

COST-EFFECTIVENESS ANALIZA UVOĐENJA NAPLATE ZAGUŠENJA – STUDIJA SLUČAJA GRADA BEOGRADA

Marina Milenković, mast. inž. saobr.
Saobraćajni fakultet, Univerzitet u Beogradu,
marina.milenkovic@sf.bg.ac.rs

Anica Kocić, inž. saobr.
Saobraćajni fakultet, Univerzitet u Beogradu,
nana.anica.kocic@gmail.com

Stručni rad

Rezime: *Problem zagušenja u saobraćaju za posledicu ima brojne negativne efekte kao što su povećanje vremena putovanja, vremenskih gubitaka, emisije buke, štetnih materija, broja saobraćajnih nezgoda, itd. Sa ovim problemom se suočava veliki broj gradova u svetu i mnogi od njih su ovaj problem pokušali da reše korišćenjem jedne od strategija upravljanja saobraćajnim zahtevima - naplate zagušenja. Naplata zagušenja podrazumeva naplatu ulaska vozila u pojedine zone grada, proporcionalno negativnim efektima koje to vozilo stvara. U ovom radu su sagledani troškovi i efekti koji su ostvareni uvođenjem naplate zagušenja u centralnim zonama gradova. Na osnovu detaljnog pregleda literature i podataka sa terena sprovedena je cost-effectiveness analiza uvođenja naplate zagušenja u Beogradu. Dobijeni rezultati ukazuju na značajne pozitivne efekte koji se mogu ostvariti uvođenjem navedenog koncepta i ujedno predstavljaju polaznu osnovu za buduća istraživanja na ovom polju.*

Ključne reči: *zagušenje, naplata, centralne gradske zone, troškovi, efekti*

COST-EFFECTIVENESS ANALYSIS OF CONGESTION PRICING – A CASE STUDY OF BELGRADE

Marina Milenković, M.Sc. T.E.
The Faculty of Transport and Traffic Engineering, University of
Belgrade, marina.milenkovic@sf.bg.ac.rs

Anica Kocić, B.SC. candidate
The Faculty of Transport and Traffic Engineering, University of
Belgrade, nana.anica.kocic@gmail.com

Professional paper

Abstract: *The problem of traffic congestion results in numerous negative effects such as increasing of travel time, delays, noise emission, emission of pollutants, traffic accidents, etc. This problem affects a lot of cities all over the world and many of them have attempted to solve it using one of the traffic demand management strategies – congestion pricing. Congestion charging involves charging of vehicles entries in particular areas of the city, proportionally to the negative effects that the vehicle generates. Costs and effects, which have been*

achieved by introducing congestion pricing in the central city zones were considered in this paper. A cost-effectiveness analysis of introducing congestion pricing in Belgrade was also conducted based on a detailed literature review and field data. The obtained results indicate significant positive effects that can be achieved by introducing this concept and at the same time, represent baseline for future research in this field.

Keywords: *congestion, charging, central city zones, costs, effects*

1. UVOD

U toku dvadesetog veka došlo je do eksplozivnog porasta broja vozila, pre svega putničkih automobila, tako da je zagušenje postalo široko rasprostranjen problem u svetu. Brojne su negativne posledice koje nastaju usled zagušenja u saobraćaju. Jedna od direktnih posledica jeste duže vreme putovanja, međutim posledično se povećava i nivo buke i štetnih gasova, habanje vozila, potrošnja goriva, kao i stres učesnika u saobraćaju. Vremenski gubici, ali i druge štetne posledice pretvorene u novčane jedinice, čine značajne novčane rashode za velike gradove na godišnjem nivou.

Saobraćajni institut u Teksasu je procenio da je u urbanim sredinama 2003. godine bilo 3,7 milijardi sati vremenskih gubitaka, 2,3 milijardi galona potrošenog goriva, što bi ukupno iznosilo oko 63 milijardi dolara. Procenjuje se da svaki putnik godišnje u vršnom satu plaća cenu zbog zagušenja od oko 800 do 1.600 dolara, u vremenskim gubicima i potrošenom gorivu, a godišnje izgubi i oko 8 radnih dana zbog gužvi u saobraćaju [1].

Uzroci nastanka zagušenja, a samim tim i potrebe za naplatom zagušenja nastaju pre svega zbog nedostatka mehanizma za upravljanje kapacitetom. Rešenje problema nije u povećanju kapaciteta iz nekoliko razloga. Naime, urbana područja su već oformljena, i neretko je slučaj da nema prostora za dodavanje novih kapaciteta, a pored toga izgradnja jednog kilometra saobraćajnice je veoma skupa. Mnoga istraživanja su takođe pokazala da dodavanje novih kapaciteta i povećanje ponude, pruža kratkoročna rešenja, jer ubrzo uzrokuje povećanje potražnje. Tako se došlo do ideje da se na potražnju utiče kroz razne mere i politike.

Vremenom je prihvaćena činjenica da je potrebno razviti različite strategije za smanjenje zagušenja. Kao jedna takva strategija razvijen je sistem naplate zagušenja koji treba da donese razne koristi i pozitivne efekte društvu u gradovima sa velikim zagušenjima. Ideja je naplatiti korišćenje određene deonice, putnog objekta ili prolazak centralnom zonom grada u toku vršnih perioda kako bi se

сманјио број возила и загушење. На тај начин се постиже циљ - сманjenje броја возила у вршном периоду, јер се људи мотивишу да се крећу другим видовима превоза, путањима које не пролазе кроз зоне под наплатом или у ванвршним периодима дана. Уманjenjem захтева, које се остварује наплатом загушења, чак и за само 5% доћи ће до ефикаснијег кретања саобраћајног тока који није одустао од кретања деоничом под наплатом.

Цену није једноставно одредити, међутим треба пратити основни принцип да се воzaчима наплати употреба деониче или кретање зonom у пропорцији са негативним ефектима које његово кретање ствара. Воzaчи постају свеснији загађења и загушења која настају њиховим путовањем, али су и спремни да плате уколико би на тај начин било омогућено да стигну негде на време, без вremensких губитака.

Ово је директнија стратегија него наплата такси за гориво, где се једнако наплаћује свим корисницима пута, без обзира на њихов стварни негативни утицај. На овај начин воzaчи постају свеснији свог утицаја и тежиће да сманје непотребна кретања аутомобилом. Као резултат, сманјиће се и прерасподелити потражња, и неће бити потребе за повећањем понуде, тј. додавањем капацитета. Поред тога, сманjenjem броја возила, сманјиће се вremensки губици и време путовања због ефикаснијег функционисања саобраћајног система, сманјиће се ниво буке и штетних материја, те ће се створити квалитетнији услови за живот.

Циљ рада је да се прикажу трошкови и ефеката који су остварени увођењем наплате путарине у урбаним срединама, као и да се на основу ове анализе и података са терена утврде трошкови и ефеката који би се остварили увођењем наплате загушења у централној зони Београда.

Ограничењем се може сматрати то што се рад заснива на претпоставкама и нема података о спремности воzaча да плате улазак у центар Београда, тј. при којој цени би одређени проценат воzaча одустао од проласка кроз центар града.

2. PREGLED LITERATURE

Под покровитељством Министарства за саобраћај у САД прикупљени су подаци и 2008. је издат рад о постигнуим резултатима након увођења наплате загушења из неколико свetsких градова. Резултати су приказани даље у раду.

Први је пример Лондона у коме су трошкови имплементације система наплате загушења износили око 161,7 милиона фунти, а оперативни трошкови око 130 милиона фунти годишње [2].

Годину дана након имплементације, број возила која се крећу унутар зоне са наплатом, сманjen је за

15%, док је број возила која улазе у зону сманjen за 18%, а дошло је до повећања саобраћаја на ободним саобраћајницама, али мање него што је предвиђено, те није довело до проблема [2].

Од укупног броја сманjenih путовања, 50% се реализује јавним превозом, и употреба јавног превоза је већа за 40%. Због погодности за возила са високом попуњеношћу тежи се заједничкој употреби возила, а повећана је и употреба бицикала и мотоцикала. 20-30% путовања од укупног сманjenог броја путовања су реализована путањима које не пролазе кроз зону са наплатом, док је 15-25% путовања са променjenим вremenом реализације [2].

Забележено је повећање брзине за 30%, те су и вremensки губици сманjeni за 25-30%, док је време путовања у proseку скраћено за око 14%, зависно од путање која се посматра [2]. Todd Litman је 2011. године дошао до нешто другачијих резултата, да је брзина путовања је у Лондону повећана за 37%, а да су вremensки губици јавног превоза сманjeni за 50%, док је број путовања аутобусом у јутарњем вршном периоду повећан 14% [3]. Litman каже да је број путовања подземном жељезницом повећан за 1%, а да су трошкови такси возила сманjeni за 20-30% због сманjenja вremensких губитака [3].

Лондонско министарство за саобраћај је показало да је у центру Лондона дошло до значајног побољшања квалитета ваздуха. Тачније, забележено је да је ниво NOX опao за 13,4% између 2002. и 2003. године, а од 2003. до 2006. је сманjen за 17% [2]. Ниво CO2 у првих годину дана сманjen је за 15%, а од 2003. до 2006. за 3%, укупно 20% [2]. Сманjenje нивоа честица (PM10) остварено је за 7-16% између 2002. и 2003., за 24% након тога до 2006. године [2]. Ниво емисија је сманjen и у околним зонама центра града, где је утврђено сманjenje и нивоа буке.

Такође, истраживањем лондонског министарства утврђено је да је до побољшања квалитета ваздуха и животне средине дошло делом због побољшања технологије сагоревања горива у возилима, а делом због наплате загушења, сманjenja броја возила и ефикаснијег путовања.

Забележено је и сманjenje броја незгода у зони са наплатом у већој мери него у другим деловима града, док нема забележеног повећања броја незгода са двотокашима.

У лондонској централној зони под наплатом је 69% послодавaca исказало да наплата загушења нема никаквог утицаја на њихово пословање, њих 22% је приметило позитиван утицај, док 9% послодавaca сматра да је утицај негативан [2].

Iako prihodi spadaju u koristi, u Londonu se sav prihod ulaže u unapređenje transportnog sistema, što svakako može imati pozitivne efekte. Godišnji prihod je oko 250 miliona funti, a 2005. godine je jako malim povećanjem cene ulaska u zonu sa naplatom došlo do povećanja godišnjeg prihoda za 60% [2]. Može se primetiti da su godišnji prihodi skoro duplo veći od godišnjih operativnih troškova.

Sledeći je primer Singapura, gde su do sada instalirana dva sistema. Inicijalni kapitalni troškovi za uvođenje prvog sistema u Singapuru (ALS) 1975. godine iznosili su približno 210 000 američkih dolara, dok su godišnji troškovi eksploatacije u periodu od 1975. do 1988. procenjeni na oko 250 000 američkih dolara. Troškovi implementacije drugog sistema u Singapuru (ERP), tj. prelazak sa ALS na ERP sistem naplate, procenjeni su na 110 miliona američkih dolara u periodu implementacije [2].

Naplata za gušenje je u Singapuru rezultirala sa 44% manje vozila koja ulaze u zonu sa naplatom (smanjenje sa 74 000 na 41 200) i 73% manje putničkih automobila (smanjenje sa 42 800 na 11 400) po uvođenju prvog sistema [2].

U Singapuru je zabeleženo povećanje u zajedničkom korišćenju vozila (carpooling) i u broju putovanja u periodu malo pre početka naplate. Primena zajedničkog korišćenja vozila je porasla sa 8 na 19%, zbog pogodnosti za vozila sa visokom popunjenošću (4+) i iz razloga što su ova vozila, kao i motocikli isključeni iz naplate za gušenje [2]. Upotreba autobusa porasla sa 33 na 46%, a 69% putovanja u jutarnjem vršnom periodu realizovana su autobuskim i šinskim podsystemima javnog prevoza [2].

Postignuto je povećanje brzine za 20%, i na najopterećenijim saobraćajnicama brzine su porasle sa 15-18 km/h na oko 30 km/h. Dodatno, brzine su se povećale i na saobraćajnicama koje vode ka zoni sa naplatom za oko 10%. Međutim na obilaznicama centralne zone brzina je opala za 20% [2].

Odmah po implementaciji prvog sistema (ALS) 1975. godine je izmereno da je nivo CO u jutarnjem vršnom periodu smanjen ispod nivoa koji prevladava sredinom dana. Takođe, merenja nivoa NOX su pokazala smanjenja na nivou prosečnih mesečnih vrednosti.

Prihodi od prvog sistema u Singapuru za godinu dana su iznosili preko 2 800 000 američkih dolara, i bili su 11 puta veći od troškova eksploatacije. Drugi sistem u Singapuru donosi godišnji prihod od 100 miliona američkih dolara [2].

U Singapuru je procenjeno da je smanjenjem broja vozila došlo do povećanja bezbednosti pešaka u saobraćaju, čemu doprinosi smanjenje broja konflikata i vremenskih gubitaka na pešačkim prelazima.

U Singapuru nisu utvrdili uticaj na bilo koju od poslovnih aktivnosti, mada su maloprodajni objekti kada je naplata za gušenje uvedena i u popodnevnom vršnom periodu, utvrdili smanjenje u popodnevnom aktivnostima kupovine.

Primer Stokholma se odnosi na probni period rada ovog sistema u tom gradu, gde su investicioni troškovi sistema naplate za gušenje bili oko 410 miliona američkih dolara, a operativni troškovi na godišnjem nivou iznose oko 30 miliona američkih dolara [2].

Naplata za gušenje u Stokholmu je doprinela smanjenju broja vozila od 10 do 15%, a samim tim došlo je i do naglog povećanja brzine kretanja vozila. Za gušenje se dramatično smanjilo, tako da su najgori redovi u samom centru grada smanjeni za više od 30%. Najveće smanjenje je primećeno u toku popodnevnog vršnog perioda. Protoci na najzagušenijim gradskim saobraćajnicama su opali za 20-25%, a kao i u ostalim gradovima, značajno je povećanje broja vozila na obilaznicama. Unutar zone došlo je do smanjenja pređenih vozilo-km za 14%, a izvan zone sa naplatom za 1% [2].

Upotreba javnog prevoza je povećana za 6–9% [2]. Nešto manje od 50% putnika koji su odustali od upotrebe automobila tokom perioda u kojima se vrši naplata prešlo je na javni prevoz putnika [2]. Primećeno je povećanje upotrebe bicikla, zajedničke upotrebe vozila (carpooling) ili rada od kuće. Međutim to povećanje nije značajno.

Povećana je upotreba 'zelenih vozila' za 9%, a nivo CO₂ je u centru Stokholma smanjen za 10-14%, NOX - a za 7%, a nivo čestica za 9% [2]. Slične rezultate je naveo i Jonas Eliasson 2009. godine [4].

Došli su do zaključka da je i bezbednost unapređena naplatom za gušenje, a Höök i kolege su 2006. godine utvrdili da je u Stokholmu broj poginulih smanjen za 15, a povređenih za 50 [5], i to su pripisali sistemu naplate za gušenje. Iste rezultate je izneo i Jonas Eliasson 2009. godine, ali je dodao da je smanjenje u broju nezgoda 3,6% [3].

Što se tiče poslovanja, nisu utvrđeni značajni uticaji na poslovne aktivnosti. Međutim, stokholmski sistem naplate za gušenje je samo probni da bi se donosili takvi zaključci.

Godišnji prihodi su oko 100 miliona američkih dolara, što je tri puta više od operativnih troškova ovog sistema [2].

Eimicke [6] je naveo primer uvođenja naplate zagušenja u Orindžu u Kaliforniji, na ruti 91, koje je omogućilo da se saobraćajni tok kreće mnogo ravnomernije tokom vršnih perioda. Putnici na saobraćajnim trakama na kojima se vrši naplata se kreću brzinama preko 95 km/h, dok oni koji se kreću trakama bez naplate postižu brzine oko 25 km/h ili manje. Na ruti 91 uočeno je i povećanje od 40% u primeni deljenja vozila, tj. u kretanju voila sa visokom popunjenošću [6].

Isti autor je naveo da je u toku pilot implementacije sistema u Hong Kongu (1980-ih godina) primećeno povećanje brzine sa 20 na 28 km/h [6].

3. STUDIJA SLUČAJA

3.1. Metodologija

Određivanje površine koja bi bila obuhvaćena naplatom zagušenja je važan zadatak, i zavisi od veličine grada, ali i od veličine same centralne zone u kojoj su zagušenja izražena. Najčešće su to delovi grada u kojima nema prostora za dodavanje kapaciteta, već se teži smanjenju zahteva primenom ovog sistema. Za Beograd se predlaže uvođenje naplate zagušenja u centralnoj zoni, površine oko 4km².

Troškovi koji se mogu očekivati zavise od primenjenog sistema i uređaja koji su potrebni da bi takav sistem funkcionisao, tako da se na osnovu trenutnih cena na tržištu procenjuju troškovi implementacije sistema. Troškovi funkcionisanja sistema se utvrđuju na osnovu potrebnog broja zaposlenih da bi ovaj sistem funkcionisao, i odgovarajućih bruto plata zaposlenih, kao i na osnovu troškova koji se mogu očekivati pri funkcionisanju ovakvog sistema.

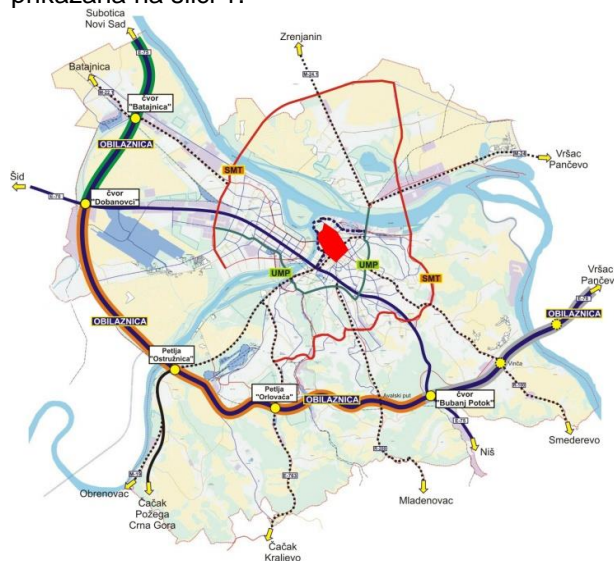
Smanjenje broja kretanja koja se realizuju putničkim automobilom se u radu zasniva na proceni, a svakako zavisi od cene naplate za ulazak u zonu pod naplatom. Ne postoje podaci o tome koliki broj korisnika putničkog automobila bi odustao od putovanja istim u zonu naplate pri određenoj ceni, i koja bi to cena bila potrebna da bi došlo do željenog smanjenje broja putovanja u centralnu zonu. Procena prelaska na druge vidove prevoza i putanje se zasniva na inostranim iskustvima. Promena vremena putovanja nije razmatrana, s obzirom da je radno vreme fiksno, a pre svega su razmatrana putovanja sa svrhom odlazak na posao u jutarnjem vršnom periodu. Podaci o broju vozila, putničkih automobila (PA) i teretnih vozila (TV) i broju putnika koji ulaze u centralnu zonu Beograda od 08-09h ujutru, su dobijeni iz transportnog modela Beograda za 2007. godinu.

Na osnovu ovih podataka utvrđeno je smanjenje broja vozila koja ulaze u zonu sa naplatom i povećanje broja putnika u JGPP-u u pomenutom vršnom satu. Broj registrovanih vozila u posmatranoj zoni je utvrđen iz publikacija Republičkog zavoda za statistiku iz nekoliko godina kako bi se uvidele promene i definisana jedna vrednost.

Ostali efekti koji se odnose na povećanje brzine putovanja, smanjenje vremenskih gubitaka, smanjenje zagušenja i povećanje nivoa bezbednosti su procenjeni na osnovu inostranih iskustava.

3.2. Primer Beograda

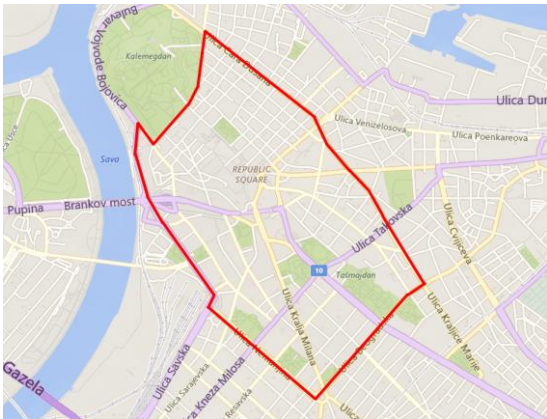
S obzirom da je jedan od ciljeva ovog rada da se proceni uticaj uvođenja naplate zagušenja na vreme putovanja i životnu sredinu u Beogradu, predlaže se da se naplata zagušenja uvede u centralnoj zoni grada. To je centar starog Beograda, koji obuhvata urbano tkivo koje je već oformljeno i nema prostora za proširenje kapaciteta, te je potrebno okrenuti se strategijama i merama koje utiču na smanjenje potražnje. Makrolokacija pomenute zone je prikazana na slici 1.



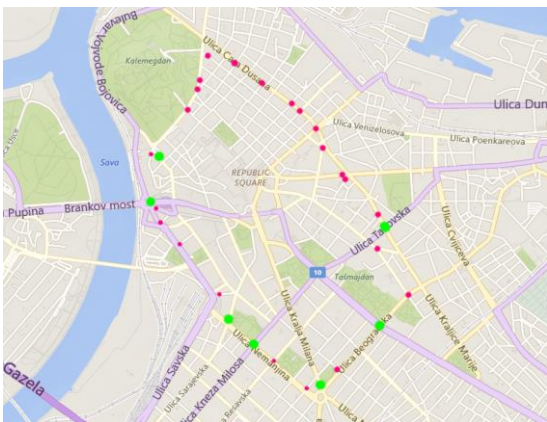
Slika 1. Makrolokacija predložene zone sa naplatom zagušenja

Zona u kojoj će se vršiti naplata zagušenja je površine oko 4 km² i ograničena je ulicama Beogradska, Starine Novaka, 27. marta, Džordža Vašingtona, Cara Dušana, Tadeuša Košćuška, Pariska, Karađorđeva, Savska i Nemanjina. U ovoj zoni se nalaze Vlada i Skupština Republike Srbije, najpoznatija pešačka zona u gradu Knez Mihailova ulica i trg Republike, Narodno pozorište, Jugoslovensko dramsko pozorište, pozorište na Terazijama, botanička bašta Jevremovac, boemska četvrt Skadarlija i mnogi poslovni objekti koji predstavljaju izvore i ciljeve kretanja u predmetnoj zoni. Mikrolokacija zone sa naplatom zagušenja prikazana je na slici 2.

Sistem bi funkcionisao u dva režima, dnevnom od 08 do 20h, u kome bi se naplata vršila, i noćnom, u kome bi ulazak u predmetnu zonu bio besplatan i koji bi trajao od 20 do 08 h. Inicijalni predlog je ovakav iz razloga što je utvrđeno da su u vremenskom periodu od 08 do 20 h, saobraćajna opterećenja na mreži i zagušenja u centru grada bez značajnijih odstupanja, dok se period od 20 do 08 h razlikuje u velikoj meri. Naplata bi se vršila samo radnim danima, tj. 5 dana u nedelji. Cena bi se dinamički definisala čime bi bilo omogućeno postizanje željenih efekata na osnovu realnog stanja u saobraćaju u posmatranoj zoni.



Slika 2. Mikrolokacija predložene zone sa naplatom zagušenja



Slika 3. Lokacija ulaznih tačaka u sistem sa naplatom zagušenja

Troškovi implementacije najpre zavise od broja mesta za ulazak u zonu sa naplatom, jer na tim mestima moraju postojati portali sa uređajima za očitavanje uređaja na vozilu (TAG) i kamerama za proveru nepoštovalaca sistema naplate. Takođe na ove troškove utiče i broj vozila koja ulaze u zonu i u kojima je potrebno ugraditi TAG-ove.

Cena uspostavljanja jednog portala zavisi od širine saobraćajnice, tj. broja traka, jer to utiče na broj potrebnih kamera i uređaja za očitavanje TAG uređaja u vozilima. Tako je cena uspostavljanja jednog portala na saobraćajnicama sa više od tri saobraćajne trake 50 000€, dok je na jednostranim

saobraćajnicama i saobraćajnicama sa dve saobraćajne trake cena 20 000€. U skladu sa trenutnim režimima u posmatranoj zoni, ulaza u zonu sa naplatom ima 30. Broj saobraćajnica sa tri ili više saobraćajnih traka koje vode u zonu sa naplatom zagušenja je 7, a ostalih 23 ulaza u zonu su jednostrane saobraćajnice ili sa dve saobraćajne trake. Na osnovu toga ukupni troškovi za postavljanje ovih portala iznosiće 810 000€. Na slici 3 je prikazana lokacija svih ulaznih tačaka u zonu sa naplatom zagušenja.

Cena jednog TAG uređaja je 10€, a broj registrovanih vozila u zoni sa naplatom je utvrđen iz publikacija RSZ, i iznosi oko 24 000 vozila. Broj vozila koja ulaze u zonu sa naplatom zagušenja u kojima je potrebno ugraditi TAG-ove utvrđen je na osnovu podataka iz transportnog modela Beograda i vremenske raspodele broja putovanja u toku dana. S obzirom da broj kretanja u vršnom času (08-09h) u vremenskoj raspodeli za ceo dan čini 11% svih kretanja svim vidovima u toku dana (za 2007. godinu), ukupan broj vozila koja ulaze u zonu sa naplatom je 106 545. Ukoliko uzmemo u obzir kasnije objašnjen efekat smanjenja broja vozila za 20%, u zonu sa naplatom će u toku dana ulaziti oko 85 000 vozila, što usvajamo kao broj vozila koja svakodnevno ulaze u centralnu zonu grada. Troškovi implementacije TAG-ova za vozila stanovnika i svakodnevnih posetilaca iznose 1 090 000€. Ostali, povremeni posetioци imaju mogućnost plaćanja pre ulaska u zonu, uz navođenje svoje registarske oznake, tako da će ulazak njihovog vozila biti očitavan pomoću kamera, a cena ulaska plaćena ranije. Troškove instaliranja TAG-ova snosili bi sami korisnici. Za uspostavljanje upravljačkog centra potrebno je 1.000.000 €. Tako da bi ukupni troškovi implementacije iznosili 2.900.000 €.

Troškovi eksploatacije obuhvataju troškove održavanja ovog sistema, troškove plata radnika i režijske troškove operatora.

Prosečna bruto plata zaposlenog u upravljačkom centru će iznositi 700€, a zaposlenih će biti 50, tako da su na mesečnom nivou troškovi za plate zaposlenih 35 000€, a na godišnjem nivou 420.000€. Troškovi održavanja za godinu dana iznose oko 100.000 €. Režijski troškovi su oko 10.000 € na mesečnom nivou, tj. 120.000 € na godišnjem nivou.

Ukupni operativni troškovi ovog sistema za godinu dana su 640.000 €, ali pošto se posmatra eksploatacioni period od 10 godina, troškovi će iznositi 6.400.000 €.

Troškovi implementacije sistema prikazani su u tabeli 1, dok su troškovi funkcionisanja sistema na godišnjem nivou i za period od 10 godina prikazani u tabeli 2.

Tabela 1. Procenjeni troškovi implementacije sistema naplate zagušenja u Beogradu

Implementacija		
Upravljački centar		
Cena [€]	1 000 000	
Portali		
Broj	Cena [€]	
7	50000	
23	20000	
Ukupno [€]		810 000
TAG		
Broj	Cena [€]	
109000	10	
Ukupno [€]		1 090 000
Ukupno [€]		2 900 000

Tabela 2. Procenjeni troškovi eksploatacije Sistema naplate zagušenja u Beogradu

Ekploatacija		
Plate radnika		
Broj	Plata [€/god]	
50	8400	
Ukupno [€/god]		420 000
Održavanje		
Cena [€/god]		100 000
Režijski troškovi		
Cena [€/god]		120 000
Ukupno [€/god]		640 000
Ukupno [€/10 god]		6 400 000

Cilj je da se nakon uvođenja ovog sistema broj putovanja kroz zonu sa naplatom smanji za oko 20% u vršnom periodu. Ova putovanja će, po proceni, biti realizovana javnim prevozom ili nekom drugom trasom, bez prolaska kroz centralnu zonu grada. Tabela 4 prikazuje broj vozila PA i TV koja odustaju od putovanja centralnom zonom, samo u jednom satu jutarnjeg vršnog perioda, s obzirom da su podaci bili dostupni za taj sat (08-09h).

Tabela 3. Broj vozila koji ulaze u centralnu zonu pre naplate zagušenja za jedan čas vršnog perioda i u toku godine

Jutarnji vršni čas 08-09h i cela godina	Pre	
	voz/h	voz/god
Putnički automobili	11 040	34 444 800
Teretna vozila	680	2 121 600

Tabela 4. Broj vozila koji ulaze u centralnu zonu nakon naplate zagušenja za jedan čas vršnog perioda i u toku godine

Jutarnji vršni čas 08-09h i cela godina	Posle		
	%	voz/h	voz/god
Putnički automobili	- 20	8 832	27 555 840
Teretna vozila	- 20	544	1 697 280

Javnim prevozom će se realizovati 50% od svih odustalih putovanja, kako se procenjuje. Ova procena se zasniva na tome da veliki broj linija prolazi kroz ovu zonu, opsluženost i povezanost sa ostalim delovima grada je veoma dobra, a uz dodatno poboljšanje sistema JGP-a pomoću prihoda od naplate zagušenja, ovaj sistem će biti primamljiviji za korisnike. Podrazumeva se da je metro izgrađen pre uspostavljanja sistema naplate zagušenja.

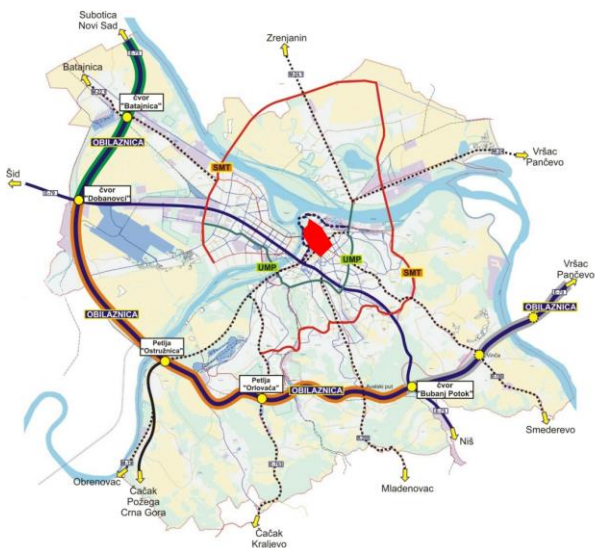
S obzirom da se očekuje da se 50% odustalih putovanja realizuje javnim prevozom, povećaće se upotreba javnog prevoza za 6,2%. Usvojeno je da je prosečna popunjenost vozila 1,5 put/voz i rezultati procene su prikazani u tabeli 5. Promovisanjem sistema naplate zagušenja pre njegovog uvođenja, svakako je potrebno motivisati korisnike putničkih automobila da pređu na nemotorizovane vidove kretanja. Takođe, za one koji ipak ne žele odustati od putničkog automobila, predlaže se definisanje povoljnosti za vozila sa većom popunjenošću, te se može očekivati i da će i neki pricenat kretanja biti realizovan na ovaj način. Da bi se procenio procenat korisnika koji bi prešli na nemotorizovane vidove prevoza ili upotrebu vozila sa visokom popunjenošću potrebno je izvršiti temeljna istraživanja i anketiranja korisnika.

Tabela 5. Procena broja putnika koji prelaze sa PA na JGPP nakon uvođenja naplate zagušenja u jutarnjem vršnom času i broj putnika nakon naplate na nivou godine

Jutarnji vršni čas	Pre	Prelazak sa PA		Posle	
	put/h	put/h	%	put/h	put/god
Putnika u JP	26.655	1.656	+ 6,2	28.311	88.330.320

50% putovanja će biti realizovano drugim putanjama, koje ne prolaze kroz zonu sa naplatom zagušenja, uzimajući u obzir da se ovaj sistem uspostavi nakon realizacije svih saobraćajnih rešenja definisanih u Generalnom urbanističkom planu Beograda za 2021. godinu. Podrazumeva se završetak projekta Unutrašnji magistralni poluprsten (UMP), spoljna magistralna tangenta (SMT) i obilaznica Beograda, čije su trase prikazane na slici 4. Realizacijom ovog projekta biće omogućena putovanja rutama koje će u potpunosti obilaziti centralnu zonu i postizanje većih brzina, s obzirom da se planiraju visokokapacitivne saobraćajnice

visokog funkcionalnog ranga sa minimalnim uticajem sporednih tokova (tuneli, nadvožnjaci, denivelisane raskrsnice). Trenutno postoje mogućnosti obilaska zone sa naplatom zagušenja, međutim potrebno je utvrditi da li je kapacitet obodnih saobraćajnica dovoljan da prihvate dodatni saobraćaj, što je posledica izbegavanja zone sa naplatom zagušenja.



Slika 4. Međusobni položaj zone sa naplatom zagušenja i saobraćajnica predviđenih GUP2021

Posmatrajuća inostrana iskustva sa sličnim rezultatima, smanjenjem broja vozila koja ulaze u centralnu zonu grada za 20%, može se očekivati povećanje brzine putovanja u centralnoj zoni za 27 - 33%. Ovo povećanje prosečne brzine i smanjenje zagušenja doprinose smanjenju vremenskih gubitaka, i očekuje se da to smanjenje bude 25 - 30%, što dalje doprinosi skraćenju vremena putovanja. Očekivano skraćenje prosečnog vremena putovanja je 13 - 17%.

Koristi od skraćenja vremena putovanja i postizanja većih brzina imaće i operateri javnog prevoza, ali i njegovi korisnici. Na ovaj način će se povećati pouzdanost sistema javnog prevoza, a i procenat onih koji ga koriste.

Poučeni londonskim iskustvom može se očekivati smanjenje nivoa štetnih materija u prvoj godini po početku eksploatacije ovog sistema. Nivo azotnih oksida se može smanjiti za 13 - 15%, a i nivo CO₂ se može smanjiti do 15%. Očekivano smanjenje nivoa čestica u centralnoj zoni je 10 - 15%.

Prihod od naplate zagušenja investiraće se u javni prevoz, čime će se primeniti savremenije tehnologije koje umanjuju emisije štetnih materija. Na ovaj način se dodatno doprinosi smanjenju emisije štetnih materija. U inostranim gradovima koji su uveli sistem naplate zagušenja zabeleženo je i smanjenje broja nezgoda u zoni sa naplatom. Ovakav efekat se može očekivati i u Beogradu.

Jedan od negativnih efekata može biti povećanje broja kretanja na okolnoj saobraćajnoj mreži. S obzirom da će 50% odustalih putovanja biti realizovano drugim rutama, okolnom saobraćajnom mrežom, očekuje se povećanje saobraćajnog zahteva na obodnim saobraćajnicama. Međutim, negativne posledice preseljenja dela saobraćaja na okolne saobraćajnice bi trebalo naknadno utvrditi, a uvođenje ovog sistema se planira po izgradnji UMP-a, SMT-a i obilaznice, što će dovesti do rasterećenja ulične mreže Beograda, posebno u centralnim zonama. Prikaz troškova i efekata sistema prikazan je u tabeli 6 i 7.

Tabela 6. Procenjeni troškovi sistema naplate zagušenja u Beogradu

Troškovi [€]	
<i>Implementacija</i>	
Upravljački centar	1 000 000
Portali	810 000
TAG	1 090 000
Ukupno Impl [€]	2 900 000
<i>Eksploatacija</i>	
Plate radnika	420 000
Održavanje	100 000
Režijski troškovi	120 000
Ukupno [€/god]	640 000
Ukupno Eksp [€/10 god]	6 400 000
Ukupno Impl + Eksp [€]	9 300 000

Tabela 7. Procenjeni efekti sistema naplate zagušenja u Beogradu

Efekti [%]	
Broj vozila (cilj)	- 20
Brzina	+ 27 do 33
Vremenski gubici	- 25 do 30
Vreme putovanja	- 13 do 17
Upotreba JGPP-a	+ 6,2
NO _x	- 13 do 15
CO ₂	do - 15
PM ₁₀	- 10 do 15

4. ZAKLJUČAK

Povećanjem broja vozila i nedostatkom kapaciteta dolazi do nastanka zagušenja, koje je svakodnevnica svih većih svetskih gradova. Uzrok zagušenju se može tražiti i u nedostatku mehanizma upravljanja kapacitetom.

Klasičan pristup planiranju saobraćaja podrazumeva je dodavanje kapaciteta, kao rešenje pojave zagušenja. Međutim, vremenom se ovaj pristup izmenio, a i utvrđeno je da se dodavanjem kapaciteta stvaraju bolji uslovi u toku i to rezultuje dodatnim povećanjem zahteva, što sistem uvodi u začarani krug. Održivi saobraćaj teži balansiranju ponude i potražnje, ali kroz smanjenje ponude, razvojem različitih strategija, politika i mera. U slučaju zagušenja bilo je potrebno razviti različite strategije za smanjenje zagušenja i tako je razvijen sistem naplate zagušenja.

Kroz prikazane primere uspešnog uvođenja ovog sistema mogu se uočiti razni pozitivnih efekti. Pre svega cilj je smanjenje broja vozila koji se postiže s obzirom da određeni procenat korisnika ne želi plaćati ulazak u zonu, a taj procenat se može menjati promenom cene. Razni gradovi su imali primere smanjenja broja vozila 10 - 30%, pa čak i više. Samim smanjenjem broja vozila, postiže se niz pozitivnih efekata. Smanjuju se redovi, vremenski gubici, što dovodi do kraćeg vremena putovanja. Dalje, povećava se brzina kretanja vozila, što ponovo utiče na skraćenje vremena putovanja. Smanjenjem broja vozila, stvaraju se uslovi za kretanje većim, konstantnim brzinama, sa manjim disperzijama, čime se postiže kraće vreme putovanja, manji stres za vozače, ali se i povećava bezbednost učesnika u saobraćaju.

Sa stanovišta očuvanja životne sredine, takođe ima pozitivnih efekata koji se ogledaju u smanjenju nivoa štetnih materija, npr. nivoa čestica i CO₂ za 5-10% što se pripisuje sistemu naplate zagušenja [7]. Utvrđeni su i pozitivni efekti na bezbednost saobraćaja.

Prihodima od naplate osim što se mogu nadoknaditi troškovi implementacije i funkcionisanja, moguće je unaprediti čitav transportni sistem i uvećati pozitivne efekte sistema.

Povećanje broja vozila i negativni efekti na okolnim saobraćajnicama jesu uočeni, međutim u manjoj meri nego što je očekivano i procenjivano u većini gradova sa sistemom naplate.

Primer uvođenja ovog sistema u Beogradu je zasnovan na inostranim iskustvima. Na osnovu dosadašnje prakse i podataka sa terena procenjeni su efekti, za postavljeni cilj (smanjenje broja vozila za 20 % u vršnom period). Ovo smanjenje broja vozila prate efekti koji se odnose na skraćenje vremena putovanja 13 do 17 %, zbog smanjenih vremenskih gubitaka i povećane brzine putovanja. Smanjenja nivoa štetnih materija se očekuje do 15 %.

Troškovi uvođenja i funkcionisanja sistema se mogu nadoknaditi od same naplate zagušenja, a postupkom vrednovanja je potrebno utvrditi za koliko godina. Uz adekvatan i pažljivo osmišljen marketing i dodatne mere i povlastice ovaj sistem može imati i veće pozitivne efekte. Negativni efekti na okolnoj saobraćajnoj mreži su mogući, ali je potrebno utvrditi u kojoj meri, a preduslov uvođenju sistema je realizacija GUP 2021 čime će saobraćajna mreža u centralnom delu grada biti rasterećena, dok će izgradnja metroa predstavljati značajnu podršku transportnom sistemu.

Ograničenje u izradi ovog rada je nedostatak stavova i mišljenja samih korisnika. Nedostaju podaci o prihvatljivoj ceni, tj. pri kojoj ceni bi određeni korisnici odustali od putovanja automobilom u centralnoj zoni, kao i podaci o odustajanju i prelasku na alternativne vidove prevoza u zavisnosti od cene naplate zagušenja.

Budući radovi na ovu temu, pre svega bi trebalo da obuhvate istraživanja stavova samih korisnika o napomenutim problemima i temama. Takođe potrebno je baviti se vrednovanjem uvođenja ovog sistema, i utvrđivanjem negativnih posledica na okolnu mrežu, zbog izbegavanja prolaska kroz zonu sa naplatom, uz procenu i utvrđivanje preciznijih veličina. Za uvođenje ovog sistema, potrebno je definisanje jasnih mera i povlastica kojima će se korisnici ohrabrivati na korišćenje drugih vidova prevoza, tako da je tome potrebno posvetiti pažnju. Neophodno je adekvatno informisanje javnog mnjenja o svim efektima sistema, i unapređenjima transpornog sistema grada prihodom od naplate.

LITERATURA

- [1] FHA. (2006). Congestion pricing. U.S. Department of transportation, Federal Highway Administration, Washington, DC.
- [2] FHA. (2008). Lessons Learned From International Experience in Congestion Pricing, Final Report for U.S. Department of transportation, Federal Highway Administration, K.T. Analytics, Bethesda, Maryland.
- [3] Litman, T. (2011). London Congestion Pricing, Implications for Other Cities. Victoria Transport Policy Institute.
- [4] Eliasson, J. (2009). Cost-benefit analysis of the Stockholm congestion charging system.
- [5] Höök, B., Bromander, E., Tedesjö, E., Hedvall, N., and Alarik, O. (2006). Cost-benefit analysis of the Stockholm Trial.
- [6] Eimicke W. B. (2013). Considering Congestion Pricing in Hong Kong and Mainland China: What can we learn from other cities?
- [7] Simeonova, E., Currie, J., Nilsson, P., and Walker, R. (2017). Congestion Pricing, Air Pollution, and Children's Health, Johns Hopkins Carey Business School Research Paper 17-05.