

POLITIKA PARKIRANJA KAO INSTRUMENT ZA SMANJENJE ŠTETNIH EMISIJA PUTNIČKIH AUTOMOBILA

dr Vladimir Momčilović, dipl.inž.saobr.

Univerzitet u Beogradu-Saobraćajni fakultet, v.momcilovic@sf.bg.ac.rs

dr Jelena Simićević, dipl.inž.saobr.

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

DOI: 10.31075/PIS.64.04.05

Stručni rad

Rezime: Tokom poslednjih tridesetak godina, emisija štetnih gasova putničkih automobila je postala jedan od najznačajnijih problema sa kojim se suočavaju gradovi širom sveta. Jedan od pristupa smanjenju njihovih štetnih emisija jeste svakako sprečavanje ili smanjenje saobraćajnih zagušenja u centralnim gradskim područjima, odnosno zonama visoke atraktivnosti. Jedan od uticajnih faktora na pojavu zagušenja, odnosno snižavanje (ionako niske) brzine saobraćajnog toka je parkiranje, odnosno traženje slobodnog parking mesta na uličnim parking mestima. Traženje slobodnog parking mesta nastaje pre svega zbog velike popunjenosti kapaciteta za parkiranje, pa se (boljim) upravljanjem parkiranjem može uticati na njegovo smanjenje. U ovom radu ispitan je uticaj vremenskog ograničenja i cene parkiranja na ukupno vreme traženja slobodnog parking mesta, kao i na emisiju štetnih gasova putničkih automobila. Za potrebe rada sprovedeno je istraživanje u užoj centralnoj zoni Beograda, crvenoj zoni za parkiranje, radi ispitivanja odnosa korisnika putničkih automobila prema vremenskom ograničenju i ceni parkiranja. U radu su prikazane potencijalne koristi u oblasti zagađenja vazduha i sprečavanja klimatskih promena usled uvođenja izbalansirane politike i cene parkiranja na uličnim parking mestima.

Ključne reči: upravljanje parkiranjem, režim parkiranja, vreme traženja parking mesta, emisija CO₂

PARKING POLICY AS AN INSTRUMENT FOR REDUCING PASSENGER CARS' HARMFUL EMISSIONS

Vladimir Momčilović, Ph.D. TE

University of Belgrade-Faculty of Transport and Traffic Engineering, v.momcilovic@sf.bg.ac.rs

Jelena Simićević, Ph.D. TE

University of Belgrade-Faculty of Transport and Traffic Engineering, j.simicevic@sf.bg.ac.rs

Professional paper

Abstract: Passenger car related harmful gas emissions have become one of the most significant problems that cities worldwide are facing during the last thirty years.

One of the approaches to harmful emissions reduction is certainly preventing or reducing traffic congestion in central urban areas and high trip-attraction zones. One of the congestion influence factors, i.e. (already low) traffic flow speed further reduction, is parking, that is search for a vacant on-street parking space. Since parking search is primarily due to the high occupancy of parking spaces, (better) parking management can affect its reduction. The paper presents the impact of parking time limit and parking price on the passenger cars' total parking search (cruising for parking) time, as well as their related harmful gases emissions. A survey presented in this paper was carried out in the central urban area of Belgrade, the so-called red parking zone, in order to examine the passenger car users' preference regarding the parking time limit and parking price variations. The potential benefits in the field of air pollution and fighting climate change due to the implementation of a balanced parking policy and on-street parking price were analysed in this paper.

Keywords: parking management, parking regime, parking search time, CO₂ emissions

1. UVOD

S obzirom na to da održivi razvoj predstavlja „razvoj koji zadovoljava sadašnje potrebe bez ugrožavanja mogućnosti da buduće generacije zadovolje svoje potrebe“ [1], održivi transportni sistem uravnotežavanjem ekoloških, socijalnih i ekonomskih izazova obezbeđuje da se osnovne potrebe za mobilnošću i pristupačnošću pojedinaca i društva bezbedno zadovolje uz očuvanje zdravlja ljudi i životne sredine, te jednakosti unutar i između generacija. Održivi transportni sistem je ekonomičan, efikasan, transparentan, fleksibilan i dinamičan, a u realizaciji smanjuje emisije štetnih gasova i buke, otpad, zauzeće zemljišta, odnosno namenu površina, potrošnju neobnovljivih i obnovljivih resursa do granica njihove održive proizvodnje, ponovo koristi i reciklira materijale i komponente.

Problem parkiranja spada u grupu problema koji prate rast gradova, a koji se uglavnom iskazuju kroz: neracionalno korišćenje gradskih površina i ostalih gradskih resursa, pad kvaliteta transportne usluge, negativan uticaj na životnu sredinu i sl. [2] Parkiranje predstavlja esencijalnu komponentu transportnog sistema, pa strategija upravljanja parkiranjem treba da proizilazi iz strategije upravljanja transportnim sistemom. Osnovna uloga upravljanja parkiranjem je rešavanje problema koji se javljaju u ovom transportnom podsistemu. Ovo se pre svega odnosi na pomirenje stalno rastućih zahteva za parkiranjem sa ograničenom ponudom parking mesta.

Pored toga, upravljanje parkiranjem može da pomogne (a nikako ne bi smelo da odmogne) realizaciji ciljeva u transportnom sistemu uopšte, pa i u ostalim sistemima jednog grada. [3]

Cilj ovog rada je da se ispita i kvantifikuje uticaj politike parkiranja na emisiju štetnih gasova putničkih automobila kroz smanjenje vremena traženja slobodnog parking mesta. Autori su se opredelili za politiku parkiranja zasnovanu na vremenskom ograničenju i ceni parkiranja, jer su ove mere primenjivane u ranim fazama upravljanja parkiranjem u većini centralnih gradskih područja evropskih gradova. [4,5]

U sledećem poglavlju prikazana je metodologija modeliranja i istraživanja karakteristika korisnika parking mesta na odabranom području. Zatim su prikazani rezultati modela i konačno na kraju su data zaključna razmatranja.

2. METODOLOGIJA

Budući da je jedan od najznačajnijih uzročnika vremenskih gubitaka usled traženja parking mesta visoka popunjenost kapaciteta za parkiranje, prema [6] porast popunjenosti kapaciteta za parkiranje uzrokuje opadanje verovatnoće pronalaska slobodnog parking mesta, zbog čega se povećavaju potrebno vreme i rastojanje za njegovo traženje. Politika parkiranja može da utiče na (jednovremenu) tražnju za parking mestima u određenom području i raspoložive kapacitete za parkiranje. Vremensko ograničenje i cena parkiranja sprečavaju, odnosno demotiviraju parkiranje pojedinih korisnika, koji usled primenjenih mera bivaju prisiljeni da promene motiv i/ili mesto parkiranja, vid transporta, vreme početka putovanja, odredište...

U tom smislu menja se i broj jednovremenih zahteva za parkiranjem u datom području, kao i prosečno vreme traženja parking mesta po korisniku, što će s druge strane promeniti ukupno vreme putovanja svih korisnika. Vreme putovanja izazvano traženjem parking mesta je direktno povezano sa ukupnim emisijama zagađujućih materija reprezentativnog voznog parka pod uticajem određenih uslova okruženja. Reprezentativni vozni park sačinjavaju vozila klasifikovana po različitim pogonima, zapreminama motora, EURO standardima emisije i sl. pod uticajem datih klimatskih i saobraćajnih uslova, kvaliteta goriva i održavanja, tehničke ispravnosti vozila i drugih spoljnih uslova.

Za postizanje definisanih ciljeva, odnosno za ispitivanje i kvantifikaciju uticaja politike parkiranja na nivo emisije štetnih gasova putničkih vozila izvršeno je: 1) modeliranje uticaja vremenskog ograničenja i cene parkiranja na tražnju za

parkiranjem i popunjenost kapaciteta za parkiranje, 2) modeliranje uticaja popunjenosti na traženje parking mesta i 3) modeliranje emisije štetnih gasova referentnog putničkog automobila na bazi ukupnog vremena traženja slobodnog parking mesta.

U ovom radu nije posebno analiziran uticaj vremenskog ograničenja i cene parkiranja na ponašanje korisnika parking mesta, već je usvojen model za odabrano područje istraživanja (I, odnosno crvenu zonu parkiranja u Beogradu) razvijen u [7].

Model je zasnovan na anketi korisnika na uličnim parking mestima i vanuličnim parkiralištima i parking garažama na odabranom području istraživanja.

Istraživanje ponašanja posetilaca se sastojalo iz dva dela: 1) prognoziranje reakcije postojećih posetilaca na uvođenje / promenu politike parkiranja pomoću multinominalnog logit modela koji se podešava pomoću „tehnike izjavljenih preferencija“ (engl. Stated preference method) na bazi hipotetičkih scenarija (kombinacija vremenskih ograničenja i cena parkiranja) na koje ispitanici izjavljuju koju bi opciju izabrali u datoj situaciji: parkirali na uličnom parking mestu, parkirali na vanuličnom parkiralištu ili parking garaži, odnosno odustali od parkiranja na području istraživanja; 2) prikupljanje podataka o socio-ekonomskim karakteristikama posetilaca i karakteristikama putovanja i parkiranja „tehnikom izraženih preferencija“ (engl. Revealed preference method). [7]

2.1. Modeliranje uticaja popunjenosti kapaciteta za parkiranje na traženje parking mesta

Traženje parking mesta je mnogo složeniji proces nego što se to prvobitno mislilo. Skorija istraživanja pokazuju da su pored popunjenosti kapaciteta za parkiranje u trenutku traženja, izuzetno važni i druge karakteristike vozača i putovanja. Zbog toga, traženje parking mesta ima individualni karakter koji se mora ispitati i uključiti, što je dovelo do razvoja korisničkih modela za određivanje vremena traženja parking mesta. [8]

U ovom radu autori su se opredelili za logit model, kao dezagregirani model koji omogućava proveru pojedinačnog značaja većeg broja parametara za koje se smatra da utiču na traženje parking mesta. Podešavanje logit modela je zahtevalo sprovođenje istraživanja na 811 uličnih parking mesta u I (crvenoj) zoni, gde je tokom 5 dana (od 7:00 do 21:00) anketirano 523 ispitanika radi prikupljanja podataka o: 1) karakteristikama posetilaca i putovanja od uticaja na traženje parking mesta i 2) vremenu traženja parking mesta.

Prema literaturi [6],[8] i ličnom iskustvu autora [9], istraživani su sledeći parametri koji imaju uticaj na traženje parking mesta:

1. popunjenost kapaciteta za parkiranje na početku traženja parking mesta (\nearrow popunjenost = \searrow broj slobodnih parking mesta \rightarrow vreme traženja \nearrow);
2. dužina putovanja kao mera poznavanja lokalne situacije u pogledu parkiranja (\searrow dužina putovanja = „lokalni“ korisnik \rightarrow vreme traženja \searrow);
3. učestalost parkiranja na području kao mera poznavanja lokalnih uslova (\nearrow učestalost \rightarrow vreme traženja \searrow);
4. motiv parkiranja, koji značajno utiče na vreme traženja parking mesta;
5. lični prioriteti korisnika: koji mogu da razjasne njihovo naizgled iracionalno ponašanje (npr. minimizacija dužine pešačenja, troškova putovanja ili izbegavanje nelegalnog parkiranja);
6. strategija traženja parking mesta, za Beograd [9]: a) vozač počinje sa traženjem po dolasku na odredište ili b) vozač počinje sa traženjem unapred, pre stizanja na odredište.

Pored navedenih ispitanici su anketirani i o vremenu traženja parking mesta na bazi sopstvenog utiska (koji se smatra merodavnim) i to: bez traženja, do 5 minuta, od 5 do 10 minuta ili duže od 10 minuta.

Traženje parking mesta direktno zavisi od popunjenosti kapaciteta za parkiranje, a za dobru prognozu vremena traženja potreban je samo još jedan parametar: strategija traženja parking mesta. Posetioci koji primenjuju strategiju a) tj. otpočinju sa traženjem po dolasku na odredište beleže kraće vreme traženja, u odnosu na one koji primenjuju strategiju b). Pomoću ovog modela, prikazanog u [10], moguće je za bilo koju popunjenost kapaciteta za parkiranje prognozirati vreme traženja parking mesta za korisnike koji primenjuju strategiju traženja parking mesta a) ili b).

2.2. Modeliranje uticaja traženja parking mesta na emisije štetnih gasova

Za ocenu emisije zagađujućih materija i gasova staklene bašte korišćen je softverski alat COPERT 5, koji se zasniva na metodologiji Evropske agencije za životnu sredinu. [11]

Merodavan vozni park putničkih automobila (PA) je, u nedostatku preciznih podataka o detaljnim karakteristikama konkretnih PA učenih tokom istraživanja (prikazanih u Tabeli 1) i podataka o merodavnom voznom parku za grad Beograd, ponderisan na bazi strukture PA u Republici Srbiji za posmatranu godinu istraživanja i sveden na brojeve koji se parkiraju na području istraživanja u jutarnjem vršnom času (JVČ).

Metodologija za ocenu emisije zagađivača i gasova sa efektom staklene bašte [11] je korigovana kako bi uzela u obzir samo PA na gradskim saobraćajnicama. Proračun se sastojao u određivanju razlika emisije štetnih gasova za dobijene dužine pređenog puta tokom traženja parking mesta relevantne za različite politike parkiranja.

Ulazni parametar prosečna dužina putovanja (I_{trip}) sa odredištem u centralnom gradskom području Beograda je postavljen na 11,1 km prema podacima dobijenim sprovedenim istraživanjem, a stvarno rastojanje traženja je dodato vrednosti I_{trip} za svaki scenario. Kao jedan od parametara emisije zahteva se i prosečna brzina u saobraćajnim uslovima centralnog gradskog područja, koja se prema [12] kreće između 12 i 18 km/h. Autori su za ovaj model usvojili brzinu od 12 km/h pošto se vozači tokom traženja obično kreću nižim brzinama u želji da imaju što bolji pregled i pravovremeno uoče slobodno parking mesto.

U ovom modelu bio je cilj da se za jutarnji vršni čas odrede časovne emisije ugljendioksida (CO₂) i ukupnih azotnih oksida (NO_x) koje potiču isključivo od putničkih automobila koji traže parking mesto u centralnom gradskom području.

3. REZULTATI

U tabeli 1 prikazan je broj PA jedinica [PAJ] koje ulaze u centralno gradsko područje tokom jutarnjeg vršnog časa (JVČ). Napomena: Vozila koja se ne parkiraju u crvenoj zoni, odnosno koja je isključivo tranzitiraju nisu uzeta u razmatranje.

Tabela 1. Broj PAJ u centralnom gradskom području u JVČ

Vremensko ograničenje (min)	Cena parkiranja (RSD/h)					
	30	70	110	150	190	230
30	478	309	259	203	154	117
60	605	368	319	259	193	137
90	759	585	445	345	252	173
120	930	733	561	437	329	226

U sledećoj tabeli 2 prikazano je ukupno vreme traženja slobodnog parking mesta svih vozila koja se parkiraju u centralnoj gradskoj zoni u JVČ.

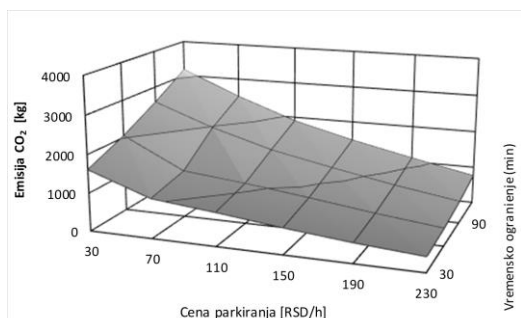
Tabela 2. Prognozirano ukupno vreme traženja parking mesta (voz·h) u JVČ

Vremensko ograničenje (min)	Cena parkiranja (RSD/h)					
	30	70	110	150	190	230
30	18,96	11,07	8,98	6,53	4,95	3,61
60	25,51	14,11	11,59	8,98	6,21	4,22
90	34,79	24,67	17,06	12,54	8,74	5,56
120	48,05	33,6	23,66	16,75	11,79	7,72

U tabelama 3 i 4 date su vrednosti a na slikama 1 i 2 dat je grafički prikaz časovnih emisija štetnih gasova usled traženja slobodnog parking mesta za merodavni vozni park.

Tabela 3. Časovna emisija CO₂ [kg] PA za traženje parking mesta u JVČ

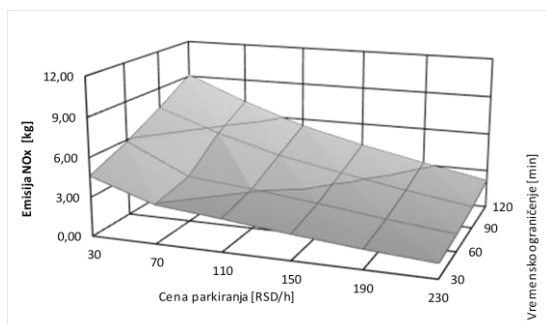
Vremensko ograničenje (min)	Cena parkiranja (RSD/h)					
	30	70	110	150	190	230
30	1612	1038	869	680	516	391
60	2045	1240	1072	869	646	458
90	2575	1978	1499	1160	846	579
120	3173	2487	1897	1472	1105	758



Slika 1. Časovna emisija CO₂ za traženje parking mesta u JVČ u funkciji politike parkiranja

Tabela 4. Časovna emisija NO_x [kg] PA za traženje parking mesta u JVČ

Vremensko ograničenje (min)	Cena parkiranja (RSD/h)					
	30	70	110	150	190	230
30	4,62	2,97	2,49	1,95	1,48	1,12
60	5,86	3,55	3,07	2,49	1,85	1,31
90	7,38	5,66	4,29	3,32	2,42	1,66
120	9,09	7,12	5,43	4,21	3,17	2,17



Slika 2. Časovna emisija NO_x za traženje parking mesta u JVČ u funkciji politike parkiranja

3. ZAKLJUČAK

Prema očekivanjima, potvrđena je hipoteza da je traženje parking mesta direktno proporcionalno popunjenosti kapaciteta za parkiranje, kao i da je za kvalitetnu prognozu vremena traženja potreban još jedan parametar: strategija traženja parking mesta. Iako deluje da dužina putovanja, frekvencija parkiranja i lični prioriteti ne utiču na traženje oni su ipak indirektno uključeni kroz strategiju traženja parking mesta.

U radu je takođe pokazano da sa racionalnom politikom parkiranja mogu da se naprave značajne uštede u emisiji gasova staklene bašte i zagađivača i to samo na primeru jutarnjeg vršnog časa. Kao pravci daljih istraživanja pokazala se potreba za preciznijom kvantifikacijom emisije merodavnog PA, ali i analiza efekata uvođenja restriktivnih mera na korišćenje PA sa zastarelim tehnologijama kontrole emisije (nižim EURO standardom) u centralnom gradskom području.

Zahvale

Autori izražavaju zahvalnost svim učesnicima u istraživanju koje je prikazano u ovom radu. Rad je podržan sredstvima projekta TR 36010 Ministarstva obrazovanja, nauke i tehnološkog razvoja R. Srbije.

LITERATURA

- [1] ECMT. (2000). Sustainable development - Sustainable transport policies, Council of Ministers, Prag, Češka
- [2] Milosavljević, N., Simićević, J. (2018). Parkiranje. 2. izdanje. Beograd: Saobraćajni fakultet
- [3] Milosavljević, N., Simićević, J. (2012). Politike parkiranja u funkciji efikasnog transportnog sistema, TES 2012, Subotica
- [4] CORDIS. (2001). Parking policy measures and their effects on mobility and the economy, COST 342, CORDIS
- [5] Mingardo, G., van Wee, B., Rye, T. (2015). Urban parking policy in Europe: A conceptualization of past and possible future trends. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 74, 268-281.
- [6] Polak, J.W., Axhausen, K.W. (1990). Parking search behaviour: A review of current research and future prospects. Transport Studies Units, Working Paper, 540
- [7] Simićević, J., Vukanović, S., Milosavljević, N. (2013). The effect of parking charges and time limit to car usage and parking behaviour. Transport Policy, 30, 125-131.
- [8] Ommeren, J., Wentink, D., Rietveld, P. (2010). Empirical Evidence on Cruising for Parking. TI Discussion Papers Series (Int. rep. 10-028/3). Tinbergen Instituut
- [9] Mijailović, M., Milosavljević, N., Simićević, J. (2011). Vreme traženja slobodnog parking mesta. Tehnika, 66(4), 629-636.
- [10] Simićević, J., Momčilović, V., Milosavljević, N. (2013). Parking management as a means of decreasing air pollution in cities. Proceedings of 7th Transport Research Arena TRA 2018, April 16-19, 2018, Vienna, Austria
- [11] EEA. (2009). EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2009 - Technical guidance to prepare national emission inventories. EEA Technical report, No 9/2009. European Environment Agency, Copenhagen
- [12] Jović, J., Djorić, V. (2009). Application of transport demand modelling in pollution estimation of a street network. Thermal Science. 13(3), 229-243.