



УНИВЕРЗИТЕТ
У НОВОМ САДУ

Трг Доситеја Обрадовића 6, 21000 Нови Сад, Република Србија
Деканат: 021 6350-413; 021 450-810; Централа: 021 485 2000
Рачуноводство: 021 458-220; Студентска служба: 021 6350-763
Телефакс: 021 458-133; e-mail: ftndean@uns.ac.rs



ФАКУЛТЕТ
ТЕХНИЧКИХ НАУКА

ИНТЕГРИСАНИ
СИСТЕМ
МЕНАЏМЕНТА
СЕРТИФИКОВАН ОД:



UNIVERZITET U NOVOM SADU
FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA

Departman za saobraćaj

MODEL SIMULACIJE EFEKATA PRIMENE MERA SAOBRAĆAJNE POLITIKE

TEHNIČKO REŠENJE

Predloženo tehničko rešenje nastalo je iz istraživanja koje se obavlja u okviru sledećih projekata:

- Modeli integracije transportnog sistema (evidencijski broj 36024) koji finansira Ministarstvo prosvete i nauke Republike Srbije za period 2011–2014.
- Modeli održivog razvoja saobraćaja u Vojvodini koji finansira Pokrajinski sekretar za nauku i tehnološki razvoj AP Vojvodine za period 2011–2014.
- Uticaj globalnih izazova na planiranje saobraćaja i upravljanje saobraćajem u gradovima (evidencijski broj 36021) koji finansira Ministarstvo prosvete i nauke Republike Srbije za period 2011–2014.

Radni tim na izradi tehničkog rešenja:

Rukovodilac:

Dr Valentina Basarić, dipl. inž. saobraćaja
docent, Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu

Saradnici:

Dr Vladimir Đorić, dipl. inž. saobraćaja
docent, Saobraćajni fakultet, Univerzitet u Beogradu

Dr Vuk Bogdanović, dipl. inž. saobraćaja
vanredni profesor, Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu

Mr Aleksandar Jevđenić, dipl. inž. saobraćaja
Zavod za urbanizam Novi Sad

Dr Nenad Ruškić, dipl. inž. saobraćaja
docent, Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu

Dr Milica Miličić, dipl. inž. saobraćaja
docent, Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu

1. Uvod

Zavisnost od korišćenja putničkih automobila koji generišu veliku potražnju, odnosno „troše“ najveći deo kapaciteta ulične mreže – saobraćajne ponude, a imaju najmanji specifičan učinak od svih sredstava i načina putovanja u gradovima, navodi se kao jedan od najvećih uzroka problema saobraćaja u gradovima. Najveća disproporcija između zahteva za putovanjem i ponude saobraćajnog sistema grada evidentna je u periodima vršnih opterećenja generisanim najvećim delom svakodnevnim putovanjima. Izbor putničkog automobila za odlazak na posao, smatra se najneracionalnijim izborom vida prevoza za ovu svrhu putovanja. Osim iniciranja velikog broja zahteva u relativno kratkim vremenskim intervalima, parkiranje putničkih automobila na krajnjoj destinaciji generiše velike zahteve za prostorom i vremenom kojima je teško, a u gradskim centrima čak i nemoguće, udovoljiti.

Pored neracionalnog korišćenja saobraćajnih površina, kao posledice sve intezivnijeg korišćenja automobila najčešće se navode: sve duži zastoji, odnosno ogromni vremenski gubici svih učesnika u saobraćaju, velika specifična potrošnja neobnovljivih izvora energije, prekomerno aerozagadjenje i buka, veliki broj saobraćajnih nezgoda i degradacija životnog ambijenta.

Kao i u početnim fazama razvoja programske pakete za tzv. sveobuhvatno planiranje saobraćaja i korišćenje zemljišta, centralno pitanje predstavlja razvoj i primena modela od kojih suštinski zavise konačan ishod i validnost predloženih rešenja. Paketi programa i modeli koji su danas u upotrebi dostigli su za nekadašnje pojmove nezamislivu složenost i uz to izuzetnu efikasnost. Njihova primena je sve prisutnija i u našim gradovima, ali na način koji još uvek nije ispoljio najvitalniju osobinu sistema saobraćaja u gradovima, njegovu tzv. otvorenost, odnosno atribut koji ukazuje na mogućnost upravljanja procesima koji se odvijaju unutar tzv. velikog sistema, što u stvari i jeste sistem saobraćaja u gradovima.

Krajnji cilj postupka planiranja saobraćaja u gradovima još uvek je samo „uspostaviti ravnotežu između ponude i potražnje zahteva za putovanjem“. Ukoliko se proces uravnotežavanja primenjuje samo u krajnjoj fazi modeliranja potražnje za putovanjima (prilikom raspodele tokova na mrežu) i nakon formiranja matrica putovanja različitim vidovima prevoza, neophodnost uspostavljanja ravnoteže između saobraćajnog sistema i njegovog celokupnog okruženja uglavnom je u potpunosti zanemarena. Uprkos preciznosti koju su dostigli, savremenoj generaciji modela potražnje i softverskih alata se pripisuje nedostatak mogućnosti analize i testiranja brojnih politika i instrumenata saobraćajne politike grada na izbor vida prevoza.

S obzirom na to da je saobraćajni sistem kibernetički, odnosno sistem kojim se može upravljati raznovrsnim tehničkim, tehnološkim, ekonomskim i političkim mehanizmima, istraživački rad prikazan u tehničkom rešenju, posmatrano sa metodološkog aspekta, zasnovan je na principima systemske analize. Kombinovanjem heurističko–matematičkih modela, simuliran je uticaj različitih administrativno-regulativnih mera na izbor vida saobraćaja kod gradskih putovanja. Saobraćajna studija Novog Sada (JP Urbanizam, 2009) poslužila je kao osnova za kreiranje originalnog simulacionog metoda koji je daljom primenom makroraspodele tokova putničkih automobila pomoću softverskog paketa VISUM (PTV; 2009), poslužio za simuliranje efekta različitih varijanti instrumenata saobraćajne politike Novog Sada. Kao kriterijumi vrednovanja rezultata primene različitih varijanti instrumenata saobraćajne politike Novog Sada sa aspekta održivosti usvojeni su ukupna emisija zagadjujućih materija i eksterni troškovi korišćenja putničkog automobila za svaki od posmatranih scenarija (Basarić, 2010).

2. Područje istraživanja

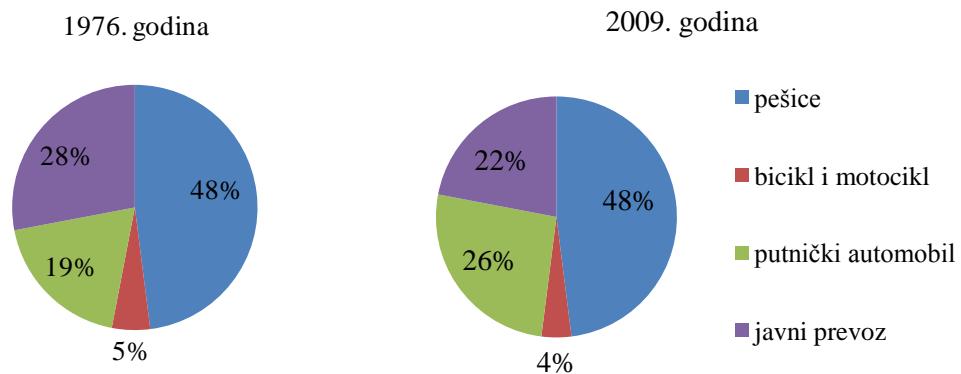
Uticaj ekonomskih faktora u proteklom periodu u gradu Novom Sadu kao i u ostalim gradovima zemalja u tranziciji imao je ključnu ulogu u porastu broja registrovanih individualnih vozila i izmeni urbane strukture. Grad se nalazi na trasi Panevropskih koridora X (krak B) i VII („Dunavski koridor“), kao i na raskrsnici državnih i regionalnih puteva. Dobra povezanost mreže drumskog saobraćaja i dugogodišnja neulaganja u modernizaciju infrastrukture železničkog i vodnog saobraćaja, rezultirala su dominacijom drumskog prevoza u odnosu na ostale vidove. Uzimajući u obzir količinu prevezene robe i broj prevezenih putnika drumski saobraćaj, kao i u većini evropskih gradova u proteklom periodu, zauzima vodeće mesto među transportnim sektorima.

U ukupnom obimu drumskog saobraćaja na gradskoj putnoj i uličnoj mreži, sa 80% učešća dominira automobilski saobraćaj u odnosu na autobuski i kamionski. Dovođenjem u odnos broj registrovanih automobila i broj stanovnika grada, dobija se podatak da prosečno svaka porodica (oko 4,3 stanovnika/1 pa – podatak iz 2008. godine) ima mogućnost korišćenja sopstvenog automobila. U odnosu na 1971. godinu kada su rađena prethodna obimna saobraćajna istraživanja broj automobila u gradu je porastao za približno 60%.

Problem neusaglašenosti između postavljenih zahteva za prevozom i mogućnosti koje pruža postojeći saobraćajni sistem, najevidentniji je u gradskom centru Novog Sada. Rezultat je velike koncentracije krajnjih mesta opredeljenja putovanja na manjoj lokaciji i sve intenzivnijeg korišćenja putničkog automobila. Gradski centar Novog Sada je prostor koji je, istorijski posmatrano, prvi nastao i ima ulogu gradskog jezgra. To su sve prostori koji su stvorenim ambijentalnim vrednostima, elementi ne samo prostornog već i istorijskog, kulturnog i geografskog identiteta grada.

Iako se u daljem planskom periodu ne planira veliko povećanje broja stanovnika užeg gradskog područja, razvoj tercijarnih delatnosti imaće u značajnoj meri uticaja na ukupno povećanje stope privlačenja putovanja gradskog centra. Koncentracija sve većeg broja aktivnosti na malom prostoru, koji pri tom uživa režim urbanističke zaštite, još jednom potvrđuje konstataciju da je porast zahteva koji se postavljaju pred saobraćajni sistem užeg gradskog područja, nemoguće zadovoljiti daljim i neograničenim rastom kapaciteta ulične mreže. Očuvanje ili povećanje atraktivnosti kao jednog od osnovnih preduslova održivosti gradskog centra, ukazuje na neophodnost sagledavanja uticaja svih mera saobraćajne politike grada na celokupnu strukturu korisnika.

Zahvaljujući istraživanjima (anketa u domaćinstvima, anketa na spoljnem kordonu, anketa spoljnih putnika i brojanje saobraćaja na uličnoj mreži) sprovedenim u aprilu 2009. godine za potrebe izrade transportnog modela Novog Sada NOSTRAM, nakon više od 30 godina dobijena je slika o osnovnim karakteristikama putovanja na teritoriji grada Novog Sada i zahtevima korisnika saobraćajnog sistema. Poredanjem podataka sa rezultatima raspodele na pojedine vidove prevoza iz 1976. godine (Slika 1), može se zaključiti da je za proteklih 35 godine razvoja grada, procenat nemotorizovanih putovanja ostao nepromenjen (48 %).



Slika 1: Raspodela putovanja na vidove prevoza – 1976. i 2009. godina

Najznačajnije razlike izražene su u povećanju učešća putovanja putničkim automobilom i smanjenju korišćenja javnog prevoza, što se može objasniti porastom stepena motorizacije i saobraćajnom politikom koja nije reformisana u skladu sa nadošlim promenama u poslednjih 35 godina. Porast ukupnog obima saobraćaja odnosno zahteva za putovanjem kao direktna posledica porasta broja stanovnika i stepena motorizacije, praćen nemogućnošću razvoja putne i ulične mreže u skladu sa naraslim zahtevima, rezultirao je smanjenjem kvaliteta usluge saobraćajnog sistema grada, što se direktno ogleda kroz porast srednjeg vremena trajanja putovanja.

U cilju povećanja pristupačnosti i mobilnosti, u narednom planskom period, planirana je primena niza mera u oblasti saobraćajne politike kako bi se deo zahteva preusmerio na javni prevoz, bicikl ili pešačenje. Održiva mobilnost predstavlja osnovni cilj saobraćajne politike grada opisane u Saobraćajnoj studiji iz 2009. godine, čije ostvarivanje se planira implementacijom niza mera iz oblasti upravljanja saobraćajnom potražnjom.

3. Razvoj simulacionog modela

Osnovni cilj formiranja novog simulacionog modela je utvrđivanje efekata primene različitih kombinacija mera saobraćajne politike (tarifna politika u sistemu parkiranja i javnog prevoza, povećanje kvaliteta usluge u javnom prevozu), na nivo korišćenja automobila i smanjenje negativnih posledica saobraćaja na okruženje (Basaric 2010., Basaric i ost. 2015). Informaciona osnova Transportnog modela Novog Sada – NOSTRAM poslužila je za razvijanje modela odnosno, izdvajanje ulaznih veličina, testiranje modela i efekata primene različitih kombinacija instrumenata saobraćajne politike (Slika 2).

Iz matrice prostorne raspodele putovanja u postojećem stanju, izdvojena je matrica putovanja putničkim automobilom u periodu vršnog opterećenja. Na osnovu podataka iz Studije parkiranja (JP Urbanizam, 2009), izdvojene su zone užeg i šireg centra Novog Sada u kojima se vrši naplata za korišćenje parking mesta. Matrica putovanja je nakon toga podeljena na dve I-C matrice: I-C matricu putovanja putničkim automobilom ka centralnoj zoni i I-C matricu putovanja putničkim automobilom ka ostalim zonama. Primena formiranog modela potražnje za putovanjima izvršena je za period jutarnjeg vršnog opterećenja od 7:00 do 8:00 h, kada su i problemi u funkcionisanju sistema najveći.

Osnovni razlog primene u periodu jutarnjeg vršnog sata je struktura svrha ili motiva putovanja koji se javljaju u ovom periodu dana. Najveći broj, prema podacima iz studije NOSTRAM, čine putovanja motivisana odlaskom na posao, odnosno putovanja korisnika saobraćajnog sistema grada na koja najjači uticaj u pogledu izbora prevoznog sredstva imaju izmene u tarifnom sistemu parkiranja i javnog prevoza.

Efekti primene različitih kombinacija instrumenata saobraćajne politike i smanjenja broja putovanja automobilom testirani su za nekoliko varijanti stepena korišćenja automobila. Definisana su tri scenarija potražnje za putovanjima ka centru grada sa različitim odnosima verovatnoća korišćenja javnog prevoza i putničkog automobila.

Prvi scenario (Scenario 1) predstavlja postojeće stanje dobijeno na osnovu ankete u domaćinstvima sprovedene 2009. godine. Primenom softverskog alata VISUM (PTV, 2009) postojeća matrica svih putovanja automobilom u jutarnjem vršnom satu raspodeljena je na postojeći sistem ulične mreže. Rezultat makroraspodele tokova: transportni rad (vozilokilometri – vozkm) i transportno vreme (voziločasovi – vozh), poslužili su za proračun negativnih eksternih troškova i količine zagađujućih materija za Scenario 1.

Druga dva scenarija su hipotetička i podrazumevaju smanjenu verovatnoću korišćenja automobila u odnosu na javni prevoz, uvodeći prepostavku da je ukupan broj motorizovanih putovanja konstantna veličina. Za drugi i treći hipotetički scenario, utvrđeni su faktori (k) smanjenja korišćenja automobila kojima je pomnožena postojeća matrica putovanja ka centralnoj zoni:

$$p_{jp} + p_{pa} = 1$$

$$p_{pa}^1 / p_{pa}^2 = k$$

Gde su:

p_{jp} – Verovatnoća korišćenja javnog prevoza;

p_{pa} – Verovatnoća korišćenja putničkog autombila;

$p_{jp} / p_{pa} = y$ – Zavisno promenljiva u modelu raspodele putovanja na vidove prevoza;

- p_{pa}^1 – Zadata vrednost (novi scenario) verovatnoće korišćenja putničkog automobila;
- p_{pa}^2 – Postojeće stanje (Scenario 1-anketa u domaćinstvima) – verovatnoća korišćenja putničkog automobila;
- k – Faktor kojim se množi postojeća I-C matrica.

Uzimajući u obzir prethodna istraživanja autora tehničkog rešenja (Basarić i Jović, 2011) i ostalih istraživača, za izračunavanje faktora k u obzir su uzete sledeće mere saobraćajne politike:

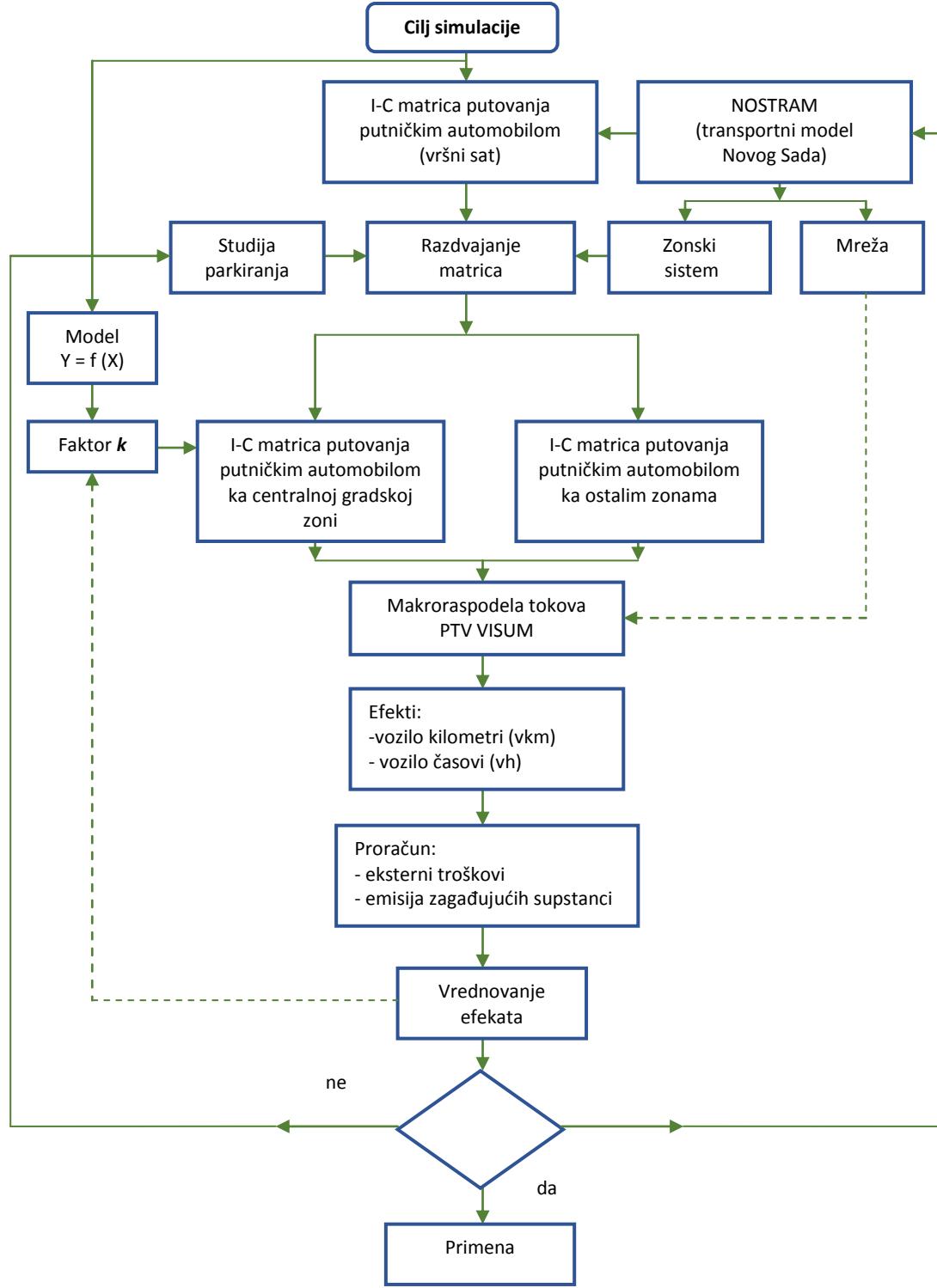
- Porast cene parkiranja za 15% i očekivano smanjenje korišćenja automobile za 6,3%
- Uvođenje “mekih” mera, sistema informisanja u javnom gradskom prevozu, marketingške kampanje, čijom implementacijom se očekuje porast korišćenja javnog prevoza za 5% u kombinaciji sa ostalim merama.
- Povećanje kvaliteta usluge u javnom prevozu kroz povećanje frekvencije vozila.

Tabela 1: Odnos verovatnoća i faktor k za definisane scenarie Scenario

	p_{JP} / p_{PA}	Učešće putničkog automobila	Učešće javnog prevoza	Faktor k
Scenario 1	1,0122	49,694	50,3	1
Scenario 2	1,5	40	60	0,805
Scenario 3	2	33,5	67	0,671

Nakon množenja sa vrednošću faktora k , transformisana matrica je za svaki scenario objedinjena sa matricom putovanja ka ostalim zonama. Objedinjavanjem matrica ponovljena je procedura makroraspodele tokova na postojeću uličnu mrežu. Izlazni rezultati raspodele (vozikilometri – vozkm i voziločasovi – vozh) poslužili su za izračunavanje emisije zagađujućih materija i negativnih eksternih troškova u hipotetičkom scenariju.

U poslednjem koraku simulacije, poređenjem razlike dobijenih eksternih troškova i ukupne emisije zagađujućih materija u odnosu na postojeće stanje – Scenario 1, izvršeno je vrednovanje efekata primenjenih mera saobraćajne politike i smanjenja verovatnoće korišćenja automobila (Basaric i ist. 2015).



Slika 2: Dijagram toka simulacije

4. Metodologija proračuna emisije polutanata i eksternih troškova saobraćaja

Emisija izduvnih gasova vozila u velikoj meri zavisi od uslova rada motora. Različiti uslovi vožnje nameću različite uslove rada motora, a samim tim i različite količine emitovanih zagađivača.

Za izračunavanje emisija korišćeni su podaci o saobraćajnim aktivnostima prikupljeni za Srbiju u istraživanju koje je sproveo saobraćajni fakultet u Beogradu (Papić, 2010). Ukupna emisija izračunata je kombinovanjem podataka o aktivnostima za svaku kategoriju vozila (na osnovu zapremine i euro standarda motora i tipa pogonskog goriva) sa odgovarajućim emisionim faktorima. Aktivnost vozila je reprezentovana učešćem kategorija vozila u ukupnom pređenom putu. Dobijena raspodela je korišćena kao osnova za množenje protoka na uličnoj mreži koji su dobijeni u makro simulaciji. S druge strane, korišćeni su samo Emisioni faktori za topnu emisiju koji zavise od prosečne brzine kretanja vozila. Topla emisija izduvnih gasova zavisi od različitih faktora, uključujući i pređeni put pojedinačnog vozila, njegovu brzinu (ili tip puta), godište, zapreminu motora i dozvoljenu masu. Tako su izračunate emisije CO, VOC, NO_x, N₂O, NH₃, CH₄ i PM. Zbog karakteristika zagadživača CO₂ i SO₂ su izračunati na osnovu vozilo kilometara korišćenjem prosečne potrošnje goriva i emisionih faktora po pređenom kilometru.

Ukupni eksterni troškovi u simulacionom modelu, izračunati su za sledeće komponente negativnih eksternalija:

- Troškovi kao posledica saobraćajnog zagušenja;
- Troškovi kao posledica komunalne buke;
- Troškovi saobraćajnih nezgoda koji nisu pokriveni osiguranjem;
- Troškovi zagađenja vazduha;
- Troškovi zagađenja zemljišta i vode;
- Dodatni troškovi usled eksploracije, transporta i skladištenja energenata, zatim proizvodnje i održavanja vozila, kao i dodatni troškovi zahteva za izgradnjom i održavanjem infrastrukture;
- Troškovi usled nastajanja klimatskih promena.

Metodologija proračuna za pojedine eksternalije, kao i jedinične vrednosti troškova, preuzeti su iz studije IMPACT - Internalisation Measures and Policies for All external Cost of Transport (Maibach i ostali 2008).

Za izračunavanje troškova zagušenja, korišćena je preporučena metodologija proračuna (prvi nivo). Za vrednost vremena putovanja (VOT) uzeta je preporučena vrednost za Srbiju iz Generalnog Master plana Srbije (2009) od 3.75 putnici evro/čas. Vrednost vremena određena je na osnovu predloženih vrednosti HEATCO projekta (2006) za različite zemlje.

Za proračun eksternih troškova aerozagađenja i klimatskih promena korišćene su izračunate vrednosti ukupne emisije zagadjujućih materija i predložene vrednosti zagađenja vazduha u Srbiji:

Table 2. Preporučene vrednosti troškova za Srbiju

Polutant	CO	NO _x	VOC	CH ₄	PM	CO ₂	SOX
Trošak (€/t)	460,4	7,6	1,5	60	33,3	3	9,5

Usled nedostatka nacionalnih istraživanja i podataka za primenu preporučene metodologije i za ostale kategorije eksternih troškova, proračun je izведен na osnovu preporučenih jediničnih vrednosti iz studije IMPACT (treći nivo):

Tabela 3. Jedinična vrednost troška izražena u €ct/vozkm – vršni period

Komponenta eksternog troška	Jedinični trošak [€ct/vozkm]	
	Putnički automobil	Javni prevoz
Buka	0,33668	1,731
Saobraćajne nezgode	1,82516	4,815
Zagađenje vode i zemljišta	0,02658	0,486
Dodatni troškovi usled eksploracije, transporta i skladištenja energenata, zatim proizvodnje i održavanja vozila, kao i dodatni troškovi zahteva za izgradnjom i održavanjem infrastrukture	0.42971- petrol 0.27023- diesel	0,949

5. Rezultati primene modela

Izlazni rezultati makroraspodele – transportni rad i transportno vreme svih putovanja automobilom na mreži u vršnom satu za svaki scenario prikazani su u narednoj tabeli:

Table 4. Izlazni rezultati simulacije i smanjenja korišćenja automobila

Scenario	Ukupan transportni rad (vozkm)	Promena u odnosu na Scenario 1 (%)	Ukupan transportni rad (vozkm)	Promena u odnosu na Scenario 1 (%)
1	167274	-	169716	-
2	162575	-2,81	163721	-3,53
3	159336	-4,75	159618	-5,95

Kao i u slučaju postojećeg stanja, izlazni efekat makroraspodele tokova – transportni rad, poslužio je za izračunavanje ukupnog obima eksternih troškova i emisije zagađujućih materija. U narednim tabelama prikazana je razlika eksternih troškova i emisije polutanata uvođenjem novog scenarija u odnosu na postojeće stanje. Rezultati simulacionog modela ukazuju na evidentne pozitivne efekte smanjenja broja putovanja putničkim automobilom.

Tabela 5: Razlika eksternih troškova nakon smanjenja broja putovanja automobilom (€)

Kategorija troškova	Scenario 2	Scenario 3
Zagušenja u saobraćaju	783	1274
Komunalna buka	16	27
Saobraćajne nezgode	86	145
Aerozagadenje	49	84
Klimatske promene	5	8
Zagadenje zemljišta i vode	1	2
Dodatni troškovi*	18	31
UKUPNO	957	1571

*pozitivna vrednost označava benefit definisanog scenerija u pogledu smanjenja eksternih troškova

Tabela 6. Razlike ukupne emisije zagađujućih materija u odnosu na bazni scenario–vršni sat (kg)

Polutant	Scenario 2	Scenario 3
CO	104,84	181,03
VOC	80,52	138,17
NOx	3,76	6,43
PM	0,13	0,23
CH ₄	16,15	27,28
N ₂ O	1,14	1,92
NH ₃	0,22	0,36
CO ₂	939,75	1587,50
SO ₂	0,14	0,20

*pozitivna vrednost označava benefit definisanog scenerija u pogledu smanjenja emisije



Slika 3: Smanjenje opterećenja u centralnoj zoni povećavanjem odnosa p_{JP}/p_{PA} na 2 ($k=0,671$)

6. Zaključna razmatranja

Originalni simulacioni postupak prikazan u ovom tehničkom rešenju omogućuje testiranje različitih kombinacija činilaca saobraćajne politike grada na ukupan obim putovanja putničkim automobilom i javnim prevozom u periodu vršnog opterećenja. Izlazni rezultati raspodele (ostvareni transportni rad i transportno vreme) omogućuju izračunavanje razlike eksternih troškova i emisije zagađujućih materija za različite scenarije. Za svaki pretpostavljeni scenario omogućena je analiza izlaznih rezultata u pogledu identifikacije i kvantifikacije rezultata dostizanja održive mobilnosti – emisija zagađujućih materija i eksterni troškovi.

Za razliku od teorijske, praktična primena modela na primeru Novog Sada ima izvesna ograničenja. Dosadašnja istraživanja o uticaju pojedinih faktora saobraćajne ponude, ukazuju da mogućnost izbora vira prevoza i saobraćajna pristupačnost imaju velikog značaja prilikom izbora lokacije krajnjeg cilja putovanja. To se odnosi na putovanja koja imaju tzv. neobavezan karakter kao što su nesvakodnevna – povremena kupovina, zabava, rekreacija i sl. Krajnja destinacija svakodnevnih putovanja, kao što je odlazak na posao, uglavnom nije pod uticajem atributa ponude saobraćajnog sistema. U našim uslovima izvestan, ali ne i značajan uticaj na prostornu raspodelu putovanja može se pojaviti prilikom izbora mesta stanovanja i/ili mesta rada. Kvalitet ponude saobraćajnog sistema i pristupačnost pojedinih vidova prevoza ima dominantan uticaj prilikom izbora prevoznog sredstva u obavljanju svakodnevnih putovanja. Kod tih, svakodnevnih putovanja, koja imaju rutinski karakter, korisnici saobraćajnog sistema troškovima i vremenskim gubicima pripisuju veliki značaj.

Testiranjem na primeru saobraćajnog sistema Novog Sada, model je primenjen na matrice prostorne raspodele putovanja koje su u pogledu broja putovanja konstantne, pod uslovima koji su važili u trenutku sprovođenja ankete (aprila 2009). Model je primenjen za periode vršnih saobraćajnih opterećenja, iz razloga što je za njih karakteristično dominantno učešće svakodnevnih putovanja (stan – posao – stan). Zadržana je ista proporcija motorizovanih i nemotorizovanih putovanja u različitim varijantama testiranja odnosa korišćenja javnog prevoza i putničkog automobila. Ovaj uslov je prihvatljiv za simuliranje tokova u periodima vršnih opterećenja. Primena modela na ostale periode dana kada se u sistemu pojavljaju putovanja nesvakidašnjeg karaktera, zahteva izvesne modifikacije u metodologiji primene celokupnog četvorostepenog lanca saobraćajnih modela. U tom slučaju, funkciju odnosa javnog prevoza i automobila treba primeniti uporedno sa modelom prostorne raspodele putovanja, na primer gravitacionim modelom čija je upotreba danas najrasprostranjenija.

Formirana metodologija i dobijeni izlazni rezultati treba da posluže kao jedan od kriterijuma vrednovanja različitih alternativnih rešenja vrednovanja investicionih projekata predviđenih GUP-om (izrade Studija opravdanosti u narednom planskom periodu) i podrška konceptu razvoja saobraćaja u Novom Sadu definisanom u skladu sa osnovnim načelima održivog razvoja.

Literatura

1. Basarić V. 2010. Model upravljanja raspodelom putovanja na vidove prevoza u funkciji održivog razvoja, Doktorska disertacija, Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu
2. Basaric V, Jovic J. 2011. Target Modal Split Model. *Transport* 26(4): 418-424
3. Basarić V., Djoric V., Jevdjenic A., Jovic J. 2015. Efficient Methodology for Assessment of Targets and Policy Measures for Sustainable Mobility Systems, INTERNATIONAL JOURNAL OF SUSTAINABLE TRANSPORTATION, (2015), vol. 9 br. 3, str. 217-226.
4. HEATCO, Deliverable 5, Proposal for Harmonised Guidelines, February 2006.
5. Italferr. 2009. *Generalni Master Plan Saobraćaja u Srbiji - Završni Izveštaj (Transport Master Plan of Serbia - Final Report)*. Belgrade, Serbia: Italferr. Available: [http://mi.gov.rs/mostovi_files/Aneks II - Zeleznicki saobracaj.pdf](http://mi.gov.rs/mostovi_files/Aneks%20II%20-%20Zeleznicki%20saobracaj.pdf).
6. JP "Urbanizam" Zavod za urbanizam Novi Sad 2009., Saobraćajna studija grada Novog Sada sa dinamikom uređenja saobraćaja – NOSTRA;, Novi Sad, <http://www.nsurbanizam.rs>
7. Maibach M and Schreyer C. 2008. *Handbook on estimation of external costs in the transport sector*. CE Delft. Available: http://ec.europa.eu/transport/sustainable/doc/2008_costs_handbook.pdf.
8. PTV AG 2009. PTV VISION-VISUM 11.01.06, Karlsruhe, Germany



Наш број:

Ваш број:

Датум: 2015-11-26

ИЗВОД ИЗ ЗАПИСНИКА

Наставно-научно веће Факултета техничких наука у Новом Саду, на 3. редовној седници одржаној дана 28.10.2015. године, донело је следећу одлуку:

-непотребно изостављено-

Тачка 13.3.4: У циљу верификације новог техничког решења предлажу се рецензенти:

- Др Гордан Стојић, ванред. проф, ФТН
- Др Јадранка Јовић, доцент, Саобраћајни факултет Београд

МОДЕЛ СИМУЛАЦИЈЕ ЕФЕКТА ПРИМЕНЕ МЕРА САОБРАЋАЈНЕ ПОЛИТИКЕ

Аутори: Валентина Басарић, Владимир Ђорђић, Вук Богдановић, Александар Јевђенић, Ненад Рушкић, Милица Миличић

-непотребно изостављено-

Записник водила:

Јасмина Димић, дипл. правник

Тачност података оверава:

Секретар

Иван Нешковић, дипл. правник

Декан



Проф. др Раде Дорословачки

На основу увида у текст техничког решења под називом:

МОДЕЛ СИМУЛАЦИЈЕ ЕФЕКАТА ПРИМЕНЕ МЕРА САОБРАЋАЈНЕ ПОЛИТИКЕ

које су урадили наставници и сарадници Факултета техничких наука Универзитета у Новом Саду и Саобраћајног факултета Универзитета у Београду (руководилац предложеног техничког решења је др Валентина Басарић, доцент), а које је настало на основу истраживања обављених у оквиру пројеката *Модели интеграције транспортног система* (евиденциони број 36024) и *Утицај глобалних изазова на планирање саобраћаја и управљање саобраћајем у градовима* (евиденциони број 36021) које финансира Министарство просвете и науке Републике Србије за период 2011-2014. године и пројекта *Модели одрживог развоја саобраћаја у Војводини* којег финансира Покрајински секретаријат за науку и технолошки развој АП Војводине за период 2011-2014. године. На основу увида у техничко решење следи

РЕЦЕНЗИЈА

Уводно поглавље техничког решења на врло јасан начин описује проблематику и област примене техничког решења. Аутори објашњавају начин, излазне резултате и крајњи циљ примене симулационог модела приказан у техничком решењу.

У другом поглављу под називом **Подручје истраживања**, у складу са општеприхваћеним приступом у планирању саобраћаја, дефинисано је подручје истраживања, подела подручја истраживања на саобраћајне зоне и начин прикупљања података који су као улазне величине фигурисали у креирању симулационог модела. Захваљујући обимном истраживању из 2009. године у Новом Саду је креирана свеобухватна и јединствена база података – Транспортни модел НОСТРАМ. Подаци који чине базу података су показатељи саобраћајне потражње и саобраћајне понуде на територији Града Новог Сада. Постојање базе и савремене софтверске технологије био је основни предуслов за креирање модела симулације ефеката примене мера саобраћајне политике.

Детаљна методологија креирања симулационог модела приказана је у трећем поглављу под називом **Развој симулационог модела**. У посматрање су укључена моторизована путовања (путнички аутомобил и јавни превоз) која се јављају на уличној мрежи Новог Сада у периоду јутарњег вршног оптерећења. Дефинисана су три сценарија путовања путничким аутомобилом ка централном градском дистрикту - постојеће стање из 2009. године и два нова хипотетичка сценарија која подразумевају смањење коришћења путничког аутомобила као резултат мера саобраћајне политике (политике паркирања и политике јавног превоза).

Четврто поглавље **Методологија прорачуна емисије полутаната и екстерних трошкова саобраћаја** објашњава начин прорачуна емисије загађујућих материја и екстерних трошкова загађења.

Резултати симулације односно ефекти смањења коришћења аутомобила у вршном сату, приказани су у петом поглављу **Резултати тестирања модела**.

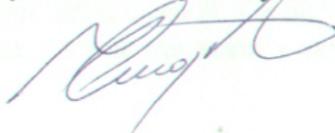
Осим транспортног рада и транспортног времена, као излазни резултати добјена су два нова критеријума која са аспекта одрживости омогућавају вредновање мера саобраћајне политике: екстерни трошкови и емисија полутаната.

У Закључним разматрањима јасно су објашњена ограничења примене модела симулације ефеката мера саобраћајне политике и у исто време, дате препоруке за примену и даље унапређење модела.

Сматрам да симулациони модел описан у техничком решењу под називом *Модел симулације ефеката примене мера саобраћајне политике* представља значајан допринос пракси планирања саобраћаја у градовима услед чега предлажем да, на основу Правилника о поступку и начину вредновања, и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача, модел буде прихваћен као *техничко решење* категорије М83

У Новом Саду, 16.10.2015. године,

Др Гордан Стојић, редовни професор
Факултет техничких наука Нови Сад



На основу увида у текст техничког решења под називом:

МОДЕЛ СИМУЛАЦИЈЕ ЕФЕКАТА ПРИМЕНЕ МЕРА САОБРАЋАЈНЕ ПОЛИТИКЕ

које су урадили наставници и сарадници Факултета техничких наука Универзитета у Новом Саду и Саобраћајног факултета Универзитета у Београду (руководилац предложеног техничког решења је др Валентина Басарић, доцент), а које је настало на основу истраживања обављених у оквиру пројеката *Модели интеграције транспортног система* (евиденциони број 36024) и *Утицај глобалних изазова на планирање саобраћаја и управљање саобраћајем у градовима* (евиденциони број 36021) које финансира Министарство просвете и науке Републике Србије за период 2011–2014. године и пројекта *Модели одрживог развоја саобраћаја у Војводини* којег финансира Покрајински секретаријат за науку и технолошки развој АП Војводине за период 2011–2014. године. На основу увида у техничко решење следи

РЕЦЕНЗИЈА

У уводном делу техничког решења аутори детаљно описују проблематику и предмет истраживања. Ужа научна област којој припада проблематика је планирање саобраћаја, са акцентом на свеобухватно планирање саобраћаја и коришћења земљишта у урбаним срединама. Јасно и аргументовано је описан недостатак досадашње методологије засноване на принципу „предвиди и обезбеди“ и истовремено указано на побољшања методологије применом оригиналног симулационог модела који је предмет овог техничког решења.

У другом поглављу *Подручје истраживања* објашњен је разлог избора града Новог Сада као подручја на ком је израђен модел и описане основне карактеристике путовања у протеклом тридесетогодишњем периоду.

Развој симулационог модела описан је у истоименом трећем поглављу. Предуслов дефинисања оваквог симулационог модела и тестирања ефеката мера саобраћајне политike је поседовање ажурних база података и софтверског алата. Аутори описују развој модела који има за циљ симулацију ефеката примене мера политike паркирања и политike јавног превоза, на коришћење моторизованих видова превоза (путнички аутомобил и јавни превоз). Развијена су три сценарија – један који представља постојеће стање саобраћаја у граду и два хипотетичка која подразумевају смањење коришћења аутомобила у односу на јавни превоз, у свим путовањима усмереним ка централном градском дистрикту. За период симулације изабран је јутарњи вршни сат.

Вредновање ефеката примене мера саобраћајне политike односно, симулације једног од три предложена сценарија извршено је на основу саобраћајних показатеља, екстерних трошкова и емисије загађујућих материја. Методологија која описује прорачун емисије полустаната и екстерних трошкова детаљно је описана у оквиру четвртог поглавља *Методологија прорачуна емисије полустаната и екстерних трошкова саобраћаја*. Методологија у потпуности је сагласна са савременим сазнањима у овој области и међународним препорукама за прорачун екстерналија.

Пето поглавље Резултати тестирања модела описује и објашњава крајње резултате симулације за сваки дефинисани сценарио: транспортни рад, транспортно време, екстерне трошкове и емисија загађујућих материја.

У крајњем, шестом поглављу, аутори техничког решења осим закључних разматрања износе и ограничења практичне примене модела, дефинишући истовремене даље правце истраживања у овој ужој научној области.

На основу изложеног, сматрам да симулациони модел описан у техничком решењу под називом *Модел симулације ефеката примене мера саобраћајне политике* представља оригиналан и у међународним оквирима врло значајан модел планирања саобраћаја и управљања саобраћајном потражњом. Формирање и примена оваквих модела у пракси потврђује да планирање саобраћаја у градовима није само пуха примена модела и савремених софтверских алата, што је иначе одлика већине саобраћајних студија рађених у протеклом периоду, како код нас тако и у свету. Примењена методологија и симулациони модел могу се сматрати новим поступком избора мера саобраћајне политике у циљу креирања саобраћајног система који ефикасно повезује градске садржаје међусобно и посебно са градским центром, у коме су, по правилу, проблеми саобраћаја и најизраженији.

Предлажем да се на основу одредаба Правилника о поступку и начину вредновања, и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача, модел у предложеном техничком решењу под називом *Модел симулације ефеката примене мера саобраћајне политике* буде прихваћен као техничко решење категорије М83.

У Београду, 18.10.2015. године,

Др Јадранка Јовић, редовни професор
Саобраћајни факултет Београд

Јадранка Јовић



Наш број: 01.сл

Ваш број:

Датум: 2015-11-26

ИЗВОД ИЗ ЗАПИСНИКА

Наставно-научно веће Факултета техничких наука у Новом Саду, на 5. редовној седници одржаној дана 25.11.2015. године, донело је следећу одлуку:

-непотребно изостављено-

ТАЧКА 17. Питања научноистраживачког рада и међународне сарадње

Тачка 17.2.: На основу позитивног извештаја рецензената верификује се техничко решење под називом:

17.2.16. Назив техничког решења:

МОДЕЛ СИМУЛАЦИЈЕ ЕФЕКТА ПРИМЕНЕ МЕРА САОБРАЋАЈНЕ ПОЛИТИКЕ

Аутори: Валентина Басарић, Владимир Ђорић, Вук Богдановић, Александар Јевђенић, Ненад Рушкић, Милица Миличић

-непотребно изостављено-

Записник водила:

Јасмина Димић, дипл. правник

Тачност података оверава:
Секретар

Иван Нешковић, дипл. правник

Декан



Проф. др Раде Дорословачки