

**MEĐUNARODNO SAVETOVANJE
SAOBRAĆAJNO INŽENJERSTVO U FUNKCIJI EFIKASNOG SAOBRAĆAJA**



10. SAVETOVANJE O TEHNIKAMA REGULISANJA SAOBRAĆAJA

ORGANIZATORI:

**UNIVERZITET U BEOGRADU
SAOBRAĆAJNI FAKULTET**
Katedra za saobraćajno inženjerstvo

AIR TRAVEL, Sombor

UZ PODRŠKU:

SETREF-a (South East Transport Research Forum)

Beograd – Subotica, 2012

MEĐUNARODNO SAVETOVANJE SAOBRAĆAJNO INŽENJERSTVO U FUNKCIJI EFIKASNOG SAOBRAĆAJA

Knjiga apstrakta

Editor:	dr Smiljan Vukanović
Za izdavača:	dekan, dr Slobodan Gvozdenović
Glavni i odgovorni urednik:	dr Dragoslav Kuzmanović
Tehnički urednik:	Gordana Marjanović
Izdavač:	Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet, Vojvode Stepe 305, telefon: 3976–017 fax: 3096–704 http://www.sf.bg.ac.rs
Štampa:	ESELOGE d.o.o. Sestara Janković 30a, Beograd telefon: 064/3071376 e-mail: pernik25@gmail.com
Tiraž:	220 primeraka

ISBN 978–86–7395–300–7

MEĐUNARODNO SAVETOVANJE SAOBRAĆAJNO INŽENJERSTVO U FUNKCIJI EFIKASNOG SAOBRAĆAJA

PREDSEDAVAJUĆI SAVETOVANJA

Prof. dr Smiljan Vukanović, dis

REDAKCIONI I PROGRAMSKI ODBOR

Dr Smiljan Vukanović, SF, Beograd, Srbija, Predsednik
Dr Jadranka Jović, SF, Beograd, Srbija,
Dr Vladan Tubić, SF, Beograd, Srbija,
Dr Nada Milosavljević, SF, Beograd, Srbija,
Dr Vladimir Depolo, Direkcija za građevinsko zemljište i izgradnju Beograda, Srbija,
Mr Miroslav Vujatović, Projekt, Banja Luka, Republika Srpska
Dr Pavle Gladović, FTN – Novi Sad, Srbija,
Dr Mario Anžek, Sveučilište u Zagrebu, Hrvatska
Dr Tomaž Maher, Univerzitet u Ljubljani, Slovenija
Dr Bystrik Bezak, Univerzitet u Bratislavi, Slovačka
Dr Marco Mazzarino, Univerzitet u Trstu, Italija
Mr Siniša Petrović, dis, City of Surrey, BC, Kanada
Mr Nikola Čelar, dis, SF, Beograd, Srbija,
Mr Vladimir Đorić, dis, SF, Beograd, Srbija,

ORGANIZACIONI ODBOR

Nemanja Živadinović, dis, Air Travel, Sombor
Predrag Zdravković, is, SF, Beograd
Mr Imre Kerekeš, dis, Urbanistički zavod, Subotica
Jelena Popović, dis, SF, Beograd
Ivan Ivanović, dis, SF, Beograd
Dragana Grujičić, dis, SF, Beograd
Ana Trpković, dis, SF, Beograd
Tamara Đukić, dis, SF, Beograd – Delft
Mr Darko Vujin, dis, SF, Beograd
Marijo Vidas, dis, SF, Beograd
Ivana Stoisavljević, dis, SF, Beograd
Aleksandra Dejanović, Air Travel, Sombor

MEĐUNARODNO SAVETOVANJE SAOBRAĆAJNO INŽENJERSTVO U FUNKCIJI EFIKASNOG SAOBRAĆAJA

PROGRAM SAVETOVANJA

I dan 17.05.2012 (Velika sala)

10:30-10:50 Otvaranje savetovanja

11:00-12.30 Plenarna sednica MESTO I ULOGA SAOBRAĆAJNIH
STRUČNJAKA U PLANIRANJU, UPRAVLJANJU,
PROJEKTOVANJU I IZGRADNJI

Moderatori: Tomislav Mihajlović, dis, CIP;
 dr. Vladan Tubić, dis, SF;
 dr. Vladimir Depolo, dis, DIG;
 Predrag Arsić, dis, UZ Kruševac

12:45-14:15 Okrugli sto PISANJE RADOVA U STRUČNIM I
NAUČNIM ČASOPISIMA

Učestvuju: Dr Mario Anžek, Glavni i odgovorni urednik
časopisa PROMET –
Traffic&Transportation (Hrvatska),
Dr Jadranka Jović, član uređivačkog
odbora časopisa Transport (Litvanija) i
Transporti Europei (Italija),
Dr Smiljan Vukanović, Glavni i odgovorni
urednik časopisa TEHNIKA (Srbija),

14:15-16:00 Pauza za ručak

16:10-17:30	SAOBRAĆAJNO INŽENJERSTVO, Rezime prijavljenih radova po tematskim celinama (detaljan spisak radova u prilogu)
	Moderatori Dr Smiljan Vukanović, dis (Regulisanje i upravljanje saobraćajem), Dr Jadranka Jović, dis (Planiranje saobraćaja), Dr Vladan Tubić, dis (Teorija saobraćajnoig toka, kapacitet, vrednovanje), Dr Nada Milosavljević, dis (Parkiranje), Dr Pavle Gladović, dis (Javni masovni prevoz putnika),
17:30-17:45	Pauza
17:45-19:30.	diskusije po radovima – SAOBRAĆAJNO INŽENJERSTVO
od 20:30	Svečana večera za učesnike Savetovanja

II dan 18.05.2012 Velika sala

9:30-11:30	ISTRAŽIVANJA U SAOBRAĆAJU
	Moderatori: Mr Nikola Čelar, Mr Vladimir Đorić, (detaljan spisak radova u prilogu)
16:00-18.00	Komercijalne prezentacije
18:15	Zatvaranje Savetovanja

II dan 18.05.2012 Mala sala

9:30-11:00	Diskusije SAOBRAĆAJNO INŽENJERSTVO
-------------------	---

17.05-18.05.2012

09:00-19:00	Izložba saobraćajne opreme proizvođača iz Srbije i susednih država
--------------------	---

SADRŽAJ

Grupa A

MESTO I ULOGA SAOBRAĆAJNIH STRUČNJAKA U PLANIRANJU, UPRAVLJANJU, PROJEKTOVANJU I IZGRADNJI 13

Tomislav Mihajlović, dis	
ULOGA, MESTO I ZNAČAJ SAOBRAĆAJNIH STRUČNJAKA U INTERDISCIPLINARNOM PRISTUPU PROJEKTOVANJA I IZGRADNJE SLOŽENIJIH OBJEKATA SAOBRAĆAJNE INFRASTRUKTURE	15

Grupa B

SAOBRAĆAJNO INŽENJERSTVO – Regulisanje, upravljanje i saobraćajno projektovanje 21

Dr Demir Hadžić, Jasmina Jovanović	
UPRAVLJANJE PUTEVIMA U REPUBLICI SRBIJI SA ASPEKTA BEZBEDNOSTI I EFIKASNOSTI SAOBRAĆAJA	23
Ksenija Jurišić, Borivoje Ristanović, mr Vladan Branković, Momir Kočović	
MOGUĆNOSTI I POTREBE REDIZAJNA ULICA U RAZLIČITIM GRADSKIM ZONAMA.....	31
Ana Trpković, dr Branimir Stanić	
"SHARED SPACE" – SADAŠNJI EVROPSKI TRENUTAK.....	36
Predrag S. Zdravković	
KVALITETNA SAOBRAĆAJNA SIGNALIZACIJA NA PUTEVIMA I ŠTA NA NJU UTIČE KOJI SU RAZLOZI DA IMAMO ILI NEMAMO KVALITETNU SAOBRAĆAJNU SIGNALIZACIJU NA PUTEVIMA	38
Nađ Tomislav, Arsić Tanja, Sretenović Nataša	
NEUSAGLAŠENOST HORIZONTALNE I VERTIKALNE SIGNALIZACIJE SA USLOVIMA PUTA NA STAROM NOVOSADSKOM PUTU	42
Goran Jovanović	
VAŽNOST PROJEKTOG ZADATKA NA PRIMERU PROJEKTA – PRIVREMENO REGULISANJE SAOBRAĆAJA ZA VREME ZIMSKOG ODRŽAVANJA	46
Čedomir Petrinjac, Lazar Lazić, Bojan Kostić, Borivoje Ristanović	
SISTEMI ZA ZADRŽAVANJE VOZILA NA PUTEVIMA – UBLAŽIVAČI UDARA.....	51
Dr Smiljan Vukanović	
UPRAVLJANJE SAOBRAĆAJEM SVETLOSNIH SIGNALIMA – PERSPEKTIVE	55
Ljubiša Ljubić, Čedomir Vukašinović	
SISTEM ZA UPRAVLJANJE SAOBRAĆAJNIM TOKOVIMA NA BULEVARU KRALJA ALEKSANDRA U BEOGRADU	61
Tomislav Mihajlović, Dragan Nićiforović	
ADAPTIBILNO UPRAVLJANJE SAOBRAĆAJEM NA TRAMVAJSKIM DEONICAMA U BEOGRADU	66
Danilo Radivojević	
METODA OPTIMIZACIJE RADA SVETLOSNIH SIGNALA „ROLLING HORIZON“	70
Tamara Đukić, dr Smiljan Vukanović	
ULOGA I ZNAČAJ IC MATRICA U DINAMIČKOM UPRAVLJANJU SAOBRAĆAJEM.....	74
Goran Vidović, Zlatimir Anđelić	
NOVI TRAMVAJ U EKSPLOATACIJI U BEOGRADU – CAF URBOS 3	78
Jelena Popović, mr Nikola Čelar	
VREME PUTOVANJA KAO INDIKATOR SAOBRAĆAJNIH ZAGUŠENJA	83

Mr Nikola Čelar ANALIZA KOMPONENTI VREMENSKIH GUBITAKA	88
Milica Kuveljić UPRAVLJANJE TUNELIMA – osnovni zahtevi –	90
Dr Sadko Mandžuka, Božica Horvat, mr Pero Škorput IMPLEMENTACIJA ITS-A U REPUBLICI HRVATSKOJ	93
Siniša Petrović, dis, City of Surey Kanada ITS AND TRAFFIC MANAGEMENT CENTRE (prezentacija)	

Grupa C

SAOBRAĆAJNO INŽENJERSTVO

– Planiranje saobraćaja.....99

Dr Jadranka Jović UTICAJ VREMENSKIH PRILIKA NA TRANSPORTNI SISTEM I MOBILNOST	101
Aleksandar Trifunović ISKUSTVA U MODELIRANJU TERETNOG SAOBRAĆAJA U PLANOVIMA I PROJEKTIMA	105
Tijana Ristić METODE PROCENE OBIMA NEMOTORIZOVANIH KRETANJA	109
Dragana Grujičić, mr Vladimir Đorić, Ivan Ivanović UTICAJ INFORMISANJA NA PONAŠANJE I MOBILNOST STANOVNIKA	113
Mr Vladimir Đorić, Ivan Ivanović, Dragana Grujičić ANALIZA PROMENE TRANSPORTNIH ZAHTEVA NA SKRIN LINIJI – BEOGRADSKA SKRIN LINIJA	118
STRATEGIJA RAZVOJA SAOBRAĆAJA GRADA KRAGUJEVCA	121
Ph.D Vaska Atanasova, Lidija Markovik, Simon Detellbach TESTIRANJE MODELA TRANSPORTNE POTRAŽNJE, STUDIJA.....	124
Danijel Vučković, Mladen Nedeljkov, Aleksandar Trifunović UPOTREBA MIKROSIMULACIJA U PROJEKTOVANJU SAOBRAĆAJNE INFRASTRUKTURE – PRIMER „PORTO MONTENEGRO“	129
Gregor Pretnar, Tomaž Guzelj NACIONALNI SAOBRAĆAJNI MODEL SLOVENIJE PRIMOS	133
Ivan Ivanović, Dragana Grujičić, mr Vladimir Đorić EKOLOŠKI „FOOTPRINT“ U PLANIRANJU SAOBRAĆAJNE INFRASTRUKTURE	139
Dr Dejan Filipović, Vladimir Babić, Miroslav Marić ZNAČAJ STRATEŠKIH KARATA BUKE U PROSTORNOM PLANIRANJU.....	145
Dr Slaven M. Tica, Predrag Živanović, Stanko Bajčetić, Branko Milovanović, Andrea Đorojević KOMBINOVANA MOBILNOST: SINERGIJA PODSISTEMA JAVNOG MASOVNOG I FLEKSIBILNOG GRADSKOG TRANSPORTA PUTNIKA	149
Slobodan Mišanović EKOLOŠKA I EKONOMSKA OPRAVDANOST UVOĐENJA U EKSPLOATACIJU AUTOBUSA SA POGONOM NA KOMPRIMOVANI GAS (CNG) U GSP „BEOGRAD“	152
Mr Damir Projović, dr Pavle Gladović PRIMENA KOMUNIKACIONIH TEHNOLOGIJA ZA UNAPREĐENJE KVALITETA TRANSPORTNIH USLUGA JAVNOG MASOVNOG TRANSPORTA PUTNIKA	155
Čolović Milan PRIMENA PROGRAMSKOG PAKETA OMNITRANS U MODELIRANJU JAVNOG TRANSPORTA PUTNIKA	161

Grupa D

SAOBRAĆAJNO INŽENJERSTVO

– Teorija saobraćajnog toka, kapacitet saobraćajnica, vrednovanje..... 165

Dr Vladan Tubić, Marijo Vidas
NOVINE U AMERIČKOM PRIRUČNIKU ZA KAPACITET PUTEVA HCM-2010 167

Mr Marko Subotić
PROMENA VREDNOSTI EKVIVALENATA U FUNKCIJI VREMENSKIH PRILIKA (NEPRILIKA) 172

Mr Predrag R. Janičijević, mr Miroslav. D Kuburić, dr Zoran Ž. Avramović
SAVREMENE METODE U PLANIRANJU, PROJEKTOVANJU
I UPRAVLJANJU DRUMSKOM MREŽOM 178

Dr Vladan Tubić
UTICAJ VREMENSKIH PRILIKA NA USLOVE U SAOBRAĆAJNOM TOKU 182

Grupa E

SAOBRAĆAJNO INŽENJERSTVO

– Parkiranje 191

Dr Nada Milosavljević, Jelena Simičević
POLITIKE PARKIRANJA U FUNKCIJI EFIKASNOG TRANSPORTNOG SISTEMA 193

Mr Darko Vujin
NIVO USLUGE U PROCESU DIMENZIONISANJA POVRŠINE
ZA PARKIRANJE PUTNIČKIH AUTOMOBILA 197

Goran Maletić, Zoran Radojević
MERE ZA REŠAVANJE PROBLEMA PRELIVANJA ZAHTEVA ZA PARKIRANJEM 201

Vladimir Čuljković
EFEKTI PRIMENE RAZLIČITIH CENA PARKIRANJA
U TOKU DANA U JAVNIM PARKING GARAŽAMA 205

Veljko Knežević
UTICAJ PARKIRANJA NA BEZBEDNOST SAOBRAĆAJA 209

Marjana Radosavljević, Dušan Radosavljević
DEFINISANJE SEKTORA ZA KONTROLE U ZONAMA
SA RESTRIKTIVNIM REŽIMOM PARKIRANJA 214

Grupa F

ISTRAŽIVANJA U SAOBRAĆAJU 221

Nebojša Čubrilo, Nikola Glišović, Marko Mladenović
STUDIJA SISTEMA ZA RANO UOČAVANJE POLEDICE
NA ULIČNOJ MREŽI GRADA BEOGRADA 223

Andrija Novaković
HORIZONTALNA SIGNALIZACIJA TIP II 226

Mr Nikola Čelar
TEHNIKA ISTRAŽIVANJA VREMENSKIH GUBITAKA KORIŠĆENJEM PODATAKA SA GPS-a 231

Gregor Pretnar, Jure Pirc
MODELISANJE ITS MERE „DINAMIČKA PROMENA VOZNIH TRAKA“
U MIKROSKOPSKOJ SIMULACIJI 234

Nađ Tomislav, Sretenović Nataša
INTELIGENTNI TRANSPORTNI SISTEMI – PRUŽANJE PODRŠKE
BEZBEDNOSTI I EFIKASNOSTI SAOBRAĆAJA 240

Nemanja Deretić IZBOR METODE ZA PREDVIĐANJE PRODAJE MESEČNIH KARATA U SISTEMU JAVNOG GRADSKOG PREVOZA GRADA BEOGRADA – PRIMER ZAPOSLENIH LICA –	242
Jelena Trifunović, mr Aleksandar Manojlović, mr Vladimir Momčilović, Milan Cvetković UNAPREĐENJE KVALITETA ULAZNIH PODATAKA ZA MODEL COPERT 4	247
Petar Komrakov, Aleksandar Smukov, Marina Gordić PRIMENA LASERSKOG SENZORA ZA OPSERVACIJU SAOBRAĆAJA – ISTRAŽIVANJA, ANALIZE I OTKLANJANJE PROBLEMA	252
Nataša Ostojić OČEKIVANI POZITIVNI I NEGATIVNI EFEKTI PRIMENE ZNAKOVA O POČETKU I KRAJU NASELJA NA DRŽAVNIM PUTEVIMA U MORAVIČKOM OKRUGU	256
Aleksandar Gajicki PLANIRANJE MERA ZAŠTITE OD BUKE NA AUTOPUTU E-763 BEOGRAD – LJIG-POŽEGA, SEKTOR II: LJIG – POŽEGA, DEONICA 3: TAKOVO – PRELJINA	261
Dr Veljko Đukić, Biljana Đukić EKOLOŠKI POKAZATELJI NIVOA BUKE U SAOBRAĆAJU GRADA BANJA LUKA	265
Mr Marko Subotić, Bojan Marić, Dejan Anđelković ISTRAŽIVANJE UTICAJA LAKIH TERETNIH VOZILA NA SIGNALISANOJ RASKRSNICI CENTRALNE ZONE DOBOJA	269
Mr Srđan Tadić MOGUĆNOSTI PRIMENA SOFTVERA OTVORENOG KODA U ANALIZI SAOBRAĆAJA KAO DEO "INTERNETA STVARI"	274

Grupa A

**MESTO I ULOGA
SAOBRAĆAJNIH STRUČNJAKA U PLANIRANJU,
UPRAVLJANJU, PROJEKTOVANJU I IZGRADNJI**

MODERATORI

Tomislav Mihajlović
Dr Vladan Tubić
Dr Vladimir Depolo
Predrag Arsić

GRUPA A

MESTO I ULOGA SAOBRAĆAJNIH STRUČNJAKA U PLANIRANJU, UPRAVLJANJU, PROJEKTOVANJU I IZGRADNJI

Uloga, mesto i značaj saobraćajnih stručnjaka u interdisciplinarnom pristupu projektovanja i izgradnje složenijih objekata saobraćajne infrastrukture

Tomislav Mihajlović, dis, Saobraćajni institut CIP, Beograd

УЛОГА, МЕСТО И ЗНАЧАЈ САОБРАЋАЈНИХ СТРУЧЊАКА У ИНТЕРДИСЦИПЛИНАРНОМ ПРИСТУПУ ПРОЈЕКТОВАЊА И ИЗГРАДЊЕ СЛОЖЕНИЈИХ ОБЈЕКТА САОБРАЋАЈНЕ ИНФРАСТРУКТУРЕ

Томислав Михајловић, дис¹

Резиме: Саобраћајни стручњаци су обавезан и неизбежан део тимова за веће и сложеније пројекте, састављених од већег броја стручњака различитих профила и знања.

Проблеми интердисциплинарности у оваквим тимовима присутни су скоро увек, независно од њиховог састава, а најчешће проистичу из непознавања вештина управљања пројектима, неоднегованог кадра за тимски рад, који треба да се заснива на уважавању мишљења других, инсистирању на аргументованим образложењима, поштовању других струка и знања, спремности за прихватање другачијег мишљења (одсуство људске сујете) и сл.

Већ приликом планирања Пројекта (у даљем тексту: Задатак), саобраћајна струка (која ПЛАНИРАЊЕ као дисциплину изучава знатно детаљније у односу на остале струке) сусреће се са проблемима руковођења интердисциплинарним тимом:

- У конципирању Плана активности, саобраћајна струка има третман или Пратећих послова („Саобраћајница је грађевински објекат и треба је украсити неком саобраћајном сигнализацијом“) или верификатора решења формираних од стране других струка („Саобраћајне траке на успону постављене су онако како теренски услови дозвољавају“). Ретки су примери да су обим и структура саобраћајног тока полазни основ за даље активности на реализацији задатка;
- У структурирању задатка, при формирању подпројектног пакета који треба да реализује група саобраћајних стручњака или појединац, минимизира се обим посла и, посебно, врста и обим неопходних истраживања и припремних радова. Истраживања у саобраћају третирају се често као непотребна, а прихватају се као минимално неопходна;
- Број потребних чланова тима за подпројектни пакет који обрађују саобраћајни стручњаци не димензионише се правилно, посебно са аспекта софтверске и хардверске подршке;
- Време потребно за извршење задатка није правилно димензионисано и по правилу се минимизира. Саобраћајни пројекти често се раде на већ урађено грађевинско решење, где није остварен интердисциплинарни приступ у коме саобраћајне потребе (технолошки захтеви) имају утицаја на грађевински пројекат, а све то неколико дана пре истека укупног рока или у кратким роковима који су одобрени као продужени по истеку првобитно дефинисаног. Све ово за последицу има некомплетне и мање квалитетне пројекте и изведене радове;

¹ Саобраћајни институт ЦИП, Београд, mihajlovict@sicip.co.rs

- Саобраћајна струка је сама по себи интердисциплинарна, не само по видовима саобраћаја, већ и оквиру исте гране. Честа је појава да саобраћајни стручњаци раде истовремено на пословима планирања саобраћаја, на задацима везаним за регулисање саобраћаја, решавају питања из области стационарног саобраћаја, врше стручни надзор при изградњи објекта саобраћајне инфраструктуре, раде на пословима урбанизма у саобраћају и слично. Ова појава нарочито је присутна у мањим срединама, где финансијски услови онемогућавају да постоје већи тимови. За обављање ових задатака опредељене су три врсте лиценци за радне задатка у оквиру истог вида саобраћаја. То изискује ангажовање истих људи на више задатака. Осим тога, саобраћајни стручњаци по разним видовима саобраћаја поседују исти број лиценце. Инжењери друмског, водног, железничког, ваздухопловног и других одсека поседују лиценцу „370“-„саобраћај и саобраћајна сигнализација“, што додатно компликује и отежава ефикасну и квалитетну реализацију задатака;
- Задаци на којима раде саобраћајни стручњаци део су уговорне документације која обухвата и учешће других „важнијих“ струка за реализацију посла. По правилу је посао уговорен пре него што је обим посла саобраћајне струке сагледан, због чега у расподели колача саобраћајном стручњаку припадне минорно парче.

Веома битан елемент управљања сложеним пословима јесте КООРДИНАЦИЈА, како унутар тима, тако и са окружењем. Са аспекта саобраћајне струке, најчешћи проблеми координације унутар тима су:

- Склоност чланова тима да у току реализације задатка мењају решења и договорени обим посла, што за последицу има прекорачење рока или скраћење рока за подпројектни пакет који реализују саобраћајни стручњаци на немогућ за било какво, а камо ли квалитетно окончање задатка;
- Неуважавање и оспоравање мишљења чланова тима саобраћајне струке, која су полазни основ за реализацију посла на сваком инфраструктурном објекту. Долази до оспоравања од стране колега најчешће архитектонске, и грађевинске, али и осталих струка. Аутобаза, обилазнице, денивелисани објекти,..., третирају се као архитектонско-грађевински објекти, чија ће реализација за последицу имати одвијање „неког“ саобраћаја;
- Руководилац посла (координатор) мора да буде добар познавалац предмета задатка и његових подцелина, што је често врло тешко испунити, јер у самој фирми нема на располагању довољан број обучених стручњака са потребном ширином познавања разноврсних проблема. Додатно се као препрека јавља сујета, јер ће ретко такав стручњак признати да нема довољно знања да се ухвати у коштац са управљањем сложеног задатка. За знања из области саобраћаја то поготово неће учинити, јер у саобраћајне послове и послове селектора државне презентације разумемо се сви сви смо возачи у саобраћају и идемо на утакмице. Свесни тога, искуснији чланови тима, модификују план активности, чиме нарушавају ауторитет руководиоца;
- Непознавање свеукупне проблематике може да доведе до изостављања неких битних задатака или до потцењивања обима посла. Често је због овога саобраћајни стручњак у ситуацији да импровизује, од улаз-

них података до коначних решења, тежећи да барем испуни неки минимум за добијање ревидентског мишљења

Најчешћи проблеми координације задатка са окружењем су:

- ❖ Координацију и сарадњу са окружењем преузимају и руководиоци задатка и одговорни за подпроектне пакете. Таква координација са подизвођачима, комуналним организацијама, градским и републичким установама и сл. доводи до неконтролисаног протока информација;
- ❖ Напредовање посла и проблеми се нереално приказују координатору пројекта. И сам координатор то чини према претпостављенима. То се највише реперкутује на задатке саобраћајне струке, којој остаје минимално време за синхронизацију са осталим учесницима на реализацији задатка. Ово посебно добија на тежини када се зна да, осим усаглашавања у оквиру радног тима, саобраћајни стручњак мора да испоштује истовремено и услове које постављају општинске, градске и републичке управе, као и надлежне КРО;
- ❖ Послови из области саобраћајне струке контролишу се и на њих се дају мишљења на разним инстанцама. Често су та мишљења дијаметрално супротна и неусаглашена. Мишљење и ставови ревидента нису компатибилни са плановима општинских, градских и републичких власти (град тражи што више паркинг места – ревидент и пројектант сматрају да је управо паркирање дуж саобраћајнице узрок значајно смањене проточности саобраћаја).

Осим наведених, постоје и проблеми у самој саобраћајној струци и међу саобраћајним стручњацима, од који су неки и наговештени у претходним тачкама, а то су:

- Матични факултет пружао нам је (и пружа) квалитетна али недовољно широка стручна знања. У појединим временским пресецима, дипломирани студенти нису стекли ни основна знања о аутобазама и аутостанцима, моторним возилима, организацији саобраћаја и сл.
- Интересовање саобраћајних стручњака за оцењивање, коментарисање и унапређење појединих значајнијих објеката саобраћајне инфраструктуре су спорадична. О метроу, обилазницама, мостовима, ... најмање се чују наша мишљења. Планери, архитекте, грађевинци и стручњаци других профила, користе трибине и разне стручне скупове да о томе причају као најкомпетентнији за те објекте.
- Колеге из различитих фирми оспоравају међусобно решења, па и стручност, штитећи по сваку цену интерес фирме, без обзира што су решења стручно прихватљива. Супротстављена мишљења износе се у установама које такође прихватају решења која њима више конвенирају, првенствено из финансијских, али и из других разлога.

После свега што је изложено намеће се питање како изнаћи и наметнути право место, значај и улогу коју саобраћајна струка и стручњаци треба да имају у свим фазама до реализације објеката саобраћајне инфраструктуре. Сматрамо да је потребно:

- ✓ Настојати да се већ на почетку израде Плана активности саобраћајни стручњаци, на њихово инсистирање, укључе ради што детаљније раз-

раде свог подпројектног (Задатог) пакета и да стално аргументовано заступају своја мишљења и решења члановима тима;

- ✓ Достављати редовно руководиоцу тима извештаје у којима се указује да полазни основ, од кога зависи даља разрада, јесу саобраћајни елементи;
- ✓ Млађе колеге едуковати и усмеравати тако да обимне и квалитетне претходно контролисане извештаје, могу да аргументовано заступају при арбитрирању у случају супротстављених мишљења;
- ✓ Настојати да се преко струковних удружења, установа и организација (СИТС, ИКС, СФ, ...) организују стручне расправе, трибине, радионице и сл., на којима би се кроз основну тему (и кроз дискусију) афирмисала и објаснила саобраћајна струка;
- ✓ Преко представника саобраћајне струке у Инжењерској комори разграничити лиценце по одсецима и смеровима матичног факултета.

Grupa B

SAOBRAĆAJNO INŽENJERSTVO
– Regulisanje, upravljanje i saobraćajno projektovanje

MODERATOR

Dr Smiljan Vukanović

GRUPA B

SAOBRAĆAJNO INŽENJERSTVO

– Regulisanje, upravljanje i saobraćajno projektovanje

1. **Upravljanje putevima u Republici Srbiji sa aspekta bezbednosti i efikasnosti saobraćaja**
Dr Demir Hadžić, dis; Jasmina Jovanović, dis, Ministarstvo za infrastrukturu i energetiku, Beograd
2. **Mogućnosti i potrebe redizajna ulica u različitim gradskim zonama**
Ksenija Jurišić, dia, Borivoje Ristanović, dis, GSP "Beograd", Beograd;
Mr Vladan Branković, dig, Momir Kočović, dig, Ministarstvo za infrastrukturu i energetiku, Beograd
3. **“Shared space” – sadašnji evropski trenutak**
Ana Trpković, dis, dr Branimir Stanić, dis, Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet, Beograd
4. **Kvalitetna saobraćajna signalizacija na putevima i šta na nju utiče
Koji su razlozi da imamo ili nemamo kvalitetnu saobraćajnu signalizaciju na putevima**
Predrag S. Zdravković, is, Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet, Beograd
5. **Neusaglašenost horizontalne i vertikalne signalizacije sa uslovima puta na starom novosadskom putu**
Nađ Tomislav, dis, Arsić Tanja, dis, Sretenović Nataša, dis, Saobraćajno-tehnička škola, Zemun
6. **Važnost projektnog zadatka na primeru projekta – privremeno regulisanje saobraćaja za vreme zimskog održavanja**
Goran Jovanović, dis, P.S. Telefonija, Beograd

7. **Sistemi za zadržavanje vozila na putevima – ublaživači udara**
Čedomir Petrinjac, mis, Lazar Lazić, mis, Bojan Kostić, mis, ALPE Saobraćaj d.o.o., Beograd; Borivoje Ristanović, mis, GSP „Beograd”, Beograd
8. **Upravljanje saobraćajem svetlosnim signalima – perspektive**
Dr Smiljan Vukanović, dis, Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet, Beograd
9. **Sistem za upravljanje saobraćajnim tokovima na Bulevaru Kralja Aleksandra u Beogradu**
Ljubiša Ljubić, dis, Čedomir Vukašinović, dis, Gradska uprava grada Beograda, Sekretarijat za saobraćaj, Beograd
10. **Adaptibilno upravljanje saobraćajem na tramvajskim deonicama u Beogradu**
Tomislav Mihajlović, dis, Dragan Nićiforović, dis, Saobraćajni institut CIP, Beograd
11. **Metoda optimizacije rada svetlosnih signala „Rolling horizon“**
Danilo Radivojević, dis, H2 komunikacije BG d.o.o., Beograd
12. **Uloga i značaj IC matrica u dinamičkom upravljanju saobraćajem**
Tamara Đukić, dis, dr Smiljan Vukanović, dis, Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet, Beograd
13. **Novi tramvaj u eksploataciji u Beogradu – CAF URBOS 3**
Goran Vidović, dis, Zlatimir Anđelić, dis, SP Centrala - GSP Beograd, Beograd
14. **Vreme putovanja kao indikator saobraćajnih zagušenja**
Jelena Popović, dis, mr Nikola Čelar, dis, Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet, Beograd
15. **Analiza komponenti vremenskih gubitaka**
Mr Nikola Čelar, dis, Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet, Beograd
16. **Upravljanje tunelima – osnovni zahtevi –**
Milica Kuveljić, dis, Institut za puteve, a.d, Beograd
17. **Implementacija ITS-a u Republici Hrvatskoj**
Dr Sadko Mandžuka, Faculty of Traffic Science, Zagreb;
Božica Horvat, Ministry of Economy, Zagreb;
mr Pero Škorput, Faculty of Traffic Science, Zagreb
18. **ITS and Traffic Management Centre (prezentacija)**
Siniša Petrović, dis, City of Surey Kanada

УПРАВЉАЊЕ ПУТЕВИМА У РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ СА АСПЕКТА БЕЗБЕДНОСТИ И ЕФИКАСНОСТИ САОБРАЋАЈА

ROAD MANAGEMENT IN SERBIA – TRAFFIC SAFETY AND EFFICIENCY

Др Демир Хаџић, дис²; Јасмина Јовановић, дис³

Резиме: У савременим, модерним друштвима сваки субјект има своју улогу у достизању циљева за развој саобраћаја, односно у спровођењу саобраћајне политике. Безбедност саобраћаја на путевима представља један од приоритета за ефикасно управљање саобраћајем. Одговорност за безбедност саобраћаја у модерно уређеним друштвима је на Влади. Данас у Републици Србији још увек нема усвојене стратегије за безбедност саобраћаја на националном нивоу.

Безбедношћу саобраћаја се може управљати. Према савременом схватању управљање безбедношћу саобраћаја ослања се на три међусобно зависна елемента: институционална управљачка функција, интервенције (мере) и резултати.

Пут представља један од чинилаца који утичу на активну и пасивну безбедност саобраћаја.

Жеља да се унапреди систем и да се уради нешто ново, упоређивањем са добром праксом других земаља издојило је поједине професионалце, али и неке доносиоце одлука да преузму одговорност и направе ту промену која је неопходна да се из једног неуспешног и превазиђеног начина размишљања пређе у примену добре праксе која је данас прописана и на нивоу ЕУ.

Увод

Безбедност, односно безбедност у саобраћају представља једно од основних начела које једно друштво треба да омогући својим грађанима. Наиме, овај захтев налази се и у свим уставима модерних друштава.

Људске навике се тешко мењају и потребан је велики временски период (десет, двадесет па и више година) да би се направила генерацијска разлика у навикама и захтевима за безбедним саобраћајем. Примера ради сигурносни појас у аутомобилу: појас је за једну генерацију први пут виђен у неким зрелим годинама, следеће генерација га користи из страха од полицијске казне, док генерација после има прилику да разуме и сврху сигурносног појаса, а не само страх од полицијске казне. Дакле, сам процес учења и разумевања је веома дуг јер поред саме едукације потребна је и васпитање, односно да се то ради из убеђења, а не из страха или зато што то сви раде.

² Министарство за инфраструктуру и енергетику, Београд, demir.hadzic@mi.gov.rs

³ Министарство за инфраструктуру и енергетику, Београд, jasna.jovanovic@mi.gov.rs

Са друге стране прилагођавање инфраструктуре – путева, много је бржи и лакши процес. наиме увођењем одређених стандарда у планирању, пројектовању и изградњи, односно одржавању путева може се постићи да пут буде безбедан. Наравно, треба бити и реалан све ово представља процес јер се опет враћамо на део навика, у овом случају инжењерских навика које се уз добро испланиране мере (стратегију) могу мењати.

Безбедност саобраћаја у Републици Србији

У Републици Србији, 11. децембра 2009. године, ступио је на снагу нови Закон о безбедности саобраћаја на путевима. Активности Министарства за инфраструктуру (у то време надлежно за саобраћај) били су фокусирани на јачање институционалних капацитета, односно за стварање добре основе за управљање безбедношћу саобраћаја на путевима. Имајући то у виду формирана је Агенција за безбедност саобраћаја, која је почела са радом (постала оперативна) од 1. септембра 2010. године. Агенција за безбедност саобраћаја, данас има 45 запослених и врши регулаторну, развојну и стручну функцију.

Влада Србије, новембра 2011. године, формирала је и Тело за координацију у безбедности саобраћаја чија је улога, према Закону да координира рад свих субјеката у безбедности саобраћаја на путевима. Тело за координацију припремљено је у складу са препорукама Светске банке, односно УН резолуције о безбедности саобраћаја. Тело за координацију чине министри надлежни за саобраћај, унутрашње послове, правду, просвету, здравље, рад и социјалну политику и трговину. Наравно то је политичка подршка али ће Тело за координацију чини ти и стручни део који ће фактички радити и припремати активности на нивоу државе.

Са друге стране дат је нагласак на развој активности и свести код управљача државних путева (Јавно предузеће „Путеви Србије“), а трансформисано је и предузеће „Коридори Србије“ задужено за изградњу аутопутева у Републици Србији. У 2009. години формиран је и национални савет за инфраструктуру у циљу ефикасније и квалитетније изградње саобраћајне инфраструктуре. Националним саветом за инфраструктуру руководи председник републике, у састав улазе сви чланови Владе чијим се надлежностима директно утиче на унапређење инфраструктуре (председник Владе, министар за инфраструктуру, економију, финансије и др).

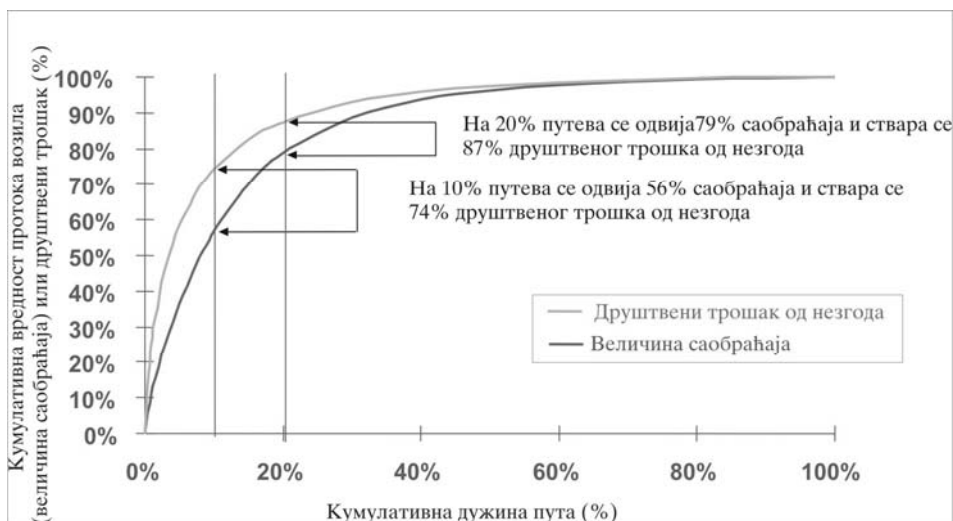
Ако погледамо стање безбедности саобраћаја (статистички) 2010. године у односу на 2009. годину у Србији је било за 19% мање погинулих а за 10% мање повређених. У 2010. години у Србији погинуло је 656 лица, што представља 87 лица на 1 милион становника. Ови резултати постигнути су пре свега због ангажовања принуде (саобраћајне полиције), медијских активности и повећања новчаних казни. У 2011. број погинулих на путевима у апсолутним показатељима порастао је за 60 што је према мишљењу аутора, последица не успостављања целокупног система. Узрок овоме се може тражити у организационим, менаџерским и стручним карактеристикама људи који управљају, али и нивоом свести доносиоца одлука, односно друштвених субјеката надлежних за безбедност саобраћаја.

Република Србија налази се данас у процесу транзиције и придруживања ЕУ. када је у питању унапређење безбедности саобраћаја, Министарство за

инфраструктуру и енергетику, сарађује са земљама из региона кроз SEETO (South-East European Transport Observatory), такође у директним разговорима и преговорима са Европском комисијом, Светском банком, UNDP, UNECE, Светском здравственом организацијом и другим глобалним и регионалним телима. Прилагођавање прописа и стандарда за је једно од важних предуслова за управљање и унапређење безбедности саобраћаја. Међу важним прописима је и имплементација ЕУ директиве за безбедност путне инфраструктуре - 2008/96/ЕЦ.

Одређивање циља на мрежи путева за ефикасно и безбедно управљање саобраћајем

Истраживања која су рађена приликом израде Стратегије безбедности саобраћаја до 2010. године на Новим Зеланду показала су да се на око 20% путне мреже одвија 79% саобраћаја, а да се на тих 20% догоди 87% друштвеног трошка од последица саобраћајних незгода. На 10% путне мреже одвија се 56% саобраћаја, а око 74% друштвеног трошка од последица саобраћајних незгода.



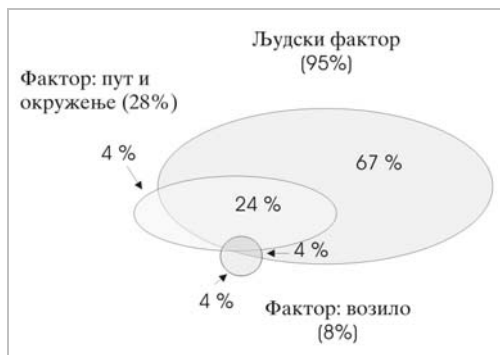
Слика 1. Примена мера на путној мрежи у односу на места где се догађају незгоде

Ако би се узели у обзир ти резултати, јасно би било да се приликом управљања путном мрежом треба концентрисати на сређивање баш тих најризичнијих 10–20% путне мреже. Дакле, са смањењем ризика од настанка саобраћајних незгода и ублажавањем последица, јасно је да би биле постигнуте велике уштеде у буџету државе.

Једна од метода као што је iRAP (international Road Assessment Programm, Оцена безбедности путева) показује ниво безбедности саобраћаја на појединим деоницама, а такође и представља меру ефикасности и поузданости саобраћајног система. У Србији је у 2009. години снимљено око 3000 км саобраћајно најоптерећенијих деоница путева и дат је предлог мера за унапређење ефикасности и безбедности друмског саобраћаја (види референцу 8.).

Безбедност путне инфраструктуре

Пут представља један од чинилаца који утичу на активну и пасивну безбедност саобраћаја.



Слика 2. Шематски приказ процентуалног учешћа фактора који узрокују саобраћајну незгоду

Када се говори о путу, нарочито се мисли на коловоз, бицикличке стазе, тротоар, пешачке стазе, мостове, вијадукте и друге објекте пута, организацију и контролу саобраћаја и друге путне елементе;

Околина је, такође, један од чинилаца који утичу на безбедност саобраћаја, и када се говори о околини нарочито се мисли на временске услове, годишње доба, доба дана, урбанизованост подручја и рељеф.

На слици 2, приказано је искуство Сингапура, које показује да је утицај фактора пута и окружења на саобраћајну незгоду био и до 28%, утицај фактора возила на саобраћај-

ну незгоду био је и до 8%, док је фактор човек у саобраћајној незгоди био до 95%. Истраживања која су рађена у другим земљама показују да фактор пут и окружење може утицати на настанак саобраћајне незгоде и више од 30%.

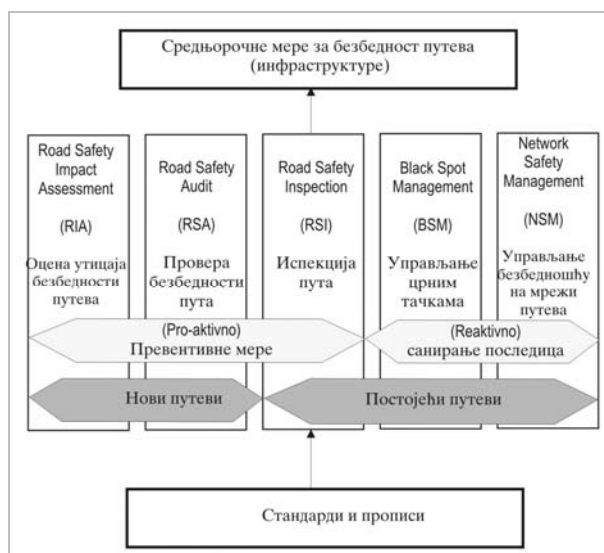
Пројектовање и управљање путном мрежом

Потребно је посматрати и пут и окружење. Проблем у безбедности друмског саобраћаја настаје још у фази планирања простора. С нарочитом пажњом треба планирати садржај и објекте атракције на неком простору. У односу на постојеће садржаје, пројектовање и управљање треба посматрати у функцији растерећења одређених путних праваца, да би се спречили застоји, гужве, продужење времена путовања, и сл. Неки од најчешћих примера погрешног планирања јесу изградња школе на супротној страни коловоза у односу на насеље одакле деца долазе у школу, или постављање објекта атракције за децу са супротне стране пута, и слично.

Следећи корак је у фази пројектовања – дефинисање приоритета и расподела саобраћајних површина. Након пројектовања, долазе фазе извођења и експлоатације пута или путне мреже.

На слици 3. приказане су средњорочне мере за безбедност путева, односно саобраћаја на путевима.

Земље које управљају системом безбедности саобраћаја, поред редовних активности, предвиделе су планирање, пројектовање, изградњу, експлоатацију и одржавање, тзв. проверу безбедности пута (Road Safety Audit) и инспекцију безбедности пута (Road Safety Inspection). Провера безбедности пута спроводи се у фазама планирања и свим фазама пројектовања као и у фази градње. Кад се пут заврши и пусти у експлоатацију ради се инспекција безбедности пута.



Слика 3. Средњорочне мере за безбедност путева

Провера безбедности пута представља тзв. проактивно деловање, односно превентивно деловање на настанак саобраћајних незгода.

Управљање црним тачкама представља реактивно деловање, односно деловање за санацију последица.

Провера безбедности пута (Safety Audit)

Провера безбедности пута представља: одређен и независан процес; рад мешовитих тимова (различитих стручњака) са одговарајућим искуством и одговарајућом обуком; „преглед са аспекта корисника пута“ – симулира се поглед на пут (доживљај) различитих корисника (возача, бициклиста, мотоциклиста, пешака, итд.); предвиђање опасне ситуације у односу на факторе саобраћаја, пута и окружења пута, и извештај који садржи детаљан преглед безбедносних одлика, недостатака и препорука.

Провера безбедности пута НЕ представља: фактор за одабир (на тендеру) најбољег решења пројекта (провера се ради на усвојеном решењу, а не на свим предлозима); ревизију пројекта и могућност поновног пројектовања; технички преглед пута и критиковање нечијег решења, и проверу примене стандарда.

Циљеви провере безбедности пута јесу: идентификација потенцијалних проблема и небезбедних места за кориснике пута (учеснике у саобраћају); смањење озбиљних последица саобраћајне незгоде применом мера за уклањање потенцијалне опасности, и унапређење свести о безбедности саобраћаја код планера, пројектаната, извођача и особља на одржавању.

Добити од провере безбедности пута јесу: однос трошкова и добити (Cost-Benefit Ratio) износи 1:20 (Нови Зеланд, 1993. година); трошкови мањи у односу на добит; смањење јачине (озбиљности) незгоде, и подизање свести управљачу пута о потреби за управљањем безбедним путевима.

Услови за добру проверу безбедности пута јесу: независни стручњаци који нису учествовали у пројектовању; најмање две особе; особе обучене за проверу безбедности пута, и особе са искуством у саобраћајном инжењерству, пројектовању путева и безбедности саобраћаја, односно стручњаци из области саобраћајне психологије.

Управљање „црним тачкама“

Ова метода је превазиђена и модерна друштва су прешла у методе које су везане за проверу безбедности деонице путева и целе мреже, али као сегмент биће кратко представљена.

Термин „црна тачка“ је поприлично усвојен у светским стручним круговима (енгл. Black Spot), иако се могу наћи и друге синтагме, као што су *опасна места* (енгл. Hazardous Spots), и сл. Одредница *црна тачка* почела је да се избегава, због политичке и друге коректности, у земљама где би могла да има расно значење.

Управљање „црним тачкама“ представља један од основних метода за унапређење безбедности путева, односно смањење фактора ризика пута.

Добит од управљања „црним тачкама“ јесте однос трошкова и добити (Cost-Benefit Ratio) и износи 1:14 (Аустралија и Нови Зеланд).

Према неким дефиницијама „црна тачка“ представља место (или деоницу пута) где су концентрисане саобраћајне незгоде са погинулима и повређенима.

Стање у Републици Србији

У Републици Србији Законом о безбедности саобраћаја на путевима прописано је да путеви морају бити пројектовани, изграђени, реконструисани и одржавани тако да се саобраћај на њима може одвијати несметано и безбедно и морају испуњавати прописане услове.

Приликом опредељивања за изградњу новог или реконструкцију постојећег јавног пута, управљач јавног пута мора обезбедити пројекат стратешке компаративне анализе утицаја тог пута на безбедност саобраћаја на путној мрежи.

Управљач јавног пута мора обезбедити да се за пројекат јавног пута сачини пројекат ревизије безбедности саобраћаја. Ревизија безбедности саобраћаја на путу представља независну и систематску проверу пројеката пута са аспекта безбедности саобраћаја, за све фазе пројектовања закључно са пуштањем у саобраћај. Управљач јавног пута мора обезбедити независне пројекте провере безбедности саобраћаја на путу и то: периодичне провере у периоду од пет година за све деонице државних путева, циљане провере за најугроженије деонице државних путева и периодичне и циљане провере за остале путеве према могућностима, односно потребама.

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

Управљач пута дужан је да прати стање безбедности саобраћаја на путу, обезбеди независне пројекте у циљу идентификације опасних места најмање

једанпут годишње и независне пројекте мапирања ризика на деоницама и идентификација најопаснијих деоница, обавља стручне анализе високо ризичних деоница пута (црне тачке), сачини појединачан пројекат за санирање ризичних деоница и опасних места и предузме мере за санирање високо ризичних деоница пута и опасних места у складу са тим пројектом.

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

Ближе услове у погледу: стратешке компаративне анализе утицаја новог, односно реконструисаног пута на безбедност саобраћаја на путној мрежи, ревизије безбедности саобраћаја, провере безбедности пута, редовне провере пута у експлоатацији, праћења стања безбедности саобраћаја, анализе високо ризичних деоница, анализе доприноса пута саобраћајној незгоди са погинулим лицима, обавештавања, снимања саобраћаја и других величина саобраћајног тока, услова које са аспекта безбедности саобраћаја морају да испуњавају путни објекти и други елементи јавног пута доноси министар надлежан за послове саобраћаја.

У Србији усвојен је правилник о саобраћајној сигнализацији, а у завршној фази усвајања је правилник о условима које путеви и путни објекти морају да испуњавају са аспекта безбедности саобраћаја. Такође у фази израде су правилник о стратешкој компаративној анализи новог, односно реконструисаног пута на безбедност саобраћаја на путној мрежи, ревизији безбедности саобраћаја, периодичној провери пута у експлоатацији, праћењу стања безбедности саобраћаја, анализи високо ризичних деоница, анализи доприноса пута саобраћајној незгоди са погинулим лицима, обавештавању, снимању саобраћаја и других величина саобраћајног тока. Такође у току је израда правилника о безбедности тунела.

Наведени правилници још увек нису усвојени али постоје радне верзије односно предлог за њихову примену.

Закључак

Након нешто више од две године примене новог закона о безбедности саобраћаја на путевима у Републици Србији, јасно је да су прописане одредбе које представљају добру праксу у земљама које управљају безбедношћу саобраћаја. Такође, уочавају се многе слабости садашње институционалне организације безбедности саобраћаја, и то: неразвијене владине институције; мали број високих професионалаца за спровођење прописа односно пре тога за завршетак процеса њихове припреме за усвајање; често неразумевање новог и жеља за задржавањем садашњег постојећег стања у којем безбедност путева (када је у питању управљач пута) није играла значајну улогу, систем финансирања није димензионисан према институционалним капацитетима и сл.

Жеља да се унапреди систем и да се уради нешто ново, упоређивањем са добром праксом других земаља издојило је поједине професионалце, али и неке доносиоце одлука да преузму одговорност и направе ту промену која је неопходна да се из једног неуспешног и превазиђеног начина размишљања пређе у примену добре праксе која је данас прописана и на нивоу ЕУ.

Основно за унапређење и управљање безбедности саобраћаја је направи-ти стабилне институције са професионалцима који су образовани и тренирани на начин да спроведу, прате спровођење и по потреби отклањају недостатке који настају. Држави су потребни развијени институционални капацитети да би се управљало саобраћајем у циљу веће ефикасности и безбедности.

Кључне речи: Безбедност, политика, управљање, мере, резултати

Abstract: In modern societies every subject has the role in improving road traffic by implementing the aims from traffic policy. Road traffic safety is key prior for effective traffic management. Government is accountable body for road traffic safety. Today, Republic of Serbia doesn't have National road traffic safety strategy.

Road traffic safety is manageable. Modern approach of Road traffic safety management lies on three elements: institutional management, interventions and results.

Factor Road is one of the key factors in road safety and has its passive and active role in safety.

Having in mind new modern period and new standards in improving road safety some of the decision makers and traffic experts took opportunities and push for improving safety standards according the best practice in EU countries.

Key words: Safety, policy, management, measures, results

Литература

- [1] Bliss, A., *Implementing the Recommendations of the World Report on Road Traffic Injury Prevention*, Transport Note No. TN-1, The World Bank, Washington DC, 2004.
- [2] Bliss, A., Breen, J., *Country Guidelines for the Conduct of Road Safety Management Capacity Reviews and the Specification of Lead Agency Reforms, Investment Strategies and Safe System Projects*, World Bank, Washington D.C., 2009
- [3] Хацић, Д., *Управљање безбедношћу саобраћаја са посебним освртом на изградњу институционалних капацитета у Републици Србији*, магистарски рад, Београд, 2008.
- [4] Хацић, Д., *Макроекономски значај успостављања модела за управљање безбедношћу друмског саобраћаја са посебним освртом на Републику Србију*, докторска дисертација, Нови Пазар, 2011.
- [5] Howard, E., Breen J., *Review of road safety management capacity in the Republic of Serbia and proposals for an investment strategy*, World Bank, Washington D.C., August 2007.
- [6] *Закон о безбедности саобраћаја на путевима*, („Службени гласник Републике Србије“, број 41/09, 53/10),
- [7] *Directive 2008/96/EC on road infrastructure safety management*, (OJ L 319, 29.11.2008, p. 59–67).
- [8] *iRAP, Безбедни путеви у Републици Србији – Посвећени спашавању живота, студија урађена у сарадњи АМСС и iRAP, Basinstoke, UK, 2009*,
- [9] www.mi.gov.rs

MOGUĆNOSTI I POTREBE REDIZAJNA ULICA U RAZLIČITIM GRADSKIM ZONAMA

POSSIBILITIES AND NEEDS OF REDESIGN OF THE STREETS IN VARIOUS CITY ZONES

Ksenija Jurišić, dia⁴; Borivoje Ristanović, dis⁵;
mr Vladan Branković, dig⁶; Momir Kočović, dig⁷

Rezime: Gradovi današnjice u Srbiji su, globalno gledano, najčešće gusto izgrađena tkiva sa mrežom ulica koja van užeg gradskog centra imaju skromni izgled lišen ambijentalnih celina i prepoznatljivosti. Rigidni ulični koridori okruženi objektima su najčešća slika zona gradova nastalih pre više desetina godina, kada je koncept urbanizovanja bio pre svega podređen funkcionalnosti i urbanom zoniranju. Manje pažnje se obraćalo na estetsku dimenziju i humanizaciju izgrađenih zona i na taj način je ulica postala definisani pravac u funkciji kretanja motornih vozila i pešaka, bez repernih ambijentalnih celina, otuđena od čoveka zbog koga je zapravo i nastala.

Uži gradski centri su, tokom vremena, doživeli brojne promene. Razlog je uglavnom podizanje njihove atraktivnosti na viši nivo, na koji način se formira lepša slika grada koja je asocijacija na njega. Pešačke zone bogate sadržajima, regulisano parkiranje, prigodan ulični mobilijar i u sve to uključena i adekvatna komunalna infrastruktura opremljenost su učinili da centri naselja budu mesta koja rado posećuju turisti, ali i stanovnici ovih gradova bez obzira na svoje dnevne potrebe.

Takođe, u poslednje vreme se, po ugledu na svetsku urbanističku praksu i projektovanje, počelo sa drugačijim pristupom uređenja naselja u kojima ulice i žive i pripadaju onima koji u njima stanuju ili rade, dakle onima koji ih najviše koriste. Tako formirana naselja jesu delovi humanog grada, po meri čoveka i za čoveka.

Problem je kako delove naselja van gradskog jezgra, na periferiji, koja nisu formirana na ovaj način, preurediti tako da postanu uređeni sistemi bliski čoveku i u funkciji njegovih potreba i samim tim promenili opštu sliku grada i njegovih ambijentata. Odgovor na taj problem je redizajn ulica kao novi koncept, primenljiv kako u rezidencijalnim gradskim zonama, tako i u onima čiju uličnu mrežu čine i vrlo prometne saobraćajnice sa javnim prevozom.

U stambenim gradskim zonama redizajn ulica je veliki korak napred ka novoj estetici naselja i njihovom preuređenju. Podrazumeva ga uređenje fasada orijentisanih ka ulici, uređenje dvorišta/parkova koji šire koridor ulice i postaju njegov deo, ali i regulisanje saobraćajnih tokova, parkiranja, formiranje biciklističkih staza i posebno komunalne opremljenosti. Tako bi naselja na periferijama postala atraktivnija, po meri čoveka i jednakog potencijala kao i ona u samom centru ili bliže njemu. Na ovaj način bi se izmenila i urbana kultura stanovnika. Ulica bi počela da živi i život bi se odvijao i na njoj. A kada je tako, i odnos onih koji je najviše koriste bi se prome-

⁴ GSP "Beograd", Beograd, ksenija970@gmail.com

⁵ GSP "Beograd", Beograd, boban0011@gmail.com

⁶ Ministarstvo za infrastrukturu i energetiku, Beograd, skak89@gmail.com

⁷ Ministarstvo za infrastrukturu i energetiku, Beograd, momir.kocovic@mi.gov.rs

nio, jer tada javni prostori ne bi bili gradski odnosno ničiji, već nešto što se prihvata kao svoje i na šta se pazi kao na svoju imovinu.

Jedan od najboljih načina redizajna ulica u rezidencijalnim gradskim zonama je formiranje polimedijalne ulice, sa nizom scena i ambijentalnih celina. Tako preuređena ulica više nije strogo definisani pravac u kome se nedvosmisleno zna koji je njegov deo namenjen kom učesniku u saobraćaju. Asfaltirani kolovozi i trotoari se popločavaju prigodnim materijalima, određuju se diskretna mesta namenjena parkiranju, a pažljivo izabrani i projektovani mobilijar i ozelenjavanje čine scenu koja nije samo vizuelna predstava za prolaznika, već je i u funkciji čoveka koji je koristi i zdrava životna sredina o kojoj u današnje vreme ne sme a da se ne misli.

Poseban aspekt redizajna rezidencijalnih ulica je i to što on povlači i rekonstrukciju ili zamenu podzemnih instalacija čime se značajno poboljšava i kvalitet života, ali ne treba zaboraviti i njegovu ulogu u poboljšanju bezbednosti saobraćaja. On otvara mogućnost da se isprave načinjene greške u prošlosti, da se intezivni saobraćaj uspori i da ulica postane bezbedno mesto za život.

Preuređenje stambenih zona grada nikako ne sme da bude stihijsko, već plan-ski osmišljeno. Smisao redizajna ne sme da bude samo podizanje estetskih vrednosti ulice i prostora oko nje, već i poboljšanje funkcionalnosti saobraćajne mreže kako bi svi učesnici u saobraćaju mogli da je koriste jednostavno i bezbedno. Takođe, materijali koji se koriste moraju da budu pažljivo izabrani i adekvatni uslovima eksploatacije, kako bi se obezbedio primeren vek trajanja preuređenih površina. Ukoliko se u praksi to ne primenjuje, redizajn gubi smisao jer će javne površine vrlo brzo postati ruglo, a ne nova, lepša slika naselja i grada čije je ono deo. Postepenom realizacijom ovog urbanističkog i saobraćajnog koncepta, rezidencijalne zone će postati jednako primamljive kao i one u širem gradskom centru, pa će na taj način i grad postati ujednačenih potencijala u svim svojim delovima, bez obzira na njihovu pretežnu funkciju. Tako ovaj pristup preuređenju ulica i naselja u kojima su dobija i socijalnu ulogu.

Redizajn ulica je znatno lakši u rezidencijalnim gradskim zonama i tu on dobija svoj puni značaj. Ali nije nemoguć i i te kako ima smisla i kod vrlo prometnih gradskih saobraćajnica u kojima je prisutan i bilo koji podsistem javnog prevoza, a koje se nalaze u gusto izgrađenom gradskom tkivu gde su blokovi zgrada formirani tako da je regulaciona linija najčešće i građevinska. Ukoliko su ulice sa intenzivnim saobraćajem izmeštene u odnosu na širi centar grada, one su najčešće skromnog izgleda, bez repernih ambijentalnih celina, definisani pravci kojima se kreću učesnici u saobraćaju. Bez obzira na njihovu prevashodnu ulogu i funkcionisanju saobraćaja, one ne smeju biti uskraćene i za estetsku dimenziju koja će ih sama po sebi približiti čoveku.

Jedan od načina redizajna ovakvih saobraćajnica je primena gradskog uličnog vrta, male zelene oaze u gusto izgrađenom gradskom tkivu, gde mesta za veće ozelenjene površine, atraktivne drvorede i parkove nema. To je način da se uređena dvorišta unutar blokova zgrada izvedu na ulicu i na taj način je ožive i približe čoveku. Tako humanizovan izgrađeni prostor običnu frekventnu gradsku saobraćajnicu pretvara u niz uličnih scena sa malim urbanim formama gradskog uličnog vrta.

Gradski ulični vrt, bez obzira na to što je male površine, predstavlja mini ambijentalnu celinu u koridoru ulice ili uz njega i reper koji nije strogo vezan za objekat ili njegovu funkciju, što je najčešći slučaj kod ulica sa intenzivnim saobraćajem. Mogu

da ga čine čak i jedno ili dva drveta između kojih je smeštena klupa, ali može da bude i primenjen na raskrsnicama u kojima ima smisla staviti kružni tok i tako od njih formirati prepoznatljivi trg ili ga locirati tako da se blago skrene pravac ulice.

Pažljivim osmišljavanjem i pozicioniranjem gradskog uličnog vrta osim očiglednog uticaja na estetiku i poboljšanje uslova životne sredine u ekološkom smislu, može se uticati i na unapređenje bezbednosti saobraćaja i to bez primene uobičajene saobraćajne signalizacije ili kontrole saobraćaja od strane policije. Korišćenjem ove male urbane forme, koja ne iziskuje ozbiljna finansijska ulaganja, se fizičkim putem može usporiti saobraćaj i na taj način se naterati svi učesnici u motornom saobraćaju da smanje brzinu, pa čak i oni koji se oglašavaju na saobraćajne znake kojima je to regulisano. Popularni "ležeći policajci" tako mogu da se potpuno izbegnu, jer se njihova primena na ulicama sa gustim saobraćajem pokazala kao besmislena, imajući u vidu habanje usled uslova eksploatacije.

Shodno navedenom, može se zaključiti da redizajn ulica nema alternativu ukoliko se želi da se promeni opšta slika jednog grada i da se on učini uređenim sistemom bliskim čoveku i za čoveka. Jer funkcija grada ili naselja nije samo to da njegov stanovnik ili posetilac zadovolje potrebu za obavljanjem delatnosti i svakodnevnih ličnih aktivnosti i jednostavne komunikacije, već da ih to čini zadovoljnim. Druhim rečima, redizajn ulica i preuređenje gradskog tkiva je korak ka humanom gradu.

Ključne reči: redizajn ulice, preuređenje naselja, ulična scena, polimedijalnost, ambijentalna celina, ulični vrt, regulisanje saobraćaja.

Abstract: Cities of today in Serbia are, globally watched, mostly closely built contextures with web of streets whose out of downtown have modest look without ambiantal complex and recognitions. Rigid street corridors surrounded by objects are usual picture of city zones built several decades before, when urban concept was turned to functionality and urban zoning. Small attention was turned to estetical dimension and humanization of built zones and in that way street became defined way of function in motion of motor cars and pedestrians without ambiantal landmarks, stranged from people for which it has actually made.

Centers, by time, expirienced a numerous changes. The reason is mostly turning up their attractiveness on higher level, in way of forming better look of the city which is association on the same city. Pedestrian zones with rich contents, regulated parking spots, nice street furniture and all utilities included and adequate infrastructural facilities made that downtowns are the places that tourists like to visit, and the inhabitants of these cities, regardless of their daily needs.

Also, recently, as a global model of urban planning and design practice, it started with a different approach of the City where the streets and living and those who belong to them reside or work, so those who use them most. It formed part of human settlements are the city, to man and for man.

Problem is how part of the City, in periphery which not formed in this way, rearrange so that they become well-ordered and close to the man in the function of their needs and thereby change the overall picture of the city and its environments. The answer to this problem is a redesign of the street as a new concept, applicable to the residential urban areas, and in those whose street network consists of the very busy road with public transport.

The residential street redesign in urban areas is a major step forward towards a new aesthetics of the City and their rearrangement. It involves arranging facades turned to the street, landscaping the yard/park corridor streets that spread and become part of it, and regulate traffic flow, parking, creation of bicycle lanes and utility equipment separately. Thus, on the outskirts of the City more attractive, to man and the equal potential like the one in the center or close to it. This would be changed and the culture of urban population. Street would begin to live life to the place and it. And if so, the ratio of which is mostly used to change, because then the public spaces would not be the city or anyone's, but something that is accepted as his own and what to watch as their property.

One of the best ways of redesigning residential streets in urban areas is the formation polimedial streets, with many scenes and ambient units. Thus reconstructed street is no longer strictly defined by the direction in which it clearly known that his section for any participant in the traffic. Paved roadways and sidewalks made of appropriate paving materials, a discrete set of dedicated parking, a carefully selected and designed furniture and landscaping make a scene that is not only a visual representation of passersby, but also the function of a man who uses and healthy environment in which the present it can't be forgotten.

A special aspect of the redesign of residential streets is that it entails the reconstruction or replacement of underground installations, which significantly improves the quality of life, but we should not forget its role in improving traffic safety. It opens up the opportunity to correct mistakes made in the past, to slow down intense traffic and the street become a safe place to live.

Renovation of residential areas must not be chaotic, but plan designed. The purpose of redesign must not only increase the aesthetic value of street and area around it, but also improve the functionality of the transport network so that all road users can use it easily and safely. Also, the materials used must be carefully chosen and adequate working conditions, to ensure adequate service life have been remodeled area. If in practice this does not apply, the redesign is pointless because the public areas very quickly become a mockery, not a new, more beautiful pictures of the area and the town which is a part of. Gradual realization of the concept of urban and transportation, residential areas will become as attractive as those in the wider city center and will thus become a unified city and the potential in all its parts, regardless of their predominant function. Thus, this approach rearrangement of streets and neighbourhoods in which they receive and the social role.

Redesign streets is much easier in urban residential zones and that it receives its full significance and that's the place it gets full importance. Its not impossible and that makes sense in the presence of traffic urban roads where there is any sub-system of public transport, which are located in densely built urban fabric where building blocks are formed so that the regulation line and often building. If the streets with intensive traffic displaced in relation to the wider city center, they are usually of modest appearance, ambient units without a benchmark, defined from the direction road users. Despite their dominant role and functioning of the traffic, it must not be denied and the aesthetic dimension that will make them itself closer to the man.

One way to redesign these roads is the use of the urban street garden, a small green oasis in a densely built urban fabric, with room for more green surfaces, attractive parks, alleys, and no. It is a way of arranged courtyards within blocks of

buildings to the street and bring in this way is closer to life and man. This region was constructed humanized urban transport frequency is converted into a series of street scenes with a small urban garden forms of urban street.

Urban street garden, regardless of the small area, a mini ambience of the street or in the corridor with him and rapper who is not strictly related to the facility or its function, which is most often the case with streets with intensive traffic. It can make even one or two trees between which is placed benches, but it can also be applied at intersections where it makes sense to put a roundabout way of them and form a distinctive square or locate it so gently draw the line of the street.

Through the design and positioning of the urban street garden except the obvious impact on the aesthetics and environmental conditions in the ecological sense, we can influence the improvement of road safety and without the use of conventional traffic signals or traffic control by police. Using this small urban form, which does not require serious financial investments, the physical means to slow traffic and can thus make all participants in the engine to reduce traffic speed, and even those who ignore the road signs that it is regulated. The popular "speed bumps" that can be completely avoided because their use on streets with heavy traffic proved to be meaningless, given the wear and tear due to service conditions.

Accordingly, it can be concluded that redesigning streets has no alternative if we want to change the general picture of a city and that he's arranged a system so close to man and for man. For functions of a city or settlement is not only to the resident or visitor's satisfy the need for carrying out daily activities and personal activities and simple communication, but this makes them satisfied. In other words, the street redesign and renovation of the city is a step toward humane city.

Keywords: street redesign, settlement redesign, street scene, polymediality, ambient, urban street garden, traffic regulation

“SHARED SPACE” – SADAŠNJI EVROPSKI TRENTAK

“SHARED SPACE” – PRESENT STATE IN EUROPE

Ana Trpković, dis⁸; dr Branimir Stanić, dis⁹

Rezime: Svaka ulica reprezentuje određenu ravnotežu između kretanja i samog prostora u kome se nalazi. “Shared space” je zapravo jedan od načina jačanja prostornog identiteta, pri čemu se održava njegova sposobnost da prihvati očekivani motorni saobraćaj. U konvencionalnoj ulici ponašanje korisnika je u velikoj meri uzrokovano postojećom infrastrukturom, pri čemu se uočava dominacija motornih vozila nad ostalim korisnicima (pešacima i biciklistima). “Shared space” šalje suptilnije poruke korisnicima tj. okruženje pruža manje formalne pokazatelje očekivanog ponašanja za vozače, tako da njihov napredak u kretanju u okviru ovog prostora zavisi od njih samih tj. od njihove interpretacije ponašanja ostalih korisnika – pešaka, biciklista ili vozača. „Shared space” bi se mogao definisati kao prostor projektovan da poboljša pešačka kretanja i komfor kroz smanjenje dominacije motornih vozila i davanje mogućnosti korisnicima da ravnopravno dele prostor bez korišćenja jasno definisanih pravila karakterističnih za saobraćajno projektovanje konvencionalni ulica.

Sama ideja o zajedničkom korišćenju uličnog prostora nije nova. Mnoge ulice u starim, istorijskim delovima gradova, funkcionišu kao zajednički prostori iako nikad nisu bili projektovani kao takvi. Redizajniranje delova ulične mreže, a negde i celih naselja po modelu “Shared space” doživljava pravu ekspanziju u poslednjih desetak godina kroz razne projekte širom Evrope, ali i u svetu. “*SHARED SPACE - Reconciling people, places and transport*”, je jedan od prvih velikih projekata koji se bavio deljenjem prostora i finansiran je od strane Evropske unije. Ovaj projekat rađen je u okviru *Interreg IIIB North Sea Programme*, u periodu od 2003-2008. godine, i obuhvatio je osam veoma različitih “Shared space” pilot projekata u pet zemalja Evropske unije (Province of Fryslan, NL; City of Oostende, BE; Municipality of Ejby, DK; Municipality of Bohmte, DE; Strassenbauamt Lingen, DE; Municipality of Emmen, NL; Municipality of Haren, NL; Suffolk County Council, UK). Ovi pilot projekti imali su za cilj da razviju i testiraju ideju o deljenju uličnog prostora u različitom socijalnom, kulturnom i prostornom okruženju. Svaki od projekata je trebalo da istraži potencijal za primenu “Shared space” principa kroz transnacionalnu saradnju različitih profesionalnih disciplina. Rezultati ovih projekata korišćeni su kao osnova za stvaranje priručnika za projektovanje i implementaciju novih projektnih rešenja u postojeću zakonsku i plansku regulativu zemalja partnera. Stvaranjem zakonske regulative otvorena su vrata za širenje i primenu ove ideje tamo gde za to postoje potrebe i mogućnosti. U ovom trenutku veliki broj evropskih i svetskih gradova i naselja rukovođen ovom idejom redizajnira svoju uličnu mrežu pretvarajući ih u nove – “zajedničke prostore”.

U radu će biti detaljnije razmotreni rezultati pomenutih projekata, kao i osnove za razumevanje zajedničkih prostora, njihovo projektovanje i implementaciju. Takođe, će biti sagledane i potencijalne mogućnosti za njihovu primenu u lokalnom okruženju.

⁸ Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet, Beograd, a.trpkovic@sf.bg.ac.rs

⁹ Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet, Beograd, b.stanic@sf.bg.ac.rs

Ključne reči: zajednički prostori, redizajn ulica, evropski projekti;

Abstract: Every street represents a balance between movement and place itself. In a conventional street, motorist behaviour is largely governed by the infrastructure. In shared space the messages are more subtle – the environment provides less formal indication as to how drivers are expected to behave. Shared Space could be defined as a street or place designed to improve pedestrian movement and comfort by reducing the dominance of motor vehicles and enabling all users to share the space rather than follow the clearly defined rules implied by more conventional designs. Shared Space is not a new concept. Many historic streets naturally operate as shared spaces although they have never been designed as such. One of the first big project which was dealing with space sharing was “*SHARED SPACE - Reconciling people, places and transport*”. This project was financed by EU and it was undertaken between 2003 and 2008 by eight project partners from five countries of the North Sea Region. The programme was supported by the European Interreg IIIB NorthSea Programme and by the various local authorities involved. The five countries involved were The Netherlands, Belgium, Denmark, Germany and the United Kingdom. In this paper will be present results of those project, such as basis for understanding Shared space concept, and its design and implementation demands. Also will be considered possibilities for applying Shared space in local conditions.

Key words: shared space, street redesign, European projects;

КВАЛИТЕТНА САОБРАЋАЈНА СИГНАЛИЗАЦИЈА НА ПУТЕВИМА И ШТА НА ЊУ УТИЧЕ

КОЈИ СУ РАЗЛОЗИ ДА ИМАМО ИЛИ НЕМАМО КВАЛИТЕТНУ САОБРАЋАЈНУ СИГНАЛИЗАЦИЈУ НА ПУТЕВИМА

QUALITY TRAFFIC SIGNALIZATION ON OUR ROADS AND FACTORS THAT AFFECT IT

THE REASONS TO HAVE OR NOT HAVE QUALITY TRAFFIC SIGNALIZATION ON OUR ROADS

Предраг С. Здравковић, ис¹⁰

Резиме: Саобраћајна сигнализација на нашим путевима није добра и од те констатације треба поћи да би се истражили узроци због чега је то тако. Неколико елемената значајно утиче на изглед и квалитет саобраћајне сигнализације на путевима. Из тога би могло да се закључи да би њиховим решењем квалитет сигнализације на путевима био знатно бољи.

Добра саобраћајна сигнализација подразумева да саобраћајни знаци и елементи хоризонталне сигнализације корисницима преносе јасно разумљиве и недвосмислене поруке према унапред дефинисаним елементима у Правилнику о саобраћајној сигнализацији или у СРПС стандардима и то идентично по дану и по ноћи

Почнимо од основног правила – поштовање важећих правила и прописа дефинисаних у Правилнику о саобраћајној сигнализацији и СРПС стандардима.



Пројектовање и ревизије пројеката друга су слаба карика у систему дефинисања добре саобраћајне сигнализације. У пројектовању се често користе елементи којих нема у Правилнику о саобраћајној сигнализацији нити у Стан-

¹⁰

Универзитет у Београду – Саобраћајни факултет, Београд, preda10sbb@rs

дaрдимa, a пoјeдини рeвидeнти дaју сaглacнocт нa тaквe пpoјeктe. Пocлeдицa тaквих пocтyпaкa мoгу дa ce видe нa пyтeвимa.



Јeднa oд тaчaкa y cиcтeмy квалитeтa caoбpaћaјнe cигнaлизaцијe јe пpимeнa мaтeријaлa зa caoбpaћaјнy cигнaлизaцијy. Иaкo јe пpaвилникoм вpлo дeтaљнo пpeдвиђeнa пpимeнa мaтeријaлa зa вepтикaлнy и хoризoнтaлнy cигнaлизaцијy, јoш увeк ce кoриcтe мaтeријaли нижeг квалитeтa зa cигнaлизaцијy чaк и нa вpлo знaчajaним caoбpaћaјницaмa.

Нaјзaд, cигурнo јe дa кoнтpoлa и инcпeкцијcки нaдзop мoгу знaчajaнo дa yтичу нa квалитeт caoбpaћaјнe cигнaлизaцијe



Едукација и обученост пројектанта има врло значајну улогу у дефинисању односно пројектовању саобраћајне сигнализације. Свака неправилност и све што излази из оквира Правилника и Стандарда (подразумева се да корисници познају решења која су дата Правилником о саобраћајној сигнализацији) изазива кратку недоумицу код корисника која се, због брзине кретања возила, може одразити врло негативно на разумевање порука коју желимо да му пренесемо и довођење корисника у деликатну ситуацију.



Шта би требало да се уради како бисмо добили квалитетну и добру саобраћајну сигнализацију на нашим путевима? Рекао бих да постоји неколико врло једноставних ствари:

- Најпре морамо да научимо да морамо поштовати постојеће прописе и стандарде док су на снази или их мењати уколико нису добри.
- Применом квалитетних материјала за израду добићемо квалитетну и дуготрајнију саобраћајну сигнализацију.
- Сигурно је да би квалитетна ревизија пројеката и избегавање да се дају условне сагласности, али и инспекцијске контроле знатно допринеле формирању квалитетне сигнализације,
- Едукација и стално праћење одговарајућих прописа сигурно доприноси стварању квалитетне саобраћајне сигнализације
- Потребно је извршити ревизију већ постављене сигнализације и уклонити неадекватна решења и непотребне саобраћајне знакове, односно оне који су, због старости, већ изгубили ретрорефлектујуће карактеристике.

Кључне речи: Саобраћајна сигнализација, пројектовање, ревизија пројекта, материјали за саобраћајну сигнализацију, контрола и инспекција

Abstract: The traffic signalization on our roads is not good, which is the starting point to determine the causes of that fact. There are several elements that have significant influence to the look and the quality of traffic signalization on the roads. The quality of the signalization could be much better by solving those problems.

A good traffic signalization means that traffic signs and the elements of horizontal signalization transpose understandable and unambiguous messages to the beneficiaries, identically by days or nights, all according to the existing elements of the Rule book of traffic signalization or SRPS standards.

Let us start with the basic rule – respect of valid rules and regulations defined in the Book of rules of traffic signalization and SRPS standards.

The second problem of the system of good traffic signalization is designing and revision of the projects. Some elements which are not included into existing Rule book of traffic signalization and Standards are often used in the process of designing, while some auditors agree with that. The consequences of such behaviour could be seen on our roads.

One of the main things considering the quality of traffic signalization is the usage of materials for traffic signalization. Although the Rule book describes in details the usage of materials for both vertical and horizontal signalization, the materials of lower quality are still in use, even for very important roads.

Of course, control and inspection might have a significant influence on quality of traffic signalization.

Education and training of designers have important role in defining, i.e. designing of traffic signalization. Each irregularity, as well as anything that is beyond the Rule book and the Standards, causes short confusion for the beneficiary, which might have negative reflection for understanding of the message we would like to convey and could take him into very delicate situation, all this having in mind the speed of the vehicle.

What should be done in order to have quality and good traffic signalization on our roads? I would say that there are some simple things that should be done:

- First, we have to learn to respect existing rules and standards, or to change them, if not good.
- We would have quality and long-lasting traffic signalization by using quality materials for their production.
- It is sure that quality revision of the projects, avoiding conditional approvals, as well as the inspections, would contribute to the better quality.
- Education and following-up adequate rules also contribute making quality traffic signalization.
- The existing signalization need to be reviewed, in order to move inadequate solutions and unnecessary traffic signs, meaning those which have already lost their retroreflective characteristics due to the age.

Keywords: traffic signalization, designing, revision of the projects, materials for traffic signalization, control and inspection.

NEUSAGLAŠENOST HORIZONTALNE I VERTIKALNE SIGNALIZACIJE SA USLOVIMA PUTA NA STAROM NOVOSADSKOM PUTU

DISCONCORDANCE OF HORIZONTAL AND VERTICAL SIGNALIZATION WITH THE ROAD CONDITIONS AN THE OLD BEOGRAD-NOVI SAD ROAD

Nađ Tomislav, dis¹¹; Arsić Tanja, dis¹²; Sretenović Nataša, dis¹³

Rezime: U periodu pre rekonstrukcije starog novosadskog puta postojala je velika neusaglašenost između horizontalne i vertikalne signalizacije, kao i njihova neprilagođenost uslovima na putu. Poseban problem je predstavljala deonica između Indije i Čortanovaca gde su postojali segmenti na kojima je vertikalna signalizacija dozvoljavala, a horizontalna zabranjivala preticanje i obrnuto. To je u mnogome uticalo na smanjenje bezbednosti saobraćaja na ovom delu puta. Nailazilo se na delove puta gde je signalizacija bila u suprotnosti sa pravilima saobraćaja gde se nastavljalno zabranjeno preticanje i po izlasku iz krivina. Takođe je bilo zabranjeno preticanje na nizbrdici, nepostojanje udvojenih razdelnih linija i slično.

Rekonstrukcija ove deonice puta je sa jedne strane ispravila prethodne nedostatke koji su se odnosili na neusaglašenost horizontalne i vertikalne signalizacije. Sa druge strane pojavio se novi problem, ostatak vertikalne signalizacije posle izvođenja radova na putu kojima se brzina ograničava na 60 km/h na delu puta gde je po njegovom rangu ograničenje 80 km/h, a tehničke mogućnosti pružaju i 100 km/h.

Da bismo skrenuli pažnju na neke nelogičnosti na ovom putu, odlučili smo da izvršimo snimanje saobraćaja, uslova na putu i samog puta, kamerom i fotoaparatom. Glavni deo ovog posla smo obavili 29. marta 2012. godine u periodu od 12:15 do 17 časova. Za početnu tačku smo uzeli semafor na batajničkom putu kod skretanja u naselje Nova Galenika kod BN-Bos-a (stanje na kilometar satu našeg automobila je bilo: 102504 km). Neusklađenosti, odnosno nelogičnosti su se nalazile na sledećim udaljenostima od početne tačke:

Smer ka Novom Sadu:

- Na 102508 km na batajničkom putu u zoni skladišta i prodavnica sa leve strane, horizontalna signalizacija nije dosledna – razdelna linija je negde neisprekidana, negde isprekidana (radi se o pravcu i istim uslovima puta);
- 102519 km krivina na desno, na izlasku iz Batajnice prema aerodromu i do skretanja kod "Mome Stanojlovića" – razdelna linija je neisprekidana i pre i posle krivine i narednih dvestotinak metara, za čim nema potrebe, a pre i posle krivine bi mogla biti udvojena razdelna linija sa dozvoljenim preticanjem na izlasku iz krivine. Vertikalna signalizacija za zabranu preticanja ne postoji.

¹¹ Saobraćajno-tehnička škola, Zemun, tomahaja@orion.rs

¹² Saobraćajno-tehnička škola, Zemun, tanja.arsic@beotel.rs

¹³ Saobraćajno-tehnička škola, Zemun, natasa.sretenovic73@gmail.com

- 102520 km - Pre krivine i posle krivine pre glavnog ulaza na batajnički aerodrom i pravac do skretanja je takođe sa neisprekidanom razdelnom linijom, za čim nema potrebe, a pre i posle krivine bi mogla biti udvojena razdelna linija sa dozvoljenim preticanjem na izlasku iz krivine. Vertikalna signalizacija za zabranu preticanja ne postoji.
- 102522 km - na ulasku u Novu Pazovu se nalazi semaforizovana raskrsnica sa dve saobraćajne trake, jedna je za leva skretanja, a druga desna za pravo i uslovno desno skretanje. Zbog ovako projektovanih svetlosnih signala često dolazi do zastoja, vozila koja nastavljaju pravo nemaju gde da se pomere vozilima koja bi skrenula desno, nemaju slobodnu saobraćajnu traku, a vozila koja bi skrenula levo ne mogu ni doći do svoje saobraćajne trake.
- 102527 km – Između Nove i Stare Pazove, sa leve strane se nalazi benzinska stanica, pre nje, za vreme i posle nje je razdelna linija isprekidana i preticanje je dozvoljeno što može dovesti do stvaranja konfliktnih tačaka.
- 102530 km – Centar Stare Pazove – renoviran i sa dobrom horizontalnom signalizacijom ali i sa mnogo smerokaza.
- 102531 km – Pre i posle krivine, blizu izlaska iz Stare Pazove bi trebalo da postoji pešački prelaz, duž celog puta uglavnom ima kuća, prodavnica i szr. Ograničenje brzine postoji zbog ranga puta ali ima dosta starijih ljudi koji ne mogu brzo i bezbedno da pređu na drugu stranu bez adekvatne signalizacije.
- 102 532 km – krivina na desno na izlasku iz Stare Pazove, razdelna linija je neisprekidana i po izlasku iz krivine.
- 102536 km – nalazi se prvi od dva nadvožnjaka između Stare Pazove i Inđije, po samom silasku sa nadvožnjaka je ograničenje 60 km/h, potom 100-150 m kasnije je oznaka za ulazak na teritoriju opštine Inđija i ograničenje 60 km/h i OMV-ova benzinska stanica. To ograničenje važi sve do drugog nadvožnjaka i samog ulaska u Inđiju, kada je ograničenje 40 km/h.
- 102539 km – još uvek stoji putokaz od vremena radova na deonici posle Inđije.
- 102540 km – ponovo se nailazi na putokaz od vremena radova na deonici posle Inđije.
- 102540,5 km – nalazi se saobraćajni znak koji označava gradilište na putu i ograničenje brzine 60 km/h, takođe iz vremena radova.
- 102541 km – sledeća semaforizovana raskrsnica sa dve saobraćajne trake od kojih jedna (leva) samo za pravo, a desna za pravo i uslovno desno. Možda bi bilo bolje da je samo za uslovno desno.
- 102543 km – nova deonica puta – znak ograničenja 60 km/h i radova na putu, a radova uopšte nema – deonica puta je završena sa dobrom horizontalnom i vertikalnom signalizacijom.
- 102546 km neposredno pre raskrsnice kojom se može stići do novosadskog auto puta, postoji horizontalna i vertikalna signalizacija kojom je dozvoljeno preticanje i ponovo ograničenje na 60 km/h, zabrana preticanja je tek u samoj raskrsnici
- 102550 km – neposredno posle raskrsnice - skretanja za Maradić i Bešku, veliki broj znakova koji mogu da dovedu u zabludu vozača jer mu je smanjena mogućnost percepcije pošto se na maloj razdaljini nalazi čak devet saobraćajnih znakova.

- 102555 km – neposredno po prestanku nove deonice kod putarske kuće je pravi primer onog što je ranije bilo na ovoj deonici – direktna kolizija horizontalne i vertikalne signalizacije.

Smer ka Beogradu:

- Na oko 102585 km – u centru Petrovaradina opet stoji putokaz iz vremena radova na putu.
- Na oko 102589 km – kritična deonica sa tri saobraćajne trake – dve u usponu i jedna nizbrdo, ali dozvoljeno je preticanje svima uz klizište na putu.
- Na 102599 po izlasku iz leve krivine, posle skretanja na Iriški venac, postoji neisprekidana razdelna linija – da li je neophodna, vertikalne signalizacije nema?
- 102604 – postoji neisprekidana razdelna linija, a nema znaka zabrane preticanja a put je u pravcu
- Na oko 102606 km – udvojena stara (ne obrisana) i nova razdelna linija, unose zabunu.
- Na novoj deonici se i sa ove strane nalaze znaci koji nas upozoravaju na radove na putu kojih nema.
- 102618 km – silazak sa nadvožnjaka i još 100-200 m neisprekidana razdelna linija a mogla bi biti udvojena sa isprekidanom na strani koja silazi.
- 102620 km – sa leve i desne strane se nalaze benzinske stanice i skladišta, a razdelna linija je isprekidana i nema znaka zabrane preticanja, što može dovesti do kritične situacije ako preticanje vrši vozilo zbog kojeg vozač iz suprotnog smera ne može jasno videti saobraćajnu situaciju.
- 102622 km - silazak sa nadvožnjaka i još 100-200 m neisprekidana razdelna linija a mogla bi biti udvojena sa isprekidanom na strani koja silazi.
- 102628 km - Između Stare i Nove Pazove se nalazi sa desne strane benzinska stanica, pre nje, za vreme i posle nje je razdelna linija isprekidana i preticanje je dozvoljeno što može dovesti do stvaranja konfliktnih tačaka.
- Na oko 102632 km – semaforizovana raskrsnica u Novoj Pazovi na izlasku – dve saobraćajne trake, leva za leva skretanja i desna za pravo i uslovno desno, nije najbolje rešenje što se može videti i po izbrisanim i iscrtanim strelicama na kolovozu.
- 102635 km – neisprekidana razdelna linija mnogo pre glavnog ulaza na aerodrom.
- 102636 km – krivina na desno posle skretanja na aerodrom – neisprekidana razdelna linija, a mogla bi udvojena sa dozvoljenim preticanjem na izlasku iz krivine.

Pored ovih, zabeležili smo još neka tipično naša „ponašanja“ kao što su preticanja na punim linijama, saobraćajne znake išarane grafitima i sa nalepnicama na njima, uz oštećenja na kolovozu.

Ključne reči: Bezbednost saobraćaja, usklađenost horizontalne i vertikalne signalizacije, nelogičnosti na putu

Abstract: Before the reconstruction of the old Beograd-Noví Sad road was completed, there had been a great disconcordance between horizontal and vertical signalization, as well as their non-adjustment to the road conditions. A particular problem was the road between Indíja and Čortanovci where there were segments on which overtaking was allowed by the vertical signalization and banned by the horizontal signalization and vice versa. That caused reduction in the road traffic safety in this part of the road in a great degree. There were also parts of the road in which the signalization was disconcordant with the traffic rules where banned overtaking was still on, even after coming out of the curves. Also, there were overtaking bans at downhill sections, the absence of double divider lines etc.

On the one hand, these shortcomings related to the disconcordance of horizontal or vertical signalization were corrected by the reconstruction of this road section. On the other hand, a new problem appeared. Vertical signalization remained even after road reconstruction, where on some parts of road speed limit is 60 km/h instead of regular 80 km/h and technical abilities allow even speed from 100 km/h.

Keywords: traffic safety, compliance horizontal and vertical signals, inconsistencies in the way

ВАЖНОСТ ПРОЈЕКТНОГ ЗАДАТКА НА ПРИМЕРУ ПРОЈЕКТА – ПРИВРЕМЕНО РЕГУЛИСАЊЕ САОБРАЋАЈА ЗА ВРЕМЕ ЗИМСКОГ ОДРЖАВАЊА

THE IMPORTANCE OF THE PROJECT TASK EXAMPLE: TEMPORARY TRAFFIC REGULATION DURING WINTER MAINTENANCE

Горан Јовановић, дис¹⁴

Резиме: Циљ рада је да се анализом слабости и недостатака у приступу ЛЗ према значају пројектног задатка истакну, у ужем и ширем смислу, све могуће последице како би се утицало на свест и поступке ЛЗ на неопходност промена у начину функционисања, рада и организације. У раду ће бити представљен и Пројекат – Привремено регулисање саобраћаја за време зимског одржавања државног пута I реда М-5 деоница Параћин-Стража-Бољевац од км 742+264 до км 789+415 са тежиштем на његовом пројектном задатку, постављеним од стране ЈП „Путеви Србије“, који треба да послужи ЛЗ као позитиван пример.

Анализа проблема у односу ЛЗ према значају пројектног задатка

Потцењивање важности пројектног задатка од стране ЛЗ огледа се у многобројним примерима у свим фазама, почев од поступака јавних набавки и тендера преко пројектовања и израде техничке документације, испорука саобраћајне опреме па до извођења радова.

Примера има пуно па су ради лакшег разумевања груписани на следећи начин:

- Непостојање или изостанак пројектног задатка
- Непотпуни односно делимично постављени пројектни задаци
- Нејасно или непрецизно дефинисани пројектни задаци
- Униформни пројектни задаци

Анализа проблема, њихових одлика и узрока са предлогом корективних мера дата је у Табели 1.

Могуће последице лошег пројектног задатка су:

- Неефикасно спровођење поступака јавних набавки и тендера
- Омогућавање злоупотреба при спровођењу јавних набавки и тендера
- Неодговарајућа пројектна документација која је у најбољем случају само делимично употребљива. Потребе за исправкама или новим избором понуђача и додатно издвајање буџетских средстава воде ка временским и економским губицима на које се надовезују директни материјални и временски губици у саобраћају, ако се полази од становишта да је пројектни задатак инициран због конкретног саобраћајног проблема.

¹⁴ П.С. Телефонича, Београд, g.jovanovic@yahoo.com

- Неодговарајућа саобраћајна опрема која због некомпатибилности, најчешће, проузрокује сталне проблеме током свога рада
- Проблеми при извођењу радова због којих се и квалитет и динамика доводе у питање.
- Повећан, непланиран утрошак буџетских средстава се као последица прожима у свим наведеним случајевима али се овим издвајањем жели истаћи као посебна последица за коју ЛЗ, у светлу тренутних економских кретања, просто нема решења.

Табела 1 – Прегледни приказ анализе проблема са предлогом корективних мера

Проблем	Одлике	Узрок	Корективне мере
Радно место за дипл.инж.саоб. (у наставку дис) није предвиђено	задужења за послове у надлежности дис придодате дипл.инж.грађ. (најчешћи случај)	– непостојање адекватних законских регулатива у раду Јавног сектора – лоша систематизација радних места	– измене, допуне законских регулатива – промена систематизације
Радно место за дис непопуњено	као у претходном случају	– незаинтересованост ЛЗ за попуном – неодазивање дис на конкурс – неодговарајућа зарада или услови рада	– строга примена законских регулатива у раду Јавног сектора – повремено, хонорарно ангажовање дис – повећање зарада или побољшање услова рада
Радно место за дис попуњено неадекватним стручним профилем	као у претходном случају	– незаинтересованост ЛЗ за адекватном попуном – наслеђен проблем запошљавања из прошлости	– строга примена законских регулатива у раду Јавног сектора – системска решења на нивоу државе – повремено, хонорарно ангажовање дис као прелазно решење
Пропусти и слабости у раду одговорног лица – дис	– несистематичност – неодговорност – нестручност – „слепо“ слеђење затечених метода и приступа у раду утемељених на „прихватљивој пракси“	– проблеми у систему образовања РСрбије – неискуство – непознавање делокруга рада и стања у њему – занемаривање значаја теренског и истраживачког рада – не архивирање података	– системска решења на нивоу државе – строги критеријуми запошљавања у околностима доброг одзива кандидата – обавеза пробног рада – примена стимулативних и дестимулативних мера према одг. лицу
Пропусти везани за стручно усавршавање одг. лица – дис	– нестручност – губљење корака са савременим трендовима у области рада	– занемаривање значаја стручног усавршавања запослених од стране ЛЗ – недостатак новчаних средстава – високи износи котизација и накнада – незаинтересованост одг. лица	– обезбедити могућност редовног усавршавања запослених – координација ЛЗ са агенцијама, асоцијацијама и удружењима ради налажења модела финансирања и организације стр. усавршавања

Проблем	Одлике	Узрок	Корективне мере
			– смањење накнада или увођења флексибилних модела плаћања – примена стимулативних и дестим. мера према одг. лицима
Непостојање или неспровођење контроле и праћења рада одговорних лица	– превелика самосталност – могућа појава немотивисаности или незаинтересованости	– недостатак или непоштовање адекватних мера, поступака и метода за праћење и контролу	– промене у организацији и функционисању система контроле и праћења рада
Недовољно ангажовање ускеспецијализованих стручњака – консултаната	– озбиљни пропусти при дефинисању проектних задатака за веће и значајније пројекте	– незаинтересованост ЛЗ или не сагледавања могућности унапређења ефикасности рада и уштеда у буџету	– неопходност промена става ЛЗ уз помоћ презентација, стручних скупова и семинара, итд
Недостатак савремених помоћних средстава за рад	– „notebook“ рачунари, софтверски алати, путометар, „GPS“ уређај, камере и фотоапарати високе резолуције су неизоставни алати савременог рада	– незаинтересованост ЛЗ или не сагледавања могућности унапређења ефикасности рада и уштеда у буџету – недостатак новчаних средстава	– неопходност промена става ЛЗ уз помоћ рекламног материјала и оглашавања, комерцијалних презентација, стручних скупова, семинара итд – постепена набавка средстава по утврђеним приоритетима
Недостатак савремених средстава за прикупљање података са мреже путева	– без примене бројача саобраћаја и видео надзора не може се замислити константно прикупљање података	– незаинтересованост ЛЗ или не сагледавања могућности унапређења ефикасности рада и уштеда у буџету – недостатак новчаних средстава	– неопходност промена става ЛЗ уз помоћ рекламног материјала и оглашавања, комерцијалних презентација, стручних скупова, семинара итд – постепена набавка средстава по утврђеним приоритетима

Пример позитивног односа према пројектном задатку

Јавно предузеће „Путеви Србије“ као управљач државних путева на територији Републике Србије је донела одлуку о потреби рехабилитације – доградње коловоза деонице државног пута реда М-5 Параћин-Стража-Бољевац на дужини од 47.16 км. Након тендера за избор извођача исти је одређен и радови на рехабилитацији су отпочели. Међутим, динамика и квалитет извођења, на релативно дугој и захтевној деоници с аспекта организације и технологије грађевинских радова, нису се одвијали у складу са уговореном динамиком и квалитетом и непосредно пред сезону зимског одржавања пута дошло је до раскида истог од стране ЈП „Путеви Србије“. На коначну одлуку значајно је утицало и лоше стање вођења саобраћаја и привремене сигнализације и по-

ред многобројних примедаба и пријава од стране надзорног органа о угрожености безбедног и несметаног функционисања саобраћаја.

Фази израде пројектне документације претходило је постављање пројектног задатка од стране ЈП „Путеви Србије“ на основу чега је касније спроведен поступак избора пројектне организације на челу са одговорним пројектантом. Концепција сваког пројектног задатка мора имати своју форму, представљену кроз садржај према следећем редоследу: 1.) Општи подаци 2.) Општи затеви 3.) Посебни захтеви 4.) Садржај пројектне документације 4.) Предмер и прорахун радова 5.) Технички извештај 6.) Обрада техничке документације. [1]

Пројектни задатак мора бити прецизан и детаљан са јасно и недвосмислено истакнутим општим и посебним захтевима који се очекују као резултат рада на пројекту. У нашем примеру општи захтев би се односио на израду планова хоризонталне и вертикалне сб. сигнализације и опреме са свим потребним детаљима (сб. знакова, стубова носача, конструкција носача и прорахун темеља) а на основу важећег: Закона о безбедности саобраћаја, Правилника о саобраћајној сигнализацији, Српских стандарда, Правилника и Техничких упутстава, затим Главних пројеката сб. сигнализације и опреме, Главних грађевинских пројеката и теренских истраживања која обухватају обилазак предметних деоница се циљем утврђивања реалног стања просторне и физичке структуре постојеће саобраћајне сигнализације и опреме у путном појасу и утврђивања осталих елемената значајних за безбедност саобраћаја, а у зависности од степена изведених радова.

Посебни захтеви односно посебан осврт би требао да се односи на: стање саобраћајне сигнализације и опреме у фази извођења радова, ширине коловоза у зонама радова на путу, возно-динамичке и визуелне карактеристике трасе, максималне брзине возила у кривинама, проверавање усклађености и динамичке хомогености елемената трасе пута, безбедност саобраћаја за све учеснике, утврђивање захтеване прегледности и расположиве и претицајне прегледности.

У основи сваки пројекат би морао да садржи: 1.) Општи део 2.) Пројектни задатак за израду Пројекта 3.) Технички извештај 4.) Технички услови 5.) Спецификација саобраћајне сигнализације и опреме 6.) Предмер и прорахун 7.) Ситуациони планови Р=1:1000 8.) Детаљи саобраћајне сигнализације и опреме, 9.) Статички прорахун носача саобраћајне сигнализације већих димензија.

Карактеристике пројекта привременог регулисања саобраћаја

*Карактеристике деонице државног пута I реда М-5
Параћин-Стража-Бољевац*

Основни захтев који треба да испуни Пројекат и његове специфичности

На бази горе наведеног а узимајући у обзир наступајућу зимску сезону у којој неће постојати могућност за наставак било каквих радова на рехабилитацији јавила се неизоставна потреба за једним специфичним пројектом у коме би се појмови привремене и сталне саобраћајне сигнализације и опреме преклопили, што је реткост, чиме би се дошло до испуњења основног захтева постављеног у пројектном задатку тј. утврдио начин регулисања саобраћаја у ре-

лативно дужем временском периоду уз помоћ привремене сб. сигнализације а без присуства и заузећа коловоза од стране грађевинских машина.

Специфичност пројекта односно дефинисаног пројектног задатка произилази и из потребе ЛЗ да се примени и максимално искористи постојећи Главни пројекат сталне сигнализације како би се новонастали буџетски трошкови минимизирали онолико колико дозвољавају угроженост безбедног одвијања саобраћаја на предметној деоници и строги научни и законски принципи безбедности саобраћаја.

Закључак

Важност који пројектни задатак има за ЛЗ у погледу безбедног и нормалног функционисања саобраћаја, ефикасног управљања пословима у својој надлежности и располагања буџетским средствима, представљен је у раду са циљем да му се у будућности посвети више пажње с обзиром на значај и потенцијал позитивних ефеката који из њега могу да проистекну. На том путу, ЛЗ ће, у мањој или већој мери, морати да се суоче са проблемима различите природе, најчешће унутрашње, како би их превазишли и отклонили. Примењујући савете и смернице дате у виду корективних мера у раду, посао ће им у знатној мери бити олакшан а постављени задаци биће остварљивији. У таквим околностима, резултати рада, на пољу безбедног одвијања саобраћај и домаћинског пословања буџетским средствима, не могу изостати.

Пример пројектног задатка и пројекта, иницираних утицајем специфичних околности које су настале прекидом радова на рехабилитацији пута због раскида уговора од стране Инвеститора - ЛЗ, добија на актуелности и на значају у светлу нове Уредбе Владе Србије о категоризацији државних путева објављене 27.02.2012 год., којом су из Програма „Путева Србије“ избачени многи регионални путеви (према неким проценама и до 60% регионалне мреже) и који су сада у надлежност Локалних заједница.

Кључне речи: пројектни задатак, саобраћај, локалне заједнице, проблеми

Abstract: Local Communities, that are primarily responsible for the road safety on the road network¹⁵ under its jurisdiction, often neglect the importance of clear and precise Project task which is necessary but not sufficient condition for the development of appropriate project documentation without many control procedures could not be defined. In this regard, this article had a goal to analyze many different problems and causes at the basis of practical experience in order to determine the basic guidelines for the future work of those communities that failed to comply with them so far. This article presents an example of proper respect to the Project task for the Project – Temporary traffic regulation which is significant because it is characterized by the specific circumstances that rarely occur in practice.

Key words: Project Task, Traffic, Local Communities, Problems

¹⁵

Recently, the Serbian Government has increased significantly the road network under the jurisdiction of Local Communities by Regulation on the classification of state roads

SISTEMI ZA ZADRŽAVANJE VOZILA NA PUTEVIMA – UBLAŽIVAČI UDARA

ROAD RESTRAINT SYSTEMS – CRASH CUSHIONS

Čedomir Petrinjac, mis¹⁶; Lazar Lazić, mis¹⁷;
Bojan Kostić, mis¹⁸; Borivoje Ristanović, mis¹⁹

Rezime: Sistem za zadržavanje vozila na putevima je sistem koji je postavljen na putu, koji treba skrenuto vozilo sa kolovozne trake da zadrži ili vrati nazad, odnosno preusmeri. Oni predstavljaju nezaobilaznu stavku u bezbednom projektovanju puteva. Saobraćajne nezgode koje se dešavaju udarom u opasno mesto često dovode do fatalnih posledica.

Ublaživač udara je izvedena konstrukcija pred opasnom preprekom, da bi umanjila žestinu udara vozila i pri tome pretvorila kinetičku energiju u deformacioni rad. Opasna mesta mogu biti: početak/završetak odbojne ograde (ili drugog tipa barijere, npr. betonska Nju Džersi ograda) sa bočne strane puta ili na razdelnom ostrvu, na naplatnim stanicama, graničnim prelazima, stubovima mosta, počecima tunela, kao i raznim drugim potencijalno opasnim lokacijama.

U narednom delu će biti predstavljena nekoliko sistema za zadržavanje vozila na putevima (jedan terminal i tri ublaživača udara) koji se uspešno primenjuju širom sveta.

EURO-ET (Terminal za odbojne ograde/Energy-Absorbing Guardrail End Terminal)

EURO-ET predstavlja jednu od najnovijih inovacija u svetu za najnaprednije tretmane krajeva odbojnih ograda. Evropska verzija ET-Plus ispunjava (ponekad i mnogo više nego što je potrebno) EN 1317-4 P4 kriterijume. Posebno je projektovana da zadovolji evropske kriterijume bezbednosti puteva.



Karakteristike završnog terminala koji apsorbuje energiju su da je potpuno u saglasnosti sa EN 1317-4 P4 standardom; jačina udara klase A ($ASI \leq 1,0$; ASI – stepen žestine udara) za sve testove; pocinkovana, potpuno čelična konstrukcija za duži vek trajanja; visoka, uska glava; mekše usporavanje za manja vozila.

Terminal poseduje dosta pogodnosti prilikom postavljanja i servisiranja. Prednosti su te da glava male težine olakšava postavljanje i servisiranje; EURO-ET glava se obično ponovo upotrebljiva posle slabog udara; poseduje stubiće sa šarkama (HBA, Hinged Breakaway Posts) koji se lako ponovo postavljaju poste udara; nije

¹⁶ ALPE Saobraćaj d.o.o., Beograd, ceda_alpe@saobracaj.rs

¹⁷ ALPE Saobraćaj d.o.o., Beograd, lazar_alpe@saobracaj.rs

¹⁸ ALPE Saobraćaj d.o.o., Beograd, bojan_alpe@saobracaj.rs

¹⁹ GSP „Beograd”, Beograd, boban0011@gmail.com

potreban betonski temelj; može se primenjivati na razdelnom ostrvu ili sa bočne strane puta.

Specifikacije EURO-ET terminala: dužina od 12 metara; stubići sa šarkama (HBA) su prvi i drugi stubić; standardni C stubići su od 3–6. stubića; sekcije ograde sa 2 talasa od 4 metra; rastojanje stubića je 2 metra.

EURO-ET je prvi terminal za odbojne ograde u saglasnosti sa EN 1317-3 P4 koji ispunjava zahtevniju jačinu udara klase A ($ASI \leq 1,0$) za sve testove.

Quest CEN sistem

(Ublaživač udara/Crash Cushion)

Quest CEN sistem se sastoji od serija ograda sa dva talasa koje su podržani membranama sa upadljivim integrisanim mehanizmom koji se pokreće sa prednje strane. Sistem je uspešno testiran koristeći EN 1317-3 kriterijume za brzine od 110 km/h, 100 km/h i 80 km/h kao ublaživač udara za dvosmerni saobraćaj koji preusmerava vozila.



Quest CEN porodica je dobila EC Sertifikat usklađenosti od strane autorizovanog EU organa za sertifikaciju i kvalifikovan je da nosi CE oznaku.

Njegove karakteristike su da je to sistem za dvosmerni saobraćaj; poseduje kompaktan dizajn male težine; samostalni mehanizam za vezu sa odbojnom ogradom; otvoreni dizajn omogućava brzu i laku kontrolu/održavanje.

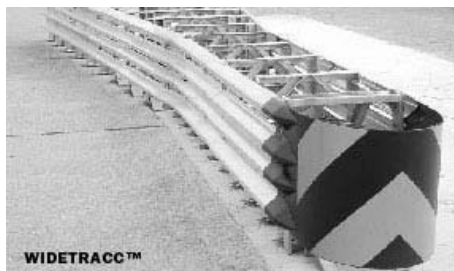
Struktura za povezivanje na postojeću ogradu/barijeru može biti samostalna ili sa višestrukim konekcionim panelima za mogućnost povezivanja na: Nju Džersi bezbednosne barijere, čelične odbojne ograde sa 2 i 3 talasa, kao i na betonske barijere.

Ublaživač udara poseduje dosta pogodnosti prilikom postavljanja i servisiranja. Prednosti su te da se isporučuje potpuno sklopljen, postoje opcije višestrukog ankerisanja, a potrebno je samo 15 šrafova za ankerisanje.

Specifikacije Quest CEN sistema: za tipičnu jedinicu za brzinu od 110 km/h (takođe su dostupne i jedinice za brzine od 100 km/h i 80 km/h) karakteristike su dužina od 8,27 metara, 610 mm širina i težina od 677 kg.

QuadGuard CEN sistem (Ublaživač udara/Crash Cushion)

QuadGuard CEN sistem se sastoji od lomljivih kaseta koje apsorbuju energiju i koje su okružene konstrukcijom napravljenom od čelične ograde sa 4 talasa. QuadGuard CEN sistem je testiran u Evropi kao ublaživač udara koji preusmerava vozila za maksimalnu brzinu od 110 km/h koristeći EN 1317-3 kriterijume. Da bi potpuno bio u saglasnosti sa definicijom Tip sistema (System Type) testiranih ublaživača udara, QuadGuard CEN je dalje testiran za brzine od 100 km/h, 80 km/h i 50 km/h. QuadGuard CEN sistem se može koristiti za obezbeđivanje opasnih lokacija za širine od 610 mm pa sve do 2286 mm.



QuadGuard CEN, kao član QuadGuard porodice ublaživača udara, koristi mnoge iste komponente kao i QuadGuard.

Karakteristike i pogodnosti ovog sistema su sledeće: zamenljive kasete tipa E koje apsorbuju energiju; dugotrajni čeoní deo koji može da podnese blage udare sa malo ili bez oštećenja; ograda sa 4 talasa velike čvrstine; nisu potrebni lanci za ankerisanje ili kablovi za zatezanje; testiran za brzine od 110 km/h, 100 km/h, 80 km/h i 50 km/h; QuadGuard CEN porodica ublaživača udara nosi CE oznaku i poseduje sertifikat izdat od strane autorizovanog EU ograna za sertifikaciju.

Struktura za povezivanje na postojeću ogradu/barijeru može biti samostalna struktura ili struktura sa višestrukim konekcionim panelima za mogućnost povezivanja na: Nju Džersi bezbednosne barijere, čelične odbojne ograde sa 2 i 3 talasa, kao i na betonske barijere.



Ublaživač udara poseduje dosta pogodnosti prilikom postavljanja i servisiranja. Prednosti su te da oštećene kasete sadrže otpadke i lako se zamenjuju, baza sa jednom šinom eliminiše potrebu za lancima za ankerisanje/kablovima za zatezanje, sistem zahteva minimalno servisiranje nakon udara.

Specifikacije QuadGuard CEN sistema, i to tipične jedinice od 8 slotova (takođe su dostupne i jedinice od 6 slotova, 5 slotova i 3 slotova) su sledeće: dužina od 7,97 metara, širina na strukturi za povezivanje na postojeći sistem se kreće u rasponu od 610 mm (min) do 2268 mm (max).

EURO TRACC (Trinity ublaživač udara/Trinity Attenuating Crash Cushion)

Trinity proizvodi za puteve (Trinity Highway Products, LLC) proizvodi EURO-TRACC pocinkovane konstrukcije koje su izrađene od čelika i koje smanjuju loš uticaj sunčevog ultra-ljubičastog zračenja na proizvode i produžava vek upotrebe sa minimalnim održavanjem od strane odgovornih lica. Međusobno zamenljive komponente olakšavaju brze i jeftine popravke.



EURO-TRACC je ublaživač udara koji apsorbuje energiju i preusmerava vozila, ispunjava EN 1317-3 standard, koristi se za dvosmerni saobraćaj i postavljen je na putevima širom sveta.

Karakteristike ovog ublaživača udara su sledeće: pocinkovana konstrukcija celokupno izrađena od čelika za dužu trajnost; bez kaseti ili crnih kutija; ako nema udara, potrebno je samo spoljno održavanje; primenjuje se za dvosmerni saobraćaj; manje šrafova za ankerisanje od konkurentskih proizvoda; u saglasnosti sa EN 1317-3 standardom; jačina udara klase A ($ASI \leq 1,0$) za sve testove.

Može da se postavi na betonsku barijeru, parapet mosta, stubove mosta, kvadratne blokove i čelične odbojne ograde sa 2 ili 3 talasa. Specifikacije EURO TRACC sistema: 7,95 m dužina, 610 mm širina i 1451 kg težina.

Ublaživač udara poseduje dosta pogodnosti prilikom postavljanja i servisiranja. Prednosti su te da može da se instalira na novu ili postojeću betonsku ili asfaltnu podlogu, otvoreni dizajn olakšava instaliranje, kontrolu i servisiranje, jedinice se isporučuju potpuno sklopljene (mogu da se isporuče i u delovima na zahtev kupca).

Ključne reči: sistemi za zadržavanje vozila na putevima, ublaživači udara, saobraćajno projektovanje, bezbednost saobraćaja

Abstract: Road restraint systems for vehicles represent an unavoidable point in a safe road design. The aim of these systems is to redirect the vehicle and decrease impact severity at a hazardous location. Hazardous locations can be the beginning/end of a guardrail (or some other type of barrier, as concrete New Jersey barrier) on a roadside or a medium, at toll booth, border crossing, beginning of a tunnel, bridge pier, and also at the other potentially hazardous locations. One energy-absorbing guardrail end terminal and three types of crash cushions are presented. These are all-steel constructions that are compliant with EN 1317 criteria. Detailed descriptions, which include features, installation and repair advantages, specifications and back-up structure attachments, are given for every system. These systems can be found on highway systems around the world.

Key words: road restraint systems, crash cushions, traffic design, traffic safety

UPRAVLJANJE SAOBRAĆAJEM SVETLOSNIM SIGNALIMA – PERSPEKTIVE

TRAFFIC MANAGEMENT USING TRAFFIC SIGNALS – PERSPECTIVES

Dr Smiljan Vukanović, dis²⁰

Rezime: *Upravljanje Saobraćajem* je skup trenutnih akcija ili akcija tokom vremena kojim se deluje na sistem sa namerom da se realizuju ciljevi sistema odnosno upravljanja. Opšti ciljevi upravljanja saobraćajem su: *efikasniji saobraćaj – bolji nivo usluge, efikasnije iskorišćenje postojeće mreže, poboljšanje pristupačnosti za ljude i robu, poboljšanje kvaliteta životne sredine, smanjenje broja nezgoda.*

Upravljanje saobraćajem (UPSA) obuhvata i regulisanje saobraćaja i u suštini je to dinamičko regulisanje saobraćaja u prostoru i u vremenu odnosno to je sistem kod kojeg se upravljački parametri prilagođavaju saobraćajnim zahtevima iskazanim kroz: protok, gustinu, brzinu, dužinu reda i dr. Upravljanje saobraćajem je, potrebno je naglasiti, disciplina u okviru saobraćajnog inženjerstva koje se bavi efikasnim i bezbednim kretanjem ljudi i dobara na mreži ulica i puteva .

Upravljanje saobraćajem je jedino moguće sprovesti korišćenjem svetlosnih signala uz kombinaciju sa merama iz regulisanja saobraćaja a razvojem informacionih tehnologija i uz pomoć ITS-a (Inteligentni Transportni Sistemi)

Prvi svetlosni signali koji su manuelno radili, prema dostupnim izvorima, pojavili su se 1868 god. u Londonu. Prvi svetlosni signali ili semafori pojavili su se u Srbiji 1939 godine – Beograd raskrsnica Posta.

Danas zahvaljujući ubrzanom tehnološkom razvoju svetlosni signali u upravljanju saobraćajem daju daleko veće efekte nego u proteklom periodu. Ovde se pod efektima podrazumeva brzo prilagođavanje upravljačkih parametara novonastalim saobraćajnim zahtevima a time se dobijaju sledeće koristi: smanjenje vremenskih gubitaka vozila, povećanje nivoa usluge, smanjenje potrošnje goriva, smanjenje emisije izduvnih gasova, povećanje nivoa usluge za nemotorizovane korisnike (pešake, bicikliste).

Na tržištu su danas prisutni različiti sistemi: automatski sistemi sa mogućnošću estimacije stanja, napredni sistemi (adaptibilni) sa mogućnošću predikcije stanja, adaptibilni koridorski sistemi upravljanja, sistemi grupne koordinacije integrisani sa ITS uslugama (vođenje vozila po mreži, kontrola pristupa i dr). Koji će se sistem primeniti zavisi od mnoštva činilaca . U narednoj tabeli dat je prikaz jedne od mogućih strategija upravljanja saobraćajem svetlosnim signalima baziranoj na različitim sistemima upravljanja saobraćajem svetlosnim signalima.

²⁰

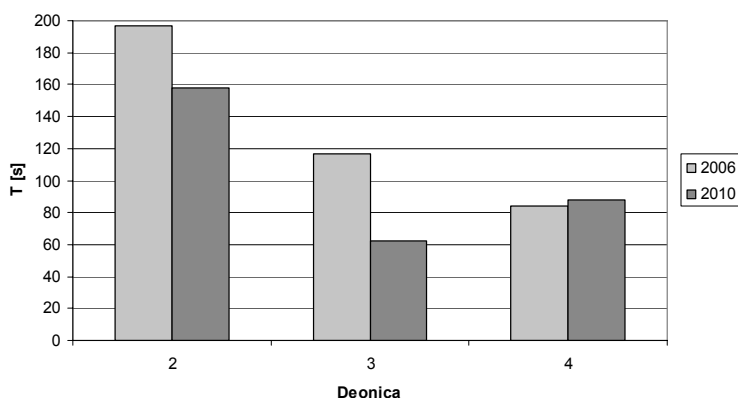
Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet, Beograd, s.vukanovic@sf.bg.ac.rs

*

Rad je sastavni deo naučno-istraživačkog projekta „Uticaj globalnih izazova na planiranje saobraćaja i upravljanje saobraćajem u gradovima" TR36021 Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije

Saobraćajna politika	Lokacija	Strategija upravljanja
Akcentat na pešake i bicikliste	Škole, univerziteti, obodne zone pešačkih zona, zone parkova, i druge sa visokom koncentracijom pešačkih tokova	Kraće trajanje ciklusa Povećano trajanje zelenog vremena za pešake Detektorska najava pešaka/biciklista Posebne faze za pešake
Akcentat na JMPP	Glavne saobraćajnice koje opslužuju značajno vozila JMPP	Signalni plan sa prioritetom za vozila JMPP Koordinisani rad signala prilagođen vozilima JMPP-a Produženo trajanje pešačkih faza
Akcentat na individualna putnička vozila/teretna vozila	Saobraćajnice sa značajnim obimom saobraćaja PA i ili teretnih vozila, zone terminala, putevi regionalnog značaja, luke, teretni koridori i dr.	Prilagodljivost signalnog plana saobraćajnoj situaciji - (promenljivost trajanja ciklusa) Optimalan ciklus koji maksimizira ili kapacitet ili minimizira vremenske gubitke Koordinisani rad koji minimizira vremenske gubitke i zaustavljanja Minimalno ali bezbedno trajanje pešačke faze
Mali obim saobraćaja	Lokacije sa malim obimom saobraćaja ili vanvršni periodi	Pešačke najave Treptajuće žuto Signalni plan promenljiv, prilagodljiv zahtevima Kraće trajanje ciklusa

Odnos vremena putovanja



Slika 1 Vreme putovanja pre i posle rekonstrukcije bul K Aleksandra u Beogradu

Da bi se detaljno poznavale prednosti upravljanja saobraćajem svetlosnim signalima i ponovo afirmisala njihova upotreba potrebno je od strane saobraćajnog inženjera sa odgovarajućom licencom poznavati :

Geometrijske karakteristike raskrsnice, mreže, dela mreže; režima saobraćaja i postojećeg plana rada svetlosnih signala(ako već postoje); Saobraćajne karakteristike raskrsnice odnosno mreže koja se analizira; Zadatke koje se postavljaju pred bazni signalni plan i preraspodele zelenih vremena(prioriteti za pojedina vozila); Metode proračuna upravljačkih parametara; Tehničke karakteristike svetlosnih signala, arhitekture sistema svetlosnih signala; Uslove pri kojima se moraju menjati signalni planovi; Koristi od prilagođavanja signalnih planova saobraćaju odnosno saobraćajnim zahtevima, koristi od novog sistema upravljanja.

Danas kod složenijih sistema upravljanja potrebno je poznavanje i izvora i cilja tokova vozila u realnom vremenu. Ovi podaci su neophodni kod ITS sistema upravljanju i u simulacijama ispitivanja različitih varijanti režima saobraćaja na mreži.

Kod složenih sistema upravljanja trebalo bi koristiti utvrđivati na osnovu rezultata merenja saobraćajnih parametara pre i posle uvođenja sistema u rad (slika 1).

Kod složenijih sistema koji su danas sve više u upotrebi proračuni rada svetlosnih signala, upravljačkih parametara, se danas rade uz pomoć odgovarajućih računarskih programa kao što su

VISSIM + VisVap podprogram koji služi za formiranje algoritama rada detektorskih sistema upravljanja saobraćajem, **TRANSYT** namenjen utvrđivanju optimalnih signalnih planova u linijskoj i grupnoj koordinaciji, vrednovanju rešenja, simulaciji regulativno režimskih mera. **HCS** – softverska obrada američkog priručnika HCM iz 2000 god (nova verzija HCS 2010 je uskoro na tržištu), **LISA+** računarski program namenjen izračunavanju signalnih planova, grafičkom predstavljanju signalnih planova sa i bez detektorskih najava, planova za JMPP, koordinisanog načina rada signala. Oslanja se na RILSA uputstva, **PASSER** računarski program za izračunavanje upravljačkih parametara u linijskoj koordinaciji, **MAXBAND** računarski program za izračunavanje, optimiziranje signalnih planova u linijskoj koordinaciji rada signala, **NETSIM** simulacioni program rada signalisane raskrsnice, **CONTRAM** omogućava ispitivanje i simulaciju različitih signalnih planova i raspodele saobraćaja po mreži.

U odnosu na uložena sredstva svetlosni signali daju daleko veće koristi nego bilo koja druga ulaganja u saobraćajnu infrastrukturu ili sistem što je posebno od značaja u vreme ekonomske krize.. Nažalost u većini slučajeva postojeći sistemi su u tehnološkom smislu, zastareli, neprilagodljivi saobraćajnim zahtevima. U narednom periodu neophodno bi bilo pristupiti sveobuhvatnoj analizi efekata rada postojećih sistema upravljanja saobraćajem u našim gradovima, izvršiti nove proračune optimalnog rada u okruženju automatskih ili adaptibilnih sistema, intenzivirati uvođenje linijske koordinacije, postaviti osnove za integrisanje sa ITS uslugama (informisanje učesnika, kontrola pristupa, video nadzor i dr.). Nakon toga sledi zamena sa novim sistemima prilagodljivim promenama u saobraćajnim zahtevima, davanju prioriteta vozilima JMPP-a, formiranje centar za upravljanje saobraćajem kao što već imaju Beograd i Novi Sad.

Da bi se navedeno i realizovalo potrebno je sa inženjerskog aspekta unaprediti: procedure rada, metode proračuna, korišćenje odgovarajućih računarskih programa, izbora algoritama upravljanja, vrednovanja rešenja, praćenja rada sistema pre i posle.

Ključne reči: upravljanje saobraćajem, svetlosni signali, adaptibilni sistemi

Abstract: Traffic management is a set of real-time actions and actions in time that are used to act on a system with the intention of realizing the goals of the system, i.e. management. The general aims of traffic management are: *more efficient transport – improved level of service, more efficient utilization of the existing network, improving accessibility for people and goods, improving the quality of the environment, reducing the number of accidents*

Traffic management also includes traffic regulation, and it is essentially the dynamic regulation of traffic in space and time, i.e. it is a system where the control

parameters are adapted to the traffic demands expressed through: flow, density, speed, queue length, etc. It is necessary to emphasize that traffic management is a discipline within transport engineering that is involved in the efficient and safe movement of people and goods on the street and road network.

Traffic management can only be carried out by using traffic signals, in combination with measures for regulating traffic and by developing information technologies, with the assistance of ITS (Intelligent Transport Systems).

The first traffic signals, which were operated manually according to available source, appeared in 1868 in London. The first traffic signals in Serbia appeared in 1939, at the intersection in front of the Post Office.

Thanks to the accelerated technological development, traffic signals provide a far greater effect in traffic management than they did in the past. The effects imply the fast adaptation of control parameters to the newly created traffic demands, and therefore the following benefits are gained: reduction of lost time, increase in the level of service, reduction of fuel consumption, reduction of gas emission, increase in the level of service for non-motorized users (pedestrians, bicycles).

Today different systems are present in the market: automated systems with the capability for situational estimation, advanced (adaptable) systems with the capability for situational prediction, adaptable corridor management systems, systems of group coordinated integrated with ITS services (guiding vehicles on the network, access control, etc.). The choice of system that will be implemented depends on many factors. The following table presents one of the possible strategies for managing traffic by using traffic signals, based on various systems for managing traffic using traffic signals.

Traffic policy	Location	Management strategy
Emphasis on pedestrians and bicycles	Schools, universities, pedestrian zone border areas, park zones, and others with a high concentration of pedestrian flows	Short cycle duration Longer green signal for pedestrians Pedestrians/bicycles actuation Special phases for pedestrians
Emphasis on public passenger mass transport (PPMT)	Main roads utilized significantly by PPMT vehicles	Signal plan with priority for PPMT vehicles Coordinated signal operation adapted to PPMT vehicles Extended duration of pedestrian phases
Emphasis on individual passenger vehicles/cargo vehicles	Roads with significant volume of passenger and/or cargo vehicles, terminal zones, regional roads, ports, cargo corridors, etc.	Adaptability of the signal plan to the traffic situation (variable cycle duration) Optimal cycle maximizing capacity or minimizing time lost Coordinated operation minimizing time losses or deadlock Minimal but safe duration of pedestrian phase
Low traffic volume	Locations with low traffic volume or off-peak periods	Pedestrian announcements Blinking yellow signal Variable signal plan, adaptable to demand Shorter cycle duration

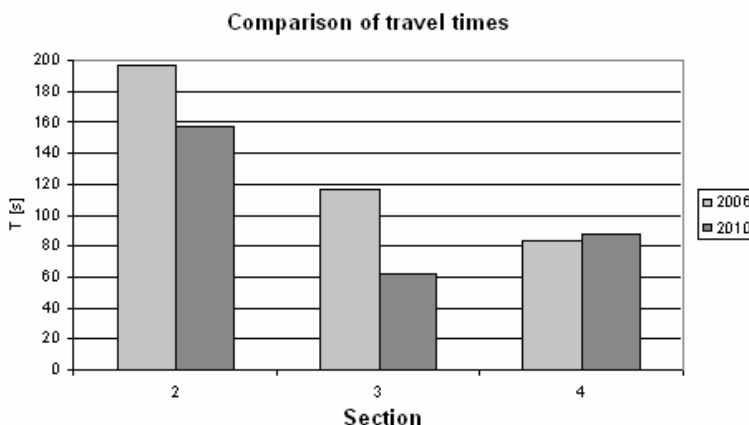


Fig. 1 Travel time before and after the reconstruction of King Aleksandar Boulevard in Belgrade

In order to comprehend in detail the advantages of traffic management using traffic signals and to reaffirm their use, it is necessary that the properly licensed transport engineer know the following:

The geometrical characteristics of the intersection, network, part of the network; traffic regime and the existing plan of operation for the traffic signals (if they exist); the traffic characteristics of the intersection, i.e. network that is being analyzed; the aims of the basic signal plan and redistribution of green signal time (priority for certain vehicles); the methods for calculating the control parameter; the technical characteristics of the traffic signals; the conditions under which the signal plans must change; the benefits of adapting signal plans to traffic, i.e. traffic demands, the benefits of the new management system.

Today in the case of more complex management systems it is necessary to also know the origin and destination of vehicle flows in real time. This information is necessary in the case of ITS management systems and in simulations investigating different variants of traffic regimes on the network.

In the case of more complex management systems benefits should be determined based on the results of traffic parameter measurements prior to and after putting the system in operation (Fig. 1).

In the case of complex systems that are currently in use, the calculations for the operation of traffic signals, control parameters, are developed with the assistance of the appropriate computer software, such as

VISSIM + the **VisVap** tool is used for creating an algorithm for the operation of detector systems for traffic management. **TRANSYT** is intended for determining optimal signal plans in line and group coordination, solution evaluation, simulation of regulation regime measures. **HCS** – software implementation of the US HCM manual from 2000 (the new version HCS 2010 will be available soon). The **LISA+** computer software is designed for calculating signal plans, graphic display of signal plans with and without detector actuation, plans for PPMT, coordination of signal operation (it relies on RiLSA guidelines). The **PASSER** software computes control parameters in line coordination. The **MAXBAND** software calculates and optimizes signal plans in line coordination of signal operation. The **NETSIM** simulation software is applied in

intersection signal operation. **CONTRAM** allows for the investigation and simulation of different signal plans and traffic distribution on the network.

Compared to the invested funds, traffic signals provide far greater benefits than any other investments in the traffic infrastructure or system, which is especially significant during period of economic crisis. Unfortunately in most cases existing systems are technologically obsolete and cannot be adapted to meet traffic demands. In the near future it will be necessary to conduct a comprehensive analysis of the effects of the operation of the existing traffic management systems in our cities, to carry out new calculations of optimal operation in environments with automatic or adaptable systems, to step up the introduction of line coordination, establishing the basis for integration with ITS services (participant information, access control, video surveillance, etc.). This would be followed by the replacement by new systems that are adaptable to changes in traffic demand, providing priority to JMPP vehicles, creating centers for traffic management, such as those that already exist in Belgrade and Novi Sad.

In order for the abovementioned to be realized, from an engineering aspect, it is necessary to improve operating procedures, calculation methods, application of appropriate computer software, selection of control algorithms, solution evaluation, monitoring system operation before and after.

Key words: traffic control and management, traffic signals, adaptive system

СИСТЕМ ЗА УПРАВЉАЊЕ САОБРАЋАЈНИМ ТОКОВИМА НА БУЛЕВАРУ КРАЉА АЛЕКСАНДРА У БЕОГРАДУ

ADAPTIVE TRAFFIC CONTROL SYSTEM ON BULEVAR KRALJA ALEKSANDRA IN BELGRADE

Љубиша Љубић, дис²¹; Чедомир Вукашиновић, дис²²

Резиме: У оквиру реконструкције Булеvara Краља Александра у Београду, на делу од раскрснице са улицом Рузвелтовом до раскрснице са улицом Господара Вучића, током 2010. године, извршено је успостављање потпуно новог система за управљање саобраћајним токовима на наведеном потезу. Дужина грађевински реконструисаног потеза износи око 2.500 метара. Систем за управљање саобраћајним токовима обухвата 15 сигналисаних раскрсница од којих се 14 се налази на самом потезу Булеvara Краља Александра чинећи при том класичну форму погодну за увођење линијске координације, док је једна раскрсница (Рузвелтова – Краљице Марије) физички лоцирана ван тог коридора, али је функционално битна за функционисање истог, те је укључена у систем.

Реконструкцијом Булеvara Краља Александра извршено је измештање трамвајских шина у средину профила саобраћајнице. То измештање условило је измештање и трамвајских стајалишта са тротоара у средишњи део профила саобраћајнице, на новоизграђеним стајалишним платоима. За прелазак пешака са тротоара до нових стајалишта на платоима и обрнуто, примењен је модел пешачких прелаза у нивоу саобраћајнице, уз контролу токова пешака и возила светлосном сигнализацијом. Пошто трасом Булеvara Краља Александра и даље постоје трасе линија јавног превоза које не прате трасу трамвајских шина, већ су положена дуж коловоза, на локацијама где је то било неопходно задржана су стајалишта и на тротоарима.

Дуж Булеvara Краља Александра на локацијама где су за то постојали услови изграђено је око 400 паркинг места за ивично, углавном косо паркирање возила.

У режиму кретања возила примењен је модел каналисања токова по смеровима кретања, изградњом засебних трака за сваки смер кретања. На појединим локацијама задржане су мешовите траке за два смера кретања, у недостатку могућности да се изврши раздвајање по наведеном принципу.

У режиму кретања пешака на сигналисаним раскрсницама коришћен је модел у коме је дозвољен конфликт пешака и возила и левом или десном скретању. За олакшано кретање особа са инвалидитетом изграђена је посебна инфраструктура која обухвата рампе за кретање инвалидских колица до стајалишта у средишњем делу саобраћајнице, као и ознаке и опрему за олакшано

²¹ Градска управа града Београда, Секретаријат за саобраћај, Београд,
ljubisa.ljubic@beograd.gov.rs

²² Градска управа града Београда, Секретаријат за саобраћај, Београд,
cedomir.vukasinovic@beograd.gov.rs

кретање слепих и слабовидних лица дуж Булевара Краља Александра, укључујући и прелажења на сигналисаним раскрсницама.

Систем за управљање саобраћајним токовима је изграђен као потпуно нов, и то у смислу инфраструктуре, управљачких уређаја, спољне опреме и управљачког софтвера. За управљање системом инсталиран је централни сервер у Секретаријату за саобраћај, у улици 27. марта 43-45. Сервер је са сваким од управљачких уређаја повезан оптичким каблом, који је наменски положен за ове потребе и представља део инфраструктуре намењене за управљање саобраћајем у граду Београду. У оквиру сваке од раскрсница извршено је полагање нових кабловских инсталација, до сваког елемента спољне опреме.

За управљање саобраћајним токовима на раскрсницама и сигналисаним пешачким прелазима уграђени су нови управљачки уређаји, врхунских управљачких могућности за рад у локалу и везу са централним сервером. Уређаји су везани на локалну ниско напонску мрежу и немају могућност напајања из других извора.

За мониторинг функционисања потеза уграђено је 16 камера. Камере су ротационе и омогућавају функције окретања и зумирања; а информације са камера се могу снимати и чувати у систему ради будућег постпроцесинга; пренос сигнала са камера до централног сервера врши се оптичким каблом,

На свим раскрсницама извршена је уградња нових носача (портала, полу-портала и класичних стубова), нових давача сигнала (возачких, трамвајских, пешачких, звучних), нових детекторских петљи, пешачких тастера и детектора трамваја. Уграђена опрема је потпуно компатибилна са управљачким уређајима чиме су испуњени сви услови за ефикасно функционисање система.

За управљање саобраћајним токовима инсталиран је софтверски пакет Siemens Sitraffic Scala, као основна софтверска платформа читавог система. Пошто је захтев Секретаријата за саобраћај био да се на потезу угради адаптивни систем, модул који систему обезбеђује адаптивност је Sitraffic Motion. Поред централног сервера за рад на систему у просторији Центра за управљање саобраћајем постављене су две радне станице, једне за контролу система за управљање токовима и друге за мониторинг на потезом које се базира на 16 видео камера.

Суштина новоуспостављеног система за управљање саобраћајним токовима огледа се у следећем:

- функционисање система се базира на сталном усклађивању сигналних планова са реалним величинама саобраћајних оптерећења на потезу; систем функционише као координисани потез са свих 15 раскрсница, са јединственим циклусом; систем може да функционише као фиксни (pre-timed), vehicle actuated и као адаптиван у правом смислу речи. Систем од фебруара 2011. године функционише као адаптиван.
- усклађивање сигналних планова врши у интервалима од 9 минута; смањем догађаја у претходних 9 минута систем утврђује тренд промена у оптерећењима и генерише (прогнозира) меродавне вредности оптерећења за следећи период од 9 минута.
- на бази прогнозираних вредности оптерећења врши се прорачун основних параметара за рад система: дужине циклуса за потез, расподеле зеленог времена и временског помака за сваку појединачну раскрсницу и тиме се генеришу основни фиксни сигнални планови. Све адаптације

сигналних планова реализују се у три дефинисане дужине циклуса (70, 95 и 105 секунди).

- на бази овако дефинисаних основних параметара на локалном нивоу, на свакој појединачној раскрсници, основни фиксни сигнални планови могу да претрпе промене у задатим границама, због постојања конкретних потреба на истој; те промене се огледају у корекцији трајања зеленог времена за свако стање у границама које су унапред дефинисане кроз тзв frame-ове; промене се могу реализовати као променљиво трајање неког стања или као прескакање стање за које не постоје захтеви за опслуживањем; захтеви за опслуживањем реализују се преко детектора за најаву возила, трамваја и пешака.

Пројектним задатком био је исказан захтев да се возилима јавног превоза обезбеди предност при проласку на сигналисаним раскрсницама. Овај захтев се реализује кроз давање предности трамвајима на сигналисаним раскрсницама или сигналисаним пешачким прелазима, што омогућава детекција трамваја на контактної мрежи; ова предност се реализује кроз активирање сигналног стања које трамвајима омогућава пролаз; систем није у могућности да препозна друга возила јавног превоза (аутобусе) јер, за сад, у граду Београду не постоји систем за идентификацију возила јавног превоза.

Подаци о величини токова аутомобила се генеришу преко индуктивних петљи уграђених као (1) advanced петљи, на око 30 м пре зауставних лија, који функционишу и као бројачки детектори и као детектори за контролу интервала слеђења између возила или (2) на самим зауставним линијама кад функционишу као детектори најаве.

За исказивање захтева пешака за преласком преко коловоза користе се тастери за најаву. Најава пешака је неопходан услов за активирање стања које пешацима омогућава прелазак. За олакшано кретање слепих и слабовидих особа користе се тастери који емитују звучни сигнал у току зеленог, само уколико је тај захтев исказан од стране слепог или слабовиде особе додатним активирањем посебног тастера.

У протеклом периоду за функционисања система може се рећи:

- рад система у целини и сваке од компоненти појединачно је врло стабилан и поуздан; систем у потпуности извршава уписану стратегију управљања
- могућности управљачког софтвера су врло велике и омогућавају реализацију великог броја управљачких функција
- управљачки софтвер је врло захтеван у погледу нивоа стручног знања потребног за конфигурисање и експлоатацију система
- управљачки софтвер је путем интернета директно повезан са испоручиоцем опреме што омогућава интервенције било које врсте; од промене параметара до измене стратешких поставки система; контрола приступа систему је врло строга и селективна;

У смислу одвијања саобраћаја на потезу могу се изнети следеће констатације:

- процењује се да је време путовања аутомобила на потезу скраћено због постојања линијске координације која функционише без већих ометања (што је био случај пре реконструкције), а да је време путовања трамваја такође скраћено због постојања независне трасе и давања предности

истим у расположивим границама. Овај пројекат није обухватио снимања времена путовања пре и после реконструкције, тако да се као релевантан податак користи истраживање Саобраћајног факултета из Београда да је време путовања аутомобила на потезу скраћено за око 100 секунди.

- значајно је смањено бесправно заустављање возила на коловозу од стране несавесних возача
- кретања трамваја је врло комфортно и систем за давање предности остварује своју функцију
- значајно су смањени временски губици спречавањем додељивања зеленог времена прилазима на којима нема возила или пешачким прелазима на којима нема пешака

Уочени недостаци у функционисању система у првих годину дана експлоатације:

- проблем са најавом пешака; један број пешака не врши активирање пешачких тастера чиме ускраћује могућност активирања сигналних стања која би пешацима омогућила прелаз преко пешачког прелаза; због тога себи продужавају време чекања на прелазу;
- чести су коментари пешака да је зелено време за пешаке кратко и да не омогућава прелазак преко прелаза; ова категорија пешака сматра да прелазом могу безбедно да се крећу само док траје зелено, не знајући за постојање и намену заштитног времена; решење проблема може се ублажити уградњом пешачких дисплеја који пешацима приказују протицање зеленог и заштитног времена; испоручилац опреме није уважио овај предлог Секретаријата за саобраћај тако да је проблем и даље актуелан
- на појединим пешачким прелазима прелаз преко коловоза реализује се кроз три сигналне групе што код пешака ствара конфузију и изазива прелажење и мимо зеленог
- постоји већи број пешака који коловоз прелази мимо прелаза, а најчешће при доласку или одласку са стајалишта јавног превоза
- конфликт између пешака и возила и левом скретању постоји и изазива незадовољство пешака; предлог је да се за упозорење возача на легално присуство пешака током зеленог и заштитног времена уграде жути трептачи дизајнирани за ове намене
- постоје и недостаци који се испољавају у функционисању система, а који нису у директној вези са опремом и управљачким софтвером, већ су последица недефинисаних надлежности у процесу редовног одржавања и отклањања хаварија на опреми

У периоду експлоатације, а након овладавања потребним знањем за управљање системом и добијањем потребних овлашћења, потребно је извршити унапређење система у следећем смислу:

- издвојити деоницу Булеvara Краља Александра од раскрснице са улицом Господара Вучића до раскрснице са Синђелићевом улицом (дужине око 2.100 м) као једну целину, од „зоне“ која обухвата раскрснице Булевар Краља Александра – Рузвелтова, Булевар Краља Александра – Књегинје Зорке и раскрсницу Рузвелтова - Краљице Марије, које функционално припадају делу Булеvara Краља Александра који треба да

функционише у систему са раскрсницама на потезу до Вуков споменик - Главна пошта. Ово раздвајање је потребно због тога што ове две целине припадају различитим зонама у погледу нивоа оптерећења. У постојећем стању дужину циклуса условљавају оптерећења на 3 изабране кључне раскрснице, а затим се иста примењује на свим раскрсницама, што се у појединим периодима током дана показује као недостатак.

- друго битно побољшање може се остварити у припреми структура за сигналне планове (пре свега frame-планова) за све дужине циклуса у распону од 60 до 120 секунди, са инкрементом од 10 секунди тако да се промена дужине циклуса врши у мањим скоковима а самим тим и без већих поремећаја у току приликом честих смењивања циклуса.
- треће побољшање које се може реализовати односи се на идентификацију возила јавног превоза (трамваја и аутобуса) како би се добијао податак о смеру кретања возила јавног превоза на прилазу раскрсници, што би управљачким алгоритмима значајно повећало квалитет

Увођењем адаптивбилног система на делу Булеvara Краља Александра представља значајан помак у афирмацији технолошког нивоа на коме треба базирати формирање система за централно управљање саобраћајним токовима у Београду. Дефинисани технолошки ниво треба применити за формирање јединственог система за мрежу саобраћајница највишег хијерархијског нивоа у Београду, укључујући и аутопут кроз Београд.

Кључне речи: саобраћај, управљање, адаптивбилни систем

Abstract: Boulevard of King Alexander in Belgrade after reconstruction consists of 15 signalized intersections. TCS is based on Siemens Sitraffic Scala Platform, using MOTION module for adaptive operation. Interval of recalculations of cycle, green split and offsets is 9 minutes. Public transport priority is based on tramways detection. Some problems exist regarding pedestrians on pedestrian on longer crossings. For better operation it will be necessary to develop set of signal plans (frames) based on cycles with increment of 10 seconds, from 60 to 120 sec.

Key words: traffic, control, adaptive

АДАПТИБИЛНО УПРАВЉАЊЕ САОБРАЋАЈЕМ НА ТРАМВАЈСКИМ ДЕОНИЦАМА У БЕОГРАДУ

ADAPTIVE TRAFFIC MANAGEMENT SYSTEM ON THE SECTION OF THE TRAM IN BELGRADE

Томислав Михајловић, дис²³; Драган Нићифоровић, дис²⁴

Резиме: У склопу реконструкције коловоза, трамвајске пруге и трамвајске контактне мреже у Булевару краља Александра, од Вуковог споменика до Господара Вучића улице, уграђена је, на основу решења и ситуације из грађевинског пројекта, саобраћајна сигнализација и опрема и инсталиран адаптивни систем, где се на дужини од 2+488,60 km по десном колосеку, односно 2+490,20 km по левом колосеку одвија трамвајски саобраћај у средишњем издвојеном појасу.

Рад инсталираног адаптабилног система зависи од саобраћајног оптерећења дуж потеза који је предмет реконструкције и на уличној мрежи у његовој зони, а обезбеђује давање предности возилима јавног превоза (превасходно трамвајима).

Рад и функционисање адаптабилног система – основе хардверске структуре

Адаптибилност у раду система за управљање токовима је остварена применом Централног управљачког система **SITraffic Scala Motion** и 15 контролера са адаптивним управљањем инсталираних на раскрсницама од Вуковог споменика до Цветкове пијаце, као и на раскрсницама „Булевар краља Александра - Рузвелтова“, „Жагубица“ и „Књегиње Зорке – Булевар краља Александра“.

Управљачки систем је модуларне структуре који садржи: основне софтверске модуле (Basic Components); модуле за адаптивно управљање (Urban Traffic Control System); модуле за управљање саобраћајем на путној мрежи (Traffic Management) и модуле за повезивање различитих подсистема (Subsystems).

Централна компонента система је сервер. Сви подаци, процеси и видни контакти потребни за манипулисање (руковање) смештени су, надгледани и послужени на серверу. За систем управљања и контроле саобраћаја у Београду инсталирани су следећи сервери: Application server (AS); (incl. GUI): Configuration Server (CS S4); Intelligent Gateway IG.

Сви лоцирани контролери су међусобно повезани преко система кабловских канала и шахтова смештених на даљинама које омогућују повлачење оптичких каблова кроз цеви при отпочињању рада на инсталисању. У постављене цеви дуж Булевара Краља Александра, које не смеју да се користе за друге

²³ Саобраћајни институт ЦИП, Београд, mihajlovict@sicip.co.rs

²⁴ Саобраћајни институт ЦИП, Београд, niciforovicd@sicip.co.rs

услуге, инсталирани су оптички каблови са 48 влакана, да би се омогућила комуникација података за сва растојања до максимално 10km. Контролери су са два влакна везани за Центар (Секретаријат за саобраћај), а са два влакна они су међусобно спојени.

У сваком ормару за смештај семафорског уређаја је инсталиран индустријски оптички свич који има два оптичка порта за повезивање на централни управљачки систем и осам бакарних портова за повезивање семафорског уређаја и ПТЗ камера за видео надзор раскрснице.

На овај начин су обезбеђене следеће функције:

- координисани детекторски рад сигнала дуж Бул. краља Александра у оба смера;
- прилагођавање дужине циклуса и помака координисаних фаза у зависности од оптерећења на мрежи у реалном времену, при чему се утврђивање вредности параметара сигналног плана (циклуса и помака) врши у интервалима који су дужине највише 15 минута;
- додељивање зеленог времена фазама у оквиру сваког циклуса у зависности од оптерећења на мрежи у реалном времену, при чему се утврђивање трајања зелених времена врши у сваком циклусу; управљачки алгоритам у оквиру раскрснице додељује зелено само ако постоји најавна за одређене учеснике у саобраћају;
- податке о стању на мрежи систем обезбеђује на основу сопственог подсистема за детекцију и снимање оних параметара токова возила и пешака који су укључени у алгоритам управљачке логике;
- параметре за рад система за светлосну сигнализацију на потезу систем одређује на основу перманентног снимања параметара саобраћајног тока на мрежи (24 сата/7 дана)

Могућности проширења и повезивање различитих подсистема

SITRAFFIC Scala нуди модуларну платформу која омогућује постављање појединачних системских решења неопходних за различите сценарије у урбаној средини. Сви модули су фундаментално поравнати и користе исту базу података, која обезбеђује максималну конзистентност података.

Значи, систем је оптимално прилагођен индивидуалним спецификацијама. Заједничка основа платформе гради за све централне апликације основу за појединачну градњу блок дизајна.

SITRAFFIC Scala омогућава проширење система и реализацију нових функција управљања саобраћајем, као: подсистем за навођење учесника у саобраћају до гаража са слободним паркинг местима (Parking Guidance); подсистем променљиве саобраћајне сигнализације (VMS), који обавештава учеснике о стању на мрежи; подсистем за давање информација о ЈГП (Public Transport); подсистем метеоролошке путне станице (Weather Information System), итд.

Уз повезивање различитих подсистема **SITRAFFIC Scala** може да се прошири на пуном „цвету“ решења управљања саобраћајем.

Основе софтверске структуре система

Централни управљачки систем UTC Scala чува све радне поруке и радне статусе у својој архиви. Поруке производе различити подсистеми, а најважнији типови порука су:

- Радне поруке и поруке о грешкама од контролера;
- Статусне поруке контролера: Контролер укључен/искључен; Комуникација са контролером у прекиду; Секундарни аларм - отказ зелене, жуте или црвене која није главни сигнал; Примарни аларм - отказ црвене мониторинг; Грешке детектора; Конфликт минималног зеленог; Конфликт заштитног времена; Поруке о промени програма; Сервисне интервенције
- Програмске поруке од клијентске радне станице;
- Поруке о промени програма на основу плана укључења сигналних програма;
- Радне поруке статуса меморије;
- Радне и статусне поруке мерног система

Постављена спољна опрема и процес имплементације адаптивбилног система

За постављање елемената спољне опреме примењено је и уграђено:

- 15 (12+3) контролера;
- 87 стандардних стубова, 5 полу-портала и 2 портала;
- 93 индуктивних петљи за детекцију возила;
- 53 детектора за детекцију трамваја који се монтирају на вод контактне мреже;
- 50 детектора пешака са давачем сигнала за следе и слабовиде
- 46 давача сигнала за следе и слабовиде

Сви давачи сигнала светлосне сигнализације су у LED технологији.

Процес имплементације адаптивбилног система обухватио је следеће фазе:

- Пуштање система са фиксним сигналним плановима;
- Калибрисање детектора;
- Активирање VA мода (сигнални планови за управљање саобраћајем у зависности од саобраћаја);
- Прикупљање података са детектора;
- Стартовање MOTION-a;
- Валидација и вредновање добијених података и предаја система ГСС

З а к љ у ч а к

Детаљна реконструкција једне тако значајне градске саобраћајнице као што је Булевар краља Александра, са свим елементима који су дефинисани урбанистичким условима, наметнула је неопходност примене савремене технологије за управљање саобраћајним токовима.

Функционално технички захтеви који су дефинисани од стране Секретаријата за саобраћај предвиђени су у фази Идејног пројекта, а њихова детаљна разрада урађена је у оквиру Главног пројекта. Тако је за управљање саобраћајним токовима на некој саобраћајници први пут у нашој Србији планиран и реализован адаптивни систем, чији рад зависи од оптерећења на саобраћајној мрежи и који обезбеђује давање предности возилима ЈП-а. Функционисање реализованог система у протеклом периоду указује на потребу проширења система и његову примену и на другим трамвајским деоницама планираним за грађевинску реконструкцију

Технолошки ниво и примењена савремена технологија за управљање саобраћајним токовима пружају могућност усавршавања и проширења реализованог система и на остале значајне градске магистралне градске саобраћајнице.

Кључне речи: адаптивни систем, централни управљачки систем, контролери, координисани рад, оптерећење уличне мреже

Abstract: The adaptive system which operation depends on traffic load in the street network was installed on the reconstructed section of the tram in Kralja Aleksandra Boulevard in Belgrade and it gives priority to city transport vehicles (mainly to tramways) along the reconstructed section.

Adaptability of operation of traffic flow management system was achieved by using the Central management system – **SITraffic Scala Motion** and 15 controllers with adaptive management installed on junctions from Vukov spomenik to Gospodara Vučića Street as well as on „Žagubica“ junction and junction between Kneginje Zorke Street and Kralja Aleksandra Boulevard.

Key words: adaptive system, central management system, controllers, coordinated operation, traffic load in the street network

METODA OPTIMIZACIJE RADA SVETLOSNIH SIGNALA „ROLLING HORIZON“

SIGNAL TIMING OPTIMISATION METHOD „ROLLING HORIZON“

Danilo Radivojević, dis²⁵

Rezime: Zagušenja na urbanoj mreži saobraćajnica predstavljaju problem velikog broja gradova širom sveta u poslednjih nekoliko decenija. Postoje različite mere za smanjenje potražnje koje su predložene i delom implementirane kao što su naplata ulaska privatnim vozilom u centralne gradske zone, kontrola pristupa različitim vrstama, rezervisane saobraćajne trake, davanje prioriteta vozilima javnog prevoza, biciklističke staze i ostalo. Ako se posmatra saobraćajna ponuda obično postoji vrlo mala ili skoro nikakva mogućnost za proširivanje saobraćajne infrastrukture. Visoki troškovi izgradnje saobraćajne infrastrukture, nedostatak prostora u urbanim sredinama, rastući kriterijumi po pitanju očuvanja kvaliteta životne sredine i prihvatljivog nivoa usluge saobraćajnog sistema, nametnuli su potrebu za boljim iskorišćenjem postojećih kapaciteta mreže saobraćajnica. Mogućnosti za rešavanje složenog zahteva koji korisnici i društvo u celini postavljaju pred saobraćajni sistem, nalaze se u domenu upravljanja saobraćajem.

Za skoro 50 godina istraživanja i razvoja razvijeni su različiti metodi adaptibilnog upravljanja i danas su u određenoj meri neki od njih i uspostavljeni. Iako te metode funkcionišu uspešno i dalje ima velikog potencijala za dalja unapređenja i prema tome dalja istraživanja se koncentrišu na razvoj preciznijih modela i još efikasnijih optimizacionih algoritama. Princip adaptibilnog upravljanja saobraćajem je prvi koristio Miler 1963. godina kada je predložio strategiju koja je u sebi sadržala model koji je računao vremenske uštede i gubitke. On je kombinovao ovaj kriterijum u različitim stanjima sa ciljem optimizacije indeksa performanse sistema. Kao posledica razvijen je niz metoda za adaptibilno upravljanje saobraćajem.

Cilj adaptibilnih sistema za upravljanje saobraćajem je donošenje optimalnih odluka o upravljanju saobraćajem kroz određivanje trajanja signalnih pojmova unutar specifičnog (što kraćeg) vremenskog perioda. Projektovanje sistema za upravljanje saobraćajem putem adaptibilnog rada svetlosnih signala je složen proces. Moraju se praviti kompromisi da bi se stvorio upotrebljiv i efikasan sistem koji će biti u stanju ne samo da pruži optimalna vremena trajanja pojedinih signala već i da ih obezbedi na vreme. Konvencionalni sistemi za upravljanje radom svetlosnih signala su poznati po tome što centralni uređaj proračunava parametre kao što su dužina ciklusa, pomaci i vremena trajanja signalnih pojmova. Kada nastane iznenadna promena u uslovima u saobraćajnim tokovima, reakcija sistema tj. promena parametara rada svetlosnih signala se izvršava sa kašnjenjem. To može u određenim situacijama izazvati formiranje ozbiljnih zagušenja na mreži.

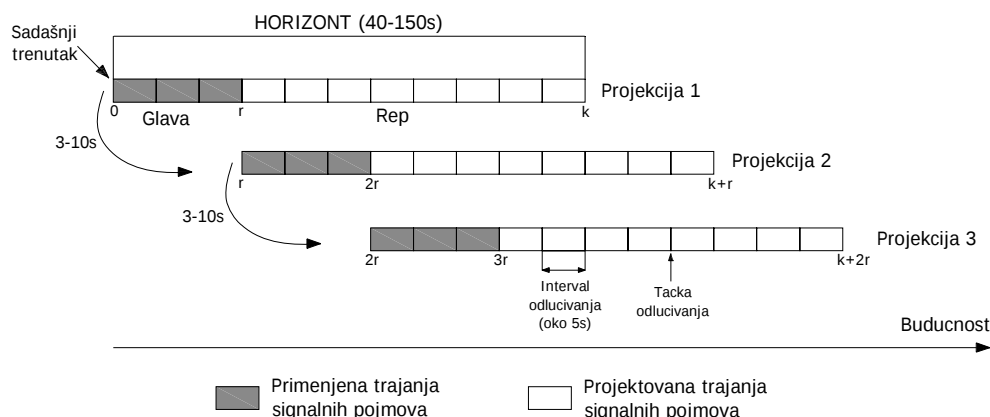
²⁵ H2 komunikacije BG d.o.o., Beograd, danilo.radivojevic@gmail.com

Da bi rad svetlosnih signala bio blagovremeno optimiziran, potrebne su tačne informacije o dolasku vozila na raskrsnicu tokom kompletnog stanja. Međutim, ovu informaciju je izuzetno teško pribaviti u praksi, stoga se pribeglo korišćenju koncepta "Rolling horizon" (talasasti horizont). On omogućava modelu da proračuna optimalan rad svetlosnih signala koristeći trenutno dostupne podatke sa detektora koji su postavljeni pre raskrsnice ili/i podatke dobijene od susednih kontrolera. Svrha ove metode je da ona treba da omogući kreiranje takvog sistema za upravljanje saobraćajem koji će biti u stanju da odgovori na iznenadne promene u saobraćajnim tokovima.

U skladu sa tim, ti sistemi sadrže jedinicu za prikupljanje podataka koja to obavlja kroz detektore postavljene na saobraćajnoj mreži i jedinicu za optimizaciju koja vrši predikciju promena u saobraćajnim tokovima od tog trenutka do nekog trenutka u budućnosti i optimizira parametre rada svetlosnih signala upotrebom "rolling horizon" pristupa. Tačnije postoje dva koraka u tom procesu, ciklus prikupljanja podataka o parametrima u saobraćajnom toku i ciklus optimizacije koji se mogu definisati nezavisno.

Ovaj pristup je prvi predložio Nejtan Gartner 1983. godine za rešavanje problema optimizacije rada svetlosnih signala. Njegov sistem OPAC (Optimization Policies for Adaptive Control – Optimizacija tehnike za adaptibilno upravljanje) je algoritam za optimizaciju rada svetlosnih signala u realnom vremenu, kreiran da optimizira performanse pojedinačnih svetlosnih signala. Koristi metod sekvencijalne pretrage da bi utvrdio optimalni signalni plan. U ovom pristupu optimalna prelazna sekvencija za promenu stanja se određuje za vremenski period u budućnosti, poznat kao faza optimizacije ili horizont, koji je podeljen u određeni broj vremenskih intervala. Identifikuju se izvodljive signalne sekvence za sve vremenske intervale i kao optimalni signalni plan se bira sekvencija koja minimizira PI (indeks performansi). PI predstavlja ponderisani zbir vremenskih gubitaka i broja zaustavljanja. Optimalni signalni plan se primenjuje samo nekoliko prvih intervala za koje su direktno dostupni podaci sa detektora.

Određivanje horizonta projekcije je diskretan proces koji se sastoji od k intervala. Svaki nekoliko sekundi se generiše plan stanja za period od nekih minut-dva. Učestalost vršenja procesa optimizacije se razlikuje od sistema do sistema i obično je u rasponu od 3 do 10s. U svakom koraku kada se vrši optimizacija, stvara se signalni plan za narednih 40-150s pri čemu se u konstantnim intervalima postavlja pitanje da li treba prekinuti trenutno stanje ili ga treba produžiti do sledeće tačke odlučivanja. Svaki horizont projekcije se deli na "glavu" i "rep". Za nekoliko (r) narednih intervala se mogu prikupiti podaci o nailascima vozila do raskrsnice od detektora postavljenih pre raskrsnice i to je prvi deo (glava). Za ostatak intervala ($k-r$) tj. "rep" podaci o nailasku vozila se procenjuju putem modela ili od podataka koji su prikupljeni tokom prethodnih ponavljanja horizonta projekcije. Te informacije o saobraćajnom toku se koriste da bi se odredila optimalna sekvencija za rad svetlosnih signala tokom trajanja horizonta projekcije, ali se koristi samo rezultat dobijen za r intervala (glava). Horizont projekcije tada upotrebljava rezultat dobijen iz r intervala da kreira novo stanje i kompletan proces se onda ponavlja. Za dužinu trajanja prvog dela horizonta (glave) se obično određuje vreme koje je potrebno vozilima u stanju slobodnog toka da pređu rastojanje od detektora postavljenih pre raskrsnice do zaustavne linije.



Najpoznatiji sistemi za upravljanje saobraćajem koji koriste metod talasastog (rolling) horizonta su UTOPIA, PROLYN, OPAC i ALLONS-D. Navedeni sistemi su aciklični (za razliku od npr. SCOOT-a ili SCATS-a) što znači da nije u upotrebi tradicionalni koncept ciklusa i raspodele vremena trajanja zelenih signalnih pojmova. U svakoj tački odlučivanja donosi se odluka da li treba prekinuti trenutno signalno stanje i ako treba, sa kakvim drugim stanjem ga treba zameniti.

Ključne reči: talasasti horizont, horizont projekcije, optimizacija rada svetlosnih signala, sistemi za adaptibilno upravljanje saobraćajem

Abstract: Accurate information about arrival of vehicles during entire phase is needed so signal timing could be optimized in a timely manner. However that information is hard to get in practice, and therefore method "Rolling horizon" is used. This method enables the model to calculate optimal signal timing by using currently available data from traffic detectors which are positioned upstream and/or data from adjacent traffic control devices. Objective of this method is to enable the creation of such traffic control system which will be able to respond to sudden and fast changes in traffic flows.

Key words: Rolling horizon, projection horizon, signal timing optimization, adaptive signal control systems.

Literatura:

- [1] Aboudolas K., Papageorgiou M., Kouvelas A., Kosmatopoulos E.: A rolling-horizon quadratic-programming approach to the signal control problem in large-scale congested urban road networks, 10th International Conference on application of Advanced Technologies in Transportation, Athens, Greece, 2008.
- [2] Fang X. Dynamic programming for adaptive traffic signal control, A special study submitted as part of the requirements for the degree of Master of Science of Imperial College at the University of London 2010.
- [3] Kobayashi M., Usami T., Oota T.. Traffic signal control apparatus optimizing signal control parameter by rolling horizon scheme, United states patent no: US 6.339.383 B1, 2002

- [4] Liao L.: A review of the Optimized Policies for Adaptive Control Strategy (OPAC), California PATH Working paper UCB-ITS-PWP-98-9 1998
- [5] Paz A., Chiu YC.: Adaptive traffic control for large-scale dynamic traffic assignment applications, TRB 2011 Annual meeting
- [6] Porche I., Lafortune S.: Adaptive Look-ahead Optimization of traffic signals, Department of Electrical and Computer science, The University of Michigan, 1997.

ULOGA I ZNAČAJ IC MATRICA U DINAMIČKOM UPRAVLJANJU SAOBRAĆAJEM

OD MATRIX DATA: APPLICATION PERSPECTIVES IN DYNAMIC TRAFFIC MANAGEMENT

Tamara Đukić, dis²⁶; dr Smiljan Vukanović, dis²⁷

Rezime: Poslednjih godina značajna pažnja je posvećena razvoju sistema za dinamičko upravljanje saobraćajem kao sredstvu za kontrolu i upravljanje saobraćajnim zagušenjima na mreži. Ovaj rad daje pregled karakteristika dve osnovne komponente sistema za dinamičko upravljanje saobraćajem: naprednih sistema za upravljanje saobraćajem i naprednih sistema za informisanje učesnika u saobraćaju. Dinamičke IC matrice su jedna od važnih ulaznih veličina koje ovi sistemi zahtevaju. S obzirom da ih je ne moguće izmeriti direktno, IC matrice se estimiraju na osnovu izmerenih saobraćajnih parametara (protok, vremena putovanja, itd.), istorijskih IC matrica i mnogih pretpostavki koje se odnose na definisanje relacije između IC matrica i saobraćajnih parametara. Rad ima za cilj da definiše niz zahteva koje nameće sistem za dinamičkim upravljanjem saobraćajem u cilju što efikasnijeg proračuna aktuelnih i budućih dinamičkih IC matrica. Predloženi zahtevi pružaju istraživačima i korisnicima pravac za naredne istraživačke aktivnosti u oblasti proračuna dinamičkih IC matrica.

Uvod

Saobraćajno zagušenje, i svi propratni efekti na okolinu, produktivnost i psihofizičko stanje učesnika u saobraćaju, je jedan od vodećih problema u gradovima danas. Zagušenje i saobraćajni zahtevi su i dalje u porastu i konvencionalni pristup izgradnje veće putne mreže je suočen sa skepticizmom iz različitih političkih, ekonomskih, socijalnih i ekoloških razloga. Shvatanje da postojeća infrastruktura može ponuditi veći kapacitet od trenutnog, kao rezultat boljeg iskorišćenja, vodilo je ka razvoju inteligentnih transportnih sistema (ITS) [1, 2]. Termin inteligentni transportni sistemi je opšti pojam koji podrazumeva razvoj sistema za dinamičko upravljanje saobraćajem koji bi, u realnom vremenu, težio da poboljša iskorišćenje kapaciteta saobraćajnica kroz:

- Prosleđivanje informacije učesnicima u saobraćaju, kako pre tako i tokom putovanja, o izboru optimalne rute do njihovog cilja; kao i
- Upotrebom naprednih sistema za upravljanje saobraćajem koji su adaptibilni na nagle promene stanja saobraćajnog toka u realnom vremenu.

Polazna tačka u primeni ovakvih sistema podrazumeva dostupnost informacije o saobraćajnim zahtevima na mreži, definisanu u formi izvor cilj (IC) matrica gde svaka ćelija matrice predstavlja broj putovanja od izvora do cilja. Estimacija i prognoza IC matrica je u poslednje dve decenije privukla veću pažnju, upravo zbog nje-

²⁶ Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet, Beograd, t.djukic@tudelft.nl

²⁷ Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet, Beograd, s.vukanovic@sf.bg.ac.rs

ne primene u sistemima za dinamičko upravljanje saobraćajem u realnom vremenu. Statičke IC matrice dobijene na osnovu obimnih anketiranja učesnika u saobraćaju [3, 4] su ne samo izrazito skupe već informacije o saobraćajnim zahtevima koje nose su zastarele. I još važnije, ovako dobijene IC matrice obično ne daju vremensku raspodelu putovanja na nivou neophodnom za dinamičku prognozu broja putovanja. Upravo iz ovih razloga velika pažnja je posvećena razvoju metoda za estimaciju i prognozu dinamičkih IC matrica. Metode za proračun dinamičkih IC matrica su razvijene tako da obuhvate kako prostornu tako i vremensku dinamiku saobraćajnih zahteva od izvora do cilja na posmatranoj saobraćajnoj mreži, s obzirom da ih je nemoguće izmeriti u saobraćajnom sistemu. Konvencionalni pristup u proračunu dinamičkih IC matrica podrazumeva ažuriranje raspoloživih istorijskih IC matrica tako da daju sliku o trenutnim saobraćajnim zahtevima obuhvatajući patern kretanja učesnika u saobraćaju i devijacije u saobraćajnim zahtevima. Postojeće metode u literaturi za estimaciju dinamičkih IC matrica [5-8] su zasnovane na istom konceptu koji podrazumeva primenu istorijskih IC matrica i izmerenog saobraćajnog protoka na detektoru za proračun dinamičkih IC matrica koje su konzistentne sa izmerenim saobraćajnim protokom. Ovako proračunate IC matrice za uzvrat pružaju ključne ulazne veličine u ex-post i posebno ex-ante studijama vrednovanja mera i odluka za upravljanje i kontrolisanje pojave saobraćajnih zagušenja.

Zahtevi sistema za dinamičko upravljanje saobraćajem

Dinamičko upravljanje saobraćajem u kontekstu inteligentnih transportnih sistema, podrazumeva primenu simulatora saobraćajnih uslova na mreži. Simulatori imaju dve osnovne uloge: a) kao alat za off line vrednovanje i planiranje saobraćajnih mera, i b) kao alat za on line upravljanje i raspodelu saobraćajnih tokova. Obe uloge obuhvataju primenu brojnih mera baziranih na kontroli ponude i potražnje u saobraćajnom sistemu [9].

Napredni sistemi za upravljanje saobraćajem (ATMS) imaju za cilj da analiziraju mere bazirane na kontroli ponude saobraćajnog sistema. Primena ovih mera ima za cilj da poveća postojeći kapacitet saobraćajnica u cilju poboljšanja protoka saobraćajnog toka za sve vidove saobraćaja. Ove mere obuhvataju poboljšanje upravljanja saobraćajem pomoću rada svetlosnih signala, upravljanje saobraćajem u slučaju saobraćajnih nezgoda, i davanjem prioriteta vozilima javnog masovnog prevoza. Upravljanje saobraćajem u slučaju saobraćajne nezgode podrazumeva primenu niza mera koje je neophodno primeniti u realnom vremenu u cilju izbegavanja negativnih efekata saobraćajne nezgode koja se odnose na pojavu saobraćajnih zagušenja i zastoja saobraćajnog toka. Primenom informacije o saobraćajnim zahtevima sadržane u dinamičkim IC matricama, moguće je projektovati saobraćajni zahtev do određenog vremenskog intervala i definisati optimalni niz upravljačkih mera i uputstava za izbor nove rute kojima se ostvaruju željeni ciljevi sistema.

Sa druge strane, mere bazirane na kontroli potražnje u saobraćajnom sistemu, su definisane sa ciljem da redukuju saobraćajne zahteve putničkih automobila u sistemu kroz povećanje raspodele korisnika na javni masovni prevoz, preraspodelom saobraćajnih zahteva u vršnim satima, i što ravnomernijom raspodelom saobraćajnih zahteva na saobraćajnoj mreži. Ove mere mogu doprineti unapređenju informacija dostupnih učesnicima u saobraćaju kroz dinamičko ažuriranje podataka o trenutnim i očekivanim uslovima u saobraćaju na mreži, i preusmeravanjem saobraćajnog toka, uz upotrebu različitih audio i vizuelnih sredstava, kako u vozilu tako i na panelima na

putnoj mreži. Napredni sistemi za informisanje učesnika u saobraćaju (ATIS) danas predstavljaju efikasno sredstvo za prosleđivanje informacija u realnom vremenu učesnicima u saobraćaju. Ovakav vid dinamičkog upravljanja saobraćajem utiče na promene odluka učesnika u saobraćaju koje moraju biti obuhvaćene IC matricama. Mere bazirane na kontroli potražnje se izrazito oslanjaju na dostupnost pouzdanih, u realnom vremenu, informacija o aktuelnom stanju na saobraćajnoj mreži. Prikupljene informacije, kao što su aktuelan vremena putovanja, brzine i protok vozila na saobraćajnicama, mogu biti korišćene direktno u simulatorima saobraćaja ili kao osnova za proračun mnogo kompleksnijih informacija, kao što su dinamičke IC matrice.

Poželjna karakteristika ATMS i ATIS sistema je mogućnost da prognoziraju buduće uslove u saobraćaju, s obzirom da bez predikcije saobraćajnih uslova u budućnosti, strategije upravljanja i vođenja saobraćaja će postati irelevantne i vremenom zastarele pre nego što budu realizovane. Zahtevi na koje modeli za estimaciju i predikciju dinamičkih IC matrica moraju da odgovore mogu biti sumirani na sledeći način:

- Trenutni i prognozirani saobraćajni zahtevi prikazani u formi dinamičkih IC matrica, moraju biti dostupni u svakom trenutku, na osnovu svih dostupnih saobraćajnih podataka (protoka, brzina, parcijalnih IC tokova dobijenih na osnovu elektronske identifikacije vozila, vozila sa GPS uređajima, i sl.);
- Moraju biti ažurirane u zahtevanim vremenskim intervalima kako bi reflektovale razvijanje stanja na saobraćajnoj mreži;
- Moraju biti pouzdane i precizne;
- Proces estimacije i predikcije IC matrica mora biti računarski efikasan i brz, (kraći od trajanja zadatih vremenskih intervala sistema za dinamičko upravljanje).

Ipak, proračun pouzdanih dinamičkih saobraćajnih zahteva je izrazito teško. Stoga, mogućnost za efikasnim i pouzdanim proračunom dinamičkih IC matrica može značajno unaprediti operativnu efikasnost sistema za online upravljanje saobraćajem. Upravo iz ovih razloga, ključnu ulogu ima analiza kvaliteta postojećih metoda za proračun dinamičkih IC matrica. Više detalja o metodologijama za uporednu analizu pouzdanosti i degradacije postojećih metoda u realnim uslovima izloženo je u [10, 11].

Zaključak

Danas, razvoj sistema za dinamičko upravljanje saobraćajem predstavlja osnovno sredstvo za kontrolu pojave saobraćajnih zagušenja kao posledice povećanja saobraćajnih zahteva. Stoga, ovaj rad ističe značaj i ulogu dinamičkih IC matrica, kao nosioca informacije o saobraćajnim zahtevima na mreži. Pregledom osnovnih komponenti i mera koje obuhvataju napredni sistemi za upravljanje saobraćajem i informisanje učesnika u saobraćaju u realnom vremenu, definisali smo niz zahteva koje metode za proračun dinamičkih IC matrica moraju da zadovolje. Operativna efikasnost dinamičkog upravljanja saobraćajem u realnom vremenu zavisi direktno od efikasnosti i pouzdanosti modela za estimaciju i prognozu dinamičkih IC matrica.

Ključne reči: Dinamičke IC matrice, Dinamičko upravljanje saobraćajem, Proračun, Zahtevi

Abstract: Dynamic traffic management systems have been paid increasing attention in recent years as a tool to control the traffic congestion on network. This paper examines properties of two main components of dynamic traffic management: advance traffic management system and advance traveller information system. An important input component that these systems require is the dynamic OD matrix for the network. Since these are generally not measured directly, OD matrices are estimated on the basis of aggregate quantities (e.g. counts, travel times), prior OD information and many assumptions and (parameterized) physical laws relating these to the OD flows, such as traffic assignment models. The paper aims to contribute to the development of a set of the requirements imposed by these systems for improving the estimation of current and future OD demand matrices. The suggested requirements would provide the researchers and practitioners a way for future research directions in dynamic OD matrix estimation.

Key words: Dynamic OD matrix, Dynamic traffic management, Estimation, Requirements

Reference

- [1] Ben-Akiva, M., H. N. Koutsopoulos, and A. Mukundan. A dynamic traffic model system for atms/atis operations. *I V H S Journal*, Vol. 2, No. 1, 1994, pp. 1-19.
- [2] Vukanović, S. Inteligentni transportni sistemi i upravljanje saobraćajem. *Tehnika - Saobraćaj*, Vol. 57, No. 1, 2010.
- [3] Jović, J., Popović, M., Đoric, V. Transportni model Beograda. 2007, pp. 140.
- [4] Depolo, V. Faktori nastajanja putovanja – oblasti primene *Tehnika Saobraćaj* Vol. 52, 2005, pp. 1-15.
- [5] Wu, J. A real-time origin-destination matrix updating algorithm for on-line applications. *Transportation Research Part B: Methodological*, Vol. 31, No. 5, 1997, pp. 381-396.
- [6] Cremer, M., and H. Keller. A new class of dynamic methods for the identification of origin-destination flows. *Transportation Research Part B: Methodological*, Vol. 21, No. 2, 1987, pp. 117-132.
- [7] Cascetta, E., and M. N. Postorino. Fixed Point Approaches to the Estimation of O/D Matrices Using Traffic Counts on Congested Networks. *Transportation science*, Vol. 35, No. 2, 2001, pp. 134-147.
- [8] Bierlaire, M., and F. Crittin. An Efficient Algorithm for Real-Time Estimation and Prediction of Dynamic OD Tables. *Operations research*, Vol. 52, No. 1, 2004, pp. 116-127.
- [9] Mahmassani, H. S., and X. Zhou. Transportation System Intelligence: Performance Measurement and Real-Time Traffic Estimation and Prediction in a Day-to-Day Learning Framework. *Advances in Control, Communication Networks, and Transportation Systems*. 2005.
- [10] Djukic, T., J. van Lint, and S. Hoogendoorn. Efficient Methodology for Benchmarking Dynamic Origin-Destination Demand Estimation Methods. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, Vol. 2263, No. -1, 2011, pp. 35-4.
- [11] Stathopoulos, A., and T. Tsekeris. Framework for analysing reliability and information degradation of demand matrices in extended transport networks. *Transport Reviews: A Transnational Transdisciplinary Journal*, Vol. 23, No. 1, 2003, pp. 89-103.

НОВИ ТРАМВАЈ У ЕКСПЛОАТАЦИЈИ У БЕОГРАДУ – CAF URBOS 3

THE NEW TRAM IN BELGRADE – CAF URBOS 3

Горан Видовић, дис²⁸; Златомир Анђелић, дис²⁹

Резиме: У систему јавног превоза града Београда значајну улогу заузима трамвајски подсистем. Од укупно 1315 возних јединица колико превози грађане у Београду у другом вршном периоду, 150 су трамваји. Трамвај је електрично возило које се, углавном, користи за путника и које се креће по шинама. Напајање погонског електромотора трамваја се врши преко електричног вода изнад шина и пантографа или, ретко, директно преко шина.

У возном парку ГСП Београд налази се три основна модела трамваја и то: ЧКД КТ4, DUWAG и од скоро је у експлоатацији и нови трамвај типа CAF URBOS 3 шпанске производње. Несумњиво је овај трамвај привукао велику пажњу како у естетском тако и у техничком погледу. За разлику од својих претходника нови трамвај поседује најновије технолошке иновације које се примењују у овој врсти транспорта путника.

У овом раду ће бити представљени најбитнији детаљи који карактеришу CAF и који имају велики значај за возно особље и саобраћајне инжењере.

Основни подаци

CAF URBOS 3 је састављен од пет зглобно повезаних модула који леже на три обртна постоља:

C1-S1-M-S2-C2



Модул C1 се налази на једном крају возила и опремљен је кабином за вођњу и смештен је на моторном обртном постољу. Модул C2 се налази на другом крају возила и такође је постављен на моторном обртном постољу као и средишњи модул M. Модули S1 и S2 се налазе у средини и не ослањају се на обрта постоља већ су огибљењем повезани на суседне модуле.

Конструкција трамваја је нископодна. Главна електрична опрема је монтирана на крову возила (старији модели трамваја су високоподни и електрична опрема је постављена испод простора за путнике).

²⁸ СП Централа - ГСП Београд, Београд, ggoorraann@beotel.net

²⁹ СП Централа - ГСП Београд, Београд, zlatomir.andjelic@gsp.rs

Кратак преглед основних података:

- Димензија 32 366 мм
- Ширина возила 2300 мм
- Висина трамваја (са спуштеним пантографом) 3600 мм
- Тежина (празног возила) 38500 кг
- Број седишта 77 (+6 склопивих седишта)
- Стојећа места (4 о/м²) 91
- Стојећа места (6 о/м²) 151
- Напон електричног вода 600 v
- Максимална оперативна брзина 60 km/h

Врата за измену путника

Трамвај има укупно шест врата, по једна једнокрилна врата у модулима С1 и С2 и по два двокрилна у модулима S1 и S2 а модул М нема врата. Врата су клизна са електричним радом и микропроцесорском контролом. Врата су опремљена следећим уређајима:

- Јединица за контролу врата која управља отварањем и затварањем врата у зависности од примљеног сигнала из подручја врата и кабине
- Спољни/унутрашњи тастер за отварањем врата за потребе путника
- Светлосна баријера за детекцију путника
- Систем за детекцију препреке подсретством откривања прекомерне струје мотора
- Уређај за излазак у нужди

Поред тога двоја врата су опремљена са улазном рампом за особе са инвалидитетом. Њихова кретања приликом склапања су контролисана од стране контролног модула.

Систем пескарења

Предњи точкови моторних обртних постоља су опремљени пескарама како би се побољшало приањање точка за шину, кад је то неопходно. Свако моторно постоље је опремљено са два резервоара за песак, један по точку. Резервоари су опремљени сензорима за детекцију минималног нивоа песка. Статус сензора се читава од стране система трамвајске контроле како би се обавестио возач. Сваки резервоар је опремљен пнеуматским потискивачем који избацује песак преко шина испред точка преко млазница. Млазнице се електрично греју.

Захтев за пескарење се јавља у следећим ситуацијама:

- Захтев за пескарење који долази од јединице вучне контроле због клизања
- Захтев за пескарење који долази од јединице за контролу кочнице због клизања
- Ручни захтев који даје возач преко тастера који се налази на управљачком пулту

Систем за подмазивање венца точка

Циљ система је подмазивање венца точка да би се умањило хабање венца точка у кривини.

Кочни систем

Кочни систем се састоји од следећих врста кочница:

- Електродинамичка
- Тарна (хидраулична) кочница
- Електромагнетна кочница

Радна кочница је комбинација електродинамичке и тарне кочнице. Предност и приоритет у употреби има електродинамичка кочница која има циљ да употребу тарне кочнице сведе на минимум. Само у случају мале брзине испод 5 km/h или у случају квара електричне кочнице на снагу ступа тарна кочница.

Кочница за случај нужде је најоштрији режим кочења који омогућава заустављање трамваја у најкраћем времену и растојању. То је комбинација све три врсте кочница. Током примене ове кочнице песак се наноси на шину онолико колико је потребно.

Рекордер догађаја

Трамвај је опремљен рекордером догађаја који се користи за истраживање, надзирање и записивање сигнала возила и за прорачун пређеног растојања и тренутне брзине кретања. Информације добијене на овај начин могу се модификовати употребом рачунара или преко терминала.

Рекордер догађаја обухвата контролну јединицу инсталирану у левом електроорману кабине и брзиномер инсталиран на управљачком пулту. Систем прима и обрађује сигнале трамваја у реалном времену. Растојање које је трамвај прешао обрачунава се на основу броја импулса примљених од два сензора брзине који су монтирани на обртном постољу приколице, али и на основу других параметара као што су пречник точка и број импулса по обртају. Вредности надгледања сигнала се записују променама у постојаној меморији а сврха је креирање датотеке која омогућава анализу рада у одређеној ситуацији у времену пре квара или судара, да би се утврдило порекло те ситуације.

Контролна јединица извршава такође и функцију уређаја за безбедну вожњу. Систем надзире статус возача док је трамвај у покрету, затим активира оптички и акустични систем упозорења и извршава примену максималне кочнице уколико су испуњени неопходни услови за то.

Опрема за безбедну вожњу

Трамвај је опремљен уређајем за сигурну вожњу чије функционисање контролише рекордер догађаја, који потврђује активну присутност возача да би се избегле опасне ситуације настале услед губитка контроле возача.

Присутност возача у активної кабине се потврђује активирањем било ког од следећих уређаја:

- Тастер интегрисан у ручици главне контроле и
- Педале смештене на ослонцу за ноге возача

Редослед активације је следећи:

- Спори режим: Ако се тастер/педала држи притиснута више од 30 секунди онда се приказује оптички сигнал, ако се не отпусти у року од 2,5 секунди, онда се чује звучни сигнал и ако се не отпусти у наредне 2,5 секунде онда се шаље команда за максимално кочење
- Брзи режим: Ако се тастер/педала отпусти дуже од 2,5 секунде, онда се аутоматски приказује оптички сигнал, ако се не притисне у року од 2,5 секунде онда се чује звучни сигнал и ако се не притисне у наредне 2,5 секунде онда се шаље команда за максимално кочење.

Команда за максимално кочење се поништава када се трамвај потпуно заустави.



Возачки комадни простор

Возачки простор је опремљен са најсавременијом опремом која се користи у овом виду превоза путника. На комадном пулту постоји велики број команди који се активирају притиском на тастер. Са леве и десне стране налазе се два тфт монитора који служе као ретровизори и монитори за пренос слике из путничког простора. Дакле возило је опремљено са "CCTV" камерама за спољно надзирање преко 2 камере и 6 за унутрашње надзирање. На комадном пулту се налази централни монитор "Touch screen" за надгледање и контролу свих уређаја у возилу. Све команде које се активирају притиском на тастер имају могућност активирање и додиром на део екрана који симболизује одређену радњу.

У модулу С2 налази се помоћни део за покретање возила у рикверц. Во-
жња из овог дела је дозвољена само за операције повлачења или маневриса-
ња а брзина је ограничена на 5 km/h.

Кључне речи: нови трамвај, трамвајски саобраћај, јавни превоз

Abstract: The tram make CAF URBOS 3 which is now exploited in Belgrade, is one of the latest models that is produced in the famous Spanish tram factory. With its appearance and technical solutions it presents a real refreshment in the system of public transport in Belgrade. Numerous operations make it easier for the drivers to drive and control the vehicles and for their superiors to get the insight into the analysis of events. The most important solutions that contribute to more comfortable and safer drive will be presented in this essay.

Keywords: the new tram, tram traffic, public transport

VREME PUTOVANJA KAO INDIKATOR SAOBRAĆAJNIH ZAGUŠENJA

TRAVEL TIME AS AN INDICATOR OF TRAFFIC CONGESTION

Jelena Popović, dis³⁰; mr Nikola Čelar, dis³¹

Rezime: Saobraćajna zagušenja kao jedan od najvećih i globalno univerzalnih problema saobraćaja današnjice se pojavljuju prvenstveno na urbanim mrežama gotovo svih velikih gradova sveta, bez obzira na stepen ekonomske i tehnološke razvijenosti lokalne sredine i na primenjene sisteme i strategije upravljanja saobraćajem. Posledica su velikog porasta saobraćajne potražnje, izražene kroz velik broj vozila na mreži, i nesrazmerno malih i ograničenih kapaciteta mreže koja je na raspolaganju za njihovo opsluživanje. Uvećanje populacije, porast stepena motorizacije i pre svega mobilnosti u putničkom i robnom transportu čine problem saobraćajnih zagušenja tokom vremena sve izraženijim kroz širenje obima mreže koja zagušenjima biva ugrožena i produžavanje perioda tokom kojih su zagušenja na mreži prisutna.

Postoji veliki broj indikatora saobraćajnih zagušenja. Osnovni i najčešće primenjivani indikatori su: vreme putovanja, brzina u toku, vremenski gubici, odnos protok kapacitet, potrošnja goriva.

Vreme putovanja u saobraćajnom toku kao osnovni pokazatelj kvaliteta saobraćajnog procesa i najneposredniji činilac kvaliteta usluge obezbeđene korisnicima, posledica je načina regulisanja i upravljanja saobraćajem, obima saobraćaja i uslova u saobraćajnom toku, geometrije saobraćajnica i konfiguracije poteza na kom se istražuje.

Merenje veličine zagušenja ovim izmeriteljem postiže se poređenjem vremena putovanja, na definisanoj trasi, u zagušenom i nezagušenom stanju. U procesu merenja zagušenja neophodno je precizno definisati da li se radi o vremenu putovanja vozila ili vremenu putovanja putnika. Vreme putovanja vozila je tačniji kvantifikator zagušenja iz razloga što vreme putovanja putnika, u većini slučajeva, u sebi sadrži i dodatna vremena koja mogu značajno uticati na kvalitet dobijenih rezultata o vrednostima zagušenja.

Pokazatelji nivoa zagušenja na osnovu vremena putovanja [5]:

Varijacije u vremenu putovanja – Standardno odstupanje u vremenu putovanja (pouzdanost sistema)

Stepen vremena putovanja – Odnos vremena putovanja u uslovima slobodnog toka prema trajanju putovanja u vršnom periodu, uzimajući u obzir samo periodična

$$\text{zagušenja } TTI = \frac{TT_{\text{sred.}}}{TT_{\text{sl.tok}}}$$

³⁰ Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet, Beograd, jelena.popovic@sf.bg.ac.rs

³¹ Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet, Beograd, n.celar@sf.bg.ac.rs

* Rad je sastavni deo naučno-istraživačkog projekta „Uticaj globalnih izazova na planiranje saobraćaja i upravljanje saobraćajem u gradovima“ TR36021 Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije

Indeks vremena putovanja – Indeks odnosa vremena putovanja u uslovima slobodnog toka prema trajanju putovanja u vršnom periodu, uzimajući u obzir i periodična zagušenja i zagušenja nastala usled nezgoda

Prosečno vreme putovanja - Srednja vrednost vremena putovanja svih vozila u određenom saobraćajnom toku q , preko posmatranog odseka puta

$$TT_{\text{sred.}} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N TT_i$$

Indeks vremena putovanja (TTI – travel time index) se definiše kao odnos prosečnog vremena putovanja i vremena putovanja u slobodnom toku. Iz ovoga sledi da ukoliko je indeks vremena putovanja jednak 1, prosečno vreme putovanja je jednako vremenu putovanja u slobodnom toku, što znači da nema vremenskih gubitaka. Ukoliko je TTI 1.5, stvarno vreme putovanja je 150% od vremena putovanja u slobodnom toku, ili je potrebno 1.5 više vremena da se pređe deonica nego u slučaju nepostojanja zagušenja. U analizi TTI pretpostavlja se da indeks ne može biti manji od 1, što bi ukazalo na to da se vozilo ne dozvoljenom brzinom koja je veća od ograničenja.

U daljem radu je vršeno utvrđivanje indeksa vremena putovanja na osnovu kontinuiranih saobraćajnih istraživanja koja su se sprovodila na mreži grada Beograda.

Istraživanja karakteristika saobraćaja na osnovnoj mreži grada Beograda se sprovode još od 1984. godine. Osnovni cilj kontinuiranih istraživanja karakteristika saobraćaja i prikupljanja podataka o saobraćaju na osnovnoj mreži grada Beograda je ažuriranje postojećih podataka obezbeđivanje kvalitetne baze podataka koja se koristi u regulisanju, upravljanju, planiranju saobraćaja, održavanju saobraćajne opreme, upravljanju saobraćajnim sistemom grada.



Slika 1. Potezi na kojima je utvrđivan indeks vremena putovanja, a obuhvaćeni su saobraćajnim istraživanjima:

MILJAKOVAC - PRAVNI FAKULTET
USTANIČKA – TAŠMAJDAN
CENTAR - NOVI BEOGRAD
CENTAR - KARABURMA

Prilikom proračuna indeksa vremena putovanja, potrebno je bilo utvrditi prosečno vreme putovanja koje je dobijeno istraživanjem, metodom plutajućeg vozila [1].

Vreme putovanja u slobodnom toku se proračunava uzimajući u obzir dužinu deonice i ograničenje brzine kretanja (60 km/h – koja je važila u tom periodu)

Indeks vremena putovanja je utvrđivan na predstavljenim potezima na osnovu istraživanja obavljenih 1994 i 2006 godine. Posmatran je smer od centra grada ka periferiji grada. U tabeli su predstavljene posmatrane deonice na potezima, njihova dužina, kao i dobijen indeks vremena putovanja. Zbog nastalih izmena u periodu od 1994 i 2006 godine, dužine posmatranih deonica se neznatno razlikuju. [2], [3]

DEONICA	1994		2006	
	Dužina deonice (m)	TTI	Dužina deonice (m)	TTI
Vlajkovićeve - tobogan Radnička	5730	1.38	5390	2.14
Pravni fakultet - stara okretnica autobusa 47	9630	1.29	9500	1.62
tunel - okretnica linije 16	7106	1.96	5655	1.80
Resavska - Ustanička (okretnica tramvaja)	4811	2.77	5090	2.33
tunel - opština NBGD	4798	1.49	4920	1.41

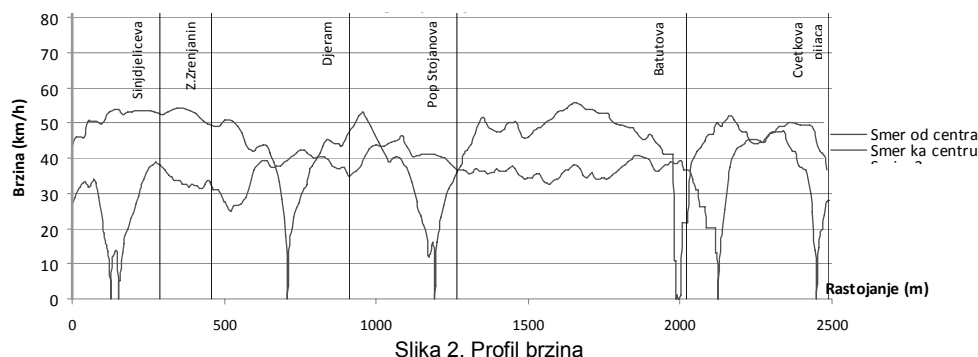
Na osnovu prikazanih rezultata može se uočiti da je deonica koja obuhvata Bulevar Kralja Aleksandra na osnovu merenja obavljenih 1994 godine ima najveći indeks vremena putovanja, što znači da su na ovoj deonici najizraženija zagušenja. Iako dolazi do opadanja vrednosti indeksa vremena putovanja, na osnovu merenja iz 2006 godine, ovo je i dalje deonica sa najvećim indeksom. Kada bi se svaka od deonica posmatrala parcijalno po segmentima, moglo bi se utvrditi trend opadanja indeksa vremena putovanja u posmatranom smeru. Ovako nešto je i za očekivati, jer što se više udaljavamo od centra vreme putovanja se približava vremenu putovanja u slobodnom toku.

Napredovanjem tehnologije stiče se mogućnost da se vreme putovanja meri na mnogo sofisticiraniji način. Ovakva pilot merenja su sprovedena uz primenu GPS uređaja, 2011 godine na deonici od Vukovog spomenika do Cvetkove pijace, u oba smera. Pilot merenje je sprovedeno nakon rekonstrukcije Bulevara kralja Aleksandra, kao pokušaj da se utvrdi trend promene vremena putovanja na ovoj deonici nakon primene novih upravljačkih mera. Dobijeni rezultati prikazani su u tabelama.

Deonica	Dužina deonice (m)	TTI
Vukov spomenik - Sinđelićeva	286	1
Sinđelićeva - Žarka Zrenjanina	175	1
Žarka Zrenjanina - Đeram	453	1.47
Đeram - Pop Stojanova	353	2.16
Pop Stojanova - Batutova	757	1.27
Batutova - Cvetkova pijaca	466	1.88
	2490	1.49

Deonica	Dužina deonice (m)	TTI
Cvetkova pijaca - Batutova	451	2.03
Batutova - Pop Stojanova	715	1.38
Pop Stojanova - Đeram	404	1.24
Đeram - Žarka Zrenjanina	450	1.42
Žarka Zrenjanina - Sinđelićeva	175	1.51
Sinđelićeva - Vukov spomenik	287	3.39
	2483	1.72

Merenje vremena putovanja je obavljeno u jutarnjim satima kada plan rada svetlosnih signala prioritet smeru ka centru grada. Ovaj prioritet se može ogledati u broju zaustavljanja vozila na ovoj deonici, koji je manji u smeru ka centru grada. Vreme putovanja, odnosno TT indeks je veći u smeru ka centra grada, ali dolazi do manjih oscilacija brzine, za razliku od smera od centra grada (Slika 2.)



Na osnovu prikazanih rezultata može se uočiti da dolazi do opadanja TT indeksa u odnosu na prethodna prikazana merenja iz 1994 i 2006 godine, zaključak ovakvih rezultata se može bazirati na činjenici da je vreme putovanja osetljivo na promene načina rada svetlosnih signala, što znači da je direktno osetljivo i na načine upravljanja saobraćajem.

Ključne reči: indikatori zagušenja, vreme putovanja, indeks vremena putovanja

Abstract: One of the basic indicator of traffic congestion is travel time index. Travel time index is the result of the measures used in traffic control and management, traffic volume and traffic flow conditions, street/road geometry of the stretch the survey is conducted on. Traffic characteristics on the core network of the city of Belgrade have been surveyed already from 1984. The paper will present and compare the results obtained during traffic studies carried out in Belgrade in 1994 and 2006 within which travel time index was measured in five corridors in Belgrade. In addition, this paper will present the result of measurement of travel time using second by second GPS speed data on the King Aleksandar Boulevard, after street reconstruction and implementation of a new traffic management system.

Key words: congestion indicators, travel time, travel time index

Literatura

- [1] Borisavljević, V.: Metoda uzorka u saobraćajnim istraživanjima, Tehnika – Saobraćaj, Vol. 46, No. 3, 2000, pp 7-13
- [2] Istraživanja karakteristika saobraćajnog toka na osnovnoj mreži Beograda, Institut Saobraćajnog fakulteta, 1994.
- [3] Istraživanja karakteristika saobraćajnog toka na osnovnoj mreži Beograda, Institut Saobraćajnog fakulteta, 2006.

- [4] Čelar, N., Vukanović, S., "Traffic Management Measures as the Results of Level of Service Survey – The Case Study of Belgrade", Association for European Transport and Contributors, (Netherland, 2007)
- [5] Grant-Muller, S., Laird, J.: The cost os congestion, European Transport Conference, 2007, www.aetransport.org
- [6] Managing urban traffic congestion, European conference of Ministers of Transport
- [7] Popović J., Naplata korišćenja urbanih deonica u cilju smanjenja saobraćajnih zagušenja, Tehnika – Saobraćaj, 2009, vol. 56, br. 1, str. 17-26
- [8] Popović, J., Vukanović, S., Čelar, N., "Travel time as the results of traffic control and management measures", ISEP2011
- [9] Vukanović S., Čelar N., Milosavljević S., "Estimation Level of Service on urban network as input to ITS travel information", ISEP, (Ljubljana, 2007)
- [10] Vukanović, S., Jović J., Popović, J., Čelar, N., "Transport master plan for Belgrade - An Overview of Input Variables ", ISEP2012
- [11] Vukanović, S., "Analiza proračuna nivoa usluge na primarnim gradskim saobraćajnicama", Tehnika – Saobraćaj, 2005, vol. 52, br. 4, str. 1-6
- [12] Vukanović S., Analiza proračuna nivoa usluge na primarnim gradskim saobraćajnicama, Tehnika – Saobraćaj, 2005, vol. 52, br. 4, str. 1-6

ANALIZA KOMPONENTI VREMENSKIH GUBITAKA

CONTROL DELAY COMPONENTS ANALYSIS

Mr Nikola Čelar, dis³²

Rezime: Vremenski gubitak definisan je kao dodatno vreme koje vozač troši tokom realizacije putovanja u uticajnoj zoni raskrsnice, odnosno kao razlika između realizovane i hipotetičke vrednosti vremena putovanja u uslovima kada bi se vozilo kontinualno kretao željenom trajektorijom u uslovima neometanog saobraćajnog toka, hipotetički, kada raskrsnica ne bi ni postojala. Gubitak definisan na ovakav način predstavlja tzv ukupan gubitak (total delay), odnosno gubitak prouzrokovan primenjenim načinom upravljanja (control delay). Njegova vrednost se može utvrditi za svako pojedinačno vozilo, kao prosečna vrednosti za sva vozila u saobraćajno traci, prilazu ili celoj raskrsnici u posmatranom vremenskom periodu ili kao ukupna suma vremenskih gubitaka za sva vozila u periodu posmatranja po prethodno pomenutim entitetima.

Vremenski gubitak vozila na signalisanoj raskrsnici ne predstavlja jednoznačnu veličinu. On je sastavljen iz nekoliko različitih komponenti. Najčešće u analizi ukupnih vremenskih gubitaka figurišu tri osnovne, jasno razgraničene, hronološki složene komponente vremenskih gubitaka i to: gubici koji nastaju kao posledica procesa usporenja vozila, gubici vozila u redu (gubici zaustavljenog vozila) i gubici koji nastaju kao posledica procesa ubrzanja vozila. Ako posmatramo set mogućih realizacija trajektorija kretanja vozila na raskrsnici, uočava se, da se u realizacijama trajektorija ne pojavljuju sve pomenute komponente gubitaka. U zavisnosti od postojanje neke od komponenti vremenskih gubitaka u putanje kretanja vozila se mogu podeliti na:

- Putanje bez promene brzine kretanja, sa uslovno konstantnom brzinom kretanja (bez komponenti gubitaka)
- Putanje bez zaustavljanja (sa komponentama gubitaka tokom procesa usporenja i ubrzanja)
- Putanje sa zaustavljanjem (realizacija svih komponenti gubitaka)

Imajući u vidu prethodnu podelu jasno je da se samo putanje koje imaju komponentu gubitaka zaustavljenog vozila jedino nedvosmisleno mogu razlikovati od prethodna dva tipa putanja. Stoga se kao osnovno u okviru rada postavlja pitanje graničnih vrednosti, kriterijuma, za generisanje vremenskih gubitaka koji nastaju kao rezultat procesa usporenja/ubrzanja vozila. Proces usporenja i ubrzanja faktički je prisutan u oba posmatrana tipa putanja., ali se očigledno razlikuje po intenzitetu i vremenu trajanja.

Takođe u okviru rada razmatra se reporna vrednost u odnosu na koju se utvrđuje vrednost vremenskih gubitaka. Konkretno realizovana putanja ima jasno utvrđenu prostornu i vremensku komponentu, što nije slučaj sa nekom teorijski ideal-

³²

Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet, Beograd, n.celar@sf.bg.ac.rs

*

Rad je sastavni deo naučno-istraživačkog projekta „Uticaj globalnih izazova na planiranje saobraćaja i upravljanje saobraćajem u gradovima" TR36021 Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije

nom putanjom kretanja, putanjom koja se realizuje nekom vrednošću idealne brzine. Pojam idealne brzine kao hipotetičke kategorije potrebno je svesti na nivo brzine koja se eksperimentalno utvrditi u realnim uslovima i koja će predstavljati repernu vrednost za utvrđivanje razlike vremena putanja, odnosno vremenskih gubitaka.

U radu će biti prikazana i analiza procesa usporenja i ubrzanja vozila, kao dva praktično različito interpretirana procesa, sa aspekta vremena realizacije, udela u ukupnim vremenskim gubicima, intenzitetima njihove realizacije i sl. Sagledavanje ovih procesa je ključno za proces eksperimentalnog utvrđivanja ukupnih vremenskih gubitaka. Od svih komponenti vremenskih gubitaka, jedino je komponenta gubitaka zaustavljenog vozila lako eksperimentalno utvrdiva. Ključno pitanje, pitanje koje je godinama predmet brojnih istraživanja, odnosi se na uspostavljanje veze između pomenute komponente i vrednosti ukupnih vremenskih gubitaka. Osnovni razlog nalazi se u nemogućnosti eksperimentalnog utvrđivanja komponenti gubitaka koje nastaju tokom procesa usporenja/ubrzanja primenom standardnih metodologija i tehnika istraživanja vremenskih gubitaka. Primena tehnike analize trajektorije vozila sagledavanjem profila brzina u visokoj rezoluciji, na osnovu podataka sa GPS-a, obezbeđuje detaljnu analizu trajektorije pojedinačnog vozila, ali je praktično eksperimentalno neprimenjiva za analizu ponašanja celokupnog saobraćajnog toka., Podaci dobijeni na ovaj način, formirani na bazi reprezentativnog uzorka, mogu poslužiti za analizu posmatranog fenomena (pre svega komponenti gubitaka koje se odnose na proces usporenja i ubrzanja vozila) i njihovog dovođenja u kontekst ukupnih vremenskih gubitaka na nivou saobraćajnog toka. U radu će biti prikazni rezultati analize koji će poslužiti za formiranje teorijskog modela koji opisuje vezu između posmatranih komponenti vremenskih gubitaka.

Ključne reči: signalisana raskrsnica, trajektorija vozila, komponente gubitaka

Abstract: Measuring delay in the field accurately is important for designing and operating traffic control systems. As a performance measure, delay plays a critical role in evaluating levels of service at signalized and unsignalized intersections. Control delay at signalized intersection is computed as the difference in the departure time and the arrival time of a vehicle. The control or total delay time can be categorized into deceleration delay, stopped delay and acceleration delay. In a practical sense, the distinctions between these delay components are considerably difficult to measure. A procedure base on GPS data can be used to accurately measure all of the components of delay This paper presents a preliminary results of relationship between control delay components.

Key words: signalized intersection, vehicle trajectory, delay type

УПРАВЉАЊЕ ТУНЕЛИМА – основни захтеви –

TUNNEL CONTROL – basic requirements –

Милица Кувелјић, дис³³

Резиме: Систем управљања тунелом треба да је замишљен тако да је могуће остварити оптималне саобраћајне услове на деловима пута где се налазе тунели уз постојеће и планиране услове на тим деловима.

Елементи техничке опреме за управљање и опремање тунела служе пре свега за боље функционисање саобраћаја, избегавање критичних догађаја, заштиту корисника тунела и околине, као и подршка службама за спашавање приликом пружања помоћи у случају пожара, незгода и кварова.

Управљање тунелом треба да планира поступке који се тичу :

- нормалних услова рада
- одржавања или предвидивих ванредних ситуација
- непредвиђени ванредни догађаји (незгоде, вожња у супротном смеру, заустављена возила)
- пожар у тунелу
- боља безбедност саобраћаја
- повећан комфор и економичност превоза људи и добара
- директно смањења штетног утицаја на околину

Функције система управљања тунелом

Главне функције система управљања тунелом које су и интерактивно повезане јесу:

- сакупљање података о саобраћају и околини који се тичу ванредних догађаја испред и унутар тунела (саобраћајне незгоде, пожари, рад на одржавању, квалитет ваздуха унутар тунела..)
- управљање за време ванредних догађаја
- контрола тренутног стања саобраћаја испред и унутар тунела, коришћење комуникационих уређаја (тробојни семафори, знакови са измењивим садржајем порука, радио, СОС, видео надзор, звучни системи)
- управљање вентилацијом (снабдевање возача довољном количином свежег ваздуха, обезбеђивање довољне видљивости у тунелима пуним издувних гасова и прашине, спречавање недозвољених емисија штетних материја кроз вентилацију тунела у околину тунела)
- управљање осветом (дању, ноћу и у случају нужде) која се у тунелима пројектује у складу и према одредбама међународног стандарда ДИН 67524
- осигурање електричног напајања (из мреже или нужних извора)
- управљање протоком саобраћаја и информисање корисника друмске мреже изван и унутар тунела

³³

Институт за путеве, а.д, Београд, mkuveljic@gmail.com

У случају да је систем управљања тунелом део неког ширег система (нпр. систем за контролу и управљање аутопутевима или сл.) треба да буде у комуникацији и повезан са другим системима.

Систем ће пружити контролу и управљање саобраћајем када:

- саобраћајне карактеристике досегну критичне нивое (унутар тунела или у зони тунела
- услови у околини угрожавају безбедност корисника пута (слаба видљивост, превелика концентрација СО)
- када се предвиђени и непредвиђени догађаји појаве на путу (радови на путу, саобраћајне незгоде, пожари.)

Управљање саобраћајем у тунелу

Систем управљања саобраћајем унутар тунела састоји се од :

- информационог дисплеја
- саобраћајних знакова са измењивим садржајем порука
- информационог дисплеја за намену трака
- саобраћајних знакова са унутрашњим осветљењем
- семафора
- контролног система управљања
- мреже за пренос података
- центра за управљање тунелом

Управљање у ванредним околностима

У случају да дође до ванредног догађаја у тунелу, систем у з аутоматско (ако је инсталиран) мора да омогући и ручно преузимање одговарајућих мера управљања тунелом и информисања корисника (саобраћајне незгоде, радови на одржавању)

1. СИСТЕМИ НАДЗИРАЊА ТУНЕЛА

- Систем дојаве пожара
- Систем СОС телефона и интерфона
- Систем озвучења
- Систем видео надзора
- Систем контроле квалитета и брзине струјања ваздуха
- Систем контроле напајања
- Радио систем
- Систем детекције и управљања саобраћајем

2. ПОСТРОЈЕЊА ЗА БЕЗБЕДНОСТ

- Излази и путеви за случај нужде
- Зауставне траке
- Зоне склањања
- Нише за СОС позиве
- Уређаји за гашење пожара
- Електрично напајање

Све ове мере треба да омогуће опремање тунела у складу са јединственим основним одредбама и критеријумима, као и безбедно коришћење према постојећим саобраћајним и регионалним условима примереним квалитету. Елементи техничке опреме морају да буду поуздано и сигурно изграђени и да се могу одржавати и морају бити инсталирани. Достављене информације морају бити једнозначне. Уколико наступе неке неправилности, техничка опрема омогућава самоспашавање и заштиту корисника тунела као и укључивање спасилачких снага, а све у функцији што бољег одвијања саобраћаја, избегавања критичних догађаја и заштити корисника тунела.

Кључне речи: Функције система, управљање саобраћајем, системи надзирања, постројења за безбедност.

Abstract: Tunnel control system should be designed to enable the achievement of optimum traffic conditions on parts of the road with tunnels, along the existing and planned conditions on those stretches.

The elements of technical equipment for control and out-fitting of tunnels are primarily used for better traffic operation, avoiding dangerous events, protection of tunnel users and surrounding milieu. They are also used as rescue services support in case of fire, accidents and breakdowns.

Keywords: system functions, traffic control, surveillance systems, security systems

Literatura:

- [1] Forschungsgesellschaft für strassen-und verkehrswesen, arbeitsgruppe verkehrsführung und verkehrssicherheit *Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Strabentunneln RABT*, 2006
- [2] JP Putevi Srbije Priručnik za projektovanje puteva u Republici Srbiji, 11. Projektovanje tunela, Beograd 2011

DEVELOPMENT OF ITS IN REPUBLIC OF CROATIA

IMPLEMENTACIJA ITS-A U REPUBLICI HRVATSKOJ

Dr Sadko Mandžuka³⁴, Božica Horvat³⁵, mr Pero Škorput³⁶

Abstract: The paper presents current status on deployment of Intelligent Transport System in Croatian transportation system. It is based on analysis of transport infrastructure development (freeways, highways etc), Croatian road road-telematic industry and other supporting activities (including scientific research, educational activities, standardization system etc.). Several future challenges in the field of ITS is indicated with special emphasis on the latest European ITS Action Plan.

Introduction

As a candidate country Croatia has to fulfil specific conditions including compliance of legal documents with the European legal framework (*acquis communautaire*). Negotiations related to this harmonisation were conducted based on 35 chapters. In the field of transport, international harmonisation is necessary even if it would not be related to accession to the Union. More precisely, lack of harmonisation could cause obstacles in the traffic flows on the important paneuropean corridors (V and X) passing through Croatia. New EU ITS initiative is guided by The Action plan for deployment of ITS. It can be considered as the document that initiated stronger and more focused ITS development in European Union. Although there was a high level of harmonisation in strategic researches supported by the European Technology Platforms ERTRAC and ERTICO-ITS, framework for deployment of ITS in road transport was still to be designed, [1]. The Action plan presents three major today problems in EU transport: Congestion and congestion's costs; Road transport related CO2 emissions; Fatalities. The main policy objectives arising from these challenges are for transport and travel to become: cleaner, more efficient, safer and more secure. ITS has been recognized as a possible solution, and the purpose of the Action plan is to accelerate and to coordinate the deployment of ITS in road transport, including interfaces with other transport modes. The potential of ITS could be realised only if its deployment in Europe is transformed from the limited and fragmented implementation into an EU wide one. The Action plan envisages six priority areas:

1. Optimal use of road, traffic and travel data;
2. Continuity of traffic and freight management ITS services on European transport corridors and in conurbations;
3. Road safety and security;
4. Integration of the vehicle into the transport infrastructure;
5. Data security and protection, and liability issues;
6. European ITS cooperation and coordination.

³⁴ Faculty of Traffic Science, Zagreb, mandzukas@fpz.hr

³⁵ Ministry of Economy, Zagreb, bozica.horvat@mingorp.hr

³⁶ Faculty of Traffic Science, Zagreb, mandzukas@fpz.hr

Within six priority areas the total of 24 activities were defined (Figure 1). Priority areas were later partially transferred in Directive 2010/40/EU, [2].

Scientific and research capacities in Croatia

Field of road telematics has been strongly researched in 80s and 90s years of the previous century by the University of Zagreb (Faculty of Electrical Engineering and Computing; Faculty of Transport and Traffic Sciences) and companies such as “Nikola Tesla” etc. At the end of the 1990s a group of transport and traffic scientists, led by professors at Faculty of Transport and Traffic Sciences, recognized the importance of ITS and initiated a number of research projects supported by the Ministry of Science or other public bodies and public-owned companies (Research centre for ITS; Institute for Intelligent Transport Systems, 2001 etc.). The result of that was the spreading of the ITS idea. In 2005, a new branch was included in the National Classification of Scientific Areas – 2.12.05 Intelligent Transport Systems and Logistics (included in the field of Transport and Traffic Technology). In the same year science and professional association ITS-Croatia was established and a new university study programme on Intelligent Transportation Systems and Logistics (on undergraduate and graduate level) has been accredited. In the same period, a number of scientific projects in the field have been initiated: “General ITS Models and their Reflections, Development Methods of Integrated Intelligent Transport Systems, Methodology for Development of Integrated Adaptive Transport and Logistic Systems etc. Experiences gained on the national level are also applied in international projects such as project CiViTAS ELAN in 7th Framework Programme, [3]. The current stage of science, research and educational capacities can be characterized as satisfactory; nevertheless, the insufficient connections of research and business entities still can be noticed as an obstacle. This general problem is addressed by a number of programmes on institutional and project level. As a supporting body, Business Innovation Centre of Croatia – BICRO has been established. BICRO is a governmental agency for implementation of national programmes in the field of technological development. In nearby future, it will be necessary to develop public-private partnerships which will enable cooperation of these two sectors in development and implementation of various systems and providing of ITS services. The expected result of these partnerships is accelerated, economic and more efficient deployment of ITS and ITS services in the Republic of Croatia, [4].

Interests of Croatian industry

Latest progress in building and modernization of freeways and other road infrastructure put the Republic of Croatia on the very top in the region considering new traffic control system. Modern transport-related information technology implemented to all Croatian freeways enables a continuous progress towards integration of transport infrastructure management. This can be considered as an important step in achieving harmonised transport management in the region. Implemented technology is mostly produced by domestic industry which is the additional benefit from freeway construction and modernization – significant growth of small and medium enterprises related to road telematic equipment. Technology for adaptive traffic signalisation and systems are considered as the best example of

verified and acknowledged products, not only in the region, but also on the global level. Some Croatian manufacturers are specialised in providing integrated technological solution for advance traffic management on freeways, tunnels or in the cities. Similar successful projects have been realised in Croatia and in more than 30 countries in the region and in the world. The development of ITS in the cities (adaptive traffic control, public transport management, parking lines management, intermodal transport in cities and ferry ports, convoy management) is new big challenge for the Croatian ITS. This should enable further development of small and medium enterprises focused on manufacturing management systems and road telematic equipment for these purposes.

Key words: Intelligent Transport Systems, Transport strategy, R&D, Economy, Deployment.

Sažetak: U radu se daje prikaz postojećeg stanja implementacije inteligentnih transportnih sustava u Republici Hrvatskoj. Isti se zasniva na analizi razvoja autocestovnog programa, industrije koja je vezana za proizvodnju cestovne telematičke opreme te ostalih aktivnosti (znanstvena istraživanja, sustava izobrazbe, itd). Ukazuje se na neke buduće izazove u području ITS, s posebnim osvrtom na najnoviji europski ITS akcijski plan.

Ključne riječi: inteligentni transportni sustavi, transportna strategija, istraživanje i razvoj, gospodarstvo, implementacija

References:

- [1] XXX, (2008), Action Plan for the Deployment of Intelligent Transport Systems in Europe, COM (2008) 886 final.
- [2] XXX, (2010), Directive 2010/40/EU of the European parliament and of the Council of 7 July 2010 on the framework for the deployment of Intelligent Transport Systems in the field of road transport and for interfaces with other modes of transport, Official Journal of the European Union.
- [3] Mandžuka, S., (2009), Intelligent Transportation System - Experiences in Republic of Croatia, (in Croatian), ITS Workshop, Ministry of Sea, Transport and Infrastructure, Zagreb.
- [4] Horvat, B., (2011), Directives of the European Union in the field of ITS, BSc Thesis, Faculty of Traffic Science, Zagreb.

Grupa C

**SAOBRAĆAJNO INŽENJERSTVO
– Planiranje saobraćaja**

MODERATOR

Dr Jadranka Jović

GRUPA C

SAOBRAĆAJNO INŽENJERSTVO – Planiranje saobraćaja

1. **Uticaj vremenskih prilika na transportni sistem i mobilnost**
Dr Jadranka Jović, dis, Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet, Beograd
2. **Iskustva u modeliranju teretnog saobraćaja u planovima i projektima**
Aleksandar Trifunović, mis, COWI d.o.o, Beograd
3. **Metode procene obima nemotorizovanih kretanja**
Tijana Ristić, mis
4. **Uticaj informisanja na ponašanje i mobilnost stanovnika**
Dragana Grujičić, dis, mr Vladimir Đorić, dis, Ivan Ivanović, dis, Univerzitet u Beogradu - Saobraćajni fakultet, Beograd
5. **Analiza promene transportnih zahteva na skrin liniji – beogradska skrin linija**
Mr Vladimir Đorić, dis, Ivan Ivanović, dis, Dragana Grujičić, dis, Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet, Beograd
- 6 **Strategija razvoja saobraćaja grada Kragujevca**
7. **Testiranje modela transportne potražnje, studija**
Ph.D Vaska Atanasova, University “St. Kliment Ohridski” Faculty of Technical Sciences, Bitola;
Lidija Markovik, University “St. Kliment Ohridski” Faculty of Technical Sciences, Bitola;
Simon Detellbach, University of Ljubljana Faculty of Civil and Geodetic Engineering, Ljubljana

- 8. Upotreba mikrosimulacija u projektovanju saobraćajne infrastrukture - primer „Porto Montenegro“**
Danijel Vučković, dis, Mladen Nedeljkov, dis, Aleksandar Trifunović, mis, COWI Serbia, Beograd
- 9. Nacionalni saobraćajni model Slovenije PRIMOS**
Gregor Pretnar, Tomaž Guzelj, PNZ svetovanje projektiranje d.o.o., Ljubljana
- 10. Ekološki „footprint“ u planiranju saobraćajne infrastrukture**
Ivan Ivanović, dis, Dragana Grujičić, dis, mr Vladimir Đorić, dis, Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet, Beograd
- 11. Značaj strateških karata buke u prostornom planiranju**
Dr Dejan Filipović, Univerzitet u Beogradu – Geografski fakultet, Beograd;
Vladimir Babić, Miroslav Marić, Institut za puteve a.d., Beograd
- 12. Kombinovana mobilnost: sinergija podsistema javnog masovnog i fleksibilnog gradskog transporta putnika**
Dr Slaven M. Tica, Predrag Živanović, Stanko Bajčetić, Branko Milovanović, Andrea Đorojević, Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet, Beograd
- 13. Ekološka i ekonomska opravdanost uvođenja u eksploataciju autobusa sa pogonom na komprimovani gas (CNG) u GSP „Beograd“**
Slobodan Mišanović, dis, GSP „Beograd“, Beograd
- 14. Primena komunikacionih tehnologija za unapređenje kvaliteta transportnih usluga javnog masovnog transporta putnika**
Mr Damir Projović, Univerzitet odbrane, Vojna akademija – Beograd;
dr Pavle Gladović, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
- 15. Primena programskog paketa OmniTRANS u modeliranju javnog transporta putnika**
Čolović Milan, dis

UTICAJ VREMENSKIH PRILIKA NA TRANSPORTNI SISTEM I MOBILNOST

THE INFLUENCE OF WEATHER CONDITIONS ON TRANSPORT SYSTEMS AND MOBILITY

Dr Jadranka Jović, dis³⁷

Rezime: Uticaj klimatskih promena i vremenskih prilika na saobraćaj i transport su veoma savremene teme za istraživanje. Informacije o tome, u literaturi su relativno skromne, ali je trenutno značajan broj istraživačkih projekata u toku. Istraživanja, u našim uslovima, tek započinju da budu predmet rada kroz naučno-istraživačke projekte i relativno su skromnog dometa.

Veliki podsticaj istraživanju posledica klimatskih promena na globalnu ekonomiju, je dao Šternov izveštaj [12]. U njemu se analiziraju štete u pojedinim sektorima privrede i promoviše ideja preventivnog delovanja radi smanjenja uticaja klimatskih promena.

Iskustva razvijenog sveta ukazuju na to da su uticaji vremenskih prilika na osnovne parametre kvaliteta transportnog sistema, evidentni.

U drumskom saobraćaju, neki od uticaja su istraženi u većoj ili manjoj meri, a neki ne. Tako na primer, uticaj magle na kapacitet saobraćajnica je još uvek u početnoj fazi istraživanja. Ekstremno niske temperature utiču na smanjenje obima transportnih zahteva, ili izazivaju promene vremenske raspodele putovanja. Slične pojave se dešavaju i u slučaju jakog snega. Smanjenje brzine može da bude i do 40%, a obim saobraćaja može opasti i do 30% [4][1]. Generalno, loše posledice se manifestuju, najčešće, na bezbednost i zagušenja na uličnoj i putnoj mreži. Padavine povećavaju učestalost saobraćajnih nezgoda, ali smanjuju ozbiljnost nezgoda (zbog smanjenih brzina u saobraćajnom toku).

Na železnički saobraćaj utiču ekstremno visoke i ekstremno niske temperature, kao i jaki vetrovi koji dovode do značajnih poremećaja u sistemu [10].

Vazdušni saobraćaj je osetljiv posebno na vetar (brzinu i pravac vetra) i vidljivost, koje mogu da utiču na bezbednost i pouzdanost prevoza [13].

Vodni saobraćaj može biti ograničen ekstremno niskim temperaturama, kao i ekstremno visokim (zbog niskog vodostaja)[6].

Većina dosadašnjih istraživanja se bavi analizom trenutnih i procenom kratkoročnih uticaja vremenskih prilika na transportni sistem.

Za prognoziranje transportnih potreba kao osnove za razvoj buduće saobraćajne infrastrukture, u dužem periodu, u okolnostima očekivanih klimatskih promena, mora se primeniti specifična metodologija. Najjednostavniji (i najmanje pouzdan)

³⁷

Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet, Beograd, j.jovic@sf.bg.ac.rs

* Rad je sastavni deo naučno-istraživačkog projekta „Uticaj globalnih izazova na planiranje saobraćaja i upravljanje saobraćajem u gradovima" TR36021 Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije

način prognoziranja promena u transportnim potrebama jeste poređenje iskustava regiona koje su pod različitim klimatskim uslovima [2].

Sveobuhvatnije i pouzdanije prognoze se baziraju na modeliranju transportnih zahteva po posebnim biheviorističkim procedurama. Ovo podrazumeva poznavanje promena ponašanja korisnika transportnog sistema, kao i razvoj modela u koje je moguće ugraditi te promene.

Na Saobraćajnom fakultetu u Beogradu, u laboratoriji za planiranje saobraćaja, u okviru master studija, 2011. godine je vršeno pilot istraživanje uticaja vremenskih prilika na parametre mobilnosti stanovnika Beograda [9]. Utvrđeno je da se osnovni uticaji odnose na generisanje putovanja i vremensku raspodelu putovanja, zatim na vidovnu raspodelu, preraspodelu ruta, odnosno opterećenje ulične mreže. Analizirane su promene mobilnosti u slučajevima ekstremno niskih i ekstremno visokih temperatura. Takođe su istraženi uticaji snega i kiše na transportne zahteve stanovnika. U odnosu na svrhu putovanja posebno su razmatrana «obavezna» (odlazak u školu i odlazak na posao) i tzv. «neobavezna» putovanja (rekreacija, trgovina i sl.). Analize su vršene za različite socioekonomske grupe ljudi. Ova istraživanja se nastavljaju u okviru naučno-istraživačkog projekta Ministarstva za nauku i tehnologiju.

Ključne reči: mobilnost, modeliranje, klimatske promene, vremenske prilike

Abstract: Impact of climate change and weather conditions on traffic and transport are very contemporary themes to explore. Information about this in the literature are relatively modest. Significant number of research projects are now in progress. Researches in our conditions, are just beginning to be the subject of scientific research projects and the relatively modest range.

Big boost in researching the effects of climate change on the global economy, was given by the Stern report [12]. It analyzes the damage in certain sectors of the economy and promote the idea preventive action to reduce the impacts of climate change.

State of art in developed world indicates that the effects of weather on the basic parameters of the quality of the transport system are significant.

In road transport, some of the impacts are explored more or less. Thus, for example, the impact of fog on the capacity of roads is still in the initial phase of the study. Extremely cold temperatures affect the decrease in transportation demands, or cause changes in time distribution of travel. Similar phenomena occur in the event of heavy snow. Reducing speed can be up to 40%, while traffic volume may decrease by up to 30% [4] [1].

Generally, the bad effects are manifested most often in the safety and congestion on the street and road network. Rain and snow increased frequency of traffic accidents, but reduce the heaviness of accidents (due to reduced traffic flow speed).

Extremely high and extremely low temperatures and strong winds have impact on rail traffic (cause significant disturbances in the system) [10].

Air traffic is particularly sensitive to wind (speed and wind direction) and visibility, which may affect the safety and reliability of transport [13].

Waterways may be limited to extremely low temperatures and extremely high (due to low water level) [6].

Most previous researches analyzed the current and short-term assessment of the impact of weather conditions on the transport system.

Transport demands forecasting as the basis for future development of transport infrastructure in the long run, in the circumstances of the expected climate change, needs a specific methodology. The simplest (and least reliable) method of forecasting changes in transport needs is to compare the experiences of the region that are under different climatic conditions [2].

More comprehensive and reliable forecasts are based on modelling of transport demands based on specific behavioural procedures. This includes knowledge of changes in user behaviour of the transport system and development of models that can incorporate these changes.

On Transportation Planning Laboratory (Faculty of Transport and Traffic Engineering, University of Belgrade), 2011, was conducted pilot study to investigate the influence of weather conditions on the parameters of mobility of the population in Belgrade [9]. It was found that the main effects related to the trip generation and distribution of travel time, then modal shift, route redistribution and assignment. Changes in mobility cases of extremely low and extremely high temperatures were analyzed. The effects of snow and rain on the transport requirements of residents were also examined. In relation to the particular purpose of the trip are considered "liable" (going to school and going to work) and so-called "optional" trip (recreation, trade, etc). Analyses were performed for different socioeconomic groups of people. These researches are continuing as the scientific project funded by the Serbian Ministry of Science and Technology .

Key words: mobility, modelling, climate change, weather conditions

Literatura:

- [1] Fujii S., Kitamura R., 2004. Drivers' Mental Representation of Travel Time and Departure Time Choice in Uncertain Traffic Network Conditions, *Networks and Spatial Economics*, 4(3), pp. 243-256.
- [2] Hensher D. A., Button K. J., 2003. *Handbook of Transport and the Environment*, Elsevier, Amsterdam
- [3] Hogema J.H., 1996. Effects of Rain on Daily Traffic Volume and on Driving Behaviour, TNO-report, TM-96-B019, TNO Human Factors Research Institute, Soesterberg, The Netherlands
- [4] Hranac R., Sterzin E., Krechmer D., Rakha H., Farzaneh M., 2006. Empirical Studies on Traffic Flow in Inclement Weather, Federal Highway Administration, Report No. FHWA-HOP-07-073, pp.114 (pp.2-5.)
- [5] Jonkeren, O., Rietveld P., J. van Ommeren, 2007. Climate change and inland waterway transport; welfare effects of low water levels on the river Rhine, *Journal of Transport Economics and Policy*, 41 (3), pp. 387-411.
- [6] Jonkeren, O., Jourquin, B., Rietveld P., 2008. Modal-split effects of climate change: The effect of low water levels on the competitive position of inland waterway transport in the river rhine area, Department of Spatial Economics, VU University, Amsterdam
- [7] Khattak A., 1997. The impact of adverse weather conditions on the propensity to change travel decisions: A survey of Brussels commuters, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 31(3), pp. 181-203.
- [8] Koetse M., Rietveld P., 2009. The impact of climate change and weather on transport: An overview of empirical findings, 17th Annual Conference of the European Association of Environmental and Resource Economists, EAERE, Amsterdam, 24-27. June 2009.

- [9] Nikolić M., 2011. Uticaj vremenskih prilika na karakteristike kretanja u Beogradu, master rad (mentor J. Jović), Saobraćajni fakultet, Beograd
- [10] Rossetti, M.A., 2002. Potential Impacts of Climate Change on Railroads., The Potential Impacts of Climate Change on Transportation Workshop, October 1-2, 2002, DOT Center for Climate Change and Environmental Forecasting, <http://climate.volpe.dot.gov/workshop1002/>.
- [11] Sabir, M., Koetse, M.J., Rietveld, P., 2008b. The Impact of Weather Conditions on Mode Choice Decisions: Empirical Evidence for the Netherlands. Forthcoming as Tinbergen Institute Discussion Paper. VU University, Amsterdam.
- [12] Stern, N., 2007. The Economics of Climate Change: The Stern Review, Cambridge University Press, Cambridge
- [13] Transportation Research Board, 2008. Potential Impacts of Climate Change on U.S. Transportation. TRB Special Report 290. Transportation Research Board, Washington, D.C.

ISKUSTVA U MODELIRANJU TERETNOG SAOBRAĆAJA U PLANOVIMA I PROJEKTIMA

EXPERIENCE IN FREIGHT MODELLING IN PLANS AND PROJECTS

Aleksandar Trifunović, mis³⁸

Rezime: Efikasan transportni sistem pruža mogućnost za razvoj ekonomije i smanjenje negativnog socijalnog uticaja i uticaja na životnu sredinu. Razvoj efikasnog i održivog transportnog sistema se nameće kao imperativ kako u razvijenim, tako i u zemljama u razvoju. Efikasan i održiv transportni sistem nastaje kao rezultat dugoročnog i temeljnog planiranja saobraćaja. Značajno mesto u procesu planiranja zauzima modeliranje saobraćaja. Dugo vremena je najveća pažnja posvećena modelima putničkog prevoza, ali je poslednjih godina pažnja usmerena i na modele teretnog transporta. U radu je, pored osnovnih teorijskih postavki i opisa strukture modela teretnog transporta, kroz tri praktična primera modela dat prikaz njihovih karakteristika i međusobna interakcija.

Uvod

Razvoj efikasnog i održivog transportnog sistema se nameće kao imperativ kako u razvijenim, tako i u zemljama u razvoju. Efikasan transportni sistem nastaje kao rezultat dugoročnog i temeljnog planiranja. Uloga planiranja saobraćaja jeste da obezbedi zadovoljavanje određenog zahteva za kretanjem ljudi i robe koji imaju različite svrhe putovanja, u različito vreme u toku dana i godine, uz korišćenje različitih vidova transporta koji u sistemu transporta imaju određeni operativni kapacitet.

Najbolje strategije planiranja transporta baziraju se na pouzdanim analizama i izlaznim rezultatima procesa modeliranja saobraćaja zasnovanim na relevantnim bazama podataka, najčešće sintetizovanim u formi transportnih modela. Razvoj transportnih modela, bilo u obliku baza podataka, metodologija, procedura i alata, zauzima značajno mesto u procesu planiranja transporta.

Većina literature bavi se modeliranjem putničkog transporta, i to uglavnom u urbanoj sredini, jer je i u praksi najveća pažnja posvećena rešavanju transportnih problema u urbanoj sredini. Ipak, teretni transport, a naročito drumski, predstavlja značajan izvor buke, zagađenja, saobraćajnog zagušenja i drugih saobraćajnih problema. Poslednjih godina pažnja je usmerena i na modele teretnog transporta, pa su tako počeli da se razvijaju modeli teretnog transporta na nivou država, gradova, ali i na nivou šireg područja koji obuhvataju više država ili delova država.

Modeliranje teretnog saobraćaja

Zadatak modeliranja saobraćaja jeste da omogući planerima i donosiocima odluka da sagledaju i analiziraju uticaj predloženih mera, bez njihove prethodne reali-

³⁸ COWI d.o.o, Beograd, aleksandar@cowi.rs

zacije. Pri tome je potrebno uložiti mnogo više napora u cilju definisanja ovakvih modela nego što je to slučaj kod modeliranja putničkog prevoza. Neki od razloga za to su sledeći:

- Modeliranje teretnih tokova zahteva analizu značajno veće količine podataka, nego što je to slučaj kod modeliranja putničkog prevoza. Ovi podaci su vrlo često teško dostupni ili zahtevaju sprovođenje obimnih istraživanja;
- Asortiman potrebnih i proizvedenih proizvoda je veoma veliki, mnogo veći čak i od najdetaljnijeg transportnog zahteva razdvojenog na kategorije putnika i svrhe prevoza;
- Zagušenje u urbanim područjima je već dugo jedno od najvažnijih pitanja u većini razvijenih zemalja, pa je i istraživanje putničkih tokova izuzetno dobilo na značaju;
- U teretnom transportu postoji mnogo veći broj činilaca nego u putničkom prevozu. Svi zajedno, proizvodne firme ili one koje se bave distribucijom robe, špeditorske organizacije, prevoznici, zatim skladišta i sl. imaju uticaja na tokove kretanja tereta.

Kvalitet modela teretnog saobraćaja u velikoj meri zavisi od povezanosti sa prognozama ekonomskih pokazatelja i utvrđivanja dinamike njihovih promena, kao i uključivanja odgovarajućih promenljivih parametara i veza između njih. Modeli moraju biti zasnovani na odgovarajućim podacima i kao takvi moraju imati mogućnost provere i verifikacije. Od kvaliteta korišćenih podataka zavisi i kvalitet razvijenih modela. Stoga je neophodno raspolagati detaljnom i ažurnom bazom podataka o transportu. U većini razvijenih zemalja ove baze postoje već godinama i redovno se upotpunjuju novim podacima. Situacija sa bazama podataka u Srbiji je nešto drugačija.

Najveći izvor ovih podataka predstavlja baza Republičkog zavoda za statistiku. Uglavnom su to podaci koji se odnose na ukupan obim transporta i obim transportnog rada na nivou Srbije podeljen po vidovima prevoza. Detaljniji podaci o teretnim tokovima i robnoj razmeni između Srbije i drugih zemalja poseduje Uprava carina Republike Srbije i Regionalne privredne komore, koje poseduju i podatke o razmeni između regiona unutar Srbije. Takođe podatke o obimu prevoza vodnim putevima poseduju luke i pristaništa, koje su jednim delom u vlasništvu privatnih kompanija. Ovi podaci nisu sistematizovani u bazu podataka koja je pogodna za korišćenje u procesu modeliranja saobraćaja i najčešće je vrlo teško doći do njih. Pozitivan primer mogla bi biti baza podataka koju poseduju Železnice Srbije koja sadrži podatke o obimu prevoza između zemalja, kao i podatke o utovaru i istovaru tereta po železničkim stanicama.

Primeri modeliranja

U okviru ovog rada prikazane su karakteristike tri transportna modela koji se razlikuju po prostornom obuhvatu ali i strukturi i kompleksnosti. Zajedničko za ove modele je to što su modeli šireg područja korišćeni za razvoj modela užeg područja.

Transtools model predstavlja jedan od najobimnijih dosada razvijenih modela koji istovremeno tretira i putnički i teretni transport. Ovaj model predstavlja alat za prognozu saobraćaja i testiranje različitih scenarija na teritoriji cele Evrope. Transtools model povezuje postojeće modele u novi model koristeći pri tom dostignuća ovih modela uz prethodno otklanjanje njihovih nedostataka. Modeliranje teretnog saobraćaja zasnovano je na NEAC modelu. Osnovu modela čini NEAC baza poda-

taka za baznu 2000. godinu koja je formirana na osnovu nekoliko nacionalnih i međunarodnih izvora podataka o razmeni i transportu. Model detaljno obrađuje teretne tokove unutar zemalja članica EU, dok ostale evropske zemlje obuhvata sa nižim stepenom detaljnosti. Model je zasnovan na klasičnom četvorostepenom pristupu modeliranju i pored osnovnih korak obuhvata i model predviđanja pakovanja, model uticaja na životnu sredinu i model koji analizira odnose ekonomije i transporta.

Transportni model Srbije je razvijen u okviru projekta Generalni master plan saobraćaja u Srbiji do 2027. godine. Model obuhvata sve vidove prevoza i sve saobraćajne mreže, a korišćen je za izračunavanje efekata svakog pojedinačnog projekta na nacionalnu ekonomiju za potrebe rangiranja projekata u celom sektoru saobraćaja i za svaki vid posebno. Kao osnova za izradu modela korišćen je Transtools model. Transportni zahtev definisan je na osnovu matrica razvijenih u okviru Transtools modela i podataka o obimu transporta tereta i pokazatelja transportnog rada kojima raspolaže Republički zavod za statistiku. Na taj način dobijena je matrica za različite kategorije tereta koja je u sledećem koraku primenom logit modela raspodeljena na saobraćajnu mrežu po vidovima prevoza formiranjem transportnih lanaca za svaki pa izvor-cilj i svaku kategoriju tereta. Model je razvijen za baznu 2006. godinu, koristeći pri tom podatke iz Transtools modela koji područje Srbije obrađuje na niskom nivou detaljnosti, pri čemu nisu korišćene neke od postojećih nacionalnih baza podataka čime bi se kvalitet modela podigao na jedan viši nivo. Izlazni rezultati ovog modela za prognozirane godine ne odgovaraju realnosti, što je posledica prethodno pomenutog.

Transportni model razvijen za potrebe saobraćajne studije kao dela studije opravdanosti projekta modernizacije železničke pruge **Stara Pazova – Novi Sad** predstavlja transportni model na koridorskog tipa. Osnovna namena modela je da posluži kao alat za analizu uticaja promena u železničkoj infrastrukturi na transportni zahtev, kao i da obezbedi ulazne podatke za procenu uticaja na životnu sredinu. Deo modela koji analizira transport tereta zasnovan je delom na podacima iz Transportnog modela Srbije kojima su pridodati podaci dobijeni na osnovu obavljenih istraživanja i dostupnih nacionalnih baza podataka o transportu tereta. Zasebno su formirane matrice za drumski i železnički vid prevoza i izvršeno opterećenje mreže. Prognoze budućih transportnih zahteva su bazirane na faktorima rasta procenjenim na nivou zona. Rast transportnog zahteva je utvrđen na osnovu rasta BDP i elastičnosti transportnog zahteva. Prognozirane matrice su dobijene primenom Fratar metode i izražene u tonama tereta. Matrice za drumski transport su konvertovane u transportna sredstva i opterećene na mrežu zajedno sa matricama putničkog prevoza. Izlazne podaci ovog modela korišćeni su i kao ulazne veličine za modeliranje nivoa buke za potrebe studije o proceni uticaja na životnu sredinu.

Zaključak

Osnovna namena modela je da zadovolje potrebe budućih korisnika i proizvedu izlazne rezultate koji su donosiocima odluka potrebni i koje mogu da iskoriste. Kroz ove primere prikazana je integracija modela razvijenih na istoj bazi, bazi razvijenoj u okviru Transtools modela. Na ovaj način prikazana je potreba za definisanjem osnovnih smernica prilikom izrade modela, kako bi se omogućila njihova kompatibilnost. Obzirom da su jednom razvijeni modeli otvoreni za nadogradnju, unapređenje i unošenje promena koje vremenom nastaju, razvoj modela u skladu sa unapred definisanim smernicama i okvirima za modeliranje omogućio bi bržu, lakšu i jeftiniju

nadogradnju postojećih modela i postizanje većeg nivoa detaljnosti. Pored toga potrebno je uskladiti sistem za prikupljanje podataka i baze podataka o transportu sa odgovarajućim standardima. Na taj način stvorili bi se uslovi za razvoj detaljnijih i kvalitetnijih modela, pouzdanih alata koji bi omogućili planerima i donosiocima odluka preciznije sagledavanje posledica primene određenih mera, što će u sveukupnom procesu doprineti postizanju cilja a to je **ekonomski efikasan i održiv transportni sistem**.

Ključne reči: Planiranje saobraćaja, teretni tokovi, baze podataka, modeliranje saobraćaja,

Abstract: Efficient transport system gives the opportunity for the economy development and reduction of the negative social and environmental impact of transport. Development of the efficient and sustainable transport system is an imperative, not only in the developed, but also in developing countries. Efficient and sustainable transport system is the result of the long-term and thorough transportation planning. Important place in that process is reserved for the transport modelling. A long time, most attention has been paid to passenger models, but in recent years, attention is focused also on the freight transport models. In this paper, in addition to the basic theoretical hypothesis and description of the freight transport model structure, through the three practical examples of the models, their main characteristics and the interaction between them are presented.

Key words: Transport planning, freight flows, databases, transport modelling

Literatura

- [1] Elaurant S, Ashley D, Bates J, *Future directions for freight and commercial vehicle modelling*, 2007.
- [2] Gerard de Jong, Gunn H, Walker W, Widell J, *Study on Ideas on a New National Freight Model System for Sweden*, 2002.
- [3] Hensher D.A. i Button K.J, *Handbook of Transport Modelling*, 2000.
- [4] Hansen S, *Trans-tools v2.5 – Overview*, Rapidis, 2011.
- [5] Leest E.E.G.A. van der, Duijnsveld M.A.G, Hilferink P.B.D, *Update of the NEAC modal-split model*, NEA Transport research and training, 2006.
- [6] Luk J, Chen B, *Evaluation of information available to asses road freight transport demand*, ARB Transport research report ARR 308, 1997.
- [7] Ortuzar J.de D, Willumsen L.G, *Modelling transport*, 1994.
- [8] Rodrigue JP, *Transportation and Economic development*
- [9] Spear B, Giamo G, Curlee T.R, Neels K, *Freight Modeling – State of the Practice*, Committee on Freight Demand Modeling: A Conference on Tools for Public-Sector Decision Making, 2006.
- [10] *Generalni master plan saobraćaja u Srbiji*, Italferr, IIPP, Nea, Witteveen+Bos, 2009.
- [11] *Studija opravdanosti i studija o proceni uticaja na životnu sredinu za planirani projekat "Modernizacije železničke pruge Stara Pazova – Novi Sad"*, COWI i Trademco S.A, 2011.

METODE PROCENE OBIMA NEMOTORIZOVANIH KRETANJA

METHODS FOR FORECASTING VOLUME OF NON-MOTORIZED TRAVELS

Tijana Ristić, mis³⁹

Rezime: Različite metode modeliranja nemotorizovanih vidova razvijaju se da se predvide promene u saobraćaju. Ove promene mogu da se posmatraju sa dva aspekta:

1. Sa stanovišta populacije (agregatni nivo) – posmatra se stanovništvo cele oblasti u kojoj se vrši istraživanje, pri čemu se dovode u vezu karakteristike populacije i karakteristike saobraćaja u toj oblasti.
2. Sa stanovišta pojedinca (disagregatni nivo) – posmatra se odluka o putovanju sa stanovišta pojedinca. Karakteristike pojedinca posmatraju se u odnosu na karakteristike dostupnih vidova prevoza.

Svaki od opisanih metoda je primenljiv i u slučaju pešačkog i u slučaju biciklističkog saobraćaja. Međutim, između ova dva vida postoje značajne razlike, kada su u pitanju karakteristike putovanja i faktori koji utiču na odluku o putovanju i izboru vida prevoza. Ove razlike obuhvataju sledeće:

- Kretanja koja se obave pešice su obično kraća od kretanja koja se obave biciklom.
- Veliki procenat kretanja koja se obave pešice je, zapravo, način pristupa nekom drugom vidu prevoza. Kretanja biciklom su uglavnom kretanja od izvora do cilja, samostalna.
- Najbitnija razlika je konceptualna razlika prilikom donošenja odluke da li će se putovati biciklom ili pešice. Svi su pešaci, ali nisu svi biciklisti. Smatra se da je samo razmatranje biciklističkog vida putovanja kao načina prevoza od izvora do cilja složen proces koji zavisi od mnoštva faktora (ličnih, socijalnih faktora, uticaja okruženja). Izbor biciklističkog vida prevoza ne zavisi samo od karakteristika kretanja, već i od ličnih stavova korisnika prema tom vidu prevoza.

Svi modeli koji su opisani u radu podeljeni su prema svrhama upotrebe na četiri grupe modela za:

1. Procenu zahteva. Ovde spadaju modeli koji se mogu koristiti za kvantitativnu procenu na postojećoj infrastrukturi.

Komparativna analiza je jednostavan model. Objekti koji se porede su slučajevi koji su slični prema postavljenim kriterijumima, ali se i razlikuju prema određenim osobinama. Cilj je da se otkrije zbog čega postoje utvrđene razlike, odnosno da se utvrdi struktura koja uslovljava takve razlike. Dva osnovna tipa komparativne analize koji se najčešće koriste u planiranju nemotorizovanog saobraćaja su pre-posle

39

tijana.i.ristic@gmail.com

analiza i poređenje situacija sa sličnim uslovima. Pre-posle analiza bazira se na brojanju korisnika pre i posle poboljšanja. Pretpostavlja se da je promena broja korisnika povezana sa izmenama nastalim na infrastrukturi. Poređenje situacija sa sličnim uslovima se zasnivaju na brojanju i/ili korišćenju podataka iz istraživanja na već postojećoj infrastrukturi, ponekad se kombinuju sa podacima o stanovništvu iz okolnih zona, da bi se procenio potencijalni broj korisnika u sličnim ili predloženim uslovima. Ovaj metod obezbeđuje grubu procenu zahteva za predloženo rešenje. U praksi je jako teško pronaći slične delove mreže koji mogu da se porede na ovakav način. Može da dovede do pogrešnih zaključaka ukoliko se ne utvrde sve moguće razlike između situacija koje se porede.

Agregatni model ponašanja se koristi za predikciju vidovne raspodele i ponašanja korisnika na nivou zone. Predikcija se zasniva na karakteristikama, navikama i ponašanju stanovnika određenog područja. Agregirani model ponašanja može da se koristi za identifikaciju faktora koji utiču na sveukupan nivo biciklističkih i pešačkih kretanja u posmatranom području, za procenu promene broja nemotorizovanih kretanja izazvanih promenom ovih faktora, za predikciju ukupnog broja nemotorizovanih kretanja u određenoj oblasti, na osnovu prikupljenih podataka u drugim oblastima, za razvoj podataka koji se koriste u modelima za procenu zahteva. Izlazni rezultat je vidovna raspodela ili ukupan broj kretanja prema načinu za određenu oblast, a u funkciji promenljivih koje se odnose na ovu zonu.

“Sketch plan” metod može da se definiše kao serija jednostavnih proračuna koji služe za procenu broja putovanja koja se obave biciklom ili pešice na određenom delu infrastrukture. “Sketch plan” metod je lak za upotrebu i razumljiv. Ako je metodologija istraživanja i dobijanja podataka pažljivo odabrana ili kreirana mogu se dobiti logični i upotrebljivi izlazni rezultati. Ovakav metod je najbolji za dobijanje grubih procena koje se kasnije mogu koristiti u planiranju nemotorizovanog saobraćaja i za poređenje nivoa iskorišćenja infrastrukture ili mreže na nivou zone.

Model diskretnog izbora se koristi za procenu ukupnog broja korisnika koji će promeniti vid putovanja sa motorizovanog na nemotorizovani kao odgovor na učinjenu promenu na infrastrukturi. Model diskretnog izbora se koristi za predikciju odluka korisnika u funkciji brojnih promenljivih veličina. Model diskretnog izbora se zasniva na podacima iz istraživanja i najprecizniji je alat koji je dostupan za ocenu ponašanja korisnika. Izlazni rezultati su verovatnoće izbora vida prevoza u zavisnosti od datih promenljivih veličina, elastičnosti koje pokazuju procenat promene u zavisnosti od promenljivih veličina koje su predviđene za datu promenu u jednoj od nezavisnih promenljivih, pri čemu ostale ostaju konstantne, ukupan broj/procenat korisnika koji će promeniti svoj dotadašnji način putovanja.

Regionalni transportni model koristi postojeću i planiranu namenu površina i karakteristike mreže, kao četvorostepeni pristup modeliranju putovanja i povezuje se sa modelima ponašanja korisnika kako bi se odredili budući zahtevi. Ovaj model se uglavnom koristi za predikciju motorizovanih vidova prevoza, ali veliki broj modela je modifikovan za procenu obima kretanja nemotorizovanim vidovima na osnovu pogodnosti zone za razvoj istih. Takođe postoje modeli koji se razvijaju posebno za pešački i biciklistički saobraćaj. Generalna pretpostavka je da predikcija može da se uradi u funkciji vremena putovanja i troškova putovanja. U slučaju nemotorizovanih kretanja pokazalo se da ovo nije moguće i da različiti faktori okruženja i lični faktori imaju mnogo veći značaj.

2. Relativne promene transportnih zahteva. Metode koje ne procenjuju stvarne zahteve, ali koje mogu da se koriste za procenu zahteva na infrastrukturi koja tek treba da se izgradi. Brojne metode su razvijene za procenu maksimalnih promena transportnih zahteva za biciklistički i pešački saobraćaj koji se mogu očekivati na idealnoj mreži saobraćajnica koje su namenjene nemotorizovanim korisnicima. Iako nisu u pitanju metode koje procenjuju realne zahteve, često se upotrebljavaju za davanje prioriteta projektima koji se odnose na moguću upotrebu infrastrukture ili procenu gornje granice nemotorizovanih kretanja koja se na razmatranoj infrastrukturi može očekivati.

Analiza ponude je metod kojim se definiše gornja granica broja kretanja biciklom ili pešice, pa na osnovu njih može da se odrede razvojni planovi infrastrukture širom područja istraživanja. Ovakvi tipovi analiza takođe mogu biti korisni u identifikovanju područja sa najvećom potencijalom za razvoj biciklističkog saobraćaja. Metode su isključivo namenjene za grubu procenu maksimalnog broja putovanja koja bi mogla biti preusmerena na nemotorizovane vidove prevoza.

Merenja potencijalnih zahteva u odnosu na infrastrukturu su u isto vreme razvijane za biciklističke i pešačke objekte sa ciljem da prioritet bude na poboljšanju infrastrukture u zonama koje imaju najveće potencijalne zahteve. Merenjem potencijalnih zahteva se jedino dobija nivo zahteva između zona, a ne određuje se stvaran broj korisnika infrastrukture.

3. Analiza kvaliteta ponude je metod kojim se opisuje kvalitet primene određene infrastrukture, pre nego zahtevi za istom. Ovo može biti korisno za procenu zahteva ukoliko zahtevi mogu da se povežu sa kvalitetom dostupne infrastrukture.

Mera kompatibilnosti koristi se za merenje karakteristika (bezbednost) na pojedinim delovima mreže kako bi se procenila ukupna atraktivnost za nemotorizovane vidove.

Uticaj okruženja je merenje koje se odnosi na određene osobine kao što je bezbednost u svom sveukupnom smislu za pešački i biciklistički saobraćaj.

4. Alati i tehnike za podršku predstavljaju grupu analitičkih metoda za procenu transportnih zahteva.

GIS predstavlja bazu podataka koja se koristi u planiranju nemotorizovanih vidova za upravljanje i analizu dostupnih podataka. Kada se koriste dva ili više analitička modela istovremeno, pretpostavlja se da su već definisane zajedničke karakteristike modela.

Tehnika istraživanja, *iskazana preferencija* (istraživanje naklonosti) fokusira se na izbore putnika koje prave u vezi ponuđenih alternativa. Od ispitanika se traži da izraze svoje stavove ili da naprave izbor o tome kako bi se ponašali pod određenim uslovima. Istraživanje naklonosti ima široku upotrebu u planiranju pešačkog i biciklističkog saobraćaja. Dva nivoa istraživanja naklonosti mogu da se identifikuju: Istraživanje stavova, u kojima se ispitanicima postavlja direktno pitanje kako bi se ponašali pod određenim uslovima ili im se postavlja pitanje da rangiraju naklonosti prema određenim poboljšanjima. Istraživanjem hipotetičkog izbora zahteva se od ispitanika da napravi izbor između hipotetičkih alternativa sa različitim karakteristikama. Ovaj vid istraživanja se koristi za razvijanje modela diskretnog izbora i za procenu važnosti svake karakteristike koju alternative treba da ima (vreme, troškovi).

Dalji razvoj pomenutih metoda treba da obuhvati istraživanja faktora koji utiču na odluku koji vid nemotorizovanog prevoza će biti upotrebljen. Potrebno je dalje razvijati regionalni transportni model za prognozu nemotorizovanih kretanja. Posebna pažnja treba da se posveti istraživanju faktora koji su zajednički i za pešački i za biciklistički saobraćaj i koji se mogu odrediti na osnovu postojećih podataka. Faktor okruženja je koristan i treba dalje da se redefiniše i testira kako bi se verifikovala sposobnost da se predvidi broj putovanja na osnovu njega. Potrebno je istražiti uticaj rekreativnih putovanja na ukupan broj kretanja, jer se ni u jednom predstavljenom modelu ne pravi eksplicitna razlika između putovanja sa svrhom rekreacije i ostalih putovanja.

Ključne reči: planiranje nemotorizovanih vidova, pešački saobraćaj, biciklistički saobraćaj, modeli procene zahteva

Abstract: Each class of forecasting methods discussed in this work is generically applicable to both non-motorized modes. This include:

1. Demand Estimation – Methods that can be used to derive quantitative estimates of demand.
2. Relative Demand Potential - Methods that do not predict actual demand levels, but which can be used to assess potential demand for or relative levels of nonmotorized travel. A number of methods have been developed that estimate the maximum potential demand for bicycle and pedestrian travel that may be expected given an ideal network of facilities. They are frequently used to prioritize projects based on potential usage or to place an “upper bound” on the number of trips that might be expected.
3. Supply Quality Analysis – Methods that describe the quality of non-motorized facilities (supply) rather than the demand for such facilities. These may be useful for estimating demand if demand can be related to the quality of available facilities.
4. Supporting Tools and Techniques – Analytical methods to support demand forecasting.

Relative importance of attitudinal and perceptual factors in the choice to walk or bicycle, as well as their potential uses in modelling, should be investigated. Existing methods do not make an explicit distinction between recreational and utilitarian travel. Many aggregate-level methods consider both types implicitly by looking at overall travel on a facility; the accuracy of these methods could be improved by separately considering utilitarian and recreational travel, since the factors driving each may differ considerably.

Key words: Non-motorized transportation planning, pedestrian traffic, bicycle traffic, forecasting methods

UTICAJ INFORMISANJA NA PONAŠANJE I MOBILNOST STANOVNIKA

THE IMPACT OF INFORMATION ON TRAVEL BEHAVIOUR AND MOBILITY

Dragana Grujičić, dis⁴⁰; mr Vladimir Đorić, dis⁴¹; Ivan Ivanović, dis⁴²

Rezime: Vek u kom živimo je proglašen „vekom grada“ jer broj stanovnika u gradovima ima stalan trend porasta. Porast broja stanovnika prati porast stepena motorizacije i porast broja transportnih zahteva. Porast mobilnosti jasan je pokazatelj ekonomskog napretka društva i područja. [1] Ekonomska istraživanja širom sveta su pokazala da je bruto domaći proizvod u direktnoj vezi sa porastom stepena motorizacije i mobilnosti. Lični dohodak raste u skladu sa porastom BDP-a i u velikoj meri utiče na izbor vida prevoza koji će stanovnici određenog područja koristiti za svoje svakodnevne aktivnosti. Što je veći lični dohodak to je izbor vida prevoza više usmeren ka bržim i komfornijim vidovima.

Povećana mobilnost sa sobom nosi ekonomske i društvene troškove. Intelligentni transportni sistemi kao jedan od ciljeva imaju upravo „inteligentno povezivanje“ putnika, vozila i saobraćajne infrastrukture u cilju smanjenja troškova koje donosi mobilnost. [3] Cilj razvijanja inteligentnih transportnih sistema je povećanje efikasnosti postojećeg transportnog sistema. Intelligentni transportni sistemi doprinose upravljanju transportnim zahtevima i pospešivanju promene vida prevoza. Oni omogućavaju da transportni sistem pruži osećaj neprekinutog putovanja i u slučaju potrebe za presedanjem i korišćenja više vidova prevoza, što utiče na pospešivanje prelaska sa putničkog automobila na javni prevoz. [6]

Intelligentni transportni sistemi osim što pružaju informacije o uslovima na mreži saobraćajnica, omogućavaju i planiranje putovanja i bezbednije korišćenje saobraćajne mreže. Sistemi informisanja putnika omogućavaju putniku da dobije informaciju o najkraćoj ruti između dve tačke, ruti kojom je moguće izbeći zagušenja, o najjeftinijem i najbržem vidu prevoza i o eventualnim poremećajima u funkcionisanju pojedinih linija javnog prevoza. [3]

Advanced Traveller Information Systems⁴³ (ATIS) predstavljaju sisteme za podršku odlučivanju koji pomažu putnicima da odluke o putovanju koje donose budu utemeljene na informacijama i da tako mogu upravljati svim detaljima putovanja. Ovi sistemi se mogu posmatrati kroz tri nivoa donošenja odluka: pre putovanja (pre-trip planning), za vreme putovanja (en-route) i preusmeravanje (re-routing).

Putnici mogu koristiti informacije pre putovanja za donošenje odluke o vremenu putovanja, ruti i načinu prevoza. Dostupne informacije su uslovi saobraćaja, vre-

⁴⁰ Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet, Beograd, d.grujicic@sf.bg.ac.rs

⁴¹ Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet, Beograd, v.djoric@sf.bg.ac.rs

⁴² Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet, Beograd, i.ivanovic@sf.bg.ac.rs

* Rad je sastavni deo naučno-istraživačkog projekta „Uticaj globalnih izazova na planiranje saobraćaja i upravljanje saobraćajem u gradovima“ TR36021 Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije

⁴³ Napredni sistemi informisanja putnika

menski uslovi, informacije o javnom prevozu, biciklističkoj infrastrukturi, informacije o ljudima koji žele da dele vožnju (ridesharing) itd.

Tokom putovanja vozači mogu dobiti informaciju o odmorištima, benzinskim stanicama, pomoći na putu, najbližem parkingu, zatvorenim saobraćajnicama, radovima na putu, saobraćajnim nezgodama i Park & Ride parkinzima.

Kada dođe da zagušenja ili incidentne situacije putnici mogu koristiti ATIS da bi pronašli alternative kako bi stigli na željeno odredište (preusmeravanje). Ove informacije smanjuju zagušenje nakon nezgode, kao i sekundarne nezgode. [4]

Internet je omogućio kreiranje sajтова za informisanje putnika koji sadrže brojne informacije vezane za saobraćaj. Informacije bi trebalo da budu dostupne i osobama sa posebnim potrebama, što povlači da informacije treba da budu lako dostupne svakom pojedincu i predstavljene na lako razumljiv način. [5] Putnici koji žele da koriste sistem informisanja moraću više vremena da odvoje za planiranje svojih putovanja. Pretpostavka je da će kraće vreme putovanja na mreži saobraćajnica nadomestiti gubitak vremena za planiranje putovanja.

Mennering i ost. (1994) su počeli sa istraživanjem ponašanja korisnika koji imaju informaciju o saobraćajnim uslovima. Od 1996. do 2000. godine veliki broj radova i studija se bavio istraživanjem uticaja informisanja na ponašanje stanovnika. Mehndiratta i ost. (2000) su istraživanjem pokazali da različite kategorije putnika zahtevaju različite informacije i da korišćenje informacija zavisi od velikog broja promenljivih. Dia (2002) je pokazao da odgovor putnika na informaciju u mnogome zavisi od tipa informacije i načina na koji se informacije prosleđuju. Mahmassani i ost. (2002), Kyoung-Sik (2003) i Jou i ost. (2005) ispitivali su uticaj socio-ekonomskih karakteristika na reakcije putnika nakon dobijene informacije. Od 2005. do danas autori Tsirimpa i Polydoropoulou objavili su više radova na temu uticaja informacija o saobraćaju na ponašanje korisnika, sa posebnim osvrtom na promenu rasporeda dnevnih aktivnosti. [9, 10, 11]

Kvalitet informacija ATIS-a bitno utiče na učestanost korišćenja informacija i stepen poverenja putnika, jer je za početak važno da li putnik može da dobije bilo kakvu informaciju o putovanju koje preduzima i ako informacija postoji da li je dovoljno detaljna da mu koristi, da li na osnovu nje može doneti odluku i da li ima vremena da odluku donese. Često je loš kvalitet informacija razlog zašto više putnika ne konsultuje sisteme informisanja pre preduzimanja putovanja. Putnik može dobiti informaciju, ali ukoliko on nije u mogućnosti da promeni vreme, rutu ili vid prevoza dobijena informacija neće doprineti promeni ponašanja korisnika, jer korisnik nema alternativu. [7, 8]

Svrha putovanja, vreme (vršni ili vanvršni sat), dužina putovanja, alternativni vidovi prevoza koji su dostupni, kao i fleksibilnost vremena dolaska značajno utiču na činjenicu da li će putnik tražiti informaciju. Korisnici ATIS-a su uglavnom zaposleni, koji svakodnevno putuju na posao i najčešće traže informacije u jutarnjem vršnom satu. Informacije konsultuju da bi bili informisani o trenutnim uslovima na saobraćajnoj mreži, da bi uštedeli vreme i da bi mogli da obave sve obaveze u toku dana. [12]

U mnogim gradovima SAD-a i Evrope postoji veliki broj lako dostupnih informacija o saobraćaju putem raznih medija i u okviru ATIS-a. Sprovedene studije [7] su pokazale da putnici traže informacije za samo 10% svojih putovanja, što govori da je korišćenje informacija ipak u maloj meri zastupljeno. Postavlja se pitanje zašto više putnika ne konsultuje informacije i zašto ne prave konkretne promene u svojim planovima putovanja na osnovu informacija koje dobiju.

Na početku, važno je informisati stanovništvo o postojećim sistemima informisanja kako bi bili svesni da su im informacije lako dostupne. Činjenica je da će informacije tražiti uglavnom stanovnici onih područja u kojima su česta zagušenja. Istraživanja su pokazala da putnici više informacija traže za putovanja na dugim relacijama, tokom vršnih sati i za putovanja koja imaju strogo određeno vreme dolaska.

Činjenica da vreme putovanja između dve tačke varira poznata je svim stanovnicima velikih gradova. Jedna od velikih prednosti korišćenja ATIS-a može upravo biti izbegavanje nepotrebnog ranijeg polaska onim danima kada saobraćaj normalno funkcioniše.

Kako je istraživanje [7] pokazalo, od putnika koji dobiju informaciju da postoji zagušenje (koje je dovoljno veliko da je vredno promene u putovanju) 52% ne napravi nikakvu promenu sa objašnjenjem da nisu imali alternativu, a 48% napravi promenu uglavnom menjajući rutu ili vreme polaska. U slučaju da putnici saznaju da se desila nezgoda, a ne uobičajeno zagušenje, onda 66% napravi promenu (50% menja rutu, 16% napravi neku drugu promenu).

Napredni sistemi informisanja putnika mogu doprineti prvenstveno promeni rute i vremena polaska stanovnika koji se na vreme informišu o uslovima na mreži saobraćajnica. Kako su istraživanja pokazala [7] informacije dostupne preko ATIS-a ne mogu u velikoj meri uticati na prelazak sa putničkog automobila na javni prevoz. Međutim, kombinacijom informacija koje pruža ATIS, informacija iz upravljačkog centra i informacija o slobodnim parking mestima sa izmenljivom saobraćajnom signalizacijom, može se uticati na putnike da u većoj meri pređu na javni prevoz. [6]

Istraživanjem [11] pokazano je da bi više od polovine ispitanika (54%) koji su konsultovali informacije napravilo neke promene u okviru putovanja. Od onih koji nisu napravili nikakvu promenu 19,5% napravilo bi promenu, ali nisu imali alternativu. Oko 16% ispitanika promenilo je rutu, 13% vreme polaska, a 8% svoj dnevni raspored aktivnosti nakon dobijanja informacije. Više od jedne trećine ispitanika izjavilo je da su informacije koje su ih opredelile da naprave neku promenu u svom putovanju bile vezane za zagušenje. Većina onih koji su informaciju o zagušenju dobili u toku putovanja bili su iznervirani situacijom, nasuprot onima koji su informaciju dobili pre putovanja. Čak 87% reklo je da bi promenili svoj uobičajeni tok putovanja ako bi im promena uštedela vreme, a 82% da bi uzelo u obzir informacije dobijene preko ATIS-a ukoliko su pouzdane.

Korisnici ATIS-a na osnovu dobijenih informacija mogu izbeći zagušenja, povećati mobilnost i bezbednost na mreži. Kao nedostatak svih sistema informisanja putnika o saobraćaju, pa samim tim i ATIS-a, navodi se nemogućnost preciznog predviđanja saobraćajne situacije za trenutak kada putnik stigne na kritičnu lokaciju.

Vodeći gradovi u oblasti informisanja putnika sprovode posebne strategije kako bi uspeali da pređu na režim multimodalnog transporta. Strategije ovih gradova odnose se na tri glavne oblasti: upravljanje, optimizacija transportne mreže i integrisane usluge transporta. Danas gradovi imaju mogućnost da se „pametno razvijaju“, tj. da primene napredne tehnologije kako bi prikupili više korisnih podataka, analizirali ih i povezali.

Izazovi i planirana rešenja razlikuju se od grada do grada, jer je stepen razvoja gradova drugačiji, a drugačije su i karakteristike grada, stanje infrastrukture, navike stanovnika i njihovi prioriteti. Ne postoji jedno rešenje koje odgovara svima, ali ključni prioritet svim gradovima trebalo bi da bude promena ponašanja putnika, tj. pod-

sticanje prelaska na korišćenje javnog prevoza menjanjem svesti stanovnika koji svakodnevno putuju. [1]

Ključne reči: mobilnost, informacije o saobraćaju, ITS, ATIS, ponašanje putnika

Abstract: This century has been described as “the century of the city” due to increased urban populations and the expectation that this trend will continue. Along with population growth, there is an increase in car ownership and transport demand. ITS provides the intelligent link between travellers, vehicles, and infrastructure in order to reduce negative effects of mobility.

Advanced Travel Information Systems (ATIS) are decision support systems that enable travelers to make informed decisions and manage their trip details. ATIS can be described in three decision-making scenarios: pre-trip planning, en-route and re-routing. In many cities in the U.S. and Europe there are a number of easily accessible traffic information through various media and ATIS. At the beginning, it's important to inform people about existing traffic information systems.

ATIS information quality is major reason for low rates of information acquisition and low rates of subsequent travel change. It's important whether the traveller is able to obtain any information at all about the trip, if information is available, is it provided in sufficient detail to be useful to the traveller and is the information “decision-quality”, ie. is it accurate and timely enough for the traveller to take a specific action based on the information with confidence.

Trip purpose, time of trip in relation to peak congestion periods and trip length have a significant effect on whether traveller consults traffic information. To a limited extent, the availability and convenience of alternative mode choices for a given trip and departure time flexibility affect ATIS use. Almost all ATIS customers are employed commuters, with the greatest use of ATIS occurring during peak commuting hours.

Today cities have the potential to become “smarter” – to apply advanced technologies to collect more and better data, analyze it more intelligently and connect it through more effective networks. The exact nature of the challenges and planned solutions vary for each individual city based on a number of factors, including the city's stage of development, physical characteristics, existing levels of transport infrastructure and citizen preferences.

Key words: mobility, traffic information, ITS, ATIS, traveller behaviour

Literatura:

- [1] Houghton, J., Reiniers J., Lim C., 2009., Intelligent transport: How cities can improve mobility, IBM Global Business Services, IBM Institute for Business Value
- [2] Jarašūnienė, A., 2006., Analysis of Possibilities and Proposals of Intelligent Transport System (ITS) Implementation in Lithuania, Transport 21(4), pp.245-251.
- [3] Jung, B. F. H., 2002., The environmental economic & social implications of the intelligent transport system in Hong Kong, MscE Theses, The University of Hong Kong
- [4] Lively, D. Elhamshary, O., 2004., Lessons Learned from Advanced Traveler Information Systems: Applications for Emergency Management And Long Term Disaster Recovery, dostupno na: <http://www.deploy511.org/docs/511%20and%20disasters/ATIS%20511%20Disaster%20Recovery%20paper%204.26.o5.doc>, pristupano aprila 2012.

- [5] National Cooperative Highway Research Program, 2009., Real-Time Traveller Information Systems, Transportation Research Board, Washington, D.C.
- [6] Perks, N., 2010., Role of Intelligent Transport Systems (ITS) in Providing Sustainable Transport and Environmental Solutions, Intelligent Transport Systems – Implementing Sustainable Solutions, Public Transport Conference Kuching, august 4, 2010.
- [7] Peirce, S., Lappin, J., 2003., Acquisition Of Traveller Information And ITS Effects On Travel Choices: Evidence From A Seattle-Area Travel Diary Survey, dostupno na:
http://ntl.bts.gov/lib/jpodocs/repts_te/13813_files/13813.pdf, pristupano aprila 2012.
- [8] Peirce, S., Lappin, J., 2004. Why don't more people use advanced traveller information? Evidence from the Seattle area, Transportation Research Board, 83rd Annual Meeting, Washington, DC, January, 2004.
- [9] Tsirimpa A., Polydoropoulou A., 2005. Modelling The Impact of Advanced Traveler Information Systems on Travellers' Behavior: Puget Sound Region Case Study, European Transport Conference, Strasbourg, France, 3 - 5 October, 2005.
- [10] Tsirimpa A., Polydoropoulou A., Antoniou C., 2009., Development of a Latent Variable Model to Capture the Impact of Risk Aversion on Travellers' Switching Behaviour, Journal of Choice Modelling, 3(1), pp. 127-148.
- [11] Tsirimpa A., Polydoropoulou A., 2010., The Impact of Traffic Information Acquisition on the Traffic Conditions of the Athens Greater Area, 5th International Congress on Transportation Research, 27 - 28 September 2010
- [12] U.S. Department of Transportation, 2000., What Have We Learned About Intelligent Transportation Systems

ANALIZA PROMENE TRANSPORTNIH ZAHTEVA NA SKRIN LINIJI – BEOGRADSKA SKRIN LINIJA

TRANSPORTATION DEMAND ANALYSIS ON A SCREEN LINE – BELGRADE SCREEN LINE CASE STUDY

Mr Vladimir Đorić, dis⁴⁴; Ivan Ivanović, dis⁴⁵; Dragana Grujičić, dis⁴⁶

Rezime: Detaljne informacije o karakteristikama putovanja u postojećem stanju su potrebne za analizu postojećih problema na uličnoj mreži i razvijanje matematičkih modela za prognozu putovanja.

Različite vrste anketa se mogu koristiti za prikupljanje informacija u vezi sa postojećim transportnim zahtevima. Međutim, ovakva istraživanja mogu biti i veoma skupa, stoga se identifikuju novi tipovi informacija koje bi mogle biti korisne za specifične svrhe. Osnovne ankete o karakteristikama lokalnih kretanja se sprovode u domaćinstvu. Istraživanja se sprovode na uzorku, a zatim ekspaniraju na celokupnu populaciju. U velikim urbanim sredinama anketa se sprovodi na malom uzorku usled visoke cene. Organizacija istraživanja će uticati na reprezentativnost prikupljenog uzorka.

Utvrdjivanje iskorišćenja kapaciteta različitih saobraćajnica i procene njihovog nivoa usluge se zasniva na brojanjima saobraćaja na odabranim lokacijama duž ulica. Tehnike kratkoročnih brojanja mogu biti korisne pod uslovom da postoje odgovarajući faktori ekspanzije na osnovu prethodnih ili aktuelnih istraživanja o protocima saobraćaja na časovnom, dnevnom i mesečnom nivou. U saobraćajnim studijama gradova formiraju se skrin linije koje predstavljaju reprezentativne lokacije za brojanja saobraćaja. Prikupljanje podataka se tako obavlja na organizovan i konzistentan način da bi se izmerili i analizirali glavni saobraćajni tokovi. (Kutz 2004)

Identifikacija različitih kretanja je važan korak u procesu formiranja i validaciji matrica kretanja. Područje je moguće skrin linijama podeliti na oblasti. Moguće je formirati matricu kretanja između definisanih sektora. Skrin linije i lokacije koje čine liniju treba da bude locirane tako da se obuhvata što veći broj kritičnih saobraćajnih tokova identifikovanih u matrici prostorne raspodele. (DfT 2004)

Skrin linija je imaginarna linija koja preseca područje istraživanja. Obično je postavljena duž prirodne ili veštačke prepreke kretanju koja ima ograničen broj prelaza, kao što je reka ili železnička pruga. Istraživanje na skrin liniji može biti slično istraživanju na spoljnom kordonu, što podrazumeva sprovođenje ankete da bi se utvrdile karakteristike kretanja. Ili, brojanje saobraćaja na svim prelazima preko skrin linije, čime treba da se utvrdi ukupna razmena kretanja u odabranom vremenskom periodu između područja sa različitih strana linije. (Stopher et al. 2006)

⁴⁴ Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet, Beograd, v.djoric@sf.bg.ac.rs

⁴⁵ Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet, Beograd, i.ivanovic@sf.bg.ac.rs

⁴⁶ Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet, Beograd, d.grujicic@sf.bg.ac.rs

*

Rad je sastavni deo naučno-istraživačkog projekta „Uticaj globalnih izazova na planiranje saobraćaja i upravljanje saobraćajem u gradovima" TR36021 Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije

Istraživanje „pre i posle” se često koriste u saobraćajnim istraživanjima za analizu uticaja mera saobraćajne politike na ponašanje putnika, stavove i bezbednost. Odabrani saobraćajni parametri se meri pre i posle neke promene kako bi se procenio uticaj promena. Primeri takvih studija su npr. procene uticaja novih zakonskih akata na ponašanje putnika, vrednovanje efekata poboljšanja u transportnom sistemu (na primer, smanjenje smrtnosti i povreda nakon izgradnje zaštitnih barijera), ispitivanje uticaja novih tehnologija na raspodelu saobraćajnih tokova i stavove (npr. promene u ponašanju i stavovima putovanja nakon uvođenja promenljivih znakova ili naprednih informacionih sistema za putnike)... (Tourangeau et al. 1997)

U konkretnom istraživanju radi se o utvrđivanju efekata redukcije kapaciteta na gradskom autoputu (glavnoj gradskoj saobraćajnici) na promenu obima i preraspodelu saobraćajnih tokova usled rekonstrukcije jedne deonice pomenute saobraćajnice. Prostorno, istraživanje je smešteno na skrin liniju koja obuhvata tri beogradska mosta preko reke Save. Na odabranim presecima meren je protok saobraćaja pre i posle rekonstrukcije mosta Gazela.

Ovo malo istraživanje je pokazalo značaj sistematskog praćenja promena protoka na skrin liniji i mogućnosti izvođenja zaključaka na osnovu promena u dobijenim vrednostima. Uspostavljanje sistematskog brojanja na skrin liniji bi omogućilo analizu efekata različitih mera na redukciju transportnih zahteva.

Ključne reči: istraživanja transportnih zahteva, skrin linija, analiza pre i posle

Abstract: Detailed characteristics of travel demands are necessary for the analysis of existing problems in the street network and development of mathematical models for trip predictions.

Different types of surveys can be used to collect information on existing transport demands. However, such studies can be very expensive and, therefore, there is a need to identify new types of information that might be useful for specific purposes. Basic survey on the local trips is carried out in the household. Research is conducted on a sample, and then expanded to the entire population. In large urban areas, surveys are conducted on a small sample due to high prices of research. Research organization will affect the representativeness of the collected sample.

Determining the capacity utilization and level of service of various streets are based on traffic counts at selected locations. Short-counting techniques can be useful, provided that there are appropriate expansion factors based on previous or current research on traffic flows on the hour, daily and monthly basis. As a part of traffic studies, representative screen lines determine the locations for traffic counts. Data collection is organized in a consistent way to measure and analyze the main traffic flows. (Kutz 2004)

Identification of the different kinds of trips is an important step in the formation and validation of trip matrix. Screen lines can be used to divide the research area. It is possible to form a pattern of movement between the defined area parts. Screen lines and locations forming the line should be located so that it covers as many critical traffic flows identified in the spatial distribution (trip) matrix. (DFT 2004)

The screen line is an imaginary line that intersects the area of research. It is usually placed along the natural or artificial obstacles to the movement that has a limited number of crossings, such as rivers or railroads. Research on the screen

line may be similar to outer ring survey, which includes direct interview to determine trip characteristics. Or, similar to traffic countings on crossing over the screen line, which should determine the total trips between area parts in the specific time period. (Stopher et al. 2006)

The "before and after" study is often used in traffic research to analyze the impact of traffic policy measures on passenger behaviour, attitudes, and safety. The selected traffic parameters are measured before and after the application of management measures in order to assess the impact of changes. Examples of such studies: assess the impact of new legislation on passenger behaviour, evaluating the effects of improvements in the transport system (e.g. reducing mortality and injury after the construction of protective barriers), examining the impact of new technologies on the traffic flows distribution or attitudes (e.g. changes in travel behaviour and attitudes after the introduction of variable traffic signals or information system for passengers) ... (Tourangeau et al. 1997)

In this research, the effects of capacity reduction on city highway are determined. Changes in traffic volume and traffic flows distribution due to reconstructions of one section are analyzed. The study was conducted on the screen line that includes three Belgrade bridge across the river Sava. Traffic flows were measured before and after the reconstruction of the main "Gazela" bridge.

This small research has shown the importance of systematic traffic monitoring on the screen line and the possibility of drawing conclusions based on changes in the obtained values. Establishing a systematic counting on the screen line would allow the analysis of the effects of various measures for transportation demand reduction.

Key words: transportation demands survey, screen line, before and after study

Literatura:

- [1] Čelar N. 2007. Prilog istraživanju merodavne vrednosti zasićenog toka na signalisanoj raskrsnici - Magistarski rad. Saobraćajni Fakultet
- [2] DfT - Department for Transport. 2004. Design Manual for Roads and Bridges – Volume 12 (Traffic Appraisal of Roads Schemes) - Section 2 (Traffic Appraisal Advice) - Part 1 (Traffic Appraisal in Urban areas). UK DfT.
- [3] Kutz M. 2004. Handbook of Transportation Engineering. Chapter 7: Travel Demand Forecasting for Urban Transportation Planning (by Arun Chatterjee and Mohan M. Venigalla). New York: McGraw-Hill. pp 64.
- [4] Meyer, Mohaddes Associates, Inc. 2004. Regional Screenline Traffic Count Program. pp 46.
- [5] New York City Department of Transportation. 2006. New York City Screenline Traffic Flow. pp 53.
- [6] Peter R. Stopher, Helen M. A. Metcalf, National Cooperative Highway Research Program, National Research Council (U.S.). Transportation Research Board
- [7] Stopher P and Metcalf H. 2006. National Cooperative Highway Research Program. National Research Council (U.S.) - Transportation Research Board.
- [8] TfL. 2008. TfL Cordon and Screenline Surveys 1971 – 2008. pp 44.
- [9] Tourangeau R, Zimowski M. and Ghadialy R. 1997. An Introduction to Panel Surveys in Transportation Studies. Chicago - National Opinion Research Center. pp 59.

СТРАТЕГИЈА РАЗВОЈА САОБРАЋАЈА ГРАДА КРАГУЈЕВЦА⁴⁷

Резиме: У периоду март-децембар 2011. године, рађено је на креирању Стратегије развоја саобраћаја Града Крагујевца. Заједничким снагама су утврђени постојећи проблеми, тренутно стање у области, могућности, шансе и претње, те на крају одредивши се за Визију дефинисани су стратешки циљеви и потребни пројекти.

Имајући у виду значај сектора саобраћаја за укупан друштвено-економски развој града, град Крагујевац израдио је Стратегију развоја саобраћаја уз помоћ Програма подршке општинама ИПА 2007 (МСП ИПА 2007) који финансира Европска унија.

На основу Меморандума о разумевању потписаном између града Крагујевца и Пројекта МСП ИПА 2007, којим су одређени детаљи техничке подршке коју Пројекат пружа граду Крагујевцу, Скупштина Града Крагујевца донела је Одлуку о иницирању процеса израде Стратегије развоја саобраћаја.

Стратегија развоја саобраћаја града Крагујевца базирана је на методолошком оквиру СЛОП, који је настао као резултат пројекта Exchange 2 (2008 – 2010. године) у циљу методолошке стандардизације процеса стратешког планирања за потребе Сталне конференције градова и општина и локалних самоуправа у Србији.

Стратегија је израђена у складу са важећим законским и националним, регионалним и локалним стратешким оквиром.

Основни принципи методологије примењени у процесу израде Стратегије су били:

- **Град Крагујевац** као јединица локалне самоуправе је водио и управљао процесом израде и одговоран је за процес имплементације Стратегије.
- **Приступ је партиципативан уз широко учешће свих заинтересованих страна.** Партиципативни приступ представља процес путем којег се мишљења свих заинтересованих страна интегришу у процесу планирања или доношења одлука у вези са Стратегијом. Партиципативан приступ одражава идеју да је Стратегија производ сарадње локалне самоуправе и заједнице. У процес израде Стратегије развоја саобраћаја укључене су заинтересоване стране из јавног, привредног и цивилног сектора.

Кораци израде

Дефинисање индикатора

Индикатори су дефинисани на почетку рада на Стратегији развоја саобраћаја града Крагујевца и представљају основне индикаторе, а на основу њиховог оцењивања утврђени су следећи нивои значајности.

⁴⁷ Град Крагујевац, Градска Управа уз све релевантне институције из области саобраћаја на нивоу Града у сарадњи са Зорицом Билић (Municipal Planning Expert, Municipal Support Programme IPA 2007 Good Local Governance, Planning and Service Delivery) и др Смиљаном Вукановићем

Индикатор	Ниво значајности	Ранг
Ниво безбедности	4.55	1
Економичност	4.41	2
Ефикасност	4.23	3
Пристапачност	4.14	4
Удобност – комфор	3.91	5
Животна средина	3.82	6
Алт. Видови превоза	3.77	7

Анализа и оцена постојећег стања (укључујући и посебна истраживања)

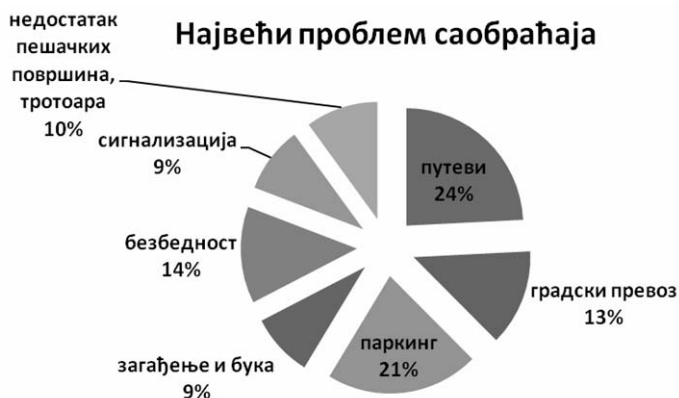
- саобраћајни положај града и његова повезаност, Путна мрежа, Ниво услуге на мрежи, ниво услуге пешачких токова, паркирање,

Транзит, Безбедност саобраћаја, ЈГПП, саобраћајна сигнализација,

Вертикална сигнализација је највећим делом у складу са стандардима и обнавља се. Хоризонтална сигнализација се обнавља два до три пута годишње. Путоказна сигнализација постоји али није увек сагласна постојећим стандардима. Постоји пешачка сигнализација у складу са стандардима. **Не постоји катастар сигнализације.** Светлосна сигнализација покрива 34 раскрснице и два пешачка прелаза. Изузев две, све остале раде цео дан на једном програму те не испуњавају основне саобраћајне захтеве. Не постоји систем централизоване контроле светлосних сигнала.

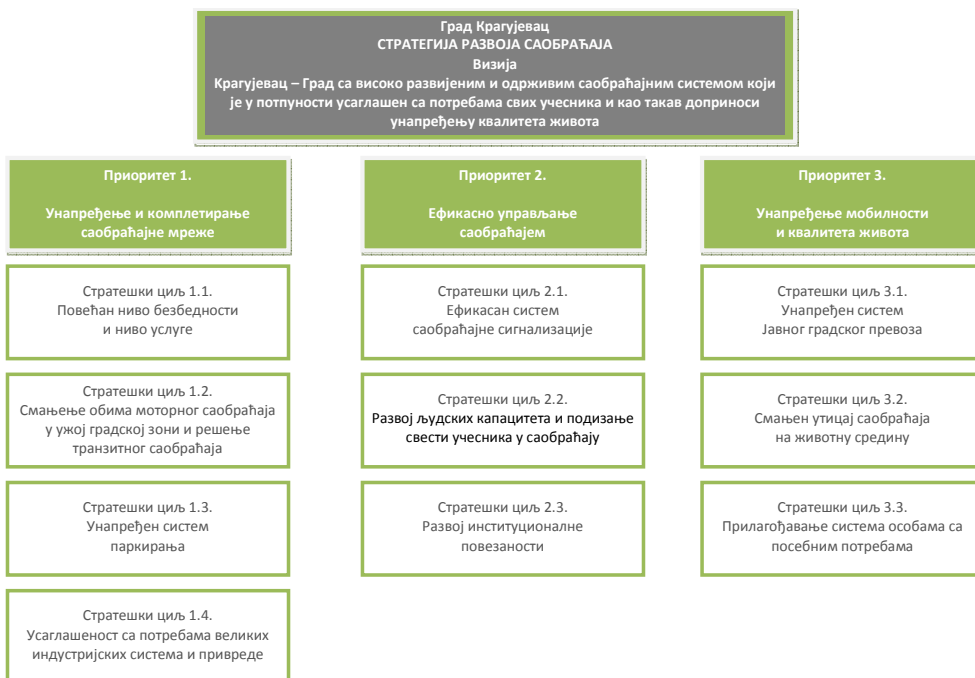
Пешачки токови се одвијају при прихватљивом нивоу услуге на подручју централне зоне. Постоји недостатак квалитетних пешачких површина на ширем подручју града, или се исте не могу користити услед нерегуларног паркирања.

Истраживања става грађанства о квалитету саобраћаја и саобраћајног система града Крагујевца



SWOT анализа

Стратешки оквир рада – део Визија, приоритети, стратешки циљеви



Резултат број и вредност генерисаних пројеката

УКУПАН БРОЈ ПРОЈЕКТА	54
УКУПНА ВРЕДНОСТ	39.498.000,00 евра
УКУПНА ИЗДВАЈАЊА ИЗ БУЏЕТА ГРАДА	15.218.000,00 евра
ОСТАЛИ ИЗВОРИ ФИНАНСИРАЊА	24.280.000, евра

TESTING OF THE MODEL FOR TRANSPORT DEMAND, THE CASE STUDY

TESTIRANJE MODELA TRANSPORTNE POTRAŽNJE, STUDIJA SLUČAJA

Ph.D Vaska Atanasova⁴⁸; Lidija Markovik⁴⁹; Simon Detellbach⁵⁰

Choosing a model, shaping and using a model represent a sensitive stage of the transport system planning process. The model is based on facts that event A can describe the event B, if the event B contain the essential elements of the event A. According to the basic definition, the model should have ability to “reflect” the appearance that simulates. Formalization of the model is prepared for the final stage of determining the initial model. In this stage the model of general form is transferred to separate and determine the values. The whole procedure of determining these values represent the model's calibration. Then follow his validation.

The goal of this paper is to represent the model's validation of the model for transport demand for the city of Bitola, for cars.

In the frame of data collected analysis, in the traffic engineering practice often are used different statistical tests. Common used tests are the following:

- Testing the reliability of the sample,
- Compared or “Before and after” tests,
- Unparametric tests.

In the actual study model's validation is made according to the international standards. The cost of the reliability of the model is made according to the Design Manual for Roads and Bridges, Vol 12a, which is released the English Department for Transport. Model is good if he meets the following criteria:

- 85% of obtained modal values shouldn't have values of GEH greater than 5. The statistic method GEH is shape of the X^2 test, which is calculate with the following formula:

$$GEH = \sqrt{\frac{(y_{ri} - y_i)^2}{0,5 \cdot (y_{ri} + y_i)}}$$

Where:

y_{ri} - is traffic flow from the model

y_i - is counting traffic flow

- When the maximum deviation is 15%, deviations of modal from the counted values is according to the following criteria:
 - for flows less than 700 veh/h, difference can be at most 100 veh/h

⁴⁸ University “St. Kliment Ohridski” Faculty of Technical Sciences, Bitola,
vaska.atanasova@tfb.uklo.edu.mk

⁴⁹ University “St. Kliment Ohridski” Faculty of Technical Sciences, Bitola

⁵⁰ University of Ljubljana Faculty of Civil and Geodetic Engineering, Ljubljana

- for flows from 700 to 2000 veh/h, difference can be most to 15%
- For flows greater from 2700 veh/h, difference can be at most 400 veh/h.

Testing the model, with Assignment analysis tool, got values from 92% (Photo 1) which is quite high value and indicate suitability for modal used.

Standard deviation is $S_y = \sqrt{\frac{\sum (y_i - \bar{y})^2}{n}} = 62,99$ which is as full acceptable value.

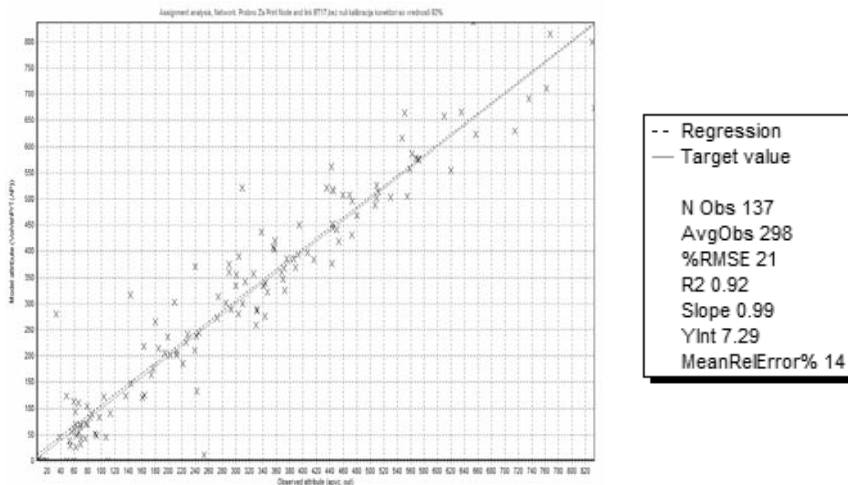


Photo 1: Model's validation

In the following table are represented links, counted, obtained modal values and GEH.

Table 1: Represent of links, counted, obtained modal values and GEH

\$LINK: NO	FROM NODE	TO NODE	APVC	VOL VEH	(yi-yr)^2	yi+yr	yi-yr	GEH	GEH<5	<100
2	4	3	338	437	9801	775	-99	5.03	0	1
5	22	162	445	514	4761	959	-69	3.15	1	1
5	162	22	736	691	2025	1427	45	1.68	1	1
10	31	32	559	558	1	111	1	0.04	1	1
10	32	31	443	376	4489	819	67	3.31	1	1
13	33	34	657	624	1089	1281	33	1.3	1	1
13	34	33	453	419	1156	872	34	1.63	1	1
16	36	37	480	469	121	949	11	0.5	1	1
16	37	36	332	286	2116	618	46	2.62	1	1

Notice: All Table 1 will be represented in fully statement in the paper.

The photos that follow below represented the counted and modal values. Photo 2 represented counted values for cars on intersections; calculate in Visum, presented in sections. Photo 3 represented modal values for cars on all network in the city of Bitola. Photo 4 represented comparative analysis between counted and

modal values. With green are represented counted values, with red are represented modal values for cars on all network in the city of Bitola.



Photo 2: Counted values for cars on intersections, calculate in Visum, presented in sections



Photo 3: Modal values for cars on all network – existing situation

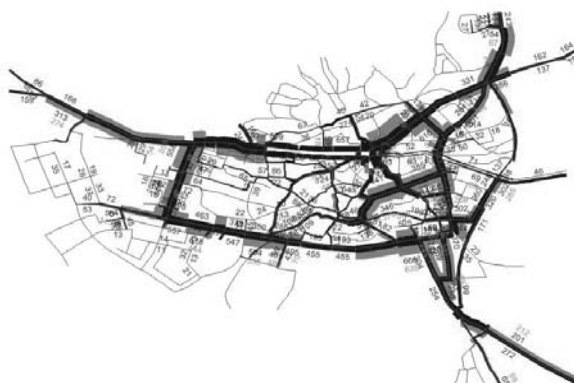


Photo 4: Counted and modal values for cars – existing situation

Key words: model, test, model's validation

Rezime: Izbor modela, oblikovanje i korišćenje modela su u suštini i najosetljivija faza u procesu planiranja transportnog sistema. Ovi modeli se zasnivaju na činjenicama da događaj A može opisati događaj B, ako događaj B sadrži bitne elemente događaja A. Prema osnovnoj definiciji, model treba imati sposobnost „odslikati“ pojavu koju simulira. Formalizacija modela je priprema za završnu fazu utvrđivanja početnog modela. U ovoj fazi model opštem obliku pretvara se u poseban i utvrđuju se vrednosti. Ceo postupak utvrđivanja ove vrijednosti je kalibracija modela. Nakon toga sledi njegova validacija.

Cilj ovog rada je prikazati validacija modela za transportne potražnje saobraćaja u Bitolj, za tokova putničkih vozila.

U okviru analize prikupljenih podataka, u saobraćajnoj inženjerskoj praksi češće se primenjuju razne statističke testove. Najčešće primenjeni testovi su:

- Ispitivanje pouzdanosti uzorka,
- Poređenje ili „Pre i posle“ ispitivanja,

- Neparametarski testova.

U aktuelnoj studiji validacije modela je napravljen u skladu sa međunarodnim standardima. Procena pouzdanosti modela je napravljen u skladu sa priručnika Design Manual for Roads and Bridges, Vol 12a, koji je objavio engleski Department for Transport. Model je dobar ukoliko ispunjava sledeće kriterijume:

- 85% od dobijene modalske veličine ne treba imati vrednost GEH veću od 5. Statistički metod GEH je oblik X^2 testa, koji se obračunava:

$$GEH = \sqrt{\frac{(y_{ri} - y_i)^2}{0,5 \cdot (y_{ri} + y_i)}}$$

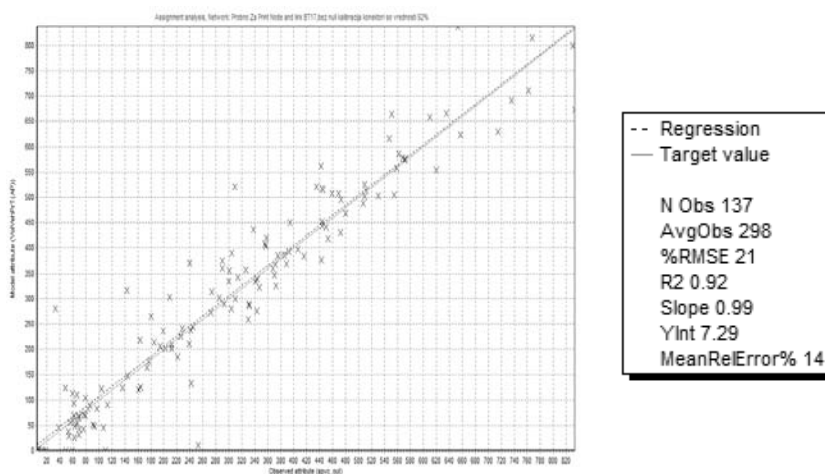
Gde je:

y_{ri} - protoka saobraćaja u modelu

y_i - protoka saobraćaja iz brojanja

- Pri maksimalna devijacija od 15% odstupanja modelske iz brojene veličine su u skladu sa sledećim kriterijume:
 - Za tokove manje od 700 voz/sat, razlika može iznositi do 100 voz/sat
 - Za tokova od 700 do 2000 voz/sat, razlika može iznositi do 15%
 - Za tokova veće od 2700 voz/sat, razlika može iznositi do 400 voz/sat.

Prilikom testiranja modela sa alatom Assignment analysis je dobijena vrednost od 92% (Slika 1), a to je dosta visoka vrijednost i pokazuje pogodnost za korišćenje modela. Standardna devijacija iznosi $S_y = \sqrt{\frac{\sum (y_{ri} - y_i)^2}{n}} = 62,99$ a to je potpuno prihvatljiva vrijednost.



Slika 1: Validacija modela

U sledećoj tabeli prikazani su linkove, brojani, dobijeni modalske veličine i GEH-a

Tabela 1: Prikaz linkova, brojane, dobijene modalske veličine i GEH-a

\$LINK: NO	FROM NODE	TO NODE	APVC	VOL VEH	(yi-yr)^2	yi+yr	yi-yr	GEH	GEH<5	<100
2	4	3	338	437	9801	775	-99	5.03	0	1
5	22	162	445	514	4761	959	-69	3.15	1	1
5	162	22	736	691	2025	1427	45	1.68	1	1
10	31	32	559	558	1	111	1	0.04	1	1
10	32	31	443	376	4489	819	67	3.31	1	1
13	33	34	657	624	1089	1281	33	1.3	1	1
13	34	33	453	419	1156	872	34	1.63	1	1
16	36	37	480	469	121	949	11	0.5	1	1
16	37	36	332	286	2116	618	46	2.62	1	1

Napomena: Kompletna Tabela 1 će biti celosno prikazana u radu

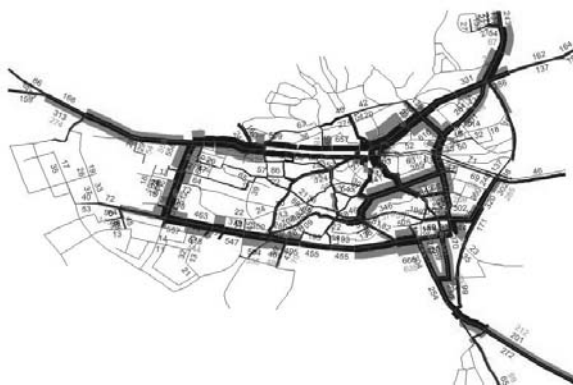
Pored slike koje slede prikazani su brojane i modalske vrijednosti. Na slici 2 prikazani su brojane vrijednosti za putničkih vozila na raskrsnici, obračunati u Visum, prikazani na deonice. Na slici 3 prikazani su modalske vrijednosti za putničkih vozila na celoj putnoj mreži grad Bitolj. Na slici 4 prikazanu je komparativnu analizu između brojane i modalske vrijednosti. Sa zelenom su predstavljene brojne vrijednosti, a sa crvenom su predstavljene modalske vrijednosti tokom ceo mreži na grad Bitolj.



Slika 2: Brojne vrijednosti za PA na krstosnici, obračunati u VISUM, predstavljeni na deonicama



Slika 3: Modalske vrijednosti za PA tokom celoj mreži – postojeće stanje



Slika 4: Brojne i modalske vrijednosti za PA – postojeće stanje

Ključne riječi: model, test, validacije modela

UPOTREBA MIKROSIMULACIJA U PROJEKTOVANJU SAOBRAĆAJNE INFRASTRUKTURE – PRIMER „PORTO MONTENEGRO“

MICRO SIMULATIONS IN DESIGN OF TRAFFIC INFRASTRUCTURE – CASE STUDY PORTO MONTENEGRO

Danijel Vučković, dis⁵¹; Mladen Nedeljkov, dis⁵²; Aleksandar Trifunović, mis⁵³

Rezime: Za potrebe investitora bilo je potrebno izraditi projektnu dokumentaciju za saobraćajnu infrastrukturu na kompleksu „Porto Montenegro“ u Tivtu uključujući i sistem za upravljanje saobraćajem i kontrolu pristupa. U svrhu analize funkcionisanja sistema i analize uticaja generisanog saobraćaja na okolnu mrežu izrađen je mikrosimulacioni model kompleksa sa mrežom u okruženju. Model je razvijen u softverskom paketu VISSIM. Na osnovu izlaznih rezultata urađenih simulacija izvršen je odabir elemenata sistema za upravljanje saobraćajem i kontrolu pristupa i utvrđeno u kojoj meri će generisani saobraćaj uticati na okolnu uličnu mrežu Tivta.

„Porto Montenegro“, stambeno-poslovni kompleks u okviru koga se nalazi i marina projektovan je u okviru kompleksa „Arsenal“ u Tivtu, na istočnoj obali Tivatskog zaliva. Projektom „Porto Montenegro“ planirana je izgradnja visoko kvalitetne, održive, marine u okviru kompleksa „Arsenal“, orijentisane na super/mega jahte koja bi bila uklopljena u gradsku sredinu Tivta. Tivat je grad sa kompleksnom i nasleđenom mrežom saobraćajnica. Primarna gradska saobraćajnica ovog prostora jeste Jadranska magistrala, koja je važna saobraćajna arterija u povezivanju širokih prostora. Na području opštine Tivat ona ima ulogu lokalnog povezivanja prigradskih naselja sa gradom i ulogu gradske saobraćajnice na prolazu kroz grad.

Glavne ulice sekundarne ulične mreže kompleksa „Porto Montenegro“ su javne ulice, ranga sabirnih ulica, koje sabiraju i distribuiraju saobraćaj ka Jadranskoj magistrali. Ovo su saobraćajnice sa odvojenim površinama za kretanje pešaka i vozila, kako bi se omogućio nesmetan kolski saobraćaj i bezbedno kretanje pešaka. Na sekundarne kapacitete se povezuju pristupne ulice koje dublje u blokovima opslužuju predmetni prostor. Polazeći od obale ka unutrašnjosti kompleksa navedene ulice dele kompleks na blokove, formirajući tako mrežu internih pristupnih ulica. Ove ulice su definisane pre svega sa ciljem favorizovanja pešačkih kretanja, ali imaju i funkciju kolsko-pešačkih saobraćajnica, pri čemu su, delom planirane kao površine sa integrisanim pešačko-kolskim površinama, a delimično sa odvojenim pešačkim i kolskim saobraćajnim površinama.

Kontrola pristupa objektima na kompleksu i marini

Pristup i kretanje vozila ulicama sekundarne ulične mreže je restriktivnog tipa, odnosno, dozvoljeno je kretanje samo vozilima sa posebnom dozvolom, kako bi se održala protočnost kolskih saobraćajnica i obezbedio prioritet pešačkih kretanja.

⁵¹ COWI Serbia, Beograd, danijel@cowi.rs

⁵² COWI Serbia, Beograd, mladen@cowi.rs

⁵³ COWI Serbia, Beograd, aleksandar@cowi.rs

Različite kategorije korisnika ispostavljaju i različite zahteve u pogledu pristupa i izlaza sa kompleksa, potrebnih kapaciteta parkinga i sl. Imajući to u vidu, projektovan je sistem upravljanja saobraćajem na takav način da zadovolji potrebe različitih kategorija korisnika i omogući im pristup kompleksu minimizirajući vremenske gubitke vozila na mreži.

Za tu svrhu predviđena je i odgovarajuća oprema za kontrolu pristupa i naplatu parkiranja. U zavisnosti od kategorije korisnika koja će pristupati pojedinim delovima kompleksa definisane su pozicije na kojima je projektovana različita oprema i uređaji za kontrolu pristupa i naplatu parkiranja.

VISSIM simulacija

Za potrebe analize uticaja generisanog saobraćaja na okolnu uličnu mrežu urađena je simulacija funkcionisanja saobraćaja u okruženju predmetnog kompleksa. Simulacija je urađena u softverskom paketu VISSIM na osnovu zvaničnih podloga dobijenih od investitora i saobraćajnog opterećenja dobijenog na osnovu prikupljenih podataka iz prethodno urađenih studija i brojanja saobraćaja na uličnoj mreži Tivta.

Analizirana ulična mreža obuhvata pored mreže samog kompleksa i okolnu uličnu mrežu Tivta u uticajnoj zoni kompleksa. Cilj analize uticaja generisanog saobraćaja jeste da sagleda uticaj saobraćajnih tokova privučenih sadržajima kompleksa na uličnu mrežu Tivta, kao i da utvrdi da li mreža u postojećem stanju može da prihvati novonastali saobraćaj. Analiza je zasnovana na utvrđivanju parametara simulacije, vremenskih gubitaka vozila, dužine redova vozila i broja vozila u redu na raskrsnicama ulične mreže Tivta.

Razvijen mikrosimulacioni model korišćen je za potrebe analize funkcionisanja sistema upravljanja saobraćajem i kontrole pristupa na kompleksu u toku realizacije Interim Master Plan faze. Analizom su obuhvaćene dve varijante sistema kontrole pristupa koje se u osnovi razlikuju u vrsti opreme. Analizirana oprema se razlikuje u trajanju ciklusa otvaranja i zatvaranja prolaza za vozila. Od trajanja „opsluge“ vozila na ovim pozicijama zavise i ostali saobraćajni parametri na uličnoj mreži kompleksa Porto Montenegro.

U okviru prve razmatrane varijante, na nekim od pozicija korišćeni su automatski potapajući stubići za kontrolu pristupa tom delu kompleksa. Osnovna prednost ovog tipa kontrole pristupa jeste veća bezbednost učesnika u saobraćaju i stanovnika kompleksa. Kada su stubići „podignuti“ nije moguć nasilan ili slučajan prolazak vozila kroz poziciju gde su postavljeni. Istovremeno oni ne omataju kretanje pešaka ni na koji način i imaju estetski prihvatljiviji izgled koji predstavlja bitan faktor kada je u pitanju kompleks ovog tipa.

Druga razmatrana varijanta jeste korišćenje automatskih rampi umesto automatskih potapajućih stubića. Automatske rampe se odlikuju brzim ciklusom otvaranja i zatvaranja prolaza za vozila i na taj način bržom opslugom većeg broja korisnika. Međutim one predstavljaju prepreke za pešake koji su favorizovani u okviru kompleksa „Porto Montenegro“ te njihova primena nije uvek i adekvatno rešenje.

Prilikom nailaska vozila na poziciju sa kontrolom pristupa vozač mora da svojom karticom aktivira kontrolni uređaj koji mu odobrava ulaz u deo kompleksa. Dužina trajanja ciklusa otvaranja i zatvaranja barijere je dobijena iz specifikacija proizvođača

opreme, međutim stvarno vreme koje korisnik provede na poziciji nije uvek isto niti jednako tom vremenu. Postoje dodatne radnje koje vozač vrši prilikom dolaska na poziciju i napuštanju iste, kao što su pronalaženje kratice ili plaćanje parkinga. Pored toga vreme koje će vozač provesti na poziciji zavisi i od toga koliko je vešt u upravljanju vozilom. Kako bi model što bolje opisao realno stanje izvršena su istraživanja na terenu u cilju utvrđivanja vremena potrebnog za opslugu korisnika. Istraživanje ovog parametra sastojalo se u tome da se izvrši merenje vremena zadržavanja na poziciji sličnoj predmetnoj i napravi empirijska raspodela vremena opsluživanja koja je naknadno implementirana u model. Istraživanje je rađeno u više parking garaža u Beogradu gde su izlaz i ulaz kontrolisani automatskim rampama a sistem aktiviranja rampi je sličan predviđenom za kompleks „Porto Montenegro“. Istraživanje je rađeno na uzorku od 100 vozila nakon čega je generisana raspodela implementirana u model.



Slika 1. Uporedni prikaz izvedenog stanja i izgleda u simulaciji



Slika 2. Prikaz jednog segmenta simulacije

Pored parametra vezanih za samu kontrolu pristupa bilo je potrebno uraditi i veliki broj iteracija kako bi se parametri vezani za brzinu, predviđeno opterećenje i konflikte doveli na nivo koji se očekuje.

U procesu odlučivanja za pozicije i opremu koja će biti korišćena presudnu ulogu su imali zahtevi Investitora kao i konsultantske sugestije Investitoru o izlaznim parametrima simulacije koji su morali biti pouzdani. Pored toga vizuelni prikaz je imao skoro jednaku ulogu prilikom prezentovanja rešenja. Vizuelni prikaz omogućava lakše uočavanje problema i logičko vrednovanje od strane inženjera ali i korisnika, investitora. Iz ovoga je usledio sledeći izazov, postavljen od strane investitora a to je izrada 3D modela koja će sa visokim nivoom detaljnosti prikazati projektovano stanje.

Kao rezultat celog procesa dobijen je mikrosimulacioni model koji prikazuje vozila i pešačke tokove na mreži saobraćajnica i njihovu interakciju u okruženju koje je u svemu nalik na ono koje se nalazi u stvarnosti, sa objektima koji postoje i koji su tek u planu da se izgrade. Model je izrađen za prvu fazu realizacije projekta, sa mogućnošću nadogradnje u narednim fazama kako bi bilo moguće vršiti dalje analize.

Ključne reči: Mikrosimulacije, saobraćaj, kontrola pristupa, VISSIM.

Abstract: Client requested provision of technical (design) documentation for street infrastructure, traffic management and access control at the complex „Porto Montenegro“ in Tivat. Micro simulation model of the complex, with surrounding street network, has been developed in order to analyse functioning of the system and determining impact of generated traffic on surrounding network. Model has been developed in VISSIM software package. Based on the outputs of the performed simulations, elements of the system were chosen and impact by generated traffic on street network in Tivat is determined.

Key words: Micro simulation, traffic, access control, VISSIM.

NACIONALNI SAOBRAĆAJNI MODEL SLOVENIJE PRIMOS

INTEGRATED TRANSPORT MODEL OF SLOVENIA PRIMOS

Gregor Pretnar⁵⁴, Tomaž Guzelj⁵⁵

Rezime: Saobraćaj je neodvojivi deo života i ima mnogo pozitivnih i negativnih uticaja. Može da bude razvojni podsticaj ili prepreka. Razvoj razumemo kao razvoj u pozitivnom smeru, tj. prema većem privrednom rastu, jednakim mogućnostima za sve, većoj slobodi, boljoj bezbednosti, većoj harmoničnosti, boljem zdravlju i sl. Dakle, saobraćaj može doprineti boljem razvoju države ili ga kočiti i onemogućavati, zavisno od toga kako je regulisan.

Saobraćajni objekti su u pravilu skupi sa dugoročnim posledicama, stoga je pre izvođenja smisleno proveriti kako rešiti postojeće probleme i kakvi će biti učinci predloženih rešenja.

Dakle, očekivane učinke potrebno je prethodno izmeriti. Osnov svake prakse merenja je teorija, a svaka teorija je model, tj. pojednostavljena predstava stvarnosti. Pomoću matematičkih jednačina, tj. modela možemo izraziti mnoge zakonitosti koje vladaju ovim svetom. Navedeni modeli služe razumevanju stanja i prognoziranju budućih događaja. Kao i mnogi drugi modeli, saobraćajni modeli razvijeni su zato da se nameravane mere prethodno ispituju i da se utvrdi donose li očekivane i željene učinke i poboljšanje stanja ili ne, odnosno jesu li usmerene u razvojnom smeru i jesu li u privrednim okvirima ili ne.

U Sloveniji se suočavamo sa dilemama prostorne i saobraćajne politike, sa pitanjima opravdanosti izgradnje železničke i putne infrastrukture, dimenzionisanja i oblikovanja rešenja i sl. Nacionalni saobraćajni model PRIMOS (Integralni saobraćajni model Republike Slovenije) na strateškom nivou omogućuje oblikovanje prihvatljivog rešenja, kojim se rizik prilikom odlučivanja svodi na najmanju moguću meru.

Vrste modela

S obzirom na područje obrade i vrste pitanja na koje očekujemo odgovore, modele u osnovu hijerarhički delimo na četiri vrste:

- internacionalni model,
- nacionalni modeli,
- regionalni modeli i
- lokalni modeli.

Internacionalni model uključuje područje više država. Nacionalni model obuhvata područje cele države. Regionalni model obuhvata područje regije, tj. regionalnog središta i njegovog šireg regionalnog zaleđa. Lokalni model obuhvata područje opštine, dela opštine ili nekoliko opština.

⁵⁴ PNZ svetovanje projektiranje d.o.o., Ljubljana, gregor.pretnar@pnz.si

⁵⁵ PNZ svetovanje projektiranje d.o.o., Ljubljana, tomaz.guzelj@pnz.si

Odnos između nivoa modela je hijerarhijski. Viši model u hijerarhiji nadređen je nižem modelu. Ili drugačije rečeno, internacionalni model je osnov za nacionalne modele, nacionalni modeli su osnov za regionalne modele, a regionalni modeli su osnov za lokalne modele. Dakako, uticaj ide i u obrnutom smeru. Niži modeli omogućuju usavršavanje viših. Sve to je iz praktičkih razloga (savladivost modela, vreme računanja) moguće i smisleno samo do određene mere.

Na sva četiri nivoa potrebno je razviti strateški makroskopski model koji je u pravilu 4- ili 3-stepenski. Lokalni model obično nadograđujemo mezo- ili mikroskopskim simulacionim modelom dinamičkog opterećivanja.



Slika 1: Hijerarhija saobraćajnih modela

Karakteristike modela PRIMOS

Integralni saobraćajni model Slovenije (PRIMOS) je nacionalni strateški multi-modalni model i spada među najsavremenije modele ove vrste. Model uključuje internacionalni, nacionalni i regionalni nivo. Dakle, primenjuje se hijerarhijski pristup u kojem model predstavlja prikladno razvijen internacionalni model, visoko (tj. detaljno) razvijen nacionalni model i ujedno manje detaljne regionalne podmodele. Naglasak je na nacionalnom nivou, stoga internacionalni model detaljnije uključuje samo one elemente koji značajnije utiču na područje Slovenije, dok su regionalni pod modeli zbog nacionalne prirode modela grublje prirode.

PRIMOS uključuje neposrednu zavisnost između naselbenih, socio-ekonomskih i saobraćajnih prilika, te između elemenata saobraćajnog sistema. Dakle, reč je o sintetičkom 4-stepenom saobraćajnom modelu. To važi za tzv. unutrašnji (nacionalni i regionalni) i tzv. spoljni (internationalni) saobraćajni model, što znači da je potpuno isključen metod faktora rasta saobraćaja i time često povezana subjektivna procena. Model se bazira na objektivnim osnovama i jasnim polazišnim tačkama. Na taj način rezultat modela u principu nije zavisn od subjekta koji sa njim radi.

PRIMOS je dezagregirani simultani stohastički saobraćajni model koji ima karakteristiku dinamičnosti. Svi stepeni modela međusobno su povratno zavisni i u konačnoj fazi uravnoteženi. Modelisan je putnički i teretni saobraćaj.

Osnovna jedinica modela su vozila odnosno putnici na prosečan radni dan. Detaljnije su modelisani jutarnji i popodnevni vršni čas na prosečni radni dan, te vršni čas u turističkoj sezoni.

Ostale značajnije karakteristike modela su:

- uključuje celokupnu populaciju i područje Republike Slovenije,
- omogućuje interaktivno modelisanje korišćenja površina i saobraćaja,

- detaljno određuje izbor kako, kuda, kada i kojim saobraćajnim sredstvom ljudi putuju,
- predstavlja alat za prognoziranje i analizu učinaka raznih politika i mera,
- predstavlja opširnu bazu podataka, i
- omogućuje širok izbor detaljnih analiza, naročito saobraćajne i ekonomske analize, te analize životne sredine.

Nacionalni saobraćajni model predstavlja osnov za sve ostale detaljnije saobraćajne modele. Uticaji na životnu sredinu (vazduh, buka) i bezbednost saobraćaja jedni su od ključnih rezultata analize nacionalnih saobraćajnih politika, stoga su integralni deo nacionalnog saobraćajnog modela. Takva je i dobra praksa savremenih saobraćajnih modela.

Mogućnosti korišćenja

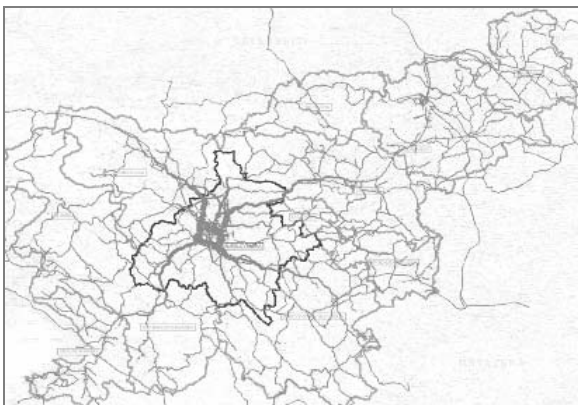
Model PRIMOS omogućuje brojne mogućnosti korišćenja, između ostalog:

- izračun buduće stope motorizovanja po opštinama (npr. utvrđeno je da će na nivou Slovenije 2028. godine biti 630 putničkih automobila/1000 stanovnika)
- analizu promene izbora saobraćajnog sredstva



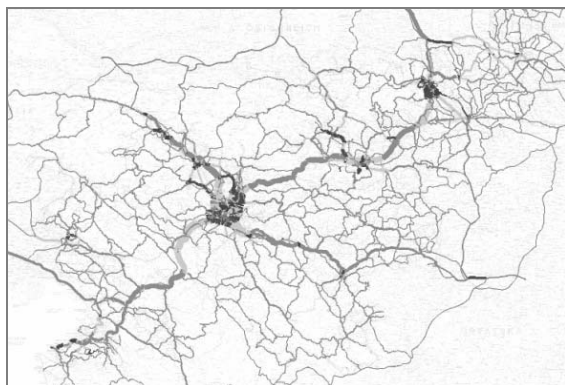
Slika 2: Primer promene izbora saobraćajnog sredstva u slučaju uvođenja visokokvalitetnog javnog saobraćaja (primer Ljubljane i ljubljanske regije)

- analize saobraćajnih prilika



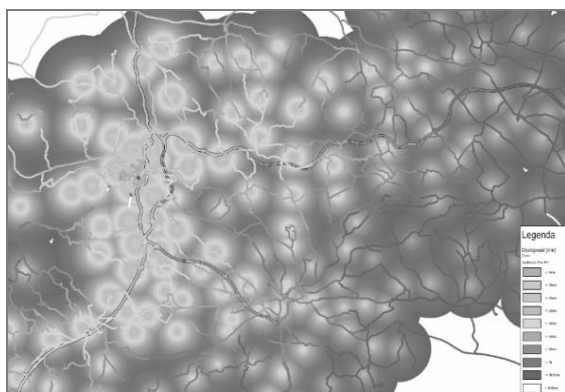
Slika 3: Stablo puta za regiju središnje Slovenije, prosečni radni dan, 2008. godina

- zastoji na deonicama puteva (kasnije i u gradskim raskrsnicama) i gužva na vozilima javnog saobraćaja, te utvrđivanje slabih tačaka na mreži



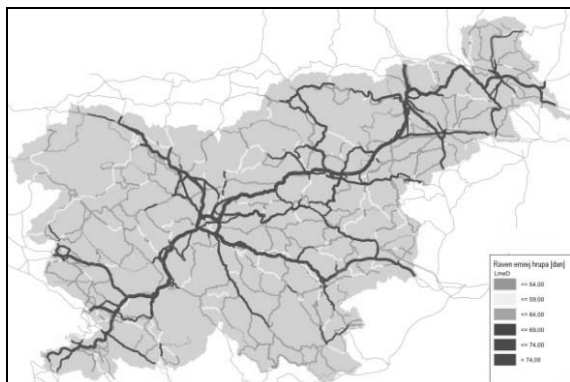
Slika 4: Saobraćajna opterećenja po klasama dostizanja i premašivanja kapaciteta deonice puta (na ljubičastim deonicama je kapacitet gotovo dostignut odnosno premašen), prosečni radni dan, 2008. godina

- izohrone pristupačnosti (na osnovu vremena putovanja)



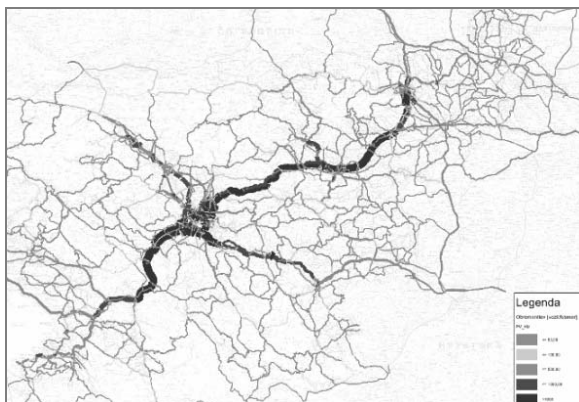
Slika 5: Pristupačnost središta Maribora putničkim vozilom, prosečni radni dan, 2008. godina

- ekonomsko vrednovanje (nadogradnja drugim alatima)
- vrednovanje emisija buke putnog i železničkog saobraćaja



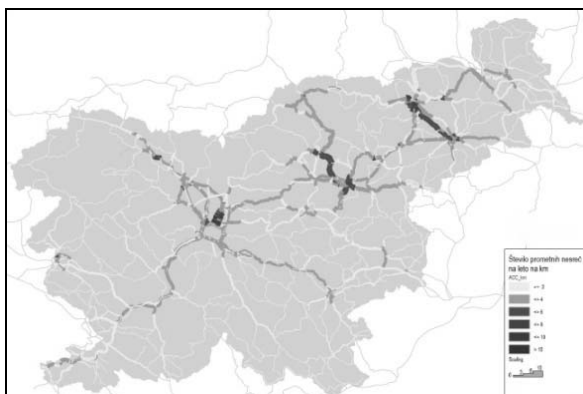
Slika 6: Emisije buke putnog i železničkog saobraćaja (dB), period dana, 2008. godina

- vrednovanje uticaja štetnih gasova i čestica na životnu sredinu



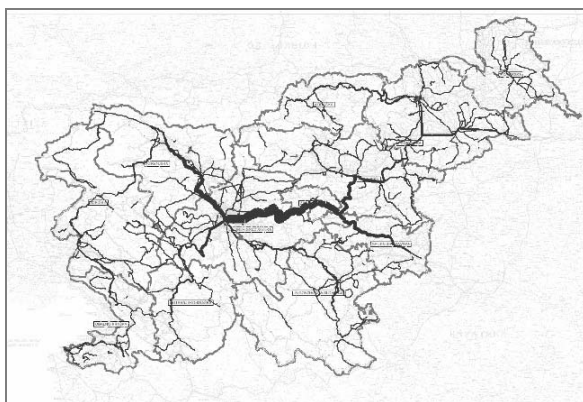
Slika 7: Emisije čvrstih čestica (PM2.5) na slovenačkoj putnoj mreži), prosečni radni dan, 2008. godina

- vrednovanje uticaja na bezbednost saobraćaja



Slika 8: Stopa saobraćajnih nesreća po deonicama (broj saobraćajnih nesreća godišnje na km), 2008. godina

- vrednovanje mera saobraćajne politike



Slika 9: Povećanje broja putnika u javnom saobraćaju u slučaju poboljšanja vremena putovanja u javnom saobraćaju (uz istovremeno smanjenje broja putnika u automobilsom saobraćaju)

- izrada detaljnijih modela užih područja, detaljnih regionalnih i opštinskih saobraćajnih modela sa nadograđenim simulacionim opterećivanjima (po metodu dinamičkog opterećivanja).

Zaključak

Razvijen je savremeni nacionalni saobraćajni model PRIMOS. Model je adekvatno kalibrisan i validovan po međunarodnim merilima, te je prikladan za dalju upotrebu.

Model će omogućiti verodostojno vrednovanje nacionalnih saobraćajnih projekata. Dakako, model je samo predstava realnog sveta, stoga ima i svoja ograničenja vezana za nacionalni nivo razmatranja i prirodu modela. Iako model već sada u potpunosti služi svojoj svrsi, ubuduće će biti potrebna njegova nadogradnja kako bi bio još potpuniji i neposredno upotrebljiviji na širem problemskom području.

Ključne reči: Transportni model, multimodalni model

Abstract: In Slovenia, we face the dilemmas of spatial and transport policy, feasibility issues for construction of road and railway infrastructure, designing etc. Therefore, Integrated Transport Model of Slovenia was developed, who is able to answer these questions at the strategic level. Disaggregated, state-of-the-art 4-step traffic model includes all means of transport (passenger car, bus and rail public transport, bicycle, walking, light and heavy road freight vehicles). Also included are all relevant socio-economic indicators (population, jobs, floor space area, school sites...), transport network in Slovenia and abroad and behavioural characteristics of road users (the mobility and time of travel in the day, modal split, etc...). The model also includes the use of P + R and the availability of parking. Included are submodels for traffic noise and pollutants emission calculation and calculation of accident rate.

Keywords: transport model, multimodal model

EKOLOŠKI „FOOTPRINT“ U PLANIRANJU SAOBRAĆAJNE INFRASTRUKTURE

ECOLOGICAL FOOTPRINT IN TRANSPORT INFRASTRUCTURE PLANNING

Ivan Ivanović, dis⁵⁶; Dragana Grujičić, dis⁵⁷; mr Vladimir Đorić, dis⁵⁸

Rezime: Kako saobraćaj i transport deluju na održivi razvoj tako je i uspostavljanje održivosti kao cilja doprinelo da se pojedine procedure i gledišta u određenoj meri izmene. Konkretno u planiranju saobraćaja ciljevi održivog razvoja imaju veliku ulogu u donošenju odluka. Pri donošenju odluka potrebno je potpuno promeniti početno stanovište i uzeti u obzir širi opseg uticaja rešenja, indirektni i kumulativne efekte primenjenih mera. Da bi se pristupilo primeni određenih strategija i upravljačkih mera potrebno utvrditi trenutni stepen održivosti od čega će zavisiati intenzitet u urgentnost sprovođenja odgovarajuće politike. Jedan od indikatora za utvrđivanje nivoa održivosti baziran na pokazateljima uticaja na životnu sredinu je *ekološki „footprint“*.

Rast urbanizacije polovinom prošlog veka, u velikoj meri je doprineo degradaciji prirodnog ekosistema. Na sreću, mnoge zemlje su počele ozbiljno da shvataju ovaj problem formirajući različite modele održivog razvoja. Prvi korak u formiranju modela održivog razvoja predstavlja sagledavanje trenutnih uticaja urbanog razvoja na životnu sredinu. U tom cilju je model *ekološkog „footprint-a“* preporučen za korišćenje kao standardan metod za procenu direktnih uticaja na životnu sredinu različitih modela razvoja. Mathis Wackernagel i Wiliam Ress sa Britanskog univerziteta Kolumbija su 1995. razvili *ekološki „footprint“* kao kvantifikovanu meru površine zemlje neophodne razvoju sredine. Preciznije, *ekološki „footprint“*, predstavlja meru kojom se izražava odnos između zahteva koji ljudska populacija ispoljava prema Zemljinom ekosistemu i sposobnosti zemlje da regeneriše svoje kapacitete. Kvantifikacijom zahteva koje populacija ispostavlja prema Zemlji, poznavanjem raspoloživih kapaciteta Zemlje i vremena potrebnog za njihovu regeneraciju moguće je dobiti pokazatelj koji definiše nivo održivosti kada je životna sredina u pitanju. Ovaj metod pronalazi primenu u širokom spektru metodologija donošenja odluka. U Evropi je to dovelo do uključivanja *ekološkog „footprint-a“* u set indikatora Evropske komisije za procenu održivosti na regionalnom nivou (ECIP 2003).

Osnovna prednost metoda *ekološkog „footprint-a“* se ogleda u jednostavnosti koncepta. Ovaj metod omogućava razmatranje jednog od najvažnijih aspekata održivog razvoja na način pogodan za analizu. Kretanje ekoloških parametara prikazanih preko potrošnje resursa i njihovo prevođenje na nivo produktivne raspoložive površine zemlje, predstavlja indikator jednostavan za razumevanje. U slučaju da je ekološki footprint značajno veći od raspoloživih resursa produktivne površine ze-

⁵⁶ Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet, Beograd, i.ivanovic@sf.bg.ac.rs

⁵⁷ Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet, Beograd, d.grujicic@sf.bg.ac.rs

⁵⁸ Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet, Beograd, v.djoric@sf.bg.ac.rs

*

Rad je sastavni deo naučno-istraživačkog projekta „Uticaj globalnih izazova na planiranje saobraćaja i upravljanje saobraćajem u gradovima“ TR36021 Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije

mlje, razlika predstavlja „rupu u održivosti“ i „ekološki deficit“ [8]. Tada potrošnja resursa mora biti redukovana u cilju dugoročne ekološke održivosti. Tako za razliku od uobičajenih mera koje ukazuju na nivo korišćenja resursa, analize ekološkog footprinta mogu da se koriste u definisanju ciljeva politike razvoja.

Pored dobrih karakteristika ovaj metod ima i određene nedostatke. Prvo, za primenu *ekološkog „footprint-a“* neophodni su raspoloživi podaci o prostornim karakteristikama. Vrlo često nepostojanje tih podataka na nivou grada, regije ili države onemogućava primenu. Svođenje modela na dezagregatni, niži nivo, za koji postoje neophodni raspoloživi podaci može umanjiti korisnosti ove metode.

Drugo, *ekološki „footprint“* predstavlja presek sadašnjeg stanja, analizira trenutne zahteve populacije prema prirodi, uz osvrt na trenutni nivo tehnološkog razvoja i društvenih vrednosti. Metod ekološkog footprinta nije doživio ekspanziju u oblasti planiranja upravo iz navedenog razloga. Ovaj metod daje kvalitetan indikator u odnosu na postojeće stanje i nije pogodan za prognozu. Scenario nivoa održivosti je ovom metodom teško predvideti.

Takođe, ekološki footprint ne posmatra održivi razvoj u celosti. Posmatranje pojedinačnih pokazatelja može dovesti u pitanje realan prikaz stepena održivog razvoja posmatranog u celini. Iz analize pokazatelja vezanih za potrošnju resursa, raspoloživih kapaciteta zemlje i pokazateljima o zagađenju životne sredine dobijaju se rezultati značajni za ocenu trenutnog stanja ekosistema. To pomaže u oceni nivoa urgentnosti situacije, i upućuje nas na smernice dalje politike razvoja.

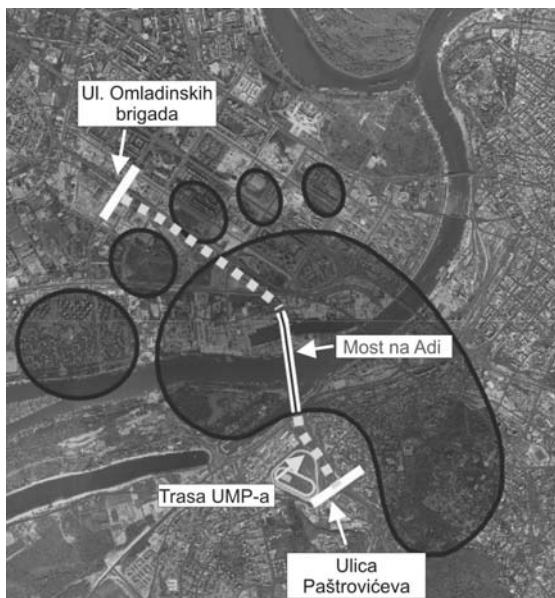
U narednom primeru biće predstavljena jedna od velikog broja mogućih metodologija utvrđivanja *ekološkog „footprint-a“*, kada su u pitanju saobraćajni infrastrukturni projekti. Primer je minimiziran i svesno odabran na takav način da pored prednosti ove metode jasno ukazuje i na njene nedostatke.

Primer primene ekološkog „footprint-a“ na delu UMP-a u Beogradu

Unutrašnji magistralni poluprsten (UMP) je saobraćajnica koja okružuje centralnu zonu grada Beograda. Svaki infrastrukturni projekat koji se realizuje, pored niza pozitivnih efekata proizvede i druge negativne efekte koje treba u što većoj meri minimizirati. Ovi negativni efekti su izraženi i kod saobraćajnih infrastrukturnih projekata. Stanovnici u okviru uticajne zone novoizgrađenog objekta počinju da budu izloženi aerozagađenju i buci, čije delovanje do tada nisu osećali. Studije opravdanosti koje su rađene za projekat UMP-a su pokazale da je negativan uticaj ove saobraćajnice zaneimarljiv u odnosu na koristi koje se ostvaruju, tako da se ovaj rad ne bavi tim pitanjem. Razlog zbog kog je deo UMP-a izabran za primenu metode *ekološkog „footprint-a“*, je izgradnja jednog sasvim novog saobraćajno infrastrukturnog objekta, Mosta na Adi. Pošto je reč o novom objektu pretpostavke su bile da pored mnogobrojnih koristi, saobraćaj koji će biti privučen novim mostom uticaće na pojavu i određenih negativnih efekata u uticajnoj zoni objekta. Važno je istaći da je akcenat rada je na metodologiji i proceduri primene metoda, a ne na rešavanju konkretnog problema.

Predmet analize je područje oko UMP-a od Ulice Omladinskih brigada do Paštrovićeve ulice koje čini 40 saobraćajnih zona (Slika 1.). Model ekološkog „footprint-a“ je prikazan za analizirano područje kroz dva vremenska preseka, za 2005. godinu, kada saobraćajnica UMP nije postojala, i 2021. godinu za koju se u ovom radu pretpostavlja da će i UMP i obilaznica oko grada biti u potpunosti realizovane. Iz ovoga se takođe vidi da se u ovom primeru metod *ekološkog „footprint-a“* prime-

njuje za prognozu, što nije karakteristično za ovu metodu. Kao osnova za modeliranje saobraćajnog opterećenja korišćena je ulična mreža iz Transportnog modela Beograda. Korišćena je matrica jutarnjeg vršnog sata za putničke automobile (u PA/sat). Matrica iz 2005. godine sadrži 32.227 PA u vršnom satu. Vršni sat za modelsko opterećenje je od 7h do 8h ujutru. Modeliranje saobraćajnog opterećenja za 2021. godinu je rađeno na osnovu faktora porasta mobilnosti. Podaci o mobilnosti za 2021. godinu su uzeti iz Generalnog plana Beograda.



Slika 1: Ekološki „footprint“ na segmentu UMP-a

Dobijeni rezultati modeliranja na ovom primeru pokazuju da će 2021. godine broj putovanja putničkim automobilom u analiziranom području da iznosi 47555 PA u vršnom satu. U odnosu na postojeći broj putovanja putničkim automobilom u vršnom satu u ovom području (32227 PA/sat) to predstavlja porast od 48%. Poređenjem parametara efikasnosti transportnog sistema dobija se povećanje transportnog rada u vozilokilometrima u 2021. godini za 37.766,2 vozilokilometra ili oko 30%, dok je povećanje transportnog rada izraženog u voziločasovima za 859.7 voziločasa ili 23% u odnosu na postojeće stanje. Rezultati koji se tiču prosečne dužine putovanja pokazuju da se prosečna dužina putovanja u području smanjuje za 0.19 km ili 4.8% u 2021. godini, a prosečno vreme putovanja se smanjuje za 44 sekunde ili 10% u 2021. godini u odnosu na postojeće stanje. Na osnovu poznavanja navedenih podataka formira se model ekološkog „footprint-a“.

Model koji je u ovom radu opisan odnosi se na tri komponente: vreme putovanja, nivo potrošnje goriva, emisija aerozagađenja (CO).

Vreme putovanja predstavlja jedan od osnovnih parametara kvaliteta transportnog sistema. Modelirajući saobraćajno opterećenje pomoću Transportnog modela Beograda, dobijeni rezultati su pokazali da će i pored većeg saobraćajnog opterećenja, izgradnja saobraćajnica u 2021. godini rezultovati kraćim vremenom putovanja u okviru analiziranog područja.

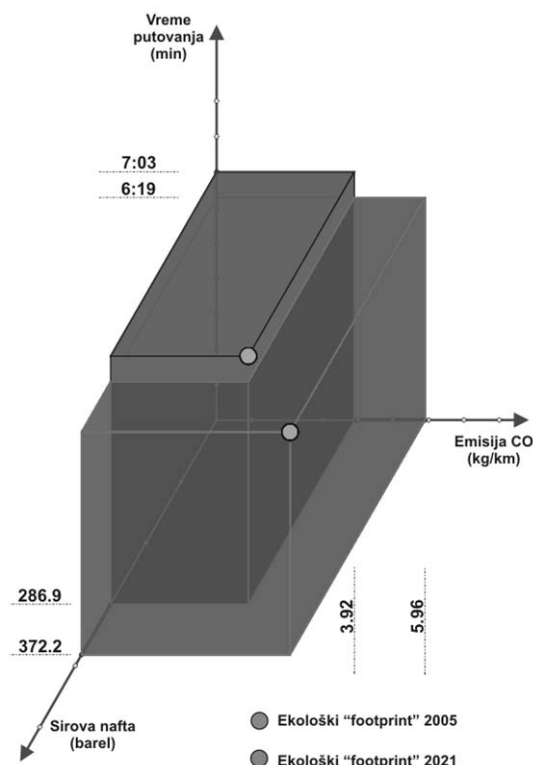
Potrošnja goriva je dobijena na osnovu poznatih podataka o ostvarenom transportnom radu u vozilokilometrima. U posmatranom primeru matricu saobraćajnog opterećenja čine samo putnički automobili (PA). Pošto Transportni model Beograda ne uzima u obzir podelu PA prema vrsti pogonskog goriva koriste se postojeći raspoloživi podaci. Prema podacima iz oktobra 2010. godine procenat PA sa pogonom na benzin u odnosu na procenat PA sa pogonom na dizel kreće se u srazmeri 76% prema 24%, ne uzimajući u obzir vozila sa ostalim vrstama pogona (TNG) [3]. Vozila sa ostalim vrstama goriva nisu obuhvaćena analizom, jer je njihov procenat učešća u ukupnom broju jako mali. Prosečna potrošnja PA u strukturi voznog parka iz 2010. godine za vozila sa pogonom na dizel gorivo iznosi 60 g/km, a sa pogonom na benzin 70 g/km [3]. Poznavajući specifične gustine dizel goriva i benzina i podatke o transportnom radu koji se ostvaruje na analiziranom području, moguće je izračunati ukupnu potrošnju benzinskog i dizel goriva. Na nivou 2005. godine, dobijena je ukupna potrošnja benzina od 9123.69 l a dizela 2204.35 l, dok je na nivou 2021. godine dobijena potrošnja benzina od 11836.03 l, a dizela 2895.39 l.

Koliko je barela sirove nafte neophodno za proizvodnju određene količine dizel i benzinskog goriva zavisi od kvaliteta sirove nafte, od načina prerade, od potreba tržišta i dr. Za potrebe ovog rada uzeto je u obzir da je u preradi jednog barela sirove nafte u bele derivate, učešće benzina sa 20%, a dizel goriva sa 30%. Pošto je dobijeno da je potrošnja benzina veća, proračunaće se samo potrebna količina sirove nafte za proizvodnju benzina u dva vremenska preseka. Prema navedenoj proporciji neophodna količina sirove nafte za 2005. godinu je 286.9 barela dok je za 2021. godinu 372.2 barela. Rezultati pokazuju da je povećanje u neophodnoj količini sirove nafte oko 23%.

Emisija aerozagađenja CO je predstavljena kao prosečna količina emisije na deonici u okviru posmatranog područja. Za analizu emisije aerozagađenja odabran je CO (ugljen monoksid) zbog štetnosti tog gasa na respiratorne organe čoveka i intenziteta emisije od saobraćaja. Prosečna emisija CO na deonici u okviru posmatranog područja, analizirano za 2005 godinu iznosi 3.92 kg/km. Broj deonica u okviru posmatranog područja 2005. godine iznosi 292, dok je prognozirani broj deonica za 2021 u okviru posmatranog područja 316 deonica. Prosečna emisija CO na deonici, u okviru posmatranog područja, za 2021. godinu iznosi 5.96 kg/km.

Dinamika promene tri razmatrane veličine (vremena putovanja, potrošnje goriva i emisije CO) predstavlja jednu vrstu *ekološkog "footprint-a"* koji je moguće predstaviti na sledeći način (Slika 2).

Sa Slike 2 se jasno vidi u kom odnosu se menjaju analizirane veličine. Ako se u ovom slučaju promena *ekološkog "footprint-a"* poistoveti sa zapreminom geometrijskog tela prikazanog na slici, može se dočarati koliki efekat na emisiju CO i potrošnju goriva ostvaruje smanjenje vremena putovanja, odnosno kakav je međusobni odnos zapremina dva geometrijska tela. Stručnjaci procenjuju dobijene odnose i definišu pravce delovanja. U planiranju saobraćaja ova metoda ne nalazi veliku primenu kada je u pitanju prognoza budućeg stanja. Konkretno u ovom primeru tehnološki razvoj automobilske industrije može da doprinese tome da 2021. godine emisija i potrošnja goriva putničkog automobila ne budu kao što je predstavljeno u analizi. Međutim, praćenje dinamike održivosti kroz analizu odabranih veličina u sadašnjem i prošlom vremenu je nešto u čemu ova metoda može biti korisna, jer ukazuje na ugroženost i pravac delovanja u kontekstu pomeranja granice održivosti u što dalji vremenski horizont.



Slika 2: Dinamika ekološkog "footprint-a"

Ključne reči: ekološki „footprint“, održivi razvoj, zaštita životne sredine, Transportni model Beograda

Abstract: Sustainable development is development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs. Transport which is characterized by intensive use of motor vehicles, on the one hand participate in the society development, and on the other hand produce negative effects like noise, air pollution, traffic accidents, wasteful energy consumption, etc. Sustainable transport is an approach that takes into account the negative effects of transport. There are many indicators that quantify the sustainability of the transport system. Among many of sustainability indicators, at the end of the last century appeared the method know as ecological "footprint". Ecological "footprint", analyzed in terms of the transport system, can be presents as a indicator which describes the relationship between, quality improvement of the transport system and the negative effects on environment. This paper presents a sustainability footprint framework and model that may be used in analyzing the impacts of transportation and other infrastructure systems on sustainable development. The application is illustrated in a case study that uses data from Transportation model of Belgrade to demonstrate how this model may be applied in real life situations. This case study indicates the positive features of model but also shows its weakness.

Keywords: ecological „footprint“, sustainable development, environmental protection, Transportation model of Belgrade

Literatura:

- [1] J. Jović i ostali, "Transportni model Beograda", Institut Saobraćajnog fakulteta, Beograd, (2007).
- [2] J. Jović i ostali, "Analiza saobraćajnih opterećenja u zoni unutrašnjeg magistralnog poluprstena od ulice Omladinskih brigada do Ulice Paštrovićeve primenom transportnog modela Beograda", Institut Saobraćajnog fakulteta, Beograd, (2006)
- [3] V. Papić i ostali, "Određivanje količine emitovanih gasovitih zagađujućih materija poreklom od drumskog saobraćaja primenom COPERT IV modela evropske agencije za životnu sredinu", Institut Saobraćajnog fakulteta, Beograd, (2010)
- [4] Adjo A. Amekudzi, C. Jotin Khisty, Meleckidzedek Khayesi, "Using the sustainability footprint model to assess development impacts of transportation systems", Transportation Research Part A 43 (2009) 339–348
- [5] V. Đorić, "Modeliranje raspodele saobraćaja na mreži – primer Beograda", Magistarski rad, Saobraćajni fakultet, Beograd (2010)
- [6] Todd Litman, David Burwell, "Issues in sustainable transportation", Int. J. Global Environmental Issues, Vol. 6, No. 4, (2006)
- [7] M. Wackernagel, W. Rees, "Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth", Book, New Catalyst Bioregional Series, (1996)
- [8] W. Rees, M. Wackernagel, "Urban ecological footprints: Why cities cannot be sustainable - an why they are a key to sustainability", Environ impact assessment rev, 223-248, (1996)
- [9] Litman T, "Issues in sustainable transportation", Int. J. Global Environmental Issues, Vol. 6, No. 4, (2006)
- [10] Venetoulis, J., Talberth, J. 2007. Refining the Ecological footprint. Environment Development and Sustainability DOI 10.1007/s10668-006-9074-z.

ZNAČAJ STRATEŠKIH KARATA BUKE U PROSTORNOM PLANIRANJU

THE IMPORTANCE OF STRATEGIC NOISE MAPS IN SPATIAL PLANNING

Dr Dejan Filipović⁵⁹; Vladimir Babić⁶⁰; Miroslav Marić⁶¹

Rezime: Godine 2002. Evropska unija donela je Direktivu o proceni i upravljanju bukom u životnoj sredini (EU 49/2002 "Relating to the assessment and management of environmental noise") koja zahteva izradu strateških karata buke i akcionih planova u cilju smanjenja buke u životnoj sredini. Odredbe ove Direktive transponovane su, u našoj zemlji, u Zakon o zaštiti od buke u životnoj sredini koji je usvojen 2009. godine.

Karta buke predstavlja prikaz postojećeg i/ili predviđenog stanja nivoa buke na posmatranom području i njome se može osigurati objektivna osnova za prostorno i saobraćajno planiranje. Najčešći podaci koje karta buke sadrži su prekoračenje propisanih vrednosti, procenjen broj ljudi izloženih pojedinim nivoima buke, kao i procenjen broj objekata (stanova, škola, bolnica i dr) izloženih određenim vrednostima indikatora buke. Ovo omogućava praćenje prostorno-planskih dokumenata i drugih strateških dokumenata i sprovođenje akcionih planova.

Karta buke treba da bude sastavni deo informacionog sistema zaštite životne sredine Republike Srbije i predstavlja stručnu *podlogu za izradu prostornih planova*. Na osnovu ovih karata i dobijenih rezultata procenjuje se da li je potrebno pristupiti izradi *akcionih planova* radi prevencije i snižavanja prekomernih nivoa buke u okolini.

Postoji nekoliko razloga zbog kojih se rade karte buke. To su: odgovornost prema lokalnoj zajednici, zaštita zdravlja stanovništva, uspostavljanje sistema upravljanja bukom, kao i uključivanje zaštite od buke (karata buke) u sastavni deo prostorno-planske dokumentacije.

Izrada strateških karata buke podrazumeva sprovođenje sledećih aktivnosti:

1. Formiranje modela terena digitalizacijom na osnovu raspoloživih geografskih podataka
2. Formiranje modela izvora buke za drumski saobraćaj, železnički saobraćaj, avionski saobraćaj i za industrijske izvore.
3. Priprema podataka za kalibraciju strateških karata buke i izrada konfliktnih karata. Ovo podrazumeva akustičko zoniranje prostora, odnosno definisanje zona u odnosu na namenu prostora i definisanje graničnih vrednosti buke u definisanim zonama.
4. Proračun podataka neophodnih za izradu strateških karata buke (za uslove dana i noći).

⁵⁹ Univerzitet u Beogradu – Geografski fakultet, Beograd, dejanf@eunet.rs

⁶⁰ Institut za puteve a.d., Beograd, babic.vladimir@gmail.com

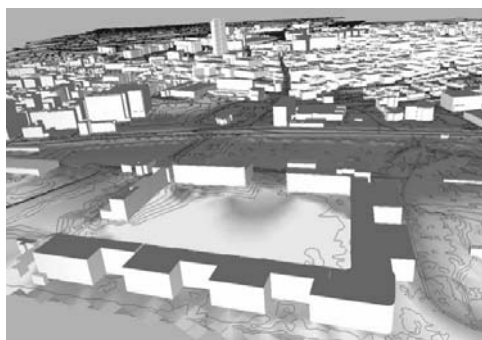
⁶¹ Institut za puteve a.d., Beograd, misamaric2004@yahoo.com

5. Izrada i predstavljanje strateških karata buke. Ovo podrazumeva grafički prikaz, tabelarni prikaz rezultata, vizuelizacija rezultata (2D i 3D izgled) i izrada GIS podloga sa podacima o nivoima buke.

Kako bi racionalno realizovale navedene aktivnosti pored ljudskih potrebni su i zavidni tehnički resursi. Oni se pre svega ogledaju u računarima tj. računarskim mrežama i programskim paketima koji u potpunosti poštuju i koriste usvojene standarde i metode za proračun rasprostiranja buke. Programi koji se nalaze na inicijalnom spisku su CadnA, LimA, Predictor, IMMI i SoundPLAN.

Svi programi u potpunosti ispunjavaju preduslove za izradu karata buke, te je na korisniku da definiše odgovarajuće parametre koji su propisani zakonskim i podzakonskim aktima zemlje za čije se potrebe izrađuju karte buke. Jedna od većih razlika kod navedenih programa je u načinu rada (user-friendly) sa entitetima unutar softvera i načinu na koji se vrše kalkulacije na samom uređaju ili mreži uređaja. U "Institutu za puteve" a.d. Beograd je već 6 godina u upotrebi programski paket SoundPLAN. Pomoću njega je urađeno 19 projekata većinom autoputeva i magistralnih putnih pravaca. Sastavni deo projektne dokumentacije je bila i karta buke za predmetno područje.

Prilikom izrade karte buke u program se unose podaci vezani za kalkulacije osnovnih pokazatelja buke. Ti podaci se mogu dobiti ili obilaskom terena ili iz nekih od GIS programa (npr. ArcMAP) ukoliko postoji na raspolaganju validna baza podataka. Obrada, konvertovanje i definisanje osobina entiteta se radi u samom programu za izračunavanje buke. Unose se osobine izvora buke (saobraćajnica, železnička pruga, privredni objekat i/ili aerodromska pista) potrebne za izračunavanje pokazatelja buke na samom izvoru. Uvažavajući rasprostiranje buke po definisanom 3D modelu terena dobija se karta buke.



Kartu buke, kao rezultat sprovedenih kalkulacija, je moguće izvesti u nekoliko formata koji odgovaraju CAD i GIS programima. Time je naručilac u mogućnosti da radi i manipuliše sa kartama koje su mu na raspolaganju, a potiču od različitih izvora buke.

Prednosti sistematskog i organizovanog korišćenja programskih paketa pri izradi strateških karata buke ogleda se u sledećem:

- korišćenje jednoznačno određene površine proračuna unutar koje se računaju nivoi buke – granica aglomeracije (naselja) ili putnog pojasa,
- jednom urađena kalkulacija se može sagledavati po vremenskim intervalima za period dana, večeri, noći i celog dana,
- superpozicija (sabiranje) više uticaja od istih ili različitih tipova izvora buke,
- proste matematičke operacije (sabiranje i oduzimanje) između izrađenih karata buke, čime se dobija karta konflikata tj. površina sa povećanim nivoom buke,
- računanje broja "rezidenata" izloženih određenim intervalima nivoa buke (ukoliko su podaci o broju stanovnika dostupni).

Prostornim planerima, na osnovu rezultata dobijenih na strateškim kartama buke, pruža se mogućnost:

- analize pokrivenosti teritorije pojedinim nivoima buke;
- izrade konfliktnih karata buke i analiza površina, objekata i broja ljudi koji su izloženi nivoima buke iznad dozvoljenih vrednosti;
- definisanja "tihih" zona i "hot spots" zona i u odnosu na to predlaganje prenamene prostora s obzirom na postojeći nivo buke
- definisanje prioriternih područja za akcione planove zaštite od buke (akustično planiranje).

Ključne reči: modeliranje buke, karte buke, prostorno planiranje, životna sredina

Abstract: The Noise map is a presentation of existing and/or anticipated state of the noise level at the area and it can provide an objective basis for spatial and traffic planning.

The noise map should be an integral part of information system for environmental protection of Serbia and a technical base for spatial plans. Based on these maps and the results assessed the decision is made whether it is necessary to draw up action plans for prevention and reduction of excessive noise levels in the environment.

There are several reasons for doing noise maps. These are: accountability to local communities, protection of public health, establishing a system of noise control, and the inclusion of protection against noise (noise maps) into an integral part of spatial planning.

To rationally implement these activities besides human, additional technical resources are required. They are mostly seen in computers, that is, computer networks and software packages that are fully respected in the use of adopted standards and methods for calculation of noise propagation. Programs that are on the initial list are CadnA, LimA, Predictor, IMMI and SoundPLAN.

All programs fully meet the conditions for the preparation of noise maps, and the user to define the appropriate parameters prescribed by the laws and regulations of the country for whose needs are produced from noise. One major difference between these programs is the mode (user-friendly) with entities within the software and how to perform calculations on the device or network device. The

Highway Institute from Belgrade is about 6 years in the use of a software package SoundPLAN. With it's done 19 projects mainly motorways and roads. An integral part of project documentation was the noise map for the subject are.

In preparing the noise map in the program include data related to the calculation of basic indicators of noise. These data can be obtained by visiting or field or from some of the GIS software (e.g. ArcMap) if there is available a valid database. Processing, converting and defining characteristics of the entities working in the program to calculate the noise. It comprises the properties of noise sources (roads, railroads, commercial building and/or airport) needed to calculate indicators of noise at the source. Taking into account the propagation of noise with the specified 3D terrain model gets the noise map.

Spatial planners, based on the results obtained on the Noise maps, are able to:

- Analysis of the territory covered by certain levels of noise;
- Preparation of noise maps and conflict analysis of surface structures and the number of people exposed to noise levels above the allowable value;
- Definition of "silent" areas and "hot spots" areas in relation to the proposal for re-space due to existing noise levels
- Defining priority areas for action plans for protection against noise (acoustic planning).

Keywords: noise modeling, noise maps, spatial planning, environment

KOMBINOVANA MOBILNOST: SINERGIJA PODSISTEMA JAVNOG MASOVNOG I FLEKSIBILNOG GRADSKOG TRANSPORTA PUTNIKA

COMBINED MOBILITY: SYNERGY OF MASS AND FLEXIBLE URBAN PASSENGER TRANSPORT SUBSYSTEM

Dr Slaven M. Tica⁶², Predrag Živanović⁶³, Stanko Bajčetić⁶⁴,
Branko Milovanović⁶⁵, Andrea Đorojević⁶⁶

Rezime: Strategije razvoja gradskih transportnih sistema, danas se ostvaruju kroz vođenje politike koja kao osnov uzima princip realizacije mobilnosti stanovnika uz ograničeno korišćenje privatnih putničkih automobila. Neke strategije imaju osnovni cilj da udvostruče tržišni udeo sistema javnog gradskog transporta putnika do 2025. godine (strategija UITP: PTx2).

Uspešni gradovi i gradovi pogodni za život se oslanjaju na efikasan sistem javnog masovnog transporta putnika u sinergiji sa vidovima fleksibilnog transporta putnika, koji korisnicima pružaju kombinovanu transportnu uslugu, odnosno obezbeđuju stanovnicima gradskih aglomeracija tzv. uslugu kombinovane mobilnosti.

Saradnja između podсистema javnog masovnog i fleksibilnog javnog gradskog transporta putnika u konceptu integracije usluga kombinovane mobilnosti u portfolio usluga sistema gradskog transporta putnika može biti ekološki i ekonomski povoljna i ključna za operatere koji bi time ponudili pravu alternativu automobilu u privatnom vlasništvu.

Šta je kombinovana mobilnost ?

Tempo gradskog života se ubrzao i mnogi gradovi su danas „otvoreni“ 24 časa dnevno, 7 dana u nedelji (koncept 24/7) u cilju zadovoljenja zahteva gradske populacije za dostupnošću gradskih usluga u prostoru i vremenu kad god i gde god oni to žele. Češće i raznovrsnije svrhe putovanja su posledica tempa života i vremena u kom živimo, ali mnoge transportne potrebe se ne mogu efikasno ostvariti pomoću konvencionalnog sistema javnog masovnog transporta putnika (autobus, trolejbus, LRT, metro, prigradska železnica). Iz tih razloga, pred sistemom javnog gradskog transporta putnika je izazov da postane ključni faktor u pružanju još fleksibilnijih i raznovrsnijih usluga u cilju realizacije mobilnosti svojih korisnika.

Primarni cilj razvoja gradova pogodnih za život je realizacija strategije razvoja efikasnih gradskih transportnih sistema, koji se danas ostvaruju kroz vođenje politike koja kao osnov uzima princip realizacije mobilnosti stanovnika uz ograničeno korišćenje privatnih putničkih automobila i podsticanja upotrebe sistema javnog gradskog transporta putnika i drugih „alternativnih“ podсистema, koji se ponekad nazivaju „aktivnim vidovima“ – prvenstveno pešačenje.

⁶² Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet, Beograd, slaven.tica@sf.bg.ac.rs

⁶³ Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet, Beograd, p.zivanovic@sf.bg.ac.rs

⁶⁴ Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet, Beograd, s.bajcetic@sf.bg.ac.rs

⁶⁵ Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet, Beograd, b.milovanovic@sf.bg.ac.rs

⁶⁶ Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet, Beograd, andreadjorojevic@yahoo.com

Sa druge strane, poznata je činjenica da postoji emocionalna komponenta u odnosu na privatni putnički automobil koja pre svega, navodi vlasnike automobila da spontano koriste svoja vozila za svako putovanje, bez detaljne kalkulacije stvarnih troškova putovanja.

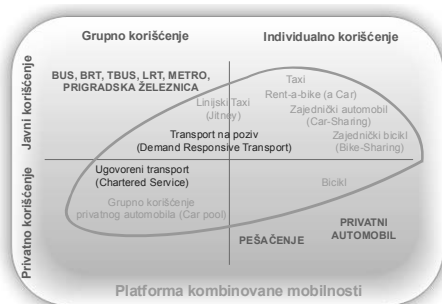
Shodno tome, nadležni organi gradskih uprava su pred osnovnim izazovom koji se tiče značajnog smanjivanja broja privatnih automobila, a zatim i primene politike mobilnosti na globalnom nivou koja omogućava život i kretanje u gradu bez posjedovanja automobila. Osnovni faktor svake politike razvoja održivih gradova i kvaliteta života u gradovima je bez dileme efikasan sistem javnog gradskog transporta putnika, koji ima ciljnu funkciju da se u uslovima okruženja zadovolje transportni zahtevi po obimu i kvalitetu, na optimalan način, odnosno da se zadovolje transportni zahtevi uz maksimalnu proizvodnu, troškovnu i ekonomsku efikasnost i efektivnost, i minimalne negativne uticaje na okolinu.

Ipak, bez obzira na efikasnost i kvalitet funkcionisanja sistema javnog gradskog transporta putnika uvek će postojati okolnosti u kojima je, u odnosu na vreme i prirodu transportnih potreba, upotreba putničkih automobila ne samo neophodna već i opravdana.

U ovakvim okolnostima, usluge fleksibilnog podsistema javnog transporta putnika – paratransita, mogu predstavljati dopunu sistemu javnog masovnog transporta putnika, jer nude prednosti vezane za upotrebu automobila pri tom ne podrazumevajući posjedovanje istog.

Sistem javnog masovnog transporta putnika ne bi trebalo ove oblike mobilnosti i dalje da doživljava kao konkurentne već kao usluge koje se mogu pokazati uzajamno korisnim. One mogu biti jedan od ključnih faktora od presudnog značaja pri uzdržavanju u donošenju odluke domaćinstva od kupovine privatnog automobila (ili nabavke dodatnog).

Kombinovana mobilnost se zaista može takmičiti sa automobilom u privatnom vlasništvu kada je reč o pogodnosti i troškovnoj strukturi i samim tim može doprineti poboljšanju kvaliteta života i održivog razvoja gradova. Kombinovana mobilnost je rezultat sinergije sistema javnog masovnog transporta putnika i fleksibilnog podsistema javnog transporta putnika – paratransita (slika 1).



Slika 1 – Platforma i koncept usluga kombinovane mobilnosti

Kombinovana mobilnost proizvodi specifičnu integrisanu transportnu uslugu koja može pospešiti korišćenje i kvalitet konvencionalnog linijskog javnog masovnog transporta putnika na klasičnim ustaljenim linijama i njegovo funkcionisanje koje se

odvija prema predviđenom redu vožnje, a zajedno sa pešačenjem one sačinjavaju celovito i koherentno rešenje realizacije transportnih potreba i doprinosi stvaranju izbalansiranog gradskog transportnog sistema. Izbalansirani sistem predstavlja najviši oblik gradskog transportnog sistema.

Izbalansirani gradski transportni sistem je integrirani transportni sistem koji je projektovan i funkcioniše tako da svaki od podsistema u sinergiji sa ostalim daje doprinos maksimalnoj efikasnosti i kvalitetu celine sistema. Drugim rečima, različiti vidovni podsistemi su koordinirani tako da korisnici lako mogu obavljati putovanja kombinujući više vidova, ali pri tom svaki vid obavlja ulogu koja mu fizički i operativno najviše odgovara. Stoga, sveukupna pogodnost za korisnike, kao i proizvodna tehnička i ekonomska efikasnost transportnog sistema, podignuta je na optimum.

Ključne reči: Kombinovana mobilnost, izbalansiran sistem gradskog transporta putnika

Abstract: Strategy for development of urban transport systems, is now achieved through the policy, which has the realization of the principle of mobility of people with limited use of private cars as its basis. Some strategies has the main goal to double the market share of the system of public passenger transport by year 2025 (UITP strategy: PTx2).

Successful towns and cities suitable for life rely on an efficient system of public mass passenger transport in synergy with flexible forms of passenger transport, which give users the combined transport service, and provide residents of urban agglomerations the so-called combined mobility service.

Cooperation between the public subsystem of mass and flexible public passenger transport in the concept of service integration combined portfolio of mobility services in urban passenger transport system can be environmentally and economically favourable and critical for operators to offer a real alternative to private car transport.

Keywords: Combined mobility, balanced system of urban passenger transport

EKOLOŠKA I EKONOMSKA OPRAVDANOST UVOĐENJA U EKSPLOATACIJU AUTOBUSA SA POGONOM NA KOMPRIMOVANI GAS (CNG) U GSP „BEOGRAD“

ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC FEASIBILITY OF INTRODUCTION BUSES POWERED BY COMPRESSED NATURAL GAS (CNG) IN GSP „BEOGRAD“

Slobodan Mišanović, dis⁶⁷

Rezime: Autobusi za gradski prevoz sa pogonom na komprimovani prirodni gas (CNG) koriste se u mnogim državama sveta dugi niz godina, čime su već postali dokazana alternativa konvencionalnim autobusima. Njihovo masovnije korišćenje pre svega u zemljama EU beležimo sredinom devedesetih godina prošlog veka, kao jedno od efikasnih rešenja za smanjenje emisije izduvnih gasova vozila, posebno u velikim gradovima. Uzimajući u obzir i značajno nižu cenu prirodnog gasa u odnosu na dizel gorivo korišćenje ovog goriva ima za cilj minimizaciju troškova eksploatacije u kompanijama za javni gradski prevoz.

Navedene činjenice uticale su da GSP "Beograd" od januara 2012. godine započne redovnu eksploataciju sa prvih 10 autobusa na CNG a u narednom periodu planira se dalje povećavanje kao i izgradnja stanice za punjenje. U radu će biti analizirani ekološki aspekti korišćenja kao i vrednovanje sa stanovišta ekonomske isplativosti projekta, obzirom da uvođenje nove tehnologije podrazumeva i određena investiciona ulaganja.

Cost-benefit analiza je metod ekonomskog vrednovanja kojim se vrši ocena opravdanosti realizacije projekta izraženo u vrednosno novčanom obliku. Ovakav način ocene uzima u obzir sve koristi i troškove koje projekat uvođenja i eksploatacije autobusa sa pogonom na CNG donose u praksi. Cost-benefit analiza predstavlja složenu i obimnu analizu. Zbog toga primena ove analize u oceni investicionih projekata zahteva da se poštuje određena procedura koja se zasniva na nekoliko osnovnih faza:

1. Definisanje vremenskog perioda koji će biti obuhvaćen analizom
2. Utvrđivanje i izračunavanje koristi i troškova u novčanom obliku
 - Novčana dobit zbog manje emisije štetnih izduvnih gasova kao posledica korišćenja CNG-a
 - Novčana dobit zbog niže cene CNG-a kao pogonskog goriva u odnosu na dizel.
 - Troškovi nabavke autobusa na CNG
 - Troškovi izgradnje i održavanja stanice za brzo punjenje autobusa na CNG
 - Troškovi izgradnje ili adaptacije prostora za održavanje vozila na CNG
 - Troškovi sigurnosnih sistema, opreme i alata specifičnih za autobuse na CNG
 - Troškovi održavanja vozila i opreme

⁶⁷ GSP „Beograd“, Beograd, slobodan.misanovic@gsp.co.rs

3. Određivanje kriterijuma koji će se koristiti u analizi

- Kriterijum neto sadašnje vrednosti
- Kriterijum Interne stope rentabiliteta
- Period otplate investicije

4. Određivanje diskontne stope koja će se koristiti u analizi

5. Diskontovanje, ocena, donošenje odluke

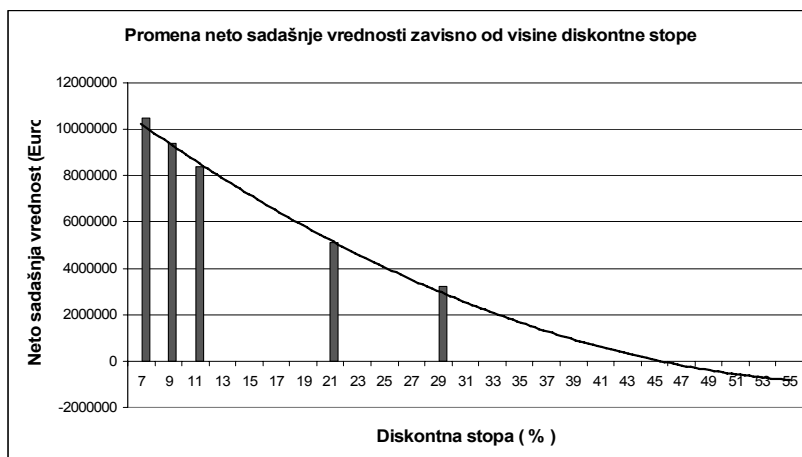
U ovoj analizi dokazaće se ekonomske koristi uvođenja 50 vozila sa pogonom na CNG u odnosu na eksploataciju 50 autobusa sa pogonom na dizel gorivo. Kao ulazni parametri za izradu Cost benefit analize korišćeni su rezultati probne eksploatacije autobusa MAZ-BIK-203 CNG u GSP Beogradu koja je sprovedena u periodu 26.5-18.6.2010. godine.

Slika br. 1 Tabela diskontovanja

To	Investicije (Euro)		Koristi (Euro)	Troškovi (Euro)	Neto Koristi	Diskontovane koristi (7%)
	600.000	Stan. za punjenje	Razlika u ceni goriva	Redovno održavanje vozila		
	1.250.000	Razlika u ceni vozila	Dizel-CNG za 50 autobusa	Održ.stanice		
	50.000	Sigurnosni sistemi				
	350.000	Adaptacije, gradj. radovi				
	50.000	Alati, oprema za CNG	Ekoloski efekti			
	2.300.000					
T1			1.932.219		1.932.219	1.805.812
T2			1.932.219	40.650	1.891.569	1.652.170
T3			1.871.202	40.650	1.830.552	1.494.276
T4			1.871.202	40.650	1.830.552	1.396.519
T5			1.789.845	40.650	1.749.195	1.247.152
T6			1.708.489	40.650	1.667.839	1.111.352
T7			1.647.471	40.650	1.606.821	1.000.647
T8			1.566.115	42.500	1.523.615	886.758
T9			1.484.758	44.000	1.440.758	783.677
T10			1.423.741	46.000	1.377.741	700.374
T11			1.383.062	46.000	1.337.062	635.229
						12.713.964

Neto sadašnja vrednost

10.413.964



Slika br. 2 Promena neto sadašnje vrednosti u funkciji diskontne stope

Ključne reči: Ekologija, troškovi, novčana dobit, vrednovanje

Abstract: The City buses powered by compressed natural gas (CNG) are used in many countries many years ago, which have become a valid alternative to conventional buses. Massive use CNG buses primarily in the EU countries were noted in the mid nineties as one of the most effective solutions to reduce emissions, especially in large cities. Taking into account the significantly lower price of natural gas compared to diesel fuel, use of this fuel is aimed at minimizing the costs for the companies for public transport.

These facts have influenced that GSP Beograd, has been started the regular operation with the first 10 CNG buses, since January 2012. In future company will plan to increase number of CNG buses and the construction of charging stations. The paper analyzes the environmental aspects of the use and evaluation of economic profitability, considering that introduction of new technology implies certain investments.

Cost-benefit analysis is a method of economic evaluation, which is made from the justification of the project expressed in the form of cash value. This kind of assessment takes into account all the costs and benefits of the scheme introduction and operation of buses powered by CNG brought into practice. Cost-benefit analysis is a complex and extensive analysis. Therefore, applying this analysis to evaluate investment projects required to comply with provisions in the procedure that is based on several basic stages:

1. Defining the time period will be included in the analysis
2. Determination and calculation of benefits and costs in cash
 - Benefit than lower emissions of harmful exhaust gases from the use of CNG
 - Benefit than lower prices CNG as a fuel compared to diesel.
 - Cost of procurement of buses to CNG
 - Cost of construction fast charging stations for CNG buses
 - Costs of construction or adaptation of space for maintenance vehicles to CNG
 - Cost of security systems, equipment and tools specific to the buses to CNG
 - Cost of maintenance of vehicles and equipment
3. Determining the criteria to be used in the analysis
 - Criteria of net present value
 - Criteria of Interenal rate of profitability
 - Repayment period of investment
4. Determining the discount rate to be used in the analysis
5. Discounting, evaluation, decision

This analysis will be argued the economic benefits of introducing 50 vehicles powered by CNG in relation to the exploitation of 50 buses powered by diesel fuel. As input parameters for the development of Cost Benefit Analysis, used the results of experimental exploitation of buses MAZ-BIK-203 CNG in GSP Belgrade, which conducted between 26.5-18.6.2010.

Keywords: Ecology, costs, benefits, evaluate

PRIMENA KOMUNIKACIONIH TEHNOLOGIJA ZA UNAPREĐENJE KVALITETA TRANSPORTNIH USLUGA JAVNOG MASOVNOG TRANSPORTA PUTNIKA

USE OF COMMUNICATION TECHNOLOGIES TO IMPROVE QUALITY OF TRANSPORT SERVICES IN PUBLIC TRANSPORT

Mr Damir Projović⁶⁸; dr Pavle Gladović⁶⁹

Rezime: U cilju smanjenja kašnjenja dolaska vozila na stanicama po redu vožnje, težište ispitivanja treba sprovesti na realizovano vreme obrta vozila. Vreme obrta vozila u javnom prevozu je veličina koja je vremenski promenljiva u zavisnosti od perioda u toku dana, dana u toku nedelje i perioda u toku godine. Međutim zbog stalih promena u gradskoj strukturi koje su posledice izgradnje stambenih, poslovnih i drugih objekata ili njihovog rušenja, menjaju se lokacija, izvorište i ciljevi putnika na urbanom području, pa se zbog toga menjaju tokovi saobraćaja i zagušenja u saobraćaju. Primena AVL sistema, omogućava da se procesi upravljanja u javnom prevozu definišu sa takvom preciznošću da se kašnjenja vozila na stanicama smanje odnosno poveća kvalitet transportne usluge po pitanju tačnosti i ravnomernosti. Tako se ostvaruje prednost u odnosu na dosadašnje metode gde su se svi potrebni podaci prikupljali ručno, putem merenja i ručno obrađivali. Zbog nepostojanja metoda za upravljanje kvalitetom realizovane transportne usluge u javnom gradskom transportu putnika, u radu je predložen metod na bazi AVL sistema. Ovakav metod vrši aktivno kontrolisanje realizovanog kvaliteta transportne usluge stalnim merenjem i korigovanjem.

Metod za unapređenje realizovanog kvaliteta primenom AVL sistema

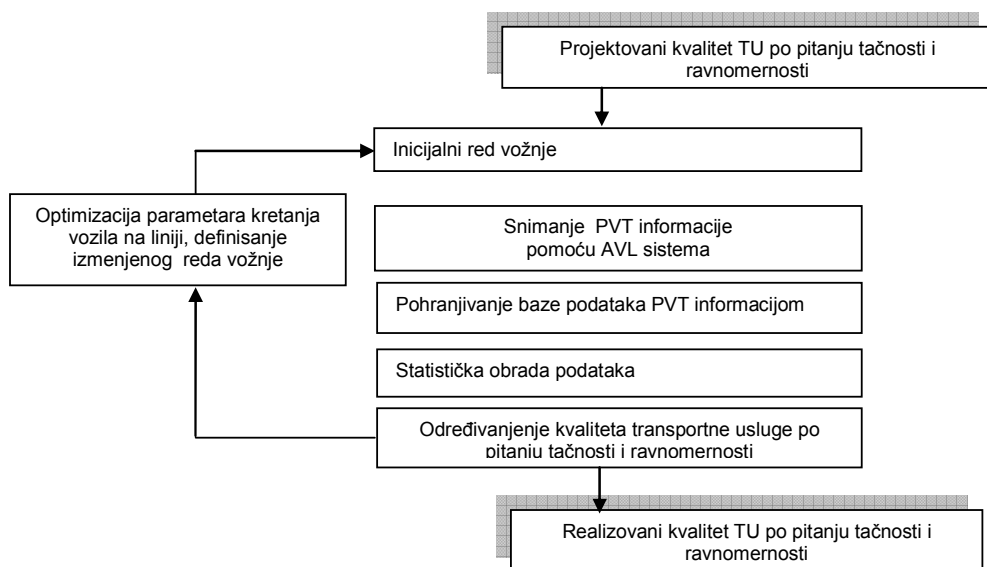
Ceo postupak, prikazan je na slici 1. i sastoji se iz sledećih koraka :

- Definiše se projektovani kvalitet transportne usluge po pitanju tačnosti i ravnomernosti
- Na osnovu projektovanog kvaliteta određuje se inicijalni red vožnje
- Snimanje PVT informacije kretanja vozila na liniji pomoću AVL sistema
- Pohranjivanje baze podataka PVT informacije (pozicija, brzina, vreme)
- Obrada podataka: određivanje aritmetičke sredine vremena obrta, određivanje odstupanja intervala po periodima stacionarnosti, određivanje odstupanja vremena polazaka sa terminusa
- Određivanje kvaliteta transportne usluge po pitanju tačnosti i ravnomernosti
- Ako se dobijeni kvalitet razlikuje od projektovanog, onda se vrši optimizacija parametara kretanja vozila na liniji i definiše se izmenjeni red vožnje

⁶⁸ Univerzitet odbrane, Vojna akademija – Beograd, damirpro@yahoo.com

⁶⁹ Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, anaipavle@gmail.com

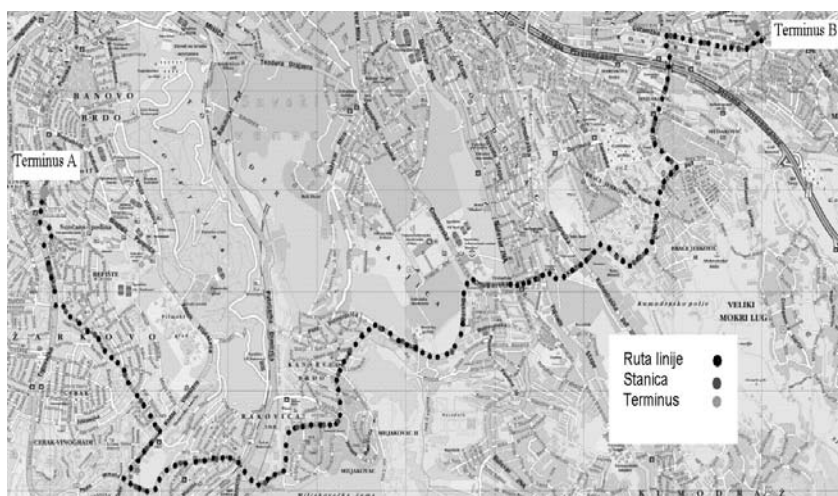
- Ako se dobijeni kvalitet ne razlikuje od projektovanog, onda smo dobili realizovani kvalitet
- Realizovani kvalitet transportne usluge po pitanju tačnosti i ravnomernosti.



Slika 1. Prikaz šeme metoda

Snimanje PVT informacije pomoću AVL sistema

Na slici 2. je pokazana trasa autobuske linije 50 u Beogradu, na kojoj je vršeno ispitivanje i sva merenja AVL sistemom. Linija broj 50 je tangencijalnog tipa tako da povezuje periferne zone i pri tome tangira centar grada.



Slika 2. Prikaz linije broj 50, stanica i termina

Razlozi zbog čega se vreme obrta vozila stalno menja su karakteristike kretanja vozila u gradskom saobraćaju, česta zaustavljanja, česte i velike promene u brzini kretanja i slično. Primer snimljenih podataka o kretanju jednog vozila duž izabrane linije tokom jednog dana je dat na slici 3. I pored određenih odstupanja, može se uočiti izvesna pravilnost u raspodeli snimljenih pozicija vozila u pojedinim vremen-
skim intervalima tokom dana.

Vreme događaja	Stanica	Događaj	$t_v + t_e, t_i$
Ustanička - Banovo brdo - Ustanička		Linija 50	[sec]
13:25:15	Bul. Kralja Aleksandra	Terminusni polazak	780
13:28:08	Konjarnik	Stanično zaustavljanje	173
13:29:23	Petrinjska	Stanično zaustavljanje	75
13:31:00	Šumice	Stanično zaustavljanje	97
13:34:00	Medak 2	Stanično zaustavljanje	180
13:35:08	Kružni put	Stanično zaustavljanje	68
...	...	...	...
14:04:06	Marička	Stanično zaustavljanje	126
14:14:33	Ace Jaksimovica	Stanično zaustavljanje	73
14:16:30	Žarkov spomenik	Stanično zaustavljanje	117
14:17:51	Julino brdo	Stanično zaustavljanje	81
14:19:42	Banovo brdo	Terminusni dolazak	111
14:24:00	Banovo brdo	Terminusni polazak	258

Slika 3. Prikaz interfejsa koji pokazuje PVT informaciju [4]

Određivanje kvaliteta transportne usluge

Za određivanje kvaliteta transportne usluge po pitanju tačnosti i ravnomernosti koriste se mere : održavanje intervala sleđenja i "on time" polasci.

Prvi korak, *održavanja intervala sleđenja* je odrediti odstupanje intervala za sve polaske, a to je razlika između realizovanog (koji se dobija iz AVL sistema) i projek-
tovanog intervala sleđenja.

$$\Delta i = i_r - i_p$$

Kvalitet usluge koji se dobija na osnovu poštovanja intervala sleđenja zasniva se na koeficijentu varijacije intervala sleđenja C_v , a izračunava se kao količnik stan-
dardne devijacije odstupanja interval i srednje vrednosti planiranog interval.

Kriterijum za ocenu realizovanog kvaliteta usluge, po pitanju tačnosti intervala sle-
đenja je obrnuto srazmeran koeficijentu varijacije intervala C_v i definisan u tabeli 1 [5]

Tabela 1. Određivanje kvaliteta transportne usluge po pitanju pouzdanosti

Nivo usluge	Koeficijent varijacije intervala C_v	Pojашnjenje
A	0.00-0.21	Usluga je tačna kao sat
B	0.22-0.30	Vozila neznatno odstupaju od intervala
C	0.31-0.39	Vozila često ne poštuju interval
D	0.40-0.52	Pad intervala sa ponekim nagomilavanjem vozila
E	0.53-0.74	Često nagomilavanje vozila
F	≥ 0.75	Većina vozila su nagomilana

U meri "On time" polasci se pomoću AVL sistema snimaju vremena polazaka i dolazaka vozila i značaj ovih vremena je različit. Za putnike koji se ukrcavaju u vozilo važno je vreme polaska vozila, a putnicima koji se iskrcavaju iz vozila važno je vreme dolaska. Na linijama gde je interval manji od 10 minuta veoma je važno meriti interval između vozila, jer vozila mogu da se grupišu što negativno utiče na kvalitet transportne usluge.

Verovatnoća polaska autobusa sa terminusa u vremenskom opsegu od nultog minuta do 3 minuta kašnjenja u odnosu na planirani polazak predstavlja odnos realizovani / planirani polasci i izračunava se na sledeći način:

$$p = N_{0-3} / N$$

Upoređujući sve zakazane polaske sa realizovanim, mogu se razlikovati tri kategorije polazaka sa terminusa:

1. Raniji polazak; kada je realizovani polazak raniji od zadatog vremena;
2. On time polazak; polazak na vreme, kada realizovani polazak kasni od 0 do 3 minuta;
3. Kasniji polazak; kada realizovani polazak kasni više od 3 minuta u odnosu na dato vreme.

Definisani kriterijumi za ocenu realizovanog kvaliteta usluge, po pitanju odnosa realizovani/planirani polasci, prikazani su u tabeli 2.

Tabela 2. Određivanje kvaliteta transportne usluge po pitanju tačnosti [5]

Nivo usluge	Odnos realizovani/planirani polasci	Pojašnjenja
A	>0.95	1 vozilo kasni na 2 nedelje
B	0.90-0.95	1 vozilo kasni svake nedelje
C	0.85-0.899	3 vozila kasne na 2 nedelje
D	0.80-0.849	2 vozila kasne svake nedelje
E	0.75-0.799	1 vozilo kasni svaki dan
F	<0.65	1 vozilo kasni najmanje jednom dnevno

Optimizacija parametara kretanja vozila na liniji

Da bi se u što većoj meri unapredio inicirani red vožnje vrši se optimizacija parametara kretanja vozila na liniji. Kao najobuhvatniji parametar, što se tiče tačnosti i ravnomernosti kvaliteta transportne usluge, u daljem tekstu prikazana je optimizacija vremena obrta.

Dobijene srednje vrednosti vremena obrta po periodima predstavljaju realizovano srednje vreme obrta $\bar{T}_k$, na osnovu ukupnog broja merenja vremena obrta N u tom periodu.

Ako bi se srednja vrednost vremena obrta za određeni period povećala ili smanjila usled raznih faktora koji se dešavaju na liniji, onda se vrši optimizacija vremena obrta, pri čemu broj vozila na liniji ostaje konstantan. Posmatra se optimizacija vremena obrta prema funkcionisanju linije, a ne samo prema efektivnosti rada linije. Realizovano srednje vreme obrta $\bar{T}_k$ određuje srednji realizovani interval:

$$\bar{t}_k = \frac{\bar{T}_k}{N_k}$$

Nakon optimizacije parametara kretanja vozila, dobijaju se nova vremena polazaka autobusa sa terminusa odnosno izmenjeni red vožnje. Novodobijeni red vožnje kao inicijalni red vožnje se prati i snima. I na kraju se opet određuje nivo kvaliteta realizovane transportne usluge. Ceo postupak se ciklično ponavlja dok se projektovani i realizovani kvalitet ne izjednače.

Zaključna razmatranja

Osnovni doprinos rada je predloženi metod čija primena omogućava održavanje zadatog nivoa tačnosti i donošenje odgovarajućih odluka operativnog osoblja. Pomoću AVL sistema ovakvo prikupljanje podataka je jednostavno i isplativo. Uslov za primenu ovog metoda je da svako vozilo javnog prevoza ima GPS prijemnik, internu memoriju kao bazu podataka i aplikativni softver. Ovakvo ulaganje obezbeđuje novu osnovu za dalja naučna istraživanja, a u cilju:

- Formiranja baza podataka kao osnove za donošenje raznih odluka počevši od promene trase linija, realizovanu raspoloživost voznih parkova i sl;
- Praćenja zagušenja saobraćaja u svim delovima grada, gde prolaze vozila javnog prevoza;
- Informisanja putnika u realnom vremenu o dolasku sledećeg vozila;
- Informisanja putnika o nekim ekscenim situacijama na liniji;
- Praćenja eksploatacionih pokazatelja pojedinih vozila (potrošnja goriva, transportni rad).

Ključne reči: AVL sistemi, merenje kvaliteta usluge, linija JMTP, realizovan kvalitet, projektovan kvalitet, baza podataka

Abstract: Intelligent Transportation Systems (ITS) is extensively developed and applied. Characteristic of the ITS, based on systems for automatic vehicle location AVL, is the possibility of permanent monitoring and control of vehicles Mass Passenger Public Transport (MPPT), and automatic storage of data in its database. The proposed approach to optimize the realisation of transport processes in order to improve the quality of implementation of AVL technology that allows data collection and processing on transport network. For solving optimization time turnarounds problems on the line MPPT, defined algorithm that is realized within measuring the quality of transport services in terms of reliability, uniformity and accuracy.

Keywords: AVL systems, measurement of quality of service, MPPT lines, targeted quality of service, delivered quality of service, database

Literatura

- [1] Filipović S, *Istraživanje uticaja vremena obrta na realizaciju zahteva višeg sistema i efektivnost linije JGPP*, Magistarski rad, Saobraćajni fakultet Beograd, 1983.
- [2] Filipović S, Živanović P, *Izvod iz izabranih predavanja iz predmeta JGPP, TTP Red vožnje*, Beograd 2007

- [3] Projović D, *Primena komunikacionih tehnologija za unapređenje kvaliteta transportnih usluga*, Magistarski rad, Saobraćajni fakultet Beograd, 2010.
- [4] *Transit Capacity and Quality of Service Manual—2nd Edition, Part 3 quality of service*,
- [5] Vukanović S, Nikola Č, *Zagušenja u saobraćaju na gradskoj mreži*, Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet
- [6] Vučić V, *Javni gradski prevoz – Sistemi i tehnika*, Naučna knjiga, Beograd, 1987

PRIMENA PROGRAMSKOG PAKETA OMNITRANS U MODELIRANJU JAVNOG TRANSPORTA PUTNIKA

APPLICATION OF PROGRAM PACKAGE OMNITRANS IN PUBLIC TRANSIT MODELLING

Čolović Milan, dis⁷⁰

Rezime: U okviru rada obrađen je segment programskog paketa OmniTRANS koji se bavi modeliranjem segmenta javnog transporta putnika. Prilikom obrade teme korišćena je Demo Verzija OmniTRANS-a.

Značaj modeliranja javnog prevoza uslovio je razvoj kvalitetnog segmenta za modeliranje ovog vida prevoza u okviru paketa OmniTRANS, pod nazivom OtTransit Class, u okviru koga se može generisati raspodela opterećenja javnog prevoza, ali i širok spektar Skim matrica⁷¹. U ovom dokumentu su detaljnije predstavljene informacije o korišćenju i funkcionisanju OtTransit Class.

Od svih vidova transporta koje struktura OmniTRANS-a podržava, modeliranje javnog prevoza predstavlja najkompleksniji zadatak, prvenstveno iz razloga što se zahteva najveći spektar ulaznih parametara. Sličnost između modeliranja sistema koji podrazumevaju samo individualna vozila i modeliranja sistema javnog prevoza, se zasniva na tome što se, u oba slučaja, zahtevaju određena početna podešavanja i ulazni parametri, koji se odnose na kodiranje mreže u OmniTRANS-u. To pre svega podrazumeva postavljanje zonskog sistema, centroida zona, postavljanje i definisanje osobina saobraćajne mreže u pogledu brzina i kapaciteta linkova, formiranje funkcije generalnog troška, formiranje izvorno-ciljne matrice i dr.

Pored navedenih zajedničkih podešavanja i parametara, koje modeliranje javnog prevoza ima sa modeliranjem ostalih vidova, u okviru javnog prevoza se zahtevaju i dodatna podešavanja i parametri, vezani za mrežu linija i stajališta, sistem naplate, podvide javnog prevoza, putnike i dr. U radu će biti navedena i detaljnije objašnjena početna podešavanja i ulazni parametri, potrebni za efikasno modeliranje sistema javnog prevoza.

Ključne reči: OmniTRANS, modeliranje, javni transport putnika, ulazni pokazatelji, raspodela opterećenja

Abstract: This paper presents a segment of program package OmniTRANS, which is used for public transit modelling. For this topic demo version of OmniTRANS was used.

⁷⁰ m.colovic@yahoo.com

⁷¹ Skim matrice su izvedene na osnovu transportnog modela i pokazatelja definisanih u modelu. Mogu biti npr. matrica impedansi tj. otpora putovanju između zona ili matrica rastojanja između zona po najkraćim stazama. Za javni prevoz mogu se generisati sledeće matrice: generalni trošak, ukupna udaljenost, ukupno vreme putovanja, ukupno vreme čekanja, ukupno dodatno izgubljeno vreme, naplata i prosečan broj transfera.

Importance of public transit modelling has caused the development of quality segment for modelling this form of transportation within the OmniTRANS, called OtTransit Class. This class can be used to perform transit assignments as well as generate a wide range of skims⁷² for transit. This document provides detailed information about the use and functionality of the OtTransit class.

Of all the forms of transport, that OmniTRANS structure supports, public transit modelling is the most complex task, primarily because it requires the largest range of input parameters. The similarity between modelling systems that include only individual vehicles and modelling public transit, is based on the fact that, in both cases, some initial setup and input parameters, which are related to network coding, are required. This primarily refers to setting zone system, centroids, setting and defining feature of the transportation network (link speed and capacity), setting general cost function, the origin-destination matrix etc.

In addition to these common settings and parameters, that public transit modelling has with modelling other forms of transport, additional settings and input parameters are required within the public transit, which are related to transit lines and transit stops, fare systems, transit submodes, passengers etc. In this paper initial configuration and input parameters required for efficient public transit system modelling will be listed and explained in detail.

Key words: OmniTRANS, Modelling, Public Transit, Input Parameters, Transit Assignment

⁷² Skim matrix are created based on the transport model and parameters defined in the model; for example: matrix of zone to zone travel impedance or matrix of shortest paths between zones. Seven different skims can be generated for public transit: generalized cost, travel distance, travel time, waiting time, penalty, fare, number of transfers.

Grupa D

**SAOBRAĆAJNO INŽENJERSTVO
– Teorija saobraćajnog toka,
kapacitet saobraćajnica, vrednovanje**

MODERATOR

Dr Vladan Tubić

GRUPA D

SAOBRAĆAJNO INŽENJERSTVO

– Teorija saobraćajnog toka, kapacitet saobraćajnica, vrednovanje

1. **Novine u američkom priručniku za kapacitet puteva HCM-2010**
dr Vladan Tubić, dis, Marijo Vidas, dis, Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet, Beograd
2. **Promena vrednosti ekvivalenata u funkciji vremenskih prilika (neprilika)**
Mr Marko Subotić, dis, Saobraćajni fakultet Univerziteta u Istočnom Sarajevu, Doboj
3. **Savremene metode u planiranju, projektovanju i upravljanju drumskom mrežom**
mr Predrag R. Janićijević, dis, Geoput d.o.o., Beograd; mr Miroslav. D. Kuburić, dig, Građevinski fakultet, Subotica; dr Zoran Ž. Avramović, die, Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet, Beograd
4. **Uticaj vremenskih prilika na uslove u saobraćajnom toku**
dr Vladan Tubić, dis, Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet, Beograd

NOVINE U AMERIČKOM PRIRUČNIKU ZA KAPACITET PUTEVA HCM-2010

INNOVATIONS IN THE U.S. HIGHWAY CAPACITY MANUAL HCM-2010

Dr Vladan Tubić, dis⁷³; Marijo Vidas, dis⁷⁴

Rezime: U radu su sažeto prikazane konceptualne i metodološke novine u petom izdanju Highway Capacity Manual-a (HCM) iz 2010. g. Potom su detaljnije prikazane novine u metodologiji analize kapaciteta za određene funkcionalne elemente. Pažnja je posvećena novom konceptu definisanja kvaliteta usluge i nivoa usluge. Na kraju su prikazane promene baznih vrednosti osnovnog kapaciteta, kriterijuma nivoa usluge i međuzavisnosti baznih vrednosti brzine i protoka za osnovni odsek autoputa.

Peto izdanje Highway Capacity Manual-a (HCM) donosi veliki broj novina, kao što su:

- Integrisan multimodalni pristup analizama i vrednovanju gradskih ulica sa aspekta vozača automobila, korisnika javnog prevoza, biciklista i pešaka. Ovo je prvi priručnik koji uzima u obzir efekte automobila na bicikliste i pešake i obrnuto.
- Odgovarajuća primena mikrosimulacija i vrednovanje dobijenih rezultata.
- Razmatra se aktivno upravljanje saobraćajem posmatrano sa aspekta zahteva i kapaciteta.
- Sadrži primere primene procedura, implementirane u softveru, da bi omogućilo korisnicima bolje razumevanje metodologija.
- Takođe je prvo izdanje koje je obezbedio alate, uopštene tabele obima usluga, i na taj način pomoglo planerima u brzom dimenzionisanju budućih objekata.

Iako ovo izdanje ima mnogo novina, ono predstavlja nastavak 60 godišnjeg rada na razvoju svih prethodnih izdanja HCM-a. Prvo izdanje HCM-a objavljeno je 1950. godine i bilo je zajednički projekat Odbora za istraživanje kapaciteta autoputeva (Highway Research Board's Committee on Highway Capacity) i Biroa za Javne puteve (Bureau of Public Roads). Taj priručnik je bio prvi internacionalni dokument koji se bavio kapacitetom i obezbedio je definicije osnovnih pojmova, kompilaciju maksimalnih uočenih protoka, i inicijalne osnove kapaciteta.

Drugo izdanje objavljeno je 1965. godine; ovo izdanje je bila važna ekstenzija izdanja iz 1950. godine i uvelo je koncept Nivoa Usluge (Level of Service). Ovo izdanje je postalo vladajući priručnik u svetskim razmerama.

Treće izdanje ovog priručnika je objavljeno 1985. godine i donelo je proširenje analize kapaciteta na dodatne tipove objekata, uključilo je percepciju vozača u nivo usluge, i bilo je prvo izdanje koje je imalo softversku podršku. Ažurirano treće izdanje priručnika objavljeno je 1994. godine. Ovo izdanje je uvelo nove procedure za

⁷³ Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet, Beograd, vladan@sf.bg.ac.rs

⁷⁴ Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet, Beograd, m.vidas@sf.bg.ac.rs

analizu autoputnih rampi, raskrsnica čiji svi ili samo dva pravca imaju STOP znak i dvotračnih vangradskih puteva.

Četvrto izdanje je objavljeno 2000. godine. To izdanje je bilo prvo koje je imalo multivolume format i prvo je koje je testiralo novi elektronski format priručnika korišćenjem hyperlinked teksta i samonavodećih uputstava za neke primere problema.

HCM 2010 se sastoji iz četiri velike celine : Volume 1: Koncepti; Volume 2: Ne-prekinuti tokovi; Volume 3: Prekinuti tokovi; Volume 4: Uputstvo za primenu.

Da bi ohrabрили korisnike HCM-a da prilikom analiza i donošenja odluka, uključe sve korisnike posmatranih objekata, u HCM2010 integrisani su materijali za motorizovane i nemotorizovane korisnike. Zbog toga ne postoje posebna poglavlja za Pešački, Biciklistički i Javni prevoz putnika. Umesto toga korisnici koriste poglavlje za Gradske ulice u potrazi za postupcima analize za pomenute vidove saobraćaja, poglavlje o Signalisanim raskrnicama za procedure koje se odnose na pojavu pešaka i biciklista, itd.

Od izdanja HCM1985, NU je definisan na osnovu parametara koji opisuju operativne uslove u saobraćajnom toku. Primenjene metodologije u HCM-u, su Nivo Usluge izražavale kroz jedan podatak, za posmatrani element sistema, (a) koji se može direktno izmeriti na terenu, (b) ocenjen od strane korisnika i (c) dobijen od vlasnika objekta. Međutim nakon publikacije HCM2000, kroz veliki broj projekata ispitivano je da li je jedan faktor dovoljan za opisivanje NU, a takođe da li u analizu treba uključiti i neoperativne faktore. Ovi projekti se predložili sledeće modele koji: (a) uključuju više faktora zadovoljstva korisnika i (b) skup graničnih vrednosti NU zasnovan na percepciji korisnika.

Novine u metodologiji za određene funkcionalne elemente

Autoputni objekti: Nova procedura za analizu zona preplitanja, i značajne promene u dodavanju graničnih vrednosti za nivoe usluge zasnovane na gustini. Druge promene se odnose na uticaj vremenski uslova i zona radova na kapacitet, uz nove informacije o uticaju aktivnih upravljačkih mera na uslove u saobraćaju.

Osnovni odsek autoputa: Poboļšan je model za predikciju brzine slobodnog toka, i na grafiku zavisnosti brzine i protoka dodata je kriva za brzinu slobodnog toka od 120 km/h.

Zone preplitanja: Uključuje metodologiju razvijenu u projektu NCHRP 3-75, tako da su sada modeli zasnovani na trenutnim podacima sa preplitanja. Dve najveće razlike u tome kako je metodologija primenjena: (a) sada se koristi jedan algoritam za predviđanje brzina u zoni preplitanja i jedan algoritam za predviđanje brzina van zone preplitanja bez obzira na konfiguraciju zone preplitanja i (b) promenjena je granična vrednost za NU F.

Odsek autoputa u zoni uticaja rampi: Postoje sledeće promene metodologije iz HCM2000:

- Dodate su procedure za proveru distribucije saobraćaja po trakama, koje preopterećuju levu ili desnu (ili obe) traku na autoputu.
- Revizija u cilju ispravljanja nelogičnog trenda koji uključuje povećanje gustine na ulivnoj rampi na osmotračnom autoputu sa povećanjem dužine trake za ubrzanje.

Višetračni putevi: Dodati su postupci za proračun NU za biciklistički saobraćaj.

Dvotračni putevi: Promene u metodologiji iz HCM 2000 su: odustalo se od analize oba smera, koristi se metodologija za jedan smer, dok se rezultati za oba smera dobijaju na osnovu tih rezultata, preko odgovarajućih koeficijenata. Takođe izdanje je dopunjeno sa nekoliko ključnih dijagrama i tabela koje se koriste u analizi jednog smera.

Takođe je dodata i metodologija za utvrđivanje NU za biciklistički saobraćaj.

Analiza individualnih elemenata sistema

HCM 2010 obezbeđuje alate za procenu mera performansi individualnog elementa multimodalnog transportnog sistema, a takođe i uputstvo za kombinovanje tih elemenata radi vrednovanja većeg dela sistema. Prikazani su različiti elementi za koje se u HCM nalaze procedure za analizu, bazni parametri za utvrđivanje NU za svaki vid saobraćaja koji se pojavljuje na posmatranom elementu, i meru performansi koja može da se koristi na nivou celog sistema. Neke kombinacije elemenata sistema i vidova saobraćaja kombinuju više parametara u jedan model percepcije korisnika, koji se koristi za dobijanje NU.

Kvalitet usluge (KU) i nivo usluge (NU)

KU opisuje sa aspekta korisnika koliko dobro funkcioniše transportni objekat ili kakva je usluga. KU se procenjuje na više načina: direktno utvrđivanje faktora koji su važni korisnicima (npr. brzina, vremenski zastoji), anketiranje korisnika, praćenje pritužbi na uslove u saobraćajnom toku, predviđanje zadovoljenja korisnika na osnovu modela koji imaju osnovu u prethodnim anketama korisnika i snimanjem faktora koje korisnici ne mogu direktno opaziti.

Faktori koji utiču na predviđanje KU uključuju: vreme putovanja, brzinu i zastoje; broj zaustavljanja; pouzdanost vremena putovanja; manevarske sposobnosti; komfor; pogodnost; bezbednost; troškove korisnika; raspoloživost objekata i usluga; estetika objekata i dostupnost informacija.

NU je kvantitativna stratifikacija mere performansi ili faktora koji predstavljaju KU. Parametri koji se koriste za utvrđivanje NU predstavljaju bazne parametre. HCM definiše šest nivoa usluge (od A do F) za svaki bazni parametar, ili za matematički izlaz iz modela koji se zasniva na više parametara. NU ima svoju upotrebnu vrednost u prevođenju kompleksnih rezultata analiza u jednostavan A-F sistem. Slovena oznaka NU sakriva kompleksnost performansi nekog objekta, i ima za cilj da pojednostavi donošenje odluka da li performanse zadovoljavaju i da li postoji potreba za promenama u budućnosti.

Ali ni NU niti bilo koji drugi pojedinačan parametar ne govori sve o performansi posmatranog objekta. U zavisnosti od primenjene analize: dužina redova, odnos zahteva i kapaciteta (q/C), prosečnih brzina, indikatora bezbednosti i ostalih parametara, može se dogoditi da bilo koji od tih parametara ima istu ako ne i jaču težinu nego NU. Iz tog razloga HCM sadrži i metode za utvrđivanje niza drugih parametara, a ne samo metode za utvrđivanje NU. Bazni parametri su oni parametri koje koristimo za definisanje NU za svaki od elemenata sistema. U idealnom slučaju, bazni parametri bi trebalo da zadovoljavaju sledeće karakteristike: reflektuju opažanja korisnika, korisni su upravljačkim organima, mogu se direktno meriti na terenu, mogu se proceniti na osnovu poznatih ili prognoziranih uslova.

Ovo izdanje HCM je prvo koje je uključilo metode za utvrđivanje NU zasnovane direktno na percepciji NU od strane korisnika.

Promene baznih vrednosti za osnovni odsek autoputa

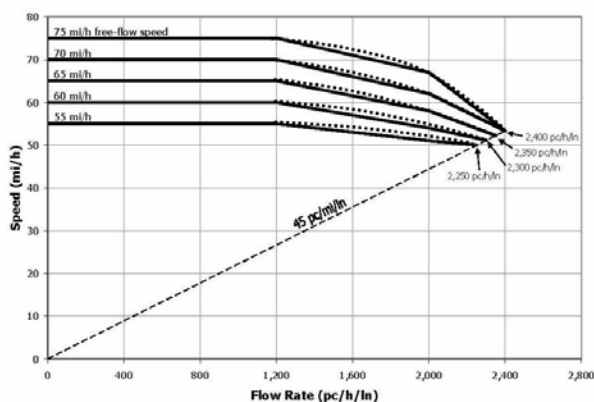
U metodologijama koje su prikazane u Poglavljima 11, 12 i 13 koristi se osnovni kapacitet. On predstavlja kapacitet pod pretpostavkom da u saobraćajnom toku nema teretnih vozila i da nema vikend vozača. Vrednost osnovnog kapaciteta varira u zavisnosti od brzine slobodnog toka, što je prikazano u Tabeli 1. Vrednosti primarnog kriterijuma za utvrđivanje NU prikazani u Tabeli 2, a međuzavisnost baznih parametara na Slici 1.

Tabela 1: Vrednosti osnovnog kapaciteta u zavisnosti od brzine slobodnog saobraćajnog toka

Brzina slobodnog saobraćajnog toka (mi/h)	Brzina slobodnog saobraćajnog toka (km/h)	Osnovni kapacitet (PA/h/traci)
75	120,70	2 400
70	112,65	2 400
65	104,61	2 350
60	96,56	2 300
55	88,51	2 250

Tabela 2: Kriterijum
za utvrđivanje NU

NU	Gustina (PA/km/traci)
A	$\leq 6,83$
B	$> 6,83 - 11,19$
C	$> 11,19 - 16,16$
D	$> 16,16 - 21,75$
E	$> 21,75 - 27,97$
F	$> 27,97$ (ili $q/C > 1,00$)



Slika 1: Međuzavisnost baznih parametara

Ključne reči: kapacitet, nivo usluge, kvalitet usluge

Abstract: This paper summarizes the conceptual and methodological innovations in the fifth edition of the Highway Capacity Manual (HCM) from year 2010. The paper presents detailed analysis of innovations in capacity methodology for specific system elements. Attention is paid to defining the new concept of Quality of Service and Level of Service. Finally, there are shown changes in: base values of the capacity, level of service criteria and Speed-Flow curves for basic freeway segments operating under base conditions.

Key words: Capacity, Level of Service, Quality of Service

Literatura:

- [1] „Highway Capacity Manual” HCM 2010, Transport Research Board, National Research Council, Washington, D.C., 2010.
- [2] „Highway Capacity Manual” HCM 2000, Transport Research Board, National Research Council, Washington, D.C., 2000.
- [3] „Highway Capacity Manual” HCM 1994, Transport Research Board, National Research Council, Washington, D.C., 1994.
- [4] „Highway Capacity Manual” HCM 1985, Transport Research Board, National Research Council, Washington, D.C., 1985.
- [5] „Highway Capacity Manual” HCM 1965, Highway Research Board, Washington D.C., 1965.

PROMENA VREDNOSTI EKVIVALENATA U FUNKCIJI VREMENSKIH PRILIKA (NEPRILIKA)

CHANGE OF VALUE EQUIVALENTS IN THE FUNCTION OF WEATHER CONDITIONS

Mr Marko Subotić, dis⁷⁵

Rezime: Teška teretna vozila imaju inferiornije tehničko-eksploatacione mogućnosti (ubrzanja i usporenja) od putničkih automobila, pa zahtevaju i veća rastojanja između vozila. Ovde se podrazumeva da vozači ostalih vozila u toku drže veće odstojanja u odnosu na teretna vozila. [1]

Postoje različiti hronološki pristupi utvrđivanju PAE. Tako na primer, HCM-1965 koristi *metod redukcije brzine* za određivanje PAE za puteve poznat kao Vokerov (Walker) metod. Za Hubera [2] postoje tri mere performansi PAE-a i to: *brzina*, *gustina* i *brzina putničkog automobila u obe trake*. Ramanayya [3] je 1980. godine koristio naziv „*ekvivalent dizajna vozila*“ umesto jedinice putničkog automobila za model saobraćaja posmatranog na urbanim putevima u Indiji. Studija takve vrste je prva koja meri protok metričkim umesto vrednostima PAE. Chari i Badarinath [4] su razmatrali ekvivalente teretnih vozila kroz gustinu, koju su nazivali „*područna gustina*“ (gustina u području). Cunagin i Messer [5] koriste *odnose zakašnjenja* kao meru performansi za procenu PAE teretnih vozila na putevima sa više traka. Sumner [6] koristi *broj vozila po času* da bi iskazao ekvivalent gustine, jer je voz/h funkcija brzine vozila i njegove dužine. Elefteriadou [7] koristi *prosečnu brzinu* kao meru performansi. Ipak, Khan i Maini [8] su dali širok pregled studija modela protoka heterogenog saobraćajnog toka i zaključili da za mešovitu kategoriju vozila linearno merenje gustine nije adekvatno, te bi trebali meriti deonice kretanja vozila. Takođe, u ovoj studiji je zaključeno da jednostavna definicija PAE nije primenljiva, te da vrednost ekvivalenata zavisi od *sastava toka*, *zasićenosti* i *lokacije*. Chandra i Sikdar [9] predlažu metod za procenu PAE za mešoviti saobraćajni tok, kao funkciju površine vozila (dužina×širina) i brzine. Studija rađena od strane Ahmeda i ostalih [10] dovela je do zaključka da je efekat teretnih vozila na saobraćaj mnogo lakše uočljiviji u periodima zagušenja, nego u manje zasićenim uslovima. Al-Kaisy [11] koristi *faktor praznjenja kolone vozila* kao meru performansi za procenu PAE tokom zagušenja saobraćajnog toka. Bham i Benekahal [12] koriste procenat odseka zauzetog od strane vozila da bi na bolji način prezentovali uslove saobraćajnih zagušenja kada je saobraćajni tok sastavljen od vozila različite dužine.

Metod istraživanja

Pozadina ovog istraživanja zasniva se na hipotezi da je uticaj teških teretnih vozila na dvotračnom putu u odnosu na putnička vozila veći u zasićenim uslovima odvijanja saobraćaja nego u manje zasićenim uslovima (u uslovima ispod kapaciteta). Takođe, radi pojašnjenja hipoteze, sa povećanjem broja vozila u redu, raste vred-

⁷⁵ Saobraćajni fakultet Univerziteta u Istočnom Sarajevu, Doboju, msubota@gmail.com.

nost PAE. Važno je i razjasniti činjenicu da u ispitivanju hipoteze treba početi od stava da se ispituju tri varijante kretanja vozila i to kada PA sledi TTV, kada TTV sledi PA i kada TTV sledi TTV.

Postoji nekoliko pristupa za utvrđivanje uticaja teških teretnih vozila od kojih su najznačajniji *pristup konstantnog odnosa protoka i kapaciteta, pristup jednake gustine i pristup rastojanja/praznine*[1]. *Pristup rastojanja/praznine* (isti metod i za vremenski interval sleđenja) je jedan od najzastupljenijih metoda. Ovaj metod je razvijen još 1947. godine od strane Greenshields-a i poznat je u literaturi kao **bazni metod** za utvrđivanje intervala sleđenja. Koncept ove metode je krajnje jednostavan i baziran na relaciji

$$PAE_i = \frac{H_i}{H_{PA}}, \quad (1)$$

gde su:

PAE_i – putnički automobil ekvivalent i-te kategorije vozila;

H_i – prosečna vrednost intervala sleđenja i-te kategorije vozila;

H_{PA} – prosečna vrednost intervala sleđenja za putnički automobil.

Prostorni metod rastojanja je razmatran kao zamena mere za gustinu. Oba metoda imaju uticaj na slobodu manevrisanja u saobraćajnom toku. Na osnovu istraživanja Kunagina i Čanga [13], rastojanje za kamione koji prate druge kamione je značajno manje nego za putničko vozilo koje prati kamion. Zbog toga, Krejms i Krauli [14] predlažu da se PAE izračunava kao:

$$E_T = \frac{(1 - P_T) \cdot H_{TP} + p \cdot H_{TT}}{H_P}, \quad (2)$$

gde je:

P_T – udeo kamiona u procentima,

H_{TP} – odstojanje kamiona koji prati putničko vozilo u mešovitom toku,

H_{TT} – odstojanje putničkog vozila koje prati kamion u mešovitom toku i

H_P – odstojanje putničkog vozila koje prati bilo koji tip vozila u mešovitom toku.

Za potrebe ovog rada sprovedeno je istraživanje na tri preseka, kako bi se na bazi referentnog uzorka, a u formi preporuke, definisale vrednosti ekvivalenata prilagođene konkretnom saobraćajnom sistemu. Ovaj metod poznat je pod nazivom "*metod odstojanja*". [15]

Data lokacija deonice u Bosni i Hercegovini smeštena je na magistralnom putu vangradske putne mreže M-17 u zoni grada Doboja. Poznata je po povremenom zagušenju u prepodnevnom i popodnevnom časovima usled povećane frekvencije tranzitnih tokova, radnih kretanja, dostave i sl.. Dužina posmatrane deonice iznosi oko 3700 metara, sa jednim signalisanim ukrštanjem gde je UN=0 %. Saobraćaj je sniman pomoću ručne kamere iz bočne perspektive. Okvirni udeo teških teretnih vozila na datoj lokaciji iznosi oko 18 % tokom perioda snimanja (10:30-11:30) kada je termin najvećeg tranzita. Prema cilju i programu sprovedenog istraživanja potrebno je utvrditi međuzavisnost između broja vozila u redu koja nailaze u koloni i PAE.

Rezultati istraživanja

Planom i programom sprovedenog istraživanja predviđeno je merenje za različite dužine kolone vozila koja nailaze u plotunu. Kao etalonska vrednost PAE u ovom istraživanju za sleđenje PA-PA, usvojena je hipotetička vrednost ekvivalenta 1, iako se nije mnogo uzimala u obzir vrednost PAE za različite kategorije PA. Pošto je izmerena vrednost kapaciteta saobraćajnih traka u periodima merenja iznosila u rasponu od 268 do 316 voz/h/traci, vizuelno je utvrđeno da je broj izmerenih vremenskih intervala sleđenja koji se kreću u plotunu dat kao $n-1$, jer se prvo vozilo ne uzima u razmatranje, pa je maksimalan broj vozila koja su merena u plotunu bio ograničen na 15, što nam je dalo 14 mernih rezultata za PAE, a nije se išlo ispod 7 vozila prilikom merenja, što je rezultiralo sa 6 dobijenih vrednosti merenja PAE. Dobijeni rezultati su dali određenu međuzavisnost broja vozila u redu koja nailaze u plotunu i PAE vrednosti po suvom i kišnom vremenu, pa će se kriva koja predstavlja tu međuzavisnost aproksimirati polinomom drugog stepena, koji obezbeđuje dovoljnu tačnost aproksimacije.

Zavisnost broja vozila u redu i PAE vrednosti po kiši i suvom predstaviće se sledećim binomom:

$$Y = A \cdot x^2 + B \cdot x + C$$

gde su:

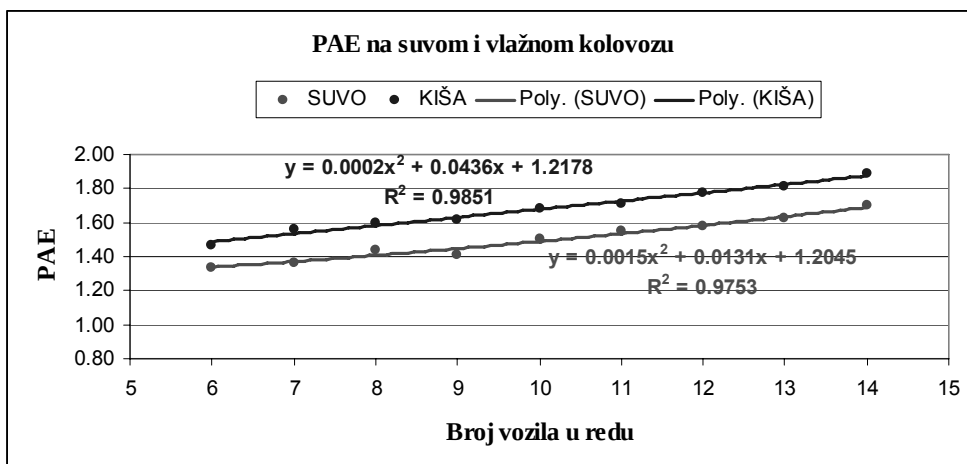
Y – izmerena vrednost PAE

x – broj vozila koja nailaze u plotunu

A, B, C – koeficijenti

Praćena su samo TTV i BUS, koji su ujedno svrstani u istu kategoriju vozila, čime je analizirana njihova interakcija sa PA. Utvrđivanjem PAE vrednosti na presecima, došlo se do zbirnog ekvivalenta koji za presek 1 iznosi 1,54, za presek 2 iznosi 1,605 i za presek 3 iznosi 1,608. Ove vrednosti su utvrđene kao aritmetička sredina svih izmerenih vrednosti (bez obzira na kišu i suvo vreme). Maksimalno utvrđena prosečna srednja vrednost PAE na posmatranim presecima dvotračnog puta je 2,637. To je srednja vrednost koja je utvrđena pri merenju TTV koje sledi TTV po kišovitom vremenu, što nam govori da u zavisnosti od vremenskih okolnosti veliki uticaj na kretanje vozila i njihovu međusobnu interakciju imaju vremenske okolnosti. Minimalno izmerena srednja vrednost za PAE iznosila je 1,036 kada PA sledi TTV. Treba imati u vidu da je ograničena brzina u ovim okolnostima 50 km/h.

Uticaj vremenskih nepogoda značajno remeti orijentaciju vozača i stvara psihološki uticaj, čime se stvaraju veća rastojanja između vozila. Utvrđeno je da je najmanje odstupanje od PAE vrednosti na preseku 3, što se može opravdati većom udaljenošću od bilo kakvih ukrštanja u nivou. Na preseku 3 se vrednosti PAE po suvom i vlažnom kolovozu skoro izjednačuju, za sve parove vozila koja su učestvovala u posmatranju. Ipak, najveće odstupanje u vrednostima PAE je na preseku 1, jer je u toj zoni u neposrednoj blizini ukrštanje u nivou, što znatno utiče na odstupanja PAE vrednosti u različitim vremenskim okolnostima. U principu, najveća odstupanja u vrednostima PAE po suvom i vlažnom kolovozu je na preseku 2 (PA-TTV) i na preseku 1 (TTV-PA), dok su na preseku 3 (TTV-PA) vrednosti PAE skoro izjednačene po suvom i kiši, bez obzira na broj vozila u redu. Dobijene vrednosti koeficijenta korelacije su zadovoljavajuće, obzirom da vrednost R^2 nigde nije ispod 0,85. Ovako visok stepen korelacije se objašnjava svođenjem klasa vozila prema srednjim vrednostima izmerenim za uzorak.



Slika 1. Utvrđivanje PAE po suvom i kišnom vremenu na dvotračnom putu (sva tri preseka)

Evidentno je da je vrednost PAE za realnu dužinu reda koja se najčešće pojavljuje iznosi u rasponu od 1,30 (za najmanje 6 vozila u redu) i progresivno raste do 1,90 (za 14 vozila u redu). Uticaj kiše podiže vrednosti PAE u proseku za 0,2, što je znatno odstupanje. Kao dokaz se iznosi utvrđena srednja vrednost PAE po kiši za sve preseke koja iznosi 1,663, a utvrđena srednja vrednost PAE po suvom vremenu iznosi 1,553. Razlika u odstupanju PAE po kiši i PAE po suvom vremenu za sve preseke i kombinacije vozila iznosi 0,11, što se može smatrati opravdanom jer vremenske okolnosti znatno utiču na smanjenje mobilnosti vozila, smanjenje brzine kretanja, smanjenje ubrzanja, većeg rastojanja sleđenja vozila i sl. Pokazatelj ekvivalenta za suvo vreme ne odstupa mnogo od HCM-2010 [16] koja u ovim okolnostima prema izmerenom protoku iznosi između 1,4 i 1,5 (sa povećanjem protoka raste kod dvotračnog puta za dvosmerni saobraćaj), ali je evidentna razlika u odstupanju PAE vrednosti po vlažnom vremenu.

Osnovni zaključak ovog istraživanja je da je progresivan rast PAE vrednosti zastupljen sa povećanjem broja vozila u redu, što potvrđuje hipotetičke pretpostavke. Odnosno, maksimalne vrednosti PAE su dobijane za veći broj vozila u plotunu, dok su manje vrednosti bile za manji broj vozila. Teška teretna vozila imaju značajan uticaj na uslove kretanja vozila u toku, gde prosečna vrednost PAE iznosi 1,584, što je više od HCM-2000 [17] vrednosti koja iznosi 1,10 pod uslovima dvosmernog saobraćaja, a približno HCM-2010 [16], koja se kreće od 1,4 do 1,50. Veliki je nedostatak što obe verzije HCM-a, utvrđivanje PAE vrednosti ne posmatraju kroz vremenske prilike, već samo kroz protočnost saobraćajnice.

Preporuke za buduća istraživanja odnose se na mogućnost praćenja PAE ekvivalenata na više koridora, radi formiranja modela upravljanja saobraćajem na osnovu PAE i procene propusne moći posmatranih saobraćajnica.

Ključne reči: PAE, teško teretno vozilo (TTV), dvotračni put, vremenski uslovi, plotun

Abstract: This paper analyses the influence of heavy duty vehicles on the flow in two lane road depending on weather conditions. Influence of the heaviest vehicles on the flow is shown by Passenger Car Equivalent – PCE. Data gathering was done in Bosnia and Herzegovina on the section of the M-17 highway, passing by the town of Doboј where the PCE values for heavy duty vehicles have been measured on three road sections with obstructions by inlet and outlet ramps between them. Determining the lagging intervals, the PCE factors and their influence on the flow have been analysed. The research was done for three lagging types PC-HDV, HDV-PC and HDV-HDV. Total measured value of the PCE factors on the highway for all three sections and all three types is 1,584 while, compared to HCM-2010 (Highway capacity Manual), this value is between 1, 4 and 1,5 (progressively decreases with the flow). That is a significant deviation. That is why mathematical models for determining PCE of heavy duty vehicles of two lane road in the function of number of vehicles in dry and wet conditions have been developed. Model development for PCE determination is based on defining time lagging interval which can be used to determine PCE values for certain number of vehicles that appear simultaneously.

Keywords: PCE, heavy duty vehicle (HDV), two lane road, weather conditions

Literatura:

- [1] Ahmed, U, Passenger Car Equivalent Factors for Level Freeway Segments Operating under Moderate and Congested Conditions, (2010). Master's Theses (2009 -) Marquette University. Milwaukee, Wisconsin, August 2010.
- [2] Huber, M. J. 1982, 'Estimation of Passenger Car Equivalents of Trucks in Traffic Stream', Transportation Research Record: Journal of Transportation Research Board, 869, p.60.
- [3] Ramanayya, T. V. 1980, Simulation Studies on Traffic Capacity of Road Systems for Indian Conditions, Ph. D Thesis, National Institute of Technology, Warangal, India.
- [4] Chari, S. R. and Badrinath, K. M. 1983, 'Study of mixed traffic stream parameters through time lapse photography', Highway Research Bulletin (Indian Road Congress, Highway Research Board), 20, p.57.
- [5] Cunagin, W. D. and Messer, C. J. 1983, 'Passenger Car Equivalents for Rural Highways', Transportation Research Record, 905, p.61.
- [6] Sumner, R., Hill, D., and Shapiro, S. 1984, 'Segment passenger car equivalent values for cost allocation on urban arterial roads', Transportation Research Part A: General, 18(5-6), p.399.
- [7] Elefteriadou, L., Torbic, D., and Webster, N. 1997, 'Development of passenger car equivalents for freeways, two-lane highways and arterials', Transportation Research Record: Journal of Transportation Research Board, 1572, p.51.
- [8] Khan, S. I. and Maini, P. 1999, 'Modeling Heterogeneous Traffic flow', Transportation Research Record: Journal of Transportation Research Board, 1678, p.234.
- [9] Chandra, S. and Sikdar, P. K. 2000, 'Factors affecting PCU in mixed traffic on urban roads', Road Transport Research, 9(3), p.40.
- [10] Ahmed, A., H. Fred and E. Reisman. Developing passenger car equivalents for heavy vehicles on congested freeways: A capacity based approach. Presented at the 80th Annual Meeting of the Transportation Research Board. Transportation Research Board, Washington, D.C. 2001.
- [11] A.F. Al-Kaisy et al., Developing passenger car equivalents for heavy vehicles on freeways during queue discharge flow, Transportation Research Part A 36(725–742) , Elsevier, 2002.
- [12] Bham, G. H. and Benekohal, R. F. 2004, 'A High Fidelity Traffic Simulation Model based on Cellular Automata and Car-Following concepts', Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 12(1), p.1.

- [13] Cunagin, W., and Chang, C. "Effects of Trucks on Freeway Vehicle Headways Under Off-Peak Flow Conditions". In *Transportation Research Record 869*. TRB, National Research Council, Washington, DC., 1982, pp. 54-59.
- [14] Krammes, R., and Crowley, K. "Passenger Car Equivalents for Trucks on Level Freeway Segments". In *Transportation Research Record 1091*. TRB, National Research Council, Washington, DC., pp. 10-17, 1986.
- [15] Kockelman, K. & Shabih, R., *Effect of vehicle type on the capacity of signalized intersections: The Case of Light-Duty Trucks*, The University of Texas at Austin, Austin, Texas, USA, December 1999, pp.3-24
- [16] Highway Capacity Manual 2010", Transport Research Board Publications, Volume 4. Applications Guide, 2010.
- [17] „Highway Capacity Manual“, Transportation Research Board, National Research Council; Washington D.C. 2000.

САВРЕМЕНЕ МЕТОДЕ У ПЛАНИРАЊУ, ПРОЈЕКТОВАЊУ И УПРАВЉАЊУ ДРУМСКОМ МРЕЖОМ

MODERN METHODS IN PLANNING, DESIGNING AND MANAGEMENT OF ROAD NETWORK

Мр Предраг Р. Јанићијевић, дис⁷⁶; мр Мирослав Д. Кубурић, диг⁷⁷;
др Зоран Ж. Аврамовић, дие⁷⁸

Резиме: Иако се катастар користи као опште усвојени термин за службено евидентирање и регистровање разних непокретности, не само земљишта у ширем смислу те речи, може се формулисати следећа дефиниција: Катастар је техничка, економска и статистичка документација природних и вештачких објеката на земљишној површини, испод и изнад ње [1].

Путна инфраструктура и управљање ресурсима и токовима у друмском саобраћају одавно представља један од основних услова нормалног живота и функционисања једне државе, односно њеног привредног и друштвеног развоја. Ажурна и функционална евиденција о путној мрежи обезбеђује квалитетне предуслове за управљање и газдовање инфраструктуром. Просторну компоненту ове евиденције представљају подаци катастра непокретности који су у надлежности државе. Они често нису довољно прилагођени за потребе крајњег корисника. Због тога је за свеобухватну информациону подршку о путевима неопходно формирати катастарску евиденцију специјалне намене, катастре путева и саобраћајне сигнализације и опреме. У том циљу потребно је обавити читав низ геодетских радова који би обезбедили њихово формирање. Ово подразумева имплементацију информационог система развијеног на различитим платформама. За овако сложену подршку неопходно је поседовати квалитетну телекомуникациону инфраструктуру, на одговарајући начин развијене WAN (регионалне) и LAN (локалне) рачунарске мреже са добром повезанашћу и потребним степеном заштите. Такође, потребно је користити постојеће и креирати недостајуће дистрибуиране базе података и софтверске алате базиране на GIS технологији.

Републички геодетски завод, у претходних 5 година, дао је свој допринос по овом питању, оформљен је катастар непокретности скоро за читаву територију државе. Затим, индекс покривености планском документацијом сваки даном је све већи. У поменутом контексту недостају следећи елементи:

- база података саобраћајне инфраструктуре различитих система;
- база података саобраћајне сигнализације различитих саобраћајних система;
- примена статичких и динамичких система зонирања у креирању планске и пројектне документације, као и одговарајућа софтвера подршка и
- опрема и софтверска подршка у домену мапирања, прикупљања података, утврђивања саобраћајних параметара, рутинга, анализа и прогноза.

⁷⁶ Геопут д.о.о., Београд, predrag.janicijevic@geoput.com

⁷⁷ Грађевински факултет, Суботица, geodelta@geoput.com

⁷⁸ Универзитет у Београду – Саобраћајни факултет, Београд, zoran.avramovic@sf.bg.ac.rs

У овом раду аутори су фокусирани на представљање могућности ефикасног начина израде електронских 3D мапа и прикупљања и конверзије података на самом терену, као и њихове непосредне употребе у сврху израде евиденције катастра путева и саобраћајне сигнализације и опреме, планске и пројектне документације. Затим, укратко ће бити изложени концепти зонирања и рутинга у различите сврхе, пре свега рутинга саобраћајних средстава у области услуга.

Имајући у виду да се ради о путној мрежи на целокупној територији Републике Србије геодетске радове треба оптимизовати, односно неопходно је направити програм и динамички план реализације користећи све расположиве изворе (катастар, топографске карте различите размере, податке разних институција и јавних предузећа). Геодетске подлоге треба реализовати тако да њихов садржај буде правилан и равномеран, а уз то потребно је обрадити велику количину података у кратком временском интервалу. За овакав подухват неизбежно је користити савремене технологије мобилног мапирања.

Мобилно мапирање подразумева употребу интегрисаног система снимања у покрету одговарајућом опремом, која се у хардверском смислу састоји из следећих модула: сферне камере, трофрекфентног GPS пријемника, IMU (Inertial Measurement Unit) система, три 2D ласерска скенера, два одометра и преносног рачунара. Резултат рада система су геореференцирани сферни снимци са којих је могуће вршити екстракцију просторних података. Такође се као резултат рада ласерских скенера добија „облак“ тачака који формирају дигитални 3D модел простора. Квалитет излазних података огледа се у томе што је пројектанту омогућен преглед анимираног или секвенцијалног видео материјала, који му даје потпуну представу простора из перспективе пројекционог центра камере, односно из перспективе возача, што је врло важно у реализацији пројекта. У случајевима где се из неког од техничких ограничења из поменутог материјала не може преузети потребан и довољан број информација, прикупљање просторних података треба извршити класичним терестричким геодетским мерењима.

Крајњи циљ свих ових операција је формирање информационог система путне мреже државе или региона. Овако конципиран информациони систем, у комбинацији података државне катастарске евиденције и додатних атрибута, представљао би незаменљиву просторну компоненту у пројектовању, извођењу и одржавању путне инфраструктуре. Као такав могао би да послужи и као основа за израду саобраћајних студија различитих нивоа детаљности, што би значајно могло да послужи у побољшању безбедности у саобраћају.

Овакав информациони систем је у стању да подржи и различите стохастичке процесе, решавање локацијских и рутинг проблема у транспортним мрежама, зонирање урбаних целина и многе друге динамичке активности.

Како би одређена делатност била успешно обављана, било да је у питању комунална, уређење простора или нека саобраћајна активност, често је неопходно припадајуће урбано подручје поделити на зоне. Један од карактеристичних начина зонирања, који се може применити у већим центрима, често намеће постојање централне зоне. Око ње на основу различитих стратегија формирају се остале распоређене по њеном ободу. Један од ефикаснијих начина оваквог приступа, који су уочили аутори, је помоћу секторисаних прстенова. У средишту области налази се јединична кружна област (централна зона)

полупречника r . Око ње су у оквиру кружног прстена распоређене остале зоне по дефинисаним секторима. Потребно је да оне имају једнаке површине као и зона у центру. Лако је увидети да је већи полупречник прстена $R=r\sqrt{n+1}$ у директној зависности од потребног броја сектора n .

Током истраживања динамичких Dial-a-Ride система уочено је појављивање интервала са различитим густинама захтева за опслуживање што условљава променљив број канала СМО (система масовног опслуживања) указујући и на потребу за динамичким зонирањем.

Због своје специфичности, сталних измена рута у процесу прикупљања, код динамичких Dial-a-Ride система није могуће користити познате рутине као што су Проблем m трговачких путника, Зонирање – рутинг и Рутинг – зонирање. Код ових система, број потребних возила (канала СМО) и одређене параметре алгоритама динамичког рутинга и динамичког зонирања, могуће је утврдити на основу одговарајућих симулационих модела. Затим, потребно је вршити континуирано зонирање градског ткива према принципима који зависе од урбаних карактеристика, градских саобраћајница, природних и других ограничења.

Још један од начина који може наћи примену у динамичком зонирању је подела једне области на велики број малих јединичних ћелија слично принципу дефинисања локација и области покривања базних станица код мобилних целуларних система. Овај модел је могуће комбиновати са претходно описаним. Број ћелија по зони $k = \text{round}(l/m)$ у датом тренутку даје количник укупног броја јединичних ћелија и потребног броја возила. На основу тога одговарајућим алгоритмом се дефинишу тренутне динамичке зоне. Описани приступ би омогућио ефикасне измене броја и граница зона у систему са интервалима различитог оптерећења (густинама појављивања захтева за опслуживање) при коришћењу софтверске апликације базиране на GIS платформи.

Рутине за обављање овако сложених активности могу се представити парцијално преко сета алгоритама који појединачно немају велику рачунарску сложеност. Сви су полиномијални првог или другог степена. У обједињеној шеми процедура би била много сложенија и изискивала би много више рачунарског времена. Аутори су истраживали сваку од фаза процеса којима управља по један од следећих алгоритама:

- Алгоритам преузимања на принципима динамичких Dial-a-Ride система;
- Алгоритам динамичког зонирања током дневних активности у систему и
- Алгоритам уручења заснован на алгоритму Проблема m трговачких путника.

На основу изложеног може се извести закључак да многи сервиси (курирске службе, ефикасан превоз путника, разни брзи сервиси ...) све чешће базирају своје услуге на динамичким Dial-a-Ride системима. С обзиром на све већу популарност и тенденцију раста броја ових услуга намеће се потреба за успостављањем истовременог динамичког зонирања и динамичког рутинга. Имплементацију оваког система најлакше је извести уз помоћ GIS технологије.

Осмишљени информациони систем мора да представља основу за квалитетно планирање, пројектовање, газдовање путном инфраструктуром и подршку различитим софтверским системима из реалног живота (представљени пример динамичких Dial-a-Ride система). Такође, у смислу газдовања и расположивости подацима и ресурсима, треба га конципирати у духу савремене ин-

форматичке праксе и ускладити са светским стандардима који дефинишу ову област, и на тај начин предвидети могућност његове интеграције са општијим и свеобухватнијим геоинформационим системима што подразумева доступност података већем броју корисника.

Кључне речи: Катастар, 3D мобилно мапирање, зонирање, Dial-a-Ride, GIS.

Abstract: This paper presents the possibilities of applying of the mobile 3D mapping technology in cadastre of roads and traffic signals and the equipment, as well as the assistance in designing of plan and project documentation. There are also concepts of zoning and dynamic routing for various purposes.

Key words: Cadastre, 3D Mobile Mapping, Zoning, Dial-a-Ride, GIS.

Литература:

- [1] Кубурић, М., Трифковић, М.: "Катастар путева као предуслов квалитетног управљања путном инфраструктуром", Научно-стручни скуп: Безбедност саобраћаја у планирању и пројектовању путева, Палић, 2007. стр. 223 - 231.
- [2] Јанићијевић, П., Аврамовић, З.: "Динамичко зонирање у DDAR системима", Међународни научно стручни симпозијум – Нови хоризонти саобраћаја и комуникација, Добој, новембар 2011.
- [3] Узелац, Ђ.: „Развој оптималног система за формирање базе података о мрежи путева“, докторска дисертација, Београд 1993. године

UTICAJ VREMENSKIH PRILIKA NA USLOVE U SAOBRAĆAJNOM TOKU

EFFECTS OF WEATHER CONDITIONS ON TRAFFIC FLOW CONDITIONS

Dr Vladan Tubić, dis⁷⁹

Rezime: Svakodnevni događaji kao što su kiša, magla, sneg ili ledena kiša imaju ozbiljne uticaje na uslove u saobraćajnom toku. Cilj ovog rada jeste da se stručnoj javnost prikažu aktuelni rezultati dosadašnjih istraživanja i da se bolje shvate uticaji vremenskih uslova na bazne parametre saobraćajnog toka. Dat je sintezni pregled rezultata istraživanja uticaja smanjene vidljivosti, kiše, snega i vetra na redukciju brzine, kapaciteta i saobraćajnih zahteva. Takođe prikazan je i postupak prezentiran u HCM-2010.g., o uključivanju ovih uticaja u analize C i Nivoa Usluge. Na kraju je dat i sažet prikaz rezultata sveobuhvatne empirijske studije iz 2006. g., iz 3 grada u SAD.

Uvod

Svakodnevni događaji kao što su kiša, magla, sneg ili ledena kiša imaju ozbiljne uticaje na uslove u saobraćajnom toku, mobilnost i bezbednost korisnika, a samim tim i na funkcionisanje celog saobraćajnog sistema. Ovi uticaji mogu biti kratkoročni ili dugoročni, direktni ili indirektni. Kao prvi korak za poboljšanje sposobnosti analiza, istraživači i stručnjaci moraju imati direktan pristup podacima o vremenskim prilikama i analitičke modele koji mogu povezati saobraćajni tok sa specifičnim vremenskim uticajem. Bez ove podrške upravljači saobraćajnih sistema će nastaviti da se oslanjaju na heuristiku i intuitivno će određivati stepen uticaja.

Nacionalna laboratorija Oak Ridge je realizovala studiju i došli su do zaključka da su američki vozači 1999. g., imali kašnjenja od 46 miliona sati na glavnim autoputevima u SAD zbog loših vremenskih uslova (magla, led i mećava).

Ovi uslovi pokrivaju 65 posto teritorije SAD i utiču na 68 posto nacionalne populacije. Istraživači su izračunali da je uticaj surovih vremenskih uslova povećao ukupno vreme putovanja za oko 7 do 36 (%).

Uprkos prethodnim činjenicama o negativnim uticajima vremena na saobraćaj, povezanost između prevladavajućih vremenskih uslova i pogoršanja saobraćajnog toka još uvek je nedovoljno istražena. To je prvenstveno posledica ograničenja u podacima koji se koriste u istraživačkim aktivnostima.

Cilj ovog rada jeste da se stručnoj javnosti prikažu aktuelna inostrana istraživanja i da se bolje shvate uticaji vremenskih uslova na saobraćaj. Sve sofisticiraniji ITS i sistemi saobraćajne kontrole omogućuju poboljšanje efikasnosti, bezbednosti i mobilnosti tokom različitih vremenskih uslova. Pre primene ovih strategija, međutim, mora se istražiti kako se vremenski uticaji ispoljavaju tokom zagušenih i slobodnih

⁷⁹

Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet, Beograd, vladan@sf.bg.ac.rs

saobraćajnih stanja, i tokom različitih vremenskih perioda. Razlike u reakcijama vozača takođe će uticati na primenjene strategije, kao i regionalne razlike.

Tretman vremenskih uticaja u HCM

HCM 2000 [1] potvrđuje da nepovoljni vremenski uslovi mogu značajno smanjiti kapacitet i eksploatacione brzine, i bavi se pitanjima gde i kako uzeti ove efekte u obzir. Priručnik u svojim diskusijama navodi nekoliko studija o efektima vremenskih uslova. Pri jakoj kiši kapacitet je manji 14 do 15 (%) u odnosu na kapacitet pri vedrim i suvim uslovima. HCM 2000 ne definiše opsege intenziteta za klasifikaciju slabe i jake kiše kao ni za mali i veliki sneg.

HCM 2010 [2] daje prikaz rezultata istraživanja uticaja klimatskih uslova na kapacitet na 15 mesta na Autobahn-u u Nemačkoj koje su sprovedi Brilon i Ponzlet. Analizirane su kombinacije u dnevnim i noćnim uslovima, pri suvom i mokrom kolo-vozu, za radne dane i vikend, kao i za 4-tračne i 6-tračne AP, a rezultati su prikazani u tabeli 1.

Tabela 1: Kapacitet na Nemačkim autoputevima pod različitim uslovima (voz/h/traci)

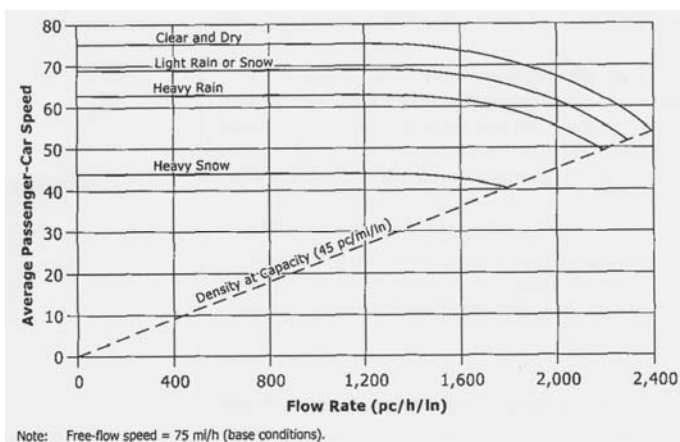
Broj traka na autoputu	Radni dan ili vikend	Dan, suv kolovoz	Noć, suv kolovoz	Dan, vlažan kol.	Noć, vlažan kol.
6	Radni dan	1489	1299	1310	923
	% promene*		13%	12%	38%
6	Vikend	1380	1084	1014	-
	%promene*		21%	27%	-
4	Radni dan	1739	1415	1421	913
	% promene*		19%	18%	47%
4	Vikend	1551	1158	1104	-
	% promene*		25%	29%	-

*% promene se posmatra u odnosu na uslove po danu i suvom kolovozu, za isti dan u nedelji

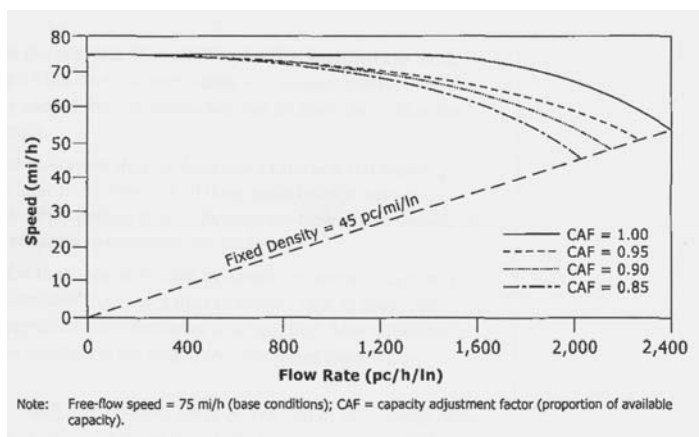
Interesantno je primetiti i razliku između kapaciteta u toku radnih dana i vikenda, to smanjenje je između 7% i 10%. Ovaj uticaj je reflektovan kroz primenu faktora uticaja populacije vozača f_p .

Rezultati ovih istraživanja se mogu sjediniti sa HCM metodologijom korišćenjem krive brzine - tok za modelovanje efekata nepovoljnih vremenskih uslova i očekivanih saobraćajnih performansi određenih delova neometanog toka. Jednostavna aproksimacija zahteva da kapacitet svakog segmenta autoputa (dobijen na osnovu metodologije iz Poglavlja 11, 12 i 13) bude umanjen za uticaje vremenskih uslova i saobraćajnih nezgoda ili neke druge incidentne situacije. Metodologija se nastavlja korišćenjem tako smanjenog kapaciteta. Ako su dostupne informacije o brzini, onda se na osnovu slobodne brzine saobraćajnog toka u zoni smanjenog kapaciteta bira odgovarajuća kriva zavisnosti brzine i protoka za dalju analizu. Smanjena brzina slobodnog toka rezultuje smanjenjem kapaciteta. Primer ovog pristupa je prikazan na sledećoj slici.

Za većinu privremenih smanjenja kapaciteta, jedina informacija kojom raspolažemo je upravo kapacitet. U većini ovih slučajeva, uslovi sa aspekta brzine mogu biti procenjeni.. Prethodni grafik prikazuje primer modelovanja tih slučajeva na osnovu pomerene krive zavisnosti brzine i protoka.



Slika 1. Krive zavisnosti brzine i protoka za različite vremenske uslove



Slika 2. Prilagođene krive zavisnosti brzine i protoka smanjenju kapaciteta

Pregled rezultata istraživanja uticaja vremena na makroskopske saobraćajne parametre

U ovom delu daje se pregled rezultata iz niza istraživačkih studija. Diskusija o makroskopskim uticajima vremenskih uslova na kapacitet, protok, kašnjenje i brzinu mora biti korigovana analizom mikroskopskih uticaja ponašanja i ljudskih faktora.

• Slaba vidljivost

Postoji veoma malo istraživanja o uticaju slabe vidljivosti na saobraćajni tok. Studija Briton-a i Ponzlet-a u Nemačkoj je otkrila pad kapaciteta od 12 do 25 (%) u noćnim u odnosu na dnevne uslove. Dodatno je Kzte-ova studija otkrila smanjenje brzine od 0.77 km/h za svakih 10 m ispod kritične vidljivosti od 300 m.

• Kiša

Postoji mnogo studija koje ispituju uticaj kiše na saobraćajni tok, pogotovo na brzinu i kapacitet autoputeva. Tabele 2 i 3. daju rezultate istraživanja iz ovih studija.

Tabela 2. Pregled rezultata istraživanja uticaja kiše na brzinu toka

	Smanjenje brzine		
Istraživač	Ibrahim i Hall	Kyte	Smith
Lokacija	Toronto, Ontario	Idaho	Hampton, Virginia
Godina	1994.	2001.	2004.
Slaba kiša	1.9 - 12.9 (km/h)	9.5 (km/h)	3-5 (%)
Jaka kiša	4.8-16.1 (km/h)	9.5 (km/h)	3-5 (%)

U narednoj tabeli dati su sumarni rezultati istraživanja uticaja različitog intenziteta kiše na redukciju kapaciteta.

Tabela 3. Pregled rezultata istraživanja uticaja kiše na redukciju kapaciteta

	Smanjenje kapaciteta			
Istraživač	Ibrahim i Hall	Brilon i Pronzet	Smith	Prevedouros i Chang
Lokacija	Toronto, Ontario	Nemačka	Hampton, Virginia	Honolulu, Hawaii
Godina	1994.	1995.	2004.	2004.
Slaba kiša	-	12-47%	4-10%	8.3%
Jaka kiša	14-15%	12-47%	25-30%	8.3%

• Sneg

Slično kao i za kišu, postoji značajan broj studija koje ispituju uticaj snega na saobraćajni tok na autoputu, što je prikazano u tabelama 4 i 5.

Tabela 4. Pregled rezultata istraživanja uticaja snega na smanjenje protoka

	Smanjenje protoka		
	Autoput		Primarna saobraćajnica
Istraživač	Hanbali i Kuemel		Knapp
Lokacija	Ilionois, Minnesota, New Zork, Wisconsin		Iowa
Godina	1992.		1995 - 1998.
Slab sneg	7 - 31 (%)		-
Jak sneg	11 - 47 (%)		16 - 47 (%)

Ibrahim i Hall su takođe otkrili da jak sneg smanjuje kapacitet za 30 %, a slab za 5 do 10 %.

Tabela 5. Pregled rezultata istraživanja uticaja snega na redukciju brzine

	Smanjenje brzine			
	Autoput		Primarna saobraćajnica	
Istraživač	Ibrahim i Hall	Kyte	Maki	Perrin
Lokacija	Toronto, Ontario	Idaho	Minneapolis, Minnesota	Salt Lake City, Utah
Godina	1994.	2001.	1999.	2001.
Slab sneg	0.97 (km/h)	16.4 (km/h)		13 (%)
Jak sneg	37.0 - 41.8 (km/h)	16.4 (km/h)	40 (%)	25-30 (%)

U sledećoj tabeli sintezno su prikazani rezultati dosadašnjih istraživanja. Pravno polje znači da ne postoji ni jedna empirijska studija koja ispituje dati odnos. Mnogi od ovih rezultata se odnose na lokalne uslove.

Tabela 6. Sintezi pregled rezultata istraživanja – za autoput

	Saobr. zahtev	Maksimalni posmatrani protok	Kapacitet	Brzina
Slaba vidljivost				↓13%
Kiša		↓0-20%	↓4-47%	
Sneg	↓7-47%	↓5-10%	↓30%	↓13-41%
Vetar				↓10%

Pregled literature dat u ovom delu pokazuje da postoji inicijalna osnova istraživanja uticaja padavina (i kiše i snega) i drugih vremenskih uslova na makroskopske parametre saobraćajnog toka i performanse sistema. U svakom slučaju, rezultati ovih studija u odnosu na uticaj vremena na brzinu, kapacitet i obim saobraćaja su različiti, dat je **veoma širok raspon uticaja** i često se odnose samo na određena stanja saobraćaja, na određene tipove i na specifičnim lokacijama. Zbog toga, postoji potreba za poboljšanjem i /ili proširenjem našeg razumevanja kako ovakvi vremenski uslovi utiču na ponašanje vozača i saobraćaj u celom domenu pri različitim saobraćajnim zahtevima, na heterogene potrebe i na različitim lokacijama.

Rezultati istraživanja iz studije 3 grada u SAD [3]

Rezultati istraživanja koji su dati u ovom delu mere uticaje preovlađujućih vremenskih uslova (padavina i vidljivosti) na saobraćaj i ključne saobraćajne parametre, uključujući brzinu slobodnog toka, brzine pri kapacitetu, kapacitet i gustinu. Istraživanje je obavljeno sinteznom analizom veoma preciznih i realnih vremenskih podataka (padavina i vidljivosti) i on-line saobraćajnih podataka (brzine, protoka i zauzetosti) dobijenih iz oblasti Baltimora, gradova blizanaca i Sijetla u SAD-u.

Interesantno je da nisu otkriveni nikakvi uticaji na gustinu saobraćajnog toka, ali su i kiša i sneg uticali na brzinu saobraćajnog toka, brzinu pri kapacitetu i kapacitet, dok su se parametri menjali u užem rasponu sa promenom količine padavina. Rezultati istraživanja sumarno su prikazani u tabeli 7.

Istraživanjem su takođe dobijeni detaljniji, višedimenzionalni rezultati uticaja vremenskih neprilika za ceo domen saobraćajnog toka i prikazani u **q-V-g** osnovnom dijagramu.

Tabela 7. Rezime rezultata istraživanja [3]

Saobraćajni parametar	Vremenski uslovi	Opseg uticaja
Brzina slobodnog toka	Slaba kiša (< 0,01 cm/h)	-2 do -3,6 %
	Kiša (oko 1,6 cm/h)	-6 do -9 %
	Slabi sneg (< 0,01 cm/h)	-5 do -16 %
	Sneg (oko 0,3 cm/h)	-5 do 19 %
Brzina pri kapacitetu	Slaba kiša (< 0,01 cm/h)	-8 do -10 %
	Kiša (oko 1,6 cm/h)	-8 do -14 %
	Slabi sneg (< 0,01 cm/h)	-5 do -16 %
	Sneg (oko 0,3 cm/h)	-5 do -19 %
Kapacitet	Slaba kiša (< 0,01 cm/h)	-10 do -11 %
	Slab sneg (< 0,01 cm/h)	-12 do -20 %

Zaključci i preporuke za dalja istraživanja

Veoma su sa teorijskog aspekta interesantni zaključci iz lit [3] da gustina saobraćajnog toka ne trpi uticaj vremenskih uslova, što svakako mora biti predmet daljih istraživanja. Dosadašnjim istraživanjima su definisani i faktori redukcije za brzinu slobodnog toka, brzinu pri kapacitetu i kapacitet, koji se menjaju u zavisnosti od tipa padavina, količine padavina, i vidljivosti. Ovi faktori mogu se primeniti u HCM procedurama.

Pred istraživačima je ozbiljan napor koji se odnosi na sakupljanje realnih – originalnih podataka sa saobraćajnih detektora i stanica za snimanje vremenskih uslo-

va. Takođe je potrebno dodatno istražiti uticaj vremenskih uslova na različite funkcionalne delove mreže, posebno DP i glavne gradske arterije, jer je većina dosadašnjih istraživanja rađena na mreži AP. Takođe se moraju istražiti i još neki gradovi da bi se bolje procenile regionalne razlike, npr., u navedenim istraživanjima nije razmotren nijedan grad iz toplijih krajeva. Pažnju treba posvetiti i istraživanju ljudskog faktora i mikroskopskim saobraćajnim modelima.

Pored toga, istraživači su već obuhvatili vremenske uticaje u analizama korišćenjem alata za simulaciju saobraćaja, poput DYNASMART, DynaMIT, AIMSUN, CORSIM, INTEGRATION, PARAMICS, VISSIM, itd. Podesivi vremenski faktori omogućavaju ovim alatima da simuliraju realne saobraćajne uslove kada su loše vremenske prilike. Ali i za ove alate, da bi se korektno primenili, potrebno je još dosta istraživačkih napora u domenu baznih uticaja na osnovne parametre saobraćajnog toka.

Ključne reči: vremenske prilike, parametri saobraćajnog toka, kapacitet

Abstract: Every day events such as rain, fog, snow have serious impacts on traffic flow conditions. The aim of this paper is to demonstrate the actual results of previous research and to better understand the effects of weather conditions on the basic parameters of traffic flow. There is a synthetic overview of the results of research on the effect of low visibility, rain, snow and wind in reducing speed, capacity and traffic demands. Also shown is the procedure from HCM 2010, about including these effects in the analysis of capacity and Level of Service. Finally, a summary of the results of a comprehensive empirical study from 3 cities in United States are given.

Key words: weather conditions, parameters of traffic flow, capacity

Literatura:

- [1] „Highway Capacity Manual” HCM 2000, Transport Research Board, National Research Council, Washington, D.C., 2000.
- [2] „Highway Capacity Manual” HCM 2010, Transport Research Board, National Research Council, Washington, D.C., 2010.
- [3] Robert Hranac, Emily Sterzin, Daniel Krechmer, Hesham Rakha, Mohamadreza Farzaneh, *Empirical Studies on Traffic Flow in Inclement Weather*, U.S. odeljenje za saobraćaj: savezna uprava za autoputeve, oktobar 2006.
- [4] Battelle, McFarland Management, LLC & Texas Transportation Institute “*Developments in Weather Responsive Traffic Management (WRTM) Strategies*”, State of the Practice Review: Technical Memorandum, 2010.
- [5] Samba, D., and B. Park. “*Probabilistic Modeling of Inclement Weather Impacts on Traffic Volume*” TRB. For presentation at the 89 Annual Transportation Research Board Meeting. Compendium of Papers DVD. 2009.

Grupa E

**SAOBRAĆAJNO INŽENJERSTVO
– Parkiranje**

MODERATOR

Dr Nada Milosavljević

GRUPA E

SAOBRAĆAJNO INŽENJERSTVO – Parkiranje

- 1. Politike parkiranja u funkciji efikasnog transportnog sistema**
Dr Nada Milosavljević, dis, Jelena Simićević, dis, Univerzitet u Beogradu –
Saobraćajni fakultet, Beograd
- 2. Nivo usluge u procesu dimenzionisanja površine za parkiranje
putničkih automobila**
Mr Darko Vujin, dis, Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet, Beograd
- 3. Mere za rešavanje problema preliivanja zahteva za parkiranjem**
Goran Maletić, dis, Zoran Radojević, dis, Institut IMS, Beograd
- 4. Efekti primene različitih cena parkiranja u toku dana u javnim
parking garažama**
Vladimir Čuljković, dis, Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet,
Beograd
- 5. Uticaj parkiranja na bezbednost saobraćaja**
Veljko Knežević, dis, Koving d.o.o., Beograd
- 6. Definisanje sektora za kontrole u zonama sa restriktivnim
režimom parkiranja**
Marjana Radosavljević, dis, JKP „Parking servis, Niš;
Dušan Radosavljević, dis, Visoka tehnička škola strukovnih studija, Niš

ПОЛИТИКЕ ПАРКИРАЊА У ФУНКЦИЈИ ЕФИКАСНОГ ТРАНСПОРТНОГ СИСТЕМА

PARKING POLICIES IN THE FUNCTION OF EFFICIENT TRANSPORT SYSTEM

Др Нада Милосављевић, дис⁸⁰; Јелена Симићевић, дис⁸¹

Резиме: Основна улога управљања паркирањем је решавање проблема који се јављају у овом транспортном подсистему. Ово се пре свега односи на помирење стално растућих захтева за паркирање са ограниченом понудом паркинг места. Поред тога, управљање паркирањем може да допринесе остварењу циљева ван овог подсистема: у транспортном систему уопште и социо-економском систему града.

Да би се дефинисале одговарајуће политике и мере, потребно је претходно одредити се за стратегију управљања паркирањем. Како је паркирање подсистем транспортног система града, стратегија управљања паркирањем мора да произилази из стратегије управљања транспортним системом. Између две екстремне стратегије, једне која оштро ограничава путовање аутомобилом и друге која га максимизира, градови се данас уобичајено опредељују за тзв. балансирани развој који се односи на развој одрживог транспортног система. У том смислу, у подсистему паркирања обезбеђује се „довољан“ а не „потребан“ број паркинг места, а „општа“ потражња се замењује „квалификованом“.

Динамика увођења политика паркирања (пре свега на уличним паркиралиштима централних зона) у градовима који су се одредили за балансирани развој је типична и састоји се из 7 фаза.

Прво, важно је нагласити да политике паркирања треба уводити тек пошто се јави проблем паркирања, односно ако захтеви за паркирање не превазилазе понуду нема потреба за управљањем паркирањем.

Ако захтеви почну да превазилазе понуду, контрола и управљање паркирањем започињу његовим просторним уређењем, што представља другу фазу управљања паркирањем. Ово подразумева техничко регулисање паркинг места на уличним фронтима према законским прописима и нормативима за димензионисање, на начин који неће утицати на смањење квалитета услуге у осталим транспортним подсистемима. Уз то, обезбеђује се довољан број места за становнике у утицајној зони становања.

Даље, како захтеви за паркирање настављају да расту, у трећој фази отпочиње функционално уређење паркирања. Ово подразумева увођење рестриктивних режима паркирања: без временског ограничења са наплатом паркирања или са временским ограничењем са или без наплате паркирања; који морају бити подржани квалитетним системом контроле и санкционисања прекршаја. Ови режими омогућавају реализацију захтева становника, онемогућа-

⁸⁰ Универзитет у Београду – Саобраћајни факултет, Београд, n.milosavljevic@sf.bg.ac.rs

⁸¹ Универзитет у Београду – Саобраћајни факултет, Београд, j.simicevic@sf.bg.ac.rs

вају (дестимулишу) дуготрајна паркирања, што омогућава задовољење већег броја краткотрајних паркирања.

Код дефинисања рестриктивног режима паркирања захтева се посебан опрез. Наиме, иако ове мере треба да доведу до остварења циљева у подсистему паркирања (као што су уравнотежење понуде и потражње, генерисање прихода за покривање трошкова функционисања итд.), али и осталих система града (управљање видовном расподелом, смањење саобраћајних загушења, повећање ефикасности локалне економије и квалитета животне средине), ако се лоше дефинишу могу имати потпуно супротан ефекат. У том смислу, није добро преписивати мере које су се показале успешним у одређеној ситуацији или у одређеном подручју, већ се мора размотрити сваки случај посебно. Дефинисање мера треба да буде комплексна анализа коју прати прогноза очекиваних ефеката како у овом подсистему, тако и ван њега. Такође, након увођења и уходавања режима, потребно је испитати и оценити остварене ефекте и по потреби кориговати мере.

Онемогућавање или отежавање реализације дуготрајног паркирања у централној зони мотивише посетиоце (пре свега оне са мотивом рад) да се паркирају на ободу зоне и путовање наставе пешице или јавним превозом. Ово доводи до преливања проблема паркирања из централне зоне у њој ободне зоне, које су углавном стамбене намене. Решавање проблема којег сада осећају становници ободних зона предмет је четврте фазе управљања паркирањем. До решења се долази увођењем посебних режима којима се даје предност становницима зоне у односу на оне који у њој не живе.

Како захтеви у централној зони настављају да расту, јавља се потреба да се у петој фази поопштре атрибути важећег режима паркирања, како би се додатни број корисника демотивисао од доласка у центар града аутомобилом. У том смислу, цена паркирања се издвојила као веома моћан алат за управљање захтевима за паркирање, па и транспортним захтевима уопште.

Тарифни систем паркирања омогућава управљање категоријама корисника, просторном расподелом паркирања и расподелом паркирања на расположиву структуру паркинг места. Међутим, баш као и у случају дефинисања рестриктивних режима, лоше дефинисане мере могу дати потпуно супротне ефекте. Лоше дефинисан тарифни систем може довести до губитка корисника од којих зависи нормално функционисање зоне. Разлог за то може бити висока цена паркирања, посебно у случајевима постајања алтернативних дестинација са обилном понудом паркинг места. Разлог може бити и неумерено резервисање паркинг места и издавање повлашћених карата за правна лица (било да је последица лоше процене, корупције или злоупотребе система), јер смањује капацитете који се могу понудити квалификованој потражњи. Са друге стране, тарифни систем може да произведе просторно (структурно) или временски специфичан дебаланс понуде и потражње. Дебаланс производи велики обим саобраћаја који тражи слободно паркинг место, доприноси настанку саобраћајних загушења и пратећих негативних економских, социјалних и еколошких последица.

С обзиром на стални раст броја регистрованих аутомобила и њихове употребе истовремено са успоравањем или чак смањењем капацитета расположивих паркинг места у градским центрима, концепт обезбеђивања паркинг места на већим удаљеностима постаје оправдан. Концепт "Паркирај и вози се"

уведен је као средство за привлачење возача да се паркирају на ободу и путовање наставе јавним превозом. На овај начин смањује се број захтева за паркирање, али и остварују бројни други позитивни ефекти за град и за кориснике.

И на крају, последња фаза увођења је управљање мобилношћу. Реч је о новијем концепту за повећање ефикасности транспортног система променом понашања у вези са путовањем. Оно може утицати на промену учесталости путовања, вида превоза, циља или времена путовања. Управљање мобилношћу подржава и је подржан од стране управљања паркирањем.

Кључне речи: управљање паркирањем, политика паркирања, ефекти

Abstract: The main role of parking management is to address problems which occur in this transport subsystem. This primarily relates to balancing ever growing parking demand with limited amount of parking spaces. In addition, parking management can contribute to achieving the goals outside of this subsystem: within transport system in general and within socioeconomic system of the city.

In order to define appropriate policies and measures, first it is necessary to choose the parking management strategy. Since parking is a subsystem of transport system of the city, parking management strategy must be derived from transport management strategy. Between two extreme strategies, one that strongly restricts travelling by car and the other that maximizes it, cities are now opting for the so-called balanced development which relates to sustainable transportation. In this sense, in parking subsystem “sufficient” instead of “required” amount of parking spaces is provided and “general” demand is replaced by “qualified” demand.

Dynamics of parking policies introduction (referring particularly to on-street parking in central areas) in cities which have chosen balanced development is typical and consists of seven stages.

Firstly, it is important to note that parking policies should be introduced only when parking problem occurs, i.e. if parking demand does not exceed parking supply there is no need for parking management.

If demand begins to exceed supply, parking control and management starts with its space arrangement, which is the second stage of parking management. This includes technical regulation of on-street parking spaces according to legislation and standards, in a manner that will not decrease quality of service of other transport subsystems. Additionally, required number of parking spaces for residents is provided.

As parking demand increases further, functional arrangement of parking begins in the third stage. This includes restrictive parking regime introduction: charged without time-limitation or time-limited with or without parking charge, which must be supported by quality enforcement. These regimes enable realization of residents parking demand, disable (discourage) long-term parking, which provides satisfaction of greater amount of short-term parking.

Restrictive parking regime defining requires a special care. Although these measures should lead to achieving the goals within parking subsystem (such as balancing demand and supply or generating revenue to cover costs of operation) but also within other systems of the city (modal split management, traffic congestion reduction, increase in local economy efficiency and environmental quality), if poorly defined they can have the completely opposite effect. In this regard, parking

measures should not be copied but determined for every specific situation. Defining measures should be the complex analysis accompanied by prediction of expected effects in this subsystem and beyond. Also, after regime introduction, it is necessary to examine and evaluate realized effects and to correct measures if necessary.

Enabling or discouraging long-term parking realization in central zone encourages the visitors (especially commuters) to park at the edge of the zone and to continue travelling on foot or by public transport. This leads to parking spill over from central zone to peripheral, mostly residential. Addressing this problem is a subject of the fourth stage of parking management. A solution is reached by introducing a special regimes that gives priority to the residents in relation to those who do not live in it.

As parking demand in central zone continues to grow, there is a need in the fifth stage to tighten parking regime attributes in order to discourage additional amount of users to come to the zone by car. In this regard, parking price is considered as a powerful tool for parking demand management and transportation demand management in general.

Parking tariff system allows managing users categories, spatial parking distribution and distribution on on-street and off-street parking capacities. However, as in the case of restrictive parking regime definition, poorly defined measures can produce the opposite effects. Poorly defined tariff system can lead to loss of users that influence normal zone operating. The reason for this may be high parking price, especially in cases of existing alternative destination with abundant parking supply. The reason could also be the excessive number of reserved parking spaces and parking permits for businesses (weather due to poor estimation, corruption or abuse) that reduce parking supply for qualified demand. On the other hand, tariff system can produce spatial (structural) and time specific imbalance of supply and demand. The imbalance produces a great volume of parking search traffic thus contributing to traffic congestion and associated negative economic, social and environmental consequences.

Given the ongoing growth in car ownership and use of cars with, at the same time, the slow down or even reduction in the provision of parking spaces in city centres the concept of the provision of parking spaces at greater distances will become apparent. The concept of Park and Ride was introduced as a means of attracting motorists to park on the outskirts of a town. This minimizes parking demand but also realized many positive effects for the city and users.

Finally, the last stage is mobility management. It is a recent concept for increasing transport system efficiency by changing travel behaviour. It may influence trip frequency, mode of transport, trip destination and time. Mobility management supports and is supported by parking management.

Key words: parking management, parking policy, effect

NIVO USLUGE U PROCESU DIMENZIONISANJA POVRŠINE ZA PARKIRANJE PUTNIČKIH AUTOMOBILA

LEVEL OF SERVICE IN PARKING STALL DESIGN FOR PASSENGER CARS

Mr Darko Vujin, dis⁸²

Rezime: Na osnovu strategije upravljanja transportnim sistemom grada definiše se strategija upravljanja parkiranjem koja se sprovodi izborom odgovarajuće politike parkiranja. Pravilan izbor odgovarajuće površine za parkiranje nastaje kao izlazni rezultat procesa prostornog uređenja i tehničkog regulisanja parkiranja u okviru prve faze politike parkiranja. Pošto će ulično parkiranje još zadugo biti u velikom procentu zastupljeno u strukturi parking mesta u gradovima u Republici Srbiji to se problemu izbora optimalne površine za parkiranje pristupa sa ciljem da se maksimizira broj parking mesta na definisanom uličnom frontu za parkiranje prihvatanjem određenog nivoa usluge prema korisnicima parking mesta.

Tehničko regulisanje parkiranja na određenom prostoru se sprovodi na osnovu prethodno definisanih normativa za dimenzionisanje parking mesta. Dimenzije parking mesta su definisane u standardu SRPS U.S4.234 koji je na snazi još od 1980. godine i predstavljaju rezultate optimizacije površine za parkiranje (Putnik, 1973) na osnovu karakteristika vozila iz uzorka potencijalnih korisnika snimljenih na terenu jer su se tek decembra 1975. godine objavili prvi podaci o ukupnoj populaciji registrovanih putničkih automobila po markama i tipovima iz 1972. godine. Podaci prestaju da se zvanično objavljuju 1990. godine ali se do danas, u elektronskoj formi, vodi baza o registrovanom putničkim vozilima. U ovom radu će biti prikazane promene u dimenzionalnim karakteristikama voznog parka putničkih automobila u Republici Srbiji od 1972. godine do danas kao povod za redefinisane normativa za dimenzionisanje parking mesta.

Vrednosti elemenata površine za ulično parkiranje (dužina, širina parking mesta i širina prolaza) u formi standarda se prikazuju različito po državama zavisno od primenjene metodologije za dimenzionisanje parking mesta. Američki autori (Luz i ostali, 2002) definišu različite širine parking mesta za različite kategorije korisnika (stanovnici, zaposleni itd) za širok dijapazon uglova parkiranja ali sa jedinstvenom širinom prolaza bez obzira na širinu parking mesta. Karakteristično za australijske autore (Damen i ostali, 2005) jeste da se za istu širinu parking mesta mogu predviđati različite vrednosti širine prolaza zavisno od veličine dinamičkog saobraćaja. Austrijski standard je po izgledu najbliži domaćem standardu (Pech i ostali, 2006) gde se za određivanje potrebne širine prolaza, slično američkom, koristio princip „pokušaja i greške” na uzorku vozila i vozača.

Za potrebe redefinisanja postojećeg standarda za dimenzionisanje površine jednog parking mesta, u ovom radu, su prikazani određeni nivoi usluge prema korisnicima kako u procesu ulaska/izlaska iz parkiranog vozila tako i u procesu manevrisanja koji će, zavisno od tipa parking mesta (podužno parkiranje, parkiranje pod uglom ili poprečno parkiranje) uticati na vrednosti elemenata površine za parkiranje.

82

Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet, Beograd, d.vujin@sf.bg.ac.rs

Potrebna širina parking mesta nastaje kao posledica tehnološkog zahteva da se sa određenim nivoom komfora uđe, odnosno izađe, iz vozila u slobodnom prostoru između parkiranih vozila. Zahtevi korisnika su istraženi a rezultati su iskorišćeni za definisanje granica nivoa usluge prema korisnicima sa ciljem utvrđivanja kako minimalne tako i maksimalne širine parking mesta.

Način ulaska i stepen složenosti manevra su, u procesu manevrisanja, dva parametra koji bitno utiču na dimenzije jednog parking mesta. Korisnicima parking mesta se nudi niži nivo usluge ako se od njih zahteva da se parkiraju hodom unazad ili ako se zahteva veći stepen složenosti manevra. Kriterijumi za ponudu određenog nivoa usluge zavise, s jedne strane, od ušteda koje se dobijaju pri dimenzionisanju površine za parkiranje, i sa druge, od uslova saobraćaja u kojima se obavlja parkiranje. Zavisno od tipa parking mesta nivo usluge u procesu manevrisanja može da utiče na veličinu boksa za parkiranje (kod podužnog parkiranja) ili na širinu prolaza (parkiranje pod uglom). Najviši nivo usluge se nudi korisnicima ako je širina prolaza dimenzionisana za najmanji mogući stepen složenosti. Međutim, na nekim deonicama uličnih frontova, zbog raspoložive širine kolovoza, jedina mogućnost za realizaciju parking mesta je uvođenje višeg stepena složenosti manevra pri ulasku/izlasku vozila sa parking mesta što za posledicu ima angažovanje manje širine prolaza. Zato se stepen složenosti manevra dovodi u direktnu zavisnost od raspoložive širine kolovoza koja se može koristiti za ulazak/izlazak sa parking mesta.

Parking mesto putničkih automobila treba da se dimenzioniše samo onoliko koliko je minimalno potrebno da se vozilo postavi na parking mesto poštujući postavljene kriterijume nivoa usluge i prostorna ograničenja. To se može postići ako se uslovi da se putnički automobil pri ulasku, odnosno izlasku sa parking mesta kreće načinom kretanja koji je poznat kao manevrisanje. Za izračunavanje svih elemenata površine za parkiranje korišćena je poznata grafoanalitička metoda (Putnik, 1973) pri čemu nije korišćen model merodavnog vozila već su izračunavanja urađena za sva vozila iz baze registrovanih vozila. Kod izračunavanja širine prolaza uzeta je u obzir i slučajnost u načinu slaganja vozila na definisanom frontu za parkiranje. Formule za izračunavanje elemenata površine za parkiranje su, zavisno od postavljених kriterijuma nivoa usluge, modifikovane i unapređene. Izabrana je ona vrednosti dužine, širine parking mesta i širine prolaza koja opslužuje najmanje 95% slučajeva.

Kao krajnji cilj ovog rada su izlazni rezultati dimenzionisanja dati u obliku tablice preporučenih vrednosti svih elemenata površine za parkiranje za ulična parking mesta (Vujin, magistarski rad, 2011). Za razliku od postojećeg standarda vrednosti su date za širi dijapazon uglova, širina parking mesta i širina prolaza. Na projektantu ostaje da u zavisnosti od postavljenih nivoa usluge izabere one vrednosti koje omogućavaju maksimizaciju broja parking mesta na određenom uličnom frontu za parkiranje putničkih automobila.

Ključne reči: nivo usluge u parkiranju, dimenzije parking mesta

Abstract: Parking management strategies are implemented by the appropriate parking policy selection and transportation system strategy. Proper selection of a suitable surface for parking occurs as a result of the output process of physical planning and technical parking regulation in the first phase of the parking policy. On-street parking will still be a long time in a large percentage represented in the parking spaces structure in cities in the Republic of Serbia. The problem of choice

of the optimal parking surface access in order to maximize the number of parking spaces in the defined street front by accepting a certain level of service to the parking places customer.

Technical regulation of parking in a particular area is carried out according to the following standards for the sizing of parking places. Since 1980 dimensions of parking spaces are defined in the Serbian standard SRPS U.S4.234. The results represent the optimization of parking space (Putnik, 1973) based on vehicle characteristics from a sample of potential users taken on the ground because the first published data on the total population of registered passenger cars by brands and types for 1972 were published in December 1975. The officially data cease to be published in 1990 but still can be found in electronic form. This paper presents dimensional characteristics changes of the passenger cars fleet in the Republic of Serbia since 1972 year as a reason for redefining the parking stall dimensions.

Values of surface elements for on-street parking stall (stall length, stall width and aisle width) in the form of standards are shown by different countries depending on the applied methodology for the parking place design. American authors (*Luz et al, 2002*) define the different widths of parking places for different categories of users (residents, employees, etc.), wide range of parking angles and the single aisle width regardless of the width of parking spaces. Characteristic of Australian authors (*Damen et al, 2005*) is that the one stall width may provide different aisle width depending on the different traffic flow. Austrian standard is most similar in appearance to the domestic standard (*Pech et al, 2006*) where "trial and error" on a sample of vehicles and drivers, like the U.S., determined aisle width.

For the purpose of redefining the existing standards for parking space dimensioning this paper shows the levels of service to customers in the process of entering / exiting the parked vehicle and in the process of maneuvering that will, depending on the type of parking spaces (parallel parking, angled parking or perpendicular parking) affect the values of parking space elements.

Technological demands for certain level of comfort when customer enters or leaves the vehicle in the distance between parked cars determined required parking stall width. Customer requirements are explored and the results are used to define the levels of service to customers in order to determine the minimum and maximum parking stall width.

Way of entering to parking stall and level of maneuver complexity, in the process of maneuvering, are two parameters that significantly affect the parking stall dimensions. For users of parking spaces are offered a lower level of service if they are required to reversed parking or higher level of maneuver complexity. Criteria for the offer of a certain level of service depends on, the one hand, the savings that come in the parking stall design, and the other, the traffic conditions in which the park is done. Depending on the type of parking level of service in the process of maneuvering could affect on the parking stall size (parallel parking) or on the aisle width (angle parking). The highest level of service offered to users if the aisle width dimensioned for the lowest possible level of maneuver complexity. However, some sections of the on-street parking, because of the available width of the roadway, the only possibility for the realization of parking places is the introduction of a higher level of maneuver complexity when entering/exiting parking lots resulting in less involvement of the aisle width. Therefore, the level of maneuver complexity directly dependence on the available width of the roadway that can be used to enter/exit the parking lots.

Parking lot should be dimensioned only what is minimally necessary to set the vehicle on the parking place according to the level of service criteria and space limitations. This can be achieved if the conditions for passenger car when entering or exiting the parking of moving the way of movement which is known as a maneuver. Calculation of all elements of the parking space is based on known geometry method (Putnik, 1973) and done for all vehicles from the database of registered vehicles. The randomness in the way of stacking vehicles has been taken into calculation of the aisle width. Because of the service level criteria formulas for calculating of the parking space elements were modified and improved. All values of stall length, stall width and aisle width serves at least 95% of cases.

The final goal of this paper is to give the output of the design procedure in the form of a table of recommended values of all elements of parking lot for on-street parking (Vujin, master thesis, 2011). Unlike the existing standard values are given for a wider range of angles, stall widths and aisle widths. For the designer remains that according to the desired level of service use values that allow the maximization of the number of parking spaces for on-street parking of passenger cars.

Key words: level of service in parking, parking stall dimensions

МЕРЕ ЗА РЕШАВАЊЕ ПРОБЛЕМА ПРЕЛИВАЊА ЗАХТЕВА ЗА ПАРКИРАЊЕМ

MEASURES FOR SOLVING SPILLOVER PARKING PROBLEM

Горан Малетић, дис⁸³; Зоран Радојевић, дис⁸⁴

Резиме: Градске управе у намери да расположиви број паркинг места учине доступним што већем броју корисника и спрече негативне ефекте у паркирању, у зонама високе атрактивности често уводе рестриктивни режим паркирања. Као последица увођења режима паркирања, један број корисника ће одустати од доласка аутомобилом у зону, док ће други наставити да користе аутомобил, тражећи алтернативно решење за паркирање. Алтернативна решења могу да буду у виду непрописног паркирања, паркирања на вануличним паркиралиштима или паркирања изван зоне у којој важи рестриктивни режим. Непрописно паркирање може да буде санкционисано, паркирање на вануличним паркиралиштима је често скупо и недоступно, тако да се највећи број корисника којима не одговара режим паркира на ободу зоне. Уколико није спроведена пажљива анализа приликом увођења режима паркирања, притисак захтева за паркирање на ободну зону ће бити велики, што може да доведе до поремећаја у функционисању читаве области. Преливање паркирања може да се јави и као последица повремених догађаја са великим бројем посетилаца (спортских дешавања, концерати, посете болницама), и у том случају морају се развити планови за решавање овог проблема.

У свету се користе различите мере за решавање овог проблема:

- Израда планова преливања паркирања за вршни период и повремена дешавања;
- Развој вануличних паркиралишта за преливање, са брзом и ефикасном услугом јавног превоза. Нпр. то могу бити Парк анд Риде паркиралишта са којих се јавним превозом долази до зоне атрактивности;
- Ако постоје приватна паркиралишта или гараже у близини који имају вишак капацитета током вршног периода, треба омогућити власницима поседа да изнајме вишак паркинг места или да врше наплату за њихово јавно коришћење током ванвршног периода функционисања;
- Охрабрити установе (предузећа) која генеришу проблем преливања паркирања да учествују у програму смањења захтева за паркирањем, као што су субвенционисање карте за јавни превоз, заједничко путовање, паркинг за бицикле и друге повластице;
- Развој програма паркирања са дозволама за станаре. Само локални становници и њихови гости могу да паркирају на улици или на одређеним паркиралиштима, током читавог периода или током вршног периода преливања;

⁸³ Институт ИМС, Београд, goran.maletic@institutims.rs

⁸⁴ Институт ИМС, Београд, zoran.radojevic@institutims.rs

- Комбинација паркинг планова са дозволама за станаре и области у којима станари остварују користи од паркирања. Овим планом може се омогућити неким посетиоцима да паркирају уз надокнаду, а на тај начин се остварује приход који ће бити искоришћен за добробит локалне заједнице;
- Забрана паркирања у стамбеним улицама током вршног периода. Ово може бити једини начин да се спречи преливање паркирања током по-времених догађаја;
- Постављање временских ограничења на улицама у области где се пре-ливају возила. У стамбеним зонама, ово може бити комбиновано са пар-кинг планом дозвола за станаре. На овај начин би се омогућило посети-оцима да паркирају ограничено време, док становници могу да паркира-ју у било које време;
- Наплата на уличним фронтovima у комерцијалним подручјима, ако пар-кирање дневних миграната утиче на пословање у зони;
- Контрола и санкционисање прекршаја у вези режима паркирања и не-прописног паркирања;
- Демотивисање власника продавница и запослених да паркирају испред локала.

Пре доношења одлуке коју меру применити да би се спречило преливање захтева треба пажљиво оценити ситуацију у паркирању. Такође је потребно утврдити одговоре на следећа питања: Када се јавља проблем? Које су дести-нације атрактивне за возила која стварају проблем преливања? Да ли се пре-ливање јавља у току читавог периода? Које улице или паркиралишта су под утицајем преливања? Да ли тренутно постоје било какве мере у паркирању у тој зони (наплата, временско ограничење, или ограничења у коришћењу)? Да ли постоје друга паркиралишта у близини која су добро лоцирана за прихвата-ње захтевима за паркирање током периода преливања? Да би се добили одго-вори на ова питања некада је неопходно да се уради потпуна студија паркира-ња. У овом случају студија треба да укључи зону због које се јавља проблем, исто као и област где је проблем преливања уочен. Становници и власници локала у обе области треба да буду укључени у прикупљање и разматрање података као и у избор најбоље мере за решење проблема.

Приликом одлуке коју од мера треба применити на одређеном локацији по-ребно је вредновати више могућих решења, и након утврђених користи и не-достатака сваке од могућих солуција, потребно је изабрати ону за коју се оче-кује да ће дати најбоље резултате.

Кључне речи: мере у паркирању, преливање паркирања

Abstract: City government in order to make parking spaces available to as many users and prevent negative effects on parking in areas of high attractiveness often introduce restrictive parking regime. As a result of introducing parking regime, a number of users will give up on coming into the zone by car, while others will continue to use the car, looking for an alternative parking solution. Alternative solutions may be in the form of illegal parking, off-street parking or parking outside of the zone in which applies a restrictive regime. Illegally parking can be sanctioned, the off-street parking is expensive and often unavailable, so that the largest number

of users that does not match regime is parked at the edge of the zone. If not done in a careful analysis of introducing parking regime, parking pressure in the peripheral zone will be large, which can lead to disruptions in the functioning of the entire area. Spillover parking may occur as a result of periodic events with a large number of visitors (sporting events, concerts, visits of hospitals), and in that case they must develop plans to address this problem.

In the world are used different measures to solve this problem:

- Development of spillover parking plans for peak periods and special events;
- Encourage or develop off-site parking for spillover, with shuttle service if needed. For example, Park and Ride lots may serve as off-site lots to access downtowns if shuttle service is provided;
- If there is private parking and garage in the vicinity that have extra capacity during peak hours, that should be allow the owners to lease excess parking spaces, or to charge for use by the public during off-peak hours for this site;
- Require or encourage the establishments that generating the spillover parking to participate in programs to reduce parking demand and traffic, such as subsidized transit passes, car sharing, bicycle parking, etc.
- Develop a residential permit parking program. Only nearby residents and their guests may park on the streets or in certain lots, during the entire day or during peak spillover periods;
- The combination of a residential parking permit program with the parking benefit district, so residents can enable the visitors to park for a fee, and thus generate income that will be used for the benefit of local communities;
- Prohibit all parking on neighbourhood streets during peak hours. This may be the only way to prevent spillover parking during special events;
- Establish time restriction on the streets in the area where the spillover parking exist. In residential neighbourhoods, this can be combined with a residential permit parking program to allow outside users to park for a limited time, while allowing residents to park at any time;
- Charge for on-street parking in commercial areas if businesses are being impacted by commuter parking;
- Increase enforcement of time limits, permit parking, meters, etc.
- Discourage shop owners and employees from parking in front of their stores.

Before deciding to apply measure to prevent spillover parking it should be carefully assessed the situation in the parking. It is also necessary to determine the answers to the next questions: When does spillover occur? What destination is attracting the vehicles that are causing the spillover parking? Is it completely full at times when the spillover is occurring? What streets and parking lots are faced with the problem of spillover parking? Is there currently any regulation on parking in those areas (pricing, time limits, or restrictions on use)? Is there other parking nearby that would be better suited to handling spillover parking demand during that periods? It may be necessary or desirable to conduct a full parking study to find the answers to these questions. In this case, the study area should include both the area that could be causing the spillover problems as well as the neighbourhoods and lots where the spillover problems have been noticed. Residents and property owners in both areas should be involved in collecting and consideration of the data and in deciding on the best response.

When deciding which of the measures to be applied in a particular location is necessary to evaluate several possible solutions, and after the established benefits and weaknesses of each possible solution, it is necessary to choose the one that is expected to give the best results.

Key words: parking measure, spillover parking

ЕФЕКТИ ПРИМЕНЕ РАЗЛИЧИТИХ ЦЕНА ПАРКИРАЊА У ТОКУ ДАНА У ЈАВНИМ ПАРКИНГ ГАРАЖАМА

EFFECTS OF DIFFERENT PARKING PRICE IN PUBLIC PARKING GARAGES DURING THE DAY

Владимир Чуљковић, дис⁸⁵

Резиме: Паркинг гараже за јавну намену су објекти који се граде у атрактивним градским зонама у којима је услов за реализацију квалификоване потражње⁸⁶ ефикасно коришћење укупне структуре паркинг места. Трошкови изградње паркинг гаража (нарочито подземних) су велики (потребно је више година експлоатације да би се једна таква инвестиција отплатила). Са економског аспекта, недопустиво је градити скупе објекте а не обезбедити услове да ти објекти буду искоришћени у довољној мери а да се истовремено у утицајној зони (уколико не ефикасно функционише систем за контролу и санкционисање прекршаја у паркирању) велики број возила паркира на недозвољеним местима.

Цена паркирања је најчешћи начин управљања паркирањем. Ово је разумљиво када се има у виду да је то параметар који је једноставно променити а чија промена не захтева употребу напредних технологија (Дациерно и остали, 2006.). Када су у питању паркинг гараже може се рећи да је цена паркирања параметар који има пресудан значај на попуњеност. Ово се посебно односи на оне кориснике који нису унапред опредељени за одређену структуру паркинг места. Код ових корисника цена је основни фактор који одлучује о избору структуре паркинг места (Литман, 2010.) или основни фактор избегавања паркирања у гаражи уколико је цена паркирања на уличним паркинг местима (у даљем тексту општа паркиралишта) нижа. У случају бесплатног или јефтиног уличног паркирања корисници би радије кружили у потрази за слободним паркинг местом него што би паркирали на вануличним местима што би, између осталог, изазвало и неефикасно коришћење вануличних паркинг места (Голиас и остали, 2002.).

У Београду⁸⁷ у вршном сату попуњеност општих паркиралишта износи 139% а гаража 64% при чему је цена паркирања по започетом сату паркирања на општим паркиралиштима 56, 38 и 31 динар у зависности од зоне паркирања а у паркинг гаражама 75 динара за први и 90 динара за сваки наредни започети сат паркирања. Претходно наведени податак о попуњености општих паркиралишта указује да систем за контролу и санкционисање прекршаја на општим паркиралиштима у утицајној зони паркинг гаража не функционише адекватно. Имајући у виду да је основна предност коју општа паркиралишта имају у односу на гараже близина коначном циљу путовања постојање и квалитетно функ-

⁸⁵ Универзитет у Београду – Саобраћајни факултет, Београд, v.culjkovic@sf.bg.ac.rs

⁸⁶ Квалификована потражња представља оне категорије корисника које морају (становници) и које треба (категорије корисника неопходне за нормално функционисање садржаја зоне) да се паркирају у одређеној зони

⁸⁷ Истраживања извршена на уличним паркиралиштима и у паркинг гаражама у Београду 2011.

ционисање поменутог система је практично предуслов да се гараже уопште користе.

Обзиром да је цена паркирања основни параметар управљања паркирањем у паркинг гаражама потребно је одредити њену висину тако да прогнозиран захтев за паркирање одговара унапред дефинисаном жељеном искоришћењу регуларног броја паркинга места. Из тог разлога анализиран је утицај промене цене паркирања на попуњеност паркинга гаража у односу на почетно стање. Анализа је вршена на основу поређења реализоване попуњености паркинга гараже при различитим ценама паркирања у паркинг гаражама у централној зони Београда (паркинг гараже: Обилићев венац, Зелени венац, Масарикова и Пионирски парк). Подаци коришћени у анализи преузети су из документационе основе предузећа које управља радом паркинга гаража у Београду (ЈКП "Паркинг сервис"), обзиром да се у посматраним гаражама евиденција о карактеристикама функционисања паркирања води електронским путем. Жељени опсег попуњености одређује се у складу са условима паркирања на датом простору. Обзиром да је истраживање обављено за услове Београда, усвојен је опсег попуњености између 65% и 95%.

Праћен је период од 2008. до 2010. године током којег је цена паркирања два пута мењана и у гаражама и на општим паркиралиштима. При том је цена паркирања у гаражама и у почетном стању и после сваке промене цена била већа или једнака цени паркирања на општим паркиралиштима. Осим тога, ни систем за контролу и санкционисање прекршаја није био довољно ефикасан (проценат нерегуларних паркирања на улицама се практично није смањивао).

На основу анализе попуњености паркинга гаража током 24 сата али и током периода атрактивности (од 7 до 21 час) примећено је да се, са аспекта попуњености, период од 24 часа може поделити на три дела, период минималне атрактивности, период средње атрактивности (период раста атрактивности од минималне до максималне) и период максималне атрактивности (период у којем је попуњеност паркинга гаража једнака или већа од усвојене горње границе од 95%). За паркинг гараже у Београду, у почетном стању, период максималне атрактивности се јавља између 10 и 15 часова, док је остатак периода од 7 до 21 час период средње атрактивности.

У периоду минималне атрактивности не постоји довољно захтева за паркирање (гараже су попуњене око 20% а на улицама постоји одређени број слободних регуларних паркинга места). У том периоду паркирање на општим паркиралиштима је бесплатно без временског ограничења, док је у паркинг гаражама цена паркирања иста као и у периоду атрактивности. Обзиром на основну предност уличних паркинга места у односу на ванулична (близина места паркирања коначном циљу путовања), не може се очекивати да би се паркинг гараже у овом периоду више попуниле чак и када би паркирање у њима било бесплатно.

У периоду средње и максималне атрактивности повећање цене паркирања утицало је да се попуњеност паркинга гаража смањи. За период максималне атрактивности то је до одређене висине цене позитиван ефекат јер је у већини гаража овом периоду попуњеност достигала или све време била 100% што није прихватљиво с обзиром на усвојени критеријум од 95% за максималну попуњеност. Претерано повећање цене довело је до тога да у овом периоду по-

пуњеност падне испод доње прихваћене границе опсега попуњености од 65%. У периоду средње атрактивности и у почетном стању попуњеност није била велика па је додатно повећање цене још више испразнило већ недовољно попуњене паркинг гараже. Ако се цена паркирања толико повећа да се одбијен велики број корисника, а гараже остану скоро празне, поставља се питање потребе постојања паркинг гаража.

Обзиром да цена не утиче на попуњеност у периоду минималне атрактивности а да се током периода средње атрактивности гараже постепено пуне и празне, усвојен је критеријум да попуњеност треба одржати у жељеном опсегу минимално 65% периода средње и максималне атрактивности.

На основу спроведене анализе закључено је да једна цена паркирања која важи током свих 24 сата (радно време гаража) не може да задовољи постављене критеријуме који се односе на попуњеност паркинг гаража без обзира на висину цене. Сходно томе, у периоду средње атрактивности треба примењивати цене паркирања које ће повећавати попуњеност, а у периоду максималне атрактивности цене за достизање горње границе жељеног опсега попуњености. У том циљу, у периоду средње атрактивности треба применити нижу цену паркирања, а у периоду максималне атрактивности (само када је попуњеност већа од горње границе жељеног опсега попуњености) вишу цену паркирања.

На основу дефинисаног жељеног степена попуњености паркинг гаража, величине потражње за паркирање и односа корисника према цени формиран је симулациони модел за одређивање цене паркирања која ће попуњеност паркинг гараже довести у жељени опсег. Модел је тестиран на примеру паркинг гараже "Зелени венац" која се налази у централној зони Београда. Истражено је шта би се догодило да је у почетном стању, уместо цена паркирања које су примењене у реалним условима, примењена различита цена паркирања у току периода атрактивности. У циљу дефинисања адекватне цене паркирања на основу поменутог симулационог модела методом покушаја симулиране су различите цене паркирања. На основу резултата симулације изабрана је цена паркирања који би за задате услове, да је примењена, обезбедила попуњеност у границама жељеног опсега у жељеном временском периоду. Штавише, попуњеност би се око 65% времена кретала између 80% и 92% (постављен је критеријум да 65% времена попуњеност буде између 65% и 95%) што указује на могућност редефинисања постављених критеријума. Симулацијом је истражено и да ли би примена различитих цена утицала на обим паркирања. Резултати су показали да би обим паркирања у том случају био за око 7% већи у односу на обим остварен у реалним условима.

Ово указује да примена различитих цена паркирања у паркинг гаража у току дана (периода атрактивности) даје низ позитивних ефеката који се односе на достизање жељеног нивоа попуњености, на њену уједначеност и на већи остварени обим паркирања што је у сагласности са основним задатком управљања паркирањем а то је што боље искоришћење расположивог броја паркинг места.

Кључне речи: цена паркирања, попуњеност паркинг гаража, обим паркирања

Abstract: Public parking garages are usually constructed in attractive urban areas. Economically, it is unacceptable to build expensive facilities and not to provide conditions that these facilities are utilized sufficiently while in the zone of influence (if the system for control and sanction of parking violations is inefficient) large numbers of vehicles parked in prohibited areas.

Since the parking charge has a crucial importance on parking garage occupancy, it is necessary to determine its level so that the predicted demand for parking corresponds to a predefined desired utilization of the regular number of parking spaces. For this reason, it was analyzed the impact of various parking prices on occupancy of parking garages in the central zone of Belgrade (parking garage: Obilićev venac, Zeleni venac, Masarikova and Pionirski Park). Adopted occupancy range was between 65% and 95%.

Based on the analysis it was concluded that one price of parking, which is valid during all 24 hours (working hours of the garage) can not meet the set criteria relating to the parking garage occupancy regardless of the price.

A simulation model was used for examining the impact of various parking prices during the day on parking garages occupancy. The model was tested on the parking garage "Zeleni venac". Based on the results of simulations it was concluded that the application of different prices for parking in the parking garage during the day (period of attractiveness) gives the number of positive effects related to achieving the desired level of occupancy, for its consistency and achieved greater volume of parking which is consistent with the primary task of a parking management to the better utilization of available parking spaces.

Key words: parking price, parking garage occupancy, parking volume

УТИЦАЈ ПАРКИРАЊА НА БЕЗБЕДНОСТ САОБРАЋАЈА

IMPACT OF PARKING ON TRAFFIC SAFETY

Вељко Кнежевић, дис⁸⁸

Резиме: Пораст броја аутомобила у градовима је реалност и дешава се без престанка. Са све већим степеном моторизације у градовима расте број саобраћајних незгода али и број незгода које се дешавају због паркирања. Велики градови живе у перманентном недостатку паркинг места. Из тог разлога све више је паркираних аутомобила уз ивичњаке, па се као последица јављају саобраћајне незгоде.

Проблем настајања саобраћајних незгода због паркирања може се поделити на две целине: проблеми због уличног паркирања и проблеми због вануличног паркирања, односно паркирања у гаражама. Са аспекта настанка саобраћајних незгода, нарочито је проблематично улично паркирање јер се паркирањем на уличним фронтима смањује капацитет саобраћајница и повећава ризик од настанка незгоде. Ванулично паркирање је са аспекта настанка саобраћајних незгода мање значајно.

Проблеми који настају због уличног паркирања произилазе, пре свега, из интеракције возила која се паркирају са пешацима, бициклистима и динамичким саобраћајем. Улично паркирање је чест узрок настанка уских грла на коловозу, створених чак и једним заустављеним возилом. Улице су пре свега намењене кретању па саобраћајни ток мора имати приоритет за коришћење саобраћајнице, али возила која се паркирају не могу бити у потпуности елиминисана са улица. Трговци подржавају ивично паркирање због доласка доставних возила, док су полиција, градске службе и сви остали заинтересовани за експедитивно одвијање саобраћаја против. Колизација између ових различитих захтева и просторних могућности доводи до конфликтних ситуација између различитих учесника у саобраћају.

Због могућности да се смести већи број возила, паркирање под углом више одговара возачима, међутим, поступак напуштања паркинг места под углом је ризичнији по питању настанка незгоде него у случају паркирања под 0°. Још једна непогодност је то што делови паркираног возила могу прећи на тротоар смањујући тако слободну површину за кретање пешака и бициклиста. Непогодност је и то што су возила својим задњим делом изложена саобраћајном току. И паркирање под 0° има своје мане, јер сам поступак упаркиравања обично захтева кретање возилом уназад што неки возачи тешко могу извршити без два до три покушаја, а то обично омета саобраћајни ток. Возачи имају различите навике: неки излазе полако, неки брзо, једни са минималним растојањем, други остављају празан простор. Ово показује да су захтеви за простором на коловозу различити и да је око паркираних возила увек опасна зона, зато постоје и препоруке о неопходној ширини улице.

⁸⁸

Ковинг д.о.о., Београд, knezevic_veljko@yahoo.com

Најчешће незгоде које се дешавају приликом паркирања у гаражама дешавају се при маневрисању, односно при уласку/изласку возила са паркинг места. Разлог зашто је то тако лежи пре свега у чињеници да су паркинг гараже простори стриктно намењени паркирању и на којима пре свега нема толико пешака као што је то случај на улици.

Незгоде које укључују два возила у покрету, или када возило у покрету удари у паркирано возило, су резултат немарности, пре него грешака у пројектовању паркинг простора или у његовом раду. Највећи број саобраћајних незгода укључује возило које се креће и удара у паркирано возило, после тога је најчешћи случај судар између два возила која се крећу, а само мали број незгода настаје тако што возило удара у фиксни објект или пешака.

Незгода која се дешава када возило које се креће удара у паркирано возило најчешће се дешава када возило улази на паркинг место или излази са паркинг места.

Незгода која укључује два возила у покрету типично се дешава када возило излази са паркинг места ходом уназад и дође у интеракцију са возилом које се креће пролазом. Овакве незгоде се генерално дешавају због непажљивости возача, мада је и прекорачење брзине кретања возила у пролазу фактор који томе доприноси.

Још једно потенцијално опасно место се јавља на местима укрштања на крају реда паркирања када није обезбеђен адекватан простор за скретање и адекватна ширина.

Да би се смањила опасност од настанка саобраћајних незгода због паркирања треба обратити пажњу на следеће:

- Наметнути строго дефинисане услове за пројектовање.
- У улицама у којима постоји ивично паркирање било би пожељно формирати групе од по два до три паркинг места.
- Поставити баријере, граничнике и заштитне ограде за пешаке на свим критичним местима.
- Елиминисати ивично паркирање где год се оно покаже као негативно, а стимулисати га тамо где нема негативног утицаја на околину и остале видове саобраћаја.
- Стриктно поштовати и примењивати законски предвиђене мера.
- Смањити брзину у улици у којој постоји ивично паркирање прекидањем саобраћајног тока светлосном сигнализацијом.
- Стамбене зоне са ивичним паркирањем морају бити ван утицаја транзитног саобраћаја.
- Места на којима се играју деца морају бити посебно обезбеђена од прилаза возила и паркирања.
- Потребно је повећати уочавање пешака, посебно деце, ноћу и у сумрак применом ретрорефлектујућих материја.
- Подићи саобраћајну културу возача и пешака на већи ниво кроз образовање, курсеве, акције и кампање о безбедности у саобраћају.
- Возачи морају обратити максималну пажњу при паркирању, прилагодити брзину и тако смањити ризик од настанка незгоде.
- Водити прецизну евиденцију о незгодама у вези са паркирањем и дефинисати проблематичне околности настанка незгоде.

- У гаражама би требало планирати погодне шеме паркирања, планирати пешачке токове и свести број конфликтних тачака на најмању могућу меру.
- Планирати и градити што више гаража и смањити појаву уличног паркирања на најмању могућу меру.
- Комбиновање свих претходно наведених мера.

Овај рад има за циљ да скрене пажњу на ситуације, проблеме и незгоде које се дешавају због паркирања, те да широкој јавности, а пре свега људима из струке, укаже на нарастајући проблем небезбедности који се дешава због паркирања. Све то је у циљу побољшања саобраћаја у градовима, комфора учесника у саобраћају и квалитета паркирања, те квалитета живота у градовима уопште.

Кључне речи: паркирање, безбедност саобраћаја

Abstract: The increase in the number of cars in the cities is a reality and it occurs constantly. With ever growing level of motorization in the cities number of accidents increases as well as number of accidents due to parking. Large cities suffer a permanent lack of parking spaces. For this reason, number of cars parked along the curbs increases and as a consequence accidents occur.

Traffic accidents due to parking can be divided into two groups: the problems due to on-street parking and the problems due to off-street parking and parking garages. From the aspect of accident occurrence, on-street parking is especially problematic because on-street parking reduces street capacity and increases the risk of an accident occurrence. Off-street parking is less important from traffic safety point of view.

Problems arising from on-street parking happens primarily due to interaction of cars which are parking with pedestrians, cyclist and moving traffic. On-street parking is common cause of bottleneck which can be created even by one stopped car. Streets are primarily intended for moving so traffic flow has to have priority, but parked cars can not be completely eliminated from the streets. Merchants support on-street parking because of delivery vehicles, while police, city administration and other stakeholders interested in expeditious traffic flow are against it. The collision between these different requirements leads to the conflict situation between different road users.

Because of its ability to accommodate a larger number of cars, drivers prefer angle parking, however the process of exiting parking space is more risky in terms of accident occurrence than in the case of parallel parking. Another disadvantage is that parts of parked car can be on the pavement thus reducing space for pedestrian and cyclist. Disadvantage is that cars back is exposed to moving traffic. Parallel parking has also its disadvantages because parking manoeuvre requires moving backwards which is for some drivers hard to accomplish without two or three attempts, and this usually disturbs traffic flow. Drivers have different habits: some drive slowly, some quickly, some with minimal distance, other leaves great gap. This shows that requirements for road space are different and that around parked cars there is a dangerous zone, that is why recommendations on necessary width of the streets exist.

The accidents in parking garages usually occur during parking maneuvering, i.e. when vehicle enters/exits parking space. The reason for this lies in the fact that parking garages are strictly intended to parking and there is not as many pedestrians as at the streets.

The accidents involving two moving vehicles or when moving vehicle hits to the parked vehicle are the result of negligence rather than parking design errors. The highest number of traffic accidents involves moving vehicle that crashes parked vehicle, after that the most common case is a crash between two moving vehicles, and only a small number of the accidents occur when vehicle crashes the fixed object or pedestrian.

The accident that occurs when a moving vehicle crashes the parked vehicle usually happens when vehicle enters or exits parking space.

The accident that involves two moving vehicles typically occurs when vehicle exits parking space by moving backward and interacts with a vehicle moving on street. These accidents usually happen because of driver negligence, although the speed excess can contribute to it.

Another potentially dangerous place is the place of interaction at the end of the parking line when adequate space for turning and adequate width are not provided.

To reduce the risk of traffic accidents occurrence due to parking following should be considered:

- Enforce stringent requirements for parking design.
- In the streets with on-street parking it is desirable to form a groups of two to three parking spaces.
- Barriers, border guards and security fences for pedestrians should be set at all critical points.
- On-street parking should be eliminated wherever it proves negative and should be encouraged where there is no negative impact to the environment and other transport modes.
- Legal measures must be strictly respected.
- Reduce speed in a street with on-street parking by interrupting traffic flow with traffic light.
- Residential zones with on-street parking must be out of influence of through traffic.
- Places where children play must be provided separately from the vehicle access and parking.
- It is necessary to increase detection of pedestrians, particularly children, at night and at dusk using reflecting matter.
- Increase traffic culture of drivers and pedestrians at a higher level through education, courses, actions and campaigns on traffic safety.
- Drivers must pay attention when park, adjust speed and thus reduce risk of traffic accident.
- Maintain accurate records of accidents related to the parking and define problematic circumstances of accident occurrence.
- In the parking garages suitable parking schemes should be designed, plan pedestrian flows and reduce number of conflict points to a minimum.
- Plan and build more parking garages and reduce on-street parking to a minimum.
- Combining all the above measures.

This paper aims to draw attention to the situations, problems and accidents that occur due to parking and to highlight the growing problem of insecurity due to parking to general public and especially to people from profession. All this is to improve urban transport, road users comfort and quality of parking and therefore quality of life in the cities in general.

Key words: parking, traffic safety

ДЕФИНИСАЊЕ СЕКТОРА ЗА КОНТРОЛОРЕ У ЗОНАМА СА РЕСТРИКТИВНИМ РЕЖИМОМ ПАРКИРАЊА

DEFINING OF THE SECTOR FOR CONTROLLERS IN ZONES WITH THE RESTRICTIVE PARKING REGIME

Марјана Радосављевић, дис⁸⁹; Душан Радосављевић, дис⁹⁰

Резиме: На основу Студије стационарног саобраћаја за град Ниш која се примењује од маја 2007. године дефинисане су две зоне за паркирање :

- црвена зона (са око 1100 пм) у којој важи временско ограничење од 60 минута и
- зелена зона (са око 2100 пм) са временским ограничењем од 180 минута.

Студијом је дефинисано ко мора, ко треба, ко може, ко не треба и ко не сме да паркира у централној градској зони. Становници и посетиоци од којих зависи примарно функционисање градских садржаја су категорије које морају да паркирају у централној градској зони.

Студијом су предвиђани системи наплате у посматраним зонама:

- наплата паркирања путем паркинг карте
- наплата паркирања путем СМС-а
- наплата путем претплатних карата (односи се на становнике зоне)

Без обзира на примењену врсту система наплате паркирања утврђен је јединствен систем контроле са прописаном процедуром без обзира на зону у којој се примењује. Од функционисања система контроле зависи и одрживост целокупног система паркирања.

Службу паркинг контроле чине руководилац службе, координатор службе, пословође и контролори.

Основни задатак контролора је да на терену, у делокругу свога рада (свом сектору) врши уочавање возила чиме проверава да ли је за дато возило плаћен паркинг. Сваки контролор поседује ПДА уређај (ручни рачунар) у који уноси регистарске ознаке возила. Уређај преко рутера ГПРС мрежом шаље податак сервер за комуникацију који се налази у Служби за контролу паркирања који проверава да ли је корисник извршио обавезе (претплата или плаћено паркирање СМС поруком). Уколико корисник нема плаћен паркинг ни једним од понуђених начина контролор му издаје дневну карту коју је корисник дужан да плати у року од 7 дана. Контролор код себе има налог за издавање дневне карте на који ће закачити исечак из штампача на коме се види марка и тип возила, време првог уочавања возила, време наредног уочавања као и члан по коме је издата дневна карта. Дневна карта може бити издата по два члана – због неплаћања паркирања или због прекорачења дозвољеног времена паркирања. Контролор је дужан да дневну карту остави на видном месту испод брисача ветробрана. Такође је контролор дужан да фотографише возило са днев-

⁸⁹ ЈКП „Паркинг сервис, Ниш, dusan.radosavljevic@vtsnis.edu.rs

⁹⁰ Висока техничка школа струковних студија, Ниш, marjana.radosavljevic@nisparking.rs

ном картом како би се касније обезбедио доказ у случају да корисник уложи жалбу да није примио дневну карту.

Контрола се врши у две смене, у првој од 7-14 часова и другој од 14 часова до 21 час. Свака смена има свог пословођу који организује рад контролора (прави распоред по секторима) као и врши контролу рада контролора.

Један од основних задатака при организовању службе контроле је дефинисање сектора за контролоре. Сектор за контролоре представља област односно део зоне у коме контролор врши уочавање возила и издавање дневних карата. Контролор смену започиње на почетку прве улице у сектору. Контролор је дужан да по доласку на сектор (било да се односи на почетак смене или по доласку са паузе) изврши уочавање свих возила која се налазе на сектору (било да су то возила станара које унапред зна или возила осталих корисника). Контролор сваког дана од свог пословође добија радни налог са новим сектором.

Овим радом је обухваћено и дефинисање поступка за одређивање величине сектора за контролоре.

На почетку функционисања система дефинисано је 20 сектора за контролоре. Сектори су дефинисани на основу угла паркирања и зоне којој припадају. Тако су сектори у којима преовлађује подужно паркирање или паркирање под углом од 30 степени већи у односу на секторе код којих су паркинг места организована под углом од 60 или 90 степени. Сектори у зеленој зони где је веће временско ограничење већи су од сектора у црвеној зони.

После одређеног времена функционисања система уочени су недостаци таквог начина одређивања сектора и урађене су анализе на основу којих су сектори редефинисани.

Као главни недостатак који је уочен је велика разлика у броју корисника који не напуштају паркинг место. Тако су постојали сектори који су велики и у којима има јако мали проценат корисника који не напуштају паркинг места и велики проценат краткорочних паркирача који плаћају паркирање СМС-ом или паркинг картом. У таквим секторима контролор не стигне да уочи сва возила која су платила и изда дневне карте возилима у прекршају. Са друге стране постојали су сектори у којима има велики број возила која не напуштају паркинг место тако да контролор има мали број возила која имају СМС и која су у прекршају. Зато се наметнула потреба да се сектори реорганизују при чему се као битан фактор за њихово дефинисање узме број возила која не напуштају паркинг место.

Анализа и дефинисање сектора урађено је на основу истраживања које је извршено на простору целе црвене и зелене зоне дана 07. 03.2012. у периоду од 7 до 21 час.

У оквиру овог истраживања извршено је следеће:

1. Инвентарисање паркинг места по улицама
2. Пребројавање паркираних возила по категоријама корисника

На основу тих података извршено је редефинисање сектора тако да је као излазни резултат добијено такође 20 сектора с тим што њихова величина варира у зависности од броја корисника који не напуштају паркинг места. Новом организацијом добијено је да је неки сектор у делу где има пуно дугорочних паркирача и до 3 пута већи од сектора у којима је мали број корисника који не напуштају паркинг место.

Кључне речи: паркирање, контролор, сектор контроле, организација сектора

Abstract: Based on studies of the stationary traffic in the city of Nis, which is applicable from the month of May, 2007. These are the two zones defined for parking:

- Red zone (from about 1100 pp(parking places)), which applies a limit time of 60 minutes and
- Green Zone (from about 2100 pp) with a limit time of 180 minutes.

The study defines who must, who should, who can, who could not and who should not park in the central city area. Residents and visitors which of depends primarily functioning of town facilities, are the categories that need to park in the central city area.

The study predicted collection systems in the surveyed areas:

- parking charges by parking tickets
- payment of parking by SMS
- payment by prepaid card (applies to residents of the zone)

Regardless of the applied type of parking system, uniform system of control is used to the prescribed procedure, regardless of the zone which it applies in. From the system of control depends the sustainability of the overall parking system.

Service shall consist of a parking control service, service coordinator, foremen and supervisors.

The main controller's task is, to the scope of work (his area), to identify vehicles, and by that identification checks whether a given vehicle is paid for parking or not. Each controller has a PDA (handheld computer), containing the vehicle license plates. Device via router by GPRS network sends data to communication server, located in the parking service control and checks whether the user has made commitments (subscriptions or paid parking by SMS) or not. If the user does not have parking paid by any of the following methods, controller gives him daily ticket that the user is obliged to pay within 7 days. Controller has an account for issuing day tickets witch on he attaches segment from the printer, to see brand and type of vehicle, time of first observing the vehicle, the next time of observing, so as a particle of law by whom it was issued daily pass. Day ticket can be issued by two particles of law: due to non-parking or for exceeding the permitted parking time. The controller is obliged to leave the day ticket in a prominent place under the windshield wipers. Also, the controller is required to take a photo of vehicle, with the daily ticket, in order to later provide proof if the user did not appeal to receive a daily ticket.

Control is taking in two shifts, in the first-from 7 a.m. to 2 p.m and the second from 2 p.m. to 9 p.m. Each shift has its own supervisor who organizes the work of the controller (the real distribution of the sectors) and monitoring of the controllers. One of the main tasks in organizing the service sector is the definition of sectors for controllers. Sector for controllers is an area or part of it which the controller is identifying the vehicle in and issuing tickets daily. Controller starts his shift at the beginning of first streets in the sector. The controller is required to make the identification of all vehicles on the sector (either to the vehicle occupants to know in advance the vehicles or other users) upon arrival to the sector (whether related to

the beginning of shifts or on arrival from a break). Control receives, each day, from his manager, a work order with the new sector.

This paper deals with defining the procedure for determining the size of the Supervision Department.

At the beginning of operation, the system defines 20 sectors for the controllers. The sectors are defined by the parking zone angle and zone of parking, which they belong. Therefore, the sectors in which prevails longitudinally parking or parking at an angle of 30 degrees, are higher positioned than in sectors where parking spaces are organized by the angle of 60 or 90 degrees. Sectors in the green zone with larger limit time are higher than the sector in the red zone.

After some time of system functioning, shortcomings of this way of determining the sector are noted and made the analysis on which sectors are redefined.

As a major drawback is that there has been a big difference in the number of users who do not leave the parking place. Therefore, large sectors with a very small percentage of users who do not leave the parking spaces and a large percentage of short-term parking parkirers who pay by SMS or parking ticket. In these sectors, the controller is not able to identify all vehicles who paid ticket cards and issue daily tickets for vehicles in violation. On the other hand, there are sectors with large number of vehicles who do not leave the parking place so, the controller has a small number of vehicles that have the SMS and who are in violation. Therefore, a need arose to reorganize departments having as an essential factor in their definition to take the number of vehicles that do not leave the parking place.

Analysis and definition of the sector is based on research carried out on the whole territory of the red and green zones on 13/09/2011. between 7 a.m. to 9 p.m.

This study was carried out as follows:

1. The counting of parking spaces on the streets
2. The counting of vehicle by user categories

Based on these data, the redefining of the sector is done for a result of 20 as the output, whose size varies depending on the number of users who do not leave the parking spaces. With new organization, some areas with many longterm parkires are bigger to 3 times than areas with small number of users who do not leave the parking place.

Key words: parking, controller, control sector, sector organizations

Grupa F

ISTRAŽIVANJA U SAOBRAĆAJU

MODERATORI

Mr Nikola Čelar
Mr Vladimir Đorić

GRUPA F

ISTRAŽIVANJA U SAOBRAĆAJU

1. Studija sistema za rano uočavanje poledice na uličnoj mreži grada Beograda

Nebojša Čubriilo, dis, Nikola Glišović, dis, Marko Mladenović, dis, Institut za puteve a.d., Beograd

2. Horizontalna signalizacija tip II

Andrija Novaković, dis, 3M, Beograd

3. Tehnika istraživanja vremenskih gubitaka korišćenjem podataka sa GPS-a

Mr Nikola Čelar, dis, Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet, Beograd

4. Modelisanje ITS mere „dinamička promena voznihi traka“ u mikroskopskoj simulaciji

Gregor Pretnar, PNZ Consulting Designing Ltd., Ljubljana; Jure Pirc, Traffic design Ltd., Ljubljana

5. Inteligentni transportni sistemi – pružanje podrške bezbednosti i efikasnosti saobraćaja

Nađ Tomislav, dis, Sretenović Nataša, dis, Saobraćajno-tehnička škola, Zemun

6. Izbor metode za predviđanje prodaje mesečnih karata u sistemu javnog gradskog prevoza grada Beograda – primer zaposlenih lica –

Nemanja Deretić, dis, Fakultet Tehničkih Nauka, Univerzitet u Novom Sadu

7. Unapređenje kvaliteta ulaznih podataka za model COPERT 4

Jelena Trifunović, dis, mr Aleksandar Manojlović, dis, mr Vladimir Momčilović, dis, Milan Cvetković, dis, Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet, Beograd

-
- 8. Primena laserskog senzora za opservaciju saobraćaja – istraživanja, analize i otklanjanje problema**
Petar Komrakov, mis, Aleksandar Smukov, die, Marina Gordić, die, TRANS-TEX doo, Beograd
 - 9. Očekivani pozitivni i negativni efekti primene znakova o početku i kraju naselja na državnim putevima u Moravičkom okrugu**
Nataša Ostojić, dis, PUTINVEST d.o.o., Beograd
 - 10. Planiranje mera zaštite od buke na autoputu E-763 Beograd – Ljig – Požega, sektor II: Ljig – Požega, deonica 3: Takovo – Preljina**
Aleksandar Gajicki, dis, Saobraćajni institut CIP, Beograd
 - 11. Ekološki pokazatelji nivoa buke u saobraćaju grada Banja Luka**
Dr Veljko Đukić, Biljana Đukić, Panevropski univerzitet APEIRON, Banja Luka
 - 12. Istraživanje uticaja lakih teretnih vozila na signalisanoj raskrsnici centralne zone Doboja**
Mr Marko Subotić, dis, Bojan Marić, dim, Saobraćajni fakultet Univerziteta u Istočnom Sarajevu, Doboj;
Dejan Anđelković, dis, FTN Kosovska Mitrovica, Kosovska Mitrovica
 - 13. Mogućnosti primena softvera otvorenog koda u analizi saobraćaja kao deo “interneta stvari”**
Mr Srđan Tadić, die, Bitgear, Beograd

СТУДИЈА СИСТЕМА ЗА РАНО УОЧАВАЊЕ ПОЛЕДИЦЕ НА УЛИЧНОЈ МРЕЖИ ГРАДА БЕОГРАДА

THE STUDY OF SYSTEM FOR EARLY DETECTION OF BLACK ICE ON THE BELGRADE STREET NETWORK

Небојша Чубрило, дис⁹¹; Никола Глишовић, дис⁹²; Марко Младеновић, дис⁹³

Резиме: Приоритет у изради предметне Студије је дефинисање локација које са гледишта функционисања саобраћаја, у зимском периоду представљају уска грла и потенцијално опасна места. Благовремена информација о могућој појави поведице, која би са мерних станица била прослеђена зимској служби ЈКП "Београдпут", довела би до низа превентивних интервенција одржавања на свим критичним локацијама у току зимског периода. Систем за рано уочавање (откривање) поведице се састоји од спољашње мерне станице која је опремљена метеоролошким и коловозним сензорима. Систем служи за утврђивање метеоролошких услова на коловозу и рано упозорење зимској служби на опасност од стварања поведице. Систем се уграђује на претходно припремљену носећу конструкцију са свим потребним инсталацијама напајања и телекомуникација.

1. Увод

Студија мерних станица на подручју града Београда има за циљ да побољша зимско одржавање, а самим тим да повећа ниво безбедности саобраћаја на уличној и путној мрежи.

Благовремена информација о могућој појави поведице, која би са мерних станица била прослеђена зимској служби ЈКП "Београдпут", довела би до низа **превентивних интервенција одржавања** на свим критичним локацијама у току зимског периода.

У том случају, поред **подизања нивоа безбедности** за све учеснике у саобраћају, дошло би и до значајног **смањења трошкова функционисања зимске службе у оквиру ЈКП "Београдпут"**.

Приоритет у изради предметне Студије је дефинисање локација које са гледишта функционисања саобраћаја, у зимском периоду представљају уска грла и потенцијално опасна места.

Систем за рано уочавање (откривање) поведице се састоји од **спољашње мерне станице** која је опремљена **метеоролошким и коловозним сензорима**.

Систем служи за утврђивање метеоролошких услова на коловозу и рано упозорење зимској служби на опасност од стварања поведице. Систем се

⁹¹ Институт за путеве а.д., Београд, saob@highway.rs

⁹² Институт за путеве а.д., Београд, saob@highway.rs

⁹³ Институт за путеве а.д., Београд, margs1879@yahoo.com

уграђује на претходно припремљену носећу конструкцију са свим потребним инсталацијама напајања и телекомуникација.

Измерене вредности са уличне и путне мреже се путем припремљеног комуникационог линка шаљу у ЈКП "Београдпут", где се врши анализа и обрада података. Ти подаци служе за праћење и краткорочно предвиђање развоја метеоролошких прилика, а представљају полазну основу при одлучивању оператера зимске службе одржавања уличне мреже града Београда у ЈКП "Београдпут".

2. Локације мерних станица на подручју града Београда

Основни корак у дефинисању просторне дистрибуције мерних станица је анализа података о локацијама саобраћајних незгода на подручју града Београда у претходном периоду.

У том смислу су од **МУП-а, Полицијске управе за град Београд, Управе саобраћајне полиције** добијени подаци о локацијама саобраћајних незгода на подручју града Београда.

Преглед саобраћајних незгода са **настрадалим лицима** (повређени и погинули) је обрађен и припремљен за последње три "Зимске сезоне" (2008. - 2010. год.), као и преглед незгода **само са материјалном штетом** за сезону 2009./2010. година.

Подаци су узети само за период када је најнижа дневна температура ваздуха у одређеном периоду дана била испод 4 °C, са или без падавина у виду снега, суснежице, ледене кише, кише и сл.

На основу обрађених података може се уочити да се највећи број незгода са настрадалим лицима догађа на **прилазним путевима** граду Београду, са неповољним геометријским карактеристикама трасе, нарочито подужним.

У самом градском подручју, тј. на уличној мрежи највећи број саобраћајних незгода се догађа у деловима града са већим успонима, односно падовима.

У циљу благовременог превентивног деловања зимске службе ЈКП "Београдпут", а на основу свих претходно анализираних и података, као и **извршеног термалног мапирања коловоза на 36 локација у периоду од 30.01.2011. до 10.02.2011. године**, будуће мерне станице би било неопходно поставити на следећим локацијама:

1. на Панчевачком мосту,
2. на Бранковом мосту,
3. на (старом) трамвајском мосту,
4. на мосту "Газела",
5. на мосту преко потока Париповац у Жаркову (М-22, Београд - Чачак),
6. на улазу у Батајницу у близини надвожњака (М-22.1, Бгд - Н. Сад),
7. на ободу насеља Борча (пут М-24.1, Београд - Зрењанин),
8. у улици др. Ивана Рибара на Новом Београду,
9. код гробља "Лешће" на Сланачком путу,
10. у улици Војводе Степе у Кумодражу (код споменика),
11. у зони раскрснице улица Нине Кирсанове и Михајла Булгакова,
12. у Сурчину у зони уласка у насеље из смера Београда,
13. код мотела 1000 ружа, на надпутњаку пута Р-200, Бгд - Младеновац,

14. у зони раскрснице улица Булевар ослобођења и Паунове,
15. на Бежанијској коси у улици Марка Челебановића,
16. у улици Браће Јерковић (на превоју),
17. у Рушњу,
18. на окретници аутобуса 65 на Звездари,
19. у зони раскрснице улица Пилота Михајла Петровића и Маричке,
20. у зони улица Устаничке и Булевара краља Александра,
21. у зони "Плавог моста",
22. на Миљаковцу III (окретница ГСП-а),
23. у зони раскрснице улица Кнеза Милоша и Булевара Војводе Путника,
24. у зони раскрснице улица Кировљеве и Високе,
25. у Кошутњаку (успон у улици кнеза Вишеслава),
26. у Сремчици ("криве њиве"),
27. у Великој Моштаници (Пећани),
28. у Руцкој (окретница ГСП-а),
29. у Реснику (ул. Славка Миљковића - на превоју),
30. на смедеревском путу (раскрсница за Калуђерицу),
31. на Глумчевом брду (насеље Драженовац),
32. у зони раскрснице улица Борске и Баштованске,
33. на смедеревском путу (Заклопача),
34. Чингријина (окретница ГСП-а),
35. Дедиње (В. Вуловића - Пивљанина Баја),
36. надвожњак Кијево - Кнежевац (пут Р-251),
37. будући мост преко шпица Аде,
38. будући мост Земун - Борча.

Кључне речи: безбедност саобраћаја, мерне станице, метеоролошки и коловозни сензори, зимска служба, уска грла.

Abstract: In preparation of the study, the priority is defining locations, which represent bottlenecks and potentially dangerous places during winter season, in terms of traffic. Timely information about the possible impacts forwarded from the measuring stations to the winter service of Public Utility Company "Beogradput", would provide a number of preventive maintenance interventions in all critical areas during the winter. System for early detection of impacts includes the external measuring station equipped with meteorological and pavement sensors. The system is used for determining the meteorological conditions on the pavement and for early warning of black ice formation to the winter service. The system is fitted on previously prepared bearing structure with all necessary telecommunication and power supply installations.

Key words: traffic safety, measuring stations, meteorological and pavement sensors, winter service, bottlenecks.

HORIZONTALNA SIGNALIZACIJA TIP II

PAVEMENT MARKING TYPE II

Andrija Novaković, dis⁹⁴

Rezime: Značaj horizontalne signalizacije za bezbednost saobraćaja opšte je poznata stvar. Bezbedno razdvajanje saobraćajnih traka kao i određivanje ivice kolovoza u noćnim uslovima praktično je neizvodljivo bez kvalitetnih oznaka na kolovozu. Praksa u našoj zemlji takođe priznaje i poznaje ovu problematiku i bavi se njom u granicama raspoloživog budžeta. Drugim rečima na novom i/ili dobro održavanom put noću su oznake na kolovozu jasno uočljive tj. postoji odgovarajuća količina retrorefleksije.

Međutim već sa prvom i najmanjom kišom ceo sistem se urušava već posle par minuta i dok je god voda prisutna na kolovozu horizontalne oznake praktično nestaju iz vidokruga vozača ostavljajući ga da se snalazi kako zna i ume.



Slika 1 – Uporedna slika klasičnih materijala tipa I i tipa II u uslovima kišnih padavina

Struka u svetu odavno poznaje ovaj problem i bavi se njime. Kada su u pitanju Evropske zemlje prvi sistemski korak je načinjen pre desetak godina uvođenjem pojma retrorefleksije u vlažnim uslovima Rw u EN-1436 standard koji određuje kvalitet oznaka horizontalne signalizacije. Tako su nastale horizontalne oznake tipa II tj. one oznake koje osim retrorefleksije po suvom imaju odgovarajuću refrorrefleksiju i u uslovima vlažnog vremena.

⁹⁴ 3M, Beograd, anovakovic@mmm.com

Već nakon nekoliko godina sa revizijom iz 2007. godine uveden je i treći pojam za retrorefleksiju. Ovog puta je uvedena karakteristika retrorefleksije u kišnim uslovima Rr.

I naša regulativa je u potpunosti na tragu ovih tokova na taj način što su Srpski standardi usvojili prevod originalnog evropskog standarda kao SRPS EN-1436, a zakonodavstvo je u okviru Pravilnika o saobraćajnoj signalizaciji dalo mogućnost zahtevanja i R_w tipa retrorefleksije prilikom izrade projektnih zadataka i samih projekata.

Tabela 1: Klase R_L za oznake za puteve u vlažnim uslovima prema EN-1436 iz 2008.

Vlažni uslovi	Klasa	Minimalni koeficijent retrorefleksije $R_L \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$
Dobijeni 1 min nakon potapanja površine, u skladu sa B.6	RW0	Nisu utvrđene osobine
	RW1	$R_L \geq 25$
	RW2	$R_L \geq 35$
	RW3	$R_L \geq 50$
	RW4	$R_L \geq 75$
	RW5	$R_L \geq 100$
	RW6	$R_L \geq 150$
Klasa RW0 se odnosi na situacije kada se ova vrste retrorefleksije ne zahteva iz ekonomskih ili tehnoloških razloga.		

Tabela 2: Klase R_L za oznake za puteve u kišnim uslovima prema EN-1436 iz 2008.

Kišni uslovi	Klasa	Minimalni koeficijent retrorefleksije $R_L \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$
Dobijeni nakon najmanje 5 min izloženosti, u skladu sa B.7, tokom jednobraynog padanja kiše od 20 mm/h	RR0	Nisu utvrđene osobine
	RR1	$R_L \geq 25$
	RR2	$R_L \geq 35$
	RR3	$R_L \geq 50$
	RR4	$R_L \geq 75$
	RR5	$R_L \geq 100$
	RR6	$R_L \geq 150$
Klasa RR0 se odnosi na situacije kada se ova vrste retrorefleksije ne zahteva iz ekonomskih ili tehnoloških razloga.		

Na žalost tu se i stalo. Ovaj tip retrorefleksije nije tražen ni u jednom projektnom zadatku niti projektu, a ni kroz održavanje starih deonica. Osim toga ni upravljači putne mreže kao ni inspektori nisu zahtevali uvođenje ove karakteristike radi poboljšanja bezbednosti barem na najugroženijim deonicama. Jednostavno, mogućnost korišćenja efikasne mere za jednostavno povećanje bezbednosti ostala je potpuno ne primećena i ne iskorišćenja.

Može se reći da je stručna javnost ostala nema pre svega zbog nepoznavanja same tehnologije pravljenja retrorefleksije po vlažnom i iz straha da se ne pretera u zahtevu za nečim što u Srbiji nije moguće izvesti. Istovremeno rešenje je sasvim jednostavno i nema kompanije koja se bavi obeležavanjem puteva a da tehnološki već nije spremna da u svoje oznake horizontalne signalizacije ne ugradi i ovu karakteristiku. Naime bez obzira da li se radi o boji, hladnoj plastici, termo plastici ili aplikativnim trakama, kišna i retrorefleksija na vlažno proizvode se jednostavnim

dodavanjem drugog tipa perle sa indeksom prelamanja prilagođenim uslovima postojanja vode na oznakama.

Danas se u svetu koriste dva tipa perle za proizvodnju tipa II horizontalne signalizacije. To su krupna staklena i grozdasta keramička perla. Obe imaju svoje prednosti i nedostatke ali istovremeno obe vrše svoju osnovnu funkciju – omogućavaju uočavanje oznaka horizontalne signalizacije u noćnim uslovima pri pojavi kišnih padavina i na taj način podižu bezbednost saobraćaja.

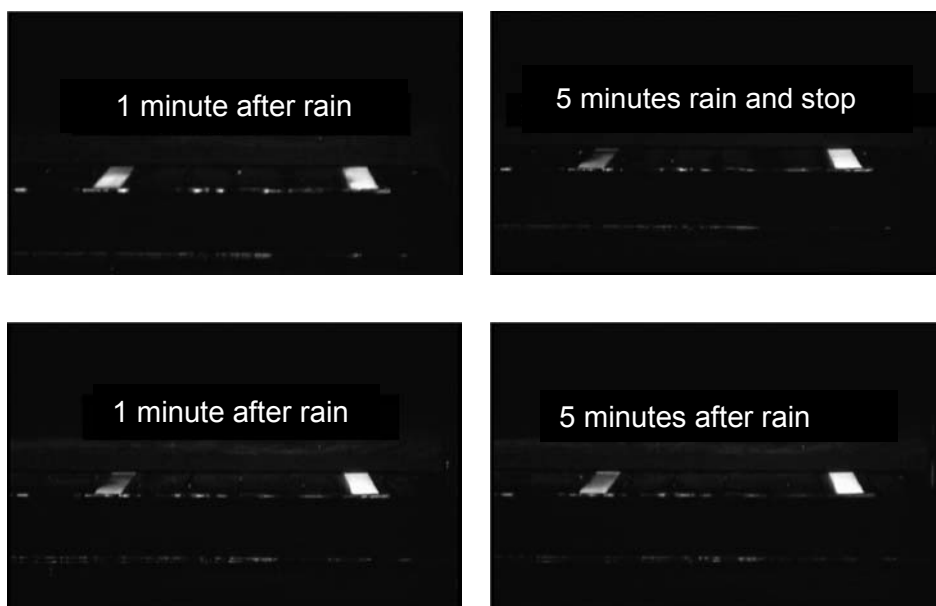
Tabela 3: Pravilnik o saobraćajnoj signalizaciji – propisani kvalitet dugotrajnih oznaka.

Vrsta saobraćajnice		RL Bela	RL Žuta	RW (ako se primenjuje)	Qd Bela	S (SRT jedinice)
Autoput	Nove oznake	≥ 300	-	≥ 75	≥ 160	≥ 50
	Nakon četiri godine	≥ 150	-	≥ 35	≥ 130	≥ 45
Državni put I reda a da nije autoput	Nove oznake	≥ 300	≥ 200	75	160	50
	Nakon dve godine	≥ 150	≥ 100	≥ 35	≥ 130	≥ 45
Državni put II reda	Nove oznake	≥ 300	≥ 200	≥ 75	≥ 160	≥ 50
	Nakon dve godine	≥ 150	≥ 80	≥ 35	≥ 130	≥ 45
Opštinski putevi	Nove oznake	≥ 300	≥ 200	≥ 75	≥ 160	≥ 50
	Nakon jedne godine	≥ 100	≥ 80	≥ 35	≥ 130	≥ 45
Glavne saobraćajnice	Nove oznake	≥ 200	≥ 150	≥ 50	≥ 200	≥ 50
	Nakon jedne godine	≥ 100	≥ 80	≥ 35	≥ 160	≥ 45
Ostale saobraćajnice u naseljenom mestu	Nove oznake	≥ 200	≥ 150	-	≥ 200	≥ 50
RL – koeficijent retrorefleksije ($mcd \times m^{-2} \times lux^{-1}$); RW – koeficijent retrorefleksije u vlažnim uslovima ($mcd \times m^{-2} \times lux^{-1}$); Qd – koeficijent osvetljenosti pri difuznom osvetljenju ($mcd \times m^{-2} \times lux^{-1}$); S – vrednost otpora na klizanje (SRT)						

Ključne reči: horizontalna signalizacija, tip II, perla, retrorefleksija, bezbednost saobraćaja, horizontalna signalizacija u uslovima vlage, horizontalna signalizacija u uslovima kiše

Abstract: The influence of pavement marking to traffic safety is well known worldwide. The proper traffic lane separation and identification of traffic surface edges, especially during night time, is unimaginable without proper pavement marking. The practice in Serbia also recognizes the importance of this and works on it inside budget limitations. In other word on new and/or well maintained roads during night time the pavement markings are well visible because proper quantity of retro reflectivity.

But all this disappears with first rain drops and wet conditions on road surface. In these condition, especially during night time, the pavement markings are completely invisible and useless for drivers leaving him without the clue where are the traffic lane limits.



Picture 1 – Comparing type I and type II pavement marking materials in rain conditions

The traffic safety recognizes this problem quite some time and work to eliminate it. The first systematically move in this direction in Europe was introduction of Wet reflectivity R_w subject in EN-1436. This standard determines pavement marking quality parameters. By this the type II pavement marking was born – the markings that in addition to dry retro reflectivity have the wet retro reflectivity characteristic.

After few years the standard revision from 2007 brought additional parameter – the Rain retro reflectivity R_r .

Our regulatory is in line with these trends. Namely the Serbian standards were introduced this European standard as SRPS EN-1436. After that the legislation also introduced this characteristic in Signing and pavement marking regulation from 2010. It gave recommendation on R_w class for each road class if this characteristic applied in project.

Table 1: Klase R_L for pavement marking in wet conditions EN-1436 from 2008.

Wet conditions	Class	Min. coeff. of reflected luminance R_L mcd·m ⁻² ·lx ⁻¹
As obtained 1 minute after floating the surface in accordance with B6	RW0	No performances determined
	RW1	$R_L \geq 25$
	RW2	$R_L \geq 35$
	RW3	$R_L \geq 50$
	RW4	$R_L \geq 75$
	RW5	$R_L \geq 100$
	RW6	$R_L \geq 150$
Class RW0 is intended for cases where this type of retro reflection is not required for economic or technological reasons.		

Table 2: Class R_L for pavement marking in rain conditions EN-1436 from 2008

Rain conditions	Class	Min. coeff. of reflected luminance R_L mcd·m ⁻² ·lx ⁻¹
As obtained after at least 5min exposure in accordance with B.7 during uniform rainfall of 20 mm/h	RR0	No performances determined
	RR1	$R_L \geq 25$
	RR2	$R_L \geq 35$
	RR3	$R_L \geq 50$
	RR4	$R_L \geq 75$
	RR5	$R_L \geq 100$
	RR6	$R_L \geq 150$
Class RW0 is intended for cases where this type of retro reflection is not required for economic or technological reasons.		

Unfortunately all effort stops here. This type of retro reflection was never requested in any project task or project. It was never applied during road maintenance also. In addition road managing companies and road inspectors never tried to introduced nowhere including specially affected road sections. Simple the easy to apply and extremely efficient road safety tool is completely ignored and unused.

It can be argued that the professional community has remained quiet due to the lack of knowledge and fear on technology challenges to apply this kind of retro reflectivity in pavement markings and fear that Serbian converters are not capable to do this. At the same time the solution is quite simple. There is no company that deals with road marking that is not capable to introduce this feature with exciting technology. Namely whether it is paint, cold plastic, thermo plastic or preformed tapes, the rain and wet retro reflectivity is easy to get by simply adding another type of beads with a refractive index to match the conditions of existence of water on the pavement marking.

Two types of beads for the production of type II horizontal signalization are in use worldwide. These are the bigger glass beads and grape shaped ceramic beads. Both have their advantages and disadvantages but both simultaneously perform its basic function - to allow the positive identification of pavement markings in night conditions on the occurrence of rainfall. By this both raise the traffic safety level.

Table 3: Serbian signing and pavement marking regulation
– requested quality of durable pavement markings

Road type		RL White	RL Yellow	RW (if applied)	Qd White	S (SRT units)
Motorway	New markings	≥ 300	-	≥ 75	≥ 160	≥ 50
	After four years	≥ 150	-	≥ 35	≥ 130	≥ 45
1 class road except motorway	New markings	≥ 300	≥ 200	75	160	50
	After two years	≥ 150	≥ 100	≥ 35	≥ 130	≥ 45
2 class road	New markings	≥ 300	≥ 200	≥ 75	≥ 160	≥ 50
	After two years	≥ 150	≥ 80	≥ 35	≥ 130	≥ 45
Municipal road	New markings	≥ 300	≥ 200	≥ 75	≥ 160	≥ 50
	After one year	≥ 100	≥ 80	≥ 35	≥ 130	≥ 45
Main streets	New markings	≥ 200	≥ 150	≥ 50	≥ 200	≥ 50
	After one year	≥ 100	≥ 80	≥ 35	≥ 160	≥ 45
Other streets	New markings	≥ 200	≥ 150	-	≥ 200	≥ 50
RL – Coeff. of retro reflection (mcd x m ⁻² x lux ⁻¹); RW – Coeff. of wet retro reflection (mcd x m ⁻² x lux ⁻¹); Qd – Luminance coefficient under diffuse illumination (mcd x m ⁻² x lux ⁻¹); S – skid resistance (SRT)						

Key words: pavement marking, type II, beads, retro reflectivity, traffic safety, road markings during wetness, road markings during rain

TEHNIKA ISTRAŽIVANJA VREMENSKIH GUBITAKA KORIŠĆENJEM PODATAKA SA GPS-A

A TECHNIQUE FOR MEASURING CONTROL DELAY USING GPS DATA

Mr Nikola Čelar, dis⁹⁵

Rezime: Vremenski gubitak predstavlja osnovni pokazatelj efikasnosti rada signalisane raskrsnice u procesu vrednovanja, odnosno, kriterijum optimizacije u postupku projektovanja elemenata rada signala. Kada govorimo u vremenskim gubicima na signalisanoj raskrsnici, isključivo se misli na upravljačke gubitke (control delay), odnosno one gubitke koji nastaju kao isključiva posledica primene odgovarajućeg, po određenoj proceduri, projektovanog načina rada svetlosnih signala. Upravljački gubici, u sebi sadrže nekoliko različitih komponenti vremenski gubitaka, direktno povezanih sa odgovarajućim statusom, odnosno sa režimom kretanja pojedinačnog vozila u saobraćajnom toku (vremenski gubici koji nastaju u procesu usporenja ili ubrzanja vozila i vremenski gubici zaustavljenog vozila).

Iako postoji veći broj metodologija eksperimentalnog utvrđivanja vremenskih gubitaka, sve metodologije su koncipirane na bazi raspoloživih, uglavnom manuelnih, tehnika prikupljanja podataka. Stoga, problem utvrđivanja vremenskih gubitaka, u osnovi nije metodološke prirode, već direktno zavisi od primenjene tehnike istraživanja. Vremenske gubitke, odnosno njegove komponente, moguće je empirijski precizno utvrditi primenom sofisticiranih tehnika snimanja profila kretanja vozila u tzv. "visokoj rezoluciji", odnosno u malim vremenskim serijama.

Jedan od inženjerskih alata koji obezbeđuje zadovoljavajući nivo tačnosti dobijenih podataka zasnovan je na primena GPS uređaja. Primenom ove tehnike prikupljanja podataka, uz korišćenje standardnih metodologija istraživanja, moguće je u potpunosti, detaljno opisati trajektoriju kretanja vozila, obezbeđujući mogućnost analize ključnih tačaka, granica između komponenti vremenskih gubitaka.

Metodologija istraživanja vremenskih gubitaka primenom „pokretnog osmatrača“ predstavlja jednu od standardnih, široko primenjenih, metodologija istraživanja parametara saobraćajnog toka, zasnovanih na realizaciji istraživanja na malom uzorku. Pokretni osmatrač, u tom kontekstu, predstavlja reprezent ponašanja celokupnog saobraćajnog toka, realizujući svoje parametre kretanja na mikronivou, po pretpostavci, u granicama srednje vrednosti parametra na nivou celokupnog saobraćajnog toka. Imajući u vidu specifičnost istraživanja osnovni metod je modifikovan i prilagođen konkretnom predmetu istraživanja, odnosno analizi procesa kretanja vozila u zoni signalisane raskrsnice.

Merna oprema, u okviru primenjene metodologije i tehnike istraživanja, sastoji od dve komponente: GPS prijemnika i prenosivog računara sa odgovarajućim specifičnim softverom.

⁹⁵

Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet, Beograd, n.celar@sf.bg.ac.rs

*

Rad je sastavni deo naučno-istraživačkog projekta „Uticaj globalnih izazova na planiranje saobraćaja i upravljanje saobraćajem u gradovima“ TR36021 Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije

Za potrebe konkretnih istraživanja korišćen je GPS prijemnik „Garmin, serije 18“ koji se sastoji iz prijemnika GPS signala i interfejsa, odnosno veze prijemnika sa prenosivim računarom. Interval obrade informacija sa satelita, odnosno slanja paketa informacija ka eksternom uređaju (formi NMEA 0183 zapisa) iznosi 1 sekundu. U konkretnom slučaju, kao najpogodniji, korišćen je tip zapisa RMC (Recommended minimum specific GPC), koji obezbeđuje standardni set od 11 podataka, od kojih se za potrebe istraživanja koriste dva, odnosno tri podatka: vreme, brzina i pozicija (set od dva podatka).

Softver kao element merne opreme sastoji se od dva programa. Prvi, sistemski, obezbeđuje komunikaciju prijemnika sa računarom i dekodiranje zapisa sa prijemnika u odgovarajuću formu.

Drugi program, kreiran u Visual Basic-u (radni naziv „Garmin18“), je od suštinske važnosti za realizaciju istraživanja. Pored standardnih funkcija segregacije podataka, konverzije, delimične obrade, prikaza i čuvanja u okviru jedinstvene baze, on obezbeđuje „spuštanje“ sukcesivnog niza podataka sa GPS prijemnika na konkretan prostor istraživanja i dovođenje u vezu sa „značajnim“ trenucima, događajima tokom realizacije istraživanja.

Na osnovu primene opisane merne opreme u okviru tehnike primenjene u konkretnim istraživanjima formirani su naredni zaključci:

- Primenjena tehnika istraživanja ima upotrebnu vrednost u svim detaljnijim analizama saobraćajnog procesa, a u kojima postoji potreba za analizom kretanja vozila u kratkim vremenskim intervalima. (snimanje vremenskih gubitaka, snimanje vremena putovanja na potezu, snimanje profila brzina vozila u različitim uslovima i sl.)
- Primenjena tehnika istraživanja može se realizovati u okviru nekih standardnih metodologija istraživanja.
- Podaci dobijeni sa GPS prijemnika obezbeđuju visok nivo pouzdanosti i preciznosti merenja, odnosno imaju veliku upotrebnu vrednost u procesu dalje analize
- Automatskim evidentiranjem podataka eliminisana je komponenta subjektivnosti merenja, koja je prisutna u većini raspoloživih tehnika istraživanja.
- Merna oprema koja se koristi u okviru primenjene tehnike istraživanja je u potpunosti komercijalizovana i ima prihvatljivu cenu. Sa aspekta primene, oprema je potpuno nezavisna, mobilna i ne zahteva posebne uslove za njenu instalaciju u merno vozilo
- Neposredna organizacija i realizacija istraživanja je krajnje jednostavna. Suština jednostavnosti je postojanje samo tri komponente neophodne za realizaciju istraživanja: vozač-istraživač, vozilo i merna oprema
- Niža cena realizacije istraživanja (imajući u vidu sve prethodno navedeno) u odnosu na cenu istraživanja primenom standardnih tehnika.

Ključne reči: vremenski gubici, GPS podaci, metodologija istraživanja

Abstract: High-resolution vehicle speed profiles obtained from sophisticated devices such as global positioning system (GPS) receivers provide an opportunity to accurately measure intersection delay, composed of deceleration delay, stopped delay, and acceleration delay. Although the delay components can be measured by

manually examining the speed profiles or derived timespace diagrams, identifying when vehicles begin to decelerate or stop accelerating is not always a straightforward task. In addition, a manual identification process may be laborious and timeconsuming. More importantly, the results from a manual process may not be consistent between analysts or even for a single analyst over time. This paper proposes a new approach to identifying control delay components based on second by-second vehicle speed profiles obtained from GPS devices. The author applied this technique to sampled runs collected from GPS-equipped instrumented vehicles and concluded that it satisfactorily computed delay components

Key words: delay, second by second GPS data, methodology

MODELISANJE ITS MERE „DINAMIČKA PROMENA VOZNIH TRAKA“ U MIKROSKOPSKOJ SIMULACIJI

MODELLING ITS MEASURE „DINAMIC LANE LAYOUT“ IN MICROSCOPIC SIMULATION

Gregor Pretnar⁹⁶; Jure Pirc⁹⁷

Rezime: Mediteranski deo slovenačke putne mreže u letnim mesecima postaje preopterećen zbog velikog broja turista koji putuju na more. Budući da mreža brzih puteva koja će povezivati Sloveniju i Hrvatsku još nije izgrađena, preostalih 20 kilometara do granice sa Hrvatskom predstavlja kritičnu situaciju u smislu propusnosti saobraćaja. Najkritičnija deonica (sa stanovišta bezbednosti i nastanka dugih kolona vozila) je priključak Slavček u Kopru na kojem završava brzi put, a čitav saobraćaj u smeru prema granici sa Hrvatskom iz puta sa dve trake prelazi u državni put sa jednom trakom koji prolazi preko urbanog područja sa raskrsnicama koje su regulisane saobraćajnom signalizacijom.

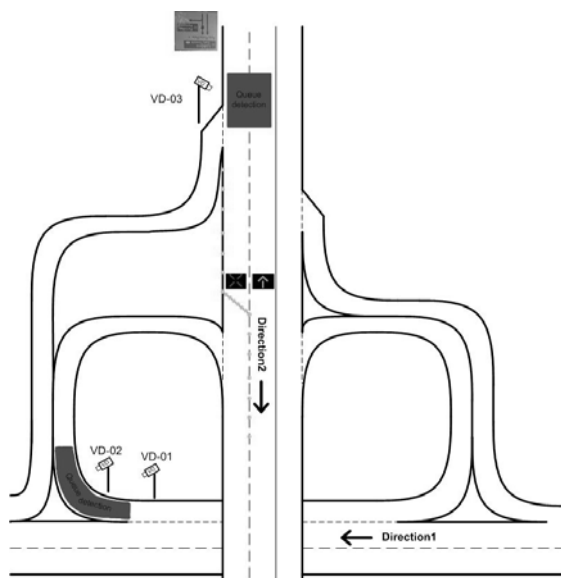


Slika 1: Lokacija priključka Slavček na obalnom području

Najkritičniji periodi su vikendi kada se tranzitni i gradski saobraćaj istovremeno pojavljuju u petak popodne i u subotu oko podne. Saobraćaj sa brzog puta (Smer br. 1) na kojem se odvija tranzitni saobraćaj iz Italije i središnje Slovenije teče preko izlazne rampe sa brzog puta, te se spaja sa saobraćajem na državnom putu (Smer br. 2) u smeru iz središta Kopra prema granici sa Hrvatskom. Budući da državni put sa dve trake ima dovoljan kapacitet za vozače koji dolaze iz gradskog središta, odlučeno je da se jedna vozna može upotrebljavati za saobraćaj sa brzog puta radi lakšeg spajanja.

⁹⁶ PNZ Consulting Designing Ltd., Ljubljana, gregor.pretnar@pnz.si

⁹⁷ Traffic design Ltd., Ljubljana, j.pirc@traffic-design.si



Slika 2: Šematski prikaz sistema

Za obezbeđivanje odgovarajućeg savladavanja saobraćaja predloženo je rešenje ITS. Upravnik puta želeo je imati sistem koji bi bio sposoban prepoznati saobraćajne potrebe u realnom vremenu i obezbediti ažurirane podatke o trenutnim protocima saobraća i o saobraćajnoj situaciji. Cilj je bio skratiti kolonu na izlaznoj rampi i na brzom putu, jer je kolona na brzom putu vikendom u letnim mesecima bila duža od 3 kilometra. Sa druge strane, cilj je bio da se time ne pogorša saobraćajna situacija na državnom putu.



Slika 3: Kolovoz sa
dinamičkim opterećenjem

Video nadzorne kamere upotrebljene su kao prikladno rešenje za prepoznavanje smanjenja brzine putovanja i pojavljivanja kolone na izlaznoj rampi sa brzog puta (VD-01 i VD-02, kao što pokazuje šematski prikaz sistema). Odmah nakon detekcije značajnog smanjenja brzine putovanja sledećih vozila sistem se odaziva promenom rasporeda voznih traka na državnom putu, tako da je na raspolaganju samo jedna vozna traka u smeru iz gradskog središta (Smer br. 2). Smanjenjem broja

voznih traka saobraćaj na izlaznoj rampi (Smer br. 1) postaje tekuć, jer nije potrebno čekanje na dosta veliki vremenski razmak za ulazak na državni put. Dinamičko raspoređivanje vozničkih traka (metod je poznat i pod nazivom smanjenje broja vozničkih traka) postiže se pomoću saobraćajnih znakova sa promenljivom sadržinom, koji prikazuju slobodne vozne trake, te upotrebom svetlosne signalizacije na kolovozu sa dinamičkim opterećenjem, koja je ugrađena u površini kolovoza i koja veoma jasno označava koje vozne trake su slobodne.



Slika 4: Smanjenje broja vozničkih traka upotrebom saobraćajnih znakova sa promenljivom sadržinom i svetlosnom signalizacijom za dinamičko raspoređivanje vozničkih traka koje se bazira na podacima iz video nadzornog sistema.

U trećoj detekcionoj tački (VD-03, prikazana na šematskom prikazu) proverava se saobraćajna situacija u smeru prema gore po državnom putu. Odmah nakon značajne promene saobraćajne situacije i nastanka kolone u smeru prema gore, za neko vreme isključuje se smanjenje broja vozničkih traka i smer br. 2 postaje glavni smer. Ako se situacija u smeru br. 1 ponovo pogorša, opet se uključuje smanjenje broja vozničkih traka.

Modelisanje

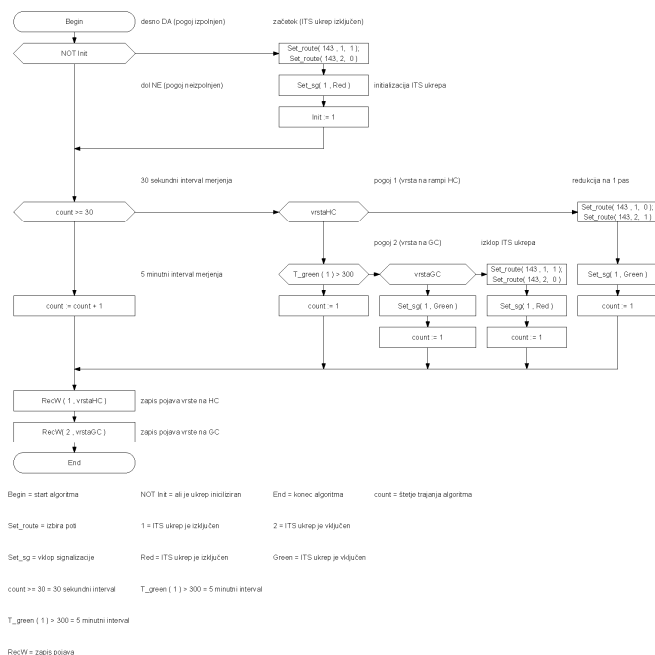
Za modelisanje alatom VISSIM odlučili smo se zbog mogućnosti uključivanja delovanja algoritma u mikroskopsku simulaciju. Program VISSIM to omogućuje u modulu VISVAP, u kojem pomoću logičkih operatora izgradimo model algoritma po kojem deluje ITS mera u simulaciji. Za osnov smo upotrebili prethodno validovani mikroskopski model šireg područja brzog puta H5 (koji je prikazan na slici 5). Razmatrali smo popodnevni vršni čas u petak u turističkoj sezoni. Puteve, koji su pronađeni i uravnoteženi metodom dinamičkog opterećivanja, morali smo promeniti u statičke za potrebe modelisanja ITS mere.



Slika 5: Područje obrade mikroskopskog modela

Osnovno delovanje mere odvija se po sledećoj logici:

- merenje kolone na rampi brzog puta svakih 30 sekunda,
- detektiranje kolone na rampi brzog puta -> uključivanje ITS mere redukcije na glavnom putu za najmanje 5 minuta,
- merenje kolone na području redukcije na glavnom putu,
- detektiranje kolone na području redukcije na glavnom putu -> isključivanje ITS mere redukcije do ponovnog pojavljivanja kolone na rampi brzog puta.

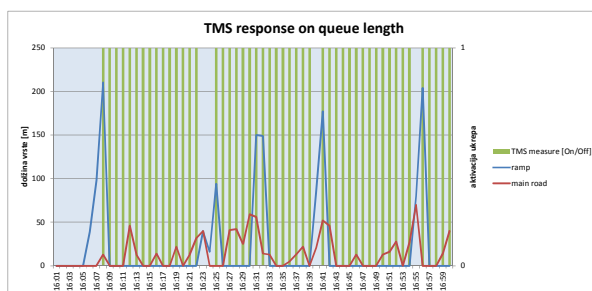


Slika 6: Šema algoritma za sprovođenje ITS mere

Simulacija je, s ciljem postizanja veće pouzdanosti rezultata, sprovedena deset puta, sa različitim nasumičnim početnim semenima (engleski random seed). U analizi rezultata usredotočili smo se na ključna pitanja na koja je trebala dati odgovor mikroskopska simulacija:

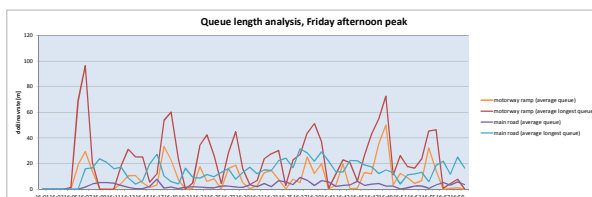
- da li se ITS mera odgovarajuće odaziva na nastalu saobraćajnu situaciju i njene promene,
- da li ITS mera uzrokuje značajno pogoršanje prilika na sekundarnoj Šmarskoj cesti;
- da li ITS mera donosi korist korisnicima.

Na slici je prikazano delovanje (uključivanje/ isključivanje) ITS mere u zavisnosti od dužine kolone na brzom putu i na Šmarskoj cesti. Kada nastane duža kolona na rampi brzog puta (plava linija), uključuje se ITS mera (zeleni stubac) i uzrokuje skraćivanje kolone. U vreme dok je uključena ITS mera može doći do nastanka kolone na Šmarskoj cesti (crvena linija), što rešavamo privremenim isključivanjem ITS mere (bez zelenog stupca). Dakle, algoritam uključuje i isključuje ITS meru, te se na taj način odgovarajuće odaziva na saobraćajnu situaciju.



Slika 7: Odaziv ITS mere na saobraćajne prilike (dužina kolone na rampi HC i na Šmarskoj cesti)

Na slici 8 analizovane su najduže kolone na rampi brzog puta (u području priključka Slavček) i na Šmarskoj cesti. Prikazane su prosečne najduže kolone i apsolutne najduže kolone (u okviru deset simulacija, što na primer predstavlja deset vršnih časova u turističkoj sezoni). Prosečna najduža kolona je prosek najdužih kolona i predstavlja prosečne saobraćajne prilike u vršnom času. Kolona na rampi brzog puta (narandžasta linija) i kolona na Šmarskoj cesti (ljubičasta linija) ne postižu vrednost od 100 m, što znači da ITS mera uspešno rešava situaciju na rampi brzog puta i ujedno ne uzrokuje značajno pogoršanje situacije na Šmarskoj cesti. Apsolutno najduže kolone (crvena i plava linija) predstavljaju događaj koji će se verovatno desiti jedanput godišnje u vršnom času u turističkoj sezoni, ali je i tada kolona na rampi brzog puta duga najviše 300 m i ne seže do vozni traka brzog puta. Najduža kolona na Šmarskoj cesti duga je najviše 100 m i ne seže do prvog kružnog toka u smeru prema centru Kopra.



Slika 8: Statistička analiza dužine najdužih kolona

Dakle, analiza dužine kolona dokazuje (na osnovu adekvatnih i validovanih saobraćajnih opterećenja) da ITS mera rešava problem nastanka kolone na rampi brzog puta i istovremeno ne uzrokuje pogoršanje na glavnoj Šmarskoj cesti.

U tabeli su prikazane saobraćajne koristi uvođenja ITS mere. Svi indikatori jasno pokazuju da ITS mera korisnicima pre svega donosi uštedu vremena.

Tabela 1: Analiza saobraćajnih koristi ITS mere

SAOBRAĆAJNE PRILIKE BEZ ITS MERE I SA ITS MEROM		
saobraćajni pokazatelj	bez ITS mere	sa ITS merom
broj vozila na mreži	14.191	14.181
Prosečno vreme putovanja po vozilu [min]	6,9	5,1
prosečna brzina [km/h]	35,9	53,9
prosečno zakašnjenje po vozilu [min]	3,2	1,0
prosečan broj zaustavljanja po vozilu	9,1	1,5

Ostale koristi (ušteda goriva, koristi za životnu sredinu zbog smanjenja emisija u zastoja u saobraćaju) nisu analizovane, ali logičkim zaključivanjem na osnovu drugih, sličnih primera iz prakse možemo da konstatujemo da iste nisu zanemarive.

Zaključak

Sistem je operativan od septembra prošle godine, te je pokazao veoma pozitivne učinke na saobraćajnu situaciju na priključku Slavček. Delovanje sistema mnogo je uticalo na saobraćaj na brzom putu, jer je kolona odmah nestala, a istovremeno se saobraćaj na državnom putu nije značajno promenio.



Slika 9: Smanjenje broja voznih traka na državnom putu kada se saobraćaj iz izlaska sa brzog puta priključuje na državni put

Uspešno uvođenje ITS mere dinamičkog raspoređivanja voznih traka dokaz je korisne saradnje između projektanata ITS i planera saobraćaja, kao i validacije korisnosti mikroskopske simulacije.

Ključne reči: dinamička promena voznih traka, mikroskopska simulacija

Abstract: Traffic management systems can be used to dynamically change the transport infrastructure. Microscopic simulation can be of great help with designing, optimizing and evaluating dynamic lane layout. A practical example was tested within VISSIM software that enables modelling signal algorithm. Post-evaluation of measure that was implemented in September 2011 showed reasonable fit between results modelled with microscopic simulation and actual traffic conditions.

Keywords: dynamic lane layout, microscopic simulation

ИНТЕЛИГЕНТНИ ТРАНСПОРТНИ СИСТЕМИ – ПРУЖАЊЕ ПОДРШКЕ БЕЗБЕДНОСТИ И ЕФИКАСНОСТИ САОБРАЋАЈА

INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEMS – SUPPORTING FOR ROAD SAFETY AND EFFICIENCY

Нађ Томислав, дис⁹⁸; Сретеновић Наташа, дис⁹⁹

Резиме: У друмском саобраћају широко је распрострањена употреба модерне информационе и комуникационе технологије, како на путевима тако и у самом возилу. Ове технологије су општепознате као интелигентни транспортни системи (ИТС). ИТС омогућавају израду флексибилних и динамичних система који су прилагођени датим саобраћајним условима. Већ неко време примарна сврха развоја ИТС система је развој система у складу са захтевима повећања безбедности саобраћаја. Овакви системи углавном за циљ имају подршку возачу у току вожње, са циљем да се смањи број грешака које би биле учињене и спрече небезбедна понашања.

Многе новине које се појављују у области интелигентних транспортних система (ИТС) усмерене су углавном на повећање удобности током вожње и побољшање прегледности. Системи као што су *alcolock* и *seatbelt lock* су развијени првенствено због повећања безбедности на путевима, док системи као што су *Advanced Cruise Control* и *Dynamic Route Information Panels*, иако нису првенствено намењени повећању безбедности у саобраћају, ипак дају позитивне ефекте на том пољу.

Очекују се велики позитивни ефекти примене ИТС апликација у области безбедности саобраћаја. За успешну имплементацију потребно је учешће свих заинтересованих страна, као и подршка јавности и законодавца.

У друмском саобраћају широко је распрострањена употреба модерне информационе и комуникационе технологије, како на путевима тако и у самом возилу. Ове технологије су општепознате као интелигентни транспортни системи (ИТС). ИТС омогућавају израду флексибилних и динамичних система који су прилагођени датим саобраћајним условима. Већ неко време примарна сврха развоја ИТС система је развој система у складу са захтевима повећања безбедности саобраћаја. Овакви системи углавном за циљ имају подршку возачу у току вожње, са циљем да се смањи број грешака које би биле учињене и спрече небезбедна понашања. Системи ове намене су познати као напредни системи за помоћ возачима (АДАС) – *Advanced Driver Assistance Systems* (ADAS). Примена великог броја ових ИТС система одлично се уклапа у визију одрживе безбедности саобраћаја. Бројни системи за повећање безбедности у саобраћају су тестирани у пракси и, технички говорећи, спремни су за тржиште. Остали системи су доступни само као прототипови, или су само обећавајући концепти. Очекивано је да се ови системи појаве у скорој будућности.

⁹⁸ Саобраћајно-техничка школа, Земун, tomahaja@orion.rs

⁹⁹ Саобраћајно-техничка школа, Земун, natasa.sretenovic73@gmail.com

Овај рад представља преглед различитих типова ИТС, њихове намене, њихову функционалност, као и њихов (не)жељени ефекат на безбедност саобраћаја. У овом раду биће приказани подаци добијени на основу релевантних истраживања у Европи, Аустралији и Новом Зеланду (*Wegman & Arts, 2006; ADVISORS, 2003; ETSC, 1999; European Commission, 2002; OECD, 2003; Reviewing ITS Technologies and Road Safety Opportunities, Published March 2010*).

Постоји велики број подела ИТС система. Неке од њих биће представљене у раду:

А) Подела према техничким карактеристикама

1. системи на возилу без интеракције са изворима података ван возила;
2. системи на путевима, без интеракције са системима на возилима;
3. системи који омогућавају интеракцију између возила и других извора података, на пример између два возила или између возила и пута.

Последња категорија је најнапреднија јер ове апликације омогућавају стално обавештавање возача о ситуацији у окружењу. То могу бити информације о, на пример, временским условима, привременој брзини и тачне локације возила, или о опасним ситуацијама на путу. Тренутно постоје три пројекта, финансирана од стране Европске Уније, који се баве овим такозваним кооперативним системима: *COOPERS, CVIS* и *SAFESPOT*.

У Аустралији је развијена апликација *SAFE SYSTEM* од које се очекује да ниједан учесник у саобраћају не погине или да не буде теже повређен приликом судара. Систем, иако помаже у смањењу грешака у саобраћају, ипак не може да спречи возаче да чине стално исте грешке. Због тога је најважније да постоје возила и инфраструктура који су тако дизајнирани да се смање последице судара по путнике и друге учеснике у саобраћају. ИТС помаже примену овог безбедносног система на више начина, од минимизирања грешке возача до максимизирања учинка безбедносних система у возилу. Овакав приступ користи се и у *Advanced Driving Assistance Systems Europe (ADASE)*.

Кључне речи: ИТС, безбедност саобраћаја, комуникације, нове технологије

Abstract: In road traffic extensive use is already being made of modern information and communication technology, both at the roadside and in the vehicle itself. These technologies are generally known as Intelligent Transport Systems (ITS). ITS allow making traffic flexible and dynamic, adjusted to current circumstances. For some time now all kinds of ITS systems have been developed with road safety as their primary purpose. Such systems are mainly aimed at supporting the driver in the driving task, so that fewer errors will be made and certain unsafe behavioral choices will be avoided.

Key words: ITS, road safety, communication technology, new technologies

IZBOR METODE ZA PREDVIĐANJE PRODAJE MESEČNIH KARATA U SISTEMU JAVNOG GRADSKOG PREVOZA GRADA BEOGRADA – PRIMER ZAPOSLENIH LICA –

THE CHOICE OF METHOD FOR PREDICTING SALES OF MONTHLY TICKETS IN THE PUBLIC MASS TRANSPORT SYSTEM OF BELGRADE – AN EXAMPLE OF EMPLOYEES –

Nemanja Deretić, dis¹⁰⁰

Rezime: Statistička promena mnogih pojava u vremenu se opisuje vremenskim serijama. Nivoi vremenskih serija: $y_1, y_2, y_3, \dots, y_n$ formiraju se pod uticajem skupa dugotrajnih i kratkotrajnih faktora kao i od niza slučajnih uticaja. Zbog promene ovih uticaja pojavljuju se i varijacije nivoa vremenske serije kojom se prikazuju promene pojava u vremenu. Samo u veoma retkim slučajevima sreću se stacionarne serije, to jest takve serije kod kojih je dinamika izmene takva da se srednje karakteristike ne menjaju u vremenu.

Nivo vremenske (dinamičke) serije tradicionalno se razmatra kao složena pojava sastavljena od četiri komponente: 1) osnovne tendencije razvoja pojave, 2) cikličnih uticaja (dugotrajni, "vekovni"), 3) sezonskih uticaja i 4) slučajnih kolebanja. (Vukadinović & Popović, p. 605, 1999.)

U ovom radu je analiziran problem prognoza broja prodatih mesečnih karata tkz. "markica" za najbrojniju kategoriju korisnika gradskog prevoza. Najveći broj mesečnih karata se izdaje zaposlenim licima i taj procent je 2010. godine iznosio 48,99% od svih izdatih mesečnih karata. Ovde je glavni akcenat stavljen na prvu tarifnu zonu jer se za nju izdaje oko 70% karata ove kategorije putnika, u koju pored navedenih pripadaju i karte koje važe u obema tarifnim zonama kao i karte koje važe za prvu odnosno drugu polovinu meseca.

Odlukom skupštine grada Beograda početkom 2012. godine je uveden jedinstveni tarifni sistem koji označava da je ista cena usluge na području grada bez obzira na daljinu prevoza. Ovaj sistem odlikuje jednostavnost za korisnike i svi putnici plaćaju cenu prevoza za srednju dužinu vožnje. Ovaj tip tarifnog sistema je povoljan za putnike "dugoprugaše", koji plaćaju cenu manju od realne, dok je nepovoljan za putnike "kratkoprugaše", jer oni plaćaju višu cenu od realne i solidarno nadoknađuju razliku za "dugoprugaše".

Udeo kategorija pretplatnih karata je iz godine u godinu približno jednak, ali je primetno smanjenje broja izdatih karata. Najveće smanjenje je prisutno kod zaposlenih lica i to za oko 300.000 karata.

Obrada podataka je rađena pomoću programa Microsoft Excel 2007 i Minitab version 1.2.

¹⁰⁰Fakultet Tehničkih Nauka, Univerzitet u Novom Sadu, dereticn@gmail.com

Metode predviđanja za model konstantnog nivoa

Za analizu vremenskih serija u matematičkoj statistici su razrađene posebne metode, od elementarnih do veoma složenih. Sve te metode sa nekog aspekta opisuju razvoj proučavane pojave u vremenu. Tipični obrasci vremenskih serija sa slučajnim kolebanjima: a) konstantni nivo, b) linearni trend, i c) konstantni nivo sa sezonskim efektima.

Metod Last-Value Forecasting

Ako se t označi kao sadašnje vreme, procedura predviđanja preko zadnje vrednosti (*eng. Last- Value Forecasting*) koristi vrednost vremenske serije posmatrane u vremenu t (x_t) kao prognozu u vremenu $t + 1$ (F_{t+1}). Dakle, $F_{t+1} = x_t$. Na primer, ako x_t predstavlja broj prodaja određenog proizvoda u kvartalu koji se upravo završio, ova procedura koristi ove prodaje kao prognozu broja prodaja za naredni kvartal. (Hillier & Lieberman, p. 1016, 2001)

Metod Averaging Forecasting

Ovaj metod predviđanja preko prosečne vrednosti (*eng. Averaging Forecasting*) ide u drugu krajnost. Umesto da koristi samo uzorak od jedne vrednosti, ovaj metod koristi sve podatke u vremenskim serijama i jednostavno izvlači srednju vrednost kao

prognozu. Tako se ispostavlja da je prognozirana vrednost jednaka $F_{t+1} = \sum_{i=1}^t \frac{x_i}{t}$.

(Hillier & Lieberman, p. 1017, 2001)

Metod Moving-Average Forecasting

Umesto da koristi veoma stare podatke koji ne moraju biti relevantni, ovaj metod predviđanja preko pokretnog proseka (*eng. Moving-Average Forecasting*), računa prosek vrednosti podataka za samo n zadnjih perioda kao prognozu za sledeći

period, odnosno $F_{t+1} = \sum_{i=t-n+1}^t \frac{x_i}{t}$. (Hillier & Lieberman, p. 1017, 2001)

Metod Exponential Smoothing Forecasting

Intuitivno, moglo bi se očekivati da dobar metod daje veći značaj novijim nego starijim posmatranjima pojave koji često ne predstavljaju sadašnje uslove. Ovaj metod procena preko eksponencijalnog ravnanja (*eng. Exponential Smoothing Forecasting*) radi upravo to. Ovaj metod koristi formulu: $F_{t+1} = \alpha \cdot x_t + (1 - \alpha) \cdot F_t$, gde se α naziva konstanta ravnanja (*eng. smoothing*). Dakle, prognoza se zasniva na uravnoteženoj sumi zadnjeg posmatranja x_t i prethodne prognoze F_t za period koji se upravo završio. (Hillier & Lieberman, p. 1018, 2001)

Uključivanje sezonskih efekata u metode predviđanja

Prilično je uobičajeno da vremenske serije imaju sezonski obrazac sa višim vrednostima u određenim delovima godine u odnosu na druge. Takve vremenske serije narušavaju osnovnu pretpostavku modela konstantnog nivoa, tako da se metode predviđanja koje su gore navedene ne primenjuju direktno. Srećom, relativno

je jednostavno primeniti sezonska prilagođavanja u vremenske serije tako da se mogu primeniti metode predviđanja zasnovane na modelu konstantnog nivoa. (Hillier & Lieberman, p. 1019, 2001)

Prognoziranje broja prodatih mesečnih karata za kategoriju zaposlenih

Broj prodatih karata u zoni 1 predstavlja 71,86%, 71,89% i 70,45% broja prodatih mesečnih karata za 2008., 2009. i 2010. godinu, respektivno u odnosu na ukupan broj prodatih mesečnih karata u koje pored mesečnih karata za 1 zonu spadaju i mesečne karte za obe zone (zona 1 i 2). Što se tiče ove kategorije, pad u 2009. godini u odnosu na 2008 godinu je oko 150.000 mesečnih karata, dok je u 2010. godini pad u odnosu na 2009. godinu oko 100.000 mesečnih karata.

P-vrednost govori o tome da li treba da se odbaci ili ne odbaci postavljena hipoteza protiv neke alternativne hipoteze. Ukoliko je ona manja od praga značajnosti, hipoteza se odbacuje, u suprotnom ona se ne odbacuje.

Prodaja mesečnih karata za ovu kategoriju putnika tokom perioda od 2008.-2010. godine ne pokazuje slaganje sa normalnom raspodelom, pošto je P-vrednost u sva tri slučaja manja od 0.05. Međutim, situacija se menja kad se iz uzorka isključe dva kritična letnja meseca (jul i avgust). U tom slučaju, broj prodatih mesečnih karata tokom 2008., 2009. i 2010. godine pokazuje slaganje sa normalnom raspodelom, sa P vrednošću 0,375, 0,37 i 0,053, respektivno.

Za testiranje hipoteze o jednakosti varijansi za uzorke u 2009. i 2010. godini sa pragom značajnosti ($\alpha = 0,10$) korišćen je test 2 Variances - F test. On ne odbacuje hipotezu o jednakosti varijansi ($P = 0,335 > 0,10$). Za testiranje hipoteze da su srednje vrednosti broja prodatih karata jednake u 2009. i 2010. godini protiv hipoteze da je veća srednja vrednost prodatih mesečnih karata u 2009. u odnosu na 2010. godinu, korišćen je Paired T-Test sa pragom značajnosti ($\alpha = 0,05$). Pošto je $P = 0 < 0,05$, ova hipoteza o jednakosti srednjih vrednosti broja prodatih karata zaposlenima se odbacuje.

Najveći koeficijent korelacije je između uzoraka u 2008. i 2010. godini i iznosi 0,929 i on pokazuje vrlo tesnu vezu. Koeficijenti korelacije između uzoraka 2008. i 2009. godine, odnosno 2009. i 2010. godine iznose 0,875 i 0,841 i pokazuju tesnu vezu između pomenutih uzoraka.

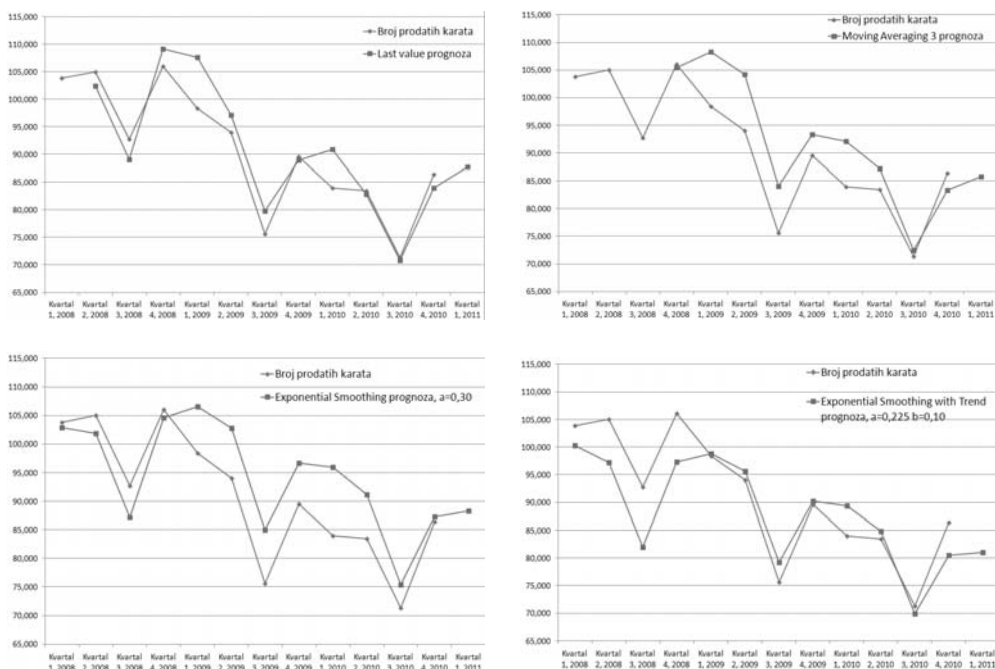
Za testiranje hipoteze da izbor meseca ne utiče na broj prodatih markica korišćen je ANOVA One way test sa ($\alpha = 0,05$). Pošto je P-vrednost $0.15 > 0.05$, hipoteza se ne odbacuje što znači da nema uticaja koji se mesec odabere. Kada se iz razmatranja isključe dva kritična letnja meseca (Jul i Avgust), P-vrednost ove hipoteze iznosi 0.99.

Za testiranje hipoteze da izbor cene markice ne utiče na broj prodatih markica korišćen je ANOVA One way test sa ($\alpha = 0,05$). Pošto je P-vrednost $0 < 0.05$, hipoteza se odbacuje što znači da ima uticaja koja se cena markica izabere.

Za proveru hipoteze o uticaju cene markice na broj prodatih markica korišćen je Tukijev i Fišerov sa intervalom poverenja od 95%. Zaključak je isti prema obema metodama, odnosno da razlika ne postoji kod para koji čine cene markica 1520 din i 1620 din, dok postoji kod parova koje sačinjavaju cene markica (1520 din, 2236 din) i (1620 din, 2236 din).

Zaključak

Slaganje rezultata gore navedenih metoda za prognoziranje sa prikupljenim podacima prikazano je na sledeća četiri dijagrama.



Najbolje slaganje sa prikupljenim podacima na osnovu vrednosti MAD i MSE je pokazano metodom Exponential Smoothing with Trend. Od 25 kombinacija parametara, najbolje slaganje je bilo za $\alpha = 0.225$ i $\beta = 0.1$. Srednje apsolutno odstupanje po ovom metodu za $\alpha = 0.225$ i $\beta = 0.1$ iznosi MAD = 2.436,70, a srednja kvadratna greška MSE = 13.401.879,67. Početna procena je iznosila 98.000 karata, a početna procena trenda je bila negativna i to -2.500 karata.

Drugo mesto je zauzeo Last Value metod. Srednje apsolutno odstupanje po ovom metodu iznosi MAD = 3.344,94, a srednja kvadratna greška MSE = 17.812.167,66.

Sledeće mesto je zauzeo Moving Averaging metod. U ovom slučaju je vršen proračun za $n = 2, 3$ i 4 kvartala, ali je najbolje slaganje sa datim podacima bilo za $n = 2$ kvartala. Srednje apsolutno odstupanje po ovom metodu za $n = 2$ kvartala iznosi MAD = 4.438,68, a srednja kvadratna greška MSE = 29.150.885,38.

I na kraju, zadnje mesto je pripalo Exponential Smoothing metodu. Ovde je računato za 5 vrednosti α , ali je najbolje slaganje sa datim podacima bilo za $\alpha = 0.3$. Srednje apsolutno odstupanje po ovom metodu za $\alpha = 0.3$ iznosi MAD = 5.755,89, a srednja kvadratna greška MSE = 45.375.739,21. Početna procena je iznosila 98.000 karata.

Ključne reči: javni gradski prevoz putnika; predviđanje; vremenske serije

Abstract. This paper presents the analysis of time series, which consists of monthly ticket sales in Mass Passenger Public Transport in Belgrade. It was used as an example of category of employees because they are the largest category of users of public transport system. To forecast future monthly ticket sales, following methods were applied like last value method, moving averaging method and exponential smoothing method. In addition, it was made a statistical analysis of this time series.

Key words: mass passenger public transport; forecasting; time series

Literatura

- [1] Vukadinović, S. & Popović, J., (2004), *Matematička statistika*, Drugo izdanje, Saobraćajni fakultet, Beograd.
- [2] Vukadinović S. & Popović J., (1999), *Zbirka rešenih zadataka iz matematičke statistike*, Saobraćajni fakultet, Beograd.
- [3] Hillier & Lieberman, (2001), *Introduction to operations research: Chapter 20 Forecasting*, [CD], The McGraw-Hill Companies, pp. 1009 - 1052.
- [4] Filipović, S., (2007), *Pisana predavanja iz predmeta Javni gradski putnički prevoz*, Saobraćajni fakultet, Beograd.
- [5] Filipović, S., et al., (2009), Comparative analysis of the basic features of the expected and perceived quality of mass passenger public transport service in Belgrade, *TRANSPORT*, 24(4): pp. 265–273.
- [6] Gardner, S. E. & Diaz-Saiz J., (2002), Seasonal adjustment of inventory demand series: a case study, *International Journal of Forecasting*, 18: pp. 117–123.
- [7] Corberan-Vallet, A., Bermudez, J. D. & Vercher, E., (2011), Forecasting correlated time series with exponential smoothing models, *International Journal of Forecasting*, 27: pp. 252–265.

УНАПРЕЂЕЊЕ КВАЛИТЕТА УЛАЗНИХ ПОДАТАКА ЗА МОДЕЛ COPERT 4

IMPROVING THE QUALITY OF INPUTS FOR COPERT 4 MODEL

Јелена Трифуновић, дис¹⁰¹; мр Александар Манојловић, дис¹⁰²;
мр Владимир Момчиловић, дис¹⁰³, Милан Цветковић, дис¹⁰⁴

Резиме: Модел и софтверски алат COPERT 4 (верзија 7.1) коришћен је за израчунавање количина емитованих загађујућих материја које потичу од возног парка Републике Србије за период од 1990. до 2009. године. Овај модел је једини признати алат за одређивање емисије загађивача на нивоу државе. Прорачун емисије издувних гасова који потичу од друмског саобраћаја поменути моделом, користи велики скуп класификованих улазних података што захтева сложен поступак добијања улазних података с обзиром да се ради о временском периоду од двадесет година. У податке које је било потребно прикупити спадају: укупна потрошња појединих врста горива, број возила према категоријама и технологијама возила, просечан пређени пут према категоријама возила, просечна брзина возила према категоријама возила и типовима пута, структура пређеног пута према типовима пута (градски, ванградски, аутопут) изражена у процентима у односу на све категорије возила, подаци о климатским условима.

Поједини улазни подаци, који се односе на Републику Србију, прикупљени су из Републичког завода за статистику, Министарства унутрашњих послова и Републичког хидрометеоролошког завода Србије. Након анализе података утврђен је метод њихове корекције, односно довођења у форму коју захтева модел COPERT 4.

Приступ подацима из евиденције регистрованих возила на територији Републике Србије за период од 1990. до 2009. године у електронском облику омогућен је за потребе пројекта Одређивање количина емитованих гасовитих загађујућих материја пореклом од друмског саобраћаја применом COPERT 4 модела Европске Агенције за животну средину. Евиденција се води посебно за централну Србију и посебно за Војводину. Након прегледа евиденције регистрованих возила на територији централне Србије утврђено је да постоје одређени недостаци и неусаглашености у евиденцији, што обухвата све елементе базе података о возилима. У зависности од категорије возила разликују се грешке у подацима. Од раније је познато да је квалитет података постојећег јединственог регистра возила недовољно добар. Из тих разлога, а за потребе реализације пројекта, извршена је корекција неадекватних података. Након тога, применом одговарајућег софтвера који је развијен на основу дефинисаних критеријума, извршено је груписање возила у захтеване категорије.

¹⁰¹ Универзитет у Београду – Саобраћајни факултет, Београд, j.trifunovic@sf.bg.ac.rs

¹⁰² Универзитет у Београду – Саобраћајни факултет, Београд, a.manojlovic@sf.bg.ac.rs

¹⁰³ Универзитет у Београду – Саобраћајни факултет, Београд, v.momcilovic@sf.bg.ac.rs

¹⁰⁴ Универзитет у Београду – Саобраћајни факултет, Београд, m.cvetkovic@sf.bg.ac.rs

Вредности одређених улазних података, за које не постоји евиденција, усвојене су према препорукама пројекта European Database of Vehicle Stock for the Calculation and Forcaste of Pollutant and Greenhouse Gases Emissions with TREMOVE and COPERT¹⁰⁵. У том пројекту приказане су вредности просечног годишњег пређеног пута према категоријама возила, које се у овом случају могу усвојити. За утврђивање просечног годишњег пређеног пута за 2009. годину спроведено је истраживање. Истраживање је обухватило анкету возача друмских транспортних средстава на станицама за снабдевање горивом, на уређеним површинама за паркирање возила и у транспортним компанијама широм Републике Србије. Након тога, извршено је поређење количина емитованих загађујућих материја добијених на основу података спроведеног истраживања са количинама емитованих загађујућих материја добијених коришћењем усвојених вредности просечног годишњег пређеног пута за 2009. годину. Разлика у количини емитованих NOX је 0,90%, VOC - 19,34%, CO - 20,20% (законски регулисани загађивачи), док је разлика у потрошњи горива 1,07%. Наведене разлике указују на потребу за квалитетним улазним подацима.

Предлог унапређења система евидентирања података за модел COPERT 4

Квалитет података, односно улазних променљивих за модел COPERT 4 као што је напоменуто, у великој мери утиче на вредности количина емитованих загађујућих материја које су резултат прорачуна. На основу анализе прикупљених података утврђено је да су подаци о структури возног парка и просечном годишњем пређеном путу појединих категорија возила критични елементи прорачуна. Да би се повећао квалитет улазних променљивих неопходно је унапредити начин евидентирања критичних података. Узимајући у обзир трошкове прикупљања података високог нивоа поверења, предлаже се спровођење унапређења евидентирања података у четири фазе.

У првој фази потребно је евидентирати просечан годишњи пређени пут појединих категорија возила. Просечан годишњи пређени пут одређене категорије возила је количник укупног пређеног пута свих возила одређене категорије у једној години и укупног броја возила одређене категорије.

Годишњи пређени пут сваког појединачног возила је разлика између стања одометра (стања километраже) возила приликом регистрације возила и стања одометра приликом претходне регистрације. Стање одометра се читава приликом обављања техничког прегледа за регистрацију возила, у станици техничког прегледа и евидентира се у документима за регистрацију возила.

Новопроизведена возила, након прве регистрације и првог техничког прегледа, подвргавају се следећем техничком прегледу након две године¹⁰⁶. У том случају укупан пређени пут између два техничка прегледа за регистрацију возила дели се са бројем година, односно са 2.

Друга фаза обухвата проверу веродостојности и исправку постојећих података о возилима, како у саобраћајној дозволи возила тако и у јединственој ба-

¹⁰⁵ Final Report 08.RE.0009.V2, Thessaloniki, July 2008.

¹⁰⁶ Закон о безбедности саобраћаја на путевима, чл. 264, Службени гласник РС бр. 41/2009 и 53/2010

зи података на државном нивоу. Ово се посебно односи на податке о врсти возила, сопственој маси возила, корисној носивости возила, врсти горива, радној запремини мотора и години производње возила.

У трећој фази, према правилнику и предлогу унапређења система регистрације возила, након прве године функционисања новог система евиденције и провере веродостојности и исправке постојећих података о возилима формира се база података возила регистрованих на територији Републике Србије. База података треба да обухвати шири скуп података о возилу, као и класу емисије издувних гасова возила, што је предвиђено Директивама Савета 1999/37/EC¹⁰⁷ и 2003/127/EC¹⁰⁸ о документима за регистрацију возила.

Како би се грешке у евиденцији података смањиле на најмању могућу меру, у четвртој фази неопходна је обука лица које уносе податке у базу података. Обуку чине два дела. Први део обуке се односи на значење сваког податка потребног за унос у евиденцију, за коју врсту возила се сваки од података уноси и где се могу прочитати одређени подаци (саобраћајна дозвола, и др.). Други део обуке се односи на коришћење информационог система, што обухвата приступ бази података, начин уноса података, начин измене података и у ком случају се могу изменити подаци (каква је процедура у том случају), и др. Спровођење контроле је неопходно уколико се јављају грешке приликом евиденције података. Сврха контроле јесте указивање на грешке и едукација на лицу места. Поред ове врсте контроле обавља се контрола рада самог информационог система, злоупотребе, могућности побољшања и др.

Кључне речи: емисија загађујућих материја, евиденција регистрованих возила, просечан годишњи пређени пут возила

Abstract: COPERT 4 (version 7.1) model and software tool was used to calculate the emitted pollutants originating from the vehicle fleet of the Republic of Serbia for the period 1990-2009. This model represents a relevant tool for determining pollutant emissions at the national level. For the estimation of road transport related exhaust gas emissions the software tool COPERT 4 uses a large set of categorised inputs, which require the implementation of a complex procedure for the acquisition of such input dataset, considering that it was done for the previously mentioned twenty years period. The data requiring collection were: total consumption of specific fuel types, the number of vehicles by categories and by emission related technologies, average annual mileage per vehicle category, average speed per vehicle categories and road types (urban, extra-urban, motorway), mileage structure per road types expressed in percentage within each vehicle category, climate condition data.

The input data related to the Republic of Serbia have been acquired either from the National Statistical Office, Ministry of Interior or the National Hydro-meteorological Institute. After thorough analysis, the method for data correction and adaptation to the format required by COPERT 4 has been determined.

¹⁰⁷ Council Directive 1999/37/EC of 29 April 1999 on the registration documents for vehicles, Official journal L 138, 1.6.1999., p. 57-65

¹⁰⁸ Commission Directive 2003/127/EC of 23 December 2003 amending Council Directive 1999/37/EC on the registration documents for vehicles, Official journal L 10, 16.1.2004., p. 29-53

Access to data from the vehicle registry of the Republic of Serbia for the period 1990-2009 in electronic form was provided under the project named *Determination of emissions of pollutants gaseous from road transport using COPERT 4 model of the Environmental European Agency (EEA)*. There are two separate registries for central Serbia and province of Vojvodina. After reviewing the vehicle registry of central Serbia certain gaps and inconsistencies within all the elements of the vehicle records were found. Each vehicle category was characterised by different data errors. It was already known to the authors that the quality of data within the existing vehicle registry was unsatisfactory, which imposed a work load for the correction of such inadequate data. Then, using especially developed software on the basis of defined criteria, the data were clustered into required vehicle categories.

The values of input data for inexistent records were adopted based on recommendations drawn from the project named European Database of Vehicle Stock for the Calculation and Forecast of Pollutant and Greenhouse Gases Emissions with TREMOVE and COPERT¹⁰⁹. In this project, the values of average annual distances travelled by vehicle categories are shown, which were adopted in this case. For the average annual mileage determination for 2009, a particular survey has been realised. The survey consisted in an interview of drivers of road transport vehicles at selected refuelling stations, parking lots and from transport companies from the entire Serbian territory. Based on the realised survey on values of average annual mileage, total emissions of pollutants for all vehicle categories have been calculated for 2009. The calculated values have been compared to the emissions obtained based on the recommended EU average mileages. Some differences were observed in the amount of regulated pollutants emitted NO_x - 0.90%, VOC - 19.34% and CO - 20.20%, while the difference in fuel consumption was 1.07%. These differences emphasise the need for high-quality inputs.

Recommendation for improvement of the data recording system for COPERT 4 model

As mentioned earlier, data quality (i.e. the quality of input variables for the model) affects greatly the estimated amounts of pollutants emitted. The analysis of collected data revealed that the vehicle fleet structure and the average annual distance travelled of certain vehicle categories are critical elements for the estimates. In order to improve the quality of inputs, it is necessary to improve the recording method of such critical data. Considering the costs of data collection (with high level of confidence) data recording improvement implementation is proposed in four phases:

In the first phase, it is necessary to record the average annual distance travelled of individual vehicle categories. The average annual distance travelled of certain vehicle category is the quotient of total annual distance travelled of all vehicles of a specific category and the total number of vehicles in that category. Each vehicle's annual distance travelled is the difference between two consecutive odometer readings from current and previous periodic vehicle inspection. Newly produced vehicles after the first registration, i.e. first vehicle inspection, are subject

¹⁰⁹ Final Report 08.RE.0009.V2, Thessaloniki, July 2008

to the next vehicle inspection only after two years¹¹⁰. In this case their total distance travelled between the two consecutive inspections is divided by two.

The second phase involves verification and correction of existing vehicle data: in vehicle license and in the national vehicle registry. This applies particularly to its type, mass, capacity, fuel type, engine capacity and year of manufacturing.

In third phase, according to the by-law and the proposal for improvement of the vehicle registration system, after the first year of implementation of the new data recording and authentication system, after correction of existing vehicle data, a satisfactory vehicle registry of the Republic of Serbia will be obtained. This database should include a broader vehicle dataset, including the vehicle emission standard, as provided in Council Directives 1999/37/EC and 2003/127/EC on vehicle registration documents.

In the fourth phase, in order to minimise errors in data recording, a training of personnel responsible for data input is required. Their training will consist of two parts: first, related to the meaning of data required for registry input, specific data inputs for each vehicle type and locations to refer to, i.e. where they could be found (vehicle license, etc.); second, related to the usage of the information system, namely database access, data input, data modifications modalities and preconditions (as well as the procedure in that case), etc. Procedures monitoring is indispensable for eradicating errors in data recording. The purpose of monitoring is to identify the errors, indicate the right value and instruct personnel. In addition to such monitoring, an independent monitoring of the information system must be carried out, in order to eliminate or minimise risks and misuse, and also improve its performance and potentials.

Key words: pollutants emission, database of registered vehicles, average annual distance travelled of certain vehicle categories

¹¹⁰ Road Safety Act, Article 264, Official Gazette of the Republic of Serbia No. 41/2009 and 53/2010

PRIMENA LASERSKOG SENZORA ZA OPSERVACIJU SAOBRAĆAJA – ISTRAŽIVANJA, ANALIZE I OTKLANJANJE PROBLEMA

APPLICATION OF LASER SENSORS FOR TRAFFIC OBSERVATION – RESEARCH, ANALYSIS AND TROUBLESHOOTING

Petar Komrakov, mis¹¹¹; Aleksandar Smukov, die¹¹²; Marina Gordić, die¹¹³

Rezime: Laserski senzor, kao aktivni uređaj, primenjuje se za opservaciju saobraćaja čime se omogućava detekcija prisustva vozila, brojanje saobraćaja, merenje dužine vozila, klasifikacija ili kategorizacija vozila i sl. Rad razmatra upotrebu laserskog senzora kao kontrolnog uređaja za kategorizaciju vozila u sistemu naplate putarine. Jedan uređaj istovremeno vrši opservaciju saobraćaja u realnom vremenu na dve saobraćajne trake. Postavlja se na donjoj strani nadstrešnice, na izlazu autoputa kada vozila napuštaju sistem naplate. Nedovoljna čvrstoća konstrukcije nadstrešnice onemogućila je postavljanje senzora na kraj krovne konstrukcije i generisala probleme pri vršenju kategorizacije vozila. To se posebno odnosilo na nemogućnost dobijanja donje envelope vozila zbog položaja odbojne ograde koja zaklanja donji deo vozila. Prolasci zaposlenih na naplati putarine kroz zonu detekcije takođe su ometali precizno određivanje kategorije. Ovi problemi su rešavani softverski, skraćivanjem i ponovnim definisanjem zone detekcije. Vozila sa teretom nepravilnih oblika ili sa reklamnim platformama na krovu su takođe rešavana softverskom bazom znanja. Statističkom i softverskom obradom podataka definisane su vrednosti za gornju envelopu vozila. Ispitivanjem naglih promena visine vozila i zadovoljavanjem određenih uslova, softverski je ugrađeno znanje u cilju prepoznavanja vozila koje vuče prikolicu. U radu su detaljnije opisana terenska istraživanja, analize i kalibracije dobijenih rezultata, kao i poboljšanja softvera u cilju otklanjanja uočenih problema.

Laserski senzor određuje udaljenost i ugao pod kojim se vozilo nalazi. Za obradu ovih informacija je razvijen softver, instaliran na industrijskom računaru i sposoban da interpretira podatke u realnom vremenu. Podaci o visini vozila, u odnosu na unapred definisanu referentnu podlogu (kolovoz), dobijaju se putem trigonometrijskih funkcija. Referentna vrednost je udaljenje lasera od kolovoza. Rezultat svakog laserskog snopa upoređuje se sa referentnom vrednošću.

1) Određivanje prisustva/odsustva vozila

Bitno je odrediti trenutak kada vozilo preseca laserski snop i kada se više ne nalazi u zoni skeniranja. Kako je poznato rastojanje lasera od kolovoza, bez obzira pod kojim uglom je ispaljen laserski snop, to rastojanje je označeno kao referentna visina. Ukoliko se u bilo kom trenutku pojavi objekat visine veće od pola metra i preseče snop, pretpostavlja se da je vozilo upravo ušlo u zonu skeniranja. U trenutku kada ništa više ne preseca snop, pretpostavlja se da je vozilo napustilo zonu skeniranja.

¹¹¹ TRANS-TEX doo, Beograd, p.komrakov@transtex-ing.com

¹¹² TRANS-TEX doo, Beograd, a.smukov@transtex-ing.com

¹¹³ TRANS-TEX doo, Beograd, m.gordic@transtex-ing.com

2) Kategorisanje

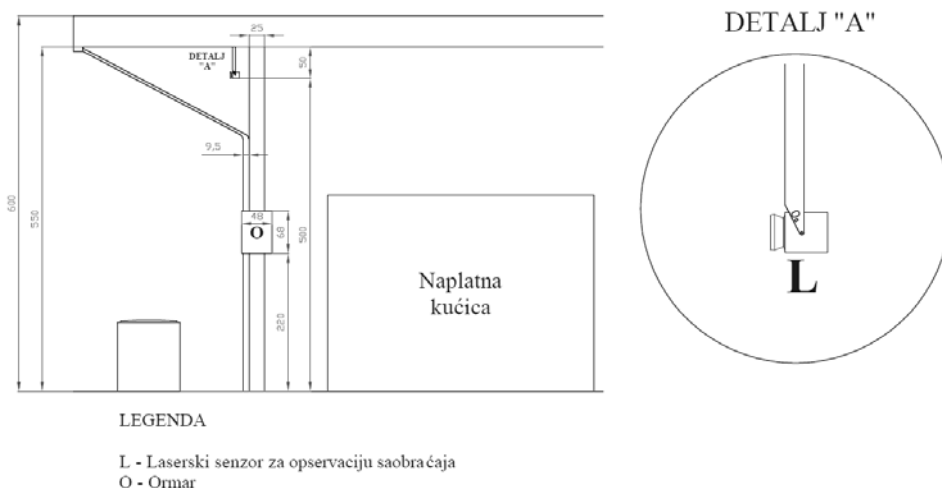
Pošto se opservacija saobraćaja vrši nad saobraćajnim trakama između kojih je razdelno ostrvo, zonu detekcije je potrebno ograničiti na širinu trake. Na taj način je definisana zona koja je pravougaonog oblika, gde kraća stranica predstavlja širinu trake, a duža rastojanje do kolovoza. Time se eliminišu moguće smetnje u zonama koje nisu od interesa. Statističkom obradom velike količine podataka u realnom vremenu, dobijaju se tačke nagomilavanja visinskih vrednosti i broja laserskih snopova po vozilu za svaku kategoriju. Podaci o visini vozila i njegovom bočnom preseku se smeštaju u operativnu memoriju sve dok se ne dobije informacija o tome da je vozilo napustilo zonu skeniranja. Nakon toga, upoređuju se dobijeni podaci sa već postojećim definisanim šablonima za svaku kategoriju vozila. Za definisanje šablona koji su usvojeni u sistemu naplate putarine, bitni su podaci o maksimalnim visinama vozila, minimalnim i maksimalnim visinama iznad prve osovine, kao i informacije o tome da li vozilo vuče prikolicu.

3) Vozilo sa prikolicom

Ukoliko vozilo vuče prikolicu, pretpostavka je da je prikolica zakačena na visini koja značajno odstupa od maksimalne visine vozila. Veze (rude) se obično nalaze na visini od 20 cm do 1 m iznad kolovoza. Ako u nizu maksimalnih visina dođe do pojave vrednosti koje zadovoljavaju prethodni uslov, vrši se provera da li je u nekoliko prethodnih snopova došlo do naglog pada visine vozila. Nagli pad visina može da predstavlja rudu kojom vozilo vuče prikolicu. Sledeći neophodan uslov je da vozilo posle detektovane rude sadrži određeni broj laserskih snopova koji značajnije visinski odstupaju od kolovoza. Ukoliko su svi navedeni uslovi zadovoljeni, vozilo vuče prikolicu.

4) Kalibracija

U cilju kalibracije softvera i dobijanja verzije koja najbolje odgovara realnom stanju, vršena je opservacija saobraćajnih tokova uživo na naplatnoj stanici "Beograd". Na taj način su uočene pojave koje su doprinele da softver podigne tačnost određivanja kategorije na 95%.



Slika 1. Postavljanje laserskog senzora na stanici za naplatu putarine

5) Smetnje u zoni detekcije

Usled povremenog prolaska zaposlenih na naplatnoj stanici, dolazilo je do blokiranja ili skraćivanja zone detekcije. Jasno je da ova pojava ne može biti u potpunosti otklonjena, kako zbog tehnologije rada sistema naplate putarine tako i zbog konstruktivnih rešenja naplatne stanice. Uticaj na validnost primljenih podataka je sveden na najmanju meru softverskim skraćivanjem ili redefinisanjem zone detekcije. Rešenje kojim bi se u potpunosti eliminisao ovaj uticaj leži u izmeštanju laserskog senzora na kraj konstrukcije nadstrešnice. Ipak, zbog nedovoljne čvrstoće materijala od kojeg je izrađena konstrukcija i položaja postojećeg oluka, ovu ideju nije bilo moguće realizovati.

6) "Čudna" vozila

Bilo je pojava da vozila koja po svojim gabaritima i bočnom preseku treba svrstati u istu, laserski senzor daje podatke koje softver svrstava u različite kategorije. Takva vozila su zbog svojih većih maksimalnih visina odgovarala različitoj kategoriji naplate putarine. Ovaj problem je rešen novom statističkom obradom podataka. Definisani su precizniji visinski parametri za gornju envelopu vozila (granične vrednosti maksimalnih visina) za kategorije u kojima su beležena vozila sa opisanim odstupanjima.

S druge strane, postojali su slučajevi u kojima su se vozila sličnih gabarita i bočnog preseka (envelope) svrstavali u pogrešnu kategoriju. To je posledica činjenice da je za potpunu tačnost pri određivanju kategorije vozila u sistemu naplate putarine (po zvaničnoj kategorizaciji od strane JP Putevi Srbije) bilo neophodno imati podatke o ukupnoj masi vozila, osovinskom opterećenju (a time i broju osovina). Sam laserski uređaj nije u mogućnosti da izmeri ove vrednosti, pa je za potpunu tačnost u vršenju kategorizacije vozila neophodna instalacija dodatne opreme.

Ključne reči: laserski senzor, kategorizacija vozila, zona detekcije, softver

Abstract: Laser sensor, as an active device, is used for traffic observation allowing the detection of the vehicle's presence, traffic counting, vehicle length measuring, classification or categorization of vehicles, etc. This paper describes the use of laser sensor as a control device for vehicle categorization in the pay toll system. One laser device performs real-time traffic observation on two traffic lanes simultaneously. It is mounted under the eaves, on the highway exit where the vehicles leave the pay toll system. Insufficient strength of the eaves construction disabled mounting of the laser sensor at the end of the roof construction and generated the problems in the categorization of vehicles. That particularly referred to the inability to obtain the lower envelope of vehicles because of the position of the guard fence which blocks the lower part of the vehicle. Employees passing through the detection zone on the toll station also hindered precise determination of the category. These problems were solved by the software reducing and redefining of the detection zone. Vehicles with a load of irregular shapes or with advertising platforms on the roof were also tackled using the software knowledge base. Values for the upper envelope of vehicle are defined using the statistical data processing and software. The knowledge for the detection of a vehicle pulling a trailer is implemented in the software by examining sudden changes of vehicle height and meeting certain conditions. This paper describes detailed field research, analysis

and calibration of the given results, as well as the improvement of the software for elimination of the observed problems.

Key words: laser sensor, categorization of vehicles, detection zone, software

ОЧЕКИВАНИ ПОЗИТИВНИ И НЕГАТИВНИ ЕФЕКТИ ПРИМЕНЕ ЗНАКОВА О ПОЧЕТКУ И КРАЈУ НАСЕЉА НА ДРЖАВНИМ ПУТЕВИМА У МОРАВИЧКОМ ОКРУГУ

EXPECTED POSITIVE AND NEGATIVE EFFECTS OF SIGNS ON THE BEGINNING AND THE END SETTLEMENT ON STATE ROADS IN MORAVA DISTRICT

Наташа Остојић, дис¹¹⁴

Резиме: Предмет овог рада су очекивани позитивни и негативни ефекти постављања саобраћајних знакова вертикалне сигнализације III-23.1 ("насеље") и III-24.1 ("завршетак насеља") поред коловоза државних путева I и II реда на територији Моравичког округа Републике Србије.

Пројекат утврђивања локација за постављање наведених саобраћајних знакова поред коловоза државних путева I и II реда на територији Моравичког и Колубарског округа Републике Србије израдило је предузеће "ПУТИНВЕСТ" – Београд, а за потребе Инвеститора ЈП "Путеви Србије".

Увод

Моравички округ се налази у централном делу Србије. Обухвата следеће општине: Горњи Милановац, Чачак, Лучани и Ивањица. Као подлога за израду овог рада коришћени су: Подаци из важећих планских урбанистичких докумената, Референтни систем државних путева I реда (магистралних путева) и II реда (регионалних путева) Републике Србије, Важећа законска регулатива Републике Србије и Пројекат утврђивања локација за постављање саобраћајних знакова III-23, III-24, III-23.1 и III-24.1 поред коловоза државних путева I и II реда у Моравичком округу.

Законска регулатива

Према Закону о безбедности саобраћаја на путевима (Члан 7., став 1, тачка 30) **насеље** је изграђен, функционално обједињен простор, који је намењен за живот и рад становника и чије су границе обележене одговарајућим саобраћајним знаком.

Према истом Закону (Члан 43.) на путу у насељу, возач не сме возилом да се креће брзином већом од 50 km/h, односно брзином већом од брзине дозвољене постављеним саобраћајним знаком за цело насеље или његов део. Изузетно, на путу у насељу, чији саобраћајно-технички елементи то омогућавају, може да се саобраћајним знаком дозволи кретање возилом брзином и до 80 km/h.

Саобраћајни знак III-23.1 ("насеље") поставља се у непосредној близини места где постоје изграђени редови, односно групе стамбених или пословних

¹¹⁴

ПУТИНВЕСТ д.о.о., Београд, ostoic@putinvest.rs

објекта, на месту где је очекивано веће присуство пешака који остварују потребе у том насељу, док се саобраћајни знак III-24.1 ("завршетак насеља") поставља на путу у непосредној близини места где престаје део пута на коме су испуњени наведени услови. (Члан 159. став 1 и 2, Закона о безбедности саобраћаја на путевима).

Изглед и димензије саобраћајних знакова III-23.1 ("насеље") и III-24.1 ("завршетак насеља") утврђени су одредбама Правилника о саобраћајној сигнализацији.



насеље III-23.1



завршетак насеља III-24.1

Приказ пројектног решења

Моравички округ обухвата четири општине: Горњи Милановац, Чачак, Лучани и Ивањица. Овај округ, чије седиште је у граду Чачку, има око 230.748 становника.

На наредним сликама приказан је положај Моравичког округа у Републици Србији (Слика 1) и општине које припадају Моравичком округу (Слика 2).



Слика 1. Положај Моравичког округа у РС



Слика 2. Општине Моравичког округа

Локације за постављање саобраћајних знакова III-23.1 и III-24.1 поред коловоза државних путева I и II реда одређиване су комисијски на територији појединих општина. Комисија, за сваку општину посебно, састојала се од пет чланова:

1. представник ЈП "Путеви Србије" Београд,
2. представник Извођача радова на одржавању државних путева,
3. представник Надлежног општинског органа,
4. представник МУП-а и
5. представник Пројектне организације.

Локације за постављање саобраћајних знакова III-23.1 и III-24.1 одређене су: стационажом и страном државног пута (страна пута утврђена је у смеру раста стационаже пута) и X и Y координатама. Места постављања саобраћајних знакова утврђивана су на терену ГПС уређајем.

У Моравичком округу предвиђено је постављање укупно 81 знака III-23.1 и 77 знакова III-24.1.

Пројектном документацијом одређено је да лице знакова "насеље" и "завршетак насеља" буде израђено од ретрорефлектујућег материјала класе 3 за знакове који се постављају поред државних путева I реда и класе 2 за знакове поред државних путева II реда. Укупна висина стуба носача на који се постављају ови знакови износи 3.4 m.

Начин постављања саобраћајних знакова III-23.1 И III-24.1

Саобраћајни знак III-23.1 ("насеље") поставља се на месту од кога почиње насеље и од кога се примењују прописи о саобраћају у насељу.

Саобраћајни знак III-24.1 ("завршетак насеља") поставља се на месту на коме се завршава насеље и од кога престају да важе прописи о саобраћају у насељу.

Позитивни и негативни ефекти примене знакова почетак и крај насеља

У наредној табели дате су дужине државних путева и дужине деоница државних путева на којима је брзина ограничена на 50 km/h постављањем саобраћајног знака "насеље".

Назив општине	Дужина ДП I реда	Дужина ДП I реда која је под знаком насеље	Дужина ДП II реда	Дужина ДП II реда која је под знаком насеље	Укупна дужина ДП	Укупна дужина ДП под знаком насеље
Чачак	55.8 km	7.5 km (13.4 %)	85.5 km	17.2 km (20.1%)	141.3 km	24.7 km (17.5%)
Лучани	–	–	106.7 km	6.5 km (6.1%)	106.7 km	6.5 km (6.1%)
Ивањица	32.3 km	8.5 km (26.3%)	158.4 km	5.6 km (3.5%)	190.7 km	14.1 km (7.4%)
Горњи Милановац	36.1 km	–	178.2 km	10.7 km (6.0%)	214.3 km	10.7 km (5.0%)
Σ (%)	124.2 km	16.0 km (12.9%)	528.8 km	40.0 km (7.6%)	653.0 km	56.0 km (8.6%)

*/ДП – државни пут

На територији Моравичког округа има 4 државна пута I реда чија је укупна дужина 124.2 km и 22 државна пута II реда чија је укупна дужина 528.8 km.

Дужина деоница државних путева I реда у Моравичком округу на којима је брзина кретања возила ограничена на 50 km/h постављеним знаковима "насеље" је око 13%. На територији општине Горњи Милановац на државном путу М-22 није обележен ниједан знак "насеља", а овако висок проценат дужина деоница под знаком насеља на државним путевима I реда је из разлога што ови путни правци на територији Моравичког округа својом знатном дужином пролазе кроз насељена места Чачак и Ивањицу.

Дужина деоница државних путева II реда у Моравичком округу на којима је брзина кретања возила ограничена на 50 km/h постављеним знаковима "насеље" је нешто мања од 8%.

На укупној мрежи државних путева Моравичког округа од 653 km путева под знаком насеља је 56 km што је 8,6% укупне дужине државних путева округа.

Очекивани *позитивни ефекти* приказаног концепта пре свега су у побољшању безбедности на анализираној мрежи и то пре свега у смањењу тежине последица саобраћајних незгода. Овакав приступ не разрешава основни проблем у неприхватљивом мешању даљинских, изворно циљних и локалних саобраћајних токова. Наравно, да примена ограничења од 50 km/h на значајном делу мреже државних путева отвара питање и низа *негативних ефеката* на ефикасност тог дела мреже. Државни путеви, а пре свега путеви I реда намењени су даљинским токовима, а брзина од 50 km/h је знатно испод брзине при капацитету па се отвара питање проточности и додатне редукције капацитета на 13% мреже. Анализирани део мреже током летње сезоне карактеришу токови са изразитом неравномерношћу па је реално очекивати погоршање стања са аспекта ефикасности и нивоа услуге.

Закључци и препоруке

ПРЕЛИМИНАРНА АНАЛИЗА ПОЗИТИВНИХ И НЕГАТИВНИХ ЕФЕКТА СВАКАКО УКАЗУЈЕ да су неопходна озбиљна и свеобухватна истраживања позитивних и негативних ефеката примене нових законских решења. Свакако да овај концепт може послужити као краткорочно привремено решење, а питање проласка државних путева (посебно I реда) кроз насељена места се трајно може решити само раздвајањем даљинских и локалних токова изградњом обилазница.

Кључне речи: насеље, ограничење брзине кретања возила, ефекти постављања знака насеље.

Abstract: This paper describes positive and negative effects of placing traffic signs III-23.1 ("village") and III-24.1 ("the completion of village") along the carriageway of state roads of 1st and 2nd ranks at the territory of Morava district (Republic of Serbia). The project was done by Putinvest company – Belgrade, for the purposes of the "Road of Serbia" as investor.

Key words: village, limit speed of vehicles, effects of placing traffic signs village.

Литература:

- [1] Закон о безбедности саобраћаја на путевима ("Службени гласник Републике Србије", број 41/2009.).
- [2] Закон о изменама и допунама Закона о безбедности саобраћаја на путевима ("Службени гласник Републике Србије", број 53/2010.).
- [3] Правилник о саобраћајној сигнализацији ("Службени гласник Републике Србије", број 26/2010.).
- [4] Техничко упутство за спровођење одредаба Правилника о саобраћајној сигнализацији са обавезујућом применом (ЈП "Путеви Србије", август 2010.).
- [5] Технички прописи и стандарди за пројектовање.
- [6] Пројекат утврђивања локација за постављање саобраћајних знакова III-23, III-24, III-23.1 и III-24.1 поред коловоза државних путева I и II реда у Моравичком округу.

ПЛАНИРАЊЕ МЕРА ЗАШТИТЕ ОД БУКЕ НА АУТОПУТУ Е-763 БЕОГРАД – ЛЈИГ – ПОЖЕГА, СЕКТОР II: ЛЈИГ – ПОЖЕГА, ДЕОНИЦА 3: ТАКОВО – ПРЕЉИНА

PLANNING NOISE ABATEMENT MEASUREMENTS ON E-763 HIGHWAY BEOGRAD – LJIG – POŽEGA, SECTOR II: LJIG – POŽEGA, SECTION 3: TAKOVO – PRELJINA

Александар Гајицки, дис¹¹⁵

Резиме:

Увод

Бука коју производи саобраћај у новије време постаје све већи проблем као облик загађивања животне средине, односно угрожавања и деградације квалитета живота. Често дуготрајно излагање буци може код човека да изазове пролазне или трајне физиолошке и психолошке проблеме.

Приликом пројектовања нових друмских саобраћајница у обавези смо да детаљно сагледамо могуће утицаје буке на животну средину за време њихове будуће експлоатације, и да у складу са добијеним резултатима предложимо мере за смањивање негативних утицаја.

Основе за прорачун и израду карата буке

За прорачун индикатора буке и генерисање карата буке коришћен је софтверски пакет „Predictor-LimA Software Suite – Type 7810“. Усвојено је да се за прорачун буке друмског саобраћаја користи немачка метода „RLS90 – Richtlinien fuer den Laermschutz an Strassen“. Метода је у складу са Директивом 2002/49/ЕЗ и Уредбом о индикаторима буке, граничним вредностима, методама за оцењивање индикатора буке, узнемиравања и штетних ефеката буке у животној средини (Сл. Гласник 75/2010), јер даје резултате који су упоредиви са препорученим методама прорачуна.

Приликом прорачуна посматран је коридор од 250 метара лево и десно у односу на осовину дела новопланираног аутопута Е-763: Београд – Љиг – Пожега, Сектор II: Љиг – Пожега, Деоница 3: Таково – Прељина од km 100+412 до km 117+477. Приликом анализе постојећег и перспективног стања посматран је исти коридор како би се добили упоредиви подаци.

Постојеће стање

У посматраном коридору стамбени и други осетљиви објекти су изложени буци од саобраћаја који се одвија на постојећем државном путу првог реда

¹¹⁵ Саобраћајни институт ЦИП, Београд, gajickia@sicip.co.rs

M-22 и локалним саобраћајницама. За већину посматраних објеката доминантни извор буке је друмски саобраћај који се одвија на локалним саобраћајницама. Мерења нивоа буке у посматраном коридору нису вршена.

Перспективно стање

Утицај на ниво буке у окружењу због изградње новог дела аутопута Е-763 може се поделити на два сегмента. Први обухвата буку приликом изградње новог пута, а други буку због одвијања друмског саобраћаја. Утицаји појединачних сегмента на окружење неће се преклапати. Друмски саобраћај на постојећим путевима ће се одвијати за време извођења радова на новој саобраћајници, као и по њеном пуштању у експлоатацију. Обим саобраћаја на постојећим друмским саобраћајницама ће се смањити по пуштању нове у саобраћај јер ће доћи до прерасподеле друмских токова.

а) Бука за време извођења радова

Нивои буке приликом изградње пута пре свега зависе од броја и врсте ангажованих грађевинских машина, као и њиховог положаја и удаљености од стамбених и других осетљивих објеката у зони утицаја. Како подаци о организацији и технологији рада на градилишту нису били дефинисани, није извршено моделовање и анализа могућег утицаја буке на окружење. У сваком случају приликом изградње аутопута потребно је бучне грађевинске радове изводити за време нормалног радног времена где је то могуће. Потребно је користити најтише доступне машине за одређену врсту посла, где је погодно и исплативо користити привремене конструкције за заштиту од буке, подучавати ангажовано особље на градилишту по питању утицаја буке, најбучније машине удаљити што је више могуће од стамбених и других осетљивих објеката, организовати довоз и одвоз материјала у радно време градилишта, обавештавати заинтересовано становништво о предстојећим бучним радовима и сл. За време извођења радова потребно је спроводити периодична мерења буке у циљу утврђивања да генерисани нивои не прелазе законски дозвољене границе.

б) Бука за време експлоатације саобраћајница

На основу података о перспективном обиму друмског саобраћаја, карактеристике нове саобраћајнице, као и 3Д модела терена извршен је прорачун индикатора буке, чија се презентација врши коришћењем карата буке.

На основу добијених резултата утврђено је да нивои саобраћајне буке на најизложенијим фасадама 74 стамбена објекта у посматраној зони утицаја прелазе законски дозвољене вредности за период дана или ноћи. Прекорачења дозвољених нивоа буке у периоду дана су утврђена на 14 објекта и крећу се у распону од 65,1 до 70,7 dB(A), док се у периоду ноћи јављају на сва 74 објекта и крећу се у распону од 55,1 до 63,7 dB(A).

Мере заштите

Како бука на најизложенијим фасадама стамбених објеката прелази законски дозвољене нивое потребно је планирати и спровести мере заштите. Као основна мера предвиђају се конструкције за заштиту од буке. Приликом њихо-

вог прорачуна и оптимизације вођено је рачуна и економским ефектима. Такође, приликом њиховог прорачуна вођено је рачуна не само о постојећим објектима, већ и о планираној намени земљишта, као и могућим плановима развоја.

За заштиту 45 стамбених објеката у посматраној зони дела новог аутопута E-763 потребно је изградити 8 конструкција за заштиту од буке укупне дужине 2.826,9 метра и површине 8.293,5 m².

Ефикасност примењених конструкција за заштиту од буке зависи од великог броја фактора, као што су висина зида, удаљеност објекта, висинска разлика између конструкције и објекта, и креће се од 2,8 dB до 9,4 dB.

Заштита од буке није предложена за 17 стамбених објеката јер доминантни извор буке представља друмски саобраћај на приступном путу између петље „Прељина“ и државног пута првог реда М-22, односно самог државног пута првог реда М-22. Заштиту ових објеката треба урадити у оквиру посебних пројекта.

Код 12 објеката који се не штите конструкцијама за заштиту од буке, као и код објеката код којих и поред примене конструкција долази до значајног прекорачења дозвољених нивоа потребно је применити друге мере заштите, као што је замена постојеће столарије столаријом која има већу звучну изолацију. Одлука која врста звучне изолације ће бити примењена (које ће се стакло користити за заптивање) доноси се у сваком појединачном случају, уз напомену да мала звучна изолација неће решити проблеме који су претходно наведени, а велика звучна изолација није профитабилна због веома високих цена. За сваки објекат који се штити променом столарије се већим степеном звучне изолације потребно је обезбедити и затворен систем за убацавање свежег ваздуха. Недостатак оваквог приступа се огледа у томе што се нивои буке ван објекта, односно у двориштима не снижавају.

Потребно је предвидети мониторинг по пуштању аутопута у саобраћај који ће утврдити стварно стање нивоа буке, као и периодична контролна мерења за праћење нивоа буке у перспективи. Ако се на основу мерења утврде додатна прекорачења законски дозвољених нивоа буке у односу на већ утврђена, као и нова прекорачења, потребно је поступити у складу са добијеним резултатима.

Кључне речи: аутопут, бука, симулација

Abstract: Opening of the new highway section will result in increased noise levels and disruption of the population living along the road. In order to minimize negative effects on the population it is necessary to calculate the future noise levels through noise mapping. Also, it is necessary to do annoyance analysis and propose protection measures in accordance with obtained results.

This paper presents a procedure for developing a simulation model of road traffic, noise mapping, annoyance analysis, design procedure for optimizing of noise barriers and a proposal of noise abatement measures.

The calculation of noise propagation, annoyance analysis and optimization of noise barriers were made using simulation modelling software package “Predictor-LimA Software Suite – Type 7810”. There are 604 buildings which of 291 are dedicated to housing on that highway corridor. According to the Serbian regulations

74 houses were exposed to excessive noise levels during the night for which we had planned protection measures.

As a primary protection measure noise barriers are planned. For protection of 45 houses there are three noise barrier with total length of 2.826 m and surface of 8.293 m². Rest of the houses are protected using other measurements such as, installing soundproof windows and doors or including in noise monitoring program.

Key words: highway, noise, simulation, noise abatement, noise barriers.

EKOLOŠKI POKAZATELJI NIVOA BUKE U SAOBRAĆAJU GRADA BANJA LUKA

ENVIRONMENTAL INDICATORS IN TRAFFIC NOISE LEVEL OF BANJA LUKA

Dr Veljko Đukić¹¹⁶; Biljana Đukić¹¹⁷

Rezime: Saobraćajna buka kao jedan od glavnih činilaca koji kritično opterećuje populaciju predstavlja veoma značajan ekološki problem pa se buci sve više posvećuje pažnja. Istraživanja sprovedena poslednjih godina u različitim zemljama ukazuju na saobraćajnu buku kao štetnost koja znatno više smeta čovjeku u odnosu na druge štetnosti koje se javljaju u životnoj sredini, kao što su zagađenje vode i vazduha. Na osnovu rezultata istraživanja može se konstatovati da je opasnost od buke u razvijenim zemljama u velikoj mjeri izražena jer se javlja u svim sferama života, u sredini gdje čovjek živi, radi i odmara se, uključujući i prirodne sredine koje su narušene čovjekovom aktivnošću.

Veće stvaranje dobara, sve brojnije i brže stvaranje saobraćajnih veza i sve šira primjena pomoćnih uređaja u domaćinstvima, u privredi, poljoprivredi i u komunalnoj sredini, kao i mnogi drugi faktori, bez kojih se ne može zamisliti savremeno društvo, omogućavaju udobnost života, ali, istovremeno dovode do ugrožavanja zdravlja ljudi. Jedna od rezultanti savremenog življenja, koja dovodi do kompleksnog oštećenja zdravlja, najviše u industrijski razvijenim sredinama i u urbanim sredinama, je buka i borba protiv buke i njenog djelovanja je dio napora koji se čine za poboljšanje uslova života i zaštite životne i radne sredine.

S obzirom na značaj fenomena buke, iskazan činjenicom da je prema prognozi za 2011. godine bilo 150 miliona ljudi u urbanim sredinama izloženo nivoima buke koji prelaze gornje granične dozvoljene vrijednosti, na teritoriji grada Banja Luke sprovodi se procedura sistematskog praćenja nivoa buke sa ciljem:

- stvaranja značajne količine statističke mase podataka o akustičkom opterećenju prostora generisanog saobraćajnim i komunalnim izvorima,
- obezbeđenja izrade, korekcije i verifikacije modela za prognozu akustičkog opterećenja, sa ciljem obezbeđenja pouzdanog alata za razrješenje problema u planiranju razvoja gradske i saobraćajne strukture,
- da stvori uslove za akustičko zoniranje i zoniranje grada u odnosu na namjenu prostora.

Identifikacija nivoa saobraćajne buke

Procedura sistematskog mjerenja nivoa buke

Polazeći od pozitivnih iskustava sprovedenih istraživanja u različitim zemljama i propisa koji regulišu ovu oblast, autor rada je definisao osnovne elemente procedure za identifikaciju i valorizaciju parametara komunalne buke[1].

¹¹⁶ Panevropski univerzitet APEIRON, Banja Luka, ognjendi@gradiska.com

¹¹⁷ Panevropski univerzitet APEIRON, Banja Luka, biljanau@gmail.com

Procedurom sistematskog mjerenja nivoa buke obuhvaćeno je u 2011. godini, 11 mjernih mjesta, koji predstavljaju reprezentativne lokalitete sa tipičnim osobinama komercijalnih, stambenih, bolničkih zona i zona za odmor i rekreaciju. U odnosu na 2010. godinu broj mjernih lokaliteta je povećan i proširen na Banj brdo kao reprezentativnu zonu za odmor i rekreaciju. Pri izboru mjernih tačaka vodilo se računa o tome da se obuhvate sve značajnije gradske saobraćajnice u centralnom dijelu grada i glavne prilazne saobraćajnice.

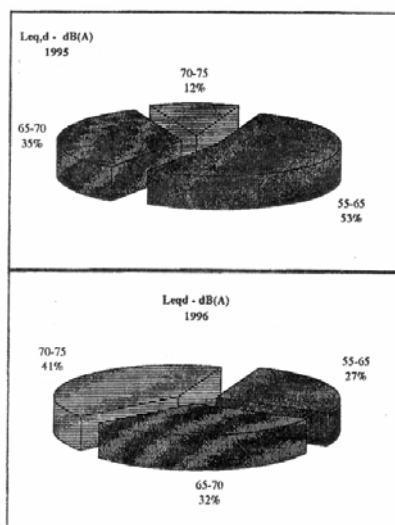
Sva mjerenja su izvršena radnim danom, s obzirom da je nivo saobraćajnog toka značajno manji u toku vikenda. U cilju prekrivanja svih karakterističnih interval u toku dnevnog i noćnog perioda mjerenja, izabrano je sedam mjernih interval u kojima je praćen nivo buke[1]:

- dnevni intervali: $6^{00}-8^{00}$; $8^{00}-12^{00}$; $12^{00}-15^{00}$; $15^{00}-19^{00}$; $19^{00}-22^{00}$,
- noćni intervali : $22^{00}-1^{00}$; $1^{00}-6^{00}$.

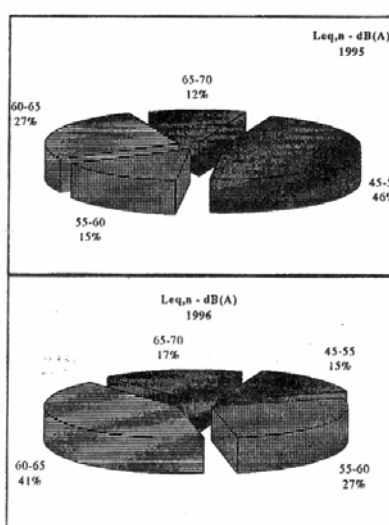
S akustičke tačke gledišta za svaku mjernu tačku mjereno je ekvivalentni nivo buke L_{eq} , u vremenskom trajanju od 15 minuta, sa vremenom uzorkovanja od 0,1 s i dinamikom pokazivanja "fast", kao i procentualni nivoi L_1 , L_{10} , L_{50} , L_{90} i L_{99} , korišćenjem standardizovanog mjernog lanca kalibrisanog prije svake serije mjerenja [1]. Pored toga praćena je i struktura saobraćajnog toka, preko broja putničkih i teretnih automobile i autobusa.

Rezultati sistematskog mjerenja nivoa buke

Procedura akustičkog monitoring komunalne buke stvara značajnu količinu statističke mase podataka o akustičkom opterećenju strukture grada. Zato je neophodno, u cilju smanjenja broja podataka i jednostavnije analize dobijenih rezultata mjerenja, izračunati mjerodavne nivoe komunalne buke koji se odnose na dnevni ($L_{eq,d}$) i noćni ($L_{eq,n}$) period mjerenja, na osnovu srednjih nivoa buke u okviru mjernih interval i dužine samih intervala [2]. Na slikama 1. i 2. prikazana je procentualna raspodjela mjerodavnih nivoa buke.



Slika 1. Procentualna raspodjela dnevnog mjerodavnog nivoa



Slika 2. Procentualana raspodjela noćnog mjerodavnog nivoa

Mjerodavni dnevni nivo se kreće u opsegu od 55-75 dB, a noćni mjerodavni nivo od 45-65 dB, tako da je prosječna razlika ova dva nivoa 10 dB. Analizom nivoa može se odrediti procenat teritorije grada na kojem je A-ekvivalentni nivo buke iznad maksimalno dozvoljenih nivoa (65 dB(A) za dnevni i 55 dB(A) za noćni period mjerenja), preko NPT (noise pollution territory) parametra. Procenat populacije koji je opterećen A-ekvivalentnim nivoom buke iznad dozvoljenih nivoa buke prema namjeni prostora izražava se NEP (noise exposure people) parametrom. U tabeli 1. date su vrijednosti ovih parametara i maksimalno prekoračenje dozvoljenih nivoa. Dati su i uporedni podaci iz 2010. godine [3].

Tabela 1. Prekoračenje maksimalno dozvoljenih nivoa i dozvoljenih nivoa prema namjeni prostora

	2010.				2011.			
	NPT %	$\Delta L_{\max}$ dB(A)	NEP %	$\Delta L_{\max}$ dB(A)	NPT %	$\Delta L_{\max}$ dB(A)	NEP %	$\Delta L_{\max}$ dB(A)
dan	46	8.4	92	21.2	73	9.9	90	19.1
noć	50	11.3	88	26.3	85	14	95	25.9

Postoji veoma veliki procenat teritorije grada na kojoj je izmjereni nivo iznad maksimalno dozvoljenih nivoa, kao i procenat populacije koji je ugrožen nivoom buke iznad dozvoljenih nivoa buke. Uočava se znatno povećanje posmatranih parametara u odnosu na 2010. godinu a uzrok tome je svakako i znatno povećanje fluksa saobraćajnog toka na gradskim saobraćajnicama.

Uticaj buke na zdravlje ljudi

Procjena je da je svakodnevno najmanje 30% stanovnika u centru Banja Luke izloženo buci koja dovodi do neurovegetativnih poremećaja, koji daju promjene i na svim drugim organima koji su pod uticajem toga sistema, naročito na kardiovaskularnom i nervnom sistemu. Pored toga, vjerovatno je još 40% stanovnika izloženo buci koja dovodi do uznemirenosti i glavobolje, ometa odmor, remeti san i smanjuje radnu efikasnost i normalnu komunikaciju.

Zavisno od intenziteta, buka na čovjeka može imati slijedeće uticaje:

- buka do 50 dB prekida san,
- buka od 60 dB izaziva slabije psihološke efekte,
- buka od 60 do 90 dB stvara ozbiljne psihološke i neurološke smetnje, povećava krvni pritisak i broj crvenih krvnih zrnaca, ubrzano disanje i remeti nivo šećera u krvi,
- iznad 90 dB dovodi do oštećenja sluha,
- iznad 120 dB izaziva bol i akutno oštećenje sluha.

Zaključak

Analizom parametara, koji definišu stepen značajnosti akustičkog opterećenja, uočava se veliki procenat teritorije grada koji je ugrožen nivoom saobraćajne buke koji prekoračuje maksimalno dozvoljeni nivo za obadva perioda mjerenja. Veliki procenat populacije je izložen nivoima koji su znatno iznad dozvoljenih nivoa, definisanim prema namjeni prostora pozitivnom zakonskom regulativom.

Navedene činjenice ukazuju na neophodnost preduzimanja određenih mjera, kojima se nivo saobraćajne buke može svesti u one granice koje ne ostavljaju negativne efekte na čovjeka. S obzirom da sprovedena analiza ukazuje na drumski saobraćaj kao glavni izvor buke na teritoriji grada Banja Luka u tom pravcu se trebaju i odvijati aktivnosti za sniženje nivoa buke. U tom cilju potrebno je:

- dobijene eksperimentalne rezultate ugraditi u razvijeni matematički model za predikciju akustičkog opterećenja generisanog aktivnošću saobraćajne strukture, sa ciljem dobijanja pouzdanog alata za rješanjem problema u planiranju razvoja gradske i saobraćajne infrastrukture,
- inicirati aktivnosti na izradi saobraćajne studije u gradu, sa ciljem da se analiziraju i optimiziraju parametri koji bitno utiču na stepen akustičke emisije,
- nastaviti sa permanentnim akustičkim monitoringom, u cilju dobijanja što više podataka radi efikasnijeg planiranja mjera neophodnih za redukciju nivoa buke i povećanje nivoa zvučne zaštite i kontrole formiranog matematičkog modela.

Ključne riječi: saobraćajna buka, životna sredina, nivo buke

Abstract: Traffic noise is one of the main factors that critically burden on the population and is a parameter which is projected environmental quality in urban areas. Many studies conducted in recent years in different countries indicate the traffic noise as the harm that significantly hinders a man in relation to other hazards that occur in urban areas.

The paper presents the results of measurements of noise levels at representative measurement locations obtained in the previous period.

Keywords: traffic noise, environment, noise level.

Literatura

- [1] "Strategija smanjenja buke kao faktora zaštite zdravlja stanovništva i unapređivanja životne sredine gradova", Ministarstvo nauke i tehnologije RS, 2006.
- [2] Cvetković, D.: "Permanentno praćenje stanja komunalne buke u funkciji akustičkog mapiranja", Zbornik radova XL Konferencije ETRAN-a, Budva, 1997, pp. 596-600.
- [3] Prašćević, M.: "Modeliranje saobraćajne buke u urbanim naseljima", XLI Konferencija ETRAN-a, Zlatibor, 1998.

ISTRAŽIVANJE UTICAJA LAKIH TERETNIH VOZILA NA SIGNALISANOJ RASKRSNICI CENTRALNE ZONE DOBOJA

INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF LIGHT DUTY VEHICLES ON INTERSECTION IN DOBOJ CENTRAL ZONE

Mr Marko Subotić, dis¹¹⁸; Bojan Marić, dim¹¹⁹; Dejan Anđelković, dis¹²⁰

Rezime: Sprovedena su mnoga istraživanja da bi se razumeo efekat različitih kategorija vozila na saobraćajni tok. Prema verziji HCM-2000 [1] PAE predstavlja broj putničkih automobila raspoređenih prema jednoj kategoriji jedinica vozila u zavisnosti od preovlađujućih uslova u saobraćaju, odnosno prosečan broj putničkih automobila koji bi potrošili isti procenat kapaciteta puta kao i drugo vozilo (TV, BUS, AV) pri datim putnim i saobraćajnim uslovima. Time se dimenzioniše i merna jedinica kapaciteta kao putnički automobil/čas (PA/h). Prisustvo teretnih vozila u saobraćajnom toku čvorišta rezultuje smanjenjem kapaciteta saobraćajnih traka na raskrsnicama. [2]

Prvi put PAE je inkorporiran u HCM-1965, te je većina istraživanja iz prošlosti bila sprovedena u cilju određivanja PAE za teška teretna vozila. Madhava Kumar [3] koristi karakteristike saobraćajnog toka za proučavanje saobraćaja na raskrsnicama Nacionalnih puteva u Indiji. Njegovom studijom istraživači su postavljani na svaki krak raskrsnice da bi sakupili podatke o vremenu ulaska, registarskom broju i kategoriji vozila na kraku. Kasnije je za svaki minut intervala proračunavan broj vozila na kraku raskrsnice. Istraživanjem u Japanu [4] se uvodi novi metod za procenu PAE za teretna vozila na signalisanim raskrsnicama u odnosu na povećanje vremenskih gubitaka svih učesnika saobraćajnog toka sa povećanjem učešća teretnih vozila u toku. Na osnovu vremenskih gubitaka i njihovog povećanja usled postojanja teretnih vozila u saobraćajnom toku utvrđuju se vrednosti PAE. Ovaj metod uključuje i uticaj pozicije teretnih vozila u redu na procenu PAE. Kada su u pitanju motocikli, Rongviriyapanich i Suppatrakul [5] izvode vrednosti PAE u blizini raskrsnica i petlji koristeći vremenski interval sleđenja. Oni dolaze do zaključka da PAE za motocikle konstantno opada sa proporcionalnim povećanjem ostalih kategorija vozila.

Metodologija istraživanja

Vremenski gubici vozila u redu nisu linearne krive već zavise od položaja, tj. pozicije teretnog vozila u redu. Vremenski gubici se računaju po jednačini koju je razvio Gerhart [6]. Ako je H_i interval sleđenja vozila, odnosno pražnjenja i -te pozicije u redu, onda su ukupni vremenski gubici koji se javljaju D_i za vozilo u toj poziciji dati narednom jednačinom. Ovi vremenski gubici ne uključuju onaj deo vozila koji se zaustavlja na crveni signalni pojam. Vremenski gubici nastali zaustavljanjem vozila na

¹¹⁸ Saobraćajni fakultet Univerziteta u Istočnom Sarajevu, Doboju, msubota@gmail.com,

¹¹⁹ Saobraćajni fakultet Univerziteta u Istočnom Sarajevu, Doboju, bojomaric@yahoo.com,

¹²⁰ FTN Kosovska Mitrovica, Kosovska Mitrovica, aaa.dejo@gmail.com

signalisanoj raskrsnici zavise od interakcije vozila ali ne i od tipa vozila i računaju se po obrascu:

$$D_i = \sum_{j=1}^{j=i} H_j,$$

dok se ukupni vremenski gubici $D_{\tau(m)}$ ostvareni po redu vozila dužine m izračunavaju:

$$D_{\tau(m)} = \sum_{j=1}^{j=k} D_j, \text{ odnosno,}$$

$$D_{\tau(m)} = m \cdot H_1 + (m-1) \cdot H_2 + \dots + 2 \cdot H_{m-1} + H_m$$

Vrednosti PAE u ovom istraživanju za teretna vozila procenjena su kao vrednost jedinice kome se dodaje odnos povećanja vremenskih gubitaka nastalih zbog prisustva teretnih vozila u redu. To se iskazuje narednom jednačinom:

$$PAE_{LVj} = 1 + \left(\frac{d_{LGj}}{D_0} \right), \text{ gde je:}$$

- PAE_{LVj} – ekvivalent za teretna vozila j -te pozicije u redu;
- d_{LGj} – povećanje vremenskih gubitaka zbog teretnih vozila j -te pozicije u redu;
- D_0 – bazni vremenski gubici vozila u redu kada su sva vozila u redu putnički automobili.

Kokelman-ova [7] je pokazala u svojoj studiji da dužina vozila negativno utiče na protok saobraćajnice. Utvrđivanje PAE vrednosti je rađeno na osnovu *metoda odstojanja*. Ova procedura se koristi za dobijanje PAE za razne tipove vozila koja spadaju u kategoriju lakih teretnih vozila (sportska, pikap, kombi i sl.). Kada se računa PAE, uzima se u obzir i dodatno vreme potrebno da putničko vozilo prođe raskrsnicu kada se nalazi iza lakog teretnog vozila. Vrednosti odstojanja procenjene funkcijom regresije koriste se da se dobiju vrednosti PAE koristeći sledeću jednačinu:

$$PAE_i = \frac{\delta_i + \Delta\gamma_t}{\gamma_p}, \text{ gde je:}$$

- PAE_i – ekvivalent putničkog vozila za vozilo tipa i ;
- δ_i – srednji interval sleđenja i -tog lakog teretnog vozila;
- γ_p – srednji interval sleđenja putničkog automobila koje prati drugi putnički automobil;
- $\Delta\gamma_t$ – srednja vrednost vremenskih gubitaka lakog teretnog vozila i koje prati putnički automobil.

U narednoj tabeli date su vrednosti PAE koje su dobijene od strane nekih istraživača na signalisanim raskrsnicama:

Tabela 1. Upporedna analiza istraživanja PAE na signalisanim raskrsnicama

Autori	Zemlja	Godina	PAE
Čelar	Srbija	2007	1.19
Kokelman	SAD	1998	1.20
HCM-I	Indonezija	1996	1,00
HCM	SAD	2000	1,50
MHCM	Malezija	2006	1,19
Vebster	Velika Britanija	1966	1.75
Arahan Teknik (Jalan)	Malezija (standardni dokument za puteve)	1987	1.75

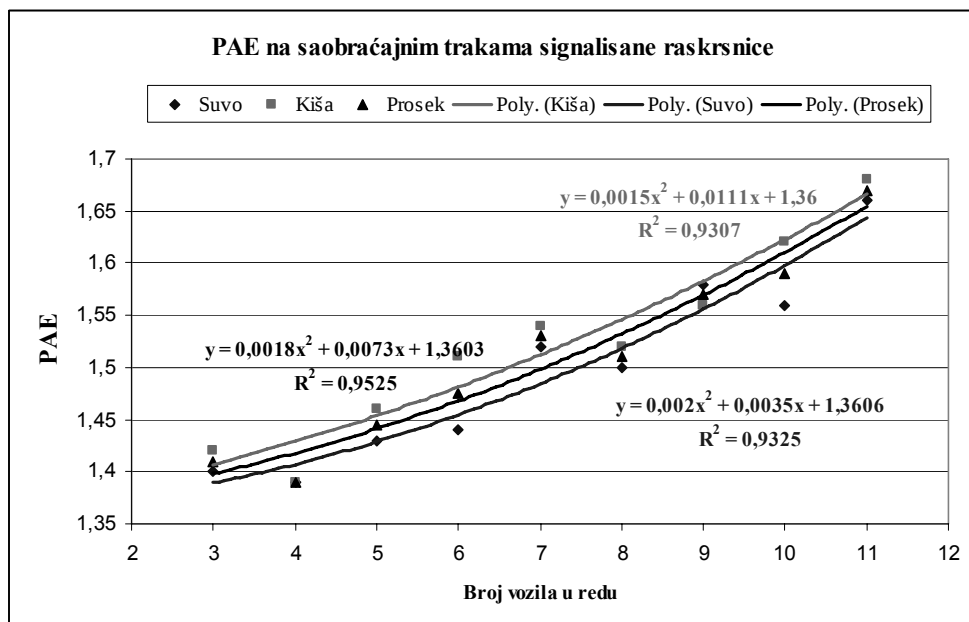
Analiza rezultata istraživanja

Istraživanje PAE vrednosti rađeno je na dve signalisane raskrsnice u Doboju na trakama za levo, desno i mešovitim trakama. Podaci o rastojanjima sleđenja prikupljeni su korišćenjem manuelne kamere, koja je postavljena u neposrednoj blizini raskrsnica. Ciklus rada signalisanih raskrsnica je u rasponu od 60 do 80 s, što govori da nije veliko opterećenje gradske mreže u zoni u kojoj je vršeno merenje. Na osnovu snimanja, dobijeni su podaci za PAE (prethodno navedenom metodom odstojanja). Po suvom i vlažnom vremenu dobijana je vrednost $PAE=1,57$, respektivno u oba slučaja. Vrednost PAE ne odstupa mnogo prema prepodnevnom (1,571) i popodnevnom merenju (1,569), što nam govori da je ta vrednost konstantna i da vremenski uslovi zanemarljivo utiču na ekvivalent lakih teretnih vozila. Ako bi se posmatrala reporna vrednost za raskrsnice u Doboju, moglo bi se usvojiti da je vrednost $PAE=1,57$ (kao srednja vrednost). U narednoj tabeli prikazane su vrednosti dobijene ručnim merenjem, kao aritmetičke sredine dobijenih vrednosti PAE za dati broj merenja.

Tabela 2. Sumarni podaci PAE vrednosti

Datum	Vreme	Broj posmatranja	PAE	Vremenski uslovi
Februar 27, 2012	09:30-11:00	16	1,53	suvo
	14:00-15:30	14	1,56	suvo
Februar 28, 2012	09:30-11:00	19	1,54	suvo
	14:00-15:30	20	1,57	suvo
Februar 29, 2012	09:30-11:00	17	1,58	vlažno
	14:00-15:30	14	1,60	vlažno
Mart 01, 2012	09:30-11:00	21	1,52	vlažno
	14:00-15:30	18	1,60	vlažno
Mart 02, 2012	09:30-11:00	14	1,58	vlažno
	14:00-15:30	16	1,54	vlažno
Mart 05, 2012	09:30-11:00	14	1,61	suvo
	14:00-15:30	18	1,53	suvo
Mart 06, 2012	09:30-11:00	16	1,64	suvo
	14:00-15:30	12	1,58	suvo

Analizom broja vozila u redu koja se nakupljaju u saobraćajnim trakama signalisane raskrsnice, formiran je model za utvrđivanje ekvivalenata po suvom i vlažnom vremenu. Npr., ako je prosečan broj vozila u redu na saobraćajnim trakama 7, onda je potrebno protok lakih teretnih vozila množiti sa 1,5 na toj traci da bi se dobio protok u PAJ/h jedinicama, kao ulazni parametar proračuna svetlosnih signala (što se vidi sa naredne slike).



Slika 1. Model za utvrđivanje PAE u Doboju

Kada se dobijeni podaci o PAE uporede sa vrednostima drugih istraživača (tabela 1), evidentno je da se dobijaju vrednosti koje su veće. Razlog dobijanja većih vrednosti je zbog manjeg uticaja saobraćajne mreže na zonu istraživanja. Takođe, rezultati dobijeni ovim istraživanjem se moraju respektovati, jer ne ukazuju na precizno utvrđenu vrednost PAE. Uzorak merenja je relativno mali, nije klasiran i daje okvirnu sliku o PAE vrednostima. Rezultati ukazuju da ukoliko se uticaji lakih teretnih vozila na kapacitet signalisanih raskrsnica ne uzmu u obzir prilikom projektovanja i drugih inženjerskih operacija, zasićeni tokovi će se izračunati primenom sadašnje HCM metodologije (2010) [8], gde će se uzimati veće vrednosti. To će dovesti do bespotrebno dugih redova i dodatnih vremenskih gubitaka ili do neefikasnog upravljanja raskrsnicama. Na ovom slučaju potrebno je proširiti dalja istraživanja primenom Gerhartovog [6] modela za utvrđivanje vozila u redu, sprovesti istraživanje u dužem periodu, čime bi se utvrdila forma dobijanja PAE.

Ključne reči: PAE, laka teretna vozila, četvorokraka signalisana raskrsnica, zasićen tok

Abstract: This paper analyses the influence of the light duty vehicles at the capacity of mixed traffic lanes at the signalized crossroads in Doboj. The influence of the light duty vehicles is expressed by the Passenger Car Equivalent (PCE). Data gathering was done in the Republic of Srpska (Bosnia and Herzegovina) in Doboj downtown. Traffic lanes on two four-end crossroads have been observed. By determining the time lagging intervals, PCE factors have been targeted and analyzed together with their influence on the crossroad capacity. Total measured PCE factor value at signalized crossroads in Doboj is 1,57. Deterministic mathematic model of dependance has been developed to determine the equivalents of light

duty vehicles in the downtown. Analysis of the research results has been done for different weather conditions. Development of the mathematical model for determining the PCE has been based on determining the time lagging intervals being in function of the length of vehicles in a mixed lane waiting on the discharge.

Keywords: PCE, light duty vehicles, four-end signalized crossroad saturated flow

Literatura

- [1] „*Highway Capacity Manual*“, Transportation Research Board, National Research Council; Washington D.C. 2000.
- [2] Kockelman, K. & Shabih, R., *Effect of vehicle type on the capacity of signalized intersections: The Case of Light-Duty Trucks*, The University of Texas at Austin, Austin, Texas, USA, December 1999, pp.3-24.
- [3] Madhava Kumar, V., *A Study of some traffic characteristics and simulation modelling of traffic operations on two lane highways*, Ph. D Thesis, Indian Institute of Technology, Kharagpur, India, 1994.
- [4] Rahman, M., Okura, I., Nakamura, F., *Measuring passenger car equivalents (PCE) for large vehicles for signalized intersections*, Yokohama National University, Yokohama, Japan, 2003.
- [5] Rongviriyapanich, T. and Suppatrakul, C., *Effects of motorcycles on traffic operations on arterial streets*, Journal of Eastern Asia Society for Transportation Studies, 6, p.137. 2005.
- [6] Gerhart, F. K. and Wilkinson, M., *Relationship of Signal Design to Discharge eadway, Approach Capacity and Delay*, Transport Research Record 615, Transport Research Board, Washington D.C. 1976
- [7] Kockelman, Kara Maria. “Changes in the Flow-Density Relation due to Environmental, Vehicle and Driver Characteristics”, *Transportation Research Record 1644*, 1998.
- [8] „*Highway Capacity Manual 2010*“, Transportation Research Board, National Research Council; Washington D.C. 2010.

МОГУЋНОСТИ ПРИМЕНА СОФТВЕРА ОТВОРЕНОГ КОДА У АНАЛИЗИ САОБРАЋАЈА КАО ДЕО "ИНТЕРНЕТА СТВАРИ"

POSSIBLE APPLICATION OF OPEN SOURCE SOFTWARE AS PART OF INTERNET-OF-THINGS PARADIGM IN TRAFFIC ANALYSIS

Мр Срђан Тадић, дие¹²¹

Резиме: Бежични сензори и умрежени актуатори су све присутнији у возилима, уличној и путној инфраструктури. Заједно они представљају врло моћан слој „интернета ствари“ („Internet of Things – IoT“). Распрострањено је схватање да паметна употреба постојећих и будућих сензора и актуатора може побољшати енергетску ефикасност, поузданост и безбедност друмског саобраћаја будућности.

Термин „интернет ствари“ описује нови информациони систем заснован на интернету. Полазна основа је да се на интернет могу повезати различити објекти без обзира на ком месту на свету се налазе. Опште прихваћена дефиниција „интернета ствари“ је: „IoT је мрежа која повезује сваки објект са интернетом према утврђеном протоколу како би размењивали информације и комуницирали у циљу стварање напредне идентификације, позиционирања, праћења, надзора и управљања путем уређаја за добијање информација као што су радио идентификација, инфрацрвени сензори, камере, GPS итд“. Поред интернета као првог услова, други важан предуслов је могућност мрежних клијената да мрежу даље шире повезујући се са сваким објектом у циљу размене информација и комуникације. Слично као што данас користимо WWW мрежу помоћу интернет претраживача, IoT ће разним групама корисника омогућити приступ подацима са најразличитијих сензора адресирајући их према намени, локацији и другим карактеристикама. Овај рад анализира неке могуће кораке у ово смеру на пољу анализе саобраћаја.

„Computer vision“ („рачунарски вид“) је технологија са широком применом у прикупљању информација о саобраћају. То је наука и технологија која омогућава машинама да препознају информације са слика и издвоје неопходно за решавање одређеног задатка. Сврха овог рада је да предложи начине за смањивање трошкова мерења саобраћаја коришћењем computer vision софтвера са отвореним кодом као идеје за даљу широку употребу већ постојеће инфраструктуре која садржи бројне видео линкове тренутно врло ограничене употребе.

У раду је предложена надградња постојећег система видео надзора саобраћајница прављењем нових софтверских алата отвореног кода. Могуће окоснице будућег система су OpenCV, AForge.NET, VIL, IVT и неки мање развијени пројекти. Набројане библиотеке програмских функција садрже врхунске алгоритме и примере обраде слике и рачунарског вида. Број активних корисника и програмера мери се десетинама хиљада, добрим делом са водећих универзитета и истраживачких компанија. Упркос томе, већина софтвера је бесплат-

¹²¹ Bitgear, Георпад, srdjan.tadic@bitgear.rs

на, како за наставу тако и за комерцијалну употребу, што додатно популаризује ову платформу.

Један пример је употреба постојећих видео снимака саобраћаја различите намене за детекцију и праћење возила. Овакав приступ повећава број мерних тачака као део активног управљања саобраћајем. Тиме су и поузданост континуираног мерења саобраћаја и управљања побољшани, чиме се постиже већи ниво услуге. Рад ће приказати и хардверске захтеве за обраду видеа у реалном времену на embedded платформи.

Кључне речи: интернет ствари, рачунарски вид, видео снимци у управљању саобраћајем

Abstract: Vehicles and the road infrastructure they use are increasingly embedded with wireless sensors and actuators that form an extremely powerful Internet-of-Things (IoT) overlay. It is widely envisaged that the smart exploitation of this IoT will provide significant improvements in the energy efficiency, reliability and safety of future road and urban transportation.

Term IoT describes a new information service system based on the internet. The basic idea of The Internet of things is the objects almost all over the world can be connected to the internet. The generally accepted definition of The IoT is like that: "IOT is a network that connects any goods with Internet in accordance with the appointed protocols to exchange information and communicate, and to realize the intelligent identification, location, tracking, monitoring and management through such information sensing equipment as radio frequency identification (RFID) devices, infrared sensors, GPS etc." Beside internet as core foundation of IoT, second important aspect is that its clients has extend and expand to any goods to exchange information and communication. We currently use world-wide-web commonly through web browsers and search engines. Similarly IoT will make available to different groups of users plurality of sensors addressed by their functionality, location and other descriptors. This paper will analyze some possible steps in this direction in area of traffic analysis.

Computer vision technology is proven and reliable toolset that reduced cost of collecting traffic data. Computer vision is the science and technology of machines that are able to extract information from an image that is necessary to solve some task. Paper is prompted by the need of reducing the cost of collecting transport data using open source computer vision technology as an idea for seamless expansion of existing infrastructure that includes numerous video links that are currently being restrictively used only for specific tasks.

Paper proposes an expansion and upgrade of existing visual surveillance system by building open source based software toolset. Examples of free video processing software that could be potentially used as backbone of such tool are OpenCV, AForge.NET, VIL, IVT and some other less known projects with smaller development communities. These libraries of programming functions contain state-of-the-art algorithms and examples for machine vision and image processing. Number of active developers and contributors is measured by tens of thousands coming from top ranked universities and leading R'n'D companies. Still, most of the software is free for both commercial and academic use, which makes this platform very popular.

An example is use of video sequence of traffic footage to detect and track multiple vehicles using such software. Such approach will raise number of nodes used as part of Active Traffic Management (ATM) and would increase accuracy of continuous traffic monitoring and control operations and further improve facility (street or area of interest) performance. Paper will also explore hardware requirements needed for real-time processing of video streaming on embedded platform.

Key words: Internet-of-Things (IoT), Computer vision, video sequences for traffic management

CIP KATALOGIZACIJA

(NAKNADNO!!!!!!)

