

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 елаборатима;
- 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



Learn more:
www.geobrugg.com/slopes



Safety is our nature



TECCO® SYSTEM³ made of high-tensile steel wire

FOR SUSTAINABLE
SLOPE PROTECTION

RASCO zimska oprema

– čisti i održava saobraćajnice širom Srbije –

RASCO je jedan od vodećih proizvođača komunalne opreme za održavanje saobraćajnica u Evropi. Kupovinom fabrike TAMP a.d. u Senti 2013. godine osnovan je RASCO-TAMP d.o.o. čija je osnovna delatnost proizvodnja komunalne opreme, industrijskih cevnih zatvarača i prateće opreme. Otvaranjem proizvodnog pogona u Senti, RASCO je postao dominantan proizvođač komunalne opreme u Srbiji. Oprema proizvedena u fabrici u Senti održava saobraćajnice u Srbiji, izvozi se u Rusiju, zemlje Europske unije te severnu i centralnu Aziju.

Komunalna preduzeća u državnom vlasništvu, kao i privatni kupci, prepoznali su vrednost investiranja u RASCO proizvode. Jedna od brojnih srpskih firmi koje su prepoznale prednosti RASCO proizvoda je firma za održavanje saobraćajnica Baumeister iz Beograda. Oni su kroz protekle dve godine obnovili i uvećali svoj vozni park RASCO zimskom opremom koja će održavati saobraćajnice širom Srbije.

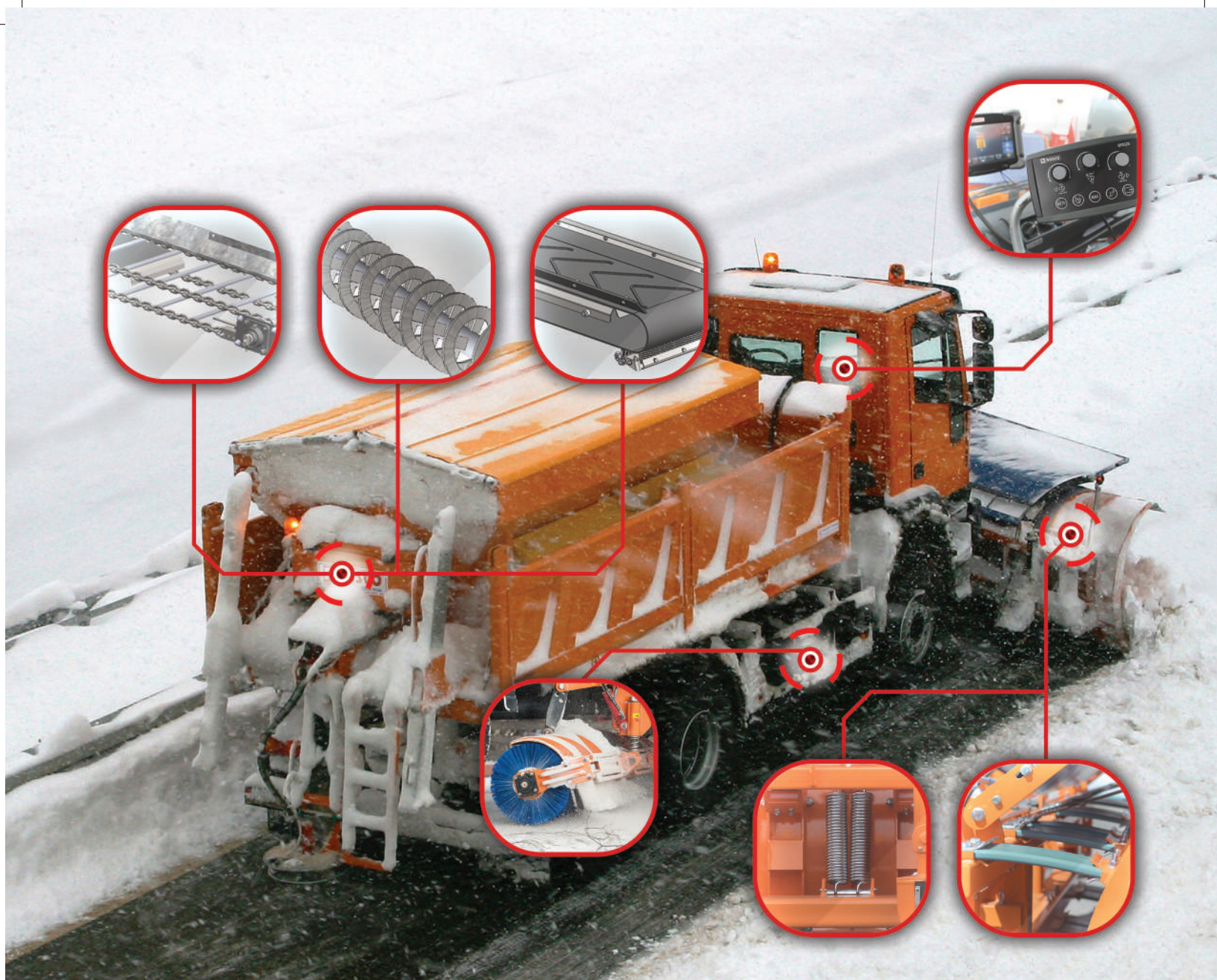
Oprema koju je RASCO isporučio Baumeisteru za firmu Bačka Put u Novom Sadu se sastoji od snežnih plugova MOSOR PK 3.6 te SOLID L posipača zapremine rezervoara 8m³, 10m³ i 12m³.

Snežni plugovi MOSOR PK namijenjeni su za rad po svim vrstama saobraćajnica. Veze krila i grede izrađene su od posebnog materijala elastomera koji omogućava tiši rad, što je posebno važno kod čišćenja snega u naseljenim mestima i noću. Elastomerski delovi odlično podnose teret vibracija i torzije pri udarcima zbog čega je MOSOR PK namenjen za rad na saobraćajnicama sa puno prepreka, šahtova, udarnih rupa, ležećih policajaca te završetaka ivičnjaka.

Robusni, pouzdani i dugotrajni, posipači SOLID L uz pomoć svog jedinstvenog lančanog transportnog sustava omogućavaju vrlo precizno posipanje različitim sredstvima posipanja. Namenjeni su za posipanje saobraćajnica čvrstim sredstvima: gruba so, pesak ili kameni granulat. Po potrebi korisnika mogu se opremiti i sistemom za mokro posipanje, imaju raspon zapremina rezervoara za posipni materijal od 3m³ do 12m³, i mogu se montirati na manje ili veće kamione.

Isporuka firmi Baumeister dodatno je ojačala pozicioniranje preduzeća RASCO-TAMP u Srbiji kao jednog od vodećih domaćih proizvođača i dobavljača opreme za održavanje saobraćajnica. Širenjem proizvodnje u Senti, Srbija je dobila domaći proizvod od domaćeg proizvođača s osiguranom postprodajnom podrškom. Osim zimskog programa za održavanje saobraćajnica, RASCO proizvodi i letnji program koji se sastoji od kranskih kosilica i makaza kao i malo univerzalno vozilo MUVO koje se uz odgovarajući priključak može koristiti celu godinu.





RASCO: VODEĆI DOBAVLJAČ OPREME ZA ZIMSKO ODRŽAVANJE SAOBRAĆAJNICA U SRBIJI

RASCO program profesionalne opreme za zimsko održavanje omogućuje jednostavno, sigurno i efikasno održavanje saobraćajne infrastrukture u najzahtjevnijim uslovima rada. Uz opremu za zimsko održavanje, RASCO iz svog bogatog programa nudi opremu za letnje održavanje saobraćajnica i malo univerzalno vozilo MUVO.

Obratite nam se s poverenjem.

SEDIŠTE

A Eugena Savojskog 6, 24400 Senta
T +381 (24) 415 5470 **F** +387 (24) 811 881
M info@rasco-tamp.rs

URED BEOGRAD

A Ustanička 128, 11000 Beograd
T +381 (11) 34 73 734 **F** +387 (11) 34 73 734
M dsimonic@rasco-tamp.rs

www.rasco.rs

RASCO

138 ГОДИНА ПОВЕРЕЊА.



SAOBRAĆAJNI INSTITUT

CIP

 Saobraćajni institut CIP d.o.o.

 Generalni direktor

 Mилутин Иљатовић, дипл.инж.

 11000 Београд, Немањина 6/IV

 Тел. 011/361-69-29, 361-62-87

 Факс: 011/361-67-57

 E-mail: office@sicp.co.rs

 www.sicp.co.rs



Кроз дугу традицију свог постојања, рада и развоја Саобраћајни институт ЦИП д.о.о. је израстао у једну од највећих истраживачко-пројектних компанија у региону. Основан за пројектовање прве железничке пруге у Кнежевини Србији, пројектовао је све пруге у Србији и бившој Југославији. Данас, Саобраћајни институт ЦИП д.о.о. покрива комплетне услуге од извођења геодетских радова, геолошких истраживања, лабораторијских испитивања из области заштите животне средине, израде студијске, планске и техничке документације, стручне и техничке контроле техничке документације, испитивања конструкција, стручног надзора у току изградње објеката, техничког прегледа објеката, инжењеринг - консалтинг услуга. Пројекти железничке и друге инфраструктуре, градских саобраћајних система, објеката високоградње, спортских и специјалних објеката, сталне су активности на којима се доказује високим квалитетом и кратким роковима. Наведене активности се одвијају у оквиру 13 организационих јединица, а изводе у складу са одговарајућим документима Система менаџмента квалитетом ISO 9001 и ISO 17025, законом о планирању и изградњи, осталим референтним законима и подзаконским актима, као и општим актима Саобраћајног института ЦИП д.о.о.



Institut za građevinarstvo "IG" Banja Luka

 Научно истраживачки институт

Br. reg. upisa:

 U/I-1-11425-00

 Osnovni sud Banja Luka

 Matični broj:

 1928694

 PDV broj:

 400918310005

 JIB 4400918310005



Banja Luka, Kralja Petra I Karađorđevića 92-88

 Tel: 00387(0)51348-367, 533-380 Fax:

 00387(0)51348-372;

 e-mail: info@institutig.com, ig@btic.net

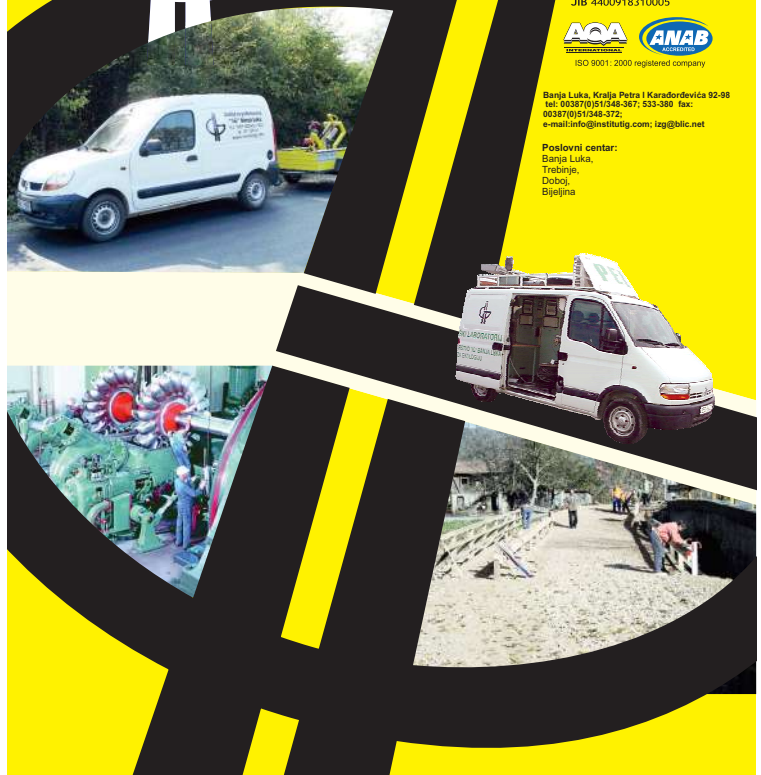
Poslovni centar:

 Banja Luka,

 Trebanje,

 Doboj,

 Bijeljina



The Highway Institute

Institut za puteve a.d. Beograd

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

Velike ideje se ostvaruju

 kroz izuzetne projekte.

 Mi znamo kako da ih ostvarimo.

www.highway.rs

Great ideas come true

 in outstanding projects.

 We know how to make them true.

BELGRADE



More than 60 years of experience

 Više od 60 godina iskustva





SAFEGE

 Consulting Engineers

SAFEGE DOO

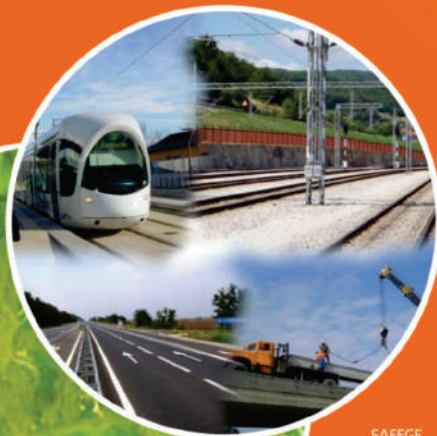
Beogradska Str. 27/5, 5th floor

 11000 Belgrade, Serbia

 Phone: +381 11 32 34 730

 Fax: +381 11 32 34 631

 www.safege.rs



SAFEGE

 DELIVERING SUSTAINABLE

 ENGINEERING SOLUTIONS

CONSULTANCY WITHIN ENGINEERING, ENVIRONMENTAL SCIENCE AND ECONOMICS

YOUR ADVISOR FOR SUSTAINABLE FUTURE

ADDRESS CeS COWI d.o.o.
Južni bulevar 1a,
11000 Belgrade
Serbia

PHONE +381 11 38 35 040

FAX +381 11 38 35 037

E-MAIL office@cescowi.rs

WWW cescowi.rs

CeS.COWI

KOMPOZITNA ARMATURA

ZA ARMIRANJE, OJAČAVANJE I SANACIJE BETONSKIH KONSTRUKCIJA

Najširu primenu kompozitna armatura nalazi u izgradnji infrastrukture, niskogradnje, podzemnih i podvodnih konstrukcija, objekata u agresivnim sredinama, konstrukcije u kojima je nophodan neometan rad magnetnih i elektromagnetnih talasa, ojačavanje novih i postojećih konstrukcija, sanacije i rekonstrukcije.



Armatura ispitana i sertifikovana od strane Instituta za Materijale i Konstrukcije, Građevinskog fakulteta u Beogradu.



Izašlo je najnovije izdanje knjige "OSNOVNI ASPEKTI PRAKTIČNE PRIMENE KOMPOZITNE GFRP ARMATURE".

Autor Prof. dr. Mihailo Muravljev, dipl. inž. građ.

PREDNOSTI



NE
KORODIRA



VISOKA
ZATEZNA
ČVRSTOĆA



LAKŠA
ZA RAD



TRANSPARENTNA
NA TALASE



DIELEKTRIK



NE PROVODI
TOPLITU



KOMPOZIT ARMATURA



- MOSTOGRADNJA
- PUTOGRADNJA
- TUNELOGRADNJA
- GEOTEHNIKA
- HIDROTEHNIKA
- AERODROMSKE PISTE
- ŽELEZNIČKE PRUGE
- TRAMVAJSKE PRUGE

ŠIPKE | MREŽA | VLAKNA | ANKERI



Odgovara prema BAB`87 i EUROKOD 2

Уређивачки одбор:

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

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

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

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

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

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

мр Слободан Станаревић, дипл. грађ.инж.
Институт за грађевинарство "IG", Бања Лука

мр Саша Јаснић, дипл.инж.саоб.
ЈП Путеви РС, Бања Лука

Марина Миленковић, дипл.инж.саоб.
Саобраћајни факултет, Универзитет у Београду

Главни и одговорни уредник:

др Драженко Главич, 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
e-mail: putisaobracaj@via-vita.org.rs putisaobracaj@gmail.com

Годишња претплата: Правна лица 4 примерка часописа 25.000дин. За иностранство 50 ЕУР/1 примерак. Претплату за часопис уплатити на рачун СДП 355-1002423-53

Резимеи и текстови који се објављују у часопису могу се претраживати на сајту часописа: www.putisaobracaj.rs

Насловна страна: са интернета

*Тираж: 1000 примерака,
Штампа: „АТЦ доо“ - Београд*

Пут и саобраћај

Journal of Road and Traffic Engineering

НАУЧНО СТРУЧНИ ЧАСОПИС СРПСКОГ ДРУШТВА ЗА ПУТЕВЕ VIA-VITA

Број 4 • Октобар - Децембар 2016 • Година LXII

VIA – VITA!

ОБАВЕШТЕЊЕ бр. 1

Уредништво научно-стручног часописа "Пут и саобраћај" жели свим читаоцима и оглашивачима срећну и успешну Нову 2017.г.

ОБАВЕШТЕЊЕ бр. 2

Српско друштво за путеве | VIA-VITA | заједно са Грађевинским Факултетом у Београду и Институтом за путеве организује научно-стручни скуп "ПУТ И ЖИВОТНА СРЕДИНА" у Вршцу, септембра, 2017.г. Више информација на <http://www.via-vita.org.rs>

ОБАВЕШТЕЊЕ бр. 3

Научно стручни часопис Пут и саобраћај ускоро отвара нови сајт за презентацију часописа, on-line предају и рецензију радова. Детаљније ускоро на сајту часописа www.putisaobracaj.rs

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 e-mailom putisaobracaj@gmail.com

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, MottMcDonald, WYG, WBIF, CEP d.o.o., Београдпут, Саобраћајни институт СР Београд; Академија ИАС; Привредна комора Србије; „Србија пут“ а.д.; ПЗП „Београд“ а.д.; Енергопројект, ПЗП „Крагујевац“ а.д.; А.Д. „Војводинапут“ Панчево, „Војводинапут - Бачкапут“ А.Д. Нови Сад; „Војводинапут“ А.Д. Зрењанин; ПЗП „Ниш“ а.д.; А.Д. за путеве „Крушевацпут“; ЈКП „Београд пут“; „Мостградња“ 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; „Србијаутопут“ 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, АМСС – центар за моторна возила, БХЛ пројект Београд, Дирекција за путеве Шабац, Завод за урбанизам Војводине, ЈП Путеви Краљево, ЈП Дирекција за изградњу града Сремска Митровица, ЈП Дирекција за изградњу Суботице, Јарослав Черни институт за водoprивреду, 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 доо LA FARGE, БХЛ пројект, RIKO doo, Geoburg, Хармонијпројект, „Kompozit Armatura“ d.o.o. ...итд.

Пут и саобраћај

НАУЧНО СТРУЧНИ ЧАСОПИС СРПСКОГ ДРУШТВА ЗА ПУТЕВЕ

Journal of Road and Traffic Engineering

SCIENTIFIC JOURNAL OF SERBIAN ROAD ASSOCIATION

Број 4

Октобар - Децембар 2016 • Година LXII

САДРЖАЈ

др Никола Митровић, дипл.инж.саоб. Игор Дакић, дипл.инж.саоб. др Александар Стевановић, дипл.инж.саоб. Коришћење аналитичких модела за калибрацију нестандардних кружних раскрсница	5
Дејан Рудић Вранић, дипл.грађ.инж. др Игор Јокановић, дипл.грађ.инж. Културно наслеђе и/или друштвени развој - студија случаја Суботица	13
др Александар Булајић, дипл.инж.саоб. др Драган Јовановић, дипл.инж.саоб. Бошко Матовић, дипл.инж.саоб. др Борис Антић, дипл.инж.саоб. Примена ГИС-а и кластер анализе у оцени страдања пешака у саобраћају	21
др Суада Џебо, дипл.инж.грађ. др Мирза Поздер, дипл.инж.грађ. Примјена ГИС технологије у планирању саобраћаја	31
Милован Јотић, дипл.инж.геол. мр Слободан Недељковић, дипл.инж.геол. мр Владета Вујанић, дипл.инж.геол. Инжењерско-геолошке појаве као опасност у својству парцијалног ризика – линијских објеката	37
др Наташа Томић-Петровић, дипл.правник Осврт на правну регулативу шумских путева у Републици Србији	45
мр Владета Вујанић, дипл.инж.геол. Милован Јотић, дипл.инж.геол. Биљне заједнице као индикатори препознавања и санирања клизишта вегетацијом и биотехничком стабилизацијом	51
Златомир Николић, дипл.инж.грађ. Друмски мост преко реке Јужне Мораве ID10972	59

Issue 4

October - December 2016 • Volume 62

CONTENTS

Nikola Mitrovic, M.Sc. T.E. Igor Dakic, M.Sc. T.E. Aleksandar Stevanovic, Associate Professor, Using analytical models to calibrate a dual-roundabout intersection in microsimulation	5
Dejan Rudić Vranić, M.Sc.CE. Igor Jokanović, Ph.D. CE. Cultural heritage and/or social development - case study Subotica	13
Aleksandar Bulajić, Ph.D.TE Dragan Jovanović, Ph.D.TE Boško Matović, M.Sc. T.E. Boris Antić, Ph.D.TE Implementation of the GIS and cluster analysis in evaluation of the pedestrians' endangerment in traffic	21
Suada Džebo, Ph.D.CE Mirza Pozder, Ph.D.CE GIS applications in traffic planning	31
Milovan Jotić, M.Sc.Geology Slobodan Nedeljković, M.Sc.Geology Vladeta Jotić, M.Sc.Geology Engineering-geological events as danger regarding potential risk-linear facilities	37
Nataša Tomić-Petrović, Ph.D.L. Views on the legal regulation of forest roads in the Republic of Serbia	45
Vladeta Jotić, M.Sc.Geology Milovan Jotić, M.Sc.Geology Plant communities as recognition indicators and resources for landslides remediation using vegetation and biotechnical stabilization	51
Zlatomir Nikolić, M.Sc.CE Road bridge over the river South Morava ID10972	59

Календар скупова, историја путарства, занимљивости

64

Новинске вести из путоградње

66

ПУТ И САОБРАЋАЈ

Journal of Road and Traffic Engineering

научно-стручни часопис за путно инжењерство

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

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

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

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

Научни чланци:

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

Стручни чланци:

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

ТЕХНИЧКИ ЗАХТЕВИ И УПУТСТВО АУТОРИМА

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

Припрема рукописа

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Стил цитирања у часопису је АПА стил библиографског цитирања – АПА стил (American Psychological Associations style – Reference List). Упутство за коришћење овог стила може се наћи на сајту часописа www.putisaobracaj.rs. Чланови Уређивачког одбора и редакције часописа, нису у обавези да сређују литературу, већ су аутори у обавези да се придржавају упутства. Текстовете и друге прилоге доставити у дигиталној форми на email putisaobracaj@gmail.com, а ускоро и on line на www.putisaobracaj.rs.

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

АПА СТИЛ БИБЛИОГРАФСКОГ ЦИТИРАЊА

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

Монографска публикација:

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

Пример:

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

Приређено издање:

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

Пример:

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

Вишетомно дело:

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

Пример:

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

Нештампани рукопис:

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

Пример:

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

Прилог у периодичној публикацији:

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

Пример:

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

Прилог доступан преко интернета:

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

Пример:

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

USING ANALYTICAL MODELS TO CALIBRATE A DUAL-ROUNDAABOUT INTERSECTION IN MICROSIMULATION

Nikola Mitrovic, Research Associate
Florida Atlantic University, Boca Raton, FL, nmitrovi@fau.edu

Igor Dakic, PhD student,
Swiss Federal Institute of Technology (ETH), Zurich, Switzerland,
igor.dakic@ivt.baug.ethz.ch

Aleksandar Stevanovic, Associate Professor,
Florida Atlantic University, Boca Raton, FL, aleks.stevanovic@fau.edu

Review paper

Abstract: *The calibration of roundabout microsimulation models is a challenging task that often relies on various field-related data that might not be always available. The calibration process of dual roundabouts might be even more demanding due to their rare presence in the field and literature. This paper proposes a straightforward but novel approach toward the calibration of dual roundabouts. The proposed method heavily relies on suggestions provided in the National Cooperative Highway Research Program (NCHRP) report 572 and easily-available information from the field (such as geometry and volume data). NCHRP is utilized to assess the key calibration parameters and corresponding capacity of a dual-roundabout model. The model validation is based on matching the capacity produced by the simulation model with the estimated capacity as it is proposed in NCHRP report. The numerical results of a single lane dual roundabout case study reveal the close match between capacities obtained from microsimulation tool (VISSIM) and NCHRP report. Moreover, the proposed approach can benefit traffic practitioners and planners dealing with the microsimulation models of roundabouts and limited data sets.*

Keywords: *roundabout, roundabout capacity, VISSIM calibration, NCHRP.*

KORIŠĆENJE ANALITIČKIH MODELA ZA KALIBRACIJU NESTANDARDNIH KRUŽNIH RASKRKNICA

Nikola Mitrovic, Istraživač saradnik
Florida Atlantic University, Boca Raton, FL, nmitrovi@fau.edu

Igor Dakic, PhD student,
Swiss Federal Institute of Technology (ETH), Zurich, Switzerland,
igor.dakic@ivt.baug.ethz.ch

Aleksandar Stevanovic, Van. profesor,
Florida Atlantic University, Boca Raton, FL, aleks.stevanovic@fau.edu

Pregledni rad

Abstrakt: *Kalibracija mikrosimulacionih modela kružnih raskrznica predstavlja zahtevan zadatak koji se neretko bazira na korišćenju raznolikih i ne uvek dostupnih saobraćajnih podataka.*

Kod nestandardnih kružnih raskrznica proces kalibracije je dodatno otežan zbog njihovog ograničenog prisustva u teoriji i praksi. Ova studija predlaže inovativan i lako primenjiv metod za kalibraciju nestandardnih kružnih raskrznica. Pristup se u značajnoj meri oslanja na sugestije date u National Cooperative Highway Research Program (NCHRP) izveštaju br. 572, ali i na lako dostupne saobraćajne podatke (npr. geometrijske karakteristike raskrsnice i očekivan/posmatran protok vozila). NCHRP izveštaj je korišćen kako bi se procenili saobraćajni parametri, neophodni za kalibraciju modela, kao i sam kapacitet nestandardne kružne raskrsnice. Validacija modela je uradjena kroz poredjenje kapaciteta prilaza nestandardnih raskrznica koji su dobijeni korišćenjem simulacionog modela i NCHRP izveštaja. Rezultati iz ovog rada potvrđuju slaganje u kapacitetima kružne raskrsnice dobijenih korišćenjem simulacionog (VISSIM) i analitičkog (NCHRP izveštaj) pristupa u kontekstu posmatrane jednostrane nestandardne kružne raskrsnice. Pored toga, predloženi metod može pomoći konsultantima i planerima u modeliranju saobraćaja na nestandardnim kružnim raskrnicama u slučaju ograničenog broja dostupnih podataka.

Ključne reči: *kružna raskrznica, kapacitet kružne raskrsnice, kalibracija Vissim modela, NCHRP izveštaj*

1. INTRODUCTION

A widely present tendency of converting traditional intersections into roundabouts is often motivated by an increase in safety, comfort and efficient movements of vehicular traffic. This trend can be expected to continue in the future, especially at those sites that are restricted to motorized road users.

The evaluation of operational performance of traditional and roundabout intersections is required to assess the potential benefits and drawbacks of these two competitive intersection designs. Such an assessment, in order to properly cover aspects of efficiency and safety, often requires an accurately built (micro) simulation model.

This common practice relies on the presence of various types of field data that can be used for model calibration and validation purposes. For instance, studies [1] and [2] use extensive data sets collected from the field to perform a comprehensive calibration of the VISSIM models. However, this approach might not be possible for still un-built and rarely present types of roundabouts (e.g., dual roundabout), due to insufficient field information necessary for the calibration tasks.

Moreover, the traditional field-based calibration method might not always be feasible for existing roundabouts that are not properly covered with detectors. In such cases, the literature provides recommendations in the form of the Highway Capacity Manual (HCM) and National Cooperative Highway Research Program (NCHRP) reports, which can help practitioners to assess the key microsimulation parameters for known/given volumes and roadside information.

Some of the NCHRP reports cover the most comprehensive roundabout dataset in the United States, which makes them suitable for calibration of many diverse roundabout types and sites [3]. In addition, HCM and NCHRP reports provide estimates of the roundabout capacities, which is valuable information for validating the microsimulation models [3].

An approach where simulation models are calibrated and validated based on relevant NCHRP and HCM reports can be beneficial when building, calibrating and validating microsimulation roundabouts models. In addition, the existing literature shows a lack of studies which consider calibration and validation of non-traditional types of roundabouts (such as dual roundabouts).

This study aims to fill the gaps in the existing body of knowledge by proposing a novel approach for calibrating a microsimulation model in the absence of the field data. In contrast to the traditional techniques [2], [4], which use various types of field data to calibrate a simulation model, this study follows the guidelines provided in the NCHRP report to calibrate the dual roundabout model by considering it as the two nearby traditional roundabouts.

A case study was conducted on a VISSIM microsimulation model of the proposed single-lane dual roundabout with a 30-foot inscribed circle diameter in Palm Beach Gardens, Florida. This roundabout could potentially replace two existing close intersections in the future. The capacity-related results from VISSIM were compared against the recommended outputs of the NCHRP report that was explicitly used to calibrate the model. The calibrated model is further used to evaluate the mobility and safety-related performance of dual-roundabout for existing and projected AM peak volumes.

The rest of this paper is organized as follows. First, a brief overview of the relevant research is presented. Then, the authors explain how the VISSIM model is calibrated using the NCHRP report, and discuss the two most common applications of the calibrated roundabout model. In the subsequent section, the calibration and evaluations results are presented. The final section concludes the research paper and provides relevant ideas for future work.

2. LITERATURE REVIEW

There is an extensive literature on calibration of microsimulation models for roundabouts. Most of these studies rely on the VISSIM simulation platform [5] while the rest use other available tools (such as Sidra [6] and cellular automata models [1]). The VISSIM-related studies mostly focus on three key parameters, including: 1) Priority Rules or Conflict Areas that define the operational logic within roundabout and control the critical gap acceptance behavior; 2) Reduced Speed Areas, that provide speed control for circulating and inbound traffic; 3) Wiedeman 74 and Wiedeman 99 car following models that emulate driver and car following behaviors [2], [4].

Studies [2] and [4] present the most comprehensive work regarding the VISSIM model calibration. Wei et al. assessed the impact of various VISSIM parameters on the simulated roundabout capacity [4]. The authors proposed three calibration strategies to match the simulation capacity with HCM 2010. In another study, Li et al. used a large data set to perform a quantitative sensitivity analysis of the key parameters that can facilitate the modeling of roundabouts [2]. The authors deliver valuable calibration guidelines, and infer that the entire roundabout approach can be approximately divided into four speed zones. More importantly, the authors revealed that the use of priority rules often leads to a more consistent gap acceptance behavior than in the case of Conflict Areas (CA). Although the studies [2] and [4] provide valuable guidelines to practitioners, they heavily rely on diverse field datasets that is not always available.

There are only a few studies that explicitly use NCHRP reports in conjunction with the VISSIM microsimulation tool. Valdez et al. investigated control delay and level of service (LOS) for unbalanced approach volumes using a two-lane roundabout from NCHRP Report [7]. Moreover, Cicu et al. tried to find proper parameter estimates including critical gap and speed for a two-lane roundabout [8]. The authors also compared the modeled capacity with the capacity curve recommended by NCHRP Report 572. The results from this study show that simulated capacity closely matches the corresponding estimates of NCHRP report, except in cases when the percentage of circulating traffic is extremely low or extremely high.

The calibrated roundabouts models are frequently utilized to explore the efficiency and safety aspects of different kinds of roundabout models. The efficiency is often studied in terms of vehicular delay and number of stops, while the safety aspect is usually investigated in terms of the number and types of potential conflicts.

Most of the safety-related studies rely on the Surrogate Safety Assessment Model (SSAM), which uses the trajectories of vehicles to assess the safety surrogate measures [9], [10]. SSAM is a tool developed by Federal Highway Administration to estimate the number and type of conflict points based on vehicular trajectories [11]. SSAM defines the type of conflicts in one of the following categories: rear-end, crossing, and lane-changing conflicts based on the angle of movement of two conflicting vehicles when they are closest to each other. Finally, SSAM is capable of accurately assessing the surrogate safety measures, such as Time-to-Collision (TTC) [11].

In summary, the estimates of roundabout simulation parameters are often based on considerable field-collected data, while only a few studies marginally incorporated the information from NCHRP. NCHRP provides an easy-to-apply reference guide for determining whether a roundabout can handle current and/or future demand in terms of capacity. Therefore, it would be crucial to explore how such a straightforward approach aligns with the frequently used simulation tool in the contexts of roundabout operations.

3. METHODOLOGY

This paper presents a novel but still relatively straightforward approach for calibrating a dual roundabout VISSIM model in cases when only limited data (e.g., traffic counts) are available. The proposed method relies on the recommendations provided by NCHRP reports in two contexts: (1) assessing the model calibration parameters; and (2) obtaining the reference points for model validation. The properly validated model is further used to assess the approach of delay-based Level of Service (LOS) and safety surrogate measures of the proposed intersection design. The LOS and commonly used measures of effectiveness (MOEs) are computed in a traditional way. The number and type of potential vehicular conflicts are assessed using Surrogate Safety Assessment Model (SSAM) [11].

3.1. Case Study

The scope of the proposed study encompasses two closely spaced intersections at Central Blvd and University Blvd in Palm Beach gardens (Figure 1). These two unsignalized intersections can potentially be replaced by a single-lane dual roundabout if traffic flow continues to increase. The VISSIM roundabout model is built to assess the performance of mobility- and safety-related operations. The model is fed with the existing (2013) volumes during the AM peak and calibrated according to the recommendations provided in NCHRP report.

Once calibrated, the model with the inflated volumes resembling projected traffic conditions (2035) is evaluated for mobility and safety applications. In addition, two operational strategies are investigated for the existing and projected volumes.

In the first strategy, which is referred to as 'traditional strategy,' the right of way is given to the vehicles circling the roundabout (Figure 2 top). In the second strategy, referred here as 'North-South (N-S)' operational strategy, the right of way is given to vehicles from Northbound and Southbound approaches (Figure 2 bottom).



Figure 1 The geometry (left) and volumes (right) for the existing (top) and proposed (bottom) VISSIM model development

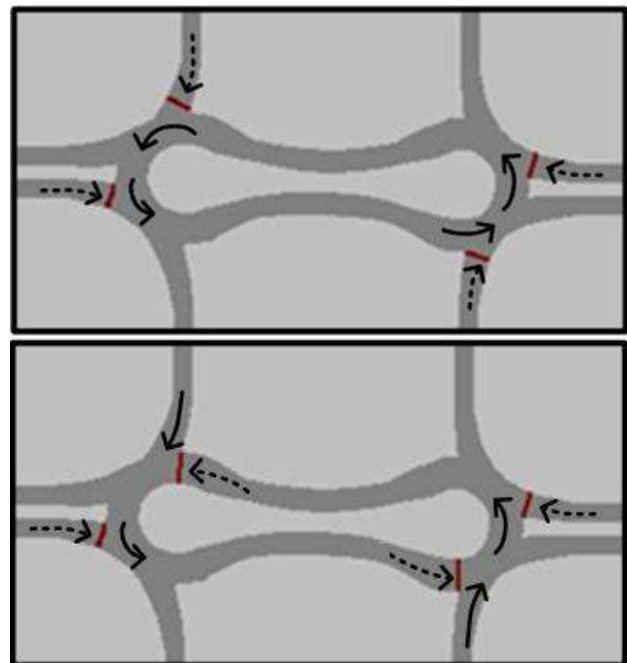


Figure 2. Evaluated operational strategies. The right way (see solid arrows) is given to the either circulating vehicles (top) or vehicles which are entering the roundabout from either north or south approach (bottom).

3.2. Estimation of the VISSIM Parameters

Since there is no explicit guidance for a dual roundabout in the NCHRP report, the study observes the site of interest as the two single, independent traditional roundabouts. Based on the geometry illustrated in Figure 1 (bottom left), the design speeds within the roundabout are determined using the recommendations from NCHRP report [3]:

$$V = 3.4415 * R^{0.3861} \quad \text{for } e = +0.02 \quad (1)$$

$$V = 3.4614 * R^{0.3673} \quad \text{for } e = -0.02 \quad (2)$$

where R is a Radius (ft) and e is a superelevation (ft/ft). Equation (1) is used to compute entry and exit speeds, while circulating speed is determined according to Equation (2). The speeds defined in Eq. 1 and Eq. 2 are further used to define the desired speed at approaches and within roundabout, respectively. Finally, the critical headway (t_c) and follow-up headway (t_f) are estimated using the following equations [3]:

$$t_c = 2.67 + \frac{3.95}{1 + e^{b*(d-d_0)}} \quad (3)$$

$$b = 0.0001 * D + 0.0162 * I_p + 0.0028 * I_{vc} \quad (4)$$

$$d_0 = 45.5 - 497.3 * b \quad (5)$$

$$t_f = 3.218 - 0.0001 * v_c \quad (6)$$

$$temp = \left[x - 1 + \sqrt{(x - 1)^2 + \frac{8*x}{c*T}} \right] \quad (7)$$

$$d = \frac{3600}{c} + 900 * T * temp + 5 * \min[x, 1], \quad (8)$$

where d is the waiting time and D is inscribed diameter (in meter) of the roundabout. Indication variables I_{vc} and I_p refer to hourly pedestrian and circulating vehicular volumes, respectively. The variable d_0 is the waiting time at the deflection point of the logistic curve, $x=v/c$, where v is the entry approach volume and T is the period of analysis (in hours).

3.3 Model Validation

The roundabout model is validated through a comparison of modeled and HCM capacity values. HCM methodology for single-lane roundabout estimates the capacity using the formula provided in NCHRP 572 [3]:

$$c = \frac{3600}{t_f} * e^{-\left(t_c - \frac{t_f}{2}\right) * \frac{v_c}{3600}}, \quad (9)$$

where v_c is the circulating volume in the roundabout and c is estimated capacity. The gap times in the simulation model (approximated as the critical headway in Eq. 3) were slightly adjusted to provide a satisfactory matching (within 10%) between the

simulated and estimated capacities, which are proposed in the NCHRP report. This fine-tuning process is performed manually by adjusting gap times within priority rule (PR) settings.

The Special Evaluation File in VISSIM is used to produce the discharge rates (and equivalent capacities) for all approaches. In order to acquire a discharge rate, mock 'signal heads' are placed at the positions where vehicles need to give the right of way, along with the data collection points (Figure 2). One should note that these 'signal heads' always display green light and had no impact on vehicular operations. Instead, they are only used to assess discharge rates of the relevant traffic flows. This approach is in alignment with the methodology of other studies that also use gap time as the calibration parameter to match the capacity obtained from simulation with the field-observed capacity [12].

3.4 Applications of the roundabout model

The roundabout microsimulation models are often used for mobility- and safety-related assessments. In this context, the scope of the study is restricted to the estimation of the key MOEs and the evaluation of the potential conflicts within the proposed, single-lane dual roundabout. Both performance aspects are investigated for the existing (2013) and projected (2035) AM peak volumes and both operational strategies.

3.4.1 Level of Service (LOS) and Measure of Effectiveness (MOE)

The LOS is computed for each roundabout approach according to HCM recommendations, where the LOS for roundabouts is estimated by using the same methodology is used for stop-controlled intersections. In other words, the LOS of a roundabout approach is determined by comparing computed (or measured) control delay with the proposed LOS thresholds (3). Since VISSIM does not generate the control delay as a direct output, authors used average total delay and average stopped delay to assess LOS. Average stopped delay and average total delay are used as lower and upper bound, respectively, in an estimation of control delay and LOS.

3.4.2 Evaluation of Vehicular Conflicts

As mentioned previously, one of the unique contributions of this research is the safety evaluation analysis of the dual roundabouts in the field-like microsimulation environment. Second-by-second vehicular trajectories of all vehicles are recorded using special evaluation type in VISSIM, and later post-processed in SSAM.

3.5 Model Calibration

The input model parameters including desired speed, and critical and follow-up headways are defined using the recommendations given in NCHRP reports. Only the traffic demand is obtained (and further projected), while the other parameters in VISSIM roundabout model are approximated by their numerical default values. The critical headway is slightly tuned to resemble the expected capacity, as determined in NCHRP.

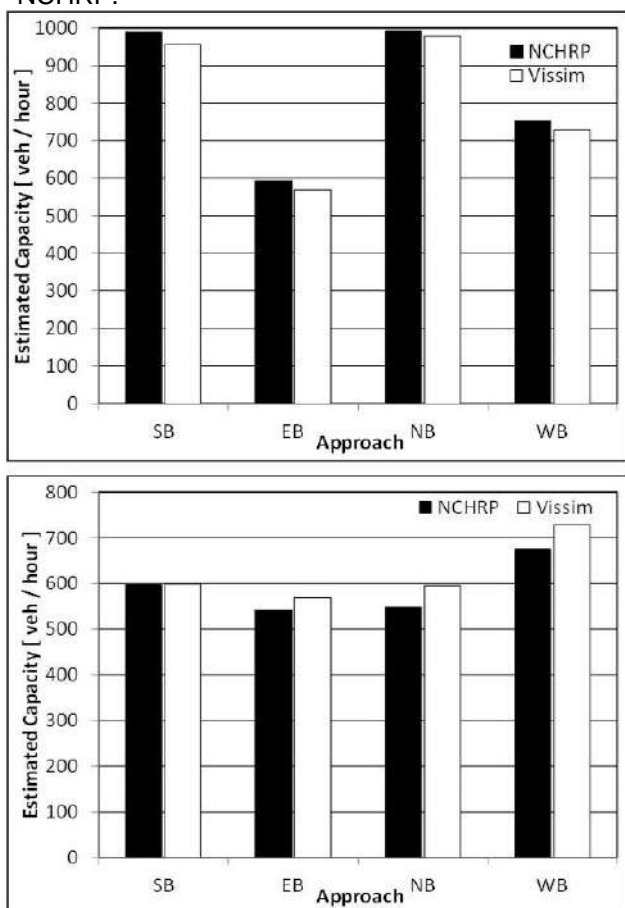


Figure 3 Estimated capacity of each roundabout approach according to traditional (top) and North-South operational strategy (bottom).

Figure 3 and Figure 4 show the numerical values of estimated and modeled capacities, and the corresponding discharge rates, respectively, for each approach and operational strategy. The results from Figure 3 indicate close matches (values are within $\pm 10\%$) between estimated and modeled capacities for both operational strategies. Intuitively, the effects of identical performance can be seen through discharge rates, considering that they are inversely proportional to the corresponding capacity (see Figure 4). More importantly, Table 1 shows there is close match between approximated and tuned critical headways. One can infer that NCHRP provides an effective approximation of the critical headway (see Table 1), which can be used as the initial value for model calibration purposes.

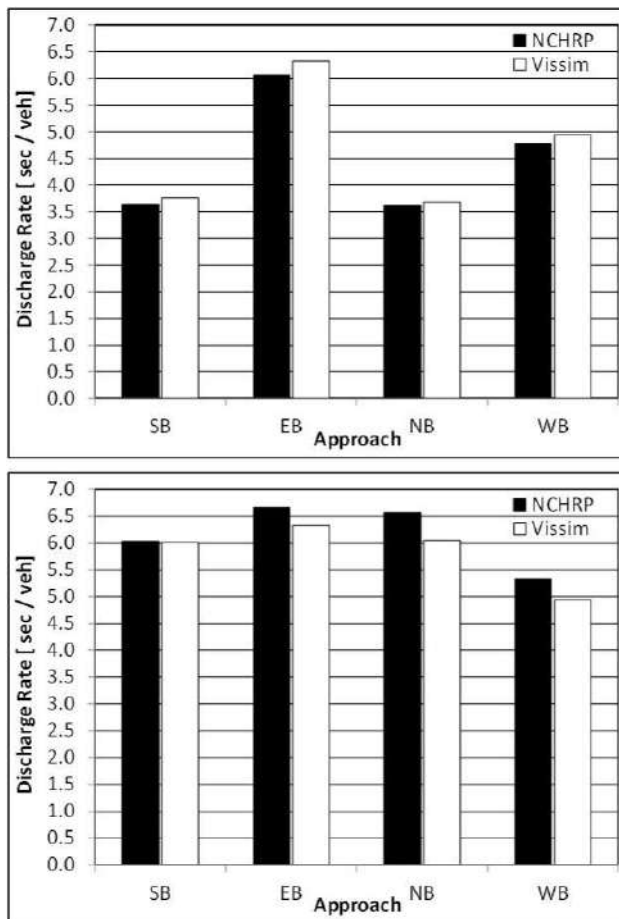


Figure 4 Estimated discharge rate of each roundabout approach according to traditional (top) and N-S operational strategy (bottom).

Table 1 Proposed (NCHRP) and tuned (VISSIM) critical headways (in seconds).

Operational Strategy	Traditional		North-South	
	Analytical (NCHRP)	Simulation (Vissim)	Analytical (NCHRP)	Simulation (Vissim)
Southbound	5.08	5.00	5.21	5.40
Eastbound	5.28	5.40	5.28	5.00
Northbound	5.09	5.00	5.22	5.10
Westbound	5.26	5.40	5.26	5.00

4. RESULTS

Ten VISSIM simulation runs were executed with random seeds for both traditional and N-S operational strategies using existing (2013) and projected (2035) AM peak volumes. Each simulation lasted for 75 minutes, or 1 hour of evaluation time and 15 minutes to warm-up.

4.1 Level of Service

The properly calibrated VISSIM model is used to assess the performance of two operational strategies considered in the study. Table 2 shows the average stopped and total delay during AM periods for the existing and projected traffic. The stopped delay is explicitly recorded by VISSIM. On the other hand, the total delay is defined as the time difference between experienced and minimum (ideal) travel time through the intersection. Ideal travel time is calculated as a sum of link-wise travel times of these segments that lie along the considered route. Link-wise travel time is assessed using the (fixed) length of the particular link and corresponding desired speed (e.g., speed limit).

Table 2 Estimated average stopped delay (top) and total delay (bottom), both in seconds of the existing (2013) and projected (2035) traffic.

MOE	Average Stopped Delay			
	Current		Future	
Operational Strategy	Trad.	N-S	Trad.	N-S
Southbound	0.42	0.00	1.52	*
Eastbound	13.52	13.92	33.95	*
Northbound	0.32	0.00	0.90	*
Westbound	4.36	2.99	12.72	*

MOE	Total Delay			
	Current		Future	
Operational Strategy	Trad.	N-S	Trad.	N-S
Southbound	1.53	0.00	6.25	*
Eastbound	17.89	18.38	41.79	*
Northbound	0.42	0.00	1.02	*
Westbound	8.01	6.11	20.08	*

From Table 2, it can be observed that certain approaches show very poor performance. LOSs with asterisks denote cases when VISSIM was not capable of producing the output performance due to very high demand (such as the 2035 scenarios) and simulated priority strategy (N-S operational strategy). In that case, a gridlock situation was created which did not allow VISSIM to accurately estimate delays. Table 3 shows the corresponding LOS for each evaluated scenario, which is derived from computed approach delays. To summarize, the results show that both operational strategies would work with equal efficiency in current traffic conditions. However, once the traffic demand reaches 2035 levels, only the traditional strategy, which gives priority to the vehicles within roundabout, can produce an efficiently sustainable solution.

Table 3 Estimated Level of Service (LOS) for the existing (2013) and projected (2035) traffic conditions.

Operational Strategy	Current		Future	
	Trad.	N-S	Trad.	N-S
Southbound	A	A	A	F*
Eastbound	C (B)	C (B)	E (D)	F*
Northbound	A	A	A	F*
Westbound	A	A	C (B)	F*

4.2 Vehicular Conflicts

The safety evaluation analysis of two proposed operational strategies is performed for existing and projected demand during the AM peak period. The SSAM tool uses second-by-second vehicular trajectories collected by VISSIM to assess the number and types of potential conflict points. Table 4 summarizes the number of conflicts occurring on the case-study network. Two conflict types are detected: rear-end and lane-change conflicts. Please note that lane changing conflicts in the context of single-lane dual roundabout might only appear at entering and exiting points of the roundabout. In addition, the results of SSAM analysis show that the SSAM does not recognize any crossing conflicts, which is a logical outcome given that the roundabouts eliminate crossing conflicts.

Table 4 Estimated number and type of conflicts for the existing (2013) and projected (2035) traffic.

Conflict Type	Operational Strategy	Current		Future	
		Trad.	N-S	Trad.	N-S
Rear-End		73.0	25.1	310.8	*
	Lane-Change	1.0	0.4	1.7	*
	Total	74.0	25.5	312.5	*

Table 4 shows that the N-S operational strategy generates significantly lowers the number of conflicts than the traditional strategy. Moreover, only a minimal number of lane-change conflicts was detected. As it can be observed from Table 4, the most numerous conflicts are rear-end at more than 95% of all estimated conflicts points. One should also note that the total number of conflicts does not necessarily transfer into an equivalent number of potential crashes, as some researchers question the usefulness of conflict analysis in estimating the impact of various operational scenarios on the safety of certain intersection designs.

Finally, Table 4 clearly shows that the total number of conflicts increases with an increase in traffic demand, while Figures 5 and 6 illustrates the specific spatial

distribution of different conflict types for the different traffic demand and operational strategies.

Interestingly, under the current traffic demand, the N-S operational strategy generates much fewer conflicts than the traditional strategy. However, in 2035 traffic it is estimated that the N-S strategy would create a gridlock which makes the estimation of traffic conflicts irrelevant, as non-moving vehicles may not create conflicts, but the trips are not being executed

5. CONCLUSION AND FUTURE DIRECTIONS

This study investigated a possibility to calibrate and validate the VISSIM model of dual roundabout concept by following the procedure given in NCHRP Report 572. In contrast to the traditional approach that uses various field-related data, the proposed method only relies on easily available geometric and volume information. The results reveal that NCHRP Report 572 and VISSIM produced similar output results (within 10%) for the identical input parameters. The calibrated VISSIM model is further used to assess efficiency and safety of the dual roundabout intersection. Two different strategies are evaluated and compared for both the existing and projected traffic. The traditional strategy has been proven to be better in terms of the efficiency than the N-S operational strategy. In terms of the estimated conflicts it seems that N-S strategy generates fewer conflicts in current situation but it causes a severe gridlock for future traffic demand and therefore it deems inappropriate for the given location.

In general, it can be concluded that the NCHRP Report 572 is a useful source for development of planning-related and other models when only a limited field data are available. Recommendations provided in this report allow researchers to perform mobility- and safety-related applications, even in the case of insufficient traffic information. Finally, future research should investigate similar procedures and apply them to other types of roundabouts. In addition, it still remains uninvestigated whether similar results can be obtained for different combination of entering and circulating traffic in the context of dual roundabouts.

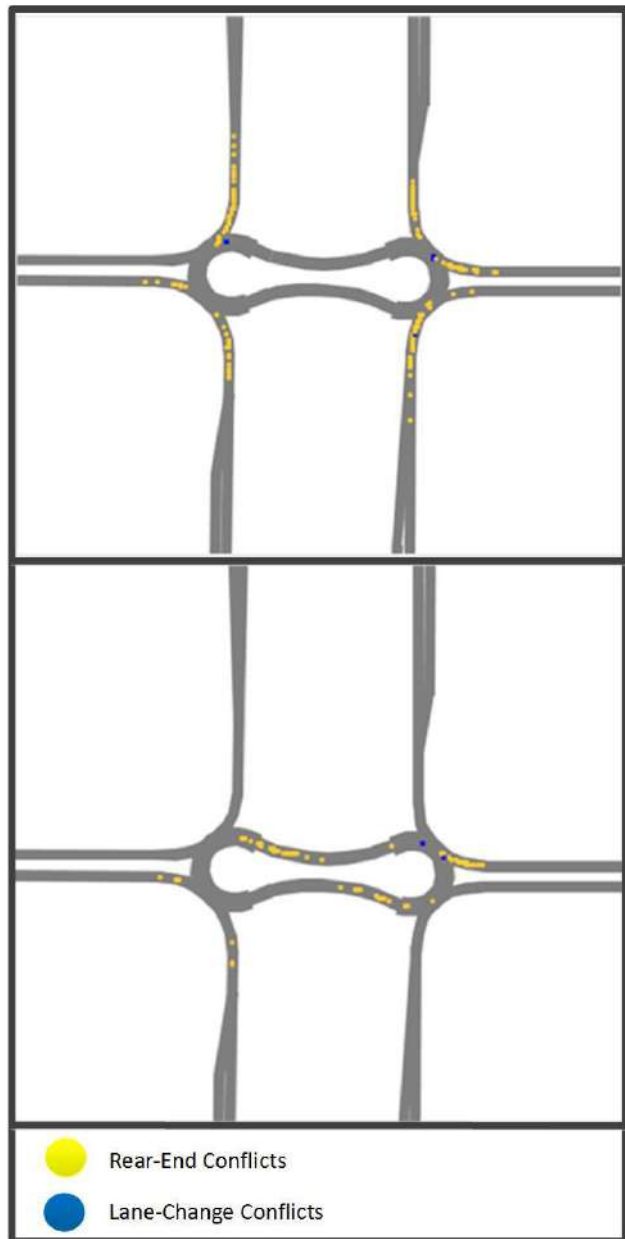


Figure 5 Spatial location of the possible vehicular conflict for the existing traffic in the case of traditional (top) and North-South (bottom) operational strategies.

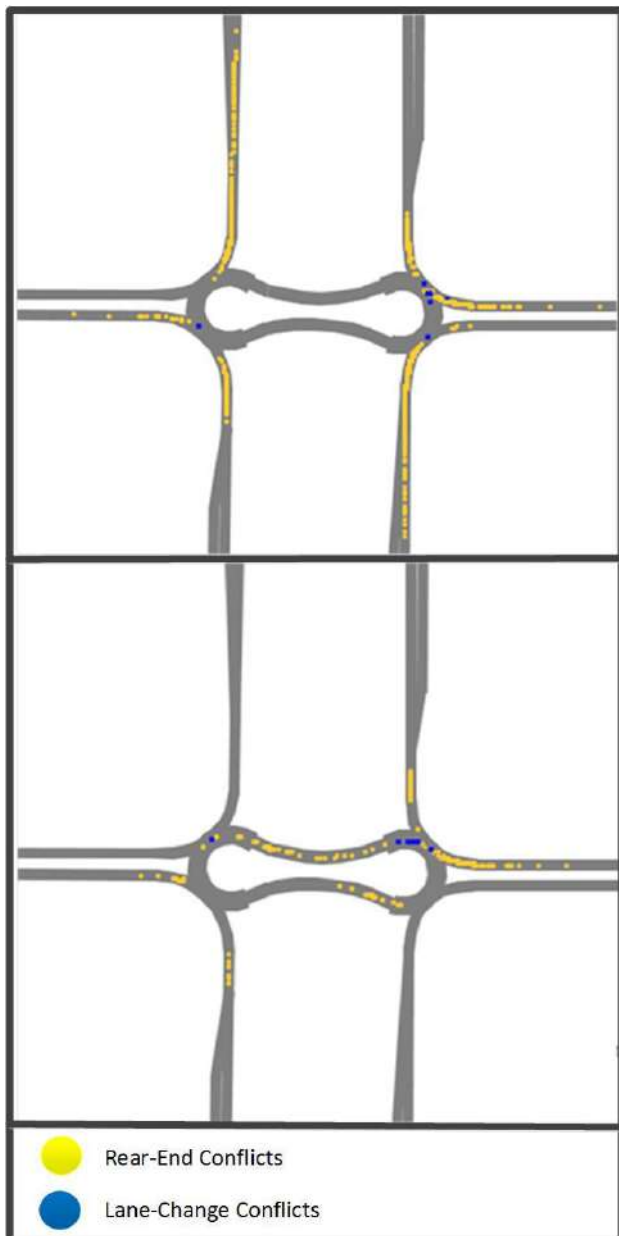


Figure 6 Spatial location of the possible vehicular conflict for the projected traffic in the case of traditional (*top*) and North-South (*bottom*) operational strategies.

References

- [1] Belz, N. P., Hall L. A., Montague J. (2016). Influence of priority taking and abstaining at single-lane roundabouts using cellular automata. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*. Vol 69, pp. 134-149.
- [2] Li, Z., DeAmico M., Chitturi M. V., Bill A. R., Noyce D. A. (2013). Calibration of VISSIM Roundabout Model: A Critical Gap and Follow-up Headway. *Transportation Research Board 92nd Annual Meeting*.
- [3] Rodegerdts, L.(2007). Roundabouts in the United States. Vol. 572. *Transportation Research Board*.
- [4] Wei, T., Shah H. R., Ambadipudi R.(2012). VISSIM Calibration for Modeling Single-Lane Roundabouts: Capacity-Based Strategies. *Transportation Research Board 91st Annual Meeting*.
- [5] Arroju, R., Gaddam H. K., Vanumu L. D., Rao K. R. (2015). Comparative evaluation of roundabout capacities under heterogeneous traffic conditions. *Journal of Modern Transportation*, pp. 310-324.
- [6] Muley, D., Al-Mandhar H. S. (2014). Performance Evaluation of Al Jame'Roundabout Using SIDRA. *World Academy of Science, Engineering and Technology, International Journal of Civil, Environmental, Structural, Construction and Architectural Engineering*, pp. 1291-1296.
- [7] Valdez, M., Cheu R. L., Duran, A. C. (2011). Operations of modern roundabout with unbalanced approach volumes. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, no. 2265, pp. 234-243.
- [8] Cicu, F., Illotta P. F., Bared J., Isebrands H.(2011) VISSIM Calibration of Roundabout Traffic Performance. *Transportation Research Board 90th Annual Meeting*.
- [9] Al-Ghandour, M. N., Schroeder B. J., Williams B. M., Rasdorf W. J. (2011). Conflict models for single-lane roundabout slip lanes from microsimulation: Development and validation. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, no. 2236, pp. 92-101.
- [10] Vasconcelos, L., Neto L., Seco Á. M., Silva A. B. (2014) Validation of the Surrogate Safety Assessment Model for Assessment of Intersection Safety. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, no. 2432, pp. 1-9.
- [11] Gettman, D., Pu, L., Sayed, T., Shelby, S. G. (2008). Surrogate safety assessment model and validation: Final report (No. FHWA-HRT-08-051).
- [12] Zheng, D., Chittur M. V., Bill A. R., Noyce D. A (2012). Critical Gaps and Follow-up Headways at Congested Roundabouts. *Transportation Research Board 91st Annual Meeting*.

КУЛТУРНО НАСЛЕЂЕ И/ИЛИ ДРУШТВЕНИ РАЗВОЈ - СТУДИЈА СЛУЧАЈА СУБОТИЦА

Дејан Рудић Вранић, дипл.грађ.инж.

Међуопштински завод за заштиту споменика културе Суботица, Суботица, archiplace@gmail.com

др Игор Јокановић, дипл.грађ.инж.

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

Прегледни рад

Резиме: *Саобраћајнице имају једну од кључних улога у напретку друштва, односно развоју града или насеља. Да би се постигао жељени ефекат раста и развоја једног насељеног места приликом урбаног и саобраћајног планирања, било да се раде нови планови или се ради на реконструкцији постојећег стања, потребно је узети у обзир многе чиниоце из различитих друштвених сфера, струка и наука и све то спојити у једну хомогену целину. Такође, колико је за једно друштво битан његов напредак и будућност у подједнакој мери је важна његова прошлост и њено очување. У раду се даје приказ остваривања тог споја будућности и прошлости приликом израде идејног решења саобраћајних површина у историјском језгру града.*

Кључне речи: *градске саобраћајнице, културно наслеђе, реконструкција, калдрма*

CULTURAL HERITAGE AND/OR SOCIAL DEVELOPMENT - CASE STUDY SUBOTICA

Dejan Rudić Vranić, Civil Eng.

Intermunicipal Institute for Protection of Cultural Monuments Subotica, Subotica, archiplace@gmail.com

dr Igor Jokanović, Ph.D., Civil Eng.

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

Review paper

Summary: *Traffic infrastructure has a key role in the progress of society, i.e. development of a town or settlement. To achieve the desired effect of growth and development of a settlement during traffic and urban planning, whether the new plans are being developed or the reconstruction of the existing situation are considered, it is necessary to take into account many factors from different social spheres, professions and science and merge all of that into one homogeneous unity. Also, as much the progress and future are important for a society, equally important are its history and its preservation. The paper gives an overview of the realization of this compound of the future and the past in creating the preliminary solution of traffic infrastructure located in the historic center of a city.*

Key words: *urban traffic infrastructure, cultural heritage, reconstruction, cobble stone pavement*

1. УВОД

За било какав друштвени развој или напредак, пут или правац су основ, полазиште, како у буквалном тако и у филозофском смислу. У истом смислу за развој града градске саобраћајнице су нешто што се планира, развија паралелно са планирањем и пројектовањем града, односно његовом урбанизацијом на ширем градском подручју. Касније, када дође време за реализацију тог плана, пут-саобраћајница је нешто што би требало прво да се уради. Саобраћајнице су те које крче „пут“ осталој надградњи (инфраструктури и услугама), оне су те које су покретач свих активности и услед тога имају велику и важну улогу у напретку.

Такође, те исте саобраћајнице у већ постојећим градовима представљају печат и доказ културног и друштвеног развоја из прошлости. Што је град старији и поседује очуване саобраћајнице из старијих времена то је њихов значај за културно наслеђе већи и важнији.

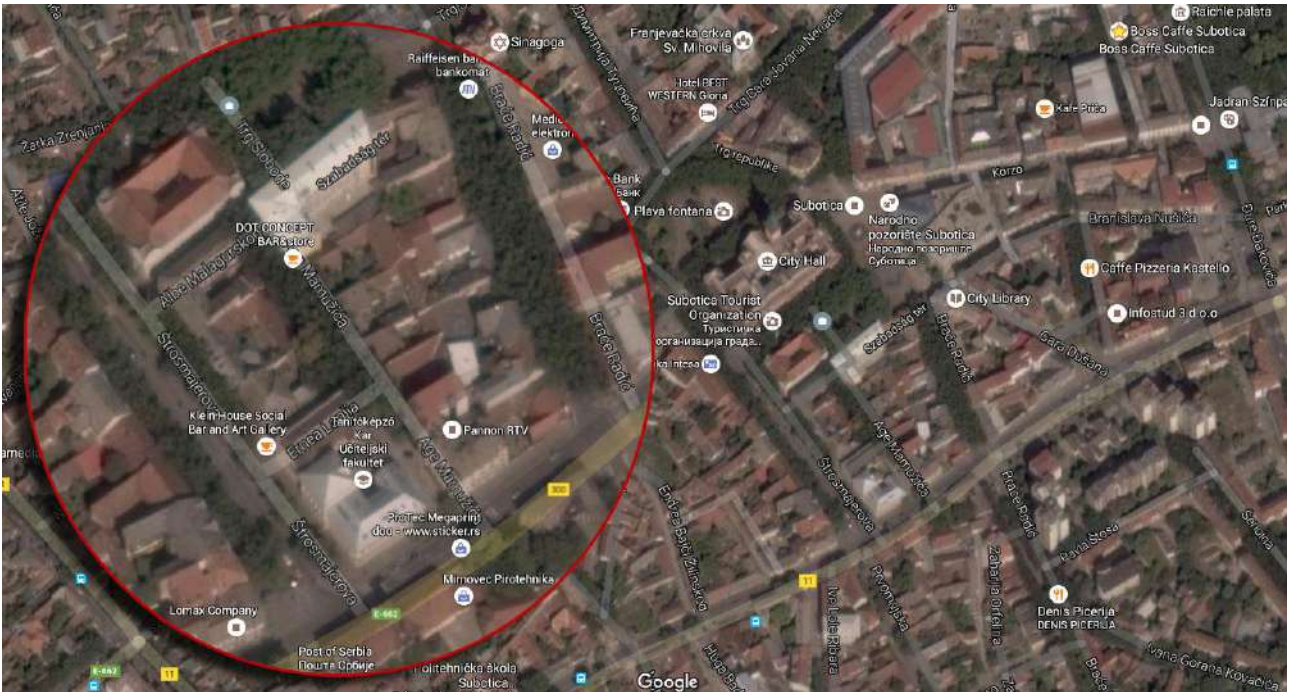
Међутим, шта се дешава када се на одређеној саобраћајници или мрежи саобраћајница укрсте ова два интереса - друштвени напредак и очување културног наслеђа за будућа покољења, иста та покољења због којих се и планира напредак? Одговор на то питање се покушава приказати кроз разраду идејног решења за уређење саобраћајних површина приступних улица у заштићеном историјском језгру града Суботице.

2. ОПИС ЛОКАЦИЈЕ И ДЕФИНИСАЊЕ ПРОБЛЕМА

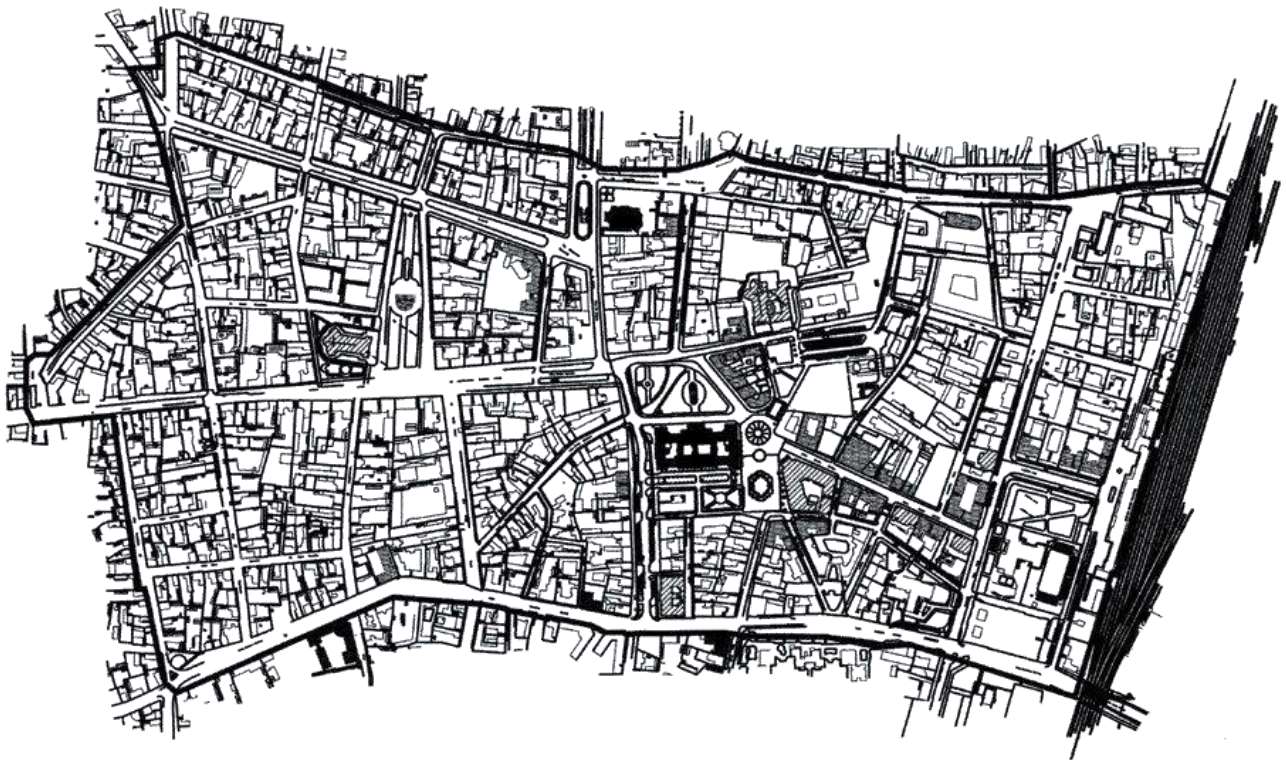
Предмет анализе су улице Аге Мамужића, Ернеа Лањија и Албе Малагурског. Све три улице се налазе у самом центру града у непосредној близини Градске куће и суботичког Корзоа, пешачке зоне, као доминантних амбијенталних вредности Суботице (Слика 1). Део су секундарне уличне мреже (приступне улице према функционалној класификацији) намењене искључиво индивидуалном саобраћају.

Центар града Суботице, односно његово историјско језгро је проглашено за просторну културно-историјску целину 1986. године, а утврђено је за градско језгро од великог значаја 1991. године (Слика 2).

Као такво налази се у надлежности Међуопштинског завода за заштиту споменика културе Суботица и над њим се између осталог примењује и Закон о културним добрима.



Слика 1. Градско језгро Суботице (извор: Google Maps)



- ГРАНИЦА ПОСТОЈЕЋЕ КУЛТУРНО ИСТОРИСКЕ ЦЕЛИНЕ ОД ВЕЛИКОГ ЗНАЧАЈА
- НЕПОКРЕТНА КУЛТУРНА ДОБРА ОД ИЗУЗЕТНОГ ЗНАЧАЈА
- ▨ НЕПОКРЕТНА КУЛТУРНА ДОБРА ОД ВЕЛИКОГ ЗНАЧАЈА
- ▩ НЕПОКРЕТНА КУЛТУРНА ДОБРА

Слика 2. Цртеж културно-историјске целине од великог значаја у Суботици (извор: архивска документација Међуопштинског завода за заштиту споменика културе Суботица)

Улица Албе Малагурског (Слика 3) је слепа улица и искључиво служи за паркирање возила, али је и то веома отежано услед мале ширине пошто попречни профил не одговара функцији улице. Осим колског, улица служи и за пешачки саобраћај. Улица је асфалтирана и сам коловоз је у добром стању.



Слика 3. Улица Албе Малагурског (извор: аутори)

Улица Ернеа Лањија (Слика 4) је једносмерна улица кроз коју се остварује веза Штросмајерове улице и улице Аге Мамужића. Такође, улица је без иједног кућног броја. Уз десну страну коловоза је означен паркинг простор. Улица је асфалтирана и сам коловоз је у релативно добром стању, на местима сливања воде су видљиве подужне пукотине у асфалу.



Слика 4. Улица Ернеа Лањија (извор: аутори)



Слика 5. Улица Аге Мамужића (извор: аутори)

Улица Аге Мамужића (Слика 5) је такође једносмерна при чему лево од улице Ернеа Лањија води до паркинга испред Градске куће у Суботици, док је десно од улице Ернеа Лањија слепа. Ова улица је калдрмисана. Калдрма је у лошем стању, постоје улегнућа коловоза на многим местима, док на појединим местима има и ударних рупа. Дрворед са десне стране улице је узрочник проблема јер својим корењем издиже и ломи асфалтну пешачку стазу и прети да оштети објекте уз десну страну улице.

Сагледавајући све три улице могуће је дефинисати следеће проблеме:

- неадекватан ток саобраћаја како у самим улицама, тако и у склопу комплетне локалне мреже;
- неприступачне паркинг површине које су константно пребукиране и додатно отежавају већ проблематичан саобраћај;
- уски попречни профили који не могу испунити данашње захтеве и капацитете градског саобраћаја;
- лоша и дотрајала коловозна конструкција;
- дрворед који угрожава околне објекте;
- близина главне пешачке зоне и центра града Суботице.

3. ПРЕДЛОГ РЕШЕЊА

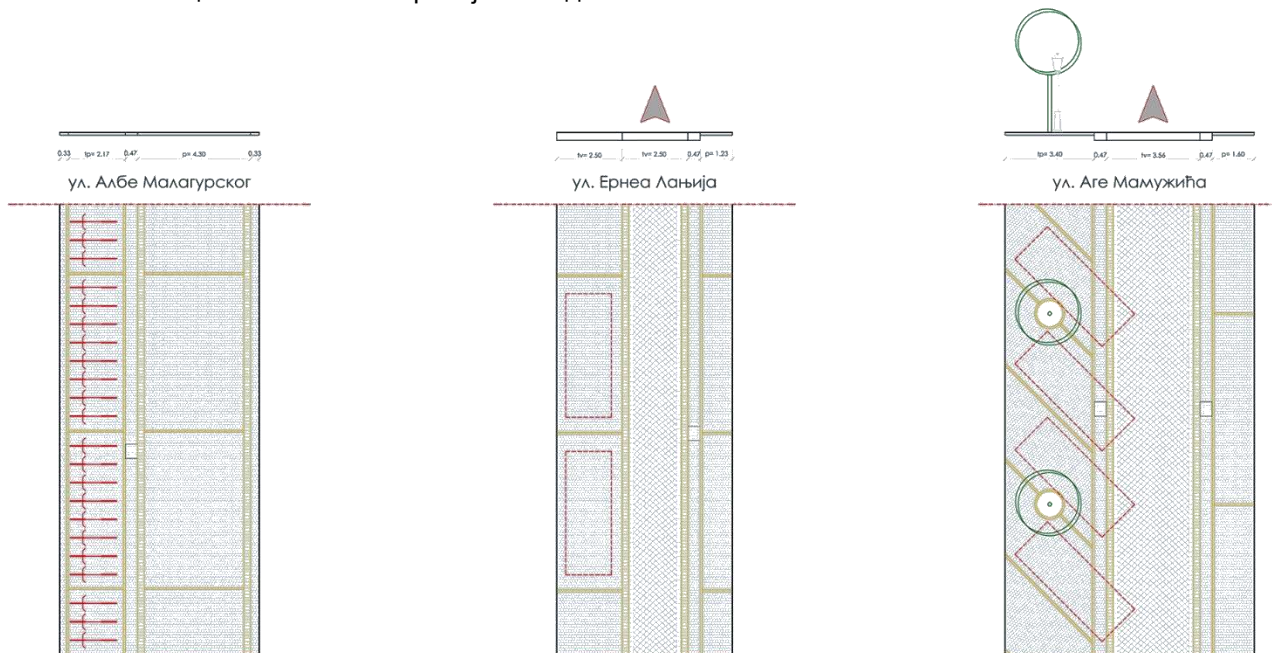
У складу са одговарајућим законским одредбама, пре било каквих решења и/или интервенција у оквиру заштићених целина, потребно је обратити се одговарајућој институцији ради добијања услова, односно мера техничке заштите под којима се реконструкција може извести. Пошто се све три улице налазе у заштићеном историјском језгру Суботице, које је проглашено за просторну културно-историјску целину од великог значаја, исте спадају под надлежност Међуопштинског завода за заштиту споменика културе Суботица. У склопу мера техничке заштите издвајају се два кључна фактора ограничења:

- изглед улица, њихове трасе и ширине не смеју да се мењају;
- постојећу материјализацију је потребно сачувати.

Уважавајући ове факторе ограничења, као и претходно дефинисане проблеме, утврђено је решење описано у наставку. С обзиром на непосредну близину самог центра града и пешачке зоне, те ограничења у виду немогућности проширења постојећих попречних профила који тренутно не задовољавају капацитете за индивидуалан саобраћај моторних возила, све три улице су планиране као приступне, и то по мери пешака и бициклиста (Слика 6).

Ово практично подразумева стварање пешачке зоне при чему се дозвољава саобраћај и паркирање моторних возила, али са специјалним дозволама и под посебним условима које диктира пешачки саобраћај у улицама Аге Мамужића и Ернеа Лањија, док ће улица Албе Малагурског бити намењена искључиво за пешачки и бициклички саобраћај. Наведене

дозволе ће се односити на станаре, као и власнике, односно кориснике пословних простора, возила набавке, полиције и хитне помоћи. Осталим учесницима индивидуалног саобраћаја без дозволе приступ ће бити забрањен. Тиме се решава проблем паркирања, гужви и закрчења улица.



Слика 6. Предлог реконструкције геометријских попречних профила (Рудић Вранић, 2016)

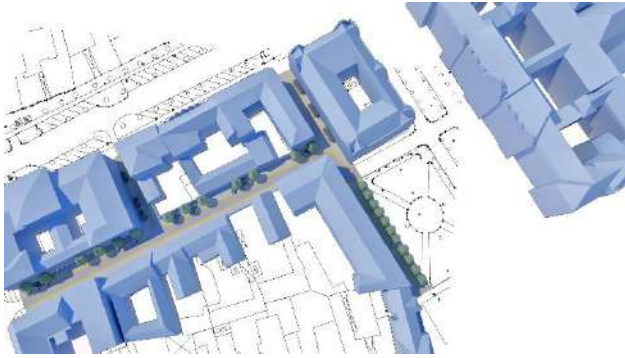


Слика 7. Предлог ситуационог решења (Рудић Вранић, 2016.)

Да би чак и оно мало индивидуалног саобраћаја, са дозволом, било подређено пешачком саобраћају неопходно је значајно ограничити брзину кретања моторних возила. Решење се налази у једном од услова које поставља Међуопштински завод за заштиту споменика културе, а то је да се мора очувати материјализација, тако да ће све три улице бити поплочане калдрмом и гранитном коцком, и то:

- коловозне траке поплочане калдрмом димензија 18 x 15 cm;
- пешачке и паркинг површине поплочане гранитном коцком димензија 10 x 10 cm.

Ново решење (Слике 7. и 8), које обухвата око 310 m трасе, изгледа као једна хомогена целина, како визуелно у материјализацији, тако и у погледу техничких решења. Попречни профили су генерално решени тако да нема денивелација, коловозне траке су од осталих површина одвојене сегментним каналом за одвођење површинских вода који су такође израђени од гранитних коцки димензија 10 x 10 cm. Визуелне поделе на пешачким и паркинг зонама су урађене жутим клинкер опекама, иначе карактеристичним и често коришћеним материјалом у ужем и ширем центру града Суботице.

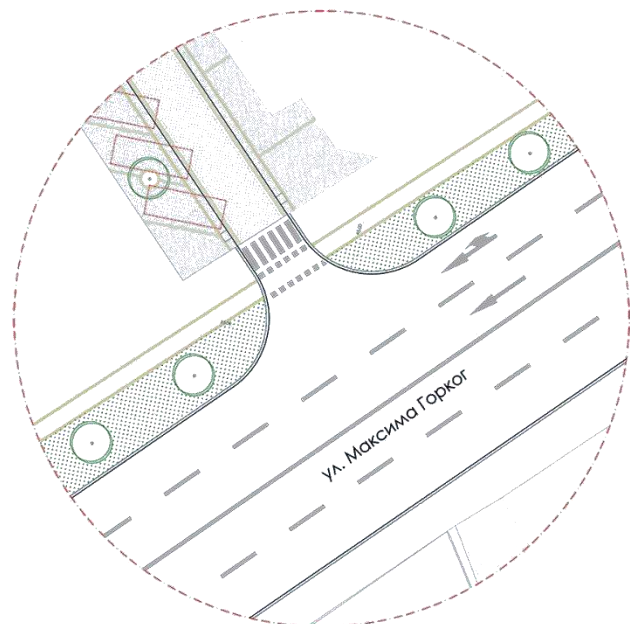
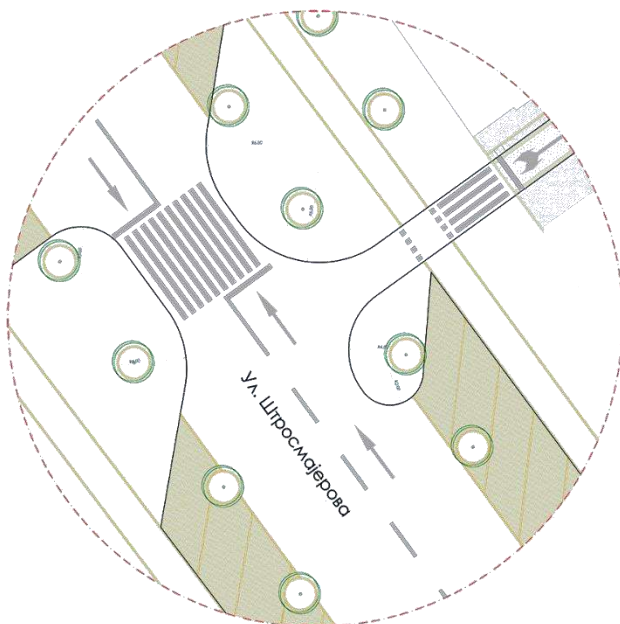


Слика 8. 3Д приказ предлога ситуационог решења (Рудић Вранић, 2016.)

Проблем неадекватног тока саобраћаја, односно проблем „слепог“ дела улице Аге Мамужића, решава се отварањем нове раскрснице на месту где се улица Аге Мамужића спаја са улицом Максима Горког - градском магистралом (Слика 9). На тај начин улица постаје једносмерна у правцу од улице Максима Горког ка паркинг простору испред Градске куће, а саобраћај на градској магистралу није угрожен јер су дозвољена само десна скретања. Улици Ернеа Лањија се мења правац тако да је сада једносмерна у супротном правцу, од Аге Мамужића ка Штросмајеровој улици (Слика 9).

РАСКРСНИЦА ЕРНЕА ЛАЊИЈА И ШТРОСМАЈЕРОВЕ УЛИЦЕ

РАСКРСНИЦА МАКСИМА ГОРКОГ И АГЕ МАМУЖИЋА



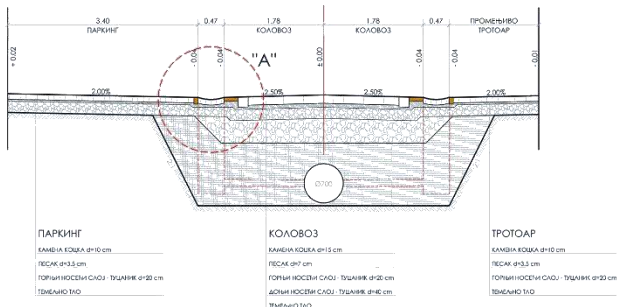
Слика 9. Предлог уређења контактних раскрсница (Рудић Вранић, 2016.)

Међутим реконструкција сваке улице од генералног решења одступа у неким специфичностима. У улици Аге Мамужића је предвиђена коловозна трака ширине 3,56 m, тротоар промењиве ширине са десне стране и паркирање са леве стране под углом од 45° са новим дрворедом (Слике 6, 10, 11. и 16). Постојећи дрворед са обе стране улице се уклања с обзиром да својим корењем угрожава статичку стабилност околних објеката и ломи и руши постојеће пешачке стазе, али се у истом фонду постављају нова стабла. Приликом реконструкције коловозне траке калдрма се делом рестаурира - чувају се и враћају све постојеће камене коцке које задовољавају потребне техничке карактеристике, а разлика ће се урадити од нових гранитних коцки истих димензија као оригиналне.

Ова реконструкција одступа од класичне конзервације и рестаурације јер положај трасе,

као и ширина оригиналне улице нису потпуно задржани већ је осовина незнатно померена, а коловозна трака сужена да би се добио профил који ће задовољити нове потребе. С друге стране задржавајући велику количину оригиналног материјала, постојеће калдрме, као и постојеће попречне нагибе може се рећи да је очувано културно добро, односно наслеђе. То је компромис који је у овом случају потребан да би се остварио спој друштвеног напретка и очувања културног наслеђа, спајање прошлости са будућношћу.

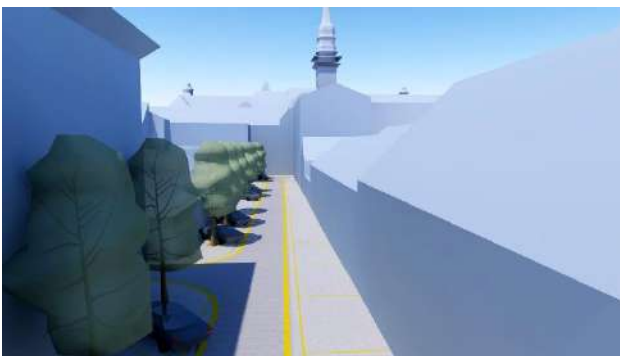
Улица Ернеа Лањија (Слике 6, 12. и 13) се у потпуности реконструише у стари изглед, и то са калдрмисаном коловозном траком ширине 2,50 m. Са десне стране улице је тротоар промењиве ширине, а са леве стране се формирају паркинг места димензија 2,50 x 6,00 m. Оба елемента су поплочана гранитном коцком димензија 10 x 10 cm.



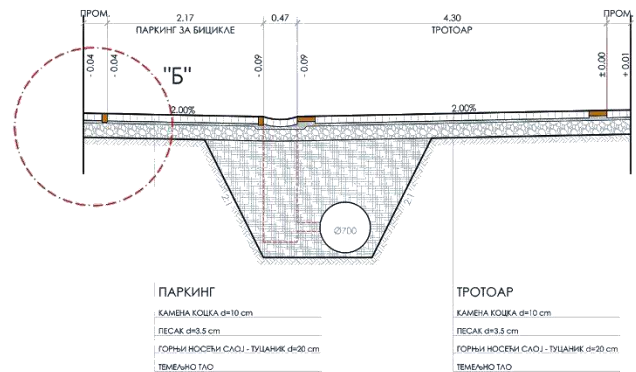
Слика 10. Предлог реконструкције попречног профила улице Аге Мамужића (Рудић Вранић, 2016.)



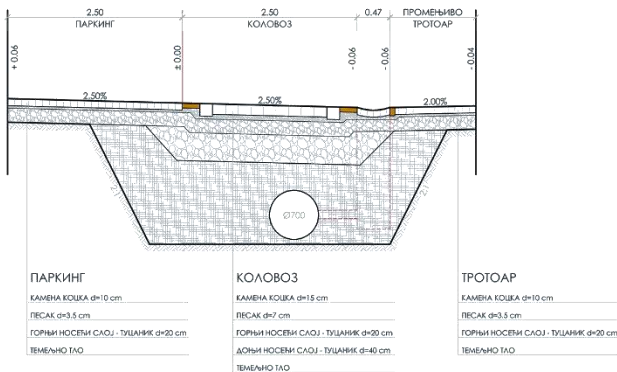
Слика 13. ЗД приказ предлога реконструкције попречног профила улице Ернеа Лањија (Рудић Вранић, 2016.)



Слика 11. ЗД приказ предлога реконструкције попречног профила улице Аге Мамужића (Рудић Вранић, 2016.)



Слика 14. Предлог реконструкције попречног профила улице Албе Малагурског (Рудић Вранић, 2016.)



Слика 12. Предлог реконструкције попречног профила улице Ернеа Лањија (Рудић Вранић, 2016.)

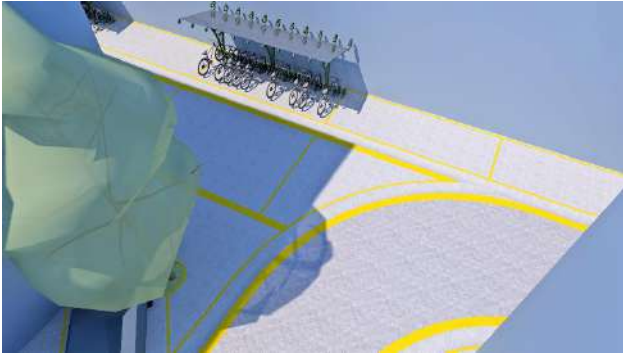


Слика 15. ЗД приказ предлога реконструкције попречног профила улице Албе Малагурског (Рудић Вранић, 2016.)

Улица Албе Малагурског (Слике 6. и 14-16) се такође реконструише уз остваривање пешачке стазе ширине 4,30 m и паркинга за бицикле ширине 2,17 m. Улица је у комплексу поплочана гранитним коцкама. Са обе стране улице се налазе ивичне траке промене ширине. Постојећи дрворед не угрожава околне објекте, ни високоградње ни нискоградње, тако да се у потпуности задржава.

Код све три улице се задржава постојећа инфраструктура испод коловоза, тако да је одвођење површинске воде предвиђено сегментним каналима, израђеним од гранитних коцки и канализационим шахтовима који би се прикључили на постојећу градску канализацију. Међутим, имајући у виду обим предвиђених радова, односно да је предвиђено да се у све три улице у потпуности руши постојећа коловозна конструкција и израђује нова, права је прилика да се предвиди и постави нова канализациона мрежа искључиво за прикупљање површинских вода и на тај начин одвоји од фекалне канализационе мреже.

Одвајање ове две мреже може имати вишеструке користи. Приликом обилнијих падавина у случају да дође до превазилажења капацитета канализације (што се у данашњим условима често дешава у Суботици) и њеног изливања на површину улице нема хигијенских проблема и штете по људско здравље.



Слика 16. ЗД приказ предлога контакта улица Аге Мамужића и Албе Малагурског (Рудић Вранић, 2016.)

Уколико се разматрају аспекти одрживог развоја, оваква реконструкција канализационе мреже би могла да омогући прикупљање и чување кишнице која би касније могла бити искоришћена за заливање градских зелених површина, прање улица и сл. тако смањујући употребу пијаће воде из градског водовода. На овај начин би се чувала пијаћа вода, ресурс који је све важнији како у нашим градовима, тако и у градовима широм света. Дуална канализациона мрежа је једно од унапређења инфраструктуре од којег би друштво имало користи и чиме би се допринело друштвеном напретку.

4. ЗАКЉУЧАК

Узимајући у обзир постојеће стање и факторе ограничења, усклађење и задовољавање интереса две различите струке (грађевина и заштита урбаног наслеђа) на једном заједничком задатку, и то на улицама које и нису превише старе, није нимало једноставан задатак. Центар града Суботице у данашњем облику који се штити као културно историјска целина датира са прекретнице XIX и XX века.

Међутим, право питање је како приступити оваквом проблему када се ради о некој улици са далеко дубљом и битнијом историјом, при чему се скоро обавезно осим различитих струка додатно уплићу и различити друштвени и политички интереси, као што то у реалном животу углавном и бива.

Да ли је тада, и на који начин, могућ компромис између напретка и прошлости или је неминовно да решење мора бити у корист једног, а на штету другог?

Мишљење аутора је да право решење може бити остварено кроз компромис у одговарајућем моменту. Културно наслеђе је веома битно за један град, државу или народ и треба га чувати што дуже. Међутим дође тренутак када историју треба прописно документовати, и на тај начин је сачувати од заборављања, и кренути напред, жртвовати наслеђе зарад напретка и развоја. Тај важан тренутак може само струка да одреди и због те важности је политику потребно држати на респектабилној удаљености уз минимално уплитање.

Литература

- [1] Милетин М., (2005) Планирање и пројектовање саобраћајница у градовима, Орион арт, Београд
- [2] -, (2009) Детаљне мере заштите за део просторне културно-историјске целине Суботице обухваћене планом детаљне регулације-Зона I, Међуопштински завод за заштиту споменика културе СУБОТИЦА, Суботица
- [3] Малетин, М., Анђус, В., Катанић, Ј., (2010) Техничка упутства за пројектовање локалне градске путне мреже (ПГС-ЛМ/08), Грађевински центар, Београд
- [4] Рудић Вранић, Д., (2016) Идејно решење уређења саобраћајних површина приступних улица у заштићеном историјском језгру Суботице, Грађевински факултет Универзитета у Новом Саду, Суботица

ПРИМЕНА GIS-а И КЛАСТЕР АНАЛИЗЕ У ОЦЕНИ СТРАДАЊА ПЕШАКА У САОБРАЋАЈУ

др Александар Булајић,

Висока техничка школа струковних студија у Новом Саду,
bulajic@vtsns.edu.rs

Проф. др Драган Јовановић,

Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука у Новом
Саду, draganj@uns.ac.rs

MSc Бошко Матовић,

Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука у Новом
Саду, boskom@uns.ac.rs

Доц. др Борис Антић,

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

Прегледни рад

Резиме: Пешаци су најрањивији учесници у саобраћају, а вероватноћа повређивања је нарочито изражена у урбаном подручју. Овај рад се бави анализом саобраћајних незгода са пешацима на урбаном подручју града Новог Сада. У периоду од четири године, 2008-2011. 798 пешака је страдало. Циљ овога рада је да се истражи међузависност између појединих фактора који се односе на карактеристике лица, околине и времена, како би се откриле латентне везе које постоје између њих и идентификовале хомогене групе унутар хетерогених скупова и идентификују локације са највећом густином саобраћајних незгода са пешацима на простору истраживања за сваки од добијених кластера. Применом двостепене кластер анализе издвојило се пет специфичних кластера који карактеришу свако од ових група.

Кључне речи: безбедност саобраћаја, саобраћајне незгоде, пешаци, двостепена кластер анализа, GIS

IMPLEMENTATION OF THE GIS AND CLUSTER ANALYSIS IN EVALUATION OF THE PEDESTRIANS' ENDANGERMENT IN TRAFFIC

Aleksandar Bulajic, Ph.D. TE

Higher Technical School of Professional Studies, bulajic@vtsns.edu.rs

Dragan Jovanovic, Ph.D. TE

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

Boško Matović, MSc. TE

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

Boris Antić, Ph.D. TE

University of Belgrade, FTTE Belgrade, b.antic@sf.bg.ac.rs

Review paper

Abstract: Pedestrians are the most vulnerable road users in the traffic, and they are particularly more likely to become casualties in an urban area. This study analysed traffic accidents involving pedestrians in the urban area of Novi Sad. In the four year period from 2008 to 2011, 798 pedestrian casualties were recorded. The objective of this study is exploring interdependencies between the individual factors related to characteristics of the persons, the environment, and the time, in order to unveil latent relations which exist between them, and to identify homogenous groups within the heterogeneous sets and identification high-density locations with pedestrians. Having applied the two-step cluster analysis, five specific clusters have been obtained, characterized by the defined attributes.

Key words: traffic safety, traffic accidents, pedestrians, two-step cluster analysis, GIS,

1. УВОД

Људи готово свих узраста, оба пола у свим сферама живота, пешачењем долазе у конфликт са возилима чији се број повећава. Неки људи пешачење користе као основни начин кретања и према томе пешаци представљају најзаступљенију категорију учесника у саобраћају. У Кини чак 40% свих путовања чини пешачење (Yang et al., 2006), што их као кориснике пута излаже великој опасности. Ризик од повреде приликом ходања је око четири пута већи него када се управља моторним возилом (Elvik, 2009). Због начина учешћа у саобраћају, пешаци су најрањивији корисници пута и захтевају посебна разматрања фактора који доприносе настанку саобраћајних незгода у које су укључени, као и тежине њихових последица, што је сложен поступак с обзиром на хетерогеност података. Први корак у процесу решавања проблема, унапређења безбедности пешака и њихове мобилности је идентификација локација или места где се незгоде догађају и где ће техничке мере, образовање и мере принуде бити најкориснији. Препознавање и рангирање локација са великим бројем незгода са пешацима, као и утврђивање специфичности обележја настанка незгода и фактора страдања пешака, игра кључну улогу у развоју ефикасне стратегије за побољшање безбедности пешака. Методолошки поступак анализе фактора страдања пешака у саобраћају и њихових обележја има за циљ унапређење постојећег приступа у анализи страдања пешака у саобраћају (Bulajic et al., 2016). Основни циљ овог рада је да се изврши анализа фактора страдања пешака у саобраћајним незгодама са пешацима.

Другим речим циљеви су: (1) истражити међузависност између појединих фактора који се односе на карактеристике лица, околине и времена, како би се откриле латентне везе које постоје између њих и идентификовале хомогене групе унутар хетерогених скупова, (2) идентификовати локације са највећом густином саобраћајних незгода са пешацима на простору истраживања за сваки од добијених кластера, кроз анализу просторне дистрибуције.

2. МЕТОДОЛОШКИ ОКВИР

2.1. Простор и време истраживања

Просторни оквир који је обухваћен анализом, обухвата урбану средину града Новог Сада. Време истраживања, односи се на четворогодишњи период од 2008-2011. године (Bulajić, 2016).

2.2. База података

Основу за анализу саобраћајних незгода чини база података Јединственог информационог система (ЈИС) МУП-а Републике Србије. База података се састоји од података о саобраћајним незгодама, лицима и возилима. Поред ове базе података коришћена је и база података дневних полицијских извештаја на територији града Новог Сада за период који обухвата истраживање и она садржи дескриптивни опис сваког догађаја. База података дневних полицијских извештаја коришћена је у анализи како би се допунила база података о саобраћајним незгодама. Поред наведених, коришћена је и база података географског информационог система, са дефинисаним мапама и просторним обрасцима.

2.3. Алати

Подаци су смештени у оквиру релационе базе података о саобраћајним незгодама, лицима и возилима, при чему је коришћен софтверски пакет Microsoft Office Access 2007. Затим су ови подаци експортирани у софтверски пакет SPSS (верзија 22.0) у оквиру кога су издвојени настрадали пешаци, као и комплетна анализа података. За мапирање и анализу густине саобраћајних незгода у којима су страдали пешаци коришћен је компјутерски софтвер ArcGIS 10.1. Коришћење компјутерског софтвера GIS представља један од најпопуларнијих метода просторне анализе. GIS је погодан за визуелизацију и анализу података представљених у виду тачака и то омогућава лако обједињавање различитих просторних јединица и њихово испитивање у различитим резолуцијама (Heather et al., 2010).

2.4. Методологија

Подаци о саобраћајним незгодама су погодни за феноменолошку анализу која подразумева идентификацију учесталости појединих појавних облика који су у вези са саобраћајним незгодама. Дескриптивна статистика је погодна за анализу података из популације. На основу табела, дијаграма и појединих статистичко аналитичких показатеља могуће је извршити квалитетно сумирање и визуелизацију података. Овај приступ је примењен у циљу идентификације спољних појавних облика саобраћајних незгода са настрадалим пешацима. Поред дескриптивне статистичке анализе саобраћајних незгода, у циљу идентификације хомогених група настрадалих пешака у саобраћајним незгодама, примењена је кластер анализа. Кластер анализа је назив за групу мултиваријационих техника чија је примарна сврха груписање објеката, базирана на карактеристикама које поседују и са њом се покушава учинити продор у комплетну унутрашњу структуру података, чиме се врши поједностављење и редукција података. Термин кластер долази од енглеске речи *cluster* што значи скуп "истоврсних ствари", грозд, скупити у хрпу. Ова анализа подразумева груписање објеката (варијабли) на основу њихових заједничких карактеристика. Кластер анализа која класификује различите објекте, тако да је сваки објекат веома сличан другима у кластеру уз поштовање неког унапред одређеног критеријума селекције, погодна је за анализу обележја саобраћајних незгода и њихових последица.

Настали скупови објеката би требало да покажу високи интерни хомогенитет (сличност) унутар кластера и високу екстерну различитост (између кластера). У кластер анализи групна припадност објеката није позната, као ни коначан број група. Циљ кластер анализе јесте утврђивање хомогених група или кластера. Кластер решење у потпуности зависи од варијабли које су коришћене као основа за меру сличности. Додавања или брисања релевантних варијабли могу имати значајан утицај на резултујуће решење. Дакле, истраживач мора водити рачуна у процени утицаја сваке одлуке укључене у извођење кластер анализе. Кластер анализа је предиктивног карактера и има за циљ истраживање података и генерисање хипотеза. Последњих година уочава се значајна примена кластер анализе у различитим аспектима анализе саобраћајних незгода (Mabunda et al., 2008; Prato et al., 2012).

У истраживању у овом раду биће примењен и просторни епидемиолошки приступ како би се проучили релативни фактори ризика незгода са пешацима.

Успешна примена одређених мера за смањење броја саобраћајних незгода и тежине њихових последица зависи од квалитета анализе саобраћајних незгода. Овакав методолошки приступ омогућава да се кроз кластер анализу идентификују настрадали пешаци који имају слична обележја и на тај начин групишу из нехомогеног основног скупа у хомогене подскупе. За сваки од ових хомогених подскупова неопходно је у простору лоцирати саобраћајне незгоде у којима су учествовали како би се идентификовала опасна места појединачно за сваки кластер. Анализа подразумева сврставање објеката у групе на основу кључних варијабли везаних за настрадале пешаке (пол, присуство алкохола у крви, старост и грешке), околину (незгода се догодила на раскрсници или не, у насељу или ван насеља) и време (доба дана, радни дан или викенд, годишње доба). За меру блискости између објеката коришћено је Еуклидско растојање, док је за мерење сличности и разлике између група примењена метода просечног повезивања. На бази мера блискости примењен је хијерархијски метод сврставања објеката у групе. У већини случајева, саобраћајне незгоде формирају кластере (познато као "црне тачке") у простору (Хје and Јан, 2008). Анализа "црних тачака" се сматра кључном у стратегијама безбедности саобраћаја, са своје четири фазе: идентификација, рангирање, профилисање и деловање (Моонс et al., 2009). Идентификација црних тачака саобраћајних незгода је први основни корак за одговарајућу расподелу средстава за унапређење безбедности саобраћаја (Anderson, 2009). Постоје многе релевантне студије у литератури о анализи "црних тачака" и откривању (Black and Thomas, 1998; Li et al., 2007). GIS методе омогућавају идентификацију опасних зона/места кроз анализу просторних обележја саобраћајних незгода (Erdogan et al., 2008) као и њихово рангирање (Pulugurtha et al., 2007), што омогућава ефикасну примену превентивних мера. Овакав методолошки приступ омогућава редуковање субјективности у идентификовању опасних места што олакшава поступак доношења важних стратешких одлука и ефикаснију расподелу средстава. У неким радовима анализа примена GIS-а подразумевала је испитивање просторних обележја у комбинацији са једним или два параметра (Erdogan et al., 2008; Plug et al., 2011; Blazquez et al., 2012). Тип карте која се добије након уношења тачних координата незгоде, може помоћи саобраћајним инжењерима и планерима да се фокусирају на одређену раскрсницу, прелаз или деоницу пута и на тим местима делују превентивно применом одговарајућих саобраћајно-техничких мера у циљу повећања безбедности саобраћаја на датој локацији.

Потенцијал примене GIS-а у распону је од једноставних приказивања незгода у виду плотова или геокодираних локација незгоде (Levine et al., 1995; Kim et al., 1995; Miller, 2000), до просторних захтева који идентификују врсту саобраћајне незгоде (Hank Mohle and Associates, 1996) или да приказују геокодирану базу података о незгодама која може генерисати одвојено саобраћајне незгоде, до идентификације просторних кластера незгода кроз кернелову процену густине (енгл. *Kernel density estimation* – KDE) (Levine et al., 1995; Kim et al., 1995; Schneider et al., 2001). Пошто су саобраћајне незгоде догађаји који се могу представити у времену и простору у виду тачака, уочен је проблем преклапања података на мапама (више тачака – незгода на истој – једној локацији) што може да доведе до погрешних закључака код визуелне процене. Како би се отклонио овај недостатак, значајну примену је нашла Кернелова анализа која рачуна густину саобраћајне незгоде за одређено подручје (Anderson, 2009; Bil et al., 2013). Излазни резултат анализе су растерске мапе на којима се уочавају површине у разним бојама које представљају одређени интервал саобраћајних незгода. Процена густине је процедура утврђивања функције густине од посматраних података (Silverman, 1986). Кернелова процена густине је један од популарнијих метода за анализу првог реда својства дистрибуције тачака догађаја (Silverman, 1986; Bailey and Gatrell, 1995) и у широкој је употреби за анализе незгода густине саобраћајних незгода. На пример, планарни KDE коришћен је у студијама за откривање зона незгода са пешацима у раду Pulugurtha et al., (2007). У овом истраживању применом кластер анализе узима се у обзир више параметара чија међузависност се испитује у простору.

2.5. Приступ

Корак 1: Геокодирани података о саобраћајним незгодама са пешацима и допуњавање постојеће полицијске базе података о саобраћајним незгодама

Опис локација саобраћајних незгода које су се догодиле у урбаном подручју у бази података МУП-а је заснован на два референтна система: кућна адреса за деоницу пута и имена улица које се укрштају или спајају за саобраћајне незгоде на раскрсницама.

Овакав опис незгоде је релативно ограничен и непрецизан за поступак геокодиранија. Због тога је извршена њена допуна на основу дневних полицијских извештаја у којима је дат детаљан опис догађаја.

Геокодирање локација у склопу дигиталних мапа је извршено тако што је сваки догађај (саобраћајна незгода) представљен тачком на мапи, а положај дефинисан на основу описа у дневном полицијском извештају. На тај начин је значајно повећана прецизност података и елиминисан недостатак постојеће полицијске базе података о саобраћајним незгодама. Свака незгода је појединачно анализирана и њој су придружене координате и примарни кључ (ID) који представља везу са допуњеном полицијском базом података о саобраћајним незгодама.

Корак 2: Двостепена кластер анализа

Први део анализе података подразумева примену кластер анализе, тј. сврставања сличних елемената у групе које карактерише њихова максимална хомогеност унутар кластера и максимална хетерогеност између формираних кластера. Двостепена кластер анализа је примењена за груписање настрадалих пешака у групе на основу кључних варијабли које се односе на лица (пол и старост, прелажење коловоза у односу на правац кретања возила), околину (незгода се догодила на раскрсници или не, да ли се догодила на пешачком прелазу или ван, светлосне прилике) и време (доба дана, радни дани/викенд). Двостепена кластер анализа омогућава истовремену употребу квалитативних и квантитативних података. Као метода мерења растојања примењена је Log-Likelihood, а Schwarz's Bayesian Criterion (BIC) као критеријум кластеровања. Типолошка двостепена кластер анализа је изведена применом софтверског пакета SPSS (верзија 22.0). Подаци о саобраћајним незгодама и њиховим последицама су хетерогени, што доводи до тога да применом класичне дескриптивне статистике везе између кључних варијабли остају скривене. Кластер анализа, као метода међузависности у склопу мултиваријантне статистичке анализе, погодна је за груписање објеката у хомогене групе на основу појединих варијабли. На тај начин, се покушава учинити продор у унутрашњу структуру података чиме се врши редукција података и приказивање латентних веза које постоје између фактора, као и постављање хипотеза. Пошто је свакој незгоди додељен геопросторни ID, на тај начин је могуће идентификовати локацију страдања сваког пешака по кластерима, тј. могуће је креирати мапу концентрације саобраћајних незгода за сваки кластер.

Корак 3: Креирање мапа густине саобраћајних незгода

Представљање саобраћајних незгода тачкама у простору је ограничено.

Тачком као геометријским обликом тешко је описати одређена обележја, а као највећи проблем јавља се преклапање тачака за саобраћајне незгоде које се догађају на истој локацији. Први проблем је решен применом кластер анализе, где су обележја дефинисана припадношћу одређеној групи, а други је решен приказивањем густине саобраћајних незгода. Најчешће функција густине дефинише број случајева по јединичној величини на свакој локацији широм подручја посматрања (Carlos et al., 2010). Густина саобраћајних незгода може бити израчуната применом GIS софтверских програма коришћењем две методе: једноставне методе и Кернелове методе. Кернел метода је математички софистициранија процедура за одређивање густине саобраћајних незгода у односу на једноставну методу и омогућава лакшу идентификацију опасних места (Pulugurtha et al., 2007) и због тога је примењена у овом истраживању.

У математичком смислу кернелова густина је представљена следећим изразом (Shi, 2010, прилагођено према Silverman, 1986):

$$\hat{f}_{(x,y)} = \frac{1}{nh^2} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{d_{i,(x,y)}}{h}\right) \quad (1)$$

где је $\hat{f}_{(x,y)}$ густина саобраћајних незгода на одређеној локацији (x, y), n је укупан број тачкастих догађаја који се разматра (укупан број саобраћајних незгода), h

је ширина обухваћеног простора, $d_{i,(x,y)}$ је растојање између тачкастог догађаја i и локације (x,y) и K је функција густине (најчешће K је симетрична функција густине вероватноће). Резултат Кернел анализе представља растерска мапа на којој је интензитет саобраћајних незгода представљен континуалним површинама. Ове површине чине вредности густине додељене локацијама и које су представљене бојама од светлијих ка тамнијим, при чему оне најтамније представљају локације са највећом густином саобраћајних незгода.

Два најзначајнија параметра која утичу на резултате Кернелове анализе су појасна ширина и величина ћелије. Најзначајнији критеријум за избор одговарајуће површине густине је појасна ширина (Silverman, 1986). Ако појасна ширина обухвата шире подручје разматрања око сваке незгоде, то значи да ће бити већа ширина опасног места, односно зоне. Адекватан избор појасне ширине може да представља проблем и он се у пракси смањује давањем смисленог значења овом параметру у зависности од циља истраживања (O'Sullivan and Unwin, 2002).

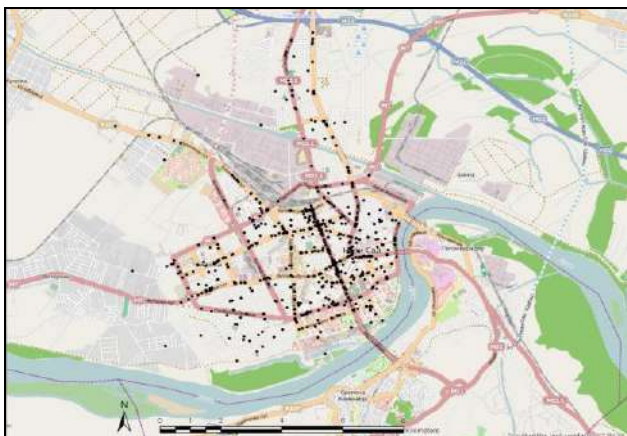
Када је у питању оптимална величина параметара Anderson (2009) предлаже појасну

ширину 200 m и величину ћелије 100 m, док Erdogan et al., (2008) у свом раду примењују појасну ширину од 500 m. У зависности од карактеристика посматраног подручја као и обележја саобраћајних незгода у овом истраживању као оптимално, изабрана је појасна ширина од 250m, а величина ћелије 25m. Ови параметри су једнаки за сваки кластер.

3. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

У анализираном периоду на посматраном подручју догодиле су се 764 саобраћајне незгоде са пешацима. У овим незгодама 798 пешака је настрадало, од чега 13 пешака је погинуло, а 188 пешака теже и 597 лакше повређено.

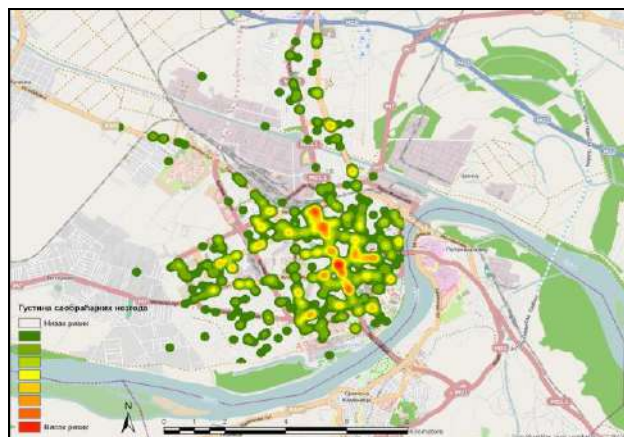
Код просторне анализе и приказа локација страдања путем мапа важно је нагласити да свака тачка на мапи одговара једној саобраћајној незгоди у којој су настрадали пешаци. (Слика 1).



Слика 1. Просторна дистрибуција саобраћајних незгода са настрадалим пешацима, Нови Сад, 2008-2011.

Просторна дистрибуција укупног броја саобраћајних незгода у којима су настрадали пешаци на подручју Новог Сада идентификује четири локације са највећом густином незгода које су распоређене дуж Булевару Ослобођења (Слика 2) (Вулајић, 2016). Ове локације се налазе на раскрсницама које карактерише највећи интензитет саобраћаја возила и пешака. Незгоде са пешацима, илуструју јасну шему са највећом концентрацијом незгода са пешацима лоцираних у централном делу града које се шире читавом дужином Булевару Ослобођења. Такође, велики број незгода приметан је на свим главним улицама у централном делу града. На слици 2. приказани су резултати геокодирања за све незгоде са пешацима у оквиру уличне мреже Новог Сада. Са наведене слике можемо уочити да се највећи број незгода са пешацима догађа на Булевару Ослобођења, а микролокације на којима се незгоде догађају су раскрсница код Футошке пијаче, где се укршта Булевар Ослобођења са Јеврејском улицом и Футошким

путем. То је најоптерећенија раскрсница у граду, затим раскрсница са којом се булевар укршта са улицама Максима Горког и Браће Рибникар. У близини се налазе угоститељски објекти разних врста и такође, ту постоји велики проток пешака што повећава ризик и доводи до незгода у саобраћају. Следећа микролокација на којој се догађа велики број незгода је раскрсница на Булевару Ослобођења и Булевару Краља Петра. Велика концентрација возила, оба булевара имају по две саобраћајне траке по смеру, у близини се налазе железничка и аутобуска станица, различите врсте објеката забавног програма па се јавља и велики проток пешака. Четврта по реду микролокација на којој се јавља велики број незгода са пешацима је раскрсница код железничке станице, где се такође укрштају два булевара. Велики број пешака и возила саобраћа на овој микролокацији.



Слика 2. Густина саобраћајних незгода са пешацима, Нови Сад, 2008-2011.

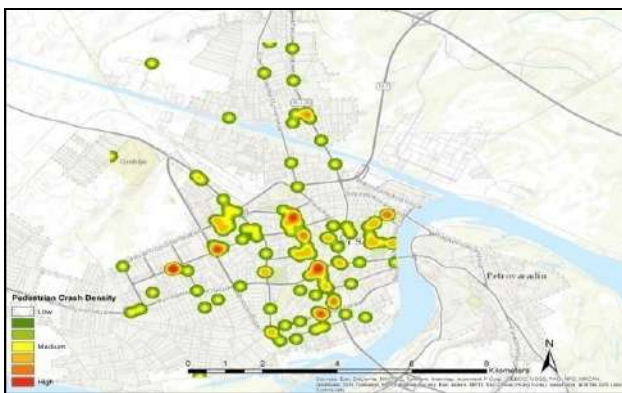
Резултати двостепене кластер анализе нам показују да је укупан број настрадалих пешака равномерно распоређен у пет специфичних кластера на основу варијабли које су укључене у анализу и карактеришу сваку од ових група. Кластери показују високи интерни хомогенитет унутар кластера и високу екстерну различитост. Класификација настрадалих пешака у хомогене групе према одређеним обележјима за град Нови Сад у периоду 2008-2011. године сврстана је у пет категорија по следећем:

Категорија 1: Стари пешаци, који су настрадали у незгодама ван раскрснице док су се кретали дуж коловоза, викендом у јутарњим часовима у условима добре дневне видљивости.

У односу на укупан број настрадалих пешака ова категорија обухвата 16,2% (n=129) настрадалих пешака.

Посматрајући старосну структуру у односу на друге кластере доминантна је старосна група преко 65 година са учешћем од 27,8% (n=42). У

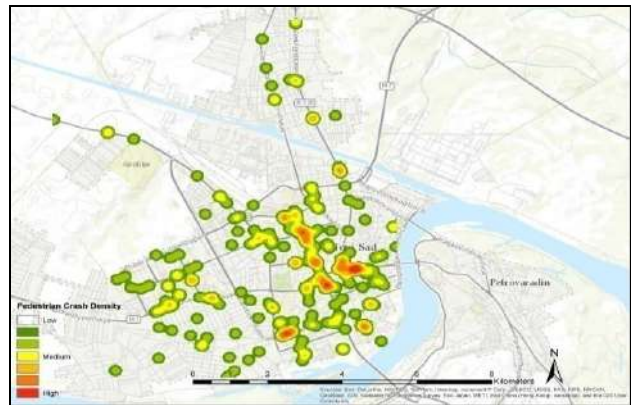
овом кластеру пешаци женског пола су више страдали 62% (n=80). Када се посматра раскрсница као место страдања пешака, трећина је страдала на раскрсницама које су регулисане светлосном сигнализацијом (8,5%, n=11), али ако се уђе у унутрашњу структуру овог кластера ван раскрсница се догађа 20,5% (n=97) саобраћајних незгода. У овом кластеру 53,2% (n=101) пешака је страдало крећући се дуж коловоза паралелно у односу на правац кретања возила. Од укупног броја саобраћајних незгода које су се догодиле данима викенда овим кластером је обухваћено 31,4% (n=43) незгода. Највише пешака 37,4% (n=83) је страдало у јутарњем периоду дана од 6 до 11 часова. Све саобраћајне незгоде (24,7%) у оквиру овог кластера су се догодиле у условима добре дневне видљивости (Слика 3).



Слика 3. Просторна дистрибуција саобраћајних незгода које припадају кластеру 1, 2008-2011.

Категорија 2: Деца пешаци мушког пола која су настрадала у незгодама ван раскрснице, ван пешачког прелаза док су прелазили коловоз са десне на леву страну у односу на правац кретања возила, радним данима у току дана у условима добре или слабе дневне видљивости.

Ова категорија обухвата највећи број настрадалих пешака (29,9%, n=239). У односу на друге кластере издвајају се пешаци старости између од 0 до 14 година (48,7%, n=58) мушког пола (31,9%). Већина пешака је страдала ван раскрснице (48,3%, n=229), при чему се 43,9% настрадалих пешака у овом кластеру (n=192) кретало ван пешачког прелаза. Када се посматра кретање пешака у односу на правац кретања возила у овој категорији је настрадало 34,2% (n=116) пешака који су се кретали са десне на леву страну. У оквиру овог кластера 34,9% (n=231) пешака је страдало радним данима, при чему је 53,2% (n=176) њих настрадало у периоду између 12 и 17 часова. Добри дневни услови видљивости карактеришу ову категорију (40,4%, n=211), међутим када се посматра учешће пешака у саобраћајним незгодама које су се догодиле у slabим дневним условима 53,6% (n=15) је обухваћено овим кластером (Слика 4).



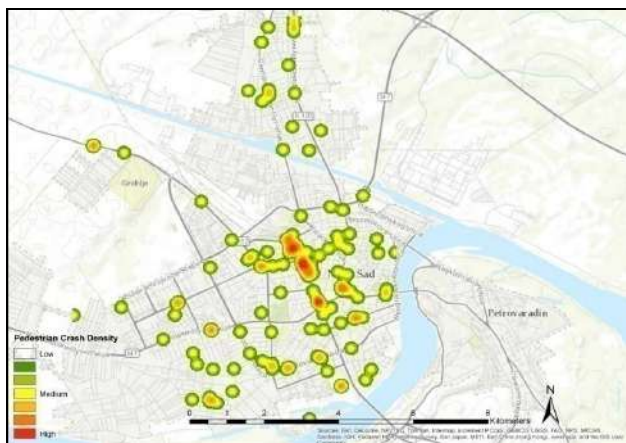
Слика 4. Просторна дистрибуција саобраћајних незгода које припадају кластеру 2, 2008-2011.

Категорија 3: Пешаци који су учествовали у незгодама ван раскрсница, ван пешачког прелаза док су се кретали дуж коловоза, радним данима у току ноћи на недовољно осветљеном или неосветљеном путу.

Овај кластер на основу одређених обележја илуструје 15,2% (n=121) настрадалих пешака. Полна структура овог кластера показује да је настрадало 52% (n=52) пешака мушког пола и 14,5% (n=69) женског пола. Најчешћа старосна група која је страдала били су млади од 15 до 29 година (16,3%, n=39). Ван раскрсница је настрадало 22,8% (n=108) пешака који су се кретали ван пешачког прелаза (27,5%, n=120) најчешће дуж коловоза паралелно са кретањем возила (28,9%, n=55). Радним данима је страдало 12,9% (n=85) пешака. Оно што је карактеристично за ову категорију је доба дана када су пешаци страдали. Они најчешће страдају увече од 18 часова (41,3%, n=92) или у току ноћи у периоду до 5 часова (68,2%, n=15) у смањеним условима видљивости, када је пут био недовољно осветљен (44,4%, n=106) или неосветљен (66,7%, n=6) (Слика 5).

Категорија 4: Млади пешаци који су учествовали у незгодама на раскрсницама на пешачком прелазу док су прелазили коловоз са леве на десну страну, радним данима у току ноћи на недовољно осветљеном путу.

Ова категорија обухвата 15,4% (n=123) настрадалих пешака. Полна структура у оквиру кластера показује да су особе женског пола (16%, n=76) страдале више него мушкарци (14,6%, n=47). Ако се посматра старосна структура кластера млади од 15 до 29 година чине доминантну групу (24,2%, n=58).

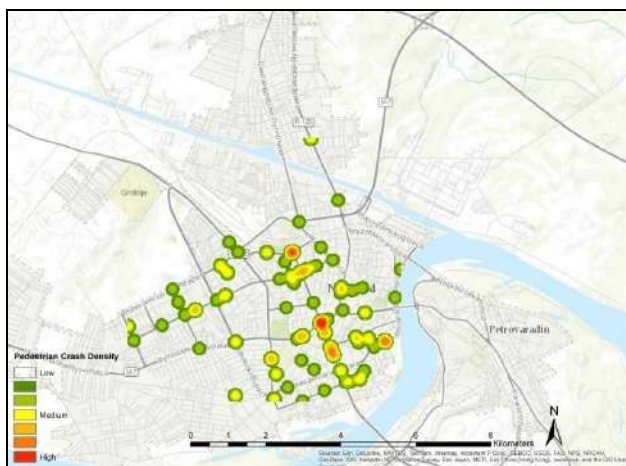


Слика 5. Просторна дистрибуција саобраћајних незгода које припадају кластеру 3, 2008-2011.

Сви настрадали пешаци у овој категорији су страдали приликом прелажења пешачког прелаза (34,1%, n=123), а за разлику од претходна три кластера у овом кластеру највећи број пешака страда на раскрсницама (33,3%, n=108) од чега 34,6% (n=47) на раскрсницама регулисаним светлосном сигнализацијом.

У оквиру овог кластера настрадало је 23,3% (n=186) пешака. У односу на укупан број страдалих пешака женског пола у овом кластеру је настрадало 24% жена. Када се посматра полна структура у оквиру овог кластера 24% (n=114) чине жене и 22,3% (n=72) мушкарци. У оквиру старосне структуре у овом кластеру најчесталија је старосна група између 15 и 29 година (31,2%). Ако се посматра укупан број пешака који су страдали на раскрсницама готово половина (49,7%, n=161) је обухваћена овим кластером. У оквиру кластера 38,2% (n=71) пешака је настрадало на раскрсницама регулисаним светлосном саобраћајном сигнализацијом.

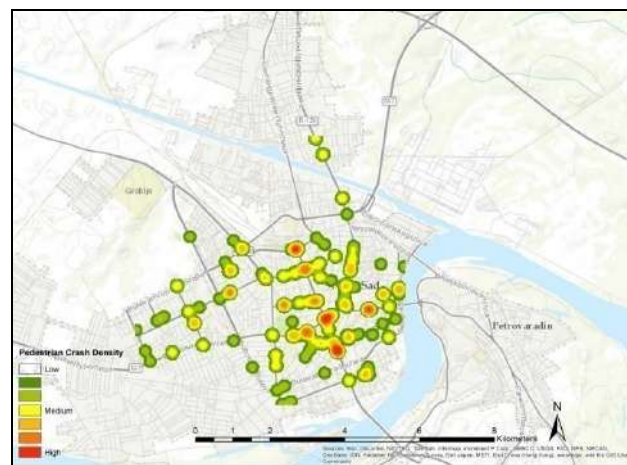
Готово сви пешаци (50,7%, n=183) су настрадали док су прелазили коловоз на пешачком прелазу, најчешће са десне на леву страну (35,4%, n=120). Радним данима је настрадало 24,7% пешака у јутарњем периоду дана од 6-11 часова (43,2%, n=96) или у току дана од 12-17 часова (24,8%, n=82). Услови видљивости су били добри дневни (33,7%, n=176) (Слика 7.).



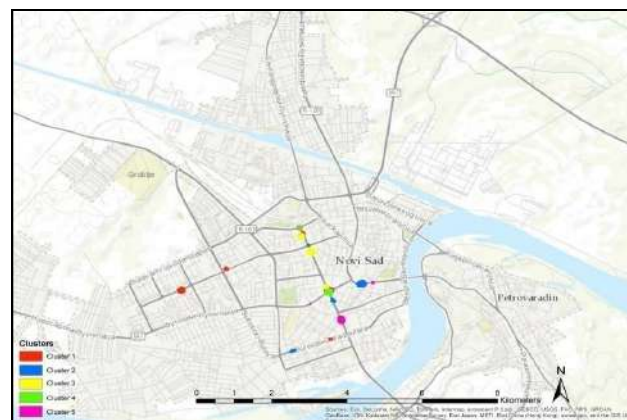
Слика 6. Просторна дистрибуција саобраћајних незгода које припадају кластеру 4, 2008-2011.

Ако се посматра правац кретања пешака у односу на правац кретања возила са леве на десну страну је прелазило 29% (n=78) пешака. Пешаци најчешће страдају радним данима (14,5%, n=96) увече од 18 часова (44,4%, n=99) или у току ноћи у периоду до 5 часова (31,8%, n=7), када је пут био недовољно осветљен (48,1%, n=115) (Слика 6).

Категорија 5: Жене пешаци које су настрадале у незгодама на раскрсницама на пешачком прелазу приликом прелажења коловоза са десне на леву страну, радним данима у јутарњем периоду или у току дана у условима добре дневне видљивости.



Слика 7. Просторна дистрибуција саобраћајних незгода које припадају кластеру 5, 2008-2011.



Слика 8. Локације са највећом густином незгода по кластерима, 2008-2011.

На основу спроведене кластер анализе идентификовано је 14 локација са највећом густином незгода на којима страдају пешаци према различитим кластерима (Слика 8.). На појединим локацијама (3, 4 и 7) се преклапају локације са највећом густином незгода за више кластера (Табела 1).

Када се анализира просторна дистрибуција саобраћајних незгода по кластерима (Слика 8) уочавају се локације са највећом густином незгода које су везане за обележја дата у наведеним кластерима, а која се нису могла уочити у укупној структури незгода (Табела 1).

Табела 1. Локације са највећом густином незгода по кластерима, 2008-2011.

		КЛАСТЕРИ				
		1	2	3	4	5
ЛОКАЦИЈЕ	1	×				
	2	×				
	3				×	×
	4	×		×		
	5		×			
	6			×		
	7	×		×	×	×
	8		×			
	9					×
	10	×				
	11		×			
	12					×
	13		×			
	14					×

3. ЗАКЉУЧАК

У оквиру истраживања у циљу дефинисања обележја страдања пешака на територији града Новог Сада спроведена је свеобухватна анализа релевантних података (Булајић, 2016). На првом месту извршена је дескриптивна анализа страдања пешака приликом које су издвојена обележја страдања и специфичности.

Резултати анализе структуре настрадалих пешака по старосним групама указују да је највећи број погинулих заступљен у старосним групама између 45 и 64 године (6 погинулих) и у групи 65 и више (5 погинулих), тј., 85 % свих погинулих пешака је старије од 45 година. Анализа страдања по полу указује на повећано страдање пешака женског пола (59,5 %). Већи број пешака страдао је приликом преласка са десне на леву страну гледано из правца кретања возача (42,5 %). Гледајући број настрадалих по годинама, узимајући у обзир све врсте последица, не може се уочити значајна варијабилност.

Анализа укупног броја настрадалих пешака по месецима у току године указује да се као доминантни месеци истичу октобар, новембар и децембар, док је август месец са најмање заступљеним бројем настрадалих пешака. Када се говори о настрадалим пешацима по данима у седмици, онда се може уочити да су најистакнутији дани среда, четвртак и петак, док је уторак забележен као дан са највећим бројем погинулих. Такође, оно што је занимљиво јесте податак да понедељком и петком није било погинулих пешака у посматраном периоду.

Резултати анализе настрадалих пешака по часовима у току дана указују да највише пешака страда у дневним периодима између 12-13 часова (n=67) и 13-14 часова (n=72). Просторна анализа страдања пешака за посматрани период приказује да су, пешаци страдали више ван раскрсница 59,6 % у односу на раскрснице 40,4 %. Највише пешака страдало је на пешачком прелазу (45,2 %). Након дескриптивне анализе, спроведена је кластер анализа за све страдале пешаке у циљу откривања латентних, скривених веза између одређених обележја. Сви настрадали пешаци су равномерно распоређени у пет специфичних кластера, на основу варијабли које су укључене у анализу и карактеришу сваку од ових група. Применом GIS анализе идентификовано је 14 локација са највећом густином страдања пешака по кластерима.

На три локације изражено је страдање више кластера, док се на преосталих 11 локација издвајају поједини кластери. Методолошки приступ истраживања нам је омогућио да прво идентификујемо заједничке карактеристике група пешака као учесника у саобраћајним незгодама. Ово је битно због чињенице, да би сазнања о ставовима пешака, схватањима и понашању значајно унапредила ефикасност процеса доношења одлука о избору мера безбедности саобраћаја (Yannis et al., 2007). У следећој фази идентификоване су локације са највећом густином саобраћајних незгода са пешацима за сваки од кластера. На овај начин, доносиоци одлука једноставније могу да идентификују високо ризичне локације за специфичне групе пешака, чиме се унапређује ефикасност одлучивања при избору мера превенције незгода. Досадашња истраживања су показала да старост и пол пешака имају статистичку значајну везу са ризиком страдања (Gorrie et al., 2008; Elliott et al., 2009).

На подручју Новог Сада изражено је страдање млађих особа (15-29 година), што је у сагласности са најновијим резултатима појединих истраживања (Kong and Yang, 2010; Dai, 2012) као и старијих особа.

За разлику од појединих истраживања (Kim et al., 2008; Mabunda et al., 2008) резултати овог истраживања указују на значајније страдање особа женског пола поготово на раскрсницама регулисаним светлосном сигнализацијом (сви погинули пешаци били су женског пола). За детаљније тумачење ових резултата потребно је извршити додатна истраживања. Страдање пешака је израженије ван раскрсница што је конзистентно са ранијим истраживањима, нпр., Zegger et al., (2002) где је наведено да се 65% од укупног броја саобраћајних незгода са пешацима десило ван раскрсница. Остали анализирани фактори, такође показују мању-већу конзистентност са претходним истраживањима: часови током дана (Dai, 2012), прелазак преко пешачког прелаза (Gorrie et al., 2008; Clifton et al., 2009; Dai, 2012), доба дана и светлосне прилике (Clifton et al., 2009; Dai, 2012). Стари пешаци имају различиту временску дистрибуцију страдања у односу на осталу популацију (Zegger et al., 2002). Можемо уочити да кластер 1 претежно чине старе особе које су страдале у незгодама које су се догодиле данима викенда у јутарњем периоду. Уколико се ово доведе у везу са просторном дистрибуцијом, уочава се да су локације са највећом густином незгода 1, 7 и 10 унутар зона пијаца на које старе особе масовно иду у јутарњем периоду у дане викенда. Овим су потврђена и нека друга истраживања у којима је приказано да постоји веза између индивидуалних и карактеристика окружења са ризиком од настанка повреда (Sze and Wong, 2007; Miranda-Moreno et al., 2011). Многи пешаци, а посебно деца (припадници кластера 2), страдају ван раскрсница и пешачких прелаза. Деца често прелазе коловоз између паркираних возила, без надзора родитеља, задржавају се и играју на коловозу, не обраћају пажњу на возила у саобраћају што утиче на њихово страдање у саобраћају (Ha and Thill, 2011). Многи пешаци сматрају да их возачи могу лако уочити и избећи у саобраћају. Међутим, у условима смањене видљивости, ван раскрсница, ван пешачких прелаза возачи не очекују пешака на коловозу што смањује могућност избегавања незгоде. Евидентно је да и на подручју града Новог Сада значајан број пешака страда у наведеним условима (представници кластера 4) што је сагласно са претходним истраживањима (Clifton et al., 2009; Dai, 2012). Просторна дистрибуција саобраћајних незгода припадника кластера 4 (претежно младе особе) је најужа и везана је за уже урбано подручје Новог Сада.

Ово се може протумачити чињеницом да је Нови Сад универзитетски град у којем студира око 15.000 студената (око 5% укупне популације Новог Сада, а заједно са младом популацијом

Новог Сада чине око 25% становништва). Њихове активности у вечерњим часовима (изласци у позориште, биоскоп, шетњу, дискотеке и др.) утичу на већу изложеност и страдање као пешака у саобраћају.

Ово истраживање има и одређена ограничења. (Bulajić, 2016). Пре свега, мала је вероватноћа да су све саобраћајне незгоде пријављене и евидентирани од стране полиције што може утицати на резултате истраживања. Затим, структура евидентираних података је врло ограничена. Постоје празнине у подацима о учесницима у незгоди, возилима, путу и окружењу што смањује садржај информација неопходних за квалитетнију анализу саобраћајних незгода. Даље, због ограничења података о концентрацији алкохола у крви и о брзини возила у моменту незгоде, није било могуће испитати утицај ових фактора на тежину последица саобраћајних незгода са пешацима.

Анализа података показује да саобраћајне незгоде са пешацима као рањивим корисницима пута и њихове последице захтевају приступ који ће узети у обзир све специфичности као што су пол, старост, просторне и временске карактеристике, присуство алкохола, брзину итд. (Bulajić et al., 2014). На тај начин ће се омогућити другачији приступ који ће обухватити све димензије повезане са сваком од категорија пешака које су идентификоване у овом истраживању и на тај начин развити одређене интервенције у циљу превенције саобраћајних незгода са пешацима.

Литература

- [1] Anderson, T. K. (2009). Kernel density estimation and K-means clustering to profile road accident hotspots. *Accident Analysis & Prevention*, 41(3), 359-364.
- [2] Bailey, T.C., Gatrell, A.C., 1995. *Interactive Spatial Data Analysis*. John Wiley and Sons, New York, NY.
- [3] Bil, M., Andrášik, R., & Janoška, Z. (2013). Identification of Hazardous Road Locations of Traffic Accidents by means of Kernel Density Estimation and Cluster Significance Evaluation. *Accident Analysis & Prevention*.
- [4] Black, W.R., Thomas, I., 1998. Accidents on Belgium's motorways: a network autocorrelation analysis. *J. Transp. Geogr.* 6 (1), 23-31.
- [5] Blazquez, C. A., & Celis, M. S. (2012). A spatial and temporal analysis of child pedestrian crashes in Santiago, Chile. *Accident Analysis & Prevention*.
- [6] Bulajic, A. Jovanovic, D. Matovic, B. Backalic, S. (2014). Identification of high - density locations with homogeneous attributes of pedestrian accident in the urban area of Novi Sad, XII International Symposium "Road accidents prevention 2014" Hotel Jezero, Borsko jezero, 9th and 10th October

- [7] Bulajic A., Nestic M., Stanojevic P. (2016). Pedestrian safety at signalized crosswalk, XIII International Symposium "Road accidents prevention 2016", Novi Sad, 13th and 14th October
- [8] Bulajić, A. (2016). Obeležja stradanja pešaka na pešačkim prelazima regulisanim svetlosnom signalizacijom. Doktorska disertacija, FTN, Novi Sad
- [9] Carlos, H. A., Shi, X., Sargent, J., Tanski, S., & Berke, E. M. (2010). Density estimation and adaptive bandwidths: A primer for public health practitioners. *International journal of health geographics*, 9(1), 39.
- [10] Clifton, K. J., Burnier, C. V., Akar, G., 2009. Severity of injury resulting from pedestrian–vehicle crashes: What can we learn from examining the built environment? *Transportation research part D: transport and environment*, 14(6), 425-436. Dai, D., 2012. Identifying clusters and risk factors of injuries in pedestrian–vehicle crashes in a GIS environment. *Journal of Transport Geography*, 24, 206-214.
- [11] Elliott, S., Woolacott, H., Braithwaite, R., 2009. The prevalence of drugs and alcohol found in road traffic fatalities: a comparative study of victims. *Science & Justice* 49, 19–23
- [12] Elvik, R. (2009) The non-linearity of risk and the promotion of environmentally sustainable transport. *Accid Anal Prev.* 41 (4), 849–855.
- [13] Erdogan, S., Yilmaz, I., Baybura, T., & Gullu, M. (2008). Geographical information systems aided traffic accident analysis system case study: city of Afyonkarahisar. *Accident Analysis & Prevention*, 40(1), 174-181.
- [14] Gorrie, C.A., Brown, J., Waite, P.M.E., 2008. Crash characteristics of older pedestrian fatalities: dementia pathology may be related to 'at risk' traffic situations. *Accident Analysis and Prevention* 40, 912–919.
- [15] Ha, H. H., Thill, J. C., 2011. Analysis of traffic hazard intensity: A spatial epidemiology case study of urban pedestrians. *Computers, Environment and Urban Systems*, 35(3), 230-240.
- [16] Hank Mohle and Associates, 1996. GIS for Small Municipalities. Presentation Materials, OTS Summit.
- [17] Heather, C., Xun, S., James, S., & Ethan, B. (2010). Density estimation and adaptive bandwidths: A primer for public health practitioners. *International Journal of Health Geographics*, 9.
- [18] Kim, J.K., Ulfarsson, G.F., Shankar, V.N., Kim, S., 2008. Age and pedestrian injury severity in motor-vehicle crashes: a heteroskedastic logit analysis. *Accident Analysis and Prevention* 40 (5), 1695–1702.
- [19] Kim, K., Takeyama, D., Nitz, L., 1995. Moped safety in Honolulu Hawaii. *Journal of Safety Research* 26 (3), 177–185.
- [20] Kong, C., Yang, J., 2010. Logistic regression analysis of pedestrian casualty risk in passenger vehicle collisions in China. *Accident Analysis and Prevention*, 42(4), 987-993.
- [21] Levine, N., Kim, K. E., Nitz, L. H., 1995. Spatial analysis of Honolulu motor vehicle crashes: I. Spatial patterns. *Accident Analysis and Prevention*, 27(5), 663-674.
- [22] Li, L., Zhu, L., Sui, D.Z., 2007. A GIS-based Bayesian approach for analyzing spatial–temporal patterns of intra-city motor vehicle crashes. *Journal of Transport Geography* 15 (4), 274–285.
- [23] Mabunda, M.M., Swart, L.A., Seedat, M., 2008. Magnitude and categories of pedestrian fatalities in South Africa. *Accident Analysis and Prevention* 40 (2), 586–593.
- [24] Miller, J., 2000. Geographic information systems: unique analytic capabilities for the traffic safety community. *Transportation Research Record* 1734, 21–28.
- [25] Miranda-Moreno, L. F., Morency, P., & El-Geneidy, A. M. (2011). The link between built environment, pedestrian activity and pedestrian–vehicle collision occurrence at signalized intersections. *Accident Analysis & Prevention*, 43(5), 1624-1634.
- [26] Moons, E., Brijs, T., Wets, G., 2009. Improving Moran's index to identify hot spots in traffic safety. *Geocomputation Urban Plan.* 176, 117–132.
- [27] O'Sullivan, D., Unwin, D. (2002). *Geographic information analysis*. Wiley.
- [28] Plug, C., Xia, J. C., & Caulfield, C. (2011). Spatial and temporal visualisation techniques for crash analysis. *Accident Analysis & Prevention*, 43(6), 1937-1946.
- [29] Prato, C. G., Gitelman, V., Bekhor, S., 2012. Mapping patterns of pedestrian fatal accidents in Israel. *Accident Analysis and Prevention*, 44(1), 56-62.
- [30] Pulugurtha, S. S., Krishnakumar, V. K., & Nambisan, S. S. (2007). New methods to identify and rank high pedestrian crash zones: An illustration. *Accident Analysis & Prevention*, 39(4), 800-811.
- [31] Schneider, R.J., Khattak, A.J., Zegeer, C.V., 2001. A proactive method of improving pedestrian safety using GIS: example from a college campus. *Transportation Research Record*, 1773, TRB, National Research Council, Washington, DC, pp. 97–107.
- [32] Shi, X. (2010). Selection of bandwidth type and adjustment side in kernel density estimation over inhomogeneous backgrounds. *International Journal of Geographical Information Science*, 24(5), 643-660.
- [33] Silverman, B. W. (1986). *Density estimation for statistics and data analysis* (Vol. 26). CRC press.
- [34] Sze, N. N., Wong, S. C., 2007. Diagnostic analysis of the logistic model for pedestrian injury severity in traffic crashes. *Accident Analysis and Prevention*, 39(6), 1267-1278.
- [35] Xie, Z., & Yan, J. (2008). Kernel Density Estimation of traffic accidents in a network space. *Computers, Environment and Urban Systems*, 32, 396-406.
- [36] Yang, J., Deng, W., Wang, J., Li, Q., Wang, Z., 2006. Modeling pedestrians' road crossing behavior in traffic system micro-simulation in China. *Transportation Research Part A* 40, 280–290.
- [37] Yannis, G., Kanellaidis, G., Dimitropoulos, J., Muhlrad, N., 2007. Assessment of pedestrian safety measures in Europe. *ITE Journal* 77 (12), 40–48.
- [38] Zegeer, C.V., Seiderman, C., et al. (2002). *Pedestrian facilities users guide: Providing safety and mobility*. No. FHWA-RD-01-102, McLean: Federal Highway Administration.

PRIMJENA GIS TEHNOLOGIJE U PLANIRANJU SAOBRAĆAJA

Doc.dr.sc. Suada Džebo, dipl.inž.građ.

Građevinski fakultet Sarajevo, suada.dzebo.gf@gmail.com

Doc.dr.sc. Mirza Pozder, dipl.inž.građ.

Građevinski fakultet Sarajevo, pozder.mirza@hotmail.com

Stručni rad

Rezime: GIS predstavlja novu modernu tehnologiju analize i obrade podataka koja je našla veoma široku primjenu u oblastima kao što su naučna istraživanja, upravljanja resursima i planiranje razvoja. Ovaj rad je namijenjen za ilustraciju primjene geografskog informacijskog sistema (GIS) u transportnom planiranju.

Ključne riječi: GIS, transport.

GIS APPLICATIONS IN TRAFFIC PLANNING

Suada Džebo, Ph.D. CE

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

Mirza Pozder, Ph.D. CE

Faculty of Civil Engineering Sarajevo pozder.mirza@hotmail.com

Professional paper

Abstract: Geographic Information Systems (GIS) is a new modern technology of data processing and analysis that found a widespread application in areas such as scientific research, resource management and development planning. This paper is intended to illustrate the application of GIS in traffic planning.

Keywords: GIS, transport

1. UVOD

Geografski informacioni sistemi (Geographic Information Systems – GIS) predstavljaju modernu tehnologiju analize i obrade podataka koja je našla široku primjenu u oblastima kao što su: naučna istraživanja, upravljanja resursima i planiranje razvoja.

GIS ili Geografski informacioni sistemi su u suštini rezultat razvoja u više odvojenih disciplina kao što su: urbano planiranje, katastarsko i topografsko kartiranje, geologija, geografija, saobraćaj, nauka o zemljištu, operaciona istraživanja, u kojima je rađeno na procesiranju prostornih baza podataka. Sa stanovišta kartografije, GIS je kartografski softver koji povezuje informaciju „gdje je“ sa informacijom „kakvo je“. Za razliku od papirnih karti koje su statične i nepromjenjive, GIS karta omogućava kombinovanje više slojeva informacija, odnosno interaktivni rad.[2] Komponente GIS-a možemo općenito podijeliti u sljedeće skupine:

- podaci,
- računarska tehnologija (hardver i softver), i
- ljudi.

Najvažnija komponenta GIS-a su podaci jer o njihovoj kvantiteti i kvaliteti ovisi tačnost i korisnost svakog GIS-a. Podaci za GIS se prikupljaju iz različitih izvora i na različite načine. Mogu se dobiti mjerenjem (klasično mjerenje, GPS mjerenje, fotogrametrija), preuzeti sa već postojećih karata (digitalizacija), daljinskim istraživanjima, kao i prikupiti iz raznih arhiva i statistika. Važno je napomenuti da su podaci, odnosno prikupljanje podataka, najskuplja komponenta GIS-a.

Druga komponenta GIS-a je računarska tehnologija, u koju spadaju: hardver i softver. U hardverski dio spadaju: računari, neovisno o vrsti (ručni, terenski, prijenosni, osobni, radne stanice), ulazno-izlazne jedinice (printer, digitalizator, monitor, ploter.), te razni uređaji/instrumenti za prikupljanje podataka na terenu (GPS prijemnik, totalna stanica, digitalna fotogrametrijska kamera, digitalni fotoaparati...). U softverski dio spadaju razni GIS softveri koji trebaju omogućiti sljedeće sisteme:

- sisteme potrebne za prikupljanje i predprocesiranje podataka iz različitih izvora,
- sisteme za pohranjivanje i povezivanje podataka,
- sisteme za manipulaciju i analizu podataka, te
- sisteme za prikaz podataka u obliku grafičkog i pisanog oblika.

U ljudsku komponentu spadaju stručnjaci koji učestvuju u izradi geoinformacijskih sistema, ali i oni koji su samo korisnici takvih sistema.[3]

GIS omogućava:

- permanentno pohranjivanje podataka,
- slobodno modeliranje podataka,
- vizualizacijske tehnike,
- generiranje novih geoinformacija.

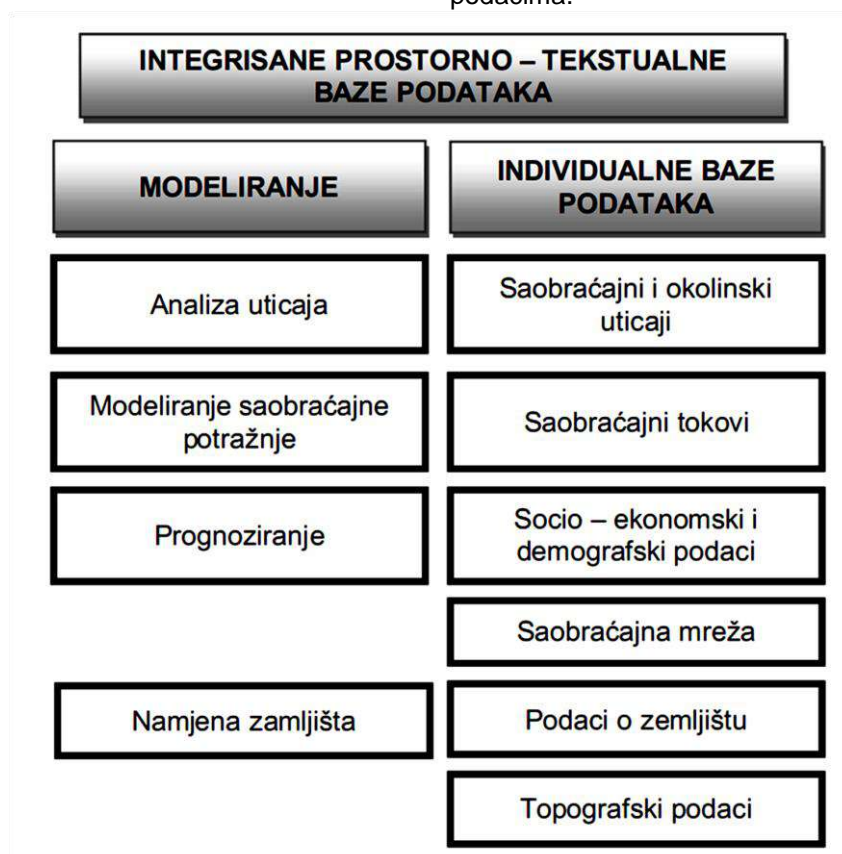
GIS integriira:

- geometrijska obilježja,
- atributivna obilježja,
- grafička obilježja.

2. TIPOVI PODATAKA U GIS-U

GIS se općenito sastoji od grafičkih i atributnih podataka. Grafički podaci se nalaze u vektorskom ili u rasterskom obliku. Najčešće se koristi vektorska struktura predstavljena matematičkim opisom, kompleksna, s efikasnijom topologijom pa omogućuje direktno pristupanje objektu kao i spremanje podataka s većom tačnošću, nego što je to kod rasterske strukture. Naime, u rasterskoj

strukturi podatak je predstavljen slikovnim elementom (pixel) pri čemu je položaj objekta definisan položajem slikovnog elementa (brojem reda i kolone) u slikovnoj matrici, a svaki slikovni element može poprimiti jednu vrijednost. Prednost rasterske strukture je jednostavnost, koja je ujedno i njezina mana, jer je pojedini objekat teško predstaviti s dovoljnom tačnošću. Većina današnjih programskih sistema omogućuje rad i s vektorskim, i s rasterskim podacima.



Slika 1: Integrisane prostorno-tekstualne baze podataka

Dijagram na Slici 1. ilustruje upotrebu GIS-a kao integratora baza podataka područja za koje se radi Saobraćajna studija. GIS ima mogućnost da integrira različite prostorne, numeričke i tekstualne podatke i prikaže ih kao superpoziciju odvojenih mapa-slojeva kao što su: topografski podaci i namjena zemljišta, saobraćajna mreža, socioekonomski i demografski podaci, saobraćajno opterećenje, te podaci o uticaju na okoliš.

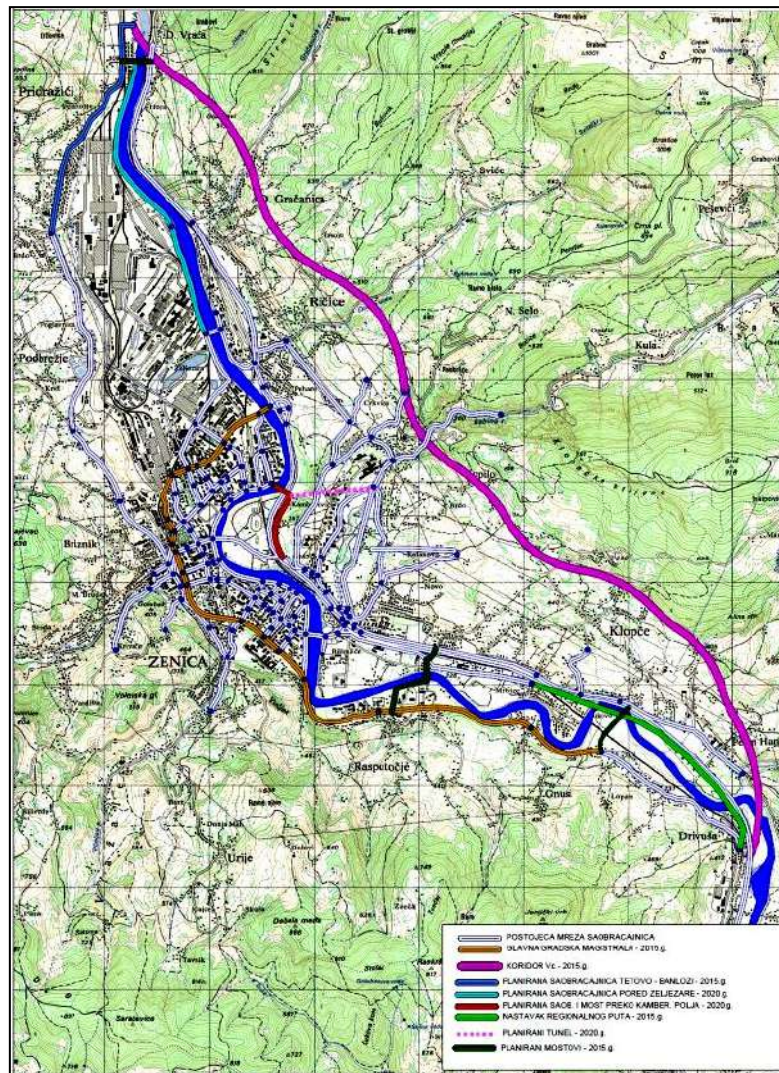
3. PRIMJENA GIS-a U PLANIRANJU SAOBRAĆAJA

Geografski informacioni sistem (GIS) je važan alat u upravljanju, planiranju, razvoju i održavanju transportnih sistema. Koristimo ga prilikom vizuelnog

predstavljanja prostornog rasporeda saobraćajne ponude i potražnje, kao i same mreže saobraćajnica.

S obzirom da je ovaj članak namijenjen za ilustraciju primjene geografskog informacijskog sistema (GIS) u transportnom planiranju, prikazat će se njegova primjena na primjeru grada Zenice.

Kao GIS - platforma za kreiranje modela korišten je softver MapInfo Professional. Pomoću MapInfo-a je izvršeno modeliranje saobraćajne mreže i saobraćajnih zona, a zatim su tako pripremljeni podaci pretvoreni u tzv. „shape“ (.shp) fajlove koji su korišteni u softveru za simulaciju saobraćaja PTV VISUM.



Slika 2: Mapiranje postojeće i planirane saobraćajne mreže

MapInfo je također poslužio za mapiranje i prezentaciju podataka dobijenih simulacijom saobraćaja na kreiranoj mreži, kao i za mapiranje lokaliteta brojanja saobraćaja, anketnih punktova, prikaza planirane mreže po godinama u planiranom periodu itd. (Slika 3.).

3.1. Saobraćajni model

3.1.1. Ulazni podaci

Za razvoj preciznog **saobraćajnog modela** gradskog područja potrebne su geografske podloge za mrežnu vizualizaciju, zatim podaci o nazivima ulica, širini i dužini saobraćajnice, broju saobraćajnih traka, podaci o kategoriji saobraćajnice te njenoj dvosmjernosti, PGDS (prosječni godišnji dnevni saobraćaj), itd. Ovi podaci se snimaju na terenu ili preuzimaju iz već postojećih cestovnih baza podataka.

Za kreiranje **saobraćajnih zona** potrebno je vizualizirati oblik zona pomoću geografskih

podloga, zatim prikupiti podatke o njenoj površini, broju stanovnika, broju zaposlenih, stepenu motorizacije, dohotku po glavi stanovnika, i druge socioekonomske parametre za šta nam služe Zavodi za statistiku.

3.2. Kreiranje modela

Koraci za kreiranje **saobraćajnog modela** su slični za kreiranje saobraćajnog modela bilo kojeg gradskog područja ili regiona. Kreiraju se dva saobraćajna modela i to za postojeću i planiranu saobraćajnu mrežu u planskom periodu od 20 godina.

3.2.1. Kreiranje mreže saobraćajnica

Prvi korak se sastoji u prikupljanju podataka o **linkovima** tj. dionicama saobraćajne mreže i njihovom odabiru. Prije upotrebe GIS-a, papirne podloge su bili jedini medij na raspolaganju za vizualizaciju mreže.

S obzirom da za grad Zenicu nije postojala georeferencirana mreža saobraćajnica izvršena je njena vektorizacija preko postojećih analognih karata i u MapInfo-u je formiran sloj „*Link.tab*“, pri čemu su ostali atributi kao što su: imena ulica, širina i broj traka, dužina, dvosmjernost, PGDS, itd., pripisani svakom pojedinom linku. Na taj način je stvorena GIS baza podataka saobraćajne mreže grada Zenice. Za analizu su odabrani glavni linkovi koji čine kostur saobraćajne mreže dok su sporedne i pristupne saobraćajnice izostavljene jer nemaju značaj u saobraćajnoj analizi.

3.2.2. Kreiranje saobraćajnih zona

U drugom koraku izvršeno je kreiranje i mapiranje *saobraćajnih zona*. Saobraćajne zone su iscrtane preko geografskih podloga i formiran MapInfo sloj „*Zone.tab*“ za koje su iz Zavoda za statistiku FBiH prikupljeni podaci o socio-ekonomskim parametrima, te je svakoj zoni dodijeljeno ime, površina, broj stanovnika, broj zaposlenih, stepen

motorizacije, BDP, itd. Na taj način je formirana GIS baza podataka saobraćajnih zona. Svaka zona ima svoj centroid tj. imaginarnu tačku koja u prostornom smislu reprezentuje saobraćajnu zonu. U postupku planiranja centroid predstavlja mjesto gdje se generišu ili privlače sva kretanja zone.

Konektori povezuju centroide sa mrežom saobraćajnica datog područja.

3.2.3. Eksportovanje GIS modela u „shape“ format

Nakon kreiranja GIS baza podataka saobraćajne mreže i saobraćajnih zona izvršeno je njihovo eksportovanje u „shape“ (.shp) format kako bi se mogli koristiti u simulaciji saobraćaja pomoću softvera PTV VISUM.

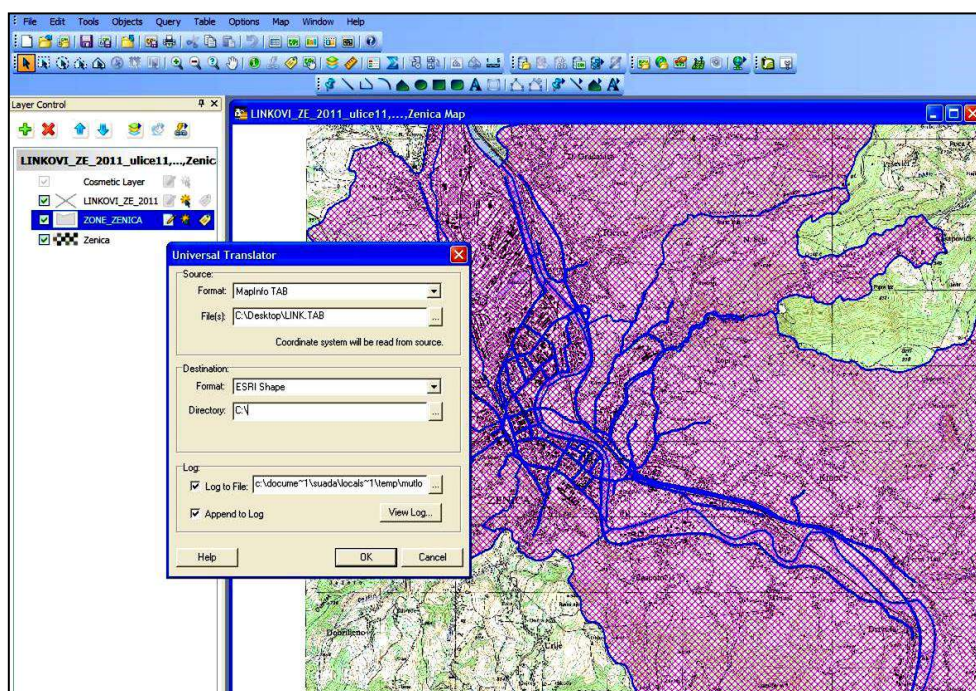
Konverzija je izvršena pomoću MapInfo alata *Universal Translator* (Slika 3.).

3.2.4. Importovanje podataka u PTV VISUM

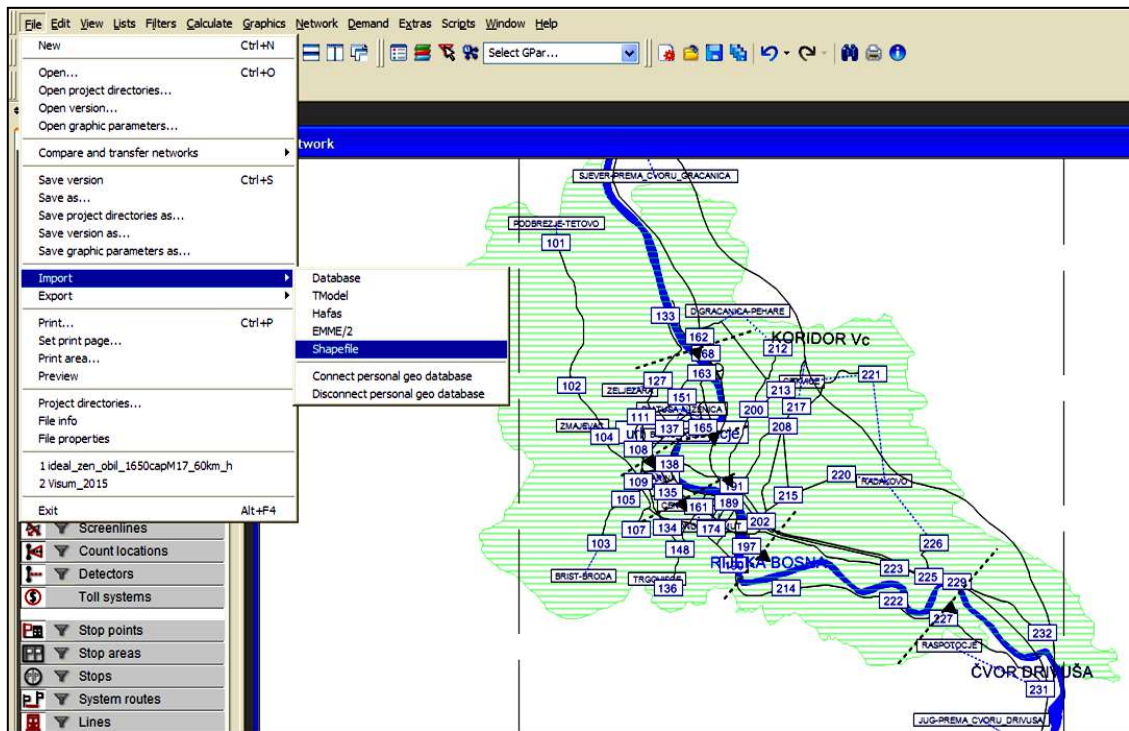
Pripremljeni *shape* fajlovi se pomoću naredbe *import* uvoze u program PTV VISUM pri čemu se svaki sloj uvozi posebno. Prilikom importovanja linkova softver

VISUM sam definiše čvorove kao početke i krajeve linkova i pripisuje im ID broj.

Na isti način se importuje i *shape* fajl *Zone* koje VISUM prepozna i odmah im dodjeli centroide sa svojim ID brojem (Slika 4.)



Slika 3. Konverzija MapInfo slojeva u shape fajlove



Слика 4. Importovanje shape fajlova u VISUM

3.2.5. Kreiranje matrice ponude i potražnje

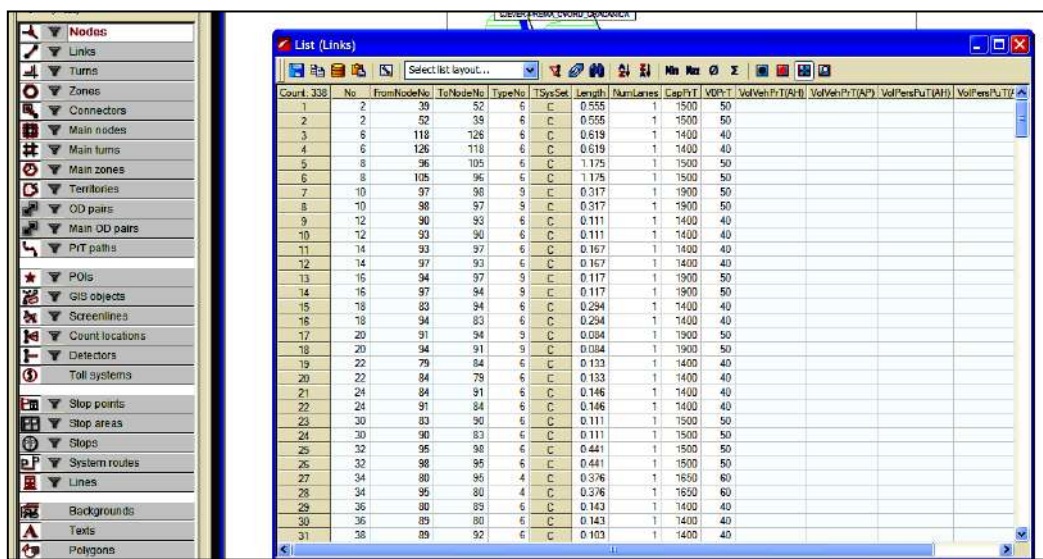
Kreiranje matrice ponude i potražnje može se izvršiti na dva načina:

- na osnovu socioekonomskih parametara zona, linearnom regresionom analizom izvršiti prognozu broja kretanja, a zatim pomoću Gravitacionog ili nekog drugog modela izvršiti raspodjela putovanja, ili
- brojanjem i anketiranjem саобраћаја на свим relevantnim presjecima te ekspanzijom i obradom podataka formirati matricu izvornociljnih kretanja.

3.2.6. Pripisivanje саобраћаја на саобраћајну mrežu

U sljedećem koraku je potrebno dopuniti bazu podataka саобраћајним parametrima svakog linka kao što su: brzina, kapacitet, tip саобраћајnice, транспортни систем, проценат теških теретних возила, itd. (Слика 5).

Nakon čega se definiše procedura i izvrši simulacija саобраћаја. Tako dobijeni rezultati se porede sa stvarnim podacima dobijenim brojanjem саобраћаја, te se korekcijom саобраћајних parametara vrši kalibracija modela саобраћајne mreže.



Слика 5. Саобраћајни параметри линкова

ИНЖЕЊЕРСКО-ГЕОЛОШКЕ ПОЈАВЕ КАО ОПАСНОСТ У СВОЈСТВУ ПАРЦИЈАЛНОГ РИЗИКА – ЛИНИЈСКИХ ОБЈЕКТА

мр Владета Вујанић
e-mail: v.vujanic944@gmail.com

мр Слободан Недељковић
e-mail: slnedeljko@sbbs.rs

Милован Јотић
e-mail: mjotic@hotmail.rs

Стручни рад

Резиме: Створену средину чине заједно објекти нискоградње и високоградње. Линијски објекти су објекти **нискоградње** и у функцији су „**кротока**“ објекта **високоградње**. У раду, разматра се утицај инжењерско геолошких појава геолошке средине **егзогеног** и **ендогеног** порекла, на степен редукције функција објекта нискоградње, са аспекта **прихватљивог ризика**. За разлику од објекта високоградње, код линијских објекта, нискоградње нема рушења целог линијског објекта, јер је повредљивост геолошке средине местимична и узрокована инжењерско-геолошким појавама, и зато ризик ових објекта са аспекта утицаја геолошке средине, **треба да уважи ове специфичности**. Такође, треба валоризовати и потенцијал утицаја инжењерско-геолошких појава и на безбедност одвијања саобраћаја. Улога инжењерско-геолошких појава, код линијских објекта нискоградње је такве природе, да је потребно да при оцењивању и усвајању **грађевинског ризика** линијског објекта, равноправно укључи и **ризик инжењерско-геолошких појава**, а не само валоризовати потенцијал опасности од њихове појаве. Геолошка струка је дужна и треба да преузме свој део одговорности, за угрожавање безбедног одвијања текућег саобраћаја на саобраћајницама, изненадном појавом на коловозу препрека у **виду делова околне геолошке средине**.

Кључне речи: инжењерско-геолошка појава, саобраћајница, парцијални ризик, високоградња, нискоградња, земљотрес, одвијање саобраћаја.

ENGINEERING-GEOLOGICAL EVENTS AS DANGER REGARDING POTENTIAL RISK-LINEAR FACILITIES

Vujanić Vladeta, M.Sc.
e-mail: v.vujanic944@gmail.com

Slobodan Nedeljkovic, M.Sc.
e-mail: slnedeljko@sbbs.rs

Milovan Jotic, B.Sc.
e-mail: mjotic@hotmail.rs

Professional paper

Abstract: The manmade environment is consisted of civil engineering and construction engineering. Linear facilities fit into civil engineering and they serve as the „bloodflow“ of construction facilities. In this paper, the influence of engineering-geological events of endogenous and exogenous origins are discussed, from the perspective of acceptable risk. Unlike construction facilities, linear civil engineering facilities don't undergo complete destruction because the vulnerability of the geological environment is local and caused by engineering-geological events, and that's why the risk of these facilities coming from the influence of the geological environment should be considering the safety of traffic. The nature of engineering-geological events of linear facilities of civil engineering demands that when considering the civil engineering risk we include the risk of engineering-geological events, and not just valorize the risk of their occurrence. The geological profession has a duty and an obligation to take its responsibility for endangering traffic caused by the sudden appearance of obstacles on the roadway as parts of the surrounding geological environment.

Key words: Engineering-geological event, traffic, partial risk, construction engineering, civil engineering, earthquake

1. УВОД

Предмет наше геотехничке анализе су линијски објекти нискоградње. Ови системи по функцији су: **водног, енергетског, информационог и саобраћајног типа**. Као такви, они омогућују функционисање дела створене средине коју чини високоградња. Високоградња и нискоградња, **практично чине створену средину**, односно средину коју је човек створио својом делатношћу. За разлику од високоградње, нискоградња је много чвршће повезана са тереном. Та повезаност објекта нискоградње са тереном, када се разматра њена земљотресна сеизмо заштита чини, да се за ове објекте не може разматрати захтев „**да се објекат не сруши**“ већ, нека врста неприхватљивог нивоа оштећења која узрокује дугорочни прекид функције датог објекта.

Сама сеизмо повредљивост линијских објекта нискоградње (сеизмички ризик), представља синтезни ризик који чине парцијални сеизмо ризици од инжењерско-геолошких појава у терену (инжењерско-геолошко сеизмички ризик), и грађевинско **технички технолошки сеизмо ризик** изграђеног система.

Саобраћајнице представљају линијске објекте нискоградње, и њима заузети правци (коридори) у простору, практично су трајног карактера, јер они прихватају више векова њихове експлоатације. Поред тога, на правцу саобраћајница и њима заузетом простору проводе се и други линијски системи нискоградње водног, енергетског и информационог типа. **Сеизмо повредљивост** ових насељених система не разматра се, јер то не тражи **одговарајућа регулатива**. Међутим, повредљивост ових система, и то нарочито оних који су у водној функцији, директно утичу на **редукцију функције** саобраћајнице. Практично, гледајући запремински, терен заузет саобраћајницом прелази у створени систем за који треба дефинисати **прихватљиву повредљивост**. За унутар ове запремине **присутне наменски техничко-технолошке системе различитих функција**, треба дефинисати прихватљиву повредљивост и њу **интегрисати** са прихватљивом повредљивошћу пута на коме се одвија саобраћај. Иначе, повредљивост саобраћајнице заснива се на редукцији њене функције.

2. ПОСТАВКА ПРОБЛЕМА

Да би се боље разумела **поставка и анализа проблематике**, која се износи у овом раду, пошли смо од **три основна и суштинска питања**, односно проблема (која иначе, третирају безбедност саобраћаја), **на која**, треба дати стручно валидне одговоре, **јер то**, у досадашњој нашој стручној пракси (и шире у региону), није било на правилан начин регулисано, **одговарајућим техничким нормативима и законским прописима**. Такво стање, имало је утицаја и на инжењерску праксу. Радило се, по правилу **непоследно и неадекватно врсти и тежини проблема** (онако како је ко мислио), без систематског приступа. Ти основни проблеми, њихова анализа, питања и одговори, углавном се свде на следеће:

1. Када говоримо о безбедности одвијања саобраћаја на саобраћајници, подразумева се, **да је том приликом присутна безбедност људи, односно свих учесника у саобраћају**, јер је основа саобраћајне функције безбедно одвијања саобраћаја. На безбедност утиче стање на коловозу, током одвијања саобраћаја. И тај део, који је непосредно везан за правила вожње, **регулисан је одговарајућим прописима**. Саобраћајница није само коловоз, односно трачница железничке пруге, **већ и простор који она заузима**. Овај заузет простор веома је значајан, јер је у тесној повезаности са одвијањем саобраћаја на коловозу. У оквиру овог простора, ван коловоза изграђују се објекти и

предузимају инжењерске мере, које треба да спрече угрожавање одвијања саобраћаја од стране инжењерско-геолошких појава геолошке средине (потпорне конструкције, торкетирања, берме и др.). Све ове инжењерске мере, које треба да елиминишу утицај инжењерско-геолошких појава, димензиониране су на основу геотехничких истраживања, која се спроводе за потребе непосредне изградње предметне саобраћајнице. Оне су везане за **гарантни рок**, предвиђен пројектом **који даје извођач радова**. Но, треба напоменути, **да је геолошки простор саобраћајнице**, органски повезан са околним геолошким простором, и да је зато неопходно добро познавање инжењерско-геолошких процеса, који **се одвијају пре изградње саобраћајнице и прогноза њихове измене после њене изградње**. **Како се овакав приступ у пракси не ради**, то о утицају инжењерско-геолошких процеса у терену који је у функцији заштите одвијања саобраћаја на коловозу, говоре (потенцијално) присутне инжењерско-геолошке појаве **у чију се санацију, касније током експлоатације троше велика средства**. У реалном животу показало се, да су инжењерско-геолошке појаве на нашим просторима узроковале прекид саобраћаја у трајању од више месеци (пут поред манастира Студенице). И, свакодневно после **великих падавина** констатује се опрезност и ометање одвијања саобраћаја у оквиру саобраћајне мреже. Посебно је значајна појава земљотреса и сеизмодеформације које настају као последица тог утицаја (одрон на путу Краљево – Рашка). О масовности инжењерско-геолошких појава говори податак о присутности, преко 30,000 клизишта на путној мрежи (друмских) саобраћајница Србије. При чему треба истаћи, да се тај податак односи, **само на клизишта**, а да не говоримо о другим врстама инжењерско-геолошких појава. Јасно је, да наведене појаве, не само да угрожавају безбедност непосредног одвијања саобраћаја, него и **драстично поскупљују одржавање саобраћајнице у њеној функцији**, али ти трошкови, до сада, **нигде нису дати на јавни увид**.

Треба истаћи и чињеницу, да на безбедност саобраћаја на коловозу директно утичу и инжењерско-геолошке појаве, **које су ван простора заузетим саобраћајницом**. Такав пример, представља клизиште на локацији „**Демероња**“ које је формирано на заравни 160-200 m, хипсометриски изнад маги-стралног пута М-22, km:400 + 379, на левој долиној страни реке Ибар, у близини средњевековног утврђења Маглич. Ово клизиште је, ван простора заузетим путем а на простору **којим газдује домаћин**, који нема никакву обавезу према саобраћајници.

У току месеца марта 2006. год., дошло је до водозасићења и откидања **делувијално-пролувијалног наноса** на доњем делу тела **клизишта - тецишта**. Покренута кашаста маса, запремине око 10000 m³, је слетела низ врло стрму падину и затрпала пут. Неки елементи тог догађаја, илустровани су на сликама 1 и 2 (преузето из лит. 1).



Слика 1. Клизиште формирано у делу који припада планинском типу рељефа



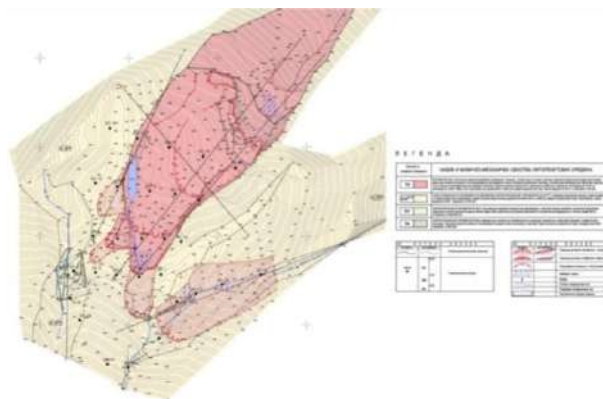
Слика 2. Клизиште формирано у делу који припада планинском типу рељефа

Слика 1, указује да је клизиште формирано у делу који припада планинском типу рељефа, коме је ерозиона база река Ибар. Предметни пут је 5-7m **изнад нивоа реке**. Покренути материјал је глиновито-дробинског састава, делувијално-пролувијалног порекла, дебљине 10-12m. Дужина клизишта је 95-110m, а ширина 40-60m.

На слици 3, приказали смо из извештаја (лит 1), литогенеске средине предметног клизишта али и простор заузет клизиштем и његову оријентацију ка падинском делу. Из наведене слике види се да је простор на коме је клизиште ненасељен, и да само клизиште има пасивни утицај на сам простор.

С обзиром на његову пасивност, **клизиште би могло бити препуштено самоорганизацији**. Препуштањем самоорганизацији, инжењерско-геолошки процеси који су довели до његовог формирања у временском домену престли би да постоје и трансформисали би се у друге адекватне морфолошке облике (ново стање) простора у коме би клизиште прешло у категорију **фосилног**.

На слици 4, приказан је начин на који је основна клизна маса која је формирана ван зоне утицаја на пут (при чему је, сам простор био ван зоне коју је третирао пројектна документација), **прешла у тециште и директно је физички угрозила пут и безбедност саобраћаја, који се одвија на њему**. Но, ланац утицаја није на томе завршен, јер се на том уском простру налази ток реке Ибар и са друге стране обале железничка магистрална саобраћајница. Веће запремине земљаних маса тецишта, **могле су да преграде реку Ибар** и да је привремено зајезере, и на тај начин омогуће формирање неконтролисаног поплавног таласа, **који би, пак изазвао катастрофалне последице**.



Слика 3. Простор на коме је оформљено основно клизиште

На истој саобраћајници, неколико дана после краљевачког потреса који се догодио 03.11.2010 год. у 01 сати 56 мин., са магнитудом $M=5,4$ и интензитетом $I_0 = 7$ MCS, десио се одрон у зони који је предметни потрес погодио интензитетом 5 до 6°. Удаљеност места овог **изненадног одрона „Боготовац“** од епицентра је, око 17 km. На слици 5, приказан је **деталј предметног одрона**.

Стенску масу, која се са великом запремином сручила на коловоз 08.11.2010. год., чинили су **деградирани серпентисани перидотити и серпентинити**, тако да је утицај атмосферички био веома значајан. Земљотрес који се догодио, **није непосредно изазвао покретање** ове масе, **али је сигурно растресао и припремио је за покретање**.

Допринос овом покретању, вероватно се може приписати и киши, која је пала пре активирања одрона. У тренутку активирања одрона одвијао се текући саобраћај и само је неколико десетина секунди делило аутобус пун путника од трагедије, **а да не говоримо о потенцијално могућем ланцу догађаја.** Поред овог одрона, на истом путном правцу, десило се још неколико тих појава. Срећа је, да су се десили у ноћним часовима, када је интензитет саобраћаја јако редукован.



Слика 4. Простор обухваћен клизиштем и тециштем

Наведена фактографија јасно указује, да постојећа инжењерска пракса, при планирању изградње саобраћајнице, где је **тежиште у геотехничким истраживањима**, представљено дефинисањем инжењерско-геолошких услова изградње простора предметне саобраћајнице, **треба да претрпи одређену корекцију.** Ову корекцију, треба учинити у делу геотехничких истраживања геолошког простора, **релевантног за безбедну и економску експлоатацију саобраћајнице, са аспекта заступљених инжењерско-геолошких процеса на том простору, где egzистира саобраћајница.**

Просторне димензије заступљених инжењерско-геолошких процеса, осим простора који је непосредно заузет саобраћајницом, **дефинисане су шире просторним потенцијалом инжењерско-геолошких појава**, које су последица тих заступљених инжењерско-геолошких процеса. Практично говорећи, за потребе економске и безбедне експлоатације саобраћајнице, потребно је **спровести геотехничка истраживања, којим ће се упознати „живот“ терена, који треба очекивати током века експлоатације саобраћајнице.**



Слика 5. Детаљ одроњене стенске масе

Само уклањање одрона са коловоза и довођење саобраћајнице у функцију једноставан је посао, али степен опасности за возила у покрету у моменту покретања одрона толико је велики, да се морамо заложити, да се оваква појава у експлоатационом веку саобраћајнице, **појављује у контролисаним условима.** Под контролисаним условима, подразумева се **текућа оскултација нестабилности у експлоатационом веку саобраћајнице.**

Чињеница је, да се отклањање штете може сврстати у ванредне услове одржавања саобраћајнице, **и тај део може се надокнадити**, али да су се, при овом догађају десиле људске жртве, **губитак је ненакнадив.** Треба истаћи, да до сада у нашој земљи, догађање инжењерско-геолошких појава на саобраћајницама колико је нама познато, није било **праћено људским жртвама и тај факт треба одржати.**

Такође, чињеница је, и да се при генералној ревитализацији саобраћајнице, **пројекат ради** за део саобраћајнице, који је у непосредној улози одвијања саобраћаја, **али не и за, онај део који је у функцији заштите тог саобраћаја.** У којој мери је овакав приступ неоправдан говори и факт **да једном заузет простор саобраћајницом у функцији је саобраћајнице за више деценија, односно векова њене експлоатације.**

Саобраћајница је објекат нискоградње, који у свом саставу има разноврсне објекте високоградње. Обично се узима да је век експлоатације објеката високоградње 50 година, док је за целу саобраћајницу, век експлоатације око 20 година, (мислимо пре свега на коловоз). Поред тога, категорија објеката који су у саставу саобраћајнице је различита, па самим тим, и прихватљив ниво ризика од оштећења је различит, а да не говоримо, о недефинисаности прихватљивог нивоа редуције функције саобраћајнице, јер је саобраћајница објекат који не може да се сруши.

У свему овоме, треба дефинисати прихватљиву повредљивост геолошке средине, **која је у функцији обезбеђивања заштите нормалног одвијања саобраћаја на саобраћајници.**

Саобраћајна мрежа **има улогу крвотока живота у држави.** Отуда овом крвотоку мора се посветити дужна пажња, **како у фази планирања тако и изградње, али и у њеном експлоатационом периоду,** и то нарочито, **када је друштвена средина у фази организације за ново долазеће државне услове.**

3. СПРОВЕДЕНА АНАЛИЗА

Терен, представља основу егзистенције, како објеката високоградње, тако и објеката нискоградње. Учешће терена у функционисању објеката високоградње, подређено је у поређењу са учешћем са његовим утицајем код објеката нискоградње. Отуда, када се разматра **сигурност објеката високоградње и нискоградње, овој чињеници треба посветити дужну пажњу.**

Геометријски, терен се може третирати као **непроменљив,** али заступљени инжењерско-геолошки процеси утичу на његову самоорганизацију. Да би имали контролисане услове експлоатације саобраћајнице, потребно је истражити и измене инжењерско-геолошких процеса, који су се догодили током века експлоатације саобраћајнице. Последица неконтролисаних инжењерско-геолошких процеса, је појава великог броја регистрованих клизишта на путној мрежи Србије (преко 30,000).

Терен који је везан за део саобраћајнице који није у непосредној функцији одвијања саобраћаја, прихвата велики број века експлоатације коловоза, и за разлику од предузимања ревитализације коловоза, **дужна пажња истраживању терена простора заузетог саобраћајницом изостаје.** Наиме, при изради пројектне документације саобраћајнице, нису увек, извршени инжењерско-геолошки процеси у терену са прогнозом њиховог развијања, и последицама израженим у потенцијалним инжењерско-геолошким појавама.

Рањивост саобраћајнице инжењерско-геолошким појавама, нарочито је неприхватљива у условима када је потребна непосредна интервенција при утицају **геолошке стихије** (каква је била 2014. године, изазвана циклоном „Тамара“), али и у дугорочном отклањању њених последица. Ниво сеизмолошког хазарда простора Србије указује, **да се геолошким стихијама на простору Србије треба посветити дужна пажња.**

За објекте високоградње, када се ради о сигурности ових конструкција разматрају се последице рушења, и при томе, дефинишу се прихватљива оштећења конструкција. Код **линијских објеката нискоградње,** због њихове просторне компоненте у дефинисању сигурности потребно је уважити, осим **грађевинске компоненте** и повредљивост **теренске компоненте.** Процена прихватљиве **повредљивости теренске компоненте просторног типа** за линијски објекат нискоградње није само процена опасности, већ и њена квалитативна **оцена штете** на том линијском објекту, и то разврстано на **директне и индиректне.** При томе, **директне штете** односе се на **физичку санцију** саобраћајнице, док **индиректне штете** настају, због **редукције саобраћајне функције** саобраћајнице у временском домену. Ове штете добро је **изразити у новцу.**

На функцију саобраћајнице, **директно** утиче стање коловоза којим се непосредно одвија саобраћај, и индиректно простор заузет саобраћајницом, који је у непосредном контакту са коловозом и учествује у функцији безбедног одвијања саобраћаја на коловозу.

Прекид саобраћаја или сметње у његовом нормалном одвијању носи индиректне штете. Оне, у збиру са санацијом терена који је те последице изазвао, **изражене у новцу** апсолутно нису занемарљиве, **и њих треба евидентирати и извучити поуке.**

У случају саобраћајнице, поготову категорије **аутопута** тренутак настанка штете, директно утиче на **безбедност одвијања саобраћаја,** чија после-дица су **људске жртве.** Инжењерско-геолошке појаве у геолошкој средини која партиципира саобраћајници, на садашњем нивоу знања, **не могу да буду третирани** као појава „**више силе**“ у случају настанка људских жртава. Наиме, треба разликовати инжењерско-геолошке појаве, које се уважавају за услове изградње саобраћајнице, од инжењерско-геолошких појава, током њене експлоатације. Ове последње, директно утичу на безбедно одвијање саобраћаја. **Геолошка струка,** треба да прихвати свој део одговорности за безбедно одвијање саобраћаја на саобраћајници током њене експлоатације, и на тој чињеници треба радити у будућности. Први корак у том правцу је, **оформљење методологије и тражење места у регулативи,** која се односи на безбедност одвијања саобраћаја.

Када се ради о **превентиви,** која се тиче утицаја **геолошких стихија** на створену средину, она се може третирати као **основна и оперативна.** Тако, нпр. учешће геолошке средине при изградњи саобраћајница, је уједно њено учешће у основној превентиви.

Но, у **оперативној превентиви**, која се односи на **безбедно одвијање саобраћаја**, учешће геолошке средине тражи место у регулативи, **којом ће бити омогућено да преузме део своје одговорности**.

У **новим условима експлоатације** саобраћајница, ревитализацијом постојећих и изградњом **нових, брзина кретања** возила се јако увећава и **саобраћај се погушћује**.

Безбедно одвијање саобраћаја када су у питању инжењерско-геолошке појаве, везано је за поједине деонице саобраћајнице, и то за оне, где постоје **предиспонирани инжењерско-геолошки услови**. Отуда, присутно је наше залагање, **да се посебном сигнализацијом ове деонице** обележе и у оквиру ње, и сама активна места (евидентираних) појава нестабилности.

Саобраћајнице често прати и друга линијска инфраструктура и све оне користе терен заузет саобраћајницом. Гледајући појединачно, свака линијска структура укључујући ту и пут којим се одвија саобраћај имају различити значај, **односно категорију и поставља се питање њиховог међусобног старешинства**. Као пример наводимо, да саобраћајница у свом саставу има и објекте високоградње. Појединачно, сваки од ових објеката високоградње има своју категорију, али и саобраћајница као целина има своју категорију, па отуда остаје дилема, **да ли објекти високоградње, треба да задрже своју индивидуалну категорију или треба да преузму категорију саобраћајнице**. Насељавање простора саобраћајнице тражи и разматрање одговора терена на то насељавање, са **аспекта могуће измене постојећих инжењерско-геолошких процеса**.

Као што је истакнуто, категоризација представља додатну сигурност конструкције и надовезује се на инжењерску сигурност. У односу на ову укупну сигурност постављају се захтеви, као што је нпр. у еврокоду EC8 „ограничених оштећења“ и „**да се објекат не сруши**“. Саобраћајница не може да се сруши, а „ограничена оштећења“ у коначном воде **прихватљивој саобраћајној редукацији саобраћајнице**. За објекте високоградње разрађена регулатива тражи адекватно праћење у делу који се односи на нискоградњу, јер оне заједно чине створену средину са којом је директно чврсто повезан терен.

Да би техничко технолошке особености терена могле адекватно партиципирати створену средину, **геолошка струка је јако заинтересована за хармони-зацију регулативе**, у делу који се односи на **високогрању и нискоградњу**. Као пример, наводимо шипове на којима егзистира објекат високоградње.

Шип је грађевински елемент конструкције, и **за њега нема дефинисаног века експлоатације**, практично га поистовећују са тереном. Терен је „жив“. О томе говоре (стално) присутни инжењерско-геолошки процеси, који доводе до његове самоорганизације и човек својом делатношћу утиче на њено мењање. Густо насељавање дубинског дела терена саобраћајнице линијским објектима различитих функција, свакако тражи и разраду неке врсте примене „**урбанистичке регулативе**“. Као пример, наводимо да се у старом делу Београда, због проблема паркирања све више изграђују објекти **дубоким фундањем**, и као последица се јавља снижавање постојећег нивоа подземних вода. То води физичко механичким променама средине у којима **егзистирају подземни линијски системи**. Као што је познато, подземна вода је **саставни део инжењерско-геолошких услова** у оквиру којих егзистира створена средина и утицај изградње линијских инфраструктурних система на њу, треба пропатити одговарајућом регулативом.

4. ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРЊА

Друштвена средина, практично одређује колики и какав ризик прихвата, **прихватајући регулативом одређену повредљивост створене средине и терена**. Наше залагање је, да се тај **прихватљиви ризик смањи** у делу који се односи на директне интервенције у **санирању насталих штета**, и то, нарочито оних неочекиваних, **које настају у ланцу догађаја а** које намећу неочекивани услови. Пут наведеном циљу је **превентива**, али њу мора и треба да прати **одговарајућа регулатива**. Јер, повредљивост терена који није подлога коловозу, утиче на безбедно одвијање саобраћаја, и зато је неопходно **да добије дужну пажњу у Закону о безбедности саобраћаја**.

Као што је раније истакнуто, значајну улогу у томе (поред других заинтересованих струка), треба да има геолошка струка, **посебно специјалисти инжењерске геологије и геотехнике, па и хидрогеологије и геофизике**. Другим речима, ове специјалности као најмеродавније, поред тога, што имају значајну улогу у прилагођавању услова терена за потребе изградње саобраћајница, **треба и за фазу њихове експлоатације, да преузму део своје одговорности за безбедно одвијање саобраћаја на изграђеним саобраћајницама** (када се ради о деструктивном утицају терена). Разлог овом залагању је чињеница, да се током века експлоатације саобраћајница, **терен под утицајем инжењерско-геолошких процеса мења**.

Ове промене треба регистровати у оквиру текућег одржавања саобраћајнице. Природа има своју самоорганизацију, и **њено распознавање тражи праћење, а не само регистровање последица те самоорганизације.**

Дакле, геолошка струка треба да преузме свој део одговорности на утицајност поскупљења експлоатације саобраћајнице и безбедног одвијања саобраћаја, **због неприхватљиве повредљивости терена који је у функцији саобраћајнице.** Ову одговорност, геолошка струка може преузети само у случају, када може да утиче на степен истражености терена, као на неопходни обим и количину истражних радова, али и на инструментални оскултациони део неуралгичних места дуж саобраћајнице. И то, треба адекватном регулативом, да јој омогући друштвена средина.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Бошко Убипарип и сарадници: Геолошко - геотехничка истраживања локације клизишта „ДЕМЕРОЊА“. **Пројекат побољшања пута М-22 у зони клизишта „Демероња“ са геотехничким елаборатом.** ФондЗавода за геотехнику Института за путеве а.д. из Београда 2006 година.
- [2] Извештај тима и активности Републичког сеизмолошког завода послеземљотреса код Краљева 03.11.2010 у 01:56 Београд 01.12.2010. године.
- [3] Расположена документација Института за путеве а.д. Београд из Београда.

ОСВРТ НА ПРАВНУ РЕГУЛАТИВУ ШУМСКИХ ПУТЕВА У РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ

др Наташа Томић-Петровић, дипл.правник,
Саобраћајни факултет Универзитета у Београду, natasa@sf.bg.ac.rs,

Стручни рад

Резиме: Шуме и шумско земљиште покривају око 2,5 милиона хектара, што чини око једну трећину територије Републике Србије. Савремено гајење шума и економско газдовање шумама са општеприхваћеном технологијом коришћења шума може се остварити само уз постојање одговарајуће инфраструктуре шума и уз техничку опремљеност. Према Националној Стратегији одрживог коришћења природних ресурса и добара („Службени гласник РС“ број 33/12.) усвојеној 2012. године шумски пут представља интегрални део шуме, класификује се као шума, док се јавна саобраћајница кроз шуму категорише као урбано земљиште. Подизање и одржавање оптималног квалитета и густине шумских саобраћајница, као и помоћне инфраструктуре (куће, одморишта, итд.) ради спровођења одрживог газдовања шумама и обезбеђења социјалних и културних потреба друштва повећаће допринос шумарског сектора економском и друштвеном развоју наше земље.

Кључне речи: шумски путеви, правна регулатива, одржавање, развој, Србија

VIEWS ON THE LEGAL REGULATION OF FOREST ROADS IN THE REPUBLIC OF SERBIA

Natasa Tomic-Petrović, Ph.D.

University of Belgrade, FTTE Belgrade, natasa@sf.bg.ac.rs,

Professional paper

Summary: Forests and forest land in the Republic of Serbia cover around 2.5 million hectares, what represents about one third of the territory of the Republic of Serbia. Modern silviculture and economic forest management with the generally accepted technology of exploitation of forests can only be achieved with the existence of appropriate infrastructure and with technical equipment of forests. According to the **National Strategy of Sustainable Utilization of National Resources and Goods** ("Official Gazette of the Republic of Serbia", no. 33/12.) adopted in 2012 forest road is an integral part of the forest, classified as the forest, while the public roads through the forest are categorized as urban land. Raising and maintenance of optimal quality and density of forest roads with accessory infrastructure in order to carry out sustainable forest management and provide for social and cultural needs of society will also increase the contribution of forestry sector to economic and social development of our country.

Keywords: forest roads, legal regulation, maintenance, development, Serbia.

1. УВОД

Још у старом веку у Римском Царству почела је изградња путева као основне врсте комуникационих линија на копну. Развита колског саобраћаја и кретање римских легија у војне походе захтевали су потребу за путевима са коловозом, а њихови трагови су очувани у многим европским, северноафричким и азијским земљама које су биле под римском влашћу.

У Француској, после револуције најпре је почела изградња савремених путева, а потом и у Енглеској и Немачкој. Код нас је градња путева за колски саобраћај почела тек у 18-ом веку.

Савремено гајење шума и економско газдовање шумама са општеприхваћеном технологијом коришћења шума може се остварити само уз постојање одговарајуће инфраструктуре шума и уз техничку опремљеност.

2. АКТУЕЛНОСТ И ЗНАЧАЈ ПРАВНЕ РЕГУЛАТИВЕ

Крајем августа 2016. године јавност је сазнала да српским путевима ни поскупљење путарине неће моћи да помогне, односно стручњаци са Грађевинског факултета у Београду саопштавају да цео систем одржавања путева у нашој земљи не функционише.¹ Наводи се да су приоритети у Србији одржавање Коридора 10, као и Ибарске магистрале, мада је према мишљењу стручњака у овом тренутку 75% путева у Србији у лошем стању.

Према **Националној Стратегији одрживог коришћења природних ресурса и добара**² усвојеној 2012. године шумски пут представља интегрални део шуме, класификује се као шума, док се јавна саобраћајница кроз шуму категорише као урбано земљиште.

Закон о шумама³ из 2010. године у члану 8. дефинише шумске путеве као објекте путева и влаке изграђене првенствено ради обављања послова газдовања шумама, а нарочито ради заштите шума од пожара (за пролаз ватрогасних возила и технике). Према истом закону (члан 64.) техничка инфраструктура (шумске саобраћајнице, противпожарне пруге и други објекти који служе газдовању шумама) планира се, гради, одржава и користи на начин који не угрожава: 1) изворишта воде и водне токове; 2)

¹ За редовно одржавање државних путева годишње је потребно издвојити око 224 милиона евра, док је током 2012. године код нас утрошено 140 милиона евра, а у 2013-ој години дупло мање.

² „Службени гласник РС“ број 33/12.

³ „Службени гласник РС“ број 30/10, 93/12.

станишта значајна за опстанак дивљих биљних и животињских врста; 3) процес природног подмлађивања у шуми; 4) културну и историјску баштину; 5) остале општекорисне функције шума; 6) стабилност земљишта и не узрокује ерозију и бујице. Шумски путеви користе се за потребе газдовања шумама, али изузетно шумски путеви могу да се користе и за остале потребе под условима које утврди корисник, сопственик шума који газдује шумама у складу са основном, односно локална самоуправа за путеве у шумама сопственика којима се газдује у складу с програмом. Шумски путеви могу да се користе и за спортска такмичења која укључују моторна возила под условима и на начин утврђен основном, односно програмом.⁴

Управа за шуме, као орган управе у саставу Министарства пољопривреде, трговине, шумарства и водопривреде, обавља послове државне управе и стручне послове који се односе на изградњу шумских путева, а такође и одобрава и финансира пројекте везане за шумљивање, побољшање услова станишта, производњу семена и садница, расаднике, изградњу шумских путева за шумљивање и заштиту од пожара, као и научне пројекте.

Шумски путеви трајно отварају шуме и омогућавају коришћење њихових простора и ресурса. Трошкови одржавања зависе од квалитета градње, категорије пута и природних услова околине, а оквирна цена одржавања шумских путева у нашем шумарству на годишњем нивоу износи 2-4% од трошкова градње. Добит од шумског пута у периоду амортизације треба да је већа од трошкова градње, одржавања и санирања негативне утицаја на околину. Период амортизације траје 20 година и одговара веку трајања шумског пута. Последице неадекватног одржавања су вишеструке: већи укупни трошкови одржавања, већи трошкови превоза, угрожен континуитет процеса производње, смањен поврат инвестиција и смањена безбедност возње. [1]

Појам „отвореност шума” се често поистовећује са појмом „густина мреже шумских путева”, иако је она само једно од мерила и показатеља отворености шума. [2] У складу са Законом о шумама оптимална отвореност шума шумског подручја саобраћајницама утврђује се планом развоја, а планирање и изградња шумских путева детаљно се разрађује програмом изградње и одржавања шумских саобраћајница, који је саставни део плана развоја, као и основама и програмима. (Видети: члан 65, став 1. Закона о шумама). Програм отварања газдинске јединице шумским путевима један је од најбитнијих

планских докумената у шумарству. Веома чест случај је да се ови програми не израђују, а планиране активности у вези са изградњом и одржавањем шумских путева износе се у неколико реченица у посебним основама газдовања шумама, без икакве претходне анализе тренутног квантитативног и квалитативног стања шумских путева. [3]

Због тога **планирање и изградња** шумских путева, као највећих, најчешћих и најскупљих грађевинских објеката у шуми, треба да буде веома стручна, мулти-дисциплинарна и сврсисходна (Стефановић, Б., 2007). ...”.[2] Координацију планирања, изградње, одржавања и суфинансирања изградње и одржавања путева ради газдовања шумама сопственика и стручни надзор врши стручно лице запослено у јавном предузећу, односно привредном друштву чији је оснивач Република Србија, односно аутономна покрајина, а које испуњава услове утврђене овим законом и посебним прописима, уз учешће представника локалне самоуправе и сопственика шума.⁵

У складу са чланом 10, став 4. Закона о шумама променом намене шума не сматра се чиста сеча шума ради: изградње водова (електро, ПТТ и жичара) у функцији газдовања шумама; изградње шумских путева и других објеката који служе газдовању шумама.

У складу са Правилником о шумском реду⁶ просеци, извозни путеви, помоћна стоваришта, мостови, пропусти, шумски путеви, одводни канали, извори питке воде и заштитне ограде за спречавање штета од дивљачи, доводе се у ред најкасније у року од три месеца од обављене сече, израде, односно извоза дрвних сортимената.⁷ Према члану 25. Правилника о условима за коришћење шумских саобраћајница⁸ корисници шумских саобраћајница обавезни су да Јавном предузећу „Србијашуме” накнаде сваку штету на путу, објектима на путу или крају пута, дрвећу или животној средини, а коју учине својим возилом, радовима на опслуживању или поправкама возила, ометањем других корисника шумских путева, разбацавањем или губљењем нафтних деривата, хемијских средстава, амбалаже или других ствари и материјала.

Према **Закону о заштити природе**⁹ у циљу обавештавања, пружања помоћи и контроле посетилаца и наплате накнаде за употребу моторног возила у заштићеном подручју, на

⁵ Видети: члан 65. Закона о шумама, „Службени гласник Републике Србије”, број 30/2010, 93/2012.

⁶ „Службени гласник Републике Србије”, број 38/11.

⁷ Видети: члан 20. Правилника о шумском реду, „Службени гласник Републике Србије”, број 38/11.

⁸ „Службени гласник Републике Србије”, број 22/98.

⁹ „Службени гласник Републике Србије”, број 36/09, 88/10, 91/10.

⁴ Видети: члан 66. Закона о шумама, „Службени гласник Републике Србије”, број 30/2010, 93/2012.

јавном путу кроз заштићено подручје може се засновати улазна станица са одговарајућим објектима, опремом и особљем, на основу просторног односно урбанистичког плана управљања заштићеним подручјем и уз сагласност управљача јавног пута. Улазна станица може имати и објекте, средства, опрему и лица за потребе одржавања јавног пута и безбедности саобраћаја. Када се на улазној станици врши наплата накнаде, управљач заштићеног подручја дужан је да наплату организује тако да обезбеди проток возила са што мањим застојем, а у складу са саобраћајно-техничким условима, које утврђује управљач јавног пута у поступку издавања сагласности.¹⁰

Јавно предузеће „Србијашуме“ може појединим корисницима шумских путева да привремено или трајно забрани коришћење одређеног путног правца ако установи да се не придржавају прописа о безбедности саобраћаја, не поштују одредбе Правилника о условима за коришћење шумских саобраћајница, не поштују ограничења, забране и прописе о специфичним условима за коришћење шумских путева и ако избегавају плаћање накнаде за коришћење шумских путева. Саобраћај на шумском путу може да се ограничи и забрани када је то неопходно ради безбедности саобраћаја, спречавања оштећења пута или извођења радова на њему. Ако због великог броја возила прети опасност да саобраћај буде загушен или шумски камионски пут да буде оштећен, овлашћено лице ЈП „Србијашуме“ има право да затвори пут и привремено одложи улаз других возила, док се саобраћај на путу не рашчисти.¹¹

Сопственик, односно корисник шума дужан је да редовно одржава шумске путеве. У области коришћења и одржавања шумских путева, предвиђена је и обавеза корисника шума да води катастар шумских путева који се користе за газдовање шумама.¹²

Забрањено је у шуми без дозволе сопственика односно корисника шума кретање моторним возилима изван путева који су за то намењени, осим за службене потребе, кретање у затвореним и забрањеним подручјима, путевима, ограђеним ловиштима, експерименталним и пословним објектима; кретање на површинама на којима се врше шумски радови и пошумљавање, сеча, изградња објеката, лов и

друго.¹³ Новчаном казном од 100.000 до 1.000.000 динара казниће се за прекршај правно лице ако: - користи и одржава шумске путеве супротно одредбама члана 66. став 1. до 3. Закона о шумама; - користи шумске путеве за спортска такмичења супротно одредби члана 66. став 4. овог закона; - не води катастар шумских путева који се користе за потребе газдовања шумама (члан 66. став 5).¹⁴

Правилником о условима за коришћење шумских саобраћајница¹⁵ на шумским камионским путевима забрањено је између осталог: - просипање, остављање или бацање отпадног и другог материјала, - испуштање отпадних и других вода, или спречавање њиховог отицања, - вршење других радњи којима се може оштетити пут, ометати саобраћај и обављање послова у области газдовања шумама.¹⁶

Технички елементи шумских путева (полупречници кривина, нижи квалитет коловоза и др.) и нижи квалитет одржавања омогућавају безбедно кретање само камионима и теренским путничким аутомобилима до дозвољене брзине (км на сат), док кретање возила изнад дозвољене брзине и употреба других превозних средстава на шумским путевима иде на сопствену одговорност корисника ових путева. Корисници шумских путева обавезни су да на њима користе возила и прикључне уређаје на њима у складу са одредбама важећих прописа којима се регулишу питања: техничке исправности, габарита возила и прикључних уређаја на њима, осовинска оптерећења на пут, односи маса вучног и прикључног возила са теретом на њима, као и друге одредбе о безбедности саобраћаја.¹⁷

Циљ је изградити такву мрежу шумске транспортне структуре која ће омогућити да се постигну најбољи економски резултати у газдовању шумом, а да се при томе нанесу најмањи могући негативни еколошки утицаји. Овакве резултате је могуће постићи само кроз студиозне анализе и провођење свих фаза, од планирања, преко пројектовања, до изградње и одржавања шумске транспортне инфраструктуре. [4]

¹⁰ Видети: члан 68. Закона о заштити природе, „Службени гласник Републике Србије“, број 36/09, 88/10, 91/10.

¹¹ Чланови 12 и 15. Правилника о условима за коришћење шумских саобраћајница, „Службени гласник Републике Србије“, број 22/98.

¹² Видети: члан 66, став 5. Закона о шумама, „Службени гласник Републике Србије“, број 30/2010, 93/2012.

¹³ Видети: члан 51. и 66. Закона о шумама, „Службени гласник Републике Србије“, број 30/2010, 93/2012.

¹⁴ Видети: члан 112. Закона о шумама, „Службени гласник Републике Србије“, број 30/2010, 93/2012.

¹⁵ „Службени гласник Републике Србије“, број 22/98.

¹⁶ Видети: члан 16. Правилника о условима за коришћење шумских саобраћајница, „Службени гласник Републике Србије“, број 22/98.

¹⁷ Видети: члан 10. и 11. Правилника о условима за коришћење шумских саобраћајница, „Службени гласник Републике Србије“, број 22/98.

Значај шумских путева је велики и у заштити од пожара, јер омогућује превентивну и репресивну заштиту. Превентивна заштита се не огледа само у спречавању појаве пожара, већ и уклањању услова за њихов настанак, као и кроз стални мониторинг угрожених шумских површина, а репресивна кроз стварање услова за благовремено гашење пожара. Запажа се да постоји значајна корелација између учесталости појаве пожара и густине мреже шумских путева. [5]

3. ИСКУСТВА У РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ

Шуме и шумско земљиште покривају око 2,5 милиона хектара, што чини око једну трећину територије Републике Србије. У Србији је од 2000. године регистровано повећање укупне дужине шумских путева за преко 300 %, а у односу на 2009. годину укупна дужина је повећана за преко 50%. Нагли пораст је најочљивији код шумских путева са изграђеним коловозом, преко 12 пута, док је пораст дужине путева са тврдом подлогом за преко 80%. Дужина путева без изграђеног коловоза је незнатно повећана. Током 2013. године дошло је до повећања дужине свих категорија шумских путева. [6]

Према **Стратегији развоја шумарства Републике Србије**¹⁸ и **Националној стратегији одрживог коришћења природних ресурса и добара**¹⁹, стратешко опредељење сектора шумарства Србије заснива се на принципима одрживог газдовања и коришћења шума. У наведеним стратешким документима потврђен је значај шумских путева као техничке инфраструктурне основе одрживог газдовања и коришћења шума, али је указано и на изражен проблем имплементације наведених принципа и „...због недовољно развијене мреже шумских путева...”, при чему се, у циљу побољшања стања мреже, „...планира њено проширење и повећање квалитета...”. [2]

Иако не постоје прецизни подаци о квантитативном и квалитативном стању шумских путева, сматра се да је густина мреже шумских путева на подручју којим газдује ЈП „Србијашуме” 7,23 m/ha, односно 5,24 m/ha ако се у обзир узму само шумски путеви са туцаничким коловозом (2014).[3] Шумски путеви у ЈП „Србијашуме” су његова основна средства. Пројектују се и граде у складу са Упутством за пројектовање и грађење шумских камионских путева, актом утврђеним од стране Сектора за коришћење шума (јун 1993. године, са каснијим изменама и допунама).

С обзиром на густину и начин одвијања саобраћаја, шумски путеви пројектују се и граде са једном или две саобраћајне траке.²⁰ Основне делатности јавних предузећа „Србијашуме” и „Војводинашуме” су такође пројектовање, изградња и одржавање шумских саобраћајница, паркова, зелених рекреативних површина и других објеката који служе газдовању шумама.

Правилником о условима за коришћење шумских саобраћајница²¹ уређује се један број питања од којих зависи функционална трајност шумских саобраћајница, рационалност њиховог одржавања и безбедност саобраћаја на њима, као што су: - категоризација шумских саобраћајница, - општи и посебни услови за коришћење шумских путева од стране других предузећа, правних лица и грађана, - специфична правила саобраћаја, ограничења и забране на шумским путевима.

Шумске саобраћајнице деле се у две категорије и то: 1. Основну мрежу саобраћајница чине шумски камионски путеви, као некатегорисани путеви (шумски путеви), који могу бити са: – изграђеним коловозом ("тврди путеви"), – неизграђеним коловозом ("меки путеви") или – комбинованим коловозом (део трасе са изграђеним, а део са неизграђеним коловозом), док допунску мрежу саобраћајница чине тракторски путеви – влаке. Под шумским саобраћајницама подразумевају се објекти тзв. нискоградње, изграђени са првенственом наменом за обављање послова газдовања шумама.²²

По основу овлашћења из Закона о шумама и Правилника о условима за коришћење шумских саобраћајница, ЈП „Србијашуме” има права и обавезе да: 1. другим предузећима, правним лицима и грађанима омогући да користе шумске путеве под условима прописаним овим Правилником; 2. путем јавних гласила и на друге начине обавештава друге кориснике о условима под којим могу да користе шумске путеве; 3. одржава шумске путеве на начин којим се за потребе газдовања шумама омогућује безбедан саобраћај на њима; 4. ограничава или обуставља саобраћај на шумском путу у свим случајевима када је: безбедност саобраћаја угрожена, када је нужно заштитити одређену саобраћајницу (или њен део), или када то захтевају узгојно-газдинске или еколошко-заштитне мере на одређеном шумском локалитету; 5. утврђује ценовник накнада за коришћење шумских саобраћајница; 6. утврђује начин остваривања накнада за штете

²⁰ Чланови 5. и 6. Правилника о условима за коришћење шумских саобраћајница, „Службени гласник Републике Србије”, број 22/98.

²¹ „Службени гласник Републике Србије”, број 22/98.

²² Видети: члан 3. и 4. Правилника о условима за коришћење шумских саобраћајница, „Службени гласник Републике Србије”, број 22/98.

¹⁸ „Службени гласник РС“ број 59/06.

¹⁹ „Службени гласник РС“ број 33/12.

које учесници саобраћаја учине: шумским путевима, путним објектима, стаблима поред пута, производима шума или животної средини, у случајевима у којима се накнада не остварује у поступку пред надлежним судом.²³

Шумске путеве Јавног предузећа „Србијашуме“, који су изграђени у складу са Упутством из члана 5. Правилника о условима за коришћење шумских саобраћајница могу да користе и други корисници само ако су са директором шумског газдинства (или лицем кога он овласти) регулисали под којим условима, на који начин и у којим роковима то могу чинити. Остали корисници шумских путева плаћају Јавном предузећу „Србијашуме“ накнаду за коришћење шумских путева према ценовнику Предузећа. Накнаде за коришћење шумских путева из члана 20. ЈП „Србијашуме“ неће наплаћивати од месног становништва, ако су то неизбежне или за њих посебно погодне саобраћајнице (према другим насељима или индустријским центрима).²⁴

Шумски путеви изграђени са техничким елементима који не задовољавају критеријуме из Упутства из члана 5. овог правилника (већи нагиб, мања ширина, мањи полупречници кривина, необезбеђене мимоилазнице и др.) сматрају се интерним саобраћајницама Јавног предузећа „Србијашуме“. Други корисници могу користити ове путеве на сопствени ризик и одговорност. Шумским камионским путевима могу да се крећу моторна возила која испуњавају важеће прописе о безбедности саобраћаја на јавним путевима и посебне услове одређене Правилником и другим актима ЈП „Србијашуме“ донетим у складу са њим. На шумским путевима сви учесници у саобраћају обавезни су да поступају у складу са одредбама Правилника, знаковима постављеним на путу (уз пут), знацима и наредбама које им дају овлашћена лица за регулисање саобраћаја на овим путевима, као и лица надлежна за отпрему производа шумарства и/или за заштиту шума и животне средине. У случају да услови за коришћење шумског пута нису посебно регулисани, корисници шумских путева обавезни су да се на њима придржавају прописа који важе за некатегорисане путеве.²⁵

Планирању мреже шумских путева претходи детаљна анализа тренутног квалитативног и квантитативног стања шумских путева, а пре свега, утврђивање њиховог просторног

распореда.[3] Генерално може се рећи да што се више уложи времена, стручности и новца у планирање и градњу шумских путева мање средстава ће бити потребно за одржавање.[7]

Закон о шумама Републике Србије предвиђа да се планирање и изградња шумских путева детаљно разрађује и на нивоу шумског подручја у оквиру плана развоја, и на нивоу газдинске јединице, у оквиру основа, тј. програма газдовања шумама. На овај начин је омогућено да се активности на планирању мреже шумских путева кроз пројектовање и оптимизацију, али и на изградњи траса шумских путева изабраних у процесу оптимизације, ускладе са планирањем газдовања шумама на одговарајућем просторном нивоу. [2]

Пројектовање мреже шумских путева се ради у склопу програма изградње и одржавања шумских саобраћајница као саставном делу плана развоја. Циљ израде овог програма је добијање вредности оптималне густине мреже шумских путева, као мерила оптималне отворености шума, на крају планског периода од 10 година, али и планирање изградње нових и радова на постојећим шумским путевима на шумском подручју. [2]

Пројектовање и грађење путева са малим обимом саобраћаја обично се разматра као мала ставка, иако већина путева (више од 80%) у путној мрежи неке земље спада у ту категорију. Према информацији доступној у Јавном предузећу „Путеви Србије“, на локалне путеве у Србији спада нешто више од 58%. С друге стране, веома ограничена финансијска средства, која су намењена одржавању и надгледању, воде до веома слабих оперативних карактеристика тих путева, које утичу на велики број несрећа које су опажене у урбаним срединама.[8]

У складу са циљевима газдовања шумама у циљу унапређења и побољшања постојећег стања шумских путева на нивоу шумског подручја планирају се два основна развојна правца, и то:

1. изградња нових шумских путева у циљу повећања густине и достизања периодичне оптималне густине мреже на крају планског периода од 10 година, и
2. изградња различитих видова радова на постојећим шумским путевима у циљу побољшања њиховог функционалног стања и постизања, за дате услове, најбоље квалитативне и квантитативне структуре мреже.

Планиране мере и активности на унапређењу стања шумских путева у оквиру наведених развојних праваца се раде у програму изградње и одржавања шумских саобраћајница који садржи обим, динамику и ресурсе, као и начин и упутства за њихово спровођење.[2]

²³ Члан 2. Правилника о условима за коришћење шумских саобраћајница, „Службени гласник Републике Србије“, број 22/98.

²⁴ Чланови 23. и 24. Правилника о условима за коришћење шумских саобраћајница, „Службени гласник Републике Србије“, број 22/98.

²⁵ Чланови 8. и 9. Правилника о условима за коришћење шумских саобраћајница, „Службени гласник Републике Србије“, број 22/98.

4. ЗАКЉУЧАК

Колики је утицај човека на биосферу у ери глобализације? Зика је последњи у низу вируса који су тако погубно мутирали, а мало је позната чињеница да је у старом веку употреба коре врбе и јаблана коришћена у лечењу бола и грознице, док је аспирин откривен тек 1899-те године.

Један од значајних индикатора стања шума су шумски путеви који указују на начин коришћења и управљања шумама. Шумски путеви представљају услов за рационално, економично и интегрално газдовање над свим шумским ресурсима. Они служе за транспорт, за извођење биолошких мера и мера заштите од пожара у шуми, као и за лакше коришћење осталих вредности шуме. Што је већа дужина шумских путева одрживост експлоатације шума базирана на планском разређивању и рашчићавању је већа. Уколико имамо мању густину шумских путева значи да је експлоатација била по ободима шума и бележимо мање смањење површине под шумом.

Средства која се издвајају недовољна су за редовно одржавање мреже шумских путева. Нови шумски путеви често се граде стихијски не водећи рачуна о њиховом оптималном положају. У одређивању оптималне густине и положаја шумских путева прва фаза је анализа постојеће мреже шумских путева и издвајање неотворених или недовољно отворених делова газдинских јединица.

Постојећи ниво производно-технолошког процеса у шумарству, услед техничко-технолошке и организационе несавремености и недовољно развијене мреже шумских путева утиче на отежано газдовање шумама. Повећање доприноса шумарског сектора економском и друштвеном развоју Републике Србије значи такође и подизање и одржавање оптималног квалитета и густине шумских саобраћајница, као и помоћне инфраструктуре.

Литература

- [1] Поточник И, Љубојевић С, Петковић В, Марчета Д. (2012). Трошкови одржавања шумских камионских путева, Гласник Шумарског факултета Универзитета у Бањој Луци, 16, 77 – 89.
- [2] Стефановић Б. (2015). Методологија пројектовања мреже шумских путева на нивоу шумског подручја. „Шумарство”, 1-2, 121-134.
- [3] Даниловић М, Стојнић Д. (2014). Оцена стања мреже шумских путева као основ за израду програма отварања газдинских јединица. Гласник Шумарског факултета, 110, 59-72.
- [4] Соколовић Џ, Бајрић М. Анализа могућег утицаја шумске транспортне инфраструктуре на разорно деловање брдско-планинских водотокова: Управљање ризицима од поплава и ублажавање њихових штетних последица. Шумарски факултет Универзитета у Сарајеву, Сарајево, **стр. 111-121**. Доступно преко: http://www.anubih.ba/images/publikacije/posebna_izdanja/PRIMAT/25_osebna_izdanja_CLXI_25/Poplave%202015-09.pdf (29.09.2016)
- [5] Стефановић Б, Стојнић Д. Вишекритеријумски избор мреже шумских путева у условима угрожености од пожара у националном парку „Тара”. Шумарски факултет Универзитета у Београду, Београд, *Доступно преко:* data.sfb.bg.ac.rs/sftp/bogdan.stefanovic/Tara%20ver%201.7.docx (29.09.2016)
- [6] Национална листа индикатора заштите животне средине Србије. Министарство пољопривреде и заштите животне средине, Агенција за заштиту животне средине, Београд.
- [7] Козар С, Соколовић Џ, Бајрић М. (2009). Модерне коловозне конструкције на шумским камионским путевима. Works of the Faculty of Forestry, University of Sarajevo, 2, 27-42.
- [8] Цветановић А, Банић Б, (2013). Локални путеви. Београд: Академска мисао.

БИЉНЕ ЗАЈЕДНИЦЕ КАО ИНДИКАТОРИ ПРЕПОЗНАВАЊА И САНИРАЊА КЛИЗИШТА ВЕГЕТАЦИЈОМ И БИОТЕХНИЧКОМ СТАБИЛИЗАЦИЈОМ

мр Владета Вујанић, дипл.инж.геол.
е-mail: v.vujanic944@gmail.com

Милован Јотић, дипл.инж.геол.
Институт за испитивање материјала ИМС, е-mail: mjotic@hotmail.rs

Стручни рад

Резиме: У раду се саопштавају могућности препознавања клизишта и других нестабилности на основу присуства одређених биљних заједница, као и нека светска и наша искуства у санацији нестабилних терена, применом вегетације и биотехничке стабилизације.

Кључне речи: биљне заједнице, клизишта, вегетацијска и биотехничка стабилизација

PLANT COMMUNITIES AS RECOGNITION INDICATORS AND RESOURCES FOR LANDSLIDES REMEDIATION USING VEGETATION AND BIOTECHNICAL STABILIZATION

Vladeta Vujančić, M.Sc., B.Sc., Geol.
е-mail: v.vujanic944@gmail.com

Milovan Jotić, B.Sc., Geol.
Institute for Materials Testing IMS; е-mail: mjotic@hotmail.rs

Professional paper

Abstract: *The paper describes possibilities of recognition the landslides and other types of land instabilities on the basis of presence of certain plant communities as well as some Swedish and our experiences in remediation of unstable grounds with utilization of vegetation and biotechnical stabilization.*

Key words: *plant communities, landslide, vegetation, biotechnical stabilization.*

1. УВОД

Опште је познато да се **лабилни и нестабилни терени** (па и активна клизишта), могу препознати по одређеним карактеристичним чиниоцима, међу којима су најзначајнији: морфолошки, геолошки, хидрогеолошки, **биолошки** и технички. Од свих њих, најмање је до сада у стручној пракси разјашњено и писано о **утицају биљног фактора у препознавању и санацији клизишта.**

На теренима наше земље (у ширем смислу), расте преко хиљаду врста корова док типични економски значајни коров чини око три стотине врста. Тешко је извршити класификацију корова који расту на *клизиштима*, јер је наша земља са различитим климатским, земљишним и рељефним приликама и различитом пољопривредном производњом.

Пошто се биљке интегрирају на прилике „станишта“ састав вегетације, па и врсте корова у појединим подручјима земље су различити. Док је у једном поднебљу нека биљка коров, у другом је безначајна или је уопште нема.

С обзиром да је већина клизишта (пре) **засићена водом**, разумљиво је да на таквом терену **расту оне биљне заједнице** којима погодује вода. Најчешће су то: **шевари, зувке, раставићи, подбела и друге барске и подбарске вегетације**, које се јављају по релативно благим падинама, за разлику од стрмијих падина, где се јављају: **врбе, јове и друге врсте листопадног дрвећа**, а које иначе, расту по подбарним теренима и теренима са изданима плитко испод површине.

Примети ли се, приликом рекогносцирања терена одређена биљна заједница, можемо је сматрати да је **безусловни** (верни) **индикатор клизишта**. Ако се та запажања допуне изјавама мештана, могуће је на плановима (нацрт-подлогама) **грубо исцртати контуре (цирк) клизишта.**

У принципу вегетација има значајну улогу у **санацији клизишта и нестабилних падина**, зато што растиње (уопште) тражи воду, коју узима из површинских слојева исушујући их на тај начин. У недостатку површинске воде, биљке се адаптирају на тај начин, што продубљују своје корење или пуштају жилу (е) срчаницу у потрази за подземном водом (која је по правилу присутна у телу клизишта), **што погодно делује на учвршћивање тла.**

Такође, је познато, да код (правилно) пошумљених терена нема израженог ерозионог спирања, нити појаве већих клижења. С тог становишта, најприкладније **дрвеће или растиње** за садњу на клизиштима, **је оно које има највећу потребу за водом и развија (добро) у дубину корење.** Зато је, за санацију нестабилних терена, врло битно одабрати адекватно решење, односно дрвеће примерено постављеним захтевима и условима терена, који су обухваћени клижењем. Јер се, на тај начин, **смањује**, односно **зауставља** развој клизних процеса (фосилизирањем, врло старих клизишта), а утицај ерозионих процеса површинских водених токова (који су иницијална каписла за ове нестабилности), сведе на могућу најмању меру (тј. учини безначајним).

Имајући све то у виду, **сматрамо да је корисно да нашу стручну јавност** (иако је о овоме већ писано), а после догођених природних стихија 2014.год., **појавом циклона „Тамара“**, који је изазвао енормне **падавине** (а тиме и поплаве), **ерозију и бројна клижења терена**, већих размера на одређеним просторима Србије, **још једном**, упознамо са могућношћу коришћења биљних заједница код санације клизишта и других нестабилности. Њихова примена би имала, **велики значај у превенцији од евентуалног, будућег догађаја оваквих појава, као и санацији појава, које већ постоје** што би у већој мери омогућило спречавање или умањење процеса од оваквих природних катастрофа.

2. БИЉНЕ ЗАЈЕДНИЦЕ КОЈЕ СЕ НАЈЧЕШЋЕ ЈАВЉАЈУ КАО ИНДИКАТОРИ КЛИЗИШТА

На основу искуства из праксе **као и директне провере** рекогносцирањем појединих клизишта у нашој земљи, утврђена је (стална) **присутност појединих биљних врста** (корова), **које се наводе у следећој табели:**

Табела 1. Присутност појединих биљних врста на (појединим) клизиштима

1. Equisetum arvense L	пољска преслица, раставић
2. Equisetum maximum Lamarck	велики раставић
3. Equisetum palustris	жабља преслица
4. Tussilago farfara L.	подбел
5. Ononis spinosa L.	гладиш, зечији трн
6. Carex flacca schreber	шаш, сивозелена оштрица
7. Carex gracilis	шашика, шиљата оштрица
8. Brachypodium pinnatum (L.) Beauv	гоштица, пасјача
9. Rubus caesius L.	дивља купина (шумска воћка)
10. Juncus intlexus L.	сита чађава, шумска
11. Juncus compressus L.	сита траваста
12. Juncus effusus L.	сита гола
13. Juncus conglomeratus L.	сита гроњаста
14. Cirsium oleraceum (L.) Scop.	воденика
15. Scirpus silvaticus L.	ситина, везлица
16. Festuca gigantea (L.) Vill	власуља, јанчарица
17. Ranunculus acer L.	жабљак, љутић

Присутност горе наведених врста на пади-нама наших обронака **даје нам верни сигнал клизишта**. Заједничко свим набројаним врстама је, **тло** (терени) **са доста влаге** (киселог карактера). Исте врсте расту једнако на **тврдим, збијеним, песковито – иловастим и непропусним** (тлима) **теренима**.

Безусловни (верни) **индикатор појаве клизишта је пољска преслица**, под ред.бр. 1 из горње табеле.

Условно стални индикатори су, под ред.бр. 2, 3 и 4.

Индикатори условљени земљиштем (тереном) су:

- тло је иловача, под ред.бр 5,6 и 8;
- падина са влажном мокром иловачом, под ред.бр. 9 и 10;
- влажна места (ливаде и тресаве), под ред.бр. 11, 12, 13, 14, 15, 16 и 17.

2.1. Карактеристике корена неких биљака на клизиштима

Табела 2. Карактеристике корена неких биљака

Equisetum arvense L	<i>слабо разгранат али дубоко продирући корен, до 80 cm дубине</i>
Tussilago farfara L.	<i>добро разграната и дубока коренована мрежа,</i>
Brachypodium pinnatum L.	<i>врло разгранат и густ коренов систем који продире у тло и преко 50 cm; коренова мрежа развијенија је од надземног дела,</i>
Rubus caesius L.	<i>врло разграната коренова мрежа, која по просторном заузимању знатно прелази простор који заузима надземни део жбуна,</i>
Scirpus silvaticus L.	<i>коренов систем је добро развијен, стварајући густу мрежу која прораста земљиште; биљка расте на влажним земљиштима</i>
Juncus effusus L.	<i>густ коренов систем слабо разгранат, биљка мокрих биотопа; што је тло влажније, коренов систем је мање развијен и претежно се задржава у пројекцији надземног дела биљке.</i>

3. САНАЦИЈА КЛИЗИШТА РАСТИЊЕМ И БИОТЕХНИЧКОМ СТАБИЛИЗАЦИОМ

Падински покрети нарушавају вегетацију и то не само **дрвеће**, него и **бусенасто растиње**. Зато је главни задатак код извођења санационих радова обновити колико год је то могуће, и пошумити падину одговарајућим дрвећем.

Пошумљавање је последња етапа санационих радова и одвија се по правилу након смиривања клизишта (барем привремено). Пре сађења шумског дрвећа или воћњака потребно је **обавити претходне радње, тј. одводњавање терена, поравњавање падине и затрпавање** пукотина (ожилъци).

Трајна стабилизација угрожене падине пошумљавањем **успешна је, само код плитких издужених клизишта. Клизшта са дубоким клизним површинама немогуће је задржати растивом**, али и у тим случајевима може одговарајуће растиве делимично, ограничити продирање површинске воде у дубину и тиме индиректно придонети смиривању клизишта. То се пре свега односи, **на веома честе случајеве смиривања природне заштите клизишта код огољених терена**, зато што стока попасе билјни покривач на потенцијалном клизишту, или кад се сечом шуме у сврху пољопривредног земљишта или расквашавање терена за градњу објеката, уништи или смањи природна заштита клизних (нестабилних) терена. **Вегетација у принципу има значајну улогу у санацији клизишта и то треба користити.** Јер применом мешовитих мера стабилизације покренутих падина (укључујући и вегетацију), **може се доћи до успешнијих резултата.**

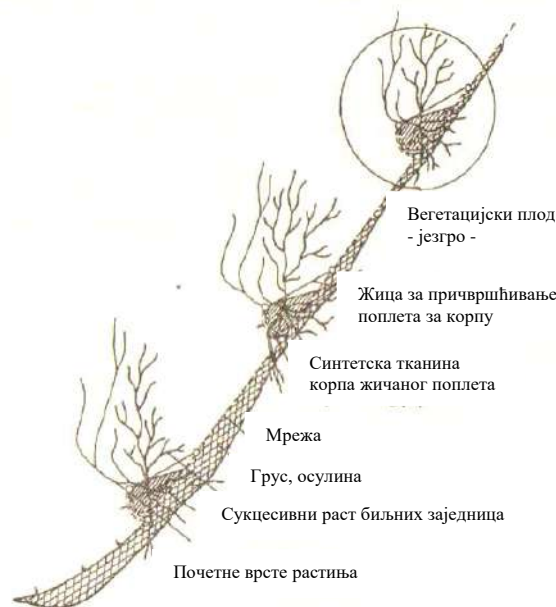
Опште, узевши се зна, **да шумско растиве има две функције:** исушује површинске слојеве терена и механички их учвршћује системом дубоког корења, колико је то могуће.

Дрвеће за раст тражи воду коју узима из површинских слојева исушујући их на тај начин. У недостатку површинске воде, билјке се адаптирају на тај начин што продубљују корење или **пуштају жилу срчаницу у потрази за подземном водом**, што погодно делује на учвршћивање тла.

Једна тридесетогодишња бреза транспирацијом преко листа **избаци годишње из тла 32.000 литара воде**, или једна бела јова средњег раста у „пригорским крајевима, **својим корењем веже од 5 до 10 кубика земље.** Дакле, билјка својим специфичним растом врши транспирацијом природну дренажу или **армира тло. Код правилног пошумљавања земљишта нема ни спирања, нити клизања тла** (терена).

С тог становишта, најприкладније дрвеће за садњу на клизиштима јесте **оно које има највећу потребу за водом и добро развијено корење**, тј. да је добар „компетитор“. Није погодно црногоричино дрвеће које има најмање испаравање. Много погодније је **листопадно дрвеће** које има већу површину листа, а тиме и већу транспирацију.

У принципу, вегетациону заштиту (затрављивањем или засадима) за клизишта и нестабилне терене, бирати са дубоким корењем, **или саднице билјних врста грмља, које се вегетативно добро размножавају**, а имају потребу за водом.



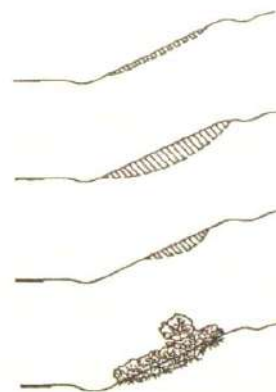
Слика 1. Поступни развој вегетације на потенцијално нестабилној падини

За пошумљавање клизишта најпогоднија дрвећа су: **јове, врбе, брезе, тополе, багрем, јасен и сл.** Исте врсте имају најпродуктивнију снагу **корења и најбрже расту.** Свака од наведених врста дрвећа, углавном има више подврста (варијетета), што се види из следећег приказа:

Стога, није потребно разматрати само транспирацијску снагу дрвећа, него треба узети у обзир и **утицај** одређеног дрвећа **на структуру земљишта** и бирати оне врсте које ће уз одређене услове успевати на клизишту и развијати се. Зато на клизишту не треба садити четинаре, посебно **монокултуре смреча** које неповољно делују на структуру тла. Осим тога, смрека има плитко корење са релативно високим растом и **због тога тежином знатно оптерећује површину терена.**

Веома чест случај оптерећења терена **имамо код усека**, где није посвећена довољна пажња **како се дрвеће сади на косини**, па тако, **баш смреча изазива одрон на путевима.** Изузетак чини црни бор (*Pinus nigra*) који добро веже тло, **а скромних је захтева за водом и земљиштем**, па је погодан за доломитско-кречњачке терене.

Значај вегетације, при стабилизацији клизишта често се потцењује, поготову на саобраћајницама, па и на другим објектима, односно (не) слободним урбаним просторима. Међутим, знамо да бусенасти (биљни) покривач **штити тло од „борастих“ пукотина** са истовременим одузимањем влаге стенским масама до одређене дубине. За стабилизацију површинско плитких издужених клизишта, односно издужених косина, препоручује се да се **најпре посеје уз падину погодна врста трава и биљака** са плодовима, затим **живице, па тек онда садити дрвеће**, које је погодно за газдовање с неправилном и ограниченом сечом



Слика 2. Изглед клизишта на косини пре и после санације вегетацијом

Табела 3. Подврсте најпогоднијег дрвећа за пошумљавање клизишта

ЈОВЕ	<i>Alnus incana</i> Moench	бела јова	за пределе веће
	<i>Alnus glutinosa</i> Gaertn	црна јова	надморске висине
	<i>Alnus viridis</i> Lam.	зелена јова	
ВРБЕ	<i>Salix alba</i> L.	бела врба	
	<i>Salix caprea</i> L.	ива	
	<i>Salix cinerea</i> L.	барска ива	
	<i>Salix amygdalina</i> L.	бадемаста врба	
	<i>Salix fragilis</i> L.	крта врба	
	<i>Salix pentandra</i> L.	прашлика	
ТОПОЛЕ	<i>Populus alba</i> L.	бела топола	
	<i>Populus nigra</i> L.	црна топола	
	<i>Populus tremula</i> L.	трепетљика	
БАГРЕМ	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.		
ЈАСЕН	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	обични јасен	
	<i>Fraxinus axycarpa</i> wildd	пољски јасен	
	<i>Fraxinus americana</i> L.	амерички јасен	
ПАЈАСЕН	<i>Ailantus glandulosa</i> Desf.		одлично веже тло
ГРМОВИ	<i>Ligustrum vulgare</i> L.	обична калина	
	<i>Euonymus europaea</i> L.	обична курика	
	<i>Euonymus verrucosa</i> Scop.	брадавичаста курика	
	<i>Corylus alvella</i> L.	обична леска	
	<i>Cornus sanguinea</i> L.	свиб	
	<i>Crateagus oxyacanth</i> L.	вишесемени глог и др.	

Уважавајући у потпуности наведени поступак, а у комбинацији са другим мерама стабилизације (**био торкрет са жичаном мрежом, габиони, армирана земља и сл.**), могу се добити задовољавајући ефекти санације терена, сл. 1 и 2.

Иначе, из искуства произилази, да је главни тип природне шуме на нашим клизиним теренаима, **шума са грабом измешан са Лужњаком**. Као главно дрвеће препоручује се садња **храста, граба, јасена, јове, барске иве, тополе и раките**. Затрављивањем површине смањује се влажност иловастих земљишта, **чак до дубине 2,5 m, а утицај жбуња допире, преко 3 m**. Према искуству шумских газдинстава показало се као добро да се на клизиштима **одржава трајна мешавина шума и да се дрвеће обнавља поступно**. Потребно је колико је то могуће избећи веће сече (чистом сечом), које нарушавају стабилност падине променом режима и подземне воде, а посебно повећаном могућношћу упијања воде при нарушавању површине ерозијом.

Поред тога, није препоручљиво користити ширу зону потенцијалног клизишта (требало би, напротив забранити) као пашњак, као што се често чини, јер стока која пасе нарушава и кида бусенасти покривач, квари површинско одводњавање (грмља па и дрвећа), те ствара копитама каљује, **па тиме и могућност поновног активирања процеса клижења**. На крају важно је истаћи, да успешно решавање ове проблематике подразумева интердисциплинарну сарадњу специјалиста из више научних и стручних дисциплина, као што су: **геологија, хидрологија, педологија, шумарство, биологија, грађевинарство, итд.**

4. НЕКА СВЕТСКА ИСКУСТВА У ПРИМЕНИ ВЕГЕТАЦИЈСКО – БИОТЕХНИЧКИХ СТАБИЛИЗАЦИЈА

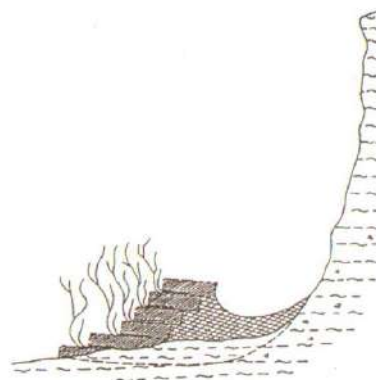
У наставку, даје се сажет преглед стабилизације падина методама: **вегетације и биотехничке заштите падина** (употреба вегетације комбиноване са структурним стабилизационим елементима), чије су резултате саопштили истакнути светски стручњаци, који се баве овом проблематиком. Основни концепт вегетацијске стабилизације није нов, али најновија испитивања и развој данас **омогућавају ефективније коришћење тих техника него у прошлости**. Додатне информације о биостабилизацији је објавио GRAY 1970, Gray и Leiser (1982) и Wu (1994a, 1994b). Према Wu (1994b) вегетација доприноси стабилизацији кроз:

- а) **ојачавање корењем,**
- б) **захватање падавина и евапотранспирација,** које смањују порни притисак.

Испитивани случајеви показали су да до појаве клизања може доћи услед губитка ојачања, које пружа корење дрвећа. Wu (1979); Reistenberg i Sovonick – Dunford (1983); Reistenberg (1987). Упркос чињеници да је Greenway (1987), у свом опширном раду о утицају вегетације на стабилност падина, укључује извештаје да вегетација има тенденцију да смањи стабилности падина, већина истраживача верује да вегетација има врло позитивну улогу у заштити падина. Wu (1994b) је квантификовао ову заштиту кроз термине, **ојачавања корењем и смањења влажности тла и порног притиска.**

Истраживања улоге вегетације у стабилизацији падина, Одељења за геотехничку контролу канцеларије из Хонг Конга (Geotechnical Control Office of Hong Kong), представљају најсвеобухватнији такав програм у свету (Barker 1991). Најзначајније студије су оне студије које се односе на стабилност ојачавањем корењем, а које су радили Greenway (1984) и Yin (1998). Као додаток томе **Геотехнички приручник за падине** (Geotechnical Control Office 1984.) садржи информације о механичким и хидролошким ефектима вегетације.

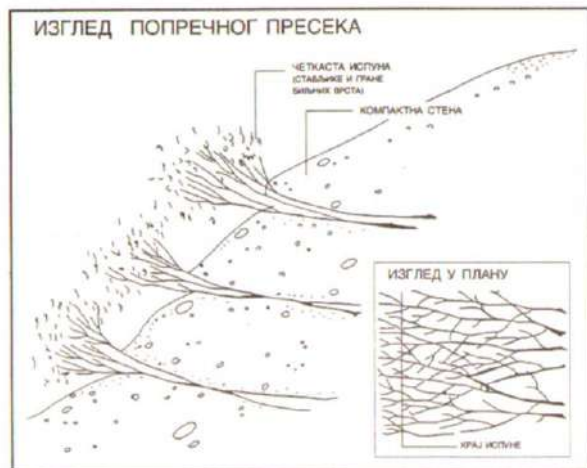
У новије време, **дрвеће се широм света сади на падинама да би се повећала њихова стабилност.** Један од примера је део програма за **санацију насипа на путу I-77 у Caldwell-у, Охајо.** Падина је засађена садницама **локуста** на растојању од 1.2 m. Дугорочни циљ био је да се смањи влажност тла и да се развије стабилизација корењем. **Од 1994.год. пројекат се сматра успешним.**



Слика 3. Стабилизација клизишта армираном земљом и вегетацијом

Табела 4 Класификација различитих биотехничких заштита падина и контролне мере против ерозије

Категорија	Пример	
Живе конструкције Конвенционално засађивање	сејање траве бусење трансплантација	
Комбиноване конструкције	Стабласте биљке које се користе за јачање и као баријере кретању тла	пободање колаца Контурно преплетање 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 „ојачана“ трава
Унутрашње конструкције Конвенционалне конструкције	Бетонски гравитациони зидови Цилиндрични зидови Плочасте зидови	



Слика 4. Шематски приказ стабилизације падине са четкастом испуном (стабљике и гране биљних врста)

Други, у последње време, добар документован случај засађивања садница дрвећа се појавио као део стабилизационог програма **клизишта Кукарча у Панамском каналу**. Историјско Кукарча клизиште се реактивирало 1986.год., скоро блокирајући канал (Verman 1991). Као део широког стабилизационог програма, започетог 1987. г. у деловима Кукарча клизишта, као и осталих клизишта у зони канала, **било је засађено 60.000 брзо растућих садница багерима и гмелина** (Rivera 1991).

Стабилизација падина **комбиновањем вегетације и фабрички направљених елемената**, који се допуњују међусобно, је позната као **биотехничка стабилизација падина**, сл. 3 и 4. Овај релативно нови концепт је генерално исплатив ако се пореди са коришћењем само конструкција; таквим третманом се повећава компатибилност природне средине и омогућава се увођење природних материјала. Иако су вегетациони третмани обично јефтинији него потпорни зидови или остали потпорни конструктивни системи, њихова ефикасност у заустављању кретања падина или при превенцији клизању у јако тешким условима, може бити много нижа од конструкционих система (Gray и Leiser 1982). Табела 3, **приказује различите биотехничке стабилизације, мере заштите и примере**.

Траве и стабљике се, најчешће користе у биотехничкој стабилизацији. Оне имају праву ојачавајућу функцију **и не требају се сматрати само као козметичка помоћ конструкцијама**. Оне могу бити засађене на падини изнад потпорног зида, или у међупро-стору између структура, тако да корење вегетације повезује тло унутар и иза структура. Оваква вегетација доприноси стабилности свих типова потпорних

конструкција са отвореном мрежом или поплочаним изгледом, табела 3.

Гру и Sotir (1992) су описали употребу изолације од ломљеног камена ножичне берме комбиноване **са слојем четкасте испуне** (шибља), која је коришћена за стабилизацију терена на засецима дуж аутопута Massachusetts. Ломљени камен је смештен на ножицу клизишта. Слој четкасте испуне укључује **стабљике и гране биљних врста**, које могу да формирају корен директно из одсечених грана или стабљика, сл.4. **Гране служе као појачање и као хоризонтална дренажа, и засађивање стабљика пружа додатну стабилизацију**.

Thomas и Kropp (1992) су описали велики број тестираних шема користећи вегетацију за стабилизацију великих одрона у Калифорнији. У време када је рад био објављен 1992.год. **вегетација је била доста ефективна и пројекат је сматран успешним од стране аутора**.

5. ЗАКЉУЧАК

На основу наведених констатација, може се закључити, да је улога вегетације (опште присуство биљне заједнице) у препознавању и санацији клизишта и нестабилних падина, **веома значајна**. Стога се, у новије време, све више у свету сади **дрвеће и друго растиње** на падинама (и др. огољеним теренма), **да би се повећала њихова** (општа) **стабилност**. Јер (подсећамо да), дрвеће и друго присутно биље, **исушује** површинске слојеве терена и **механички их учвршћује својим корењем**, које се у потрази за водом **развија дубоко у терену**, што погодно делује **на стабилизацију тла** (терена), променом своје структуре (механичко-био-армирањем). Само једно од стабала (**јове, брезе, бадема, врбе и др.**), годишње исцрпи из тла 30 – 40 000 литара воде, **а кореном стабилизује 5-10 m³ тла**.

Зато је употреба вегетације у санацији клизишта и других нестабилности падина **врло битна**, пре свега **као превентивна мера**, јер су њихови трошкови извођења **и до пет пута мањи** (за приближно постигнуте резултате), од трошкова за директне штете, **изазване активирањем клизишта**, а у комбинацији са другим биотехничким мерама, **могу дати велики допринос у трајној санацији**. Доказ за то су бројни примери из светске и наше праксе.

Санација, односно стабилизација терена на овај начин је **лако изводљива и брза**, па се и њени ефекти на угроженим терену могу очекивати, непосредно **по њиховом извођењу**.

Због тога, су ове мере **изузетно погодне**, код санације **лабилних и нестабилних падина**, ширих размера, поготово у деловима често (енормно) обилних падавина (какве су биле 2014.год., за време циклона „Тамара“), **ради предупредјења или смањења укупних штета и последица** од (евентуално) **поновљених догађаја**, при којем се могу јавити, разни видови повредљи-вости терена, ширих размера.

Примена засада, односно пошумљавање **потенцијално угрожених падинских делова терена**, због развоја разних падинских процеса, требало би организовано (и доследно) спроводити по одрђеном (дефинисаном) поступку, зависно од (очекиване) активности и типа присутне појаве и услова терена. Та активност, **треба да има трајни карактер, на нивоу Државне и друге одговорности**, да би се од интензивне разарајуће повредљивости терена, успешно **сачувала и заштитила животна средина** простора Србије. Поготово у ванредним ситуацијама, код појава **елементарних непогода**, било да су оне, **хидрометеороло-шког, геолошког или биолошког порекла**.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] В. Вујанић: Билъне заједнице као индикатори препознавања клизишта, Симпозијум о истраживању и санацији клизишта, /Д. Милановац 1995.год.
- [2] A. Keith Turner, Robert L. Schuster: Landslides – investigation and mitigation, special report 247 part 3, Nacional Academy Press Washington, D.C. 1996.
- [3] В. Вујанић: Утицај падинских процеса на путно инжењерство Србије, Први саобраћајни конгрес о путевима, Београд 2014.год.
- [4] В. Вујанић: Изградња пута на лабилним и нестабилним теренима, Часопис „Пут и саобраћај“, бр.2, Београд, 2015.год.
- [5] М. Јотић, В. Вујанић, Б. Јелисавац, М. Златковић, С. Миленковић: Клизишта и штете на саобраћајној инфраструктури у Србији, Часопис „Изградња“, бр. 5-6, Београд 2015.год.
- [6] Расположива стручна и научна документација Института за путеве АД Београд.

ДРУМСКИ МОСТ ПРЕКО РЕКЕ ЈУЖНЕ МОРАВЕ ID10972

Златомир Николић, дипл.инж.граф
Институт за путеве а.д. Београд, zlaomir49@gmail.com

Стручни рад

Резиме: У раду је приказан армирано бетонски мост преко реке Јужне Мораве на државном путу IIA реда бр223 / бивши регионални пут Р-125/ Ристовац-Давидовац-Кленике. У раду су анализирани: А. Изворно решење моста, Б. Рехабилитација постојећег моста, В. Регулација корита реке јужне мораве у зони моста

Кључне речи: изградња моста, рехабилитација моста, регулација корита реке.

ROAD BRIDGE OVER THE RIVER SOUTH MORAVA ID10972

Zlatomir Nikolić, B.Sc.
Highway Institute, Beograd, zlaomir49@gmail.com

Professional paper

Abstract: This paper presents a reinforced concrete bridge over the river South Morava on a state road IIA order br223 / former regional road R-125 / Ristovac-Davidovac-Klenike. The paper analyzes: A. Originally solution of bridge B. The rehabilitation of the existing bridge, C. Regulation of the river bed in southern Morava zone bridge

Keywords: bridge construction, rehabilitation of bridges, regulation of channel of the river

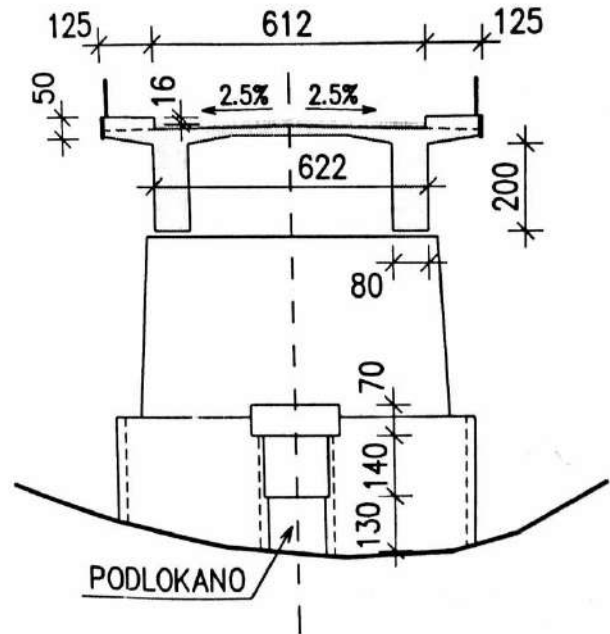
1. УВОД

На Државном путу IIA реда бр223 Ристовац-Давидовац траса пута мостом премошћује реку Јужну Мораву армирано бетонским мостом, статичког система континуалне греде на четири поља распона: 24,5+2*30,0+24,5м. Укупна дужина моста са анђеонским крилима је $L=118,90\text{m}$.



Слика 1. Подужни пресек моста

Коловоз на мосту правцу је ширине 610см са обостраним попречним падом ограничен ивичњацама и издигнутим два пешачким стазама ширина 125 см. Висина носача над ослонцима износи 200см а у пољу 100см.



Слика 2. Попречни пресек над средњим стубовима С1 и С2.

Главни носач мостовске конструкције премоштења су два континуална вертикална ребра променљивог попречног момента инерције, међусобно повезана коловозном плочом непознате дебљине и попречним носачима и то у крајњим пољима три попречна носача а у средњим по четири, константне дебљине 35см. Главни носачи над ослонцима су већих димензија за пријем момента и трансверзалних сила које су веће од момената и трансверзалних сила у пољу па се интрадос доње ивице носача у пољима мења по квадратној параболу $y=4f/L^2 \cdot x(L-x)$. Горњи строј моста је непознате марке бетона.

Доњи строј моста у пољу су армирано бетонски стубови „платна“ димензија 110/735см, у горњем делу зглобно повезана са главним носачима моста система „Фресинеов“ зглоб, а на обалним стубовима оловним лежиштима. Оваквим системом веза из конструктивних разлога елиминисан је моменат укљештења носач-стуб, прихваћен утицај хоризонталне силе кочења возила, утицаја ветра, температуре. Мост услед температурних промена дилатира од средњег стуба С3 ка крајевима, за тај рад мостовске конструкције на обалним стубовима урађени су дилатациони прекиди између мостовске конструкције и парапета обалних стубова и у прекиду уграђене дилатационе справе.

Стубови у дну су директно укљештени у јастуке бунара и то С2 и С4 на два бунара пречника 300см висине 500см, а средњи стуб С3 на сандуку правоугаоног облика заобљених ивица 350/830см висине 500см.

Темељење средњих стубова моста је плитко на бунарима и сандуку, а обалних класично у рударској подгради у истоветном геолошком профилу алувијално песковито шљунковитом наносу Јужне Мораве..

Нивелета моста је у двостраном подужном паду од средњег стуба С3 ка обалним стубовима. Мост је рачунат по прописима из 1949.г., ПТП-5 став 221-а, за возила 2*2М-13 по датој шеми, а саграђен 1972.г. бетонирањем на дрвеној скели. Испитивање моста под утицајем пробног оптерећења извршио је Завод за грађевинарство Грађевинског Факултета у Нишу.

2. РЕХАБИЛИТАЦИЈА ПОСТОЈЕЋЕГ МОСТА

Катастрофалним поплавама на југу Србије децембра 2007.год. дошло је до оштећења путева и мостова.

Програмом отклањања последица поплава на југу Србије инвеститор Министарство Србије за пољопривреду, шумарство и водопривреду Републике Србије са Суинвеститором ЈП “Путеви Србије” образовали су техничку комисију састављену од главних инжењера и надзорних органа мостова ЈП “Путева Србије” са задатком утврђивања штета насталих на мостовима. Комисија је предложила 18 најкритичних мостова за рехабилитацију, између осталог и мост преко Јужне Мораве ID 10972 на регионалном путу Р-125 деонице Давидовац-Ристовац, сада/ II А реда бр223/.



Слика 3. Узводи изглед моста

Комисија детаљним визуелним прегледом је констатвала :

- на саобраћајном профилу коловозни застор са безброј оштећења, крпљења ударних рупа, пролаз воде кроз коловозну плочу, ивичњаци са видним оштећењима, љускањима, неједнаких висина у односу на коловоз, ивични венци са деградираним бетоном, ограда кородирала ниска, сливници запишени земљаним наносом и ван функција су, пропале дилатационе спојнице;

- конструкција моста са местимичним оштећењима, коловозна плоча услед продора воде кроз њу местимично калцифицирала са флекама;

- обални стубови услед продора воде кроз дилатациони размак са видљивим оштећењима површина услед сливања воде по стубу;

- средњи стубови са зонама недовољног заштитног слоја бетона;

- темељи обалних стубова нису видљиви;

- терен у зони моста зарастао у биљну и дрвену масу;

- ниво корита реке оборен услед низводне експлоатација шљунковитог песковитог материјала;

- продубљени бунари стубова огољени, угрожена статичка стабилност моста, конструкција моста доведена у стање граничне равнотеже.

Сходно томе урађен је:

- Главни пројекат рехабилитације моста;
- Техничка контрола;
- Пројекат привремене саобраћајне сигнализације и регулисања саобраћаја.

Радови на мосту изводе се у две фазе регулисани вертикалном саобраћајном сигнализацијом. Затварањем узводне саобраћајне траке изводе се радови на низводној саобраћајној траци а истовремено и радници су заштићени од утицаја саобраћаја. Дужина градилишта је $L=150\text{м}$ са дозвољеном брзином кретања возила $V=40\text{км/х}$. Завршетком радова на низводној саобраћајној траци прелази се по исветном технолошком поступку са радом на узводној саобраћајној траци.



Слика 4. Рушење пешачке стазе и L/2 асфлата коловоза

Радови на саобраћајном профилу

Уклања се тротоар пешачких стаза са цевном оградом и ивичњацима а са коловоза асфалт средње дебљине $d=8,0\text{cm}$.

Коловозна површина чисти се, пере и премазује адитивом за везу старог са новим бетоном надградње. На коловозној плочи буше се рупе $L_a=15+5=20,0\text{cm}$, $\Phi_r=20\text{mm}$, уграђују анкери спрезања $R_f 16\text{mm}/1\text{ком}/\text{m}^2$, заливањем ексмалом.



Слика 5. Постављање надградње арматуре коловозне плоче

Следећа позиција је армирање двоструко арматурном мрежом Q 188 (Rf6,15/15cm), заштитног слоја $a=3,0\text{cm}$. Чишти се бетонска површина компресором под притиском 4А, приступа бетонирању надслоја дебљине 10-12cm бетоном МБ-35, В3, М150 идеално равним са попречним падом од 2,5%.



Слика 6. Бетонирање надградње коловозне плоче

По очвршћавању бетона бетонска површина премазује се индевером, ради хидроизолација заваривањем за бетонску површину полимер

тракама $d=5,0\text{mm}$ са преклапањем. На тротоару пешачке стазе уграђују се издигнути ивичњаци димензија 18/24cm, ПВЦ цеви 3 $\Phi 120/110\text{mm}$, монтажни венци и врши испуна бетонирањем бетоном истоветним као коловозна плоча. Завршни слој газишта пешачке стазе је полимер бетоном $D=3,0\text{cm}$ са попречним падом према коловозу од 2,5%. Уз ивичњак се уграђује „Денсо“ – шлус трака за монолитну везу бетонског ивичњака и асфалтног слоја коловоза.



Слика 7. Постављање монтажних венаца пешачких стаза

С обзиром да мост дилатира од средњег стуба С3 ка обалним на обалним стубовима С1 и С5 уграђене су дилатационе справе МА40 дилатирања +/- 20mm. Цевна пешачка ограда је прописне висине 110cm, са АК заштитом у три слоја. Прво се скида слој површинске корозије абразивним пескарењем степена чистоће СА2,5, па се наноси основни премаз епокси боје дебљине сувог филма 80 μ а након сушења првог слоја, наноси се међупремаз епоксидног слоја 150 μ . Завршни тон је полуретански премаз дебљине филма 50 μ . отпоран на временске утицаје, тако да је укупна дебљина АК 280 μ .

Радови на распонској конструкцији моста

Рехабилитација коловозне конструкције моста присутна је последњих година а настала је као последица надградње слоја асфалта на путу где се преко постојећег асфалтног слоја пута и моста изворна нивелета не задржава већ се преко ње у континуитету асфалтира нови слој.

Ово повећање дебљине коловозног застора на мостовима, је без статичког прорачуна по мосту, и могућих последица. Надградња асфалтним слојем коловоза на мосту може се дозволити само ако се статичким прорачуном докаже да напони у материјалима моста су у дозвољеним границама, уколико статичким прорачуном напони у материјалима моста су прекорачени морају се тражити нова техничка решења.

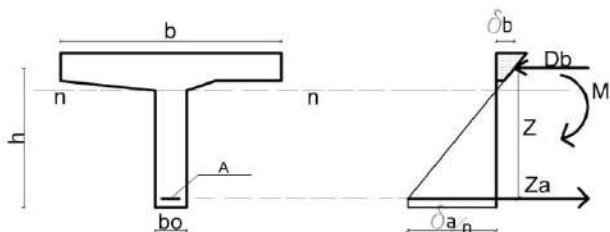
Накнадно оптерећење од асфалтног слоја мора бити за сваки мост посебно статички анализирано. Уколико су решења неекономична, решење је задржати постојећу нивелету на мосту.

Карактеристични пресеци су:

a) Пресек над средњим ослобцима С2, С3 и С4 осим повећане висине има и додатну арматуру у бетону надградње у затегнутој горњој зони носача чиме се делимично повећава носивост пресека услед негативних момената савијања.

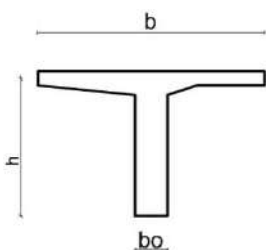
b) Пресек у $l/2$.

1. Стање $t=0$



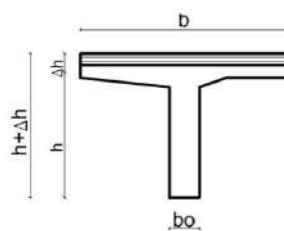
Слика 8. Стање $t=0$

2. Стање $t=1$, скидање: тротоара, асфалта коловоза, хидроизолације. Напони у бетону у горњој зони и арматури у доњој зони смањују се у односу на стање напона за сл.8.



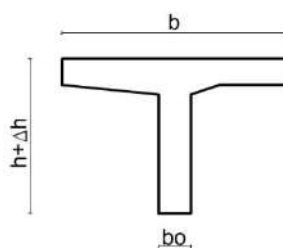
Слика 9. Стање $t=1$

3. Стање $t=2$, израда новог надслоја /свеж бетон/ армираног бетона изнад постојећег стања АБ коловозне плоче /активан је пресек главног носача и коловозне плоче/. Напони у бетону у горњој зони и арматури у доњој зони повећавају се у односу на стање напона за сл.8.



Слика 10. Стање $t=2$

4. Стање $t=$ бесконачно



Слика 11. Стање $t=$ бесконачно

Очврстао АБ бетон новог слоја надградње, коловозне плоче, монолитизиран је са постојећим /28 дана/ изведени тротоари пешачких стаза, урађена хидроизолација коловоза и исти асфалтиран. Мост је у функцији саобраћаја.

Напони у бетону у горњој зони и арматури у доњој зони су мањи у односу на стање напона за Стање $t=0$ за изворно саобраћајно оптерећење /почетно/, јер се дешавају на крућем А.Б. пресеку.

У овом случају повећана носивост попречног пресека главних носача са коловозном плочом постиже се спрезањем са армирано бетонском плочом надградње $d=10,0-12\text{cm}$. Статичка висина спрегнутог пресека, је повећана, пресек је веће крутости а самим тим напони у бетону и арматури су мањи услед покретног оптерећења у односу на исте напоне постојећег стања моста за исто покретно оптерећење.

Низводном од моста експлоатацијом песковито шљунчаног наноса корито реке је продубљено. Бунар средњег стуба С3 огољен.



Слика 12. Нерегулисано корито реке

Пројектним задатком дефинисана је регулација речног корита реке Јужне Мораве у зони моста, испред и иза моста, узводно и низводно од моста у укупној дужини $L=100\text{m}$, као и спречавање даље ерозије корита реке Јужне Мораве и заштите средњег стуба С3 моста. За израду овог елабората коришћена је следећа документација:

- Геодетски снимљени профил корита, леве и десне инундације реке Јужне Мораве у зони моста;
- Хидролошки режим великих вода реке Јужне Мораве (према мишљењу РХМЗ-а);
- Подаци о познатим геодетским тачкама;
- Ситуација и дипозициони приказ моста у левој и десној инундацији;
- Положај и димензије фундамената стубова.

Модел постојећег корита реке формиран је на основу снимљених попречних профила. Прорачун линија нивоа за хидрауличку анализу постојећег стања водотока и анализу утицаја будућих радова на уређењу речног корита Јужне Мораве извршена је применом софтверског програма HEC-RAS, који рачуна стационарно течење у мирном, бурном и прелазном режиму.

Редослед рада:

- Прво се геодетски обележи поље рада;
- Изврши формирање косине обалоутврде;
- Израда подужних ножичних темеља обалоутврде;
- Постављање геотекстила по косини у темељу;
- Насипање слоја шљунковито-песковитог материјала по косини;
- Облагање косина и форланда гранулисаним каменом.

Техничко решење заштите леве и десне обале пројектовано је као грађевина (обалоутврда) од ломљеног гранулисаног кречњачког камена гранулације $300 < d < 400\text{mm}$, дебљине $d=60\text{cm}$. Да би стабилизовало дно регулисаног корита у зони моста, дуж регулације раде се 4 поречна прага, на почетку, два у средини и на крају, нулте висине $1,2\text{m}$ а ширине $b=1,0\text{m}$ и подужног нагиба $1,2\%$.

Осигурање мостовског стуба С3 предвиђено је израдом насипа по ободу сандука бунара нагиба $1\% : 1,5\%$ преко кога се поставља геотекстил 300gr./m^2 а потом шљунак $d=10\text{cm}$ да при изради облоге од ломљеног камена дебљине $d=60\text{cm}$ крупноће $300 < d < 400\text{mm}$ не би кидао геотекстил, спојнице облоге од ломљеног камена попуњавају се цеметним малтером.



Слика 13. Регулација корита реке Ј. Мораве у зони моста

3. ЗАКЉУЧАК

Овај инвестициони пројекат служи да сачува успомене на градитеље, иако није велики рађен је фазно, уз обезбеђивању финансијских средстава према потреби решења. Радови су квалитетно изведени и мост је уконпонован у природну средину што је резултат рада свих учесника у реализацији пројекта.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Пројекат Рехабилитације моста, „Институт за путеве“ АД Београд
- [2] Пројекат Регулације корита реке , „Институт за путеве“ АД Београд

KALENDAR SKUPOVA

NACIONALNI I REGIONALNI STRUČNI SKUPOVI:

Bezbednost saobraćaja u lokalnoj zajednici

19-22. April 2017, Tara
<http://bslz.org/>

The International Symposium on Civil Engineering – ISCE 2017

25. – 28. Maj 2017., Teslić
<http://dnt.ba/the-international-symposium-on-civil-engineering-isce-2017/>

Put i životna sedina

Septembar, 2017, Vršac
www.via-vita.org.rs/

INTERNACIONALNI SKUPOVI:

96th TRB Annual meeting

08-12 January 2017, Washington , USA
<http://www.trb.org/>

69th IRF Annual Meeting & General Assembly

09 – 11 January 2017, Washington, DC, USA
<https://www.irf.global/>

RoSPA Road Safety Conference 2017

9 March 2017, The Studio, Birmingham, UK
<http://www.rospace.com/events/road/>

Global Summit 2017

21 - 22 March 2017, The Hilton, Berlin, Germany
<https://www.infrastructureinvestor.com/global-summit/>

2017 Bridge and Tunnel Inspectors' Conference

4-6 April 2017, Hilton Vancouver, Vancouver, WA, CA
<https://www.conferences.wsu.edu/>

IX International Scientific Conference TRANSPORT PROBLEMS

28 June – 30 June 2017, Katowice, Poland
<http://www.transportproblems.polsl.pl/en>

18th World Meeting

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

International Congress on Transport Infrastructure and Systems

April 10-12, 2016, Rome (Italy)
<http://tisroma.aiit.it/>

World Conference on Pavement and Asset Management WCPAM2017

June 12-16, 2017, Milan (Italy)
<http://www.wcpam2017.com/>

BCRRA 2017, Tenth International Conference on the Bearing Capacity of Roads, Railways and Airfields

Athens (Greece), June 28-30, 2017
<http://www.bcrra2017.com/>

XVth International Winter Road Congress

February 20-23, 2018, Gdańsk (Poland)
<http://www.piarc.org/>

SAJMOVI:

Multimodal West Africa

24-26 January 2017, Lagos, Nigeria
www.multimodalwestafrica.com

Traffic Expo

10-14 February 2017, Phoenix, USA
<http://expo.atssa.com/>

WIN EURASIA Metalworking

09-12 February 2017, Istanbul, Turkey
<http://win-metalworking.com/>

Transporter Tage

09-12 March 2017, Berlin, Germany
www.transportertage-bb.de

Intralogistics Europe

14-16 March 2017, Paris, France
www.intralogistics-europe.com

Traffex

04-06 April 2017, Birmingham, United Kingdom
www.traffex.com

Intertraffic | Trade fair for traffic and transport

24. - 26. May 2017, Istanbul
intertrafficistanbul.com

Intertraffic Amsterdam

20. - 23. March 2018 | Trade fair for traffic and transport
www.amsterdam.intertraffic.com

EPA Congress and Exhibition

20. - 22. September 2017 | Rotterdam
www.epacongress.eu

ExCon

12. - 16. December , Bangalore
www.excon.in

Autostrada-Polska

09. - 11. May 2017, Kielce
www.autostrada-polska.com

Road & Traffic Baku

26. - 28. April 2017, Baku
www.roadtraffic.iteca.az

Bauma China

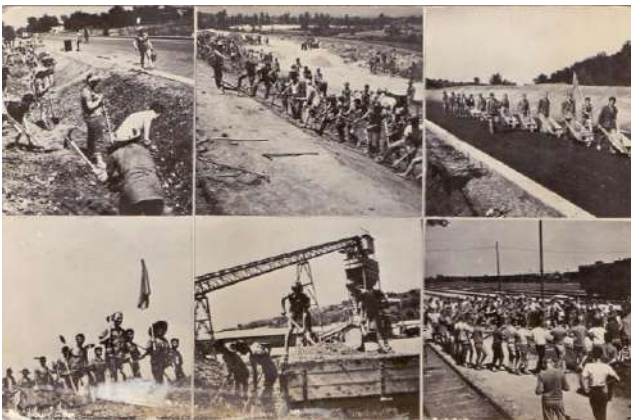
November 2018, Shanghai
www.bauma-china.com

IZ ISTORIJE PUTARSTVA

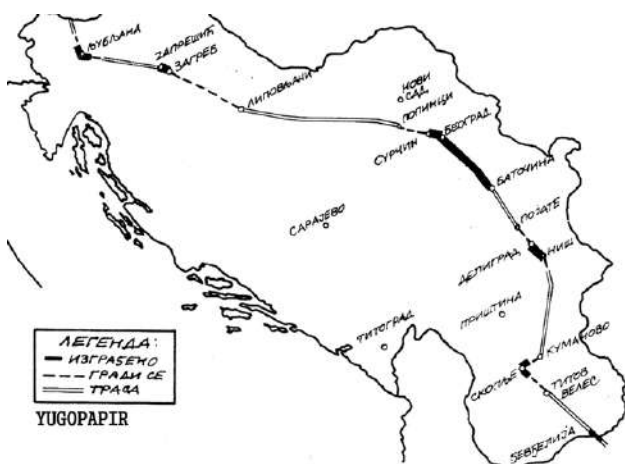
Auto-put Bratstvo-Jedinstvo

Najvažniji putni pravac u nekadašnjoj Jugoslaviji. Povezivao je četiri i tangirao petu jugoslovensku republiku. Povezivao je najvažnije gradove, privredne centre, industrijske i poljoprivredne oblasti. Polazio je (ili završavao) kod Jesenica, na graničnom prelazu Podkoren, prolazio kroz Kranj, Ljubljano, Novo Mesto, Zagreb, Slavonski Brod, Beograd, Niš, Skoplje, Veles, do Gevgelije. Nakon jasno definisanih socio-ekonomskih odnosa u socijalističkoj Jugoslaviji i nakon povećane potrebe za drumskim saobraćajem, jugoslovenska vlada je donela stratešku odluku o izgradnji saobraćajnice, na osnovu plana iz perioda Kraljevine. U izgradnji autoputa su učestvovali omladinske radne brigade, koje su sačinjavali jugoslovenski i inostrani omladinci i pripadnici Jugoslovenske narodne armije. Skoro 300.000 ljudi je učestvovalo u izgradnji. Prva izgrađena deonica je bila Zagreb-Beograd u dužini od 382 km, otvorena 27. jula 1950. Put je bio predviđen za oko 9000 automobila dnevno, a kasnije i do 40.000 vozila. Veći deo puta je bio izgrađen od betonskih ploča.

Tokom narednih decenija korišćenja, put sa dve saobraćajne trake je postao pretesan za automobilski i kamionski saobraćaj koji je poprimio kontinentalnu važnost. Stoga se pristupilo proširenju profila na standardni auto-put (2+1 saobraćajna traka u svakom smeru), etapno od republičkih centara ka periferiji. Ovaj veliki posao je počeo da se realizuje početkom sedamdesetih godina XX veka, a prve deonice su sagrađene od republičkih centara ka periferiji (auto-put kroz Beograd do Aerodroma, Zagreb - Ivanja Reka, kasnije Beograd - Batočina, Skoplje - Veles, itd). Projekat su realizovale Republike pojedinačno, a prednjačile su Srbija i Hrvatska. Novi auto-put je u najvećem delu sledi trasu prvog auto-puta iz pedesetih godina.



ORA / Radna akcija Auto-put Bratstvo-Jedinstvo 1963



Trasa autoputa Bratstvo-Jedinstvo

ZANIMLJIVOSTI

Arhitektonsko čudo Skandinavije - most koji se pretvara u podvodni tunel

Dansku prestonicu Kopenhagen i švedski grad Malme povezuje jedinstven put. Osam kilometara dug most Oresund nastavlja se u podvodni tunel, i to na veštačkom ostrvu u sred moreuza.



Oresund most je najduži kombinovani most u Evropi. Na gornjem delu nalazi se put sa četiri trake za motorna vozila, dok se na donjem nalazi pruga. Iznad kanala Flinte uzdižu se dva pilona visine 204 metra, dok je sam most visok 57 metara. Projektovao ga je danski arhitekta Džordž K.S. Rotne, a otvoren je 2000. godine.



Most se proteže od Malmea sve do veštačkog ostrva Peberholm (ostrvo Biber), smeštenog na sredini moreuza. Ostrvo je napravljeno od materijala iskopanog sa morskog dna tokom gradnje mosta. Količina materijala, kao i plitko dno zbog blizine prirodnog ostrva Saltholm (ostrvo So), omogućili su da dužina ostrva bude čak četiri kilometra.



Oresund most i pripadajuće strukture koštali su rekordnih 30 milijardi danskih kruna ili oko 5,7 milijardi dolara, što je u to vreme iznosilo oko 4,5 milijardi evra. Kako bi se investicija isplatila do 2035. godine, karta u jednom pravcu za automobil košta 37 evra.

Do mora preko Golije i Peštera



Promene trase budućeg auto-puta Beograd – Južni Jadran neće biti. Kako je i planirano, auto-put će od Požege proći podnožjem Golije i preko Peštera, a u Boljarima će se spojiti sa crnogorskim delom ove saobraćajnice. Razmišlja se samo o krakovima auto-puta koji će sa tzv. Koridorom 11 povezati i druga područja u ovom delu Srbije.

Tunelom ispod Topčidera do Dušanovca



Unutrašnja obilaznica ili "mini autoput" prolazio bi kroz širi centar Beograda, a za sve koji bi iz jednog kraja grada u drugi, a da ne moraju kroz najstroži centar. Povezivala bi Novi Beograd sa Pančevačkim mostom, preko Čukarice. Deo tog puta, od Tošinog bunara do Mosta na Adi uveliko se gradi.

Nemačka počinje da naplaćuje korišćenje autoputeva



Nemačka je napokon postigla dogovor sa Evropskom komisijom oko početka naplaćivanja korišćenja svojih autoputeva za strance. Nemačka će uvesti vinjete, a cene će se kretati između 2,5 i 20 evra. Kriterijum za određivanje cena biće prvenstveno snaga motora vozila i količina izduvnih gasova.

Mađari bi da nam grade Fruškogorski koridor



Mađarska želi da finansira i gradi Fruškogorski koridor u Srbiji. Reč je o auto-putu dužine 37 kilometara od Rume do Novog Sada sa tunelom kroz Frušku goru. "Zainteresovani smo da učestvujemo u tom projektu bilo finansijski, bilo kao izvođač radova", rekao je Pinter na međunarodnom investicionom skupu Koridori - strane investicije i razvoj privrede.

Mihajlović: Poskupljenje putarine neophodno zbog održavanja



Ministarka građevinarstva, saobraćaja i infrastrukture Srbije Zorana Mihajlović izjavila je da to ministarstvo podržava poskupljenje putarine, jer je taj novac potreban isključivo za održavanje auto-puteva i puteva. Ona je rekla da se očekuje da putarina poskupi za 10 odsto, a da će konačnu odluku o tome doneti Ministarstvo finansija.

Auto-put Ljig Preljina na meti lopova



Na autoputu od Ljiga do Preljine za deset dana od kada je otvoren već je ukradeno oko 2.000 metara (dva kilometra) zaštitne ograde duž puta, kao i 20 poklopaca za šahtove. Krađe su odmah prijavljene policiji, koja sprovodi istragu i traga za počiniocima. Iz ministarstva apeluju na sve građane Srbije, da ne seku i ne krađu zaštitnu ogradu.

Novi auto-put: Evo kuda bi prolazio



Predsednik Republike Srpske Milorad Dodik je s premijerom Srbije Aleksandrom Vučićem razgovarao o realizaciji zajedničkih infrastrukturnih projekata. "Taj auto-put bi išao iz Srbije preko granice na Rači ili nekom drugom mestu ka Bijeljini i dalje ka Brčkom", rekao je Dodik novinarima u Vladi Srbije..

Mihajlović: Realizovali smo 98 odsto sredstava



Ministarka Zorana Mihajlović rekla je da je njeno ministarstvo realizovalo 98 odsto sredstava za kapitalne investicije. Ona je u Skupštini Srbije novinarima kazala da će prioriteti tog ministarstva i naredne godine biti završetak obilaznice na Koridoru 10 i autoputa Obrenovac-Ub.

Umjesto države, koridor 5c grade entiteta i konstitutivni narodi



Na nivou bh. entiteta izgradnju provode regije ili kantoni, gdje odlučujuću riječ imaju dominantne političke struje. "Prema prilikama u BiH, autoputevi se ne grade strateški, sa nivoa države, već je izgradnja prepuštena entitetima, koji dalje organizaciju i prioritet izgradnje provode u skladu s vlastitim interesima", kaže Lindov.

Najbitniji objekat na auto-putu se užurbano gradi



Radovi na mostu Moračica, jednom od najbitnijih objekata na trasi autoputa na deonici Smokovac-Uvač-Mateševu, ovih dana su intenzivirani. Prema rečima CRBC-ovog inženjera Duška Rondovića na prvom sektoru auto-puta radi se i bržom dinamikom od predviđene. On dodaje da se radovi izvode dobrom dinamikom i da računaju da će se kompletan auto-put završiti do 2019. godine.

Moderniji autoput kroz Beograd: Gradi se zaštitna ograda od buke



Pored KBC "Bežanijska kosa" postaviće se zaštitna ograda u dužini od 650 metara, a zaštitnu ogradu u dužini od 350 metara postavićemo i pored Hitne pomoći, rekao je Vesić dodajući da će tom prilikom biti urađena i sanacija dva mosta.

Svečano otvorena deonica autoputa od Ljiga do Preljine



Auto-put Ljig-Preljina dugačak je 40,3 kilometra, a vrednost radova iznosila je 308 miliona evra, od kojih je 300 miliona obezbedio Azerbejdžan dok je Srbija učestvovala sa osam miliona evra. Pored Takovske petlje je otkrivena tabla na kojoj piše "Kad postoji prijateljstvo, nijedna zemlja nije daleko".

Godišnje ukradu kilometar autoputa



Godišnje se u Srbiji sa puteva i auto-puteva ukrade oko milion evra signalizacije, radnih tabli i obaveštenja što je dovoljno da se izgradi jedan kilometar auto-puta. Rukovodilac Puteva Srbije Zoran Stojasavljević rekao je za RTS da se bukvalno sve krađe sve što se može poneti, od putne signalizacije, putne galanterije, putne opreme.

Drobnjak: Putari su spremni za prvi sneg i zimsko održavanje puteva



Putari u Srbiji su spremni za zimu i od danas počinje zimsko održavanje puteva koje će trajati do 31.marta 2017.godine. Prema planu zimske službe za 2016/17, raspoloživo će biti i 738 putarskih vozila i kamiona, 329 mašina i 2.130 radnika, od kojih 903 putara, 164 tehničara, 329 mašinista i 738 vozača.

Povezuju se Kelebjia i Horgoš, posle 26 godina



Vlada Srbije i preduzeće Vojput potpisali su ugovor za nastavak gradnje Ipsilon kraka Koridora 10 kod Subotice. Ugovor je u ime vlade potpisala potpredsednica Zorana Mihajlović. Ugovor je vredan 123,5 miliona dinara i obuhvata nastavak gradnje Ipsilon kraka na prvoj deonici u dužini od jednog kilometra.

Vučić Izgrađen autoput od Pirota do Dimitrovgrada



Deonica auto-puta na Koridoru 10 od Pirota do Dimitrovgrad završena i spremna za saobraćaj. Međutim, biće otvorena tek kada budu završeni i radovi na obilaznici kod Dimitrovgrada. Deo ovog puta služiće i kao alternativni aerodrom za vojno vazduhoplovstvo. Izgradnja ove deonice koštala je 19,5 miliona evra.

Popravka dotrajale pasarele kod DZ „Voždovac”



Pešački prelaz preko autoputa kojim žitelji Dušanovca i obližnjih naselja najbrže mogu da stignu do Doma zdravlja „Voždovac” ili Dušanovačke pijace, godinama je u veoma lošem stanju. U Direkciji za puteve ističe da će stepenište uskoro biti popravljeno, u okviru redovnog održavanja putnih objekata.

Konačno nastavljeni radovi na autoputu Kragujevac – Batočina



Nastavljena je izgradnja autoputa Kragujevac – Batočina, a radovi se trenutno obavljaju na deonici kod Nikiščkog brda, u dužini od devet kilometara, potvrdili su za InfoKG iz Javnog preduzeća "Putevi Srbije". Radovi kod Nikiščkog brda biće okončani do kraja prvog kvartala sledeće godine. Procenjena vrednost tih radova je oko 160 miliona dinara.



AD Novi Pazar-put



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.

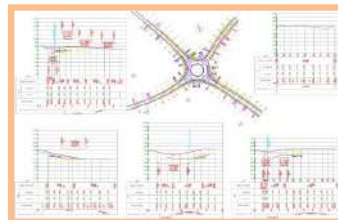
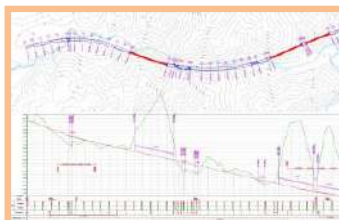
Telefon/Fax:

 +382 69 077-963

 +382 20 667-265

 +382 20 664-894

E-mail: puting@t-com.me



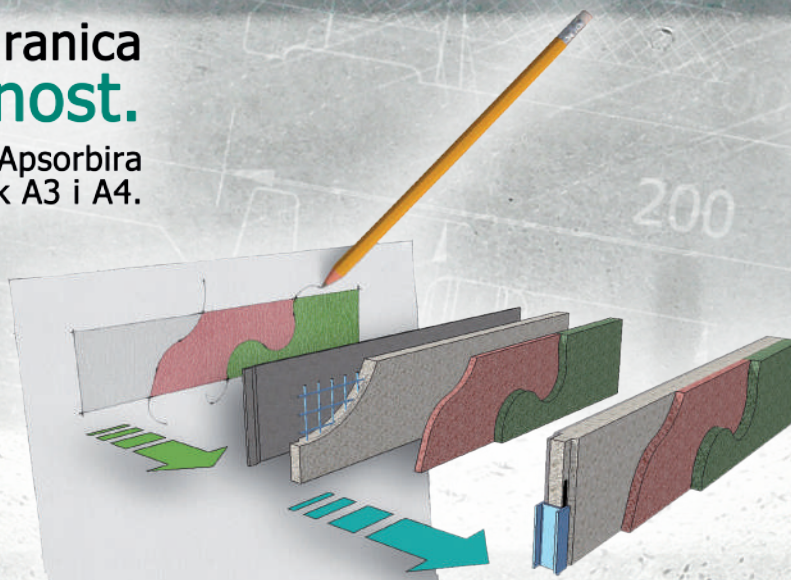
Naše betonske
zaštitne barijere su
fleksibilne i čvrste.

Odaberite odgovarajući sistem
zaštite saobraćaja.



Jedina je granica
vaša kreativnost.

Sada vaš dizajn Apsorbira
zvuk A3 i A4.



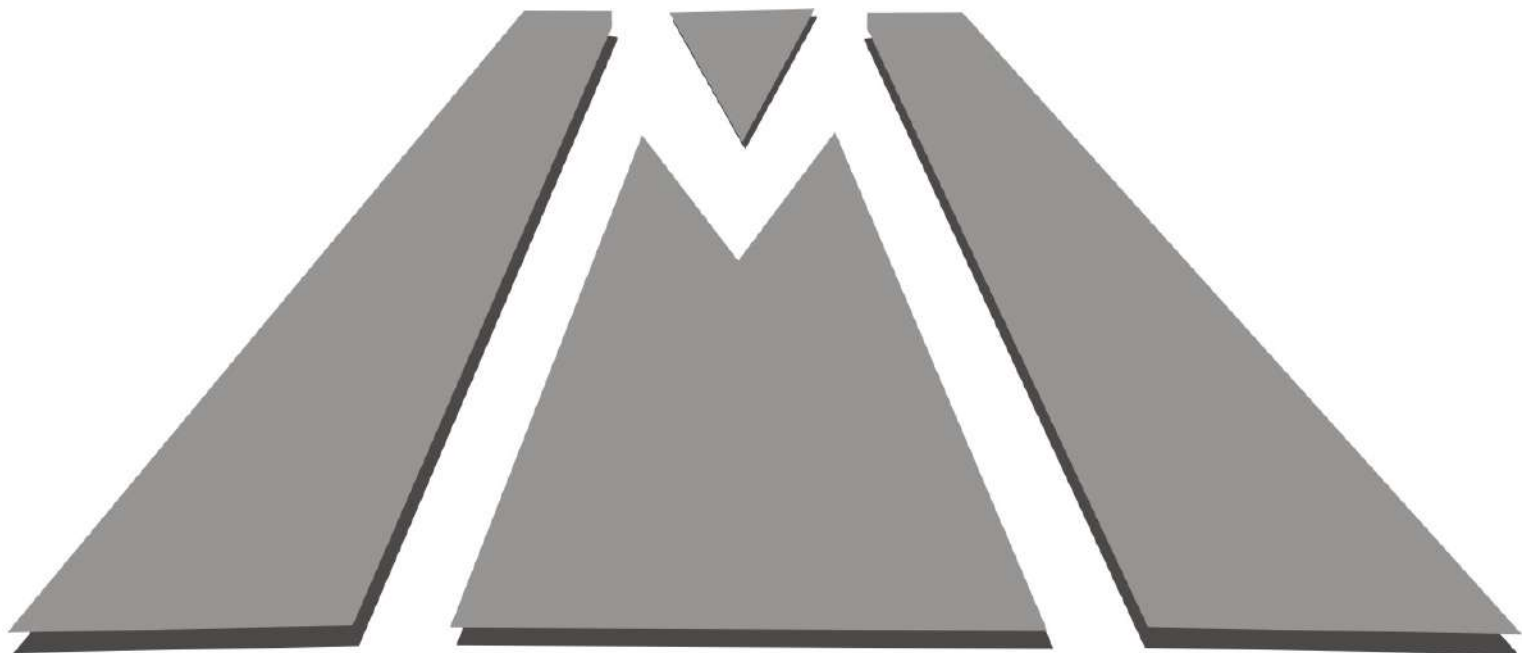
DELATABLOC International GmbH
Lendavska 11
9000 Murska Sobota, Slovenija

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



SIMM inženjering

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



Oprema

Mercedes Benz Vito 109 CDI, 70 kW

Sistem snimanja i analize CAMSS razvijen u AMSS CMV

Sistem prepoznavanja znakova razvijen u AMSS CMV

Četiri kamere na krovu vozila, GPS, odometar

Kamera za merenje retrorefleksije i merenje luminiscencije

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

