

Решавање проблема загушења у градским центрима применом наплате загушења - симулација у Београду

Ратко Павловић^a

^a Саобраћајни факултет, Универзитет у Београду

ПОДАЦИ О РАДУ

DOI: 10.31075/PIS.68.03.07
Стручни рад
Примљен: 01/05/2022
Прихваћен: 17/08/2022
Кореспондент аутор:
ratko1994.rp@gmail.com

Кључне речи:

Загушење
Наплата загушења
Стратегија
Негативни ефекти

РЕЗИМЕ

Проблем загушења у саобраћају представља један од најзначајнијих глобалних проблема у свету. Бројни негативни ефекти загушења утичу како на саме кориснике тако и на људе који нису директни учесници у саобраћају. Најзначајнији негативни ефекти изазвани загушењем у саобраћају су већи временски губици, повећана емисија штетних гасова, већи број саобраћајних незгода, бука и сл. Наплата загушења је једна од мера која утицајем на транспортне захтеве корисника утиче на смањење загушења у саобраћају. До сада је наплата загушења спроведена у неколико градова широм света. Иако се показала као веома ефикасна у решавању проблема загушења, због слабије прихватљивости није шире распрострањена. У оквиру овог рада представљен је концепт наплате загушења, дат преглед искустава из градова у којима се примењује и представљени резултати симулације наплате загушења у Београду.

1. Увод

Саобраћај у градовима има главну улогу у економским активностима и привредном расту једне државе, и од велике је важности за квалитет живота појединца као и за регионалну продуктивност. Поред бројних погодности, саобраћај генерише и одређене негативне ефекте који постају све већи социјални и еколошки проблем.

Најзначајнији проблеми који се јављају са порастом броја путничких аутомобила јесу загушење и емисија штетних гасова, због чега је један од главних циљева у будућности смањење употребе путничких аутомобила.

У области саобраћаја, за решавање проблема загушења користе се два основна приступа: повећање постојећих капацитета или смањење броја саобраћајних захтева за путовање путничким аутомобилом. С обзиром да у развијеним градовима, због велике изграђености, углавном нема простора за повећање капацитета изградњом нових саобраћајница, решавање проблема загушења у градовима своди се на смањење броја саобраћајних захтева.

Иако постоји велики број стратегија, до сада није пронађена ни једна која успешно решава проблем интензивног коришћења путничког аутомобила, самим тим и негативних последица које произилазе из истог, а која је истовремено друштвено и политички прихватљива. Због тога је проналажење правих политичких алата који могу управљати саобраћајним захтевима на ефикасан и одржив начин, а истовремено политички и друштвено прихватљив, још увек једно од главних питања којим се баве истраживачи.

Наплата загушења је једна од мера за решавање проблема загушења, која подразумева да возачи плаћају за социјалне трошкове које намећу другима. Иако је у теорији атрактивна, наплата загушења се често доживљава веома контроверзно због ограниченог друштвеног прихватања у пракси. Једна од главних критика наплате загушења односи се на групе становништва са ниским примањима, посебно када су алтернативни видови превоза неразвијени или их нема.

У другом поглављу представљен је појам наплате загушења и циљеви оваквог начина управљања саобраћајним захтевима. У трећем поглављу представљена су искуства светских градова у којима је примењена наплата загушења.

Након тога, у четвртном поглављу представљени су резултати симулације спровођења наплате загушења у Београду. Рад се завршава закључком и предлогом за даља истраживања.

2. Наплата загушења - појам и циљеви

Загушење је главни разлог за неефикасност саобраћаја у градовима. Загушења на мрежи могу се поделити у две основне групе: периодична (очекивана) загушења и непериодична (неочекивана) загушења. Периодична загушења су загушења која се понављају у неком одређеном временском периоду на одређеном делу саобраћајне мреже, нпр. јутарњи и поподневни вршни час. Непериодична загушења се појављују неочекивано као последица неких инцидентних ситуација попут саобраћајних незгода, отказа возила и сл. (Роровић (2009)).

Наплата загушења је појам који се везује за урбане деонице, углавном у централним градским зонама, на којима је честа појава загушења у саобраћају. То је стратегија у управљању саобраћајним захтевима која има за циљ бољу временску и просторну расподелу корисника на градској саобраћајној мрежи, што утиче на смањење загушења а самим тим и на смањење бројних негативних ефеката загушења попут временских губитака, саобраћајних незгода, емисије штетних гасова и сл.

Наплата загушења спада у непопуларне политичке инструменте због додатних трошкова које намеће корисницима, због тога је важно корисницима објаснити циљеве због којих је потребно применити ову стратегију. Правилним дефинисањем циљева постиже се већа прихватљивост од стране корисника и на тај начин утиче и на ефикасну примену стратегије.

Циљеви наплате загушења су постизање друштвене једнакости, смањење негативних ефеката саобраћаја на животну средину, генерисање додатних прихода, унапређење безбедности саобраћаја, унапређење животног простора и сл.

Једнакост у области саобраћаја представља обезбеђивање подједнаке мобилности за све грађане, односно обезбеђивање грађанима могућност путовања без обзира на место становања, приходе, старост, пол и сврху путовања. С обзиром да у случају наплате путарине није увек загарантована једнакост (они који не могу да плате морају да се прилагођавају променом времена путовања, трасе путовања, начина превоза и сл.) потребно је утицати на унапређење алтернативних начина превоза, нпр. побољшањем брзине јавног превоза, поузданости, комфора и сл.

Утицај на животну средину је један од значајних негативних ефеката саобраћаја. Негативни ефекти

саобраћаја на животну средину огледају се у виду емисије штетних гасова, буке и сл.

Наплатом загушења обезбеђују се додатни приходи који могу бити искоришћени за финансирање пројеката који су у складу са општом политиком града. Количина додатних прихода зависи од дефинисане цене наплате. Веома је важно правилно дефинисати цену наплате загушења како би стратегија била ефикасна.

Утицај загушења на економију и развој града је велики. Решавањем овог проблема повећава се продуктивност а самим тим и обезбеђује економски напредак.

Саобраћај у градовима значајно утиче на здравље људи. Загађење узрокује респираторне и кардиоваскуларне болести. Негативни ефекти саобраћаја у градовима имају директан и индиректан утицај на економију. Директан утицај огледа се у трошковима хоспитализације, лечења, опоравка и сл. док индиректан утицај настаје услед изгубљене продуктивности и ране смрти. (Bickel and Rainer (2005))

Унапређење безбедности саобраћаја је један од најважнијих циљева у области саобраћаја генерално. Смањењем загушења утиче се на смањење броја и тежине саобраћајних незгода.

Унапређење животног простора постаје све значајнији циљ, посебно у великим градовима. Циљ унапређења животног простора укључује унапређење различитих области у саобраћају који су одговорни за квалитет живота у градовима, и то су: смањење емисије штетних гасова, повећање безбедности саобраћаја, унапређење услуге јавног превоза, смањење емисије буке, унапређење чистоће градова и сл.

3. Искуства из градова широм света

3.1. Лондон

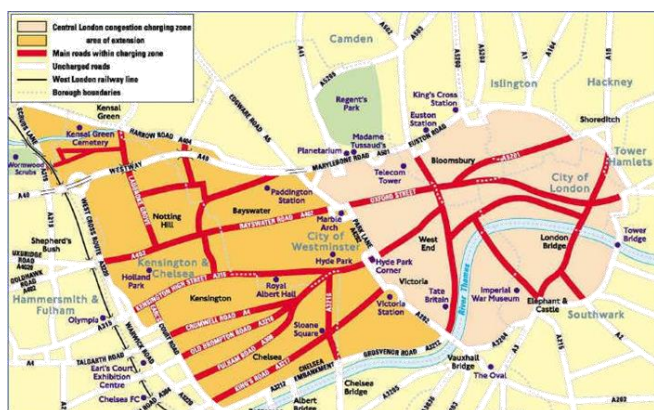
Litman (2005) је у свом раду представио систем наплате загушења примењен у Лондону, као и ефекте који су забележени након примене поменутог система.

Наплата загушења у Лондону уведена је фебруара 2003. године као начин смањење загушења и повећања прихода намењеног за финансирање побољшања услова у саобраћају. На овај начин смањена су загушења, унапређена услуга јавног превоза и остварени значајни приходи.

Централна зона Лондона је посебно погодна за наплату загушења због ограниченог капацитета саобраћајница и великих саобраћајних захтева, као и због релативно добрих алтернатива за путовање, укључујући пешачење, такси, аутобуске и метро услуге које користи већина путника. Само око 10%

путовања у вршном часу било је путничким аутомобилом.

Програм функционише на начин да возачи морају да плате одређену своту новца за возњу у централној градској зони (Слика 1) радним данима између 7:00 и 18:30. Од плаћања су изузети мотоциклести, лиценцирана такси возила, возила која користе особе са инвалидитетом, нека возила на алтернативна горива, аутобуси и возила хитне помоћи, док становници централне зоне добијају 90% попушта на годишње карте. Подручје наплате означено је саобраћајним знаковима и ознакама на коловозу. Град је 2007. године проширио зону наплате ка западу, али је она исте године враћена на првобитну област због политичког противљења.



Слика 1. Централна зона у Лондону
Izvor: Litman, T. (2005).

Плаћање се може извршити у одређеним малопродајним објектима, платним апаратима који се налазе у близини централне зоне, путем интернета и мобилног телефона. Возачи могу купити недељне, месечне и годишње карте уз одређени попуст. Контрола се врши путем видео камера које бележе регистарске ознаке и упоређују их са листом на којој се налазе возила за која је плаћен улазак у централну зону. Власници возила који нису платили улазак у централну градску зону добијају новчану казну.

Систем се сматра ефикасним. Приближно око 110.000 возача дневно плаћа таксу. Стопе неплаћања су биле високе током првих неколико недеља, због опште конфузије и грешака, али су се смањиле како су корисници и оператери стицали искуство.

Овај систем се не сматра оптималним јер:

- накнада се не заснива на пређеним километрима унутар централне зоне;
- накнада није временски променљива, односно није већа током вршних часова и није нижа у периодима када нема загушења;
- накнада се не разликује у зависности од локације. Било би ефикасније када би на

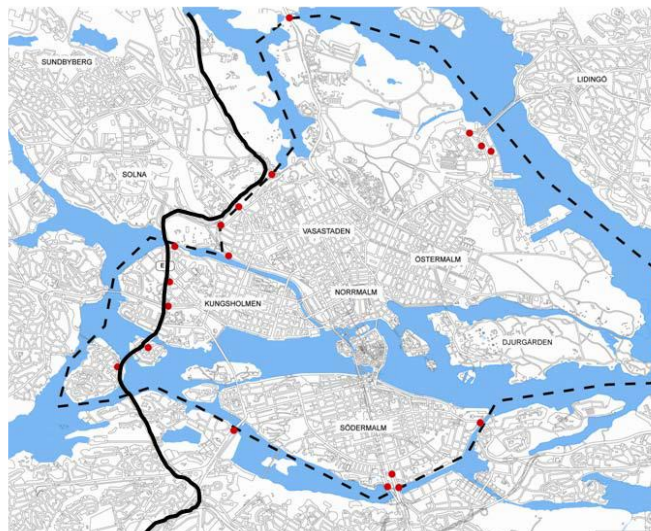
саобраћајницама са већим загушењем била већа и накнада;

- систем има релативно високе режијске трошкове;
- услуга јавног превоза је преоптерећена и непоуздана, иако се то мења како се аутобуска услуга побољшава, а приходи од наплате користе за унапређење система.

3.2. Стокхолм

Börjesson et al. (2012) анализирали су првих 5 година примене наплате загушења у Стокхолму. Наплата загушења у Стокхолму уведена је 2006. године као привремена праћена референдумом, да би 2007. године почела званично да се примењује као политика смањења загушења саобраћаја у центру града.

Систем наплате загушења у Стокхолму састоји се од кордона око ужег градског центра где се врши наплата уласка у централну зону. Трошкови уласка у централну зону радним данима су 2€ у вршним периодима (7:30 - 8:30, 16:00 - 17:30), 1,5€ у периодима од 30 минута пре и после вршних периода и 1€ у остатку периода од 6:30 до 18:30. Наплата се врши у оба смера, што значи да повратно путовање у вршном сату кошта 4€. Максимална укупна накнада по дану је 6€. На слици 2 приказана је централна градска зона у Стокхолму у којој је уведена наплата загушења.



Слика 2. Централна зона у Стокхолму
Izvor: Eliasson, J. et al., (2009).

Значајан утицај на проток саобраћаја био је очигледан одмах након увођења наплате у пробном периоду. У јануару је проток смањен за 28%, да би временом то смањење стабилизовало на 20-22% од марта до јуна.

Прилагођавање корисника зависило је од сврхе путовања. Око 24% путовања путничким аутомобилом је нестало, где су се скоро сви

пребацили на јавни превоз, само 1% је променио трасу путовања како би избегао наплату. Од 1. августа 2006. године наплата загушења више није била на снази, што је резултирало значајним повећањем путничких аутомобила у централној градској зони. Ипак, проток саобраћаја је остао 5-10% мањи у односу на период пре увођења наплате загушења.

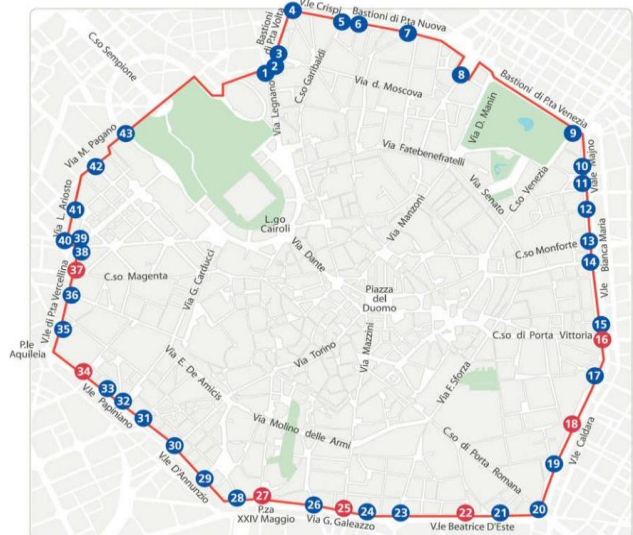
У августу 2007. године наплата загушења је поново уведена у централну градску зону. Увођење наплате загушења имало је исти ефекат као и у пробном периоду, било је око 21% путничких аутомобила мање у односу на август 2005. Анализом краткорочних и дугорочних ефеката наплате, дошло се до закључка да се ефикасност наплате временом није смањила, већ се чак и благо повећала. Упоређивањем података о протоку саобраћаја на алтернативним саобраћајницама пре и после увођења наплате, дошло се до закључка да увођење наплате у централној градској зони није изазвало озбиљне проблеме на другом месту ни у кратком ни у другом року.

3.3. Милано

Наплата уласка у централну зону Милана (Ecorpass) уведена је у јануару 2008. године у склопу пакета транспортних политика са циљем смањења загађења и побољшања квалитета урбаног окружења.

Rotaris et al. (2010) представили су главне карактеристике и утицај Ecorpass система. Централна зона у којој се врши наплата износи око 8 m². Возила која улазе у централну зону у периоду од 7:30 до 19:30h подлежу плаћању накнаде. Избор области у којој се врши наплата заснован је на историјском урбаном распореду. На слици 3. приказана је централна зона у Милану у којој се врши наплата.

Основни циљ увођења наплате уласка у централну зону Милана је смањење загађења, док се смањење загушења помиње као споредни циљ. У складу са тим, не постоји разлика у цени у зависности од тренутка уласка у централну зону већ је константна током читавог периода наплате. Наплата се врши на основу емисионих класа возила.



Слика 3. Централна зона у Милану

Izvor: Rotaris. L et al., (2010).

Наплату уласка у централну зону у Милану карактеришу велике варијације у цени у зависности од емисионих стандарда. Цена уласка у централну зону Милана варира од 2€ до 10€. Варијације у наплати остварују се и кроз попусте за честе кориснике, који је омогућен у циљу веће прихватљивости политике. Постоји попуст од 50% за првих 50 улазака годишње, као и попуст од 40% за наредних 50 улазака у централну зону. За више од 100 улазака годишње не постоји попуст. Попусту су доступни и за становнике централне зоне, док су бројне категорије возила изузете од плаћања попут мотоцикала, возила јавног превоза, возила особа са инвалидитетом, возила војске и полиције, возила јавних служби, возила хитне помоћи и у периоду од 10 до 16 часова возила која превозе кварљиве и замрзнуте прехранбене производе.

С обзиром да је примарни циљ увођења наплате уласка у централну зону Милана смањење загађења, а не смањење загушења, одлучено је да се систем имплементира помоћу технологије аутоматског препознавања таблица. На овакву одлуку је утицала и чињеница да је област у којој се уводи наплата већ покривена камерама.

Процењује се да је увођењем наплате у централну зону смањена емисија PM10 честица за 23% унутар зоне наплате, за 18% укупне емисије PM10, за 17% NO_x и за 14% CO₂. Ове процене засноване су на разлици између броја возила која улазе у централну зону пре и после увођења наплате.

Након 11 месеци од увођења наплате, саобраћај, мерен специфичним индексом, смањен је за 12,3% унутар зоне наплате, а за 3,6% изван зоне наплате. Загушење, мерено односом проток/капацитет, смањено је у просеку за 4,7%, док је део саобраћајне мреже са односом проток/капацитет вишим од 0,9 смањен за 25,1%. Брзина путничких аутомобила у зони наплате повећана је за 4%, док је брзина аутобуса повећана за 7,8%.

Увођењем наплате дошло је до промена у временској расподели. Смањен је број возила која улазе у централну зону између 7:30 и 8:00 за 23%, током остатка дана број возила је смањен за 17%, док се број возила који је ушао у централну зону повећао у периоду од 30 минута након завршетка периода наплате. Коришћење метроа повећано је за 9,2%, док за аутобусе и трамваје нема података (Rotaris. L et al., (2010)).

4. Примена наплате загушења у Београду - симулација

Београд, главни град Србије, налази се у југоисточној Европи. Према попису становништва из 2011. године, број становника на ужем урбаном подручју Београда износио је 1.166.763, док је у широј административној територији (свих 17 београдских општина) број становника био 1.659.440. (Републички завод за статистику)

Степен моторизације у Београду бележи тренд раста годинама у назад. У 2020. години степен моторизације је износио 435,1 возила на 1000 становника, што је за око 40% више у односу на 2017. годину. (Републички завод за статистику)

Према истраживањима о карактеристикама транспортног система Београда из 2015. године, просечан број путовања радница даном по особи је 1,94, што је нешто мање у односу на 2005. годину када је био 2,18. Најдоминантнији вид превоза у Београду је јавни превоз око 50% дневних кретања. Путнички аутомобил и пешачење имају подједнако учешће у видовној расподели са око 24%, док је учешће мотоцикла и бицикла испод 1% дневних кретања. У саобраћајној слици града издвајају се јутарњи (8. час) и поподневни (16. час) вршни час, са преливањем загушења у наредне часове.

Mladenović et al. (2016) анализирали су могућност увођења наплате загушења у Београду. Као једну од карактеристика Београда која има значајан утицај на могућност увођења наплате загушења истакнут је недостатак локализованог подручја загушења. Тачније, локације на којима долази до појаве загушења раширене су по градској мрежи саобраћајница. Центри активности простиру се са обе стране реке Саве.

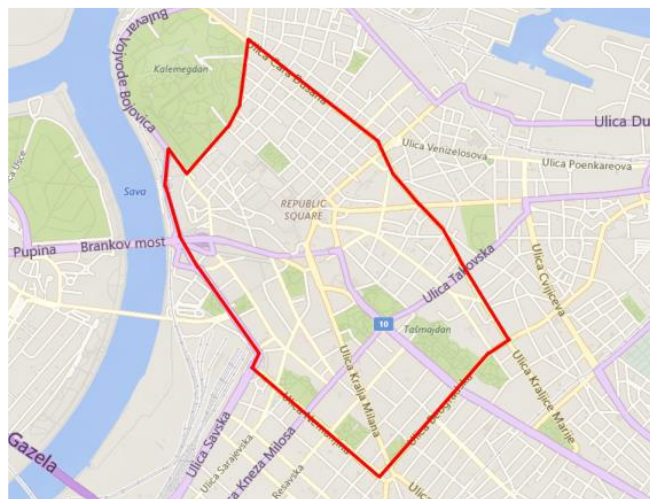
4.1. Методологија

За потребе овог рада извршена је симулација наплате загушења у Београду. Симулација је спроведена помоћу софтвера за саобраћајне симулације на макро нивоу VISUM. У симулацији је искоришћен транспортни модел Београда, урађен 2015. године на Саобраћајном факултету у Београду.

Први корак за примену наплате загушења у градовима је дефинисање зоне у којој ће се наплата спроводити. Дефинисање зоне у којој ће се спроводити наплата загушења зависи од величине града, али и од величине централне градске зоне у којој долази до стварања загушења.

Према искуствима градова у којима је спроведена наплата загушења, зоне у којима се спроводи наплата су углавном делови града у којима нема довољно простора за изградњу додатних капацитета, већ се тежи смањењу транспортних захтева.

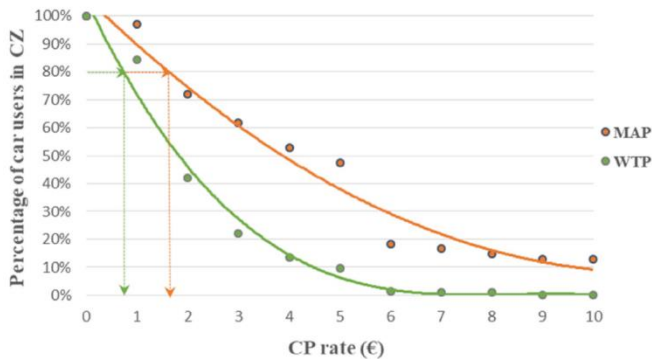
За потребе овог рада одабрана је зона у централном делу Београда површине око 4m². Зона која ће бити коришћена у овом раду за анализу утицаја увођења наплате загушења оивичена је улицама Немањином и Карађорђевог на југу, Париском и Пјарона Де Мондезира на западу, Цара Душана, Џорџа Вашингтона и 27. марта на северу и Београдском на истоку. Микролокација зоне приказана је на слици 4.



Слика 4. Микролокација зоне коришћене у анализи утицаја наплате загушења у Београду

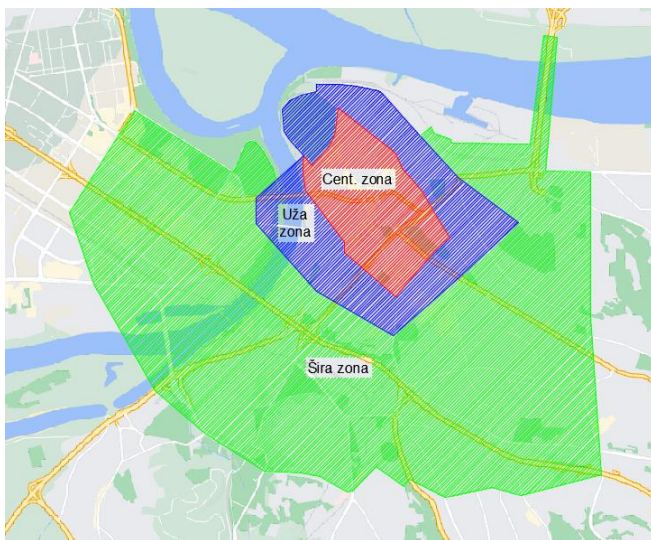
Калибрација модела извршена је на основу истраживања фактора који утичу на прихватљивост наплате загушења од стране корисника која су спровели Milenković et al (2019). Они су спровели анкету о ставовима корисника о увођењу наплате загушења у централну зону Београда која се у великој мери поклапа са централном зоном дефинисаном у овом раду. Резултат овог истраживања приказан је на слици 5.

Крива означена са WTP представља резултат одговора на питање "Колико бисте платили за коришћење централне зоне?", док крива означена са MAP представља одговор на питање "При којој цени бисте се одрекли коришћења централне зоне?".



Слика 5. Прихватљивост различитих накнада за улазак у централну зону путничким аутомобилом
Izvor: Milenković et al (2019).

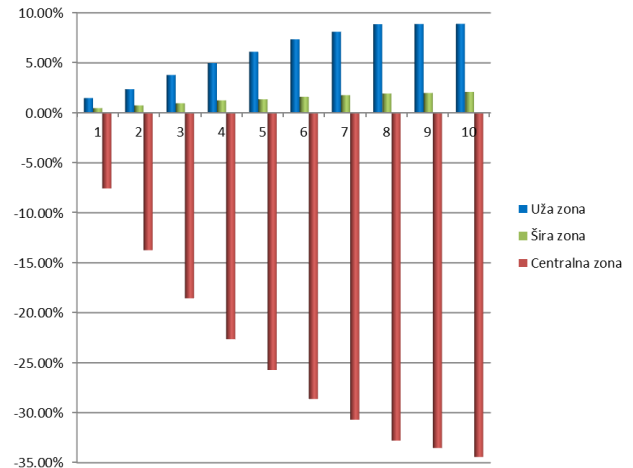
Након калибрације модела, спроведене су симулације за цене уласка у централну зону од 0 до 10€. Моделом су добијени подаци о транспортном раду и односу проток-капацитет (q/C). Анализиран је утицај увођења наплате загушења у ужој и широј области у околини централне зоне. На слици 6. приказане су анализиране зоне.



Слика 6. Анализиране зоне у Београду

4.2. Анализа добијених резултата

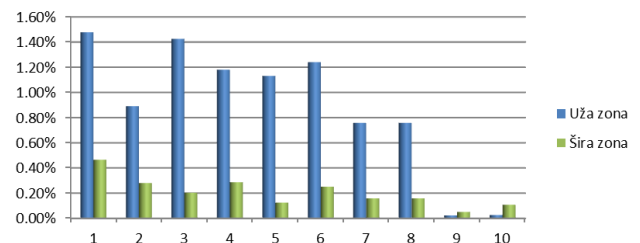
На основу извршених симулација добијени су подаци о транспортном раду и односу проток-капацитет (q/C). Добити резултати показују да са повећањем цене уласка у централну градску зону долази до смањења транспортног рада у централној зони, и истовремено до повећања транспортног рада у преостале две анализиране зоне. На слици 7. приказани су резултати анализе транспортног рада у централној зони, као и у зонама које је окружују у зависности од цене уласка у централну зону.



Слика 7. Транспортни рад у зависности од цене уласка у централну зону

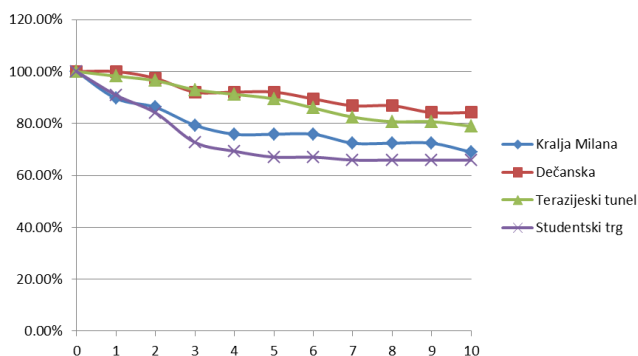
Увођењем наплате загушења, транспортни рад у централној зони у зависности од висине накнаде, могао би бити смањен и до приближно 35%. Истовремено транспортни рад у зонама које окружују централну зону повећао би се за мање од 10% у ужој зони, односно око 2% у широј зони. Анализом је уочено да се веће промене у транспортном раду дешавају при нижим ценама, док се са повећањем цене те промене стабилизују и транспортни рад постаје мање зависан од цене.

Анализом уже и шире зоне које окружују централну зону, показано је да промена транспортног рада не зависи од висине накнаде у централној зони што је приказано на слици 8.



Слика 8. Промене транспортног рада у зонама око централне зоне приликом промене цене уласка у централну зону за 1€

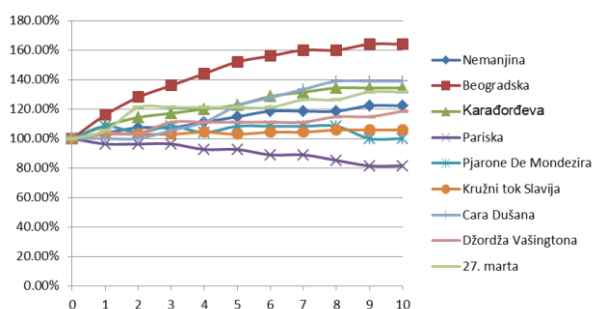
Однос проток-капацитет анализиран је на карактеристичним улицама у централној градској зони и у ужој зони. Анализиране улице подељене су у три групе. Прву групу чине улице које се налазе унутар централне зоне, и то су улице на којима је однос проток-капацитет био највећи у постојећем стању. У ову групу спадају улице Краља Милана, Дечанска, Теразијски тунел и Студентски трг. Другу групу чине улице на самом ободу централне зоне, и то су улице Немањина, Карађорђевог, Париска, Пјароне Де Мондезира, Цара Душана, Џорџа Вашингтона, 27. марта, Београдска и трг Славија. Трећу групу чине улице које се простиру и кроз централну зону и кроз ужу зону. У ову групу спадају улице К. Милоша, Таковска и Бул. краља Александра.



Слика 9. Однос протока-капацитет на улицама у централној зони

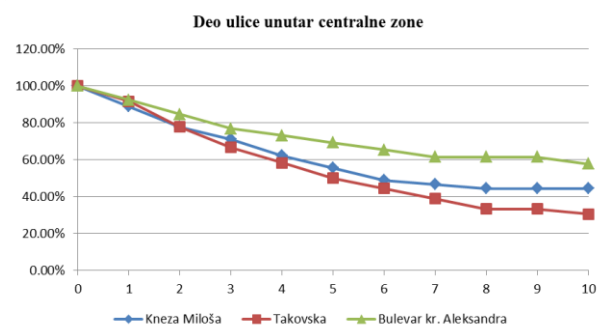
На слици 9. приказана је промена односа проток-капацитет у зависности од поремеца цене уласка у централну зону. Анализом је показано да се искоришћење капацитета у централној зони смањује са повећањем цене на свим анализираним улицама. Највеће смањење односа проток-капацитет забележено је у улици Студентски трг (око 35%). Оно што је карактеристично на свим анализираним улицама је да је са порастом цене стопа смањења мања, што указује да се највећи ефекат смањења искоришћења капацитета остварује при нижим износима накнаде.

На слици 10. приказана је промена односа проток-капацитет на улицама које окружују централну зону у зависности од промене цене уласка у централну зону. Анализом искоришћења капацитета ободним улицама утврђено да постоје улице на којима је дошло до повећања искоришћења капацитета, на одређеним улицама је искоришћење капацитета на приближно истом нивоу, док је у Париској улици забележено смањење искоришћења капацитета за око 20% при цени наплате уласка у централну зону од 10€. Највеће повећање искоришћења капацитета забележено је у Београдској улици, где је искоришћење капацитета повећано за око 60% при цени уласка у централну зону од 10€. Када се добијени резултати упореде са локацијама анализираних улица долази се до закључка да је увођењем наплате уласка у централну градску зону највећи број корисник преусмерен на улицама које се налазе источно од централне зоне.

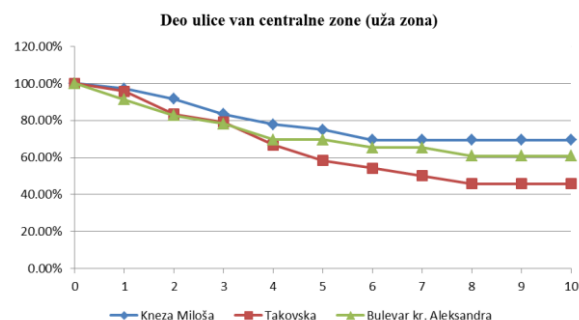


Слика 10. Однос протока-капацитет на улицама које окружују централну зону

На сликама 11. и 12. приказан је однос проток-капацитет на улицама које се једним делом налазе у централној зони, док је остатак улице ван централне зоне, у зависности од наплате уласка у централну зону. На основу добијених резултата показано је да се увођењем наплате загушења у централну градску зону на анализираним улицама смањује однос проток-капацитет без обзира да ли је у питању део улице у централној зони или ван ње, што указује на смањење загушења на овим улицама. Стопа смањења односа проток-капацитет на анализираним улицама је израженија у централној зони, што је и очекивано с обзиром на увођење наплате.



Слика 11. Однос проток-капацитет на улицама које се једним делом налазе у централној зони (централна зона)



Слика 12. Однос проток-капацитет на улицама које се једним делом налазе у централној зони (ужа зона)

На основу резултата све три анализирани категорије улица може се закључити да само на одређеним улицама које се налазе на ободу централне зоне долази до одређеног повећања загушења изазваног избегавањем зоне у којој је уведена наплата путарине, док је на осталим анализираним улицама у и ван зоне наплате дошло до смањења загушења.

5. Закључак

Услед све већег броја путничких аутомобила у свету, проблем загушења саобраћаја постаје све израженији. Ово се посебно односи на урбана подручја са великим густинама насељености у којима је капацитет постојеће саобраћајне инфраструктуре ограничен.

Загушење у саобраћају изазива бројне негативне ефекте попут повећања времена путовања и временских губитака, повећање емисије штетних гасова, већи број саобраћајних незгода. Негативни ефекти загушења у саобраћају не утичу само на директне кориснике који се крећу саобраћајницама на којима постоји загушење, већ и на људе који се налазе у околини поменутих саобраћајница услед веће буке, загађености ваздуха и сл.

Традиционални приступ подразумева решавање проблема загушења изградњом додатне инфраструктуре којом се обезбеђује већи капацитет. Међутим, у градским центрима често нема довољно простора како би се изградила додатна инфраструктура, а ранија искуства показују да приступ изградње додатних капацитета не решава дуготрајно проблем загушења. Због тога се за решавање проблема загушења у саобраћају све чешће примењују мере које се односе на управљање саобраћајним захтевима попут наплате путарине, наплате паркирања, ограничавање времена паркирања, мотивисање корисника да користе алтернативне видове превоза и сл.

Наплата загушења је један од начина за управљање транспортним захтевима, која се углавном везује за централне градске зоне. Ова мера је до сада примењена у неколико градова широм света. Иако се наплата загушења показала као веома ефикасна мера у решавању проблема загушења, услед ниске прихватљивости због наметања додатних трошкова корисницима није распрострањена у већој мери.

У раду је симулирана примена система наплате загушења у Београду. Симулација је спроведена уз помоћ VISUM-а и истраживања о ставовима корисника о увођењу наплате загушења у Београду које је искоришћено за калибрацију модела. У симулацији је коришћен транспортни модел Београда развијен на Саобраћајном факултету. Истраживање је обухватало анализу транспортног рада и односа проток-капацитет.

Резултати показују да увођењем наплате загушења у централну градску зону значајно утиче на смањење транспортног рада и односа проток-капацитет у самој зони. Анализа подручја око саме зоне, као и ширег градског подручја, показује да увођење наплате загушења не утиче на значајно повећање саобраћаја на овим деловима саобраћајне мреже. Услед недостатка истраживања о спремности корисника на промену вида превоза, симулацијом је представљен само број корисника који одустаје од коришћења путничког аутомобила у централној градској зони променом трасе путовања. Односно, корисници чији се извор или циљ путовања налази унутар централне градске зоне нису имали могућност избегавања коришћења путничког аутомобила у централној зони. У будућим истраживањима потребно је испитати спремност корисника на промену вида превоза како би се добила реалнија слика.

Solving the problem of congestion in city centers by applying Congestion Pricing - simulation in Belgrade

Ратко Павловић^а

Faculty of Transport & Traffic Engineering, University of Belgrade

Abstract: The problem of traffic congestion is one of the most significant global problems in the world. Numerous negative effects of congestion affect both the users themselves and people who are not direct participants in the traffic. The most significant negative effects caused by traffic congestion are greater time losses, increased emission of harmful gases, greater number of traffic accidents, noise, etc. Congestion charging is one of the measures that affects the reduction of traffic congestion by influencing the transport requirements of users. So far, congestion charging has been implemented in several cities around the world. Although it has proven to be very effective in solving congestion problems, it has not been widely used due to its poor acceptability. Within this paper, the concept of congestion charging is presented, an overview of experiences from cities where it is applied, and the results of simulation of congestion charging in Belgrade are presented.

Key words: *Congestion, Congestion Pricing, Strategy, Negative effects*

Literatura

- [1] Bickel P. and Rainer F. (2005) ExternE: Externalities of Energy-Methodology 2005 Update, EUR 21951. European Communities.
- [2] Börjesson, M., Eliasson, J., Hugosson, M. & Brundell-Freij, K. (2012) The Stockholm congestion charges – five years on. Effects, acceptability and lessons learnt. *Transport Policy*, vol 20, p. 1-12.
- [3] Eliasson, J. et al., (2009) The Stockholm congestion - charging trial 2006: Overview of effects. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 43(3), pp.240-250.
- [4] Glavić D. (2016). *Komercijalna eksploatacija autoputeva: tehnologije naplate putarine*. Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet.
- [5] Glavić, D., Milenković, M. (2022). *Komercijalna eksploatacija saobraćajne infrastrukture*. Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet.
- [6] Litman, T. (2005) *London congestion pricing*. Victoria Transport Policy Institute, Victoria Canada.
- [7] Milenković, M., Glavić, D. & Maričić, M. (2019) Determining factors affecting congestion pricing acceptability. *Transport Policy*, 82(C), 58-74.
- [8] Mladenović M., Jolović, D. & Glavić, D. (2016) Policy Implications for Congestion Pricing in the City of Belgrade. *Proceeding of the II Serbian Road Congress*, Belgrade, Serbia.
- [9] Popović, J. (2009) *Naplata korišćenja urbane mreže sa ciljem smanjenja saobraćajnih zagušenja*, *Tehnika – Saobraćaj*, 56(1).
- [10] Rotaris, L., Danielis, R., Marcucci, E. & Massiani, J. (2010) The urban road pricing scheme to curb pollution in Milan, Italy: Description, impacts and preliminary cost-benefit analysis assessment. *Transportation Research Part A*, 44, 359-375.