



5. СРПСКИ  
КОНГРЕС О  
ПУТЕВИМА

# Зборник апстраката

## Book of abstracts

30-31. мај 2024.  
Београд, Србија

5th Serbian Road Congress  
May 30-31, 2024  
Belgrade, Serbia



Организатори: Српско друштво за путеве, ЈП Путеви Србије

Суорганизатори: Грађевински факултет Универзитета у Београду и Саобраћајни факултет Универзитета у Београду



Удружени востановилац путних организација  
Републике Србије "Путеве"



UNIPROMET



VIATOP®  
Das Pellet.



ЏИДПРОЈЕКТ



ARUP



[www.kongresoputevima.rs](http://www.kongresoputevima.rs)



**5. СРПСКИ  
КОНГРЕС О  
ПУТЕВИМА**

## **ЗБОРНИК АПСТРАКАТА**

5. српски конгрес о путевима, 30-31. мај 2024.

## **BOOK OF ABSTRACTS**

5th Serbian Road Congress, May 30-31, 2024

Издавач

Српско друштво за путеве "Via-Vita"

Булевар Пека Дапчевића 45, 11000 Београд

За издавача

Душан Савковић, дипл. инж. грађ.

Уредници

проф.др Владан Тубић

Доц.др Сања Фриц, дипл.инж.грађ.

Графички дизајн

Омнибус, Београд

Штампа

Дедрапласт, Београд

Тираж

300

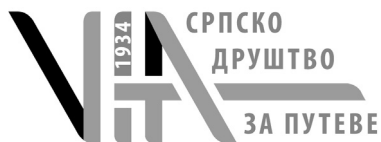
ISBN 978-86-88541-17-6

# ЗБОРНИК АПСТРАКАТА

5. српски конгрес о путевима, 30-31. мај 2024.

# BOOK OF ABSTRACTS

5th Serbian Road Congress, May 30-31, 2024



Српско друштво за путеве "Via-Vita"  
Београд, 2024. година

**5. српски конгрес о путевима**  
30-31. мај 2024. Београд, Србија  
[www.kongresoputevima.rs](http://www.kongresoputevima.rs)

**Организатори**  
Српско друштво за путеве "Via-Vita"  
ЈП "Путеви Србије"

**Суорганизатори**  
Грађевински факултет Универзитета у Београду  
Саобраћајни факултет Универзитета у Београду

# САДРЖАЈ

Уводна реч / Foreword	12
■ <b>Уводна предавања / Introduction lectures</b>	15
AN OVERVIEW OF SUSTAINABLE ROAD ASPHALT PAVEMENTS Francesca Russo ...	17
PROJEKTOVANJE I GRADNJA PORTALNIH KONSTRUKCIJA U MEKIM STENSKIM MASAMA Vojkan Jovičić ...	19
UTICAJ REDIZAJNA PUTNIČKOG AUTOMOBILA NA SAOBRAĆAJ U URBANIM SREDINAMA Aleksandar Stevanovic ...	20
■ <b>ТЕМА 1 ... Планирање и пројектовање – Примери и искуства</b> Planning and Design - Case Studies	23
NESTANDARDNA TURBO KRUŽNA RASKRSNICA – PRIMER: RASKRSNICA „BARIČ” Mladen Kapetanović ...	25
PRIKAZ PROJEKTOVANIH INŽENJERSKIH KONSTRUKCIJA NA DRŽAVNOM PUTU IB REDA BR.28 (M-19.1), UŽICE – KADINJAČA – BAJINA VAŠTA, DEONICA OBILAZAK UŽICA Dijana Milošević ...	26
ИСКУСТВА И ИЗАЗОВИ У ТОКУ ИЗВОЂЕЊА ХЛАДНЕ РЕЦИКЛАЖЕ У ОКВИРУ ГЛАВНОГ ПРОЈЕКТА ПОЈАЧАНОГ ОДРЖАВАЊА НА ДЕЛУ ДРЖ. ПУТА ИБ35 КМ 245+531 – КМ 249+000 Сузана Стефановић, Синиша Хаџи-Антић, Драган Стојнић, Миодраг Адамовић ...	27
THE EFFICIENCY OF CHEMICAL ADDITIVES FOR WARM MIX ASPHALT (WMA): LATEST ADVANCES AND CASE STUDIES Shahin Eskandarsefat, Matteo Fumagalli, Loretta Venturini ...	29
ГЕОТЕХНИЧКИ УСЛОВИ ИЗГРАДЊЕ НАДВОЖЊАКА „BALAJNAC“ НА АУТОПУТУ Е-80 ДЕОНКА: НИШ - МЕРОШИНА Dragoslav Rakić, Nikola Božović ...	30

PROBLEMATIKA VOĐENJA BICIKLISTIČKIH KRETANJA U GRADSKIM USLOVIMA Sanja Fric, Dejan Gavran, Vladan Ilić, Filip Trpčevski, Stefan Vranjevac, Miloš Lukić, Nikola Milovanović ...	31
АНАЛИЗА ЕФЕКТА ПРИМЕНЕ МЕРА ЗА УСПОРАВАЊЕ САОБРАЋАЈА Милан Милановић, Вук Богдановић, Немања Гаруновић ...	32
SISTEM ODVOĐENJA ATMOSFERSKIH VODA SA AERODROMA „NIKOLA TESLA”- BEOGRAD, POSLE IZGRADNJE NOVE UMETNUTE POLETNO – SLETNE STAZE Duško Božović, Vesna Tomić ...	33
TIPOVI DENIVELISANIH RASKRSNICA NA VIŠETRAČNIM PUTEVIMA Nikola Nikitović, Filip Trpčevski, Dejan Despotović, Danijela Rotula, Mihajlo Kuzmanović ...	34
PRIMENA SAVREMENIH METODA ISPITIVANJA REOLOŠKIH KARAKTERISTIKA BITUMENSKOG VEZIVA Đorđe Tošković, Goran Mišanović, Želimir Perić, Radomir Jakovljević ...	35
КАНАЛИСАЊЕ ДРЕНАЖНИХ, ПОВРШИНСКИХ И КИШНИХ ВОДА НА АУТО ПУТУ Е-75 ИЗМЕЂУ КРАЈА МОСТА МОРАВА 1 И ПОЧЕТКА МОСТА МОРАВА 2 ПОДДЕОНИЦЕ ЦАРИЧИНА ДОЛИНА - ТУНЕЛ“МАНАЈЛЕ“ ОД КМ 888+600 ДО КМ 890+250 Јован Деспотовић, Милоје Васиљевић ...	36
<b>■ ТЕМА 2 ... Планирање и пројектовање - Нове технологије</b> Planning and Design - New Technologies	37
МОДЕЛ ИЗРАДЕ ПОДЛОГА ЗА ПЛАНИРАЊЕ И ПРОЈЕКТОВАЊЕ ПУТЕВА ДАЉИНСКОМ ДЕТЕКЦИЈОМ Драган Мићановић ...	39
ИНЖЕНЈЕРСКОГЕОЛОШКИ ИЗАЗОВИ ПРИ ПРОЈЕКТОВАНЈУ И ИЗВОЂЕЊУ ТУНЕЛА “МУЊИНО БРДО” СА ОСВРТОМ НА БЕНЕФИТЕ ПРИМЕНЕ DFN МЕТОДОЛОШКОГ ПРИСТУПА У БУДУЋНОСТИ Dragana Slavković, Toplica Novaković, Darko Lisinac, Vladimir Filipović ...	40
PASIVNI IN-SITU TRETMAN OCEDNE VODE POMOĆU AKTIVNIH GEOKOMPOZITA Marija Bakrač, Thomas Hasslacher, Stefan Niewerth ...	41
THE LADISER LANDSLIDE MITIGATION PROJECT WITH A FLEXIBLE HIGH TENSILE STEEL MESH PROTECTION SYSTEM Vjekoslav Budimir, Helene Lanter, Armin Roduner ...	42

UTICAJ REFERENTNOG PERIODA MJERODAVNE TEMPERATURE NA PRORAČUN DILATACIJA U KOLOVOZNIH KONSTRUKCIJAMA Milan Marinković ...	43
--	----

PRIMENA SAVREMENIH GEODETSKIH METODA KOD IZRADE TOPOGRAFSKIH PODLOGA ZA POTREBE PROJEKTOVANJA I ODRŽAVANJA PUTEVA Momir Mitrović, Željko Cvijetinović, Igor Nedeljković ...	44
--	----

### ■ ТЕМА 3 ... Управљање, грађење и одржавање путева

Management, Construction and Maintenance of Roads and Structures 47

ПРОБЛЕМИ КОД МАШИНСКЕ ИЗРАДЕ БЕТОНСКЕ РИГОЛЕ У АСФАЛТНОМ КОЛОВОЗУ (пример Изградња државног пута IB реда бр. 27 Лозница-Ваљево-Лазаревац, деоница Иверак-Лајковац) Милован Ђеранић ...	49
---	----

ANALIZA MOGUĆNOSTI POTPUNE ZAMENE BITUMENA U ASFALTNIM MEŠAVINAMA BIO-BITUMENOM SA ASPEKTA MASTIKSA Stefan Trifunović, Johannes Büchner, Michael P. Wistuba ...	50
--	----

UTILIZATION OF B-WIM DATA COLLECTED AT STOPANSKI DVOR Bajko Kulauzović, Zoran Slamkov, Nexhat Bajrami ...	51
--	----

ZNAČAJ GEOPROSTORNIH BAZA PODATAKA U UPRAVLJANJU PUTNOM IMOVINOM Zoran Pešović, Marija Dotto, Ana Vučićević ...	52
--	----

USE OF REACTIVE MODIFIER FOR BITUMEN AND IMPROVEMENT OF ASPHALT MIXTURE PERFORMANCE Goran Mladenović, Olivier Fleischel, Aleksandar Đureković, Felix Brueggemann ...	53
---	----

DEVELOPMENT OF A DECISION SUPPORT SYSTEM FRAMEWORK FOR CONSTRUCTION AND MAINTENANCE OF SUSTAINABLE ASPHALT PAVEMENTS Rosa Veropalumbo, Cristina Oreto, Francesca Russo ...	54
---	----

EMBEDDED SENSORS FOR PAVEMENT MONITORING: TECHNOLOGY REVIEW AND CHALLENGES Nemanja Nešković, Kim J Jenkins ...	55
---	----

UTICAJ PETROGRAFSKOG SASTAVA ŠLJUNKA NA OTPORNOST NA DROBLJENJE I POSLEDIČNO NA SPRAVLJANJE BETONA I IZRADU ASFALTNIH MEŠAVINA Olivera Đokić, Marko Nikolić, Bojana Đokić, Miodrag Dančetović ...	56
--	----



SPECIFIČNOSTI IZVOĐENJA ASFALTNIH RADOVA NA REKONSTRUKCIJI POLETNO-SLETNE STAZE AERODROMA „NIKOLA TESLA“ – BEOGRAD Branislav Krsmanović, Saša Bodiroga, Nikola Ivović ...	57
ИЗАЗОВИ ПРЕД УПРАВЉАЧЕМ ОПШТИНСКИХ ПУТЕВА И УЛИЦА Јелена Кртенић, Александар Милентијевић, Џафер Џафербеговић, Валбона Самарџија ...	58
MOGUĆNOSTI PRIMENE INSAR TEHNOLOGIJE ZA DALJINSKU DETEKCIJU DEFORMACIJE GEOMETRIJE PUTA Nikola Milovanović, Dejan Gavran, Goran Mladenović, Sanja Fric, Vladan Ilić, Filip Trpčevski, Stefan Vranjevac, Miloš Lukić ...	60
USE OF BRIDGE WEIGH-IN-MOTION DATA: A CASE STUDY OF THE REPUBLIC OF SERBIA Martin Hauptman, Miloš Milosavljević ...	62
ЕВАЛУАЦИЈА ПОДУЖНЕ РАВНОСТИ КОЛОВОЗА ПРИМЕНОМ ОБЛАКА ТАЧАКА ДОБИЈЕНИХ МОБИЛНИМ ЛИДАР СИСТЕМОМ Милош Бeroња, Никола Миловановић, Милена Милојевић, Горан Младеновић ...	63
PRIMENA ASFALTNE MEŠAVINE AC DUOPAVE 16 ZA IZRADU KOLOVOZNIH ZASTORA Uroš Tatić, Jovan Mladenović ...	65
MOTORWAY SPEED LIMITS AS A FUNCTION OF CLIMATE CHANGE Franci Šoba ...	66
SISTEM UPRAVLJANJA INFRASTRUKTUROM AUTOPUTEVA U SLOVENIJI Mitja Jurgele ...	67
<b>■ ТЕМА 4 ... ITS и нове технологије у саобраћају</b> ITS and New Technologies in Transport	69
ПРИМЕНА HCM МОДЕЛА УТВРЂИВАЊА НИВОА УСЛУГЕ НА „МОРАВСКОМ КОРИДОРУ“ Александар Цанић ...	71
DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF DATA-DRIVEN TOOLS FOR ENHANCING TRAFFIC SIGNAL MANAGEMENT EFFICIENCY: CASE STUDIES FROM PENNSYLVANIA AND OHIO - 009-T4-0126 Nemanja Dobrota, Burak Cesme ...	72

KONCEPT IZMENJIVE SAOBRAĆAJNE SIGNALIZACIJE U FUNKCIJI INFORMISANJA KORISNIKA Stamenka Stanković, Nikola Čelar, Jelena Kajalić ...	73
STRUKTURA UPRAVLJAČKIH MERA U ODNOSU NA HIJERARHIJU ELEMENATA AUTOPUTA Nikola Čelar, Stamenka Stanković, Jelena Kajalić ...	74
METODOLOGIJA ZA EVALUACIJU UTICAJA AUTONOMNIH VOZILA NA SAOBRAĆAJNI SISTEM Milan Knežević, Slavica Gavrić, Aleksandar Stevanović ...	75
REGULATORNI IZAZOVI U IMPLEMENTACIJI INFORMACIONO-KOMUNIKACIONIH TEHNOLOGIJA U KONTEKSTU POVEZANIH I AUTONOMNIH VOZILA Aleksandra Kostić Ljubisavljević, Branka Mikavica, Momir Manović ...	76
ANALIZA EFIKASNOSTI UVOĐENJA STIMULATIVNIH MJERA ZA UPOTREBU SISTEMA ENP NA AUTOPUTU „9. JANUAR“ Bojan Mihaljčić, Goran Mihaljčić, Vuk Bogdanović, Vladimir Gatarić ...	77
OVERVIEW OF AUTOMATED TRAFFIC SIGNAL PERFORMANCE MEASURES (ATSPM) AND LESSONS LEARNED FROM DEPLOYMENTS - 055-T4-0217 Nemanja Dobrota, Stevanovic Aleksandar, Burak Cesme, Shannon Warchol ...	78
COOPERATIVE INTELIGENT TRANSPORT SYSTEMS (C-ITS) BRING THROUGH VEHICLE2X COMMUNICATION SIGNIFICANT REDUCTION OF TRAFFIC JAMS, ACCIDENTS AND EMISSIONS Milena Vučković, Milan Radivojević ...	79
<b>■ TEMA 5 ... Ефикасност и безбедност саобраћаја на путевима</b> Efficiency and Safety of Road Traffic	81
RAZVOJ MODELA ZA DOBIJANJE INTERVALA SLEĐENJA SA ASPEKTA EFIKASNOSTI I BEZBEDNOSTI DVOTRAČNIH PUTEVA Marko Subotić, Vladan Tubić, Željko Stević, Suzana Miladić-Tešić ...	83
UTICAJ PUTA I OKOLINE NA NASTANAK SAOBRAĆAJNE NEZGODE U ZONI RADOVA NA PUTEVIMA U REPUBLICI SRBIJI Dalibor Pešić, Aleksandra Obradović ...	84
ISKUSTVA PROVERE BEZBEDNOSTI SAOBRAĆAJA U TUNELIMA Emir Smailović, Dalibor Pešić, Boris Antić, Zoran Pešović, Ivan Terzić, Krsto Lipovac ...	85

DISTRIBUCIJA SAOBRAĆAJNIH NEZGODA U ODNOSU NA PROBLEME ISPUNJENOSTI ZAHTEVANE I PRETICAJNE PREGLEDNOSTI Đorđe Sokić, Mišel Sabo ...	86
ANALIZA MEĐUZAVISNOSTI BRZINE I PROTOKA NA DEONICI DVOTRAČNOG PUTA U REPUBLICI SRBIJI Marijo Vidas, Vladan Tubić, Nemanja Stepanović ...	87
ŠTETE UZROKOVANE NALETOM VOZILA NA DIVLJAČ NA JAVNOJ CESTI – PRIKAZ NORMATIVNIH REŠENJA Tatjana Potkonjak ...	88
АНАЛИЗА УТИЦАЈА ВРЕМЕНСКИХ УСЛОВА НА БРЗИНУ КРЕТАЊА: ПРИМЕР СЛУЧАЈА ДВОТРАЧНОГ ПУТА (ДП IV – 22) Драган Пантелић, Маријо Видас ...	89
АНАЛИЗА ПРЕКОРАЧЕЊА БРЗИНА НА ПРОЛАСКУ АУТОПУТА КРОЗ БЕОГРАД, ДЕОНИЦА ПЕТЉА БЕОГРАД – ПЕТЉА БУБАЊ ПОТОК Милош Тубић, Лазар Стојановић, Немања Степановић ...	90
ANALIZA EFEKTA REKONSTRUKCIJE NESEMAFORIZIRANOG RASKRIŽJA U KRUŽNO ZA RAZLIČITE PROMETNE UVJETE– STUDIJA SLUČAJA IZ RIJEKE, HRVATSKA Irena Ištoka Otković, Aleksandra Deluka-Tibljaš, Sanja Šurdonja ...	92
RSA NA LOKALNOM PUTU SA PROMENLJIVIM POPREČNIM PRESEKOM Riste Ristov, Slobodan Ognjenović, Vasko Gacevski, Ivona Nedevska - Trajkova, Zlatko Zafirovski ...	93
PROCES PROJEKTOVANJA PRISTUPNOG PUTA I PLATOА VETRENJAČE U DRENU Riste Ristov, Slobodan Ognjenović, Vasko Gacevski, Ivona Nedevska - Trajkova, Zlatko Zafirovski ...	94
УРБАНИСТИЧКО ПЛАНИРАЊЕ И БЕЗБЕДНОСТ САОБРАЋАЈА Александар Павловић, Дарија Павловић ...	95
PREGLED REZULTATA PRAKTIČNE PRIMENE ODREĐIVANJA POVRŠINSKIH KARAKTERISTIKA KOLOVOZA U OKVIRU PROVERE BEZBEDNOSTI SAOBRAĆAJA MREŽE AUTOPUTEVA U RS Aleksandar Đureković, Krsto Lipovac, Emir Smailović ...	96
АНАЛИЗЕ КАПАЦИТЕТА У ПОСТУПЦИМА ПЛАНИРАЊА АУТОПУТЕВА Милица Тубић, Данијела Ротула, Марија Стојановић, Ана Русић, Милош Мицковић ...	98

НОВИНЕ У МЕТОДОЛОГИЈИ ЗА ПРОРАЧУН НИВОА УСЛУГЕ ВАНГРАДСКОГ ДВОТРАЧНОГ ПУТА Владан Тубић, Немања Степановић, Маријо Видас ...	100
УТВРЂИВАЊЕ ГРАНИЧНЕ ВРЕДНОСТИ ИНТЕРВАЛА СЛЕЂЕЊА СЛОБОДНОГ ТОКА НА ДВОТРАЧНИМ ПУТЕВИМА I РЕДА У СРБИЈИ Немања Степановић, Маријо Видас, Владан Тубић ...	102
ANALIZA PODATAKA O SAOBRAĆAJNIM NEZGODAMA U REPUBLICI SRBIJI I MOGUĆI DORINOSI UNAPREĐENJU SISTEMA BEZBEDNOSTI I OČUVANJU ŽIVOTNE SREDINE Marija Mladenović ...	103
POTRAŽNJA ZA PARKIRG MESTIMA ZA TEŠKA TERETNA VOZILA DUŽ AUTO-PUTEVA U SLOVENIJI Marko Čelan, Franci Šoba ...	104
UTICAJ LOKACIJE BROJAČA SAOBRAĆAJA NA DOBIJENE PODATKE ZA ANALIZU, PLANIRANJE I OPTIMIZACIJU SAOBRAĆAJNOG TOKA NA PRIMERU SEMAFORIZACIJE ČETVOROKRAKE RASKRSNICE U NOVOM PAZARU Milana Šarenac, Aleksandar Petrić, Goran Đokić ...	105
ANALIZA I IZBOR MERA ZA UPRAVLJANJE BRZINAMA - PRIMER GRADA SREMSKA MITROVICA Nemanja Garunović, Vuk Bogdanović, Obrad Vučenović, Marko Marković ...	106
<b>■ ТЕМА 6 ... Одрживи развој и заштита животне средине</b> Sustainable Development and Environmental Protection	107
ULOGA INFORMACIONO-KOMUNIKACIONIH TEHNOLOGIJA U ODRŽIVOM RAZVOJU: SMANJENJE UTICAJA KLIMATSKIH PROMENA U PUTNOM SEKTORU Milica Pavić, Igor Jokanović ...	109
POSTIZANJE RAVNOTEŽE: NAVIGACIJA RAZVOJEM INFRASTRUKTURE I OČUVANJEM BIODIVERZITETA U SRBIJI - OTKRIVANJE IZAZOVA I REŠENJA Miloš Despotović, Iva Mišić, Matija Petković ...	110
ENVIRONMENTAL LIFE CYCLE ASSESSMENT OF SUSTAINABLE SOLUTIONS FOR ROAD ASPHALT PAVEMENTS Cristina Oreto, Rosa Veropalumbo, Nunzio Viscione, Francesca Russo ...	111



## Уводна реч

Пети српски конгрес о путевима је прилика да се осврнемо на оно што је урађено у претходном 12-тогодишњем периоду, да учимо на својим грешкама и извучемо поуке на који начин можемо сви заједно, у стручном и научном смислу, да унапредимо и помогнемо развој путне привреде у наступајућем периоду.

У години у којој обележавамо наш први јубилеј, сведоци смо наставка интензивног инвестиционог циклуса у приоритетну мрежу ванградских путева. Неспорно је да развијена путне мреже и ефикасан саобраћај представљају кључне факторе који утичу на економски и друштвени развој нашег региона. С обзиром да се овај циклус улагања засигурно налази у својој завршној фази, потребно је аргументовано размотрити у ком смеру треба планирати будуће активности. Савремени приступ би свакако подразумевао примену циркуларне економије и дигитализације у сектору путева, уз пажљиво планирање и контролисање ресурса у изградњи и одржавању путева, уз поштовање императива очувања животне средине и прилагођавање климатским променама.

Изузетна нам је част и задовољство што ћемо на Петом српском конгресу о путевима имати прилику да разменимо искуства, укрстимо мишљења и заједно формирамо окосницу развоја путног и саобраћајног инжењерства у земљи и региону у периоду испред нас.

Копредседници Научног одбора / Scientific Committee Co-Chairs

Проф.др Владан Тубић, дипл.инж.саоб.  
Prof. Vladan Tubic, PhD, B.Sc.TTE

Доц.др Сања Фриц, дипл.грађ.инж.  
Asst. Prof. Sanja Fric, PhD, B.Sc.CE.



# Уводна предавања

## Introduction lectures







## ■ AN OVERVIEW OF SUSTAINABLE ROAD ASPHALT PAVEMENTS

### Prof Francesca Russo

Associate professor

Chair of Roads Laboratory Luigi Tocchetti

Ph.D. in Road Infrastructures and Transportation Systems

Department of Civil, Building and Environmental Engineering (DICEA) University Federico II of Naples



**Abstract:** Road pavements are essential structural elements of an Infrastructure System that help to maintain over lifelong time design mechanical performance of the materials, safety, and service levels.

However, maintaining pavements under high performance requires scheduled maintenance plans, structural calculation of the whole stratigraphy and each asphalt mixture of course, considering traffic loads, climatic conditions. All solutions have to compliance with the parameters of environmental, technical, and economic compatibility and sustainability.

By applying the very latest production technologies of the road pavements, involving innovative materials of course for constructing and maintaining pavements, it can be achieved one of the main goals of the circular economy consisting of reduction virgin materials consumption, from on the one hand, and of the negative impacts on the environmental on all life cycle of the product. Reusing raw secondary materials in place of natural ones help to reduce quantity of materials going to landfill and non-renewable resources.

Scientific literature makes available research and experimental laboratory investigations on mechanical and the environmental effects concerning non-traditional materials in road bituminous mixtures i.e. construction and demolition waste, ashes from electricity facilities, waste foundry sand, waste glass powder as well as RAP, plastics.

Well, the method of introducing a raw secondary material into asphalt mixtures for road paving is not univocal: there are no technical suggestions that can be applicable for all sites nor protocol applicable into laboratory investigations to define optimal quantity of waste to be introduced to avoid negative effects on mechanical and/or environmental performance. There are not adequate laboratory procedures for testing volumetric and performance characteristics of the innovative asphalt mixtures in a unique and repeatable way that can ensure repeatability and reproducibility without compromising the useful life. Due to the introduction of secondary materials, the asphalt mixtures to be designed and tested in laboratories are constantly becoming much more complex than traditional asphalt mixtures making difficult to use conventional laboratory procedure and/or predict expected results. The discussion aims to propose a comprehensive characterization of asphalt mixture also focusing on eco-efficiency evaluations.

Here today, the main attempt is on showing some of the main technologies used for making sustainable road pavements by adding alternative materials to natural ones and at same time trying to show main laboratory tests for checking performance. These goals are in line with the 9th sustainable development goal of the United Nations which aims to build resilient infrastructures, promote sustainable industrialization, and foster innovation to reduce the consumption of resources and energy, sustaining the transition to a more circular economy by 2030.

Overview on main environmental tools for studying the environmental compatibility of the mixtures will be also showed referring to a functional equivalent.

Studies are still evolving, and many practices are not consolidated; rather often for the more operational and prequalification aspects, reference is made to special tender specifications which are always related to specific works or valid only for specific dealers or managing bodies.

One of main tools to be used for quantifying the potential impacts deriving from the use of traditional and alternative materials in road construction is life cycle assessment LCA (ISO 14040, ISO 14044) defined as an objective procedure for assessing energy and environmental loads related to a process or an activity.

## ■ PROJEKTOVANJE I GRADNJA PORTALNIH KONSTRUKCIJA U MEKIM STENSKIM MASAMA

**Prof. dr Vojkan Jovičić, dipl.građ.inž.,**  
IRGO Inštitut za rudarstvo, geotehnologijo in okolje,  
Ljubljana, Slovenija



**Apstrakt:** Konstrukcije tunela u mekim stenama se obično započinju iskopavanjem privremenih useka unutar kvartarnih naslaga, koje su tipično podvrgnute površinskoj eroziji tla. Ovi procesi povremeno formiraju klizišta različite veličine. Često se ta klizišta ne mogu izbjeći pri izgradnji saobraćajnica, pri tome je veoma čest slučaj, da se nalaze u portalnoj zoni tunela. Čak i kada klizišta u portalnim zonama nisu prisutna se iskopi za portalne konstrukcije u mekim stenskim masama moraju izvesti tako, da ne dođe do lokalnih nestabilnosti, koje otežavaju početak iskopa tunela u zonama niskog nadsloja.

Konstrukcija tunela se obično započinje iskopom privremenih useka da bi se pristupilo podzemnom iskopavanju, dok se završne konstrukcije tunelskih portala izvode naknadno. U predavanju će biti prikazani različiti primeri složenih portalnih zona u kojima se tunelska izgradnja morala začeti pri nepovoljnim geomorfološkim uslovima, uključujući primer iskopa tunela kroz aktivno telo klizišta. U takvim uslovima koncept privremenih useka mora biti preispitan tako da se prvo izvedu konačne portalne konstrukcije koje predstavljaju stalne mere za sanaciju klizišta i ujedno omogućavaju siguran iskop tunela.

## ■ UTICAJ REDIZAJNA PUTNIČKIH AUTOMOBILA NA SAOBRAĆAJ U URBANIM SREDINAMA

**Aleksandar Stevanovic, PhD, PE, F. ASCE**

Associate Professor

Department of Civil & Environmental Engineering

Swanson School of Engineering

University of Pittsburgh, USA



**Apstrakt:** Sa više od 50 sati koje vozači u proseku provedu u saobraćajnoj gužvi svake godine, više od 25.000 nesreća sa smrtnim ishodom na gradskim i prigradskim putevima, i oko 1.775 miliona metričkih tona CO<sub>2</sub> koje doprinose klimatskim promenama, procenjuje se da saobraćajno zagušenje košta SAD oko 120 milijardi dolara godišnje. Za ovaj problem naša industrija obično traži rešenja u vidu boljeg upravljanja saobraćajem (npr. Inteligentni transportni sistemi) ili u vidu promene načina prevoza putnika (npr. veća podrška pešačkom i biciklističkom saobraćaju). Ipak, stiče se utisak da kao društvo nismo učinili dovoljno da iskoristimo mogućnosti koje bi inovativni dizajni vozila, praćeni odgovarajućim saobraćajnim strategijama, mogli da donesu za poboljšanje sistema gradskog saobraćaja. Ova prezentacija postavlja nekoliko relevantnih pitanja u tom pravcu i predlaže otvaranje šire društvene debate o tome kako vozilo 21. veka „Auto 2.0” treba da izgleda i funkcioniše. Prezentacija sagledava potrebe redizajniranja vozila za svakodnevni urbani saobraćaj iz perspektiva mobilnosti, bezbednosti, ekologije, i sveukupne privredne aktivnosti. Prezentacija takođe prepoznaje potrebu razvijanja kvalitetnije metodologije za procenu uticaja inovativnih dizajna vozila na sistem gradskog prevoza i društvo u celini.

# Традиција дуга 90 година

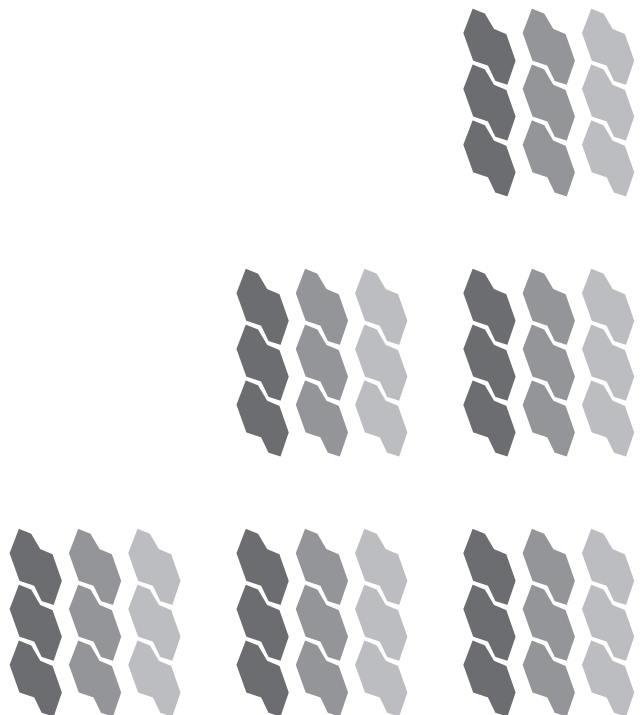
Српско друштво за путеве “Via-Vita”  
1934 - 2024





# Планирање и пројектовање – Примери и искуства

## Planning and Design - Case Studies







## ■ NESTANDARDNA TURBO KRUŽNA RASKRSNICA – PRIMER: RASKRSNICA „BARIČ”

Mladen Kapetanović, Institut za puteve AD Beograd, Srbija

**Rezime:** Kružne raskrsnice sa spiralnim kružnim tokom (turbo kružne raskrsnice) su posebna vrsta višetračnih kružnih raskrsnica kod kojih su neke vozne trake fizički odvojene (ispred uliva, na delu spiralnog kružnog toka i na izlivu). Fizička odvojenost vozničkih traka se prekida samo na mestima predviđenog uliva (unutrašnje kružne vozne trake) u kružnu raskrsnicu. Primena turbo kružnih raskrsnica u Republici Srbiji je na samom početku. Cilj ovog rada je da se na konkretnom primeru primene turbo kružne raskrsnice na brzom saobraćajnici Ostružnica-Obrenovac prikaže način primene nestandardnog tipa raskrsnice. Kraci raskrsnice povezuju saobraćajnice različitih rangova saobraćajnog opterećenja. Pojedini kraci raskrsnice su vođeni denivelisano. Obrazložene su prednosti primene ovakvog rešenja u odnosu na standardnu površinsku kružnu raskrsnicu. Data je grafička interpretacija primenjenih rešenja. Takođe, prikazani su kriterijumi odabira projektnih rešenja.

**Ključne reči:** turbo kružne raskrsnice, turbo blok, širina traka u turbo kružnoj raskrsnici

## NON-STANDARD TURBO ROUNDABOUT – CASE STUDY: INTERSECTION ”BARIČ”

**Abstract:** Roundabouts that provides spiraling flow of traffic (turbo roundabouts) are a special type of multi-lane roundabout where some traffic lanes are physically separated (in front of the inlet, on the part of the spiral roundabout and on the outlet). The physical separation of traffic lanes is interrupted only at the places of the intended flow (internal circular traffic lanes) into the roundabout. The implementation of turbo roundabouts in Republic of Serbia is at the very beginning. The aim of this paper is to show the way of applying a non-standard type of intersection through particular example of turbo roundabout on the motorway Ostružnica – Obrenovac. Roads with different traffic loads meet at the same place. Certain approach legs are designed at different elevation levels. The advantages of the application of this solution compared to the standard one are explained. A graphical representation of the applied solutions is given. Also, the project solutions selection criteria are presented.

**Keywords:** Turbo roundabouts, turbo block, turbo roundabouts lane widths

■ **PRIKAZ PROJEKTOVANIH INŽENJERSKIH KONSTRUKCIJA NA DRŽAVNOM PUTU IB REDA BR.28 (M-19.1), UŽICE – KADINJAČA – BAJINA BAŠTA, DEONICA OBILAZAK UŽICA**

**Dijana Milošević**, Institut za puteve AD Beograd, Srbija

**Rezime:** U radu su prikazane neke od inženjerskih konstrukcija iz Idejnog projekta trase puta buduće saobraćajnice. Projektovanje trase puta na ovoj lokaciji je izuzetno zahtevno u smislu morfologije, litološke građe i geotehničkih svojstava terena. Brojni faktori na terenu kao i projektni uslovi doveli su do potrebe za projektovanjem izuzetno zahtevnih i skupih potpornih konstrukcija. Izbor projektnih rešenja uzeo je u obzir sve nepovoljne efekte kojima je predmetni teren podložan, činjenicu da ima puno nestabilnih padina i klizišta, pa je veoma važno da u svim fazama gradnje bude obezbeđena stabilnost. Projektna rešenja su direktno zavisna od dostupnih ulaznih podataka za ovu fazu projekta - Idejni projekat.

**Ključne reči:** idejni projekat, potporne konstrukcije, trasa puta, klizišta, nestabilne padine

**REVIEW OF DESIGNING STRUCTURES ON THE MAIN ROAD NO.28(M-19.1), UŽICE – KADINJAČA – BAJINA BAŠTA, SECTION UŽICE BYPASS ROAD**

**Abstract:** In this paper are given some of engineering structures from Preliminary design of road alignment. Designing retaining structures at this location is very requiring because of terrain conditions such as: morphology, lithology and geotechnical characteristics. Design conditions and numerous factors on the field have caused a demand for expensive retaining structures. Choice of project solutions has taken into account all the unfavorable effects on the field, for example a lot of unstable slopes and slidings, therefore stabilization of earth slopes in all phases of construction is essential. Design solutions are directly dependant from available entrance data using for this phase of project.

**Keywords:** preliminary design, retaining structures, road alignment, landslides, unstable slopes

■ **ИСКУСТВА И ИЗАЗОВИ У ТОКУ ИЗВОЂЕЊА ХЛАДНЕ РЕЦИКЛАЖЕ У ОКВИРУ ГЛАВНОГ ПРОЈЕКТА ПОЈАЧАНОГ ОДРЖАВАЊА НА ДЕЛУ ДРЖ. ПУТА IB35 КМ 245+531 – КМ 249+000**

**Сузана Стефановић**, Институт за путеве АД Београд, **Синиша Хаџи-Антић**, Институт за путеве АД Београд, **Драган Стојнић**, Институт за путеве АД Београд, **Миодраг Адамовић**, Србијааутопут д.о.о

**Резиме:** Рад се бави проблемима насталим приликом извођења радова појачаног одржавања на делу деонице држ. пута IB реда бр.35: Белољин-Куршумлија–Рударе, km 245+531–km 249+000 где је према Главном пројекту предвиђена израда хладне рециклаже дела неvezаног носећег слоја у дебљини од 20cm док остатак неvezаног носећег слоја (очекиване дебљине 20 – 25cm) остаје нетакнут. Резултати обављених истражних радова Пројектанта пре израде Главног пројекта појачаног одржавања су се поклопили са резултатима истражних радова Извођача пре самог извођења 4 године касније и све је указивало на добру претпоставку структуре постојећег коловоза. Ипак се 2 месеца након израде битуменизованог носећег слоја БНС22сА на површини асфалтног слоја појављују мрежасте пукотине на одређеним потезима предметне деонице. Детаљнија испитивања утврдила су да неvezани носећи слој испод хладно рециклираног слоја није постојао или је био знатно мањих дебљина у оси и на десној страни коловозне конструкције у односу на леву страну. Овим се покреће питање потребе додатне безбедности радника при вршењу истражних радова у специфичним случајевима или додатних испитивања постојеће структуре коловоза употребом савременијих технологија (Георадар).

**Кључне речи:** хладна рециклажа, истражни радови, коловозна конструкција

**EXPERIENCES AND CHALLENGES DURING THE EXECUTION OF COLD RECYCLING WITHIN THE MAIN PROJECT OF ENHANCED MAINTENANCE IN THE SECTION OF ROAD IB35 KM 245+531 – KM 249+000**

**Abstract:** The paper deals with the problems that arose during the performance of enhanced maintenance works on part of the section road IB no. 35: Beloljin-Kuršumlija-Rudare, km 245+531–km 249+000 where, according to the Main Project, cold recycling of a part of the unbound bearing layer with a thickness of 20 cm is foreseen, while the rest of the unbound bearing layer (expected thickness of 20 - 25 cm ) remains intact. The results of the investigations carried out by the Designer before the development of the Main Project of enhanced maintenance coincided with the results of the investigations carried out by the Contractor before the execution itself 4 years later and everything pointed to a good assumption of the structure of the existing roadway. However, 2 months after the construction of the BNS22sA, alligator cracks appear on the surface of the asphalt layer on certain sections of the section in question. More detailed investigations determined that the unbound bearing layer under the cold recycled layer did not exist or was significantly smaller in thickness in the axis and on the right side of the pavement structure compared

to the left side. This raises the issue of the need for additional worker safety when performing investigative work in specific cases or additional testing of the existing roadway structure using more modern technologies (Georadar).

**Keywords:** cold recycling, investigation works, pavement construction

## ■ THE EFFICIENCY OF CHEMICAL ADDITIVES FOR WARM MIX ASPHALT (WMA): LATEST ADVANCES AND CASE STUDIES

**Shahin Eskandarsefat**, Iterchimica S.p.A., Italy, **Matteo Fumagalli**, Iterchimica S.p.A., Italy, **Loretta Venturini**, Iterchimica S.p.A., Italy, **Zoran Krušić**, HSH Chemie d.o.o., Serbia

**Abstract:** As sustainable road pavements are considered the transportation infrastructures' resource management pivot, green materials and technologies have gotten more attention. Among these, asphalt recycling and low-temperature production, which allow sustainability targets, have been the most efficient used techniques. Warm Mix Asphalt (WMA) enables various technical, environmental, and economic advantages and can be used even for a specific technical target. This paper introduces several WMA case studies in Serbia and Germany. In these projects, asphalt pavements were produced via WMA technology for different reasons e.g., to enhance the compactability of asphalt at reduced laying temperature. This condition is common for road paving projects in cold climate regions or long-distance hauling cases. Regardless of the defined technical goal, the practical in situ observations and pre-/post production laboratory tests of these projects show promising results on using chemical WMA additives for various technical targets of asphalt paving projects. These obtained results are backed up with the results from investigating the cores taken from the job site.

**Keywords:** Sustainable road pavements, Green materials and technologies, Warm Mix asphalt (WMA), Compactability, Chemical additives

## EFIKASNOST HEMIJSKIH ADITIVA ZA TOPLU ASFALTNU MEŠAVINU (WMA): NAJNOVIJA UNAPREĐENJA I PRIMERI IZ PRAKSE

**Rezime:** Pošto se održivi kolovozi smatraju osnovom za upravljanje resursima transportne infrastrukture, zeleni materijali i tehnologije su dobili više pažnje. Među njima, reciklaža asfalta i proizvodnja na sniženim temperaturama, koji omogućavaju ciljeve održivosti, su najefikasnije korišćene tehnike. Topla asfaltna mešavina (WMA) omogućava različite tehničke, ekološke i ekonomske prednosti i može se koristiti čak i za određeni tehnički cilj. Ovaj rad predstavlja nekoliko studija slučaja WMA u Srbiji i Nemačkoj. U ovim projektima asfaltni kolovozi su proizvedeni pomoću WMA tehnologije iz različitih razloga, na primer, da bi se poboljšala ugradljivost asfalta pri sniženoj temperaturi polaganja. Ovo stanje je uobičajeno za projekte asfaltiranja puteva u regionima sa hladnom klimom ili za slučajeve transporta na velike udaljenosti. Bez obzira na definisani tehnički cilj, praktična posmatranja na terenu i laboratorijska ispitivanja pre i posle ovih projekata pokazuju obećavajuće rezultate u korišćenju hemijskih WMA aditiva za različite tehničke ciljeve projekata asfaltiranja. Ovi dobijeni rezultati su potkrepljeni rezultatima istraživanja uzoraka asfalta uzetih sa gradilišta.

**Ključne reči:** Održivi kolovozi, Zeleni materijali i tehnologije, Topla asfaltna mešavina (WMA), Ugradljivost, Hemijski aditivi

## ■ GEOTEHNIČKI USLOVI IZGRADNJE NADVOŽNJAKA „BALAJNAC“ NA AUTOPUTU E-80 DEONCA: NIŠ - MEROŠINA

**Dragoslav Rakić**, Rudarsko-geološki fakultet, Univerzitet u Beogradu, **Nikola Božović**, Institut za ispitivanja materijala – IMS, Beograd

**Rezime:** U sklopu prve deonice autoputa E-80 Niš – Merošina, izgrađen je nadvožnjak u zoni sela Balajnac koji je oslonjen na tri stubna mesta na međusobnom rastojanju od oko 26 m. Svaki stub je fundiran na šipovima i to sa predloženim rasporedom od 2 šipa u grupi na međusobnom rastojanju od 3.6 m. U radu su na osnovu izvršenih geotehničkih istraživanja terena, analizirani rezultati nosivosti vertikalno opterećenog šipa prečnika 1.2 m i dužine šipa od  $L = 23$  m. Analiza je izvršena primenom različitih metoda koristeći rezultate statičke i standardne penetracije, laboratorijskih ispitivanja tla kao i probnog opterećenja šipa.

**Ključne reči:** nadvožnjak „Balajnac“, šip, probno opterećenje šipa, projektni pristup, granična stanja

## GEOTECHNICAL CONDITIONS FOR THE CONSTRUCTION OF “BALAJNAC” OVERBRIDGE ON THE HIGHWAY E-80 SECTION: NIŠ - MEROŠINA

**Abstract:** As part of the first section of the E-80 highway Niš - Merošina, an overbridge was built in the area of the village of Balajnac, which is supported by three piles at a distance of about 26 m. Each pillar is founded on piles with the proposed arrangement of 2 piles in a group at a distance of 3.6 m. Based on the geotechnical investigations of the terrain, the results of the bearing capacity of a vertically loaded pile with a diameter of 1.2 m and a pile length of  $L = 23$  m were analyzed in the paper. The analysis was performed by applying different methods using the results of static and standard penetration test, laboratory soil tests as well as pile load test.

**Keywords:** “Balajnac” overbridge, pile, pile load test, design approach, limit states

## ■ PROBLEMATIKA VOĐENJA BIKIKLISTIČKIH KRETANJA U GRADSKIM USLOVIMA

**Sanja Fric**, Građevinski fakultet, Univerzitet u Beogradu, **Dejan Gavran**, Građevinski fakultet, Univerzitet u Beogradu, **Vladan Ilić**, Građevinski fakultet, Univerzitet u Beogradu, **Filip Trpčevski**, Građevinski fakultet, Univerzitet u Beogradu, **Stefan Vranjevac**, Građevinski fakultet, Univerzitet u Beogradu, **Miloš Lukić**, Građevinski fakultet, Univerzitet u Beogradu, **Nikola Milovanović**, Građevinski fakultet, Univerzitet u Beogradu

**Rezime:** Strategija unapređenja saobraćaja u gradskim uslovima, u skladu sa evropskim direktivama i principima održive urbane mobilnosti, podrazumeva između ostalog i redukciju korišćenja putničkog automobila uz istovremeno stvaranje uslova za veće i bezbednije odvijanje pešačkog i biciklističkog saobraćaja. Strategija koju je usvojio grad Beograd podrazumeva preko 100km novih biciklističkih staza u gradu Beogradu, odnosno povećanje nemotorizovanih sredstava prevoza na oko 30% u ukupnoj raspodeli. Međutim, bez obzira na preuzete obaveze strategijom, postavlja se osnovno pitanje koje sve vrste biciklističke infrastrukture postoje, koje su suštinske razlike između njih i kako uopšte projektovati biciklistička kretanja u našim urbanim sredinama. U radu će biti prikazani osnovni principi oblikovanja biciklističkih staza, traka i puteva, uz davanje konkretnih sugestija za unapređenje njihovog vođenja u gradskim uslovima, kroz primer grada Beograda.

**Ključne reči:** strategija, biciklistička staza, biciklistička traka, biciklistički put, slobodan profil, saobraćajni profil, raskrsnice

## TYPICAL PROBLEMS RELATED TO BICYCLE TRAFFIC ASSIGNMENT IN URBAN SURROUNDING

**Abstract:** The strategy for traffic safety improvement in urban surrounding, in accordance with the European directives and principles of sustainable urban mobility, includes, among other things, the reduction of passenger car use while simultaneously creating conditions for increased and safer pedestrian and bicycle traffic. The strategy adopted by the city of Belgrade implies over 100 km of new bicycle paths inside the city, i.e. an increase in non-motorized means of transportation to about 30% in the total travel modal split. However, regardless of the commitments undertaken in line with the adopted strategy, the basic questions addressing which types of cycling infrastructure exist, what are the essential differences between them and how to provide for cycling movements in local urban environment arise. The paper presents the basic principles of bicycle paths', lanes' and tracks' design. Exact measures for improving bicycle traffic in the city of Belgrade are shown also.

**Keywords:** strategy, bicycle path, bicycle lane, bicycle track, clearance profile, intersections



## ■ АНАЛИЗА ЕФЕКТА ПРИМЕНЕ МЕРА ЗА УСПОРАВАЊЕ САОБРАЋАЈА

**Милан Милановић**, Факултет техничких наука Нови Сад, **Вук Богдановић**, Факултет техничких наука Нови Сад, **Немања Гаруновић**, Факултет техничких наука Нови Сад,

**Резиме:** Многе локалне самоуправе примењују различите мере за успоравање саобраћаја на уличној мрежи. Веома често се уградња успоривача врши неселективно, без анализе негативних ефеката и избор успоривача у складу са стварним потребама. Из тог разлога, ефекти примене успоривача често су скромни, уз повећање буке и вибрација у њиховој околини. У оквиру рада извршена је анализа могућности примене различитих врста хоризонталних и вертикалних успоривача, као и могући ефекти њихове примене. У раду су приказани резултати истраживања вредности и карактеристика брзине возила приликом преласка преко одређених типова успоривача, као и брзине возила на деловима уличне мреже пре и након успоривача.

**Кључне речи:** Успоривачи саобраћаја, брзина, ефекти примене

### **ANALYSIS OF THE EFFECTS OF THE APPLICATION OF TRAFFIC SLOWING MEASURES**

**Abstract:** Many local governments implement various measures to slow down traffic on the street network. Very often, installation of retarders is done indiscriminately, without analysis of negative effects and selection of retarders in accordance with real needs. For this reason, the effects of retarder application are often modest, with an increase in noise and vibration in their environment. As part of the work, the possibility of applying different types of horizontal and vertical retarders was analyzed, as well as the possible effects of their application. The paper presents the results of research into the values and characteristics of vehicle speed when crossing certain types of retarders, as well as vehicle speeds on parts of the street network before and after the retarders.

**Keywords:** Traffic retarders, speed, application effects

## ■ SISTEM ODVOĐENJA ATMOSFERSKIH VODA SA AERODROMA „NIKOLA TESLA”- BEOGRAD, POSLE IZGRADNJE NOVE UMETNUTE POLETNO – SLETNE STAZE

**Duško Božović**, NEO Aerodromes Engineering, Beograd, **Vesna Tomić**, Mašinoprojekt Koprining, Beograd

**Rezime:** Glavna poletno - sletna staza sa pripadajućim sistemom za odvođenje atmosferskih voda, izgrađena je u periodu od 1958.- 1961. god. U periodu od 2020.- 2023. izgrađena je nova umetnuta poletno – sletna staza. Sistem odvođenja atmosferskih voda sa manevarskih površina umetnute PSS projektovan je kao autonomni (bez uključenja u sistem kišne kanalizacije ostalog dela aerodroma). Atmosferske vode sabirane su bočnim rigolama sa slivnicima i sistemom kolektora odvedene u otvorenu retenziju, a iz otvorene retenzije kontrolisanim protokom u recipijent - kanal Galovica.

Izgradnja nove – umetnute PSS predstavlja složen građevinski poduhvat u pogledu odvođenja atmosferskih voda gde je bilo potrebno inkorporirati i postojeći sistem kišne kanalizacije glavne PSS. Pri tom, za deo voda predviđena je podzemna AB retenzija sa pumpnom stanicom i potisnim cevovodom za spoj sa ostalim delom gravitacionog odvodnog sistema. Sistem kišne kanalizacije izveden je ugradnjom HDPE spiralnih kanalizacionih cevi prečnika (DN300-DN2000) i obodnih krutosti SN8 i SN32.

**Ključne reči:** poletno-sletna staza, kišna kanalizacija, drenaža, retenzija, rigola, slivnici

## THE RAINWATER DRAINAGE SYSTEM OF „NIKOLA TESLA” AIRPORT - BELGRADE, AFTER THE CONSTRUCTION OF THE NEW INSERTED RUNWAY

**Abstract:** The Main runway with associated rainwater drainage system was built in the period from 1958. to 1961. New inserted runway was built in the period from 2020. to 2023. The rainwater drainage system from the maneuvering surfaces of the inserted runway is designed as autonomous (without being included in the rainwater drainage system of the rest of the airport). Rain water was collected by lateral gutters with gullies and taken by collector system to an open detention pond, and from the open detention pond through a controlled flow to the Galovica drainage channel.

The construction of a new – inserted runway represents a complex construction system in terms of rainwater drainage, where it was necessary to incorporate the existing rainwater drainage of the Main runway. At the same time, an underground RC detention pond with a pumping station and the boosted pipeline for connection with the rest of the gravity drainage system is planned for partial of the rain water. The rainwater drainage system was made by installing HDPE spiral drainage pipes with a diameter (DN300-DN 2000) of ring stiffness SN8 and SN32.

**Keywords:** runway, rainwater drainage, perforated drainage, detention pond, gutter, gullies

## ■ TIPOVI DENIVELISANIH RASKRSNICA NA VIŠETRAČNIM PUTEVIMA

**Nikola Nikitović**, Hidroprojekat-saobraćaj, d.o.o. Beograd, **Filip Trpčevski**, Građevinski fakultet, Univerzitet u Beogradu, **Dejan Despotović**, Hidroprojekat-saobraćaj, d.o.o. Beograd, **Danijela Rotula**, Hidroprojekat-saobraćaj, d.o.o. Beograd, **Mihajlo Kuzmanović**, Hidroprojekat-saobraćaj, d.o.o. Beograd

**Rezime:** Višetračni putevi (motoputevi; brze saobraćajnice) kao funkcionalni tip saobraćajnica čija se intenzivna izgradnja planira u narednom periodu u Republici Srbiji, nisu u potpunosti obrađeni propisima za projektovanje puteva. Prilikom izrade projekata potrebno je praviti kompromise između pojedinih odredbi propisa za autoputeve i za dvotračne puteve. Za ukrštanje višetračnog puta sa drugim putnim pravcima različitih kategorija mogu se koristiti površinske i denivelisane raskrsnice. Za četvortračne višetračne puteve sa računskom brzinom 100km/h, denivelisani ukrštaji bi trebali biti izbor u najvećem broju slučajeva, s obzirom na aspekte efikasnosti i bezbednosti. S obzirom da se radi o saobraćajnicama na kojima se ne planira naplata putarine na naplatnim stanicama, moguća je primena kompaktnijih rešenja u odnosu na uobičajene denivelisane raskrsnice na autoputevima. Izbor tipa denivelisane raskrsnice zavisi od funkcionalnog ranga i kategorije saobraćajnice sa kojom se višetračni put ukršta (autoput, višetračni put, državni put, priključak za veće naselje...), saobraćajnog opterećenja i uslova lokacije (topografska, geotehnička, urbanistička i druga ograničenja). Cilj rada je da se kroz iskustva u izradi idejnih projekata višetračnih puteva prikaže pregled mogućih rešenja denivelisanih raskrsnica. U radu su opisani relevantni tipovi denivelisanih raskrsnica i kriterijumi za njihov izbor prilikom projektovanja.

**Ključne reči:** motoput, višetračni put, denivelisana raskrsnica, kriterijumi

## TYPES OF INTERCHANGES ON MULTI-LANE ROADS

**Abstract:** Multi-lane roads (Dual carriageway roads; high-speed roads) as a functional type of roads whose intensive construction is planned in the coming period in the Republic of Serbia, are not adequately processed by the regulations for road design. When drafting designs, it is necessary to make compromises between certain provisions of regulations for highways and for two-lane roads. For crossing the multi-lane road with other routes of different categories, intersections and interchanges (grade-separated junctions) can be used. For four-lane roads with a design speed of 100km/h, interchanges should be the choice in most cases considering aspects of efficiency and safety. Since these are roads where toll collection is not planned, it is possible to apply more compact solutions compared to the usual interchanges on highways. The choice of type of interchange depends on the functional rank and category of the road with which the multi-lane road intersects (highway, multi-lane road, state road, local connection for the settlement), traffic load and location conditions (topographic, geotechnical, urban and other restrictions). The aim of the paper is to present an overview of possible solutions of interchanges through the experience in the development of preliminary designs of multi-lane roads. The paper describes the relevant types of interchanges and criteria for their selection when designing.

**Keywords:** moto-road, multi-lane road, interchange, criteria

## ■ PRIMENA SAVREMENIH METODA ISPITIVANJA REOLOŠKIH KARAKTERISTIKA BITUMENSKOG VEZIVA

**Dorđe Tošković**, Građevinski institut CPL – Novi Sad, **Goran Mišanović**, Građevinski institut CPL – Novi Sad, **Želimir Perić**, Građevinski institut CPL – Novi Sad, **Radomir Jakovljević**, Građevinski institut CPL – Novi Sad

**Rezime:** Jedan od najvažnijih faktora koji utiču na karakteristike asfalte mešavine je bitumensko vezivo. Pored masenog učešća veziva koje se određuje prethodnim sastavom asfaltne mešavine, na njene performanse dominantno utiču karakteristike samog veziva. Kako bi se odgovorilo na klimatske promene koje se ogledaju kroz povišenu prosečnu temperaturu tokom leta, kao i sve učestalijim ekstremnim klimatskim pojavama, potreba za boljim razumevanjem ponašanja kolovozne konstrukcije je sve veća. Pored temperature, uočljiv je i porast saobraćajnog opterećenja koji negativno utiče na asfaltne slojeve kolovozne konstrukcije. Karakterizacija i poređenja veziva vrši se primenom različitih metoda ispitivanja primenom savremenih uređaja. Upotrebom Dinamičkog reometra za smicanje DSR, Reometra za savijanje gredica BBR i Rotacionog viskozimetra, moguće je ustanoviti reološke karakteristike pri visokim, srednjim i niskim temperaturama. Vrš se merenje otpornosti na plastičnu deformaciju veziva, otpornost na zamor, pucanje pri niskim temperaturama kao i viskoznost veziva. Drugim rečima, bolje razumevanje ponašanje asfaltne mešavine tokom ugradnje i eksploatacije. Ispitivanja su vršena na različitim tipovima i klasama veziva.

**Ključne reči:** Bitumen, asfalt, reologija, reometar, kolovozna konstrukcija

## APPLICATION OF MODERN METHODS OF TESTING RHEOLOGY CHARACTERISTICS OF BITUMEN BINDER

**Abstract:** One of the most important factors affecting the characteristics of asphalt mixtures is the bituminous binder. In addition to the mass participation of the binder, which is determined by the preliminary composition of the asphalt mixture, the performance is dominantly influenced by the characteristics of the binder itself. In order to respond to climate changes, which are reflected in the increased average temperature during the summer, as well as more and more frequent extreme weather events, the need for a better understanding of the behavior of pavement construction is necessary. In addition to the temperature, an increase in traffic load is also noticeable, which has a negative effect on the asphalt layers of the roadway structure. Characterization and comparison of binders is carried out using different test methods using modern devices. Using the Dynamic Shear Rheometer DSR, the Bending Beam Rheometer BBR and the Rotary Viscometer, it is possible to determine the rheological characteristics at high, medium and low temperatures. Resistance to plastic deformation of the binder, resistance to fatigue, cracking at low temperatures, as well as viscosity of the binder are measured. In other words, a better understanding of the behavior of asphalt mixtures during installation and exploitation. Tests were performed on different types and classes of binders.

**Keywords:** Bitumen, asphalt, rheology, rheometer, pavement construction

■ **КАНАЛИСАЊЕ ДРЕНАЖНИХ, ПОВРШИНСКИХ И КИШНИХ ВОДА НА АУТО ПУТУ Е-75 ИЗМЕЂУ КРАЈА МОСТА МОРАВА 1 И ПОЧЕТКА МОСТА МОРАВА 2 ПОДДЕОНИЦЕ ЦАРИЧИНА ДОЛИНА - ТУНЕЛ“МАНАЈЛЕ“ ОД КМ 888+600 ДО КМ 890+250**

**Јован Деспотовић**, ИРТКУД – УНЕСКО Центар - Грађевински факултет, Универзитет у Београду, **Милоје Васиљевић**, Предузеће Road Design, Београд

**Резиме:** На комплетној деоници има 39 пропуста, хидротехничко уређење Селишког потока као и 6 мостова (Морава 1, Морава 2, Момин камен, Кучајска долина, Соколица и Козничка река). Велике природне и врло стрме површине поред ауто пута, раније обрасле вегетацијом, сада су покривене торкретом – прсканим бетоном, (за воду апсолутно непропусним), са анкерима до здравог тла у залеђу. Те површине ових засека падају врло стрмо ка Јужној Морави, и у попречном пресеку долине она је практично половина кањона реке. Изградњом ауто пута је извршена драстична промена по питању сливања воде са врло стрмих површина, и то површинских, подземних-провирних које се повремено изливају, као и кишног отицаја, управо испод ауто пута у долину Јужне Мораве. У овом раду за приказивање је изабран потез између краја моста Морава 1 и почетка моста Морава 2, због карактеристичних задатака и решења за одвођење дренажних, површинских и кишних вода.

**Кључне речи:** Ауто пут Е-75, стрме површине засека, каналисање свих вода: површинске, подземне, кишне

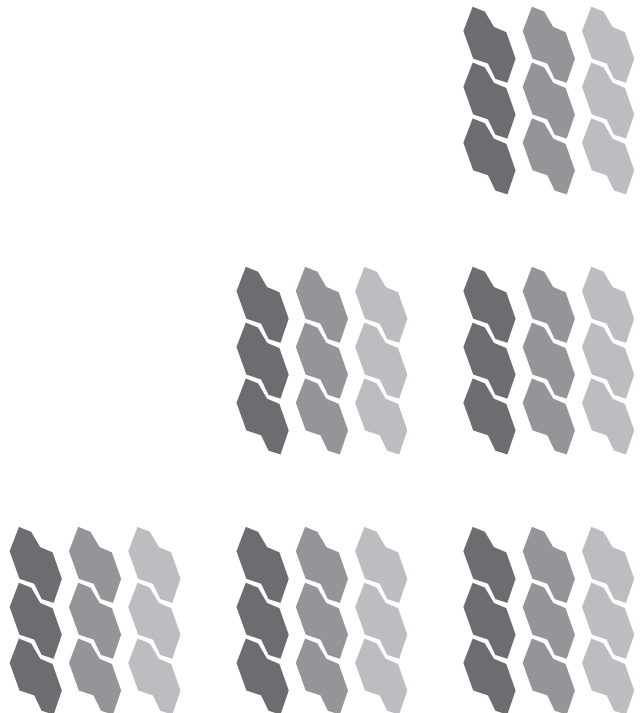
**DRAINAGE OF SUBSURFACE, SURFACE AND RAINFALL RUNOFF ON THE STRECH BETWEEN THE END OF THE MORAVA 1 BRIDGE AND BEGGINING OF THE MORAVA 2 BRIDGE AT THE SUBDIVISION CARICA VALLEY - TUNNEL MANAJLE, FROM KM 888+600 TO KM 890+250**

**Abstract:** At this section of the Motorway E-75 there are 39 culverts, hydraulic training of the Seliski brook and 6 bridges (Morava 1, Morava 2, Momin rock, Kucaj velley, Sokol and Koznik brooks). Large natural and very steep areas next to the motorway, previously overgrown with vegetation, are now covered with absolutely impermeable sprayed concrete with anchors to the rock soil in the hinterland. The surfaces of these cuts fall very steeply towards the South Morava river, and in the cross-section of the valley these appears as practically half of the river canyon. With the construction of the motorway, a significant change was made accounting the water draining from those steep surfaces, namely surface, subterranean-seepage that occasionally overflows, and rainfall runoff below the motorway into the South Morava valley. In this paper is presented stretch between the end of the bridge Morava 1 till the beginning of the bridge Morava 2, accounting for the typical demands and solutions for dewatering of subsurface water, and surface and rainfall runoff.

**Keywords:** Motorway E-75, areas upstream motorway, steep slopes, ground water, surface and rainfall runoff, drainage

# Планирање и пројектовање – Нове технологије

## Planning and Design - New Technologies





## ■ МОДЕЛ ИЗРАДЕ ПОДЛОГА ЗА ПЛАНИРАЊЕ И ПРОЈЕКТОВАЊЕ ПУТЕВА ДАЉИНСКОМ ДЕТЕКЦИЈОМ

**Драган Мићановић**, Саобраћајни факултет, Добој, РС-БиХ

**Резиме:** Даљинском детекцијом се обједињавају савремена техничка достигнућа и знања геодезије, фотограметрије, картографије, географско-информационих система (ГИС) те других научних дисциплина. Са циљем добијања одговарајуће подлоге за планирање и пројектовање поштујући принципе брзине, свеобухватности територије, одговарајуће геометријске и просторне тачности, економичности, периодичности.

У раду је дат модел израде подлоге за планирање и пројектовање примјеном даљинске детекције.

**Кључне речи:** Даљинска детекција, подлоге, путеви, планирање и пројектовање

## MODEL OF CREATION OF THE SUBSTRATE FOR ROAD PLANNING AND DESIGN BY REMOTE SENSING

**Abstract:** Remote sensing combines modern technical achievements and knowledge of geodesy, photogrammetry, cartography, geographic information systems (GIS) and other scientific disciplines. With the aim of obtaining an appropriate basis for planning and designing, respecting the principles of speed, comprehensiveness of the territory, appropriate geometric and spatial accuracy, economy, periodicity.

The paper presents a model for creating a basis for planning and designing using remote sensing.

**Keywords:** Remote sensing, surfaces, roads, planning and design



## ■ INŽENJERSKOGEOLOŠKI IZAZOVI PRI PROJEKTOVANJU I IZVOĐENJU TUNELA „MUNJINO BRDO“ SA OSVRTOM NA BENEFITE PRIMENE DFN METODOLOŠKOG PRISTUPA U BUDUĆNOSTI

**Dragana Slavković**, Saobraćajni Institut CIP, Beograd, **Toplica Novaković**, Saobraćajni Institut CIP, Beograd, **Darko Lisinac**, Saobraćajni Institut CIP, Beograd **Vladimir Filipović**, Saobraćajni Institut CIP, Beograd

**Rezime:** Na auto-putu E-763 „Miloš Veliki“ u okviru deonice Preljina-Požega se trenutno izvodi tunel „Munjino brdo“ koji je okarakterisan kao jedan od najzahtevnijih građevinskih poduhvata u Srbiji. Neretko se kao glavni uzrok otežanog izvođenja radova u ovom tunelu pominju upravo „nepredvidivi“ ili „loši“ geološki uslovi. Šta znači „loša“ ili „nepredvidiva“ geologija i koliki uticaj geologija može imati na izgradnju jednog objekata? Kako se definišu geološki uslovi u terenu i u kojoj meri oni mogu imati uticaj na ukupnu vrednost objekta? U radu će biti dati odgovori na ova ali i mnogo druga pitanja sa ciljem sticanja jasnijeg uvida u značaj izrade elaborata o geotehničkim uslovima izgradnje nekog objekta. Posebna pažnja će biti usmerena na prikaz benefita implementacije inovativnog DFN (Discrete Fracture Network) metodološkog pristupa u budućnosti, pre svega pri projektovanju i izvođenju objekata u terenima iste ili slične geološke složenosti.

**Ključne reči:** DFN (Discrete Fracture Network), tunel „Munjino brdo“, složeni geološki uslovi

## ENGINEERING - GEOLOGICAL CHALLENGES IN THE DESIGN AND CONSTRUCTION OF THE „MUNJINO BRDO“ TUNNEL WITH A REVIEW TO THE BENEFITS OF THE DFN METHODOLOGICAL APPROACH APPLICATION IN THE FUTURE

**Abstract:** On the highway E-763 “Miloš Veliki” within the Preljina-Požega section, the “Munjino brdo” tunnel is currently being constructed and it was characterized as one of the most demanding construction projects in Serbia. “Unpredictable” or “bad” geological conditions were quite often mentioned in public as the main reason for the difficulty of carrying out works in this tunnel. What does “bad” or “unpredictable” geology mean and how much influence can geology have on the construction of a facility? How are geological conditions of the terrain defined and to what extent can they impact the overall cost of the object? The paper will provide answers to these and many other questions to gain a clearer insight into the importance of making a report or study on the geotechnical conditions for construction of structures. Special attention will be directed on the presentation of innovative DFN (Discrete Fracture Network) methodological approach implementation benefits in the future, primarily during designing and execution of works of facilities on terrains of the same or similar geological complexity.

**Keywords:** DFN (Discrete Fracture Network), „Munjino brdo“ tunnel, complex geological conditions

## ■ PASIVNI IN-SITU TRETMAN OCEDNE VODE POMOĆU AKTIVNIH GEOKOMPOZITA

**Marija Bakrač**, Geoestetika d.o.o., **Thomas Hasslacher**, Huesker Synthetic GmbH, **Stefan Niewerth**, Huesker Synthetic GmbH

**Rezime:** U današnje vreme, površine potencijalno kontaminirane u značajnoj meri, pokrivaju se vodonepropusnim betonom ili asfaltnim slojevima u cilju prikupljanja zagadjene ocedne vode. U ovom radu, autori žele da predstavje koncept "pasivnog in-situ tretmana" pomoću barijera za zagadjujuće materije načinjenih od geotekstilnih materijala velike površine, umesto koncepta odvođenja ocedne vode i njenog centralizovanog tretmana na postrojenjima za prečišćavanje. Glavna komponenta pasivnog in-situ tretmana, na način definisan ovde, je troslojni geokompozit sa jezgrom od absorbenta za naftu. Geotekstili mehanički stabilizuju sorbente kao što su aktivni ugalj ili sredstva koja vezuju naftu koji se nalaze u sendviču izmedju njih. U radu će biti predstavljeni rezultati istraživačkog projekta osmišljenog i implementiranog u saradnji Univerziteta primenjenih nauka u Munsteru, grada Munstera i kompanije Huesker Synthetic GmbH, sa različitim tzv. aktivnim geokompozitima za koje je ispitivana je sposobnost da zadrže ukupne suspendovane čestice (TSS) i ostale polutante prisutne u ocednoj vodi sa puteva. Uz to u radu će biti predstavljene dve studije slučaja u velikoj razmeri: izgradnja filtracionog bazena za ocednu vodu u Finskoj i konstrukcija od kontaminiranog tla – vrednog građevinskog materijala, a ne otpada.

**Ključne reči:** aktivni geokompoziti, zaštita podzemnih voda, infrastruktura, nove tehnologije

## PASSIVE IN-SITU TREATMENT FOR RUNOFF WATER WITH ACTIVE GEOCOMPOSITES

**Abstract:** Nowadays, surfaces with potentially significant contamination are sealed with impermeable concrete or asphalt layers to collect the carrier medium of the substances of concern – the runoff. In this paper authors want to introduce concept of "passive in-situ treatment" using large-area, permeable contaminant barriers made of geotextiles to overcome the concept of piping runoff water and centralized treatment in wastewater treatment plants. The main component of the passive in-situ treatment system as defined here, is a three-layer geocomposite with oil absorbent core. Geotextiles mechanically stabilize sorbents such as activated carbon or oil binders in a sandwich fabric. The paper will present results of a research project designed and implemented by Münster University of Applied Sciences, the City of Münster and HUESKER Synthetic GmbH, with various so-called active geocomposites tested for their retention capacity against total suspended soil (TSS) and other pollutants present in stormwater runoff from roads. In addition to this the paper will present 2 large-scale case studies: Construction of a filtration basin for road runoff in Finland and Earth structures with contaminated soils – valuable construction material instead of waste.

**Keywords:** active geocomposites, groundwater protection, infrastructure, new technologies

## ■ THE LADISER LANDSLIDE MITIGATION PROJECT WITH A FLEXIBLE HIGH TENSILE STEEL MESH PROTECTION SYSTEM

**Vjekoslav Budimir**, Geobrugg AG, Representative office in the Republic of Croatia, **Helene Lanter**, R&D Department, Geobrugg AG, Romanshorn, Switzerland, **Armin Roduner**, R&D Department, Geobrugg AG, Romanshorn, Switzerland

**Abstract:** Slope stabilization systems, with meshes made of high-tensile steel wire, have been in use for 20 years and have proven to be reliable systems on loose rock and soil slopes. The optimization of the nailing pattern, thanks to the high load bearing capacity of the system, permits a reduction of the overall costs and represents an economical solution compared to conventional systems such as shotcrete and mild steel wire mesh. Dimensioning can be carried out for each specific geotechnical setting of a slope with a freely available software called Ruvolum. Additionally, this type of protection measure represents an ecological solution compared to classical slope stabilisation works. Indeed, light steel mesh is used instead of concrete for example and an optimised nail pattern can be implemented, which requires less anchor bars and less drilling. The flexible high tensile steel mesh can also be used for landslide site stabilisation in combination with a previously dimensioned anchor grid by a global stability analysis software. This paper presents a landslide case study, in Austria, where flexible high tensile steel wire meshes for slope stabilization were successfully applied.

**Keywords:** Landslide mitigation, high-tensile steel mesh, flexible protection system, Tecco

## ■ UTICAJ REFERENTNOG PERIODA MJERODAVNE TEMPERATURE NA PRORAČUN DILATACIJA U KOLOVOZNYM KONSTRUKCIJAMA

**Milan Marinković**, Fakultet tehničkih nauka, Departman za građevinarstvo i geodeziju, Univerzitet u Novom Sadu

**Rezime:** Proračun kritičnih dilatacija u kolovoznim konstrukcijama zavisi od uticaja saobraćajnog opterećenja, klimatskih uticaja i performansi svakog materijala koji se koristi u slojevima kolovozne konstrukcije. Postoji nekoliko softvera u kojima se može izvršiti proračun dilatacija. U ovom radu je korišćen softver DAMA. Mjerodavne temperature, kao jedan od ulaznih parametara, su vrlo važne i one predstavljaju parametar koji se dobija za period od 30 godina. U ovom radu su analizirani proračuni kolovoznih konstrukcija za dva različita referentna perioda: od 1981. godine do 2010. godine i od 1991. do 2020. godine, i to za lokacije u Beogradu i Novom Sadu. Proračun je izvršen za istu fleksibilnu kolovoznu konstrukciju. Dobijeni rezultati su pokazali da se, sa povećanjem mjerodavne temperature, povećavaju i dilatacije ali za vrlo male vrijednosti. Očekivani vijek trajanja, u smislu broja prelaza standardnih osovina ESO, se isto smanjuje.

**Ključne reči:** Kolovozna konstrukcija, Dilatacije, Meteorologija, Mjerodavne temperature

## THE INFLUENCE OF THE TEMPERATURE REFERENCE PERIOD ON THE STRAINS IN PAVEMENT DESIGN

**Abstract:** The strains design in pavement structures depends on the influence of traffic load, climatic influences and the performance of each material used in the layers of the pavement structure. There are several software for strains design. DAMA software was used in this paper. The relevant temperatures, as one of the input parameters, are very important and they represent a parameter that is obtained for a period of 30 years. In this paper, pavement design for two different reference periods were analyzed: from 1981 to 2010 and from 1991 to 2020. year, for locations in Belgrade and Novi Sad. The calculation was made for the same flexible pavement structure. The obtained results showed that, with an increase in the reference temperature, the strains also increase, but by very small values. The expected pavement life, in terms of ESAL number, also decreases.

**Keywords:** Pavement structure, Strains, Meteorology, Temperature

## ■ PRIMENA SAVREMENIH GEODETSKIH METODA KOD IZRADE TOPOGRAFSKIH PODLOGA ZA POTREBE PROJEKTOVANJA I ODRŽAVANJA PUTEVA

**Momir Mitrović**, Preduzeće za geomatiku MapSoft, Beograd, **Željko Cvijetinić**, Građevinski fakultet, Univerzitet u Beogradu, **Igor Nedeljković**, Preduzeće za geomatiku MapSoft, Beograd

**Rezime:** Kvalitet i brzina izrade projekta puta i putne infrastrukture u velikoj meri zavisi od istražnih radova u koje ubrajamo i izradu topografskih podloga. Izrada ovih podloga može se značajno poboljšati ako se ima u vidu veliki napredak metoda za prostorno pozicioniranje i prikupljanje i obradu prostornih podataka. Najbolji rezultati se postižu kombinovanjem više metoda prikupljanja prostornih podataka. Optimalan izbor ovih metoda, kao i izbor optimalne tačnosti i nivoa detaljnosti (količine) podataka, predstavlja izazov kod izrade podloga za različite nivoe projektovanja. U radu je dat prikaz savremenih metoda prikupljanja podataka: aerofotogrametrija, LiDAR skeniranje iz vazduha, mobilno kartiranje otvorenih i zatvorenih prostora i terenske metode. Metode su analizirane u pogledu tačnosti, ekonomičnosti, prednosti i mana. Pored standardnih topografskih podloga, razmatrani su i produkti kao što su: oblak tačaka, 3D model i sferne fotografije, a posebno sa aspekta projektovanja korišćenjem CAD/BIM alata, praćenja radova kod izgradnje i izrade BIM/GIS ili Digital Twin modela za održavanje puteva i putne i saobraćajne infrastrukture.

**Ključne reči:** LiDAR, mobilno kartiranje, aerofotogrametrija, digitalno modeliranje terena, ortofoto, topografska podloga, geodezija

## APPLICATION OF MODERN GEODETIC METHODS IN THE PRODUCTION OF TOPOGRAPHIC PRODUCTS FOR THE ROAD DESIGN AND MAINTENANCE REQUIREMENTS

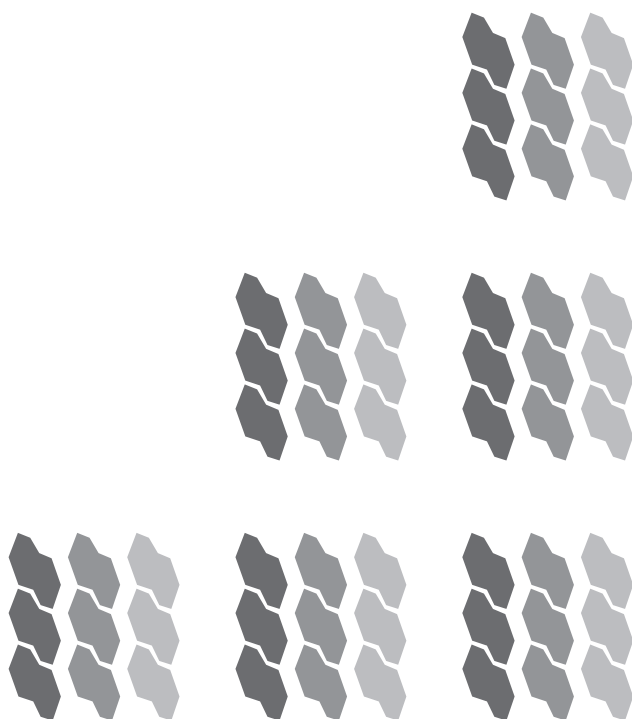
**Abstract:** The quality and speed of the construction of the roads and road infrastructure largely depends on the investigative works, which also include the production of topographical products. The production of these products can be significantly improved if one takes into account the great progress of methods for spatial positioning and the collection and processing of spatial data. The best results are achieved by combining several methods of spatial data collection. The optimal selection of these methods, as well as the choice of the optimal accuracy and level of detail (amount) of data, is a challenge when creating products for different levels of design. The paper presents modern methods of data collection: aerial photogrammetry, aerial LiDAR scanning, mobile mapping of exterior and interior spaces and field methods. The methods were analyzed in terms of accuracy, cost-effectiveness, advantages and disadvantages. In addition, standard topographic products such as point cloud, 3D model and spherical images were also considered, especially from the aspect of the design using CAD/BIM tools, monitoring construction works and creating BIM/GIS or Digital Twin models for the maintenance of roads and road and traffic infrastructure.

**Keywords:** LiDAR, mobile mapping, aerial photogrammetry, digital terrain modelling, orthophoto, topographic product, geodesy



# Управљање, грађење и одржавање путева

## Management, Construction and Maintenance of Roads and Structures







■ **ПРОБЛЕМИ КОД МАШИНСКЕ ИЗРАДЕ БЕТОНСКЕ РИГОЛЕ У АСФАЛТНОМ КОЛОВОЗУ (пример Изградња државног пута IB реда бр. 27 Лозница-Ваљево-Лазаревац, деоница Иверак-Лајковац)**

Милован Ђеранић, Коридори Србије доо

**Резиме:** Приликом изградње деонице аутопута, радови на одвођењу атмосферске воде са саобраћајнице се обично изводе пре израде асфалтних слојева. Најчешће се за одводњавање саобраћајница користе ивичњаци, сливници и шахтови. Због проблема са збијањем слојева насипа између шахта и сливника, проласка воде поред сливника ако није монтиран уз ивичњак, издигнутих или упуштених сливника, примена ових елемената одводњавања се показала као неефикасна. Зато се, као елементи одводњавања саобраћајнице, све више примењују риголе или ивичњаци са шахтовима који су смештени ван саобраћајнице у трапезна бетонска проширења тзв „нише“. Како се израда ових елемената за одводњавање воде са саобраћајнице изводи непосредно пре израде асфалтних слојева, због брзине рада, све више се примењује израда бетонских елемената машинским путем.

**Кључне речи:** Одводњавање, саобраћајница, шахт, сливник, ригола, проблеми

**PROBLEMS IN THE MACHINING OF CONCRETE GUTTERS IN ASPHALT ROADWAYS (Example Construction of state road IB row no. 27 Loznica-Valjevo-Lazarevac, section Iverak-Lajkovac)**

**Abstract:** During the construction of a section of highway, work on the runoff of atmospheric water from the road is usually carried out before the construction of asphalt layers. Curbs, gullies and manholes are most often used for road drainage. Mounted along the curb, raised or lowered gutters, the application of these drainage elements has proven to be ineffective. That is why gutters or curbs with manholes are increasingly being used as road drainage elements, which are placed outside the road in trapezoidal concrete extensions called “niches”. The production of these elements for drainage of water from the road is carried out immediately before the production of asphalt layers, due to the speed of work, the production of concrete elements by machine is increasingly used.

**Keywords:** Drainage, road, manhole, gully, gutter, problems

## ■ ANALIZA MOGUĆNOSTI POTPUNE ZAMENE BITUMENA U ASFALTNIM MEŠAVINAMA BIO-BITUMENOM SA ASPEKTA MASTIKSA

**Stefan Trifunović**, Braunschweig Pavement Engineering Center (ISBS), Technische Universität Braunschweig, Germany, **Johannes Büchner**, Braunschweig Pavement Engineering Center (ISBS), Technische Universität Braunschweig, Germany, **Michael P. Wistuba**, Braunschweig Pavement Engineering Center (ISBS), Technische Universität Braunschweig, Germany

**Rezime:** Sektor izgradnje puteva trenutno u potpunosti zavisi od eksploatacije fosilnih goriva, odnosno proizvodnje bitumena. U Evropi se godišnje potroši 10 miliona tona bitumena za izgradnju i održavanje fleksibilnih kolovoznih konstrukcija. Proizvodnja bitumena zahteva ogromne količine energije i vode. Za proizvodnju jedne tone bitumena potrebno je oko 1.000 litara vode i 15.000 kilovat-časova električne energije, što je ekvivalentno prosečnoj godišnjoj potrošnji električne energije domaćinstva u EU. Štaviše, sektor izgradnje puteva odgovoran je za većinu obimnih tokova otpada u EU. U 2020. godini, količina raspoloživog struganog asfalta narasla je na 85 miliona tona. Ovo istraživanje obuhvata ispitivanje mastiksa asfaltnih mešavina sa dodatkom 50%, 75% i 100% struganog asfalta spravljenih sa standardnim PmB bitumenom i bio-bitumenom. Analiza mogućnosti potpune zamene bitumena izvršena je na osnovu ispitivanja performansi mastiksa pri niskim i visokim temperaturama, kao i otpornosti na zamor.

**Ključne reči:** bio-bitumen, mastiks, Dynamic Shear Rheometer (DSR)

## ANALYSIS OF THE FEASIBILITY OF COMPLETE REPLACEMENT OF FOSSIL-BASED BITUMEN IN ASPHALT MIXTURES WITH BIO-BITUMEN FROM THE ASPECT OF MASTIC

**Abstract:** The road construction field is currently completely dependent on the exploitation of fossil fuels, i.e. the production of bitumen. In Europe, 10 million tons of bitumen are used annually for the construction and maintenance of flexible pavements. Bitumen production requires huge amounts of energy and water. The production of one ton of bitumen requires about 1,000 liters of water and 15,000 kilowatt-hours of electricity, which is equivalent to the average annual electricity consumption of a household in the EU. Furthermore, the road construction sector is responsible for most of the volume waste flows in the EU. In 2020, the available amount of reclaimed asphalt pavements has grown to 85 million tons. This research includes the testing of mastic of asphalt mixtures with high content of RAP, 50%, 75% and 100%, made with standard PmB bitumen and bio-bitumen. The analysis of the feasibility of complete replacement of fossil based bitumen was carried out based on testing mastic performance at low and high temperatures, as well as fatigue resistance.

**Keywords:** bio-bitumen, mastic, Dynamic Shear Rheometer (DSR)

## ■ UTILIZATION OF B-WIM DATA COLLECTED AT STOPANSKI DVOR

**Bajko Kulauzović**, Cestel d.o.o., Trzin, Slovenia, **Zoran Slamkov**, PESR, Skopje, R. of N. Macedonia, **Nexhat Bajrami**, PESR, Skopje, R. of N. Macedonia

**Abstract:** The key aim of the project led by The Public Enterprise for State Roads (PESR), overseeing the national road network in North Macedonia, was to conduct a comprehensive analysis of traffic, assess bridges, and demonstrate the system's capabilities. Furthermore, the project involved comparing current data with past measurements at the same locations. This comparison was part of a previous PESR initiative, focusing on determining Equivalent Single Axle Load (ESAL) information for the most heavily trafficked road sections in Macedonia. The goal was to aid in planning and programming maintenance treatments using the RAMS approach, ultimately establishing an average equivalency factor for each vehicle type. This paper seeks to highlight the diverse and significant applications of Weigh-in-Motion (WIM) data in informing crucial decisions for future road network maintenance and design, with a specific emphasis on realistic traffic loading factors.

**Keywords:** B-WIM, ESAL, RAMS, road network, loading factors

## ■ ZNAČAJ GEOPROSTORNIH BAZA PODATAKA U UPRAVLJANJU PUTNOM IMOVINOM

**Zoran Pešović**, Javno preduzeće "Putevi Srbije", **Marija Dotto**, Javno preduzeće "Putevi Srbije", **Ana Vučićević**, Javno preduzeće "Putevi Srbije"

**Rezime:** Kako bi se na optimalan i efikasan način planirala sredstva, pratile performanse puta i upravljalo putnom infrastrukturom neophodno je uspostavljanje adekvatnog sistema za prikupljanje, upravljanje i analizu podataka o putu i saobraćaju. Osnova za uspostavljanje sistema za upravljanje putnom imovinom (RAMS) su ažurne baze podataka o putnoj mreži i saobraćajno-tehničkim podacima o putu. Baza podataka kao osnova sistema za upravljanje putnom imovinom treba da sadrži prostornu prezentaciju podataka o putnoj mreži sa podacima o geometriji svakog putnog segmenta, putnom inventaru, funkcionalnim i strukturnim karakteristikama kolovoznih konstrukcija, podatke o saobraćaju, kao i podatke o ulaganjima u puteve. Baza podataka sa ažuriranim podacima je ključan alat za procenu vrednosti puteva i donošenje strateških odluka u vezi sa putnom infrastrukturuom. JP "Putevi Srbije" poseduje veliki broj specijalizovanih baza podataka koje redovno ažurira i koje predstavljaju osnovu za integraciju i uspostavljanje RAMS-a na nivou preduzeća.

**Ključne reči:** RAMS, baze podataka, GIS, mreža puteva

## THE IMPORTANCE OF GEOSPATIAL DATABASES IN ROAD ASSETS MANAGEMENT

**Abstract:** In order to optimally and efficiently plan resources, monitor road performance and manage road infrastructure, it is necessary to establish an adequate system for collecting, managing and analyzing data on pavement structures and traffic. The basis for the establishment of a road asset management system (RAMS) are up-to-date databases on the road network and traffic-technical data on the road. The database as the basis of the road asset management system should contain a spatial presentation of road network data with data on the geometry of each road segment, road inventory, functional and structural characteristics of pavement structures, traffic data, as well as data on road investments. A database with up-to-date roads is a key tool for evaluating road values and making strategic decisions about road infrastructure. PE Roads of Serbia has a large number of specialized databases that it regularly updates and which represent the basis for the integration and establishment of RAMS at the company level.

**Keywords:** RAMS, data bases, GIS, road network

## ■ USE OF REACTIVE MODIFIER FOR BITUMEN AND IMPROVEMENT OF ASPHALT MIXTURE PERFORMANCE

**Goran Mladenović**, University of Belgrade, Faculty of Civil Engineering, **Olivier Fleischel**, BASF Polyurethanes GmbH, Lemfoerde, Germany, **Aleksandar Đureković**, University of Belgrade, Faculty of Civil Engineering, **Felix Brueggemann**, BASF Polyurethanes GmbH, Lemfoerde, Germany

**Abstract:** Asphalt pavements are nowadays exposed to ever increasing axle loading and changing climate conditions that are primarily manifested in increasing temperatures. The need for improved performance has resulted in the increased use of modified bitumen and development and use of innovative materials that improve performance, particularly on high temperatures. In this study, a novel liquid, low-viscous reactive additive has been used for bitumen modification. The performance of typical asphalt mixture used for base layers on heavily trafficked roads and highways in Serbia with road bitumen B50/70 modified with 3% of an isocyanate-based additive has been compared to the performance of same mixture with PmB 45/80-65. The testing included water sensitivity, resistance to permanent deformation, stiffness and fatigue. The results obtained so far show at least comparable or slightly improved resistance to water and rutting of mixture with additive compared to mixture with PmB. The master curves indicate increased stiffness over the range of operational frequencies/temperatures, while at low temperatures the stiffness is comparable to mixture with PmB.

**Keywords:** Isocyanates, reactive modification, polymer modified bitumen (PmB), rutting, stiffness, fatigue

## ■ DEVELOPMENT OF A DECISION SUPPORT SYSTEM FRAMEWORK FOR CONSTRUCTION AND MAINTENANCE OF SUSTAINABLE ASPHALT PAVEMENTS

**Rosa Veropalumbo**, Department of Civil, Construction and Environmental Engineering, University Federico II of Naples, Italy, **Cristina Oreto**, Department of Civil, Construction and Environmental Engineering, University Federico II of Naples, Italy, **Francesca Russo**, Department of Civil, Construction and Environmental Engineering, University Federico II of Naples, Italy

**Abstract:** Cold asphalt pavement (CAP) is a sustainable road pavement maintenance technology for the operation and complete reuse of reclaimed asphalt pavement. Anyway, its application combined with other alternative secondary materials as the construction and demolition waste (CDW) to maximize circularity is still not applied due to poor knowledge of their multiple sustainability aspects, and how to integrate them into rational decision support systems for road maintenance operations when other mixtures made up of different type of alternative materials are used for binder layer. This study aims to systematically analyse 125 different intervention solutions with CAP combined with CDW for a base layer for the maintenance of a road superstructure in Southern Italy after the analysis of the pavement condition index (PCI) for the recognition of damages, and to identify the optimal one in order to reduce the environmental impact, the costs and increase the service life of the road superstructure. Life cycle analysis was performed to measure the ecotoxicity, damage for human life and resource consumption that, along with the mechanical performance of the pavement and the operational costs were used as decision criteria for the definition of the best solution through a multicriteria analysis.

**Keywords:** Asphalt mixture, performance, pavement conditions index, maintenance, sustainability

## ■ EMBEDDED SENSORS FOR PAVEMENT MONITORING: TECHNOLOGY REVIEW AND CHALLENGES

**Nemanja Nešković**, Stellenbosch University, Department of Civil Engineering,  
**Professor Kim J Jenkins**, Stellenbosch University, Department of Civil Engineering

**Abstract:** Over the years, various types of embedded sensing technologies have been used for monitoring engineering structures; however, the implementation in road infrastructure remains limited. The main setbacks of sensors gaining traction could be the prices of equipment, installation especially in live roads, and conditions the embedded network needs to sustain under traffic and environment. The temperature and pressure conditions during the construction of asphalt layers are a major consideration. In recent years there has been an increasing number of studies investigating possibilities of various embedding sensing technologies for pavement management. Conventional strain gauges, fibre optic sensors, as well as sensors based on piezoresistive, and piezoelectric effects are some of the most examined in research and pavement management systems. This paper intends to present a summary of technologies tested worldwide and notify the main challenges for wider implementation in pavement monitoring considering pavement specifics in comparison to other engineering structures.

**Keywords:** pavements, structural-health monitoring (SHM), strain gauges, thermocouples, fibre optic sensors, piezoelectric sensors, piezoresistive sensors



## ■ UTICAJ PETROGRAFSKOG SASTAVA ŠLJUNKA NA OTPORNOST NA DROBLJENJE I POSLEDIČNO NA SPRAVLJANJE BETONA I IZRADU ASFALTNIH MEŠAVINA

**Olivera Đokić**, Institut za puteve ad, Beograd, **Marko Nikolić**, Institut za puteve ad, Beograd, **Bojana Đokić**, Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu, **Miodrag Dančetović**, Institut za puteve ad, Beograd

**Rezime:** Prirodno nevezani agregati se u Srbiji tradicionalno koriste za spravljanje betona (B). Ukoliko se pojedine frakcije ovih agregata predrobe, potencijalno se mogu koristiti za izradu asfaltnih mešavina (AM). Uticaj petrografskog sastava agregata na ostale performanse bitnih karakteristika agregata je takav da direktno utiče da li će se ovaj potencijal ostvariti. U radu su ispitani petrografski sastavi prirodno nevezanih agregata poreklom iz reke Drine, Kolubare i Morave (Velike, Južne, Zapadne). Prikazani su i sastavi drobljenih prirodnih agregata iz reke Drine i Velike Morave. Ovim analizama pridodata su određena tehnička svojstva. Zaključeno je da agregati iz Drine i Kolubare imaju više krečnjaka, dijabaza i peridotita, a manje kvarcita i škrljaca u odnosu na agregate iz Južne Morave, pa su im otpornosti na drobljenje (LA) bolje. Velika Morava ima najviše kvarcita i gnajseva dobrih karakteristika drobljivosti. Zbog toga se agregati iz Drine i Kolubare i potencijalno Velike Morave mogu koristiti, osim za spravljanje betona i za izradu asfaltnih mešavina, za razliku od agregata iz Južne i Zapadne Morave koji, iako se predrobe, ostaju u domenu upotrebe za spravljanje betona.

**Ključne reči:** rečni agregati, LA, tehnička svojstva, B, AM

## THE INFLUENCE OF THE PETROGRAPHIC COMPOSITION OF GRAVEL ON RESISTANCE TO FRAGMENTATION AND CONSEQUENTLY ON THE MAKING OF CONCRETE AND THE PRODUCTION OF ASPHALT MIXTURES

**Abstract:** Naturally unbound aggregates are traditionally used in Serbia to make concrete (B). If specific fractions of these aggregates are crushed, they can potentially be used to produce asphalt mixtures (AM). The impact of the petrographic composition of the aggregate on other performances of the essential characteristics of the aggregate is such that it directly affects whether this potential will be realised. The paper examines the petrographic compositions of naturally unbound aggregates from the Drina, Kolubara, and Morava rivers (Velika, Južna, Zapadna). Compositions of crushed natural aggregates from the Drina and Velika Morava rivers are also presented. Specific technical features have been added to these analyses. It was concluded that the aggregates from Drina and Kolubara have more limestone, diabase, and peridotite and less quartzite and schist than those from Južna Morava river, so their resistance to crushing (LA) is better. Velika Morava has the most quartzites and gneisses and is well resistant to fragmentation. That is why aggregates from Drina and Kolubara and potentially from Velika Morava can be used, except for making concrete and for making asphalt mixtures, unlike aggregates from Južna and Zapadna Morava, which, although they are processed, remain in the domain of use for making concrete.

**Keywords:** river aggregates, LA, technical properties, B, AM

## ■ SPECIFIČNOSTI IZVOĐENJA ASFALTNIH RADOVA NA REKONSTRUKCIJI POLETNO-SLETNE STAZE AERODROMA „NIKOLA TESLA“ – BEOGRAD

**Branislav Krsmanović**, NEO AERODROMES ENGINEERING Beograd, **Saša Bodiroga**, NEO AERODROMES ENGINEERING Beograd, **Nikola Ivović**, NEO AERODROMES ENGINEERING Beograd

**Rezime:** Rekonstrukcija Poletno-slete staze (PSS) na aerodromu koji je u punom operativom stanju, kao što je to slučaj na Aerodromu „NIKOLA TESLA Beograd“, predstavlja ozbiljan izvođački zadatak. Izvođenje asfaltnih radova predstavlja krunu svih radova. Dobar asfaltni zastor predstavlja lice PSS i utiče na organizaciju i bezbednost vazdušnih operacija. Međutim, usklađivanje zahteva iz projekta sa mogućnostima Izvođača asfaltnih radova je složen organizacioni i tehnički proces, koji je uspešno proveden na rekonstrukciji Glavne PSS.

**Кljučне речи:** Kolovozna konstrukcija (KK), Asfaltni zastor, Fleksibilna i kruta KK, Asfaltni slojevi, Poletno sletna staza (PSS)

## AIRPORT SPECIFICITY OF ASPHALT WORKS IN RECONSTRUCTION OF BELGRADE RUNWAY

**Abstract:** Reconstruction of Main Runway of airport which is in full operation stage, as it was on Airport „Nikola Tesla Beograd“ is serious contractor task. Performing of asphalt works represents the crown of all works. Good quality of asphalt pavement represents the face of runway and have influence to organization and security of flying operations. But, matching of demands from Design with the contractors possibilities is complexed organization and technical problem and process, which was successfully conducted within the reconstruction of Main Runway.

**Keywords:** pavement construction (kk), asphalt pavement, flexible and rigid pavement, asphalt layers

## ■ ИЗАЗОВИ ПРЕД УПРАВЉАЧЕМ ОПШТИНСКИХ ПУТЕВА И УЛИЦА

**Јелена Кртенић**, ЈП „Путеви Београда“, **Александар Милентијевић**, ЈП „Путеви Београда“, **Џафер Џафербеговић**, ЈП „Путеви Београда“, **Валбона Самарџија**, ЈП „Путеви Београда“

**Резиме:** У складу са прописима јавни путеви се деле на државне путеве и општинске путеве и улице, за које су надлежни органи за послове саобраћаја министарство, односно јединице локалне самоуправе, односно управљачи државних путева и управљачи општинских путева и улица. Узимајући у обзир чињеницу да око 50% укупне мреже јавних путева чине општински путеви и улице, одлуке јединице локалне самоуправе и управљача општинских путева и улица су значајне, а коначно и кроз допринос безбедности саобраћаја.

Тема овог рада ће бити приказ специфичности у раду управљача општинских путева и улица, пре свега из разлога што је понуда постојеће путне инфраструктуре, односно мрежа саобраћајница у урбаним насељима наслеђена, у одређеном проценту недовољне пропусне моћи, непланска и функционално нерационална, те су стога већи изазови у реконструкцији, рехабилитацији, одржавању, заштити и модернизацији главних потеза у већим урбаним насељима.

У граду Београду се општине, узимајући њихове географске положаје у простору и величину, мрежу путева из надлежности, навике становништва, њихове садржаје, врсте саобраћаја и саобраћајних средстава, број и положај државних путева који кроз њих пролазе, недовољан број паркинга места, зоне школа, јавни превоз, процентуално веће учешће пешака и бициклиста и др., као и одлуке које доносе, у великој мери се разликују од општине до општине.

Такође, у раду ће бити дат осврт на прописе, проблеме у примени, као и предлоге за унапређење истих.

**Кључне речи:** управљач општинских путева и улица, пут, саобраћајна сигнализација

## CHALLENGES BEFORE THE PUBLIC ENTERPRISE OF MUNICIPAL ROADS AND STREETS

**Abstract:** In accordance with the regulations, public roads are divided into state roads and municipal roads and streets, for which the competent authorities for traffic affairs are the ministry, i.e. local self-government units, i.e. state road managers and municipal road and street managers. Considering the fact, that about 50% of the total network of public roads are municipal roads and streets, the decisions of the local self-government unit and the manager of municipal roads and streets are significant, and finally as a contribution to traffic safety.

The topic of this work will be a presentation of the specifics and challenges in the management, construction and maintenance of municipal roads and streets before the management of municipal roads and streets. The offer of existing road infrastructure, i.e. the road network in urban settlements is inherited, which in a certain percentage has insufficient capacity, unplanned and functionally irrational, and therefore there

are greater challenges in the reconstruction, rehabilitation, maintenance, protection and modernization of the main roads in urban settlements.

In the city of Belgrade, municipalities, taking into account their geographic position in space and size and type the network of roads within their jurisdiction, the habits of the population, the contents that make it up, the types of traffic and means of transport, the number and position of state roads that pass through them, insufficient number of parking spaces, school zones, public transport, the percentage of pedestrians and cyclist, etc., as well as the decisions they make, differ greatly from municipality to municipality and affect traffic safety.

Also, the paper will review the regulations, problems in implementation, as well as proposals for their improvement.

**Keywords:** management of municipal roads and streets, road, traffic signals

## ■ **MOGUĆNOSTI PRIMENE INSAR TEHNOLOGIJE ZA DALJINSKU DETEKCIJU DEFORMACIJE GEOMETRIJE PUTA**

**Nikola Milovanović**, Građevinski fakultet Univerzitet u Beogradu, **Dejan Gavran**, Građevinski fakultet Univerzitet u Beogradu, **Goran Mladenović**, Građevinski fakultet Univerzitet u Beogradu, **Sanja Fric**, Građevinski fakultet Univerzitet u Beogradu, **Vladan Ilić**, Građevinski fakultet Univerzitet u Beogradu, **Filip Trpčevski**, Građevinski fakultet Univerzitet u Beogradu, **Stefan Vranjevac**, Građevinski fakultet Univerzitet u Beogradu, **Miloš Lukić**, Građevinski fakultet Univerzitet u Beogradu

**Rezime:** Primena satelitskih snimaka za daljinsku detekciju pomeranja zemljine kore prisutna je u naučnoj literaturi već više od dve decenije. Analiza je pokazala da takođe postoji mogućnost primene InSAR tehnologije, odnosno interferometrijskog radara sa sintetičkom blendom za ranu detekciju geodinamičkih procesa. Porastom broja javnih i komercijalnih satelita u Zemljinoj orbiti, dostupnost i učestalost prikupljanja potrebnih podataka značajno su porasli poslednjih godina. Sada je moguće prikupiti podatke u vremenskim rasponima od svega nekoliko dana za svaku tačku na površini zemljine kore. Praćenje pomeranja infrastrukturnih objekata tradicionalnim geodetskim metodama je izuzetno skup i neefikasan proces. Sa druge strane, potreba za detekcijom i eventualnom predikcijom i prevencijom geoloških procesa u pojasu putne ili železničke infrastrukture nije upitna. Naučna saznanja u oblasti InSAR tehnologije dostigla su zrelost koja opravdava njenu potencijalnu primenu u infrastrukturi. U okviru ovog rada napravljen je pregled uspešnih primena ove savremene tehnologije u saobraćajnoj infrastrukturi, kao i pregled različitih metoda prostorne i vremenske obrade interferometrijskih podataka. Konačno, izvršena je analiza pomeranja karakterističnih deonica državnih puteva u Srbiji.

**Ključne reči:** InSAR, deformacija, daljinska detekcija, interferometrija

## **APPLICATION OF INSAR FOR REMOTE DETECTION OF ROAD GEOMETRY DEFORMATION**

**Abstract:** The application of satellite images for remote detection of earth's surface movement has been present in the scientific literature for more than two decades. The analysis showed that there is also the possibility of applying InSAR technology for early detection of geodynamic processes. With the increase in the number of public and commercial satellites in Earth's orbit, the availability and frequency of collecting the necessary data has increased significantly in recent years. It is now possible to collect data in time spans of just a few days for every point on the surface of the earth. Monitoring the movement of infrastructure objects using traditional geodetic methods is an extremely expensive and inefficient process. On the other hand, the need for detection and eventual prediction and prevention of geological processes in the road or railway infrastructure is not in doubt. Scientific knowledge in the field of InSAR technology has reached a maturity that justifies its potential application in infrastructure. Within this paper, an overview of successful applications of this modern technology in traffic infrastructure was made, as well as an overview of

different methods of spatial and temporal processing of interferometric data. Finally, an analysis of the displacement of characteristic sections of state roads in Serbia was carried out.

**Keywords:** InSAR, deformation, remote sensing, interferometry

## ■ USE OF BRIDGE WEIGH-IN-MOTION DATA: A CASE STUDY OF THE REPUBLIC OF SERBIA

**Martin Hauptman**, Cestel, Slovenia, **Miloš Milosavljević**, PE Roads of Serbia

**Abstract:** In 2020, bridge weigh-in-motion technology was successfully implemented in the Republic of Serbia as part of the project led by the Public Enterprise Roads of Serbia and the World Bank, where short-term weigh-in-motion measurements were conducted across the Serbian road network. An overview of the project and the data gathered will be presented in the article, as well as possible future uses of bridge WIM systems as part of the larger strategy of infrastructure management. These uses include bridge analysis, monitoring of exceptional transports, use of WIM data in road design and the use of WIM system in preselection. Slovenia will be used as a point of reference where the bridge WIM system has been used for more than 20 years.

**Keywords:** infrastructure management, weigh-in-motion, bridges

## ■ ЕВАЛУАЦИЈА ПОДУЖНЕ РАВНОСТИ КОЛОВОЗА ПРИМЕНОМ ОБЛАКА ТАЧАКА ДОБИЈЕНИХ МОБИЛНИМ ЛИДАР СИСТЕМОМ

**Милош Бороња**, Грађевински факултет, Универзитет у Београду, **Никола Миловановић**, Грађевински факултет, Универзитет у Београду, **Милена Милојевић**, Геопут Д.О.О., сектор Геоделта, Београд, **Горан Младеновић**, Грађевински факултет, Универзитет у Београду

**Резиме:** Услед интензивирање градње путних објеката као и растућег саобраћајног оптерећења на путним правцима у експлоатацији долази до све веће потребе за модернизованим методама мерења равности коловоза за потребе система за управљање одржавањем путева – PMS (Pavement Management System), олакшаног увида у стање постојећих саобраћајница као и за мониторинг равности током извођења радова. Као један од најзначајнијих показатеља стања коловозне конструкције намеће се индекс подужне равности коловоза – IRI, светски признат стандард који је увела светска банка 1986. Снимање подужне равности на нивоу путне мреже захтева скупу опрему лимитираних могућности, док локализовано, односно ручно снимање захтева изузетне напоре у погледу времена и радне снаге и проблематично је са аспекта безбедности. Мобилно лидар скенирање – MLS је модерна, временски ефикасна технологија која омогућава масовно прикупљање просторних података изузетне прецизности. У модерној инжењерској пракси, све чешће су присутни облаци тачака добијени даљинском детекцијом, фотограметријом или мобилним лидар скенирањем. Овакви облаци тачака могу се користити у различите сврхе, међутим њихова примена у евалуацији стања коловоза је и даље недовољно истражена. У оквиру овог рада дат је преглед примена наведене технологије и извршена је анализа подужне равности карактеристичне деонице градске саобраћајнице у Београду.

**Кључне речи:** PMS, IRI, MLS, коловоз, облак тачака

## EVALUATION OF ROAD ROUGHNESS USING POINT CLOUDS OBTAINED BY MOBILE LIDAR SYSTEM

**Abstract:** Due to the intensified construction of road facilities as well as the growing traffic load on road routes in use, there is a growing need for modernized methods of measuring road conditions for the needs of Pavement management system – PMS, easier insight into the condition of existing roads as well as for monitoring of roughness during the execution of works. As one of the most significant indicators of the condition of the roadway structure, the roadway International Roughness Index - IRI, is a globally recognized standard introduced by the World Bank in 1986. Longitudinal flatness recording at the level of the road network requires expensive equipment with limited capabilities, while localized, i.e. manual recording requires exceptional efforts in terms of time and manpower and it is problematic from the aspect of safety. Mobile LiDAR scanning - MLS is a modern, time-efficient technology that enables mass collection of spatial data with exceptional accuracy. In modern



engineering practice, point clouds obtained by remote sensing, photogrammetry or mobile LiDAR scanning are increasingly present. Such point clouds can be used for various purposes, however their application in pavement condition evaluation is still insufficiently researched. As part of this paper, an overview of the application of the mentioned technology was given and an analysis of the longitudinal roughness of a characteristic section of the city road in Belgrade was performed.

**Keywords:** PMS, IRI, MLS, pavement, point cloud

## ■ PRIMENA ASFALTNE MEŠAVINE AC DUOPAVE 16 ZA IZRADU KOLOVOZNIH ZASTORA

**Uroš Tatić**, Institut za puteve AD, Beograd, **Jovan Mladenović**, Institut za puteve AD, Beograd

**Rezime:** Veliki deo putne mreže svake zemlje čine saobraćajnice sa srednjim saobraćajnim opterećenjem za čije održavanje su potrebna značajna ulaganja. Ovo je podstaklo razvoj novih asfaltnih mešavina, poboljšanih performansi u pogledu trajnosti, održivosti i ekonomičnosti. Celulozna vlakna se koriste za poboljšanje svojstava asfaltnih kolovoznih zastora u Srbiji više od dvadeset godina, prvenstveno u mešavinama tipa skeletni mastiks asfalt (SMA) na saobraćajnicama sa teškim saobraćajnim opterećenjem. U radu su prikazana laboratorijska ispitivanja mogućnosti primene asfaltna mešavina AC DUOPAVE 16 sa dodatkom celuloznih vlakana za izradu jednoslojne asfaltna kolovozne konstrukcije koja ima ulogu nosećeg i habajućeg sloja na saobraćajnicama sa srednjim saobraćajnim opterećenjem. Ispitane su fizičko-mehaničke i dinamičke karakteristike asfaltna mešavina upravljane od drobljenog kamenog agregata eruptivnog porekla, bitumena B 50/70, uz dodatak celuloznih vlakana VIATOP premium. Prikazana laboratorijska ispitivanja su osnova za izradu probne deonice, kao i ispitivanje performansi i mogućnosti primene ove vrste asfaltnog zastora u našoj zemlji.

**Ključne reči:** asfaltna mešavina, celulozna vlakna, AC DUOPAVE 16, VIATOP premium, fizičko-mehaničke karakteristike, dinamičke karakteristike

## APPLICATION OF ASPHALT MIXTURE AC DUOPAVE 16 FOR THE CONSTRUCTION OF ROAD PAVEMENTS

**Abstract:** A significant portion of the road network in every country consists of roads with medium traffic loads, requiring significant investment for maintenance. This has prompted the development of new asphalt mixtures with improved performance in terms of durability, sustainability, and cost-effectiveness. Cellulose fibers have been used to enhance the properties of asphalt pavements in Serbia for more than twenty years, primarily in mixtures such as Stone Mastic Asphalt (SMA) on roads with heavy traffic loads. This paper presents laboratory testing on the feasibility of using the AC DUOPAVE 16 asphalt mixture with added cellulose fibers to create a single-layer asphalt pavement structure serving as both the base and wearing course on roads with medium traffic loads. The physical-mechanical and dynamic characteristics of the asphalt mixture, made from crushed stone aggregate of volcanic origin and bitumen B 50/70 with the addition of VIATOP premium cellulose fibers, were examined. The laboratory tests presented serve as the basis for constructing a test section and assessing the performance and feasibility of applying this type of asphalt pavement in our country.

**Keywords:** Asphalt mixtures, cellulose fibers, AC DUOPAVE 16, VIATOP premium, physical-mechanical characteristics, dynamic characteristics

## ■ MOTORWAY SPEED LIMITS AS A FUNCTION OF CLIMATE CHANGE

**Franci Šoba**, DRI upravljanje investicij, d.o.o., Slovenia

**Abstract:** This paper presents an analytical model of the impact of vehicle speed on time and energy consumption and consequently on GHG emissions. Using a practical example of a single vehicle at different motorway speeds, the model is used to analyse the impact of speed on time and energy consumption and the impact of the vehicle on the environment in terms of climate change. The model inputs are the technical elements of the road, a passenger vehicle with different types of propulsion (petrol, electric), different speed limits on the motorway (from 100 to 150 km/h) and values for time, fuel, and CO<sub>2</sub>. The results of the model are compared with the calculations for the motorway network with actual traffic data using the Opcost software tool, which allows detailed calculation of direct and external user costs for road infrastructure projects. All the results of the user cost calculations are shown for the whole year and in detail by cost type and unit per vehicle and per kilometre for all the scenarios considered.

**Keywords:** motorway, climate change, speed limits, Opcost software tool, user costs

## ■ SISTEM UPRAVLJANJA INFRASTRUKTUROM AUTOPUTEVA U SLOVENIJI

**Mitja Jurgele**, DRI upravljanje investicij, d.o.o., Slovenija

**Rezime:** U članku je predstavljen sistem upravljanja infrastrukturom autoputeva u Sloveniji. Taj sistem koristimo za organizaciju i izvođenje investicionog održavanja autoputeva. Sistem se sastoji od aktivnosti prikupljanja i skladištenja podataka, kao i od aktivnosti donošenja odluka. Primenjuje se na utvrđivanje stanja i trendova promene infrastrukture, kao i za planiranje izvođenja radova na obnovi na nivou celokupne mreže autoputeva.

Jedan od glavnih rezultata rada sistema je kontinuirani plan mera za obnovu, koji se ažurira na godišnjem nivou i koji je osnov za planiranje mera na infrastrukturnim elementima i opremi. Plan predstavlja osnov za dodeljivanje potrebnih kratkoročnih i srednjoročnih finansijskih sredstava.

Radi lakšeg rada, infrastrukturu autoputeva delimo na pojedinačne sklopove. U prvoj fazi pripreme plana potrebe infrastrukture određujemo zasebno prema pojedinačnim sklopovima. Ti sklopovi su kolovozi, mostovi, tuneli, geotehnički objekti, odvodnjavanje i ostala oprema, elektromašinska oprema u tunelima, saobraćajna oprema i odmorišta. U drugoj fazi na osnovu evidentiranih potreba pojedinačnih sklopova infrastrukture vršimo međuresorno usklađivanje. Pomoću njega usklađujemo vreme izvođenja radova na obnovi određenih delova infrastrukture na istim lokacijama. Time izbegavamo zatvaranja saobraćaja na istim deonicama autoputa tokom uzastopnih godina.

U sklopu razvoja sistema razvili smo i alate za skladištenje i prikaz podataka, metodologije za praćenje stanja, ekspertske sisteme za upravljanje kolovozom (PMS-DARS), mostovima (BMS-DARS) i elektromašinskom opremom (ESO-MS-DARS) i formirali ekspertske grupe, koje su dodatna pomoć prilikom odlučivanja..

**Ključne reči:** infrastruktura autoputeva, ekspertske sisteme za upravljanje, kontinuirani plan mera

## MANAGEMENT SYSTEM FOR HIGHWAY INFRASTRUCTURE IN SLOVENIA

**Abstract:** This article presents the system for managing motorway infrastructure in Slovenia. The system comprises data collection, storage activities, and decision-making processes. It is used to determine the condition and trends of infrastructure changes and plan renovation works across the entire motorway network.

One of the main results of the system's work is a continuous plan of measures for renewal, which is updated annually and serves as the basis for planning measures on infrastructure elements and equipment. The plan provides the basis for allocating the necessary short-term and medium-term financial resources.

For easier operation, we divide the motorway infrastructure into individual components. In the first phase of preparing the plan, we determine the infrastructure needs separately for each individual component. These components include pavements, bridges, tunnels, geotechnical structures, drainage, electromechanical equipment in tunnels, traffic equipment, and rest areas. In the second phase, based on the identified needs

of individual infrastructure components, we carry out interdepartmental coordination. Through this coordination, we synchronize the timing of renovation works on certain parts of the infrastructure at the same locations. This helps us avoid traffic closures on the same sections of the motorway during consecutive years.

As part of system development, we have also developed tools for data storage and display, methodologies for monitoring conditions, expert systems for managing pavements (PMS-DARS), bridges (BMS-DARS), and electromechanical equipment (ESO-MS-DARS), and formed expert groups, which provide additional assistance in decision-making.

**Keywords:** motorway infrastructure, expert management systems, continuous plan of measures for renewal

# ITS и нове технологије у саобраћају

## ITS and New Technologies in Transport





## ■ ПРИМЕНА HCM МОДЕЛА УТВРЂИВАЊА НИВОА УСЛУГЕ НА „МОРАВСКОМ КОРИДОРУ“

Александар Цанић, ЈП Путеви Србије

**Резиме:** На новоотвореној деоници „Моравског коридора“ сектор 1 (НС Појате – НС Кошеви) инсталирано је 7 бројача саобраћаја који континуално, у реалном времену, врше прикупљање података о протоку возила у оба смера. Прикупљени подаци о протоку прослеђују се ка Систему за мониторинг нивоа услуге на ауто-путу, где се обрађују по међународно признатој HCM-овој методологији и у реалном времену добија се информација о тренутној густини тока на појединим деоницама, односно стању саобраћајног тока на тим деоницама и као такав Систем може да детектује интензивнији саобраћај, колону возила, загушење итд. Са друге стране коришћењем измењиве саобраћајне сигнализације и покретањем одговарајућих саобраћајних сценарија, та информација се прослеђује ка корисницима пута. Такође, информација о повећаном интензитету саобраћаја, односно колони возила, може бити прослеђена и одговарајућим наплатним станицама како би се њихове посаде благовремено припремиле, али и управи саобраћајне полиције, односно сектору за ванредне ситуације.

**Кључне речи:** ITS, HCM, проток саобраћаја, густина тока, колона возила

### APPLICATION OF THE HCM MODEL FOR DETERMINING THE LEVEL OF SERVICE ON THE “MORAVIAN CORRIDOR”

**Abstract:** On the newly opened section of the “Moravian Corridor” sector 1 (NS Pojate - NS Koševi), 7 traffic counters have been installed that continuously, in real time, collect data on the flow of vehicles in both directions. The collected flow data is forwarded to the Highway Service Level Monitoring System, where it is processed according to the internationally recognized HCM methodology, and real-time information is obtained on the current flow density on certain sections, i.e. the state of the traffic flow on those sections and as such, the System can detect more intense traffic, a line of vehicles, congestion, etc. On the other hand, by using changeable traffic signals and starting appropriate traffic scenarios, that information is forwarded to road users. Also, information about the increased intensity of traffic, that is, the convoy of vehicles, can be forwarded to the corresponding toll stations so that their crews can be prepared in a timely manner, as well as to the traffic police administration, that is, the department for emergency situations.

**Keywords:** ITS, HCM, traffic flow, flow density, vehicle queue



## ■ DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF DATA-DRIVEN TOOLS FOR ENHANCING TRAFFIC SIGNAL MANAGEMENT EFFICIENCY: CASE STUDIES FROM PENNSYLVANIA AND OHIO - 009-T4-0126

**Nemanja Dobrota**, Kittelson and Associates, Inc. USA, **Burak Cesme**, Kittelson and Associates, Inc. USA

**Abstract:** Efficient traffic signal management is crucial for smooth traffic flow and congestion reduction. We present two studies addressing key challenges faced by transportation agencies. Firstly, we developed a Traffic Signal Systems Solutions Toolbox, by integrating various data sources to recommend signal control strategies tailored to corridor conditions and agency constraints. Applied in the Commonwealth of Pennsylvania, USA, the developed toolbox improved signal system selection processes. Secondly, we propose a data-driven prioritization method for signal retiming projects, by considering various factors such as delay, travel time reliability, traffic volume, and years since the last retiming effort. Applied in the State of Ohio, USA, our approach effectively identified corridors for retiming, leading to significant improvements. These studies highlight the importance of data-driven approaches in traffic signal management, enabling agencies to enhance operational efficiency and overall traffic flow.

**Keywords:** traffic signal systems, probe vehicle data, decision-making, delay

## RAZVOJ I IMPLEMENTACIJA ALATA ZA POVEĆANJE EFIKASNOSTI UPRAVLJANJA SVETLOSOM SIGNALIZACIJOM: STUDIJE SLUČAJA IZ PENSILVANIJE I OHAJA

**Rezime:** Efikasno upravljanje svetlosnom signalizacijom je ključno za optimalno upravljanje saobraćajnim tokovima i smanjene vremenskih gubitaka. U ovom radu su predstavljene dve studije koje se bave ključnim izazovima sa kojima se suočavaju transportne agencije. Prva studija se odnosi na razvoj aplikacije koja ima za cilj da preporuči strategije rada svetlosnih signala a u zavisnosti od karakteristika mreže i ograničenjima agencije koja upravlja signalima. Razvijena aplikacija je primenjena u Komonveltu Pensilvanija, u Sjedinjenim Američkim Državama (SAD). Pokazano je da je razvijena aplikacija poboljšala procese odabira signalnog sistema. U drugoj studiji je predložen metod za određivanja prioriteta za noveliranje signalnih planova koji je zasnovan na vremenskim gubicima, pouzdanosti vremena putovanja, protoku saobraćaja i proteklom vremenu od poslednjeg noveliranja signalnih planova. Primenjen u državi Ohajo, SAD, predloženi pristup je efikasno identifikovao koridore za noveliranje signalnih planova, što je dovelo do značajnih poboljšanja u samom procesu alokacije resursa unutar agencije. Ove studije naglašavaju važnost sistematičnog pristupa zasnovanog na podacima u upravljanju svetlosnom signalizacijom sa ciljem poboljšavanja efikasnosti realizacije saobraćajnog procesa na transportnim mrežama.

**Ključne reči:** sistemi svetlosne signalizacije, podaci iz komercijalnih vozila, sistemi donošenja odluka, vremenski gubici

## ■ KONCEPT IZMENJIVE SAOBRAĆAJNE SIGNALIZACIJE U FUNKCIJI INFORMISANJA KORISNIKA

**Stamenka Stanković**, Saobraćajni fakultet, Univerzitet u Beogradu, **Nikola Čelar**, Saobraćajni fakultet, Univerzitet u Beogradu, **Jelena Kajalić**, Saobraćajni fakultet, Univerzitet u Beogradu

**Rezime:** Informisanje korisnika saobraćajnog sistema predstavlja jednu od tri glavne funkcije upravljanja saobraćajem putem ITS-a. Ovom funkcijom se u realnom vremenu pružaju informacije o stanju i uslovima u saobraćajnom toku, izmenama režima saobraćaja i uslovima na putu i okruženju. Informacije se korisnicima distribuiraju na dva načina, sredstvima javnog informisanja i saobraćajnom signalizacijom sa izmenjivim sadržajem poruka (VMS). VMS sadrži tekst, saobraćajne znakove i piktograme sa ciljem informisanja i skretanja pažnje učesnika u saobraćaju na trenutne i/ili predstojeće događaje u saobraćajnom toku. U ovom radu je prikazan jedan od koncepata standardizacije strukture i sadržaja VMS-a koji u odnosu na aktuelnu domaću praksu obezbeđuje veći stepen mogućnosti prilikom informisanja korisnika.

**Ključne reči:** ITS, informisanje korisnika, VMS

## THE CONCEPT OF VARIABLE MESSAGE SIGNS IN THE FUNCTION OF USER INFORMATION

**Abstract:** Informing users of the traffic system is one of the three main functions of traffic management through ITS. This function provides real-time information on the traffic flow state and conditions, changes in traffic regimes and road and environmental conditions. Information is distributed to users in two ways, using public information and variable message signs (VMS). VMS contains text, traffic signs and pictograms intending to inform and draw the attention of road users to current and/or upcoming events in the traffic flow. This paper presents one of the concepts of standardization of the structure and content of the VMS, which provides a greater degree of possibilities when informing users compared to the current domestic practice.

**Keywords:** ITS, traffic information, VMS

## ■ STRUKTURA UPRAVLJAČKIH MERA U ODNOSU NA HIJERARHIJU ELEMENATA AUTOPUTA

**Nikola Čelar**, Saobraćajni fakultet, Univerzitet u Beogradu, **Stamenka Stanković**, Saobraćajni fakultet, Univerzitet u Beogradu, **Jelena Kajalić**, Saobraćajni fakultet, Univerzitet u Beogradu

**Rezime:** Osnovne funkcije upravljanja saobraćajem putem ITS-a obuhvataju informisanje korisnika, upravljanje saobraćajnim tokovima, vođenje tokova i kontrolu pristupa. Putna mreža najvišeg ranga sastoji se od različitih elemenata od kojih svaki zahteva primenu odgovarajućih upravljačkih funkcija i mera a shodno tome i različitu ITS opremu. U tom smislu, upravljačke mere i stepen opreme je potrebno prilagoditi saobraćajnim zahtevima i specifičnim karakteristikama različitih elemenata mreže. Harmonizacija arhitekture upravljačkog sistema pojednostavljuje operativnu implementaciju upravljačkih mera i akcija. S druge strane, na ovaj način se obezbeđuje da korisnici sistema percipiraju uticaj mera na ujednačen i dosledan način, tako što se iste upravljačke akcije realizuju u istim ili sličnim situacijama. U radu je prikazana strukturalna veza između upravljačkih funkcija, odgovarajućih mera i neophodnog nivoa opreme u odnosu na definisane elemente mreže.

**Ključne reči:** ITS, upravljačke mere, elementi autoputa

## TRAFFIC CONTROL MEASURES STRUCTURE ACORDING TO THE HIERARCHY OF HIGHWAY ELEMENTS

**Abstract:** The basic functions of ITS encompass user information, traffic management, route guidance, and access control. The highest-level road network consists of various elements, each requiring the application of appropriate management functions and measures, consequently necessitating different ITS equipment. Traffic management measures and the level of equipment need to be tailored to traffic demands and the specific characteristics of different network elements. Harmonizing the architecture of the management system simplifies the operational implementation of management measures and actions. Additionally, this ensures that system users perceive the impact of measures in a uniform and consistent manner, by implementing the same management actions in identical or similar situations. The paper illustrates the structural relationship between management functions, corresponding measures, and the necessary level of equipment concerning defined network elements.

**Keywords:** ITS, traffic management measures, highway elements

## ■ METODOLOGIJA ZA EVALUACIJU UTICAJA AUTONOMNIH VOZILA NA SAOBRAĆAJNI SISTEM

**Milan Knežević**, Univerzitet u Pitsburgu, SAD, **Slavica Gavrić**, Univerzitet u Pitsburgu, SAD, **Aleksandar Stevanović**, Univerzitet u Pitsburgu, SAD,

**Rezime:** Razvoj autonomnih vozila (AV) obećava poboljšanje efikasnosti saobraćaja, bezbednosti i uopšte kvaliteta života. Međutim, očekuje se da će prelazak sa konvencionalnih vozila i automatizovana vozila biti dugotrajan proces. Od suštinskog značaja je proceniti efekte AV na saobraćajni sistem tokom ovog tranzicionog perioda. Ova evaluacija je neophodna kako bi se sprovele preventivne mere u razvoju AV, koje mogu pomoći da se ublaže potencijalni budući problemi. U okviru ove studije, predložili smo metodologiju za evaluaciju uticaja AV na saobraćajni sistem i životnu sredinu. Koristili smo set metoda i performansi prilagođenih toj svrsi. Procena uticaja AV na saobraćajni sistem ne samo da koristi istraživačima, proizvođačima AV-a i agencijama za transport, već takođe pomaže i različitim nivoima vlasti u donošenju odluka.

**Ključne reči:** evaluacija uticaja autonomnih vozila, metodologija, simulacija

## METHODOLOGY FOR EVALUATION OF THE IMPACT OF HIGHLY AUTOMATED VEHICLES ON TRANSPORTATION SYSTEM

**Abstract:** Highly Autonomous Vehicles (HAV) development holds the promise of enhancing traffic efficiency, safety, and overall quality of life. Nevertheless, the transition from conventional traffic flow to and automated traffic flow is expected to be a long process. It is crucial to assess the effects of HAV on transportation systems during this transitional period. This evaluation is necessary to implement proactive measures in the development of HAV, helping to mitigate potential future issues. In this study, we have developed a methodology for evaluating the impact of HAV on the transportation system and the environment. We have employed a set of methods and performance measures tailored for this purpose. Assessing the impact of HAV on the transportation system not only benefits researchers, HAV manufacturers, and transportation agencies but also aids government entities in making well-informed decisions.

**Keywords:** highly automated vehicles, methodology, simulation

## ■ REGULATORY CHALLENGES IN THE IMPLEMENTATION OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES IN THE CONTEXT OF CONNECTED AND AUTONOMOUS VEHICLES

**Aleksandra Kostić Ljubisavljević**, Saobraćajni fakultet Univerzitet u Beogradu, **Branka Mikavica**, Saobraćajni fakultet Univerzitet u Beogradu, **Momir Manović**, Saobraćajni fakultet Univerzitet u Beogradu

**Rezime:** Povezana i autonomna vozila (Connected and Autonomous Vehicles, CAV) predstavljaju inovativno tehnološko rešenje koje ima veoma važnu ulogu u Inteligentnim transportnim sistemima (Intelligent Transport Systems, ITS). Koncept CAV omogućava vozilima da pored senzora i aktuatora koji pružaju informacije o neposrednom okruženju, uspostave komunikaciju kako međusobno, tako i sa infrastrukturom. Na taj način se proširuje percepcija vozila o njegovoj okolini, omogućava bezbednija i efikasnija vožnja i obezbeđuju se novi načini za rešavanje zagušenja u saobraćaju. U ovom radu dat je pregled informaciono-komunikacionih tehnologija na kojima se zasniva koncept CAV. Analizirani su trenutni i budući zahtevi u kontekstu upravljanja radio-frekvencijskim spektrom koji je namenjen za CAV. Takođe, u radu su analizirani izazovi i prepreke za širu praktičnu primenu CAV, sa posebnim osvrtom na regulatorna pitanja i bezbednost komunikacije između vozila, kao i komunikacije vozila sa infrastrukturom.

**Ključne reči:** povezana i autonomna vozila, Inteligentni transportni sistemi, regulativa, bezbednost komunikacije

## REGULATORY CHALLENGES IN THE IMPLEMENTATION OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES IN THE CONTEXT OF CONNECTED AND AUTONOMOUS VEHICLES

**Abstract:** Connected and Autonomous Vehicles (CAV) represent an innovative technological solution that plays a crucial role in Intelligent Transportation Systems (ITS). The CAV concept allows vehicles to establish communication with each other and with the infrastructure, in addition to sensors and actuators that provide information about the immediate environment. This expands the vehicle's awareness of its environment, allows for safer and more efficient driving, and introduces new ways to address traffic congestion. This paper provides an overview of the information and communication technologies underlying the CAV concept. It analyzes current and future requirements in the context of managing the radio frequency spectrum dedicated to CAV. Additionally, the paper examines challenges and obstacles for broader practical implementation of CAV, with a specific focus on regulatory issues and the security of communication between vehicles, as well as communication between vehicles and infrastructure.

**Keywords:** connected and autonomous vehicles, Intelligent Transportation Systems, regulation, security

## ■ ANALIZA EFIKASNOSTI UVOĐENJA STIMULATIVNIH MJERA ZA UPOTREBU SISTEMA ENP NA AUTOPUTU „9. JANUAR“

**Bojan Mihaljčić**, „Uniqa“ osiguranje d.d. Sarajevo, Bosna i Hercegovina, **Goran Mihaljčić**, „Triglav“ osiguranje a.d. Banja Luka, Bosna i Hercegovina, **Vuk Bogdanović**, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Srbija, **Vladimir Gatarić**, JP „Autoputevi RS“ d.o.o. Banja Luka, Bosna i Hercegovina

**Rezime:** Elektronska naplata putarine (ENP) predstavlja savremeni model beskontaktnog plaćanja putarine upotrebom TAG uređaja. Za razliku od klasičnih, manuelnih sistema naplate putarine putem kartice, ENP ima brojne prednosti koje se ogledaju u kraćem vremenu opsluge, što direktno utiče na smanjene zagušenja, smanjenja vremena putovanja i emisije štetnih gasova, ušteda goriva, a indirektno na povećanje bezbjednosti saobraćaja. Provedenim istraživanjem 2020. godine na naplatnoj stanici Jakupovci, na auto-putu „9. januar“, na naplatnim rampama sa manuelnom naplatom putarine, koje služe za opsluživanje vozila koja se isključuju sa auto-puta, utvrđeni stepen iskorišćenja je bio preko 20 puta veći od stepena iskorišćenja naplatnih rampi sa ENP uređajem. Istraživanjem sprovedenim u Srbiji, na naplatnoj stanici Dobanovci auto-puta E-70, stepen iskorišćenja naplatnih rampi ENP je bio višestruko veći. Nakon realizacije mjera od strane upravljača, u 2024. godini sprovedeno je novo istraživanje čiji rezultati su pokazali porast stepena iskorišćenja naplatnih rampi sa ENP. U okviru rada prikazane su mjere sprovedene od strane upravljača, uporedna analiza rezultata istraživanja prije i nakon primjene mjera za povećanje elektronske naplate putarine, kao i efekti primenjenih mjera.

**Ključne reči:** ručna naplata putarine, ENP, stimulativne mere, porast stepena iskorišćenja

## ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS OF INTRODUCING STIMULATIVE MEASURES FOR THE USE OF THE ENP SYSTEM ON THE HIGHWAY “JANUARY 9”

**Abstract:** Electronic toll collection (ENP) represents a modern model of contactless toll payment using a TAG device. Unlike classic, manual card toll collection systems, ENP has numerous advantages that are reflected in shorter service times, which directly affects reduced congestion, reductions in travel time and emissions of harmful gases, fuel savings, and indirectly increases traffic safety. The research carried out in 2020 at the Jakupovci toll station, on the highway “9. January”, at the toll ramps with manual toll collection, which are used to serve vehicles that turn off the highway, the determined degree of utilization was over 20 times higher than the degree of utilization of the toll ramps with ENP device. According to research carried out in Serbia, at the Dobanovci toll station of the E-70 highway, the degree of utilization of the ENP toll ramps was several times higher. After the implementation of the measures by the management, a new survey was conducted in 2024, the results of which showed an increase in the degree of utilization of toll plazas with ENP. The paper presents the measures implemented by the management, a comparative analysis of research results before and after the implementation of measures to increase electronic toll collection, as well as the effects of the applied measures.

**Keywords:** manual toll collection, ENP, incentive measures, increase in utilization rate

## ■ OVERVIEW OF AUTOMATED TRAFFIC SIGNAL PERFORMANCE MEASURES (ATSPM) AND LESSONS LEARNED FROM DEPLOYMENTS - 055-T4-0217

**Nemanja Dobrota**, Kittelson and Associates, Inc. USA, **Aleksandar Stevanovic**, University of Pittsburgh, USA, **Burak Cesme**, Kittelson and Associates, Inc. USA, **Shannon Warchol**, Kittelson and Associates, Inc. USA

**Abstract:** Automated Traffic Signal Performance Measures (ATSPM) represent a relatively novel concept for the management of traffic signals in the US. For a long time, the performance of traffic signals was known only through periodic field visits, hindering transportation agencies from properly managing traffic flow. With the emergence of technology about two decades ago, data from traffic signal controllers and detectors were for the first time retrieved, stored, and processed in a form that allows for a closer examination of signal performance in an ongoing manner. In this paper, we present an overview of ATSPM technology, its key components, and the types of traffic signal performance measures it provides. Additionally, we discuss the costs and benefits associated with ATSPMs based on the implementation of ATSPMs in several agencies in the US.

**Keywords:** traffic signal performance measures, high-resolution data, traffic management

## PREGLJED KONCEPTA “AUTOMATIZOVANI POKAZATELJI KVALITETA RADA SVETLOSNIH SIGNALA” I PRIKAZ NAJBITNIJIH ZAKLJUČAKA OD NJEGOVE PRIMENE

**Rezime:** Automatizovani pokazatelji kvaliteta rada svetlosnih signala (APKRSS) predstavljaju relativno novi koncept upravljanja radom svetlosnih signala u Sjedinjenim Američkim Državama (SAD). Tradicionalan način prikupljanja podataka o kvalitetu rada svetlosnih signala se svodi na periodična terenska istraživanja koji posledično onemogućava agencije da na adekvatan način upravljaju radom svetlosnih signala. Sa razvojem tehnologije u poslednje dve decenije, po prvi put je omogućeno prikupljanje podataka iz kontrolera i detektora, zatim njihovo skladištenje kao i obrada na način koji omogućava detaljnije ispitivanje kvaliteta rada svetlosne signalizacije i to na kontinuiran način. U ovom radu dat je prikaz koncepta APKRSS, njegovih ključnih komponenti, kao i tipovi različitih pokazatelja koji su integrisani u okviru ovog koncepta. Dodatno, autori daju prikaz troškova i koristi koji su rezultirali implementacijom APKRSS u nekoliko saobraćajnih agencija u SAD.

**Ključne reči:** Pokazatelji rada svetlosnih signala, podaci visoke rezolucije, upravljanje saobraćajem

■ **COOPERATIVE INTELIGENT TRANSPORT SYSTEMS (C-ITS) BRING THROUGH VEHICLE2X COMMUNICATION SIGNIFICANT REDUCTION OF TRAFFIC JAMS, ACCIDENTS AND EMISSIONS**

**Milena Vučković**, Yunex Traffic, Beograd, **Milan Radivojević**, Yunex Traffic, Beograd

**Abstract:** The digitalization of the road is an essential pillar for the mobility of the future: Intelligent communication technologies connect road users of all kinds with the infrastructure. This creates potential for increasing road safety and efficiency while reducing negative environmental impacts, which helps to improve the quality of life in and between cities.

Increasing networking and comprehensive data exchange between road users and infrastructure are the essential building blocks for the future of mobility. V2X communication technology enables applications to increase traffic safety, optimize traffic flow, reduce negative environmental impacts, and increase operational safety while complying with the latest IT security standards.

Through V2X technology, vehicles communicate with on-site infrastructure and cooperative traffic management systems. In the future, these components will form the basis for autonomous driving applications. Countries will promote the development of an innovative and digital infrastructure through digitalization strategies. The introduction of V2X communication is a building block of the global strategy and has been tested and deemed useful in numerous research projects.

**Keywords:** C-ITS, V2X, road digitalization, traffic safety, communications technology





# Ефикасност и безбедност саобраћаја на путевима

## Efficiency and Safety of Road Traffic





## ■ RAZVOJ MODELA ZA DOBIJANJE INTERVALA SLEĐENJA SA ASPEKTA EFIKASNOSTI I BEZBEDNOSTI DVOTRAČNIH PUTEVA

**Marko Subotić**, Saobraćajni fakultet Doboј, Univerzitet Istočno Sarajevo, **Vladan Tubić**, Saobraćajni fakultet, Univerzitet u Beogradu, **Željko Stević**, Saobraćajni fakultet Doboј, Univerzitet Istočno Sarajevo, **Suzana Miladić-Tešić**, Saobraćajni fakultet Doboј, Univerzitet Istočno Sarajevo

**Rezime:** Interval sleđenja, kao mikroskopski parametar saobraćajnog toka, predstavlja značajan pokazatelj uslova odvijanja saobraćaja primenljiv u saobraćajnim analizama. Sa ciljem postizanja kontinuiranog saobraćajnog toka, sa aspekta efikasnosti potrebni su uravnoteženi intervali, a sa aspekta bezbednosti saobraćaja duži intervali sleđenja. U radu su analizirani intervali sleđenja dobijeni empirijskim istraživanjem na mernim sekcijama na usponu/padu dvotračnih puteva u Bosni i Hercegovini, pri čemu su razvijeni modeli polinoma osmog stepena za dobijanje ovih parametara u funkciji uzdužnog nagib, sa visokim koeficijentom korelacije ( $R^2 > 0,7$ ). Analizom intervala sleđenja u funkciji uzdužnog nagiba za različite klase vozila, dobijene vrednosti pokazuju povećanje intervala sleđenja za veće uspone. Takođe, pokazano je da je interval sleđenja stohastička veličina, čije vrednosti značajno variraju u uslovima slobodnog saobraćajnog toka na usponu/padu dvotračnih puteva.

**Ključne reči:** interval sleđenja, slobodan tok, klasa vozila, efikasnost, bezbednost

## DEVELOPING A MODEL TO DETERMINE TIME HEADWAYS FROM THE ASPECT OF TWO-LANE ROADS EFFICIENCY AND SAFETY

**Abstract:** The time headway, as a microscopic parameter of the traffic flow, is an important indicator of traffic conditions applicable in traffic analyses. In order to achieve a continuous traffic flow, balanced headways are needed from the efficiency aspect while longer ones are necessary from the aspect of the traffic safety. This paper analyses headways obtained by empirical research on measuring sections on the gradual rise/fall of two-lane roads in Bosnia and Herzegovina, thus developing 8th degree polynomial models to obtain these parameters as a function of the longitudinal slope, with a high correlation coefficient ( $R^2 > 0,7$ ). Analysing the headways in the function of the longitudinal gradient for different classes of vehicles, recorded values show an increase in the headway for higher gradients. Also, it has been shown that headway is a stochastic quantity, the values of which vary significantly in conditions of the free traffic flow on the gradual rise/fall of the two-lane roads.

**Keywords:** headway, free flow, vehicle class, efficiency, safety

## ■ UTICAJ PUTA I OKOLINE NA NASTANAK SAOBRAĆAJNE NEZGODE U ZONI RADOVA NA PUTEVIMA U REPUBLICI SRBIJI

**Dalibor Pešić**, Saobraćajni fakultet, Univerzitet u Beogradu, **Aleksandra Obradović**, Saobraćajni fakultet, Univerzitet u Beogradu,

**Rezime:** Kako bi se upravljalo određenim sistemom, neophodno je jasno definisati postojeće stanje koje bi se uz adekvatne upravljačke mere približilo ciljanom (željenom) stanju. Jedan od osnovnih ciljeva u bezbednosti saobraćaja odnosi se na smanjenje broja saobraćajnih nezgoda. Primenom različitih alata kojima je moguće na detaljan način uvideti uticaj puta na nastanak saobraćajne nezgode, omogućava se različit spektar mera kojima se mogu otkloniti nedostaci puta koji su u direktnoj vezi sa nastankom saobraćajnih nezgoda. Zona radova predstavlja specifično mesto za sve učesnike u saobraćaju. Neki od načina povećanja nivoa bezbednosti u zoni radova odnosi se na stvaranje suženja pri kretanju, smanjenje brzine kretanja, postavljanje svetlosne saobraćajne signalizacije itd. U radu će biti prikazana analiza bezbednosti saobraćaja u Republici Srbiji sa posebnim osvrtom na uticajni faktor put.

**Ključne reči:** bezbednost saobraćaja, zona radova, saobraćajne nezgode, uticajni faktor puta

## THE INFLUENCE OF THE ROAD AND ENVIRONMENT ON THE OCCURRENCE OF TRAFFIC ACCIDENTS IN THE ROAD WORK ZONE IN THE REPUBLIC OF SERBIA

**Abstract:** In order to manage a specific system, it is necessary to clearly define the existing state, which, through appropriate control measures, would approach the targeted (desired) state. One of the fundamental goals in road safety is to reduce the number of road accidents. By employing various tools that allow a detailed understanding of the road's impact on the occurrence of road accidents, a diverse range of measures can be implemented to address road deficiencies directly linked to the occurrence of road accidents. Work zones represent a specific location for all traffic participants. Some ways to increase safety levels in work zones include creating narrowing points, reducing travel speed, installing light traffic signaling, etc. The paper will present a safety analysis of traffic in the Republic of Serbia, with a specific focus on the influential factor of the road.

**Keywords:** traffic safety, work zones, road accidents, road impact factor

## ■ ISKUSTVA PROVERE BEZBEDNOSTI SAOBRAĆAJA U TUNELIMA

**Emir Smailović**, Saobraćajni fakultet, Univerzitet u Beogradu, **Dalibor Pešić**, Saobraćajni fakultet, Univerzitet u Beogradu, **Boris Antić**, Saobraćajni fakultet, Univerzitet u Beogradu, **Zoran Pešović**, Javno preduzeće Putevi Srbije, **Ivan Terzić**, Javno preduzeće Putevi Srbije, **Krsto Lipovac**, Saobraćajni fakultet, Univerzitet u Beogradu

**Rezime:** Provera bezbednosti saobraćaja (PBS) tunela je jedan od važnih alata koji se trenutno razvija u većem broju zemalja. Cilj sprovođenja ovog alata je sistemsko i kontinuirano smanjivanje rizika nastanka incidenata u tunelima. Sama PBS tunela se može realizovati i kao deo jedinstvenog programa PBS na van gradskim putevima. Iskustva iz zemalja sa većom tradicijom primene ovog alata pokazuju da su efikasnije PBS tunela koje se sprovode samo za tunele i uticajne zone tunela. U 2023. godini, Javno preduzeće Putevi Srbije i Saobraćajni fakultet u Beogradu su sproveli obimna istraživanja i realizovali PBS u tunelima i uticajnim zonama tunela koji se nalaze na državnoj mreži IA reda Republike Srbije. U ovom radu su predstavljena prva iskustva vršenja provera PBS u tunelima. Od metodologije sprovođenja PBS, sastava stručnog tima do praktičnog vršenja i evidentiranih ključnih problema PBS, predstavljena su odabrana iskustva PBS u tunelima. Stečena znanja i iskustva u ovom istraživanju imaju značajan uticaj na unapređenje upravljanja bezbednosti saobraćaja u tunelima, kao i unapređenje metodologije vršenja provera PBS u tunelima.

**Ključne reči:** tuneli, autoputevi, provera bezbednosti saobraćaja, rizik, iskustva

## EXPERIENCES OF ROAD SAFETY INSPECTION IN TUNNELS

**Abstract:** Road safety Inspection (RSI) of tunnels is one of the important tools that is currently being developed in a number of countries. The goal of implementing this tool is to systematically and continuously reduce the risk of incidents occurring in tunnels. The RSI tunnel itself can be implemented as part of the unique RSI program on non-city roads. Experiences from countries with a greater tradition of using this tool show that RSI tunnels that are carried out only for tunnels and tunnel-influenced zones are more effective. In 2023, the Public Enterprise Putevi Srbije and The Faculty of Transport and Traffic in Belgrade conducted extensive research and realized RSI in tunnels and the influential zones of tunnels located on the state network of the IA order of the Republic of Serbia. This paper presents the first experiences of performing the RSI inspection in tunnels. From the methodology of implementing RSI, the composition of the expert team to the practical implementation and recorded key problems of RSI, selected experiences of RSI in tunnels are presented. The knowledge and experience gained in this research have a significant impact on the improvement of traffic safety management in tunnels, as well as on the improvement of the methodology of conducting RSI checks in tunnels.

**Keywords:** tunnels, freeways, road safety inspection, risk, experiences

## ■ DISTRIBUCIJA SAOBRAĆAJNIH NEZGODA U ODNOSU NA PROBLEME ISPUNJENOSTI ZAHTEVANE I PRETICAJNE PREGLEDNOSTI

**Dorđe Sokić**, Panpro Team d.o.o., **Mišel Sabo**, Panpro Team d.o.o.

**Rezime:** Dosadašnji rezultati istraživanja u svetu koji se odnose na evidentiranje uzroka saobraćajnih nezgoda na putevima, ukazuju na činjenicu da u velikom broju jedan od uzroka treba tražiti i u neadekvatnoj preglednosti. U okviru ovog rada izvršena je prostorna i statistička analiza distribucije saobraćajnih nezgoda u odnosu na probleme ispunjenosti zahtevane i preticajne preglednosti sa idejom utvrđivanja korelacija. Analiza je sprovedena na jednom delu državnog puta IB 22 u R.Srbiji na kojem je prethodno izrađena detaljna analiza preglednosti, korišćenjem inovativnih alata na bazi kretanja virtuelnog vozača u oblaku tačaka koji je kreiran mobilnim laserskim skeniranjem.

**Ključne reči:** saobraćajne nezgode, preglednost, bezbednost

## DISTRIBUTION OF TRAFFIC ACCIDENTS IN RELATION TO PROBLEMS OF FULFILLMENT OF THE REQUIRED AND PASSING SIGHT DISTANCES

**Abstract:** So far, the results of research in the world related to the recording of the causes of traffic accidents on the roads indicate the fact that in a large number one of the causes should be sought in inadequate sight distance. As part of this work, a spatial and statistical analysis of the distribution of traffic accidents was carried out in relation to the problems of fulfilling the required and overtaking sight distance with the idea of establishing correlations. The analysis was carried out on a part of the state road IB 22 in the Republic of Serbia, on which a detailed sight distance analysis was previously made, using innovative tools based on the movement of a virtual driver in a cloud of points created by mobile laser scanning.

**Keywords:** traffic accidents, sight distance, road safety

## ■ ANALIZA MEĐUZAVISNOSTI BRZINE I PROTOKA NA DEONICI DVOTRAČNOG PUTA U REPUBLICI SRBIJI

**Marijo Vidas**, Saobraćajni fakultet, Univerzitet u Beogradu, **Vladan Tubić**, Saobraćajni fakultet, Univerzitet u Beogradu, **Nemanja Stepanović**, Saobraćajni fakultet, Univerzitet u Beogradu

**Rezime:** Međuzavisnost osnovnih parametara teorije saobraćajnog toka predstavlja osnovu za definisanje nove ili primenu postojeće metodologije za analizu kapaciteta i nivoa usluge putnih objekata. U skladu sa tim i HCM (Highway Capacity Manual) definiše linearnu zavisnost između brzine i protoka u jednom smeru na dvotračnim putevima. Imajući u vidu navedeno, cilj ovog rada predstavlja ispitivanje međuzavisnosti brzine i protoka po smerovima na državnom putu IB 22 na deonici Ripanj – Lipovačka šuma (Barajevo). Ova deonica je izabrana zbog dobrih tehničko-eksploatacionih karakteristika i veličine saobraćajnih zahteva. Podaci o brzini i protoku prikupljeni su u desetominutnim intervalima sa automatskog brojača saobraćaja ABS 1140. U sledećem koraku podaci su ekspanzirani na časovne vrednosti u cilju ublažavanja velike disperzije brzina, koja je posledica mešovitog saobraćajnog toka. Kao rezultat dobijena je kriva koja se može opisati polinomskim modelom višestruke regresije reda 3.

**Ključne reči:** dvotračni put, slobodna brzina, međuzavisnost brzine i protoka

## ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP BETWEEN SPEED AND FLOW ON A SECTION OF A TWO LANE HIGHWAY IN THE REPUBLIC OF SERBIA

**Abstract:** The relationship between basic parameters of the traffic flow theory is the basis for defining a new or applying an existing methodology for analyzing the capacity and service level of road facilities. Accordingly, the HCM (Highway Capacity Manual) defines a linear model for speed-flow relationship in one direction on two-lane roads. Bearing in mind the above, the aim of this paper is to examine the interdependence of speed and flow in directions on the state road IB 22 on the section Ripanj - Lipovačka šuma (Barajevo). This section was chosen due to its good technical and operational characteristics and the size of the traffic flow. Speed and flow data were collected in ten-minute intervals from an automatic traffic counter ABS 1140. In the next step, the data were expanded to hourly values in order to mitigate the large dispersion of speeds, which is a consequence of the mixed traffic flow. As a result, a curve was obtained that can be described by a polynomial model of multiple regression of order 3.

**Keywords:** two-way highways, free flow speed, speed-flow relationship



## ■ ŠTETE UZROKOVANE NALETOM VOZILA NA DIVLJAČ NA JAVNOJ CESTI – PRIKAZ NORMATIVNIH REŠENJA

**Tatjana Potkonjak**, Gradska skupština Grada Zagreba - Grad Zagreb, Hrvatska

**Rezime:** Razvoj mreže prometnica te povećanje broja motornih vozila rezultiraju povećanjem broja šteta nastalih naletom vozila na divljač na javnoj cesti. Prometne nesreće uzrokovane naletom vozila na divljač imaju značajan financijski aspekt s obzirom na visinu nastale štete ali i značajan utjecaj na općenitu percepciju sigurnosti cestovnog prometa. Ključni pokazatelj sigurnosti prometa na cestama posve sigurno je broj prometnih nesreća, stoga kada se stanoviti faktor (divljač na cesti) identificira kao uzrok prometnih nesreća sa značajnim posljedicama, tehnička i pravna struka kroz odgovarajuću suradnju moraju ponuditi prihvatljiva rješenja. Kreirane su brojne i različite mjere za sprečavanje šteta od divljači u prometu, ali i modaliteti naknade takvih šteta. Prikaz različitih normativnih rješenja koja se tiču šteta i naknade šteta uzrokovanih naletom vozila na divljač na javnoj cesti, pokušaja iznalaženja optimalnih opcija te problema koji su uočeni na tom području, predmet su ovog rada.

**Ključne reči:** odgovornost za štetu, divljač, lovište, pretpostavke odgovornosti

### **DAMAGES CAUSED BY WILDLIFE - VEHICLE COLLISIONS ON PUBLIC ROADS A REVIEW OF RELEVANT REGULATIONS**

**Abstract:** Development of the road network and increase of the number of motor vehicles have resulted in the increasing number of damages caused by wildlife - vehicle collisions on public roads. Considering the extent of damages, car accidents caused by wildlife - vehicle collisions have a significant financial aspect, as well as a significant impact on general perception of the road traffic safety. The most significant key indication of the road traffic safety is a number of traffic accidents. Therefore, when a certain factor, such as wildlife on the road, has been identified as a cause of traffic accidents with significant consequences, technical and legal experts must provide acceptable solutions. Numerous and various measures for preventing damages from wildlife in traffic, as well as modalities of compensation for such damages, have been created. This paper deals with various normative solutions concerning damages and compensation of damages caused by wildlife – vehicle collision on public roads, efforts to provide optimum options and issues identified in this area.

**Keywords:** liability for damages, wildlife, hunting ground, legal requirements for liability

## ■ АНАЛИЗА УТИЦАЈА ВРЕМЕНСКИХ УСЛОВА НА БРЗИНУ КРЕТАЊА: ПРИМЕР СЛУЧАЈА ДВОТРАЧНОГ ПУТА (ДП ИВ – 22)

**Драган Пантелић**, Саобраћајни факултет, Универзитет у Београду, **Маријо Видас**, Саобраћајни факултет, Универзитет у Београду

**Резиме:** Утицај временских услова на основне параметре саобраћајног тока, дуги низ година представљао је предмет проучавања многих научних истраживања. Добри временски услови укључујући сунчано време са добром видљивошћу, омогућавају већу брзину кретања, док лоши временски услови попут падавина (киша, снег) утичу на смањење брзине. Имајући у виду наведено, циљ овог рада представља анализа утицаја снежних падавина на промену брзине саобраћајног тока, на државном путу ИВ 22 на деоници Бућин гроб – Горњи Милановац (Неваде). Емпиријско истраживање је обухватало анализу реалних података о брзинама возила са аутоматског бројача саобраћаја АБС 1037, док су подаци о временским приликама преузети са метеоролошке станице Рудник. Као резултат истраживања добијена је осетљивост промене брзине саобраћајног тока, при различитим временским условима. На крају рада, кроз дискусију и закључке приказани су резултати компаративне анализе промене брзине саобраћајног тока при повољним и неповољним временским условима.

**Кључне речи:** брзина саобраћајног тока, проток, временски услови, снежне падавине

## ANALYSIS OF THE IMPACT OF WEATHER CONDITIONS ON THE SPEED OF MOVEMENT: EXAMPLE OF THE CASE OF A TWO-LANE ROAD (DP IB – 22)

**Abstract:** The influence of weather conditions on the basic parameters of the traffic flow has been the subject of many scientific studies for many years. Good weather conditions, including sunny weather with good visibility, allow a higher speed of movement, while bad weather conditions such as precipitation (rain, snow) affect the reduction of speed. Bearing in mind the above, the aim of this paper is the analysis the impact of snowfall on the change in the speed of the traffic flow, on the state road IB 22 in the section Bućin grob - Gornji Milanovac (Nevade). Empirical research included the analysis of real vehicle speed data from the ABS 1037 automatic traffic counter, while weather data were taken from the Rudnik meteorological station. As a result of the research, the sensitivity of the change in the speed of the traffic flow, under different weather conditions, was obtained. At the end of the paper, through discussion and conclusions, the results of a comparative analysis of the change in the speed of the traffic flow in favorable and unfavorable weather conditions are presented.

**Keywords:** speed of traffic flow, flow, weather conditions, snowfall

## ■ АНАЛИЗА ПРЕКОРАЧЕЊА БРЗИНА НА ПРОЛАСКУ АУТОПУТА КРОЗ БЕОГРАД, ДЕОНИЦА ПЕТЉА БЕОГРАД – ПЕТЉА БУБАЊ ПОТОК

**Милош Тубић**, Саобраћајни факултет, Универзитет у Београду, **Лазар Стојановић**, Саобраћајни факултет, Универзитет у Београду, **Немања Степановић**, Саобраћајни факултет, Универзитет у Београду

**Резиме:** Са проблемом прекорачења ограничене брзине се суочавају све земље и он је генерално присутан на свакој путној мрежи. С обзиром да су околности и мотиви прекорачења брзине од стране возача на путевима са мешовитим локалним, изворно циљним и даљинским токовима различити, циљ рада је да се изврши анализа поштовања ограничене брзине, а самим тим и подобност постављених ограничења на проласку аутопута кроз Београд. Модификованом методом покретног осматрача, уз помоћ android апликације извршена су истраживања реалних брзина у условима слободног и нормалног тока. У анализи су коришћени и подаци о часовним протоцима и брзинама са аутоматских бројача саобраћаја из релевантних база ЈП „Путеви Србије”. Синтезна анализа обухватила је два аспекта прекорачења брзине: просторно и временско прекорачење брзине. Резултати истраживања су показали да постоји велика дисперзија брзина возила у току и да значајан проценат возача не поштује постављено ограничење брзине у слободном и нормалном току. Један од узрока високог процента прекорачења односи се на кредибилитет дефинисане ограничене брзине. Други узрок је чињеница да у специфичним условима тока није дефинисан савремени концепт управљања брзинама на проласку аутопута кроз Београд. Неопходно је дефинисати адекватне концепте управљања брзинама, односно преиспитати кредибилитет постављених фиксних ограничења.

**Кључне речи:** ограничење брзине, услови у току, кредибилитет ограничења брзине

## ANALYSIS OF SPEEDING ON THE HIGHWAY PASSING THROUGH BELGRADE, DOBANOVCI - BUBANJ POTOK SECTION

**Abstract:** All countries face the problem of exceeding the speed limit and it is generally present on every road network. Given that the circumstances and motives of speeding by drivers on roads with mixed local, original target and remote flows are different, the aim of the work is to analyze the observance of the limited speed, and therefore the suitability of the set restrictions on the passage of the highway through Belgrade. With the modified method of the mobile observer, with the help of the android application, researches of real speeds in free and normal flow conditions were carried out. Data on hourly flows and speeds from automatic traffic counters from the relevant databases of JP “Roads of Serbia” were also used in the analysis. The synthesis analysis included two aspects of speeding: spatial and temporal speeding. The results of the research showed that there is a large dispersion of vehicle speeds in the flow and that a significant percentage of drivers do not respect the set speed

limit in a free and stable flow. One of the reasons for the high percentage of overruns is related to the credibility of the defined speed limit. Another reason is the fact that the modern concept of speed control on the highway passing through Belgrade has not been defined in specific flow conditions. It is necessary to define adequate speed management concepts, that is, to review the credibility of the set fixed limits.

**Keywords:** speed limit, traffic conditions, credibility of speed limits

## ■ ANALIZA EFEKTA REKONSTRUKCIJE NESEMAFORIZIRANOG RASKRIŽJA U KRUŽNO ZA RAZLIČITE PROMETNE UVJETE– STUDIJA SLUČAJA IZ RIJEKE, HRVATSKA

**Irena Ištoka Otković**, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Građevinski i arhitektonski fakultet Osijek, **Aleksandra Deluka-Tibljaš**, Sveučilište u Rijeci, Građevinski fakultet, **Sanja Šurdonja**, Sveučilište u Rijeci, Građevinski fakultet

**Rezime:** U ovome radu je prikazana lokacija jednog manjeg urbanog kružnog raskrižja, vanjskog radijusa 15 m, smještenog na županijskog cesti preko koje se odvija tranzitni promet između dva grada te je trenutno dnevno opterećenje oko 11000 voz/dan. Istovremeno raskrižje ima i funkciju u ishodišno-odredišnom prometu jer preko 2 manje opterećena privoza povezuje stambeno naselje/trgovačku zonu sa spomenutom županijskom cestom. Na raskrižju su provedena mjerenja brzine i količine prometa prije i nakon rekonstrukcije u kružno raskrižje. Osim temeljem navedenih podataka dva su rješenja raskrižja uspoređena i dodatno za različite scenarije očekivanog povećanja prometa na lokaciji. Izradom modela prometne mikrosimulacije (VISSIM) analizirane su obje varijante raskrižja u postojećim uvjetima prema stvarnim podacima i budućim – pretpostavljenim uvjetima kroz pokazatelje razine uslužnosti, vremenskih gubitaka, dužine kolone vozila, dolaznih brzina, potrošnje goriva i pokazatelja zagađenja zraka.

**Ključne reči:** rekonstrukcija raskrižja, brzine, mikrosimulacije, ocjena efekata

## ANALYSIS OF THE EFFECTS OF RECONSTRUCTION OF A NON-SIGNALIZED INTERSECTION INTO A ROUNDABOUT FOR DIFFERENT TRAFFIC CONDITIONS – CASE STUDY FROM RIJEKA, CROATIA

**Abstract:** The location of a small urban roundabout, with an outer radius of 15 m, located on a county road that carries transit traffic between two cities and currently has a daily load of about 11,000 veh/day, is presented in this paper. At the same time, the intersection also has a function in origin-destination traffic, because it connects the residential area/shopping area with the mentioned county road via 2 less loaded approaches. Speed and traffic load were measured at the intersection before and after the reconstruction into a roundabout. In addition to the above data, the two intersection solutions were also compared for different scenarios of the expected increase in traffic load at the location. By creating a traffic microsimulation model (VISSIM), both variants of the intersection were analyzed in existing conditions according to real data and future - assumed conditions through indicators of level of service, delays, vehicle queue length, operational speeds, fuel consumption and air pollution indicators.

**Keywords:** intersection reconstruction, speed, microsimulation, evaluation of effects

## ■ RSA NA LOKALNOM PUTU SA PROMENLJIVIM POPREČNIM PRESEKOM

**Riste Ristov**, Građevinski fakultet, Univerzitet Sv. Ćirila i Metodija u Skoplju, **Slobodan Ognjenović**, Građevinski fakultet, Univerzitet Sv. Ćirila i Metodija u Skoplju, **Vasko Gacevski**, Građevinski fakultet, Univerzitet Sv. Ćirila i Metodija u Skoplju, **Ivona Nedevska - Trajkova**, Građevinski fakultet, Univerzitet Sv. Ćirila i Metodija u Skoplju, **Zlatko Zafirovski**, Građevinski fakultet, Univerzitet Sv. Ćirila i Metodija u Skoplju

**Rezime:** Revizija bezbednosti na putevima (RSA) je prepoznata kao jedan od najefikasnijih i najisplativijih inženjerskih alata koji mogu da minimiziraju rizik i ozbiljnost posledica saobraćajnih nezgoda koje mogu biti rezultat projekata putne infrastrukture. Predstavlja nezavisnu, formalnu i sistematsku proveru projektne dokumentacije u cilju utvrđivanja problema koji mogu doprineti nastanku saobraćajnih nezgoda ili težim posledicama ukoliko dođe do saobraćajnih nezgoda.

Predmet ovog rada je analiza bezbednosti saobraćaja koja je zabeležena u RSA izveštaju u fazi Projektne dokumentacije za sanaciju i rekonstrukciju kolovoza i trotoara na lokalnom putu od raskrsnice sa R2133 do mosta na Lipkovskom jezeru u opštini Lipkovo. U radu su istaknute sve nesigurne lokacije iz projektne dokumentacije za put i navedena moguća preporučena poboljšanja za njih. Pored bezbednosnog aspekta, kroz prikazani nivo projektovanja vide se i sve slabosti tehničke dokumentacije koje značajno doprinose lošem kvalitetu performansi.

**Ključne reči:** Revizija, bezbednost, puteve, rizik, kolvoz, proektovanje

## RSA ON LOCAL ROAD WITH VARIABLE CROSS SECTION

**Abstract:** Road safety audit (RSA) is recognized as one of the most effective and cost-effective engineering tools that can minimize the risk and severity of the consequences of traffic accidents that can result from road infrastructure projects. It represents an independent, formal and systematic inspection of project documentation in order to identify problems that can contribute to the occurrence of traffic accidents or more serious consequences if traffic accidents occur.

The subject of this paper is the road safety analysis noted in the RSA report in the Project documentation phase for the rehabilitation and reconstruction of roadway and sidewalk on a local road from the intersection with R2133 to the Lipkovo lake bridge in Lipkovo Municipality. In the paper, all unsafe locations from project documentation for the road are highlighted and possible recommended improvements are listed for them. In addition to the safety aspect, all the weaknesses in the technical documentation that significantly contribute to poor performance quality can be seen through the level of design shown.

**Keywords:** Audit, safety, roads, risk, pavement, design

## ■ PROCES PROJEKTOVANJA PRISTUPNOG PUTA I PLATOA VETRENJAČE U DRENU

**Riste Ristov**, Građevinski fakultet, Univerzitet Sv. Ćirila i Metodija u Skoplju, **Slobodan Ognjenović**, Građevinski fakultet, Univerzitet Sv. Ćirila i Metodija u Skoplju, **Vasko Gacevski**, Građevinski fakultet, Univerzitet Sv. Ćirila i Metodija u Skoplju, **Ivona Nedevska - Trajkova**, Građevinski fakultet, Univerzitet Sv. Ćirila i Metodija u Skoplju, **Zlatko Zafirovski**, Građevinski fakultet, Univerzitet Sv. Ćirila i Metodija u Skoplju

**Rezime:** Mnoge zemlje ulažu velika sredstva u energiju vetra kako bi se izborile sa klimatskim promenama i obezbedile snabdevanje energijom. To je čist izvor i postaje isplativiji s tehnološkim napretkom i povećanim kapacitetom po instaliranoj jedinici. Energija vetra kao izvor energije je atraktivna alternativa fosilnim gorivima. Međutim, vetroelektrane se obično grade u nerazvijenim ruralnim područjima sa izazovnom topografijom. Pored toga, nedostatak putne mreže koja vodi do lokacije i unutar same lokacije predstavlja značajne izazove za planiranje izgradnje vetroelektrana. Zbog toga je izbor najprikladnijeg pristupnog puta od suštinskog značaja u ukupnom planiranju izgradnje vetroparka.

Ovaj rad predstavlja sveobuhvatan pogled na proces projektovanja i fokusiraće se na odabir trasa pristupnih puteva radi optimizacije opšte izgradnje vetroparka. Predstavljen je integrirani okvir za projektiranje vetroelektrana, te je istaknut problem izbora optimalnog pristupnog puta. Na kraju, prikazan je numerički primjer, uključujući zaključke, ograničenja i predloge za buduća istraživanja.

**Ključne reči:** Vetrenjača, proces izgradnje, osnovni projekat, putna mreža, projektovanje puteva

## PROCESS OF DESIGNING AN ACCESS ROAD AND A WINDMILL PLATEAU IN DREN

**Abstract:** Many countries invest heavily in wind energy to tackle climate change and secure energy supplies. It is a clean source and becomes more cost-effective with technological advancement and increased capacity per unit installed.

Wind energy as a power source is an attractive alternative to fossil fuels. However, wind farms are typically constructed in undeveloped rural areas with challenging topography. In addition, the lack of a road network leading to the site and within the site itself poses significant challenges to the planning of wind farm construction. Therefore, selecting the most appropriate access road route is essential in the overall planning of wind farm construction.

This paper presents a comprehensive view of the design process and will focus on selecting access road routes to optimize the general wind farm construction. An integrated framework for wind farm design is presented, and the problem of optimal access road selection is highlighted. Finally, a numeric example is shown, including conclusions, limitations, and suggestions for future research.

**Keywords:** Windmill, construction process, basic design, road network, road design

## ■ УРБАНИСТИЧКО ПЛАНИРАЊЕ И БЕЗБЕДНОСТ САОБРАЋАЈА

**Александар Павловић**, ЦИС инжењеринг доо, **Дарија Павловић**, ЦИС инжењеринг доо,

**Резиме:** Везу између урбанистичке документације и безбедности саобраћаја не треба посебно доказивати зато што урбанистичка документација непосредно утиче на безбедност саобраћаја а самим тим и на спречавање саобраћајних незгода. Циљ овог рада је свакако указивање и истицање ове везе, али и указивање вредности различитих параметара и њихов међусобни однос који се јављају у систему „Урбанистичка документација – Безбедност саобраћаја“. У оквиру рада презентовани су резултати интерне студије која је спроведена од стране аутора. Поред претходно посматраног периода (2011-2015. године) посматрани су подаци из периода 2015-2019. и 2019-2023. године. Поред већег временског периода посматрања извршено је и проширивање параметара обраде.

**Кључне речи:** Урбанистичка документација, безбедност саобраћаја

### URBAN PLANING AND TRAFFIC SAFETY

**Abstract:** The connection between urban planning documentation and traffic safety does not need to be proven separately, because urban planning documentation directly affects traffic safety and, therefore, the prevention of traffic accidents. The aim of this paper is certainly to indicate and emphasize this connection, but also to indicate the values of various parameters and their mutual dependence that appear in the “Urban documentation - Traffic Safety” system. The paper presents the results of an internal study made by the author. In addition to the previously observed period (2011-2015), data from the period 2015-2019 were observed. and 2019-2023. In addition to a longer period of observation, the processing parameters were expanded.

**Keywords:** Urban planing, traffic safety



## ■ PREGLED REZULTATA PRAKTIČNE PRIMENE ODREĐIVANJA POVRŠINSKIH KARAKTERISTIKA KOLOVOZA U OKVIRU PROVERE BEZBEDNOSTI SAOBRAĆAJA MREŽE AUTOPUTEVA U RS

**Aleksandar Đureković**, Javno preduzeće Putevi Srbije, **Krsto Lipovac**, Saobraćajni fakultet, Univerzitet u Beogradu, **Emir Smailović**, Saobraćajni fakultet, Univerzitet u Beogradu

**Rezime:** Karakteristike puta, kao jednog od osnovnih faktora sistema bezbednosti saobraćaja, u prethodnim decenijama posebno dolaze do izražaja i ukazuju na činjenicu da im se mora pristupiti sa posebnom pažnjom. Iako put, kao jedini uticajni faktor utiče na nastanak svega 3% saobraćajnih nezgoda, u sadejstvu sa ostalim faktorima (čovek, vozilo) ovaj procenat je znatno viši. U radu su prikazani rezultati određivanja površinskih karakteristika kolovoza na pojedinim deonicama mreže autoputeva u Republici Srbiji. Odabrane su deonice koje su u eksploataciji 3-5 godina, sa različitim nivoima saobraćajnog opterećenja i klimatskim uslovima u eksploataciji. Deonice koje su ispitane su izvedene sa asfaltnim zastorom, dodatno, određene su površinske karakteristike na dve lokacije sa betonskim zastorom. Merenja su vršena primenom standardizovanih metoda (preko EN standarda), čime se omogućuje uporedivost i konzistentnost u merenju: određivanje makroteksture (MTD); određivanje otpornosti protiv proklizavanja (PTV); deformacije površine kolovoza; geometrijske karakteristike nagiba. Kako je u dosadašnjoj praksi utvrđena veza između makroteksture i karakteristika trenja na elemente doprinosu puta na bezbednost saobraćaja, dato je osnovno upoređenje odnosa koeficijenta trenja u odnosu na makrotekstu.

**Ključne reči:** bezbednost saobraćaja, put, karakteristike kolovoza, makrotekstura, otpornost proklizavanja, deformacija kolovoza

### OVERVIEW OF THE RESULTS OF THE APPLICATION OF THE DETERMINATION OF THE SURFACE CHARACTERISTICS OF PAVEMENTS OF THE HIGHWAY NETWORK WITHIN THE ROAD SAFETY INSPECTION IN RS

**Abstract:** The road surface characteristics, as one of the essential factors of the traffic safety system, have come to the fore in previous decades and point to the fact that they must be approached with special attention. Although the road, as the only influencing factor, affects the occurrence of only 3% of traffic accidents, in cooperation with other factors (man, vehicle) this percentage is significantly higher. The paper presents the results of determining the surface characteristics of pavements on certain sections of the highway network in the Republic of Serbia. Sections that have been in operation for 3-5 years, with different levels of traffic load and climatic conditions in operation, have been selected. The sections that were inspected were constructed with an asphalt overlay, additionally, the surface characteristics were determined at two locations with a concrete overlay. Measurements were made using standardized methods (through EN standards), which enables comparability and consistency in measurement: determination of macrotexture (MTD); determination of skid resistance (PTV); pavement surface deformations; geometric characteristics of slopes. As the link between the macrotexture and the friction characteristics of

the elements of the road's contribution to traffic safety has been established in the current practice, a basic comparison of the ratio of the friction coefficient in relation to the macrotexture is presented.

**Keywords:** traffic safety, road, pavement characteristics, macrotexture, slip resistance, pavement deformation.

## ■ АНАЛИЗЕ КАПАЦИТЕТА У ПОСТУПЦИМА ПЛАНИРАЊА АУТОПУТЕВА

**Милица Тубић**, Хидропројекат-Саобраћај, **Данијела Ротула**, Хидропројекат-Саобраћај, **Марија Стојановић**, Хидропројекат-Саобраћај, **Ана Русић**, Хидропројекат-Саобраћај, **Милош Мицковић**, Хидропројекат-Саобраћај

**Резиме:** У Приручницима за капацитет путева (НСМ) до 2022.г., дефинисана су 3 нивоа анализе капацитета: оперативна, пројектна и планерска. Нивои детаљности сваке од анализа су у функцији сврхе и ширине приступа. Планерском анализом се утврђује капацитет у раним фазама планирања, када је доступан мали број података и информација. Процедура планирања је заснована на прогнози ПГДС-а и макро симулацији саобраћаја. Планерске анализе су усмерене на питања као што су идентификација проблема, концепт пројекта пута и поређење алтернатива. Планерске анализе се јављају у фази процеса када је познато мало детаља о потражњи са циљем одређивања потребног броја трака аутопута и попречног профила како би се одржао захтевани Ниво Услуге. Методологија дата у НСМ-у подразумева коришћење препоручених вредности инпута, односно генерализованих табела дневних капацитета. С обзиром да су препоручене вредности капацитета засноване на типичним профилима аутопутева и карактеристикама саобраћаја у САД, у раду је урађена детаљна анализа капацитета за локалне услове – 3 стандардна геометријска профила аутопутева за различите вредности меродавног протока, слободне брзине, фактора вршног сата, утицаја комерцијалних возила и типа терена, како би се упоредили са вредностима капацитета из НСМ2022. Упоредна анализа указује на разлике у вредностима капацитета, па се резултати ових анализа препоручују за примену у Републици Србији.

**Кључне речи:** Капацитет, Планерска анализа, ПГДС, Highway Capacity Manual

## CAPACITY ANALYSES IN HIGHWAY PLANNING PROCEDURES

**Abstract:** In all Highway Capacity Manual (HCM) editions, including 2022, three levels of capacity analyses were defined: operational, design and planning and preliminary engineering analysis. The levels of detail of each analysis serve the purpose and breadth of approach. Planning analysis determines capacity in the early stages of planning when only a small amount of data and information is available. The planning procedure is based on traffic demand forecasts and macro traffic simulations. Planning analysis focus on issues such as problem identification, road design concepts and alternative comparisons. Planning analysis occur in the process phase when little detail is known about demand to determine the required number of highway lanes and cross-section profiles to maintain the required Level of Service (LOS). The methodology provided in the HCM involves using recommended input values, i.e., generalized tables of daily capacities. Since the recommended capacity values are based on typical freeway profiles and traffic characteristics in the USA, a detailed capacity analysis was conducted for local conditions in this study – three standard geometric highway profiles for different relevant flow values, free flow

speeds, peak-hour factors and percent of heavy vehicles to compare with HCM2022 capacity values. Comparative analysis indicates differences in capacity values, thus the results of these analyses are recommended for application in the Republic of Serbia.

**Keywords:** Capacity, Planning and preliminary engineering analysis, AADT, Highway Capacity Manual

## ■ НОВИНЕ У МЕТОДОЛОГИЈИ ЗА ПРОРАЧУН НИВОА УСЛУГЕ ВАНГРАДСКОГ ДВОТРАЧНОГ ПУТА

**Владан Тубић**, Саобраћајни факултет, Универзитет у Београду, **Немања Степановић**, Саобраћајни факултет, Универзитет у Београду, **Маријо Видас**, Саобраћајни факултет, Универзитет у Београду

**Резиме:** Највећи проблеми за прецизно утврђивање услова у непрекинутом саобраћајном току јављају се код ванградских двотрачних путева, што је последица маневра претицања односно утицаја протока из супротних смерова. Иако је до данашњих дана развијено неколико модела за утврђивање нивоа услуге овог типа пута, најпознатији су модели публиковани у најкоришћенијем светском приручнику за анализу капацитета и нивоа услуге – Highway Capacity Manual (HCM). Иако је пажња овом типу пута посвећена још од првог издања овог приручника 1950. године, комплексност проблема на двотрачним путевима условила је перманентни развој методологије за дефинисање нивоа услуге. У последњем, 7. издању HCM приручника дошло је до значајних промена у методологији, што је довело до великих разлика у односу на претходна издања овог приручника. У овом раду извршена је детаљна анализа свих промена уз поређење са специфичностима методологија из претходних издања приручника. Посебан осврт је дат новом приступу поделе деонице на одсеке, чиме се омогућава анализа карактеристика које се до сада нису егзактно разматрале, али и увођења новог параметра за дефинисање нивоа услуге. Оваквом анализом омогућава се уочавање предности и мана нове методологије у теоријским и практичним проблемима, односно дефинишу препоруке за максимизирање позитивних ефеката употребе исте.

**Кључне речи:** саобраћајни ток, ниво услуге, ванградски двотрачни пут, HCM

## INNOVATIONS OF THE METHODOLOGY FOR TWO-LANE HIGHWAYS LEVEL OF SERVICE DETERMINATION

**Abstract:** The biggest challenges for the precise determination of conditions in an uninterrupted traffic flow occur in rural two-lane highways, which is a consequence of overtaking maneuvers, i.e. the influence of the opposing traffic stream. As several models have been developed to determine the level of service of this type of road, the most famous models are published in the world's most used manual for capacity and level of service analysis - Highway Capacity Manual (HCM). As attention has been devoted to this road type since the first edition of this manual in 1950, the problem complexity of level of service determination conditioned the permanent development of the methodology. In the last, 7th edition of the HCM manual, there were significant changes in the methodology, which made a big difference compared to the previous editions of this manual. In this paper, a detailed analysis of all changes and improvements was performed, with comparisons with the specifics of the methodology from previous editions of the manual. A special attention is given to the new approach of dividing the highway into sections and sub-sections, which enables the analysis of characteristics that have not been considered until now, as well as the introduction of new parameters

for defining the level of service. This kind of analysis makes it possible to see the advantages and disadvantages of the new methodology in theoretical and practical form of view, that is, to define recommendations for maximizing the positive effects of its use.

**Keywords:** traffic flow, level of service, two-lane highway, HCM

## ■ УТВРЂИВАЊЕ ГРАНИЧНЕ ВРЕДНОСТИ ИНТЕРВАЛА СЛЕЂЕЊА СЛОБОДНОГ ТОКА НА ДВОТРАЧНИМ ПУТЕВИМА I РЕДА У СРБИЈИ

**Немања Степановић**, Саобраћајни факултет, Универзитет у Београду, **Маријо Видас**, Саобраћајни факултет, Универзитет у Београду, **Владан Тубић**, Саобраћајни факултет, Универзитет у Београду

**Резиме:** Одређивање брзине слободног тока представља почетни корак код прорачуна капацитета и нивоа услуге ванградских путева у бројним познатим моделима и приручницима. Како би се одредила слободна брзина неопходно је познавање теоријске границе слободног тока, односно границе где почиње утицај интеракције између возила и прелазак слободне у брзину стабилног тока. Упркос бројним досадашњим истраживањима, параметар саобраћајног тока за одређивање ове границе, као ни егзактне вредности исте, нису утврђени. Због тога је у овом раду спроведено истраживање на 30 деоница ванградских двотрачних путева I реда у Србији, опремљених аутоматским бројачима саобраћаја, са циљем утврђивања граничне вредности слободног тока и омогућавања прецизног прорачуна брзине слободног тока. С обзиром на високу осетљивост граничних вредности протока слободног тока на временску неравномерност наиласка возила, као најпогоднији параметар за дефинисање ове границе одабран је временски интервал слеђења возила. Испитивањем реалних брзина и интервала слеђења 134.261 возила и статистичком обрадом података у софтверу SPSS, утврђена је гранична вредност интервала слеђења од 6,3 s.

**Кључне речи:** слободан ток, интервал слеђења, ванградски двотрачни пут

## THE FREE FLOW TIME HEADWAY THRESHOLD VALUE DETERMINATION ON TWO-LANE HIGHWAYS IN SERBIA

**Abstract:** The free flow speed determination is the initial step in the capacity and level of service calculation of rural two-lane highways in a number of well-known models and manuals. In order to determine the free flow speed, it is necessary to know the theoretical treshold value of the free and normal (stable) flow, i.e. the point at which the increase in vehicle interaction transforms free flow speed into stable flow speed. Despite numerous previous researches, the traffic flow parameter for determining this treshold, as well as its exact values, have not been precisely determined. Therefore, in this paper, research was conducted on 30 sections of the I class two-lane highways in Serbia, equipped with automatic traffic counters, with the aim of the free flow treshold value determining and enabling precise calculation of free flow speed. Considering the free flow treshold value high sensitivity to the traffic volume temporal variations, the parameter of vehicle time headway was selected as the most suitable parameter for examining this treshold on two-lane highways. By examining the real speeds and time headways of 134,261 vehicles and statistical data processing in the SPSS software, the time headway treshold value of 6,3 s was determined.

**Keywords:** Free flow, time headway, two-lane highway

## ■ ANALIZA PODATAKA O SAOBRAĆAJNIM NEZGODAMA U REPUBLICI SRBIJI I MOGUĆI DORINOSI UNAPREĐENJU SISTEMA BEZBEDNOSTI I OČUVANJU ŽIVOTNE SREDINE

Marija Mladenović, Saobraćajni fakultet, Univerzitet u Beogradu

**Rezime:** Ovaj istraživački rad ispituje bezbednosne aspekte saobraćaja, s fokusom na saobraćajne incidente. Formiranje baze podataka o saobraćajnim nezgodama predstavlja osnov za dobijanje relevantnih i pouzdanih informacija, omogućavajući detaljnu analizu događaja. Napredak u oblasti bezbednosti saobraćaja, evidentiran kroz analizu podataka, predstavlja osnov za identifikaciju konkretnih mera prevencije u bezbednosti saobraćaja, kao i promocije održivih vidova saobraćaja. Kroz konkretan primer saobraćajnih nezgoda na putno- pružnim prelazima, iz baze podataka, istražuju se strategije koje se tiču bezbednosti saobraćaja, kao i mogućnosti kreiranja planova koji se tiču prevencije nezgoda i smanjenja rizika na putno- pružnim prelazima. Kroz primenu statističke analize i drugih metoda za dokazivanje, pružen je dublji uvid u uzroke i posledice ovih nezgoda.

Proučavajući dešavanja u drumskom i železničkom saobraćaju, posebna pažnja biće posvećena uticaju saobraćaja na zemljiše i biodivezitet. Cilj istraživanja je identifikacija mera koje doprinose bezbednijem saobraćaju i promovišu održivost saobraćajne delatnosti u Srbiji. integracija rezultata istraživanja u politike i praksu bezbednosti saobraćaja ima potencijal za značajan doprinos unapređenju sistema bezbednosti i očuvanja životne sredine.

**Ključne reči:** bezbednost saobraćaja, saobraćajne nezgode, održivost

## ANALYSIS OF ROAD TRAFFIC ACCIDENT DATA IN THE REPUBLIC OF SERBIA AND POTENTIAL CONTRIBUTIONS TO IMPROVING SAFETY SYSTEMS AND ENVIRONMENTAL PRESERVATION

**Abstract:** This research paper explores safety aspects of transportation, with a focus on traffic incidents. Establishing a database of traffic accidents serves as a basis for obtaining relevant and reliable information, enabling detailed event analysis. Progress in traffic safety, as evidenced by data analysis, forms the basis for identifying specific preventive measures in traffic safety and promoting sustainable modes of transportation. Through a concrete example of traffic accidents at railway crossings, data-driven strategies concerning traffic safety are explored, as well as the possibilities of creating plans for accident prevention and risk reduction at railway crossings. Through the application of statistical analysis and other evidential methods, a deeper insight into the causes and consequences of these accidents is provided. Studying events in road and railway traffic, special attention will be paid to the impact of traffic on land and biodiversity. The research aims to identify measures that contribute to safer traffic and promote the sustainability of transportation activities in Serbia. Integrating research results into traffic safety policies and practices has the potential to significantly contribute to improving safety systems and environmental preservation.

**Keywords:** traffic safety, traffic accidents, sustainability



## ■ POTRAŽNJA ZA PARKING MESTIMA ZA TEŠKA TERETNA VOZILA DUŽ AUTO-PUTEVA U SLOVENIJI

**Marko Čelan**, DRI upravljanje investicij, Ljubljana, Slovenija, **Franci Šoba**, DRI upravljanje investicij, Ljubljana, Slovenija

**Rezime:** Na teritoriji Republike Slovenije drumski teretni saobraćaj nastavlja intenzivno da raste. Kako saobraćaj raste, tako raste i potražnja za parking mestima za teška teretna vozila duž auto-puteva. Ovaj rad predstavlja metodologiju i obračun broja parking mesta potrebnih duž auto-puteva, uzimajući u obzir zakon o radnom vremenu i obaveznim periodima odmora za profesionalne vozače i tokove teretnog saobraćaja. Putanje teretnih vozila na mreži auto-puteva zasnovane su na 4-faznom makroskopskom modelu saobraćaja i vrednovane su u skladu sa najnovijim podacima o brojanju saobraćaja. Saobraćajni tokovi za tranzit, polazna tačka-odredište i unutrašnji teretni saobraćaj daju se odvojeno. Na osnovu projektovanog rasta teretnog saobraćaja i metodologije koja se koristi za izračunavanje potražnje za parking mestima, nedostatak parking mesta za svaku deonicu mreže auto-puteva u Sloveniji daje se za trenutnu situaciju i prognozirani obim saobraćaja u 2040.

**Ključne reči:** prevoz tereta, parking za teška teretna vozila, saobraćajni model, putanje kretanja vozila, periodi odmora vozača

## DEMAND FOR PARKING SPACES FOR HEAVY GOODS VEHICLES ALONG MOTORWAYS IN SLOVENIA

**Abstract:** In the territory of the Republic of Slovenia, road freight transport continues to grow intensively. As traffic grows, so does the demand for parking spaces for heavy goods vehicles along motorways. This paper presents a methodology and calculation of the number of parking spaces needed along motorways, taking into account legislation on working time and compulsory rest periods for professional drivers and freight traffic flows. The trajectories of freight vehicles on the motorway network are based on a 4-stage macroscopic traffic model and are weighted by the latest traffic counter data. Traffic flows for transit, origin-destination, and internal freight traffic are given separately. Based on the projected growth in freight transport and the methodology used to calculate the demand for parking spaces, the shortage of parking spaces for each section of the motorway network in Slovenia is given for the current situation and the forecast traffic volume in 2040.

**Keywords:** freight transport, traffic model, vehicle movement trajectories, driver rest periods

## ■ UTICAJ LOKACIJE BROJAČA SAOBRAĆAJA NA DOBIJENE PODATKE ZA ANALIZU, PLANIRANJE I OPTIMIZACIJU SAOBRAĆAJNOG TOKA NA PRIMERU SEMAFORIZACIJE ČETVOROKRAKE RASKRSNICE U NOVOM PAZARU

Milana Šarenac, GMP GRAMONT-NS, Novi Sad, Aleksandar Petrić, GMP GRAMONT-NS, Novi Sad, Goran Đokić, GMP GRAMONT-NS, Novi Sad

**Rezime:** U radu je istaknut uticaj lokacije brojača saobraćaja na dobijene podatke o saobraćajnom toku, i izbor optimalnog projektnog rešenja na posmatranoj lokaciji. Analiziran je projekat poboljšanja uslova odvijanja saobraćaja na raskrsnici državnog puta IB-22 sa ulicom Branka Ćopića u Novom Pazaru, u kom je predviđena semaforizacija četvorokrake raskrsnice, na osnovu analize podataka sa mobilnih brojača postavljenih na raskrsnici. Poređenje sa podacima o protoku vozila sa fiksnih brojača na deonici Novi Pazar (Brđani) - Ribariće predmetnog državnog puta ukazuje na neophodnost nezavisnog brojanja saobraćaja mobilnim brojačima u određenim slučajevima, kada se podaci sa fiksnih brojača ne mogu iskoristiti. Iz navedenog proističe značaj strateškog postavljanja mobilnih brojača na raskrsnicama, priključcima i ključnim saobraćajnim deonicama za podatke najpribližnije stvarnom stanju na konkretnoj lokaciji. To značajno utiče na dalje analize i odluke koje se donose na osnovu tih podataka, i može imati dugoročne posledice na planiranje i optimizaciju saobraćajnog toka.

**Ključne reči:** brojanje saobraćaja, mobilni brojači, lokacija brojača, semaforizacija raskrsnice, analiza uslova odvijanja saobraćaja

## THE IMPACT OF TRAFFIC COUNTERS LOCATION ON DATA FOR TRAFFIC FLOW ANALYSIS, PLANNING, AND OPTIMIZATION USING THE EXAMPLE OF SIGNALIZATION OF A FOUR-WAY INTERSECTION IN NOVI PAZAR

**Abstract:** The paper highlights the impact of traffic counters location on the traffic flow data, and the selection of the optimal project solution at the observed location. The project to improve traffic conditions at the intersection of the IB-22 state road with Branko Ćopić Street in Novi Pazar was analyzed, in which the signalization of the four-way intersection is planned based on the analysis of data from mobile traffic counters placed at the intersection. Comparison with data on vehicle flow from fixed counters on the section Novi Pazar (Brđani) - Ribariće of the relevant state road indicates the necessity of independent traffic counting with mobile traffic counters in certain cases, when data from fixed counters cannot be utilized. From the above, the significance of strategically placing mobile traffic counters at intersections, junctions, and key traffic sections for data closest to the real situation at the specific location emerges. This significantly influences further analyses and decisions made based on this data, and can have long-term consequences for traffic flow planning and optimization.

**Keywords:** traffic counting, mobile traffic counters, traffic counters location, traffic light instalation at an intersection, traffic flow conditions analysis

## ■ ANALIZA I IZBOR MERA ZA UPRAVLJANJE BRZINAMA - PRIMER GRADA SREMSKA MITROVICA

**Nemanja Garunović**, Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, **Vuk Bogdanović**, Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, **Obrad Vučenović**, Grad Sremska Mitrovica, **Marko Marković**, Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu

**Rezime:** Upravljanje brzinama (eng. Speed Management) je postupak koji podrazumeva preduzimanje različitih mera u cilju postizanja optimalne brzine svih, odnosno većine vozila u saobraćajnom toku. Optimalna brzina zavisi od ranga i kategorije puta, u principu radi se o dozvoljenoj brzini na posmatranoj deonici puta. Sprovođenje mera u cilju upravljanja brzinom vozila na uličnoj mreži zahteva dodatna ulaganja, pa je potrebno definisati objektivne kriterijume za izbor lokacije na kojima su mere potrebne i prioriteta njihove implementacije. Pored toga, potrebno je definisati postupak izbora mere na izabranim lokacijama, koje bi bile usklađene sa efikasnošću, ali i objektivnim ograničenjima i drugim faktorima. U ovom radu analiziran je postupak izbora tehničkih i regulativnih mera za smanjenje brzine motornog saobraćaja na uličnoj mreži naselja Sremska Mitrovica.

**Ključne reči:** upravljanje brzinama, kriterijumi, motorni saobraćaj, Grad Sremska Mitrovica

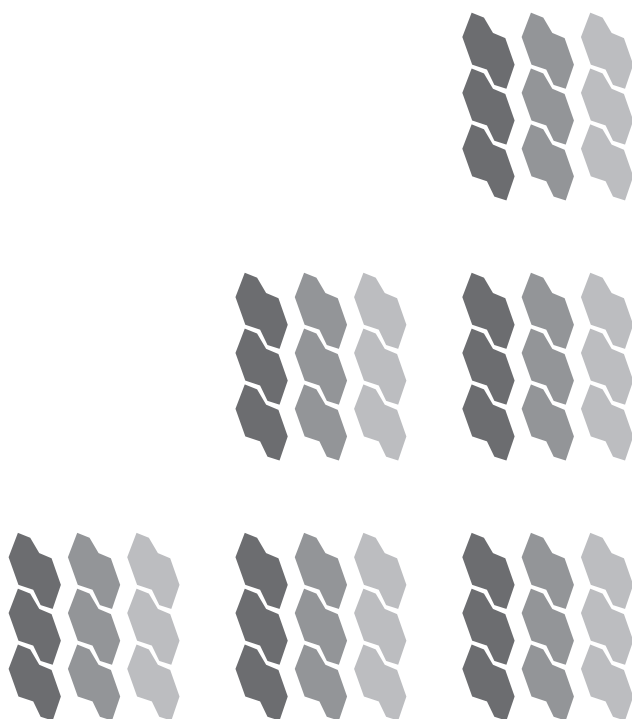
## ANALYSIS AND SELECTION OF MEASURES FOR SPEED MANAGEMENT - AN EXAMPLE OF THE CITY OF SREMSKA MITROVICA

**Abstract:** The process of speed management involves taking various measures to reach the optimal speed of the majority of vehicles in the traffic flow. The optimal speed depends on the rank and category of the road. In principle, it is the permitted speed on the observed section of the road. The implementation of measures aimed at managing the traffic flow speed requires additional investments, so it is necessary to define objective criteria for choosing the location where the measures are needed and the priority of their implementation. Furthermore, it is necessary to define the procedure for selecting measures in selected locations that is aligned with efficiency, objective limitations, and other factors. This paper examines the method for selecting technical and regulatory measures to decrease the speed of motor traffic on the street network of Sremska Mitrovica city.

**Keywords:** Speed Management, Criteria, Motor Traffic, City of Sremska Mitrovica

# Одрживи развој и заштита животне средине

## Sustainable Development and Environmental Protection





## ■ ULOGA INFORMACIONO-KOMUNIKACIONIH TEHNOLOGIJA U ODRŽIVOM RAZVOJU: SMANJENJE UTICAJA KLIMATSKIH PROMENA U PUTNOM SEKTORU

**Milica Pavić**, Građevinski fakultet Subotica, Univerzitet u Novom Sadu, **Igor Jakanović**, Građevinski fakultet Subotica, Univerzitet u Novom Sadu

**Rezime:** Usled uticaja klimatskih promena svet se konstantno menja, istovremeno ostavljajući trag na sve sektore društva. Generalni prioriteti u svetskim okvirima su da svaki sektor postane otporan na ove promene i sposoban za brzi oporavak. Tehnologija igra veliku ulogu u podizanju svesti o klimatskim promenama i obrazovanju ljudi o njihovom uticaju na životnu sredinu. Kombinacija inovacija, političke volje i angažovanosti može dovesti do značajnog napretka u smanjenju emisije gasova sa efektom staklene bašte, čime se poboljšava kapacitet očuvanja planete za buduće generacije. Primenom informaciono-komunikacionih tehnologija (IKT) se utiče na poboljšanje kvaliteta životne sredine koja se ogleda kroz proces ublažavanja zagađenja. Cilj rada je da se napravi pregled primene IKT u putnom sektoru, sa posebnim akcentom na analizi sprovođenja mera usmerenih ka adaptaciji i unapređenju putne infrastrukture i njene eksploatacije. Takođe, biće date relevantne informacije i smernice kako bi se podržale inicijative usmerene ka ojačanju putnog sektora koji može odgovoriti na sve veće izazove u vezi sa klimatskim promenama.

**Ključne reči:** klimatske promene, IKT, putni sektor

## ROLE OF INFORMATION-COMMUNICATION TECHNOLOGIES IN SUSTAINABLE DEVELOPMENT: REDUCING THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE IN THE TRANSPORTATION SECTOR

**Abstract:** Due to the impact of climate change, the world is constantly changing, simultaneously leaving a mark on all sectors of society. The general priorities on a global scale are for each sector to become resilient to these changes and capable of rapid recovery. Technology plays a significant role in raising awareness about climate change and educating people about its impact on the environment. A combination of innovation, political will, and engagement can lead to significant progress in reducing greenhouse gas emissions, thereby improving the planet's capacity for preservation for future generations. The application of information and communication technologies (ICT) influences the improvement of environmental quality, reflected in the process of pollution mitigation. The aim of this paper is to provide an overview of the application of ICT in the road sector, with a special emphasis on analyzing the implementation of measures aimed at adaptation and improvement of road infrastructure and its operation. Additionally, relevant information and guidelines will be provided to support initiatives aimed at strengthening the road sector to respond to increasing challenges related to climate change.

**Keywords:** climate change, ICT, road sector

## ■ POSTIZANJE RAVNOTEŽE: NAVIGACIJA RAZVOJEM INFRASTRUKTURE I OČUVANJEM BIODIVERZITETA U SRBIJI - OTKRIVANJE IZAZOVA I REŠENJA

**Miloš Despotović**, Arup, Beograd, Srbija, **Iva Mišić**, Arup, Beograd, Srbija, **Matija Petković**, Arup, Beograd, Srbija,

**Rezime:** Srbija trenutno prolazi kroz brojne projekte razvoja infrastrukture, sa još više planiranih za budućnost. Međutim, ravnoteža između razvoja i očuvanja biodiverziteta često je stavljena u drugi plan ili potpuno zanemarena. S obzirom na to da ovi infrastrukturni projekti igraju ključnu ulogu u podsticanju ekonomskog rasta, njihovo uspešno završavanje je imperativ. Istovremeno, oni predstavljaju značajan rizik od degradacije životne sredine. U ovoj studiji, bavimo se izazovima poput globalne usklađenosti, praznina u podacima, pitanjima kapaciteta i ograničenom svesti. Koristimo integrativne i holističke metodologije, deleći uvide i iskustva, posebno u oblasti veštačke inteligencije. Predložena rešenja obuhvataju različite pristupe, naglašavajući unapređenu komunikaciju, ažurirane podatke i optimizaciju alokacije resursa. Ističući saradnju među zainteresovanim stranama, naglašavamo dvostruku odgovornost postizanja ekonomskog napretka uz očuvanje biodiverziteta. Kroz ilustrativne primere planiranja i dizajna, zalažemo se za budućnost u kojoj razvoj i očuvanje koegzistiraju harmonično, inspirišući zajedničke napore ka održivosti i prosperitetu.

**Ključne reči:** projekti razvoja infrastrukture, očuvanje biodiverziteta, globalna usklađenost, veštačka inteligencija, održivost

## STRIKING A BALANCE: NAVIGATING INFRASTRUCTURE DEVELOPMENT AND BIODIVERSITY CONSERVATION IN SERBIA - UNVEILING CHALLENGES AND SOLUTIONS

**Abstract:** Serbia is currently undergoing numerous infrastructure development projects, with even more planned for the future. However, the balance between development and biodiversity conservation is often relegated to a secondary position or neglected altogether. Considering that these infrastructure projects play a crucial role in propelling economic growth, their successful completion is imperative. Simultaneously, they pose a significant risk of environmental degradation. In this study, we address challenges such as global alignment, data gaps, capacity issues, and limited awareness. We employ integrative and holistic methodologies, sharing insights and experiences, particularly in the realm of Artificial Intelligence. Proposed solutions encompass various approaches, emphasizing enhanced communication, updated data, and optimized resource allocation. Highlighting collaboration among stakeholders, we underscore the dual responsibility of achieving economic progress while preserving biodiversity. Through illustrative planning and design examples, we advocate for a future where development and conservation coexist harmoniously, inspiring collective efforts towards sustainability and prosperity.

**Keywords:** Infrastructure development projects, Biodiversity conservation, Global alignment, Artificial Intelligence, Sustainability

## ■ ENVIRONMENTAL LIFE CYCLE ASSESSMENT OF SUSTAINABLE SOLUTIONS FOR ROAD ASPHALT PAVEMENTS

**Cristina Oreto**, Roads Laboratory Luigi Tocchetti, Department of Civil, Construction and Environmental Engineering, Università degli Studi di Napoli Federico II, Italy, **Rosa Veropalumbo**, Roads Laboratory Luigi Tocchetti, Department of Civil, Construction and Environmental Engineering, Università degli Studi di Napoli Federico II, Italy, **Nunzio Viscione**, Roads Laboratory Luigi Tocchetti, Department of Civil, Construction and Environmental Engineering, Università degli Studi di Napoli Federico II, Italy, **Francesca Russo**, Roads Laboratory Luigi Tocchetti, Department of Civil, Construction and Environmental Engineering, Università degli Studi di Napoli Federico II, Italy,

**Abstract:** As new environmentally-sound asphalt concrete production technologies are becoming more and more widespread, their practical application is still hindered by the lack of proper environmental sustainability criteria into the design and maintenance of asphalt road pavements.

The present work focused on the quantification of a set of impact indicators through a comprehensive environmental life cycle assessment, according to a “from cradle to grave” approach, of two alternative asphalt pavement solutions containing high percentage of reclaimed asphalt pavement incorporated through hot or cold in-place recycling technologies into the binder and base layers, versus a conventional one.

The results showed that 50% RAP recycling into the binder and base layers achieved on average 18% reduction of the global warming, terrestrial ecotoxicity, particulate matter formation and fossil resource scarcity indicators compared to the conventional 100% virgin solution; nevertheless, the same indicators lowered up to 54% when a cold in-place recycling of the base layer coupled with a hot recycled binder layer was adopted.

A sensitivity analysis was conducted to detect the influence of the service life of both the binder and base layers on the outcome of life cycle assessment in terms of global warming indicator. The results highlighted that the alternative solutions have better environmental performance than the conventional one if the service life is greater than 4 years, for the hot recycled binder layer, and 12 years, for the cold base layer.

The study allowed the quantification of some environmental indicators and the identification of the most-sustainable asphalt paving alternative with consideration of a key aspect for life cycle assessments that is the service life.

**Keywords:** LCA, sustainable roads, alternative materials, cold recycling



CIP - Каталогизација у публикацији  
Народна библиотека Србије, Београд

625.7/.8(048)

**СРПСКИ конгрес о путевима (5 ; 2024 ; Београд)**

Зборник апстраката / 5. српски конгрес о путевима, 30-31. мај 2024.,  
[Београд] = Book of abstracts / 5th Serbian Road Congress, May 30-31, 2024 ;  
[организатори Српско друштво за путеве "Via Vita" ... [и др.]] ; [уредници  
Владан Тубић, Сања Фриц]. - Београд : Српско друштво за путеве "Via Vita",  
2024 (Београд : Дебрапласт). - 111 стр. ; 24 cm

Апстракти упоредо на срп. и енгл. језику. - Тираж 300.

ISBN 978-86-88541-17-6

а) Путеви -- Апстракти

COBISS.SR-ID 144584201