



6. СРПСКИ
КОНГРЕС О
ПУТЕВИМА

www.kongresoputevima.rs

4 - 5. јун 2026.
Београд, Србија

Зборник апстраката

Book of abstracts

6th Serbian Road Congress
June 4 - 5, 2026
Belgrade, Serbia



Удружење Пословаца Пушне Привреде
Републике Србије "Пушар"

UNIPROMET 



VS INFRA DESIGN





**6. СРПСКИ
КОНГРЕС О
ПУТЕВИМА**

ЗБОРНИК АПСТРАКАТА

6. српски конгрес о путевима, 4-5. јун 2026.

BOOK OF ABSTRACTS

6th Serbian Road Congress, June 4-5, 2026

Издавач

Српско друштво за путеве "Via-Vita"

Булевар Пека Дапчевића 45, 11000 Београд

За издавача

Душан Савковић, дипл. инж. грађ.

Уредници

Проф.др Драженко Главић

В.проф.др Горан Младеновић

Графички дизајн

Омнибус, Београд

Штампа

Дедрапласт, Београд

Тираж

300

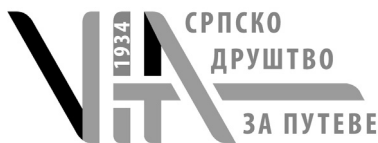
ISBN 978-86-88541-21-3

ЗБОРНИК АПСТРАКАТА

6. српски конгрес о путевима, 4-5. јун 2026.

BOOK OF ABSTRACTS

6th Serbian Road Congress, June 4-5, 2026



Српско друштво за путеве "Via-Vita"
Београд, 2026. година

6. српски конгрес о путевима

4-5. јун 2026. Београд, Србија

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	13
■ Уводна предавања / Introduction lectures	15
KLJUČNI DOPRINOS ITS-A U UNAPREĐENJU FIZIČKO-DIGITALNE INFRASTRUKTURE NA PUTNOJ MREŽI Vladimir Vorotović ...	16
TRENDIVI ODRŽIVOG RAZVOJA U OBLASTI ASFALJNIH KOLOVOZNIH KONSTRUKCIJA Ivan Isailović ...	17
■ TEMA 1 ... Пројектовање и финансирање путне мреже Road Network Planning and Financing	19
METODOLOŠKI OKVIR ZA ANALIZU TROŠKOVA KAŠNJENJA U IZGRADNJI AUTOPUTEVA Draženko Glavić ...	21
RELEVANTNE KARAKTERISTIKE TERMOSTABILNE MREŽE ZA ARMIRANJE ASFALTA Dragan Stojnić ...	22
THE IMPACT OF EXISTING AND PLANNED TRANSPORT INFRASTRUCTURE ON THE SPATIAL DEVELOPMENT OF SLOVENIA: THE CONCEPT OF THE SPATIAL PLAN OF SLOVENIA Andrej Gulič ...	24
ANALIZA I IZBOR SKELETNIH MASTIKS ASFALJNIH MEŠAVINA (SMA) U KOLOVOZKOM ZASTORU ZA RAZLIČITE TIPOVE SAOBRAĆAJNICA Dragan Stojnić, Suzana Stefanović, Olivera Đokić ...	26

ТЕМА 2 ... Изградња, управљање и одржавање Construction, Management and Maintenance	27
IZGRADNJA TUNELA U JAKO KARSTIFIKOVANOJ KREČNJAČKOJ MASI SA VELIKIM KAVERNAMA: SLUČAJ TUNELA VJETERNIK Dušan Panić ...	29
IZGRADNJA I ODRŽAVANJE DRŽAVNIH PUTEVA NA PEŠTERSKOJ VISORAVNI Mirsada Uglić ...	30
IZAZOVI UPRAVLJANJA JAVNIM PUTEVIMA GRADA BEOGRADA Saša Cvjetić, Marko Glišanović ...	31
NUMERIČKA PROCENA SLEGANJA SAOBRAĆAJNIH NASIPA Nikola Obradović, Sanja Jocković ...	32
OBJECTIVES, CHALLENGES AND SOLUTIONS FOR DIGITAL PAVEMENT MANAGEMENT OF TRANSPORT INFRASTRUCTURE Daniel Hilpert ...	33
ARMIRANJE ASFALTA I EFEKTI NAKON 16 GODINA OD UGRADNJE U BEOGRADU Marija Bakrač, Ivan Andrić, Lidija Zec ...	34
VAŽNI TEHNIČKI PARAMETRI POVEZANI SA KVALITETOM SAOBRAĆAJNICE, KROZ PRIZMU PRIMENE ARMATURNIH MREŽA ZA ASFALT, PROIZVEDENIH OD RAZLIČITIH SIROVINA Ilija Radenović, Marija Bakrač ...	35
UPRAVLJANJE I ODRŽAVANJE SISTEMA ZA ODVODNJAVANJE POSLE REKONSTRUKCIJE MOSTA GAZELA PREKO REKE SAVE U BEOGRADU Jovan Despotović, Aleksandar Đukić, Jasna Plavšić, Zoran Mišković, Branislav Babić, Ognjen Govedarica, Dragutin Pavlović ...	36
METODE ZA PROCJENU STANJA KOLOVOZNE KONSTRUKCIJE SA PRIMJEROM OCJENE NA ULICAMA U NOVOM SADU Milan Marinković ...	38

■ ТЕМА 3 ... Ефикасност и безбедност саобраћаја	
Traffic Efficiency and Safety	39
ULOGA MULTIMODALNOG FIZIČKOG I VIRTUELNOG SAOBRAĆAJNOG SIMULATORA U NAUČNIM ISTRAŽIVANJIMA	
Marko Vukojević, Milan Knežević, Ismet Gokstad Erdagi, Aleksandar Stevanović ...	41
UNAPREĐENJE PROCESA SPROVOĐENJA PROVERE BEZBEDNOSTI SAOBRAĆAJA KROZ RAZVOJ SOFVERSKEG REŠENJA	
Kosta Jovanov, Boris Antić, Dalibor Pešić ...	42
UTVRĐIVANJE BEZBEDNOSNIH KRITERIJUMA I PROCEDURE ZA VOĐENJE DRŽAVNIH PUTEVA KROZ NASELJA	
Marija Dotto, Nebojša Čubrilo, Ivana Ilić, Bojana Miljković, Krsto Lipovac ...	44
ANALIZA UTICAJNIH FAKTORA NA RAZUMEVANJE SAOBRAĆAJNIH ZNAKOVA	
Anđela Novaković, Ana Trpković, Marjana Čubranić-Dobrodolac, Jelica Komarica ...	46
ISTRAŽIVANJE METODE IDENTIFIKACIJE RIZIKA ZA BEZBEDNOST DRUMSKOG SAOBRAĆAJA U GRADU ZASNOVANE NA ABNORMALNOM PONAŠANJU U VOŽNJI	
Fu Yuan ...	47
PROSTORNA ANALIZA OPSLUŽENOSTI SLUŽBAMA ZA VANREDNE SITUACIJE: STUDIJA SLUČAJA PUTNE MREŽE BAČKOG OKRUGA	
Boris Antić, Sreten Jevremović, Milica Šelmić, Filip Arnaut ...	48
PROCJENA UTJECAJA SEMAFORIZIRANIH RASKRIŽJA NA SIGURNOST I KAPACITET KRUŽNOG RASKRIŽJA: STUDIJA SLUČAJA IZ OSIJEKA	
Irena Ištoka Otković, Mirna Klobučar, Aleksandra Deluka-Tibljaš, Sanja Šurdonja ...	50
ANALIZA EFEKATA PREVENTIVNIH RADARSKIH MJERAČA NA POŠTOVANJE OGRANIČENJA BRZINE NA DIONICI MAGISTRALNOG PUTA M-1	
Vladimir Ilić, Vuk Bogdanović, Milan Andrijašević, Boško Matović, Filip Perović ...	51
УТИЦАЈ ХОРИЗОНТАЛНИХ КРИВИНА НА НАСТАНАК САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА, ПРИМЕНОМ МЕТОДА НЕЗАВИСНЕ ОЦЕНЕ УТИЦАЈА ПУТА НА НАСТАНАК САОБРАЋАЈНЕ НЕЗГОДЕ	
Давид Рилак, Борис Антић, Ненад Марковић ...	52
АНАЛИЗА УТИЦАЈА ВРЕМЕНСКИХ УСЛОВА НА ПАРАМЕТРЕ САОБРАЋАЈНОГ ТОКА НА АУТО-ПУТУ „9. ЈАНУАР“	
Владимир Гатарих, Вук Богдановић, Јелена Митровић Симић ...	54
PROCENA PRILAGOĐENOSTI TROTOARA POTREBAMA PEŠAKA – SLUČAJ CENTRALNE GRADSKOJE ZONE BEOGRAD	
Jelica Komarica, Ana Trpković ...	55

УТИЦАЈ СТАЊА САОБРАЋАЈНОГ ТОКА НА БРЗИНУ ВОЗИЛА У ЕНП КАНАЛИМА - СТУДИЈА СЛУЧАЈА НАПЛАТНЕ СТАНИЦЕ У СРБИЈИ Милош Тубић, Немања Степановић ...	56
DRUGA GENERACIJA PLANOVA ODRŽIVE URBANE MOBILNOSTI U REPUBLICI SRBIJI Vladimir Đorić, Ivan Ivanović, Dragana Petrović ...	58
АНАЛИЗА ЕФИКАСНОСТИ РАДА ГРАНИЧНИХ ПРЕЛАЗА У ФУНКЦИЈИ ПРОМЕНЉИВИХ МЕРОДАВНИХ ПРОТОКА Милица Тубић, Теодора Бајевић, Вук Богдановић ...	60
VIŠEKRITERIJUMSKI MODEL KOMPARATIVNOG VREDNOVANJA INDIKATORA BEZBJEDNOSTI SAOBRAĆAJA Brankica Bubić, Tijana Gačić, Mihajlo Vučinović, Željko Stević ...	62
2+1 PUTEVI KAO MJERA UNAPREĐENJA SAOBRAĆAJA: ŠVEDSKA ISKUSTVA I MOGUĆNOSTI PRIMJENE U SRBIJI Sara Krsmanović, Dragan Jovanović, Panta Krstić ...	63
METODE POBOLJŠANJA BEZBEDNOSTI SAOBRAĆAJA U HORIZONTALNIM KRIVINAMA SA KRITIČNIM RADIJUSIMA Sara Krsmanović, Panta Krstić, Miloš Šešljija ...	64
UPRAVLJANJE PARKIRANJEM U CENTRALNOJ ZONI BEOGRADA: OCENA EFIKASNOSTI U KONTEKSTU ODRŽIVOSTI Vladimir Čuljković, Jelena Simićević, Tijana Nikolić ...	65
(NE)UPRAVLJANJE PARKIRANJEM U NAŠIM GRADOVIMA I NJEGOV UTICAJ NA URBANU MOBILNOST Jelena Simićević, Tijana Nikolić, Vladimir Čuljković ...	66

■ ТЕМА 4 ... Отпорност инфраструктуре на климатске промене Infrastructure Resilience to Climate Change	67
MODIFIKACIJA POLIMEROM MODIFIKOVANOG BITUMENA ZA IZDRŽLJIV KOLOVOZ: NOVI PRISTUP Olivier Fleischel, Waldemar Schatz ...	69
MULTI-HAZARD I SOCIO-EKONOMSKA PROCENA KRITIČNOSTI PUTNE MREŽE SRBIJE: PODRŠKA KLIMATSKOJ OTPORNOSTI I UPRAVLJANJU INFRASTRUKTUROM Elco Koks, Jelena Ćirilović Stanković, Shadi Shirazian, Valentin Weiwad, Jasna Plavšić, Joël De Plaen ...	70
INTEGRISANA ANALIZA INTERAKCIJE PUTNE INFRASTRUKTURE I KLIMATSKIH PROMENA Marina Milenković, Stefan Trifunović, Goran Mladenović, Draženko Glavić, Jelica Komarica, Marija Mitić ...	72

TEMA 5 ... Иновације и дигитализација Innovation and Digitalization	73
PRIMJENA ITS-A, AI I DIGITALNIH BLIZANACA U UPRAVLJANJU I ODRŽAVANJEM PUTNE MREŽE Osman Lindov, Jasmina Olovčić, Samir Džaferović ...	75
PRIMENA VEŠTAČKE INTELIGENCIJE U PUTNOM SEKTORU - IZMEĐU INŽENJERSKE PODRŠKE, TAČNOSTI I ILUZIJE SVEMOĆI Milica Pavić, Igor Jokanović ...	76
DIGITALNI PASOŠI ZA PROIZVODE I MATERIJALE ZA BOLJE UPRAVLJANJE MATERIJALNIM TOKOVIMA U IZGRADNJI I ODRŽAVANJU CESTA Jan Prah, Marija Đurić, Primož Oprčkal, Alenka Mauko Pranjić...	77
ISTRAŽIVANJE INTELIGENTNIH TEHNOLOGIJA ZA ELEKTROMEHANIČKE SISTEME PAMETNIH AUTOPUTEVA Luo Weimin ...	78
SISTEM DINAMIČKE ZABRANE PRETICANJA ZA TERETNA VOZILA Stamenka Stanković, Nikola Čelar, Jelena Kajalić ...	79
KATEGORIZACIJA SAOBRAĆAJNIH ZNAKOVA U KOOPERATIVNOJ, POVEZANOJ I AUTOMATIZOVANOJ MOBILNOSTI Miroslav Petrović, Dušan Mladenović, Mladen Nedeljkov ...	80
UTICAJ IFC EVOLUCIJE NA PRIMENU BIM-A I STANDARDIZACIJU RAZMENE PODATAKA NA INFRASTRUKTURNIM PROJEKTIMA Nikola Knežević, Nikola Milovanović, Željko Marinković ...	81

<p>■ ТЕМА 6 ... Одрживи развој и екологија Sustainable Development and Ecology</p>	83
<p>РЕЦИКЛАЖА ВРУЋИХ АСФАЛТНИХ МЕШАВИНА СА ВИСОКИМ САДРЖАЈЕМ РЕЦИКЛИРАНОГ АСФАЛТА: ПРАКСА ОПТИМИЗАЦИЈЕ И ПРИМЕНЕ РЕЈУВЕНАТОРА У СРБИЈИ И ЧЕШКОЈ РЕПУБЛИЦИ Shahin Eskandarsefat, Ђорђе Тошковић ...</p>	85
<p>ПИРОЛИТИЧКО УЛЈЕ ИЗ ОТПАДНОГ ПОЛИКАРБОНАТА КАО ПОТЕНЦИЈАЛНИ РЕЈУВИНАТОР БИТУМЕНА Primož Pavšič, Primož Oprčkal, Lidija Ržek, Luka Škrlep ...</p>	86
<p>УТИЦАЈ ИЗГРАДНЈЕ ЛИНЕАРНЕ ИНФРАСТРУКТУРЕ НА ШИРЕНЈЕ ЈАПАНСКОГ ДВОРНИКА (REYNOUTRIA SPP.) У СРБИЈИ Jovo Pokrajac, Tamara Stevović, Ђурђе Ђуковић, Matija Petković ...</p>	88
<p>ПРОСТОРНА ВАРИЈАБИЛНОСТ САОБРАЋАЈНЕ БУКЕ У УРБАНИМ СРЕДИНАМА – ПРИМЕР ДЕЛА МРЕЖЕ БЕОГРАДА Milena Stamenković, Marjana Čubranić-Dobrodolac, Ana Trpković ...</p>	89
<p>НОВИ ОДРЖИВИ МОДУЛАРНИ И СЕРТИФИЦИРАНИ СУСТАВИ ЗАШТИТЕ ОД ОДРОНА Roberto Luis, Helene Lanter, Marko Boričević, Vjekoslav Budimir ...</p>	90
<p>УТИЦАЈ ПУТНЕ ИНФРАСТРУКТУРЕ НА ЖИВОТНУ СРЕДИНУ – ПОДЗЕМНЕ И ПОВРШИНСКЕ ВОДЕ Сања Фриц, Владан Илић, Дејан Гавран, Филип Трпчевски, Стефан Врањевац, Милош Лукић, Никола Миловановић ...</p>	91

Уводна реч

Развијена путне мреже и ефикасан саобраћај представљају кључне факторе који утичу на економски и друштвени развој и просперитет сваког друштва и државе. Циклус интензивног улагања у развој путне мреже у Србији се приводи крају и у наредном периоду је неопходно посебну пажњу посветити подизању нивоа одржавања путне мреже уз примену принципа циркуларне економије и одрживог развоја, сагледавајући расположиве ресурсе у изградњи и одржавању путева, са императивом очувања животне средине и потребом прилагођавања климатским променама.

На нашим путевима све су више заступљена возила са електричним погоном, а за очекивати је да у скорој будућности буде све више и аутономних возила, за која треба обезбедити одговарајућу инфраструктуру. Стога су, у свим фазама развоја путне инфраструктуре, од планирања и изградње до експлоатације и одржавања све више заступљене дигиталне и комуникационе технологије, као и све чешће помињана вештачка интелигенција, који омогућавају унапређење мобилности и безбедности и ефикасно управљање.

Изузетна нам је част и задовољство што ћемо на Шестом 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 наредном периоду.

Копредседници Научног одбора / Scientific Committee Co-Chairs

Проф.др Драженко Главић, дипл.саоб.инж.
Универзитет у Београду – Саобраћајни факултет

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

Уводна предавања

Introduction
lectures



■ KLJUČNI DOPRINOS ITS-A U UNAPREĐENJU FIZIČKO-DIGITALNE INFRASTRUKTURE NA PUTNOJ MREŽI

Vladimir Vorotović
Chief Innovation Officer
ERTICO-ITS Europe



Rezime

U savremenim uslovima razvoja gradova i saobraćajnih mreža, inteligentni transportni sistemi (ITS) postaju ključni faktor modernizacije putne mreže i unapređenja kvaliteta života stanovništva. ITS predstavlja ključnu vezu između fizičke i digitalne infrastrukture na putnoj mreži. Fizičko-digitalna infrastruktura podrazumeva spoj klasične putne infrastrukture, kao što su putevi, mostovi, tuneli i saobraćajna signalizacija, sa digitalnim tehnologijama koje omogućavaju prikupljanje, obradu i razmenu podataka u realnom vremenu. ITS sistemi omogućavaju upravo takvu integraciju kroz primenu senzora, kamera, komunikacionih mreža, softverskih platformi i automatizovanih sistema upravljanja saobraćajem.

Jedan od ključnih doprinosa ITS-a jeste unapređenje bezbednosti saobraćaja. Pored bezbednosti, ITS značajno doprinosi efikasnijem upravljanju saobraćajem. Ovo je posebno značajno u urbanim sredinama gde je prostor za izgradnju novih saobraćajnica ograničen.

ITS omogućava razvoj održivog saobraćaja. Smanjenjem zastoja i optimizacijom protoka vozila dolazi do manje potrošnje goriva i smanjenja emisije štetnih gasova. Digitalizacija putne mreže obezbeđuje bolju povezanost različitih učesnika u saobraćaju. Vozila, infrastrukturni objekti i centri za upravljanje mogu međusobno da razmenjuju informacije putem savremenih komunikacionih tehnologija. Prikupljanjem i analizom velike količine podataka mogu kvalitetnije da se identifikuju kritične tačke na mreži, planiraju buduće investicije i unapredi održavanje infrastrukture.

Primena ITS-a omogućava bezbedniji, efikasniji i održiviji saobraćajni sistem. Integracijom savremenih tehnologija sa klasičnom infrastrukturom stvaraju se uslovi za razvoj pametnih i povezanih transportnih mreža koje će odgovoriti na potrebe budućnosti.

■ TRENDOVI ODRŽIVOG RAZVOJA U OBLASTI ASFALTNIH KOLOVOZNIH KONSTRUKCIJA

Ivan Isailović

Asphalt & Bitumen Technical Specialist

TPA GmbH / STRABAG SE

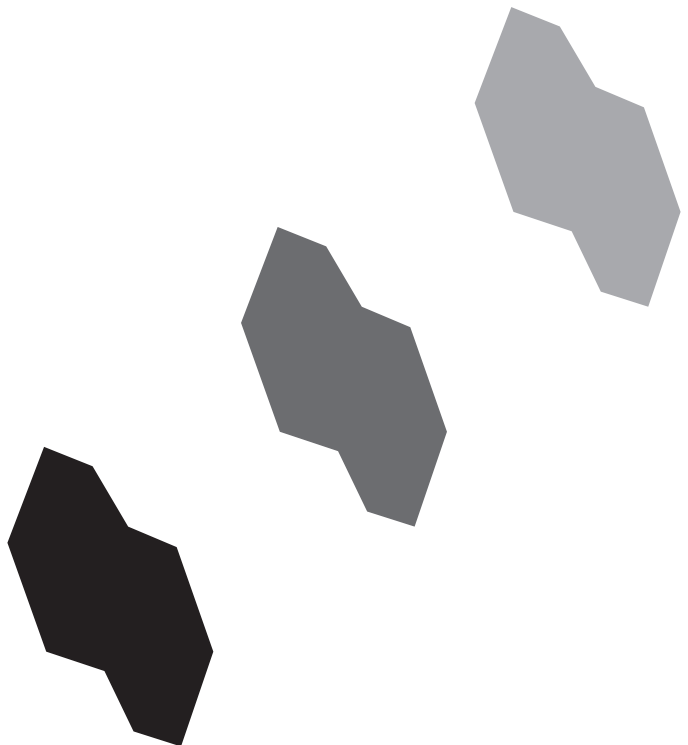


Rezime

U izgradnji asfaltnih kolovoznih konstrukcija održivi načini gradnje dobijaju sve veći značaj s ciljem očuvanja prirodnih resursa i smanjenja emisije CO₂. Reciklaža ima ključnu ulogu, jer se stari asfalt prerađuje i ponovo koristi, čime se smanjuje potreba za novim sirovinama i količina otpada. U evropskim zemljama sve se više primenjuje asfalt proizveden i ugrađen na sniženim temperaturama, što doprinosi manjoj potrošnji energije u asfaltnim bazama, smanjenju emisije štetnih gasova, kao i manjem zdravstvenom opterećenju radnika na gradilištu. Pored toga, intenzivno se istražuju alternativna veziva za zamenu bitumena, na primer na bazi lignina, biljnih ulja ili drugih biogenih otpadnih materijala. Sve veći značaj imaju i inovativne tehnologije, poput materijala koji vezuju CO₂ i energetski efikasnih metoda proizvodnje. Cilj svih ovih razvoja jeste da se izgradnja puteva dugoročno učini klimatski prihvatljivijom, resursno efikasnijom i ekonomski održivijom.

Пројектовање и финансирање путне мреже

Road Network Planning and Financing



■ METODOLOŠKI OKVIR ZA ANALIZU TROŠKOVA KAŠNJENJA U IZGRADNJI AUTOPUTEVA

Draženko Glavić, Univerzitet u Beogradu - Saobraćajni fakultet

Rezime: Kašnjenja u izgradnji autoputske infrastrukture predstavljaju univerzalni problem i veoma su česta i prisutna u svetu. Kašnjenja u izgradnji autoputske infrastrukture rezultuju povećanim troškovima projekata. Većina naučnih o stručnih radova, kao i studija bavi se uzrocima kašnjenja, dok troškovi povezani sa kašnjenjima projekata su veoma retko analizirani u literaturi. Imajući to u vidu, cilj ovog rada je da definiše metodološki okvir za analizu troškova kašnjenja u izgradnji puteva. Na osnovu definisanog, metodološkog okvira za analizu troškova kašnjenja, moguće je definisati ukupne troškove kašnjenja. Dobijeni rezultati u ovom radu mogu da pomognu donosiocima odluka u definisanju nove politike za smanjenje kašnjenja u izgradnji puteva kako bi se smanjili gubici i troškovi projekata.

Ključne reči: Troškovi kašnjenja, Autoput, Metodološki okvir

METHODOLOGICAL FRAMEWORK FOR THE ANALYSIS OF THE COST OF DELAYS IN THE CONSTRUCTION OF MOTORWAYS

Abstract: Delays in the construction of highway infrastructure are a universal problem and are very common and present in the world. Delays in the construction of highway infrastructure result in increased costs. Most scientific papers and studies deal with the causes of delays, while the costs associated with project delays are very rarely analyzed in the literature. With this in mind, the aim of this paper is to define a methodological framework for the analysis of the costs of delays in road construction. On the basis of a defined, methodological framework for the analysis of the cost of delay, it is possible to define the total cost of delay. The results obtained in this paper can help decision-makers in defining a new policy to reduce delays in road construction in order to reduce project losses and costs.

Keywords: Costs of delays, Motorway, Methodological framework

■ RELEVANTNE KARAKTERISTIKE TERMOSTABILNE MREŽE ZA ARMIRANJE ASFALTA

Dragan Stojnić, Institut za puteve a.d. Beograd - Odeljenje za projektovanje i ispitivanje kolovoznih konstrukcija, Beograd, Srbija

Rezime: Pri projektovanju rehabilitacija fleksibilnih kolovoznih konstrukcija sa asfaltnim zastorom, jedna od mogućih mera jeste primena termostabilnih mreža za armiranje asfalta. Njihova upotreba omogućava produženje životnog veka asfaltnih slojeva kolovoza, uz značajne ekonomske i ekološke prednosti. Mehanizam delovanja ovih mreža zasniva se na kombinaciji uklještenja (mehaničke adhezije), (hemijske) adhezije i zatezne čvrstoće. U pogledu izbora odgovarajućih karakteristika armaturnih mreža, kako bi se postigao maksimalan doprinos asfaltnoj konstrukciji, objavljeni su brojni stručni radovi. Ovaj rad bavi se analizom karakteristika koje utiču na interakciju armaturne mreže sa asfaltnim slojem pod dinamičkim opterećenjem, kao i laboratorijskim ispitivanjima - pre svega dilatacije zatezanja (Epsilon 6) i smanjenja zatezne čvrstoće nakon ugradnje. Rezultati sprovedenih ispitivanja ukazuju na ostvarene benefite i omogućavaju pouzdanu ocenu ponašanja spregnutog sistema asfaltni sloj/armaturna mreža u uslovima dinamičkog opterećenja karakterističnog za kolovozne konstrukcije. Razmatrane karakteristike predstavljaju jedan od ključnih parametara u postupku racionalnog dimenzionisanja kolovoznih konstrukcija uz upotrebu armaturne mreže. Sprovedena analiza može poslužiti kao smernica projektantima pri izboru odgovarajućeg tipa mreža za armiranje asfaltnih kolovoznih zastora, kao i investitorima prilikom definisanja projektnih zahteva i uslova u tenderskoj dokumentaciji.

Ključne reči: Termostabilna asfaltna armaturna mreža, spregnuti sistem asfaltni sloj/armaturna mreža, Epsilon 6, gubitak zatezne čvrstoće, racionalno dimenzionisanje, projektni zadatak, tenderska dokumentacija

RELEVANT CHARACTERISTICS OF THERMOSTABLE ASPHALT REINFORCEMENT GRIDS

Abstract: In the rehabilitation design of flexible pavement with asphalt wearing course, one of the potential measures involves the application of thermostable grids for asphalt layer reinforcement. Their use extends the service life of asphalt layers while providing significant economic and environmental benefits. The functional mechanism of these grids is based on a combination of interlock (mechanical adhesion), chemical adhesion, and tensile strength. Numerous technical papers have been published regarding the selection of optimal grid characteristics to maximize their contribution to pavement performance. This paper analyzes the key properties that affect the interaction between the reinforcement grid and the asphalt layer under dynamic loading, as well as relevant laboratory tests - primarily tensile strain elongation (Epsilon 6) and tensile strength reduction after installation. The results of the conducted tests demonstrate measurable performance benefits and provide a reliable assessment behavior of the combined asphalt layer/reinforcement

grid system under dynamic loads conditions typical for pavement structures. The analyzed characteristics represent one of the key parameters in the process of rational computing of pavement with the use of reinforcing grids. The conducted analysis may serve as a guideline for designers in selecting an appropriate type of grids for asphalt pavement reinforcement, as well as for investors in defining the terms of reference and requirements in tender documentation.

Keywords: Thermostable asphalt reinforcement grids, asphalt layer/reinforcement grid composite system, Epsilon 6, tensile strength reduction, rational computing, terms of reference, tender documentation

■ THE IMPACT OF EXISTING AND PLANNED TRANSPORT INFRASTRUCTURE ON THE SPATIAL DEVELOPMENT OF SLOVENIA: THE CONCEPT OF THE SPATIAL PLAN OF SLOVENIA

Andrej Gulič, Urban Planning Institute of the Republic of Slovenia (UIRS), Ljubljana, Slovenia

Abstract: Transport infrastructure is a key driver of spatial development, settlement patterns, and regional economic dynamics. By determining levels of accessibility and connectivity, transport systems influence the spatial distribution of population, economic activities, and services. This paper examines the impacts of existing and planned transport infrastructure on the future spatial development of Slovenia, with particular attention to settlement structure and regional accessibility. The analysis combines theoretical perspectives from regional development theory, accessibility theory, and land-use transport interaction models with the strategic objectives of the Concept of the Spatial Plan of Slovenia. The study demonstrates how transport infrastructure contributes to the development of a polycentric settlement system, reduces regional disparities in accessibility, and strengthens functional linkages between urban centres. Special attention is devoted to planning concepts such as “60-minute Slovenia,” “30-minute regions,” and “15-minute local centres,” which aim to ensure equitable access to services and employment across the national territory. The results indicate that coordinated spatial and transport planning plays a critical role in achieving balanced territorial development, improving economic competitiveness, and supporting sustainable mobility in Slovenia. This paper aims to examine how existing and planned transport infrastructure will influence Slovenia’s spatial development under the new Concept of the Spatial Plan of Slovenia.

Keywords: Project The Concept of the Spatial Plan of Slovenia, transport planning, spatial planning, Slovenia

UTICAJ POSTOJEĆE I PLANIRANE SAOBRAĆAJNE INFRASTRUKTURE NA PROSTORNI RAZVOJ SLOVENIJE: KONCEPT PROSTORNOG PLANA SLOVENIJE

Rezime: Transportna infrastruktura je ključni pokretač prostornog razvoja, obrazaca naseljenosti i regionalne ekonomske dinamike. Određivanjem nivoa pristupačnosti i povezanosti, saobraćajni sistemi utiču na prostornu raspodelu stanovništva, privrednih aktivnosti i usluga. Ovaj rad analizira uticaje postojeće i planirane saobraćajne infrastrukture na budući prostorni razvoj Slovenije, sa posebnim osvrtom na strukturu naselja i regionalnu pristupačnost. Analiza kombinuje teorijske perspektive iz teorije regionalnog razvoja, teorije pristupačnosti i modela interakcije korišćenja zemljišta i saobraćaja sa strateškim ciljevima Koncepta prostornog plana Slovenije. Studija pokazuje kako saobraćajna infrastruktura doprinosi razvoju policentričnog sistema naselja, smanjenju regionalnih razlika u pristupačnosti i jačanju funkcionalnih veza između urbanih centara. Posebna pažnja posvećena je planerskim konceptima kao što su „60-minutna Slovenija“, „30 minutni regioni“ i „15 minutni lokalni centri“,

koji imaju za cilj obezbeđivanje ravnopravnog pristupa uslugama i zaposlenju na čitavoj teritoriji države. Rezultati ukazuju na to da usklađeno prostorno i saobraćajno planiranje ima ključnu ulogu u postizanju uravnoteženog teritorijalnog razvoja, unapređenju ekonomske konkurentnosti i podršci održivoj mobilnosti u Sloveniji. Ovaj rad ima za cilj da ispita kako će postojeća i planirana transportna infrastruktura uticati na prostorni razvoj Slovenije u okviru novog Koncepta prostornog plana Slovenije.

Ključne reči: Projekat Koncept Prostornog plana Slovenije, planiranje saobraćaja, prostorno planiranje, Slovenija

■ ANALIZA I IZBOR SKELETNIH MASTIKS ASFALTNIH MEŠAVINA (SMA) U KOLOVOZNOZM ZASTORU ZA RAZLIČITE TIPOVE SAOBRAĆAJNICA

Dragan Stojnić, Institut za puteve ad, Beograd, Srbija, **Suzana Stefanović**, Institut za puteve ad, Beograd, Srbija, **Olivera Đokić**, Institut za puteve ad, Beograd, Srbija

Rezime: U izboru asfaltnih slojeva u kolovoznom zastoru, pravilan odabir granulometrijskog sastava asfaltne mešavine i nominalno najkрупnijeg zrna značajno utiče na svojstva asfaltnog sloja i njegovo ponašanje u eksploataciji. U radu je analizirana primena asfaltnih mešavina iz grupe skeletnog mastiks asfalta (SMA) i kriterijumi za njihov pravilan odabir u odnosu na položaj u kolovoznom zastoru (habajući i vezni sloj) i namenu saobraćajne površine (autoputevi, brze saobraćajnice, urbane saobraćajnice i manevarske površine aerodroma). Radi upoređivanja performansi, sprovedena su laboratorijska ispitivanja mešavina SMA 8, SMA 11 i SMA 16, a dobijeni rezultati omogućavaju pouzdanu ocenu njihovog ponašanja u uslovima dinamičkog opterećenja karakterističnog za kolovozne konstrukcije. Analizirane karakteristike predstavljaju ključne parametre za izbor odgovarajućeg tipa SMA mešavine. Zaključci rada mogu poslužiti kao praktična smernica projektantima pri definisanju tipa SMA u kolovoznom zastoru, kao i investitorima prilikom formulisanja projektnih zahteva i uslova u tenderskoj dokumentaciji.

Ključne reči: Skeletni mastiks asfalt (SMA), granulometrijski sastav, maksimalna veličina zrna, otpornost na trajne deformacije

ANALYSIS AND SELECTION OF STONE MASTIC ASPHALT (SMA) MIXTURES IN PAVEMENT SURFACING FOR DIFFERENT TYPES OF ROADS

Abstract: In the selection of asphalt layers for pavement surfacing, the proper choice of the gradation of the asphalt mixture and the nominal maximum aggregate size significantly affects the properties of the asphalt layer and its performance in service. This paper analyses the application of stone mastic asphalt (SMA) mixtures and the criteria for their proper selection with respect to their position within the pavement structure (wearing and binder course) and the intended use of the traffic surface (motorways, expressways, urban roads, and airport manoeuvring areas). For the purpose of performance comparison, laboratory testing was carried out on SMA 8, SMA 11, and SMA 16 mixtures, and the obtained results enable a reliable assessment of their behaviour under dynamic loading conditions characteristic of pavement structures. The analysed characteristics represent key parameters for selecting the appropriate type of SMA mixture. The paper's conclusions may serve as practical guidance for designers in defining the type of SMA to use in pavement surfacing, as well as for investors when formulating project requirements and conditions in tender documentation.

Keywords: Stone Mastic Asphalt (SMA), gradation, nominal maximum aggregate size, resistance to permanent deformation

Изградња, управљање и одржавање

Construction, Management and Maintenance



■ IZGRADNJA TUNELA U JAKO KARSTIFIKOVANOJ KREČNJAČKOJ MASI SA VELIKIM KAVERNAMA: SLUČAJ TUNELA VJETERNIK

Dušan Panić, JKP Beogradski metro i voz

Rezime: Izgradnja tunela Vjeternik, koji se nalazi na deonici Smokovac–Mateševo u Crnoj Gori, predstavljala je značajne inženjerske izazove zbog trase koja prolazi kroz izrazito karstifikovane krečnjačke formacije sa velikim kavernama. Tokom iskopavanja, naišlo se na ogromnu kavernu visine preko 30 metara, što je zahtevalo hitne izmene projektnih rešenja i primenu specijalizovanih mera stabilizacije. Te mere su obuhvatale ugradnju čeličnih lukova, drenažnih sistema i betonskih ploča, uz dodatno armiranje unutrašnje obloge. Rad ukazuje na nedostatke prethodnih geoloških istraživanja i naglašava potrebu za obimnijim inženjersko-geološkim i geofizičkim analizama u budućim tunelskim projektima. Poseban akcenat stavljen je na značaj stručnog nadzora i prilagodljivih projektantskih pristupa. Iako je fokusiran na tuneliranje, rad je podjednako relevantan i za donosiocje odluka koji su odgovorni za finansiranje inženjersko-geoloških istraživanja.

Ključne reči: tunel Vjeternik, karstifikacija, kaverna, geotehnicki rizici, unutrašnja obloga, dilataciona spojnica

TUNNEL CONSTRUCTION THROUGH HIGHLY KARSTIFIED LIMESTONE WITH LARGE CAVITIES: CASE OF VJETERNIK TUNNEL

Abstract: The construction of the Vjeternik tunnel, located on the Smokovac–Mateševo section in Montenegro, posed significant engineering challenges due to its alignment through highly karstified limestone formations with large cavities. During excavation, a massive cavern exceeding 30 meters in vertical extent was encountered, requiring urgent design modifications and the implementation of specialized stabilization measures. These included steel arches, drainage systems, and concrete slabs, with additional reinforcement applied to the inner lining. The paper highlights shortcomings in prior geological investigations and emphasizes the need for more extensive engineering-geological and geophysical surveys in future tunneling projects. It underscores the importance of experienced supervision and adaptive design strategies. Although focused on tunneling, this paper is equally relevant to decision-makers responsible for funding engineering-geological investigations.

Keywords: Vjeternik tunnel, karstification, cavern, geotechnical risks, inner lining, settlement joint.

■ IZGRADNJA I ODRŽAVANJE DRŽAVNIH PUTEVA NA PEŠTERSKOJ VISORAVNI

Mirsada Uglić, Novi Pazar – put d.o.o., Novi Pazar, Srbija

Rezime: Do pre pet godina više od 50% državnih puteva na Pešterskoj visoravni je bilo pod makadamom. Na Zaljevskoj reci u Raždaginji se u vreme visokog vodostaja prelazilo preko drvenog mosta, sigurno jedinog takve vrste na državnim putevima u Srbiji.

Zimi se održavanje puteva nije moglo zamisliti bez primene buldozera, utovarivača ili grejdera. Makadam nije dozvoljavao upotrebu druge mehanizacije.

U poslednjih pet godina svi državni putevi na Pešteri su asfaltirani, otvorena je mogućnost upotrebe modernih uređaja za čišćenje u zimskim uslovima (snežnih plugova, raonika, posipača...), omogućena je na dve lokacije prekogranična saradnja i stvoreni su uslovi za razvoj turizma i napredovanje sela.

Ključne reči: Pešterska visoravan, državni putevi, izgradnja asfaltnog kolovoza, održavanje

CONSTRUCTION AND MAINTENANCE OF STATE ROADS ON THE PEŠTER PLATEAU

Abstract: Until five years ago, more than 50% of the state roads on the Pester Plateau were covered with macadam. On the Zaljevaska River in Razdaginja, at the time of high water level, you crossed over a wooden bridge, probably the only one of its kind on state roads in Serbia.

In winter, road maintenance could not be imagined without the use of bulldozers, loaders or graders. Macadam did not allow the use of other machinery.

In the last five years, all state roads in Pester have been asphalted, the possibility of using modern cleaning devices in winter conditions (snow plows, plows, spreaders...) has been opened, cross-border cooperation has been made possible at two locations and conditions have been created for the development of tourism and the progress of the village.

Keywords: The Pester Plateau, state roads, asphalt pavement construction, maintenance

■ IZAZOVI UPRAVLJANJA JAVNIM PUTEVIMA GRADA BEOGRADA

Saša Cvjetić, JP „Putevi Beograda“, Beograd, Srbija, **Marko Glišanović**, JP „Putevi Beograda“, Beograd, Srbija

Rezime: Upravljanje javnim gradskim putevima u Beogradu odvija se u složenim urbanim uslovima koje karakterišu visoka gustina saobraćaja, intenzivan urbanistički razvoj i česte intervencije na postojećoj infrastrukturi. Kao upravljač mreže duže od 4.400 km gradskih ulica i opštinskih puteva, JP „Putevi Beograda“ suočava se sa izazovom očuvanja funkcionalnosti, kvaliteta i bezbednosti saobraćajnica uz minimalno ometanje svakodnevnog funkcionisanja grada. Rad analizira specifične izazove izvođenja radova na javnim gradskim saobraćajnicama u uslovima intenzivnog saobraćaja, kao što su ograničeni rokovi izvođenja radova, fazna realizacija projekata, potreba za noćnim režimom rada, nemogućnost potpune obustave saobraćaja, kao i potreba za stalnom koordinacijom sa drugim infrastrukturnim sistemima. Kroz prikaz primera iz prakse i analizu postojećeg stanja gradske putne mreže razmatraju se mogućnosti unapređenja tehnologije izvođenja i primene savremenih asfaltnih mešavina koje mogu bolje odgovoriti na sve zahtevnije uslove gradskog saobraćaja. Cilj rada je ukazivanje na potrebu formiranja integralnog pristupa upravljanju i održavanju gradskih saobraćajnica, koji bi omogućio dugoročno kvalitetne, bezbedne i funkcionalne ulice grada Beograda.

Ključne reči: upravljanje putnom infrastrukturom, gradske saobraćajnice, održavanje kolovoza, asfaltna mešavina, Beograd

CHALLENGES IN THE MANAGEMENT OF PUBLIC ROADS IN THE CITY OF BELGRADE

Abstract: The management of public urban roads in Belgrade takes place under complex urban conditions characterized by high traffic density, intensive urban development, and frequent interventions on existing infrastructure. As the manager of a network exceeding 4,400 km of city streets and municipal roads, PE “Roads of Belgrade” faces the challenge of maintaining functionality, quality, and safety of roadways while minimizing disruptions to the city’s daily operations. This paper analyzes the specific challenges of carrying out works on public urban roads under conditions of heavy traffic, such as limited construction deadlines, phased project implementation, the need for night-time operations, the impossibility of complete traffic closure, as well as the necessity for continuous coordination with other infrastructure systems. Through practical examples and an analysis of the current condition of the city road network, possibilities for improving construction technologies and the application of modern asphalt mixtures are considered, which can better respond to increasingly demanding urban traffic conditions. The aim of this paper is to highlight the need for establishing an integrated approach to the management and maintenance of urban roads, which would ensure long-term quality, safety, and functionality of the streets of Belgrade.

Keywords: road infrastructure management, urban roads, pavement maintenance, asphalt mixtures, Belgrade

■ NUMERIČKA PROCENA SLEGANJA SAOBRAĆAJNIH NASIPA

Nikola Obradović, Univerzitet u Beogradu – Građevinski fakultet, **Sanja Jocković**, Univerzitet u Beogradu – Građevinski fakultet

Rezime: Sleganje nasipa predstavlja jedno od najvažnijih pitanja upotrebljivosti u projektovanju i eksploataciji putne infrastrukture. Pouzdana procena sleganja od posebnog je značaja za predviđanje deformacija kolovozne konstrukcije i smanjenje potrebe za naknadnim intervencijama održavanja tokom eksploatacije saobraćajnice. U radu je prikazana numerička analiza sleganja saobraćajnih nasipa fundiranih na mekom prekonsolidovanom tlu. Analiza je urađena primenom metode konačnih elemenata i naprednog konstitutivnog modela formulisanog u okviru teorije kritičnog stanja tla. U cilju ocene primenljivosti usvojenog numeričkog pristupa razmatrana su dva dokumentovana primera nasipa za koje su dostupna terenska merenja. Rezultati pokazuju da se pouzdana procena sleganja nasipa može postići primenom numeričke analize u kombinaciji sa konstitutivnim modelima uz relativno mali broj materijalnih parametara, koji se mogu odrediti na osnovu standardnih laboratorijskih ispitivanja.

Ključne reči: sleganje, nasip, numerička analiza, konstitutivni model

NUMERICAL EVALUATION OF ROAD EMBANKMENT SETTLEMENTS

Abstract: Settlement of embankments represents a major serviceability concern in the design and operation of road infrastructure. Reliable settlement prediction is essential to estimate pavement deformations and reduce maintenance interventions during the service life of the road. This paper presents a numerical assessment of settlements of road embankments founded on soft overconsolidated soils. The analysis is performed using the finite element method and an advanced constitutive model formulated within the critical state soil mechanics framework. Two documented embankments with available field measurements are analysed to evaluate the applicability of the adopted numerical approach. The results indicate that reliable estimation of embankment settlements can be achieved using numerical analyses combined with constitutive models requiring a limited number of parameters obtained from standard laboratory testing.

Keywords: settlement, embankment, numerical analysis, constitutive model

■ OBJECTIVES, CHALLENGES AND SOLUTIONS FOR DIGITAL PAVEMENT MANAGEMENT OF TRANSPORT INFRASTRUCTURE

Daniel Hilpert, HELLER Ingenieurgesellschaft mbH, Darmstadt - Germany

Abstract: The sustainable preservation of road infrastructure requires a consistent, data-driven pavement management approach integrating technical, economic, and organizational aspects. This paper discusses key objectives, challenges, and solutions for digital pavement management at network level. Major challenges include heterogeneous data sources, long-term data availability, evolving regulations, and the demand for transparent and reproducible decision-making. The presented approach combines high-resolution pavement condition data, standardized referencing systems, comprehensive quality assurance, and performance-based prediction models within a unified digital framework. By systematically transforming raw measurement data into validated condition indicators and maintenance strategies, digital pavement management enables preventive maintenance, optimized allocation of financial resources, and improved acceptance among decision-makers and road users. Modern web-based pavement management systems support strategic, tactical, and operational planning while ensuring data consistency and adaptability over the full lifecycle of pavement assets.

Keywords: Digital Asset Management, Pavement Management Systems, Infrastructure Preservation, Condition Assessment, Maintenance Planning

■ ARMIRANJE ASFALTA I EFEKTI NAKON 16 GODINA OD UGRADNJE U BEOGRADU

Marija Bakrač, Geoestetika, Beograd, **Ivan Andrić**, PZP Valjevo, **Lidija Zec**

Rezime: Primena poliesterskih geomreža prilikom rehabilitacije kolovoza predstavlja poznato rešenje dokazano kroz višedecenijsku praksu širom sveta. Kod ovakvih projektnih rešenja geomreža služi za armiranje asfalta i odlaganje reflektovanja pukotina iz starih fleksibilnih, polukrutih ili krutih slojeva kolovozne konstrukcije u nove asfaltne slojeve. Na ovaj način trajnost novih slojeva asfalta produžava se do 3 puta, što donosi značajne direktne i indirektne ekonomske i ekološke benefite.

Izuzetan uticaj PET geomreže, čvrstoće na zatezanje od 50kN/m, sa vrlo tankim netkanim PP geotekstilom i premazom sa visokim sadržajem bitumena biće analiziran kroz primer njene primene na delu bivšeg autoputa kroz Beograd, deonica ispred Beogradske arene. Rehabilitacija kolovoza na ovoj deonici radjena je u leto 2010. godine, a njeno stanje nakon skoro 16 godina upotrebe pod teškim saobraćajnim opterećenjem je i dalje jako dobro. Tokom 13 godina upotrebe ova deonica je, sve do oktobra 2023. godine, funkcionisala kao deo autoputa E 75, dok sada predstavlja gradsku saobraćajnicu. Uspeh primene PET geomreže na ovoj deonici iskazan kroz dugotrajnost rehabilitacije izvedene pre 16 godina još je značajniji kada se ima u vidu stanje deonice u to vreme, izazvano pukotinama nastalim u sloju cementne stabilizacije.

Ključne reči: kolovoz, armiranje asfalta, održavanje puteva, bitumenski premaz, HaTelit

ASPHALT REINFORCEMENT AND EFFECTS AFTER 16 YEARS SINCE INSTALLATION IN BELGRADE

Abstract: The application of polyester geogrids during pavement rehabilitation represents a well-known solution proven through decades of practice worldwide. In such design solutions, the geogrid is used as asphalt reinforcement to delay the reflection of cracks from old flexible, semi-rigid or rigid layers of pavement structure into new asphalt layers. In this way, the durability of new asphalt layers is extended by up to 3 times, which brings significant direct and indirect economic and ecological benefits. The exceptional impact of PET geogrid, with tensile strength of 50kN/m, very thin non-woven PP geotextile and coating with high bitumen content, will be presented through an example of its application on a part of the former highway through Belgrade, the section in front of Belgrade Arena. The pavement rehabilitation on this section was carried out in the summer of 2010, and its condition after almost 16 years of use under heavy traffic load is still very good. For 13 years of use, this section functioned, until October 2023, as part of the E 75 highway, while it now represents a city thoroughfare. The success of PET geogrid application on this section, expressed through the longevity of the rehabilitation carried out 16 years ago, is even more significant when considering the condition of the section at that time, caused by cracks that occurred in the cement stabilization layer.

Keywords: pavement, asphalt reinforcement, road maintenance, bitumen coating, HaTelit

■ VAŽNI TEHNIČKI PARAMETRI POVEZANI SA KVALITETOM SAOBRAĆAJNICE, KROZ PRIZMU PRIMENE ARMATURNIH MREŽA ZA ASFALT, PROIZVEDENIH OD RAZLIČITIH SIROVINA

Ilija Radenović, HUESKER Synthetic GmbH, Marija Bakrač, Geoestetika, Beograd

Rezime: Sažetak iskustava primene armaturnih mreža za asfalt, proizvedenih od različitih sirovina. Mogu se izvući jasne smernice neophodnih tehničkih parametara, u vezi sa tehničkim karakteristikama samog proizvoda u zavisnosti od sirovine od koje je proizveden, kao i na osnovu rezultata ispitivanja u nezavisnim laboratorijama povezanim sa institutima i fakultetima.

Kao rezultat ćemo dobiti nedvosmislene smernice primene i postizanja najboljih rezultata u sistemu armaturnih mreža za asfalt, koje povezuju produženje životnog veka kolovozne konstrukcije sa dobijanjem odlične adhezije dva asfaltna sloja koja se nalaze ispod i iznad armaturne mreže za asfalt. Prikazani rezultati se odnose na ugradnju armaturne mreže za asfalt na postojeću / novu izravnavajuću podlogu kao i na postavljanje na fino i grubo struganu podlogu.

Ključne reči: armaturne mreže za asfalt, održavanje puteva, ušteda, smanjenje CO₂

IMPORTANT TECHNICAL PARAMETERS RELATED TO THE QUALITY OF THE ROAD, THROUGH THE PRISM OF THE APPLICATION OF ASPHALT REINFORCEMENT GRIDS FOR ASPHALT, PRODUCED FROM DIFFERENT RAW MATERIALS

Abstract: A summary of experience in the application of Asphalt Reinforcement Grids, produced from different raw materials. Clear guidelines of the necessary technical parameters can be drawn, regarding the technical characteristics of the product itself depending on the raw material from which it was produced, as well as through the test results of independent laboratories connected to institutes and faculties.

As a result, we will receive unequivocal guidelines for the application and achievement of the best results in the system of Asphalt Reinforcement Grids, which connect the extension of the life of the pavement structure, by obtaining excellent adhesion of the two asphalt layers, which are located below and above the Asphalt Reinforcement Grids. The presented results refer to the installation of Asphalt Reinforcement Grids on the existing / new leveling layer as well as to the installation on fine and rough milled surface.

Keywords: Asphalt Reinforcement Grids, road maintenance, savings, reduction of CO₂

■ UPRAVLJANJE I ODRŽAVANJE SISTEMA ZA ODVODNJAVANJE POSLE REKONSTRUKCIJE MOSTA GAZELA PREKO REKE SAVE U BEOGRADU

Jovan Despotović, Univerzitet u Beogradu – Građevinski fakultet, **Aleksandar Đukić**, Univerzitet u Beogradu – Građevinski fakultet, **Jasna Plavšić**, Univerzitet u Beogradu – Građevinski fakultet, **Zoran Mišković**, Univerzitet u Beogradu – Građevinski fakultet, **Branislav Babić**, Univerzitet u Beogradu – Građevinski fakultet, **Ognjen Govedarica**, Univerzitet u Beogradu – Građevinski fakultet, **Dragutin Pavlović**, Univerzitet u Beogradu – Građevinski fakultet,

Rezime: Rad prikazuje projekat sistema za odvodnjavanje mosta Gazela preko reke Save u Beogradu prilikom njegove rekonstrukcije i naknadna iskustva vezana za ocenu efikasnosti ovog sistema. Most je prvobitno bio izgrađen bez sistema za odvodnjavanje sa direktnim ispuštanjem zagađenog oticaja u reku i na okolni teren, što je predstavljalo rizik po konstrukciju i kvalitet površinskih i podzemnih voda u zaštićenoj zoni vodosnadbevanja. Rekonstrukcija mosta je obuhvatila i izgradnju sistema za efikasno zahvatanje, kanalsanje i odvođenje voda, uz prečišćavanje, zadržavanje i kontrolisanu infiltraciju prečišćenih voda. Retenziono-infiltracioni objekat sa prečišćavanjem prvog talasa zagađenog oticaja omogućava delimično ponovno korišćenje atmosferskih voda za navodnjavanje i zalivanje, uz posredno prihranjivanje podzemnih voda. Sa druge strane, dinamičko ispitivanje konstrukcije mosta pod opterećenjem i potom modeliranje deformacija pokazalo je da ugibi mosta mogu značajno da utiču na efikasnost odvodnjavanja promenom nagiba cevi a time i uslova tečenja uz povećani rizik od taloženja nanosa u cevima. Obilazak mosta pokazao je degradaciju sistema za odvodnjavanje, što naglašava važnost održavanja za obezbeđenje funkcionalnosti sistema, posebno u cilju sprečavanja zapušavanja slivnika i cevi. U radu se ističe potreba za integrisanim pristupom u projektovanju kojim se uzimaju u obzir saobraćajni, hidraulički, konstruktivni i ekološki aspekti, dok prikazani rezultati ukazuju na praktičan put za održivo upravljanje atmosferskim vodama na mostovima, posebno u osetljivim gradskim i hidrogeološkim sredinama.

Ključne reči: odvodnjavanje, atmosferske vode, kanalsanje, ugibi, korišćenje vode

MANAGING AND MAINTAINING STORMWATER DRAINAGE SYSTEM OF THE REVITALISED GAZELA BRIDGE OVER THE SAVA RIVER IN BELGRADE

Abstract: The paper presents the design of the drainage system of the Gazela Bridge over the Sava River in Belgrade during its reconstruction and subsequent experiences related to the assessment of the system's efficiency. The bridge was originally built without a drainage system with direct discharge of polluted runoff into the river and the surrounding terrain, which posed a risk to the structure and the quality of surface and groundwater in the protected water supply zone. The reconstruction of the bridge also included the construction of a system for efficient water collection and conveyance, combined with treatment, retention and controlled infiltration. The retention-infiltration facility including the first flush

treatment enables partial reuse of stormwater for irrigation and watering, indirectly recharging groundwater. On the other hand, dynamic testing of the bridge structure under load and subsequent deformation modelling showed that bridge deflections can significantly affect the efficiency of drainage by changing the pipeline slope and thus the flow conditions, with an increased risk of sediment deposition in the pipes. A bridge inspection revealed degradation of the drainage system, highlighting the importance of maintenance to ensure the functionality of the system, especially to prevent clogging of culverts and pipes. The paper highlights the need for an integrated design approach that considers traffic, hydraulic, structural and environmental aspects, while the presented results indicate a practical path for sustainable stormwater management on bridges, especially in sensitive urban and hydrogeological environments.

Keywords: drainage, stormwater, bridge deflection, water reuse

■ METODE ZA PROCJENU STANJA KOLOVOZNE KONSTRUKCIJE SA PRIMJEROM OCJENE NA ULICAMA U NOVOM SADU

Milan Marinković, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad, Departman za građevinarstvo i geodeziju

Rezime: U ovom radu su prikazane metode za procjenu stanja fleksibilnih kolovoznih konstrukcija. Tokom vremena dolazi do oštećenja kolovozne konstrukcije usljed saobraćajnog opterećenja, klimatskih faktora, redovnosti održavanja i kvaliteta materijala. Da bi mogli procijeniti postojeće stanje kolovozne konstrukcije potrebno je da izvršimo snimanja ili odgovarajuća mjerenja. Postoje nedestruktivne i destruktivne metode za određivanje stanja kolovoza. U ovom radu su prikazane 4 metodologije prikupljanja podataka vizuelnim pregledom i način obrade dobijenih rezultata. Navedene metodologije su: Pavement Condition Index (PCI), Strategic Highway Research Program (SHRP), Pavement Condition Rating (PCR), Present Serviceability Rating (PSR). Za svaku od metodologija su navedene skale ocjena i šta koja ocjena predstavlja. Takođe, prikazani su tipovi oštećenja za svaku od metodologija. Pored toga prikazan je i jedan primjer procjene stanja ulica u Novom Sadu prema Pavement Condition Index metodologiji.

Ključne reči: vizuelna procjena stanja, metodologije, kolovozne konstrukcije, oštećenja, nivoi oštećenosti, održavanje puteva

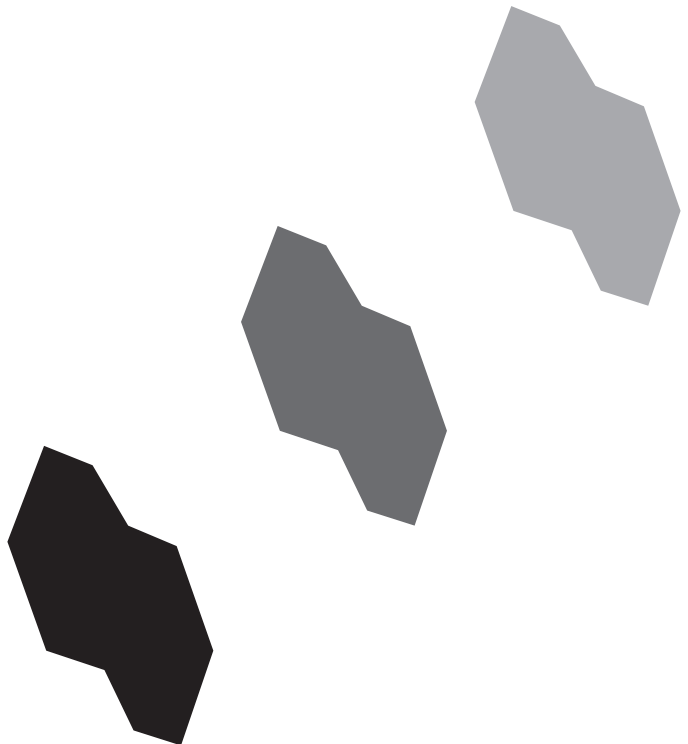
METHODS FOR ASSESSING THE CONDITIONS OF PAVEMENT WITH AN EXAMPLE OF ASSESSMENT IN NOVI SAD

Abstract: This paper presents methods for assessing the condition of flexible pavement structures. Over time, pavement structures are damaged due to traffic loads, climatic factors, maintenance frequency and material quality. In order to assess the current condition of a pavement structure, it is necessary to perform surveys or appropriate measurements. There are non-destructive and destructive methods for determining the condition of pavements. This paper presents 4 methodologies for collecting data by visual inspection and the method of processing the obtained results. The mentioned methodologies are: Pavement Condition Index (PCI), Strategic Highway Research Program (SHRP), Pavement Condition Rating (PCR), Present Serviceability Rating (PSR). For each of the methodologies, rating scales are listed and what each rating represents. Also, the types of distresses for each methodology are shown. In addition, an example of assessing the condition of pavements in Novi Sad according to the Pavement Condition Index methodology is shown.

Keywords: visual assessment of condition, methodologies, pavement structures, distress, distress levels, road maintenance

Ефикасност и безбедност саобраћаја

Traffic Efficiency and Safety



■ ULOGA MULTIMODALNOG FIZIČKOG I VIRTUELNOG SAOBRAĆAJNOG SIMULATORA U NAUČNIM ISTRAŽIVANJIMA

Marko Vukojević, University of Pittsburgh, USA, **Milan Knežević**, University of Pittsburgh, USA, **Ismet Goksad Erdagi**, AECOM, **Aleksandar Stevanović**, University of Pittsburgh, USA,

Rezime: Razumevanje međusobnih interakcija različitih učesnika u saobraćaju predstavlja ključni preduslov za razvoj efikasnih multimodalnih saobraćajnih politika. Simulatori vožnje, pešaka i biciklista se široko primenjuju u saobraćajnim istraživanjima radi evaluacije inženjerskih mera i proučavanja ponašanja učesnika u kontrolisanim eksperimentalnim uslovima. Međutim, ovakvi sistemi se najčešće koriste izolovano, dok su integrisane platforme koje omogućavaju istovremenu interakciju vozača, biciklista i pešaka u virtuelnom okruženju i dalje veoma retke. U ovom radu prikazana je sinteza istraživanja sprovedenih na Univerzitetu u Pittsburgu, sa ciljem da se ilustruje kako integrisani multimodalni simulator može da podrži različite istraživačke ciljeve u oblasti saobraćajnog inženjerstva. Rad ilustruje istraživački potencijal ovakvih platformi kroz četiri studije slučaja koje obuhvataju teoriju saobraćajnog toka, ponašanje biciklista, analizu konflikata i istraživanje energetske efikasnosti saobraćaja.

Ključne reči: Multimodalni Simulator, CARLA, PTV Vissim, Virtuelna Realnost.

THE ROLE OF THE MULTIMODAL PHYSICAL AND VIRTUAL TRAFFIC SIMULATOR IN SCIENTIFIC RESEARCH

Abstract: Understanding interactions among different road users is essential for developing effective multimodal transportation policies. Driving, pedestrian, and bicycle simulators are widely used in transportation research to evaluate engineering applications and test human behavior under controlled and repeatable conditions. However, these simulators are typically employed in isolation, and integrated multimodal platforms that allow drivers, bicyclists, and pedestrians to interact within a virtual environment are limited. This paper presents a synthesis of research conducted at the Pittsburgh Intelligent Transportation Systems Laboratory, demonstrating how an integrated multimodal human-in-the-loop traffic simulation framework can support diverse transportation research objectives, including advancements in traffic theory, insights into bicyclist behavior, novel approaches to traffic conflict analysis, and emerging applications in energy research through distributed testing capabilities.

Keywords: Multimodal Simulator, CARLA, PTV Vissim, Virtual Reality.

■ UNAPREĐENJE PROCESA SPROVOĐENJA PROVERE BEZBEDNOSTI SAOBRAĆAJA KROZ RAZVOJ SOFTVERSKOG REŠENJA

Kosta Jovanov, Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beogradu, **Boris Antić**, Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beogradu, **Dalibor Pešić**, Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beogradu

Rezime: Rad analizira proces sprovođenja provere bezbednosti saobraćaja, sa posebnim osvrtom na tehničke i organizacione nedostatke koji nastaju tokom terenskog istraživanja, kancelarijske obrade podataka, georeferenciranja, evidentiranja uočenih infrastrukturnih nedostataka i izrade završnog izveštaja. Na osnovu analize postojećeg učestalog radnog toka i ograničenja najčešće korišćenih softverskih alata, utvrđeno je da se postupak u praksi zasniva na fragmentisanoj primeni više rešenja koja nisu namenski razvijena za potrebe provera bezbednosti saobraćaja, što otežava i vremenski produžava analizu podataka i formiranje izveštaja. Na osnovu identifikovanih tehničkih zahteva razvijeno je specijalizovano softversko rešenje koje objedinjuje pregled video zapisa, GPS i kartografskih podataka, rad sa stacionažom, evidentiranje nedostataka, korišćenje kontrolnih lista i pripremu izlaza za izradu finalnog izveštaja. Validacija razvijenog alata izvršena je kroz preliminarno testiranje njegove primene u kancelarijskoj obradi materijala, radi procene praktične upotrebljivosti i doprinosa efikasnijem evidentiranju, kao i sistematizaciji nalaza. Inicijalni rezultati ukazuju da ovakav pristup doprinosi većoj efikasnosti, preciznosti i doslednosti postupka provere bezbednosti saobraćaja, posebno u uslovima ograničenih resursa, kao što su lokalne samouprave i zemlje u razvoju.

Ključne reči: Provera bezbednosti saobraćaja, Terensko istraživanje, Analiza georeferenciranog videa, Nedostaci putne infrastrukture

ENHANCING THE ROAD SAFETY INSPECTION PROCESS THROUGH THE DEVELOPMENT OF A SOFTWARE SOLUTION

Abstract: This paper examines the process of conducting road safety inspections, focusing on the technical and organisational shortcomings that appear during field investigations, office-based data processing, georeferencing, documenting observed infrastructure deficiencies, and preparing the final report. Based on an examination of the existing common workflow and the limitations of the most commonly used software tools, it was discovered that, in practice, the procedure relies on the fragmented use of multiple solutions that were not specifically designed for the needs of road safety inspections, complicating the process and slowing down data analysis and report preparation. Based on the identified technical requirements, a specialised software solution was developed that integrates video playback, GPS and cartographic data processing, station analysis, documenting deficiencies, the use of checklists, and the preparation of outputs for final report. Validation of the developed tool was accomplished through preliminary beta testing of the application in office-based information processing, with the goal of determining its practical usability and contribution to more efficient recording and systematisation of findings. Initial results

show that this approach improves the efficiency, accuracy, and consistency of road safety inspections, particularly under resource-constrained conditions such as those faced by local governments and LMICs.

Keywords: Road Safety Inspection, Field Research, Georeferenced Video Analysis, Road Infrastructure Deficiencies

■ **UTVRĐIVANJE BEZBEDNOSNIH KRITERIJUMA I PROCEDURE ZA VOĐENJE DRŽAVNIH PUTEVA KROZ NASELJA**

Marija Dotto, JP “Putevi Srbije”, **Nebojša Čubrilo**, JP “Putevi Srbije”, **Ivana Ilić**, JP “Putevi Srbije”, **Bojana Miljković**, Agencija za bezbednost saobraćaja, **Krsto Lipovac**, Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beogradu

Rezime: Državni putevi predstavljaju osnovu saobraćajne povezanosti i ekonomskog razvoja, ali njihovo vođenje kroz naselja zahteva posebno pažljivo planiranje i upravljanje. Takva praksa dovodi do povećanog rizika po bezbednost svih učesnika u saobraćaju, narušavanja kvaliteta života stanovništva, kao i do konflikta između potreba lokalne zajednice i zahteva za efikasnim odvijanjem tranzitnog saobraćaja. Iako postojeći zakonski i podzakonski akti definišu razlike između uslova vožnje na putu van naselja i u naselju, nedostatak jasno definisanih kriterijuma i procedure dovodi do neujednačenih rešenja i otežava ulogu jedinica lokalne samouprave u procesu planiranja i upravljanja putnom infrastrukturom. Ovim radom se razmatraju bezbednosni kriterijumi koji moraju biti ispunjeni kako bi se državni put mogao voditi kroz naselje. Posebna pažnja posvećena je analizi postojećeg normativnog okvira, koji formalno omogućava sprovođenje navedenih mera, ali čija primena u praksi ostaje nedovoljno efikasna i često neujednačena. Rad predlaže uspostavljanje jasne i transparentne procedure odlučivanja o trasiranju državnih puteva kroz naselja, koja bi podrazumevala definisane bezbednosne uslove, merljive kriterijume i aktivno uključivanje jedinica lokalne samouprave u proces planiranja i odlučivanja, sa ciljem unapređenja bezbednosti saobraćaja i održivog urbanog razvoja. Cilj dokumenta je da obezbedi doslednu primenu propisa, unapredi bezbednost svih učesnika u saobraćaju, smanji negativne uticaje tranzitnog saobraćaja na naseljena mesta i omogući usklađivanje razvoja putne infrastrukture sa principima održivog i bezbednog urbanog planiranja.

Ključne reči: državni putevi, naselja, zakon, lokalne samouprave, procedura

DETERMINATION OF SAFETY CRITERIA AND PROCEDURES FOR ROUTING STATE ROADS THROUGH SETTLEMENTS

Abstract: State roads represent the backbone of transport connectivity and economic development of the Republic of Serbia; however, routing them through populated areas requires particularly careful planning and management. Such practice leads to an increased safety risk for all road users, deterioration of residents' quality of life, and conflicts between the needs of the local community and the requirements for efficient transit traffic flow. Although the existing laws and by-laws define the differences between driving conditions on roads outside settlements and within settlements, as well as the application of appropriate traffic signage, the lack of clearly defined criteria and procedures results in inconsistent solutions and complicates the role of local self-government units in the process of planning and managing road infrastructure. This paper examines the safety criteria that must be met in order for a state road to be routed through a settlement. Particular attention is devoted to the analysis

of the existing regulatory framework, which formally enables the implementation of the prescribed measures, but whose practical application remains insufficiently effective and often inconsistent. The paper proposes the establishment of a clear and transparent decision-making procedure regarding the alignment of state roads through settlements. Such a procedure would include defined safety requirements, measurable criteria, and the active involvement of local self-government units in the planning and decision-making process, with the aim of improving road safety and promoting sustainable urban development.

The objective of the document is to ensure consistent application of regulations, enhance the safety of all road users, reduce the negative impacts of transit traffic on populated areas, and enable the alignment of road infrastructure development with the principles of sustainable and safe urban planning.

Keywords: State roads, Settlements, Law, process, Local self-government units

■ ANALIZA UTICAJNIH FAKTORA NA RAZUMEVANJE SAOBRAĆAJNIH ZNAKOVA

Anđela Novaković, Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beogradu, **Ana Trpković**, Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beogradu, **Marjana Čubranić-Dobrodolac**, Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beogradu, **Jelica Komarica**, Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beogradu

Rezime: Saobraćajni znakovi predstavljaju primarni način informisanja svih učesnika u saobraćaju i ključni su za efikasno i bezbedno funkcionisanje saobraćaja, kako na putnoj, tako i na uličnoj mreži. Iako su dizajnirani da budu jasni i jednoznačni, znakovi se često pogrešno tumače. Cilj ovog rada je da, na osnovu dosadašnjih istraživanja i inostranih iskustava, identifikuje faktore koji utiču na razumevanje saobraćajnih znakova, sa posebnim osvrtom na njihov dizajn, standardizaciju, karakteristike korisnika i ulogu vizuelnog okruženja. Posebna pažnja posvećena je i posledicama neujednačenih nacionalnih standarda i njihovoj povezanosti sa čestim greškama u interpretaciji znakova. Rad takođe ukazuje na potrebu za sprovođenjem empirijskih istraživanja koja bi pomogla u razvoju smernica za unapređenje razumevanja saobraćajnih znakova u zavisnosti od relevantnih uticajnih faktora.

Ključne reči: saobraćajni znakovi, razumevanje signalizacije, dizajn, standardizacija, vizuelno okruženje

ANALYSIS OF FACTORS INFLUENCING THE UNDERSTANDING OF TRAFFIC SIGNS

Abstract: Traffic signs represent the primary means of informing all road users and are essential for the efficient and safe functioning of traffic, both on road and urban street networks. Although they are designed to be clear and unambiguous, traffic signs are often misinterpreted. The aim of this paper is to identify, based on previous research and international experience, the factors influencing the understanding of traffic signs, with particular emphasis on their design, standardization, user characteristics, and the role of the visual environment. Special attention is also given to the consequences of inconsistent national standards and their connection to frequent errors in sign interpretation. The paper further highlights the need for empirical research that would contribute to the development of guidelines for improving the comprehension of traffic signs depending on relevant influencing factors.

Keywords: traffic signs, signal comprehension, design, standardization, visual environment

■ ISTRAŽIVANJE METODE IDENTIFIKACIJE RIZIKA ZA BEZBEDNOST DRUMSKOG SAOBRAĆAJA U GRADU ZASNOVANE NA ABNORMALNOM PONAŠANJU U VOŽNJI

Fu Yuan, Shandong Hi-Speed Qianfang International Technology Co., Ltd.

Rezime: Da bi se rešili problemi dvosmislenosti i subjektivnosti u trenutnoj identifikaciji rizika po bezbednost drumskog saobraćaja, ovaj rad predlaže kvantitativnu metodu evaluacije rizika po bezbednost drumskog saobraćaja u gradu zasnovanu na podacima o abnormalnom ponašanju u vožnji. Prvo, abnormalna ponašanja u vožnji (kao što su prebrza vožnja, naglo ubrzanje, naglo usporavanje, oštre promene trake i oštra skretanja) se identifikuju na segmentima puta pomoću podataka o GPS putanji i konstruiše se sistem indikatora stopa abnormalnog ponašanja u vožnji. Na osnovu toga, integrisana metoda ponderisanja AHP-EW se koristi za određivanje težine svakog ponašanja na bezbednosni rizik. U kombinaciji sa fuzzy sveobuhvatnom metodom evaluacije, uspostavljen je model procene rizika po bezbednost drumskog saobraćaja kako bi se postiglo kvantitativno ocenjivanje rizika. Validacija korišćenjem stvarnih segmenata puta u gradu u provinciji Šandong pokazuje da ova metoda može efikasno identifikovati deonice puta visokog rizika, pružajući odeljenjima za upravljanje saobraćajem tačnu podršku u realnom vremenu za identifikaciju i kontrolu rizika za bezbednost putne mreže.

Ključne reči: Abnormalno ponašanje u vožnji, Rizik po bezbednost drumskog saobraćaja, AHP-EW integrisana metoda ponderisanja, Fuzzy sveobuhvatna evaluacija, Identifikacija rizika

RESEARCH ON URBAN ROAD TRAFFIC SAFETY RISK IDENTIFICATION METHOD BASED ON ABNORMAL DRIVING BEHAVIOR

Abstract: To address the issues of ambiguity and subjectivity in current road traffic safety risk identification, this paper proposes a quantitative evaluation method for urban road traffic safety risk based on abnormal driving behavior data. Firstly, abnormal driving behaviors (such as speeding, sudden acceleration, sudden deceleration, sharp lane changes, and sharp turns) are identified on road segments using GPS trajectory data, and an indicator system of abnormal driving behavior rates is constructed. Based on this, the AHP-EW integrated weighting method is employed to determine the weight of each behavior on safety risk. Combined with the fuzzy comprehensive evaluation method, a road traffic safety risk assessment model is established to achieve quantitative risk grading. Validation using actual road segments in a city in Shandong Province demonstrates that this method can effectively identify high-risk road sections, providing traffic management departments with accurate and real-time data support for road network safety risk identification and control.

Keywords: Abnormal driving behavior, Road traffic safety risk, AHP-EW integrated weighting method, Fuzzy comprehensive evaluation, Risk identification

■ PROSTORNA ANALIZA OPSLUŽENOSTI SLUŽBAMA ZA VANREDNE SITUACIJE: STUDIJA SLUČAJA PUTNE MREŽE BAČKOG OKRUGA

Boris Antić, Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet, **Sreten Jevremović**, Institut za fiziku u Beogradu, **Milica Šelmić**, Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet, **Filip Arnaut**, Institut za fiziku u Beogradu

Rezime: Efikasnost reagovanja službi za vanredne situacije direktno zavisi od prostorne organizacije i funkcionalnosti putne mreže, budući da vreme dolaska na mesto intervencije predstavlja ključni faktor smanjenja posledica požara, saobraćajnih nezgoda i drugih incidentnih događaja. U radu je izvršena analiza prostorne pristupačnosti puteva vatrogasno-spasilačkim jedinicama Sektora za vanredne situacije na teritoriji Bačkog okruga (dostupnih sa sajta Ministarstva unutrašnjih poslova Republike Srbije – Sektor za vanredne situacije), sa posebnim osvrtom na uticaj strukture i povezanosti putne mreže na pokrivenost stanovništva. Korišćenjem QGIS alata sprovedena je analiza kretanja vozila intervencije duž postojeće putne mreže za vremenske pragove od 5, 10, 15 i 20 minuta, pri čemu je procenjen udeo stanovništva koje može biti opsluženo u zadatom vremenu odziva. Ovim istraživanjem pokazano je da je u prvih 5 minuta pokriveno oko 37% populacije, zatim 61%, 77%, i 89% stanovništva za 20 minuta. Rezultati ukazuju na značaj prostorne raspodele jedinica u odnosu na hijerarhiju i propusnu moć puteva, kao i na potrebu unapređenja saobraćajne infrastrukture i optimizacije lokacija baza radi skraćivanja vremena odziva. Istraživanje pruža osnovu za integraciju saobraćajnog planiranja i sistema upravljanja rizicima, sa ciljem povećanja bezbednosti saobraćaja i efikasnosti intervencija na putnoj mreži.

Ključne reči: pristupačnost, putna mreža, vreme odziva, QGIS, prostorna analiza, bezbednost saobraćaja, upravljanje rizikom

SPATIAL COVERAGE ANALYSIS BY EMERGENCY SERVICES: A CASE STUDY OF THE ROAD NETWORK IN THE BAČKA DISTRICT

Abstract: The efficiency of emergency service response directly depends on the spatial organization and functionality of the road network, as the time required to reach the incident location represents a key factor in reducing the consequences of fires, traffic accidents, and other emergency occurrences. This paper analyzes the spatial accessibility of roads to fire and rescue units of the Emergency management sector within the Bačka District (data obtained from the official website of the Ministry of the Interior of the Republic of Serbia – Emergency management sector), with particular emphasis on the influence of the road network structure and connectivity on population coverage. Using QGIS, a network-based analysis of emergency vehicle movement along the existing road network was conducted for time thresholds of 5, 10, 15, and 20 minutes. The share of the population that can be served within each defined response time was estimated. The results show that approximately 37% of the population is covered within the first 5 minutes, increasing to 61%, 77%, and 89% within 20 minutes. The findings highlight the importance of the spatial distribution of

units in relation to the hierarchy and capacity of roads, as well as the need to improve transport infrastructure and optimize base locations in order to reduce response times. The study provides a foundation for integrating transport planning with risk management systems, aiming to enhance traffic safety and improve the efficiency of emergency interventions on the road network.

Keywords: accessibility, road network, response time, QGIS, spatial analysis, traffic safety, risk management

■ PROCJENA UTJECAJA SEMAFORIZIRANIH RASKRIŽJA NA SIGURNOST I KAPACITET KRUŽNOG RASKRIŽJA: STUDIJA SLUČAJA IZ OSIJEKA

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

Rezime: Upravljanje urbanim prometom ključna je komponenta održivog urbanog planiranja, koja izravno utječe na mobilnost, sigurnost i utjecaj na okoliš. U mnogim urbanim okruženjima, kružna i semaforizirana raskrižja temeljni su elementi kontrole prometa, svaki s različitim operativnim karakteristikama i implikacijama za protok prometa. Međudjelovanje ove dvije vrste raskrižja posebno je značajno u gusto naseljenim područjima gdje blizina različitih vrsta raskrižja može imati složene učinke na ponašanje u prometu. Semaforizirana i kružna raskrižja dominantni su tipovi raskrižja prometne mreže grada Osijeka i imaju vitalnu ulogu u upravljanju protokom vozila i pješaka. U okviru ove studije analizirani su sigurnosni i operativni pokazatelji pojedinačnog kružnog raskrižja i kružnog raskrižja u koridoru, između dva semaforizirana raskrižja. Za analizu sigurnosnih značajki korišteni su modeli za mikrosimulacijsko prometno modeliranje (VISSIM) i Surrogate Safety Assessment Model (SSAM). Analiza operativnih pokazatelja obuhvatila je terenska mjerenja i mikrosimulacijsko prometno modeliranje sa default i kalibriranim modelom.

Ključne reči: kružno raskrižje, semaforizirana raskrižja, koridor, sigurnosne analize, kapacitet, studija slučaja

EVALUATING THE EFFECTS OF SIGNALIZED INTERSECTIONS ON THE ROUNDABOUT SAFETY AND CAPACITY: A CASE STUDY FROM OSIJEK

Abstract: Urban traffic management is a critical component of sustainable city planning, directly influencing mobility, safety, and environmental impact. In many urban environments, roundabouts and signalised intersections are fundamental elements of traffic control, each with distinct operational characteristics and implications for traffic flow. The interplay between these two types of intersections is particularly significant in densely populated areas where the proximity of different types of intersections can have compounding effects on traffic behaviour. Signalised intersections and roundabouts are prominent features of Osijek's traffic network, each playing a vital role in managing the flow of vehicles and pedestrians. This study analyzed the safety and operational indicators of a single roundabout and a roundabout in a corridor between two traffic signalized intersections. The safety features were analyzed using the Microsimulation Traffic Model (VISSIM) and Surrogate Safety Assessment Model (SSAM). The analysis of operational indicators included field measurements and microsimulation traffic modeling with a default and calibrated model.

Keywords: roundabout, signalized intersections, corridor, safety analysis, capacity, case study

ANALIZA EFEKATA PREVENTIVNIH RADARSKIH MJERAČA NA POŠTOVANJE OGRANIČENJA BRZINE NA DIONICI MAGISTRALNOG PUTA M-1

Vladimir Ilić, Univerzitet Crne Gore – Mašinski fakultet Podgorica, **Vuk Bogdanović**, Univerzitet u Novom Sadu – Fakultet tehničkih nauka, **Milan Andrijašević**, Opština Bar - Sektor za saobraćaj, **Boško Matović**, Univerzitet Crne Gore – Mašinski fakultet Podgorica, **Filip Perović**, Univerzitet Crne Gore – Mašinski fakultet Podgorica

Rezime: Prekoračenje dozvoljene brzine kretanja predstavlja jedan od najčešćih oblika nepropisnog ponašanja vozača u naseljenim mjestima. U cilju smanjenja rizika nastanka od saobraćajnih nezgoda usljed neprilagođene brzine, primjenjuju se različite mjere i tehnike za smirivanje saobraćaja. U radu je ispitan efekat preventivnih radarskih mjerača brzine na poštovanje ograničenja brzine kretanja vozila. Istraživanje je sprovedeno u opštini Bar, na magistralnom putu oznake M-1, na dionici Bar–Ulcinj, koja prolazi kroz naselje, prije i nakon njihovog postavljanja. Kao referentni podaci korišćena su mjerenja iz juna 2024. godine, kada su na lokaciji bile primijenjene samo vibracione trake. Tom prilikom obuhvaćeno je 472 vozila, snimljenih iz vazduha pomoću drona. Utvrđeno je da vibracione trake dovode do smanjenja brzine kretanja vozila za 4.93 km/h, ali da 79.2% vozača i dalje prekoračuje dozvoljenu brzinu. Zbog toga je izvršena uporedna analiza nakon postavljanja preventivnih radarskih mjerača brzine i ocijenjeni su njihovi efekti u kombinaciji sa vibracionim trakama.

Ključne reči: brzina, inženjerske mjere, vibracione trake, preventivni radarski mjerači brzine, DataFromSky

ANALYSIS OF THE EFFECTS OF PREVENTIVE RADAR SPEED ENFORCEMENT DEVICES ON SPEED LIMIT COMPLIANCE ON A SECTION OF THE M-1 STATE ROAD

Abstract: Exceeding the prescribed speed limit represents one of the most common forms of unlawful driver behavior in urban areas. In order to reduce the risk of traffic accidents caused by inappropriate speed, various traffic calming measures and techniques are applied. This paper examines the effect of preventive radar speed measurement devices on compliance with vehicle speed limits. The research was conducted in the Municipality of Bar, on the M-1 state road, along the Bar–Ulcinj section, which passes through a populated area, both before and after their installation. Reference data were obtained from measurements conducted in June 2024, when only rumble strips were implemented at the study location. On that occasion, a total of 472 vehicles were recorded using aerial drone footage. The results indicate that rumble strips reduce vehicle speed by 4.93 km/h; however, 79.2% of drivers still exceed the prescribed speed limit. Therefore, a comparative analysis was performed following the installation of preventive radar speed measurement devices, and their effects in combination with rumble strips were evaluated.

Keywords: speed, traffic engineering measures, rumble strips, preventive radar speed enforcement devices, DataFromSky

■ УТИЦАЈ ХОРИЗОНТАЛНИХ КРИВИНА НА НАСТАНАК САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА, ПРИМЕНОМ МЕТОДА НЕЗАВИСНЕ ОЦЕНЕ УТИЦАЈА ПУТА НА НАСТАНАК САОБРАЋАЈНЕ НЕЗГОДЕ

Давид Рилак, Академија струковних студија Политехника Београд, **Борис Антић**, Саобраћајни факултет, Универзитет у Београду, **Ненад Марковић**, Саобраћајни факултет, Универзитет у Београду

Резиме: Саобраћајне незгоде у великој мери успоравају економски напредак и развој једне државе, кроз издвајање огромних ресурса на санирање последица саобраћајних незгода. Саобраћајне незгоде у највећој мери настају пропустом, непажњом, погрешно изведеном радњом и другим грешкама од стране возача, односно фактора човек у систему Ч-В-П-О (човек, возило, пут и окружење). Поред утицаја фактора човек, велики утицај, односно допринос на настанак или на тежину последица незгоде има и фактор ПУТ. Препознавањем пута као једног од главних фактора настанка саобраћајних незгода, све више пажње посвећује се унапређењу пута и путне околине формирањем и коришћењем концепта самообјашњавајућих и опраштајућих путева. Посебно специфични сегменти пута јесу промене у пружању правца пута (хоризонталне и вертикалне кривине) које захтевају посебну фокусираност од стране возача и посебно уређење пута и путне околине. Циљ овог рада јесте идентификација главних недостатака и утицајних фактора пута на настанак саобраћајних незгода у хоризонталној кривини, применом алата независне оцене утицаја пута на настанак саобраћајне незгоде са погинулим лицем.

Кључне речи: Саобраћајне незгоде, фактор ПУТ, Независна оцена утицаја пута на настанак саобраћајне незгоде, погинула лица

THE IMPACT OF HORIZONTAL CURVES ON THE OCCURRENCE OF TRAFFIC ACCIDENTS USING THE METHOD OF INDEPENDENT ROAD IMPACT ASSESSMENT

Abstract: Traffic accidents significantly hinder the economic progress and development of a country by requiring the allocation of substantial resources for mitigating their consequences. Traffic accidents are predominantly caused by errors, inattention, improper actions, and other mistakes made by drivers, i.e., the human factor within the H-V-R-E system (Human, Vehicle, Road, Environment). In addition to the influence of the human factor, the road factor also plays a significant role, both in the occurrence of traffic accidents and in the severity of their consequences. Recognizing the road as one of the key contributing factors to traffic accidents, increasing attention has been devoted to improving road infrastructure and roadside environment through the development and implementation of the concepts of self-explaining and forgiving roads. Particularly critical road segments are changes in road alignment, such as horizontal and vertical curves, which require increased driver attention and specific road design and roadside treatment. The aim of this paper is to identify the main deficiencies and influential road-related factors contributing to

the occurrence of traffic accidents in horizontal curves, through the application of an independent road impact assessment tool in cases of fatal traffic accidents.

Keywords: Traffic accidents, road factor, independent road impact assessment, fatal accidents.

■ АНАЛИЗА УТИЦАЈА ВРЕМЕНСКИХ УСЛОВА НА ПАРАМЕТРЕ САОБРАЋАЈНОГ ТОКА НА АУТО-ПУТУ „9. ЈАНУАР“

Владимир Гатариф, ЈП „Аутопутеви РС“ д.о.о. Бања Лука, **Вук Богдановић**, Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, **Јелена Митровић Симић**, Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука

Резиме: Параметри саобраћајног тока су подложни утицају многих фактора. Анализа тих фактора на одређеним дијеловима појединих категорија путева помаже при разумијевању структуре и карактеристика саобраћајног тока на различитим категоријама путева. Између осталог, временски услови су ти који могу значајно да утичу на проток и брзину возила. У оквиру овог рада је извршена анализа утицаја временских услова на поједине параметре саобраћајног тока на ауто-путу. Истраживање је рађено на аутопуту „9. јануар“ који повезује ауто-пут Е-661 Градишка-Бања Лука и дионицу ауто-пута Јоховац-Руданка на паневропском Коридору 5ц кроз Републику Српску. Циљ рада је био да се покаже да ли и на који начин временски услови утичу на проток и брзину возила на ауто-путу.

Кључне речи: Параметри саобраћајног тока, проток и брзина, временски услови, ауто-пут „9. јануар“

ANALYSIS OF THE IMPACT OF WEATHER CONDITIONS ON TRAFFIC FLOW PARAMETERS ON THE “9. JANUAR” MOTORWAY

Abstract: Traffic flow parameters are subject to the influence of many factors. The analysis of these factors on certain parts of individual road categories helps to understand the structure and characteristics of traffic flow on different road categories. Among other things, weather conditions are those that can significantly affect the flow and speed of vehicles. This paper analyzes the impact of weather conditions on certain parameters of traffic flow on the motorway. The research was conducted on the “9. januar” motorway, which connects the E-661 Gradiška-Banja Luka motorway and the section of the Johovac-Rudanka motorway on the Pan-European Corridor 5c through Republika Srpska. The aim of the paper was to show whether and how weather conditions affect the flow and speed of vehicles on the motorway.

Keywords: Traffic flow parameters, flow and speed, weather conditions, “9. januar” motorway

■ PROCENA PRILAGOĐENOSTI TROTOARA POTREBAMA PEŠAKA – SLUČAJ CENTRALNE GRADSKOJ ZONE BEOGRADA

Jelica Komarica, Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet, **Ana Trpković**, Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet

Rezime: Promovisanjem upotrebe ekološki prihvatljivijih vidova kretanja, savremeni gradovi sve više prepoznaju pešačenje kao oblik mobilnosti kojim se, pored smanjenja saobraćajnog zagušenja, podstiču zdravije navike, ekonomska jednakost i društvena interakcija. Međutim, i pored ključne uloge u razvoju održivog transportnog sistema, pešačenje često zavisi od prostorno-funkcionalnih karakteristika projektovane ulične mreže, uključujući i infrastrukturne barijere koje ne samo da utiču na širinu i ukupnu upotrebljivost trotoara već i na zadovoljstvo pešaka prilikom kretanja. Imajući to u vidu, ovaj rad ima za cilj da ukaže u kojoj meri su pešački trotoari prilagođeni pešacima sa aspekta projektovanja i zadovoljenja njihovih potreba unutar centralne gradske zone Beograda. Oslanjajući se na rezultate terenskog i anketnog istraživanja, izvršena je procena nivoa zadovoljstva pešaka, koja zavisi od prisustva fizičkih prepreka i prilagođenosti trotoara različitim grupama korisnika. Čineći korisnu osnovu, ovaj rad doprinosi razvoju metodološkog okvira i pruža podršku donosiocima odluka u razumevanju problema i predlaganju odgovarajućih projektantskih rešenja.

Ključne reči: urbana mobilnost, pešačenje, trotoari, efektivna širina, zadovoljstvo pešaka

EVALUATION OF SIDEWALK ADAPTATION TO PEDESTRIAN NEEDS – A CASE STUDY OF BELGRADE'S CENTRAL URBAN AREA

Abstract: By promoting the use of more environmentally friendly modes of movement, modern cities increasingly recognize walking as a form of mobility that, in addition to reducing traffic congestion, encourages healthier habits, economic equality and social interaction. However, despite its key role in the development of a sustainable transport system, walking often depends on the spatial-functional characteristics of the designed street network, including infrastructural barriers that not only affect the width and overall usability of sidewalks, but also the satisfaction of pedestrians when moving. Bearing that in mind, this paper aims to indicate the extent to which pedestrian sidewalks are adapted to pedestrians from the aspect of designing and satisfying their needs within the central city zone of Belgrade. Relying on the results of field and survey research, an assessment of the level of pedestrian satisfaction was made, which depends on the presence of physical obstacles and the adaptability of the sidewalk to different groups of users. By presenting a useful basis, this paper contributes to the development of a methodological framework and provides support to decision makers in understanding the problem and proposing appropriate design solutions.

Keywords: urban mobility, walking, sidewalks, effective width, pedestrian satisfaction

■ УТИЦАЈ СТАЊА САОБРАЋАЈНОГ ТОКА НА БРЗИНУ ВОЗИЛА У ЕНП КАНАЛИМА - СТУДИЈА СЛУЧАЈА НАПЛАТНЕ СТАНИЦЕ У СРБИЈИ

Милош Тубић, Универзитет у Београду – Саобраћајни факултет, **Немања Степановић**, Универзитет у Београду – Саобраћајни факултет

Резиме: ЕТС (Electronic Toll Collection) системи са баријерама омогућавају аутоматску наплату путарине, елиминишући потребу за заустављањем, што омогућава пролазак већим брзинама и повећава капацитет канала у односу на класични мануелни систем наплате путарине. У Србији је у последњих неколико година забележен значајан раст броја корисника ЕНП ТАГ уређаја, што наглашава важност унапређења и ефикасне примене система електронске наплате путарине (ЕНП). Рад анализира брзину возила у ЕНП каналима са баријерама у функцији категорије возила и стања саобраћајног тока. Емпиријско истраживање спроведено је на чеоној наплатној станици Стара Пазова на аутопуту А1, при чему је брзина возила мерена у утицајној зони ЕНП канала. Циљ рада је испитивање постојања статистички значајних разлика у средњим брзинама између категорија возила и различитих стања тока, као и испитивање кредибилитета постављеног ограничења брзине у зони ЕНП канала. Резултати показују да стање тока има утицај на брзину проласка кроз ЕНП канал, док се разлике између категорија возила смањују са порастом степена засићења. Добијени резултати могу допринети бољем разумевању оперативних карактеристика ЕНП канала са баријерама и могу послужити као основа за унапређење процеса управљања и пројектних параметара наплатних станица, као и модела за прорачун капацитета у зонама наплатних станица.

Кључне речи: ЕНП са баријерама, аутопут, брзина, стање саобраћајног тока, капацитет ЕНП канала

IMPACT OF TRAFFIC FLOW CONDITIONS ON VEHICLE SPEEDS IN ETC LANES - A CASE STUDY OF A TOLL PLAZA IN SERBIA

Abstract: Barrier-based ETC (Electronic Toll Collection) systems enable automated toll payment, eliminating the need for stopping, thereby allowing higher travel speeds and increasing lane capacity compared to conventional manual toll collection systems. In Serbia, a significant increase in the number of ETC tag users has been recorded in recent years, highlighting the importance of improving and efficiently implementing electronic toll collection systems. This paper analyzes vehicle speeds in barrier-based ETC lanes as a function of vehicle category and traffic flow conditions. An empirical study was conducted at the mainline toll plaza Stara Pazova on the A1 motorway, where vehicle speeds were measured within the influence area of ETC lanes. The objective of the study is to examine the existence of statistically significant differences in mean speeds between vehicle categories and different traffic flow conditions, as well as to evaluate the credibility of the posted speed limit within the ETC lane influence zone. The results indicate that traffic flow conditions have a significant impact on vehicle speeds when passing through ETC lanes, while differences between vehicle

categories decrease with increasing levels of saturation. The findings contribute to a better understanding of the operational characteristics of barrier-based ETC lanes and may serve as a basis for improving toll plaza management, design parameters, and capacity estimation models in toll station areas.

Keywords: barrier-based ETC, motorway, speed, traffic flow conditions, ETC lane capacity

■ DRUGA GENERACIJA PLANOVA ODRŽIVE URBANE MOBILNOSTI U REPUBLICI SRBIJI

Vladimir Đorić, Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet, **Ivan Ivanović**, Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet, **Dragana Petrović**, Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet

Rezime: Opsežne saobraćajne analize i saobraćajne studije danas nisu obavezujući deo planske dokumentacije u Republici Srbiji. Od 2016. godine se u izradi planskih dokumenata pojavljuju Planovi održive urbane mobilnosti (POUM), čiju izradu najčešće iniciraju ili podržavaju evropske razvojne institucije u saradnji sa lokalnim samoupravama. Gradovi u Srbiji koji imaju izrađen POUM imaju lakšu mogućnost konkurisanja za sredstva iz EU fondova namenjena „zelenoj“ infrastrukturi, pri čemu POUM služi kao dokaz da grad ima jasnu viziju održivog razvoja i da teži unapređenju kvaliteta života u gradu. Valjevo je prvi grad u Republici Srbiji koji je izradio reviziju POUMa, čime je potvrđena njegova opredeljenost ka kontinuiranom i strateškom unapređenju sistema urbane mobilnosti. Revizija je realizovana u okviru projekta CityWalk 2.0, finansiranog kroz program Interreg Danube Region. U ovom radu biće predstavljene lekcije naučene tokom procesa izrade revizije Plana održive urbane mobilnosti. Posebna pažnja posvećena je unapređenjima i izmenama u samom procesu izrade plana i to u sledećim oblastima: istraživanje i analiza karakteristika mobilnosti, razvoj mreža održivih vidova kretanja, mere usmerene na promenu ponašanja korisnika i unapređenje uslova za kretanje. Specifične i konkretno definisane aktivnosti sistematizovane su u okviru akcionog plana, koji predstavlja ključni dokument i instrument za implementaciju planiranih mera i ostvarivanje postavljenih ciljeva.

Ključne reči: Plan održive urbane mobilnosti (POUM), održivi razvoj, revizija POUMa za grad Valjevo

SECOND GENERATION OF SUSTAINABLE URBAN MOBILITY PLANS IN THE REPUBLIC OF SERBIA

Abstract: Comprehensive traffic analyses and transport studies are currently not required as a mandatory component of spatial and urban planning documentation in the Republic of Serbia. Since 2016, Sustainable Urban Mobility Plans (SUMP) have been incorporated into planning practice, most frequently initiated or supported by European development institutions in cooperation with local self-governments. Cities in Serbia that have adopted a SUMP have improved opportunities to compete for EU funds intended for “green” infrastructure, as the SUMP serves as evidence that the city has a clear vision of sustainable development and is committed to enhancing the quality of urban life. The City of Valjevo is the first city in the Republic of Serbia to undertake and complete a revision of its SUMP, thereby reaffirming its long-term commitment to the continuous and strategic advancement of the urban mobility system. The revision was implemented within the framework of the CityWalk 2.0 project, financed through the Interreg Danube Region Programme. This paper

presents the lessons learned during the revision process of the Sustainable Urban Mobility Plan. Particular emphasis is placed on methodological improvements and procedural modifications introduced during the planning process, specifically in the following domains: research and analysis of mobility patterns, development of networks for sustainable modes of transport, measures aimed at influencing user behavior, and the enhancement of conditions for mobility. Clearly defined and operationalized activities are systematized within the implementation action plan, which constitutes the principal instrument for executing the planned measures and achieving the defined objectives.

Keywords: Sustainable Urban Mobility Plan (SUMP), sustainable development, revision of the SUMP for the City of Valjevo

■ АНАЛИЗА ЕФИКАСНОСТИ РАДА ГРАНИЧНИХ ПРЕЛАЗА У ФУНКЦИЈИ ПРОМЕНЉИВИХ МЕРОДАВНИХ ПРОТОКА

Милица Тубић, Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, **Теодора Бајевић**, Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, **Вук Богдановић**, Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука

Резиме: Карактеристике временске неравномерности саобраћајног тока имају фундаменталан значај у планирању, пројектовању и експлоатацији путне мреже. Дефинисан меродавни часовни проток представља основ за доношење одлука о саобраћајној потреби за изградњу инфраструктурних објеката, димензионисање пројектних елемената пута, али и за доношење управљачких и режимских мера. Гранични прелаз на аутопутевима представљају функционалне тачке високог значаја за континуитет међународних саобраћајних токова, при чему њихово димензионисање може имати значајан утицај на перформансе функционисања система, односно нивоа услуге на предметној аутопутској деоници. У раду је детаљно анализиран утицај променљивих вредности меродавног часовног протока за потребе димензионисања граничних прелаза, обзиром на временске неравномерности саобраћајног тока у периоду целе године. Приказани су и резултати анализе капацитета и нивоа услуге у оквиру Студије случаја граничног прелаз на аутопуту Е-75 – „Прешево“. У оквиру рада анализиран је и сет мера које могу допринети унапређењу ефикасности рада граничних прелаза, односно свеукупном повећању нивоа услуге.

Кључне речи: гранични прелаз, меродавни проток, капацитет, ниво услуге

ANALYSIS OF THE OPERATIONAL EFFICIENCY OF BORDER CROSSINGS AS A FUNCTION OF VARIABLE DESIGN HOURLY VOLUMES

Abstract: The characteristics of temporal variability of traffic flow constitute a fundamental basis for the planning, design, and operation of road infrastructure systems. The determination of the design hourly volume represents a critical input for decision-making processes related to infrastructure provision, the dimensioning of roadway design elements, as well as the definition of traffic management and operational control strategies. Highway border crossings represent critical nodes within the transport network, essential for ensuring the continuity and reliability of international traffic flows. Their dimensioning has a pronounced impact on overall system performance, particularly in terms of capacity utilization and the achieved level of service (LOS) along the corresponding highway section. This paper presents a comprehensive analysis of the influence of variable design hourly volume values on the dimensioning of border crossings, taking into account the temporal non-uniformity of traffic demand throughout the annual cycle. Special emphasis is placed on the sensitivity of capacity and performance indicators to fluctuations in peak demand conditions. The analysis is supported by a case study of the Preševo Border Crossing on the E-75 highway, including detailed capacity and level of service assessments. Furthermore, the paper identifies and evaluates a set of operational measures aimed

at improving the efficiency of border crossing operations and enhancing the overall level of service of the analyzed system.

Keywords: highway border crossing, design hourly volume, traffic capacity, level of service

■ VIŠEKRITERIJUMSKI MODEL KOMPARATIVNOG VREDNOVANJA INDIKATORA BEZBJEDNOSTI SAOBRAĆAJA

Brankica Bubić, Saobraćajni fakultet Doboj, Univerzitet u Istočnom Sarajevu, **Tijana Gačić**, Saobraćajni fakultet Doboj, Univerzitet u Istočnom Sarajevu, **Mihajlo Vučinović**, Saobraćajni fakultet Doboj, Univerzitet u Istočnom Sarajevu, **Željko Stević**, Saobraćajni fakultet Doboj, Univerzitet u Istočnom Sarajevu

Rezime: Bezbjednost saobraćaja predstavlja jedno od ključnih pitanja javne bezbjednosti, a analiza indikatora rizičnog ponašanja učesnika u saobraćaju omogućava identifikaciju prioriternih oblasti za preventivno djelovanje. U ovom radu analiziraju se indikatori bezbjednosti saobraćaja na nivou policijskih uprava u Republici Srpskoj, s ciljem utvrđivanja njihovog značaja te rangiranja posmatranih policijskih uprava prema nivou bezbjednosti. Primenjen je integrisan VKO model za rangiranje policijskih uprava na osnovu indikatora bezbjednosti saobraćaja. Za određivanje težine kriterijuma, posredstvom kojih se vrši analiza značaja indikatora bezbjednosti saobraćaja, u korištena je SWARA metoda, dok je za konačno rangiranje policijskih uprava u odnosu na definisane indikatore korištena MARCOS metoda. Rezultati istraživanja omogućili su identifikaciju najznačajnijih faktora koji utiču na bezbjednost saobraćaja, kao i izdvajanje policijskih uprava sa najpovoljnijim i najnepovoljnijim vrijednostima posmatranih pokazatelja. Simulacijom ulaznih vrijednosti, formirana su 42 nova scenarija. Dobijeni rezultati mogu poslužiti kao osnova za kreiranje ciljanih preventivnih mjera i unapređenje strategija bezbjednosti saobraćaja, sa posebnim fokusom na indikatore koji imaju najveći uticaj na konačno rangiranje.

Ključne reči: SWARA, MARCOS, indikatori bezbjednosti saobraćaja

MULTI-CRITERIA DECISION-MAKING MODEL OF COMPARATIVE EVALUATING TRAFFIC SAFETY INDICATORS

Abstract: Traffic safety is one of the key issues of public safety, and the analysis of indicators of risky behaviour of traffic participants enables the identification of priority areas for preventive action. This paper analyzes traffic safety indicators at the level of police administrations in the Republic of Srpska, with the aim of determining their importance and ranking the observed police administrations according to the level of security. An integrated MCDM model was applied to classify police administrations based on traffic safety indicators. The SWARA method was used to determine the weight of the criteria, through which the importance of traffic safety indicators is analyzed, while the MARCOS method was used for the final ranking of police administrations in relation to the defined indicators. The results of the research enabled the identification of the most significant factors that affect traffic safety, as well as the selection of police departments with the most favourable and unfavourable values of the observed indicators. By simulating the input values, 42 new scenarios were formed. The results obtained can serve as a basis for the creation of targeted preventive measures and the improvement of traffic safety strategies, with a special focus on the indicators that have the greatest impact on the final ranking.

Keywords: SWARA, MARCOS, road safety indicators

■ 2+1 PUTEVI KAO MJERA UNAPREĐENJA SAOBRAĆAJA: ŠVEDSKA ISKUSTVA I MOGUĆNOSTI PRIMJENE U SRBIJI

Sara Krsmanović, Univerzitet u Novom Sadu – Fakultet tehničkih nauka, **Dragan Jovanović**, Univerzitet u Novom Sadu – Fakultet tehničkih nauka, **Panta Krstić**, Univerzitet u Novom Sadu – Fakultet tehničkih nauka,

Rezime: Ovaj rad analizira koncept 2+1 puteva kao savremeno rješenje koje predstavlja kompromis između klasičnih dvotračnih puteva i autoputeva. Poseban fokus stavljen je na bezbjednost i funkcionalne karakteristike ovih puteva, kao i njihovu ekonomsku opravdanost. Porastom saobraćajnog opterećenja raste i broj frontalnih sudara na dvotračnim putevima, što ukazuje na potrebu za unapređenjem njihove bezbjednosti. Ovaj savremeni koncept koji može biti rješenje zasniva se na naizmjeničnom uvođenju dodatne trake za preticanje i fizičkom razdvajanju smjerova kretanja. Iskustva iz Švedske, Njemačke i drugih zemalja potvrđuju da 2+1 putevi predstavljaju isplativo rješenje koje obezbjeđuje visok nivo bezbjednosti, uporediv sa autoputevima, uz znatno niže troškove izgradnje. Primjena ovog koncepta mogla bi značajno unaprijediti bezbjednost i protočnost saobraćaja u Srbiji, posebno na dionicama sa srednjim i povećanim intezitetom saobraćaja.

Ključne reči: 2+1 putevi, dvotračni putevi, bezbjednost saobraćaja, frontalni sudari, preticanje, poprečni profil, protočnost saobraćaja, kapacitet puta

2+1 ROADS AS A MEASURE FOR TRAFFIC IMPROVEMENT: SWEDISH EXPERIENCE AND POSSIBILITIES FOR IMPLEMENTATION IN SERBIA

Abstract: This paper analyzes the concept of 2+1 roads as a contemporary road design solution that provides a compromise between conventional two-lane roads and motorways. Particular attention is given to the safety and functional characteristics of these roads, as well as to their economic feasibility. Increasing traffic volumes on two-lane roads may lead to a higher risk of head-on collisions, indicating the need to improve their safety. The 2+1 road concept is based on the alternating provision of an additional overtaking lane and the physical separation of opposing traffic flows. Experience from Sweden, Germany, and other countries indicates that 2+1 roads are a cost-effective alternative that provides a high level of safety, comparable to motorways, while requiring significantly lower construction costs. The implementation of this concept could significantly improve traffic safety and traffic flow efficiency in Serbia, particularly on road sections with moderate to high traffic volumes.

Keywords: 2+1 roads, two-lane roads, traffic safety, head-on collisions, overtaking, cross-section, traffic flow, road capacity

■ METODE POBOLJŠANJA BEZBEDNOSTI SAOBRAĆAJA U HORIZONTALNIM KRIVINAMA SA KRITIČNIM RADIJUSIMA

Sara Krsmanović, Univerzitet u Novom Sadu – Fakultet tehničkih nauka, **Panta Krstić**, Univerzitet u Novom Sadu – Fakultet tehničkih nauka, **Miloš Šešlija**, Univerzitet u Novom Sadu – Fakultet tehničkih nauka

Rezime: Rad se bavi analizom bezbednosti saobraćaja u horizontalnim krivinama sa kritičnim radijusima, kao jednim od najrizičnijim elementima putne infrastrukture. Analizirani su ključni faktori rizika, kao što su mali radijusi krivina, neusklađenost projektovane i stvarne brzine, smanjeno trenje i nepovoljni uslovi u putnom pojasu. Predložene su mere za unapređenje bezbednosti saobraćaja, koje obuhvataju niskobudžetne metode u vidu poboljšanja signalizacije i preglednosti, kao i građevinske mere koje uključuju unapređenje geometrije puta i stanja kolovoza. Rad ukazuje na značaj pravovremene identifikacije rizičnih lokacija i primene adekvatnih mera, sa ciljem smanjenja broja saobraćajnih nezgoda i povećanja nivoa bezbednosti.

Ključne reči: horizontalne krivine, kritični radijus, bezbednost saobraćaja, stabilnost vozila, trenje, kolovoz

METHODS FOR IMPROVING TRAFFIC SAFETY IN HORIZONTAL CURVES WITH CRITICAL RADIUS

Abstract: This paper analyzes traffic safety in horizontal curves with critical radii, which represent one of the most hazardous elements of road infrastructure. Key risk factors are examined, including small curve radii, inconsistency between design and operating speeds, reduced pavement friction, and unfavorable roadside conditions. A set of measures for improving traffic safety is proposed, including low-cost treatments such as enhanced signage and visibility, as well as engineering measures involving improvements to road geometry and pavement condition. The paper highlights the importance of timely identification of high-risk locations and the implementation of appropriate countermeasures in order to reduce the number of traffic accidents and improve overall traffic safety.

Keywords: horizontal curves, critical radius, traffic safety, vehicle stability, friction, pavement

■ UPRAVLJANJE PARKIRANJEM U CENTRALNOJ ZONI BEOGRADA: OCENA EFIKASNOSTI U KONTEKSTU ODRŽIVOSTI

Vladimir Čuljković, Saobraćajni fakultet, Univerzitet u Beogradu, **Jelena Simićević**, Saobraćajni fakultet, Univerzitet u Beogradu, **Tijana Nikolić**, Saobraćajni fakultet, Univerzitet u Beogradu

Rezime: Savremeni koncept upravljanja parkiranjem, baziran na upravljanju transportnim/parking zahtevima, razvio se kao posledica usvajanja koncepta održivog transportnog sistema. U tom kontekstu, u centralnoj zoni Beograda parkiranjem se upravlja duže od 20 godina. Iako su stalno praćenje stanja i prilagođavanje mera u primeni jedini garant uspešnog upravljanja, prema saznanjima autora, stanje parkiranja u ovom području nije sistemski analizirano već dugi niz godina. Uprkos tome, mere parkiranja, uključujući granice zona i attribute režima, tarifni sistem, infrastrukturu i drugo, su u više navrata menjane, čini se ad hoc, odnosno bez sveobuhvatne analize koja bi njihovom definisanju trebalo da prethodi. Ovome treba dodati i promene van podsistema parkiranja koje se na njega direktno reflektuju, kao što su: nagli porast stepena motorizacije, promene u režimima dinamičkog saobraćaja, funkcionisanju i tarifnom sistemu javnog prevoza i sl. Sve navedeno je bio povod za pisanje ovog rada, čiji je cilj da se na ograničenom primeru najuže centralne zone Beograda oceni stanje i ukaže na ključne propuste u upravljanju, te da se predlože smernice koje bi doprinele ostvarivanju strateških ciljeva upravljanja parkiranjem u širem okviru održivog razvoja.

Ključne reči: režim parkiranja, tarifni sistem parkiranja, kontrola i sankcionisanje prekršaja, praćenje stanja parkiranja

PARKING MANAGEMENT IN THE CENTRAL ZONE OF BELGRADE: ASSESSING EFFICIENCY IN THE CONTEXT OF SUSTAINABILITY

Abstract: The modern concept of parking management, based on the transport and parking demand management, has developed as a consequence of adopting the sustainable transport system concept. In this context, parking in the central area of Belgrade has been managed for more than 20 years. Although continuous monitoring of state and adjustment of measures implemented are the only guarantees of effective management, according to the authors' knowledge, the state of parking in this area has not been systematically analyzed for many years. Despite this, parking measures – including parking regime zone boundaries and regulatory attributes, the tariff system, infrastructure, and other elements – have been modified on several occasions, apparently in an ad hoc manner, that is, without a comprehensive analysis that should precede their definition. Furthermore, changes outside the parking subsystem that directly affect it must also be considered, such as a sudden increase in car ownership levels, modifications in dynamic traffic regimes, changes in the operation and tariff system of public transport, and similar factors. All of the above were the reasons behind writing this paper, which aims, based on a limited example from the inner central area of Belgrade, to assess the current parking state, identify key shortcomings in its management, and propose guidelines that would contribute to achieving the strategic objectives of parking management within the broader framework of sustainable development.

Keywords: parking regime, parking tariff system, parking enforcement, parking monitoring

■ (NE)UPRAVLJANJE PARKIRANJEM U NAŠIM GRADOVIMA I NJEGOV UTICAJ NA URBANU MOBILNOST

Jelena Simičević, Saobraćajni fakultet, Univerzitet u Beogradu, **Tijana Nikolić**, Saobraćajni fakultet, Univerzitet u Beogradu, **Vladimir Čuljković**, Saobraćajni fakultet, Univerzitet u Beogradu

Rezime: Pored osnovne uloge upravljanja parkiranjem, koja se odnosi na rešavanje problema u okviru ovog podsistema, poslednjih decenija prepoznata je i njegova funkcija kao snažnog instrumenta za upravljanje urbanom mobilnošću i ostvarivanje ciljeva održivog transportnog sistema, prvenstveno kroz smanjenje upotrebe putničkog automobila. Uprkos tome, prema iskustvima autora, u većini naših gradova ove mogućnosti nisu adekvatno iskorišćene (parkiranjem se ne upravlja ili upravlja na nedovoljno dobar način), zbog čega parkiranje često ostaje dominantan saobraćajni problem sa izraženim negativnim uticajem na dinamički saobraćaj, bezbednost i kvalitet života u gradu. U ovom radu, na osnovu meta-analize izmeritelja stanja parkiranja na ograničenom uzorku od šest gradova, procenjena je efikasnost korišćenja politike parkiranja u ostvarivanju njenih direktnih i opštih ciljeva.

Ključne reči: upravljanje parkiranjem, režimi parkiranja, efekti, održiva mobilnost

PARKING MANAGEMENT IN OUR CITIES AND ITS IMPACT ON URBAN MOBILITY

Abstract: In addition to its primary role of addressing parking issues, parking management has recently been recognized as a powerful instrument for managing urban mobility and achieving the goals of a sustainable transport system, primarily by reducing the car use. Nevertheless, in our experience, these potentials have not been adequately utilized in most of our cities (parking is either unmanaged or managed poorly), which often results in parking remaining a dominant traffic-related problem with pronounced negative impacts on traffic flow, safety, and overall quality of life in cities. This paper, based on a meta-analysis of parking performance indicators conducted on a limited sample of six cities, assesses the effectiveness of parking policy in achieving its direct and general objectives.

Keywords: parking management, parking regimes, effects, sustainable mobility

Отпорност инфраструктуре на климатске промене

Infrastructure Resilience to Climate Change



■ MODIFIKACIJA POLIMEROM MODIFIKOVANOG BITUMENA ZA IZDRŽLJIV KOLOVOZ: NOVI PRISTUP

Olivier Fleischel, BASF SE, Germany, **Waldemar Schatz**, BASF Polyurethane GmbH, Germany

Rezime: Asfaltne saobraćajnice podležu većim opterećenjima osa i rastućim temperaturama, pa su potrebni poboljšani veziva. Istraživanje iz 2024. godine upoređivalo je smeše AC22 BASE koristeći PmB 45/80 65 i B50/70 modifikovan sa 3% reaktivnog izocijanatnog aditiva (ISO P101). Obe su ispunile otpornost na vlagu; smeša sa izocijanatom imala je nešto manju dubinu kolektivnog oštećenja (rut depth) i znatno veću krutost na visokim temperaturama, pri čemu je zadržala uporedivu krutost na niskim temperaturama. Testovi zamora favorizovali su PmB u laboratorijskom indirektnom zatezanju, iako veća krutost izocijanatne smeše može smanjiti strukturne deformacije u kolovozima. Na ovom iskustvu zasnovani su hibridni dizajni smeša koji kombinuju SBS i izocijanatnu hemiju. Reološki testovi (BTSV, MSCR, elastic recovery) i probni uzorci smeše pokazali su da dodatak ISO P101 komercijalnom PmB u povećava krutost na visokim temperaturama i otpornost na kolektivno oštećenje, uz očuvanje ponašanja na niskim temperaturama, a terenska ispitivanja su demonstrirala obradivost, stabilnost pri skladištenju i kompatibilnost sa do 50% recikliranog asfalta (Reclaimed Asphalt). Ovi rezultati podržavaju reaktivne izocijanatne modifikatore kao praktičan put ka izdržljivijim i dugotrajnijim saobraćajnicama.

Ključne reči: Réactif modificateur, izocijanat polimer, polimerom modifikovan bitumen, otpornost na kolektivno oštećenje (rutting), večni kolovoz

UPGRADE OF POLYMER MODIFIED BITUMEN FOR DURABLE ASPHALT PAVEMENT: A NEW APPROACH

Abstract: Asphalt pavements face higher axle loads and rising temperatures, requiring improved binders. A first study in 2024 compared AC22 BASE mixtures using PmB 45/80 65 and B50/70 modified with 3% of an isocyanate reactive additive (ISO P101). Both met moisture resistance; the isocyanate-based mix had slightly lower rut depth and substantially higher high temperature stiffness while maintaining comparable low temperature stiffness. Fatigue tests favored PmB in lab indirect tension, though isocyanate's higher stiffness may reduce structural strains in pavements. Building on this, hybrid mix designs combining SBS and isocyanate chemistry were developed. Rheological tests (BTSV, MSCR, elastic recovery) and mix trials showed that adding ISO P101 to commercial PmB increases high temperature stiffness and rutting resistance while preserving low temperature behavior, with field trials demonstrating workability, storage stability and compatibility with up to 50% of Reclaimed Asphalt. These results support reactive isocyanate modifiers as a practical route to more durable and perpetual pavements.

Keywords: reactive modifier, polymeric isocyanate, polymer modified bitumen, rutting resistance, perpetual pavement

■ MULTI-HAZARD I SOCIO-EKONOMSKA PROCENA KRITIČNOSTI PUTNE MREŽE SRBIJE: PODRŠKA KLIMATSKOJ OTPORNOSTI I UPRAVLJANJU INFRASTRUKTUROM

Elco Koks, Vrije Universiteit, Amsterdam, **Jelena Ćirilović Stanković**, 2EcoConceptS, Srbija, **Shadi Shirazian**, Vrije Universiteit, Amsterdam, **Valentin Weiwad**, Vrije Universiteit, Amsterdam, **Jasna Plavšić**, Građevinski Fakultet Univerziteta u Beogradu, **Joël De Plaen**, Vrije Universiteit, Amsterdam

Rezime: Klimatske promene sve više utiču na funkcionisanje transportnih sistema kroz kombinaciju ekstremnih vremenskih događaja i dugoročnih promena u životnoj sredini. Pored fizičkih oštećenja, poremećaji u funkcionisanju putne mreže mogu značajno uticati na pristup osnovnim uslugama i rad ključnih socio-ekonomskih sistema. U radu je predstavljena integrisana metodologija za procenu klimatske i funkcionalne kritičnosti putne mreže Srbije, razvijena sa ciljem unapređenja otpornosti infrastrukture i podrške upravljanju imovinom. Pristup obuhvata analizu više hazarda — uključujući poplave, klizišta, snežne nanose, kao i povećanje intenziteta padavina usled klimatskih promena — u kombinaciji sa pokazateljima performansi mreže i socio-ekonomskim indikatorima, kao što su dostupnost zdravstvenih i hitnih službi, kao i ključnih transportnih čvorišta. Primena GIS okvira omogućava identifikaciju deonice putne mreže koje su istovremeno izložene klimatskim hazardima i od ključnog značaja za očuvanje povezanosti i dostupnosti usluga. Zbog osetljivosti podataka, rad je fokusiran na metodološki pristup i njegovu primenu, dok su rezultati prikazani na agregiranom nivou. Predloženi okvir predstavlja praktičan alat za donošenje odluka zasnovanih na proceni rizika, podržavajući prioritizaciju investicija, planiranje održavanja, kao i razvoj strategija prilagođavanja klimatskim promenama i upravljanja kriznim situacijama u transportnom sektoru.

Ključne reči: Klimatska otpornost, kritičnost putne mreže, analiza više hazarda, socio-ekonomski aspekti, upravljanje infrastrukturnom imovinom.

A MULTI-HAZARD AND SOCIO-ECONOMIC CRITICALITY ASSESSMENT OF THE SERBIAN ROAD NETWORK: SUPPORTING CLIMATE RESILIENCE AND INFRASTRUCTURE MANAGEMENT

Abstract: Climate change is increasingly disrupting transport systems through a combination of extreme weather events and long-term environmental changes. In addition to physical damage, disruptions to road networks can significantly affect access to essential services and the functioning of critical socio-economic systems. This paper presents an integrated methodology for assessing the climate and functional criticality of the Serbian road network, developed to support infrastructure resilience and asset management. The approach combines multi-hazard analysis—including floods, landslides, snowdrifts, and increasing precipitation under climate change with network performance and socio-economic indicators, such as accessibility to healthcare, emergency services, and key transport nodes. A GIS-based framework is used to identify road segments that are both exposed to climate hazards and critical for maintaining connectivity and service accessibility. Due to data sensitivity, the paper focuses on the methodological approach and its application,

while results are presented at an aggregated level. The proposed framework provides a practical tool for risk-informed decision-making, supporting the prioritization of investments, maintenance planning, and the development of climate adaptation and crisis management strategies in the transport sector.

Keywords: Climate resilience, Road network criticality, Multi-hazard assessment, Socio-economic consideration, Infrastructure asset management

■ INTEGRISANA ANALIZA INTERAKCIJE PUTNE INFRASTRUKTURE I KLIMATSKIH PROMENA

Marina Milenković, Saobraćajni fakultet, Univerzitet u Beogradu, **Stefan Trifunović**, 2Institut für Straßenwesen, TU Braunschweig, **Goran Mladenović**, Građevinski fakultet, Univerzitet u Beogradu, **Draženko Glavić**, Saobraćajni fakultet, Univerzitet u Beogradu, **Jelica Komarica**, Saobraćajni fakultet, Univerzitet u Beogradu, **Marija Mitić**, Saobraćajni fakultet, Univerzitet u Beogradu

Rezime: Drumski saobraćaj predstavlja jedan od najznačajnijih izvora emisija gasova sa efektom staklene bašte (GHG), čime doprinosi globalnim klimatskim promenama. Istovremeno, putna infrastruktura je izrazito ranjiva na posledice klimatskih promena, koje dovode do povećane učestalosti oštećenja putne infrastrukture. Takvi procesi uslovljavaju porast troškova održavanja i dodatno otežavaju upravljanje putevima, što se negativno odražava na efikasnost i bezbednost saobraćaja. U savremenoj literaturi sve veća pažnja se posvećuje razvoju strategija adaptacije i mitigacije, usmerenih kako na smanjenje emisija tokom životnog ciklusa puta, tako i na unapređenje otpornosti putne infrastrukture u uslovima klimatskih promena. Cilj ovog rada je analiza dvosmerne interakcije između putne infrastrukture i klimatskih promena, kroz razmatranje emisija GHG tokom životnog ciklusa puta, kao i uticaja klimatskih faktora na funkcionisanje mreže puteva. Rad pruža kritički pregled savremenih inovativnih mera koje se primenjuju u međunarodnoj praksi, uz analizu njihove primenljivosti i diskusiju o mogućnostima implementacije u Republici Srbiji.

Ključne reči: životni ciklus puta, otpornost putne infrastrukture, upravljanje putnom infrastrukturom, parametri saobraćajnog toka

■ INTEGRATED ANALYSIS OF INTERACTIONS BETWEEN ROAD INFRASTRUCTURE AND CLIMATE CHANGE

Abstract: Road transport constitutes one of the most significant sources of greenhouse gas (GHG) emissions, thereby contributing to global climate change. At the same time, road infrastructure is highly vulnerable to the impacts of climate change, which result in an increased frequency of damage to road assets. These processes lead to higher maintenance costs and impose additional challenges for road management, ultimately exerting a negative impact on traffic efficiency and safety. In the contemporary scientific literature, increasing attention is devoted to the development of adaptation and mitigation strategies aimed at both reducing emissions throughout the road life cycle and enhancing the resilience of road infrastructure under changing climatic conditions. The objective of this paper is to analyze the bidirectional interaction between road infrastructure and climate change by examining GHG emissions across different phases of the road life cycle, as well as the effects of climatic factors on the functioning of the road network. The paper provides a critical review of contemporary innovative measures applied in international practice and discusses their applicability and implementation potential in the Republic of Serbia.

Keywords: road life cycle, road infrastructure resilience, road infrastructure management, traffic flow parameters

Иновације и дигитализација

Innovation and Digitalization



■ PRIMJENA ITS-A, AI I DIGITALNIH BLIZANACA U UPRAVLJANJU I ODRŽAVANJEM PUTNE MREŽE

Osman Lindov, Univerzitet u Sarajevu - Fakultet za saobraćaj i komunikacije, **Jasmina Olovčić**, Roughton International Limited, Sarajevo, **Samir Džaferović**, Univerzitet u Sarajevu - Fakultet za saobraćaj i komunikacije

Rezime: Saobraćajni sistem se suočava sa rastućim izazovima održavanja putne infrastrukture zbog starenja mreže, povećanog saobraćajnog opterećenja, ograničenih finansijskih sredstava i klimatskih uticaja. Tradicionalni pristupi održavanju, zasnovani na periodičnim pregledima i reaktivnim intervencijama, sve češće postaju nedovoljni za zahtjeve efikasnosti, bezbjednosti i održivosti. Digitalizacija kroz ITS, IoT, AI i digitalne blizance nudi rješenja za modernizaciju upravljanja putevima, zasnovanom na podacima, uz podršku odlučivanju u realnom vremenu i prediktivnom planiranju intervencija. Vještačka inteligencija (AI) sve više transformiše planiranje, izgradnju, rad i održavanje putne infrastrukture. Rad analizira ulogu ovih tehnologija u nadzoru, planiranju i održavanju putne mreže sa fokusom na integraciju ITS podataka sa RAMS sistemima, primjenu edge computinga, te AI modele za detekciju oštećenja i prognozu degradacije. Posebno, u zemljama sa slabom razvijenošću putne infrastrukture, razmatraju se izazovi implementacije uključujući kvalitet i dostupnost podataka, institucionalnu spremnost, troškove i pitanja kibernetičke sigurnosti. Na kraju se sintetizuju ključne koristi i ograničenja te predlažu buduću smjerovi istraživanja i fazni pristup implementaciji za otpornu i održivu putnu infrastrukturu.

Ključne reči: ITS, IoT, AI, DT, održavanje puteva, digitalizacija, upravljanje infrastrukturom

APPLICATION OF ITS, AI AND DIGITAL TWINS IN THE MANAGEMENT AND MAINTENANCE OF THE ROAD NETWORK

Abstract: The transport system faces growing challenges in maintaining road infrastructure due to network ageing, increased traffic loads, limited financial resources, and climate impacts. Traditional maintenance approaches, based on periodic inspections and reactive interventions, are increasingly becoming insufficient to meet the requirements of efficiency, safety, and sustainability. Digitalisation through ITS, IoT, AI, and digital twins offers solutions to modernise road management by enabling data-driven operations, supporting real-time decision-making, and improving predictive maintenance planning. Artificial intelligence (AI) is increasingly transforming the planning, construction, operation, and maintenance of road infrastructure. This paper analyses the role of these technologies in road network monitoring, planning, and maintenance, with a focus on integrating ITS data with Road Asset Management Systems (RAMS), applying edge computing, and using AI models for distress detection and degradation forecasting. In particular, for countries with less developed road infrastructure, the paper discusses key implementation challenges, including data availability and quality, institutional readiness, costs, and cybersecurity considerations. Finally, the paper synthesises the main benefits and limitations and proposes future research directions as well as a phased implementation approach towards resilient and sustainable road infrastructure.

Keywords: ITS, IoT, AI, DT, road maintenance, digitalization, infrastructure management

■ PRIMENA VEŠTAČKE INTELIGENCIJE U PUTNOM SEKTORU - IZMEĐU INŽENJERSKE PODRŠKE, TAČNOSTI I ILUZIJE SVEMOĆI

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

Rezime: Primena veštačke inteligencije u putnom sektoru sve češće se predstavlja kao ključni korak ka povećanju preciznosti, efikasnosti i objektivnosti u inženjerskom odlučivanju. Međutim, rastuća zavisnost od algoritamskih modela otvara bitna pitanja: da li se u praksi dobija stvarna podrška inženjerima ili se stvara iluzija preciznosti zasnovana na ograničenim i nedovoljno pouzdanim podacima? U tom kontekstu, javlja se dilema da li se veštačka inteligencija može primenjivati kao snažan alat za rešavanje inženjerskih problema ili bi trebalo da ostane pre svega podrška inženjerima, a ne zamena stručnom znanju i profesionalnom sudu. Rad pruža kritički pregled uloge veštačke inteligencije u planiranju, projektovanju i održavanju puteva, sa posebnim osvrtom na potencijale i ograničenja savremenih rešenja veštačke inteligencije.

Ključne reči: veštačka inteligencija, putni sektor, inženjersko odlučivanje, pouzdanost

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE ROAD SECTOR - BETWEEN ENGINEERING SUPPORT, ACCURACY AND THE ILLUSION OF OMNIPOTENCE

Abstract: The application of artificial intelligence in the road sector is increasingly presented as a crucial step toward enhancing precision, efficiency, and objectivity in engineering decision-making. However, the growing reliance on algorithmic models raises important questions: does it, in practice, provide genuine support to engineers, or does it create an illusion of precision based on limited and insufficiently reliable data? In this context, a dilemma arises: can artificial intelligence be applied as a powerful tool for solving engineering problems, or should it primarily remain a support for engineers rather than a replacement for specialized knowledge and professional judgment? The paper provides a critical review of the role of artificial intelligence in the planning, design, and maintenance of roads, with a special focus on potentials and limitations of contemporary artificial intelligence solutions.

Keywords: artificial intelligence, road sector, engineering decision-making, reliability

■ DIGITALNI PASOŠI ZA PROIZVODE I MATERIJALE ZA BOLJE UPRAVLJANJE MATERIJALNIM TOKOVIMA U IZGRADNJI I ODRŽAVANJU CESTA

Jan Prah, Slovenian National Building and Civil Engineering Institute (ZAG), **Marija Đurić**, Slovenian National Building and Civil Engineering Institute (ZAG), **Primož Oprčkal**, Slovenian National Building and Civil Engineering Institute (ZAG), **Alenka Mauko Pranjić**, Slovenian National Building and Civil Engineering Institute (ZAG),

Rezime: Jedan od glavnih izazova u izgradnji i održavanju puteva je obezbeđivanje sledljivosti i transparentnosti u upravljanju velikim količinama iskopanog zemljišta i kamena. U Sloveniji se godišnje proizvede oko 7 miliona tona takvih materijala. Često se ponovo koriste na istoj lokaciji ili za izgradnju nasipa, ali se i dalje tretiraju kao otpad, bez razmatranja njihovih hemijskih i geotehničkih svojstava ili potencijalne vrednosti. Nova Uredba EU o građevinskim proizvodima (EC 3110/2024) uvodi digitalne pasoše proizvoda kako bi se poboljšala transparentnost i sledljivost svojstava materijala. Iako iskopano zemljište i kamen nisu jasno definisani kao građevinski proizvodi prema ovoj Uredbi, primena njenih principa je sve važnija zbog velikih količina koje se generišu. Ovo istraživanje se bavi zahtevima za digitalne pasoše proizvoda i predstavlja razvoj platformi za digitalne pasoše materijala za iskopano zemljište i kamen u okviru projekta LIFE IP RESTART. Istražuje puteve zasnovane na statusu materijala kao što su otpad, nusproizvod ili građevinski proizvod, podržavajući efikasnije korišćenje resursa u skladu sa principima cirkularne ekonomije.

Ključne reči: cirkularna ekonomija, digitalni pasoš proizvoda, iskopana zemlja i kamen, upravljanje otpadom od gradnje i rušenja

DIGITAL PRODUCT AND MATERIAL PASSPORTS FOR BETTER MANAGEMENT OF MATERIAL FLOWS IN ROAD CONSTRUCTION AND MAINTENANCE

Abstract: One of the main challenges in road construction and maintenance is ensuring traceability and transparency in managing large quantities of excavated soil and stone. In Slovenia, around 7 million tons of such materials are produced annually. They are often reused on-site or backfilled, yet still treated as waste, without considering their chemical and geotechnical properties or potential value. The new EU Construction Products Regulation (EC 3110/2024) introduces digital product passports to improve transparency and traceability of material properties. Although excavated soil and stone are not clearly defined as construction products under this regulation, applying its principles is increasingly important due to the large volumes involved. This research addresses digital product passport requirements and presents the development of digital material passport platforms for excavated soil and stone within the LIFE IP RESTART project. It explores pathways based on material status, such as waste, by-product, or construction product, supporting more efficient resource use in line with circular economy principles.

Keywords: Circular economy, digital product passport, excavated soil and stone, construction and demolition waste management

■ ISTRAŽIVANJE INTELIGENTNIH TEHNOLOGIJA ZA ELEKTROMEHANIČKE SISTEME PAMETNIH AUTOPUTEVA

Luo Weimin, Shandong Hi-Speed Qianfang International Technology Co., Ltd. Jinan, China

Rezime: Uz brzi razvoj inteligentnih transportnih sistema, pametni autoputevi zahtevaju veću pouzdanost, integraciju i inteligentnost elektromehaničkih (EM) sistema. Međutim, postojeći EM sistemi često imaju problema sa fragmentiranim arhitekturama, ograničenim korišćenjem podataka i niskom inteligentnošću u eksploataciji i održavanju (E&O). Da bi se rešili ovi problemi, u ovom radu se predlaže metodološki orijentisan okvir za inteligentno unapređenje EM sistema pametnih autoputeva. Okvir integriše monitoring na osnovu stanja, slojevitu inteligentnu platformu za upravljanje i mehanizam eksploatacije i održavanja vođen podacima. Koriste se višezvorni podaci o radu kako bi se omogućilo praćenje opreme u realnom vremenu, predviđanje kvarova i prediktivno održavanje. Uvedena je centralizovana arhitektura podataka i terenska radnja na osnovu QR kodova kako bi se poboljšala praćenost podataka i efikasnost održavanja. Predloženi pristup poboljšava pouzdanost sistema, održivost i efikasnost rada, nudeći skalabilno rešenje za EM sisteme pametnih autoputeva.

Ključne reči: Pametni autoput, elektromehanički sistemi, praćenje stanja, inteligentno upravljanje i održavanje

EXPLORATION OF INTELLIGENT TECHNOLOGIES FOR SMART EXPRESSWAY ELECTROMECHANICAL SYSTEMS

Abstract: With the rapid development of intelligent transportation systems, smart expressways demand higher reliability, integration, and intelligence of electromechanical (EM) systems. However, existing EM systems often suffer from fragmented architectures, limited data utilization, and low intelligence in operation and maintenance (O&M). To address these issues, this paper proposes a methodology-oriented framework for the intelligent upgrading of smart expressway EM systems. The framework integrates condition-based monitoring, a layered intelligent management platform, and a data-driven O&M mechanism. Multi-source operational data are utilized to enable real-time equipment monitoring, fault prediction, and predictive maintenance. A centralized data architecture and QR code-based field operations are introduced to enhance data traceability and maintenance efficiency. The proposed approach improves system reliability, maintainability, and operational efficiency, providing a scalable solution for smart expressway EM systems.

Keywords: Smart Expressway, Electromechanical Systems, Condition-Based Monitoring, Intelligent Operation and Maintenance

■ SISTEM DINAMIČKE ZABRANE PRETICANJA ZA TERETNA VOZILA

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

Rezime: Dinamički sistem zabrane preticanja za teška teretna vozila predstavlja meru upravljanja saobraćajem koja omogućava prilagođavanje režima preticanja trenutnim uslovima u saobraćajnom toku. Za razliku od permanentnih zabrana, ovaj sistem se aktivira samo u periodima kada uslovi saobraćajnog toka ukazuju na veću verovatnoću pojave poremećaja u saobraćajnom toku usled preticanja teretnih vozila. U radu je predstavljena logika funkcionisanja dinamičkog sistema zabrane preticanja, sa posebnim osvrtom na kriterijume za njegovu primenu, kao što su intenzitet saobraćaja, udeo teretnih vozila i uzdužni nagib puta. Primena definisane logike testirana je na deonicama autoputske mreže u Republici Srbiji, sa ciljem da se proceni koliko sati godišnje bi sistem bio aktivan. Dobijeni rezultati omogućavaju uvid u opravdanost uvođenja dinamičkog sistema zabrane preticanja i identifikaciju deonica na kojima bi ova mera mogla imati najveći pozitivan efekat na efikasnost i stabilnost saobraćajnog toka.

Ključne reči: ITS, dinamička zabrana preticanja, upravljanje saobraćajem, teretna vozila

DYNAMIC OVERTAKING BAN SYSTEM FOR HEAVY VEHICLES

Abstract: A Dynamic Overtaking Ban System for Heavy Goods Vehicles represents a traffic management measure that enables the overtaking regime to be adapted to prevailing traffic flow conditions. Unlike permanent bans, this system is activated only during periods when traffic flow conditions indicate a higher likelihood of traffic flow disturbances caused by overtaking maneuvers of heavy vehicles. This paper presents the operational logic of the dynamic overtaking ban system, with particular emphasis on the criteria for its application, such as traffic volume, the share of heavy vehicles, and roadway longitudinal grade. The application of the defined logic is tested on sections of the Serbian motorway network, with the aim of estimating the number of hours per year during which the system would be active. The obtained results provide insight into the justification for introducing a dynamic overtaking ban system and identify motorway sections where this measure could have the greatest positive impact on traffic flow efficiency and stability.

Keywords: ITS, dynamic overtaking ban, traffic management, heavy goods vehicles

■ KATEGORIZACIJA SAOBRAĆAJNIH ZNAKOVA U KOOPERATIVNOJ, POVEZANOJ I AUTOMATIZOVANOJ MOBILNOSTI

Miroslav Petrović, Univerzitet u Beogradu, Elektrotehnički fakultet, **Dušan Mladenović**, Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet, **Mladen Nedeljkov**, Srpsko društvo za inteligentne transportne sisteme, Beograd

Rezime: Sve intenzivniji napredak u uvođenju automatizovane vožnje i tehnologija povezanih vozila u savremene transportne sisteme pojačava potrebu za doslednim i mašinski razumljivim reprezentacijama saobraćajne signalizacije duž puta. U okviru koncepta kooperativne, povezane i automatizovane mobilnosti (CCAM) i njegove implementacije kroz kooperativne inteligentne transportne sisteme (C-ITS), saobraćajna signalizacija ne funkcioniše samo kao fizički element putne infrastrukture, već i kao strukturisani izvor informacija koji podržava interakciju između infrastrukture i vozila. Napredak u automatizaciji vozila dovodi u pitanje adekvatnost postojećih konvencionalnih taksonomija i klasifikacionih šema saobraćajnih znakova.

Ovaj pregledni rad fokusira se na kategorizacije - taksonomije koje se odnose na drumsku saobraćajnu signalizaciju u kontekstu automatizovane vožnje i povezanih vozila. Rad sintetizuje pristupe klasifikaciji saobraćajnih znakova, semantičkom strukturiranju i funkcionalnoj kategorizaciji signalizacije u CCAM kontekstu prezentovanih tokom protekle decenije u relevantnoj naučnoj, industrijskoj i regulatornoj literaturi.

Na osnovu rezultata pregleda, prikazane su oblasti podudaranja i razilaženja među predloženim taksonomijama saobraćajne signalizacije, kao i na njihove konceptualne nedostatke koje utiču na interoperabilnost između sistema vozila i putne infrastrukture. Analiza ukazuje da, iako se tehnološke mogućnosti automatizovane i povezane mobilnosti kontinuirano razvijaju, taksonomija prateće saobraćajne signalizacije ostaje fragmentisana. Rad takođe daje pregled aktuelnih istraživačkih pravaca i ističe otvorena pitanja koja mogu ukazati na smer razvoja klasifikacionih okvira za saobraćajnu signalizaciju ka unifikaciji u okviru kooperativnih i automatizovanih transportnih sistema.

Ključne reči: Kooperativna, povezana i automatizovana mobilnost (CCAM), Kooperativni inteligentni transportni sistemi (C-ITS), Automatizovana vožnja, Putna infrastruktura, Kategorizacija

TRAFFIC SIGN TAXONOMIES IN COOPERATIVE, CONNECTED, AND AUTOMATED MOBILITY ENVIRONMENTS

Abstract: The progressive deployment of automated driving and connected vehicle technologies within modern transportation systems has intensified the need for consistent and machine-interpretable representations of roadside traffic signage. Within the framework of Cooperative, Connected, and Automated Mobility (CCAM) and its implementation through Cooperative Intelligent Transport Systems (C-ITS), traffic signage functions not only as a physical roadside infrastructure element but also as a structured information source supporting infrastructure–vehicle interaction.

Advancement of vehicle automation questions adequacy of existing conventional traffic sign taxonomies and classification schemes.

This narrative review focuses on taxonomies related to roadside traffic signage in the context of automated driving and connected vehicles. It synthesizes existing approaches to traffic sign classification, semantic structuring, and functional categorization as discussed across scientific, industrial, and regulatory literature over the past decade.

Based on review findings, areas of convergence and divergence among proposed traffic signage taxonomies, as well as conceptual gaps affecting interoperability between vehicle systems and roadside infrastructure, are presented. The analysis indicates that, while technological capabilities for automated and connected mobility continue to evolve, the development of harmonized and future-oriented traffic signage taxonomies remains fragmented. The paper outlines current research directions and highlights open issues that may point the way of evolution of classification frameworks for traffic signage toward unification within cooperative and automated transportation systems.

Keywords: Cooperative, Connected, and Automated Mobility (CCAM), Cooperative Intelligent Transport Systems (C-ITS), Automated driving, Roadside infrastructure, Taxonomies

■ UTICAJ IFC EVOLUCIJE NA PRIMENU BIM-A I STANDARDIZACIJU RAZMENE PODATAKA NA INFRASTRUKTURNIM PROJEKTIMA

Nikola Knežević, Građevinski fakultet, Univerzitet u Beogradu, **Nikola Milovanović**, Građevinski fakultet, Univerzitet u Beogradu, **Željko Marinković**, Građevinski fakultet, Univerzitet u Beogradu

Rezime: Razvoj i primena Building Information Modelling (BIM-a) u infrastrukturnim projektima dugo su bili ograničeni nedostatkom otvorenih i neutralnih standarda za razmenu podataka. Industry Foundation Classes (IFC), ključni openBIM standard, svoj razvoj je započeo sa fokusom na visokogradnju, ali se kasnije njegova primena proširila i na oblast infrastrukturnih projekata. Ovaj rad analizira evoluciju IFC šeme, sa posebnim osvrtom na prelaz sa ograničenja verzije IFC 2x3 ka proširenjima uvedenim u IFC 4.3, kao i na konceptualne pravce razvoja IFC 5.0.

Rane implementacije zasnovane na IFC 2x3 bile su problematične za infrastrukturne projekte. Budući da šema nije sadržala izvorne entitete za elemente niskogradnje, postojao je gubitak semantičke preciznosti modela sa ograničenim mogućnostima automatizovane obrade.

U radu se dalje razmatra kako je IFC 4.3 unapredio primenu BIM-a na infrastrukturnim projektima, uvođenjem izvorne podrške za entitete infrastrukture. Kroz analizu ove evolucije, rad pruža uvid u to kako unapređenja IFC standarda doprinose stabilnijoj i šire prihvaćenoj primeni openBIM pristupa na velikim infrastrukturnim projektima.

Ključne reči: BIM, openBIM, IFC, Infrastruktura

IMPACT OF IFC EVOLUTION ON BIM IMPLEMENTATION AND DATA EXCHANGE STANDARDIZATION IN INFRASTRUCTURE PROJECTS

Abstract: The development and application of Building Information Modeling (BIM) in infrastructure projects were long limited by the lack of open and neutral data exchange standards. Industry Foundation Classes (IFC), a key openBIM standard, began its development with a focus on vertical construction, but its application later expanded to the field of infrastructure projects. This paper analyzes the evolution of the IFC schema, with a special focus on the transition from the limitations of the IFC 2x3 version to the extensions introduced in IFC 4.3, as well as the conceptual directions of the development of IFC 5.0.

Early implementations based on IFC 2x3 were problematic for infrastructure projects. Since the schema did not contain native infrastructure entities, there was a loss of semantic precision in the models with limited possibilities for automated processing. The paper further discusses how IFC 4.3 improved the application of BIM in infrastructure projects by introducing native support for infrastructure entities. Through the analysis of this evolution, the paper provides insight into how improvements to the IFC standard contribute to a more stable and wider acceptance of the openBIM approach in large-scale infrastructure projects.

Keywords: BIM, openBIM, IFC, Infrastructure

Одрживи развој и екологија

Sustainable Development and Ecology



■ RECIKLAŽA VRUĆIH ASFALTNIH MEŠAVINA SA VISOKIM SADRŽAJEM RECIKLIRANOG ASFALTA: PRAKSA OPTIMIZACIJE I PRIMENE REJUVENATORA U SRBIJI I ČEŠKOJ REPUBLICI

Shahin Eskandarsefat, Iterchimica S.p.A. Italija, **Đorđe Tošković**, Asphalt Pavement Institute - APIAN doo Beograd, Srbija,

Rezime: Reciklaža asfalta, bilo da je po vrućem, toplom ili hladnom postupku, pokazala se kao najodrživija, najefikasnija i lako primenljiva tehnologija za širok spektar primena u izgradnji i rehabilitaciji kolovoza. Kao odgovor na to, poslednjih godina razvijene su brojne tehničke specifikacije i standardi radi omogućavanja ugradnje recikliranog asfalta (RA) u nove asfaltne mešavine, pri čemu su u pojedinim slučajevima čak ukinuta ograničenja u pogledu dozvoljenog procenta recikliranog asfalta. U Evropi su Italija i Srbija pioniri u ovoj oblasti, jer njihova regulativa definiše minimalni udeo RA u proizvodnji novih asfaltnih mešavina i propisuje obaveznu primenu rejuvenatora. Ovaj rad istražuje najčešće primenjivane protokole za optimizaciju doziranja rejuvenatora i prikazuje dve uspešne studije slučaja iz Češke Republike i Srbije, u kojima su proizvedene asfaltne mešavine sa 50% i 40% RA, primenom rejuvenatora na bazi biljnih sirovina. Rezultati ukazuju da je, pored ispitivanja na nivou bitumena – bilo konvencionalnih ili naprednih – neophodan minimalni obim ispitivanja performansi na nivou asfaltne mešavine kako bi se obezbedilo zadovoljavajuće ponašanje kolovoza u eksploataciji pri visokim udelima RA.

Ključne reči: Reciklaža asfalta, Reciklirani asfalt (RA), Optimizacija, Studije slučaja, Bio rejuvenator.

HOT MIX ASPHALT RECYCLING AT HIGH PERCENTAGES: PRACTICE OF OPTIMIZATION AND USE OF REJUVENATORS IN SERBIA AND CZECH REPUBLIC

Abstract: Asphalt recycling, whether hot, warm, or cold, has proven to be the most sustainable, efficient, and readily applicable technology for a wide range of paving applications. In response to this, numerous technical specifications and standards have been developed in recent years to facilitate the incorporation of reclaimed asphalt (RA) into new asphalt mixtures, in some cases even removing limits on the allowable recycling content. In Europe, Italy and Serbia are pioneers in this field, as their regulations define minimum RA contents for new asphalt production and mandate the use of rejuvenators. This paper investigates commonly applied protocols for rejuvenator optimization and presents two successful case studies from the Czech Republic and Serbia, where asphalt mixtures containing 50% and 40% RA, respectively, were produced using a vegetal-based rejuvenator. The results indicate that, in addition to bitumen-scale testing, whether conventional or advanced, a minimum set of mixture-scale performance tests is essential to ensure the satisfactory in-situ performance of asphalt mixtures with high RA contents.

Keywords: Asphalt recycling, Reclaimed Asphalt (RA), Optimization, Case studies, Bio rejuvenator

■ PIROLITIČKO ULJE IZ OTPADNOG POLIKARBONATA KAO POTENCIJALNI REJUVINATOR BITUMENA

Primož Pavšič, Slovenian National Building and Civil Engineering Institute (ZAG), **Primož Oprčkal**, Slovenian National Building and Civil Engineering Institute (ZAG), **Lidija Ržek**, Slovenian National Building and Civil Engineering Institute (ZAG), **Luka Škrlep**, Slovenian National Building and Civil Engineering Institute (ZAG)

Rezime: Povećanje upotrebe struganog asfalta (RAP) je ključni cilj u održivom inženjerstvu puteva; međutim, visok sadržaj RAP često dovodi do slabljenja performansi zbog ostarelog i krhkog veziva. Stoga su u proizvodnji novih asfaltnih mešavina sa visokim sadržajem RAP potrebni aditivi tj. rejuvinatori kako bi se obnovila svojstva veziva. Istovremeno spaljivanje ostaje uobičajena opcija za kraj životnog veka plastičnog otpada, što je u suprotnosti sa principima nultog otpada i ugljeničnog neutraliteta. Piroliza nudi održivu alternativu spaljivanju termičkom konverzijom plastičnog otpada u ulja koja mogu delovati kao rejuvinator bitumena, omogućavajući upotrebu većeg sadržaja RAP u proizvodnji novih asfaltnih mešavina.

Ova studija istražuje pirolitičko ulje dobijeno iz otpadnog polikarbonata kao alternativni rejuvinator za ostareli bitumen. Eksperimentalni deo uključuje karakterizaciju ulja, procenu kompatibilnosti kao i procenu njegovih efekata na mehanička, reološka i hemijska svojstva ostarelog veziva.

Rezultati pokazuju da je pirolitičko ulje dobijeno iz polikarbonata obećavajući rejuvinator za ostareli bitumen, što omogućava korisnu preradu i upotrebu otpadnog polikarbonata, kao i mogućnost povećanja procenta RAP u proizvodnji asfaltnih mešavina, podržavajući uz to ciljeve cirkularne ekonomije i smanjenje količina plastičnog otpada

Ključne reči: cirkularna ekonomija, otpadni polikarbonat, pirolitičko ulje, rejuvinator, strugani asfalt

WASTE POLYCARBONATE DERIVED PYROLYTIC OIL AS POTENTIAL BITUMEN REJUVENATOR

Abstract: Increasing the use of reclaimed asphalt pavement (RAP) is a key objective in sustainable pavement engineering; however, high RAP contents often lead to performance degradation due to the aged and brittle binder. Rejuvenators are therefore required in the production of new asphalt mixes with high RAP content to restore binder properties. Meanwhile, incineration remains a common end-of-life option for plastic waste, which conflicts with zero-waste and carbon neutrality principles. Pyrolysis offers a sustainable alternative to incineration by a thermal conversion of plastic waste into oils that can act as bitumen rejuvenators, enabling the use of higher RAP content in new asphalt mix production.

This study investigates pyrolytic oil derived from waste polycarbonate as a rejuvenator for aged bitumen. The experimental programme includes oil characterization,

compatibility evaluation, and assessment of its effects on the mechanical, rheological, and chemical properties of aged binder.

Results demonstrate that polycarbonate-derived pyrolytic oil is a promising rejuvenator for aged bitumen, enabling the useful utilization of waste polycarbonate and the use of higher RAP content in new asphalt mix production, thus supporting circular economy goals and plastic waste reduction.

Keywords: circular economy, waste polycarbonate, pyrolytic oil, rejuvenator, reclaimed asphalt pavement

■ UTICAJ IZGRADNJE LINEARNE INFRASTRUKTURE NA ŠIRENJE JAPANSKOG DVORNIKA (REYNOUTRIA SPP.) U SRBIJI

Jovo Pokrajac, Arup, Beograd, **Tamara Stevović**, Arup, Beograd, **Đurđe Đuković**, Arup, Beograd, **Matija Petković**, Arup, Beograd

Rezime: Invazivne biljne vrste predstavljaju sve veću pretnju biodiverzitetu u priobalnim ekosistemima, a razvoj putne infrastrukture olakšava njihovo širenje. Japanski dvornik (*Reynoutria* spp.) formira guste monokulture koje potiskuju autohtonu vegetaciju i destabilizuju rečne obale. Ova studija ispituje rasprostranjenost, ekologiju i uspešnost upravljanja populacijama ove biljke u okviru zona izgradnje putne infrastrukture u Srbiji, na osnovu rezultata monitoringa i digitalnog mapiranja, poredeći ih sa rezultatima međunarodnih studija. Utvrđeno je da građevinske aktivnosti značajno utiču na širenje japanskog dvornika, pri čemu se njihov povećani intenzitet poklapa sa pojavom novih i obnovom prethodno uklonjenih populacija. Tretirane lokacije pokazale su znatno smanjenje populacija i sprečavanje daljeg širenja u poređenju sa netretiranim, potvrđujući da izgradnja linearne infrastrukture povećava rizik od širenja invazivnih vrsta, i da je pravovremena i dugoročna primena mera suzbijanja ključna za efikasno upravljanje.

Ključne reči: priobalni ekosistemi; invazivne vrste; *Reynoutria* spp.; linearna infrastruktura; mere suzbijanja

THE IMPACT OF LINEAR INFRASTRUCTURE DEVELOPMENT ON THE SPREAD OF JAPANESE KNOTWEED (*REYNOUTRIA* SPP.) IN SERBIA

Abstract: Invasive plant species represent an increasing threat to biodiversity in riparian ecosystems, and the development of road infrastructure facilitates their spread. Japanese knotweed (*Reynoutria* spp.) forms dense monocultures that suppress native vegetation and destabilize riverbanks. This study examines the distribution, ecology, and management effectiveness of populations of this species within road-construction zones in Serbia, based on monitoring results and digital mapping, comparing them with findings from international studies. It was determined that construction activities significantly influence the spread of Japanese knotweed, with increased activity intensity coinciding with the emergence of new populations and the re-establishment of previously removed ones. Treated locations showed a substantial reduction in populations and prevention of further spread compared to untreated sites, confirming that linear infrastructure development increases the risk of invasive species expansion and that timely and long-term application of control measures is crucial for effective management.

Keywords: riparian ecosystems; invasive species; *Reynoutria* spp.; linear infrastructure; control measures

■ PROSTORNA VARIJABILNOST SAOBRAĆAJNE BUKE U URBANIM SREDINAMA – PRIMER DELA MREŽE BEOGRADA

Milena Stamenković, Saobraćajni fakultet, Univerzitet u Beogradu, **Marjana Čubranić-Dobrodolac**, Saobraćajni fakultet, Univerzitet u Beogradu, **Ana Trpković**, Saobraćajni fakultet, Univerzitet u Beogradu

Rezime: Saobraćajna buka predstavlja jedan od najizraženijih oblika zagađenja životne sredine u urbanim sredinama i značajan izazov za održivi razvoj gradova, naročito zbog negativnog uticaja na fizičko i psihološko zdravlje stanovništva. Ovaj rad analizira saobraćajnu buku kroz studiju slučaja odabranih delova saobraćajne mreže u gradu Beogradu. Cilj istraživanja je utvrđivanje intenziteta saobraćajne buke na više karakterističnih lokacija i identifikacija saobraćajnih faktora koji doprinose njenom nastanku.

Istraživanje obuhvata merenje nivoa buke na lokacijama različitih funkcionalnih i prostornih karakteristika, uz analizu uticaja kategorizacije saobraćajne mreže, intenziteta saobraćajnog toka, prisustva javnog prevoza i drugih relevantnih faktora. Poredbeno analiza dobijenih rezultata omogućava sagledavanje prostorne varijabilnosti nivoa saobraćajne buke u funkciji odabranih pokazatelja. Na osnovu rezultata istraživanja predlažu se mere za smanjenje negativnog uticaja saobraćajne buke, u skladu sa principima održivog razvoja, zaštite životne sredine i unapređenja kvaliteta urbanog života.

Ključne reči: saobraćajna buka, urbana sredina, prostorna analiza, saobraćajni faktori, održivi razvoj, mere prevencije

SPATIAL VARIABILITY OF TRAFFIC NOISE IN URBAN AREAS – A CASE STUDY OF A SEGMENT OF BELGRADE’S TRAFFIC NETWORK

Abstract: Traffic noise represents one of the most prominent forms of environmental pollution in urban areas and poses a significant challenge for sustainable urban development, particularly due to its negative impact on the physical and psychological health of the population. This study analyzes traffic noise through a case study of selected sections of the traffic network in the city of Belgrade. The aim of the research is to determine the intensity of traffic noise at several characteristic locations and to identify traffic-related factors contributing to its occurrence.

The research encompasses noise measurements at locations with diverse functional and spatial characteristics, along with an analysis of the impact of road classification, traffic flow intensity, presence of public transport and other relevant factors. Comparative analysis of the obtained results allows for the assessment of the spatial variability of traffic noise in relation to the selected indicators. Based on the results of the research, measures are proposed to reduce the negative impact of traffic noise, in accordance with the principles of sustainable development, environmental protection and the improvement of urban life quality.

Keywords: traffic noise, urban environment, spatial analysis, traffic factors, sustainable development, mitigation measures

■ NOVI ODRŽIVI MODULARNI I CERTIFICIRANI SUSTAVI ZAŠTITE OD ODRONA

Roberto Luis, Geobrugg AG Switzerland, **Helene Lanter**, Geobrugg AG Switzerland, **Marko Boričević**, Geobrugg AG Predstavnički ured u Republici Hrvatskoj, **Vjekoslav Budimir**, Geobrugg AG Predstavnički ured u Republici Hrvatskoj

Rezime: Prijelaz na modularne, certificirane sustave zaštite od odrona stijena predstavlja prirodnu evoluciju u inženjerstvu fleksibilnih zaštitnih barijera. Umjesto unapređenja pojedinačnih komponenti, pristup redefinira način projektiranja, proizvodnje i ugradnje sustava kako bi se zadovoljili suvremeni tehnički, logistički i okolišni zahtjevi. Modularizacijom Geobrugg integrira strukturne elemente koji su se prethodno razvijali zasebno—glave stupova, baze stupova, kočne elemente i temeljne ploče—čime se pojednostavljuje projektiranje, smanjuje raznolikost komponenti i optimizira logistika, bez kompromisa u pogledu dinamičkih svojstava sustava. S okolišnog aspekta, standardizacija komponenti smanjuje ugrađeni ugljik, emisije povezane s transportom i količinu otpada, što je posebno značajno s obzirom na to da Opseg 3 čini više od 97 % ukupnog ugljičnog otiska Grupe. Terenska primjena (npr. Genestoso, Asturias) pokazuje bržu ugradnju i manji broj pogrešaka na gradilištu, uz zadržavanje pune usklađenosti s EOTA ETA smjernicama, CE oznakom, FOEN zahtjevima te Geobrugg testnim protokolom 2025. Sveukupno, modularna strategija unapređuje održivost, učinkovitost proizvodnje i sigurnost te podupire ciljeve kružnog gospodarstva.

Ključne reči: zaštita od odrona, modularni sustavi, europska certifikacija prema EAD-u, CE oznaka

NEW SUSTAINABLE MODULAR AND CERTIFIED ROCKFALL PROTECTION SYSTEMS

Abstract: The transition to modular, certified rockfall protection systems represents a natural evolution in flexible barrier engineering. Rather than refining isolated parts, the approach reframes how systems are designed, manufactured, and installed to satisfy current technical, logistical, and environmental requirements. Through modularization, Geobrugg consolidates structural elements that previously evolved separately—post heads, post bases, brake elements, and base plates—thereby simplifying engineering, reducing part diversity, and streamlining logistics without compromising dynamic performance. From an environmental perspective, component standardization reduces embodied carbon, transport related emissions, and waste, which is material given that Scope 3 accounts for more than 97% of the Group's footprint. Field deployment (e.g., Genestoso, Asturias) shows faster installation and fewer on site errors, while full compatibility with EOTA ETA, CE Marking, FOEN, and the Geobrugg 2025 test protocol has been kept. Overall, the modular strategy strengthens sustainability, manufacturing efficiency, and safety, and supports circular economy aims.

Keywords: rockfall protection, modular systems, European Certification according to EAD, CE Marking

■ УТИЦАЈ ПУТНЕ ИНФРАСТРУКТУРЕ НА ЖИВОТНУ СРЕДИНУ – ПОДЗЕМНЕ И ПОВРШИНСКЕ ВОДЕ

Сања Фриц, Универзитет у Београду - Грађевински факултет, **Владан Илић**, Универзитет у Београду - Грађевински факултет, **Дејан Гавран**, Универзитет у Београду - Грађевински факултет, **Филип Трпчевски**, Универзитет у Београду - Грађевински факултет, **Стефан Врањевац**, Универзитет у Београду - Грађевински факултет, **Милош Лукић**, Универзитет у Београду - Грађевински факултет, **Никола Миловановић**, Универзитет у Београду - Грађевински факултет

Резиме: еспорно је да развој путне инфраструктуре са собом носи бројне бенефите, али исто тако је немогуће избећи и бројне негативне утицаје на животну средину у целости. У оквиру овог рада биће дата анализа утицаја пута на подземне и површинске воде. Под анализираним утицајима подразумевају се утицаји од пута генерално, од примењене врсте коловозне конструкције, начина одржавања путева, али и услова присутних у саобраћајном току. У раду ће бити приказан и начин транспорта полутаната који спирањем са коловозне конструкције, преко подземних и површинских вода, доспевају у биљни и животињски свет, па и на само становништво у целини. Након идентификације појединачних критичних ситуација, биће дате мере за редукацију негативних утицаја кроз планирање специфичних система за одводњавање, начина површинског и подземног одводњавања, али и начина филтрације отпадне воде потекле отицањем са коловозне површине.

Кључне речи: путна инфраструктура, негативни утицај, површинске и подземне воде, одводњавање, мере, редукација

IMPACT OF ROAD INFRASTRUCTURE ON THE ENVIRONMENT – UNDERGROUND AND SURFACE WATER

Abstract: It is undeniable that the development of road infrastructure brings with it numerous benefits, but it is also impossible to avoid numerous negative impacts on the environment in general. Within this paper, an analysis of the impact of the road infrastructure on underground and surface water will be given. The analyzed influences mean the influences from the road in general, from the applied type of pavement structure, the way of road maintenance, but also the conditions present in the traffic flow. The paper will also show the method of transport of pollutants that wash off the pavement, through underground and surface waters, reach the plant and animal world, and even the population in general. After identifying individual critical situations, measures will be given for reducing negative impacts through the planning of specific drainage systems, methods of surface and underground drainage, as well as methods of filtration of waste water originating from road surface runoff.

Keywords: road infrastructure, negative impact, surface and underground water, drainage, measures, reduction

Белешке / Notes

A large, empty rectangular box with rounded corners, intended for writing notes. The box is white with a thin black border and occupies most of the page below the header.

Белешке / Notes

A large, empty rectangular box with rounded corners, intended for writing notes. The box is outlined in a thin grey line and occupies most of the page below the header.

CIP - Каталогизација у публикацији Народна библиотека Србије, Београд

625.7/.8(048)

СРПСКИ конгрес о путевима (6 ; 2026 ; Београд)

Зборник апстраката / 6. српски конгрес о путевима, 4-5. јун 2026., [Београд]
= Book of abstracts / 6th Serbian Road Congress, June 4-5, 2026 ; [организатори
Српско друштво за путеве "Via Vita" ... [и др.]] ; [уредници Горан Младеновић,
Драженко Главих]. - Београд : Српско друштво за путеве "Via Vita", 2026
(Београд : Дедрепласт). - 87 стр. ; 24 cm

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

ISBN 978-86-88541-21-3

а) Путеви -- Апстракти

COBISS.SR-ID 193770761

