
5. Смањење ефеката природних динамичких сила, **заштитом од лавина и удара таласа**;
6. Смањење ефеката или елиминација вештачких изазваних вештачких сила (**минирањем, кретањем возила, радом тешких машина** и сл.).

Повећањем отпора клизања:

1. Повећање отпорности на смицање дуж постојеће или потенцијалне клизне површине, **постиге се:**

- повећањем отпорности на смицање стенске масе смањењем њене влажности (**исушивање клизне зоне**);
- повећањем отпорности на смицање стенске масе хемијским изменама (**електрохемијско очвршћавање**);
- испуњавањем постојећих шупљина у зони клизања материјалом повољне отпорности на смицање (**инјектирањем различитих инјекционих маса**);
- заменом постојећег природног материјала, материјалом веће отпорности на смицање (**испуна истражних и дренажних објеката материјалом веће отпорности на смицање**);
- учвршћивањем везе тела клизишта са његовом подлогом (**сидра, шипови и сл.**);

2. Повећање тежине стенских маса тела клизишта (на делу где је компонента тежине, тангенцијална на клизну површину, оријентисана уз падину), или спречавањем да се та тежина смањује:

- интензивирање акумулације материјала природним процесима, преко ножичног дела клизишта, израдом »напера« и сл.;
- спречавање потсецања и подривања ножичног дела тела клизишта;

Повећање тежине вештачких објеката на телу клизишта (на делу где је компонента тежине тангенцијална на клизну површину оријентисана уз падину), **израдом вештачких контрафора и објеката друге намене;**

3. Израда вештачких покривки преко тела клизишта, везаних за подлогу или слободних, као што **су бетонска и армирано бетонска платна, решетке ребра, торкрет, шприц бетон и сл.**;

4. Израда вештачких подупирача као што су: различити потпорни зидови, камени и земљани набачаји, **објекат друге намене који имају и функцију подупирања тела клизишта.**

Ефекат појединих поступака је вишеструк. Израдом дренажног рова на пример, **постиге се снижење нивоа издани, па тиме и смањење величине филтрационог притиска подземне воде.** Осим тога, правилним избором положаја рова, мења се правац и смер филтрационог притиска, чиме се његов утицај на стабилност падине може значајно смањити. Истовремено, израда дренажног рова, значи делимичну замену материјала у телу клизишта и у зони клизне површине материјалом веће отпорности на смицање.

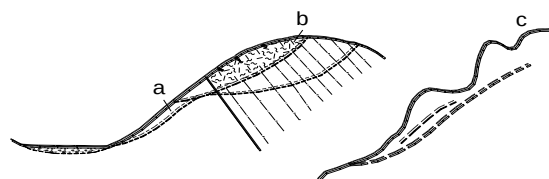
Тиме се укупна отпорност на смицање (дуж клизне површине или кроз тело клизишта) може знатно да повећа. Исушивањем стенске масе у зони клижења, такође се може повећати њена отпорност на смицање.

4. ШТА ТРЕБА ЗНАТИ О ПАДИНАМА ПРИ ПРОЈЕКТОВАЊУ И ИЗГРАДЊИ ПУТНИХ САОБРАЋАЈНИЦА

При пројектовању и изградњи путних саобраћајница, неопходно је, пре свега, **проучити стање стабилности падина**, нарочито у тере-нима где су развијени, или пак, могу да се појаве процеси клизања. Зато што, изградња линиских (пре свега путних) објеката на **лабилним**, а поготову на **нестабилним** теренима, захтева посебну анализу, којој треба да претходе детаљна инжењерскогеолошка истраживања. Опште је правило, **вештина ангажовања падине**, односно, анализирање њене стабилности, **пре појаве клизања**, а не већ, кад процес крене.

Код анализе падина, **потребно је, пре свега, сакупити следеће:** Литолошки стратиграфски састав терена, укључујући и литогенезу (анализа стенских маса које чине падину), затим старост стенских маса и фацијалну измену (како се просторно јављају и каква им је структура);

Генетски тип падине (развојни стадијум), која може бити: ерозиона, делувилална, осулинска (сипарска), клизна, солифлукциона, флувијално акумулациона, абразиона, тектонско раседна, бујично ерозиона и **најчешће сложена**. Код развојног стадијума падине углавном се разликује у 3 случаја: **стадијум припреме (а), стадијум активних измена нагиба падине (б), и стадијум смиривања геолошких процеса (ц),** слика 6.



Слика 6. – Развојни стадијум падине (а, б, в)

Старост образовања падине, врло је важно познавати, због интервентних мера дуж ње (**далеко је лакше ако је падина стабилизвана и нема тренутно откидања**). Поред тога, код падина је важно анализирати, облик и врсту падине, висину падине, **хидрогеолошка својства врста и стање подземних вода** (на и) у падини (њено порекло), односно да ли је падина сува, умерено влажна, јако влажна, затим и садашње стање падине (**свежина и распаднутост**), сеизмичност, стање стабилности падине (стабилна, условно стабилна, нестабилна), са корелацијом стања, истраживање падине са

другим падинама, те коришћење ранијих искустава у грађењу на тој падини, укључујући и (**практичну**) анализу стабилности (**ефикасност ранијих мера стабилности, као и евентуалне грешке, при санирању ранијих објеката на тој падини**).

Зато изучавање природних падина, **не може имати формални** (занемарујући), већ суштински значај, све дотле, **док се терен посматра као грађевинско тло**.

5. ИСТРАЖИВАЊЕ И ПРОЦЕНА СТАБИЛНОСТИ ПАДИНСКИХ (ДЕЛОВА) ТЕРЕНА

Да би смо утврдили могућност изградње пута на лабилним или већ нестабилним падинама, потребно је да истражимо она својства терена која непосредно утичу на његову стабилност, односно на избор евенталних мера санације. **То су својсва, пре свега:**

- **клизне површи** (или зоне),
- **тела клизишта, и**
- **стабилне подлоге и бокова клизишта.**

Обрадом ових и осталих релевантних података о терену, сазнаћемо: **узрок појаве**, односно процеса; **динамику клижења и степен стабилности терена.**

Према нашем искуству, **клизна површ** - њен положај, димензије, карактеристике, обично је предиспонирана геолошком грађом и историјом формирања терена. То је врло често, танак прослојак глине (дебљине/см) – зона илувијације, формирана на контакту порозне масе тела клизишта и стабилне подлоге.

Због тога је, врло важан избор одговарајућих методолошких приступа, односно **истражних радова**. Отуда се, прво ради **њихов (програм) пројекат**, а тек пошто је прихваћен од стране стручне контроле (ревизије), приступа се извођењу предвиђених радова.

Не улазећи у детаље, јер је то, већ био предмет бројних радова аутора, на националним и међународним скуповима, указаћемо само на **неке важне чињенице:**

Терен је сложена природна творевина, готово свагда хетерогена и у погледу физичко - механичких својстава, анизотропна и дисконтинуална. Различити процеси који се у терену одвијају, **мењају његова својства током времена**, тако да су ова, у тренутку истраживања, **одраз њиховог дотада активног интегралног дејства**. Будућа својства терена – као што је стабилност у условима грађења и експлоатације путне саобраћајнице, **зависиће још од нових процеса** – како **природних**, тако и **техногених** (антропогених) и **њихове интеракције** током века трајања саобраћајнице.

Да би се у целости сагледали и довољно поуздано прогнозирали комплексно понашање терена и саобраћајнице, морају се упознати сви релевантни процеси и ефекти њиховог садејства.

Зона садејства је истовремено будући **истражни простор**. Ради правилног пројектовања истраживања он се приближно утврђује у фази рекогносцирања терена, а његове стварне границе – као и карактеристична својства, крајњи су циљ истраживача. Ово указује на чињеницу да је истраживање терена у ове сврхе, својеврсан **истраживачки процес**, јер захтева континуалну обраду – анализу и синтезу утврђених података, проверу постављених хипотеза (по потреби, њихову допуну или, чак, постављање нових), а не само рутинско извршење пројектованих радова.

6. УСЛОВИ ПРОВОЂЕЊА ТРАСЕ ПУТА НА ЛАБИЛНИМ И НЕСТАБИЛНИМ ТЕРЕНИМА И ПРИНЦИПИ ИЗБОРА САНАЦИОНИХ МЕРА

Као што је познато, са гледишта путоградње, терен се још увек разврстава, **само према својим топографским карактеристикама**. У зависности од топографске класе и ранга пута, одабирају се његови геометриски и други елементи (пројектовања брзина кретања возила, ширина коловоза, радијус хоризонталне кривине, максимални подужни и попречни нагиб).

Мада се у одређеној мери топографске и инжењерскогеолошке карактеристике терена **подударају**, остаје чињеница да многи брежуљкасти, па и готово равничарски терени (нагиба испод 5°), **због неповољних инжењерскогеолошких и геотехничких карактеристика**, могу бити знатно неповољнији од брдских терена, како за изградњу тако и за одржавање савремене саобраћајнице. То је посебно изражено код аутопутева и других магистралних путева, чија ширина, данас прелази 30 м. Очигледно је стога, да ће пројектанти и градитељи путева **морати да при избору трасе и елемената саобраћајнице, уважавају и геотехничку подобност терена**. Ово је неопходно већ у првим фазама пројектовања, посебно кад траса прелази **потенцијално нестабилна**, на пример, **привремено стабилизвана подручја**, чије би засецање, а потом и динамички (услед кретања возила) утицаји, представљали сталну опасност за безбедно одвијање саобраћаја.

Уколико је геотехничка **подобност терена повољна, а ранг пута нижи** – мање ширине и не тако строгах захтева у погледу геометријских елемената, слободнијим вођењем трасе, могу се евентално избећи нестабилни делови терена. Ако је то неизводљиво, треба унапред рачунати са деформацијама терена које саобраћајница неће моћи да прати. У том случају преостаје, да ли да:

- **спречимо померање терена**, или
- **саобраћајницу учинимо независном од померања терена**.

Сходно томе, у следећој фази истраживања за **идејни**, а потом и **главни пројекат**, на одређеној локацији клизишта, **треба обавити сва одговарајућа истраживања**. Резултати ових истраживања морају обезбедити податке релевантне за пројекат санације, односно решење премештавања нестабилног терена, одговарајућим вештачким објектом. На крају ће техничко – економска анализа показати предности понуђених решења. Искуство показује да радови на изградњи и одржавању савремених путних саобраћајница највећег ранга у **нестабилним теренима**, могу да буду **вишеструко скупљи**, него у стабилним теренима. Да и не помињемо угроженост људских живота!

У принципу, **санација терена** се састоји у **отклањању основног узрока појаве нестабилности**. Ако је овај трајног карактера (ерозија ножице клизишта!), предузимају се још и друге мере, на пример, **повећавају отпорна својства терена**, односно смањују најнеповољније активне силе тежине, укључујући и хидраулички утицај.

На крају још неколико препорука и сугестија, које могу бити од користи при провођењу пута преко лабилних и нестабилних терена, односно **како се борити против процеса клижења**:

При трасирању пута по падинама, треба посебно обратити пажњу на **јаруге, вододерине и суве потоке**, који су настали под дејством привремених водених токова. Нарочито су карактеристичне јаруге у лесу, чији су токови

вертикални. У присуству воде лес губи своју структуру, што може проузроковати јака оштећења на путевима, **услед накнадних слегања**. Исто тако јаруге у стадијуму рашћења су активне, због тога таква места, треба заобилазити или обухватити пројектом санације.

Код провођења трасе преко **осулина**, треба разликовати четири случаја:

- Ако постоји могућност, **осулину треба заобићи**;
- Ако се пут налази у непосредној близини ножице осулине, **потребно је извршити заштиту пута потпорним зидовима**;
- Кад пут једним делом задира у осулину, а једним делом се налази ван ње, **потребно је предвидети заштиту пута потпорним зидом**;
- Кад се траса пута, због локалних услова, мора спровести по падини осулине. Ово је најтежи случај за трасирање пута, **пошто се пут мора ослонити на покретну масу осулине**. У овом случају решење трасе пута зависи од степена покретљивости осулине, **(најопасније су активне осулине)** нарочито на стрмим падинама, од дебљине осулинског материјала и хидрогеолошких услова. У повољним случајевима примењују се **потпорне конструкције** са горње и доње стране пута, а у **најнеповољнијим**, се осулина премешћује објектом;

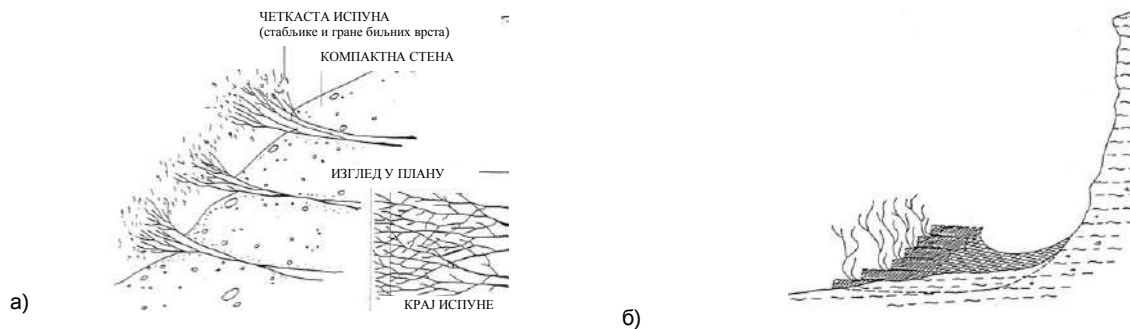
Уколико траса пута **због својих техничких елемената не може**, да заобиђе лабилне и нестабилне падине, потребно је извести санационе радове у циљу стабилизације тог подручја. **Санациони радови се врше на основу пројекта санације**, који се ради на бази детаљних истраживања и испитивања.

Табела 1. Класификација различитих биотехничких заштита падина и контролне мере против ерозије

КАТЕГОРИЈА		ПРИМЕР
Живе конструкције Конвенционално засађивање		сејање траве бушење трансплантација
КОМБИНОВАНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ	Стаблесте биљке које се користе за јачање и као бариере кретања тла	побадање колаца контурно преплитање слојеви у облику четки мекани габиони постељице у облику четки
	Удружени вегетација / конструкција	парапети са засађивањем на површини падине озиђивање са засађивањем на површини падине плочасте конструкције са етажним засађивањем
	Стабљикасте биљке које се гаје на предњим отворима међупростора код потпорних зидова	живе решетке камени габиони обрасли вегетацијом земљани решеткасти зидови обрасли вегетацијом парапети обрасли вегетацијом
	Стабљикасте биљке које се гаје на предњим отворима међупростора код порозних озидавања насипа	спојено засађивање постељице од пободених габиона бетонско камене облоге обрасле вегетацијом шупљикава решетка обрасла вегетацијом «ојачана» трава
Унутрашње конструкције Конвенционалне конструкције		бетонски гравитациони зидови цилиндрични зидови плочасте зидови

Кад су у питању санационе мере, оне се могу грубо поделити на: **превентивне, основне и секундарне** (мере одржавање постигнутог стања стабилности).

У принципу, **превентивне мере** су од великог значаја, јер су њихови трошкови и **до пет пута мањи** (за приближно постигнуте резултате), него трошкови санационих мера за директне штете, изазване активирањем клизишта.



Слика 7. Шематски приказ стабилизације: а) падина са четкастом испуном (стабљике и гране биљних врста); б) клизишта армираном земљом и вегетацијом

Од превентивних мера, у новије време, све се више поклања пажња **употреби вегетације** (добро опробана метода од раније) у санацији клизишта и нестабилних падина, **која у комбинацији са другим биотехничким мерама** (табела 1), може дати велики допринос и у трајној санацији, сл. 7.

Познато је, да код правилно пошумљених терена (засад: **јове, брезе, багрема, врбе и др.**), нема изражених спирања нити појава већих клижења, зато што присутно биље и дрвеће **исушује површинске слојеве терена и механички их учвршћује својим корењем**, које се у потрази за водом развија дубоко у терену, што погодно делује на учвршћивање тла.

Једно стабло овакве врсте, годишње исцрпи из тла 30 – 40.000 литара воде, а корењем стабилизује 5 – 8 m³ тла. Зато је, **врло битно** (поготово, **када се циклуси обилних падавина, све чешће дешавају**), **одабрати адекватно биље, односно дрвеће**, примерено постављеним захтевима и условима терена, који су **склони активирању процеса клижења**, или су, **већ обухваћени клижењем**, те их засадити односно пошумити, што би требало бити, **трајна активност људске делатности**.

Иначе, често примењени (основни) санациони радови, **обухватају**:

- Објекте за **брзу и ефикасну евакуацију** површинских и подземних вода. Површинске воде се одводе са клизишта отвореним површинским јарковима, а подземне, дренажним рововима, дренажним поткопима и дренажним бунарима.

- Вегетациону заштиту, **затрављивањем или засадима**. У ту сврху се бирају засади са дубоким корењем или саднице оних врста грмља које се вегетативно размножавају.
- Висеће мреже, **које се користе на врло стрмим косинама** и које штите подножје од одрошеног каменог материјала.
- Обложне конструкције, **које се примењују у слабо везаним стенским масама** у виду монтажних просторних грађевина, састављених из жичаних корпи напуњених каменом или армирано бетонских елемената. Основни задатак ових конструкција је **спречавање ерозије и откидања стенских маса**.
- Потпорне конструкције, **које се примењују за пријем притисака од покренуте стенске масе**. **Фундирање ових конструкција мора бити у некретаном тлу**.
- Расподела земљаних маса, **растерећењем врха клизишта и оптерећењем ножице клизишта**, побољшава услове стабилности терена.
- Објекти за заштиту обала, **који се раде када је главни узрок клизања поткопавање ножице падине**, услед дејства воде. Примењује се: **камени набачај, габиони, бетонски зидови и сличне конструкције**.
- Сидрење, ињектирање и очвршћивање тла хемијским путем, **такође се примењује као мера санације у одређеним условима**, и др.

7. ЗАКЉУЧАК

Познавање природе појединих врста падинских процеса (поготово, процеса клижења), **омогућава** доношење **коректне прогнозе** њиховог развоја, од **регионалних** за шира подручја до **локалних** - односно конкретног терена или објекта. Детаљност прогнозе, **по свим видовима**, мора садржати **следеће основне карактеристике**:

- **место настанка** – појава, развој и смиривање процеса, нарочито у случајевима када долази до премештања стена на значајна растојања;

- **време настанка и развоја процеса, са анализом услова и узрока**, те повода настанка претходних покрета, дужине, континуалности или периодичности активности;

- **интензитет** (брзина) развоја процеса;

- **параметри дејства процеса и насталих појава**; њихове размере, запремина, ново формиране акумулације материјала и облик рељефа.

Значај закономерности развоја, **геолошких и инжењерскогеолошких процеса**, омогућава израду логичних **инжењерскогеолошких и геотехничких модела** грађе терена и самог процеса, избор најрационалнијих метода прорачуна, експерименталних и геолошких анализа, што **практично представља**, битан предуслов за **сигурно и рационално** планирање, пројектовање и изградњу, **свих врста објеката, посебно објеката саобраћајне инфраструктуре**, у оваквим (теренским–падинским) условима. Зато је потребно, пре било какве планиране градитељске активности, **правовремено открити, препознати и свеобухватно истражити** (применом савремених принципа и метода) **нестабилне и лабилне терене**, односно њихове процесе и појаве.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Конструкција терена као основа за проучавање стабилности терена/Ћерић Ј., Шутић Ј., Божиновић Д.// Стручни састанак о проблематици клизишта при пројектовању и грађењу саобраћајница у ЦФРЈ, Београд, 1967.год.
- [2] Проучавање падинских процеса за потребе планирања, пројектовања и изградње грађевинских објеката, Монографија „Падине“ /Рокић Љ., Вујанић В.// Институт за путеве, а.д., Београд, (2000).
- [3] Изградња пута на лабилним и нестабилним теренима / Вујанић В.//, Монографија – часопис „Материјали и конструкције, 1994.год. Н°1-2.

IDENTIFIKACIJA UTICAJA IZGRADNJE I EKSPLOATACIJE AUTOPUTA BANJA LUKA-DOBOJ NA VODNE RESURSE

mr Danijela Knežević, dipl.inž.poljoprivrede,
magistar nauka u oblasti zaštite životne sredine
Fakultet za primenjeni ekologiju- Futura, Beograd, danijelabl28@yahoo.com

mr Nebojša Knežević, dipl.inž.tehnologije,
Institut za građevinarstvo „IG“ d.o.o. Banja Luka, RS

Stručni rad

Rezime: Izgradnjom autoputa Banja Luka-Doboj omogućiće se poprečno povezivanje Evropskog pravca E-661 i koridora Vc. Cilj izgradnje autoputa je uključanje Republike Srpske u razvoj putne infrastrukture BiH, te obezbjeđenje kvalitetnije veze zapadnih i istočnih dijelova Republike Srpske, kroz obezbjeđenje boljih uslova odvijanja saobraćaja.

Istraživanje problematike uticaja na vodne resurse tokom izgradnje i eksploatacije autoputa, izvršeno je prvenstveno kroz identifikaciju uticaja u domenu mogućih promjena režima površinskih voda kao i njihovom zagađenju. Dat je i poseban osvrt na benefit izvođenja efikasnog sistema za odvođenje voda iz trupa i kolovoza puta sa zahtjevima iz oblasti zaštite životne sredine.

Ključne riječi: uticaji, vodni resursi, sistem odvodnje autoput

IDENTIFICATION THE IMPACTS OF CONSTRUCTION AND EXPLOITATION OF THE HIGHWAY BANJA LUKA-DOBOJ ON WATER RESOURCES

Danijela Knezevic M.Sc. EE
Faculty of Applied ekologiju- Futura, Belgrade, danijelabl28@yahoo.com

Nebojsa Knezevic M.Sc. TE

Professional paper

Abstract: Construction of the highway Banja Luka-Doboj provide will crosslinking of the European route E-661 and Corridor Vc. The aim of the construction of the highway is the inclusion of the Republic of Serbian in the development of road infrastructure of Bosnia and Herzegovina, and providing better connections the western and eastern parts of the Republic of Srpska, by providing better conditions of traffic. Research on the impacts on water resources during construction and of exploitation of the highway, was carried out primarily through the identification of the impact of possible changes in the field of surface water regime and their pollution. Special review is given to the benefit performance of an efficient system for draining water from the hull and the road carriageway with the requirements of environmental protection.

Keywords: impacts, water resources, drainage system, highway

Uvod

Problematika uticaja otpadnih voda sa autoputa na površinske vode, na osnovu relevantnih saznanja i proučavanja, može se oceniti kao prostorni i vremenski promjenjiva kategorija, zavisna od niza karaktera okolnog prostora ¹. Ovo pre svega znači da se svaki uticaj mora zasebno kvantifikovati u skladu sa verifikovanim metodama, kako bi mu se izvršilo pravo određivanje značaja.

Putevi su dinamični objekti čija izgradnja podstiče razvoj i izgradnju u okruženju, ali neosporan je i uticaj na okolinu. Opredeljenje Republike Srpske jeste unapređenje putne mreže, u cilju integracije u evropske transportne tokove, stim da razvoj putne mreže treba uskladiti sa sve većim zahtevima modernog transportnog sistema, uz uvažavanje svih aspekata zaštite životne sredine. Ne treba posebno skretati pažnju na činjenicu da efikasnost sistema za odvodnjavanje vodi bezbijednom odvijanju saobraćaja, stabilnosti i dugotrajnosti putne mreže.

Dužina dionice autoputa po usvojenoj varijanti iznosi 71+912,51 km. Na ovom potezu primenjena su dva rešenja sistema odvođenja voda. Procjena potencijalnih efekata atmosferskih voda nailazi na mnoge jedinstvene izazove (Granato, 2013), ali se negativni uticaji atmosferskih voda mogu se svesti na minimum sa strukturnim i nestrukturnim smernicama najboljih raspoloživih tehnika² (BMPS) ili njihovom kombinacijom. Za dionice koje prolaze pokraj gradskih naselja projektovan je zatvoreni sistem odvođenja atmosferskih voda (cijevni sistem kanalizacione mreže). Voda sa kolovoza se poprečnim padom usmjerava ka slivnicima, a odatle u cijevnu mrežu. Zatvoreni kolektori su predviđeni sa jedne i druge strane autoputa, odvojeno za lijevu i desnu traku. Prikupljanje i odvođenje vode sa zelenih površina u središnjem pojasu izvešće se preko kanalete. Vangradske dionice autoputa karakteriše sistem površinskog odvođenja voda: odvodnjavanje preko bankina, uz uvičnjak, kanaleta sa slivnicima i poprečnim vezama.

Hidrološke karakteristike posmatranog područja

Širi koridor autoputa: Banja Luka (Mahovljani) - Doboj, zahvata slivna područja rijeka Vrbasa, Ukrine i Bosne, kao i Lišnje i Ilove. Hidrografska mreža je veoma razvijena, sa jasno izdvojenim slivovima i vododjelnicama. U nižim dijelovima tokova vodotoci u najvećem broju meandriraju, tako da se javljaju zone uslovne povoljnosti na mjestima gdje se buduće varijantne trase pružaju paralelno i u neposrednoj blizini vodotoka.

¹ World Bank. 2014. Executive summary of environmental and social impact assessment and environmental and social management plan. Yemen ; s.n.

² Best Management Practices BMPS

Prostor izgradnje nalazi se između tri glavna i široka aluvijona rijeka Vrbasa, Ukrine, Vijake i Bosne sa pravcem pružanja sjeveroistok-jugozapad. On je gusto ispresijecan manjim riječnim pritokama (glavnih rijeka) - Gumjera, Crkvena rijeka, Lišnja, Ilova, Osinja, Foča i nizom manjih vodotoka. Skoro svi veći riječni tokovi predisponirani su rasjedima pružanja SZ-JI, SZ-IJI ili S-J. Teren je u najvećem dijelu dosta izlomljen i izjaružan. Nagibi su uglavnom 5-10° i u manjem dijelu 10-15°.

Navedene doline četiri rijeke Crkvene, Lišnje, Ilove i Foče su cijelim tokom u zoni autoputa dolinskog karaktera. Svi navedeni vodotoci su sa izuzetno malim padovima jer su same doline veoma malih padova. To i jest razlog njihovog izrazitog meandriranja i mirnog režima s Froudeovim brojevima cca 0,5 što govori o znatnom usporu te učestalom plavljenju u zonama širine do cca 100-200 m od ose korita.

Najvažniji riječni tokovi na području zahvata su:

- Rijeka Vrbasa sa slivnim područjem od 5469 km² i protokom od 1024 m³/s (max.) i 14,6 m³/s prosječno,
- Rijeka Ukrina sa pritokama sa protokom 530 m³/s i znatnim (~293 km²) slivnim područjem,
- Rijeka Lišnja sa slivnim područjem 39,7 km i protokom od 32,5 m³/s (max.) i 0,59 m³/s prosječno,
- Rijeka Vijaka sa slivnim područjem ~178 km² i protokom od 120 m³/s i 80 m³/s prosječno³.

Trasa je najvećim dijelom locirana u riječnim dolinama. Na dionici Banja Luka –Prnjavor početak trase je inundacijskom području rijeke Vrbasa koju prelazi mostom ukupne dužine L=598 m. Na tom prostoru smješten je čvor Mahovljani. Potom, trasa se pruža dvjema dolinama; rijeke Crkvene i rijeke Lišnje ukupno u dužini od cca 32 km do čvora Prnjavor.

Kvalitet vode u površinskim vodotokovima

Na teritoriji Republike Srpske, Uredbom o klasifikaciji i kategorizaciji vodotoka⁴ uspostavljeni su kriterijumi za klasifikaciju kvaliteta površinskih i podzemnih voda, kao i kategorizaciju vodotoka. Prema članu 29. navedene Uredbe izvorišta svih vodotoka kao i pritoke vodotoka iz člana 28. i prirodna jezera se razvrstavaju u prvu kategoriju čije vode treba da imaju visok status kvaliteta. U skladu sa navedenim rijeke Vrbasa i Bosna pripadaju II klasi vodotoka dok rijeka Ukrina pripada I klasi.

Klasa II, obuhvata vode koje se uz normalne metode obrade (koagulacija, filtracija i dezinfekcija) mogu

upotrebljavati za snabdijevanje naselja vodom za piće, za kupanje i u prehrambenoj industriji, dok klasa I obuhvata vode koje se u svom prirodnom stanju ili poslije dezinfekcije mogu koristiti za piće ili u prehrambenoj industriji. Vrijednosti osnovnih fizičko-hemijskih karakteristika predmetnih vodotoka su prikazane u sljedećoj tabeli:

Tabela 1: Fizičko – hemijski parametri površinskih voda na posmatranom području⁵

FIZIČKO-HEMIJSKI PARAMETRI	Jed. mjere	Izmjerene vrijednosti		
		Vrbas profil V-5	Ukrina profil Uk-1	Bosna profil V-12
Vodostaj	cm	42	883	-109
Proticaj	m ³ /s	21	1.1	51
Temperatura vode	°C	12.7	13.6	16.3
Temperatura vazduha	°C	24	17.0	21
pH vrednost		8.06	7.77	8.03
Elektroprovodljivost	µS/cm	439	253	444
Ukupni alkalitet CaCO ₃	g/m ³	195	160	215
Utrošak KMnO ₄	g/m ³	7.7	23.5	27.0
HPK-O ₂ iz KMnO ₄	g/m ³	1.9	5.9	6.8
HPK-O ₂ bihromatni	g/m ³	6.0	24.0	48.0
Rastvoreni O ₂	g/m ³	10.28	9.43	6.32
Zasićenje vode kiseonikom	%	99.8	91.7	63.8
BPK ₅	g/m ³	4.3	0.7	5.8
Nitriti	g/m ³	0.020	0.016	0.051
Nitrati	g/m ³	0.53	0.71	1.13
Amonijum jon NH ₄ ⁺	g/m ³	0.25	0.30	1.96
Ukupni suvi ostatak	g/m ³	323	849	512
Ukupni žareni ostatak	g/m ³	269	164	268
Gubitak žarenjem	g/m ³	54	85	244
Ukupne sus. materije	g/m ³	3.0	61.3	15.0
Ukupna tvrdoća Ca CO ₃	g/m ³	233	171	240
Kalcijum	g/m ³	83.2	34.0	78.4
Magnezijum	g/m ³	6.2	20.9	10.9
Ukupni fosfor	g/m ³	0.108	0.162	0.766
Ortofosfati	g/m ³	0.049	0.027	0.389
Ukupni Kjeldal azot	g/m ³	0.62	0.42	2.63
Mangan	g/m ³	0.00	0.05	0.39
Gvožđe	g/m ³	0.01	0.58	5.05
Cink	g/m ³	0.00	0.00	0.07
Bakar	g/m ³	0.00	0.00	0.01
Hrom	mg/m ³	<1.00	4.00	41.00

Ugroženost vodotoka Ukrine, koje se nalaze neposredno uz trasu planiranog autoputa, ili čije vodotoke ova trasa presjeca, industrijskom otpadnom vodom ne postoji jer na području planirane trase ne postoje veći industrijski objekti. Takođe ne dolazi do zagađenja otpadnom vodom iz naselja jer na predmetnom području individualna seoska domaćinstva koriste septičke jame. Ugroženost vodotoka Vrbasa i Bosne je evidentna, jer te služe kao krajni kolektori kanalizacionih ispusta iz urbanih naselja kroz koje protiču. Kanalizaciona mreža postoji na području Laktaša, Prnjavora, Dervente, Broda i Šamca. Određeni negativni uticaj na predmetne vodotoke potiču od poljoprivredne proizvodnje koja je veoma zastupljena na predmetnom ravničarskom području.

³ Monitoring kvaliteta površinskih voda u Republici Srpskoj - Izveštaj 2012.

⁴ Službeni glasnik RS, br. 42/01

⁵ „TEZ“ d.o.o. Banja Luka, (2010). Studija o uticaju na životnu sredinu. Neobjavljeni rukopis.

Procjena količina zagađivača u vodama

Procjena količina zagađivača u vodama koje se spiraju sa kolovoza planiranog autoputa izvršena je korišćenjem postupka interpolacije. Step en ugroženosti kvaliteta površinskih i podzemnih voda pri akcidentnim situacijama ne može se kvantifikovati, jer se prvenstveno radi o pojedinačnim slučajevima razmještenim u prostoru i vremenu (Bruen et al. 2006).

Tabela 2. Procjenjena količina polutanata za saobraćajno opterećenje za planski period do 2034. god.

Polutanti	Dionica Mahovljani (petlja) - Prnjavor (petlja)	Dionica Prnjavor (petlja) - Johovac (petlja)	MDK* (g/m ³) ⁶
Suspendovane čestice	1222,43	1353,02	2-5
Biohemijska potrošnja O ₂ (BPK ₅)	54,80	60,65	2,0-4,0
Hemijska potrošnja O ₂ (HPK)	413,10	457,23	6,0-10
Nitrati	8,26	9,14	1,0-5,0
Ukupni fosfor	1,10	1,21	0,01-0,03
Ulja i masti	18,97	21,00	0,01-0,02
Bakar (Cu)	0,08	0,09	0,005-0,015
Gvožđe (Fe)	21,08	23,30	0,1-0,2
Olovo (Pb)	0,35	0,39	0,0001-0,0005
Cink (Zn)	0,67	0,74	0,1-0,2

Izvor: Studija o uticaju na životnu sredinu projekta autoputa Banja Luka - Doboј od čvora „Mahovljani“ do veze sa autoputem Vc

Procjena količine polutanata, izvršena je za saobraćajno opterećenje po definisanim dionicama u planskom periodu do 2034. godine⁷ a dobijeni rezultati su prikazani u tabeli br. 1. i br. 2. Pri tome su korišteni podaci o predviđenom saobraćajnom opterećenju i saobraćajnoj strukturi, tehničkim karakteristikama planiranog autoputa, količini padavina, koeficijentu oticanja i dr.

Identifikacija uticaja na površinske vodotokove

Pri izvođenju građevinskih radova - na trasi, postoji određeni broj aktivnosti koje mogu prouzrokovati negativne uticaje na režim, tok i kvalitet voda. U tom pogledu najveću opasnost predstavlja:

1. prosipanja ili odlaganja ulja i uljnih derivata, motornog ulja i sličnog otpadnog materijala koji potiče od uređaja i vozila na gradilištu;
2. nekontrolisano odlaganje iskopnog materijala u korito rijeke /vodenog toka;
3. nekontrolisano odlaganje čvrstog otpada u korito rijeke/vodenog toka;
4. nekontrolisane odvodnje sanitarnih voda iz toaleta za radnike na gradilištu.
5. te građevinskih radova (miniranje, duboki iskopi, uništavanje i skidanje prirodnog pokrovnog sloja, itd.).

⁶ MDK* (g/m³) - Maksimalno dozvoljene koncentracije polutanata za II kategoriju vodotoka po važećoj Uredbi (Službeni glasnik RS, broj 42/01)

⁷ Studija o uticaju na životnu sredinu projekta autoputa Banja Luka - Doboј od čvora „Mahovljani“ do veze sa autoputem na koridoru Vc

Gore navedeni uticaji su privremenog karaktera, po obimu i intenzitetu ograničena, mada u slučajevima pojedinih havarija mogu donijeti ozbiljne posljedice.

Prema Filipoviću i sar. (2006.) u toku eksploatacije puta zagađivanje voda prvenstveno je posljedica sljedećih procesa:

- odbacivanje otpadaka iz vozila u okolne riječne tokove,
- taloženje zagađujućih čestica iz atmosfere,
- spiranje zagađujućih materija sa kolovozne podloge,
- oticanje voda zagađene natrijum-hloridom koji se posipa po kolovoznoj površini tokom zimskih mjeseci,
- razlijevanje naftnih derivata i opasnih materija u slučaju akcidentnih situacija u saobraćaju
- habanje guma, i dr.

Uticaji na vode pri pojavi akcedenata mogu biti obimniji i intenzivniji nego kod prehodno identifikovanih.

U slučajevima saobraćajnih nesreća, pogotovo ako sudjeluju vozila koja prevoze opasne terete/supstance može doći do razlijevanja i prosipanja štetnog i opasnog materijala duž trupa i kolovoza puta, kao i užeg okruženja ukoliko ne postoje vertikalne barijere (odbojne ograde ili betonski blokovi) za fizičko sprečavanje prevrtanja vozila. Najveći negativan uticaj nastaje pri razlijevanju nafte i naftnih derivata koji imaju veliku sposobnost difuzije u podzemlje, koji zbog složenosti tečenja i zadržavanja vode u podzemlju ima karakter dugotrajnog djelovanja.

Karakteristike sistema odvodnje i vodozaštite

Nivo zagađenosti atmosferskih otpadnih voda određuje se na osnovu zahtijevanog kvaliteta za upuštanje u recipijent. Recipijenti atmosferskih otpadnih voda sa autoputa su vodotoci koji pripadaju slivu rijeka: Vrbas, Ukrina i Bosna, koje po kategorizaciji pripadaju II klasi vodotoka. Analizom predviđenih vrijednosti koncentracija polutanata u atmosferskoj otpadnoj vodi prikazanih u prethodnim tabelama, uočava se da koncentracija polutanata prekoračuje MDK, što navodi na zaključak da pri eksploataciji budućeg autoputa može doći do zagađenja površinskih i podzemnih voda ukoliko bi se atmosferske otpadne vode nekontrolisano i bez adekvatnog predtretmana ispuštale u prirodne recipijente.

Predviđeni koncept podrazumijeva kontrolisano prikupljanje atmosferskih otpadnih voda sistemom vodonepropusnih kanala do retenzija, a zatim njihovo prečišćavanje do zahtijevanog kvaliteta prije ispuštanja u recipijent.

Koridor autoputa Banja Luka – Prnjavor – Doboj čine relativno uske riječne doline. Jedno od osnovnih karakteristika ovog područja jest izuzetno bogastvo vodama, sadržano u podzemnim i brojnim površinskim tokovima.

Na dionici Banja Luka – Prnjavor trasa autoputa prati sljedeće riječne tokove:

- Crkvenu u dužini 10,28 km (16,16km riječnog toka),
- Lišnju u dužini 15,15 km (19,49 km riječnog toka), dok na dužini dionici Prnjavor – Doboj prati:
- Ilovu u dužini 11,71 (22,59 km riječnog toka) i
- Foču u dužini 7,73 km (14,13 km riječnog toka).

Dodatno, trasa presijeca niz pritoka, te stalnih i povremenih tokova. Poseban značaj imaju tri velika vodotoka pritoke Save i to: Ukrina na 45,9 km trase, te rubno Vrbas (km 3+490,8) pri čvoru Mahovljani i Bosna (km 71+507) pri čvoru Johovac 1.

Rubne padine dolina čine prostrana slivna područja čijim se trajnim ocjeđivanjem prihranjuju vodotoci u dolinama. Depresije izduženih dolina su gotovo ravne, dužine od 10 do 20 km i uzdužnog pada od svega nekoliko promila što je razlog brojnim poplavnim područjima.

Hidrološka obrada u sklopu idejnog projekta⁸ definisala je protoke svih vodotoka koje trasa autoputa presijeca. Protoci su određeni u profilima autoputa, odnosno na lokacijama potrebnih propuštanja vodotoka kroz trup. Obrada je izvršena SCS metodom⁹ za povratne periode 1000, 100 i 50 god. Metoda SCS, koja je inicijalno primjenjena temeljem izvršenih mjerenja na slivovima u USA (Ven te Chow, 1960), jest probabilistička prognoza za koju se smatra da daje kvalitetne procjene velikih voda različitog povratnog perioda. Metoda se danas sa uspjehom primjenjuje u nizu zemalja, često bez mjerenja. Najpogodniju primjenu metoda ima u procjeni mjerodavnih protoka za dimenzionisanje vodotoka na prirodnim, neurbaniziranim slivovima. Opštim izrazom SCS metode protok se određuje u funkciji veličine površine sliva A, intenziteta kiše iz ITP odnosa koji se definiše kao efektivna (netto) oborina na slivu u vremenu trajanja kiše, a izraz je parametriziran bezdimenzionalnim klimatskim faktorom i faktorom redukcije vrha hidrograma.

Iako ne postoje mjereni podaci za predmetne slivove duž trase autoputa Banja Luka – Doboj ali raspoložuci dovoljnim fondom meteoroloških mjerenih podataka o padavinama, primjenjujući ITP krivulje GMS Banja Luka za područje od km 0+000 do razvodnice slivova na 40+440, te ITP krivulje GMS Doboj za područje trase od km 40+440 do km

71+912, te dovoljnog fonda morfoloških, geoloških i pedoloških podataka te iz karata proučene topologije slivova, definisane su tražene velike vode naznačenih PP.

Projektovani uslovi za sistem vanjske odvodnje imaju za cilj priječiti prodiranje i zadržavanje vode u kolničkoj konstrukciji, te omogućiti prirodne tokove voda bez štetnih posljedica za prometnicu i za vodotok, te spriječiti štete na okolnom terenu.

Proračun kolektora trase

Hidraulički račun oborinske kanalizacije proveden je na računalu softverom koji se zasniva na Colebrook-White postavkama toka sa slobodnim vodnim licem u cijevnim sistemima i Prandtl-Karman-ovoj teoriji turbulentcije, a što je utemeljeno u ISO 7336-1984(E)¹⁰ odnosno korespondentnim evropskim normama.

Projektovano rješenje dimenzionisano je na osnovu slijedećih opših projektovanih uslova:

- minimalna visina nadsloja 0,80 m,
- minimalni pad iznosi 0,3 - 0,4 %,
- ispunjenost profila 85 %, optimalno,
- dopuštena brzina tečenja iznosi 4,0 - 5,0 m/s.

Parametri toka određeni su na pretpostavkama koeficijenata otjecanja slivnih površina, kolnika i pokosa usjeka, na kontroli ispunjenosti cjevovoda i maksimalnih brzina, te na kontroli graničnih vrijednosti brzina kod kojih dolazi do taloženja u cijevima.

Parametri kolničke odvodnje su kako slijedi:

- Koeficijent otjecanja slivnih površina je pretpostavljen $C=0,90$ za kolničke površine, za pokose usjeka ($C=0,35$ do max. 0,55) budući se radi o djelomično hortikulturnim riješenim površinama bez stalnog pokrova.
- Mjerodavni intenzitet oborina je definisan iz ITP krivulja za GMS Banja Luka (trasa do 40+440). Krivulje su korištene bez korektivnog koeficijenta za predmetno područje trase. Intenzitet padavina, odnosno mjerodavan pljusak procenjen je s obzirom na klimatske karakteristike šireg područja. Procjena je da je početno (minimalno) vrijeme formiranja toka, odnosno koncentracije $\min_{tk}=5\text{min}$.
- Kanalizacijski sistem i građevine vodozaštite dimenzionisani su za 10-godišnji povratni period. Izbor povratnog perioda je u skladu s EN i normama koje su EN-om preuzete, te s vodoravnim uslovima datim u lokacijskoj dozvoli.

⁸ Idejni projekat faza odvodnja i vodozaštita – Dionica Banja Luka-Prnjavor, str 21-23.

⁹ Soil Conservation Service, SCS, of the US Department of Agriculture

¹⁰ https://www.nen.nl/pdfpreview/preview_74865.pdf

Sistem odvodnjavanja kolovoza

Osnovni stav na kojem je utemeljen sistem odvodnjavanja kolovoza je u tome da zagađena voda sa kolovoza prije ispuštanja u recipijent mora biti prečišćena (Brenčić, 2006., Yannopoulos et al. 2013). Prema zakonu o vodama¹¹, atmosferska voda sa kolovoza koja se ispušta u vodotok mora da bude prečišćena najmanje do kvaliteta vode koji odgovara kategoriji vodotoka. U najvećem broju slučajeva, recipijent atmosferske vode sa autoputa su lokalni vodotokovi. Usvojen je metod prečišćavanja atmosferske vode putem retenzija, iz kojih se voda kroz filtere ispušta u recipijent. Usvojen metod sa slivničkim vezama i kišnom kanalizacijom, omogućava potpuno zatvoren sistem odvođenja zagađene vode sa kolovoza, bez opasnosti da ona proдре u okolno zemljište. Visoka cijena prečišćavanja vode nalaže potrebu da se odvodnjavanje projektuje tako da se samo zagađena voda prečišćava. Pribrežna voda, kao i voda sa kosina autoputa koja nije zagađena, vodi se posebno, uglavnom otvorenim kanalima i direktno ispušta u recipijente.

Veliki vodotoci kao što su Vrbas u dužini od 600 m (most na stacionaži km 3+490,85), Ukrina u dužini od 200 m (most na stacionaži km 45+912) i Bosna u dužini od 600 m (most na stacionaži km 71+507) zahtijevaju posebnu regulaciju vodotoka. Locirani mostovi su položajno i visinski usklađeni s osnovnim podacima za te lokacije ovih vodotoka. Za stabilizovanje riječnog korita u zoni ukrštanja sa budućim autoputem, predviđeni su radovi na oblaganju korita minimalno po 10 m uzvodno i nizvodno od autoputa za male vodotoke, po 50 m za veće vodotoke i po 100 m za rijeke Vrbas i Bosna.

Pročišćavanje voda riješeno je spriječavanjem izlivanja izvan kolnika, odnosno prihvata svih voda sa kolnika u mastolove. U rješenjima prvenstveno je razmatrano površinsko opterećenje kolničke površine, raspodjela voda po mastolovima i mogućnost dispozicije voda sa aspekta akvifera i objekata trase.

Dionice su uslovljene brojnim objektima duž trase, topologijom trase i mogućnostima rasterećenja na preljevima te lociranjem mastolova i pogotovo dispozicija vode.

Oborinski kolektori- Projektovano rješenje dimenzionisano je na osnovu slijedećih opštih projektnih uslova:

- minimalna visina nadsloja 0,80 m,
- minimalni pad iznosi 0,3 - 0,4 %,
- ispunjenost profila 85 %, optimalno,
- dopuštena brzina tečenja iznosi 4,0 - 5,0 m/s.

Građevine odvodnje kolničke površine kao što su rigoli i slivnici, o kojima zavisi sigurnost prometa dimenzionisani su intenzitetima za 10-godišnji povratni period.

Preljevi - Građevine preljeva kao tipske AB građevine su dimenzionisane za distribuciju voda sa trasa i kontrolisano preljevanje prema zadanom kriteriju, uz uslov zadržavanja i tranzit zamašćenih voda te kontrolisano ispuštanje.

Mastolovi - se tretiraju vode kolničke odvodnje sa autoceste, čvorova i kolnih površina objekata uz autocestu. Mastolovi kao građevine vodozaštite rađene tipski prema "švicarskim propisima" a dimenzionisani su s intenzitetima za 10-godišnji povratni period. Uslovno čiste vode preljevaju se duž trase. Time se postiže veća disperznost dispozicije i ujednačenija raspodjela toka, a mastolovima smanjuje vršno opterećenje protokom. Kritični dotok uzeto je da se formira pri kišnom intenzitetu koji daje $q_{krit}=15l/s/ha$.

Plato mastolova je najčešće u nasipu. Plato je dimenzija 22.0 x 5.0 m sa omogućenim pristupom vozilima za održavanje i pražnjenje mastolova. Na gornjoj ploči mastolova predviđeni su otvori 80x80 cm i 100x100 cm za reviziju pojedinih djelova mastolova.

Da bi se osigurala nesmetana revizija mastolova, odnosno spriječilo pritanje vode u mastolov pri reviziji i čišćenju, na ulaznoj cijevi u mastolov i preljevno okno predviđene su zapornice s gumenom brtvom. Zaporna ploča i okvir zaštićeni su bojom. Navojno vreteno za podizanje zapornice je od nerđajućeg je čelika.

Za dionicu Banja Luka-Prnjavor prema provedenom hidrauličkom proračunu odabrani su mastolovi tip B'1, tip B'2, tip B'3, tip B'4 i tip B'8 s preljevom.

Za dionicu Prnjavor-Doboј, prema provedenom hidrauličkom proračunu odabrani su mastolovi tip B'1, tip B'2, tip B'3 i tip B'4.

Dispozicije- Dispozicije voda su jednostavne građevine čija uloga jest postupno i potpuno kontrolisano ispuštanje voda u akvifer. Vode je predviđeno zadržavati minimalno 2-3 dana prije ispuštanja uz mogućnost pročišćavanja od 70-90%.

Ovo je nužno zbog izuzetnog obilja stalnih tekućih tokova kojima bi se potencijalna zagađenja permanentno transportovala u prostor čime bi cijelo šire područje bilo posve zagađeno produkcijom sa autoputa.

¹¹ Zakon o vodama ("Sl. glasnik RS" 92/09)

Ovim sistemom postiže se zadržavanje zagađenja u obliku taloga u projektovanim dispozicijama te njihova prerada. Dispozicije su projektovane kao biljni uređaji formi prilagođenih lokalnim uslovima smještaja. Osnovni sadržaj svake ovakve dispozicije je građevina za prihvatanje i umiranje voda iz mastolova (bučnica) te površina odnosno volumen za taloženje, prostor (volumen) s biljnim nasadom te organi za evakuaciju voda, kontrolisanu i interventnu.

Dispozicija voda obuhvaća prostor niže od saobraćajnice koji se sastoji od sljedećih građevina:

- dovodni cjevovodi iz mastolova;
- bučnica, AB građevina za prijem i umirenje voda prije upuštanja u retenciju;
- vodonepropusni kameni nasipi, visine do 2,60m, brtvljeni;
- retencija s biljnim nasadom (zona 3);
- prostor za taloženje: retencija sa produbljenim dnom, potrebnog volumena i površine (zona 2);
- prostor flokulacije površine (zona 3);
- filtarsko polje, pješčani filtri, izmjenjivi;
- šahtni preljev (sigurnosni) ili betonski preljevni prag, sa krilima otvorima opremljeni sa regulacijskim pregradama;
- sigurnosni preljev, AB duljine $L=12,00$ m, min. ispusta DN 400;
- temeljni ispust, DN 400 duljine $L=17,5$ m;
- odvodni kanal do recipijenta.

Retencijski prostor lagune projektovan je iz tri dijela: plići, do dubine od 0,70 m maksimalno sa biljnim nasadom (zona 1), te dubljeg taložnog dijela do cca 1,20 m dubine maksimalno (zona 2) i posve plitkog filtracijskog dijela (zona 3). Maksimalni nivo retencije je na koti iznad vodostaja visokih voda (VVV(1/100) poplavnih). Razina preljevnog praga je na koti koja osigurava dnevnu evakuaciju voda. Položaji dispozicija voda prikazani su na situacijama u mapi H 30. Funkcija opisanih građevina i njihovih dijelova, te način izvođenja dat je kroz građevinske nacрте i detalje, te tehničke uslove izvođenja. Na kraju, u hidrauličkom računu su date funkcijske karakteristike dispozicije voda.

Sistem monitoringa voda

Na predmetnom području neophodno je uspostavljanje sistema monitoringa svih parametara kvaliteta životne sredine: vazduha, vode, zemljišta i biljnog svijeta. Monitoring je predviđen tokom obe faze radova, odnosno zasebno tokom izgradnje a zasebno tokom eksploatacije. Sa stanovišta izučavanja predmetne problematike akcenat je dat na monitoring voda koji podrazumijeva periodično praćenje vrijednosti pokazatelja kvaliteta voda (prioritetno rečnog toka Vrbasa i Bosne i svih lokalnih izvorišta vodosnabdijevanja) i redovno praćenje sastava otpadnih voda prije ispuštanja u recipijent te obezbeđivanje biomonitringa vode kao komplementarne metode fizičko-hemijskim metodama monitoringa.

ZAKLJUČAK

Izgradnja autoputa Banja Luka-Doboj je od ključne važnosti za privredu Republike Srpske kroz priključenje panevropskom koridoru Vc. Analizirani prostor istraživanja lociran je između tri glavna aluviona rijeka Vrbasa, Ukrine, Vijake i Bosne i sa hidrografskog aspekta gusto je ispresijecan većim brojem manjih pritoka. Problematika zagađenja voda je kriterijum koji ima značajnu težinu, budući da se u konkretnim uslovima radi o velikom broju vodotoka, dok poseban problem predstavljaju zone pod posebnim režimom zaštite – izvorišta vodosnabdjevanja.

Imajući u vidu prostorni položaj usvojenog rješenja, njegovog odnosa prema površinskim vodama i usvojeni koncept odvodnjavanja autoputa koji u potpunosti zadovoljava maksimalna načela zaštite voda, može se zaključiti da postoji minimalna mogućnost zagađenja površinskih voda na posmatranom području tokom izgradnje i eksploatacije budućeg autoputa.

Literatura:

- [1] Brenčić. M., (2006) "Groundwater and highways interaction: past and present experiences of highway construction in Slovenia", *Environmental geology*, 49(6), pp. 804-813
- [2] Bruen. M, Johnston, P., Quinn, M.K., Desta, M., Higgins, N., Bradley, C & Burns, S., (2006): *Impact Assessment of highway drainage on surface water quality*", Environmental protection Agency, Ireland, Synthesis Report, ISBN:1-84095-198-2, dostupno na :<http://www.epa.ie>.39pp.
- [3] Filipović, D., Obradović, D., Marić, M.,(2006): *Analiza stanja životne sredine na varijantnim rešenjima puta Beograd – Crna Gora*, Zbornik radova, sv. LIV, 2006.; UDK 502.15 (497.11+497.16)
- [4] Idejni projekat faza odvodnja i vodozaštita – Dionica Banja Luka-Prnjavor, str 21-23. CIP
- [5] Granato, G.E., 2012, *Estimating basin lagtime and hydrograph-timing indexes used to characterize stormflows for runoff-quality analysis: U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2012-5110*, 47 p., dostupno na: <http://pubs.usgs.gov/sir/2012/5110/>
- [6] Monitoring kvaliteta površinskih voda u Republici Srpskoj - Izveštaj 2012., dostupno na : http://www.voders.org/images/Ostali_dokumenti/Monitoring_2012_skr.pdf
- [7] Risley, J.C., and Granato, G.E., 2014, *Assessing potential effects of highway runoff on receiving-water quality at selected sites in Oregon with the Stochastic Empirical Loading and Dilution Model (SELDL): U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2014-5099*, 74 p., <http://dx.doi.org/10.3133/sir20145099>.
- [8] Uredba o klasifikaciji voda i kategorizaciji vodotoka, Službeni glasnik RS, broj 42/01 dostupno na http://www.voders.org/images/uredba_o_klasifikaciji_vodotoka.pdf
- [9] Ven Te Chow: *Book of Applied Hydrology*, Mc Graw-Hill Book Company, INC New York, Toronto, London, dostupno na: http://www.voders.org/images/zakon_o_vodama_preciscen.pdf
- [10] „TEZ“ d.o.o. Banja Luka, (2010). *Studija o uticaju na životnu sredinu projekta autoputa Banja*
- [11] Luka - Doboј od čvora „Mahovljani“ do veze sa autoputem na koridoru Vc Neobjavljeni rukopis.
- [12] Yannopoulos, S. , Basbas, S., Giannopoulou, I. (2013): *Water bodies pollution due to highways stormwater runoff: measures and legislative framework* , *Global NEST Journal*, Vol 15, No 1, pp 85-92, 2013
- [13] World Bank. 2014. *Executive summary of environmental and social impact assessment and environmental and social management plan. Yemen* ;s.n.. <http://documents.worldbank.org/curated/en/2014/04/19457024/yemen-corridor-highway-project-environmental-assessment-vol-2-2-executive-summary-environmental-social-impact-assessment-environmental-social-management-plan-final-report>



POREĐENJE MAKROSKOPSKIH SIMULACIONIH METODA NA PRIMJERU SAOBRAĆAJNE MREŽE GRADA SARAJEVA

mr sc. Suada Džebo, dipl.ing.građ.

Građevinski fakultet, Sarajevo, suada.dzebo@gf.unsa.ba

Asja Fejzić, dipl.ing.građ.

Građevinski fakultet, Sarajevo, asjafejzic@hotmail.com

Stručni rad

Rezime: U radu je izvršeno poređenje rezultata saobraćajnog opterećenja dobivenih simulacijom saobraćaja pomoću dvije različite statičke simulacione metode pripisivanja saobraćaja, i to ravnotežnom (*Equilibrium*) i stohastičkom (*Stochastic*) metodom. Cilj istraživanja je ustanoviti koja od dvije navedene metode daje adekvatnije rezultate sveobuhvatno za posmatranu saobraćajnu mrežu. Istraživanje je provedeno na primjeru saobraćajne mreže grada Sarajeva. Ovom istraživanju je prethodilo modeliranje saobraćajne mreže grada Sarajeva, a zatim kalibracija mreže koja je izvršena u odnosu na podatke sa skrin linije na kojoj je izvršeno 24-satno brojanje.

Ključne reči: simulacija saobraćaja, pripisivanje putovanja, *Equilibrium* metoda, *Stochastic* metoda.

COMPARISON MACROSCOPIC SIMULATION METHOD IN THE CASE OF TRAFFIC NETWORK OF THE CITY OF SARAJEVO

Suada Džebo, M.Sc. CE

Faculty of Civil Engineering Sarajevo, suada.dzebo@gf.unsa.ba

Asja Fejzić, B.Sc. CE

Građevinski fakultet, Sarajevo, asjafejzic@hotmail.com

Professional paper

Abstract: This paper studies the results of traffic load simulated traffic using two different static simulation methods attribution traffic, and this equilibrium (*Equilibrium*) and stochastic (*Stochastic*) method. The aim of the research is to determine which of the following two methods give adequate results for the observed overall transport network. The research was conducted using the example of traffic network of the city of Sarajevo. This research was preceded by modeling traffic network of the city of Sarajevo, and then calibration network that was made in relation to the data from the screen lines on which the premium was 24-hour counting.

Keywords: traffic simulation, attribution of travel, *Equilibrium* method, *Stochastic* methods.

1. UVOD

Prilikom izrade saobraćajnih studija često je potrebno koristiti makroskopske simulacije saobraćaja u cilju dobijanja intenziteta saobraćajnog opterećenja na planiranim saobraćajnicama.

Makroskopske simulacije saobraćaja moguće je vršiti pomoću velikog broja softvera koji koriste različite metode prelaganja saobraćaja. U radu je izvršeno modeliranje saobraćajne mreže grada Sarajeva sa kalibracijom otpora mreže, a prema skrin liniji na kojoj je izvršeno 24-satno brojanje vozila. Na osnovu izvor-cilj matrice izvršeno je opterećenje relevantne mreže cesta na području grada Sarajeva, te pripisivanje saobraćaja pomoću *Equilibrium* i *Stohastičke* metode. Za simulaciju saobraćaja korišten je njemački softver *PTV Visum*. Cilj istraživanja bio je ustanoviti koja od pomenute dvije metode daje adekvatnije rezultate sveobuhvatno za posmatranu saobraćajnu mrežu.

2. SOFTVER „PTV VISUM“

Već je pomenuto da postoji veliki broj softverskih paketa koji se koriste za makroskopske simulacije saobraćaja. Softver koji je korišten u ovom radu za simuliranje saobraćaja je *PTV Visum 11.52*.

PTV (Planung Transport Verkehr) je njemački nabavljač softvera specijalizovan za softverska rješenja i konsultantske usluge za saobraćaj, transport i mobilnost. Ova kompanija se bavi proizvodnjom softvera za planiranje i modeliranje saobraćaja.

PTV Vision je jedan od mnogobrojnih proizvoda ove kompanije. Ovaj softverski paket koristi se za modeliranje transporta i proračun saobraćajnih tokova. *PTV Vision* je integrirani softverski paket za modeliranje prevozne potražnje, planiranje i operativnu analizu.

U posljednjih nekoliko godina ovaj softver je dodatno unaprijeđen i njegove mogućnosti su jako velike. U oblasti simulacije saobraćaja unaprijeđene su simulacije scenarija u urbanim i ruralnim područjima. Također, zone raskrsnica se mogu modelirati realnije.

Simulacije kretanja pješaka daju proširene mogućnosti stvaranja modela, kao i prikaza izlaznih rezultata.

Osnovne komponente ovog softvera su *Visum* i *Vissim*. *Visum* se koristi za makroskopske simulacije i modeliranje prevozne potražnje, dok se *Vissim* koristi za mikroskopske simulacije saobraćaja i obezbjeđuje korisnicima izuzetno kvalitetnu paletu alata za modeliranje i praćenje različitih parametara na postojećoj i planiranoj mreži.

Prva verzija Visuma pojavila se 1986. godine i kao što joj sam naziv govori (Highway model) primjenjivala se za modeliranje autocesta. Ovo je bio prvi komercijalni softver za modeliranje saobraćaja u svijetu.

PTV Visum je sveobuhvatan, fleksibilan softverski sistem za saobraćajno planiranje, modeliranje saobraćajnih potreba i upravljanje podacima o mreži.

S obzirom da je namijenjen za multimodalnu analizu, ovaj softver obuhvata sve relevantne načine transporta (putničke automobile, kamione, autobuse, vozove, pješake i bicikliste) u jedan konzistentan mrežni model. Softver nudi različite procedure pripisivanja saobraćaja, kao i komponente četvero faznog modeliranja saobraćajne potražnje (stvaranja putovanja, raspodjele putovanja, modalna raspodjela i pripisivanja putovanja).

Metode pripisivanja saobraćaja dostupne u PTV Visumu su:

1. Incremental assignment,
2. *Equilibrium* assignment,
3. *Equilibrium* assignment – LUCE,
4. *Equilibrium* assignment –Lohse,
5. Assignment with ICA,
6. *Stochastic* assignment,
7. TRIBUT assignment,
8. Dynamic User *Equilibrium*,
9. Dynamic *Stochastic* assignment.

2.1. Ravnotežna (*Equilibrium*) metoda

Metoda ravnotežnog pripisivanja tzv. *Equilibrium* metoda je jedna od najčešće korištenih algoritama u planiranju i istraživanju saobraćaja. Kod ove metode putovanja se pripisuju na mrežu tako da ni jedan korisnik ne može smanjiti svoje vrijeme putovanja odabirom alternativne rute.

Raspodjela putovanja po *Equilibrium* metodi zasniva se na prvom Wardrop-ovom principu: „svaki korisnik izabire rutu na takav način da su otpori na svim alternativnim rutama isti, te da će se korištenjem neke druge rute povećati vrijeme putovanja“.

Osnovna pretpostavka ove metode je da putnici biraju rutu koja na minimum svodi njihova pojedinačna vremena putovanja, te ukoliko nađu brži put, ići će tim putem - što je relativno realna pretpostavka.

Važno je napomenuti da je *Equilibrium* metoda iterativna metoda i da se pripisivanje nastavlja sve dok se ne dostigne konvergencija ili ne izvrši maksimalan broj iteracija (koji je zadao korisnik). Što su strožiji kriteriji konvergencije, to je potreban veći broj iteracija da bi se pripisivanje obavilo.

Osnovni nedostatak ove metode je pretpostavka da svi korisnici metode raspolazu idealnim informacijama – da znaju sve moguće rute i uslove saobraćajnog opterećenja na tim rutama u bilo

kojem trenutku, odnosno da su u potpunosti informisani o stanju na mreži. Stoga je nerealno očekivati da će korisnici zaista putovati tačno kako ova metoda predviđa. Također, *Equilibrium* metoda pretpostavlja da svi vozači shvataju troškove na identičan način. Na osnovu toga, rješenje problema pripisivanja putovanja je takvo pripisivanje kojim nijedan vozač ne može smanjiti troškove svog putovanja jednostranom promjenom rute.

Postupak pripisivanja *Equilibrium* metodom završava kada su sve rute, bilo kojeg I-C (izvorno-ciljnog) para, u stanju ravnoteže. Vrijeme računanja ovom metodom zavisi od odnosa volumen/kapacitet na mreži. Pošto se ustanovljavaju nove rute u svakom koraku u procesu iteracije za jako opterećenu mrežu potrebno je duže vrijeme računanja.

Program Visum prekida proces iteracije kod proračuna metodom *Equilibrium* ako je zadovoljen jedan od sljedećih uslova:

- Postignuta je usklađenost mreže, što znači da je dostignuto ili umanjeno dopušteno odstupanje otpora ruta u poređenju s parovima.
- dostignut je dređeni broj vanjskih iteracija bez usklađenosti mreže (na jako opterećenim mrežama moguće je da naznačena dozvoljena odstupanja ne daju stanje ravnoteže zato što su pomjerena samo vozila predstavljena cijelim brojem.).
- dostignut je ili umanjen kriterij konvergencije maksimalnog relativnog razmaka.
- ako vrijednosti volumena zagušenja i vrijeme čekanja usljed zagušenja odstupaju za vrijednost maksimalne relativne razlike ili manje proces se prekida.

2.2. Stohastička (*Stochastic*) metoda

Stohastičku metodu je 1971. godine razvio Dial. Ova metoda zasniva se na teoriji vjerovatnoće, a putovanja između I-C parova raspodjeljuju se između više alternativnih puteva. Odnos putovanja koji se pripisuje određenom putu, jednak je vjerovatnoći izbora tog puta. Ona se izračunava pomoću logit modela za izbor puta.

Općenito, što je kraće vrijeme putovanja nekog puta, u poređenju sa vremenima putovanja ostalih puteva, veća je vjerovatnoća izbora tog puta. Međutim, *Stohastička* metoda pripisuje putovanja samo na „racionalne“ puteve koji se definišu kao oni koji dovode putnika bliže cilju i/ili dalje od izvora. Ova metoda je unaprijeđena u odnosu na metodu *Sve ili ništa*, jer se koristi veći broj puteva između izvora i cilja. Kao i kod metode *Sve ili ništa*, ovaj model ne uzima u obzir kapacitet linka. *Stohastička* metoda je veoma slična *Equilibrium* metodi pripisivanja, osim što nema pretpostavke da svaki korisnik posjeduje idealnu informaciju o putu.

Pojam greške se uvodi da bi se algoritmu omogućilo pripisivanje putovanja na manje optimalnu rutu u nastojanju da se napravi model koji opisuje način na koji korisnici prave greške pri odabiru rute.

Mnogi napredni modeli pripisivanja saobraćaja koriste ovu metodu. Od svih navedenih metoda, ova metoda zahtjeva najveći broj podataka da bi se ispravno izvršilo pripisivanje. Stvaranje realnog i značajnog pojma greške može biti složeno.

Van Vleet je smatrao stohastičkim modelima sve one modele kojim se eksplicitno omogućava izbor ruta bez minimalnih troškova. „Praktično, svi takvi modeli pretpostavljaju da percepcije vozača o troškovima na bilo kojoj datoj ruti nisu identične, te da su putovanja između svakog I-C para podijeljena između ruta tako što najjeftinije rute privlače najveći broj putovanja.“[5] Oni imaju značajne prednosti u odnosu na ostale modele zbog toga što raspodjeljuju putovanja na mnoge rute između pojedinih parova čvorova mreže. Pripisivanja su stabilnija i manje osjetljiva na neznatne varijacije u definisanju mreže ili troškova linkova koji ne zavise od protoka, te su stoga najpodesnija za korištenje u uslovima saobraćajne neopterećenosti, kao što su periodi smanjenog saobraćaja ili ruralna područja sa niskim nivoom saobraćaja. Postupak pripisivanja putovanja *Stohastičkom* metodom uzima za pretpostavku da učesnici u saobraćaju generalno biraju najpovoljnije rute, ali vrednuju pojedinačne rute različito zbog nepotpunih ili različitih informacija.

U ovoj metodi koriste se modeli raspodjele kao na primjer Logit, Kirchhoff, Box-Cox, Lohse ili Lohse sa beta promjenljivošću.

U poređenju sa *Equilibrium* metodom, u *Stohastičkoj* metodi postoji više opterećenih ruta, čak i na manje opterećenoj mreži zato što je (mali) dio prevozne potražnje pripisan na manje povoljne rute, kako nalaže model raspodjele.

Postupak pripisivanja putovanja *Stohastičkom* metodom sastoji se iz vanjske i unutrašnje iteracije. Vanjska iteracija sa iteratorom n koristi se za izbor ruta. Postupak se ponavlja sve dok se ne dobije da je $n=N$ ili dok se ne pronađu nove kraće rute. Unutrašnja iteracija sa iteratorom m koristi se za pripisivanje volumena rutama. Postupak se ponavlja sve dok se ne dobije da je $m=M$ ili dok odstupanja otpora elemenata na mreži, kao i odstupanja volumena ruta između dva koraka iteracije ne budu jako mala. U slučaju pripisivanja putovanja *Stohastičkom* metodom, alternativne rute nastaju za neki I-C par variranjem otpora objekata na mreži na osnovu raspodjele putovanja, a s ciljem modeliranja nepotpunih informacija koje su dostupne korisnicima puta. Na taj način moguće je u jednom koraku izračunati ne samo najkraću rutu u pogledu otpora, nego i alternativne rute sa većom vrijednošću otpora.

3. ANALIZA POSTOJEĆE MREŽE

Istraživanju i analizi postojeće saobraćajne mreže prethodilo je modeliranje i georeferenciranje linkova i čvorova na mreži saobraćajnica grada Sarajeva.

U Tabeli 1. prikazani su preuzeti podaci o broju vozila na skrin liniji iz „Studije saobraćaja Kantona Sarajevo“. Ovu skrin liniju čini ukupan broj vozila dobiven brojanjem na četiri presjeka u gradu.

Tabela 1. Izbrojana vozila na skrin liniji - Marijin Dvor

Ulica	vozila/dan
1. Put života	10.486
2. Zmaja od Bosne	70.607
3. Zagrebačka ulica	14.705
4. Put mladih muslimana	10.338
Marijin Dvor - ukupno:	106.136

Primjenjena matrica kretanja je, u kombinaciji sa elementima saobraćajne mreže, kalibrirana na osnovu snimljenog referentnog brojanja i strukture vozila u saobraćajnom toku.

U analizi su posmatrane najopterećenije saobraćajnice u gradu: *Glavna gradska magistrala*, *Tranzit*, *Južna* i *Sjeverna longitudinala*, te poprečne *Transverzale*, ali su paralelno praćene i saobraćajnice nižeg ranga.

Nakon što su svi podaci sakupljeni, geokodirani i uneseni u program Visum, proveden je proces kalibracije, kao i postupak ocjene ispravnosti modela.

Osnovna pretpostavka je da se simulirani podaci modela ne bi trebali značajno razlikovati od stvarno brojanih podataka. Prihvatljivi nivo greške direktno je povezan sa postojećim obimom saobraćaja na određenoj saobraćajnici. Na saobraćajnicama sa većim obimom saobraćaja moguće je očekivati manje razlike u rezultatima dobivenim simulacijom i stvarno brojanih podataka.

Prihvatljiva ograničenja mogu biti takva da se 10% greške može očekivati na glavnim, najopterećenijim saobraćajnicama, 20% na sekundarnim saobraćajnicama, i možda čak 100% na malo korištenim ruralnim saobraćajnicama.

Iako se zadnji nivo greške može činiti visokim, varijacija od 100% na malo korištenim cestama može značiti razliku od 25 do 100 vozila, nedovoljnih da uzrokuju greške u planiranju objekata kada se koriste rezultati modela.

Kalibracija je izvršena provođenjem serija simulacija i procjena rezultata putem poređenja uzoraka saobraćaja i izračunatog obima saobraćaja koji su dati u „Studiji saobraćaja Kantona Sarajevo“. Svaka promjena parametara utiče na raspodjelu opterećenja. Prema tome, proces kalibracije je uvijek povratan i potrebno je neprekidno nadgledati svaki korak do okončanja procedure.

4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Poređenje rezultata dobivenih *Equilibrium* i *Stohastičkom* metodom pripisivanja saobraćaja izvršeno je tako što su pored postojeće skrin linije - *Marijin dvor*, na kojoj je izvršeno brojanje saobraćaja definirane još tri skrin linije na postojećoj mreži saobraćajnica.

Skrin linija (engl. screen line) je imaginarna linija koja siječe nekoliko paralelnih pravaca koje nose glavno kretanje kroz određeni dio mreže. Skrin linije su definisane na četiri lokacije u gradu. Na Slici 1. prikazane su posmatrane skrin linije u gradu: *Stup*, *Čengić Vila*, *Marijin Dvor* i *Centar*.



Slika 1. Posmatrane skrin linije u gradu

Rezultati dobivenog broja vozila na skrin linijama u gradu po *Equilibrium* i *Stohastičkoj* metodi prikazani su raspektivno u Tabelama 2 i 3.

Tabela 2. Pregled broja vozila po metodi *Equilibrium* na četiri skrin linije u gradu

Dio grada	Broj vozila dobiven <i>Equilibrium</i> metodom (voz/dan)		
	I smjer	II smjer	Ukupno
Centar	29.347	32.234	61.581
Marijin Dvor	47.077	46.344	93.421
Čengić Vila	38.823	39.773	78.596
Stup	29.766	29.766	59.531

Tabela 3. Pregled broja vozila po *Stohastičkoj* metodi na četiri skrin linije u gradu

Dio grada	Broj vozila dobiven <i>Stohastičkom</i> metodom (voz/dan)		
	I smjer	II smjer	Ukupno
Centar	33.289	32.223	65.513
Marijin Dvor	50.162	49.445	99.607
Čengić Vila	42.000	40.821	82.821
Stup	36.775	36.775	73.550

Poređenjem dobivenog saobraćaja po obje metode sa izbrojanim saobraćajem na skrin liniji *Marijin dvor* koji iznosi **106.136** voz/dan (Tabela 1) može se

uočiti da su približnije vrijednosti dobivene *Stohastičkom* metodom.

Naime, procentualna razlika između izbrojanog broja vozila i broja vozila dobivenog pomoću ove dvije metode iznosi:

- *Equilibrium* metodom 11,97 %.
- *Stohastičkom* metodom 6,15 %.

Iz ovih rezultata jasno se vidi da su *Stohastičkom* metodom dobiveni rezultati koji su približniji izbrojanom saobraćaju, odnosno da je ova metoda dala realnije rezultate.

Rezultati su međusobno upoređeni i na preostale tri skrin linije u različitim dijelovima grada (Centar, Čengić Vila i Stup). Kao i u prvom slučaju, i na ostale tri skrin linije dobiveno je veće saobraćajno opterećenje po *Stohastičkoj* metodi. Na prvoj skrin liniji (Centar) razlika u dobivenom saobraćaju iznosi oko 4.000 vozila/dan. Na skrin liniji koja je povučena u naselju Čengić Vila dobivene su manje razlike u rezultatima po dvjema metodama - oko 3.000 vozila/dan, dok je najveća razlika dobivena na posljednjoj skrin liniji (Stup) i iznosi oko 14.000 vozila/dan.

Iz rezultata dobivenih simulacijom uočeno je da je razlika koja se pojavila na skrin linijama proistekla iz činjenice da je saobraćajnicama nižeg ranga *Stohastičkom* metodom pripisano veće saobraćajno opterećenje u odnosu na saobraćajno opterećenje na istim saobraćajnicama pripisano pomoću *Equilibrium* metode, dok su saobraćajnice na kojima se odvijaju glavni saobraćajni tokovi u oba slučaja relativno jednako opterećene.

Razlike u broju vozila na sporednim saobraćajnicama po *Equilibrium* i *Stohastičkoj* metodi su znatne. Kao što se može vidjeti na slikama 2. i 3. na pojedinim saobraćajnicama dobivena razlika iznosi i po nekoliko hiljada vozila. Na pomenutim slikama možemo primjetiti da je na jednoj od sporednih saobraćajnica *Equilibrium* metodom dobiveno 1.071 voz/dan, dok je *Stohastičkom* metodom dobiveno 6.818 voz/dan. Kada se ova razlika izrazi u procentima, iznosi 84,29 %.

Suprotno tome, na dijelovima najopterećenije saobraćajnice u gradu (Glavne gradske magistrale), razlike u dobivenom broju vozila *Equilibrium* i *Stohastičkom* metodom su neznatne. Na razmatranom dijelu Glavne gradske magistrale dobivene su slijedeće vrijednosti saobraćajnog opterećenja:

- *Equilibrium* metodom 50.783 voz/dan
- *Stohastičkom* metodom 50.728 voz/dan



U radu je izvršena makroskopska simulacija saobraćaja cestovne mreže grada Sarajeva korištenjem njemačkog softvera PTV Visum.

- *Equilibrium* metodom 11,97 %.
- *Stohastičkom* metodom 6,15 %.

Uočeno je da je *Stohastičkom* metodom dobiveno veće opterećenje na saobraćajnicama nižeg ranga u odnosu na *Equilibrium* metodu. Zbog razlika u algoritmima po kojima rade ove dvije metode dobivene su različite vrijednosti opterećenja na mreži saobraćajnica.

Pomoću *Stohastičke* metode na sporednim saobraćajnicama se postiglo veće opterećenje u poređenju sa *Equilibrium* metodom zato što je dio prevozne potražnje pripisan na manje povoljne rute, upravo kako nalaže model raspodjele. Dakle, u *Stohastičkoj* metodi manje atraktivne rute imaju određeno saobraćajno opterećenje, dok u *Equilibrium* metodi mogu imati i vrijednost nula.

Rezultati dobiveni *Equilibrium* i *Stohastičkom* metodom najviše se razlikuju po pomenutom opterećenju sporednih saobraćajnica. Poređenjem rezultata, također je utvrđeno da su *Stohastičkom* metodom dobiveni rezultati koji realnije opisuju stanje na kompletnoj mreži.

Iz izloženog proizilazi zaključak da za potrebe saobraćajnih studija u kojima se prvenstveno analiziraju saobraćajni tokovi na glavnim saobraćajnicama kao što su studije regiona ili većih područja *Equilibrium* metoda je primjenjiva i sasvim zadovoljavajuća. Međutim, ukoliko se analizira saobraćajna mreža nekog grada gdje su od značaja i vrijednosti saobraćajnog opterećenja na sporednim saobraćajnicama u tom slučaju je preporučljivo upotrijebiti *Stohastičku* metodu pripisivanja saobraćaja na mrežu saobraćajnica.

Literatura:

- [1] Abraham, J., Traffic Assignment, Wayne State University, Detroit, Michigan, USA, 2005.
- [2] Bublin, M., Planiranje saobraćaja i saobraćajnica, Građevinski fakultet Sarajevo, 2007.
- [3] Haider, M., Gregoul, B., Traffic Assignment Models (Drafts), Ryerson University Toronto, 2009.
- [4] Građevinski fakultet u Sarajevu, Studija saobraćaja Kantona Sarajevo, Analiza saobraćaja na mreži saobraćajnica Sarajevskog kantona, Sarajevo, 2005.
- [5] Mathew, T., Traffic assignment, Lecture notes in Transportation Systems Engineering, Blackwell Publishing, Malden-MA-USA, 2009.
- [6] PÖYRY Infra GmbH, Konsultantske usluge za pripremu studije izvodljivosti i procjene uticaja na okoliš za brzu cestu M-5 Lašva – Donji Vakuf (LOT 2), Saobraćajna studija, Prilog II, Erfurt Njemačka, 2010.
- [7] PTV Vision, Visum 11.52 - User Manual, Karlsruhe, Germany, 2011.
- [8] PTV Vision, Visum 11.52 - Fundamentals, Karlsruhe, Germany, 2011.
- [9] Web stranice:
<http://www.ptvamerica.com>,
<http://www.ptv-vision.de>,
<http://www.wsdot.wa.gov>,
<http://www.zpr.ks.gov.ba>

МЕТОДОЛОГИЈА ДУБИНСКИХ АНАЛИЗА САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА

Ненад Марковић, дипл. инж. саоб.

Универзитет у Београду Саобраћајни факултет, n.markovic@sf.bg.ac.rs

др Милан Вујанић, дипл. инж. саоб.

Универзитет у Београду Саобраћајни факултет, m.vujanic@sf.bg.ac.rs

др Крсто Липовац, дипл. инж. саоб.

Универзитет у Београду Саобраћајни факултет, k.lipovac@gmail.com

доц Борис Антић, дипл. инж. саоб.

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

доц Далибор Пешић, дипл. инж. саоб.

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

Стручни рад

Резиме: *Метод дубинских анализа саобраћајних незгода је у Европским земљама већ дужи низ година у примени, па се за саобраћајне незгоде са погинулим лицима спроводе дубинске анализе од стране посебно формираног мулти-дисциплинарног тима независних стручњака. Подаци се систематизовано и плански прикупљају за сваки од основних фактора настанка саобраћајне незгоде, као што су човек, возило, пут и околина и детаљно анализирају како би се утврдили фактори који су утицали на настанак конкретне саобраћајне незгоде и њене последице. Чланом 156. Закона о безбедности саобраћаја на путевима Републике Србије, управљач пута је обавезан да врши независне оцене саобраћајних незгода (дубинске анализе), за сваку саобраћајну незгоду са најмање једним погинулим лицем на јавном путу. Међутим, у Србији од усвајања Закона 2009. године до данас још увек није дефинисан и усвојен правилник о начину спровођења независних оцена, нити је започета системска анализа узрока и околности настанка саобраћајних незгода и утврђивања утицаја пута и путне околине на настанак незгоде, коришћењем овог метода. Србији тек предстоји развијање адекватног модела и формирање системског приступа спровођења независних оцена саобраћајних незгода. Анализа светских искустава у вршењу дубинских анализа показује да је то веома сложен процес, који захтева мултидисциплинаран тим стручњака и значајна материјална средства. У Србији се потенцијал за квалитетно спровођење дубинских анализа саобраћајних незгода налази у већ развијеној пракси вештачења саобраћајних незгода, на који начин су већ делимично развијени стручњаци који би могли чинити такве тимове, а методологија вештачења служити као претходна анализа за усмеравање тока дубинске анализе сваке конкретне незгоде.*

Кључне речи: *Независне оцене, дубинска анализа, погинула лица, вештачење, саобраћајна незгода*

IN-DEPTH METHODOLOGY OF TRAFFIC ACCIDENTS ANALYSIS

Nenad Marković, M.Sc. TE.

University of Belgrade FTTE, n.markovic@sf.bg.ac.rs

Milan Vujančić, Ph.D. TE.

University of Belgrade FTTE, m.vujanic@sf.bg.ac.rs

Krsto Lipovac, Ph.D. TE.

University of Belgrade FTTE, k.lipovac@gmail.com

Boris Antić, Ph.D. TE.

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

Dalibor Pešić, Ph.D. TE.

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

Professional paper

Summary: The method of in-depth analysis of traffic accidents in European countries for many years in the application, and for traffic accidents with killed persons conducting in-depth analysis by the specially formed a multidisciplinary team of independent experts. The information is systematized and planned collected for each of the main factors of traffic accidents, such as human, vehicle, road and environment and detailed analysis in order to identify factors that have contributed to the emergence of specific accident and its consequences. Article 156 of the Law on Road Traffic Safety of the Republic of Serbia, control time is required to perform an independent assessment of traffic accidents (in-depth analysis), for each traffic accident with at least one fallen face down on a public road. However, in the Republic of Serbia since the adoption of the Act of 2009 to date has not yet been defined and adopted rules on carrying out independent assessments, nor is it started systematic analysis of the causes and circumstances of the traffic accident and determine the impact of the road and road environment on the occurrence of an accident, using this method. Serbia still needs to develop an adequate model of the formation of a systemic approach to the implementation of independent assessment of traffic accidents. Analysis of international experience in performing in-depth analysis shows that this is a very complex process, which requires a multidisciplinary team of experts and significant resources. In Serbia, the potential for quality implementation of in-depth analysis of accidents located in already developed practice of expertise of traffic accidents on the way already partially developed by experts who could do such teams, and the methodology of expertise to serve as the preliminary analysis for directing the flow depth analysis of each specific accident.

Keywords: independent assessment, due diligence, killed people, expertise, traffic accidents

1. УВОД

Последњих година саобраћајне незгоде постају један од највећих светских здравствених проблема у погледу смртног страдања и повређивања људи. Према подацима (WHO, 2013.), током 2010. године број смртног страдања у саобраћајним незгодама је достигао 1.23 милиона смртно страдалих, при чему број страдалих у саобраћајним незгодама има тенденцију даљег повећања, тако да се процењује да би 2030. смртно страдање у саобраћају постао пети узрок смртности у свету. Од свих штетних последица у друштву, најчешћа насилна смрт догађа се у саобраћајним незгодама. Такође, осим смртног страдања људи у саобраћајним незгодама, настају и велике материјалне штете и повреде, а што све заједно ствара изузетно велике социјалне трошкове. Процењује се да једна саобраћајна незгода у зависности од насталих последица може представљати трошак од најмање 3.082,00 еура (незгода са лако повређеним) до 309.753,00 еура, Antic et al. (2012.) (незгода са погинулим лицем), док према другим ауторима горња вредност трошкова саобраћајне незгоде са погинулима може достићи 356.962,00 (PIARC, 2011.), 317.317,00 еура (Ross, 2012.), па до чак 2.299.016,00 еура (Министарство транспорта Велике Британије, 2013.).

Имајући у виду последице саобраћајних незгода (материјалне и нематеријалне трошкове) неопходно је системски деловати на смањење броја саобраћајних незгода. За системско деловање у циљу смањења броја саобраћајних незгода неопходно превентивно деловати у циљу спречавања нових незгода. За формирање адекватних превентивних мера неопходно је претходно поуздано и прецизно утврдити узроке и околности под којима су већ настале претходне саобраћајне незгоде. За овакве анализе неопходно је прикупити велики број података који су у вези са насталом саобраћајном незгодом, при чему је за прикупљање таквих података неопходно ангажовати стручна, образована и обучена лица. У научној и стручној пракси анализе саобраћајних незгода се могу поделити у две групе, и то феноменолошке и етиолошке анализе.

Феноменолошке анализе саобраћајних незгода имају задатак да утврде глобалне проблеме безбедности саобраћаја и најчешће се спроводе коришћењем тзв. збирних података о саобраћајним незгодама. Применом одговарајућих статистичких анализа, најчешће дескриптивних статистика долази се до закључака где и у које време се најчешће догађају саобраћајне незгоде, долази се до расподела учесника саобраћајних незгода, расподела последица саобраћајних незгода итд. Са друге стране, етиолошка анализа отвара тзв. црну кутију

и омогућава да се утврде узроци саобраћајних незгода. Са прецизним познавањем узрока саобраћајних незгода могуће је прецизно дефинисати одговарајући сет мера за унапређење стања безбедности саобраћаја.

У оквиру етиолошких анализа саобраћајних незгода препознају се најчешће: експертизе, односно вештачења саобраћајних незгода и дубинске анализе саобраћајних незгода, односно независне оцене саобраћајних незгода.

У Европи је за утврђивање узрока и утицајних фактора на саобраћајне незгоде развијен и усвојен програм дубинских анализа саобраћајних незгода са погинулим лицима, а који је развијен од стране ERSO и детаљно разрађен у оквиру поглавља 5 пројекта SafetyNet (Bjorkman et al. 2008.). У Аустралији је у циљу утврђивања узрока и околности настанка саобраћајних незгода 2003. године спроведена прва Аустралијска национална дубинска анализа саобраћајних незгода у којој су анализирани саобраћајне незгоде из две државе (Викторија и Нови јужни Велс) у периоду 2000-2003. година. У Великој Британији је спроведено више дубинских анализа, различитих категорија учесника у саобраћају, под називом "On-The-Spot accident research", у којима су дефинисани утицајни фактори на настанак саобраћајних незгода. Универзитет у Аделаиди је још 1975. године започео са анализом саобраћајних незгода, применом дубинских анализа, а што је усавршавао и развијао у наставку свог рада, кроз већи број спроведених дубинских анализа саобраћајних незгода. У оквиру SUPREME пројекта (European Commission, 2007.) Европске комисије, чија је једна од целина била и извештај дубинских анализа саобраћајних незгода, дати су основни узроци и околности под којима настају саобраћајне незгоде.

Пракса је показала да је за дубинске анализе саобраћајних незгода неопходно формирати мултидисциплинарни тим стручњака који ће детаљно анализирати сваку појединачну саобраћајну незгоду са различитих аспеката, као што су утицај пута и путне околине, утицај возила и утицај возача на настанак саобраћајне незгоде и њене последице. За спровођење овако сложене анализе сваке саобраћајне незгоде неопходно је постојање већег броја стручњака различитих струка и образовања, који су превасходно специјализовани, обучени и едуковани за анализе саобраћајних незгода.

Широки опсег утицајних фактора који утичу на настанак саобраћајне незгоде захтева и широк опсег знања и образовања особа које врше анализе, јер је само на тај начин могуће обезбедити квалитетно прикупљање релевантних показатеља, а што доприноси поузданом утврђивању фактора и околности настанка саобраћајних незгода.

Имајући наведено у виду, један од проблема шире примене дубинских анализа је и недостатак адекватних тимова стручњака који би на задовољавајући начин могли да спроводе дубинске анализе и доносе ваљане закључке који би у наставку могли бити коришћени у превентивном деловању у безбедности саобраћаја, отклањањем препознатих опасности или умањивањем њиховог негативног утицаја.

У оквиру пројекта SafetyNet дефинисан је велики број варијабли које је неопходно прикупити у вези са незгодом, а по принципу истраживања познатог као SafetyNet Accident Causation System (SNACS) (Reed and Morris, 2008.). У оквиру дубинских анализа могуће је посматрати све факторе везане за настанак саобраћајне незгоде, фактор пут са околином, возило и човек, на настанак саобраћајне незгоде или само поједине факторе као што су то радили Репутака et al.(2014.) вршећи дубинске анализе саобраћајних незгода путничких возила где је искључиво човек као фактор био узрочник. Такође су Rich et al. (2013.) пратили утицај старости возила на тежину последица саобраћајних незгода у Данској, како би утврдили утицај фактора возила на последице саобраћајних незгода. Pesic et al. (2014.) су у свом раду дали приказ најбоље светске праксе у вршењу дубинских анализа, као и могућност примене на територији Републике Србије.

Aidoo et al.(2013) су у оквиру дубинских анализа утврђивали утицај пута и путне околине на одлуке возача да напусте место незгоде након судара са пешаком, где су доказали да постоји утицај пута и путне околине на овакво понашање возача, а што има за последицу већи број смртних случајева јер повређенима није указана медицинска помоћ на време. Nakamies-Blomqvist,(1993a) су показали да постоји зависност врсте судара од старости возача, а у раду (Eberhard, 1996.) је указано на неопходност дефинисања предиктора небезбедног понашања возача у зависности од старости.

Дубинске анализе појединих основних фактора или осталих фактора одвојено од других дају јасну слику о утицају посматраног фактора на настанак саобраћајне незгоде. С друге стране издвојене анализе утицаја само једног фактора не дају јасну и целовиту анализу свих утицајних фактора који су допринели настанку саобраћајне незгоде, као ни њиховом међусобном утицају на настанак саобраћајне незгоде.

Имајући то у виду, за добијање поузданих показатеља утицајних фактора на настанак саобраћајне незгоде неопходно је спровести детаљну дубинску анализу свих препознатих фактора, који су утицали на настанак саобраћајне незгоде. У оквиру оваквог истраживања неопходно је поред утицаја свих појединачних фактора утврдити и међусобни

утицај, као и садејство одређеног броја фактора на настанак саобраћајне незгоде. За добијање поузданих података о утицајним факторима, а који се могу користити у превентивном деловању у циљу спречавања будућих саобраћајних незгода неопходно је вршити сложене дубинске анализе, које имају у виду све наведене утицаје, како би се на адекватан начин утврдили начини и модели превентивног деловања у циљу спречавања настанка нових саобраћајних незгода.

2. МОДЕЛИ ДУБИНСКИХ АНАЛИЗА

У последњих петнаестак година у развијеним земљама дошло је до развоја дубинских анализа саобраћајних незгода. Потребно је напоменути да је неколико важних стратешких међународних пројеката, као што су SAFETYNET i DACOTA у појединим својим деловима третирали управо независне истраге саобраћајних незгода и дубинске анализе саобраћајних незгода. Посебно су третирани начин прикупљања података у анализи саобраћајних незгода са најтежим последицама.

У Шведској се дубинске анализе саобраћајних незгода спроводе још од 1997. године и Шведска се сматра једном од земаља које су прве увеле дубинске анализе саобраћајних незгода у своју праксу. У Шведској постоје посебно одређени независни тимови који су задужени за спровођење дубинских анализа. Њихов задата је да на терену, односно на месту незгоде, прикупе одговарајући број информација и да спроведу одговарајуће анализе.

У Шведској постоји три нивоа анализа саобраћајних незгода: први, који се спроводи на местима на којима се догађа више од 5 погинулих у саобраћајној незгоди, други, који анализира чињенице, односно збирне податке о саобраћајним незгодама, тзв. феноменолошким приступом, и трећи, који подразумева дубинску анализу свих саобраћајних незгода са најтежим последицама.

Приликом спровођења дубинских анализа, у Шведској се до коначног закључка долази анализом различитих докумената и извештаја и то: Извештаја специјализованог тима за дубинске анализе, полицијских извештаја, информација из евиденција возачких дозвола, возила и других евиденција, извештаја обдукција, извештаја о осталим спроведеним активностима итд. Као коначан резултат из свеобухватне дубинске анализе добија се извештај који подразумева детаљну анализу саобраћајне незгоде заједно са предложеним евентуалним корекцијама у вези пута односно путне околине.

Посебно интересантан детаљ дубинских анализа саобраћајних незгода у Шведској је јавно публикување добијених резултата најширој јавности и достављање извештаја управљачу пута, односно водећој агенцији (у овом случају Шведској националној администрацији за путеве). Додатно, добијени резултати се стављају на располагање за даље анализе, а резултати дубинских анализа се сумирају и креирају се периодични извештаји, који се такође јавно публикују.

Друга, такође скандинавска земља, која је међу првима увела дубинске анализе саобраћајних незгода у своју праксу је Норвешка. Норвешка је прва пилот истраживања у погледу дубинских анализа спровела 1999. и 2000. године и одмах су постигнути и више него задовољавајући резултати. Након тога, како је Норвешка уочила веома велики потенцијал дубинских анализа саобраћајних незгода, спроведена је тзв. специјализација у смислу специјализовања тимова за вршење дубинских анализа. Тимови су специјализовани за различите врсте саобраћајних незгода, за саобраћајне незгоде у којима су учествовали мотоцикли, за саобраћајне незгоде у којима су учествовали пешаци, за саобраћајне незгоде у којима су учествовала возила и то незгоде само са једним возилом, посебно, а посебно незгоде са више возила, затим незгоде са комерцијалним возилима итд. Како би се олакшало и усагласило спровођење дубинских анализа саобраћајних незгода на целој територији Норвешке 2004. године је припремљен и објављен Приручник за спровођење дубинских анализа саобраћајних незгода, а од јануара 2005. године у потпуности је успостављен систем дубинских анализа саобраћајних незгода.

У Норвешкој се код анализа саобраћајних незгода пошло од једног једноставног алгорита који подразумева да је неопходно утврдити шта се догодило у саобраћајној незгоди, али се полицијске истраге саобраћајних незгоде у највећој мери спроводе у виду утврђивања Ко је крив?, док се дубинске анализе саобраћајних незгода спроводе са циљем спречавања нових саобраћајних незгода.

Тимови који реализују дубинске анализе саобраћајних незгода у Норвешкој су додатно специјализовани на тимове који прикупљају податке и на тимове који врше обраду тих података.

Тимови који прикупљају податке спроводе следеће кораке у дубинској анализи саобраћајних незгода: излазак на терен, само прикупљање података, попуњавање одговарајућих упитника, слање прелиминарних података надлежној агенцији у року од 24 сата,

описивање чињеница и слање прелиминарног извештаја надлежној агенцији.

Тимови који врше анализу података спроводе одговарајуће специјализоване анализе, а међу њима најзначајније је истаћи следеће: спроводи се дескриптивна статистика и то анализе према незгодама, према возилу, према путу; затим се спроводе анализе узроковања саобраћајних незгода и то посебно се спроводе анализе узрока настанка саобраћајних незгода, а посебно анализа узрока настанка последица у саобраћајним незгода. Узроци саобраћајних незгода се разврставају на око 70 фактора, који су у вези са учесницима у саобраћају, путем и путном околином и возилом. Тим који врши анализу података врши пријем прелиминарног извештаја, спроводи дубинске анализе, припрема финални извештај са препорукама и предлозима мера, затим врши слање коначног извештаја надлежној агенцији и коначно, тим за спровођење анализа података припрема периодичне годишње извештаје.

У Великој Британији податке који се користе за касније дубинске анализе саобраћајних незгода прикупља саобраћајна полиција. До сада је у Великој Британији спроведено неколико студија дубинских анализа саобраћајних незгода и те студије су показале значајне ефекте на унапређење безбедности саобраћаја. Подаци о саобраћајним незгодама прикупљени од стране саобраћајне полиције се упарују са подацима о повредама, за које су задужене да прикупљају здравствене установе. Након прикупљених података специјализовани независни тимови анализирају те прикупљене податке и истражују узрочност сваке конкретне саобраћајне незгоде, тражећи узроке у систему Човек-Возило-Пут.

Данас је Велика Британија такође лидер у дубинским анализама саобраћајних незгода, јер је додатно као активни учесник SAFETYNET и DACOTA пројеката значајно утицала на развој методологија прикупљања података и методологија дубинских анализа саобраћајних незгода. Посебно значајан детаљ у вези са Великом Британијом и дубинским анализама саобраћајних незгода представља развој националне базе података STATS19 и STATS20, које имају велики број варијабли и параметара, који се прикупљају на самим увиђајима саобраћајних незгода. Ови подаци умногоме олакшавају даље дубинске анализе саобраћајних незгода, а посебно у делу у коме се већ унапред прикупљају подаци о тзв. могућим утицајним факторима на настанак саобраћајних незгода.

Француска такође представља једну од водећих земаља у Европској унији која спроводи дубинске анализе саобраћајних незгода.

Дубинске анализе саобраћајних незгода спроводе независни мултидисциплинарни тимови. Прикупљање података надгледа надлежно министарство, у овом случају Министарство транспорта Француске. У почетку спровођења дубинских анализа у Француској истраживања су вршена првенствено са наменом истраживачких сврха, а након првих постигнутих резултата дубинске анализе саобраћајних незгода су заживеле и у Француској.

У Холандији је национално тело за безбедност саобраћаја успоставило агенцију за вршење независних истрага саобраћајних незгода. Такође независан мултидисциплинарни тим за спровођење дубинских анализа саобраћајних незгода у Холандији има задатак да утврди узроке саобраћајних незгода, али и последице и да посебно спроведе анализу спречавања будућих незгода и последица кроз предлог одговарајућих мера. Практично, предлог одговарајућих мера је намењен са циљем превенције будућих саобраћајних незгода, а национално тело за безбедност саобраћаја надгледа рад агенције и реализује препоруке и предложене мере преко одговарајућих надлежних субјеката, предузећа за путеве и слично.

У Немачкој као и у већини земаља са развијеном индустријом возила, дат је велики значај спровођењу дубинских анализа саобраћајних незгода. С једне стране аутомобилска индустрија финансира и подржава развој и спровођење дубинских анализа, јер на основу њихових резултата развија и усавршава нове modele возила и чини их безбеднијим. С друге стране добија квалитетне податке о карактеристикама својих модела возила у сударима, што може служити као подстрек за избор конкретног возила. Немачки произвођачи возила су 1970. године први пут формирали тим за спровођење дубинских анализа, да би се 1973. године формирао независни тим на Медицинском универзитету у Хановеру. На почетку су прикупљани само подаци о саобраћајним незгодама у Хановеру, а касније и у Дрездену. 1999. године је развијена јака сарадња између ФИАТ-а и Савезног института за истраживање путева и развијен је пројекат Немачка студија дубинских истрага саобраћајних незгода (GIDAS), у оквиру ког пројекта су истраживане саобраћајне незгоде на територији наведених градова и успостављена процедура вршења дубинских анализа. У Немачкој су од тада почеле да се спроводе независне статистичке обраде података о саобраћајним незгодама од стране полиције и тима за спровођење дубинских анализа. У Немачкој је процедура да након пријављивања одговарајуће саобраћајне незгоде полицији, полиција обавештава тима за

спровођење дубинских анализа, а потом тим излази на место незгоде независно од осталих структура и врши све неопходне радње на терену. Осим прикупљања података на терену предвиђено је и прикупљање осталих података из здравствених установа, изјава, извештаја са прегледа возила и сл., а који се могу спроводити и накнадно.

Приликом прикупљања података о саобраћајној незгоди прикупља се око 3000 различитих параметара (података), међу којима су силе кочења, брзина у тренутку реаговања, сударна брзина, међусобни угао, еколошки услови, путни услови, начин регулисања саобраћаја, узроци саобраћајне незгоде, степен деформација, технички подаци о возилу, подаци о повредама и сл. На основу овако прикупљених података се формира база параметара саобраћајних незгода, која је кодирана како би се заштитио идентитет свих лица, а на основу прикупљених података се у програму PC CRASH врши у рачунарска анализа сваке саобраћајне незгоде и реконструкција комплетног догађаја.

Тим за вршење дубинских анализа чине четири члана (два техничара, лекар и координатор), који располажу са по два возила комплетно опремљена за аутоматско прикупљање података са терена, као и осталом неопходном опремом. Део дубинске анализе, односно прикупљање података на терену траје око један сат, и у том периоду тим не преузима наредну незгоду, све док не заврши са започетом.

Статистички подаци којима располаже полиција и подаци тима за дубинске анализе саобраћајних незгода се знатно разликују, због капацитета и техничке могућности спровођења дубинских анализа за све незгоде. Да би се овај проблем превазишао у Немачкој је уведено пондерисање података тима за дубинске анализе, како би се добила јасна слика стања, узрока и околности настанка свих саобраћајних незгода са повређеним лицима у Немачкој.

На основу овако прикупљених података, као и формирањем GIDAS базе података о саобраћајним незгода постигнуто је да се може превентивно деловати у циљу кориговања уочених недостатака саобраћајног система пре настанка нове саобраћајне незгоде. Највећи проценат превентивног деловања је усмерен на развој и усавршавање нових модела возила, која се развијају као безбеднија за возаче и путнике, као и за остале учеснике незгоде. С друге стране значајан проценат превентивног деловања је усмерен на отклањање недостатака саобраћајне инфраструктуре на који начин се побољшавају услови одвијања саобраћаја и умањују последице.

Дубинске анализе су осим у развијеним земљама Европе, вршене и још раније на другим континентима. Међу пионирима у вршењу дубинских анализа је и Универзитет у Аделајду, који је још 1975. године започео са вршењем дубинских анализа саобраћајних незгода на територији града Аделајда. Ово истраживање је финансирано од стране Одсека за друмску безбедност, Министарства саобраћаја Аустралије и спровођено је од 1975. до 1979. године. За спровођење овог истраживања била су формирана два тима експерата, који су чинили медицински техничар, саобраћајни инжењер и психолог, који су на месту незгоде прикупљали податке из својих области. За сваку саобраћајну незгоду је прикупљано најмање 1000 параметара, а у вези са путем, возилом, лицима учесницима незгоде. Сваки тим је располагао са по два опремљена возила, тако да су чланови тима могли по потреби да прате и лица у болницама или истовремено прикупљају податке на различитим локацијама о истој незгоди.

Приликом вршења анализа и извештавања о утицајним факторима на настанак незгоде су систематизовали свој рад према типовима саобраћајних незгода. Посебно су рађени извештаји за саобраћајне незгоде са учешћем пешака, бициклиста, мотоциклиста, лаких теретних возила, средњих теретних возила, тешких теретних возила, посебних возила и тегљача, аутобуса, аутомобила и осталих саобраћајних средстава.

Циљеви оваквих анализа су били утврђивање утицаја на настанак саобраћајне незгоде, и то: оцена правила која се односе на безбедност саобраћаја, утицај дизајна возила, утицај техничког одржавања возила, утицај инжењерске праксе, утицај дизајна путева на градским и ванградским деоницама, оцена ефеката мера на путу везаних за заштиту учесника у саобраћају, утицај алкохола код возача аутомобила мотоцикала бицикала и пешака.

Дубинске анализе су вршене само за саобраћајне незгоде које су биле пријављене хитној медицинској помоћи, након чега би тим за вршење дубинских анализа излазио на место незгоде. Након, изласка на место незгоде, медицински техничар би помогао по потреби радницима хитне медицинске службе, а потом заједно са психологом наставио да прикупља податке о повредама лица, као и њиховом стању, по могућству водио разговор са њима, док је техничар прикупљао податке о возилима, оштећењима и путу. Психолог би проценио утицај пута на настанак незгоде, извршио анализу исказа и прикупио податке о лицима, док би инжењер прикупио и документовао податке о возилима и путу.

Након рада на терену предстоји део пропратних истраживања у болници (праћење стања и повреда), интервијуи, додатни технички преглед возила и додатна анализа пута. Технички преглед возила би се обавио на плацу овлашћене шлеп службе у року од 24 сата након незгоде, а подаци о путу би могли бити прикупљани и наредног дана уколико то није могуће одмах након уклањања возила. Такође је у вези са путем праћено и уобичајено одвијање саобраћаја на конкретној деоници, као и мерење брзина, снимање тока и слично, а што је најчешће вршено неколико дана након незгоде, када се нормализују услови одвијања саобраћаја.

Као што је већ наведено све анализе су вршене према типовима незгода, при чему је посебно анализиран утицај алкохола, постојања дефеката на возилима, оствареног кочног учинка, утицаја специфичних правила саобраћаја у Аустралији, начин регулисања саобраћаја на раскрсници (знак стоп) и утицај околине.

Један од најпознатијих пројеката везан за дубинске анализе саобраћајних незгода је ANCIS (Australian National Crash In-Depth Study), који је реализован 2000. године од стране универзитета Монаш. Осим овог Универзитета у пројекту су учествовали и произвођачи аутомобила, државна и федерална влада, осигуравајуће компаније, дистрибутери резервних делова и асоцијација аутомобилизма Аустралије. И овај пројекат дубинских анализа је вршен по претходном принципу, изласком на терен посебно обученог мултидисциплинарног тима стручњака који су прикупљали податке са терена, као и остале податке о возилу, путу и учесницима незгоде, и то на простору Викторије и Новог јужног Велса.

Услов за вршење дубинских анализа, односно одабир незгода где ће бити вршене, је да је бар један учесник хоспитализован и да су возила млађа од 1989. године. И у оквиру овог пројекта је праћен изузетно велики број параметара, а возила су била класификована према величини, на велика, мала, средња, луксузна, спортска и теренска. Прикупљани параметри су шифровани и похрањени у бази, тако да су подаци о лицима остали скривени. На основу прикупљених података су утврђивани утицаји фактора човек, пут, возило и окружење на настанак незгода на посматраном подручју.

На истом Универзитету је у процедури нови пројекат ECIS (Enhanced Crash Investigation Study) у оквиру кога ће бити анализирано преко 400 саобраћајних незгода са тешким повредама. Планирано је да у оквиру пројекта буде праћено преко 5000 параметара саобраћајних незгода у периоду од три године.

Осим стандардног изласка на терен и прикупљања података, као и разговора са учесницима незгоде, планирано је да се са возила и осталих савремених технолошких уређаја прикупљају подаци о кретању возила непосредно пре настанка незгоде у трајању од 5 секунди и реконструисању тока догађаја на основу свих параметара.

Циљ овог пројекта је да повећа ниво безбедности, а посебно рад савремених система на возилима као што су аутоматско кочење, алкобраве, различити сензори и АБС системи за мотоцикле.

3. МОГУЋНОСТИ ПРИМЕНЕ ДУБИНСКИХ АНАЛИЗА У РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ

У Србији до сада нису званично извршене дубинске анализе саобраћајних незгода са погинулим лицима, а што је била обавеза управљача пута од ступања на снагу Закона о безбедности саобраћаја.

Србија сада има прилику да се прикључи најразвијенијим земљама Европске уније и Света, које су дубинске анализе саобраћаних незгода већ увелико увеле у своју праксу. За то у Србији постоји велики потенцијал и добре полазне основе.

Наиме, Закон о безбедности саобраћаја на путевима је препознао и дефинисао дубинске анализе као обавезу управљача пута. Са друге стране, институционални капацитети у Републици Србији су на прилично високом нивоу, почевши од тога да је основан Национални Савет за безбедност саобраћаја, да постоји надлежно министарство, да је основана и функционише Агенција за безбедност саобраћаја, да су јасно дефинисане обавезе и одговорности управљача пута како на националном тако и на локалном нивоу, итд.

Све ово представља добру полазну основу за почетак примене дубинских анализа у Републици Србији, иако недостаје Правилник о спровођењу дубинских анализа (и до сада било могуће спроводити дубинске анализе без поменутог правилника, по угледу на најразвијеније земље света).

У Србији један од значајних потенцијала за вршење дубинских анализа је и у томе што постоји устаљена пракса вршења експертиза саобраћајних незгода за потребе Суда, што са техничког аспекта представља значајну основу.

Наиме, саобраћајно-технички вештаци располажу значајним нивоом знања неопходним за анализе саобраћајних незгода и утврђивање узрока и околности под којим су настале, што ће у великој мери утицати на бржу и једноставнију примену дубинских анализа, јер методологија експертиза саобраћајних незгода омогућава квалитативну обраду прикупљених података, утврђивање узрока и утицајних фактора на настанак саобраћајне незгоде, као и могућност рачунарске анализе саобраћајних незгода.

Тренд у развијеним земљама света, су наставак развијања CARE/CAREPLUS базе података и усаглашавање прикупљања података о саобраћајним незгодама према CADAS протоколу на међународном нивоу. Искуства која су представљена пројектима SAFETYNET и DACOTA показују велике могућности примене дубинских анализа саобраћајних незгода. Како директиве Европске Уније, затим и препоруке и резолуције, а за то се залажу и сви документи Деценије акције за безбедност саобраћаја (Глобални план деценије акције за безбедност саобраћаја, итд.) предлажу да се прикупљају подаци о саобраћајним незгодама ради праћења стања и стварања могућности за унапређење безбедности саобраћаја, то се Србија може прикључити овим развијеним земљама уколико већ сада у овом тренутку буде размишљала проактивно и увела савремене процедуре унапређења безбедности пута у своју праксу.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Aidoo, E.N., Amoh-Gyimah, R., Ackaah, W., 2013. The effect of road and environmental characteristics on pedestrian hit-and-run accidents in Ghana. *Accid. Anal. Prev.* 52, 23-27.
- [2] Antic, B., Vujanic, M., Lipovac, K., Pesic, D., 2012. Estimation of the traffic accidents costs in Serbia by using dominant costs model. *Transport.* 26:4, 433-440.
- [3] Bjorkman, K., Fagerlind, H., Ljung-Aust, M., Lijegren, E., 2008. In-depth accident causation databases and analysis report. Deliverable 5.8 of the EU FP6 project SafetyNet, TREN-04-FP6TR-SI2.395465/506723
- [4] Department for Transport – Great Britain 2013. Valuation of road accidents and casualties in Great Britain, Annual report
- [5] Dupont, E., and Martensen, H. (Eds.) (2008) Analysing European in-depth data: Methodological framework and results. Deliverable D7.9 of the EU-FP6 project SafetyNet.
- [6] European Road Safety Observatory, Project of SafetyNet, 2008. Deliverable 5.8: In-depth accident causation database and analysis report
- [7] Larsen, L. (2004) Methods of multidisciplinary in-depth analyses of road traffic accidents, *Journal of Hazardous Materials*, Volume 111, Issues 1-3, pp.115-122.
- [8] Lipovac, K. (2008) Bezbednost saobraćaja, Službeni glasnik RS.
- [9] Марковић, Н., Пешић, Д., Мацура, Д., Шелмић, М. 2015. НЕЗАВИСНЕ ОЦЕНЕ САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА СА ПОГИНУЛИМ НА ЈАВНИМ ПУТЕВИМА, 10. Међународна Конференција „Безбедност саобраћаја у локалној заједници“
- [10] Пешић, Д., Вујанић, М., Липовац, К. 2014. IN-DEPTH ANALISES OF ROAD ACCIDENTS, STATE-OF-THE-ART AND THE POSSIBILITIES FOR THE IMPLEMENTATION IN THE REPUBLIC OF SERBIA, XII International Symposium "ROAD ACCIDENTS PREVENTION 2014"
- [11] Penumaka, P.A., Savino, G., Baldanzini, N., Pierini, M., 2014. In-depth investigation of PTW-car accidents caused by human errors. *Safety Sci.* 68, 212-221.
- [12] PIARC- Permanent International Association of Road Congresses, 2011. Road Safety Manual
- [13] Ross, A., Lipovac, K., Rodic, R., Stanetic, V., Kremenovic, B., Radovic, D., Simic, M., Rodic, J., 2012. Troškovi Saobraćajnih nezgoda u Republici Srpskoj (ENG. The costs of road accidents in the Republic of Srpska) , Ekonomski institut (eng. Economical institute)– SweRoad
- [14] Rich, J., Prato, C.G., Hels, T., Lyckegaard, A., Kristensen, N.B., 2013. Analyzing the relationship between car generation and severity of motor-vehicle crashes in Denmark. *Accid. Anal. Prev.* 54, 81-89.
- [15] SafetyNet (2005) Fatal Data Methodology Development Report. Deliverable D5.1 of the EU FP6 project SafetyNet.
- [16] SafetyNet (2005) In-depth Accident Causation Data Study Methodology Development Report. Deliverable D5.2 of the EU FP6 project SafetyNet
- [17] SafetyNet (2008) Fatal Accident Database Development and Analysis – Final Report. Deliverable D5.7 of the EU FP6 project SafetyNet
- [18] SafetyNet (2008) Glossary of Data Variables for Fatal and accident causation databases. Deliverable D5.5 of the EU FP6 project SafetyNet.
- [19] SafetyNet (2008) In-depth accident causation database and analysis report. Deliverable D5.8 of the EU FP6 project SafetyNet.
- [20] SafetyNet (2008) Recommendations for Transparent and Independent Road Accident Investigation. Deliverable D4.5 of the EU FP6 project SafetyNet.
- [21] World Health Organization. 2013. Global status report on road safety: time for action: 2013.
- [22] Закон о безбедности саобраћаја на путевима, Службени гласник Републике Србије бр. 41/2009.

ISPITIVANJE ZNANJA I PONAŠANJA VOZAČA O PRAVILIMA KOJA VAŽE NA KRUŽNIM RASKRSNICAMA

Dr Svetlana Čičević, dipl. psiholog,

Saobraćajni fakultet, Univerzitet u Beogradu, s.cicevic@sf.bg.ac.rs

Aleksandar Trifunović, dipl. inž. saob.,

Saobraćajni fakultet, Univerzitet u Beogradu, a.trifunovic@sf.bg.ac.rs

Marina Milenković, dipl. inž. saob.,

Saobraćajni fakultet, Univerzitet u Beogradu, marina.milenkovic@sf.bg.ac.rs

Stručni rad

Rezime: Raskrsnice su jedan od dominantnih elemenata gradske mreže. U našoj zemlji se na raskrsnicama dogodi oko 20% saobraćajnih nezgoda. Projektovanje geometrije savremenih raskrsnica sa kružnim tokom predstavlja traženje kompromisa između kapaciteta raskrsnice i bezbednosti saobraćaja. Ukoliko geometrijski elementi uslovljavaju smanjenje brzine saobraćaja postiže se veća bezbednost, ali se uslovljava i smanjenje kapaciteta raskrsnice. Nedoumice oko prava prvenstva prolaza koje preovlađuju na kružnim raskrsnicama trebalo bi da budu razjašnjene postavljanjem saobraćajnih znakova za sve učesnike u saobraćaju. U radu su prikazane osnovne karakteristike kružnih raskrsnica, primeri kružnih raskrsnica u Republici Srbiji, kao i rezultati ankete koja se odnosi na ispitivanje nivoa znanja vozača o pravilima koja važe na kružnim raskrsnicama.

Ključne reči: Ispitivanje znanja, kružne raskrsnice, ponašanje vozača.

THE ASSESSMENT OF DRIVER BEHAVIOR ON THE RULES VALID ON ROUNDABOUTS

Svetlana Čičević, Ph. D. Psychologist

Faculty of Traffic and Transport Engineering, University of Belgrade,

Aleksandar Trifunović, B. Sc. T. E.

Faculty of Traffic and Transport Engineering, University of Belgrade,

Marina Milenković, B.Sc. TE.

Faculty of Traffic and Transport Engineering, University of Belgrade

Professional paper

Abstract: Intersections are one of the dominant elements of the city's network. In our country at a crossroads happens about 20% of traffic accidents. Design geometry of modern roundabouts (represents) the search for a compromise between the capacity of the intersection and traffic safety. If geometric elements induced reduction of traffic speed achieved greater security, but the causes and reduce the capacity of the intersection. Dilemmas about the right of way to prevail on the roundabouts should be clarified by placing traffic signs for all road users. This paper presents the main features of roundabouts, examples of various types of roundabouts in the Serbia, as well as the survey results, of testing the knowledge of the rules for driving roundabouts.

Key words: Testing of knowledge, roundabouts, driver behavior.

1. UVOD

1.1. Vrste raskrsnica

Raskrsnice predstavljaju vezne tačke u uličnoj i putnoj mreži. Omogućavaju povezivanje delova putne mreže u jednu celinu i time funkcionisanje ukupnog saobraćajnog sistema. Zadatak raskrsnica je da na saobraćajno bezbedan, brz i ekonomski opravdan način izvrše raspodelu korisnika na željene smerove kretanja, uz minimalne negativne uticaje na životnu sredinu.

S obzirom na oblik i način regulisanja saobraćaja površinske raskrsnice se mogu podeliti na klasične (ne)signalisane raskrsnice i kružne raskrsnice (tzv. rotore). Kružne raskrsnice su saobraćajni čvorovi na kojima se regulisanje saobraćaja i pravo prvenstva prolaza vrši isključivo primenom vertikalne i horizontalne saobraćajne signalizacije [3].

Uloga raskrsnica je da na bezbedan, brz i ekonomski opravdan način regulišu raspodelu korisnika na željene smerove kretanja u saobraćajnom toku, uz minimalne negativne uticaje na životnu sredinu. Posmatrano sa aspekta bezbednosti saobraćaja, glavna prednost kružnih raskrsnica, u odnosu na klasične trokrake ili četvorokrake raskrsnice, je redukovanje konfliktnih tačaka.

Rezultati mnogobrojnih istraživanja pokazuju da se izgradnjom kružnih raskrsnica drastično smanjuje broj saobraćajnih nezgoda, a naročito nezgode sa povređenim i nastradalim licima.

Pored podizanja nivoa bezbednosti saobraćaja kružne raskrsnice doprinose redukciji saobraćajne buke i smanjenju emisije štetnih gasova. Savremene raskrsnice sa kružnim tokom imaju osobine koje ih nesumnjivo čine atraktivnim za primenu, a na našim prostorima su nepravedno zapostavljene.

Posebne karakteristike kružnih raskrsnica, a koje ih razlikuju od klasičnih raskrsnica u nivou su: kružne raskrsnice su raskrsnice kombinovanog neprekinutog i prekinutog toka; vozila u kružnom toku imaju pravo prvenstva prolaza u odnosu na vozila koja ulaze u kružnu raskrsnicu ("pravilo desne strane" ne primenjuje se na kružnim raskrsnicama); vozilo koje ulazi u kružnu raskrsnicu ne zaustavlja se ako ima slobodan ulaz, već ulazi u kružnu raskrsnicu sa smanjenom brzinom; na malim kružnim raskrsnicama, u urbanim sredinama, moguće je voziti samo malom brzinom sa prednjim točkovima okrenutim pod većim uglom; pešaci i biciklisti u kružnim raskrsnicama poštuju ista pravila kao na klasičnim raskrsnicama; zabranjena je vožnja unazad (i nepotrebna) na kružnim raskrsnicama; dugim vozilima dozvoljeno je da koriste i neasfaltirani deo kružnog kolovoza (vozni deo središnjeg saobrać. ostrva); mala vozila nemaju potrebe za tim [4].

1.2. Istorijski razvoj kružnih raskrsnica

U knjizi "Projektovanje raskrsnica sa kružnim tokom" [1] prikazan je pregled istorije raskrsnica sa kružnim tokom u Evropi i Sjedinjenim Američkim Državama. U početku nisu postojala specifična pravila za ponašanje vozača u kružnom saobraćajnom toku. Kasnije je uvedeno "pravilo desne strane"). Sa povećanjem intenziteta saobraćaja, ovo pravilo je dovelo do zastoja saobraćaja u samom kružnom toku. Povećanje broja nezgoda uslovljeno ovom situacijom, zatim razvoj saobraćajne signalizacije, a naročito koordinisane svetlosne signalizacije doveli su do smanjenja interesovanja za raskrsnice sa kružnim tokom, tako da su mnoge od njih zamenjene klasičnim raskrsnicama. Prvi koncept kružnog saobraćajnog toka dao je Francuz Enar 1903. godine, a prva praktična primena kružne raskrsnice bila je "Columbus circle" koja je izgrađena u Njujorku 1905. godine. Nakon uvođenja savremenih raskrsnica sa kružnim tokom, u Francuskoj je došlo do njihove velike ekspanzije, kako novih, tako i rekonstrukcije starih signalisanih raskrsnica. U 1992. godini porast implementacije savremenih raskrsnica sa kružnim tokom dostigao je broj od 1000 raskrsnica godišnje. Rezultati koje su savremene raskrsnice sa kružnim tokom pokazale na polju bezbednosti i kapaciteta doveli su do ogromne zainteresovanosti za njih u mnogim zemljama. U Holandiji je, počevši od 1980-ih, za samo šest godina izgrađeno približno 400 raskrsnica sa kružnim tokom. Norveška je sa primenom savremenih raskrsnica sa kružnim tokom počela 1985. godine [2].

Rezultati koje su ove raskrsnice pokazale na polju bezbednosti i kapaciteta doveli su do velike zainteresovanosti za njih u mnogim zemljama. Kružne raskrsnice se u velikom broju izgrađuju u Norveškoj, gde je upotreba kružnih raskrsnica porasla sa 15, koliko ih je bilo 1980-e godine, na preko 500 u 1992-oj godini. Ista studija takođe poredi 59 kružnih raskrsnica sa 124 signalisanih i dolazi do podataka da je stopa saobraćajnih nezgoda na milion vozila koja uđu u kružnu raskrsnicu, manja u poređenju sa signalisanim raskrsnicama. Studija je pokazala da trokake raskrsnice koje su imale stopu saobraćajnih nezgoda od 0.05, a kod kružnih raskrsnica iznosi 0.03. Slični su rezultati i za četvorokake raskrsnice, u kojima je stopa sa 0.1 smanjena na 0.05. Što se tiče saobraćajnih nezgoda sa povređenim licima, samo jedna nezgoda sa pešakom i 6 sa biciklistima su evidentirane kod kružnih raskrsnica. Poredeći ove podatke sa 20% saobraćajnih nezgoda sa povređenima koje uključuju pešake na signalisanim raskrsnicama, pozitivni efekti kružnih raskrsnica koji se odnose na bezbednost pešaka su uočljivi. Ipak, rezultati za bicikliste nisu zadovoljavajući. Od ukupnog broja prijavljenih saobraćajnih nezgoda na kružnim raskrsnicama, 36% je sa dvotočkašima, u poređenju sa samo 23% na signalisanim raskrsnicama [2].

1.3. Proces planiranja raskrsnica sa kružnim tokom

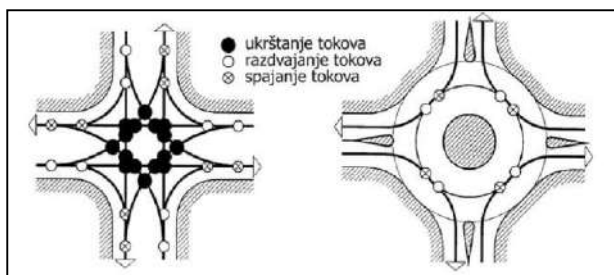
Vozači moraju na raskrsnici da obrate pažnju na više faktora za razliku od slobodnih deonica. Istovremeno preduzimaju radnje prestrojavanja, smanjenja brzine, kočenja pri skretanju, kočenja zbog propuštanja ukrštajućeg saobraćaja i sl. Stoga izboru tipa raskrsnica treba prethoditi detaljna analiza i poređenje mogućih alternativa [5]. Proces planiranja raskrsnica sa kružnim tokom treba da pokaže opravdanost odluke da se određeni oblik raskrsnice primeni na specifičnoj lokaciji. Tek nakon faze planiranja može se pristupiti detaljnoj analizi i projektovanju. Proces planiranja počinje sa određivanjem preliminarne oblika i funkcionalnih karakteristika raskrsnice. Određuje se minimalni potrebni broj saobraćajnih traka na prilazima i na osnovu toga kategorija raskrsnice koja će u najvećoj meri zadovoljiti programske zahteve: mini ili normalna, sa jednom ili više saobraćajnih traka u kružnom toku, gradska ili vangradska itd. [2]. Da bi se donela pravilna odluka potrebno je u studiji opravdanosti izgradnje raskrsnice proveriti osnovne kriterijume za izbor tipa raskrsnice. Osnovni kriterijumi i podkriterijumi koji se vrednuju pri izboru tipa raskrsnice su: kriterijum bezbednosti saobraćaja (sa podkriterijumima uslovi lokacije i konfliktne tačke); kriterijum protoka saobraćaja (sa podkriterijumima kvalitet protoka i geometrijske karakteristike); kriterijum prostornog uklapanja (sa podkriterijumima površinsko uklapanje i estetsko uklapanje) i kriterijum ekonomičnosti (sa podkriterijumima troškovi građenja i troškovi održavanja) [5].

Vrednovanje projektnog rešenja obično se vrši metodom dobit-troškovi (benefit-cost method). Dobit se razmatra sa stanovišta bezbednosti (smanjenja broja saobraćajnih nezgoda: smrtnih, sa povredama, materijalna šteta), funkcionalnosti (izraženo kroz vremenske gubitke vozila-sati) i zaštite životne sredine (potrošnja goriva, emisija štetnih gasova, buka). Troškovi se izražavaju kroz troškove građenja, eksploatacije i održavanja (osvetljenje, horizontalna i vertikalna signalizacija, uređenje prostora...). Upoređujući na ovaj način projektno rešenje raskrsnice sa kružnim tokom sa alternativnim tipom raskrsnice, odnosno postojećom raskrsnicom koju treba rekonstruisati, dobijamo osnovu za ocenu opravdanosti njene izgradnje [2]. Ukoliko postoji dovoljno informacija poželjno je cost-benefit metodom odrediti ekonomičnosti nekog rešenja. Ukoliko ne postoje pouzdani statistički podaci i metodologija za njihovu primenu da bi se procenilo smanjenje navedenih društvenih troškova, onda se vrednovanje može pojednostaviti i svesti na vrednovanje troškova građenja i održavanja.

1.4. Bezbednost saobraćaja na kružnim raskrsnicama

Sprovedena su mnogobrojna istraživanja kako bi se pokazao uticaj primene raskrsnica sa kružnim tokom na smanjanje broja saobraćajnih nezgoda [6]. Pored ovih istraživanja, takođe su veoma interesantna i ona koja se bave zavisnošću geometrijskog oblikovanja raskrsnice sa kružnim tokom i mogućeg broja saobraćajnih nezgoda [7]. Ova istraživanja pokazuju da se najveći broj nezgoda javlja između vozila u kružnom toku i vozila koje ulazi u kružni tok. Da bi se ovaj broj sveo na minimum potrebno je geometrijskim oblikovanjem uticati na smanjenje relativne razlike brzina vozila u kružnom toku i vozila na ulasku u kružni tok. Maksimalna razlika brzina ne bi trebalo da prelazi 35 km/h [8].

Sa aspekta bezbednosti saobraćaja, glavna prednost jednotračnih kružnih raskrsnica (u odnosu na klasične trokake ili četvorokake raskrsnice), je eliminacija konfliktnih deonica i tačaka prvog (ukrštanje), drugog (prestrojavanje) i trećeg (uključivanje, razdvajanje) stepena (Slika 1.). Teoretski, klasična četvorokraka raskrsnica ima 32 konfliktna tačke (16 ukrštanja, 8 razdvajanja i 8 spajanja), dok jednotračna četvorokraka kružna raskrsnica ima samo 8 konfliktnih tačaka nižeg stepena (4 razdvajanja i 4 spajanja).



Slika 1. Konfliktna tačke na klasičnoj četvorokrakoј raskrsnici i četvorokrakoј kružnoj raskrsnici (Smernice projektovanje, građenje održavanje i nadzor na putevima. Knjiga I, 2005. Bosna i Hercegovina)

Kontrola brzine vožnje kroz kružnu raskrsnicu je glavni podatak na osnovu koga se procenjuje stepen bezbednosti saobraćaja. Manja brzina motornih vozila rezultira sporijim tokom saobraćaja, i u tom slučaju više pažnje može se posvetiti drugim učesnicima u saobraćaju, dok se istovremeno može smanjiti mogućnost saobraćajnih nezgoda sa teškim posledicama. Kriterijum koji treba zadovoljiti je da prilikom kretanja vozila kroz kružni tok brzina treba da bude ispod 30 km/h ili 35 km/h [4].

2. METODOLOGIJA RADA

Istraživanje koje je tema ovog rada je vršeno isključivo putem on-lajn ankete koja je napravljena na platformi „Google Drive“.

Osnovni problem ovakve vrste istraživanja predstavlja pitanje da li je prikupljen uzorak zaista reprezentativan. Ne postoje intervencije koje mogu garantovati potpunu objektivnost rezultata istraživanja. Kao što je napomenuto anketiranje je vršeno „on-line“ anketom, pa je teško utvrditi koliko su se ispitanici posvetili anketi. Pitanje „Da li je dozvoljeno prelaženje ulice preko obeleženog pešačkog prelaza?“, je poslužilo da odredi stepen zainteresovanosti za popunjavanje ankete. Svi ispitanici koji su dali netačan odgovor eliminisani su iz ankete, jer se smatra da nisu posvetili dovoljno pažnje anketi (smatramo da su nesumično birali odgovore). Ostala pitanja u anketi imaju za cilj da provere nivo opšteg znanja vozača o poznavanju pravila u kružnim raskrsnicama. Pitanja su zatvorenog tipa i imaju po dve, tri ili četiri alternative za odgovore. Odgovori na ta pitanja su u daljem radu prikazani i detaljno analizirani. Anketiranje je vršeno na teritoriji Republike Srbije u vremenskom periodu od decembra 2013. do marta 2014. godine. Podaci dobijeni anketom unešeni su i obrađeni u programskom paketu MS EXCEL i statističkom softverskom paketu IBM SPSS Statistics v.18. Primenjene su standardne metode deskriptivne i analitičke statistike, a za procenu značajnosti razlike korišćen je Kruskal-Wallis-ov test. Postavljena je nulta hipoteza (H_0) koja glasi: Ne postoji statistički značajna razlika između grupa i radna hipoteza (H_a) koja glasi: postoji statistički značajna razlika između grupa. Prag statističke značajnosti (α) postavljen je na 5%. Stoga, ukoliko je $p \leq 0,05$, odbacuje se H_0 i prihvata H_a . Ukoliko je $p > 0,05$ prihvata se H_0 .

3. PRIKAZ REZULTATA RADA

U radu su razmatrane grupe ispitanika po polu, uzrastu, vozačkom stažu, učestalosti vožnje, kategoriji vozačke dozvole koju poseduju i po regionima u kojima žive, kako bi se proverile potencijalne razlike između navedenih grupa u poznavanju saobraćajnih pravila koje važe na kružnim raskrsnicama. Poređeni su sledeći regioni Srbije: Vojvodina, Istočna Srbija, Zapadna Srbija, Južna Srbija, Centralna Srbija i posebno grad Beograd. Kategorije vozača po vozačkom stažu su sledeće: vozači sa probnom vozačkom dozvolom, vozači koji poseduju vozačku dozvolu do pet godina, vozači koji poseduju vozačku dozvolu preko pet godina.

3.1. Demografske karakteristike ispitanika

U anketi je učestvovalo 137 ispitanika. Uzorak čini 50,4% osoba ženskog pola i 49,6% muškaraca, starosne strukture između 18 i 35 godina. Prema obrazovnoj strukturi, 40,1% ispitanika pohađa srednju školu, 46,7% fakultet, dok su ostali ispitanici završili fakultet (13,1%).

Vozači koji poseduju vozačku dozvolu do pet godina čine 41,6% ukupnog uzorka, vozači koji poseduju vozačku dozvolu preko pet godina 46%, vozači sa probnom vozačkom dozvolom čine 4,4% ispitanika, dok 8% vozača ne poseduje vozačku dozvolu (ispitanici su u procesu obuke ili imaju položen PSP ispit). Prema regionima u Srbiji raspodela uzorka pokazuje da najviše ispitanika ima iz Vojvodine (23%), zatim Beograda (20%), Centralne i zapadne Srbije po 16%, a ostatak ispitanika je iz Istočne i Južne Srbije (13%, 12% respektivno). Najmanji procenat ispitanika ima vozačku dozvolu samo „A“ kategorije (0,7%), slede ispitanici koji imaju vozačku dozvolu samo „C“ kategorije (3%), dok najviše ispitanika ima vozačku dozvolu samo za putnički automobil (79,6%). Dozvolu za sve tri kategorije ima 2,2% ispitanika, dok za motocikl i putnički automobil, odnosno putnički automobil i teretno vozilo ima 7,3% i 8% ispitanika, respektivno. U nastavku rada prikazani su najznačajniji rezultati istraživanja.

3.2. Analiza pojedinačnih pitanja o kružnim raskrsnicama

Prvo pitanje, namenjeno ispitivanju vozača o poznavanju pravila na kružnim raskrsnicama, se odnosi na konkretnu raskrsnicu koja se nalazi na ulazu u Kragujevac iz pravca Topole (put M 23). Ispitanici su imali zadatak da odgovore ko ima pravo prvenstva prolaza na navedenoj raskrsnici (Slika 2.)? 36,5% ispitanika je odgovorilo tačno, odnosno da vozilo koje nailazi iz pravca 1 ima pravo prvenstva prolaza (pod pretpostavkom da oba vozila nailaze u istom trenutku na kružni tok, vozilo 1 ima pravo prvenstva prolaza jer ranije ulazi u kružni tok), dok je 63,5% ispitanika odgovorilo netačno.



Slika 2. Prikaz kružne raskrsnice 1

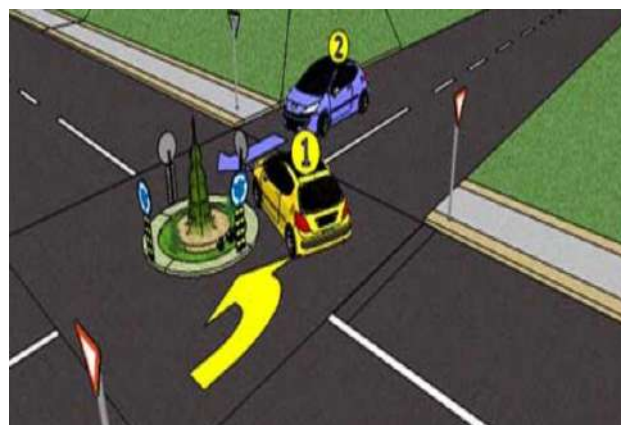
Da bi se proverili rezultati prethodnog pitanja, ispitanicima je postavljeno identično pitanje samo sa slikom iz ugla vozača koji se približava kružnom toku (Slika 3.). Na slici 2. mogu se uočiti i propusti napravljeni pri postavljanju vertikalne signalizacije na kraku 1, gde je redosled saobraćajnih znakova nepravilno postavljen.

Saobraćajni znak II-1 (znak "ukrštanje sa putem sa prvenstvom prolaza" (II-1), koji označava blizinu raskrsnice na kojoj vozač mora da ustupi prvenstvo prolaza vozilima koja se kreću po putu na koji on nailazi), morao bi da se nalazi iznad saobraćajnog znaka II-45.2 ("kružni tok saobraćaja" (II-45.2), koji označava kolovoz odnosno deo kolovoza kojim se vozila moraju kretati), po "Pravilniku o saobraćajnoj signalizaciji" [8]. 42,3% ispitanika je tačno odgovorilo, dok je 57,7% dalo pogrešan odgovor. Pitanje "Koje pravilo saobraćaja se primenjuje u navedenim slučajevima", namenjeno je proveriti načina razmišljanja vozača. 42,3% ispitanika smatra da se na navedenim raskrsnicama primenjuje pravilo desne strane, dok se za pravilo prvenstva prolaza vozila koje je u kružnom toku odlučilo 57,7% ispitanika.



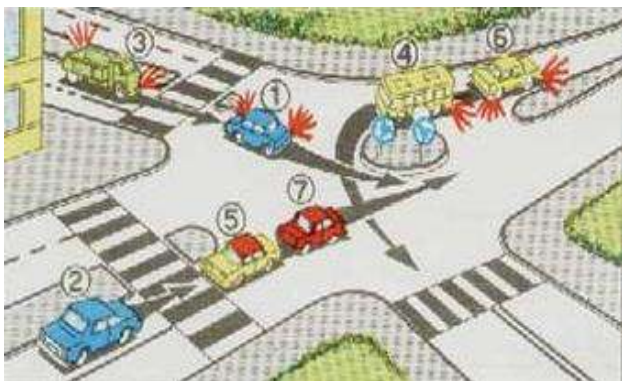
Slika 3. Prikaz kružne raskrsnice iz ugla vozača

Naredno pitanje o pravu prvenstva prolaza na kružnoj raskrsnici je prikazano na Slici 3. Tačno je odgovorilo 87,6% ispitanika, dok je 12,4% ispitanika dalo pogrešan odgovor.



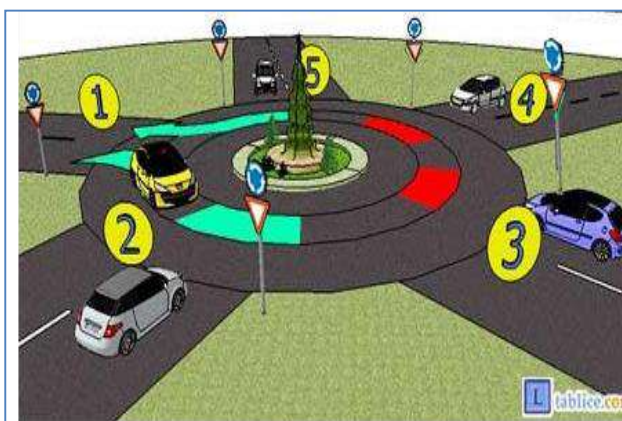
Slika 4. Prikaz kružne raskrsnice 2

Pitanje o kružnim raskrsnicama, koje je preuzeto iz udzbenika za polaganje vozačkog ispita po starom programu obuke, prikazano je na Slici 4. Tačan odgovor je dalo 62,8% ispitanika, dok je 26,3 i 10,9% ispitanika izabralo netačne alternative.



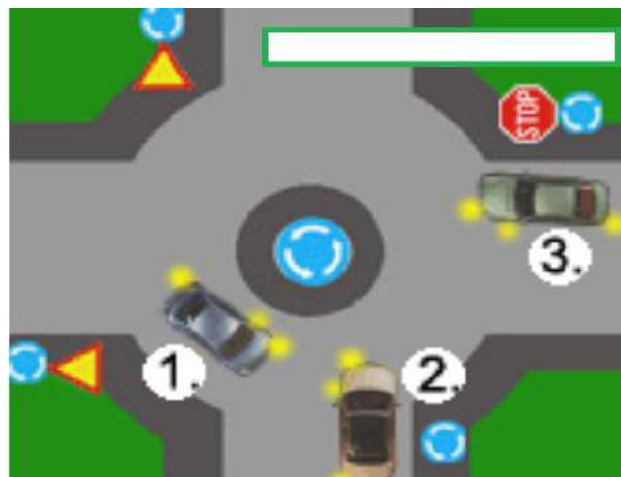
Slika 5. Prikaz kružne raskrsnice 3

Pravilan redosled prolaska vozila koja nailaze na raskrsnicu prikazanu na Slici 5. bio je zadatak ispitanicima na 4. pitanje o kružnim raskrsnicama. Navedena raskrsnica nije predstavljala veliki problem ispitanicima, jer je 88,3% ispitanika tačno odgovorilo na postavljeno pitanje.



Slika 6. Prikaz kružne raskrsnice 4

Na Slici 6. prikazana je kružna raskrsnica koja, osim saobraćajnog znaka II-45.2 ("kružni tok saobraćaja"), na dva kraka ima saobraćajni znak II-1 (znak "ukrštanje sa putem sa prvenstvom prolaza"), a na jednom kraku znak II-2 ("obavezno zaustavljanje" II-2). Na navedeno pitanje tačno je odgovorilo 19% ispitanika (alternative 213), dok se najveći procenat ispitanika odlučio za netačnu alternative 123 (67,2%).



Slika 7. Prikaz kružne raskrsnice 5

Ispitanici su imali zadatak da odrede pravilan redosled kroz četvorokraku kružnu raskrsnicu, koja na svim kracima ima saobraćajni znak II-1 (znak "ukrštanje sa putem sa prvenstvom prolaza") (Slika 7.). Nešto više od polovine ispitanika je tačno odgovorilo (57,7%) na ovo pitanje.



Slika 8. Prikaz kružne raskrsnice 6

Naredno pitanje o pravu prvenstva prolaza na kružnoj raskrsnici je prikazano na Slici 8. Tačno je odgovorilo samo 15,3% ispitanika (crveno vozilo), dok 84,7% nije dalo tačan odgovor (plavo vozilo) (Slika 8.).



Slika 9. Prikaz kružne raskrsnice 7

Drugo pitanje o kružnim raskrsnicama se odnosi na konkretnu raskrnicu koja se nalazu u Beogradu, pod nazivom "Autokomanda". Prvi deo pitanja, koji se odnosi na ulaz u kružni tok iz pravca Slavije (Slika 10.) (ispitanicima je prikazan video snimak konkretne saobraćajne situacije), imao je 46% tačnih odgovora.



Slika 10. Prikaz kružne raskrsnice Autokomanda/ulaz

Na drugi deo pitanja, koji se odnosi na izlaz iz kružnog toka Autokomanda (u ulicu Bulevar oslobođenja) (Slika 11.) (ispitanicima je prikazan video snimak konkretne saobraćajne situacije) ispitanici su tačno odgovorili u 86,1% slučajeva, što je za 39,9% više tačnih odgovora od pitanja koje se odnosi na pravo prvenstva prolaza na ulazu u kružni tok.



Slika 11. Prikaz kružne raskrsnice Autokomanda/izlaz

3.3. Statistička analiza podataka

Statistička analiza podataka je pokazala da ne postoji statistički značajna razlika u nivou znanja o pravilima koja važe u kružnim raskrsnicama po polu, uzrastu, regionu stanovanja, učestalosti korišćenja motornog vozila i kategoriji vozačke dozvole ispitanika. Statistički značajna razlika postoji kod pitanja o pravilu prvenstva prolaza u kružnom toku u Kragujevcu ($\chi^2=6,242$; $p=0,044$), gledano po nivou obrazovanja ispitanika, odnosno ispitanici sa većim stepenom obrazovanja imaju veći procenat tačnih odgovora (Tabela 1.). Prema dužini posedovanja vozačke dozvole postoje satistički značajne razlike kod dva pitanja koja su prikazana u Tabeli 2.

Tabela 1. Satistički značajne razlike po nivou obrazovanja

Pitanja	Kategorija	Srednj i rang	χ^2	p
Ko ima pravo prvenstva prolaza u kružnom toku na Slici 2.?	Srednje obrazovanje	64,11	6,24	0,044
	Visoko obrazovanje	68,31		
	Master/magistar	86,39		

Tabela 2. Satistički značajne razlike po dužini posedovanja vozačke dozvole

Pitanja	Kategorija	Srednji rang	χ^2	p
Ko ima pravo prvenstva prolaza u kružnom toku na Slici 7.?	Ne poseduju vozačku dozvolu	79,18	14,7	0,002
	Poseduju probnu vozačku dozvolu	83,33		
	Poseduju vozačku dozvolu do 5 godina	64,11		
	Poseduju vozačku dozvolu preko 5 godina	70,29		
Pitanja	Kategorija	Srednji rang	χ^2	p
Ko ima pravo prvenstva prolaza u kružnom toku na Slici 8.?	Ne poseduju vozačku dozvolu	85,91	17,5	0,040
	Poseduju probnu vozačku dozvolu	61,00		
	Poseduju vozačku dozvolu do 5 godina	62,20		
	Poseduju vozačku dozvolu preko 5 godina	72,96		

4. ZAKLJUČAK SA DISKUSIJOM

U momentu kada postojeća raskrsnica, usled preopterećenja ili velikog broja registrovanih nezgoda, više ne funkcioniše kako je planirano, postavlja se pitanje da li postoji neko bolje rešenje, neki drugi tip raskrsnice koji bolje funkcioniše. Pri uvođenju nove raskrsnice u saobraćajnu mrežu postoji često dilema koji tip raskrsnice primeniti. Put do rešenja za pomenute probleme nije jednostavan.

Na izbor najpovoljnijeg rešenja pri izboru tipa raskrsnice utiču aspekti kao što su saobraćajna bezbednost (ili bezbednost u saobraćaju) i kvalitet protoka saobraćaja određen kapacitetom, vremenom čekanja i stepenom zasićenosti.

Ostali aspekti koji mogu uticati na izbor su uklapanje rešenja u okolinu (površinsko i estetsko) i naravno troškovi kako građenja tako i održavanja raskrsnice [5].

Analizom prikupljenih podataka dolazi se do zaključka da je ukupan prosečni procenat tačnih odgovora o poznavanju pravila na kružnim raskrsnicama 54,5%, što predstavlja nizak nivo znanja, s obzirom da su anketirani isključivo vozači motornih vozila. Najniži procenat tačnih odgovora ispitanici su imali na kružnim raskrsnicama u kojima važi pravilo desne strane. Na primeru kružnog toka u Kragujevcu, mogu se uočiti nepravilnosti u geometriji raskrsnice i u postavljenoj vertikalnoj signalizaciji koje dovode do „zabune“ vozača. Statistička analiza podataka prikazuje da ne postoji zavisnost između mesta stanovanja i poznavanja pravila o kružnim raskrsnicama, na osnovu čega se može zaključiti da vozači svoje stečeno (ne)znanje primenjuju u svim situacijama, što predstavlja odličnu osnovu za pravilnu obuku vozača. Takođe razloge loših rezultata treba tražiti i u analizi rada auto škola, saobraćajne policije, učestalosti primene kampanja, ali i radu lokalnih zajednica na poslovima unapređenja oblasti edukacije i bezbednosti saobraćaja [9]. Za poboljšanje trenutnog nivoa znanja o poznavanju pravila koja važe u kružnim raskrsnicama, poželjno je pratiti strana iskustva o periodičnim proverama znanja vozača, kao i razmotriti mogućnost implementacije tih programa u Republici Srbiji. Za sve vozače bi trebalo organizovati edukaciju i proveru znanja putem medija i sistema obrazovanja čime bi se podigla društvena odgovornost učesnika u saobraćaju, kao i nivo znanja, a time ni veća bezbednost u saobraćaju ne bi izostala.

LITERATURA

- [1] Brown, M. 1995. The Design of Roundabouts.
- [2] Šenica, G., Milošević, D. Savremene raskrsnice sa kružnim tokom – proces planiranja, 1-8.
- [3] Čubrić, N., Kuveljić, M. Značaj projektovanja i rekonstrukcije klasičnih semaforizovanih raskrsnica u kružne raskrsnice (rotore) u gradskim područjima, sa aspekta životne sredine.
- [4] Smjernice projektovanje, gradjenje održavanje i nadzor na putevima. Knjiga I, 2005. Bosna i Hercegovina.
- [5] Kenjić, Z. Izbor tipa raskrsnice primjenom multikriterijske analize, 1-9.
- [6] Bhagwant, P., Richard, R., Per, G. (2000). Dominique Lord, "Crash Reductions Following Installation of Roundabouts in the United States".
- [7] U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration, 2000. "Roundabouts: An Informational Guide".
- [8] Pravilnik o saobraćajnoj signalizaciji, 2010. Pravilnik je objavljen u "Službenom glasniku RS", broj 26/2010.
- [9] Čičević, S., Vožni, V., Trifunović, A., Vujanić, M. (2014). Poređenje teorijskog znanja u Srbiji po regionima.



СПРОВОЂЕЊЕ ИНТЕРНИХ ПРОВЕРА ИНТЕГРИСАНОГ СИСТЕМА МЕНАЏМЕНТА У СПЕЦИЈАЛНИМ БИБЛИОТЕКАМА НАУЧНО- ИСТРАЖИВАЧКИХ ИНСТИТУТА

мр Јелена Добриловић Драговић, проф.
Институт за путеве АД Београд, Библиотека, Србија
j.dobrilovic-dragovic@highway.rs

Стручни рад

Резиме: У раду се разматрају појмови квалитета и система управљања квалитетом, у светлу међународних стандарда ISO 9000 и њихове примене у библиотечко-информационој делатности. Библиотеке које су прошле кроз процес увођења и обезбеђења квалитета имају документацију нпр. о планирању и развоју, чиме се омогућава да се на њиховој најбољој пракси уче друге библиотеке. Поступак спровођења интерних провера интегрисаног система менаџмента утврђује поступке и описује активности током планирања и спровођења интерних провера интегрисаног система менаџмента.

Кључне речи: специјалне библиотеке, систем квалитета, интерне провере.

IMPLEMENTATION OF INTERNAL AUDITS OF INTEGRATED MANAGEMENT SYSTEM IN SPECIAL LIBRARIES SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTES

M.Sc. **Jelena Dobrilović Dragović**, prof.
The Highway Institute A.D. Belgrade, Library, Kumodraska 257,
Belgrade, Serbia, E-mail: jelena.poetic@gmail.com

Professional paper

Abstract: This paper is dealing with the term of quality management in the light of international standards ISO 9000 and their use in the field of librarianship and informatics. Libraries that have gone through the process of implementation and quality assurance have such documentation, for example planning and development, which allows it to be on their best practices teach other libraries. The process of implementation of internal audit of integrated management system establishes procedures and describes the activities during the planning and implementation of internal audit of integrated management system.

Key words: special libraries, quality system, internal audit.

1. СПЕЦИЈАЛНЕ БИБЛИОТЕКЕ И СТАНДАРДИ КВАЛИТЕТА

Стандарди који се користе за осигурање квалитета јесу стандарди серије ISO 9000 који обезбеђују смернице, основне дефиниције, опис садржаја стандарда ради њиховог избора и примене. ISO 9001 је модел који могу да користе организације како производних, тако и услужних делатности за успостављање система квалитета од почетног пројектовања до развоја и испоруке жељених производа.

Увођење, утврђивање и провера (система) квалитета у организацијама освајањем ових стандарда у било којој делатности има природни наставак у акредитацији организације за квалитет.

Библиотеке које су прошле кроз процес увођења и обезбеђења квалитета имају документацију нпр. о планирању и развоју, чиме се омогућава да се на њиховој најбољој пракси уче друге библиотеке. Остваривање што бољих резултата за кориснике и саму библиотеку уз што мање трошкова јесте вечити императив.

ISO сертификати углавном служе као предуслов за учешће на конкурсима за суфинансирање и награђивање. Све чешћи захтеви библиотекама да својим резултатима оправдају средства уложена у њихове функције, довели су до тога да и оне буду обухваћене активностима система квалитета. Активности су усталиле низ стручних термина као што су: оцењивање квалитета, утврђивање, обезбеђивање, провера квалитета, систем квалитета, управљање квалитетом, управљање тоталним квалитетом.

2. ИНТЕРНЕ ПРОВЕРЕ ИНТЕГРИСАНОГ СИСТЕМА МЕНАЏМЕНТА

Поступак спровођења интерних провера интегрисаног система менаџмента утврђује поступке и описује активности током планирања и спровођења интерних провера интегрисаног система менаџмента. Документ примењују Представници руководства за QMS, вође тимова проверача, проверачи и лица која изводе обуку за оспособљавање проверача интегрисаног система менаџмента. Интерне провере спроводе се да би се верификовало да су активности у вези са квалитетом, и њихови резултати у складу са утврђеним плановима и да би се потврдила ефикасност постојећег интегрисаног система менаџмента квалитетом.

Провера може да обухвати и проверу квалитета услуге, односно процеса пружања услуге.

Спровођење интерних провера интегрисаног система менаџмента квалитетом обухватају следеће фазе:

- Планирање провере (на годишњем нивоу),
- Иницирање провере,
- Именовање вође тима проверача и одређивање тима,
- Спровођење провере,
- Извештавање о провери,
- Израда плана корективних мера,
- Праћење спровођења корективних мера и утврђивање њихове ефективности.

Референтна документа за све провере су документа интегрисаног система менаџмента квалитетом научноистраживачке установе или института у чијем саставу се налази специјална библиотека. Записи о провери део су записа о интегрисаном систему менаџмента. Током интерних провера квалитета утврђује се:

- Да ли су процеси дефинисани и документовани на одговарајући начин?
- Да ли су процеси у потпуности развијени и примењени како је прописано документима?
- Да ли су процеси ефективни у постизању очекиваних резултата и може ли се очекивати да ће такви бити и убудуће?

Основни циљ интерне провере квалитета је утврђивање у ком се степену поштују документа интегрисаног система менаџмента.

Поред тога, интерним проверама квалитета се:

- утврђује стварно стање интегрисаног система менаџмента, његова ефективност и слаба места;
- утврђују неусаглашености у односу на планове и писане поступке;
- утврђује да ли су надлежности и одговорности интегрисаног система менаџмента квалитетом за све функције и задатке једнозначно дефинисане, да ли су свима разумљиве и да ли се спроводе;
- процењује ваљаност планова и писаних поступака
- документа интегрисаног система менаџмента;
- прикупљају подаци за преиспитивање интегрисаног система менаџмента .

Поред неусаглашености, овом провером се уочавају и слаба места – могући извори будућих неусаглашености – и покреће систем превентивних мера ради спречавања њиховог настанка.

3. ПЛАНИРАЊЕ ИНТЕРНИХ ПРОВЕРА

Годишње планирање провера интегрисаног система менаџмента обавља Координатор за системе менаџмента квалитетом на предлог представника руководства за QMS, са Одбором за квалитет и Службом квалитета. Планирање провере обухвата:

- а) Планирање организационих целина Института;
- б) Планирање обима провере;
- в) Планирање тока провере.

Годишњи план редовних провера израђује се почетком сваке календарске године. Редовне провере планирају се тако да поједине организационе целине Института буду проверене најмање једном годишње. Ванредне провере се планирају по потреби. Координатор за интегрисани систем менаџмента на предлог Представника руководства за QMS утврђује елементе који се захватају интерном провером. Интерне провере целокупног IMS научноистраживачке установе у чијем саставу се налази специјална библиотека, спроводе се једном годишње, док интерне провере елемената појединих система у појединим деловима научноистраживачке установе могу бити и чешће. Вођа тима проверача мора да обезбеди да сви учесници у провери, ма где се изводила, буду детаљно обавештени о предстојећим активностима најкасније 10 дана пре почетка провере. Код ванредних провера овај рок може бити и краћи. Планови провера интегрисаног система менаџмента се дистрибуирају свим вођама тимова, Представнику руководства за QMS и директору. Измене/ажурирање планова врши се полугодишње, у складу са изменом ситуације.

4. ИНИЦИРАЊЕ ПРОВЕРЕ И ИЗБОР ТИМА ЗА ПРОВЕРУ

Провере се могу иницирати на основу годишњег плана провера и на посебан захтев генералног директора научноистраживачког института или установе у чијем саставу се налази специјална библиотека, Координатора за системе менаџмента, Представника руководства за QMS и директора организационих целина Института који сматрају да је сврсисходно организовати проверу.

Приликом израде или ажурирања годишњег плана, за сваку планирану проверу Координатор за интегрисани систем менаџмента на предлог Представника руководства за QMS именује вођу и чланове тима проверавача, и одређује колико ће проверавача бити у тиму за проверу.

Сваки одређени вођа тима обавештава се о додељеном задатку, са захтевом да најкасније 15 дана пре провере изабере чланове тима. За проверу се одређују само лица која поседују потребно знање и вештину за спровођење провере, односно она која су успешно завршила курс за извођење интерних провера и налазе се на „Листи проверавача“. Ако оцењивање/провера захтева специфична знања и искуства из одређених области, Представник руководства за QMS може предложити укључење екстерних оцењивача/проверавача у тим. Изузетно, када Представник руководства за QMS то оцени, за потребе интерних провера IMS-а може се ангажовати тим екстерних оцењивача.

5. СПРОВОЂЕЊЕ ПРОВЕРЕ

Проверу интегрисаног система менаџмента може да спроводи тим проверавача, или се оцена може донети на основу попуњеног упитника. За одређивање начина спровођења провере надлежан је Координатор за интегрисани систем менаџмента.

Када се провера спроводи на основу упитника, поступак се састоји од следећих фаза:

- Упућивање упитника, и
- Преглед попуњеног упитника.

Сва питања, на која је одговорено са ДА, бодују се једним бодом; она, на која је одговорено са ДЕЛИМИЧНО, бодују се са пола бода, а она, на која је одговорено са НЕ бодују се са нула бодова. Збир свих бодова одређује укупну оцену. Уколико је укупна оцена мања од 80%, Представник руководства за QMS покренуће спровођење корективних мера, које могу да обухвате и увид у стање на лицу места. Код наредне интерне провере вођа тима може захтевати подношење писаних доказа за питања на која је одговорено са ДА.

Када проверу интегрисаног система менаџмента квалитетом спроводи тим проверавача, поступак се састоји од следећих фаза:

- Планирање провере,
- Припреме радних докумената,
- Спровођење провере,
- Извештавања о провери,
- Праћење спровођења корективних мера и утврђивање њихове ефективности.

Спровођење провере обавља се кроз следеће активности:

- уводни састанак,
- преглед докумената интегрисаног система менаџмента квалитетом,
- извештавање током провере,
- завршни састанак.

Резултати провере документују се „Извештајем о провери интегрисаног система менаџмента“ који припрема вођа тима проверавача. Одговорност за израду извештаја има Вођа тима проверавача, а доставља га Координатору за интегрисани систем менаџмента и провераваној организационој целини научноистраживачке установе или института.

6. ИЗРАДА ПЛАНА КОРЕКТИВНИХ МЕРА

Утврђена неусаглашеност или запажање се уводи у „Регистар превентивних и корективних мера“, са навођењем препоручене мере, одговорних лица и рока за отклањање, као и лица за верификацију реализације препоручене мере. Одбор за квалитет доноси општи план реализације препоручених мера за отклањање утврђених неусаглашености и запажања, а Пословодни одбор га усваја. Уколико извештај о провери интегрисаног система менаџмента квалитетом утврди већу неусаглашеност производа или процеса, руководиоца провераване организационе целине научноистраживачког института је дужан да најкасније 10 дана по добијању Извештаја сачини план корективних мера и усагласи га са Представником руководства за QMS. Ова активност се спроводи на основу процедура: „Поступак предузимања корективних и превентивних мера“ и „Поступак са неусаглашеним производима и решавање неусаглашености“.

7. ПРАЋЕЊЕ СПРОВОЂЕЊА КОРЕКТИВНИХ МЕРА

За праћење спровођења корективних мера и утврђивање њихове ефективности надлежан је Представник руководства за QMS. Спровођење и ефективност планираних корективних мера верификује се накнадним проверама. Зависно од тежине утврђених неусаглашености и оцено Представника руководства за QMS, накнадна провера се може кретати од увида у записе о спровођењу корективних мера, до (изузетно!) понављања већ спроведене провере.

По правилу, за непосредан увид у доказе о спровођењу корективних мера и њиховој ефективности Представник руководства за QMS одредиће вођу тима који је и обавио проверу.

Начелно, поступак провере спровођења корективних мера исти је као и поступак провере описан у овој процедури, с тим да се поједине фазе глобалног поступка могу изоставити.

8. КОРИШЋЕЊЕ РЕЗУЛТАТА ПРОВЕРЕ ИНТЕГРИСАНОГ СИСТЕМА МЕНАЏМЕНТА

Резултати интерне провере користе се ради утврђивања да ли се документовани интегрисани систем менаџмента квалитетом примењује и да ли је ефикасан, као и ради идентификације могућности за даља унапређивања процеса рада у специјалним библиотекама. Истовремено, ови резултати представљају улазне информације за преиспитивање од стране руководства, које се обавља према процедури: „Преиспитивање интегрисаног система менаџмента квалитетом“.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Хелета, Миленко (2004). TQM – Модел изврсности : Интегрисани менаџмент системи и модел изврсности. Београд : Educta.
- [2] Стокић Симончић, Г., Вучковић Ж. (2007). Управљање библиотекама у добу знања. Источно Сарајево : Матична библиотека
- [3] Стокић Симончић, Г. (2005). Библиотеке и управљање укупним квалитетом. Квалитет, стр. 71-73
- [4] Вучковић, Жељко (2002). Евалуација, стандардизација и квалитет библиотечких услуга. Годишњак библиотеке Матице српске, стр. 129-146
- [5] Ћировић, Г., Лазић-Војиновић, С. (2004). Основе система управљања квалитетом у грађевинарству. Београд : Виша грађевинско-геодетска школа.
- [6] SRPS ISO 9000:2007 Системи менаџмента квалитетом – Основе и речник.
- [7] SRPS ISO 9001:2008 Системи менаџмента квалитетом – Захтеви.
- [8] SRPS ISO 9004:2001 Системи менаџмента квалитетом – Упутства за побољшање перформанси.

KALENDAR SKUPOVA

NACIONALNI I REGIONALNI STRUČNI SKUPOVI:

Prvi internacionalni simpozijum – "VIACALCO BALKAN"

01.10.2015. Građevinski fakultet, Beograd, svečana sala -



01.10.2015 god. Beograd, Srbija

11. SAVETOVANJE O TEHNIKAMA REGULISANJA SAOBRAĆAJA

08-09 Oktobar 2015, Sombor
<http://www.mstes.rs/tes-15>

11. Međunarodno savetovanje (TES XI) ima za cilj da okupi stručne i naučne radove na temu Saobraćajno inženjerstvo u funkciji efikasnog i bezbednog saobraćaja, u oblastima u kojima danas saobraćajni inženjeri rade: Regulisanje i upravljanje saobraćajem, Planiranje saobraćaja, saobraćajnih zahteva i saobraćajne infrastrukture, Parkiranje, Nove tehnologije u saobraćaju (ITS), Saobraćaj i zaštita životne sredine, Istraživanja u saobraćaju. Savetovanje je namenjeno saobraćajnim inženjerima koji rešavaju probleme gradskog i vangradskog saobraćaja, planerima, urbanistima, proizvođačima saobraćajne signalizacije, gradskim upravama odnosno lokalnim zajednicama, naučnim radnicima i istraživačima sa Univerziteta i Instituta, nevladinim organizacijama, nezavisnim konsultantima i drugim stručnjacima koji se bave navedenom problematikom. Mladim inženjerima učešće na Savetovanju je prilika da se upoznaju sa novim metodologijama i da prezentuju sopstvena iskustva iz tematskih oblasti Savetovanja.

INTERNACIONALNI SKUPOVI:

TRB 11th International Conference on Low-Volume Roads

12 - 15 July 2015, Pittsburgh, Pennsylvania, USA
www.trb.org/Conferences/2015/11LVR

IBTTA Summit on AET, Managed Lanes & Interoperability

12-14 July 2015, InterContinental Miami, Florida
<http://ibtta.org/events/summit-aet-managed-lanes-interoperability>

Connected Transportation Conference

17-20 August 2015, Caesars Palace, Las Vegas, USA
<http://www.connectedtransportationshow.com/west/>

1st IRF Europe & Central Asia Regional Congress

15-18 September 2015, Wyndham Grand Istanbul, Turkey
www.irfnews.org/event/1st-irf-europe-central-asia-regional-congress-exhibition/

43rd European Transport Conference

28-30 September 2015, Goethe University, Frankfurt, Germany
<http://etcproceedings.org/>

"Towards Zero" Conference

Göteborg, June 09-10, 2015, <http://www.trafikverket.se/towardszero/>

6th International Conference on Bituminous Mixtures and Pavements

Thessaloniki June 10-12, 2015, <http://iconfbmp.civil.auth.gr/en>

TRANSED 2015

Lisbon, July 28-31, 2015, <http://transed2015.com/>

22nd ITS World Congress

05-09 October 2015 - Bordeaux, France
<http://itsworldcongress.com/>

11th International Conference on Concrete Block Pavement

September 9-11, 2015, Dresden, <http://www.fgsv.de>

XXVth World Road Congress

Seoul (South Korea), November 2-6, 2015
<http://www.piarcseoul2015.org/eng/index.htm>

IRF 18th World Meeting

New Delhi, 14 November 2017 - 17 November 2017
<http://www.irfnet.ch>

Gulf Traffic

05-09 December 2015 - Dubai
<http://www.gulfttraffic.com/en/Home/>

14th International Conference on Mobility and Transport for Elderly and Disabled Persons

Lisbon, Portugal, 28 July 2015 - 31 July 2015, www.transed2015.com/

2015 TRB International Symposium on Highway Geometric Design

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

6th Eurasphalt & Eurobitume Congress

June 01-03, 2016, Prague
<http://www.eecongress2016.org/>

95th TRB Annual meeting

January 10-14, 2016, Washington, <http://www.trb.org/Main/Home.aspx>

Transport Research Arena (TRA) 2016,

April 18-21, 2016, Warsaw, <http://www.traconference.eu/>

SAJMOVI:

Intertraffic Amsterdam 2016

Amsterdam, April 05-08, 2106, <http://www.intertraffic.com>

BIG 5

Dubai World trade centre, 23 - 26 November 2015
<http://www.thebig5.ae>

Construmat

Barcelona, 19 - 23 05. 2015
<http://www.construmat.com/areas>

Tunnel Expo Turkey

27-29 August 2015, Tunnel Construction Technologies and Equipments Fair, Istanbul, Turkey
www.demosfuar.com.tr

83rd IBTTA Annual Meeting & Exhibition

30-02 September 2015, Doubletree Hilton, Dublin Ireland
<http://ibtta.org/events/83rd-annual-meeting-exhibition>

Matexpo

02-06 September 2015, Int'l Trade Fair for Building Machines, Kortrijk, Belgium, www.matexpo.com

Bauen & Modernisieren

03-06 September 2015, Exhibition on House Reconstruction, Zurich, Switzerland, www.bauen-modernisieren.ch

IZ ISTORIJE PUTARSTVA

Istorija autonomnih vozila

Istorija autonomnih vozila počela je još davne 1925. godine kada je Francis P. Houdina, inženjer elektrotehnike u američkoj vojsci, prikazao radio vezom kontrolisani automobil bez vozača koji je putovao ulicama Njujorka, od Brodveja do Pete Avenije.



Razvoj automobila kroz istorij



Radio kontrolisan automobil, Linnican Wonder, 1925.

1977. godine Tsukuba Mašinsko – Inženjerska laboratorija u Japanu stvara prvo autonomno, inteligentno vozilo. Ovaj pionirski kompjuterizovani automobil bez vozača je pratio put do 50 metara i dostizao brzinu do 30 km/h.



Početkom 1980-tih Ernest Dickmanns i njegov tim sa Univerziteta Bundeswehr u Minhenu opremaju Mercedes-Benz kombi kamerama i drugim senzorima kako bi omogućili autonomnu vožnju. Kombi se kretao ulicama bez saobraćaja i dostizao brzine do 60km/h.

1987-1995, Eureka PROMETHEUS projekat (PROgraMme for a European Traffic of Highest Efficiency and Unprecedented Safety), Program za evropski saobraćaj najvišeg nivoa efikasnosti i bezbednosti bio je jedan od najvećih projekata iz oblasti autonomnih vozila. Brojni Univerziteti i proizvođači automobila su učestvovali u ovom Pan-evropskom projektu.

Veliki proboj ka usavršavanju autonomnih vozila podstakao i doprineo je projekat DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency), projekat Agencije za Odbranu SAD. DARPA projekat je omogućio saradnju mnogih škola, univerziteta, raznih kompanija i drugih inovatora sa ciljem stvaranja što boljeg autonomnog vozila budućnosti. Prvobitno je bio namenjen za potencijalnu vojnu upotrebu, ali je kasnije prešao na civilnu upotrebu.



Volkswagen Touareg-Stanford Univerzitet Sebastian Thrun, pobednik "DARPA 2005



General Motors, vozilo Chevrolet Tahoe "Boss" u saradnji sa Carnegie Mellon Univerziteta pobednik DARPA 2007 Gradski izazovi

2010. godine Google počinje program razvoja automobila bez vozača, koristeći kombinaciju podataka sa Google mapama, radarom i Lidar sistemima.

ZANIMLJIVOSTI

Ruski plan: Kolima od Londona do Njujorka preko Sibira. Predlog najvećeg superautoputa na svetu



Direktor Ruskih železnica, Vladimir Jakunjin, predstavio je u Ruskoj akademiji nauka plan za transsibirski autoput, koji bi povezoao istočnu granicu Rusije sa američkom saveznom državom Aljaskom. Projekat za „Trans-evroazijski pojas Razvoj“ (TEPR) predviđa izgradnju velikog autoputa duž postojeće Transsibirske železnice, kao i novu železničku mrežu, naftovode i gasovode. **“Ovo je međunarodni, međucivilizacijski projekat.** Put bi prolazio kroz celu Rusiju i povezoao bi se sa postojećim mrežama puteva u Zapadnoj Evropi i Aziji. Udaljenost između zapadnih i istočnih granica Rusije iznosi oko 10.000 kilometara. Ipak, u projektu još nije jasno definisano kako bi se prelazilo preko mora, a najkraća udaljenost između Rusije i Aljaske iznosi oko 88 kilometara.

Holandani grade most pomoću 3D štampača



Holandska kompanija MX3D planira da sagradi most iznad kanala u Amsterdamu pomoću tehnike koja bi mogla da postane standard buduće gradnje koristeći robotske štampače koji mogu da kreiraju čelične strukture u 3D. Projekat, čija bi realizacija trebalo da počne u septembru, podrazumeva da roboti sami prave potpunu strukturu kako most bude napredovao.

U Kini grade najviši stakleni most na svetu sa pogledom na smrtonosnu provaliju



Novi gigantski stakleni most koji će se nadviti nad 385 metara širokim i 300 metara dubokim Zhangjiajie kanjonom u provinciji Hunan u Kini u završnoj je fazi izgradnje.

Japanski most straha Vožnja ovim putem plaši i najiskusnije vozače



Most Ešima Ohaši u Japanu dugačak je 1.700 metara i sagrađen pod neverovatnim uglom, kako bi ispod njega mogli da prolaze brodovi koji plove jezerom Nakaumi. Deluje nestvamo, ali ovo nije fotomontaža. Ovaj most neobičnog izgleda spaja gradove Macue i Sakaiminato. Širok je 11,4 metara, što ga čini trećim najvećim mostom svoje vrste na svetu. Ešima Ohaši je toliko strm, da više liči na rolerkoster, a penjanje i spuštanje sa njega predstavlja pravu avanturu.

Dodik: Gradi autoput ka Srbiji



Republika Srpska je jedno od većih gradilišta u regionu i ima značajne mogućnosti za investiranje, izjavio je predsednik RS Milorad Dodik. Dodik je na Ekonomskom samitu Srbije rekao da je RS u ekonomskom smislu entitet koji suvereno odlučuje u svim sferama ekonomskog života i da čini sve da privuče investicije".

Auto-put za Tiranu iz srpskog budžeta!



Premijer Aleksandar Vučić na 18. Evropskom forumu Vahau u austrijskom manastiru Getvajg rekao je da je Srbija spremna da iz svog budžeta finansira gradnju autoputa Niš-Tirana, ukoliko EU nema para za taj projekat.

Tirani auto-put o trošku Srbije



"Auto-put Niš-Drač je u isključivom interesu Albanaca i SAD i ovdašnja stručna javnost morala bi da reaguje ozbiljnom analizom o svrishodnosti da se Srbija izloži novom zaduživanju kako bi se autoputem povezala sa albanskom lukom", smatra dr Ljubinko Radenković, naučni savetnik Balkanološkog instituta Srpske akademije nauka i umetnosti.

HR: Odustali od davanja autoputeva u koncesiju



Premijer Hrvatske Zoran Milanović saopštio je da Vlada odustaje od davanja hrvatskih autoputeva u koncesiju radi otplate kredita uzetih za njihovu izgradnju, i za stvaranje prihoda za smanjivanje ukupnih duga države. "Država će ići u javnu ponudu s penzionim fondovima i građanima", rekao je Milanović.

Marko Blagojević direktor "Puteva" i "Koridora"?



Šef Kancelarije za obnovu poplavljenih područja, Marko Blagojević, glavni je kandidat za direktora preduzeća koje će nastati spajanjem "Koridora" i "Puteva Srbije". Blagojević bi preuzimanjem funkcije imao pune ruke posle kada su u pitanju finansije oba preduzeća. Naime, "Putevi" su sa 1.335 radnika imali više od milijardu dinara gubitka.

Autoput do Albanije vredan milijardu evra



Premijeri Srbije i Albanije će potpisati protokol za realizaciju projekta autoputa, a preliminarne procene pokazale su da će ceo projekat izgradnje autoputa Niš-Merdare-Priština-Tirana-Drač koštati blizu milijardu evra, izjavila je potpredsednica Vlade i ministarka građevine, saobraćaja i infrastrukture Zorana Mihajlović.

"Za deo Koridora 10 - pare iz budžeta"



Potpredsednica Vlade Zorana Mihajlović pozvala je sve domaće građevinske kompanije da se jave na javni poziv za izvođača radova na Koridoru 10. Reč je, kako je navela ministarka građevine, saobraćaja i infrastrukture, o deonici Srpska kuća - Levošoj.

Tzv. Koridor 11 do Požege stiže 2019. godine



Ministar Velimir Ilić izjavio je da će autoput do Preljine biti završen 2017.godine, a deonica do Požege do 2019.godine. "Bez autoputa nema ni investitora koji su preduslov za ekonomski razvoj zapadne Srbije", rekao je Ilić.

Kinezi traže garancije za koncesiju na tzv. Koridoru 11



Ministarka građevinarstva, saobraćaja i infrastrukture Zorana Mihajlović izjavila je da se sa kineskim kompanijama vode teški pregovori za koncesiju na Koridoru 11, jer Kinezi traže garancije za promet saobraćaja. Dve kineske kompanije su prošle prethodnih godina dana, doprineli povećanju bezbednosti građana, smanjenju broja saobraćajnih nezgoda i poginulih na putevima u Srbiji.

Stefanović: Smanjen broj nezgoda i poginulih na putevima



Ministar unutrašnjih poslova Nebojša Stefanović izjavio je da su rezultati i aktivnosti koje je Saobraćajna policija ostvarila u prethodnih godina dana, doprineli povećanju bezbednosti građana, smanjenju broja saobraćajnih nezgoda i poginulih na putevima u Srbiji.

Godinama grade a ni 10% nije gotovo



"Neki izvođači za sve ove godine nisu uradili ni 10 odsto posla i spremni smo da raskidamo takve ugovore i biramo druge izvođače, jer ako neko za dve, tri ili četiri godine uradi samo 10 odsto onda teško da će završiti u predviđenom roku", poručila je Mihajlović.

„Pančevac“ – nikada do kraja obnovljen most



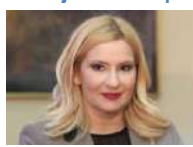
Prof. dr Ljubomir Vlajić koji je predvodio tim CIP-a u izradi projekta sanacije „Pančevca“, ističe da na mostu nije bilo kapitalnih rekonstrukcija od kada je 1965. godine otvoren u obliku kakav ima danas. Upozorenje je stiglo je pre dve i po godine, kada se na mostu pojavilo udubljenje.

Azerbejdžancima i obilaznica?



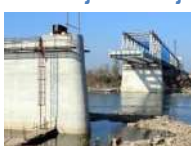
Azerbejdžanski "Azvirt", koji gradi deonicu Ljig-Preljina na Koridoru 11, mogao bi da bude angažovan i na drugim infrastrukturnim projektima u Srbiji. O tome je u Baku sa rukovodstvom ove građevinske kompanije razgovarao premijer Aleksandar Vučić. Direktor "Azvirta", Kamil Alijev, izrazio je zadovoljstvo iskustvima koje ta kompanija ima.

Mihajlović: Za kapitalne projekte 3,3 milijarde dinara



Do kraja godine obezbeđeno je 3,3 milijarde dinara za šest kapitalnih projekata Ministarstva - Beograd na vodi, mostove Ljubovija-Bratunac i Zemun-Borča, Fruškogorski koridor, deonice Ub-Lajkovac i Obrenovac-Ljig, izjavila je ministarka Zorana Mihajlović.

Graditelji završavaju most na Moravi



Radnici "Goše" i "Mostogradnje" mesecima su radili u tri smene, noću, vikendom i praznicima kao danas, kako bi most završili u planiranom roku. Izgradnju mosta je, 1.marta 2011. godine počeo austrijsko-slovenački konzorcijum "Alpina-Meteorit" pa prekinuo zbog stečaja. "Goša" i "Mostogradnja" radove su počeli 24. aprila prošle godine.

EK ispituje odluku Nemačke da strancima naplaćuje putarinu



Predsednik Evropske komisije Žan-Klod Junker izrazio je sumnju da je plan Nemačke da strancima naplaćuje putarinu na svojim autoputevima u skladu sa zakonima EU. U intervjuu za nemački list Zidojce cajtung, Junker je rekao da će Evropska komisija morati da pokrene formalni postupak da ispita to pitanje.

Kineski graditelji oslobođeni PDV-a



Izvođači i podizvođači radova na autoputu Bar-Boljare oslobođeni su od plaćanja poreza na dodatu vrednost. Izvođači su oslobođeni poreza na dohodak fizičkih lica i poreza na dobit i doprinose za socijalno osiguranje za izvođača radova, odnosno za kinesku kompaniju CRBC.

Novi izgled Slavije mora da aminuje EBRD



Tender za Trg Slavija biće raspisan početkom avgusta, samouvereno najavljuju u gradu, iako je projekat pretrpeo ozbiljne izmene. Naime, pala je odluka da rekonstrukcija ovog beogradskog čvorišta prođe bez izgradnje podzemnih prolaza. Gradska vlast morati da dobije i saglasnost finansijera - Evropske banke za obnovu i razvoj (EBRD).

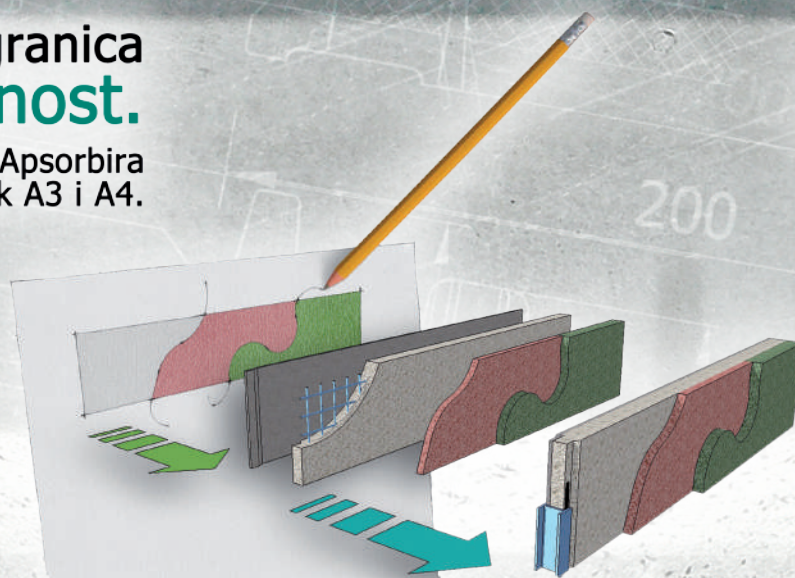
Naše betonske
zaštitne barijere su
fleksibilne i čvrste.

Odaberite odgovarajući sistem
zaštite saobraćaja.



Jedina je granica
vaša kreativnost.

Sada vaš dizajn Apsorbira
zvuk A3 i A4.



DELATABLOC International GmbH
Lendavska 11
9000 Murska Sobota, Slovenija

P: +386 817 101 35
M: +386 41 788 886
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
www.putevi-ivanjica.rs

Oprema

Mercedes Benz Vito 109 CDI, 70 kW

Sistem snimanja i analize CAMSS razvijen u AMSS CMV

Sistem prepoznavanja znakova razvijen u AMSS CMV

Četiri kamere na krovu vozila, GPS, odometar

Kamera za merenje retrorefleksije i merenje luminiscencije

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





PUT- INŽENJERING PODGORICA

"PUT-INŽENJERING" obavlja sledeće segmente poslovanja:

- Projektovanje puteva i putnih objekata.
- Projektovanje gradskih saobraćajnica.
- Projektovanje saobraćajne signalizacije i opreme.
- Istraživanja iz oblasti saobraćaja.
- Izrada studija opravdanosti.
- Izrada saobraćajnih studija.
- Izrada geodetskih podloga.
- Razvoj softvera.
- Revizija tehničke dokumentacije.
- Izvođenje objekata niskogradnje.
- Izvođenje manjih stambenih i poslovnih objekata.
- Nadzor nad izvođenjem objekata.

KONTAKT

Adresa:

Trg Republike 25.
81000 Podgorica, Crna Gora.

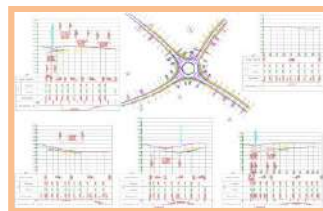
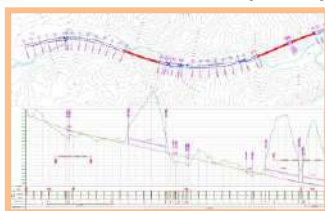
Telefon/Fax:

+382 69 077-963

+382 20 667-265

+382 20 664-894

E-mail: puting@t-com.me



REPARO® d.o.o.

REPAIR & RECYCLING PAVING ROADS

Goce Delčeva, 34b, Novi Beograd

Phone: +381 11 2 603 743

Fax: +381 11 2 603 743

Email: info@reparo.rs

Web: <http://reparo.rs>

repair & recycling paving roads



LONG LIFE YOUR WAY

www.reparo.rs

repair & recycling paving roads



FAST ASPHALT

HLADAN ASFALT

www.reparo.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 13 godina firma je bila angažovana na vrlo velikim, značajnim projektima od interesa za gradove i Republiku.

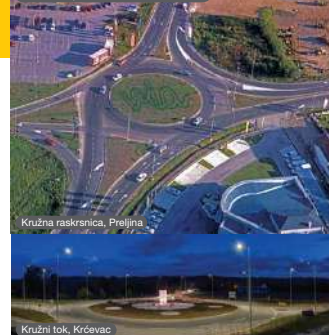
Poslujući investitore, a ceneći znanje i stručnost, u proteklom periodu uradeno je:

- 200 km projekata rehabilitacije magistralne i regionalne mreže puteva
- 40 idejnih i glavnih projekata mostova
- 50 projekata raskrsnica
- 100 projekata trajne i privremene saobraćajne signalizacije
- 20 projekata sanacije klizišta
- 30 projekata poboljšanja opasnih mesta
- više projekata platoa, parkinga, prilaza, uređenja površina...

Navodimo neke od bitnijih projekata:

- 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 Nikšić - Podgorica, deonica: Paprati - Bogetići

Gore: M-21, deonica Uvac - Nova Varoš



Kružna raskrsnica, Preljina

Kružni tok, Krčevac

Kružni tok, Krčevac

Kružni tok, Krčevac

Kružni tok, Krčevac

Kružni tok, Krčevac

Kružni tok, Krčevac

Kružni tok, Krčevac

Kružni tok, Krčevac

Kružni tok, Krčevac

Kružni tok, Krčevac

Kružni tok, Krčevac

Kružni tok, Krčevac

Kružni tok, Krčevac

Kružni tok, Krčevac

Kružni tok, Krčevac

Kružni tok, Krčevac

Kružni tok, Krčevac

Kružni tok, Krčevac

Kružni tok, Krčevac

Kružni tok, Krčevac

Kružni tok, Krčevac

Kružni tok, Krčevac

Kružni tok, Krčevac



Regionalni put 234, deonica Sebitilje - Kuti

"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

viaprojekt@viaprojekt.rs

ПОУЗДАН ПАРТНЕР

Предузеће ВИА ИНЖЕЊЕРИНГ Д.О.О. Нови Сад, основано је у јануару 2004. године.
Основна делатност предузећа јесте пројектовање саобраћајница и пратеће инфраструктуре.



Основне услуге које ВИА ИНЖЕЊЕРИНГ д.о.о. Нови Сад пружа:

- пројектовање свих типова саобраћајница са пратећим студијама и лабораторијама;
- израда пројеката коловозне конструкције;
- израда техничке документације инжењерских објеката и мостова;
- израда техничке документације атмосферске канализације;
- израда техничке документације фекалне канализације;
- израда техничке документације инсталација водовода;
- израда саобраћајних студија и студија изводљивости;
- израда студија оправданости изградње објеката саобраћајне инфраструктуре;
- израда пројеката саобраћајне сигнализације и опреме пута;
- израда пројеката саобраћајне сигнализације и опреме за време извођења радова;
- управљање пројектима;
- услуге надзора на пројектовању и извођењу радова;
- инжењеринг, организација и посредовање у изградњи комплетних путних, инфраструктурних и других објеката.

ВИА ИНЖЕЊЕРИНГ д.о.о.

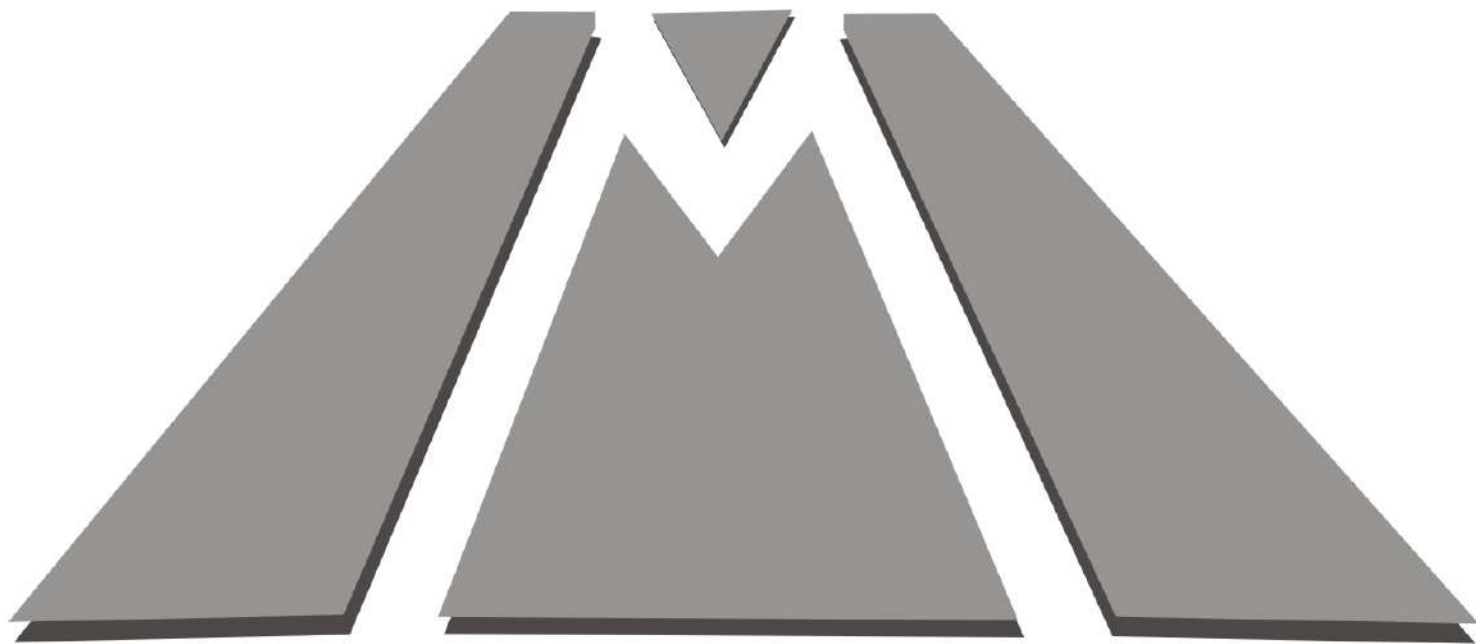
Цара Уроша 3. 21000 Нови Сад

Тел: +381 21 6546 375

Факс: +381 21 6546 295

office@viainzenjering.com

www.viainzenjering.com



SIMM inženjering

ОДГОВОРНО ка циљу



Постављањем високих стандарда у пословању и унутрашњем функционисању, стварамо услове за ефикасно спровођење послова планирања, експропријације, израде планске и пројектне документације, организације извођења радова и стручног надзора на изградњи саобраћајне инфраструктуре Србије.

ГРАДИМО ПУТЕВЕ ЗА БУДУЋНОСТ СРБИЈЕ

www.koridorisrbije.rs

Коридори Србије д.о.о. основани су 2009. године од стране Владе Републике Србије.



КОРИДОРИ СРБИЈЕ