

Optimiranje prometa u gradu Opatiji primjenom modela prometne mikrosimulacije

Fatić, Edin; Deluka-Tibljaš, Aleksandra; Ištoka Otković, Irena; Klobučar, Mirna; Šurdonja, Sanja

Source / Izvornik: **Zbornik radova (Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci), 2024, 27, 91 - 107**

Journal article, Published version

Rad u časopisu, Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)

<https://doi.org/10.32762/zr.27.1.6>

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:133:245247>

Rights / Prava: [Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International/Imenovanje-Nekomercijalno-Bez prerada 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-22**



GRAĐEVINSKI I ARHITEKTONSKI FAKULTET OSIJEK
Faculty of Civil Engineering and Architecture Osijek

Repository / Repozitorij:

[Repository GrAFOS - Repository of Faculty of Civil Engineering and Architecture Osijek](#)



OPTIMIRANJE PROMETA U GRADU OPATIJI PRIMJENOM MODELA PROMETNE MIKROSIMULACIJE

OPTIMISATION OF TRAFFIC IN THE CITY OF OPATIJA BASED ON TRAFFIC MICROSIMULATION MODEL

Edin Fatić*, Aleksandra Deluka-Tibljaš, Irena Ištoka Otković***,
Mirna Klobučar**, Sanja Šurdonja****

Sažetak

U ovome radu će se predstaviti prometno-građevinsko rješenje prenamjene glavne gradske ulice u Opatiji, Ulice Maršala Tita, iz ulice za dvosmjerni u ulicu za jednosmjerni promet s dodatnim uzdužnim parkiranjem, uz preusmjeravanje prometa na paralelni koridor, državnu cestu D66 (Ulica Nova cesta). Rješenje je analizirano primjenom mikrosimulacijskog prometnog modeliranja napravljenog u programskom paketu VISSIM. Pokazalo se da da bi ovakvo rješenje negativno utjecalo na odvijanje prometa državne ceste D66.

Ključne riječi: prometne mikrosimulacije, turistički promet, parkiranje, Opatija

Abstract

In this paper traffic and construction solution for converting the main city street in Opatija, Maršala Tita Street, from a two-way street to a one-way street with additional longitudinal parking and diverting traffic to the parallel corridor, state road D66 (Ulica Nova cesta), is presented. The solution was analyzed using the traffic model created in the VISSIM software package. It turned out that such a solution would have a negative impact on the traffic flow on the state road D66.

Keywords: traffic microsimulations, tourist traffic, parking, City of Opatija

* Građevinska tehnička škola Rijeka, E-mail: edinf07@gmail.com

** Sveučilište u Rijeci, Građevinski fakultet, E-mail: {aleksandra.deluka@uniri.hr, mirna.klobucar@uniri.hr, sanja.surdonja@uniri.hr}

*** Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Građevinski i arhitektonski fakultet Osijek, E-mail: iirena@gfos.hr

1. Uvod

Promet je djelatnost koja je uvjetovana potrebom kretanja ljudi i dobara, a kako turizam pretpostavlja promjenu mjesta boravka, on predstavlja jednu od gospodarskih grana koja vrlo značajno utječe na prometne uvjete.

Prema [1], uloga prometnog sustava u turizmu očituje se u sljedećem:

- 1) omogućuje dostupnost do turističke destinacije
- 2) omogućuje kretanje unutar turističke destinacije i
- 3) putovanje određenim prijevoznim sredstvima turistička je atrakcija.

Turistička kretanja mogu biti povezana s različitim vidovima prometa, pa se tako turističke destinacije obilježavaju primjerice kao prioritetno zračne ili auto-destinacije. Auto-destinacije su one koje zbog svog položaja u odnosu na emitivna tržišta omogućavaju dolazak osobnim vozilom ili autobusom unutar prihvatljivog vremena. Područje Kvarnera predstavlja auto-destinaciju za široko područje koje obuhvaća unutrašnjost Hrvatske, ali i Sloveniju, dio Italije, Austrije pa i Njemačke. Sezonska kolebanja u količini cestovnog prometa u opisanim su uvjetima vrlo izražena. Analize temeljene na podacima koje objavljuju Hrvatske autoceste [2] pokazuju da je primjerice prosječni dnevni promet u kolovozu 2023. u odnosu na travanj iste godine na autocesti A7 (tzv. Kvarnerska autocesta) bio veći za cca. 25 %.

Problem prekomjernog prometnog opterećenja prepoznaje se u svim glavnim turističkim mjestima i koridorima na Kvarneru. Iako su se, primjerice za Opatijsku rivijeru, analizirali mogući načini uključivanja i drugih vidova prometa u osiguravanje dostupnosti, u posljednjih 20 godina nije puno učinjeno te su problemi zapravo isti. Ističe se i tada i sada veliki broj cestovnih vozila koja tijekom sezone opterećuju prometnu infrastrukturu koja je zastarjela i nedovoljnog propusnog i prihvatnog kapaciteta, vozila ostaju na području mikrodestinacije relativno veliki broj dana (prosječno 10 dana – podatak iz 2004.), a iskazuju se i visoki stupanj nezadovoljstva aktualnim stanjem prometa u mirovanju i kretanju na lokalnoj razini [3]. Navedeno dolazi do jačeg izražaja u okolnostima u kojima suvremeni turisti unutar turističkih destinacija očekuju primjerene uvjete za pješaćenje, a poželjno je i osiguravanje uvjeta za kretanje biciklom.

U ovome radu se prezentiraju rezultati prometne analize rješenja koje se, kao moguće, razmatra za rješavanje prometnih problema tijekom ljetnih mjeseci u Opatiji, a koje je detaljnije elaborirano u [4].

Specifičan položaj i topografija Opatije uvjetuje da je centralni dio naselja smješten uz jednu glavnu ulicu, Ulicu Maršala Tita. Na ovu ulicu, koja čini okosnicu cijelog gusto naseljenog dijela naselja, priključuju se (ili odvajaju) ceste niže kategorije koje povezuju prostor različite namjene: gradsku luku, hotele, sportske terene, stambene zone i dr., zbog čega je ona izuzetno prometno opterećena. U ljetnim mjesecima, kada je prometno opterećenje i do 35 % veće od prosječnog godišnjeg, veći broj priključaka uvjetuje česte zastoje koji generiraju problem komfora i sigurnosti odvijanja pješackog prometa. Uz navedeno, veliki problem pri povećanju volumena motornih vozila predstavlja i adekvatno rješavanje parkiranja.

Rješenje koje se razmatra u Opatiji je kombinacija dvaju mjera: uvođenja jednosmjernog prometa duž cijelog naselja u smjeru istok – zapad te korištenja „slobodne“ prometne trake za parkiranje. Opisano rješenje u javnosti izaziva različite stavove te je cilj u ovome radu prezentirati rezultate stručne prometno-građevinske analize kako bi se utvrdio utjecaj rješenja, kojim se dio prometa preraspodjeljuje na paralelni koridor državne ceste D66, na uvjete odvijanja prometa na tom koridoru. Analiza se bazira na modelu prometne mikrosimulacije izrađenom u programskom paketu VISSIM [5].

Prometne mikrosimulacije omogućavaju provjeru prometnih i infrastrukturnih rješenja koja se razmatraju na vrlo objektivan način jer se temelje na postojećoj prometnoj situaciji, a i zbog same stohastičke prirode mikrosimulacija gdje se kroz niz parametara u obzir uzima raspon ponašanja i događanja unutar prometnog sustava, što onda daje realniju sliku budućeg odvijanja prometa [6].

2. Analiza postojećih prometnih uvjeta u gradu Opatiji

2.1. Opći prometni uvjeti

Opatija je smještena na sjeverozapadnom dijelu Kvarnerskog zaljeva, nedaleko od grada Rijeke. Zbog geografskog položaja (s jedne strane Jadransko more, a s druge strane planina Učka), centralni dio naselja se razvija na uskom pojasu uz more, što uvjetuje longitudinalni oblik naselja. Dvije su glavne ulice u Opatiji, Nova cesta koja je u sastavu Državne ceste D66 i Ulica Maršala Tita koja je u sastavu Županijske ceste Ž5051 (Slika 1). Prema urbanističkom planu [7] uređenja naselja Opatija, Ulica Nova cesta i Ulica Maršala Tita određene su kao glavne mjesne ulice. Ulice su međusobno gotovo usporedne i protežu se u smjeru sjeveroistok-jugozapad. Međusobno su visinski denivelirane i na svega nekoliko mjesta imaju spojne ceste koje su u velikom nagibu. Položaj glavnih ulica te četiri analizirana raskrižja na navedenim ulicama (raskrižja Nove ceste s

Varljenskom cestom i Ulicom Matka Laginje, raskrižje Nove ceste i Ulice Emila Bošnjaka i Ulice Vjekoslava Spinčića, raskrižje Nove ceste, Ulice Vrutki i Ulice Velog Jože) prikazani su na Slici 1.



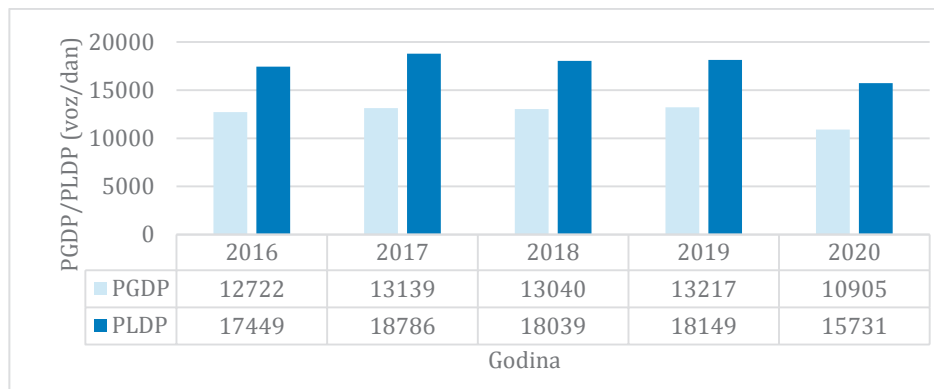
Slika 1. Prikaz glavnih ulica i analiziranih raskrižja

2.2 Analiza prometnih uvjeta

Prema podacima brojanja prometa iz djela „Brojenje prometa na cestama Republike Hrvatske“ [8], kojeg Hrvatske ceste d.d. kontinuirano provode na važnim cestovnim pravcima, pokazuje se da je promet na području Opatije izrazito podložan sezonskim promjenama, odnosno značajno veći tijekom ljetnih mjeseci. Uobičajeno se za sve državne ceste u Republici Hrvatskoj na godišnjoj razini analizira prosječni godišnji dnevni

promet (*PGDP*) te prosječni ljetni dnevni promet (*PLDP*), promet koji se prosječno dnevno odvija na presjeku ceste u srpnju i kolovozu.

Za period 2016. – 2020. (Slika 2.) uočava se, očekivano, da je ljetni promet značajno veći od prosječnog godišnjeg te je okvirno veći za 38 %. Uočava se i da u pred-pandemijskom periodu (u periodu od 4 godine) nije došlo do značajnog povećanja motornog prometa, što upućuje na to da se isto ne bi trebalo očekivati niti u budućnosti.



Slika 2. Usporedba PGDP – prosječni godišnji dnevni promet (vozila/dan) i PLDP – prosječni ljetni dnevni promet na D 66 (vozila/dan) [8]

Uvjeti za odvijanje nemotoriziranog prometa u Opatiji nisu povoljni iz više razloga. Problem predstavlja reljef zato što je visinsko savladavanje područja veliki problem za organizaciju/stvaranje uvjeta za nemotorizirani promet. U glavnoj ulici naselja, Ulici Maršala Tita, osigurani su uvjeti za pješačenje (obostrani pješački nogostupi s povremenim proširenjima i šetnicom), ali se uvjeti za pješački promet na Novoj cesti mogu ocijeniti nepovoljnima. Na velikom potezu duž Nove ceste pločnik je jednostran, a često i neadekvatne širine za promet pješaka uz prometnicu. U Opatiji ne postoje biciklističke staze ili trake za prometovanje bicikala/romobila. Prema postojećem stanju, biciklistički promet se odvija na kolniku kao mješoviti promet zajedno s motornim vozilima iako takvo rješenje nije sigurno zbog velikog prometnog opterećenja u ovoj ulici.

Kako bi se išlo u korak s vremenom, u Opatiji bi u budućnosti trebalo izgraditi prometnu infrastrukturu koja bi omogućila sigurniji nemotorizirani promet, kao i zdraviji način života.

Problem s parkirnim mjestima jedan je od najvećih prometnih problema u velikom broju gradova u Hrvatskoj, pa tako i u Opatiji. Problem posebno postaje značajan tijekom ljetne sezone. Zbog odlične prometne povezanosti, turisti iz velikog dijela Europe u Opatiju uglavnom dolaze osobnim automobilima, što zahtjeva veliki broj parkirališnih površina,

kjih nedostaje i u razdoblju izvan sezone. Velika gustoća izgrađenosti u centru grada, gdje je parking najpotrebniji, predstavlja veliki problem.

U Opatiji postoje ulično parkiranje (u poprečnom presjeku prometnice) i vanulično parkiranje (zasebne površine namijenjene parkiranju). Temeljem podataka iz [4], u užem centru grada ukupno je oko 800 javnih parkirnih mjesta i preko 400 privatnih parkirnih mjesta.

3. Prijedlog rješenja: metodologija istraživanja, model, rezultati

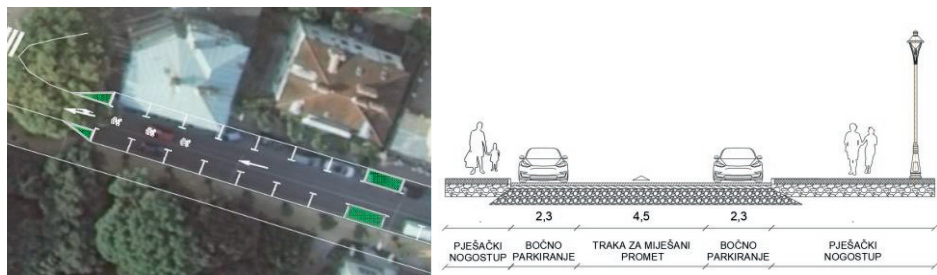
Unaprjeđenje prometnog sustava u Opatiji planirano je na obje glavne prometnice u užem centru grada (Ulica Maršala Tita i Nova cesta). Prijedlog unaprjeđenja se odnosi samo na ljetne mjesece, dok bi u zimskim mjesecima prometni sustav ostao isti kakav je i sada.

Prijedlog unaprjeđenja Ulice Maršala Tita jest da se od skretanja u Ulicu Viktora Cara Emina (skretanje za restoran „Bevanda“) do Ulice Velog Jože (Slatina) primjenom adekvatne prometne signalizacije cesta uredi kao jednosmjerna prema Slatini (sjeveroistok-jugozapad). Zbog nedostatka parkirnih mjesta, uz jednosmjerni prometni trak izvelo bi se obostrano parkiranje kako bi se dobio što veći broj parkirnih mjesta. Prema novom rješenju organizacije prometa u Ulici Maršala Tita, broj parkirnih mjesta za uzdužno parkiranje uz ulicu iznosi 137 PM, što je u odnosu na sadašnje stanje (55 PM) povećanje za 82 PM (249 %). U Ulici Maršala Tita potrebno je implementirati i biciklističku infrastrukturu. Zbog nemogućnosti izvođenja biciklističkih traka/staza, biciklistički promet u Ulici Maršala Tita vodi se na istoj površini kolnika zajedno s motornim prometom (tzv. „miješana površina“), gdje bi dozvoljena brzina kretanja motornih vozila trebala biti 30 km/h. Navedene mjere za cilj imaju smirivanje prometa i smanjenje brzine u samom centru grada kako bi se pješaci i ostali nemotorizirani sudionici u prometu osjećali sigurnije i ugodnije.

Idejno rješenje izvedbe jednosmjerne Ulice Maršala Tita planirano je kao sezonska izvedba, tj. da se u predsezonsko vrijeme izvedbom privremene signalizacije Ulica Maršala Tita od raskrižja s Ulicom Viktora cara Emina do raskrižja s Ulicom Velog Jože pretvori u jednosmjernu. Takva organizacija prometa bi trajala sve do jeseni kada bi se uspostavila „stara“ organizacija s dvosmjernim prometom, koja je i sada na snazi.

Prikaz jednog dijela situacije prometnice kao i predloženog poprečnog presjeka prikazan je na Slici 3.

Prema novom rješenju, poprečni presjek predviđa prometni trak širine 4,5 m te obostrano uzdužno parkiranje na širini od 2,3 m. Pješački nogostupi ostaju u istim gabaritima.



Slika 3. Prikaz dijela situacije prometnog rješenja Ulice Maršala Tita i predloženog poprečnog presjeka (s uzdužnim parkiranjem) [4]

S opisanim prijedlogom unaprjeđenja Ulice Maršala Tita u izravnoj vezi je i unaprjeđenje Nove ceste zbog izravnog utjecanja jedne ulice na drugu (jednosmjerni promet). Zbog jednosmjernog režima prometa u Ulici Maršala Tita, potrebno je provjeriti može li Nova cesta podnijeti prometna opterećenja koja bi trebala preuzeti tijekom ljetnih mjeseci te utječe li dodatno prometno opterećenje u bitnoj mjeri na prometne tokove na Novoj cesti.

Prijedlog rješenja prema kojem dolazi do značajne promjene u prometnom opterećenju Nove ceste analiziran je u računalnom programu Vissim[5] (detaljnije u poglavlju 3.1.).

Podatci o vanezonskom prometnom opterećenju na Novoj cesti prikupljali su se automatskim brojačima prometa koji su postavljeni na privoze raskrižja (Slika 4) te su automatski bilježili promet u oba smjera. U Tablici 1 prikazana su vršna i dnevna opterećenja.



Slika 4. Pozicije brojača na raskrižjima (u korelaciji sa Slikom 1: A-raskrižje Spar, B-raskrižje Tržnica, C-raskrižje Punta Kolova, D-raskrižje Vrutki) na Novoj cesti

Tablica 1: Vršno i dnevno prometno opterećenje brojanja prometa

Ulica	Oznaka lokacije	Vršni sat (voz/sat/presjek)	PDP (vozila/dan/presjek)	Datum brojanja prometa
Nova cesta	A2	1282	15066	10. 5. 2022.
	A4	1244	14318	10. 5. 2022.
Varljenska cesta	A1	542	6450	10. 5. 2022.
Ulica Matka Laginje	A3	588	6747	10. 5. 2022.
Nova cesta	B1	1134	14202	12. 5. 2022.
	B2	1244	15316	12. 5. 2022.
Nova cesta	C1	1045	14709	24. 5. 2022.
	C2	1080	15250	24. 5. 2022.
Nova cesta	D1	1099	13325	5. 5. 2022.
	D2	178	11228	5. 5. 2022.
Ulica Velog Jože	D3	941	1804	5. 5. 2022.
Nova cesta	D4	1171	15203	5. 5. 2022.

**Slika 5.** Pozicije brojača prometa u Ulici Maršala Tita [9]

Analiza prometnog opterećenja cestovne mreže u najopterećenijem dijelu godine, ljeti, temelji se na automatskom brojanju prometa koje je provedeno tijekom kolovoza 2021. na više presjeka u Ulici Maršala Tita te

u Ulici Velog Jože, kao i početkom rujna 2021. u zoni raskrižja Nove ceste i Ulice Velog Jože, raskrižje Vrutki za potrebe izrade Prometno-građevinske studije šire zone Slatine u Opatiji [9]. Na Slici 5 prikazane su pozicije brojača u analiziranoj ulici, dok je u Tablici 2 prikazano vršno i dnevno prometno opterećenje na svim lokacijama brojanja prometa.

Tablica 2: Vršno i dnevno prometno opterećenje na svim lokacijama automatskog brojanja prometa na području naselja Opatija – kolovoz/rujan 2021. [9]

Ulica	Oznaka lokacije	Vršni sat (voz/sat/p resjek)	PDP (vozila/dan/presjek)	Datum brojanja prometa
Maršala Tita	A1	729	11133	25. 8. 2021.
	A2	736	10786	7. 8. 2021.
Slatina - sredina	A3	720	9937	7. 8. 2021.
	A4	417	5665	7. 8. 2021.
Velog Jože	B1	514	6964	7. 8. 2021.
	B2	173	2166	7. 9. 2021.
	B3	247	3647	7. 9. 2021.
Nova cesta (D66)	C1	1071	14636	7. 9. 2021.
	C2	920	12552	7. 9. 2021.

Brojanje prometa obavljeno je u Ulici Maršala Tita te je, u korelaciji s provedenim vansezonskim brojenjem prometnog opterećenja, predviđena redistribucija prometnog opterećenja, odnosno pretpostavljene su okvirne količine prometa na Novoj cesti za vrijeme ljetne sezone kada Ulica Maršala Tita postaje jednosmjerna. Postojeće prometno opterećenje (smjer zapad – istok) Ulice Maršala Tita preusmjerilo bi se na Novu cestu, a očekivano je povećanje opterećenja u smjeru od raskrižja Vrutki do raskrižja Nove ceste s Varljenskom cestom i Ulicom Matka Laginje (u blizini trgovačkog centra Spar) baš stoga što Ulica Maršala Tita postaje jednosmjerna u smjeru istok-zapad.

3.1. Analiza rješenja

Rješenja raskrižja i funkcioniranja prometa na Novoj cesti provjerena su računalnim programom za prometne mikrosimulacije Vissim [5]. Programski alat VISSIM radi na načelu simulacijskog modela stohastičke naravi, a koristi se između ostalog za simulaciju prometa pri provjeri prometnih i građevinskih rješenja, čime se štedi na nepotrebnim troškovima prilikom izgradnje i minimiziraju rizici implementacije novih rješenja. Obično postoji nekoliko rješenja za poboljšanje kvalitete prometnih sustava te ih je stoga važno usporediti na temelju pokazatelja prometnog toka i odabrati najbolje. Prikaz rezultata moguće je, uz pismeni dio (rezultati zapisani numerički), vidjeti i grafički, tj. kako se odvija

promet u realnom vremenu, kako se kreću vozila, pravila prednosti i sl. Grafički dio može se prikazivati u 2D ili 3D animacijama, što je izvrstan način za prikazivanje i predstavljanje modela i stručnoj i nestručnoj javnosti.

Cilj izrade mikrosimulacijskog modela rješenja je provjeriti uvjete odvijanja prometnog toka u uvjetima sezonskog i vansezonskog prometnog opterećenja te onih koji bi nastali uvođenjem predloženog rješenja opisanog u prethodnom poglavlju ovoga rada.

Analiza prometnih uvjeta na Novoj cesti provedena je za tri varijante:

- **Varijanta 1: postojeće stanje – vansezonsko prometno opterećenje** – Ulica Maršala Tita dvosmjerna, Nova cesta bez intervencija u prometnom sustavu (trenutno postojeće stanje), prema stvarnim prometnim opterećenjima izmjerenima van sezone;
- **Varijanta 2: novo prometno rješenje bez intervencija na Novoj cesti – sezonsko prometno opterećenje** – Ulica Maršala Tita jednosmjerna, Nova cesta bez intervencija u prometnom sustavu (trenutno postojeće stanje), prometno opterećenje prema Tablici 3;
- **Varijanta 3: novo prometno rješenje s intervencijama na Novoj cesti – sezonsko prometno opterećenje** – Ulica Maršala Tita jednosmjerna, Nova cesta s intervencijama u prometnom sustavu, prometno opterećenje prema Tablici 3.

Pri izradi modela prometne mikrosimulacije za Varijantu 2 i 3, prometno opterećenje koje je uzeto u obzir je pretpostavljeno prometno opterećenje, odnosno pretpostavka redistribucije prometa kada Ulica Maršala Tita postaje jednosmjerna.

Tablica 3: Pretpostavljeno prometno opterećenje za Varijantu 2 i 3

Ulica	Oznaka lokacije	Vršni sat (voz/sat)		Ukupno
		dolazni	odlazni	
Nova cesta	A2	750	660	1410
	A4	1000	555	1555
Varljenska cesta	A1	260	286	546
Ulica Matka Laginje	A3	250	700	950
Nova cesta	B1	870	555	1425
	B2	555	1000	1555
Nova cesta	C1	490	750	1240
	C2	550	690	1240
Nova cesta	D1	555	790	1345
	D2	720	490	1210
Ulica Velog Jože	D3	80	85	165
Nova cesta	D4	800	490	1290

Brojanje prometa u Ulici Maršala Tita provelo se u okviru „Prometno-građevinske studije šire zone Slatine u Opatiji“ [9] te je u korelaciji s tim brojanjem dobiveno moguće prometno opterećenje na mreži. Prometno opterećenje za Varijantu 2 i 3 prikazano je u Tablici 3.

Novo prometno rješenje s intervencijama na Novoj cesti (Varijanta 3) predloženo je kako bi se unaprijedili uvjeti odvijanja prometa na Novoj cesti u uvjetima povećanog sezonskog prometa kada bi južni koridor (Ulica Maršala Tita) bio organiziran kao jednosmjerni. Predložene intervencije u sustavu su sljedeće:

- Promijenjen ciklus semafora na raskrižju Nove ceste s Varljenskom cestom i Ulicom Matka Laginje – dodavanje +20 sekundi trajanja zelenog svjetla za glavni smjer;
- Dodana traka za desne skretače na raskrižju Nove ceste s Varljenskom cestom i Ulicom Matka Laginje – privoz Nove ceste i desno skretanje u Ulicu Matka Laginje – 300 vozila skreće desno;
- Pomaknut pješački prijelaz na raskrižju Nove ceste i Ulice Vjekoslava Spinčića – anulirana konfliktna točka vozila iz Ulice Vjekoslava Spinčića koji skreću desno i pješaka;
- Uvedena semaforizacija raskrižja Nove ceste s Ulicom Maršala Tita (Punta Kolova) – nesemaforizirano raskrižje postaje semaforizirano, prometno opterećenje na sporednom privozu raste (skoro kao na glavnom pravcu).

3.2. Analiza rezultata prometnih mikrosimulacija

Rezultati koji su se analizirali kako bi se procijenila efikasnost prometne mreže/sustava su:

- **Razina uslužnosti na raskrižju** (Level Of Service) – kvalitativan pokazatelj odvijanja prometa baziran na prosječnim vremenskim gubitcima u raskrižju. Izražava se u razinama od A do F, pri čemu je A najbolja razina uslužnosti. Dodatni kriteriji analize odvijanja prometa u raskrižju uzimaju u obzir stupanj zasićenja koji se definira kao odnos stvarnog prometnog opterećenja i kapaciteta ili rezerva kapaciteta kao razlika između kapaciteta i stvarnog prometnog opterećenja;
- **Vremenska duljina putovanja** (Travel time) [s] – trajanje putovanja svih vozila. U ovom slučaju je duljina mjerena od trgovačkog centra Spar do raskrižja Punta Kolova (spoj Ulice Maršala Tita i Nove ceste) i obrnuto;
- **Kašnjenje vozila** (Vehicle delay) [s/voz] – stvarno kašnjenje vozila u mreži u odnosu na idealno stanje u mreži;
- **Prosječna duljina reda čekanja** (Q_{len}) [m] – prosječna duljina kolone vozila ispred raskrižja;
- **Maksimalna duljina reda čekanja** (Q_{lenmax}) [m] – maksimalna duljina kolone vozila ispred raskrižja.

3.2.1. Razina uslužnosti

U Tablici 4 prikazane su razine uslužnosti za sva analizirana raskrižja i u sve tri varijante. Rezultati razine uslužnosti prikazani su za analizirana raskrižja na Ulici Nova cesta. Iz prikazanih rezultata se vidi kako je razina uslužnosti postala lošija kada je tijekom ljetne sezone došlo do povećanja prometnog opterećenja.

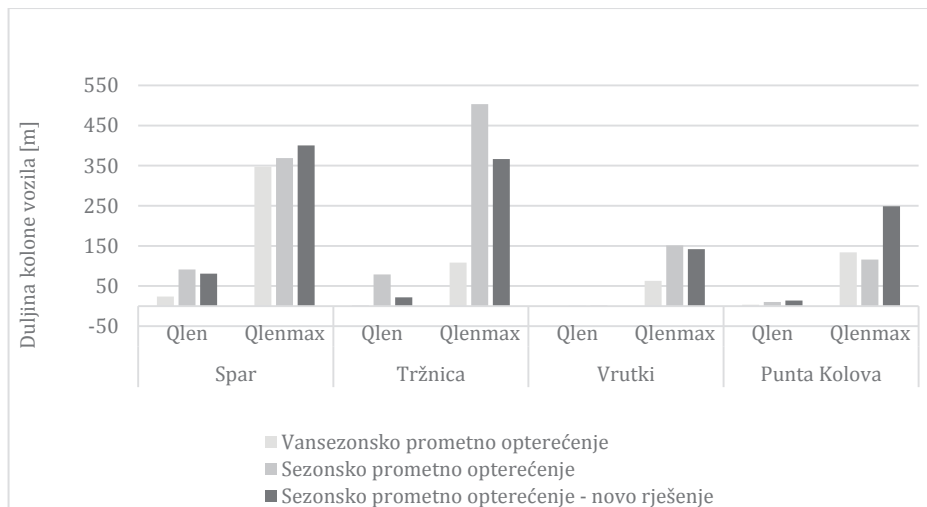
Uvođenje pojedinih intervencija u prometni sustav (npr. semaforizacija raskrižja, promjena ciklusa semafora...) pozitivno je utjecalo na razinu uslužnosti pojedinih privoza. Ipak, vidljivo je također da se razina uslužnosti na pojedinim privozima glavnog smjera pogoršala, što upućuje na potrebu detaljnije analize primjene pojedinih intervencija u prometnom sustavu.

Tablica 4: Razina uslužnosti analiziranih raskrižja

privoz	raskrižje Spar			raskrižje Vrutki		
	Varijanta 1	Varijanta 2	Varijanta 3	Varijanta 1	Varijanta 2	Varijanta 3
1-2	B	D	B	A	A	A
1-3	B	D	C	A	A	A
1-4	C	E	D	A	B	B
2-3	C	C	D	B	B	B
2-4	C	C	D	A	B	C
2-1	C	C	D	B	C	C
3-4	C	D	D	-	-	-
3-1	C	D	C	A	A	A
3-2	C	D	C	A	A	A
4-1	C	C	D	A	C	C
4-2	C	C	D	A	B	B
4-3	C	C	D	A	A	B
privoz 1 i 3 su glavni smjer, a 2 i 4 su sporedni smjer						
privoz	raskrižje Tržnica			Raskrižje Punta Kolova		
	Varijanta 1	Varijanta 2	Varijanta 3	Varijanta 1	Varijanta 2	Varijanta 3
1-2	A	A	A	A	A	B
2-1	A	D	C	A	A	B
3-1	B	F	E	C	D	B
3-2	-	-	-	C	D	B
privoz 1 i 2 su glavni smjer, a 3 je sporedni smjer						

3.2.2. Duljina kolone vozila (Q_{len} i Q_{lenmax})

Duljina kolone vozila se na raskrižjima mijenjala kako se mijenjalo prometno opterećenje. Na Slici 6 prikazana je usporedba Q_{len} (prosječna duljina kolone vozila na raskrižju) i Q_{lenmax} (maksimalna duljina kolone vozila na raskrižju) za svako od tri prometna opterećenja (3 varijante) na svim analiziranim raskrižjima. Srednja duljina kolone vozila Q_{len} na svim raskrižjima je zanemariva osim na raskrižju Spar, što je i za očekivati budući se radi o semaforiziranom raskrižju. Maksimalna duljina kolone vozila novim rješenjem (Varijanta 3) smanjila se na raskrižju Vrutki, dok se povećala na raskrižju Spar (na sporednom smjeru) i na raskrižju Punta Kolova, što je također očekivano zbog semaforizacije raskrižja i nepovoljnog utjecaja na glavni smjer koji prema trenutnom rješenju ima prednost prolaza.

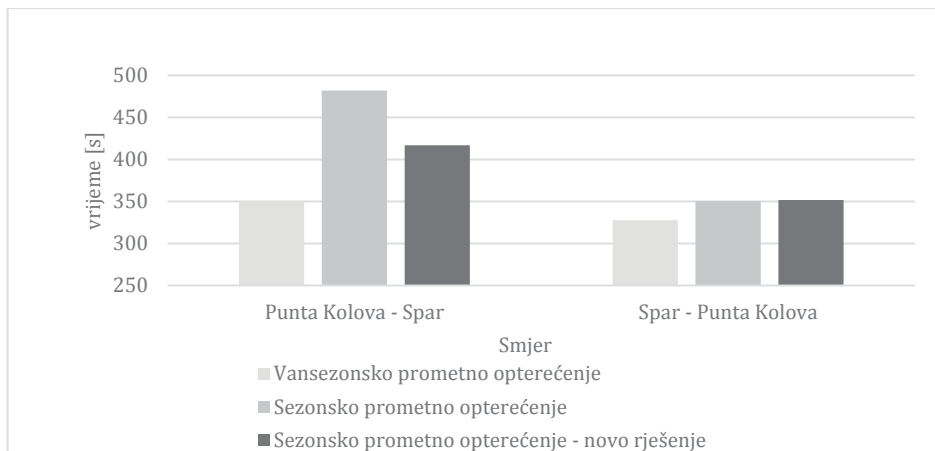


Slika 6. Usporedba duljina kolone vozila (Qlen i Qlenmax) za tri varijante prometnih opterećenja za analizirana raskrižja

3.2.3. Trajanje putovanja (travel time)

Vissim računa duljinu trajanja putovanja između dvije točke na mreži. Na Novoj cesti je duljina putovanja oko 3,22 km, mjereno od raskrižja Nove ceste s Varljenskom cestom i Ulicom Matka Laginje (u blizini trgovačkog centra Spar) do raskrižja Nove ceste i Ulice Maršala Tita (Punta Kolova) i obratno.

U smjeru istok-zapad nema značajnih promjena trajanja putovanja jer povećanje prometnog opterećenja nije puno utjecalo na taj smjer kretanja. U suprotnom smjeru, zapad-istok, trajanje putovanja se mijenjalo s prometnim opterećenjem. Trajanje putovanja je najmanje pri vansezonskom prometnom opterećenju (Varijanta 1), a najveće pri sezonskom prometnom opterećenju (Varijanta 2), kada je produljeno za 2 minute i 12 sekundi. Uvođenjem ranije opisanih intervencija u prometni sustav (Varijanta 3) putovanje je skraćeno za 1 minutu i 6 sekundi u odnosu na sustav prije intervencija (Varijanta 2). Odnos trajanja putovanja na spomenutoj trasi prikazan je na Slici 7.

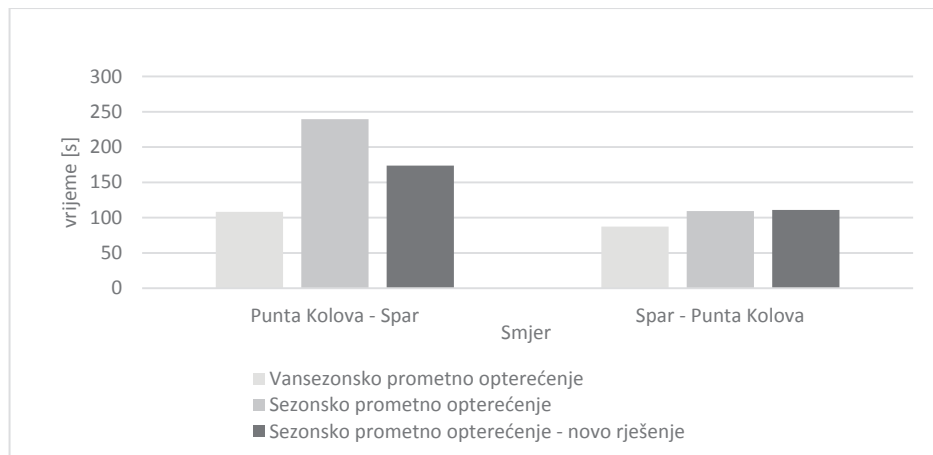


Slika 7. Usporedba trajanja putovanja za tri varijante prometnih opterećenja

3.2.4. Kašnjenje vozila (*Vehicle Delay*)

Prosječno kašnjenje vozila predstavlja brojku (s/voz) koja pokazuje koliko vozila koja prođu kroz mrežu kasne u odnosu na idealno stanje mreže, bez zastoja. Prosječno kašnjenje vozila mjeri se za oba smjera.

Kašnjenje vozila povezano je s prethodnim trajanjem putovanja na trasi. Stoga su i rezultati slični. U smjeru istok-zapad nema značajnijih promjena u prosječnom kašnjenju vozila pri promjeni prometnog opterećenja, dok se u suprotnom smjeru, smjeru zapad-istok, promjenom prometnog opterećenja mijenja i prosječno kašnjenje vozila u odnosu na idealno stanje. Kako je prikazano na Slici 8, sezonskim prometnim opterećenjem (Varijanta 2) povećalo se prosječno kašnjenje vozila u odnosu na vansezonsko prometno opterećenje (Varijanta 1), što je bilo za očekivati. Uvođenjem intervencija u prometni sustav (Varijanta 3) to se kašnjenje smanjilo.



Slika 8. Prosječno kašnjenje vozila za tri varijante prometnih opterećenja

4. Zaključak

Cilj ovog istraživanja bio je analizirati moguće posljedice pretvaranja Ulice Maršala Tita u Opatiji u jednosmjernu ulicu kao alternativu za sezonsku organizaciju prometa u Opatiji. Razvijen je model u programskom paketu VISSIM, analiziran je postojeći prometni sustav za uvjete vansezonskog i sezonskog prometnog opterećenja te sustav u kojem su izvedene određene intervencije (semaforizacija pojedinih raskrižja i uvođenje dodatnih traka za skretanje) u uvjetima sezonskog prometa.

Rezultati izrađenog prometnog modela su pokazali da bi promjene koje se razmatraju kao rješenje za prometne probleme u centru Opatije pozitivno utjecale na prometne uvjete Ulice Maršala Tita u kojoj režim s dvosmjernog prelazi u jednosmjerni uz povećanje parkirnih kapaciteta, ali bi se značajno pogoršali uvjeti na paralelnom koridoru državne ceste D66, Nova cesta, koji bi kod takvog rješenja morao preuzeti dio prometnog opterećenja.

Na temelju prezentirane analize može se zaključiti da je pri planiranju promjena u prometnom sustavu jako važno unaprijed, korištenjem modela prometnih mikrosimulacija, ispitati učinak planiranih promjena. Sezonski prometni uvjeti, u kombinaciji s promjenom u režimu prometa na jednom od koridora, koji bi negativno utjecali na odvijanje prometa na drugom koridoru, doveli bi do značajnih zastoja u cestovnoj mreži. Osim u prometnom smislu, dulja čekanja i zastoji rezultiraju i negativnim utjecajem na okoliš.

Analizirano prometno-građevinsko rješenje Ulice Maršala Tita unaprjeđuje promet u toj ulici no, prema analiziranim rješenjima, generira dodatne probleme na paralelnom koridoru. Prije donošenja konačnog zaključka o odbacivanju ovakvog rješenja bilo bi potrebno analizirati i druga moguća rješenja raskrižja te sve pozitivne i negativne efekte ponuđenih rješenja oba koridora kao i parkiranja.

Zahvala. *Istraživanje je rezultat projekata „Prometna infrastruktura u funkciji sigurnosti osjetljivih sudionika u prometu“ (uniri-iskusni-tehnic- 23-85) i „Optimizacija oblikovnih elemenata šire zone raskrižja“ (uniri-iskusni-tehnic-23-86) uz potporu Sveučilišta u Rijeci.*

Literatura

- [1] Horak, S. (2003), Povezanost turizma i prometa, Ceste i mostovi, 49 (2003), 5-6; 116-119-x
- [2] Hrvatske autoceste - <https://www.hac.hr/hr/promet-i-sigurnost/promet/prosjecni-mjesečni-dnevni-promet>, pristupljeno ožujak 2024.
- [3] Mrnjavac, E. (2004). PROMET KAO ČIMBENIK TURISTIČKOG RAZVITKA" OPATIJSKE RIVIJERE". Tourism and Hospitality Management, 10(2), 51-64.
- [4] Fatić, E. (2022.), Primjena prometnih mikrosimulacija na primjeru analize sezonskog kolebanja prometa u gradu Opatiji, Diplomski rad, mentorica prof.dr.sc. Aleksandra Deluka-Tibljaš, komentorica prof.dr.sc. Irena Ištoka Otković
- [5] PTV Group - <https://www.ptvgroup.com/en/products/ptv-vissim>, pristupljeno ožujak 2024.
- [6] Breški, D., Cvitanić, D., i Vukušić, P. (2010), Primjena simulacijskih modela pri izradi prometne analize', Građevinar, 62(02.), str. 113-122.
- [7] Urbanistički plan uređenja naselja Opatija - https://zavod.pgz.hr/planovi_i_izvjesca/registar-prostornih-planova.ml?blank=true&grad=27, pristupljeno ožujak 2024.
- [8] Hrvatske ceste - <https://hrvatske-cestes.hr/hr/stranice/promet-i-sigurnost/dokumenti/14-brojenje-prometa>, pristupljeno ožujak 2024.
- [9] Prometno-građevinska studija šire zone Slatine u Opatiji, izrađivač: Građevinski fakultet u Rijeci, 2021.