

# ПОУЗДАН ПАРТНЕР

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



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

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

## ВИА ИНЖЕЊЕРИНГ д.о.о.

Цара Уроша 3. 21000 Нови Сад

Тел: +381 21 6546 375

Факс: +381 21 6546 295

office@viainzenjering.com

www.viainzenjering.com



# SIMM inženjering

# Srbija dobila domaćeg proizvođača profesionalne komunalne opreme

Ove zime na srpskim putevima pojaviće se prva vozila opremljena snežnim plugovima i posipačima visoke RASCO tehnologije proizvedene u Srbiji. Krajem septembra službeno su otvoreni proizvodni pogoni kompanije RASCO-TAMP d.o.o. u Senti u stopostotnom vlasništvu RASCO-a.

Pogone je uz prisustvo brojnih uvažanih gostiju i medija otvorio Predsednik Vlade Republike Srbije Aleksandar Vučić, koji je zaposlenima i upravi kompanije čestitao na dosadašnjim naporima i naglasio kako će u Senti sigurno pronaći izvanredno mesto za poslovanje.

RASCO-TAMP d.o.o. je nastao 2013. godine preuzimanjem nekretnina kompanije u stečaju TAMP a.d. od strane kompanije RASCO d.o.o., jednog od vodećih evropskih proizvođača komunalne opreme.

Za godinu dana obavljene su investicije u nabavci najmodernije tehnologije i uređaja za proizvodnju komunalne opreme, a vodilo se računa i o poboljšanju radnih uslova zaposlenih. RASCO-TAMP danas zapošljava 50 radnika, inženjera i drugih kadrova, a u narednom razdoblju se planiraju dodatna zapošljavanja i proširenje proizvodnje.

Uz proizvodnju RASCO komunalne opreme, u RASCO-TAMP-u nastavlja se i proizvodnja TAMP industrijskih cevnih zatvarača koja beleži tradiciju dugu preko 60 godina. Osim na domaćem tržištu, TAMP proizvodi nalaze kupce iz naftno-gasne, hemijske, petrohemijske, energetske i vodosnabdevne industrije širom Evrope i sveta.

Pokretanjem proizvodnje u Srbiji, RASCO postaje domaći proizvođač, a oprema proizvedena u Senti izvoziće se i na tržišta Istočne Evrope, Rumunije, Bugarske, Makedonije i Grčke.

Planovi za budućnost uključuju porast izvoza, nova zapošljavanja, te proširenje proizvodnje. Dalji razvoj kompanije omogućiće ispunjavanje specifičnih potreba kupaca i povećanje efikasnosti u svim segmentima poslovanja.

Nedugo nakon otvaranja pogona, prvi RASCO uređaji proizvedeni u Senti isporučeni su domaćim kupcima - kamioni opremljeni RASCO snežnim plugovima, posipačima i hidrauličkim nadogradnjama koristiće se od ove zime za održavanje saobraćajnica Požarevca i Subotice.





Efikasnost u radu

Jednostavno korišćenje i održavanje

Sigurna upotreba

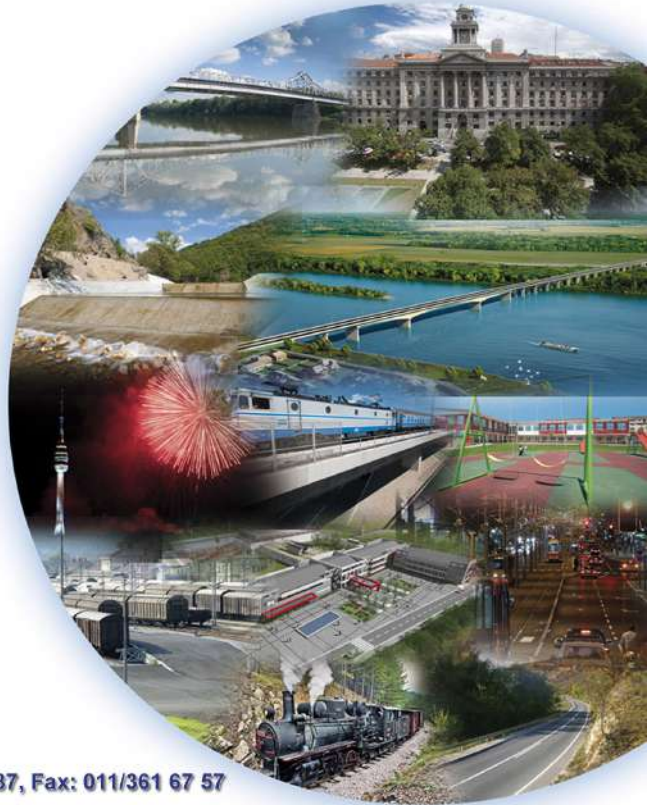
Dugotrajnost



## RASCO započeo proizvodnju u Srbiji!

Profesionalni RASCO uređaji za besprekorno obavljanje zimske službe odnedavno se proizvode i u pogonima u Senti. Kontaktirajte nas s poverenjem i RASCO stručnjaci će Vam pomoći u pronalaženju optimalne konfiguracije opreme za zimsko održavanje saobraćajnica prilagođene Vašim potrebama.

# ПРОЈЕКТУЈЕМО ЗА БУДУЋНОСТ



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

## The Highway Institute

Institut za puteve a.d. Beograd

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



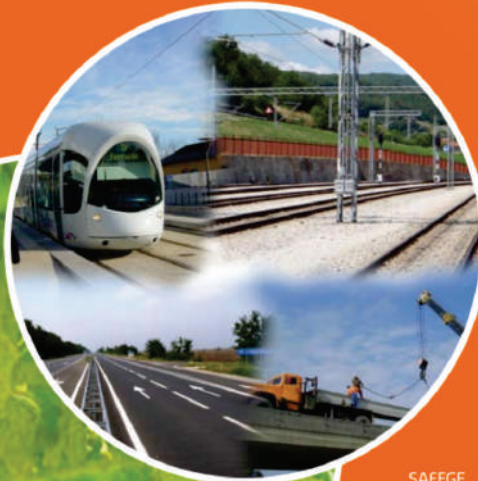
More than 60 years of experience  
Više od 60 godina iskustva



**SAFEGE**  
Consulting Engineers

### SAFEGE DOO

Beogradska Str. 27/5, 5<sup>th</sup> floor  
11000 Belgrade, Serbia  
Phone: +381 11 32 34 730  
Fax: +381 11 32 34 631  
[www.safege.rs](http://www.safege.rs)



SAFEGE  
DELIVERING SUSTAINABLE  
ENGINEERING SOLUTIONS

#### Уређивачки одбор:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Душан Топић, дипл. грађ.инж.  
ЈП "Аутопутеви Републике Српске" Бања Лука  
др Новица Стевановић, дипл. грађ.инж.  
Саобраћајни Институт ЦИП, Београд

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

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

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

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

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

др Фата Терзић, дипл.граф.инж.  
ЈП Дирекција цеста ФБиХ

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

#### Главни и одговорни уредник:

др Драженко Главић, дипл. инж.саоб.

#### Технички уредник:

Бранислав Бањац, дипл. инж. саоб.

#### Лектура и коректура:

др Јелена Добриловић Драговић, проф.

**Издавач:** Српско друштво за путеве VIA-VITA

#### Адреса редакције:

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

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

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

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

**Насловна страна:** са интернета

Тираж: 1000 примерака,

Штампа: „АТЦ – Штампа и издаваштво“ - Београд

# Пут и саобраћај

## Journal of Road and Traffic Engineering

НАУЧНО СТРУЧНИ ЧАСОПИС СРПСКОГ ДРУШТВА ЗА ПУТЕВЕ VIA-VITA

Број 4 • Септембар-Децембар 2014 • Година LX

### VIA – VITA!

#### ОБАВЕШТЕЊЕ бр. 1

Уредништво научно-стручног часописа "Пут и саобраћај" жели свим читаоцима срећне Новогодишње и Божићне празнике.

#### ОБАВЕШТЕЊЕ бр. 2

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

#### ОБАВЕШТЕЊЕ бр. 3

Српско друштво за путеве VIA-VITA ове године обележава јубилеј 80 година од оснивања.

#### ОБАВЕШТЕЊЕ бр. 4

Научно-стручни часопис "Пут и саобраћај" је добио е-ISSN број 2406-1557, који се користи за идентификацију електронских периодичних публикација.

#### ОБАВЕШТЕЊЕ бр. 5

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

#### ОБАВЕШТЕЊЕ бр. 6

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

#### ОБАВЕШТЕЊЕ бр. 7

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

#### ОБАВЕШТЕЊЕ бр. 8

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; ЈП. Дирекција за грађевинско земљиште и изградњу Београда; Градски секретаријат за саобраћај Београд, Урбанистички завод Београда, ЈП Дирекција цеста ФБиХ, COWI d.o.o., SAFEGE d.o.o., Eptisa, MottMcDonald, WYG, WBIF, CEP d.o.o., Београдпут, Саобраћајни институт СР Београд; Академија ИАС; Привредна комора Србије; „Србија пут“ а.д.; ПЗП „Београд“ а.д.; Енергопројект, ПЗП „Крагујевац“ а.д.; А.Д. „Војводинапут“ Панчево, „Војводинапут - Бачкапут“ А.Д. Нови Сад; „Војводинапут“ А.Д. Зрењанин; ПЗП „Ниш“ а.д.; А.Д. за путеве „Крушевацпут“; ЈКП „Београд пут“; „Мостоградња“ а.д. Београд; А.Д. „Нови Пазар-Пут“; ПЗП „Пожаревац“ а.д.; „Путеви“ А.Д. Чачак; „Путеви-Ивањица“ д.о.о.; А.Д. „Путеви“ Пожега; А.Д. „Путеви“ - Ужице; А.Д. „Сремпут“ – Рума; „Србијааутопут“ а.д.; „Унијапромет“ д.о.о. Чачак, ПЗП „Врање“; ПЗП „Ваљево“ а.д.; „Војпут“ Суботица; „Геопут“, Београд; „Viaprojekt“ Београд; „Урбиспројект“, Нови Сад; „Шидпројект“ Шид; „Енергопројект“ Београд; Институт „Михаило Пулин“ 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 водопривреду, ЈП за грађевинско земљиште Рума, Централна путна лабораторија, ЈП Дирекција за изградњу града Кикинда, ЈП Дирекција за изградњу и уређење Панчево, Intergradnja COOP, WIRTGEN SRBIJA doo, ЈП Варош Вршац, PORR BAU GmbH, China road and bridge corporation-CRBC, SOKO BOM Београд, ЈП Дирекција за изградњу општине Параћин, Градитељ Н. Сад, ЈП Дирекција за изградњу и планирање Младеновац, ЈП Дирекција за изградњу Ужице, Војводинапројект Н. Сад...итд.

## Број 4

Септембар-Децембар 2014 • Година LX

## САДРЖАЈ

## Issue 4

September- December 2014 • Volume 60

## CONTENTS

Др Драженко Главић, дипл.инж.саоб. Марина Миленковић, мастер инж.саобр. <b>Модели зависности броја саобраћајних незгода од путних и саобраћајних услова за ванградске двотрачне путеве</b>	5	Drazenko Glavic, Ph.D. TE. Marina Milenkovic, M.Sc. TE. <b>The relationship between number of traffic accidents for two-lane rural roads and traffic &amp; road conditions</b>	5
Даринка Матић, мастер инж.грађ. Др Горан Младеновић, дипл.инж.грађ. <b>Анализа асфалтних мешавина на основу дводимензионалних скенираних слика</b>	15	Darinka Matić, M.Sc.CE Goran Mladenović, Ph.D, CE <b>The analysis of asphalt mixtures based on two-dimensional scanned images</b>	15
Др Александар Жуњић, дипл.инж.маш. Др Светлана Чичевић, дипл.психолог <b>Истраживање утицаја буке на време одговора возача</b>	23	Aleksandar Žunjić, PhD.M.Sc.B.Sc.ME Svetlana Čičević, PhD. Psychologist <b>Investigation of the effects of noise on drivers' response time</b>	23
Др Златан Талић, дипл.инж.грађ. Мр Дино Чустовић, дипл.инж.грађ. Џенан Пањета, дипл.инж.грађ. <b>Геотехничке карактеристике терена и прорачун дозвољене носивости на локацији моста бр.2, аутопут коридор Vc, дионица Почитељ - Звировићи</b>	29	Zlatan Talić, PhD.M.Sc.B.Sc.CE Dino Čustović, M.Sc.B.Sc.CE Dženan Panjeta, B.Sc.CE <b>Geotechnical characteristics of the terrain and calculation of bearing capacity for bridge no. 2 of highway on corridor Vc, section Počitelj - Zvirovići</b>	29
Др Милан Вујанић, дипл.инж.саобр. Душко Пешић, дипл.инж.саобр. Милан Вујанић, дипл.инж.саобр. Тијана Иванишевић, инж.саобр. <b>Оштећење коловоза – узрок или околност при настанку саобраћајне незгоде?</b>	35	Milan Vujanić, PhD. TE Duško Pešić, B.Sc.TE Milan Vujanić, B.Sc.TE Tijana Ivanišević, Eng. traffic <b>Damage of the road carriageway - cause or circumstance in the occurrence of traffic accident?</b>	35
Изет Љајић, дипл.грађ.инж. Мирсада Углић, дипл.грађ.инж. Сеад Мујовић, дипл.грађ.инж. <b>Специфичности одржавања државних путева у зимским условима на подручју АД „Нови Пазар – пут“</b>	43	Damir Margeta, M.Sc.TE <b>Specifics maintenance of state roads in winter conditions in the jurisdiction area of AD "Novi Pazar - put "</b>	43
Мр Новица Стевановић, дипл.инж.грађ. <b>Контрадикторност регулативе у области путоградње са методологијом пројектовања и инжењерском логицом</b>	53	Novica Stevanović, M.Sc.CE <b>Road construction regulations in contradiction with design methodology and engineering logic</b>	53
Владан Илић, мастер инж.грађ. Никола Танасић, дипл.инж.грађ. Др Раде Хајдин, дипл.инж.грађ. <b>Процена индиректних трошкова услед прекида путне везе због смањења функционалних перформанси моста</b>	61	Vladan Ilić, M.Sc.B.Sc.CE Nikola Tanasić, B.Sc.CE Rade Hajdin, PhD.M.Sc.Bc.CE <b>Assessment of indirect costs due to highway link severance caused by reduction of bridge functional performance</b>	61
<b>Календар скупова, историја путарства, занимљивости Новинске вести из путоградње</b>			70 72

# ПУТ И САОБРАЋАЈ

Journal of Road and Traffic Engineering

научно-стручни часопис за путно инжењерство

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

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

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

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

Научни чланци:

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

Стручни чланци:

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

## ТЕХНИЧКИ ЗАХТЕВИ И УПУТСТВО АУТОРИМА

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

### Припрема рукописа

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## АПА СТИЛ БИБЛИОГРАФСКОГ ЦИТИРАЊА

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

### Монографска публикација:

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

#### Пример:

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

### Приређено издање:

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

#### Пример:

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

### Вишетомно дело:

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

#### Пример:

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

### Нештампани рукопис:

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

#### Пример:

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

### Прилог у периодичној публикацији:

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

#### Пример:

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

### Прилог доступан преко интернета:

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

#### Пример:

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

# МОДЕЛИ ЗАВИСНОСТИ БРОЈА САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА ОД ПУТНИХ И САОБРАЋАЈНИХ УСЛОВА ЗА ВАНГРАДСКЕ ДВОТРАЧНЕ ПУТЕВЕ

Др Драженко Главић, дипл.инж.саоб.

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

Марина Миленковић, мастер инж.саобр.

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

Прегледни рад

**Резиме:** Циљ рада је утврђивање функционалне зависности броја саобраћајних незгода од путних и саобраћајних услова за основне одсеке ванградских двотрачних путева у Србији. Због не постојања адекватне базе подата о просторној дистрибуцији саобраћајних незгода, за целу путну мрежу анализа је вршена за пут М-22 (по старој категоризацији), односно по новој категоризацији за државни пут IА реда (број пута: 2 и 15) за које су једино постојали подаци. Интегрисана база података на којој су вршене регресионе анализе у SPSS-у је добијена коришћењем база података о саобраћајним незгодама, база података о саобраћајним токовима и база података о геометријским карактеристикама пута. За независне променљиве су изабрани параметри: ПГДС, %КВ, радијус хоризонталне кривине, уздужни нагиб и ширина коловоза. За зависне променљиве су изабране: укупан број саобраћајних незгода по километру годишње и број саобраћајних незгода са настрадалим лицима по километру годишње. Добијени резултати регресионе анализе нису дефинитивни, што је последица недовољног узорка (мале варијације у подацима) и непоузданих података. Стога је у будућим истраживањима потребно формирати интегрисану базу података која би садржала податке о свим двотрачним путевима у Србији и чији би подаци били прецизни (поуздани).

**Кључне речи:** Саобраћајне незгоде, двотрачни пут, саобраћајне карактеристике, путне карактеристике.

## THE RELATIONSHIP BETWEEN NUMBER OF TRAFFIC ACCIDENTS FOR TWO-LANE RURAL ROADS AND TRAFFIC & ROAD CONDITIONS

Drazenko Glavic, Ph.D. TE.

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

Marina Milenkovic, M.Sc. TE.

Faculty of Traffic and Transport Engineering, University of Belgrade, marina.milenkovic@sf.bg.ac.rs

Review paper

**Abstract:** The aim of this paper is to determine the relationship between traffic accidents as a function of road and traffic conditions for main sections of rural two-lane roads in Serbia. Since the only available data about the spatial distribution of accidents were the data for the two-lane road M-22, the sample only consisted of rural sections of this road route. An integrated database was formed on the basis of the data about traffic accidents, traffic flows and geometric characteristics of the road. The following variables were chosen as independent variables: AADT, the share of commercial vehicles in the total traffic flow, horizontal curve radius, longitudinal gradient and carriageway width. The following variables were chosen as dependent variables: the total number of traffic accidents per kilometer per year and the number of injury traffic accidents per kilometer per year. Regression analysis was applied to examine the individual influence of the independent variables on the dependent variables. The obtained results are not final due to unrepresentative sample (slight variations of data) and unreliable data. Thus, for future research, it is necessary to form the adequate database which would contain the information about all two-lane roads in Serbia and whose information would be precise (reliable).

**Key words:** traffic accidents, two-lane road, traffic characteristics, road characteristics.

### 1. УВОД

У свету су у последње три деценије спроведена бројна истраживања како би се утврдила веза између саобраћајних незгода и саобраћајних и путних карактеристика ванградских двотрачних путева. Фактори који утичу на појаву СН су бројни, а вредности фактора и функционалне зависности су различите у различитим земљама, па чак и у различитим регионима одређене земље. Овај рад представља први покушај у условима ограничених база података развоја регресионих модела за Србију.

У наредним радовима са развојем база података на бази систематичног праћења података о саобраћајним незгодама за локалне услове у дужем временском периоду очекују се и нови радови на ову тему и за остале функционалне делове путне мреже (аутопут, вишетрачни пут, раскрснице, зоне рампи и преплитања и др.) који ће бити засновани на поузданијим базама података.

#### 1.1. Циљ рада

Циљ рада је да се утврди зависност броја саобраћајних незгода од путних и саобраћајних услова ванградских двотрачних путева.

## 1.2. Предмет рада

Како подаци о просторној дистрибуцији саобраћајних незгода постоје само за двотрачни пут М-22 (по старој категоризацији), односно по новој категоризацији за државни пут IA реда (број пута: 2) и део државног пута IB реда (број пута: 15), то узорак чине одсеци овог путног правца (1.457 одсека, укупне дужине 213,8 km). Подаци о саобраћајним незгода који су коришћени у анализи су обухватили временски период од три године (2010-2012).

## 1.3. Ограничења рада

Основна ограничења овог рада односе се на недоступност и непрецизност података. Ту се пре свега мисли на податке о просторној дистрибуцији саобраћајних незгода. Подаци о саобраћајним незгодама су постојали само за ванградски двотрачни пут М-22 и узорак су углавном чинили одсеци са приближно идеалним карактеристикама, што је утицало на то да поједине променљиве не буду статистички значајне. Није било могуће репрезентативно испитати ни утицај кривина малих радијуса на догађање саобраћајних незгода, с обзиром да је узорак чинило свега неколико кривина са радијусима мањим од 200 m. Такође, бројни подаци о геометрији пута, приступним тачкама, околини пута, стању коловоза, за које је у досадашњим истраживањима утврђено да имају значајан утицај на догађање саобраћајних незгода, нису били доступни. Непрецизност података се огледа у начину на који је бележена просторна дистрибуција саобраћајних незгода (уместо GPS координатама просторна дистрибуција саобраћајних незгода је утврђена проценом полицијских службеника који су вршили увиђај на основу km стуба).

## 2. ЛИТЕРАРНИ ПРЕГЛЕД

У Финској, Kulmala & Roine (1988) су користили генерализовану линеарну регресију да развију моделе зависности броја саобраћајних незгода од карактеристика пута за ванградске двотрачне двосмерне путеве. У раду су коришћени подаци о саобраћајним незгодама са настрадалим лицима за временски период од осам година.

У овом раду је процењиван утицај следећих променљивих: ширина коловоза, опште ограничење брзине, кривинска карактеристика, просечан уздужни нагиб, густина мањих прикључака, дужина одсека, проток саобраћаја и удео тешких теретних возила у укупном саобраћајном току.

Zegeer и остали (1988) су развили моделе предвиђања саобраћајних незгода на основу података о 5.000 миља ванградских двотрачних путева за седам америчких држава. У раду је испитиван утицај следећих променљивих: ПГДС, хоризонтална закривљеност, вертикална закривљеност, дужина и нагиб бочне косине пута, ширина саобраћајне траке, врста и ширина банке, број мостова, раскрсница, надвожњака и пружних прелаза, број и врста прилазних путева, оцена опасности околине пута и растојање поред пута за повратак возила на коловоз. Два модела су развијена, један са променљивом која означава оцену опасности околине пута и други са променљивом која означава растојање поред пута за повратак возила на коловоз.

Kalakota & Senevirathe (1994) су развили моделе предвиђања саобраћајних незгода за двотрачне путеве, коришћењем података о саобраћајним незгодама које су се догодиле на ванградским двотрачним путевима у северној Јути (укупне дужине 87 миља), за временски период од шест година. Три одвојена модела су калибрисана за деонице (правци и кривине), путеве у правцу и кривине, Коначна база је садржала 296 деоница, од којих су 143 биле деонице у правцу, а 153 деонице у кривини (кривине). У раду су за независне променљиве изабране следеће променљиве: дужина деонице, степен закривљености, ширина банке на десној страни пута, уздужни нагиб и комбинације неке од наведених променљивих.

Nadi и остали (1995) су у својој студији користили негативну биномну регресиону анализу за процену утицаја елемената попречног профила ванградског двотрачног пута на број саобраћајних незгода (укупан број саобраћајних незгода, број саобраћајних незгода са погинулим лицима и број саобраћајних незгода са повређеним лицима). У анализи су коришћени подаци о саобраћајним незгодама за период од четири године. У раду није дат тачан број одсека који су чинили узорак нити укупна дужина разматране мреже, већ је само наведено да је коришћен највећи могући број деоница путне мреже државе Флорида. За независне променљиве су изабране следеће променљиве: дужина деонице, ПГДС, ширина саобраћајне траке, ширина банке, ограничење брзине и број раскрсница.

Mountain и остали (1996) су развили моделе предвиђања очекиваног броја саобраћајних незгода, за путеве Уједињеног Краљевства, за које подаци о саобраћају на мањим приступима (раскрсницама) нису били на располагању.

Модели за ванградске двотрачне путеве су развијени на основу података о 2.566 km ванградских двотрачних путева. Два типа модела је развијено: у првом типу модела утицај мањих прикључака на број саобраћајних незгода је разматран увођењем променљиве која означава густину мањих прикључака; у другом типу модела, утицај приступа (раскрсница) се узима у обзир моделовањем саобраћајних незгода на мањим прикључцима одвојено.

Vogt & Vared (1998) су испитивали зависност броја саобраћајних незгода од различитих геометријских и функционалних карактеристика ванградских двотрачних путева. База података коју су они користили је садржала податке о саобраћајним незгодама за временски период од 5 година, за 619 деоница у Минесоти, и за период од 3 године, за 712 деоница у држави Вашингтон. У раду је испитиван утицај следећих променљивих: ПГДС, дужина деонице, ширина саобраћајне траке, ширина банке, кривинска карактеристика хоризонталне кривине, закривљеност вертикалне конвексне кривине, уздужни нагиб, оцена опасности околине пута, густина приступних тачака, ограничење брзине и удео комерцијалних возила у укупном саобраћајном току.

Harwood и остали (2000) су у свом раду дефинисали алгоритам за предвиђање саобраћајних незгода на основним одсечима ванградских двотрачних путева. Алгоритам предвиђања саобраћајних незгода се састоји од базног модела и корекционих фактора. Базни модел омогућава процену безбедности на хомогеном одсеку, за скуп претпостављених базних услова. Корекциони фактори се користе да прилагоде базну фреквенцију саобраћајних незгода утицају појединачних карактеристика геометрије пројекта и управљања саобраћајем. У раду је развијено укупно девет корекционих фактора. Корекциони фактори су развијени за следеће променљиве: ширину саобраћајне траке ( $AMF_1$ ), ширину и врсту банке ( $AMF_2$ ), карактеристике хоризонталне кривине: дужину, радијус и присуство прелазних кривина ( $AMF_3$ ), попречни нагиб коловоза ( $AMF_4$ ), подужни нагиб ( $AMF_5$ ), густину приступа ( $AMF_6$ ), присуство претицајне траке и кратке четвортрачне деонице ( $AMF_7$ ) присуство двосмерне траке за лева скретања ( $AMF_8$ ) и оцену опасности околине пута ( $AMF_9$ ).

У оквиру развоја метода за побољшање безбедности хоризонталних кривина на ванградским двотрачним путевима португалске националне мреже путева, Cardoso (2001a, 2001b) је дефинисао моделе предвиђања саобраћајних незгода за кривине и правце.

Одвојени модели су развијени за путеве са неасфалтираним банкама и за путеве са асфалтираним банкама. Прикупљени су подаци за више од 1.100 km двотрачних путева, од којих је 670 km било са неасфалтираним банкама. Подаци о саобраћају и саобраћајним незгодама су прикупљени за временски период од шест година код путева са неасфалтираним банком и за временски период од пет година у случају путева са асфалтираним банком. У раду је испитиван утицај следећих променљивих: радијус хоризонталне кривине, дужина деонице, кривинска карактеристика, просечан уздужни нагиб, ширина коловоза, ширина банке, ПГДС, прилазна брзина, смањење брзине на прилазу кривини и разлика између 85-ог и 15-ог перцентиала дистрибуције брзине на кривини.

Mayora и остали (2003) су развили моделе предвиђања саобраћајних незгода на основу узорка од 3.450 km ванградских двотрачних путева који се налазе у регионима Валенције и Западне Кастиље. Подаци о саобраћајним незгодама су анализирани за временски период од пет година. У раду је испитиван утицај следећих променљивих: густина приступних тачака, просечна ширина коловоза, просечна дужина прегледности, стандардно одступање закривљености, просечно ограничење брзине, максимални подужни нагиб, просечан апсолутни нагиб, средња вредност пројектне брзине, стандардно одступање вредности пројектне брзине, просечна варијација пројектне брзине између 1km дугих суседних одсека који су садржани у деоници и удео зона са забрањеним претицањем.

Qin и остали (2004) су нагласили значај развијања одвојених модела за предвиђање саобраћајних незгода за различите врсте саобраћајних незгода. Саобраћајне незгоде са настрадалим лицима су поделили у четири групе: незгоде у којима је учествовало само једно возило, незгоде у којима је учествовало више возила која су се кретала у истом смеру, незгоде у којима је учествовало више возила која су кретала у супротним смеровима и незгоде које су се догодиле приликом укрштања више саобраћајних токова. Подаци о саобраћајним незгодама су узети за временски период од четири године. Анализирано је преко 29.800 одсека двотрачних путева, што одговара укупној дужини већој од 29.000 km. За сваки одсек, прикупљени су подаци о броју саобраћајних незгода према врсти саобраћајне незгоде, дужини одсека, ПГДС-у, ограничењу брзине, ширини саобраћајне траке, ширини банке и асфалтираној ширини пута.

Fitzpatrick и остали (2005) су развили моделе предвиђања саобраћајних незгода за ванградске двотрачне путеве на основу података о 3.944 миља ванградских двотрачних путева у Тексасу.

У анализи су првенствено коришћени подаци о саобраћајним незгодама које су на неки начин узроковане ширином коловоза (SWIC саобраћајне незгоде), за временски период од три године, али поред ових саобраћајних незгода у анализи је коришћен и укупан број саобраћајних незгода и број саобраћајних незгода са настрадалим лицима. У раду је испитиван утицај следећих променљивих: ширина саобраћајне траке, ширина банке, дужина деонице и ПГДС.

Safiso и остали (2010) су спровели истраживање на узорку од 168,20 km ванградских двотрачних путева, који се налазе у Италији. У раду је испитиван утицај следећих променљивих: кривинска карактеристика (радијус, дужина), дужина правца, попречни профил (ширина саобраћајне траке и ширина и тип банке), густина приступних тачака и опасност околине пута. Укупно је дефинисано 107 хомогених одсека. Период од пет година је изабран за период испитивања.

Turner и остали (2012) су развили моделе предвиђања саобраћајних незгода за ванградске двотрачне путеве коришћењем података за 6.829 km ванградске мреже државних путева на Новом Зеланду. Узорак је подељен на правце и кривине (17.087 праваца и 13.490 кривина). Модел представљају квантификовани математички однос између саобраћајних незгода и обима саобраћаја, геометрије пута, попречног профила пута, стања површине коловоза, опасности околине пута и густине приступних тачака. Генерализовани линеарни модели предвиђања саобраћајних незгода су развијени за кључне врсте саобраћајних незгода - за чеоне сударе, за саобраћајне незгоде у којима долази до губитка контроле над возилом и за саобраћајне незгоде на прилазима.

### 3. АНАЛИЗА БАЗА ПОДАТАКА

Да би се утврдила зависност броја саобраћајних незгода од путних и саобраћајних услова било је неопходно прикупити податке о саобраћајним незгодама као и податке о саобраћајном оптерећењу и геометрији пута.

#### 3.1. База података о саобраћајним незгодама

Подаци о саобраћајним незгодама су преузети из базе података коју је формирала Агенција за безбедност саобраћаја. База садржи податке о врсти саобраћајне незгоде, временској и просторној дистрибуцији саобраћајних незгода, као и податке о стању коловоза у тренутку настанка незгоде и главном узроку настанка незгоде.

За потребе овог истраживања значајни су били подаци о просторној дистрибуцији саобраћајних незгода. За временски период од три године (2010-2012) на овим деоницама се догодило укупно 1140 саобраћајних незгода, од којих је 374 било са повређеним лицима, а 48 са погинулим лицима.

#### 3.2. База података о просечном годишњем дневном саобраћају

Подаци о саобраћајном оптерећењу су преузети из базе података Јавног предузећа „Путеви Србије“. База података о саобраћајном оптерећењу садржи податке о ПГДС-у, укупно и по основним категоријама возила.

#### 3.3. База података о геометрији пута

Подаци о геометрији пута су такође преузети из базе података Јавног предузећа „Путеви Србије“. Ова база се састојала из више делова (табела) у којима су одвојено бележени подаци о попречном профили пута, хоризонталном и вертикалном пружању трасе. Јединица посматрања сваке базе (табеле) је био одсек. Одсек је дефинисан као део деонице са константном вредношћу променљиве чији се утицај испитивао.

#### 3.4. Интегрисана база података

Коришћењем одређених података из појединачних база формирана је јединствена интегрисана база података која је коришћена у регресионој анализи.

Интегрисана база података је у усаглашеном референтном систему садржала податке о саобраћајним незгодама, обиму саобраћаја и геометрији пута.

Деонице су подељене на хомогене одсеке, чије су границе постављене тамо где је дошло до промене једне од независних променљивих. Након поделе деоница на хомогене одсеке, било је неопходно сваком одсеку доделити број саобраћајних незгода, ПГДС, структуру тока и остале параметре.

За зависне променљиве су изабрани параметри: укупан број саобраћајних незгода по километру годишње и број саобраћајних незгода са настрадалим лицима по километру годишње.

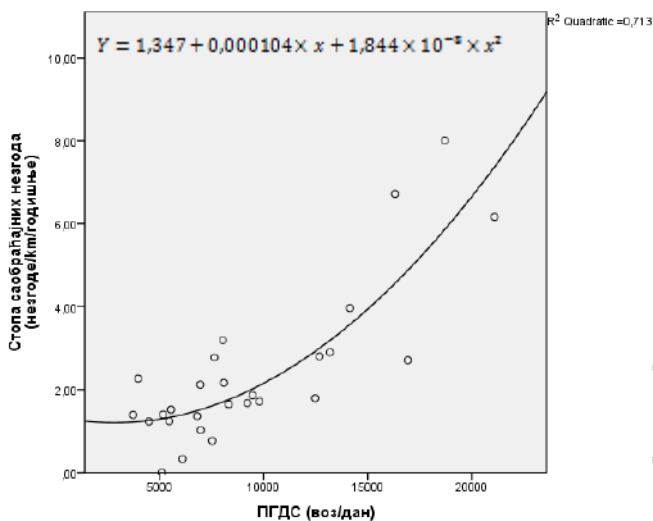
У раду нису појединачно разматране саобраћајне незгоде са погинулим лицима, с обзиром да је узорак чинило свега 48 саобраћајних незгода са погинулим лицима. За независне променљиве су изабрани: ПГДС, %КВ, радијус хоризонталне кривине, подужни нагиб и ширина коловоза.

#### 4. АНАЛИЗА РЕЗУЛТАТА

Како би се утврдио појединачан утицај независних променљивих (ПГДС, % КВ, радијус хоризонталне кривине, ширина коловоза и уздужног нагиб) на зависне променљиве (број саобраћајних незгода по километру годишње и број саобраћајних незгода са настрадалим лицима по километру годишње) спроведена је регресиона анализа коришћењем програма SPSS верзија 20. Овом анализом су дефинисани модели различитих облика (линеарни, логаритамски, инверзни, квадратни и кубни), а изабрани су они модели који су имали најбољи степен корелације реалних податак и претпостављених крива. Добијени модели су затим упоређени са моделима страних истраживања.

##### 4.1. Анализа утицаја просечног годишњег дневног саобраћаја на број саобраћајних незгода

На слици 1 је приказан модел који је добијен у овом истраживању. Са слике 1 може се видети да број саобраћајних незгода по километру годишње расте са повећањем ПГДС-а.

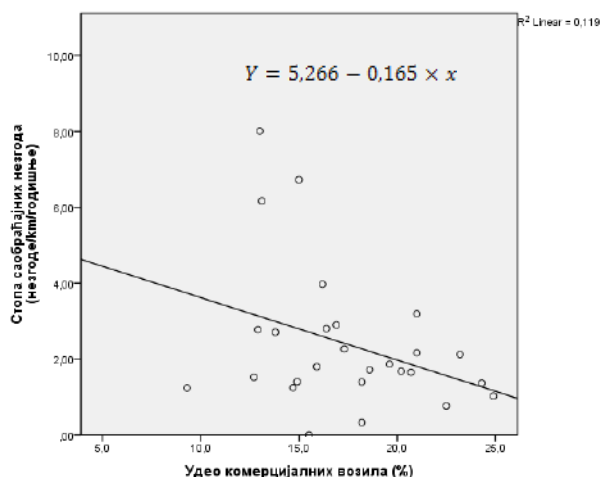


Слика 1. Модел зависности броја СН од ПГДС-а

Резултати других истраживача показују да на ванградским двотрачним путевима број саобраћајних незгода и број саобраћајних незгода са настрадалим лицима расту са повећањем ПГДС-а (Zegeer et al., 1987a; Hadi et al., 1995; Harwood et al., 2000; Labi, 2006; Garber et al., 2010). У три одвојене студије је утврђено да су експонентни (изложени) за ПГДС статистички значајно мањи од јединице, што указује на то да однос саобраћајне незгоде-ПГДС није линеаран (Mountain, 1996; Garber et al., 2010; Cafiso et al., 2010).

##### 4.2. Утицај удела комерцијалних возила у укупном саобраћајном току на број саобраћајних незгода

Резултати овог истраживања су показали да број саобраћајних незгода и број саобраћајних незгода са настрадалим лицима по километру годишње опада са повећањем удела тешких теретних возила у укупном саобраћајном току, што је приказано на слици 2.



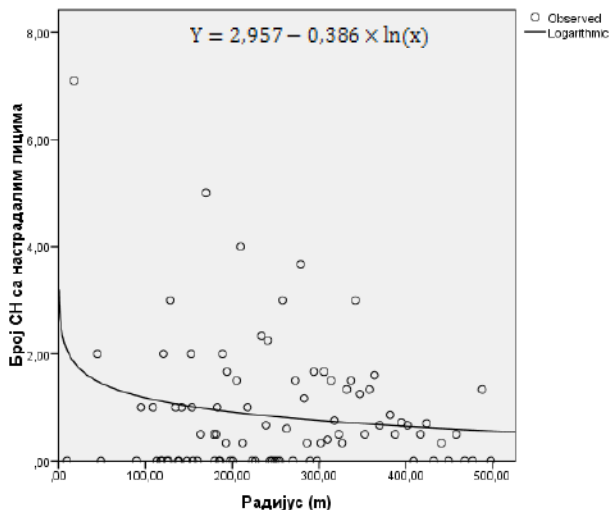
Слика 2. Модел зависности броја СН од %КБ

Hiselius (2004) је утврдила да повећање удела тешких теретних возила у укупном саобраћајном току доводи до смањења броја саобраћајних незгода на ванградским двотрачним путевима у Шведској. Она је приписала овај утицај нижој просечној брзини возила у саобраћајном току када се удео тешких теретних возила повећа. Међутим, Hiselius је указала на то да је мали узорак могао имати утицај на закључак студије. Milton & Mannering (1998) су пак дошли до налаза да се са повећањем удела тешких теретних возила смањује број саобраћајних незгода. У својој студији су као разлог за то навели велику дисперзију брзина у саобраћајном току у коме је присутан велики број тешких теретних возила. Генерално, резултати страних истраживања о утицају тешких теретних возила на саобраћајне незгоде нису усаглашени, односно не постоји јасно разумевање утицаја тешких теретних возила на саобраћајне незгоде.

##### 4.3. Анализа утицаја радијуса хоризонталне кривине на број саобраћајних незгода

Модели зависности укупног броја саобраћајних незгода од радијуса, који су добијени у овом истраживању, нису били статистички значајни, док су модели зависности броја саобраћајних незгода са настрадалим лицима (линеарни, логаритамски и квадратни модел) од радијуса били статистички значајни.

За коначан модел је изабран логаритамски модел с обзиром да је овај модел имао најбољу уклопљеност. Овај модел има сличан облик криве као и модел који су добили и други аутори (број саобраћајних незгода опада са повећањем радијуса хоризонталне кривине), али овај модел објашњава свега 7% варијабилности зависне променљиве.



Слика 3. Модел зависности броја СН од радијуса кривине

Milton & Mannering (1996) су дошли до налаза да су стопе саобраћајних незгода на кривинама између 1,5 до 4 пута веће него на правцима.

Lamm и остали (2007) су пронашли да правци имају око 50% нижу стопу саобраћајних незгода него кривине за које је утврђено да су добро пројектоване, и да је стопа саобраћајних незгода на правцима око 90% нижа када се упореди са лоше пројектованим кривинама.

Неколико студија је закључило да стопа саобраћајних незгода опада са повећањем радијуса хоризонталне кривине све до радијуса од око 400 m до 500 m. За радијусе веће од 500 m не бележи се више пад стопе саобраћајних незгода (Elvik & Vaa, 2004; Lamm et al., 1999; Krebs & Kloeckner, 1977).

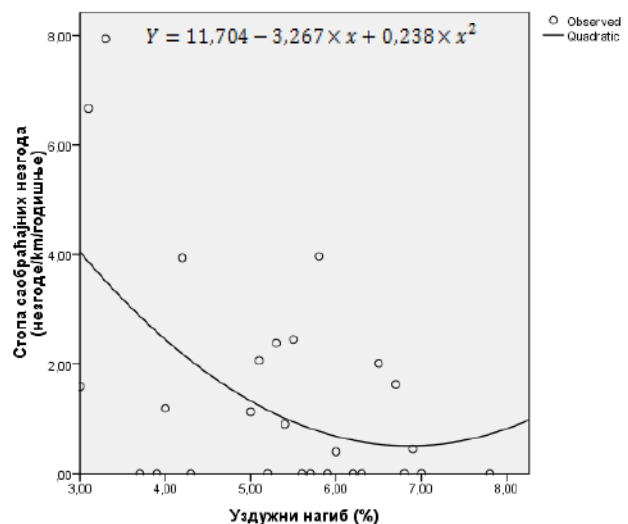
Iyapat и остали (1997) су утврдили да су радијуси мањи од 350 m критични, односно да се на радијусима мањим од 350 m бележи нагли раст стопе саобраћајних незгода.

Генерално је утврђено да се на ванградским путевима број саобраћајних незгода значајно повећава када је радијус хоризонталне кривине мањи од 400 m (PIARC, 2003).

#### 4.4. Утицај уздужног нагиба на број саобраћајних незгода

Резултати који су добијени у овој студији су показали да се са повећањем уздужног нагиба смањује број саобраћајних незгода и број саобраћајних незгода са настрадалим лицима по километру годишње.

Код укупног броја саобраћајних незгода најбољу уклопљеност је имао кубни модел, док је код саобраћајних незгода са настрадалим лицима најбољу уклопљеност имао инверзни модел. Међутим, ове резултате треба тумачити са опрезом с обзиром да је узорак чинило свега 25 одсека са нагибима већим од 3% и с обзиром да добијени резултати нису у потпуности у складу са резултатима осталих истраживања.



Слика 4. Модел зависности броја СН од уздужног нагиба

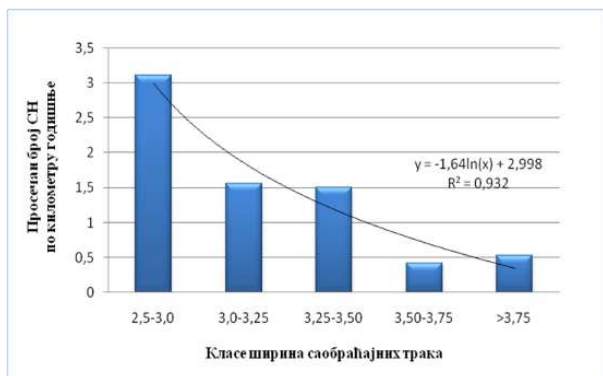
Број саобраћајних незгода се повећава са повећањем уздужног нагиба, при стопи од 1,6% са сваким процентуалним повећањем нагиба (Harwood et al., 2000).

У студији коју су спровели Iyapat и остали (1997) утврђено је да стопа саобраћајних незгода (незгоде на  $10^6$  возило-километара) нагло расте за уздужне нагибе веће од 6,5%. Мауога и остали (2003) су пак дошли до налаза да се са повећањем уздужног нагиба смањује стопа саобраћајних незгода са настрадалим лицима.

Miaou (1998) је на основу анализе уздужних нагиба ванградских двотрачних двосмерних путева у Јути утврдио корекционе факторе утицаја уздужних нагиба на број саобраћајних незгода. Он је дошао до налаза да је на деоницама са уздужним нагибима од 3% до 6% број саобраћајних незгода за 10% већи него на равном терену (нагиби  $\leq 3\%$ ), док је на уздужним нагибима већим од 6% број саобраћајних незгода већи за 16%.

#### 4.5. Утицај ширине коловоза на број саобраћајних незгода

Резултати регресионе анализе, су показали да број саобраћајних незгода зависи од ширине коловоза и то на начин да са смањењем ширине саобраћајне траке долази до повећања броја саобраћајних незгода, што је у складу са резултатима других истраживања.



Слика 4. Модел зависности броја СН од ширине коловоза

Са повећањем ширине саобраћајне траке смањује се број саобраћајних незгода (Krebs & Kloeckner, 1977; Zegeer et al., 1987a; Hadi et al., 1995; Elvik & Vaa, 2004; Fitzpatrick et al., 2005).

Hadi и остали (1995) су дошли до налаза да се на ванградским двотрачним путевима са повећањем ширине саобраћајне траке до 4,0 m смањује стопа саобраћајних незгода.

Lamm и остали (1999) су пријавили смањење у броју саобраћајних незгода са повећањем ширине саобраћајне траке, али су сугерисали да озбиљност (тежина) саобраћајних незгода може бити повећана због повећања брзине.

Elvik & Vaa (2004) су показали да се број саобраћајних незгода на ванградским путевима смањује са повећањем ширине коловоза за 1 до 3 метра.

У студији коју су спровели Luipat и остали (1997) утврђено је да су ширине коловоза мање од 6,5 m критичне, односно да се при ширинама коловоза мањим од 6,5 m стопа саобраћајних незгода нагло смањује.

#### 4. ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА СА ПРАВЦИМА БУДУЋИХ ИСТРАЖИВАЊА

##### 5.1. Закључна разматрања

У овом раду је испитиван утицај путних и саобраћајних променљивих за које је у истраживањима утврђено да утичу на догађање саобраћајних незгода. Регресионом анализом је испитиван појединачан утицај параметара: ПГДС, %КВ, R, УН и ШК.

Добијени резултати представљају први покушај истраживања ове проблематике у Србији.

Резултати су задовољавајући с обзиром на нерепрезентативан узорак на коме су вршене регресионе анализе.

Резултати нису коначни из разлога недовољног узорка (мале варијације у подацима) и непоузданих података, пре свега базе података о СН, и базе подата о геометрији пута.

У случају развоја база података о саобраћајним незгодама биће могуће наставити истраживања и то не само за двотрачне путеве већ и за остале функционалне делове путне мреже (аутопут, вишетрачни пут, раскрснице, градске артерије, зоне преплитања и зоне рампи).

Резултати овог истраживања и будућих истраживања могу наћи примену у путном и саобраћајном инжењерству и то у Cost Benefit анализама, саобраћајним анализама, анализама безбедности саобраћаја, еколошким анализама, више-критеријумским анализама и др.

##### 5.2. Правци будућих истраживања

Да би се у будућим истраживањима дошло до поузданијих модела предвиђања саобраћајних незгода за двотрачне путеве, као и остале функционалне делове путне мреже потребно је направити поуздану базу података о СН за целу путну мрежу.

Неопходно је побољшати поузданост базе података о СН, поготово податке о просторној дистрибуцији саобраћајних незгода који су у постојећој бази изразито непрецизни. Бележење саобраћајних незгода GPS координатама у ГИС окружењу би у великој мери допринело томе да ови подаци буду што прецизнији.

Дакле, повећањем узорка и прикупљањем прецизних података пре свега у бази података о саобраћајним незгодама будући развој модела и резултати регресионе анализе би били поузданији.

Основ за развој модела предвиђања саобраћајних незгода представља квалитетна база података. С обзиром да су у Србији посебно развијене база података о геометрији пута, база података о саобраћајном оптерећењу и база података о саобраћајним незгодама, потребно је у ГИС окружењу формирати једну интегрисану базу података која би садржала податке о геометрији пута, саобраћајном оптерећењу и саобраћајним незгодама за целу путну мрежу Србије.

Формирањем интегрисане базе података у ГИС окружењу створили би се услови за поузданије анализе безбедности саобраћаја, а за потребе овог истраживања створили би се услови за развој модела предвиђања саобраћајних незгода, чији је значај за струку, а и за друштво велики.

Интегрисана база података треба бити унапређена у односу на досадашње базе и по обиму података које ће пратити. Неки од података које треба пратити би били нпр. попречни нагиб коловоза, густина приступних тачака, ограничење брзине, дужина прегледности, удео зона са забрањеним претицањем, оцена опасности околине пута и др.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Cardoso, J.L. (2001a). Design Consistency and Signing of Curves on Interurban Single Carriageway Roads. Report No. 197/01-NTSR, LNEC, Lisboa.
- [2] Cardoso, J.L. (2001b). Detection and Low-Cost Engineering Improvement of Inconsistent Horizontal Curves in Rural Roads. 12<sup>th</sup> International conference "Road safety on three continents", FERSE/VTI/TRB, Moscow.
- [3] Cafiso, S., Graziano, A.D. & Silvestro, G.D. (2010). Development of comprehensive accident models for two-lane rural highways using exposure, geometry, consistency and context variables. *Accident Analysis & Prevention*, 42, 1072-1079.
- [4] Elvik, R. & Vaa, T. (2004). *The Handbook of Road Safety Measures*, Elsevier Science.
- [5] Fitzpatrick, K., Schneider, W.H. & Park., E.S. (2005). Comparisons of Crashes on Rural Two-Lane and Four-Lane Highways in Texas. Report No. FHWA/TX-06/0-4618-1. Texas Transportation Institute.
- [6] Garber, N.J. Haas, P.R. & Gosse, C. (2010). Development of Safety Performance Functions for Two-Lane Roads Maintained by the Virginia Department of Transportation. Report No. FHWA/VTRC 10-R25. Virginia Transportation Research Council.
- [7] Hadi, M.A., Aruldas, J., Chow, L. & Wattleworth J.A. (1995). Estimating Safety Effects of Cross-Section Design for Various Highway Types Using Negative Binomial Regression. *Transportation Research Record* 15000.
- [8] Harwood, D.W., Council, F.M., Hauer, E., Hughes, W.E. & Vog, A. (2000). Prediction of the Expected Safety Performance of Rural Two-Lane Highways. Publication No. FHWA-RD-99-207, Federal Highway Administration, U.S. Department of Transportation.
- [9] Hiselius, L.W. (2004). Estimating the Relationship Between Accident Frequency and Homogeneous and Inhomogeneous Traffic Flows. *Accident Analysis & Prevention*, 36, 985-992.
- [10] Iyınam, A.F., Iyınam, S. & Ergun, M. (1997). Analysis of Relationship Between Highway Safety and Road Geometric Design Elements: Turkish Case. Technical University of Istanbul, Turkey.
- [11] Kalokota, K.R. & Seneviratne, P.N. (1994). Accident Prediction Models for Two-Lane Rural Highways. Utah Transportation Center. Utah State University.
- [12] Krebs, H.G. & Kloeckner, J.H. (1977). Investigations of the effect of highway and traffic conditions outside built-up areas on accident rates. *Research Road Construction and Traffic Technique*, Minister of Transportation, Germany.
- [13] Kuzović, L.T. (1997) Utvrđivanje potreba i opravdanosti izdvajanja tranzitnog saobraćaja sa gradskih arterija izgradnjom obilaznica. Beograd: Saobraćajni fakultet
- [14] Kuzović, L.T. (1984) Vrednovanje u optimiziranju planova i projekata puteva. Beograd: Savez inženjera i tehničara saobraćaja i veza Jugoslavije
- [15] Kulmala, R. & Roine, M. (1988). Accident Prediction Models for Two-Lane roads in Finland. *Traffic Safety Theory and Research Methods*, Amsterdam, Session IV: Statistical analysis and models.
- [16] Labi, S. (2006). Effects of Geometric Characteristics of Rural Two-Lane Roads on Safety. Report No. FHWA/IN/JTRP-2005/2. Center for the Advancement of Transportation Safety (CATS).
- [17] Lamm, R., Beck, A., Ruscher, T., Mailaender, T., Cafiso, S., & La Cava, G. (2007). How to make two-lane rural roads safer. *Scientific background and guide for practical application*. Southampton: Witpress.
- [18] Lamm, R., Psarianos, B., & Mailaender, T. (1999). *Highway design and traffic safety engineering handbook*. New York: McGraw-Hill.
- [19] Mayora J.P. & Rubio, R.L. (2003). Relevant Variables for Crash Rate Prediction in Spain's Two Lane Rural Roads. *Transportation Research Board. 82<sup>nd</sup> Annual Meeting*.
- [20] Miaou, S.P. (1998). *Vertical Grade Analysis Summary*, unpublished.
- [21] Milton J. & Mannering F. (1998). The relationship among highway geometrics, traffic-related elements and motor-vehicle accident frequencies. *Transportation*, 25, 395-413.
- [22] Mountain L., Fawaz, B. & Jarrett, D. (1996). Accident prediction models for roads with minor junctions. *Accident Analysis & Prevention*, 28 (6), 695-707.
- [23] Qin, X., Ivan, J.N. & Ravishanker, N. (2004). Selecting Exposure Measures in Crash Rate Prediction for Two-Lane Highway Segments. *Accident Analysis & Prevention*, 36, 183-191.
- [24] Turner, S., Singh, R. & Nates, G. (2012). The next generation of rural road crash prediction models: final report. NZ Transport Agency research report 509.
- [25] Vogt, A. & Bared, J.G. (1998). Accident Models for Two-Lane Rural Roads: Segments and Intersections. Publication No. FHWA-RD-98-133.
- [26] Zegeer, C., Reinfurt, D., Hunter, W., Hummer, J., Stewart, R. & Herf, L. (1988). Accident Effects of Sideslope and Other Roadside Features on Two-Lane Roads. *Transportation Research Record* 1995.
- [27] Zegeer, C.V., Reinfurt D., Hummer, J., Herf, L. & Hunter, W. (1987a). Safety Effect of Cross-section Design for Two-Lane Roads. Report No. FHWA-RD-87/008. Federal, Highway Administration, McLean, VA.
- [28] Zhang, C. & Ivan, J.N. (2005). Effects of geometric characteristics on head-on crash incidence on two-lane roads in Connecticut. *Transportation Research Record* 1908, 159-164.



Јубилеј - шездесет година часописа

**Пут и саобраћај**

# АНАЛИЗА АСФАЛТНИХ МЕШАВИНА НА ОСНОВУ ДВОДИМЕНЗИОНАЛНИХ СКЕНИРАНИХ СЛИКА

Даринка Матић, мастер.инж.грађ.  
E-mail: darinka\_m@yahoo.com

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

Прегледни рад

**Резиме:** Структура агрегатног скелета има великог утицаја на понашање асфалтних мешавина, пре свега у погледу њихове отпорности на трајну деформацију. Међутим, анализа гранулометријског састава минералне мешавине и запреминске структуре асфалтне мешавине не дају довољно података како би се описало понашање мешавине у фази експлоатације. У раду је коришћен програм iPas<sup>2</sup>, развијен на Универзитету Wisconsin, у оквиру кога су дефинисани индекси који описују структуру минералног скелета, као што су: број контактних зона између зрна агрегата, укупна дужина и оријентација контактних зона. Ови индекси показују добру корелацију са отпорношћу асфалтне мешавине на трајну деформацију. Програм iPas<sup>2</sup> је примењен за анализу пет асфалтних мешавина које су се у последње време користиле у пројектима изградње или рехабилитације путева у Србији за носеће и хабајуће слојеве, са обичним и полимер модификованим битуменом. Добијени индикатори мироструктуре за све мешавине задовољавају. У раду су идентификовани и одређени проблеми у раду са најновијом верзијом програма iPas<sup>2</sup>.

**Кључне речи:** асфалтна мешавина, трајна деформација, минерална мешавина, анализа скенираних слика, индекси унутрашње структуре

## THE ANALYSIS OF ASPHALT MIXTURES BASED ON TWO-DIMENSIONAL SCANNED IMAGES

Darinka Matić, M.Sc.CE  
E-mail: darinka\_m@yahoo.com

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

Review paper

**Abstract:** The internal structure of the aggregate skeleton is very important for performance of asphalt mixtures, in particular regarding their resistance to permanent deformation. However, the analysis of gradation and volumetric properties of asphalt mixtures do not provide sufficient information to describe performance of asphalt mixtures in exploitation. In this paper the computer program iPas<sup>2</sup>, developed at the University of Wisconsin has been used.

The program uses indexes that describe the structure of aggregate skeleton, like: number of contact zones between aggregate particles, total length and orientation of contact zones. These indices show very good correlation with resistance of asphalt mixture to permanent deformation. Program iPas<sup>2</sup> has been used for the analysis of five asphalt mixtures that have been used in recent road construction and rehabilitation projects in Serbia, for base and wearing course, with regular and modified bitumen. The internal structure indicators for all mixtures have satisfactory values. The paper also identifies some problems encountered during the use of the latest software version.

**Key words:** asphalt mixture, permanent deformation, mineral mixture, scanned image processing, Internal structure index

### 1. УВОД

Структура минералних и асфалтних мешавина значајно утиче на њихово понашање у фази експлоатације, посебно на њихову отпорност на трајну деформацију.

Постојећи поступци за пројектовање и анализу асфалтних мешавина се заснивају на избору каменог агрегата са одговарајућим карактеристикама (процент дробљених зрна, отпорност на дробљење), анализи гранулометријског састава минералне мешавине, и анализи запреминске структуре асфалтне мешавине како би се одредио оптимални садржај везива за усвојену енергију збијања.

Међутим, досадашња истраживања су показала да чак и асфалтне мешавине које имају исту запреминску масу и структуру показују другачије понашање у експлоатацији, што указује на потребу за развојем и применом додатних параметара – индекса који се односе на унутрашњу структуру асфалтне мешавине и који би били у стању да дефинишу утицај збијања, температуре, гранулометријског састава и примене модификованог битумена на понашање асфалтне мешавине у погледу осетљивости на трајну деформацију.

Асфалтне мешавине су по природи хетерогени материјали који се састоје из агрегата, битумена, и шупљина испуњених ваздухом. Zhu [1] је закључио да пренос оптерећења у асфалтној мешавини у највећој мери зависи од интеракције агрегата и битумена у тзв. контактним зонама између зрна агрегата. Промена геометријских или механичких карактеристика агрегата утиче на прерасподелу напона и дилатација у асфалтној мешавини. Zhu је такође показао да геометријске карактеристике контакта, као што су његова површина и оријентација утичу на расподелу напрезања у асфалтној мешавини.

Masad [2] је закључио да гранулометријски састав минералне мешавине утиче на унутрашњу структуру и расподелу напона у асфалтној мешавини.

У последњих двадесет година са успехом се примењује анализа дигиталних слика за одређивање интерне структуре асфалтних мешавина. Технике анализе дигиталних слика су унапређиване током овог периода од стране више истраживача [2, 3, 4, 5]. Могућности ових техника су такође унапређене и услед технолошког развоја и побољшања расположиве опреме.

Примена дводимензионалних слика представља рационалан приступ анализи асфалтних мешавина у односу на просторну, тродимензионалну анализу, и поред тога што укључује одређена поједностављења. Соепен и други [6] су развили софтвер iPas за дводимензионалну анализу, који се заснива на анализи интерне структуре асфалтних мешавина, али није у стању да у потпуности дефинише интеракцију зрна агрегата.

Roohi Sefidmzagi је унапредио овај софтвер [7] и у новој верзији програма под именом iPas<sup>2</sup> заокружио анализу интерне структуре асфалтних мешавина.

Циљ овог рада је био да се анализира могућност примене програма iPas<sup>2</sup> на типичне асфалтне мешавине које се користе у Србији и установи да ли се ова метода може користити као алтернативна метода за анализу запреминске структуре асфалтних мешавина и предвиђање њихове отпорности на трајну деформацију.

## 2. ОСНОВНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ПРОГРАМА iPas<sup>2</sup>

Основна намена програма iPas<sup>2</sup> је да врши дводимензионалну (2D) анализу слике и карактеризацију запреминске структуре асфалтне мешавине [7]. У оквиру развоја овог програма су:

- развијени и имплементирани протоколи за анализу агрегатне структуре асфалтне мешавине на основу 2D слика,
- дефинисани репрезентативни индекси унутрашње структуре асфалтне мешавине,
- успостављене корелације између ових индекса и механичких особина асфалтних мешавина под поновљеним оптерећењем и
- анализирани ефекти различитих метода за збијање лабораторијских узорака и узорака са терена.

Функције софтвера су подељене у две главне групе:

- функције за обраду слике, и
- функције за анализу микроструктуре асфалтне мешавине.

### 2.1. Обрада слике

Да би резултати анализе скениране слике асфалтног узорка што веродостојније представили асфалтну мешавину, програм захтева унос познатих карактеристика асфалтне мешавине добијених на основу лабораторијских испитивања, као што су:

- Гранулометријски састав минералне мешавине, и
- Запреминске карактеристике асфалтне мешавине:
- Процент шупљина испуњених ваздухом  $V_s$  (%);
- Садржај битумена  $P_b$  (% m/m);
- Запреминска маса агрегата  $G_{agr}$  (kg/m<sup>3</sup>);
- Запреминска маса битумена  $G_{bit}$  (kg/m<sup>3</sup>).

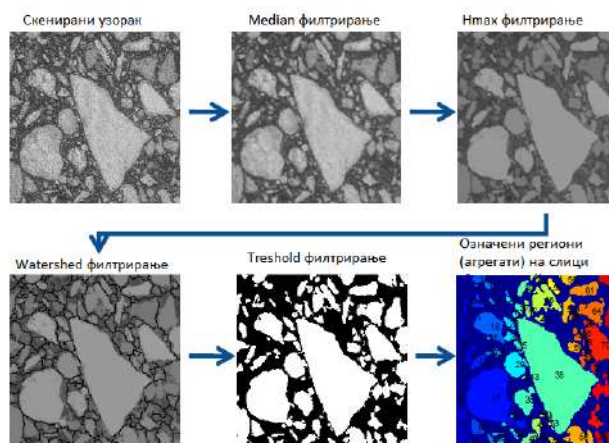
На основу ових података програм обавља прорачун запреминске структуре асфалтне мешавине, а затим врши обраду слике на основу параметара филтрације задатих од стране корисника.

Скенирана слика асфалтне мешавине се обрађује тако што се користи алгоритам дигиталног процесора за обраду слике, који конвертује слику у боји у бинарну слику.

Како би се побољшао квалитет скениране слике асфалтног узорка, а с циљем одвајања различитих фаза мешавине, програм користи технику филтрирања слике, која се састоји из неколико елемената:

- *Median* филтрирање
- *Regia Maxima (Hmax)* филтрирање.
- *Watershed* филтрирање
- *Threshold* филтрирање

Након извршеног филтрирања слика је подељена на регионе чије су границе јасно утврђене. Сваки регион представља једно зрно агрегата и добија свој идентификациони број. Пример обраде слике филтрирањем је приказан на слици 1.



Слика 1. Кораци филтрирања слике у програму iPas<sup>2</sup> [7]

Да би корисник могао да утврди да ли су изабране вредности филтрирања одговарајуће, неопходно је да се упореде:

- запреминско учешће агрегата у асфалтној мешавини са површином агрегата на 2D слици, и
- гранулометријски састав минералне мешавине у односу на гранулометријски састав добијен обрадом 2D слике.

Процес избора вредности параметара филтрације је потребно поновити док се не добију мала одступања између поменутих параметара у односу на њихове вредности одређене лабораториским испитивањем. Тек када се добије задовољавајући однос, прелази се на анализу микроструктуре асфалтног узорка.

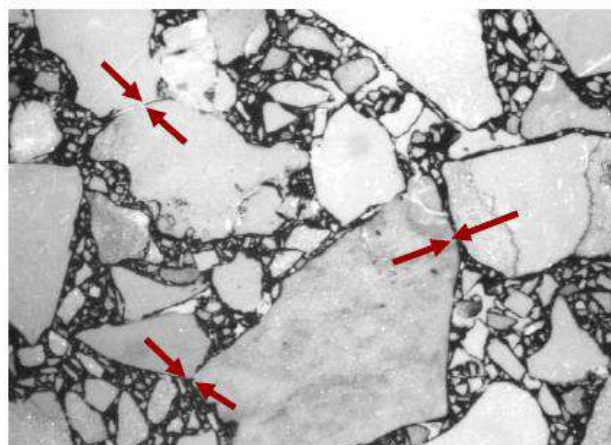
## 2.2. Анализе микроструктуре на основу 2D слике

Основни циљ функција које се баве анализом микроструктуре асфалтне мешавине је да се утврде:

- карактеристике контактних зона између зрна агрегата;
- оријентација зрна агрегата, и
- сегрегација минералне мешавине.

При томе треба имати у виду да се анализа просторне структуре врши на основу дводимензионалних слика, тако да ће непосредни контакт два зрна агрегата на 2D слици бити ретко приказан, изузев када је узорак исечен непосредно у зони контакта (слика 2).

Због тога је приликом анализе неопходно увести одређена поједностављења која би омогућила анализу запреминске структуре мешавине на основу 2D слике.

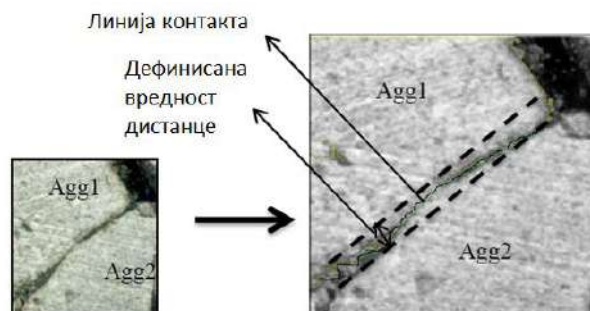


Слика 2. Контактне зоне између зрна агрегата [8]

Конкретно, приликом развоја програма iPas<sup>2</sup> анализирана је запреминска структура мешавине на основу вишеструких пресека узорака и развијен је алгоритам који користи два основна параметра за анализу контактних зона између зрна агрегата:

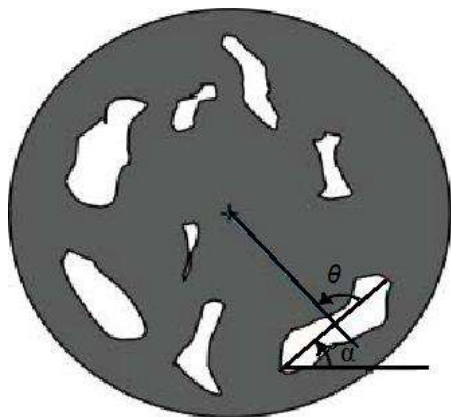
- минималну величину зрна агрегата која се узима у обзир приликом прорачуна контактних тачака, и
- вредност дистанце SDT (*Surface Distance Threshold* - SDT).

Уколико је растојање између два зрна агрегата на 2D слици мање од SDT, сматра се да се два зрна налазе у контакту. При томе програм узима у обзир све пикселе два зрна агрегата у оквиру ове дистанце. Сваком пикселу првог зрна агрегата одговара само један пиксел другог зрна. Ако постоји неколико пиксела који испуњавају услов да је њихово растојање мање од SDT, бира се најближи пиксел. Средишњи пиксел сваког пара пиксела се сматра контактним пикселом који формира контактну линију између два зрна агрегата (слика 3). На основу ове анализе добија се број и дужина контактних зона између зрна агрегата већих од минималне величине зрна која се користи у анализи.



Слика 3. Линија контакта између два зрна агрегата [7]

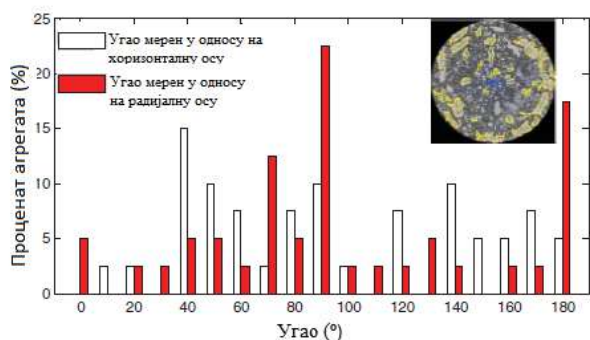
Оријентација зрна агрегата (слика 4) дефинише се у односу на хоризонталну осу (хоризонтална оријентација) и у односу на осу која спаја тежиште зрна агрегата и центар кружне површине (радијална оријентација).



Слика 4. Оријентација зрна агрегата [6]

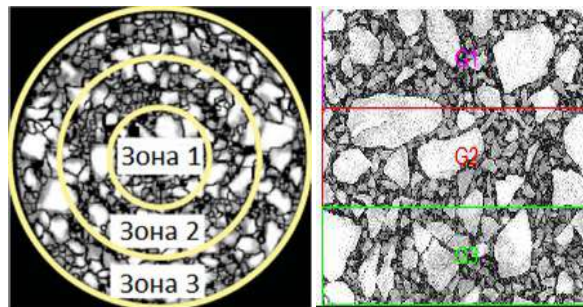
Хоризонтална оријентација се дефинише преко угла  $\alpha$  између главне осе зрна агрегата и хоризонталне осе, а радијална оријентација се дефинише преко угла  $\theta$  који захвата главна оса зрна агрегата са правцем између тежишта зрна агрегата и центра кружне површине.

На слици 5 је приказан пример хистограма расподеле хоризонталне и радијалне оријентације зрна агрегата за једну испитивану асфалтну мешавину.



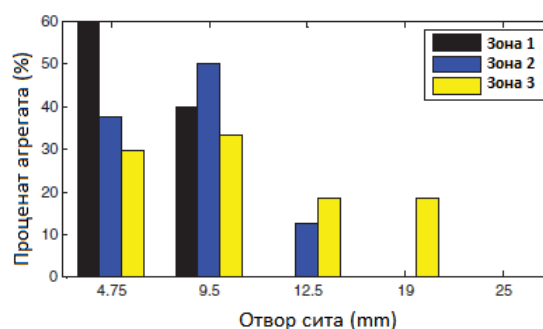
Слика 5. Пример хистограма радијалних и хоризонталних углова [6]

Помоћу анализе дводимензионалних слика могуће је доћи до закључака у погледу сегрегације у хоризонталној или вертикалној равни. Како би се добили подаци о сегрегацији минералне мешавине, слика се дели на три једнаке зоне, радијално, или у вертикалној равни и програм срачунава укупан број зрна агрегата за сваку величину сита у оквиру одређеног региона (слика 6).



Слика 6. Сегрегација минералне мешавине – подела на зоне за анализу радијалне сегрегације (лево) и вертикалне сегрегације (десно)

На слици 7 приказан је пример хистограма са подацима о радијалној сегрегацији.



Слика 7 Радијална сегрегација – хистограм [6]

### 2.3. Параметри унутрашње структуре асфалтне мешавине

Агрегатни скелет у оквиру асфалтне мешавине примарно служи за пријем и преношење оптерећења. У раду [7] је развијено неколико индекса, који се могу одредити на основу анализе 2D слика, а помоћу којих се може представити структура асфалтне мешавине и који могу послужити као индикатори њене осетљивости на трајну деформацију:

- укупан број контаката;
- укупна дужина контаката (mm);
- просечни апсолутни угао осе контаката у односу на хоризонталну осу AAс (°) – хоризонтална оријентација, и
- вектор магнитуде  $\Delta c$  који квантификује просечну анизотропију расподеле оријентације равни контаката на 2D слици.

Број контаката зрна агрегата у асфалтној мешавини представља индикатор повезаности унутрашње структуре минералне мешавине. Повећањем броја контактних тачака долази до боље расподеле напона. Ефикасност контаката између суседних зрна агрегата зависи од контактне површине (дужине контакта у 2D слици) и оријентације равни контаката мерене у односу на хоризонталну осу.

Повећањем дужине контакта повећава се трење и укљештење између зрна агрегата. Што је оријентација равни контакта управнија на раван оптерећења, то је отпорност мешавине да се одупре деформацији под дејством оптерећења већа.

Особине мешавина могу се боље представити и комбинацијом појединих параметара унутрашње структуре. Укљештеност зрна агрегата се може прецизније дефинисати коришћењем комбинације дужине контакта и оријентације контакта, што је дефинисано као индекс унутрашње структуре асфалтне мешавине (ISI - *Internal Structure Index*) који се дефинише на следећи начин:

$$ISI = \sum_{i=1}^N \text{Дужина контакта}_i * \text{Sin}(AAci)$$

где је:

N – број контаката у минералној мешавини,

AAci – оријентација контакта i.

### 3. ПРИМЕНА ПРОГРАМА iPas<sup>2</sup> НА АСФАЛТНЕ МЕШАВИНЕ КОЈЕ СЕ КОРИСТЕ У СРБИЈИ

Применом програма iPas<sup>2</sup> анализирани су асфалтне мешавине које су у последње време коришћене на неколико градилишта у Србији са циљем да се утврди могућност програма да се одреди њихова запреминска структура и предвиди њихова отпорност на трајну деформацију.

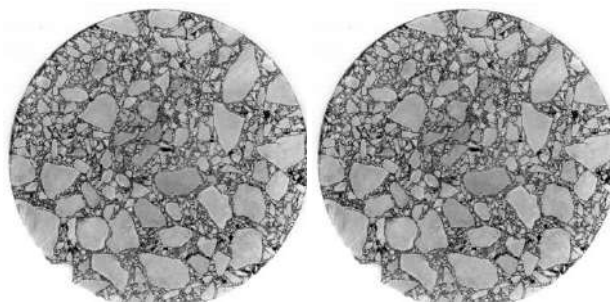
Испитивањем су биле обухваћене две мешавине са путним битуменом ВИТ 50/70 које су коришћене у пројекту појачаног одржавања пута Р-267:

- АБ 11с, са кречњачким песком из каменолома «Ковиловача» и каменом ситнежи из каменолома «Думача-Дивчибаре», и
- БНС 22сА са песком и каменом ситнежи из каменолома «Равње» - Ваљево.

Три анализирани мешавине са полимер-битуменом РмВ 45-80/65 су укључивале:

- АБ 11с и АБ 16с, које су коришћене на аутопуту Е-75 и мосту Бешка, и
- БНС 22сА која је коришћена на пројекту рехабилитације аутопута кроз Београд.

Примери скенираних слика за мешавину АБ 11с са обичним битуменом и БНС 22сА са полимер битуменом дати су на слици 8.



Слика 8. Примери скенираних слика за мешавину АБ 1с (лево) и БНС 22сА (десно)

Гранулометријски састав минералних мешавина је приказан у табели 1, а карактеристике асфалтних мешавина су приказане у табели 2.

Табела 1. Гранулометријски састав испитиваних асфалтних мешавина (пролаз на сити у % m/m).

	Асфалтна мешавина				
	1	2	3	4	5
Тип битумена	БИТ 50/70		РмВ 45-80/65		
Отвор сита (mm)	АБ 11с	БНС 22сА	АБ 11с	АБ 16с	БНС 22сА
0.063	7.9	7.7	8.9	7.9	
0.09	8.6	8.5	10.1	9.0	6.9
0.25	12.6	11.6	16.1	14.9	9.8
0.71	21.4	17.3	25.8	24.6	16.0
2.0	43.8	29.7	41.2	39.3	28.5
4.0	62.0	44.3	58.6	50.9	41.4
8.0	86.4	61.1	83.0	66.9	58.2
11.2	98.6	72.9	98.3	80.8	70.5
16.0	100.0	86.2	100.0	97.2	83.1
22.4		98.6		100.0	98.2
31.5		100.0			100.0

За све узорке асфалтних мешавина анализирана су по два керна који су пресечени и скенирани (по две скениране слике по сваком пресеку узорака).

Резултати анализе су приказани у табели 3 (за минималну величину зрна агрегата од 0.71 mm).

Табела 2. Карактеристике асфалтних мешавина

	Асфалтна мешавина				
	1	2	3	4	5
Тип битумена	БИТ 50/70		PmB 45-80/65		
Карактеристике мешавине и узорка из изведеног слоја	АБ 11с	БНС 22сА	АБ 11с	АБ 16с	БНС 22сА
Дебљина изведеног слоја (cm)	4.6	6.8	/	6.2	8.2
Садржај битумена у асфалтној мешавини (% m/m)	5.0	3.4	5.6	5.6	3.7
Привидна запреминска маса асф меш (kg/m <sup>3</sup> )	2535	2523	2470	2445	2547
Запреминска маса лабораторијског узорка (kg/m <sup>3</sup> )	2404	2419	2342	2332	2412
Запреминска маса узорка из изведеног слоја (kg/m <sup>3</sup> )	2391	2352	/	2360	2434
Садржај укупних шупљина у лабораторијском узорку (% v/v)	5.1	4.1	5.2	4.6	5.3
Садржај укупних шупљина у узорку из изведеног слоја (% v/v)	5.7	6.8	/	3.5	4.4
Збијеност изведеног слоја (% m/m)	99.4	97.2	/	101.2	100.9
Садржај шупљина у каменом материјалу у лабораторијском узорку (% v/v)	17.0	12.2	18.4	17.6	14.0
Шупљине у каменом материјалу испуње-не битуменом, лаб. узорак % (v/v)	69.7	66.2	71.8	73.6	62.3
Стабилност на 60 °C (kN)	11.5	12.1	12.5	14.0	12.6
Однос стабилности и течења на 60 °C (kN/mm)	3.3	3.4	3.7	4.0	3.6

За све мешавине добијени су добри резултати у погледу параметара унутрашње структуре:

- Велики број контактних тачака, што указује на добру укљештеност зрна агрегата у асфалтној мешавини.
- Велике вредности укупне дужине контаката и угла оријентације равни контакта (АААс), што обезбеђује ефикаснију укупну структуру асфалтне мешавине.
- Висока вредност параметра  $\Delta c$  која указује на то да је већина контактних оријентација у истом смеру (управно на оптерећење), што побољшава могућности преношења напрезања.

Такође, као што је приказано у табели 3, сличне вредности се добијају за различите пресеке узорка једне асфалтне мешавине, што указује да су мешавине стабилне.

#### 4. ПРОБЛЕМИ ПРИЛИКОМ ПРИМЕНЕ ПРОГРАМА iPas<sup>2</sup>

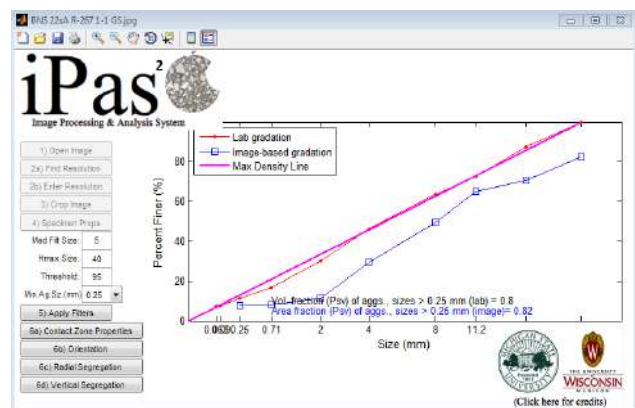
Приликом примене програма iPas<sup>2</sup> за анализу асфалтних мешавина уочени су одређени проблеми који ће бити прокоментарисани у даљем тексту.

За све асфалтне мешавине програм је срачунао сличну вредност резолуције, што је било и очекивано, јер су сви узорци истих димензија (Ф100mm) и сви узорци су скенирани на скенеру исте резолуције.

Срачуната резолуција је износила  $\Delta x = \Delta y \approx 0.026 \text{ mm/pix}$ . Међутим, примена ове резолуције није довела до очекиваних резултата приликом анализе неких асфалтних мешавина, а ни подешавање параметара филтрације није у тим случајевима помогло.

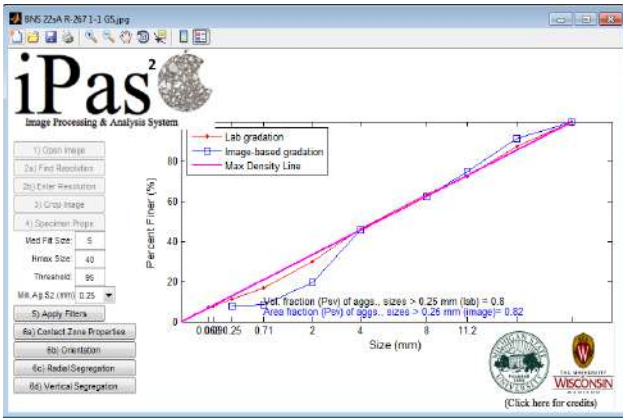
Стога је вредност резолуције мануално подешена помоћу опције *enter resolution* како би се постигли бољи резултати.

На сликама 9 и 10 дат је пример крајњег излаза програма на коме се види утицај резолуције на гранулометријски састав минералне мешавине добијен са истим параметрима филтрације. Поред линије гранулометријског састава потребно је упоредити и запреминско учешће агрегата у асфалтној мешавини са површином агрегата на слици.



Слика 9. Мешавина БНС 22 сА са ПМБ 45-80/65, вредност резолуције 0.026 mm/pix

Тек када се добије задовољавајући однос наведених параметра прелази се на анализу микроструктуре асфалтне мешавине.

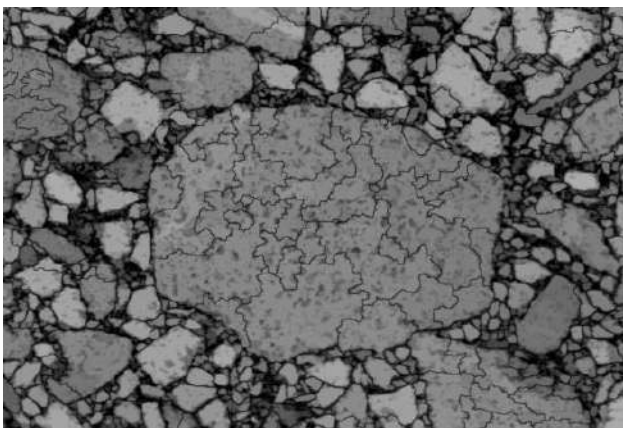


Слика 10. Мешавина БНС 22 сА са РmВ 45-80/65, вредност резолуције 0.0155 mm/pix

Табела 3. Резултати анализе структуре асфалтних мешавина применом програма iPas<sup>2</sup>

Тип битумена	Асфалтна мешавина									
	1		2		3		4		5	
Тип битумена	БИТ 50/70				РmВ 45-80/65					
Карактеристике мешавине	АБ 11с		БНС 22сА		АБ 11с		АБ 16с		БНС 22сА	
Број пресека узорака асфалтне мешавине	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Број зрна агрегата	566	623	1610	1584	2541	2328	2084	2076	632	724
Укупан број контаката	715	922	3358	2995	4222	4115	4122	4322	1220	1300
Укупна дужина контаката (mm)	459	553.18	3691.5	3211.4	4628.4	4587.2	4563.2	4658.2	1333.4	1400.2
Вектор магнитуде Δс	80.68	80.99	80.53	79.16	84.89	84.70	84.13	84.17	83.08	83.38
Просечни апсолутни угао оријентације равни контаката ААс (°)	64.95	65.22	65.62	65.01	68.01	67.89	67.69	67.84	66.29	66.66
ISI – Индекс унутрашње структуре	408.68		3247.69		3645.12		4105.67		1166.98	

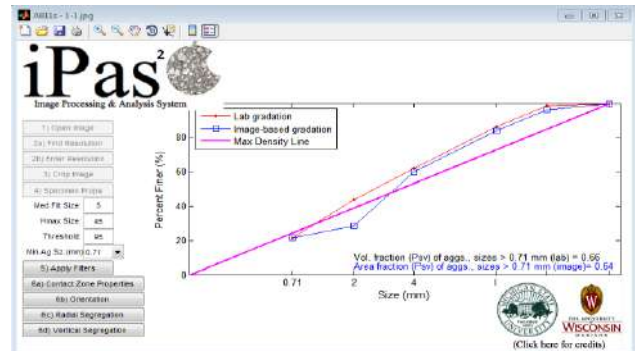
Међутим, примећено је у појединим случајевима да чак и када се добије задовољавајући однос поменутих параметара, понекад се дешава да обрађена 2D слика не приказује на задовољавајући начин узорак асфалтне мешавине (слика 11).



Слика 11. Мешавина АБ 11с, резолуција 0.0254 mm/pix

На слици 12 је приказан крајњи резултат обраде слике узорка асфалтне мешавине АБ 11с за резолуцију коју је програм сам срачунао (0.0254 mm/pix). Може се видети да запремина агрегата у мешавини и површина агрегата на слици имају сличне вредности, као и то да гранулометријски састав на бази слике доста добро приказује гранулометријски састав добијен лабораторијским испитивањем (осим када је у питању сито отвора 2 mm).

Међутим, као што је приказано на слици 11, када се погледа обрађени скен може се приметити да је слика издељена на велики број региона од којих сваки представља једно зрно агрегата.



Слика 12. Мешавина АБ 11с, крајњи резултат обраде слике у програму iPas

Због горе наведених проблема, добијени резултати параметра унутрашње структуре за различите асфалтне мешавине се нису могли упоредити из разлога што је узорак био релативно мали, а за поједине мешавине обрада 2D слика асфалтног узорка била је одрађена са различитим вредностима резолуције. Вредност резолуције је битан параметар који утиче на минималну величину зрна агрегата која се узима у обзир приликом прорачуна контактних тачака и на минимално растојање за које ће програм, ако је испуњено, сматрати да се два зрна агрегата налазе у контакту.

## 5. ЗАКЉУЧАК

Карактеризација микроструктуре асфалтне мешавине путем дводимензионалне (2D) технике је савремен, релативно једноставан и економски исплатив поступак за анализу запреминске структуре асфалтних мешавина који се може користити и за процену њихове осетљивости на трајне деформације, и као алтернативни поступак при контроли квалитета изведених радова.

Програм iPas<sup>2</sup> који је приказан у овом раду полази од познатих карактеристика асфалтних мешавина, као што је запреминска структура асфалтне мешавине и њен гранулометријски састав и на основу тих података и задатих параметара филтрирања врши анализу 2D слике узорка асфалтне мешавине.

У оквиру овог рада извршена је анализа неколико асфалтних мешавина које су у скорије време коришћене на пројектима изградње и одржавања путева у Србији. За све мешавине добијени су добри резултати када су у питању параметри унутрашње структуре, што је потврдило да су у питању добро пројектоване и стабилне мешавине. Са друге стране поређење добијених резултата за различите мешавине није било могуће спровести због релативно малог узорка и због различитих параметара обраде слике (различита резолуција) асфалтног узорка.

## Литература

- [1] Zhu Han, Julie E. Nides. (2002). Contact based analysis of asphalt pavement with the effect of aggregate angularity, *Mechanics of Materials*, Vol. 32, pp. 193 - 202.
- [2] Masad E, Muhunthan B, Shashidhar N, Harman T (1999) Internal structure characterization of asphalt concrete using image analysis. *ASCE Journal of Computing in Civil Engineering (Special Issue on Image Processing)* 13(2):88–95.
- [3] Yue ZQ, Bekking W, Morin I. (1995) Application of digital image processing to quantitatively study of asphalt concrete microstructure. In: *Transportation Research Record 1492*, TRB, National Research Council, Washington, D.C., pp. 53–60.
- [4] Masad E, Somadevan N, Bahia H, Kose S (2000) Modeling and experimental measurements of strain distribution in asphalt mixes. *Journal of Transportation Engineering*, ASCE, 127(6):471–477.
- [5] Tashman L, Wang LB, Thyagarajan S (2007) Microstructure characterization for modeling HMA behavior using imaging technology. *Road Materials and Pavement Design* 8(2):207–238
- [6] Coenen AR, Kutay ME, Sefidmazgi NR, Bahia HU (2011) Aggregate structure characterization of asphalt mixtures using 2-dimensional image analysis. *Road Materials and Pavement Design* 13(3):433–454
- [7] Roohi Sefidmazgi N. (2011) Defining effective aggregate skeleton in asphalt mixture using digital imaging. Master of Science thesis, University of Wisconsin-Madison.
- [8] Sefidmazgi NR, Tashman L, Bahia H (2012) Internal structure characterization of asphalt mixtures for rutting performance using imaging analysis. *Road Materials and Pavement Design* 13 (sup1):21–37.
- [9] Čurović, T., Ćirilović, J., & Mladenović, G. (2010). Merna nesigurnost - pojam i proceduralni koraci pri kvantifikaciji. *Put i saobraćaj*, 56(4), 90-96.
- [10] Čurović, T., Mladenović, G., & Milićević, R. (2009). Metodologija analize rezultata međulaboratorijskih ispitivanja. *Put i saobraćaj*, 56(2), 5-10.
- [11] Miljković, M., & Mladenović, G. (2009). Tehnologije asfaltnih mešavina po toplom postupku u Evropi i SAD. *Put i saobraćaj*, 56(3), 11-22.

## ИСТРАЖИВАЊЕ УТИЦАЈА БУКЕ НА ВРЕМЕ ОДГОВОРА ВОЗАЧА

Др Александар Жуњић, дипл. инж. маш.,  
Машински факултет, Универзитет у Београду, [azunjic@mas.bg.ac.rs](mailto:azunjic@mas.bg.ac.rs)

Др Светлана Чичевић, дипл. психолог,  
Саобраћајни факултет, Универзитет у Београду, [s.cicevic@sf.bg.ac.rs](mailto:s.cicevic@sf.bg.ac.rs)

Прегледни рад

**Резиме:** У извесним ситуацијама, безбедност учесника у саобраћају може зависити од неблагоприятне реакције возача, као последица дејства буке. У раду се разматрају два експериментална услова, која су везана за дејство буке на време одговора возача. Први услов се односи на дејство комуналне буке на време одговора. Други се односи на дејство комуналне буке којој је придодана бука која води порекло од гласног говора на време одговора возача. Анализа је показала да у оба поменута случаја бука има утицаја на продужење простог времена реакције, у односу на време реакције које се постиже у тихим условима. Утицај мешовите буке, односно комуналне буке којој је придодана бука која води порекло од гласног говора на време одговора је још израженији, него кад делује само комунална бука. Предложене су одређене мере које могу допринети повећаној безбедности саобраћаја са овог аспекта.

**Кључне речи:** бука, време одговора, просто време реакције.

## INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF NOISE ON DRIVERS' RESPONSE TIME

Dr Aleksandar Žunjić, Ph.D. M. E.,  
Faculty of mechanical engineering, University of Belgrade,  
[azunjic@mas.bg.ac.rs](mailto:azunjic@mas.bg.ac.rs)

Dr Svetlana Čičević, Ph. D. Psychologist,  
Faculty of Traffic and Transport Engineering, University of Belgrade,  
[s.cicevic@sf.bg.ac.rs](mailto:s.cicevic@sf.bg.ac.rs)

Review paper

**Abstract:** In certain circumstances, the safety of road users may depend on the driver's reaction time delay as affected by noise. The paper discusses the two experimental conditions, which are related to the effects of noise on drivers' response time. The first condition relates to the influence of noise pollution, while the second refers to the effects of noise that originates from the loud voice of the drivers' reaction time. The analysis revealed that in both conditions, the noise has an impact on the increase of simple reaction times, as compared to the reaction time in the quiet conditions. The effect of mixed noise from two sources is more pronounced than in the case of communal noise exposure. Certain measures are proposed that can contribute to road safety improvement.

**Key words:** noise, response time, simple reaction time.

## 1. УВОД

Правовремене реакције возача на дешавања током вожње су од великог значаја за безбедност саобраћаја на путевима. У многим околностима, од брзине реаговања возача директно зависе животи учесника у саобраћају, као и материјални трошкови који настају као последица саобраћајне незгоде. Из тог разлога, од значаја је да време одговора возача на примљени стимулус током вожње буде што краће. Време одговора је од посебног значаја када се посматра акција кочења возила [1] (Лехто и Буцк, 2008). Време реакције возача може зависити од већег броја персоналних и ситуационих фактора. На пример, познато је да је код уморних возача, или возача у алкохолисаном стању, време реакције знатно дуже. Међутим, мало истраживања је обављено везано за утицај буке на време одговора човека. Са друге стране, приликом планирања, пројектовања, као и након изградње нових саобраћајница, предузимају се бројни поступци и мере како би се бука свела на прихватљиве, односно дозвољене нивое, у складу са Правилником о дозвољеном нивоу буке у животnoj средини [2]. Овим мерама морају претходити мерења да би се одредили нивои буке, комуналне и они који потичу од одвијања саобраћаја. У ове сврхе данас се, осим теренских мерења користе и математички модели за предикцију буке [3].

Међутим, поред разних софистицираних метода за одређивање нивоа буке, немамо сазнања о истраживањима која се баве проучавањем утицаја комуналне буке на време одговора возача.

Познато је да бука одређених карактеристика доводи до трајног оштећења чула слуха, као и да има штетне последице на одређене делове људског организма, односно изазива читав низ промена физиолошких функција и ремети њихов рад (екстрааудитивни ефекти буке на организам). Трајна оштећења се могу релативно лако приметити, а самом применом различитих мера превенције, могу се спречити незгоде и повреде људи који су изложени буци високог интензитета. Међутим, за разлику од трајних негативних ефеката које бука може да узрокује, њен утицај такође може бити штетан само привремено, док се особа налази у бучном окружењу, нарочито код дуготрајне изложености буци нешто слабијег интензитета (хронична акустична траума). Након напуштања бучног окружења, ефекат на људске перформансе може престати. У таквим случајевима, не настају трајне последице за индивидуу, али се такав утицај буке на људске перформансе не може лако детектовати [4] (Ђулић и Жуњић, 1994).

У привремена дејства буке на човека, може се класификовати дејство буке на време одговора, односно време реакције. Време одговора се састоји од неколико сегмената. Укупно време одговора се састоји од две основне компоненте - времена реакције и времена покрета [5] (Сандерс и МцЦормицк, 1993). Време реакције је време које протекне од појаве стимулуса, до формирања, односно почетка одговора. Оно обухвата когнитивну верификацију присуства стимулуса, селекцију одговарајућег одговора на менталном нивоу и припрему за извршење одговора (до момента моторне иницијације). Време које протекне од почетка до завршетка одговора представља време покрета. Просто време реакције представља време реакције на само један одређени стимулус из окружења и када је потребно дати само један (исти) одговор. Ово време може зависити од фактора као што су модалитет сигнала, детектабилност сигнала, припремљеност на појаву сигнала, као и локације сигнала.

Истраживања утицаја буке на време одговора могу се поделити у две основне групе. У прву групу спадају истраживања која су испитивала могућност дискриминације сигналног тона (буке), у условима када већ постоји позадинска бука. Таква истраживања су обавили [6,7] Рааб и Гроссберг (1965), Кемп (1984), и други аутори. У другу групу спадају истраживања у којима је испитивано да ли се бука може негативно одразити на време одговора. Оваква истраживања су малобројнија у односу на прву наведену групу, иако не мање важна. Једно од истраживања утицаја буке на време реакције при управљању двоточкашима обавили су [8] Ризви и сарадници (1985). Они нису пронашли да бука утиче на време одговора. Са друге стране, Ђулић и Жуњић [4] (1994) су утврдили да бука има негативан утицај на време реакције код радника на пресама.

С обзиром на постојање могућности утицаја буке на време реакције, циљ овог рада је да испита хипотезу да бука има утицаја на време одговора код возача. Претходно наведено истраживање обављено је у условима буке високог интензитета (88.3 дБА) као и у условима буке ниског интензитета (62 дБА), али не и у тихим условима [4]. То вероватно представља разлог што није забележен утицај промене нивоа буке на време реакције, који је утврђен у истраживању [4] Ђулића и Жуњића (који су мерење обавили у условима буке високог интензитета од око 90 дБА, и у тихим условима).

Током управљања возилом, возачи су превасходно изложени буци која је последица одвијања саобраћаја [2,3], а која може потицати од сопственог возила, од других возила, као и буци из окружења (односно комуналној буци).

Поред тога, возачи су често изложени буци коју говором стварају путници у кабини, или буци коју емитује радио пријемник у возилу. Имајући то у виду, циљ рада је да утврди постојање разлике у времену одговора код возача за два основна случаја (услова). Први се односи на утврђивање разлике у времену одговора у условима комуналне буке и у тихим условима. Други се односи на утврђивање разлике у времену одговора у условима комуналне буке којој је придодата бука која потиче од гласног говора, и у тихим условима.

## 2. МЕТОД

Испитивано је просто време реакције, у бучним и тихим условима. Бучни услови су се у суштини односили на буку која потиче од комуналне буке, и буку која потиче од комуналне буке са додатком буке која води порекло од гласног говора. Од инструмената, за реализацију експеримента коришћени су фонометар, магнетофон и слушалице за заштиту од буке.

У експерименту је учествовало 33 испитаника (21 жена и 12 мушкараца), старости од 18 - 72 године. Просечна старост испитаника износила је 44.4 године. Ни један испитаник није имао никакав психомоторни поремећај, нити патолошку промену чула слуха. Везано за претходно излагање буци, ни један испитаник није проводио већи део дана у изразито бучним радним или животним условима. Сви испитаници су у тренутку мерења били возачи, или су били возачи у неком периоду живота.

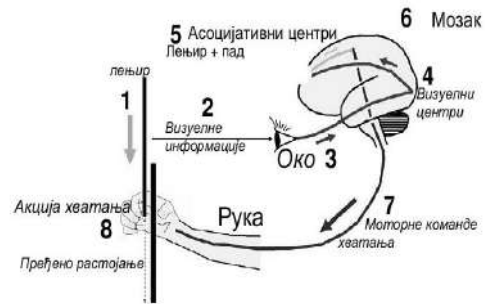
Како би избегли ефекат увежбавања и друге евентуалне пропратне појаве везано за извођење експеримента са одређивањем времена одговора, испитаници су подељени у три групе. Свака група се састојала од 11 испитаника (контрабалансирани експериментални план), при чему су испитаници сваке групе обављали мерење према различитом редоследу задатих услова. Прва група испитаника је обавила мерење времена одговора прво у тихим условима, затим у бучним условима који потичу од комуналне буке, и на крају у бучним условима који потичу од комуналне буке са додатком буке која потиче од гласног говора. Друга група испитаника је прво обавила мерење у бучним условима који потичу од комуналне буке, затим у бучним условима који потичу од комуналне буке са додатком буке која потиче од гласног говора, и на крају у тихим условима. Трећа група испитаника је прво извела експеримент у бучним условима који потичу од комуналне буке са додатком буке од гласног говора, затим у тихим условима, при чему су завршили мерење у бучним условима који потичу од комуналне буке.

Тихи услови су обезбеђени тако што је одабрана просторија са ниским нивоом буке, при чему су испитаници током мерења додатно носили слушалице за заштиту од буке. Ниво излагања испитаника буци одређен је тако што је фонометром најпре утврђен еквивалентни ниво буке у просторији, који је износио 42 дБА. Затим се од тог нивоа одузело 28 дБА, колико је износила декларисана заштита слушалица од буке, које су испитаници носили током мерења. На тај начин, испитаници су практично мерење обавили у тихим условима, при чему су били изложени звуку од свега 14 дБА.

Бучни услови који су подразумевали деловање комуналне буке обезбеђени су тако што је испитивање спроведено непосредно уз прометну градску саобраћајницу на територији Београда. Мерен је ниво буке у паркираним колима, са полуотвореним прозорима, што симулира реалне услове вожње, поготово у летњем периоду. Помоћу фонометра је мерен ниво звучног притиска, а затим је израчунат еквивалентни ниво буке, који је износио 72 дБА. Појединачне вредности нивоа буке су незнатно одступале од наведене вредности еквивалентног нивоа буке. Локација испитивања није мењана током читавог експеримента.

Коначно, услови који су подразумевали комбинацију комуналне и буке која води порекло од гласног говора обезбеђени су на тај начин што је испитивање спроведено непосредно уз прометну градску саобраћајницу (на истој локацији и под истим околностима као у претходном случају), с том разликом што је поред постојеће комуналне буке испитаницима пуштан гласан говор који је претходно снимљен на магнетофонску траку. Вредност еквивалентног нивоа буке за комуналну буку са додатком гласног говора, која је израчуната на основу измерених вредности нивоа звучног притиска у периоду мерења времена одговора, износила је 77 дБА. Појединачне вредности нивоа буке су минимално одступале од наведене вредности еквивалентног нивоа буке.

Просто време реакције је мерено помоћу лењира, према методологији коју су користили Ђулић и Жуњић (1994). Више детаља о овом методу може се наћи у [9 и 10]. Мерење се обавља тако што се лењир пушта да слободно пада, између кажипрста и палца испитаника (Слика 1).



Слика 1. Поступак мерења времена реаговања

Задатак испитаника је да што је брже могуће по регистровању кретања ухвати лењир. Затим се очитава вредност дужине лењира у цм, која је прошла између кажипрста и палца. Просто време реакције се затим израчунава помоћу формуле:

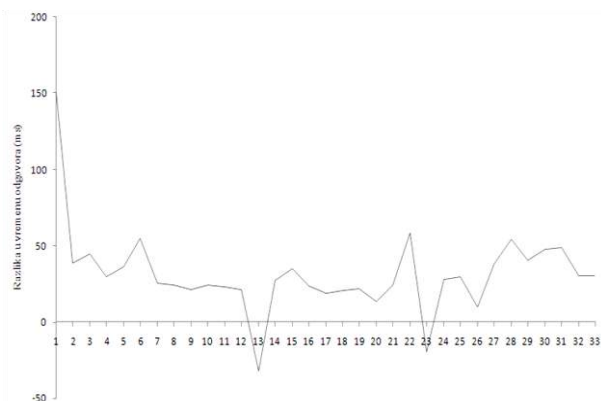
$$t = 1000 (2C/981)^{1/2}, \quad (1)$$

изражено у милисекундама.

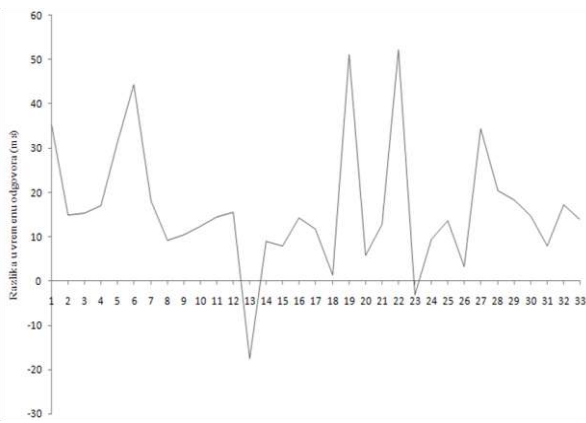
За сваку групу од по 11 испитаника поступак мерења је понављан три пута, односно за сваки тип задатих услова (комунална бука, комунална бука са додатком гласног говора, тихи услови) по једанпут, при чему је за сваки задати услов извршено по 10 мерења времена реакције. За сваког испитаника је израчуната просечна вредност од 10 понављања, као меродавна вредност времена одговора.

### 3. РЕЗУЛТАТИ

Разлике у времену одговора у милисекундама, остварене у условима комуналне буке и у тихим условима, за сваког испитаника, приказане су на Слици 2. Са дијаграма се може уочити да је код 94 % испитаника забележено дуже време одговора у присуству комуналне буке.



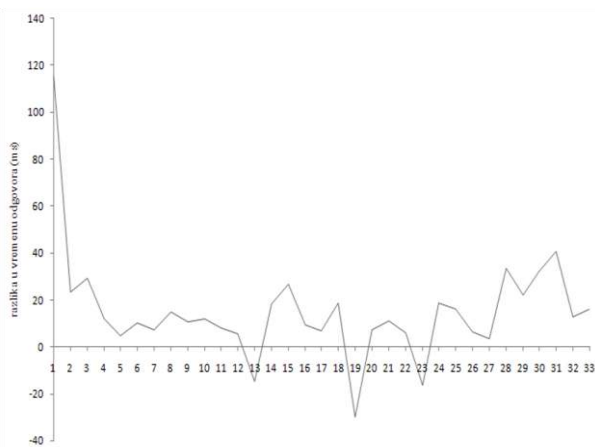
Слика 2. Индивидуалне разлике између времена одговора остварене у присуству комуналне буке и у тихим условима.



**Слика 3.** Индивидуалне разлике између времена одговора остварене у условима постојања комуналне буке којој је додата бука која потиче од гласног говора и у тихим условима

Слика 3 приказује разлике у времену одговора у милисекундама, остварене у условима постојања комуналне буке којој је придодата бука која води порекло од гласног говора, и у тихим условима, за сваког испитаника. Са дијаграма се може уочити да је код 94 % испитаника забележено дуже време одговора у условима постојања комуналне буке којој је додата бука која води порекло од гласног говора.

На слици 4, приказане су разлике у времену одговора у милисекундама, остварене у условима постојања комуналне буке којој је придодата бука која води порекло од гласног говора и у условима постојања само комуналне буке, за сваког испитаника. Са дијаграма се може уочити да је код 90.9 % испитаника забележено дуже време одговора у условима постојања комуналне буке којој је додата бука која води порекло од гласног говора.



**Слика 4.** Индивидуалне разлике између времена одговора остварене у условима постојања комуналне буке којој је додата бука која потиче од гласног говора и у условима постојања само комуналне буке.

#### 4. ДИСКУСИЈА

*Потребно је најпре утврдити да ли се остварене разлике у временима одговора у условима постојања комуналне буке и у тихим условима могу сматрати статистички значајним. Имајући у виду да је узорак испитаника већи од 30 и да су експериментални узорци међусобно зависни (с обзиром да је мерење поновљено на истим испитаницима), коришћен је  $t$  тест за упарене опсервације. Тестирана је нулта хипотеза да је време одговора у условима постојања комуналне буке дуже од времена одговора у тихим условима. Вредност  $t$  теста износи 6.46. С обзиром да је ова вредност већа од критичне (1.693), прихвата се нулта хипотеза да је време одговора у условима постојања комуналне буке дуже од времена одговора у тихим условима.*

Како би утврдили да ли краће време одговора код испитаника у тихим условима значи и краће време одговора у условима постојања комуналне буке, потребно је израчунати коефицијент корелације Пирсона. Уколико би Пирсонов коефицијент корелације износио 1, то би значило да краће време реакције у тихим условима значи и краће време реакције у условима постојања комуналне буке. Међутим, израчуната вредност коефицијента корелације Пирсона износи 0.78, што значи да комунална бука нема подједнак утицај на време одговора код свих испитаника.

Потребно је сада одредити да ли се остварене разлике у временима одговора у условима постојања комуналне буке којој је додата бука која води порекло од гласног говора и у тихим условима могу сматрати статистички значајним.

Имајући у виду да је узорак испитаника већи од 30 и да су експериментални узорци међусобно зависни (с обзиром да је мерење поновљено на истим испитаницима), као и у претходном случају коришћен је  $t$  тест за упарене опсервације.

Тестирана је нулта хипотеза да је време одговора у условима постојања комуналне буке којој је придодата бука која води порекло од гласног говора дуже од времена одговора у тихим условима. Вредност  $t$  теста у овом случају износи 6.43.

С обзиром да је ова вредност већа од критичне (1.693), прихвата се нулта хипотеза да је време одговора у условима постојања комуналне буке којој је додата бука која води порекло од гласног говора дуже од времена одговора у тихим условима.

Да бисмо утврдили да ли краће време одговора код испитаника у тихим условима значи и краће време одговора у условима постојања комуналне буке којој је придодата бука која води порекло од гласног говора, потребно је и за овај случај израчунати коефицијент корелације Пирсона. С обзиром да израчуната вредност Пирсоновог коефицијента корелације износи 0.579, комунална бука којој је додата бука која води порекло од гласног говора нема подједнак утицај на време одговора код свих испитаника. Утицај овакве буке на време одговора је још израженији него у случају када постоји само комунална бука.

Потребно је сада одредити да ли се остварене разлике у временима одговора у условима постојања комуналне буке којој је додата бука која води порекло од гласног говора и у условима постојања само комуналне буке могу сматрати статистички значајним. Имајући у виду да је узорак испитаника већи од 30 и да су експериментални узорци међусобно зависни (с обзиром да је мерење поновљено на истим испитаницима), као и у претходна два случаја употребљен је т тест за упарене опсервације.

Тестирана је нулта хипотеза да је време одговора у условима постојања комуналне буке којој је придодата бука која води порекло од гласног говора дуже од времена одговора у условима када постоји само комунална бука. Прорачунска вредност за т у овом случају износи 3.851. С обзиром да је ова вредност већа од критичне (1.693), прихвата се нулта хипотеза да је време одговора у условима постојања комуналне буке којој је додата бука која води порекло од гласног говора дуже од времена одговора у условима када постоји само комунална бука.

Како би утврдили да ли краће време одговора код испитаника у условима када постоји само комунална бука значи и краће време одговора у условима постојања комуналне буке којој је придодата бука која води порекло од гласног говора, потребно је такође израчунати коефицијент корелације Пирсона. С обзиром да израчуната вредност коефицијента корелације Пирсона износи 0.761, можемо закључити да бука која води порекло од гласног говора делује као додатан фактор поремећаја у односу на време одговора.

## 5. ЗАКЉУЧАК

На основу спроведене анализе, можемо да закључимо да комунална бука има утицаја на продужење времена одговора.

Поред тога, комунална бука којој је придодат гласан говор има додатан негативан утицај на продужење времена реаговања. Утицај комуналне буке, као и комуналне буке којој је придодата бука која води порекло од гласног говора немају подједнак утицај на све возаче. Просто време реакције у условима постојања комуналне буке је у просеку за 16.26. мс дуже од простог времена реакције у тихим условима. Такође, просто време реакције у условима постојања мешовите буке, тј. комуналне буке и буке која води порекло од гласног говора, дуже је од простог времена реакције у тихим условима за 31.54 мс.

Дејство буке на централни нервни систем човека-возача испољава се у поремећају церебралне микроциркулације услед промене тонууса крвних судова, променама биоелектричних потенцијала можданих ћелија и нервне активности. Бука изазива спазам артериола, пораст систолног, а нарочито дијастолног крвног притиска као и пад ударног волумена срца (смањење периферне циркулације). Деловање буке нарочито је изражено на ендокрини систем, она доводи до повећане секреције адреналина као једног од најважнијих хормона стреса. Такође може довести и до поремећаја у гастро-интестиналном систему. Поремећаји који могу настати као последица екстрааудитивног дејства буке су и слабије распознавање боја и реаговање зеница на светлост, а нарочито на таму. Све ове промене јављају се и при нижим нивоима буке, нарочито када је изложеност дуготрајна и у комбинацији са другим негативним факторима. При управљању возилом долази до погоршања психомоторних способности, промена у психолошкој сфери промене понашања, смањењу ефикасности рада (грешке при управљању возилом и измењено понашање у односу на остале учеснике у саобраћајној ситуацији), што на крају доводи до смањене безбедности саобраћаја. Ово истраживање је показало да постоје индивидуалне разлике у осетљивости на буку. Отуда је, при селекцији возача потребно идентификовати особе које показују посебну осетљивост на присуство буке. Имајући ово у виду, како би се обезбедили оптимални услови за реаговање возача на дешавања током вожње, потребно је да се, поред конструктивних и техничко-технолошких, и административним мерама регулише ниво комуналне буке (како на градским тако и ванградским саобраћајницама) на што је могуће нижу вредност. Осим тога, неопходна је едукација сувозача и путника који не управљају возилом о штетном утицају бучне конверзације, како са возачем, тако и при употреби мобилних телефона током вожње на реакције и способности возача.

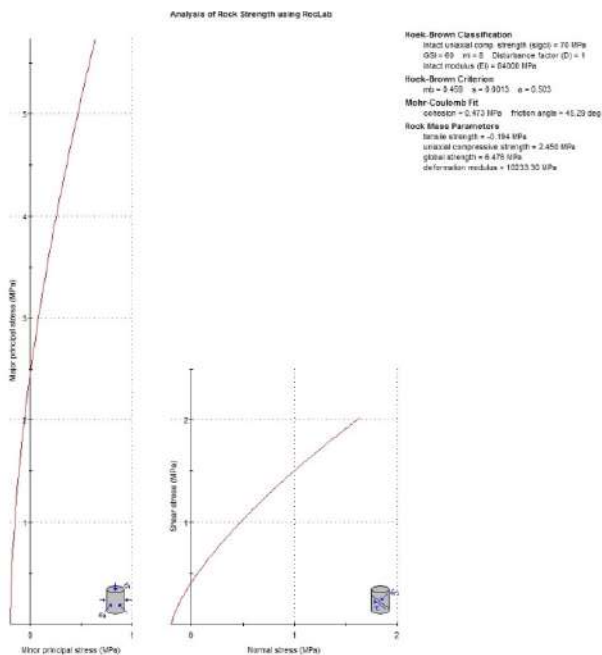
### Захвалница

Захваљујемо се Данијели Ковачевић на помоћи око прикупљања података. Овај рад је подржан и финансиран од стране Министарства просвете и науке Републике Србије (Пројекти бр. 36022, 36006, 45003 и 43011).

### Литература

- [1] Lehto, M.R., Buck, J.R. (2008). *Introduction to human factors and ergonomics for engineers*. New York: Lawrence Erlbaum Associates.
- [2] Бабић, В. (2010). Конструкције за заштиту од буке са саобраћајница. *Пут и саобраћај*. 2, 19-22.
- [3] Поздер, М., Михајловић, Д. (2014). Предикција буке од цестовног саобраћаја методом неуронских мрежа. *Пут и саобраћај*. 1, 24-33.
- [4] Ćulic, M., Žunjić, A. (1994). Effects of noise on response time. *Proceedings of the 12<sup>th</sup> Triennial Congress of the International Ergonomics Association*. Toronto, Vol. 5, 264-267.
- [5] Sanders, M.S., McCormick, E.J. (1993). *Human factors in engineering and design*. Singapore: McGraw-Hill.
- [6] Raab, D.H., Grossberg, M. (1965). Reaction time to changes in the intensity of white noise. *Journal of Experimental Psychology*. 6, 609-612.
- [7] Kemp, S. (1984). Reaction time to a tone in noise as a function of the signal-to-noise ratio and tone level. *Perception & Psychophysics*. 5, 473-476.
- [8] Rizvi, S.A.H., Batra, J.I., Sharma, N.K. (1985). Effects of noise, vehicular control configuration and motor load on human performance. Bournemouth, England, *Ergonomics International 85, Proceedings of the Ninth Congress of the International Ergonomics Association*.
- [9] Davis, B. et al. (2000). *Physical Education and the study of sport*. 4th ed. Spain: Harcourt. p. 130.
- [10] Mackenzie, B. (2004). Ruler Drop Test, доступно преко: <http://www.brianmac.co.uk/rulerdrop.htm>





Slika 2. Rezultati analize u Rock Lab-u za materijale geološkog supstrata (3) Izvor: (Divel, 2014)[2]

za materijale geološkog supstrata – horizont (3) - modul deformabilnosti stijenske mase  $E_s = 4000$  MPa; zapreminska težina  $\gamma = 27$  kN/m<sup>3</sup>; monoaksijalna čvrstoća  $q_u = 70$  MPa; GSI = 60; Poissonov koeficijent  $\nu = 0,20$ ; ugao unutrašnjeg trenja  $\varphi = 45^\circ$ ; kohezija  $c = 473$  kPa.

Vrijednost modul deformabilnosti stijenske mase za materijale geološkog supstrata – horizont (3) je usvojena literaturno, pošto je analizom u RockLab-u dobijena visoka vrijednost (Obradović & Najdanović, 1999) [3]. Vrijednosti Poissonovog koeficijenta dobijene laboratorijskim ispitivanjima su nešto više od literaturnih, pa je usvojena vrijednost literaturno (Ćerimagić, 2008) [4].

### 3. OPIS KONSTRUKCIJE I KONCEPCIJA TEMELJENJA MOSTA

Konstrukcija mosta 2 se sastoji od dva zasebna objekta i to: lijevog i desnog objekta.

Početak desnog objekta na km 0+059,00 (osovina obalnog stuba broj 1.), a kraj na stacionaži km 0+169,50 (osovina stuba 6.) desne osovine, te početak lijevog objekta na km 0+037,50 (osovina obalnog stuba 1.) i kraj na lijevog objekta na stacionaži 0+195,00 (osovina stuba 8) lijeve osovine. Osovine na potezu objekata nisu paralelne.

Prepreka je premoštena sa armirano – betonskim konstrukcijama pločastog poprečnog presjeka koje se izvode na licu mjesta, i to desni objekt sa pet raspona, a lijevi sa sedam raspona.

Desni objekt ima slijedeće statičke raspone 20,0 m + 3 x 23,5 m + 20,0 m, a ukupna dužina konstrukcije iznosi 110,50 m. Lijeve objekt je duži za jedan raspon i njegovi statički raspone su slijedeći 20,0 m + 5 x 23,5 m + 20,0 m, a ukupna dužina iznosi 157,50 m.

Obalni stubovi su vezani preko pokretnih ležišta sa rasponskom konstrukcijom dok su srednji stubovi ukliješteni u konstrukciju.

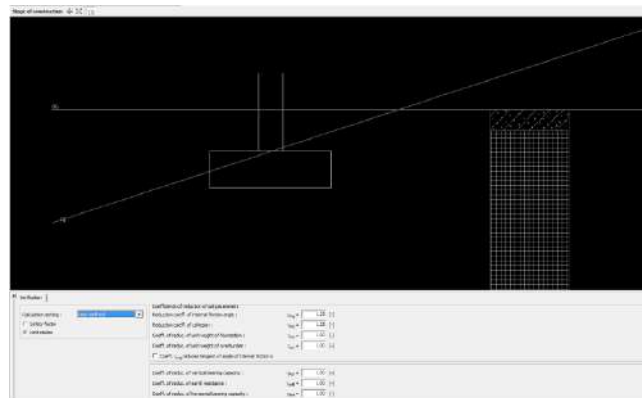
Stubovi će se direktno fundirati preko ab temeljnih stopa. Dimenzije temelja upornjaka S1 i S6 desnog mosta su 3,50 x 6,20 m, dok su temelja stubova S2 do S5 5,00 x 5,00 m. Dimenzije temelja upornjaka S1 i S8 lijevog mosta su 3,50 x 6,20 m, dok su temelja stubova S2 do S7 5,00 x 5,00 m. Debljina temelja stubova je 1,50 m..

## 4. PRORAČUN NOSIVOSTI TLA ISPOD PLITKIH TEMELJNIH STOPA

### 4.1. Proračun nosivosti tla

Proračuni otpornosti stijenske mase provedeni su za projektom predviđene dimenzije, opterećenja i uslove temeljenja, te za usvojene parametre čvrstoće temeljne podloge.

Proračun je proveden u programskom paketu Geo5. Na slici 3 dat je model za proračun nosivosti plitkog temelja u programu Geo5.



Slika 3. Model za proračun nosivosti plitkog temelja u programu Geo5 Izvor: (Manual Geo5) [5]

### 4.2. Proračun slijeganja temeljnih stopa

Analitički proračun slijeganja se izveo u programskom paketu GEO 5, čiji se proračunski algoritam zasniva na teoriji elastičnosti i Boussinesq-ovoj raspodjeli opterećenja.

Procjena slijeganja se radi na osnovu pretpostavke koncentričnog ili jednoliko rasprostranjenog površinskog opterećenja.

Kao ulazni podaci proračuna dati su intenzitet i tlocrtne dimenzije opterećenja, dubina temeljenja te modul stišljivosti, prostorna težina i raspored slojeva tla.

Veličina slijeganja je proračunata na osnovu izraza:

$$s = \int \frac{d\sigma}{M_k(\sigma)} dz \quad (1)$$

gdje je:

s - veličina slijeganja;

dσ - diferencijal dodatnog efektivnog vertikalnog naprezanja;

M<sub>k</sub>(σ) - modul kompresije temeljnog tla, ovisan o efektivnom vertikalnom naprezanju

z - dubina.

Pri tome su dodatna vertikalna naprezanja u tlu od vanjskog opterećenja pravougaonog oblika, određena integracijom Boussinesq-ovog rješenja za vertikalno naprezanje u elastičnom, homogenom i izotropnom poluprostoru, opterećenom koncentričnim opterećenjem na fleksibilnoj podlozi (slika 4).

Modul kompresije definira se kao funkcija vertikalnog efektivnog naprezanja, prema izrazu:

$$M_k = \frac{d\sigma}{d_e} = m \cdot \sigma_R \left( \frac{\sigma'}{\sigma_R} \right)^{1-a} \quad (2)$$

gdje je:

dσ - diferencijal efektivnog naprezanja;

d<sub>e</sub> - diferencijal relativne vertikalne deformacije;

σ<sub>R</sub> - referentno efektivno vertikalno naprezanje;

σ' - efektivno naprezanje za koje vrijedi M<sub>k</sub>;

m - karakteristični deformacioni modul za σ<sub>R</sub>;

m = M<sub>k</sub>(σ<sub>R</sub>) / σ<sub>R</sub>;

a - eksponent naprezanja.

Eksponent naprezanja a definiše mjeru povećanja modula stišljivosti zavisno o efektivnom vertikalnom naprezanju, te se time u proračun uvodi nelinearnost.

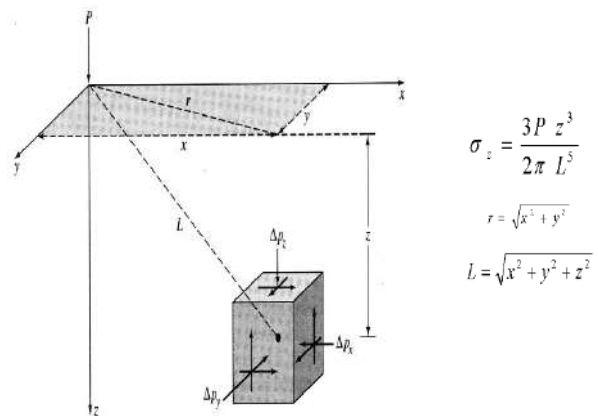
Djelovanje gornjih slojeva koji leže iznad kote temeljenja u proračun je uzeto u obzir kao geološko opterećenje.

Kod ovog proračuna nije uzeta u obzir krutost temeljne konstrukcije odnosno objekta, pa su slijeganja računata za tzv. karakteristične tačke. To su tačke u kojima je slijeganje za apsolutno krutu i apsolutno fleksibilnu konstrukciju, tlocrtno pravougaonog oblika, približno jednako.

Kako se opterećenje prenosi u unutrašnjosti homogenog poluprostora, a ne na površini (što je pretpostavka algoritma programa), proračunata slijeganja se reduciraju korekcionim faktorom k prema Fox-u, koji daje odnos veličine slijeganja za iste parametre materijala tla, kada se opterećenje nalazi na površini i na određenoj dubini unutar poluprostora.

Faktor korekcije prema Fox-u je u relaciji s geometrijskim odnosom širine, dužine i dubine temeljenja.

Proračun se provodi do dubine na kojoj dodatna naprezanja u tlu postaju manja od odabranog postotka geoloških.

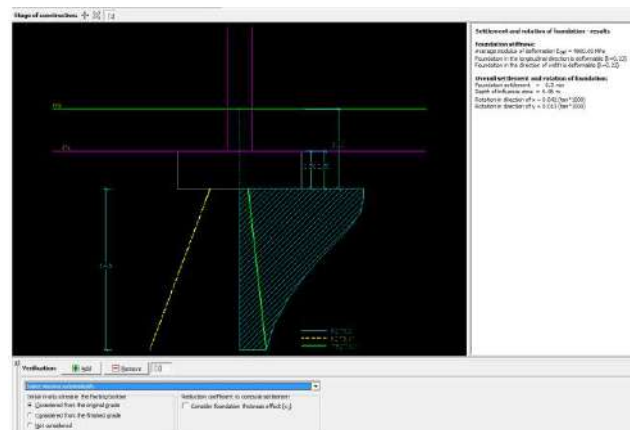


$$\sigma_z = \frac{3Pz^3}{2\pi L^5}$$

$$r = \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$L = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$$

Slika 4. Boussinesq-ovo rješenje za vertikalna naprezanja u elastičnom poluprostoru Izvor: (Manual Geo5) [5]



Slika 5. Model za proračun slijeganja plitkog temelja u programu Geo5 Izvor: (Manual Geo5) [5]

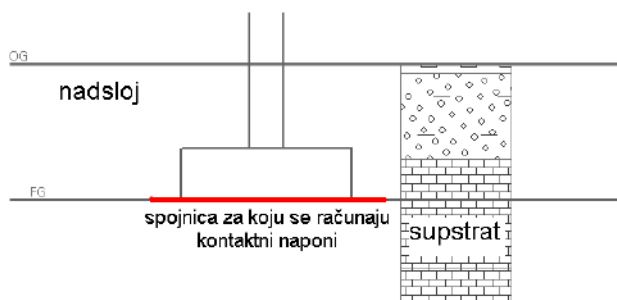
Proračun slijeganja je izvršen prema Janbu-ovoj teoriji tangentnog modula.

### 4.3. Ulazni podaci za proračun

Ulazni parametar opterećenja su presječne sile koje su određene u spojnici na dnu stuba. U proračunu su uzete u obzir i težina temeljne stope i nasipa iznad temelja.

Usvojen je proračunski pristup PP3, odnosno kombinacija parcijalnih faktora za granična stanja STR i GEO: A1 + M2 + R3. Opterećenja koja djeluju na objekat su pomnožena sa faktorima djelovanja ( $\gamma_F$ ) i učinka djelovanja ( $\gamma_E$ ). Usvojeni su faktori svojstva materijala ( $\gamma_M$ ):  $\gamma_{\phi} = 1,25$  i  $\gamma_c = 1,25$ , kao i faktori otpornosti ( $\gamma_R$ ) za plitke temelje:  $\gamma_{R;v} = 1,00$  i  $\gamma_{R;h} = 1,00$ .

Maksimalne presječne sile na dnu stubova (bez težine nadsloja), dobijene statičkim proračunom u programu „RM Bridge“, za kombinaciju opterećenja ULT (ultimna opterećenja, objedinjen proračun i sa seizmičkim faktorima), su:  $N = 11527,05$  kN,  $H_x = -140,44$  kN,  $H_y = -622,23$  kN,  $M_x = -12889,24$  kNm,  $M_y = 1526,67$  kNm.



**Slika 6.** Model za proračun kontaktnih napona u programu Geo5 Izvor: (Manual Geo5) [5]

Maksimalne presječne sile na dnu stubova (bez težine nadsloja), dobijene statičkim proračunom u programu „RM Bridge“, za kombinaciju radnih opterećenja (SLS), su:  $N = 10143,38$  kN,  $H_x = -161,85$  kN,  $H_y = 72,35$  kN,  $M_x = -559,51$  kNm,  $M_y = 1459,33$  kNm.

Proračunom u Geo5 su dobijene vrijednosti nosivosti tla, slijeganja i maksimalnih kontaktnih napona ispod temelja opterećenog maksimalnom kombinacijom opterećenja i one iznose:

- maksimalni ULS kontaktni napon 1128 kPa,
- proračunska nosivost temeljnog tla 11718 kPa,
- slijeganje 0,4 mm.

Može se vidjeti da su proračunske nosivosti temeljnog tla veće od maksimalnog ultimnog kontaktnog napona i da su slijeganja u granicama dozvoljenih (<25 mm po Pravilniku, odnosno <50 mm po Eurocode 7), koja neće izazvati veće promjene na raspodjeli presječnih sila u rasponskoj konstrukciji i stubovima mosta, te se predložene dimenzije temeljne stope mogu smatrati zadovoljavajućim.

Treba napomenuti da su dimenzije temelja nešto veće iz razloga kako bi se zadovoljila stabilnost temelja na prevrtanje od seizmičkih sila.

Kako su dobijene vrijednosti dozvoljene nosivosti proračunom u programu Geo5 visoke, radi sigurnosti se proveo i proračun empirijskim metodama.

#### 4.4. Metoda Goodman-a (1989)

Za slučaj plitkog temeljenja u zdrobljenoj zoni kad se stijenska masa ponaša kao kvazikontinuirana geotehnička sredina, vertikalna nosivost se računa na osnovu izraza:

$$q_f = q_u \cdot \left[ \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi}{2} \right) \right] \quad (2)$$

gdje je

$q_u$  - monoaksijalna čvrstoća stijene,

$\phi$  - ugao unutrašnjeg trenja za zdrobljenu stijenu.

Dobijene vrijednosti vertikalne nosivosti je potrebno podijeliti sa globalnim koeficijentom sigurnosti, koji su predložili Serrano & Olalla [6], a koji je određen na osnovi vjerojatnosti pojave loma temelja, a za stijenske mase kod kojih je primjenjiv Hoek-Brown-ov kriterij čvrstoće.

Pri tome nisu razmatrali utjecaj nesigurnosti izazvane promjenom opterećenja temelja. Predloženi faktor sigurnosti treba obuhvatiti sve različite oblike nesigurnosti koje su uvedene u proračun granične nosivosti, i to:

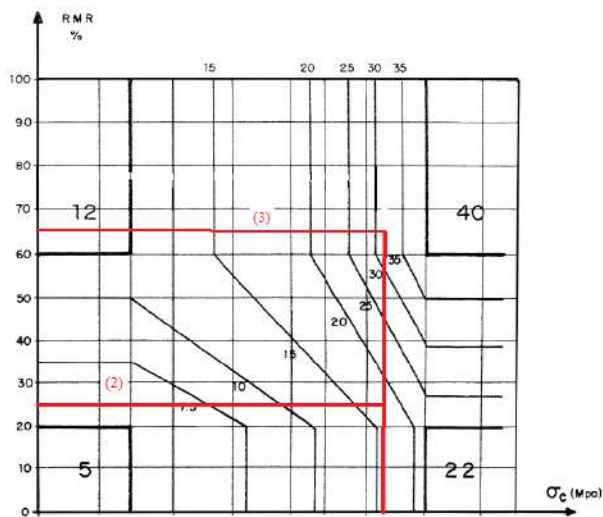
- statističko variranje parametara stijenske mase sa kojima je izvršen proračun granične nosivosti;
- stepen sa kojim model loma stijenske mase korišten u proračunu odgovara stvarnom stanju.

Globalni faktor sigurnosti izrazili su kao:  $F_s = F_p \cdot F_m$ .

$F_m$  je parcijalni faktor kojim se razmatra mogućnost pojave krtoq loma. Neovisno o veličini temelja može se prihvatiti da je za  $\sigma_c > 100$  MPa ponašanje stijenske mase u osnovi krto i da se vrijednost  $F_m$  kreće u rasponu 5-8. Za  $\sigma_c < 12.5$  MPa ponašanje stijenske mase pri lomu može se promatrati kao popustljivo, te se ne uzima u obzir faktor sigurnosti koji ovisi o krtošći.

$F_p$  je parcijalni faktor koji uzima u obzir statističko variranje parametara stijenske mase, i to jednoosne tlačne čvrstoće stijene, parametra stijene  $m_o$ , te RMR-a.

Na sljedećoj slici prikazan je prijedlog dijagrama za određivanje parcijalnog faktora sigurnosti  $F_p$ .



Slika 7. Predložene vrijednosti parcijalnog faktora sigurnosti  $F_p$   
Izvor: (Mišćević & Števančić, 2006) [6]

Usvojeno je za materijale horizonta (2)  $F_m=8,0$  i  $F_p=18$  i za materijale horizonta (3)  $F_m=5,0$  i  $F_p=32$ .

Tako vrijednosti dozvoljene nosivosti za koru trošenja geološkog supstrata iznosi:

$$q_{doz(2)} = 70 \cdot 2,19 / 8 / 18 = 1,065 \text{ MPa,}$$

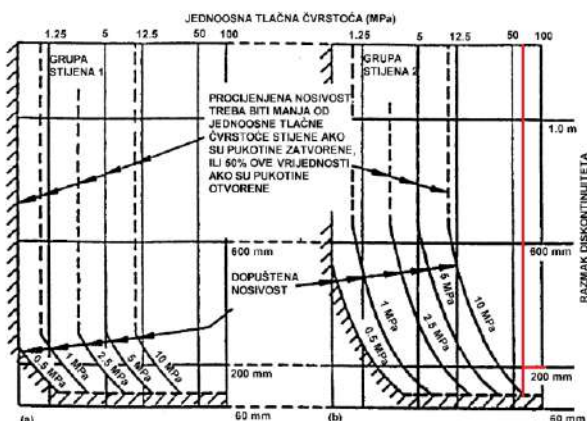
dok je za geološki supstrat:

$$q_{doz(3)} = 70 \cdot 6,78 / 5 / 32 = 3,0 \text{ MPa.}$$

#### 4.5. Eurocode 7 (2008)

Izvršena je i procjena vertikalne nosivosti na osnovu BAS EN 19977: Geotechnical design, Part 1, 2008.

Vertikalna nosivost se može očitati sa dijagrama prikazanog na slici 8. Očitana je vrijednost od 10 MPa za grupu stijena 2.



Slika 8. Procjena vertikalne nosivosti kvadratnog temelja po BAS EN 1997:2008  
Izvor: (BAS EN 1997:2008) [7]

Tabela 1. Podjela slabih i razlomljenih stijena po Eurocode 7

Grupa	Vrsta stijene
1	Čvrsti krečnjak i dolomit Karbonatni pješćar malog poroziteta
2	Eruptivni oolitni i laporoviti krečnjak Dobro cementirani pješćar Stvrdnuti karbonatni mulj Metamorfne stijene, uključujući škrljavce i slejtove
3	Izrazito laporoviti krečnjak Slabo cementirani pješćar Slejt i škrljavac
4	Necementirani očvrtnuli mulj i šejl

Izvor: (BAS EN 1997:2008) [7]

Ukoliko se uporede dobijene vrijednosti vertikalne nosivosti stijenske mase i proračunom u programu Geo5 i empirijskim metodama, može se zaključiti da su vertikalna opterećenja manja od dobijenih vrijednosti vertikalne nosivosti stijenske mase.

#### 5. PROJEKTI SEIZMIČKI PARAMETRI

Kao projektni seizmički parametri definisane su vrijednosti maksimalne horizontalne akceleracije ( $a_{max}$  izraženo u jedinici g) i maksimalnog intenziteta potresa ( $I_{max}$  izraženo u stupnjevima MCS) za povratni period od 500 godina.

Značajke potresa tipa P1 su dane kao:

- maksimalna horizontalna akceleracija:  
 $a_{max} = 0,30 \cdot g,$
- Maksimalni intenzitet:  
 $I_{max} = 9^\circ$  ljestvice MCS.

Tlo se na lokaciji može svrstati u razred A, po dokumentu EN 1998-1:2004. Razred A definisan je kao: stijena ili druga geološka formacija, uključujući najmanje 5,00 m slabijeg materijala na površini. Brzina širenja poprečnih valova  $v_{s,30} > 800 \text{ m/s.}$

#### 6. ZAKLJUČAK

U radu je dat, pored geotehničkih karakteristika terena na predmetnoj lokaciji, i prijedlog temeljenja objekata, kao i proračunate dozvoljene nosivosti stijenske mase. Dimenzije temeljnih stopa su određene tako kako bi se zadovoljila nosivost stijenske mase i ujednačila diferencijalna slijeganja temeljne konstrukcije stubova.

Kako su dobijene vrijednosti dozvoljene nosivosti proračunom u programu Geo5 visoke, radi sigurnosti se proveo i proračun empirijskim metodama.

## Literatura

- [1] Geotehnos d.o.o. Sarajevo, (2014). Elaborat o inženjersko-geološkim i geotehničkim karakteristikama terena na lokaciji mosta br. 2.
- [2] Divel d.o.o. Sarajevo, (2014). Geotehnički projekt mosta br. 2.
- [3] Obradović, R., Najdanović, N., (1999). Mehanika tla u inženjerskoj praksi. Rudarski institut Beograd.
- [4] Ćerimagić, Đ., (2009). Inženjerska geologija. Građevinski fakultet Sarajevo.
- [5] Geo5 User's Guide, (2014). Fine Ltd, Prag, Češka Republika.
- [6] Mišević, P., Števančić, D., (2006). Granična nosivost plitkih temelja na stijenskoj masi. Građevinar br. 58, Zagreb.
- [7] BAS EN 1997-1:2008 Eurokod 7 – Projektovanje geotehničkih struktura – Dio 1: Opšta pravila (EN 1997-1:2007 IDT)

## OŠTEĆENJE KOLOVOZA – UZROK ILI OKOLNOST PRI NASTANKU SAOBRAĆAJNE NEZGODE?

**Dr Milan Vujanić**, dipl. inž. saobraćaja  
m.vujanic@sf.bg.ac.rs, Saobraćajni fakultet u Beogradu,

**Duško Pešić**, dipl. inž. saobraćaja  
dusko.pesic@abs.gov.rs Agencija za bezbednost saobraćaja

**Milan Vujanić**, dipl. inž. saobraćaja,  
m.vujanic@tsgserbia.com, Traffic Safety Group d.o.o.,

**Tijana Ivanišević**, inž. saobraćaja  
JP "Putevi Srbije", Beograd, tijana.ivanisevic@mail.com,

Stručni rad

**Rezime:** podaci o saobraćajnim nezgodama MUP-a Republike Srbije ukazuju da je faktor put uzrok u 3% saobraćajnih nezgoda, za razliku od najrazvijenijih zemalja, kao što je Švedska, gde je put uzrok u 36% nezgoda. Ovakvi „rezultati“ su posledica neadekvatne klasifikacije uzroka saobraćajnih nezgoda u Srbiji i definisanja uzroka nastanka saobraćajnih nezgoda od strane policije na licu mesta nezgode. Značajan broj saobraćajnih nezgoda nastaje kao posledica lošeg održavanja saobraćajne infrastrukture, odnosno usled oštećenja kolovoza (pojava udarnih „rupa“ na kolovozu, leda itd.), jer u takvim situacijama vozači nailaze na iznenadnu opasnost na putu, koju nemaju razloga da očekuju. Međutim, iako „greške“ puta često predstavljaju uzrok nastanka saobraćajnih nezgoda, postavlja se pitanje razvrstavanja „grešaka“ puta na uzroke i okolnosti pri nastanku saobraćajnih nezgoda. Ovaj rad pruža odgovor na postavljeno pitanje i prikazuje sistematizaciju propusta na primerima u kojima je oštećenje kolovoza bilo ili moglo biti uzrok nastanka saobraćajne nezgode.

**Ključne reči:** bezbednost saobraćaja, saobraćajne nezgode, oštećenje kolovoza, propusti.

## DAMAGE OF THE ROAD CARRIAGEWAY - CAUSE OR CIRCUMSTANCE IN THE OCCURRENCE OF TRAFFIC ACCIDENT?

**Milan Vujanić**, Ph.D. TE  
Faculty of Traffic and Transport Engineering, Belgrade, m.vujanic@sf.bg.ac.rs

**Duško Pešić**, B. Sc. TE  
dusko.pesic@abs.gov.rs Traffic Safety Agency

**Milan Vujanić**, BSc. TE  
m.vujanic@tsgserbia.com, Traffic Safety Group Ltd.

**Tijana Ivanišević**, Eng. traffic  
JP "Roads of Serbia", Bulevar k.Aleksandra 282 tijana.ivanisevic@mail.com,

Professional paper

**Abstract:** according to traffic accident data from Ministry of interior of the Republic of Serbia, 3% of all accidents were caused by road, whereas in most developed countries, like Sweden, factor road caused 36% of all accidents.

This "achievement" is due to inadequate classification of traffic accident causes in Serbia and defining of traffic accident causes by police officers on the scene of accident. Significant number of traffic accidents occurs because of bad road infrastructure maintenance or pavement damages (holes in pavement, ice etc.), for those situations are unexpected dangers on roads, that drivers have no reason to expect. But, although accidents often occur due to road "faults", question is raised about classification of road "faults" on causes and circumstances related to accident occurrence. This paper provides an answer regarding this question and presents systematization of omissions, based on examples in which pavement damage was or could be the cause of traffic accident occurrence.

**Keywords:** traffic safety, traffic accident, pavement damage, omissions.

## 1. UVOD

Drumski saobraćaj funkcioniše u sistemu koji čine 4 elementa: vozač, vozilo, put i okolina [1]. U cilju bezbednog funkcionisanja saobraćaja neophodno je da svaki od elemenata, kao i svi elementi zajedno zadovolje određene „uslove“. Podaci o saobraćajnim nezgodama u Republici Srbiji ukazuju da u 3% slučajeva put predstavlja uzrok nastanka saobraćajnih nezgoda, dok je u razvijenim zemljama, kao što je Švedska, put uzrok u 36% nezgoda [2]. Ovakvi naizgled pozitivni rezultati su posledica lošeg vođenja podataka o saobraćajnim nezgodama i neadekvatne klasifikacije uzroka saobraćajnih nezgoda, a ne veoma visokog nivoa bezbednosti puteva u Srbiji. Pored toga, sudstvo uglavnom ne prepoznaje faktor put kao uzrok nastanka nezgode, pa se mali broj sudskih postupaka vodi protiv upravljača puta. U nerazvijenim zemljama odgovornost za nastale saobraćajne nezgode pripisuje se pojedincima, odnosno učesnicima saobraćajnih nezgoda, pri čemu nije dostignut nivo opšte odgovornosti, odnosno odgovornosti države, političara, stručnjaka, upravljača puta, lokalne zajednice, itd.

Saobraćaj na teritoriji Republike Srbije, kao i u svetu karakteriše povećanje obima saobraćaja, stepena motorizacije i vremena putovanja, a što intenzivira potrebu za izgradnjom, održavanjem i rehabilitacijom puteva. Uz takav trend nije prihvatljiv ležeran pristup pri sprovođenju aktivnosti kojima se podiže i održava nivo bezbednosti puteva i otklanjaju „greške“ puta. „Greška“ puta se može definisati kao svaka neočekivana i iznenadna pojava na putu, nastala usled odstupanja elemenata putne infrastrukture od propisanih normi, koja korisnike može iznenaditi i primorati na naglo reagovanje, odnosno poremetiti ih u njihovom putovanju.

Naime, pojava oštećenja na kolovozu, zaprljanost gazećeg sloja kolovoza, pojava snega i/ili leda na putevima, neobezbeđene zone radova na putevima, itd. mogu iznenaditi korisnike puta, odnosno učesnike u saobraćaju i primorati ih na naglo reagovanje, što za posledicu ima ugrožavanje bezbednosti saobraćaja. U ovom radu акценат је стављен на stanje kolovoza kao uzročnika nastanka saobraćajnih nezgoda.

## 2. OPASNA SITUACIJA, UZROCI I OKOLNOSTI PRI NASTANKU SAOBRAĆAJNIH NEZGODA

Vozači su često zbog oštećenja kolovoza prinuđeni na iznenadno reagovanje, što za posledicu može imati gubitak upravljivosti vozila i nastanak saobraćajnih nezgoda. Gotovo uvek, nakon izvršenog uviđaja saobraćajnih nezgoda u kojima je oštećenje kolovoza bilo uzrok nastanka saobraćajne nezgode, krivična prijava se podnosi (podiže se optužnica) protiv nekog od učesnika saobraćajne nezgode, zbog nepoštovanja saobraćajnih propisa. Veštaci saobraćajne struke u ekspertizama saobraćajnih nezgoda često jedini u sudskom postupku definišu oštećenje kolovoza kao opasnu situaciju i uzrok nastanka saobraćajne nezgode.

Terminom opasne situacije bavili su se mnogi veštaci i stručnjaci, ali nema precizne i važeće definicije. U literaturi, Vujanić 1983. godine, navodi osnovni koncept definicije opasne situacije i to kao: "Opasna situacija je saobraćajna situacija koja zahteva reagovanje bar jednog učesnika, u cilju izbegavanja saobraćajne nezgode", dok 1984. godine „unapređuje“ osnovni koncept definicije opasne situacije i to: „Svaka situacija u saobraćaju, u kojoj postoji mogućnost da se putanje učesnika seku u istom trenutku, ili u kojoj bi nepromenjenim načinom kretanja jednog od učesnika moglo doći do nezgode, je opasna situacija“ [3] [4].

Analizom definicije opasne situacije može se zaključiti da je osnovno obeležje opasne situacije neophodnost reagovanja bar jednog učesnika u cilju izbegavanja nezgode.

U skladu sa tim, termin "opasna situacija" predstavlja širi pojam od nepropisnog ponašanja učesnika u saobraćaju, jer obuhvata sve situacije koje učesnike u saobraćaju primoravaju na reagovanje u cilju izbegavanja saobraćajne nezgode, pa i situacije kada je oštećen kolovoz.

Ako je opasna situacija nastala usled stanja kolovoza, pravilno bi bilo podneti krivičnu prijavu protiv odgovornog lica upravljača puta i/ili drugih odgovornih lica koja su nadležna za bezbednost puteva.

Uzrok saobraćajne nezgode može biti definisan kao propust koji je doveo do nastanka opasne situacije i/ili nastanka saobraćajne nezgode. Naime, svakoj saobraćajnoj nezgodi prethodi opasna situacija, tako da je propust usled koga je došlo do stvaranja opasne situacije uzročno vezan za nastanak nezgode. Npr. ukoliko bi vozilo naišlo na neobeleženu udarnu „rupu“ koju vozač nije mogao blagovremeno da uoči, pa bi vozač iz tog razloga izgubio kontrolu nad vozilom i prešao u saobraćajnu traku namenjenu za kretanje vozila iz suprotnog smera i udario u drugo vozilo, tada bi postojanje neobeležene udarne „rupe“ bio propust uzročno vezan za nastanak nezgode. Drugim rečima, iznenadna opasnost u vidu neobeležene udarne „rupe“, koju vozač objektivno nije mogao da izbegne, predstavlja osnovni uslov za nastanak ove nezgode, odnosno gubitak upravljivosti vozila i sudar sa drugim vozilom. Pod ovakvim uslovima propusti uzročno vezani za stvaranje opasnosti i nastanak nezgode stajali bi na strani odgovornog lica upravljača puta i/ili drugih odgovornih lica koja su nadležna za bezbednost puteva, dok na strani vozača ne bi bilo propusta vezanih za stvaranje opasnosti. Na strani vozača mogli bi stajati propusti uzročno vezani za nastanak nezgode, a što će biti obrazloženo u narednom delu rada.

Okolnosti pri nastanku saobraćajne nezgode obuhvataju sve one karakteristike vezane za nezgodu, koje nisu u uzročnoj vezi sa nastankom nezgode, tako da bi do nezgode došlo bez obzira da li su te okolnosti prisutne ili ne. Naime, ukoliko bi u prethodno navedenom primeru vozač čije je vozilo naišlo na udarnu „rupu“ bio pod dejstvom alkohola, ta njegova alkoholisanost bi predstavljala okolnost, jer ne bi bila u uzročnoj vezi sa nastankom nezgode. Imajući u vidu da ni vozač koji nije pod dejstvom alkohola ne bi mogao da izbegne udarnu „rupu“ i nastanak nezgode, odnosno da bi se nezgoda dogodila i ukoliko je vozač trezan, alkoholisanost vozača bi bila klasifikovana kao okolnost.

U cilju smanjenja broja saobraćajnih nezgoda koje nastaju kao posledica „greške“ puta, neophodno je ispuniti osnovne preduslove definisane Normativnim okvirima koji se odnose na oblast bezbednosti puteva.

## 3. NORMATIVNI OKVIR

Normativnim okvirom definisani su osnovni preduslovi za bezbedno funkcionisanje saobraćaja i čine ga: Zakon o bezbednosti saobraćaja na putevima (u daljem tekstu ZBS<sup>1</sup>), Zakon o javnim putevima (u daljem tekstu ZJP<sup>2</sup>) i Pravilnik o saobraćajnoj signalizaciji (PoSS<sup>3</sup>).

<sup>1</sup> ZBS – Zakon o bezbednosti saobraćaja na putevima

<sup>2</sup> ZJP – Zakon o javnim putevima

<sup>3</sup> POSS – Pravilnik o saobraćajnoj signalizaciji

### 3.1. Zakon o bezbednosti saobraćaja

Članom 156, stavom 1. ZBS-a, podržan je veliki broj savremenih alata za unapređenje bezbednosti puteva koji se odnose na fazu projektovanja, izgradnju, rekonstrukciju i održavanja, odnosno definisane su najopštije smernice za stvaranje uslova za bezbedno i nesmetano odvijanje saobraćaja tokom celog „razvojnog ciklusa“ puta.

Путеви морају бити пројектовани, изграђени, реконструисани и одржавани тако да се саобраћај на њима може одвијати несметано и безбедно и морају испуњавати прописане услове.

**Slika 1** – član 156, stav 1. ZBS-a [5]

Stavom 5, člana 156. ZBS-a, inspektor za javne puteve dodeljena je nadležnost za redovnu kontrolu bezbednosti puta u eksploataciji, pri čemu upravljač puta ima obavezu sačinjavanja projekta kojim će biti definisane mere za sanaciju nebezbednih lokacija na putu.

Редовну контролу јавног пута у експлоатацији са аспекта безбедности саобраћаја на путу врши орган надлежан за послове саобраћаја – инспектор за јавне путеве. Управљач јавног пута мора обезбедити да се, на основу налаза инспектора за јавне путеве, сачини пројекат којим се утврђују мере за безбедно одвијање саобраћаја на путу.

**Slika 2** – član 156, stav 5. ZBS-a [5]

Uzroci nastanka saobraćajne nezgode mogu biti definisani na osnovu detaljne analize saobraćajnih nezgoda. Upravljač javnog puta je dužan da na osnovu nezavisne ocene utvrdi uticaj puta i okoline na nastanak saobraćajne nezgode, i da preduzme mere u cilju sprečavanja nastanka sličnih saobraćajnih nezgoda na istoj lokaciji, a što je definisano članom 156, stavom 7 ZBS-a.

У случају саобраћајне незгоде са погинулим лицима, управљач јавног пута дужан је да на основу независне оцене, у року од месец дана, утврди узрок, односно допринос јавног пута настанку, односно последицама саобраћајне незгоде и предузме мере у циљу унапређења безбедности пута.

**Slika 3** – član 156, stav 7. ZBS-a [5]

ZBS je u članu 294. predvideo odgovornost organa unutrašnjih poslova za izdavanje naredbe upravljaču puta u cilju preduzimanja mera za otklanjanje neposredne opasnosti po učesnike u saobraćaju na putu.

Izdavanje naredbe organ unutrašnjih poslova obavlja odmah nakon saznanja o postojanju opasnosti na putu, utvrđene prilikom kontrole saobraćaja. Lanac odgovornosti obuhvata i organ koji vrši nadzor nad stanjem puteva, kao i upravljača puta koji je dužan da bez odlaganja preduzme mere u cilju otklanjanja (sanacije) opasnosti ili sprečavanja nastanka opasnosti po učesnike u saobraćaju (adekvatnim obeležavanjem opasnog mesta).

#### Члан 294.

Када се у контроли саобраћаја утврди постојање непосредне опасности по учеснике у саобраћају, надлежни орган унутрашњих послова наредиће управљачу пута да предузме мере за отклањање непосредне опасности по учеснике у саобраћају на путу, одмах по сазнању о постојању такве опасности и о томе ће обавестити орган надлежан за надзор над стањем путева.

Орган који врши надзор над стањем путева дужан је да се стара да се отклоне настале опасности на путу у складу са својим надлежностима.

Управљач пута, дужан је да без одлагања поступи по наредби из става 1. овог члана и предузме мере за отклањање опасности, а ако настала опасност није могуће отклонити у кратком року, да предузме мере да се спречи настајање опасности по учеснике у саобраћају.

О предузетим мерама и извршеним радњама управљач пута дужан је да извести орган који је наредбу издао.

**Slika 4** – član 294. ZBS-a [5]

### 3.2. Zakon o javnim putevima

Članom 15. ZJP-a, definisane su obaveze, kao i odgovornost upravljača javnog puta za štetu koja nastane korisnicima javnog puta. Naime, ukoliko bi usled neblagovremenog obavljanja pojedinih radova na redovnom održavanju, odnosno izvođenja radova koji nisu u skladu sa tehničkim uslovima i propisanim načinom njihovog izvođenja, došlo do nastanka saobraćajne nezgode, odgovornost za nastanak nezgode stajala bi na strani upravljača puta. Članom 45. ZJP-a definisana je obaveza upravljača javnog puta da svakodnevno sprovodi aktivnosti utvrđivanja bespravnog izvođenja radova i svih drugih aktivnosti kojima se oštećuje javni put i ometa odvijanje saobraćaja. Upravljač puta je u obavezi da bez odlaganja obavesti nadležnu inspekciju o utvrđenim aktivnostima kojima se oštećuje javni put i ometa bezbednost saobraćaja.

Управљач јавног пута дужан је да обезбеди трајно, непрекидно и квалитетно одржавање и заштиту јавног пута и да обезбеди несметано и безбедно одвијање саобраћаја на њему.

Управљач јавног пута одговара за штету која настане корисницима јавног пута због пропуштања благовременог обављања појединих радова на редовном одржавању јавног пута прописаних овим законом, односно због извођења тих радова супротно прописаним техничким условима и начину њиховог извођења.

**Slika 5** – član 15. ZJP-a [6]

Управљач јавног пута дужан је да у обављању послова заштите јавног пута, свакодневно спроводи активности на утврђивању заузећа јавног пута, бесправног извођења радова на јавном путу и у заштитном појасу и свих других чињеница којима се битно оштећује, или би се могао оштетити јавни пут или ометати одвијање саобраћаја на јавном путу.

Управљач јавног пута, у случајевима из става 1. овог члана, дужан је да, без одлагања, поднесе писмени захтев који се заснива на тачном, потпуном и одршеном чињеничном стању надлежној инспекцији за јавне путеве, ради предузимања инспекцијских мера, уз који је дужан да достави ситуациони план издат од надлежног органа, односно овлашћеног лица, у случајевима када је тај план подесно доказно средство за утврђивање чињеничног стања.

**Slika 6** – član 45. ZJP-a [6]

### 3.3. Pravilnik o saobraćajnoj signalizaciji

Privremena saobraćajna signalizacija definisana je PoSS-om i namenjena je blagovremenom upozoravanju vozača na opasnost, pružanju potrebnih informacija o predstojećoj opasnosti, usmeravanju kretanja vozača, zaštiti korisnika puta, u cilju bezbednog funkcionisanja saobraćaja.

Privremenom saobraćajnom signalizacijom obezbeđuju se mesta na kojima se nalaze oštećenja na kolovozu, odnosno mesta izvođenja radova na putu. Mora biti postavljena oko, ispred i iza mesta na kojem se nalazi oštećenje na kolovozu, odnosno mesta na kojem se izvode radovi na kolovozu.



Slika 7. Saobraćajna signalizacija i oprema za obeležavanje oštećenja i radova na kolovozu [7]

#### 4. PROPUSTI UČESNIKA SAOBRAĆAJNIH NEZGODA

U Republici Srbiji, definisan je normativni okvir za bezbedno funkcionisanje saobraćaja na mestima na kojima su nastala oštećenja, odnosno na mestima gde bi usled „greške“ puta moglo doći do saobraćajnih nezgoda.

Nezgode koje su se dogodile na mestima gde je kolovoz oštećen, odnosno na mestima na kojima se izvode radovi na putu, najčešće su uzrokovane neadekvatnim obezbeđenjem mesta na kojem se nalazi oštećenje na kolovozu, pogrešnim usmeravanjem vozila, pogrešno prenesenom porukom i informacijom putem privremene saobraćajne signalizacije (vidi Sliku br. 8).

„Greške“ puta predstavljaju iznenadne i opasne prepreke na putanji kretanja vozila, pa su vozači dovedeni u situaciju u kojoj moraju brzo, gotovo trenutno, da donesu odluku i reaguju u cilju izbegavanja opasnosti.



Slika 8. Primer oštećenja na kolovozu [11] [12]

Po pravilu u tužilaštvu se ne prihvata da su „greške puta“ uzroci nastanka saobraćajnih nezgoda, pa je uobičajeno pokretanje optužnice protiv učesnika saobraćajnih nezgoda u takvim okolnostima [8].

Na osnovu detaljne i uporedne analize svih materijalnih elemenata iz Spisa, Sud može ceniti više propusta: propuste koji se odnose na stvaranje opasnih situacija i nastanak saobraćajnih nezgoda, propuste koji su uzročno vezani za nastanak nezgoda (propusti vezani za mogućnost izbegavanja saobraćajnih nezgoda) i propuste koji se odnose na težinu posledica saobraćajnih nezgoda. Nalaz i mišljenje veštaka saobraćajne struke predstavlja važan dokaz u sudskom postupku, jer preciznim definisanjem propusta vezanih za saobraćajnu nezgodu, veštak omogućava Sudu da donese ispravnu presudu.

Propusti vezani za nastanak opasnih situacija i saobraćajnih nezgoda usled „greške“ puta mogu biti na strani upravljača puteva, nadležnog OUP-a (organ unutrašnjih poslova), odgovornih projekatana, izvođača radova, nadzora i kontrole, a što je propisano normativnim okvirima vezanim za bezbednost saobraćaja.

##### 4.1. Propusti uzročno vezani za stvaranje opasnosti i nastanak saobraćajne nezgode

Imajući u vidu da je vreme koje vozači imaju na raspolaganju za izbegavanje nezgode od trenutka uočavanja opasnih situacija veoma kratko, vozači su prinuđeni da reaguju instiktivno, bez sagledavanja eventualnih posledica donetih odluka. Naime, opasne situacije nastale usled „greške“ puta, odnosno oštećenja kolovoza, predstavljaju uzrok nastanka saobraćajnih nezgoda.

S obzirom na to, ukoliko bi usled oštećenja na kolovozu, odnosno usled „greške“ puta došlo do saobraćajne nezgode, propusti uzročno vezani za stvaranje opasne situacije i nastanak saobraćajne nezgode bili bi na strani odgovornih lica i organizacija koje su zadužene za održavanje te deonice puta. Ako upravljač puta ne bi uspeo blagovremeno da otkloni nastalu opasnost zbog neblagovremenog preduzimanja mera za sanaciju (obezbeđenje) opasnog mesta, propust uzročno vezan za stvaranje opasne situacije i nastanak nezgode bio bi na strani upravljača puta.

Na strani nadležnih OUP-a stajali bi propusti uzročno vezani za stvaranje opasne situacije i nastanak saobraćajnih nezgoda ukoliko bi nadležni organi prilikom redovne kontrole uočili „grešku“ puta, odnosno ukoliko bi blagovremeno bili upozoreni na postojanje „greške“ puta, a ne bi bez odlaganja izdali naredbu upravljaču puta da otkloni ili obezbedi identifikovanu opasnost. Ako bi kašnjenje u obaveštavanju upravljača puta od strane nadležnog OUP-a bio razlog neblagovremenog otklanjanja nastale opasnosti, na strani nadležnog OUP-a stajali bi propusti uzročno vezani za stvaranje opasnosti i nastanak nezgode.

#### 4.2. Propusti uzročno vezani za nastanak saobraćajne nezgode

Na strani vozača, u prethodno opisanim okolnostima ne bi bilo propusta vezanih za stvaranje opasnosti, međutim i na strani vozača bi mogli stajati propusti uzročno vezani za nastanak nezgode. Naime, potrebno je uzeti u obzir vreme reagovanja vozača i dužinu zaustavnog puta vozila pri brzini kojom se vozilo kretalo pre nezgode, kao i ograničenje brzine na mestu nezgode. Ukoliko bi vozač reagovanjem kočenjem uspeo da izbegne nezgodu da se kretao dozvoljenom brzinom, ali zbog kretanja brzinom većom od ograničenja nije uspeo da zaustavi vozilo ispred prepreke, tada bi vožnja brzinom većom od dozvoljene predstavljala propust vozača uzročno vezan za nastanak nezgode. Drugim rečima, do nezgode ne bi došlo da je vozač upravljao vozilom dozvoljenom brzinom, jer bi uspeo da zaustavi vozilo ispred prepreke, pa bi vožnja nedozvoljenom brzinom bila propust uzročno vezan za nastanak nezgode.

#### 4.3. Propusti vezani za težinu posledica saobraćajne nezgode

Ukoliko bi vozač upravljao vozilom brzinom većom od dozvoljene, ali ne bi imao mogućnosti da izbegne nezgodu ni pri kretanju vozila dozvoljenom brzinom, na strani vozača ne bi bilo propusta vezanih za nastanak nezgode. Naime, upravljanje vozilom brzinom većom od dozvoljene ne bi bilo vezano za nastanak nezgode, jer bi do nezgode došlo i pri kretanju vozila dozvoljenom brzinom. Pod takvim okolnostima, na strani vozača bi stajali propusti vezani za težinu posledica saobraćajne nezgode, jer veća brzina vozila pri udaru u prepreku rezultuje većim oštećenjima na vozilu i objektima, kao i težim povredama učesnika.

### 5. PRIMERI EKSPERTIZA SAOBRAĆAJNIH NEZGODA NASTALIH KAO POSLEDICA OŠTEĆENJA PUTA

Nakon nastanka saobraćajnih nezgoda, u Sudskom postupku, Sud može angažovati veštaka saobraćajne struke, koji će na osnovu analize materijalnih elemenata iz Spisa utvrditi uzroke nastanka saobraćajnih nezgoda. U sledećem delu rada navedeni su i prikazani primeri ekspertiza saobraćajnih nezgoda, urađenih na Institutu Saobraćajnog fakulteta u Beogradu, u kojima je „greška“ puta bila ili je mogla biti vezana za nastanak saobraćajnih nezgoda.

#### 5.1. Primer br. 1

Primer br. 1 predstavlja saobraćajnu nezgodu u kojoj je biciklista naišao na udarnu "rupu" koja je predstavljala iznenadnu opasnost na putanji bicikliste.

Nakon sprovedene rekonstrukcije na mestu nezgode, Komisija veštaka Instituta Saobraćajnog fakulteta (Komisija ISF<sup>4</sup>) je mišljenja da je biciklista tek na odstojanju od 11 m od "rupe", mogao da uoči da na mestu gde se nalazi metalni "šaht" postoji udarna "rupa" (vidi Sliku br. 9).



Slika 9. Odstojanje sa kojeg je biciklista mogao uočiti "rupu" [10]

Komisija ISF je nakon detaljne analize svih elemenata iz sudskih spisa, dala mišljenje o uticaju udarne "rupe" na destabilizaciju bicikla i pad bicikliste:

*„...Na osnovu analize položaja, veličine i dubine "udarne rupe-neobezbeđenog šaht udubljenja" na desnoj polovini kolovoza, našli smo da je "udarna rupa-neobezbeđeno šaht udubljenje" mogla biti razlog gubitka stabilnosti i pada vozača bicikla...Imajući u vidu položaj, veličinu i dubinu "udarne rupe-neobezbeđenog šaht udubljenja" na desnoj polovini kolovoza mišljenja smo da bi gubitak stabilnosti bicikla mogao nastati pre i/ili na početku i/ili na nakon početka "udarne rupe-neobezbeđenog šaht udubljenja..."*

S obzirom na prethodne zaključke, Komisija ISF je dala mišljenje o propustima u vezanim za stvaranje opasne situacije i nastanak ove saobraćajne nezgode:

*„...Analizom svih okolnosti pod kojima se dogodila ova saobraćajna nezgoda mišljenja smo da je do gubitka stabilnosti i pada bicikliste moglo doći zbog "udarne rupe-neobezbeđenog šaht udubljenja" na desnoj polovini kolovoza. S obzirom na to, po našem mišljenju, na strani upravljača puta i odgovornog lica upravljača puta, na ovoj deonici puta, bi stajali propusti uzročno vezani za stvaranje opasne situacije i nastanak ove nezgode, a kao posledica ne saniranja "udarne rupe-neobezbeđenog šaht udubljenja" i/ili kao posledica ne postavljanja odgovarajuće signalizacije kojom bi obavestili učesnike u saobraćaju na mogućnost pojave "udarne rupe-neobezbeđenog šaht udubljenja". Naime, upravljač puta i/ili odgovorno lice upravljača puta, na ovoj deonici puta, su bili dužni da saniraju*

<sup>4</sup> Komisija ISF – Komisija veštaka Instituta Saobraćajnog fakulteta

*"udarnu rupu-neobezbeđeno šaht udubljenje" i/ili da odgovarajućom signalizacijom obaveste učesnike u saobraćaju na postojanje "udarne rupe-neobezbeđenog šaht udubljenja" na kolovozu čime se moglo izbeći stvaranje opasne situacije i nastanak ove nezgode, po našem mišljenju..."*



Slika 10. Udarne "rupa" na kolovozu [10]



Slika 11. Udarne "rupa" na kolovozu [10]

*"...Na osnovu analize raspoložive dokumentacije iz Spisa nije moguće utvrditi da li bi i na strani bicikliste stajali propusti vezani za mogućnost izbegavanja ove nezgode..."*

## 5.2. Primer br. 2

Saobraćajna nezgoda u kojoj je vozač kombi vozila "MERCEDES SPRINTER" izgubio kontrolu nad vozilom, zbog nailaska na neravnine ("kolotrage") i zaleđenu površinu kolovoza, predstavljena je primerom br. 2. Neravnine na kolovozu nisu bile obeležene saobraćajnom signalizacijom i predstavljale su iznenadnu opasnost za vozača kombi vozila. Organizacija odgovorna za održavanje puta je u 01:30 sati utvrdila da je potrebno izvršiti posipanje soli na nadvožnjaku na kojem se dogodila nezgoda, ali je soljenje započeto u 03:30 sati. Nezgoda se dogodila nakon 02:00, a kolovoz na mestu i u vreme nezgode nije bio posut solju, niti su preduzete mere za obezbeđenje ove lokacije.



Slika 12. Lice mesta saobraćajne nezgode [10]

Na osnovu detaljne i uporedne analize svih elemenata iz sudskih spisa, Komisija ISF je dala mišljenje o propustima vezanim za stvaranje opasnosti i nastanak nezgode:

*"...Analizom svih okolnosti pod kojima se dogodila ova saobraćajna nezgoda, nalazimo da bi do destabilizacije MERCEDES-a moglo doći kao posledica nailaska na neravninu na kolovozu i/ili nailaska na zaleđen kolovoz, a što bi, po našem mišljenju, bio propust uzročno vezan za stvaranje opasne situacije i nastanak ove saobraćajne nezgode, koji stoji na strani odgovornog lica i odgovorne radne organizacije zadužene za održavanje deonice puta na kojoj se dogodila ova saobraćajna nezgoda..."*

*"...Naime, neobeležena neravnina na kolovozu i zaleđen kolovoz su predstavljali iznenadnu, teško uočljivu i opasnu prepreku koju po našem mišljenju, vozač MERCEDES-a nije imao razloga da očekuje, a što je moglo dovesti do destabilizacije MERCEDES-a i nastanka ove nezgode..."*

*"...Ako od strane nadležnog OUP-a nisu preduzete mere u cilju neutralisanja opasne situacije stvorene neravnim i zaleđenim kolovozom, tada bi i na strani odgovornog lica i nadležnog OUP-a takođe stajao propust vezan za stvaranje opasne situacije i nastanak ove nezgode, po našem mišljenju..."*

*"...Na strani vozača MERCEDES-a nismo našli propuste koji bi bili u uzročnoj vezi sa stvaranjem opasne situacije i nastankom ove nezgode..."*

Bez obzira na mišljenje Komisije ISF, da propusti uzročno vezani za stvaranje opasnosti i nastanak nezgode stoje na strani odgovornog lica i odgovorne radne organizacije, kao i nadležnog OUP-a, a ne na strani vozača, nadležni Sud je Presudom osudio vozača kombi vozila za nastanak nezgode. Ovaj podatak ukazuje na nedovoljno razumevanje uticaja puta na nastanak saobraćajnih nezgoda i nesagledavanje odgovornosti upravljača puta i OUP-a definisanih ZBS-om, od strane sudija u Srbiji.

### 5.3. Primer br. 3

Vozač vozila YUGO je naišao na udarnu "rupu" na kolovozu, koja nije bila obeležena privremenom saobraćajnom signalizacijom. Izlaskom na lice mesta utvrđeno je da širina rupe iznosi 2,2 m, a prosečna dubina 10 cm, pri čemu je "rupa" uočljiva sa odstojanja od 10 - 15 m.



Slika 13 –udarna "rupa" na kolovozu [10]

Komisija ISF je, imajući u vidu sve dokaze iz sudskih spisa, dala mišljenje o propustima vezanim za stvaranje opasne situacije i nastanak ove nezgode:

*„...Na osnovu detaljne analize svih okolnosti nastanka ove nezgode, mišljenja smo da je opasna situacija nastala kao posledica postojanja prepreke na kolovozu ulice M.Gušića, u vidu nezaštićene i neobeležene rupe na kolovozu...“.*

*„...Imajući u vidu da se nezgoda dogodila 18.08.1997. godine mišljenja smo da je propustom JKP "Vodovod i kanalizacija" došlo do napuštanja nadzora nad saniranjem rupe na bezbedan način, sve do preuzimanja brige nad saniranjem i asfaltiranjem rupe od strane druge radne organizacije. Ovaj propust JKP "Vodovod i kanalizacija", po našem mišljenju, bio je uzročno vezan za stvaranje opasne situacije i nastanak ove nezgode...“.*

*„...Brigu nad stanjem ulica, tako da se na njima bezbedno može odvijati saobraćaj su morali da vode Fond za uređenje gradskog građevinskog zemljišta, JKP "Niskogradnja" i nadležni OUP. Svi navedeni subjekti su morali preduzeti sve što je u njihovoj moći da se rupa u ulici M.Gušića obezbedi na takav način na koji bi bilo izbegnuto stvaranje opasne situacije i nastanak ove nezgode...“.*

*„...Opasni situaciju stvorenu od strane JKP "Vodovod i kanalizacija" napuštanjem neobebeđene rupe na kolovozu, nisu sprečili Fond za uređenje gradskog građevinskog zemljišta, JKP "Niskogradnja" i nadležni OUP, pa bi po našem mišljenju na strani odgovornih lica i Fonda za uređenje gradskog građevinskog zemljišta, JKP "Niskogradnja" i OUP-a, stajao propust takođe uzročno vezan za stvaranje opasne situacije i nastanak ove nezgode...“.*

*„...Na strani vozača YUGA nismo našli propuste uzročno vezane za stvaranje opasne situacije i mogućnost izbegavanja nastanka ove nezgode...“.*

## 6. ZAKLJUČAK

Imajući u vidu broj i težinu posledica saobraćajnih nezgoda, negativan uticaj na funkcionisanje saobraćajnog sistema, potrebno je insistirati na podizanju nivoa svesti odgovornih organizacija i lica za podizanje i održavanje nivoa bezbednosti puteva.

Navedeni primeri ekspertiza saobraćajnih nezgoda Instituta Saobraćajnog fakulteta ukazuju na značaj sprovođenja programa nadzora i održavanja saobraćajnih površina, a što je definisano normativnim okvirom Republike Srbije, jer se na taj način vrši podizanje nivoa bezbednosti saobraćaja. Naime, u Republici Srbiji još nije postignut nivo opšte odgovornosti, pa je često mišljenje da upravljači puta, OUP, kao i radne organizacije i pojedinci u njima, ne snose odgovornost za nastanak saobraćajnih nezgoda na mestima „greške“ puta, već se smatra da su za takve saobraćajne nezgode isključivo odgovorni vozači.

U radu su dati primeri ekspertiza saobraćajnih nezgoda gde je nemar organizacija i odgovornih lica doveo/mogao dovesti do saobraćajnih nezgoda i teških posledica. Cilj ovog rada je da se podigne nivo odgovornosti ljudi koji upravljaju saobraćajnim sistemom, kao i da se ukaze na njihov značaj za bezbedno odvijanje saobraćaja. Svest o odgovornosti upravljača puta i drugih odgovornih organizacija i lica, za bezbednost puteva, može biti unapređena kroz donošenje sudskih presuda protiv upravljača puta i drugih odgovornih, a na šta značajno utiču veštaci saobraćajne struke kroz ispravno i stručno definisanje propusta za nastanak saobraćajnih nezgoda.

Imajući u vidu tendencije spoljašnje politike Republike Srbije ka priključenju Evropskoj Uniji, biće neminovno usaglasiti propise sa zahtevima EU, pa i propise vezane za bezbednost saobraćaja. Mišljenje autora ovog rada je da bi bilo bolje samoinicijativno podići nivo svesti i potencirati na kolektivnoj odgovornosti u oblasti bezbednosti saobraćaja.

## LITERATURA / REFERENCES

- [1] Marković, N., Vujanić, M., Pešić, D., Božović, M. (2010). Odgovornost lokalne zajednice za saobraćajnu nezgodu koja je nastala kao posledica greške puta. Uloga lokalne zajednice u bezbednosti saobraćaja. 179-191. Kovačica.
- [2] Vujanić, M., Antić, B., Pešić, D., Rosić, M. (2012). Značaj formiranja baze podataka o saobraćajnoj signalizaciji. Put i saobraćaj, 58(4), 23-28.
- [3] Vujanić M. (1983). Definisanje metodologije izrade vremensko-prostorne analize saobraćajne nezgode tipa pešak-automobil sa posebnim osvrtom na nezgode ovog tipa u uslovima slobodnog i normalnog toka u zoni stajališta JMP-a. Magistarski rad, Saobraćajni fakultet, Beograd.
- [4] Vujanić M. (1984). Kinetičke analize saobraćajnih nezgoda. Doktorska disertacija, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb.
- [5] Zakon o bezbednosti saobraćaja na putevima (2009) "Sl. glasnik RS" br. 41/09, 53/10, 101/2011, 32/2013 – odluka US i 55/2014.
- [6] Zakon o javnim putevima, objavljen u „Sl. Glasniku RS“ broj 101/2005, 123/2007, 101/2011 i 93/2012.
- [7] Pravilnik o saobraćajnoj signalizaciji, objavljen u „Sl. Glasniku RS“ broj 26/2010.
- [8] Vujanić, M., Ivanišević, T. (2014). Propusti za nastanak saobraćajnih nezgoda u zoni oštećenja odnosno radova na putevima. Prvi srpski kongres o putevima, Beograd.
- [9] Dragač, R., Vujanić M. (2002). Bezbednost saobraćaja II deo, Beograd.
- [10] Ekspertize saobraćajnih nezgoda Instituta Saobraćajnog fakulteta, Beograd.
- [11] <http://www.24sata.rs/vesti/beograd/vest/automobil-upao-u-rupu-na-putu/136991.phtml>
- [12] <http://www.lobi-info.rs/kolaps-u-borci-rupa-progutala-raskrsnicu-borca/>

## SPECIFIČNOSTI ODRŽAVANJA DRŽAVNIH PUTEVA U ZIMSKIM USLOVIMA NA PODRUČJU AD „NOVI PAZAR – PUT“

Izet Ljajić, dipl.građ.inž.

Mirsada Uglić, dipl.građ.inž.

Sead Mujović, dipl.građ.inž.

AD „Novi Pazar – put“, [office@np-put.rs](mailto:office@np-put.rs)

Stručni rad

**Rezime:** Posebni klimatski uslovi našeg područja se ogledaju u dugim zimama sa ekstremno niskim temperaturama i kratkim letima. U takvim uslovima građenje i održavanje putne mreže zahteva, pored znanja, adekvatne opreme i posebnu veštinu i umeće koji se stiču radom u tim uslovima. Specifičnosti održavanja puteva u zimskom periodu na ovom području uslovljene su, pored klimatskih uslova, i konfiguracijom terena i stepenom izgrađenosti putne mreže. Zbog svega toga na ovim prostorima je izuzetno teško pružiti zahtevani nivo usluga, odnosno omogućiti bezbedno odvijanje saobraćaja. To je moguće postići samo zahvaljujući stalnom prisustvu i praćenju prilika na terenu i pravovremenom intervenisanju..

**Glavne reči:** održavanje u zimskim uslovima, snežne padavine, intervencija.

## SPECIFICS MAINTENANCE OF STATE ROADS IN WINTER CONDITIONS IN THE JURISDICTION AREA OF AD "NOVI PAZAR - PUT"

Izet Ljajić, B.Sc.CE

Mirsada Uglić, B.Sc.CE

Sead Mujović, B.Sc.CE

AD „Novi Pazar – put“, [office@np-put.rs](mailto:office@np-put.rs)

Professional paper

**Summary:** The specific climatic conditions of our area are reflected in the long winters with extremely low temperatures and short summers. In such conditions, construction and maintenance of the road network requires, in addition to knowledge, adequate equipment and special skills and skills that are acquired work in these conditions.

Specifics maintenance of roads in the winter in this area are due to climatic conditions, and the configuration of the terrain and level of development of the road network. Because of that, in this region is extremely difficult to provide the required level of service, that enable safe transport. This is possible only thanks to the constant presence and monitoring the situation on the ground and timely response.

**Keywords:** maintenance in winter conditions, precipitation, intervention.

## 1. UVOD

Sa saobraćajno - geografskog i prostorno – funkcionalnog gledišta područje gradova Kraljevo i Novi Pazar i opština Raška, Sjenica i Tutin koje svojom delatnošću pokriva AD „Novi Pazar – put“ ima svoje posebno mesto kao regionalno-geografska celina u Republici.

Ova prostorna celina se odlikuje planinsko – kotlinskim reljefom, bogatstvom vodama i umereno kontinentalnom klimom u nižim i subplaninskom i planinskom klimom u višim predelima.

Specifičnosti i problemi koje AD „Novi Pazar – put“ ima prilikom održavanja državnih puteva u zimskim uslovima proističu iz činjenice da:

1. Osnovnu makro geografsku sliku reljefa ovog prostora čini veliki broj planina međusobno razdvojenih brojnim rečnim dolinama.
2. Trase oko 60% ukupne dužine putne mreže koju održavamo su položene na brdovitom i planinskom terenu i iste prate pomenute rečne tokove.
3. Stanje izgrađenosti državne putne mreže na ovim prostorima je takvo da je na 84% dužine puteva zastupljen savremeni asfaltni kolovoz a preostalih 16% čine makadam i zemlja. Pri tome treba naglasiti da je asfalt u dobrom stanju na svega 50% ukupne dužine putne mreže, što znači da preostalih 50% dužine puteva zahteva radove poboljšanja a istovremeno predstavlja znatno otežavajuće uslove za održavanje u zimskim uslovima.

Analizirajući sve elemente aktivnosti održavanja državnih puteva u zimskim uslovima na ovim prostorima, počev od posebnosti zahteva i uslova, problema i vanrednih situacija do potrebe angažovanja sredstava i ljudstva i potrošnje materijala, po svojim specifičnostima održavanja se izdvaja održavanje puteva u sledećim prostornim celinama:

1. Održavanje puteva Kopaonika.
2. Održavanje puteva na Sjeničko – Peštarskoj visoravni.
3. Specifičnosti održavanja puteva u klisurama – IB 22 – deo Ibarska magistrala.
4. Specifičnosti održavanja puteva u klisurama – IB 22 – deo Jadranska magistrala- deonica Ribarići – Granica sa Crnom Gorom i IB 32 Ribarići – Administrativni prelaz „Brnjak“ .

## 2. ODRŽAVANJE PUTEVA KOJI VODE DO KOPAONIKA

Održavanje puteva koji vode do Kopaonika je vrlo specifično iz više razloga. Zbog značaj Kopaonika, kao važnog zimsko-turističkog centra Srbije (ZTC), проходност prilaznih puteva Kopaoniku sa strane gde mi održavamo puteve mora biti stalna i u najtežim vremenskim uslovima, jer je prilaz ZTC Kopaonik sa strane Kruševca često u prekidu kada su loši vremenski uslovi. Putevi prema ZTC Kopaonik koje održava A.D. "Novi Pazar –put" sa punkta Kopaonik su:

- IIA207 – Biljanovac – Jošanička Banja – Drenska klisura L=15 km.
- IIA 210 - Jošanička Banja – Kopaonik – Rudnica L=43 km.
- IIA 211 - Kopaonik – Jaram L=4 km.

Σ= 62 km

Deonice puteva ka Kopaoniku iz pravca Biljanovca i Jošaničke Banje, prema planu zimske službe su u I prioritetu dok je deonica iz pravca Brusa u II prioritetu zimskog održavanja puteva.

Klimatsko - meteorološki uslovi na području Kopaonika posebno su karakteristični u toku realizacije plana zimske službe (novembar – april). Evidentno je da se u toku 24h promene „sva četiri godišnja doba“, posebno u prelaznim periodima (jesen – zima i zima – proleće).

Ovo se posebno nepovoljno odnosi na pojave da noću padaju temperature, gde se javlja poledica koja zahteva posipanja soli – šljake – agregata, a preko dana porastom temperature i topljenja snega dolazi do pojava većih količina vode koje se kontrolisano moraju odvoditi u propuste, odnosno u prirodne recipijente – vodotokove. Ovo utiče i na pojavu oštećenja kolovoza i pojavu deformacija na trupu puta.

U vreme intenzivnih padavina praćenih vetrovima koji svojom jačinom, na nekim kritičnim deonicama puteva IIA 210 Jošanička Banja – Kopaonik – Rudnica, obaraju stabla u putnom pojasu, isti zadaju još više probleme na zimskom održavanju puteva ka Zimskom turističkom centru (ZTC) Kopaonik.

Ekipe moraju da intervenišu sa dodatnom opremom i mehanizacijom na raščišćavanju puta, sečenju i uklanjanju oborenih stabala i osposobljavanju deonice puta za otežane uslove odvijanja saobraćaja.

Da bi se što uspešnije dočekala sezona održavanja puteva u zimskim uslovima vrlo je bitna njihova dobra priprema za ove uslove održavanja.

Pod pripremom se smatra dovođenje sistema za odvodnjavanje u funkciju (čišćenje) rigola – kanala, priprema - postavljanje znački i deponovanje materijala na većim usponima, krivinama (mešavina soli i šljake), čišćenje trupa puta od drveća sklonog padu, uklanjanje deponija sa bankina i ostalo što utiče na efikasnost zimske službe.

Ofarbane značke se postavljaju i obeležavaju objekte (propuste, početke i krajeve ograda, početke i završetke rigola, slivnike i stene u škarpi iznad rigole).

Značke se postavljaju radi orijentacije za vreme vejavice i magle da ne bi došlo do oštećenja sredstava za rad.

Abrazivno-posipni materijal se deponuje na kritičnim deonicama (usponi-krivine) zbog efikasnijeg delovanja ekipe na otklanjanju iznenadnih pojava poledice (ledene kiše i pad temperature).

Posipanje se vrši vučnim posipačima, a krivine dodatno posipaju ručno, mešavinom deponovanom na bankini. Iskustveno je dokazano da je efekat posipanja puteva veći korišćenjem namenski proizvedene granulirane šljake krupnoće 8-12 mm za posipanje puteva na Kopaoniku u odnosu na kameni agregat. Zbog svog hemijskog sastava granulirana šljaka pospešuje brže otapanje snega sa kolovoza.

Za vreme jakih padavina i vejavica radi brže i bolje efikasnosti održavanja čišćenje se obavlja bez vučnih posipača jer se ne vrše posipanja kolovoza, i vozilo brže vrši funkciju čišćenja. Sl.1.



Slika 1. Zimsko održavanje bez vučnih posipača

Najteža intervencija je za vreme ledene kiše jer se posipanje deonice puta na usponima vrši vučnim posipačima i ručnim bacanjem materijala preko kabina vozila. Uspeh u čišćenju snega obezbeđuje redovno praćenje prognoze vremena i razvoja meteorološke situacije, padavina i temperature, kao i blagovremeni odlazak na intervenciju.

Najveće probleme prilikom čišćenja stvaraju učesnici u saobraćaju koji ne poštuju saobraćajnu signalizaciju kao i nedostatak policije da kontroliše opremljenost vozila u Jošaničkoj Banji, zbog čega dolazi do zastoja i stvaranja kolona vozila, koje parališu i onako otežano odvijanje saobraćaja.

Najveći problem na Kopaoniku je nedostatak parkinga u turističkom centru i vikend naselju jer se vozila parkiraju na kolovozu, pa nismo u situaciji da blagovremeno prođemo i intervenišemo. Neminovno je ono što poslednjih godina činimo da sneg odvozimo na određena mesta, jer se u kritičnim periodima ne može sklanjati na bankinu. (Sl.2.)

Čišćenje puteva noću kad nema vozila je efikasnije za održavanje prohodnosti puta, posebno kroz naseljene lokacije.



Slika 2. Zimsko održavanje odvoženjem snega

Objekti pored puta kojeg mi održavamo, kao i parkirana vozila, otežavaju rad ekipa na kritičnim deonicama. (Sl.3)



Slika 1. Parkirana vozila otežavaju zimsko održavanje

Niska temperatura i jači intezitet padavina, ako se dogode u vreme vikenda (subotom i nedeljom) je vreme najteže za rad, zbog smene turista, odnosno u tim terminima je povećano učešće vozila, a zbog napred pomenutih problema dolazi do čestih zastoja u odvijanju saobraćaja.

Problem prisustva velikog broja vozila na Kopaoniku se javio od pre skoro 30 godina, kada je izgradnja objekata u ZTC bila u ekspanziji. Do sada je taj broj višestruko uvećan s obzirom na izgrađenost objekata u proteklom periodu.

Ovo govori o neminovnosti izgradnje parking prostora, odnosno realno je potrebno izgraditi alternativne tranzitne deonice kroz Kopaonik i to u što skorije vreme. Zbog evidentnih problema oko čišćenja puta kroz ZTC, neophodna je još veća saradnja sa patrolom saobraćajne policije, koja treba da reguliše parkiranje vozila da bi se nesmetano obavljala funkcija ekipa koje rade na čišćenju snega.

Sa odeljenjem policije na Kopaoniku imamo dobru saradnju, ali dolazi povremeno do nesuglasica zbog promene stepena angažovanosti od strane nadzornih organa koju uslovljava promena vremenske situacije što često ne odgovara realnim potrebama za uspešno održavanje prilaznih puteva Kopaoniku. Realizaciju Plana zimske službe diktiraju uslovi na terenu, pored klimatskih, takođe, mnogo utiču i uslovi inteziteta odvijanja saobraćaja.

Korektne odnose imamo sa meštanima Jošaničke Banje i okolnih sela jer nas redovno obavestavaju o meteorološkim promenama stanja na putevima i uticaju vremenskih promena na prohodnost puteva do Kopaonika.

S obzirom na značaj Kopaonika, kao važnog zimsko turističkog centra u Srbiji, odnosno i za šire okruženje, na veoma teške uslove rada ekipa na terenu koje održavaju puteve ka Kopaoniku, i ekipa koja održava mehanizaciju (vozila i mašine) angažovanih u zimskoj službi, veoma važan faktor su i uslovi boravka, rada i smeštaja radnika i sredstava rada koja se koriste na održavanju.

U tom cilju 1990.godine smo izgradili punkt zimske službe u kojem su izuzetno dobri uslovi rada i smeštaja, kakve nema ni jedno preduzeće za puteve u Srbiji.



Slika 4. Punkt na Kopaoniku

### 3. ODRŽAVANJE PUTEVA NA SJENIČKO – PEŠTERSKOJ VISORAVNI

Sjenica i Sjeničko – Peštarska visoravan se nalazi u jugozapadnom delu Srbije i zauzima prostor od hiljadu i pedeset kvadratnih kilometara. Sjeničku opštinu čine 11 seoskih mesnih zajednica i jedna mesna zajednica u Sjenici sa 105 sela i zaseoka.

Sjenica je treća opština po prostranstvu u Srbiji, a među zadnjima po izgrađenosti puteva. Zbog toga je veoma teško doći u sva ta sela i zaseoke u toku leta, a o zimi da i ne govorimo. Teško je to opisati i dočarati, to treba videti i doživeti.

Putnu mrežu Sjenice čine sledeći državni putevi::

- Put **IB 21** Javor – Sjenica u dužini od 26,2km koji je asfaltiran na celoj dužini
- Put **IB 29** Aljinovići – Sjenica – Novi Pazar, od čega je na području opštine Sjenica u dužini od 47km i koji je asfaltiran 70-ih sa jednim slojem bitošljunka debljine 5cm.( Kasnije je to mestimično presvlačeno u kraćim potezima, i ako se izuzme deonica Sjenica – Štavalj, koja je rekonstruisana 2007-2008.godine, i deonica Goveđak – Kamenolom rekonstruisano 2009.godine ostalo se skoro ne može nazvati asfaltiranim kolovozom).
- Putevi IIA reda: **IIA 197** Preko Brdo – Duga Poljana – Kamešnica – K.Bunari – Ugao – Granica Crne Gore dužine 43,5km od čega je 19,5km pod asfaltom a preostali deo pod makadamom.
- **IIA 201** Sjenica – Bare – Kumanica, dužine 40km od čega je 16km pod asfaltom a preostali deo je makadam.
- **IIA 202** Sjenica – Buđevo – Karajukića Bunari u dužini od 29,5km od čega je bez asfalta 8km puta.

Održavanje puteva u zimskim uslovima povezano je sa trenutnom izgrađenošću, stanjem i vrstom kolovoza. Da se radi o prostoru koji, pored problema sa neizgrađenom putnom mrežom, ima problem sa snabdevanjem vodom i strujom govore sledeći podaci:

- Niskonaponska mreža je rađena na drvenim stubovima, koji su stari i dotrajali i sa malo većim vetrom i snegom dolazi do rušenja stubova, a samim tim i do kidanja mreže.
- Vodovodna mreža na Pešteri je rađena 70-ih godina prošlog veka od azbestcementnih cevi, koje su nedovoljno ukopane, tako da kod jačih mrazeva dolazi često do pucanja istih.

Geografski položaj Sjenice je takav da se ona prostire na nadmorskoj visini koja se kreće od oko 600 metara (Kumanica) pa do 1750m (Priješko brdo na Goliji), a samim tim i putni pravci IB i IIA reda se prostiru na tim nadmorskim visinama.

#### **Državni put IB reda broj 21 Javor- Sjenica**

Ide po pravcu sever – jug sa nadmorskom visinom od oko 1300m na Javoru i oko 1000m u Sjenici.

#### **Državni put IB reda broj 29 Aljinoviće – Sjenica – Novi Pazar**

preseca teritoriju opštine Sjenica po pravcu istok - Bele Vode sa nadmorskom visinom od 750m prema zapadu - Golijski put 1200m i Brnjica 1160m do nadmorske visine od 1370m u Goračićima. Nadmorska visina Sjenice kroz koju prolazi IB 29 je oko 1000m.

Sama konfiguracija terena, kojom prolazi ovaj putni pravac, zahteva i specifične uslove zimskog održavanja ovog putnog pravca.

#### **Državni put IIA reda broj 197**

takođe seče teritoriju opštine po pravcu sever - jug i to od Prijekog brda na 1750m, do Uгла gde završava na nadmorskoj visini od 1270m (u selu).

#### **Državni put IIA reda broj 201 Sjenica – Bare - Kumanica**

preseca teritoriju opštine po pravcu sever – jug sa nadmorskom visinom Sjenica 1000m, Trijebine 1200m, Prijedorac 1360m, Bare 1330m i ide do Kumanice gde se spušta na 600m nadmorske visine.

#### **Državni put IIA reda broj 202 Sjenica – Raždaginja – Buđevo – K.Bunari – Boroštica**

na neki način povezuje prethodna dva puta IIA reda, odnosno Sjenicu i Tutin kao najkraća veza. Ovaj putni pravac preseca Sjeničko – Peštarsku visoravan po pravcu severozapad – jugoistok. Konfiguracija terena je dosta mirna (ako se izuzme izlaz iz Raždaginje, gde je postojeći uspon oko 14%).

Što se tiče klime koja vlada na prostoru Sjeničko - peštarske visoravni ona je kontinentalna sa dosta jakim vetrovima, koji duvaju skoro cele godine i, neretko, dostižu brzinu olujnih i orkanskih vetrova..

Zbog jakih vetrova i niskih temperatura i vegetacija na ovim prostorima je dosta slaba. Temperature znaju biti ekstremne i leti i zimi. Leti mogu biti hladne noći, kada se temperatura zna spustiti do blizu 0°C a dnevne temperature mogu doći i do 36. podelaka. (avgust 1983g. 36,4°C).

#### **Održavanje u zimskim uslovima nekad i sad**

Sjenica je od uvek bila poznata po dugim i hladnim zimama sa dosta snega. Sneg se čistio ručno lopatama. Pravile su se radne akcije na čišćenju snega sa puta Sjenica – Novi Pazar. Na akcijama je učestvovalo i po 100 radnika, kao i vojska. Akcije su trajale danima. Kada su bili manji snegovi čišćenje se vršilo drvenim vozama koje su vukli prvo volovi, pa konji, a kasnije traktori. Čišćenje u gradu vršeno je na isti način. Skupljao se sneg uz ivicu puta, a onda tovario u traktore i odvozio van grada.

No kada je veliko nevreme sneg i smetovi onda se odustajalo od svega, i živelo se u blokadi po više dana, pa i nedelja.

Oni koji su morali na put za Novi Pazar, jer se o tom putu pričalo i radilo, o ostalim kao i da ne postoje, prevozili su se sankama na kojima je moglo da se smesti 6-8 putnika (pozadi je postojao prostor za prtljag).

Kretali su se tzv. ometinama, odnosno birao se put gde je manje snega. Bilo je slučajeva da se sanke zaglave u snegu i da ih putnici otkopavaju lopatama, kao što su Smiljevac i Brnjička rijeka, muškarci su išli peške, a na sankama su ostajali nejak, bolesni ili samo žene. Tako se išlo do Duge Poljane, a nekada i do Bijelih Voda. To je rastojanje od 25 – 30km. Putovanje do Duge Poljane je trajalo više sati, u zavisnosti od visine snega, od 3 do 5 sati.

Putni pravac Sjenica – Duga Poljana – Novi Pazar je korišćen i za putovanja prema Bosni (išlo se preko Raške, Kraljeva – Čačka i dalje).

Kasnije zapregu sa vozama zamenjuju traktori, a kada je u Sjenicu došao prvi FAP – duplak (FAP sa dve vuče), za stanovnike Sjenice nije bilo veće radosti.

Kamion je bio opremljen nožem za čišćenje snega. Izgradnjom novih puteva prema Novoj Varoši i Ivanjici, osavremenjivanjem postojećih prema Novom Pazaru i ulica u gradu, dolazi i do osavremenjivanja mehanizacije za održavanje puteva u zimskim uslovima.

Buldožere guseničare zamenjuju utovarivači, kasnije kombinirke, a kamione FAP-ove zamenjuju mnogo jači, koji su osposobljeni za rad i u najtežim uslovima i pod najnižim temperaturama.

Danas se za održavanje puteva u zimskim uslovima koristi savremena mehanizacija, a organizacija održavanja puteva vrši se preko punktova u Dugoj Poljani i Sjenici i isturenim odeljenjima u Karajukića Bunarima i Barama.

Ovakvom organizacijom i mehanizacijom sa kojom raspolaže Preduzeće za puteve iz Novog Pazara, normalno i ljudima iskusnim i spremnim da rade i 24 časa ako treba, skoro da je nemoguće da dođe do prekida saobraćaja više od nekoliko sati ili jednog dana na putevima II prioriteta.

Kao ilustracija ekstremnih temperatura i snežnih padavina u toku zime na ovom prostoru sledi tabelarni prikaz :

ZIMSKA SLUŽBA  
TABELARNI PREGLED EKSTREMNIH TEMPERATURA I SNEŽNIH PADAVINA OD 1996god. - 2011god.

Red. broj	DATUM	TEMPERATURA (C°)	SNEŽNE PADAVINE (cm)	NAPOMENA
1	21.03.1996	-10	30cm	Prvi prolećni dan
2	15.04.1996	-8	50cm	
3	02.12.1996	-6	10cm	Traje zimska služba
4	12.09.1997	0		
5	05.02.1998	-21	50cm	
6	26.01.2000	-37	60cm	
7	21.11.2000	U 14:30h .+11		Radi se asfalt
8	12.08.2001	0		Stana, led na autima
9	16.10.2001	Ujutru + 3C - u toku dana +20		
10	13.11.2001	..+9		
11	14.11.2001	-3	10cm	
12	07.02.2005	-29	59cm	
13	8.2.2005-11.02.2005	..-27 do -. 30		
14	12.02.2005	.. +1 C u 13h		
15	10.06.2005	.. - 1	5cm	
16	25.01.2006	u Sjenici u 7h -29, u Kar.Bunarima -36,6		
17	26.01.2006	u Sjenici -30, u Kar.Bunarima -38		
18	27.01.2006	u Sjenici -34, u Kar.Bunarima -39,6		Apsolutni rekord u merenju najniže temperature
19	19.12.2006	3*		Asfaltira se u Štavalj
20	24.11.2008	-26		Sneg osvanuo visine 20cm
21	25.11.2008	u 9h 8*		
22	30.05.2009	1*	5cm	
23	13.10.2009	0	10cm	Moralo da se interveniše u D.Poljani
24	23.12.2009	u Sjenici u 7h -24, a u 13h + 9	15cm	
25	31.12.2009	u Sjenici u 23h 9		
26	02.09.2010	.. - 1		Led po kolima po brdima sneg
27	27.10.2010	0	od 5 - 10cm	Počela Zimska služba
28	07.12.2010	u Sjenici u 5h +6, a u N.Pazaru 0		U toku dana se asfaltiralo na temp. + 12
29	17.12.2010	u Sjenici - 19, a u D.Poljani - 25		

#### 4. ODRŽAVANJE PUTEVA U KLISURAMA (IB-22 Ibarska magistrala)

Državni put IB reda broj 22 je jedan od najznačajnijih i najopterećenijih putnih pravaca u Republici Srbiji. Deonica ovog putnog pravca Kraljevo-Biljanovac km 373+000 do km 435+000 prolazi Ibarskom klisurom. Put je najvećim delom lociran u zaseku u ukupnoj širini puta ili sa parcijalno dograđivanim nasipom.

Kolovoz je urađen pre oko 50 godina, koliko i preduzeće održava datu deonicu. Ibarska magistrala je put koji sledi prirodni tok reke Ibar, koja nastaje ispod planine Hajla u Crnoj Gori. IB-22 prolazi kroz Kraljevo i spaja severne delove Srbije sa Kosovom i Metohijom i Crnom Gorom.

Ibarska magistrala je okružena planinskim vencima Stolova, Goča, Željina i Kopaoničkih planina sa jedne strane i Čemerna i Rudna sa druge strane, koji uslovljavaju klimatske uslove na granici umereno kontinentalne i kontinentalne klime.

Reka Ibar sa svojim bukovima, slapovima i velikim brojem pritoka, čije su padine strme i ogoljenje, rasečene rečnim klisurama dodatno utiču na klimatske uslove Ibarske magistrale, karakteristične po hladnim zimama i prohladnim letima.

U zimskim uslovima održavanje Ibarske magistrale je veoma odgovoran i zahtevan posao. Usled temperaturnih razlika u toku dana i noći imamo situaciju da se u toku noći temperatura uglavnom spusti ispod nule, a u toku dana je iznad nule, u plusu, što omogućava otopljanje snega koji stvara poledicu u toku noći. Tako da intervencije ne smeju kasniti, odnosno angažovanost mehanizacije i radne snage je potrebna svih 24 časa. U zimskim uslovima vrše se preventivne intervencije, čišćenje snega i leda sa kolovoza, kasnije i sa bankina, kako bi se smanjio broj intervencija. Pre početka zimske službe neophodno je postaviti adekvatnu saobraćajnu signalizaciju u zimskim uslovima i uraditi plan zimske službe.

Ibarska magistrala - deonica Kraljevo-Biljanovac se održava sa dva punkta: punkt Kraljevo i punkt Ušće, koji su opremljeni sa posipnim materijalima, potrebnom mehanizacijom i radnom snagom, u zavisnosti od stepena angažovanosti.

Razna strujanja vazduha duž Ibarske magistrale uslovljavaju različite klimatske promene. Količina padavina, kao i stvaranje poledice je promenljivo po kraćim deonicama, koje su podeljene klisurama koje stvaraju ulivne reke sa obodnih planina u reku Ibar. Takve deonice se nalaze na sledećim stacionažama: km:395+000 dužine l=900m mesto Pivnice, km:399+000 u dužini l=1.100m mesto Vujića Česma, km:404+000 u dužini l=2.200m mesto Kolanje, km:414+000 u dužini l=1.900m mesto Dolina Jorgovana, km:426+000 u dužini l=200m mesto Bare, km:428+000 u dužini l=1.100m mesto Lozno. Takođe, na svim objektima duž magistrale nastaju promene gde se stvara poledica. Svi pomenuti, ali i drugi faktori zahtevaju konstantnu angažovanost mehanizacije i radne snage, gde je nemoguće vršiti intervencije po unapred zadatom planu.



Slika 5. Deonica Ibarske magistrale u zimskim uslovima

Duž Ibarske magistrale na pojedinim lokacijama nalaze se nestabilne kosine gde se stvaraju odroni koji ugrožavaju bezbednost učesnika u saobraćaju što dodatno otežava održavanje puta. Dobar deo nestabilnih kosina nastao pre oko 10 godina kada je rađena rehabilitacija magistrale, gde je izvršeno proširenje kolovoza što je uslovljavalo iskop u širokom otkopu u škarpi. Na nekim od lokacija postavljen je su čelične mreže, čija uloga je da spreče sitniji odron.

Nestabilne kosine uslovljavale su nastanak klizišta, kako u škarpi puta, tako i u samom kolovozu. Na pojedinim lokacijama izvršene su sanacije (primer: km:386+500 u Progorelici urađeni su AB šipovi kako bi sprečili klizanje kolovoza, km:396+800 u Magliču urađen je AB potporni zid, koji sprečava klizanje u škarpi puta, km:400+000 kod Vujića Česme, usled odrona većih razmera koji je uslovljavao prekid saobraćaja, urađen je potporni zid od gabiona, km:400+379 u Dobrim stranama urađen je AB potporni zid, koji sprečava dopiranje odrona do kolovoza koji nastaje na planini Demeronje 150m visinske razlike.



Slika 6. Deonica na stacionaži km:400+000 Vujića Česma



Slika 7. Deonica na stacionaži km:400+379 Dobre strane

U 2011. godini evidentirano je 6 lokaliteta na deonici Bogutovac-Ušće, gde su nestabilne kosine koje hitno treba sanirati kako ne bi došlo do neželjenih posledica. Pomenućemo jedan od tih lokaliteta na km:405+800. Na ovoj lokaciji put je izveden u visokom zaseku sa desne strane. Kosine zaseka su strmog nagiba i izvedene su u nekoherentnom do polukoherentnom drobinskom materijalu. Strmo zasecanje prouzrokovalo je osipanje glinovito-drobinskog materijala i većih blokova stenske mase. Nestabilna kosina se stalno povećava, odnosno sukcesivno pomera, naviše uz padinu. Pokrenuti materijal često zatrpava postavljene betonske elemente "new jersey" i prelazi na put, što može prouzrokovati teške saobraćajne nezgode. Kasnije se vrši čišćenje materijala iza „new jersey“, njihovim pomeranjem i vraćanjem u prvobitno stanje. Najčešći pojavni oblici odrona dešavaju se u nožici padine. S obzirom da se na ovom delu puta saobraćaj odvija velikom brzinom neophodno je hitno sanirati nestabilnu padinu sa ciljem trajne zaštite puta.

Klizište, tj. nestabilna kosina, nastala je erozionim dejstvom oborinskih voda. Pored dejstva erozije, kosina, koja je dosta strma, te pod navedenim nagibom nije mogla duži period da ostane u stabilnom stanju. Znači, dva faktora su učinila da kosina postane nestabilna i dođe do njenog pokretanja, to su eroziono dejstvo na strmoj padini oborinskih voda i strm nagib kosine koje tlo nije moglo da održi u ravnoteži.

Sanacione mere se sastoje od izrade potporne konstrukcije od gabiona, ublažavanja, ravnjanja i kavanja i zaštite kosina useka visećim mrežama od dvostruko pocinkovane ankerovane čelične žice, opterećene betonskim tegovima. U podnožju kosine useka, iza gabionskog zida, predviđeno je pomeranje mreže od tla i uklanjanje (čišćenje) materijala, tako da se odronjeni komadi kontrolisano otklanjaju.

### 5. ODRŽAVANJE PUTEVA U KLISURAMA (IB-22 Jadranska magistrala – deonica Ribarići – Granica sa Crnom Gorom) i IB 32 (deonica Ribarići – adiministrativni prelaz Brnjak)

Deonice IB 22 Ribarići – Granica sa Crnom Gorom - i IB-32 Ribarići – AP Brnjak - Jadranska magistrala u dužini od 26km sa svim svojim specifičnostima održava naše preduzeće AD „Novi Pazar-Put“.

Specifičnosti ovih deonica putnog pravca IB 22 i IB 32 se ogledaju u konfiguraciji terena kroz koji prolazi, klimatskim uslovima, velikom broju putnih objekata (mostova i tunela), kamenitih strana klisure reke Ibar zbog čega njeno održavanje nije ni malo lak posao, a posebno ne u zimskim uslovima.



Slika 8. Panorama Jadranske magistrale IB 22 i IB 32 (M-2) u zimskim uslovima usled snežnih padavina

Neuređene kamene kosine duž cele trase Jadranske magistrale obiluju učestalim odronima, koji zahtevaju danonoćno čišćenje i oprez, a samo redovni obilasci i praćenje kamenih kosina, kao i brze intervencije na putu, mogu doprineti većoj bezbednosti saobraćaja na ovim deonicama puta IB-22 i IB 32. Krajem zime i u jesen, kada su češće padavine, a i zimi, usled temperaturnih inverzija dnevnih i noćnih temperatura dolazi do pojave većih količina odronjavanja kamenih kosina. Redovnim obilascima i praćenjem ustanovljeno je da je hitno potrebno izvršiti zaštitu kamenih kosina od odronjavanja, kako bi se na taj način povećala bezbednost saobraćaja na Jadranskoj magistrali.



Slika 9. Neuređene kamene kosine duž Jadranske magistrale IB-22 i IB 32

Zadatak održavanja puta je utoliko teži što kod nas, zbog nedostatka sredstava prilikom građenja, uređenju kosina se ne pridaje velika pažnja. U toku eksploatacije puta se to prepušta onome ko održava puteve da redovno osposobljava put za saobraćaj.

Zbog specifičnosti održavanja ovog dela Jadranske magistrale u zimskim uslovima održavanje se vrši iz punkta Ribarići. Ovaj punkt je opremljen po planu zimske službe sa svom potrebnom mehanizacijom, ljudstvom, zalihama posipnih materijala.



Slika 10. Punkt zimske službe Ribarići na putu IB-22

Organizacija poslova zimske službe sastoji se u sledećem: blagovremeno i uspešno sprovođenje mera zaštite protiv klizavosti na putu, odnosno uklanjanje snega sa kolovoza. Operativnim planom, koji se mora napraviti pre početka zimske službe, definisana je organizacija posla u zimskoj službi. Pre početka zimske službe neophodno je postaviti signalizaciju primerenu za odvijanje saobraćaja u zimskim uslovima, a po rešenju nadležnog ministarstva.

Za vreme zimske službe se obavlja čišćenje snega, uklanja se sneg sa kolovoza, pešačkih staza i vrši se sprečavanje snežne klizavosti, odnosno poledice blagovremenim posipanjem materijala. Veoma je važno izvršiti preventivno posipanje pre početka padavina da bi se sprečilo formiranje snega na kolovozu. Prilikom čišćenja snega mora se voditi računa da se sneg otkloni i sa bankina i ivica kolovoza, kako se ne bi kasnije stvarali tzv. „ledeni jezičci“, koji kasnije povećavaju potrošnju posipnih materijala i intervencija na putu.

Jadranska magistrala IB-22 je specifična po tome što na 15,3km ima dvanaest mostova. Posebna pažnja se treba posvetiti prilikom održavanja mostova u zimskim uslovima tj. moraju se na vreme čistiti pešačke staze na mostovima jer na taj način sprečavamo stvaranje „ledene kore“, zbog bržeg strujanja vazduha preko mostova. Zbog strujanja vazduha preko mostova dolazi do toga da se na kolovozu mosta mnogo pre stvara poledica i uvek treba veću pažnju posvetiti posipanju materijala preko mostova, naročito na mostovima u krivinama.

Specifičnost ove deonice Jadranske magistrale je i u tome što je pored mostova, kao putnih objekata, zastupljen i veliki broj tunela, tako da se na ovoj deonici smenjuju tuneli i mostovi, jedan za drugim. Na Jadranskoj magistrali, na deonici koju održava naše preduzeće, u dužini od 15,3km ima 7 tunela, koji se redovno održavaju i čija je stabilnost u dobrom stanju, a ukupna dužina tunela je 701m.



Slika 11. Mostovi na Jadranskoj magistrali IB-22 posle većih snežnih padavina



Slika 12. Tuneli na Jadranskoj magistrali IB-22 posle većih snežnih padavina

U okviru redovnog održavanja puteva vrši se i održavanje tunela. U zimskom periodu zbog snežnih padavina javlja se obrušavanje materijala iznad portala tunela i potpornih zidova u predusecima. Zbog nanošenja posipnih materijala i nečistoće unutar tunela u zimskom periodu potrebno je čistiti reflektujuće katadioptere i tunelske smerokaze, kao i drugu signalizaciju u tunelu.

Skidanje ledenica sa svoda tunela je veoma zastupljeno u tunelima na Jadranskoj magistrali. Skoro svakodnevno u zimskom periodu dolazi do formiranja ledenica, kao i bočnih ledenih naslaga iz barbakana, tako da ih je potrebno uklanjati radi bezbednosti saobraćaja u tunelima.



**Slika 13.** Ledene naslage u predusecima tunela



**Slika 14.** Ledenice u tunelima na IB-22

Specifičnost održavanja ove deonice Jadranske magistrale IB-22 i IB 32 se ogleda i u tome, što od svih putnih pravaca koje održava naše preduzeće, punkt Ribariće, iz kojeg se održava ovaj putni pravac, već duži niz godina ima najveća koštanja održavanja po km puta u zimskim uslovima, a samim tim i potrošnja posipnih materijala, kao i angažovanost sati mehanizacije je veća od drugih putnih pravaca po km puta.

Ovi podaci su pokazatelji koji ukazuje na specifičnost održavanja Jadranske magistrale u zimskim uslovima.

Specifičnost ovih deonica putnih pravac IB-22 koja proističe iz konfiguracije terena kroz koji prolazi povećava i veći broj klizišta (Batrage, Špiljani, Jezgroviće 1 i 2, Ivanov potok 1 i 2). Naše preduzeće u sklopu redovnog održavanja ovog putnog pravca vrši i sanaciju ovih klizišta.

## 6. ZAKLJUČAK

Putni pravci koje održavamo moraju biti prohodni u svako doba dana i noći i u svim godišnjim dobima, sa svim svojim specifičnostima održavanja u zimskom periodu. Ovo posebno iz razloga što su putevi za najveći deo ovih prostora jedina komunikacija sa okruženjem.

Velika frekvencija saobraćaja, prebrza vožnja dodatno otežavaju intervencije na samom kolovozu. Odroni mogu biti i većih razmera i isti mogu dovesti do prekida saobraćaja. Poledica, sneg i drugi faktori, koji ugrožavaju bezbednost u saobraćaju, zahtevaju brzu i efikasnu intervenciju, bez odlaganja. Neophodna je komunikacija sa nadzornim organom, kao i dobra saradnja sa saobraćajnom policijom u cilju brzog otklanjanja prepreka za vreme intervencije.

## Literatura

- [1] Škrijelj, I., Ratković V. (2012). Održavanje pristupnih puteva na Kopaoniku u zimskom periodu. Održavanje puteva, informacioni sistem, mehanizacija i proizvodnja materijala
- [2] Muminović N. (2012). Održavanje puteva na Sjeničko – Peštarskoj visoravni u zimskim uslovima. Održavanje puteva, informacioni sistem, mehanizacija i proizvodnja materijala
- [3] Pajević P. (2012). Specifičnost zimskog održavanja puteva u klisurama (IB-22 Jadranska magistrala). Održavanje puteva, informacioni sistem, mehanizacija i proizvodnja materijala
- [4] Kurtović, S. (2012). Specifičnost zimskog održavanja puteva u klisurama (IB-22 Jadranska magistrala). Održavanje puteva, informacioni sistem, mehanizacija i proizvodnja materijala
- [5] Škrijelj, I., & Ljajić, N. (2009). Specifičnosti održavanja puteva AD 'Novi Pazar - put' sa posebnim osvrtom na zimsko održavanje. Put i saobraćaj, 56(3), 45-54.
- [6] Mujagić, S. (2013). Zimsko održavanje putne mreže u regionu Sjenice. Put i saobraćaj, 59(3), 65-71.



Јубилеј - шездесет година часописа

**Пут и саобраћај**

# КОНТРАДИКТОРНОСТ РЕГУЛАТИВЕ У ОБЛАСТИ ПУТОГРАДЊЕ СА МЕТОДОЛОГИЈОМ ПРОЈЕКТОВАЊА И ИНЖЕЊЕРСКОМ ЛОГИКОМ

мр Новица Стевановић, дипл. инж. грађ.  
Саобраћајни институт ЦИП, Београд, novicas@sicip.co.rs

Стручни рад

**Резиме:** У раду је изложен критички осврт на одређене проблеме у пројектовању државних путева који се односе на недостатак законске регулативе, која у довољној мери није примерена путоградњи, на однос инвеститора према техничкој документацији у погледу цене и рокова израде, на неадекватан однос појединих надлежних институција у погледу издавања услова за пројектовање и др. Овакав однос већине релевантних институција утиче на пад квалитета пројектних решења поготово у фази избора оптималних решења.

**Кључне речи:** пут, инвеститор, законска регулатива, пројектант, надлежне институције.

## ROAD CONSTRUCTION REGULATIONS IN CONTRADICTION WITH DESIGN METHODOLOGY AND ENGINEERING LOGIC

Novica Stevanovic, M.Sc. Civil Eng.  
Institute of Transportation CIP, Ltd, Belgrade, novicas@sicip.co.rs

Professional paper

**Abstract:** The paper presents a critical review of specific problems in designing the state roads, which are related to: lack of valid laws that are not appropriate for the road construction to a sufficient extent, investor's attitude towards technical documentation regarding construction prices and deadlines, inadequate attitude of some relevant institutions regarding issuance of design requirements, etc. Such attitude of many relevant institutions has influence on the decline in the quality of design concepts, especially in the phase of selection of the optimum design concept.

**Key words:** road, investor, valid laws, designer, relevant institutions.

### 1. УВОД

Циљ наредног излагања је указивање на постојање огромног раскорака између низа одредби у Закону о планирању и изградњи који у знатној мери одступају од методологије пројектовања, инжењерске логике и праксе када се ради о области линијских инфраструктурних објеката. Изречени ставови се односе и на недовољну заинтересованост и ангажовање појединих Наручилаца (Инвеститора) у разрешењу одговарајућих проблема приликом израде пројектне документације као и "потцењивачком" вредновању обима послова (рок, цена).

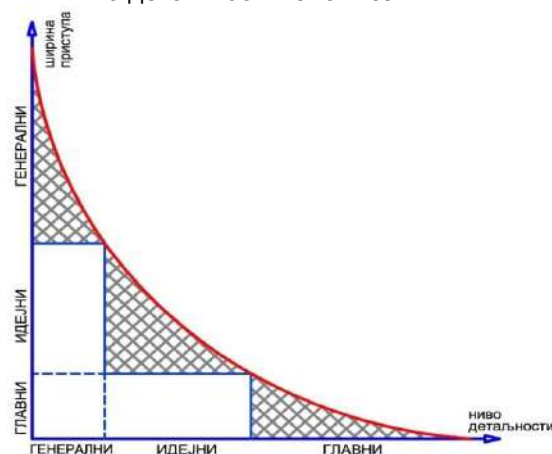
Незаобилазни фактор су и поједине Институције које се неодговорно односе према објектима путоградње приликом дефинисања услова за пројектовање из својих области. Пројектовање путева данас представља изузетно сложен и комплексан процес који захтева мултидисциплинарни приступ инжењера из великог броја научних области. То значи примена креативних способности, знање и искуства, како пројектаната тако и стручњака-инвеститора и осталих надлежних институција из области путне привреде. Имајући у виду чињеницу да изградња путева изискује значајна инвестициона средства, пројектовањем путева се мора обезбедити захтевани ниво квалитета уз најнижи ниво трошкова градње и експлоатације. Из тих разлога потребно је примењивати методолошки процес пројектовања у коме је неопходно с једне стране обезбедити одговарајућу ширину приступа, а с друге хијерархијски уређен низ корака у циљу што објективнијег избора оптималног решења.

На овакав начин формирана структура процеса пројектовања у којој је јасно дефинисан редослед активности мора представљати полазну основу при изради законске регулативе у области путоградње, што у великој мери није случај.

### 2. ФАЗЕ ПРОЈЕКТОВАЊА ПУТЕВА

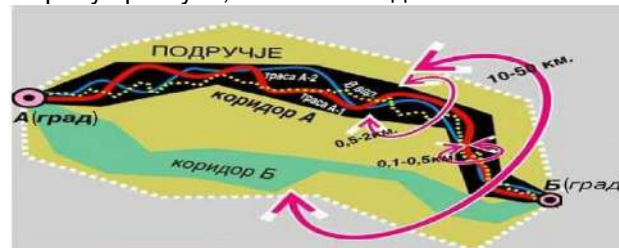
Сваку фазу пројекта одређују 2 параметра

- ширина приступа проблему
- ниво детаљности анализа



Слика 1. Дијаграм фазе пројектовања и нивоа детаљности

То значи да свака наредна фаза има мању ширину приступа, а већи ниво детаљности.



Слика 2. Дијаграм (коридори)

## 2.1 Генерални пројекат

Полазне основе за израду Генералног пројекта су програмски услови проистекли на основу саобраћајних студија мреже, планских докумената и информација о простору.

Основни циљ израде Генералног пројекта је избор оптималног коридора. Генерални пројекат линијских инфраструктурних објеката у највећој мери ради се на неажурним тзв. Генералштабним картама размере 1:25000, јер једино оне у целости покривају територију Републике Србије. Такве карте урађене пре више од 45 година не представљају поуздану основу за израду техничке и планске документације чији резултати имају утицај на доношење стратешких одлука републичких институција.

Како подручје истраживања на нивоу Генералног пројекта може достићи ширину и до 50 km, пројектант ће се сусрести са многим изазовима и ограничењима као и мишљењима, условима и захтевима различитих надлежних институција.

Крајњи резултат Генералног пројекта је да се од више варијантних решења коридора вишекритеријумском оптимизацијом изабере најповољнији коридор који представља полазну основу за израду наредне фазе документације, односно Идејни пројекат.

Планерска активност која прати израду Генералног пројекта је Просторни план подручја посебне намене, а не Планови детаљне регулације што није редак случај у планерској пракси.

**Израда Планова детаљне регулације на основу Генералног пројекта може имати несагледиве последице по избор оптималне трасе саобраћајнице.**

Усвојена траса из Генералног пројекта је само "репрезент" тог коридора ради лакше квантификације параметара и по правилу се не поклапа са изабраном трасом у Идејном пројекту.

## 2.2 Идејни пројекат

Програмски услови за Идејни пројекат чине закључци Генералног пројекта, а подручје истраживања представља оптимални коридор из Генералног пројекта ширине 0,5 - 2 km.

У Идејном пројекту се у оквиру оптималног коридора на топографским подлогама размере 1:2500 (1000) врши детаљно трасирање варијаната са циљем избора оптималне трасе.

У односу на Генерални пројекат смањује се ширина приступа, а повећава ниво детаљности.

## 2.3 Главни пројекат

Главни пројекат у суштини представља детаљну разраду оптималне трасе из Идејног пројекта. Ради се на топографским подлогама веће тачности, односно размере 1:1000 (500). Из тих разлога у просторном смислу могу се вршити само микропомерања основне трасе са циљем детаљне оптимизације радова.

## 3. ПРЕТХОДНИ РАДОВИ

Почетне основне активности на изради Идејног и Главног пројекта су:

- геодетски радови
- геотехнички истражни радови

### 3.1 Геодетски радови

#### 3.1.1 Геодетска снимања терена

Основна карта на којој је могуће радити Идејни пројекат је државна карта размере 1:5000 која је неажурна и у целости не покрива територију Републике Србије.

Уобичајена размера топографских подлога за израду идејних пројеката је 1:2500.

За израду наведених топографских подлога неопходно је извршити геодетско снимање у оквиру оптималног коридора и то аерофотограметријско (из авиона), или терестичко (на класичан начин).

Аерофотограметријско снимање коридора је рационалније, али је ограничено вегетацијом подручја те се најоптималнији резултати постижу у рано пролеће и позну јесен када нема вегетације, или је она минимална. У супротном, у време пуне вегетације, резултати снимања могу бити непоуздани што није редак случај у пракси.

С обзиром на стање у нашој привреди, наручиоци пројектне документације у већини случајева скраћују рокове и смањују предвиђена финансијска средства за израду документације, а понуђачи у трци за "послом и новцем" на тендерима додатно врше скраћење рокова и смањују вредност понуда (и по неколико пута) не би ли били "срећни добитници". Не би то било "тако страшно" да се све то не одражава на квалитет документације.

Пројектанти у трци са временом, због кратких рокова прибегавају класичном геодетском снимању на терену које је скупље у односу на аерофотограметријско и дуже траје, а у највећој мери се сужава простор снимања како због кратких рокова тако и нископонуђене цене, што се и те како одражава на свеобухватност анализа трасе у коридору.

Из тих разлога било би пожељно да инвеститор пре почетка израде Идејног пројекта, а након усвајања Генералног пројекта изврши аерофотограметријско снимање подручја оптималног коридора у оптималним временским условима како би се избегли сви наведени проблеми и постигли задовољавајући резултати у погледу нивоа детаљности и ширине приступа.

У следећем примеру дата је анализа цена различитих видова геодетског снимања терена за аутопутску деоницу дужине 10 km за потребе израде Идејног и Главног пројекта.

По "Методологији пројектовања ванградских путева" као и "Правилнику о условима које са аспекта безбедности саобраћаја морају да испуњавају путни објекти и други елементи јавног пута ("Службени гласник РС" бр. 50/11) подручје истраживања за идејни пројекат представља оптимални коридор из генералног пројекта ширине 500 m до 2 000 m, а за израду главног пројекта подручје истраживања је 100 до 500 m у зони оптималне трасе из Идејног пројекта.

1."Варијанта А" представља синтезу аерофотограметријског снимања за потребе израде Идејног пројекта и класичног геодетског снимања за потребе израде Главног пројекта.

- Аерофотограметријско снимање подручја оптималног коридора просечне ширине 1250 m и дужине 10 km са израдом топографских подлога размере 1:2500 за потребе израде Идејног пројекта

$$\text{Цид.} = 1\,250 \text{ ha} \times 25 \text{ €/ha} = 31\,250 \text{ €}.$$

- Терестичко (класично) геодетско снимање терена у зони оптималне трасе из идејног пројекта у појасу просечне ширине 150 m и дужине 10 km са израдом топографске подлоге размере 1:1000 (500) за потребе израде главног пројекта

$$\text{Цгл.} = 150 \text{ ha} \times 300 \text{ €/ha} = 45\,000 \text{ €}$$

Укупно **"варијанта А" = 76 250 €.**

2."Варијанта Б" представља класично геодетско снимање терена за потребе израде Идејног и Главног пројекта.

- Терестичко (класично) геодетско снимање подручја оптималног коридора просечне ширине 1 250 m и дужине 10 km са израдом топографских подлога размере 1:2500 (1000) за потребе израде Идејног пројекта

$$\text{Цид.} = 1\,250 \text{ ha} \times 200 \text{ €/ha} = 250\,000 \text{ €}.$$

- Терестичко (класично) геодетско снимање терена у зони оптималне трасе из Идејног пројекта у појасу просечне ширине 150 m и дужине 10 km са израдом топографске подлоге размере 1:1 000 (500) за потребе израде Главног пројекта

$$\text{Цгл.} = 150 \text{ ha} \times 300 \text{ €/ha} = 45\,000 \text{ €}$$

$$\text{Укупно "варијанта Б" = 295 000 €.}$$

3."Варијанта Ц" представља класично геодетско снимање терена "суженог коридора" за потребе израде Идејног и Главног пројекта.

У великој мери одомаћена пракса на нашим просторима, због наметнутих кратких рокова је да се у зони трасе из генералног пројекта врши терестичко (класично) снимање терена у појасу просечне ширине само 300 m у размери 1:1000 (500) за потребе израде и идејног и главног пројекта

$$\text{Циг.} = 300 \text{ ha} \times 300 \text{ €/ha} = 90\,000 \text{ €}$$

$$\text{Укупно "варијанта Ц" = 90 000 €.}$$

Проблем оваквог начина геодетског снимања је сужавање потребног простора за анализу и дефинисање варијантних решења на нивоу Идејног пројекта, што би повећало вероватноћу да међу истраживаним варијантама нема оптималне. Тиме се на први поглед постижу само "привидне уштеде" са становишта и временске и финансијске димензије, али крајњи резултат далеко је од оптималног.

Анализом и упоређењем приказаних варијанти долази се до закључка да је **"Варијанта А" са комбинацијом аерофотограметријског снимања за потребе израде идејног пројекта и терестичког (класичног) снимања за потребе израде главног пројекта најоптималнија**, јер је од "Варијанте Ц" јефтинија за 18%, а од "Варијанте Б" за 380%. Једини недостатак је ограничење везано за степен покривености терена вегетацијом, те су оптимални услови за снимање рано пролеће, или касна јесен.

Јединичне цене су оријентационе и примењене су само за упоредну анализу варијантних решења.

### 3.1.2 Експропријација земљишта

Исто тако треба поменути чињеницу да се последњих година не ретко дешава, ради убрзања процеса експропријације на терену, да се она ради на основу Идејног пројекта где је мања тачност (Идејни пројекат се ради на топографским подлогама  $R=1:2500$ ) у односу на Главни пројекат ( $R=1:1000$ ). Линије експропријације по правилу се разликују у Идејном и Главном пројекту из разлога што се раде на различитим нивоима тачности и детаљности. Раде се у различитим временским периодима где долази до промене изграђености на терену и промене у условима надлежних институција. Поготово је то изражено када је временска дистанца између завршетка Идејног и почетка израде Главног пројекта и по неколико година. Све то утиче на корекцију линије експропријације у Главном у односу на Идејни пројекат, што има за последицу када је експропријација земљишта извршена на терену на основу Идејног пројекта, додатне радове на коначној експропријацији и додатна финансијска средства за накнаду власницима парцела и објеката. Због рационализације и оптимизације радова у Главном пројекту, логично је да дође до микро померања трасе на терену, што је и дозвољено важећом техничком регулативом.

Ако не би постојале разлике између фаза пројектовања, онда би било довољно урадити само један ниво документације, али то свакако не би било рационално и оправдано. Дешава се и да Инвеститор захтева да се Главни пројекат експропријације достави пре завршетка осталих пројеката када нису добијени сви услови надлежних институција, како би се што пре започело са експропријацијом, где пројектант у том случају не може са стопроцентном сигурношћу да дефинише коначну линију експропријације.

**По методологији пројекат експропријације представља активност која долази на крају свих пројеката, када се дефинишу сви радови те самим тим и експропријација се може започети када буду завршени сви Главни пројекти, оверени од стране техничке контроле и добијене сагласности надлежних институција на Главни пројекат.**

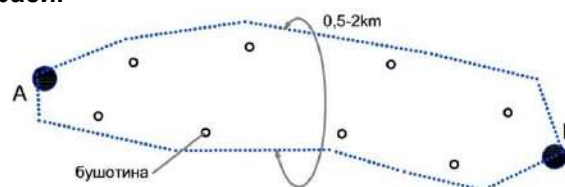
### 3.2 Геотехнички истражни радови

За разлику од Генералног пројекта где је анализа ширег подручја у погледу геотехничких услова вршена на основу постојеће фондовске документације, на нивоу Идејног пројекта потребно је извршити истражне геотехничке радове на мањем простору, односно у границама оптималног коридора.

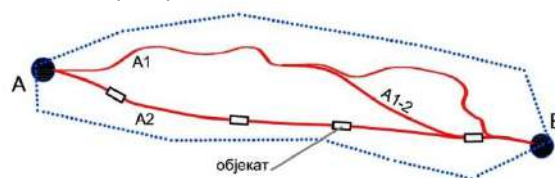
Геотехничка опрема као и сами радови на терену су доста скупи и изискују доста времена поготово на неприступачним теренима.

Из тих разлога због ограничених рокова и буџетом смањених финансијских средстава за израду документације не ретко се дешава да пројектант дефинише трасу у коридору, па се тек врше истражни радови по тој траси на терену, или се на терену врше истраживања по "траси из Генералног пројекта", што је потпуно "погрешно". Имајући у виду чињеницу да је за ниво Идејног пројекта потребно истражити простор у коридору, за дефинисање варијаната трасе потребни су одговарајући геотехнички параметри, а не обрнуто.

**Из тих разлога било би пожељно да у почетној фази Идејног пројекта геотехнички истражни радови покрију простор целог коридора, а да се по дефинисању варијаната трасе изврше додатна истраживања за значајније објекте (мостови, тунели) на тој траси.**



Слика 3. Геотехнички истражни радови на простору целог коридора



Слика 4. Додатна истраживања на објектима

Сви наведени радови који се изводе на терену у великој мери зависе од временских услова (киша, снег, мраз, високе температуре и др.) те би их требало изводити у оптималним временским условима како због већих радних ефеката тако и поузданих и објективних резултата.

## 4. УСЛОВИ, МИШЉЕЊА И САГЛАСНОСТИ НАДЛЕЖНИХ ИНСТИТУЦИЈА

У почетним фазама израде документације неопходно је прибавити мишљења и услове надлежних институција. По правилу, прибављање услова врши пројектант у име Наручиоца. Неке од институција у прихватљивом року доставе услове, док поједине то учине са великим закашњењем уз "максималистичке захтеве", а не ретко се дешава да поједине уопште не одговоре на захтев пројектанта.

У већини случајева поједине институције нису у стању (или су незаинтересоване) да препознају стратешки значај будућих саобраћајница, већ су сконцентрисане на своје парцијалне интересе покушавајући у својим условима за израду документације да искористе погодну ситуацију и да за своје потребе извуку неку корист на рачун институција из путне привреде.

Неке од институција не желе да дају услове без локацијске дозволе, а локацијска дозвола се у суштини не може издати без дефинисане трасе пута у идејном пројекту. Поједине институције не дају услове за израду идејног пројекта, већ само за израду главног пројекта и тако у недоглед. Све то изазива велике проблеме пројектанту како у погледу квалитета пројектних решења тако и у погледу пролонгирања рока завршетка због додатних радова на изради документације проистеклих из услова надлежних институција.

Највећи проблем свакако чине оне институције које зарад својих уских интереса, или одсуства стратегије развоја, или наплаћивања "старих рачуна" према наручиоцима пројекта испостављају "максималистичке захтеве" који превазилазе неопходан обим радова за оптимално решење проблема, а у знатној мери увећавају трошкове инвестиционе изградње на рачун путне привреде. Исто тако у недостатку довољног броја параметара за "издавање услова" често долазе захтеви за израдом недостајуће документације из њихове области (железничка инфраструктура, водопривреда и др.) која представља "услов" за израду потребних услова, а све то на рачун пројектаната и Наручиоца из области путне привреде.

Оно што представља посебан проблем у тим случајевима је индиферентност појединих Инвеститора у разрешавању наведених проблема, те се без икакве анализе, упозорења, расправе прихватају без поговора сви услови институција што њима даје "крила" да се и даље на исти начин, без рационалних сагледавања крајњих циљева, односе према путним објектима.

Како се истраживање простора и дефинисање оптималне варијанте трасе завршава са израдом идејног пројекта, неопходно је да све надлежне институције на захтев Наручиоца доставе услове за израду идејног пројекта, јер они у великој мери утичу на концепт решења. У супротном недостатак појединих услова за израду идејног пројекта, или њихово пролонгирање за следећу фазу пројекта (главни пројекат) може изазвати значајно померање трасе пута у главном пројекту у односу на оптималну из идејног пројекта, а самим тим и последице са техничког и просторног становишта.

Након израде главних пројеката Наручилац/пројектант је у обавези да надлежним институцијама које су издале услове достави пројекат на сагласност. Али зашто једноставно, када може компликовано!

Када то није прецизирано Законом, онда је у позицији свако да диктира своје услове. Већина наведених институција неће да изда сагласност или да да одређене примедбе на пројекат ако Главни пројекат није оверен од стране Техничке контроле. Тек након наведене верификације врши се провера усклађености пројектних решења са издатим условима, дају одређене примедбе/сугестије и тек након допуне/измене Главног пројекта надлежна институција даје сагласност на документацију. Наравно тако допуњен пројекат мора се поново верификовати од стране Техничке контроле.

**Да не би долазило до оваквих ситуација надлежне институције морају бити у обавези да издају сагласност на документацију пре верификације Техничке контроле, а Техничка контрола мора бити последња фаза у реализацији Главног пројекта. Из тих разлога неопходно је да Наручиоци пројектне документације са надлежним министарствима преузму одговорност и кроз израду Законске регулативе и Подзаконских аката, а у циљу рационализације инвестиционих трошкова, утичу на наведене институције да се ослободе ускопарцијалних интереса и самовоље, како би се побољшао и убрзао процес израде документације.**

## 5. ЗАКОНСКА И ДРУГА РЕГУЛАТИВА

Основни закон у грађевинарству је Закон о планирању и изградњи. По свом садржају више је примерен тзв. "тачкастим објектима", односно објектима високоградње који се лоцирају на релативно малом простору, док за тзв. "линијске објекте" није у потпуности усаглашен са методологијом пројектовања и инжењерском логиком. То се поготово односи на временску неусаглашеност израде планске и техничке документације.

*Нпр. Чл. 54, став 1 гласи: Локацијска дозвола се издаје решењем за израду нових и доградњу постојећих објеката..., а садржи све услове и податке потребне за израду техничке документације, у складу са важећим планским документом.*

*Чл. 55, став 1: Локацијска дозвола садржи све урбанистичке и техничке услове и податке потребне за израду Идејног, односно Главног пројекта, а нарочито: ...*

*Чл.57 локацијска дозвола се издаје на основу просторног плана подручја посебне намене и просторног плана јединице локалне самоуправе, за делове територије у обухвату плана за које није предвиђена израда урбанистичког плана.*

*Локацијска дозвола се издаје на основу плана генералне регулације, за делове територије у обухвату плана за које није предвиђено доношење плана детаљне регулације.*

*Локацијска дозвола се издаје на основу плана детаљне регулације.*

То значи да Идејни пројекат треба радити на основу одређеног планског документа, односно локацијске дозволе, у којој поред осталих услова и података је дефинисана и траса линијског објекта, у овом случају пута.

Како се по пројектном задатку и методологији пројектовања, у идејном пројекту још увек анализира простор коридора и дефинишу варијантна решења, да ли исти губи смисао ако је то већ урађено локацијском дозволом, односно ако је планском документацијом утврђена траса, који је смисао радити Идејни пројекат. Зашто не радити одмах Главни пројекат?

**План детаљне регулације или било који други плански документ линијског објекта не може се ваљано урадити без адекватне анализе кроз израду техничке документације, односно идејног пројекта.**

Изградња путне инфраструктуре захтева врло велика инвестициона улагања која се мере милионима евра и због тога заслужује анализу и обраду кроз посебно поглавље у Закону о планирању и изградњи сагласно методологији пројектовања. Морају се уважавати мишљења и примедбе искусних и проверених стручњака из путне привреде како би се дошло до оптималних решења.

Исто тако потребно је користити искуства осталих европских земаља који имају далеко веће резултате у планирању и изградњи путне инфраструктуре.

Можда не треба ићи толико далеко, већ се усредсредити на искуства појединих суседних земаља где се "локацијска дозвола" издаје на основу Идејног пројекта и она представља услов за израду Главног пројекта, што је сасвим у складу са рационализацијом процеса пројектовања.

Али није само то!

Како пројектовање путева данас не представља само изазов за стручњаке, већ и за многе политичке структуре, извршена је "децентрализација" једине наше надлежне институције ЈП "Путеви Србије" што за последицу има додатно усложњавање и онако већ нагомиланих проблема.

Недостатак стручног кадра у "новоформираним структурама", са огромним дисбалансом знања и искуства са једне стране, а "положајем и моћи" са друге стране свакако не доприноси рационалном развоју путне инфраструктуре.

Као последицу тога имамо не ретке случајеве да се за саобраћајнице највишег ранга раде просторни планови подручја посебне намене инфраструктурног коридора на основу генералних пројеката и покушаја да се не раде Планови детаљне регулације већ да се локацијска дозвола издаје на основу таквих Просторних планова, све у жељи да се "добије у времену", а како говори искуство тиме се долази у "ћорскак" где читав тим стручњака месецима "лута" да исправи оно што је криво постављено.

Ако желимо да избегнемо израду Плана детаљне регулације онда паралелно са израдом Просторног плана подручја посебне намене инфраструктурног коридора, требало би реализовати и израду Идејног пројекта како би се елементи из Идејног пројекта (који се ради на ажурним геодетским подлогама као резултат геодетског снимања на терену) могли имплементирати у просторни план. Једино на овај начин би се могла издати Локацијска дозвола на основу Просторног плана.

**У супротном на основу Просторног плана подручја посебне намене инфраструктурног коридора који је урађен са елементима Генералног пројекта не може се издати Локацијска дозвола за нове путне правце.**

## 6. ЗАКЉУЧАК

Формална примена одредница Закона о планирању и изградњи које се односе на линијске инфраструктурне објекте доводи до тога да се поједине фазе пројекта не могу урадити.

Шта чему претходи - односно шта је старије, планска или техничка документација. По Закону планска, али се она не може урадити без техничких решења из пројектне документације и тако "у круг из године у годину".

Многи представници надлежних Министарстава и осталих институција који имају управљачку функцију без довољног или икаквог пројектантског или извођачког искуства формално се држе Закона и "загорчавају" рад Пројектантима који се жестоко боре да испуне своје уговорне обавезе, јер им од тога зависи животна егзистенција.

Како не постоји генерална синхронизација разних учесника у изради планске и техничке документације (надлежна министарства, Инвеститори, Агенције, обрађивачи планске документације, пројектанти) не ретко се дешава да се уради Идејни пројекат нпр. аутопутске деонице у веома кратком року, а онда годинама се не ревидује због непостојања Локацијске дозволе, која је резултат одговарајућег планског документа који је урађен на основу Генералног пројекта.

Закон о Јавним набавкама у делу који се односи на израду документације доноси само привидну уштеду а о последицама нико не води рачуна.

Уштеда инвеститора на трошковима израде пројектне документације (израда пројектне документације износи оријентационо само неколико процената од инвестиционе вредности објекта) тежила би при истраживању простора ограничењу броја варијанти, што би пововећало вероватноћу да међу истраживаним варијантама нема оптималне.

То значи да би повећана вредност инвестиционих улагања, због недовољно истраженог простора и ограниченог броја варијанти, вишеструко надмашила уштеде постигнуте на смањењу трошкова пројектовања!

**Према томе "доносиоци одлука" морају једном да схвате да се уштеде у инвестиционим улагањима постижу пројектовањем, а не у извођењу радова.**

Ово је само део кључних проблема са којима се пројектанти свакодневно сусрећу, и итекако утичу на пад квалитета пројектних решења, а највећи кривци за то су "наравно пројектанти".

## 7. ПРЕДЛОГ МЕРА ЗА ПОДИЗАЊЕ НИВОА КВАЛИТЕТА ТЕХНИЧКЕ ДОКУМЕНТАЦИЈЕ У ОБЛАСТИ ПУТОГРАДЊЕ

- Редифинисати Закон о планирању и изградњу у области линијских инфраструктурних објеката и одредбе ускладити са методологијом пројектовања, инжењерском праксом и логиком.

- Посебну пажњу обратити на узајамну повезаност планске и техничке документације, односно на хијерархијску и временску координацију.
- За дефинисање одредница Закона ангажовати стручни тим искусних пројектаната различитих профила који су у својој пракси препознали "узроке појаве проблема" у изради техничке документације.
- Обавезати надлежне институције на одговорнији и рационалнији приступ у погледу издавања услова за израду документације.
- Већа ангажованост Инвеститора у рационалнијем планирању и сагледавању обима послова на изради документације (цена, рок, садржај, услови) и у координацији различитих пројектантских фирми у погледу усклађивања техничких решења
- Ажурирати постојеће Генералштабне карте које садрже врло оскудне и непоуздане податке, или израдити нове на територији целе Републике Србије које ће представљати поуздану основу за израду Генералних пројеката ванградских путева.
- Формирати Државну ревизиону комисију по критеријумима стручног и моралног интегритета која ће рационално и документовано доносити одлуке у фазама пројекта за које је надлежна и неће допустити одлагање незаобилазних и кључних одлука за следећу фазу пројектовања што би било у супротности са основним законитостима процеса пројектовања и повећала би вероватноћу да међу истраживаним варијантама нема оптималне што до сада није редак случај.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] \*\*\*. (2009). Закон о планирању и изградњи (Сл.гласник РС, бр 72/2009, ...)
- [2] \*\*\*. (2011). Правилник о условима који са аспекта безбедности саобраћаја морају да испуњавају путни објекти и други елементи јавног пута (Сл. гласник РС, бр. 50/11)
- [3] Анђус В., Малетин М., (1993). Методологија пројектовања путева, Грађевински факултет, Београд.



Јубилеј - шездесет година часописа

**Пут и саобраћај**

# PROCENA INDIREKTNIH TROŠKOVA USLED PREKIDA PUTNE VEZE ZBOG SMANJENJA FUNKCIONALNIH PERFORMANSI MOSTA

**Vladan Ilić**, master inž. građ.

Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, vilic@grf.bg.ac.rs

**Nikola Tanasić**, dipl. inž. građ.

Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, nikola@imk.grf.bg.ac.rs

**prof. dr Rade Hajdin**, dipl. inž. građ.

Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, rade.hajdin@grf.bg.ac.rs

Stručni rad

**Rezime:** Stabilnost i nosivost najvažnijih inženjerskih objekata na deonici puta (mostovi, tuneli, vijadukti, itd.) imaju ogroman uticaj na funkcionalne performanse cele putne mreže. Najviše su ugroženi mostovi preko bujičnih reka, što je na žalost i potvrđeno tokom majskih poplava 2014. na većem delu putne mreže Srbije. Oštećenja na konstrukciji mosta, nastala u poplavama, smanjuju nosivost i projektovani kapacitet mostova, kao i njihovu sposobnost da obezbede siguran saobraćaj za sve korisnike putne deonice na kojoj se oni nalaze. Delimična obustava ili u najgorem slučaju potpuni prekid saobraćaja usled rušenja mosta, pored direktnih troškova vezanih za obnovu mostovske konstrukcije, dovode do značajnog rasta indirektnih troškova korisnika puta. Tema ovog rada je upravo efikasna procena indirektnih troškova usled delimičnog ili potpunog zatvaranja deonice puta zbog oštećenja na konstrukciji mosta. Simulacioni model u VISUM-u jednog dela nacionalne mreže Srbije korišćen je kao osnova za procenu "ranjivosti" linkova koji prelaze preko mostova ugroženih poplavama.

**Glavne reči:** stabilnost mosta, nosivost, oštećenje na konstrukciji, simulacioni model, VISUM, putna mreža, indirektni troškovi.

## ASSESSMENT OF INDIRECT COSTS DUE TO HIGHWAY LINK SEVERANCE CAUSED BY REDUCTION OF BRIDGE FUNCTIONAL PERFORMANCE

**Vladan Ilic**, M.Sc. CE

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

**Nikola Tanasić**, B.Sc. CE

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

**Rade Hajdin**, Ph.D. CE

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

Professional paper

**Summary:** Stability and bearing capacity of the most important engineering structures of road sections (bridges, tunnels, viaducts, etc...) have enormous influence on the functional performance of the entire highway network. The bridges over torrential rivers are the most vulnerable, which unfortunately has been manifested in May floods in

2014 on the large part of the Serbian national highway network. Structural damage on bridges, inflicted in floods, reduce bearing capacity and designed traffic flow performance of bridges, as well as their capacity to provide safe traffic for all road users. In addition to the direct costs related to the reconstruction of the bridge structure, a partial restriction or in the worst case total traffic suspension due to bridge collapse, leads to a significant increase of indirect costs of road users. In fact, topic of this paper is efficient assessment of the indirect costs due to partial or complete closure of highway section due to damage on bridge structural elements. The VISUM simulation model of one part of the Serbian national highway network was used as a basis for the vulnerability assessment of links that cross over the bridges endangered by floods.

**Key words:** bridge stability, bearing capacity, structural damage, simulation model, VISUM, road network, indirect costs.

### 1. UVOD

Pri upravljanju saobraćajnom infrastrukturom, Direkcija za rukovođenje mrežom javnih puteva ili neka druga državna institucija, često je suočena sa problemom delimične ili potpune obustave saobraćaja na deonici putne mreže na kojima se izvode građevinski radovi rehabilitacije ili rekonstrukcije. Problem definisanja optimalne metodologije za izvođenje pomenutih građevinskih radova je utoliko veći, jer istovremeno mora da se vodi računa o indirektnim troškovima korisnika, koji nastaju usled delimičnog smanjenja ili totalnog prekida saobraćaja na rekonstruisanim deonicama unutar mreže javnih puteva.

Predmet rekonstrukcije i/ili rehabilitacije mogu biti i svi inženjerski objekti izgrađeni na nekoj deonici puta (mostovi, tuneli, vijadukti, itd.), čija nosivost i stabilnost direktno utiču na saobraćajne tokove preko ugroženih deonica, odnosno njihovu propusnu moć, što se dalje manifestuje na funkcionalne performanse čitave mreže. Za potrebe usvajanja optimalne strategije sa minimumom indirektnih posledica pri redistribuciji saobraćajnih tokova sa ugroženih deonica, analizira se nekoliko mogućih scenarija delimične obustave ili potpunog prekida saobraćaja, koristeći specijalne modele izrađene pomoću softvera za simulaciju preraspodele saobraćaja kao što je VISUM [1]. Svrha izrade simulacionog modela i izvođenja pomenutih proračuna, jeste da se pronađe onaj scenario delimičnog ili potpunog prekida određenog linka na razmatranoj deonici mreže, koji će da prouzrokuje najveće indirektno troškove. Efikasna metodologija za brzo procenu indirektnih troškova omogućava Direkciji za upravljanje mrežom javnih puteva brzo donošenje odluka u vanrednim situacijama.

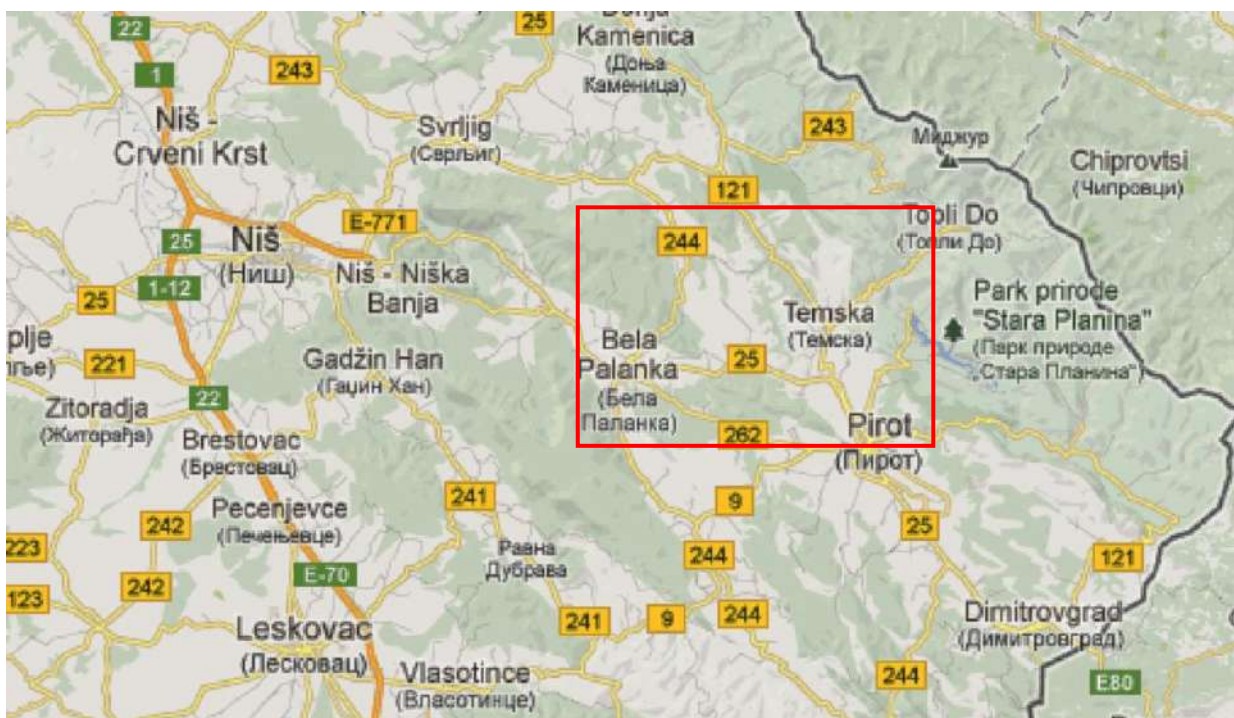
Veliki broj naučnika i istraživača razvio je čitav niz matematičkih metoda i proračunskih modela za izračunavanje indirektnih troškova usled prekida neke veze ili za pronalaženje "najranjivijeg" linka u mreži. Najaktuelnija istraživanja fokusirana su na "ranjivost" putne mreže usled učestale pojave prirodnih katastrofa kao što su poplave, lavine i bujice. Ipak, još uvek nije uspostavljena neka zajednički priznata metodologija za procenu posledica na saobraćaj, prouzrokovanih prekidom nekog linka u putnoj mreži.

Osnovni principi korišćeni za proračun posledica na saobraćaj usled prekida nekog linka usvojeni su iz "Metodologije za procenu ranjivosti Švajcarske putne mreže", koja je prvo predstavljena u radu Erath-a [2]. Razni autori, a posebno Berdica [3], Taylor i D'Este [4], Knopp i drugi [5], i Matisziw i drugi [6], dali su svoj doprinos kroz različito viđenje uticaja prekida neke veze unutar mreže na odvijanje saobraćaja. Da bi se procenio uticaj različitih oštećenja na infrastrukturi putne mreže korišćeni su razni matematički modeli i algoritmi. Na primer, Bocchini i Frangopol [7] koristili su genetske algoritme (GAs - Genetic Algorithms) da dobiju optimalnu otpornost i odrede, na osnovu procene troškova posle katastrofe, prioritete intervencije na mostovima duž putne veze između dva grada koja su zadesili razarajući prirodni ili veštački izazvani događaji. Značajan doprinos u definisanju nove metodologije za identifikaciju kritičnih deonica putne

infrastrukture dala je Schulz [8], kao kombinaciju analize topologije mreže, analize rizika i procene uticaja od nepredviđenih prirodnih događaja, kao što su poplave, zemljotresi, požari itd.

## 2. POSTAVKA MODELA

Za reprezentativan primer izabrana je postojeća putna mreža između gradova Bela Palanka i Pirot u blizini budućeg autoputa E-80, koji pripada panevropskom koridoru X. Na **Slici 1** prikazana je mapa putne mreže u jugoistočnom delu Srbije između gradova Niša i Dimitrovgrada, na kojoj je sa crvenim pravougaonikom oivičen poseban deo podmreže (subnetwork u VISUM-u), koji je predmet detaljne analize u simulacionom modelu. Kao što se može videti, trenutno najvažniji putni pravac koji povezuje Belu Palanku i Pirot je državni put prvog reda M-1.12 sa poprečnim profilom dvotračnog puta. M-1.12 idući od Bele Palanke ka Pirotu na četiri mesta preseca reku Nišavu, a mostovi koji se koriste za prelazak preko reke, prateći smer rasta stacionaže prema Pirotu, nazvani su *Nišava 1*, *Nišava 2* i tako redom do *Nišava 4*. S obzirom na ugroženu stabilnost pomenutih mostova zbog izloženosti temelja njihovih rečnih stubova bujičnom toku reke Nišave, osnovni cilj izrade simulacionog modela date mreže bio je da se utvrdi koji prekid linka, odnosno, rušenje kojeg od ova četiri mosta, će izazvati najveće indirektno troškove korisnika.



**Slika 1.** Mapa putne mreže u jugoistočnoj Srbiji sa označenom podmrežom koja je predmet analize u simulacionom modelu (Izvor: [9])

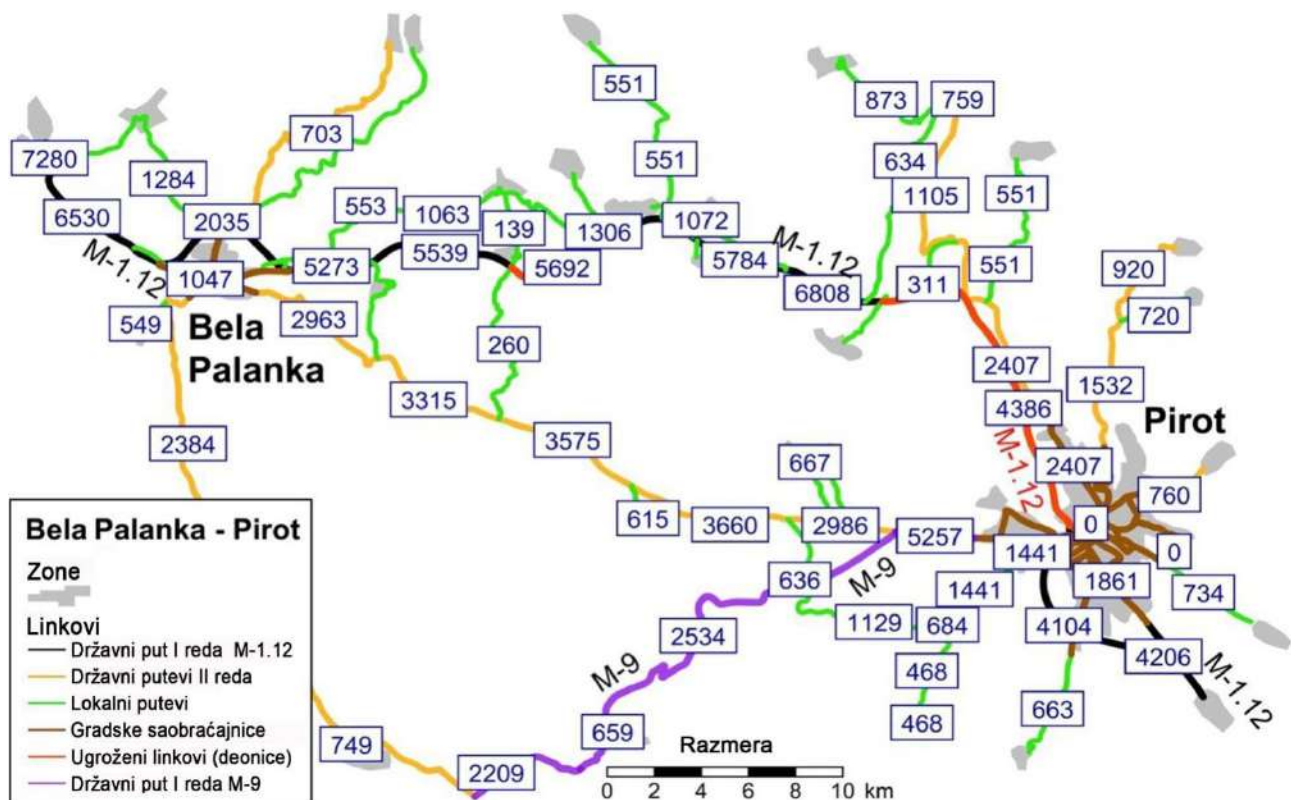
Jedan od razloga zašto je baš izabran ovaj deo mreže, pored realne opasnosti da se jedan od označenih mostova sruši za vreme poplave, jeste što pored državnog puta I reda M-1.12, Pirot i Belu Palanku preko državnog puta I reda M-9 povezuju još dve alternativne rute manjeg kapaciteta. Jasno je da će prilikom rušenja bilo kojeg od posmatranih mostova na primarnom potezu (M-1.12), dobar deo saobraćaja biti preusmeren upravo na ove alternativne puteve.

U generisanoj podmreži formirano je 36 saobraćajnih zona koje su korišćene kao osnovni mrežni objekti za dalje kreiranje ulaznih parametara saobraćajne potražnje. U izvorno-ciljnim matricama smešteni su podaci o broju putovanja iz izvorne zone  $i$  ka odredišnoj zoni  $j$ . Jedinice elemenata matrice potražnje za individualni transport (Privat Transport- PrT) su putovanja automobila ili kamiona, koja u stvari označavaju zahtevanu saobraćajnu potražnju iz saobraćajne zone  $i$  ka zoni  $j$ .

Podaci o izvorno-ciljnim putovanjima potiču iz saobraćajnih studija [10] koje su urađene za potrebe Generalnog projekta koridora X za deo transportne mreže između Niša i državne granice sa Bugarskom. Međutim, ovi podaci o saobraćajnoj

potražnji, koji su prikupljeni na osnovu istraživanja organizovanih 1996. godine, ne predstavljaju valjane ulazne podatke za proračun raspodele saobraćajnih tokova individualnog transporta (PrT), zato što su se u međuvremenu saobraćajni protoci, a naročito obim tranzitnog saobraćaja, na posmatranoj mreži radikalno promenili. Posle ulaska Bugarske u Evropsku uniju, nisu rađene nove ankete niti neke druge saobraćajne studije u ovom delu Srbije. Iz tog razloga, izvorno-ciljne matrice moraju se dodatno kalibrisati da bi vrednosti saobraćajne potražnje u njima odgovarale merenim vrednostima na osnovu podataka iz brojača saobraćaja, koji su postavljeni na primarnim linkovima. Za modifikaciju starih izvorno-ciljnih matrica, komparacijom sa aktuelnim vrednostima iz brojača saobraćaja, korišćena je VISUM-ova funkcija TFlowFuzzy [11].

Na osnovu generisanih vrednosti saobraćajne potražnje, izvršen je proračun raspodele saobraćajnih tokova koristeći matematičku metodu ekvilibrijuma (equilibrium assignment). Ekvilibrijum metoda vrši raspodelu saobraćajne potražnje rukovodeći se prvim Wardrop-ovim principom [11] koji glasi: „Svaki korisnik putne mreže bira svoju putanju kretanja na takav način, da njegovo vreme putovanja ako bi se kretao svim drugim alternativnim



**Slika 2.** Rezultati proračuna saobraćajnog opterećenja po metodi Equilibrium-a na modelu mreže sa neprekinutim linkovima

rutama bude jednako, što znači da bi prelazak na neku drugu putanju kretanja sigurno povećao njegovo vreme putovanja“. Rezultati proračuna

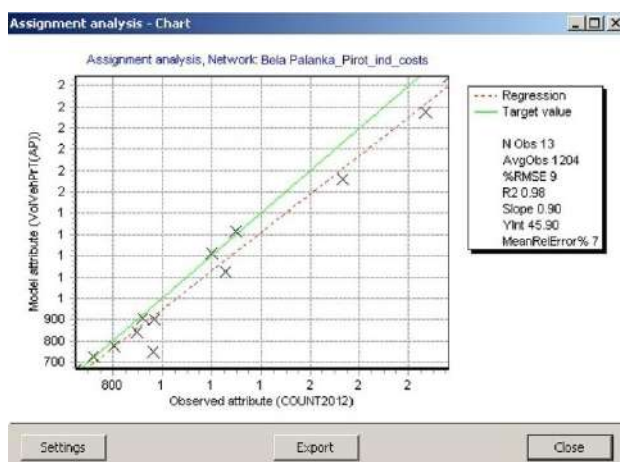
saobraćajnog opterećenja na modelu mreže sa neprekinutim linkovima koji idu preko mostova Nišava 1 - 4 prikazani su na **Slici 2.**

### 3. VERIFIKACIJA I VALJANOST SRAČUNATOG SIMULACIONOG MODELA

Za ocenu replikativne valjanosti kreiranog simulacionog modela izvršena je regresiona analiza poređenjem vrednosti saobraćajnog opterećenja za linkove koji pripadaju državnim putevima I reda (M-1.12 i M-9), sa vrednostima saobraćajnog opterećenja iz brojača saobraćaja koji su postavljeni na istim tim linkovima u realnosti. Podaci iz brojača saobraćaja su dobijeni od Javnog preduzeća "Putevi Srbije" [12] i odnose se na kalendarsku 2012. godinu, pošto u vreme izrade simulacionog modela nije bilo moguće dobiti podatke o brojanju saobraćaja za aktuelnu 2013. godinu. Svi podaci o brojanju saobraćaja uneti su u VISUM definisanjem novih korisničkih atributa (COUNT 2012) za one linkove iz simulacionog modela, čije je saobraćajno opterećenje kasnije upoređeno sa realnim vrednostima.

Merodavni podaci za veličine opterećenja i strukturu saobraćajnog toka preuzeti su sa sledećih automatskih brojača [12]:

- Brojačko mesto: 137 Crvena reka, za deonicu dužine 10,00km, Crvena reka - Bela Palanka. Oznaka deonice je 0054, a broj puta M-1.12;
- Brojačko mesto: 138 Bela Palanka, za deonicu dužine 27,60km, Bela Palanka - Pirot. Oznaka deonice je 0055, a broj puta M-1.12;
- Brojačko mesto: 301 Pirot 2, za deonicu dužine 4,30km, Sadikov Bunar - Pirot. Oznaka deonice je 0155, a broj puta M-9;
- Brojačko mesto: 139 Pirot 1, za deonicu dužine 14,40km, Pirot - za Sukovo. Oznaka deonice je 0056, a broj puta M-1.12;
- Brojačko mesto: 141 Dimitrograd, za deonicu dužine 7,00km, Dimitrovgrad - za Gradinu. Oznaka deonice je 0058, a broj puta M-1.12.



Slika 3. Regresiona analiza za sračunate veličine saobraćajnog opterećenja iz modela

Rezultati proračuna koeficijenta korelacije između izmerenih i simuliranih vrednosti saobraćajnog opterećenja pokazuju vrlo značajan stepen poklapanja. Kritična vrednost koeficijenta korelacije iznosi 0,90 u kom smislu je dobijena vrednost, kao što se vidi sa Slike 3, iznad nje ( $R = 0,98 > 0,46$ ), što obezbeđuje visoki nivo značajnosti. Na osnovu izvršene verifikacije valjanosti modela, može se zaključiti da model u celini realno reprezentuje aktuelno stanje na saobraćajnoj mreži ovog dela Srbije, a samim tim, i sračunate veličine indirektnih troškova korisnika predstavljaju dovoljno tačne i pouzdane vrednosti.

### 4. METODOLOGIJA PRORAČUNA INDIREKTNIH TROŠKOVA

U analiziranom simulacionom modelu saobraćajne mreže, izdvojeni su "ugroženi" linkovi koji idu preko mostova *Nišava 1 - 4*, za koje je utvrđeno da postoji opravdana bojazan za nastanak oštećenja usled poplava. Rizik od prekida linka izražava se kao proizvod verovatnoće pojave određenog inicijalnog događaja, na primer poplave, verovatnoće rušenja mosta usled ovog događaja i posledica prekida puta. Smanjenje kapaciteta linka ovde se zapravo tumači kao nemogućnost da se ostvari projektovana namena linka usled oštećenja na mostu, uključujući i najgori scenario tj. rušenje mosta. Pri tome razlikujemo dve vrste posledica:

- Direktno posledice ili direktni troškovi (DT), u vidu strukturnih oštećenja konstrukcije, koji uključuju troškove popravke neophodne da se most vrati u prvobitno stanje i
- Indirektno posledice ili indirektni troškovi (IT) korisnika putne mreže usled ograničenja protoka ili potpunog prekida saobraćajnih tokova kroz analizirane linkove, uključujući i dodatne troškove zbog uvećanog vremena i dužine putovanja.

Prema tome, ugroženost linka  $i$ , koji ide preko mosta, jeste verovatnoća pojave oštećenja na mostu zbog datog incidentnog događaja ( $P_{fi,Se}$ ), koji dovodi do smanjenja kapaciteta ili prekida linka, pomnožena sa sumom direktnih i indirektnih posledica ( $DT_i, IT_i$  respektivno) [13]:

$$R_i = P_{fi,Se} \cdot (DT_i + IT_i) \quad (1)$$

gde su:

- $DT_i$  - direktne finansijske posledice delimičnog ili potpunog prekida linka  $i$ , usled nastanka oštećenja na nekom od mostova (*Nišava 1-4*),
- $IT_i$  - indirektno posledice na saobraćaj izazvane delimičnim ili potpunim prekidom linka  $i$ , i
- $R_i$  - ugroženost ili "ranjivost" linka  $i$  usled nastanka oštećenja na nekom od mostova (*Nišava 1-4*).

Određivanje verovatnoće  $P_{fi,se}$  ovde nije razmatrano, s obzirom da je težište rada usvajanje metodologije za proračun indirektnih troškova. U slučaju analizirane saobraćajne mreže u jugoistočnoj Srbiji, alternativne rute i obilaznice su generalno dostupne za većinu ugroženih linkova na državnom putu prvog reda M-1.12. Pošto je u izdvojenom delu mreže pretpostavljena "neelastična saobraćajna potražnja" [13] promena odredišta ili čak otkazivanje planiranih putovanja korisnika puta, nisu razmatrani u okviru predstavljenog modela.

Ekonomska procena indirektnih troškova ( $IT_i$ ), usled kretanja vozila alternativnim rutama i obilaznicama, sledi već dobro poznatu metodologiju cost-benefit analiza, koje kvantifikuju promene u saobraćajnim tokovima na svim linkovima u novčane jedinice [2]. Primenjujući koncept generalizovanih putnih troškova, efekti izazvani putovanjem vozila preko alternativnih ruta usled prekida linka zbog rušenja mosta mogu se podeliti na tri dela:

- Dodatni troškovi usled povećanog vremena putovanja ( $\Delta VP_i$ ),
- Dodatni troškovi prozrokovani uvećanom dužinom putovanja ( $\Delta DP_i$ ), i
- Promene u stopama (učestalostima pojave) saobraćajnih nezgoda i ukupnim pratećim troškovima nesreća ( $\Delta AC$ ).

Pomenuti efekti se, takođe, mogu javiti pri prekidu linkova usled nekih drugih incidentnih događaja, kao što su zemljotresi, lavine, požari itd., što znači da se opisana metodologija može na sličan način primeniti za procenu indirektnih troškova za različite hazarde. VISUM nudi veliki broj mogućnosti obračuna indirektnih troškova korisnika po različitim parametrima za sve linkove u mreži, kao i alate za naknadno editovanje proračuna.

Formalno, dodatno vreme putovanja prouzrokovano prekidom linka definiše se kao [13]:

$$\Delta VP_i = \sum_i \sum_{j \neq i} (C_{ij}^{(l)} - C_{ij}^{(0)}) \quad (2)$$

gde je:

$C_{ij}^{(0)}$  = vreme putovanja od izvora  $i$  ka odredištu  $j$  pri normalnim uslovima na mreži, i

$C_{ij}^{(l)}$  = vreme putovanja od izvora  $i$  ka odredištu  $j$  pri izmenjenim uslovima na mreži kada je link  $l$  prekinut.

Dodatni troškovi usled povećane dužine putovanja ( $\Delta DP_i$ ), prouzrokovane prekidom linka, definišu se kao [13]:

$$\Delta DP_i = \sum_i \sum_{j \neq i} (d_{ij}^{(l)} - d_{ij}^{(0)}) \quad (3)$$

gde je:

$d_{ij}^{(0)}$  = dužina putovanja od izvora  $i$  ka odredištu  $j$  pri normalnim uslovima na mreži, i

$d_{ij}^{(l)}$  = dužina putovanja od izvora  $i$  ka odredištu  $j$  pri izmenjenim uslovima na mreži kada je link  $l$  prekinut.

Dodatni troškovi saobraćajnih nezgoda izazvani prekidom linka definišu se kao [13]:

$$\Delta AC = \sum_m (V_{m,t}^{(l)} - V_{m,t}^{(0)}) \cdot ARC_t \quad (4)$$

gde su:

$\Delta AC$  = dodatni troškovi saobraćajne nesreće,

$V_{m,t}^{(0)}$  = saobraćajno opterećenje na linku  $m$  tipa  $t$  pri normalnim uslovima na mreži,

$V_{m,t}^{(l)}$  = saobraćajno opterećenje na linku  $m$  tipa  $t$  u uslovima kada je link  $l$  prekinut u mreži, i

$ARC_t$  = troškovi nezgoda u funkciji saobraćajnog opterećenja na linkovima tipa  $t$ .

Indirektni troškovi ( $IT_i$ ) dobijaju se na kraju kao:

$$IT_i = \Delta VP_i \cdot C_{VP} + \Delta DP_i \cdot C_{DP} + \sum_t \Delta AC \quad (5)$$

gde  $C_{VP}$  označava cenu koju je država spremna da plati za jedinično vreme putovanja, izgubljeno zbog prekida ili delimičnog zatvaranja nekog linka, dok je  $C_{DP}$  jednako prosečnim troškovima vožnje po jediničnoj dužini. Opisane vrednosti za Srbiju preuzete su iz "Priručnika za analizu troškova i koristi" [14], dok su troškovi sobračajnih nezgoda i njihova učestalost procenjeni na osnovu rezultata istraživanja Osobe, Tubića i Mertner-a [15].

## 5. RAZLIČITI SCENARIJI DELIMIČNOG ILI POTPUNOG PREKIDA PRIMARNIH LINKOVA

Na osnovu procene rizika od kolapsa i broja ugroženih mostova (*Nišava 1 - 4*) određena je veličina analizirane podmreže sa najugroženijim linkovima. Podmreža je izdvojena iz nacionalne putne mreže uključujući njenu internu i tranzitnu potražnju. Pri generisanju modela saobraćajne podmreže veličine svih ulaznih i izlaznih saobraćajnih tokova pretpostavljene su na osnovu kontinualno merenih podataka o veličinama protoka duž analiziranih linkova. Takođe, kao što je već pomenuto, usvojeni model podmreže sadrži sve linkove koji mogu poslužiti kao alternativne rute za deonice primarnog pravca (M-1.12) koje prelaze preko posmatranih mostova.

Pojedine alternativne rute, koje vode preko lokalnih puteva, imaju male kapacitete zahvaljujući uskim poprečnim profilima i kolovoznoj konstrukciji od makadama. Stoga, u mnogim scenarijima prekida nekog od primarnih linkova, takve rute ne mogu se koristiti kao alternativne za teška teretna vozila (Heavy Goods Vehicles - HGV), već samo kao privremene obilazne rute za putničke automobile. Na bazi dvodimenzionalno - ograničenog generisanja saobraćajne potražnje i distribucije tokova, posebno za automobile i teška teretna vozila, primenjena je metoda ekvilibrijuma (equilibrium assignment) iz VISUM-a 13.0 za proračun saobraćajnog opterećenja na svim linkovima u modelu.

Za podmrežu korišćenu u modelu, određena ograničenja su usvojena kako bi se pojednostavio postupak proračuna. Iz opšteg postupka proračuna saobraćajnog opterećenja isključena su postojeća kretanja putnika sistemom javnog prevoza (Public Transport - PuT), pošto je obim saobraćaja u javnom prevozu zanemarljiv u poređenju sa ukupnim obimom saobraćaja na relevantnim linkovima. Shodno tome, u proračunskoj proceduri, pri definisanju mogućih načina kretanja izabran je individualni transportni sistem (Privat Transport - PrT) sa režimima kretanja koji uključuju automobile (Car) i kamione, odnosno teška teretna vozila (HGV). Ulazni podaci za model, koji obuhvataju grafičke parametre, preuzeti su iz Idejnog projekta budućeg autoputnog koridora X-c kroz Srbiju [16].

Reka Nišava ima izražen bujičav tok na delu saobraćajne podmreže gde se nalaze linkovi sa ugroženim mostovima (Nišava 1 - 4), zbog čega se tokom topljenja snega i rasta vodostaja usled veće količine padavina u prolećnom periodu, povećava i rizik od nastanka oštećenja na pomenutim mostovima.

Najugroženiji su rečni stubovi mosta, gde se usled porasta brzine kretanja vode za vreme naglog povećanja protoka, javljaju izraženo spiranje i odnošenje rečnog materijala u zoni oko stubova i njihovih temelja. Ovaj proces poznatiji kao lokalna erozija rečnog dna, u slučaju dužeg trajanja perioda veoma velikih voda, dovodi u pitanje nosivost i stabilnost mosta, a neretko može dovesti i do rušenja mosta.

Pri "opiranju" konstrukcije mosta lokalnoj eroziji rečnog dna mogu nastati oštećenja različitih razmera koja značajno smanjuju nosivost mosta, a samim tim i kapacitet linka u mreži koji prelazi preko tog mosta. Ovo je detaljno razmotreno pri proračunu raspodele saobraćajnih tokova metodom ekvilibrijuma, i tri moguća scenarija smanjenja kapaciteta ugroženih linkova usled oštećenja konstrukcije na mostovima su analizirana:

- 1) Preraspodela saobraćajnih tokova kada je normalno stanje na mreži bez ograničenja kapaciteta ugroženih linkova usled oštećenja konstrukcije mosta;
- 2) Preraspodela saobraćaja u slučaju kada je zatvorena jedna vozna traka na mostu zbog radova i drugih mera na rehabilitaciji, i
- 3) Potpuni prekid putnog linka usled rušenja mosta, odnosno, potpuna obustava saobraćaja tokom rekonstrukcije mosta.

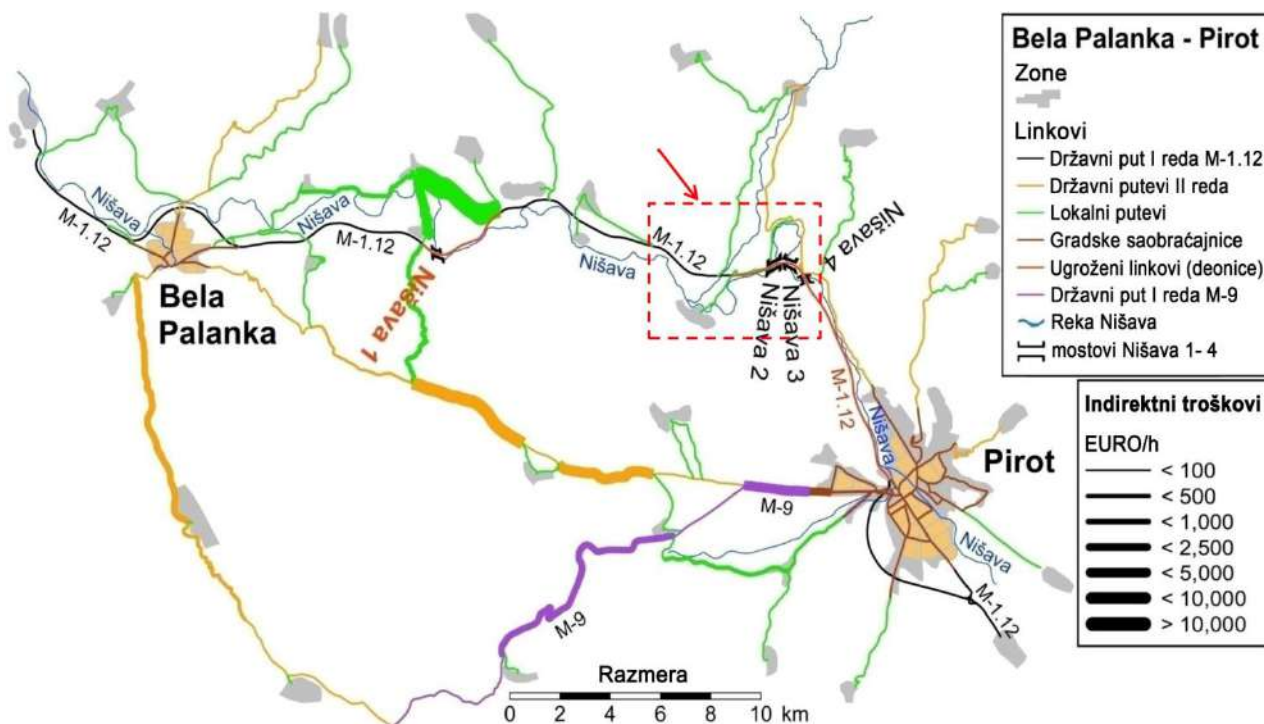
Na primarnom linku, tj. na državnom putu prvog reda M-1.12, označena su četiri ugrožena mosta (Nišava 1 - 4), koja mogu biti izložena znatnoj lokalnoj eroziji rečnog dna usled pojave velikih voda. Njihove pozicije obeležene su posebnim simbolima na mapi mreže linkova na Slici 4. Na istoj slici označene su crvenim pravougaonikom granice uvećanog isečka simulacionog modela, kako bi se detaljnije prikazao položaj mostova Nišava 2 - 4 na narednoj slici. Jasno je sa Slike 5 da će oštećenja na mostovima Nišava 2 i 3 prouzrokovati iste posledice pošto oni fizički pripadaju istom linku na kome između njih ne postoje nikakvi priključci ili ukrštaji sa drugim linkovima. Primenom ovakvog pristupa za selekciju linkova na druge ugrožene mostove, utvrđena su tri primarna linka na državnom putu prvog reda M-1.12, koja mogu biti prekinuta ili delimično zatvorena zbog strukturnih oštećenja na jednom od posmatranih mostova. Razni scenariji "otkaza" uključuju potpuno ili delimično zatvaranje ugroženih linkova u isto vreme preko sva četiri mosta, kao i sve druge moguće kombinacije smanjenja kapaciteta ili prekida linkova usled različitog obima oštećenja konstrukcije mostova. Pošto je broj varijacija  $r$ -klase u skupu od  $n$  elemenata sa ponavljanjima jednak  $V_r(n) = n^r$ , i ako se zna da postoje 3 moguća scenarija za "otkaz" primarnog linka koja se mogu desiti na 3 odvojene lokacije, dobija se  $V_3(3) = 27$  alternativnih izbora rute kretanja. U Tabeli 1 predstavljene su moguće varijacije za zatvaranje primarnog linka usled kolapsa nekog od mostova u podmreži, pri čemu je korišćena sledeća notacija:

- 1 - Nema poremećaja saobraćaja na linku koji obuhvata odgovarajući ugroženi most,
- 1/2 - Jedna vozna traka ili jedna polovina poprečnog profila linka je zatvorena zbog radova na rehabilitaciji odgovarajućih mostova, i
- 0 - Potpuno zatvaranje linkova i obustava saobraćaja usled rušenja mosta.

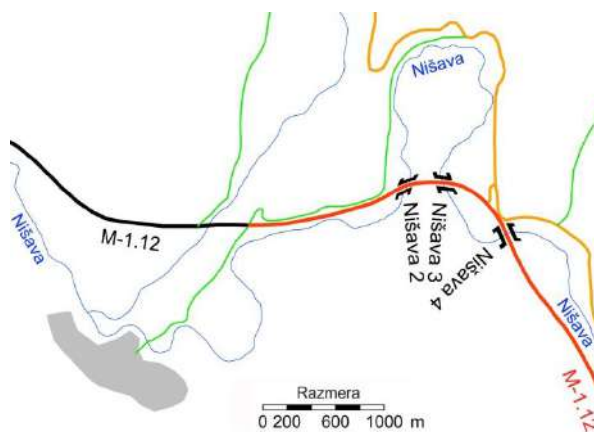
Kako bi se procenili troškovi dodatnog vremena i dužine putovanja, ukupni indirektni troškovi za 27 različitih scenarija ograničenja kapaciteta linkova sračunati su u VISUM-u. Indirektni troškovi za sve navedene scenarije iz Tabele 1 određeni su njihovim upoređivanjem sa odgovarajućim troškovima na "neporemećenoj" mreži. Najveće vrednosti indirektnih troškova za one scenarije gde je jedna traka zatvorena moraju se dodatno analizirati kako bi se uzela u obzir vozila koja imaju ukupnu masu veću od 3,50 tona.

Tabela 1. Moguće varijacije za delimično i/ili potpuno zatvaranje primarnog linka usled različitih scenarija "otkaza" mostova Nišava 1 – 4

Scenario	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Nišava 1	1	$\frac{1}{2}$	0	1	1	1	1	$\frac{1}{2}$	0	1	1	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	0	0	$\frac{1}{2}$	1	0	0	$\frac{1}{2}$	0
Nišava 2 i 3	1	1	1	$\frac{1}{2}$	0	1	1	$\frac{1}{2}$	0	$\frac{1}{2}$	0	$\frac{1}{2}$	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1	0	0	0	0	0	$\frac{1}{2}$	1	1	1
Nišava 4	1	1	1	1	1	$\frac{1}{2}$	0	$\frac{1}{2}$	0	0	$\frac{1}{2}$	1	1	1	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1	0	0	0	0	$\frac{1}{2}$



Slika 4. Indirektni troškovi (označeni različitim debljinama linkova) iz simulacionog modela u VISUM-u za slučaj potpunog prekida saobraćaja na državnom putu I reda M-1.12 zbog rušenja mosta Nišava 1 (Izvor: [13])



Slika 5. Isečak iz simulacionog modela sa detaljnim prikazom položaja mostova Nišava 2 - 4

Postoje dve mogućnosti u zavisnosti od nivoa oštećenja konstrukcije mosta: Ako veličina deformacije konstrukcije mosta ne utiče na njegov kapacitet prenosa opterećenja, odnosno njegovu nosivost, nema potrebe za uvođenjem zabrane saobraćaja za određene kategorije vozila, ili u suprotnom, neće biti dozvoljen prelazak mosta za sva vozila teža od 3,50 tona.

Od svih analiziranih scenarija u modelu najinteresantniji je onaj koji će prouzrokovati najveće dodatne troškove korisnika mreže u smislu najvećih dodatnih vremena i dužina putovanja. Krajnji cilj je da se rangiranjem linkova prema veličini indirektnih troškova, izazvanih njihovim otkazom, napravi kompletan hijerarhijski pregled mogućih "posledica" nastalih otkazom određenih linkova. Prema tome, rangiranjem linkova prema veličini indirektnih troškova korisnika usled njihovog delimičnog zatvaranja ili potpunog prekida, dobija se jasna slika o tome koje deonice, odnosno, koji linkovi najviše utiču na funkcionalne performanse mreže.

## 6. PREGLED REZULTATA PRORAČUNA IZ SIMULACIONOG MODELA

Kolaps mosta *Nišava 1* generisaće najveće dodatno vreme putovanja u posmatranoj podmreži, jer raspoložive alternativne rute uglavnom obuhvataju lokalne puteve, čiji je kapacitet ograničen na 800 voz/h, što nije dovoljno da se prihvate preusmereni saobraćajni tokovi usled prekida linka preko pomenutog mosta. Kao što se može videti na **Slici 4**, ovi lokalni putevi opterećeni su i do 90% njihovog kapaciteta, što za posledicu ima i najveće indirektno troškove. Ako bi neki od navedenih linkova bio opterećen sa više od 100%, definisanog kapaciteta, stvorili bi se uslovi za nastanak saobraćajnih gužvi, odnosno, kompletan zastoj saobraćaja. U ovim slučajevima mora se opet razmotriti da li je opravdano usvojiti pretpostavku o "neelastičnoj saobraćajnoj potražnji", zato što vremenski gubici korisnika u takvim uslovima značajno rastu, što sigurno može uticati na konačan ishod njihovih planova za nastavak putovanja.

Prekid primarnog linka preko mosta *Nišava 1* prouzrokovao bi dodatno vreme putovanja od 7.977,00 h po danu, dodatnu dužinu putovanja od 27.131,00 km i povećanje troškova saobraćajnih nezgoda za 6.592,00 eura po danu, što posle sumiranjem svih dodatnih troškova, dovodi do ukupnih indirektnih posledica prekida navedenog linka od 105.104,00 eura po svakom danu potpune obustave saobraćaja. Pored toga, prekid putnog linka preko mostova *Nišava 2* i *3* izazvao bi najveći porast ukupne dužine obilaznih putanja korisnika analizirane podmreže sa ukupnom dodatnom dužinom putovanja svih vozila od 32.959,00 km.

Dobijeni rezultati iz simulacije preraspodele saobraćaja ukazuju da ne postoje problemi sa nastankom saobraćajnih gužvi ili zastoja, zato što su aktuelna saobraćajna opterećenja sa vršnim časovnim opterećenjima koja ne prelaze 700 voz/h, niska za rang dvotračnog puta (M-1.12). Troškovi dodatnog vremena putovanja zauzimaju najveći udeo od ukupnih indirektnih troškova usled prekida linka, što se može objasniti niskim kapacitetom lokalnih puteva koji služe kao alternativne rute.

Veoma važnu ulogu na izlazne rezultate bilo kojeg simulacionog modela ima topologija saobraćajne mreže, odnosno, broj, raspored i kategorija raskrsnica između linkova različitog ranga. Rezultati simulacije za mreže sa različitom topologijom, a na kojima su približno ista saobraćajna opterećenja, mogu veoma da se razlikuju. Ako se ponovo sagleda podmreža na **Slici 4**, odmah se vidi da prekidom nekog od primarnih linkova na državnom putu M-1.12, značajan deo saobraćajnih tokova biva preusmeren na dve najznačajnije alternativne rute koje vode preko linkova koji pripadaju državnom putu prvog reda M-9.

Izvesno je da bi se dobijeni rezultati simulacionog modela drastično razlikovali ako u slučaju analizirane podmreže ne bi postojale dve dominantne alternativne rute približno istog kapaciteta, i sav saobraćaj sa primarnog linka bi morao da se preraspodeli na raspoložive lokalne puteve manjeg kapaciteta, što bi na kraju rezultiralo "preopterećenjem" lokalne mreže i formiranjem većih zastoja saobraćaja. Pošto bi primena prezentovane metodologije za procenu indirektnih troškova na putnoj mreži sa većim saobraćajnim opterećenjima i drugom topologijom dala značajno različite rezultate, buduća istraživanja treba da potvrde osnovne principe uspostavljene pri analizi simulacionog modela u ovom radu.

## 7. ZAKLJUČAK

Prikazana metodologija za procenu indirektnih troškova, koristeći najmodernija softverska rešenja za izradu simulacionih modela saobraćajnih mreža, nastojala je da što jasnije pruži odgovor na pitanje koje su moguće posledice na saobraćaj usled smanjenog kapaciteta ili u najgorem slučaju potpunog prekida ugroženog linka u posmatranoj putnoj mreži. Velike uštede u pogledu troškova korisnika mogu biti postignute ako se na osnovu iscrpnih analiza simulacionog modela mreže usvoji jedinstveni sistem prioritizacije rekonstrukcije oštećenih deonica. Jedino sveukupnom analizom transportnog modela određene regije ili cele nacionalne mreže moguće je precizno identifikovati najugroženije deonice čiji bi prekid doveo do najvećih zastoja i poremećaja saobraćaja.

Na ovaj način treba formirati i bazu najvažnijih inženjerskih objekata na primarnim pravcima (veliki mostovi, tuneli, potporne konstrukcije, galerije itd.), čija stabilnost i funkcionalnost značajno utiču na kapacitet celog poteza, a neretko i većeg dela mreže. Sprovedenjem opisanog postupka na svim linkovima nacionalne mreže stvara se pouzdana osnova za kreiranje tzv. "mape ranjivosti" saobraćajne infrastrukture. Iz takve mape mogu se veoma praktično i brzo dobiti podaci o "osetljivosti" bilo koje deonice mreže prema različitim prirodnim ili veštački izazvanim hazardima.

Katastrofalne poplave koje su zahvatile veći deo Srbije u maju mesecu ove godine, i prouzrokovale milionske štete na velikom broju mostova preko nadošlih reka, nedvosmisleno su potvrdile neophodnost sprovođenja opisane analize na svim putnim pravcima gde postoji opravdana bojazan od formiranja i nekontrolisanog širenja bujičnih tokova. Dalji razvoj i kontinualno unapređenje predstavljene metodologije neuporedivo manje košta sve korisnike javnih puteva u odnosu na veličinu indirektno štete koja je izazvana oštećenjem ili rušenjem najvažnijih objekata saobraćajne infrastrukture.

#### ZAHVALNICA

Ovaj rad predstavlja rezultate istraživanja u okviru projekta Tehnološkog razvoja - TR 36002 pod nazivom: „Planiranje i upravljanje saobraćajem i komunikacijama primenom metoda računarske inteligencije", finansiranog od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Vlade Republike Srbije.

#### Literatura

- [1] User Manual VISUM 13.0 (2014) Traffic Mobility Logistics (PTV), Karlsruhe, Germany.
- [2] Erath, A., Birdsall, J., Axhausen, K.W. and Hajdin, R. (2009) Vulnerability Assessment Methodology for Swiss Road Network. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 2137, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., pp. 118-126.
- [3] Berdica, K. (2002) An Introduction to Road Vulnerability: What Has Been Done, Is Done, and Should Be Done. Transport Policy, Vol. 9, No. 2, pp 117-127.
- [4] Taylor, M.A.P. and D'Este, G.M. (2003) Network Vulnerability: An Approach to Reliability Analysis at the Level of National Strategic Transport Networks. Network Reliability of Transport (M. G. H. Bell, Y. Lida, eds.), Pergamon, Oxford, United Kingdom, pp. 23-44.
- [5] Knopp, V.L., Hoogendoorn, S.P. and Van Zuylen, H.J. (2007) Quantification of Impact of Spillback Modeling in Assessing Network Reliability. Presented at 86<sup>th</sup> Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, D.C.
- [6] Matisziw, T.C, Murray, A.T. and Grubestic, T.H. (2007) Evaluating Vulnerability and Risk in Interstate Highway Operation. Presented at 86<sup>th</sup> Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, D.C.
- [7] Bocchini, P. and Frangopol, M.D. (2012) Optimal Resilience and Cost - Based Postdisaster Intervention Prioritization for bridges along a Highway Segment. ASCE Journal of Bridge Engineering, Vol. 16, No. 1, pp. 117-129.
- [8] Schulz, C. (2011) Ph.D. Thesis: The Identification of Critical Road Infrastructures - The Case of Baden - Wuerttemberg. Karlsruhe Institute of Technology, Karlsruhe, Germany, pp. 2-23.
- [9] Mapa putne mreže jugoistočne Srbije. (2014) Dostupno preko: <https://www.google.rs/maps/> (14.07.2014)
- [10] Saobraćajne studije i prognoze. (1996) Generalni projekat za autoputni koridor X-c: Niš - Bugarska granica, Institut za puteve, Beograd.
- [11] Fundamentals - VISUM 13.0 (2014) Traffic Mobility Logistics (PTV), Karlsruhe, Germany.
- [12] Brojanje saobraćaja na mreži državnih puteva Republike Srbije. (2013) Prosečan godišnji dnevni saobraćaj - PGDS u 2012. godini, Javno preduzeće "Putevi Srbije", Beograd.
- [13] Tanasić, N., Ilić, V. and Hajdin, R. (2013) Vulnerability Assessment of Bridges Exposed to Scour. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, Maintenance and Preservation 2013, Vol. 1, No. 2360: Including 2013 Thomas B. Deen Distinguished Lecture, Transportation Research Board of National Academies, Washington D.C., pp. 36-44.
- [14] Priručnik za analizu troškova i koristi. (2010) Javno preduzeće "Putevi Srbije" i Ministarstvo infrastrukture Vlade Republike Srbije, Beograd, strana 103-121.
- [15] Osoba, M., Mertner, J. and Tubić, V. (2007) First Experience on Road Safety Auditing in Serbia - is it Cost Effective? European Transport Conference, Innovative Approaches to Improving Road Safety, Belgrade.
- [16] Idejni projekat autoputa E-80 Niš - Dimitrovgrad, deonice 3, 4, 5 i 6. (2009) Institut za puteve, Beograd.

## KALENDAR SKUPOVA

### Transportation Research Board (TRB) 94th Annual Meeting

Washington, January 11-15,  
2015. <http://www.trb.org/AnnualMeeting2015/annualmeeting2015.aspx>

### "Towards Zero" Conference

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

### CODATU XVI

Istanbul, February 02-05, 2015, <http://www.codatu2015.org/en/>

### 6th International Conference on Bituminous Mixtures and Pavements

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

### APAC Tunnels and Bridges Conference 2015

15 - 16 April 2015, Kuala Lumpur, Malaysia  
<http://infra.fleminggulf.com/apac-tunnels-bridges-forum>

### TRANSED 2015

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

### 5th International Transportation Systems Performance Measurement and Data for Decisions

May 31-June 02, 2015, Denver, <http://www.cvent.com>

### International Scientific Conference on Mobility and Transport

June 30 - July 01, 2015, Munich,  
<http://www.mobil-tum.vt.bgu.tum.de/home/>

### Intelligent Transport Systems World Congress

October 5-8, 2015, Bordeaux, [www.topos-aquitaine.org](http://www.topos-aquitaine.org)

### 11th International Conference on Concrete Block Pavement

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

### 2015 TRB International Symposium on Highway Geometric Design

Vancouver, BC, Canada, 22 June 2015 - 24 June 2015  
[www.ishgd2015.net](http://www.ishgd2015.net)

### ICPPP2015 International Conference on Public-Private Partnership

Austin, May 26-29, 2015  
<http://www.icppp2015.org/>

### XXVth World Road Congress

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

### IRF 18th World Meeting

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

## SAJMOVI:

### Intertraffic China 2015

Shanghai, March 31-April 02, 2015, <http://www.intertraffic.com>

### Intertraffic Istanbul 2015

Istanbul May 27-29, 2015, <http://www.intertraffic.com>

### Intertraffic Amsterdam 2016

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

## IZ ISTORIJE PUTARSTVA

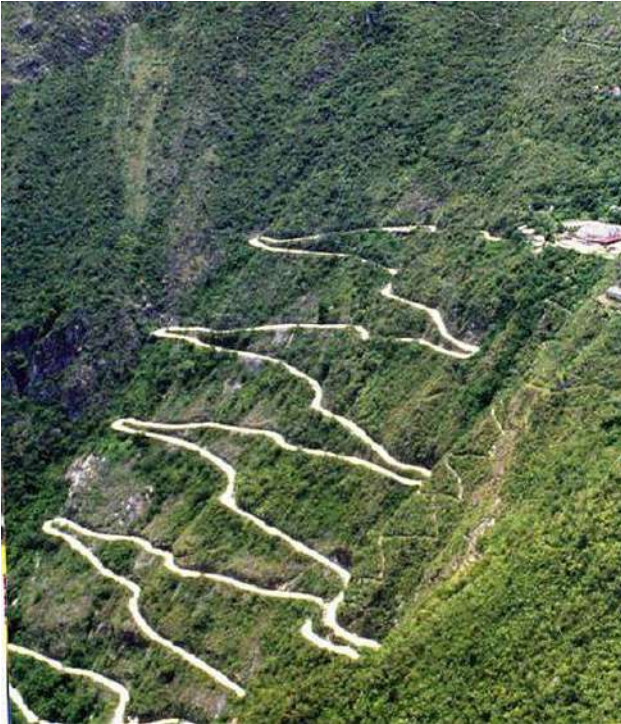
### Putna mreža Inka

**Qhapaq Ñan** (kečuanski jezik za „veliki put”) ili **Put Inka** (španski: *Camino Inca*) je bio najopsežniji i najnapredniji sistem komunikacije pretkolumbovske Amerike. Ovaj opsežan putni sistem Inka za trgovinu i obranu se sastoji od mreže puteva dužine 30.000 km. Izradili su ga Inke kroz nekoliko stoleća. Ova mreža puteva prolazi kroz jedan od najekstremnijih terena na svetu, te povezuje snegom prekrivene vrhove Anda na nadmorskoj visini većoj od 6.000 m i vruće prašume na obali, ali i plodne doline i apsolutne pustinje. Putni sistem je dosego svoju maksimalnu ekspanziju u 15. stoleću, kada se proširio uzduž i popreko Anda. Izgradnja puteva je zahtevala velik utrošak vremena i truda, a o kvaliteti gradnje govori i činjenica da su mnogi delovi još uvek u vrlo dobrom stanju, nakon više od 400 godina korišćenja. Tekom španske vladavine, delovi puta su dobili status „Kraljevskog puta” (*Camino Real*). Danas Qhapaq Nan.

Qhapaq Ñan, zajedno s pripadajućom infrastrukturom, je 2014. godine upisan na UNESCO-v popis mesta svetske baštine u Americi jer predstavlja društvena, politička, arhitektonska i inženjerska dostignuća Inka.

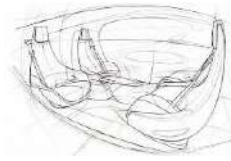
Sledeće slike prikazuju putnu mrežu i izgled Inka puteva .





## ZANIMLJIVOSTI

### Kako izgleda enterijer Mercedesa budućnosti



Mercedes je predstavio viziju unutrašnjosti automobila koja će biti ostvariva kada svetom zavladaju samovozeća vozila. Kada kompjuter preuzme upravljanje automobilom, unutrašnjost je moguće osmisliti na potpuno drugačiji način, jer više nema potrebe da vozač gleda na put.

### Otvorena prva solarna biciklistička staza



Prva solarna biciklistička staza na svetu, koja pretvara sunčevu energiju u električnu, otvorena je u gradiću Kromenju u Holandiji. Po najavama inženjera, koji su osmislili spomenutu inovaciju, ovaj revolucionarni projekat omogućio bi u doglednoj budućnosti punjenje električnih bicikala i automobila na celoj putnoj mreži u zemlji. Ovaj eksperiment trebalo bi i da dokaže da je u budućnosti izvesna izgradnja solarnih autoputeva.

### Urbana farma algi prečišćava vazduh pored autoputa



Francuska i holandska kompanija Cloud Collective je osmislila elegantno jednostavni način za iskorišćavanje moći prirode kako bi očistili okolinu: farmu algi koja visi iznad malog dela autoputa u Ženevi u Švajcarskoj.



### Kilometri na autoputu? Amerima ništa nije jasno!



Ljudi navikli na metrički sistem bez problema u SAD mogu da voze 100 kilometara autoputa na jugu Arizone pošto su tu saobraćajni znaci u kilometrima, a ne u Americancima omiljenim miljama.

### Otvoren prvi autoput koji svetli u mraku u Holandiji



Vozači na putevima u Holandiji su sada vođeni sa putnim oznakama koje svetle u mraku. Autoput N329 se koristi kao testirni poligon za koncept, koji je deo projekta „Pametni autoput“ izrađen od strane firme Heijmans. Svetleće putne oznake imaju za cilj da povećaju vidljivost i bezbednost.

### Stakleni pešački most u Sloveniji lebdi iznad reke



Stakleni pešački most „Ribja Brv“ deluje kao da lebdi iznad reke Ljubljanice, spajajući dve strane slovenačkog glavnog grada. Most omogućava pešacima pristup na dva glavna gradska trga koji se nalaze na suprotnim stranama reke. Minimalistički most povezuje grad bez ometanja njegovog bogatog arhitektonskog nasleđa.

### Mercedes-Benz predstavio budućnost: samovozeći kamion



Tek jedna decenija deli nas od velikih kamiona koji će deo svoje rute biti u mogućnosti voziti samostalno, ako je suditi po prototipu naziva Mercedes-Benz Future Truck 2025. Iako se izgledom ne razlikuje od danas poznatog oblika kamiona, puno LED- i kamere umesto retrovizora daju naslutiti da se ispod površine krije tehnologija sutrašnjice.

### Državne banke pojele 500 kilometara autoputeva



Srbija bespovratno izgubila između 800 miliona evra i milijardu za neuspješno spasavanje svojih banaka a u izgledu je slična akcija za Srpsku banku. Za milijardu evra, koliko se procenjuje da je "račun propasti" državnih banaka, mogao se napraviti gasovod "Južni Tok" kroz Srbiju ili oko 500 kilometara novog auto-puta, tri mosta s pristupnim saobraćajnicama dimenzija Mosta Na Adi ...

### Kod nas najjeftinija putarina u Evropi



Ukoliko bi se kilometraža za koju plaćamo unapred utvrđenu putarinu obračunala u odnosu "cena po kilometru" dolazi se do iznenađujućeg podatka da je putarina u našoj zemlji jeftinija u odnosu na ostatak Evrope. Cena jednog pređenog kilometra u našoj zemlji iznosi 0,03 evra. Primera radi u Grčkoj jedan kilometar košta 0,045 evra, dok Italijani plaćaju 0.05 evra.

### Probijena leva cev tunela Brđani na tzv. Koridoru 11



Građevinsko preduzeće Planum je 27. novembra završiti probijanje leve cevi tunela Brđani na putnom Koridoru 11, u blizini Čačka. Leva tunelska cev je duga 439 metara, a na desnoj cevi je probijeno 295 od ukupno 416 metara. Gradnja deonice Koridora 11 od Ljiga do Preljine se finansira azerbejdžanskim kreditom od 300 miliona evra.

### Drobnjak: Putari spremni, neće se ponoviti Feketić



Putari su spremni za održavanje putne mreže tokom predstojeće zimske sezone, izjavio je v.d. direktor Puteva Srbije Zoran Drobnjak i poručio da se neće ponoviti scenario sa početka godine kada je kod Feketića bio zavejan autoput i gde je više od 16 sati bilo zarobljeno oko 1.000 ljudi u vozilima.

### Ugovor o koncesiji za koridor 11 početkom 2015.



Ugovor o koncesiji za izgradnju i upravljanje deonicama autoputa na koridoru 11 mogli bi da budu potpisani početkom 2015. godine, izjavila je ministarka građevinarstva, saobraćaja i infrastrukture Srbije Zorana Mihajlović. Ona je agenciji Beta rekla da država o toj koncesiji sada pregovara s kineskim kompanijama CRBC i Šandong haj-spud grup.

### Završetak II faze radova na izgradnji petlje „Batajnica“



Završena je II faza radova na izgradnji petlje „Batajnica“, na Obilaznici oko Beograda, tako da je pušten je u saobraćaj glavni pravac u smeru ka Novom Sadu. Posle završetka ovih radova, ostaje da se završe rampe R3 i R4 koje spajaju desni vijadukt sa saobraćajnicom T6, bulevar koji će spajati T6 i Batajnicu, kao i nadvožnjak preko pruge.

### Počinju radovi na proširenju Temerinskog puta



Radovi na izgradnji druge trake Temerinskog puta na deonici od Savske ulice do navoza na petlju autoputa Subotica – Beograd su počeli 6. novembra. Proširenje dela Temerinskog puta i kompletiranje ove saobraćajnice u punom bulevarском profilu omogućice lakše i bezbednije odvijanje saobraćaja.

### Koridori i Putevi jedno, ušteda 20%



Spajanjem dva državna preduzeća "Koridori Srbije" i "Putevi Srbije" će smanjiti troškove za 15 do 20 odsto. Možemo očekivati da jedno jedinstveno preduzeće počne da radi najkasnije do kraja godine, a možda će to biti i pre, već do 1. decembra. Tada ćemo imati ne samo manje troškove, nego i jasno utvrđene prioritete", rekla je Zorana Mihajlović.

### Zakrpiće rupe na 1.100 kilometara



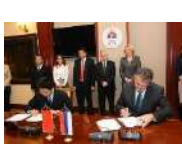
Na listi Svetskog ekonomskog foruma Srbija je po kvalitetu puteva na 120. mestu od ukupno 140 zemalja. U odnosu na okruženje, gore pozicije zauzele su Rumunija, Bugarska i Bosna i Hercegovina, dok je Hrvatska u samom svetskom vrhu na 29. mestu, Slovenija 38, Albanija 59, a Makedonija 109.

### Vinjeta: Srbija prevazilazi sebe



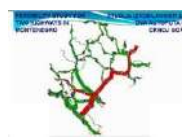
Srbija je bila jedina zemlja u svetu koja je naplaćivala putarinu na poluautoputu. Sada razmišlja da prevaziđe samu sebe i da naknadu nametne i na magistralama odnosno svim državnim putevima prvog reda. I dok zemljama gde se putarina plaća vinjetama stižu preporuke da se vrate na naplatu po pređenom kilometru, Srbija koja ima taj sistem, planira uvođenje nalepnica.

### Predstavljen projekat autoputa Banjaluka-Split



Projekat izgradnje autoputa Banjaluka-Split predstavljen je u kompaniji Autoputevi RS u Banjaluci. Po projektu, dužina autoputa biće 186 kilometara, od toga kroz Republiku Srpsku nešto više od 90 kilometara. Izgradnja tog autoputa koštala bi oko 1,5 milijardu evra, a projekat bi trebalo da se finansira kreditnim sredstvima Kineske banke.

### Crna Gora ugovorila gradnju autoputa od Bara do Boljara



Ministar finansija Crne Gore Radoje Žugić, potpisao je sa predstavnicima kineske "Eksim" banke ugovor o finansiranju i projektovanju prioritete deonice autoputa Bar-Boljares (Smokovac- Mateševo). Ukupna vrednost finansiranja i pojektovanja iznosi 809,6 miliona evra.

### Opštine finansiraju obnovu putne infrastrukture



Štetu od poplava na putnoj infrastrukturi u opštinama Negotin i Trstenik finansiraće lokalne samouprave, dok će preduzeće "Putevi Srbije" biti zaduženo za sanaciju klizišta, dogovoreno je na sastanku ministarke građevinarstva, saobraćaja i infrastrukture Zorane Mihajlović i predstavnika te dve opštine.

### Šabac: Obilaznicom oko Drenovca brže do autoputa



Završeno je asfaltiranje obilaznog puta oko Drenovca kod Šapca dužine 1,63 kilometara. Izgradnju deonice od 800 metara finansiralo je Ministarstvo infrastrukture, odnosno JP „Putevi Srbije“, a novac za ostalih 770 metara obezbedio je Grad Šabac.

### Od Alpine naplaćena garancija od 349 miliona dinara



Javno preduzeće Putevi Srbije saopštilo je da je od austrijske kompanije Alpina, koja je u stečaju, naplatilo bankarsku garanciju od 349 miliona dinara. Garancija se odnosi na radove na autoputu Beograd - Novi Sad. Bankrot Alpine proglašen je juna 2013. godine, a ta građevinska kompanija bila je angažovana na više infrastrukturnih projekata u Srbiji.

### Predstavljen prostorni plan „Beograda na vodi“



Reurbanizacija Savskog amfiteatra, koja se realizuje kroz projekat u javnosti poznatiji kao "Beograd na vodi", dobila je svoje nove planske smernice. Izradom prostornog plana posebne namene napravljen je naredni korak u sagledavanju svih preduslova za razvoj projekta ovih razmera.

### Proširuje se Stari savski most?



Za preopterećenost beogradskih mostova, koja će se neminovno povećavati narednih godina, urbanisti su našli rešenje – proširice ili nadograditi postojeće saobraćajnice znad reke. Tako je u planu da Stari savski most bude proširen, da Brankov most dobije „blizanca“, dok će na Starom železničkom umesto zovova paradirati – pešaci.

### Most Zemun-Borča preko Dunava poneće ime Mihajla Pupina



Gradsko veće Beograda prihvatilo je u četvrtak predlog da most Zemun-Borča preko Dunava ponese ime naučnika Mihajla Pupina, saopštila je Gradska uprava. Gradjani su do kraja septembra glasali o nazivu mosta na sajtu RTV Studio B, a najviše glasova dobio je predlog da se novi most nazove po Pupinu.

### Jadransko-jonski autoput tek 2050. godine?



Prema najoptimističnijim procenama, Jadransko-jonski autoput, koji prolazi kroz Albaniju, Crnu Goru, BiH, Hrvatsku i ide prema zapadnoj Evropi, trebalo bi da bude završen tek 2050. godine. Memorandumom se predviđa da će četiri države imenovati i nacionalne koordinatorate koji će raditi na ovom projektu.

### Šta je rešenje za hrvatske autoputeve?



Mnogi u Hrvatskoj smatraju da su autoputevi najvažniji projekat nakon osamostaljenja te zemlje. Međutim, zbog teškoća sa otplatama kredita vlada u Zagrebu sada bi da ih da pod koncesiju. Da li je to pravo rešenje?

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



### Oprema

Mercedes Benz Vito 109 CDI, 70 kW

Sistem snimanja i analize CAMSS razvijen u AMSS CMV

Sistem prepoznavanja znakova razvijen u AMSS CMV

Četiri kamere na krovu vozila, GPS, odometar

Kamera za merenje retrorefleksije i merenje luminiscencije

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



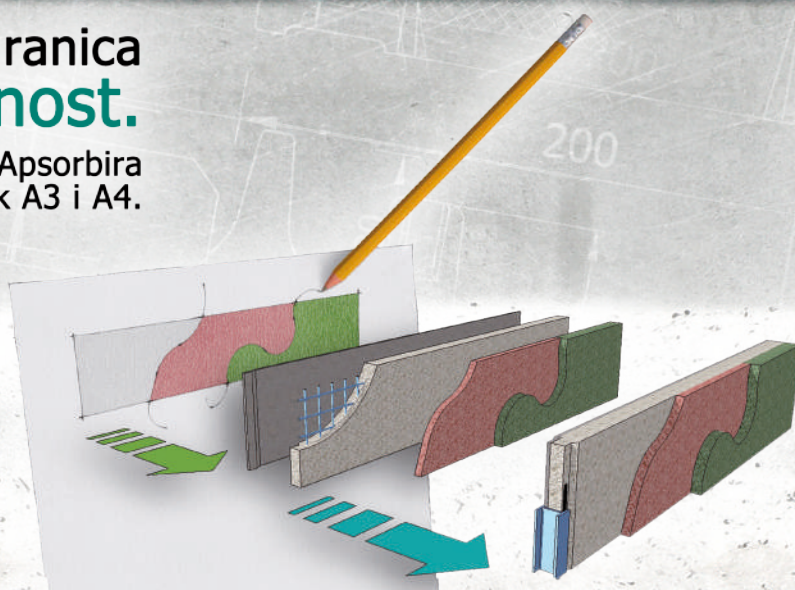
Naš beton je  
**čvrst i fleksibilan.**

Izaberite ultimativnu linju proizvoda u pasivnoj sigurnosti saobraćaja.



Jedina je granica  
**vaša kreativnost.**

Sada vaš dizajn ApSORBIRA  
zvuk A3 i A4.



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

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



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

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

# Znanje i stručnost

Firma "Via Projekt" d.o.o je osnovana 2001. godine. Sedište firme se nalazi u Ustaničkoj ulici 128a u Beogradu, u Poslovnom centru Košum.

**S**a svojih 14 stručnjaka u stalnom radnom odnosu, za proteklih 13 godina firma je bila angažovana na vrlo velikim, značajnim projektima od interesa za gradove i Republiku.

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

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

## Navodimo neke od bitnijih projekata:

- Izrada glavnog građevinskog projekta na magistralnom putu M-21, deonica: Borova Glava - Uvac, od km 258+552,00 do km 276+125,00- L=17,57 km
- Izrada glavnog projekta rehabilitacije puta M-21, deonica: Uvac - Nova Varoš, L=10 km
- Izrada idejnih i glavnih projekata 6 mostova na deonici Borova Glava - Uvac
- Izrada tehničke dokumentacije radova na pojačanom održavanju (poboljšanju) javnog puta M-22, Ušće - Biljanovac, L=14,63 km
- Izrada projektne dokumentacije za nivo generalnog i glavnog projekta rekonstrukcije magistralnog puta Nikšić - Podgorica, deonica: Paprati - Bogetići

Gore: M-21, deonica Uvac - Nova Varoš



Kružna raskrsnica, Preljina



Kružni tok, Krčevac

- Izrada glavnog projekta regionalnog puta R-226, deonica: Kraljevo - Čačak, L= 12 km
- Izrada izmene projekta rehabilitacije puta M-5, Kraljevo - Kruševac, L= 37 km

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

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

Trudeći se da se ne samo održi korak sa drugim firmama, već i da se radi sa novim tehnologijama, standardima i dostignućima, prihvatamo i nudimo raznovrsnu saradnju, kako

investitorima, tako i izvođačima i projektantskim kućama, uz napomenu da imamo kontakte i ponude za saradnju sa značajnim firmama iz Italije, Španije i Crne Gore.



Regionalni put 234, deonica Sebiljilje - Kuti

## "VIA PROJEKT" d.o.o.

Ustanička 128a, 11000 Beograd

Tel/faks: +381 11 347 41 84

+381 11 347 41 85

+381 11 304 88 86

viaprojekt@viaprojekt.rs



# 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](mailto:puting@t-com.me)

