

Primjena prometnih mikrosimulacija na primjeru analize sezonskog kolebanja prometa u Gradu Opatiji

Fatić, Edin

Master's thesis / Diplomski rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Civil Engineering / Sveučilište u Rijeci, Građevinski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:157:318561>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-04-02**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Civil Engineering - FCERI Repository](#)



image not found or type unknown

**SVEUČILIŠTE U RIJECI
GRAĐEVINSKI FAKULTET**

Edin Fatić

**Primjena prometnih mikrosimulacija na primjeru analize
sezonskog kolebanja prometa u gradu Opatiji**

Diplomski rad

Rijeka, 2022.

**SVEUČILIŠTE U RIJECI
GRAĐEVINSKI FAKULTET**

**Diplomski sveučilišni studij
Urbano inženjerstvo
Prometna tehnika**

**Edin Fatić
JMBAG: 0114029739**

**Primjena prometnih mikrosimulacija na primjeru analize
sezonskog kolebanja prometa u gradu Opatiji**

Diplomski rad

Rijeka, listopad 2022.

IZJAVA

Završni/Diplomski rad izradio/izradila sam samostalno, u suradnji s mentorom/mentoricom i uz poštivanje pozitivnih građevinskih propisa i znanstvenih dostignuća iz područja građevinarstva. Građevinski fakultet u Rijeci je nositelj prava intelektualnog vlasništva u odnosu na ovaj rad.

Edin Fatić

U Rijeci, 31.10. 2022.

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorici prof.dr.sc. Aleksandri Deluka - Tibljaš na mentorstvu, ukazanom povjerenju za izradu diplomskog rada, pristupačnosti i dostupnosti oko izrade istog. Također joj zahvaljujem za vođenje kroz diplomski i studij i prijenos znanja koji sam dobio u prethodnim godinama studija.

Zahvaljujem svim profesorima Građevinskog fakulteta u Rijeci na prijenosu znanja. Hvala i svim djelatnicima Fakulteta.

Zahvaljujem se komentorici izv.prof.dr.sc. Ireni Ištoka Otković na dostupnosti u svakom trenutku i pomoći oko izrade diplomskog rada.

Posebna zahvala mojoj ženi Azri, kroz sve godine studija mi je davala podršku bez kakve ne bih uspio. Hvala ti što mi uljepšavaš svaki dan i što si uz mene u sretnim i tužnim trenucima.

Veliko hvala mojoj obitelji, što su me odgojili da budem čovjek kakav sam danas. Hvala na svakom pruženom savjetu i ljubavi koju pružate prema meni. Znam da me i ti tatice moj pratiš u svakom koraku i da si ponosan na sina svog.

Hvala Azrinoj obitelji, mojoj rodbini, svim mojim prijateljima, suigračima, trenerima i osobama koji su u mom životu na utjecaju na moj život i izrastanje u osobu kakav sam danas.

Edin Fatić, 31.10.2022.

SAŽETAK

Zbog povećanja stupnja motorizacije i broja putovanja po osobi dolazi do potrebe za što boljim prometnim sustavima u cijelosti. U prometnim sustavima ne postoji loše rješenje, međutim potrebno je izabrati ono rješenja gdje je sigurnost prometa najveća uz što veću protočnost prometa. Kasno je reagirati kada se rješenje izvede i kao takvo implementira u prometni sustav. Prometna rješenja bi se prije samog izvođenja trebala provjeriti funkcioniraju li i dati im ocjenu uspješnosti funkcioniranja u prometnom sustavu, Danas je razvijen veliki broj mikrosimulacijskih i makrosimulacijskih računalnih programa koji nam pokušavaju mikrosimulacijski program Vissim. Program radi na principu simulacijskog modela stohastičke naravi što znači da za iste ulazne podatke, rezultati koje program daje su uvijek različiti.

Opatija je turistička destinacija u kojoj se turizam proteže kroz cijelu godinu, iako najviše turista je posjeti tijekom ljetnih mjeseci. Za promet u Opatiji to znači da se očekuje veliki broj motornih vozila koji prolaze i/ili ostaju u gradu u ljetnim mjesecima. Zbog nedostatka parkirnih mjesta, sigurnosti nemotoriziranih sudionika u prometu te zbog umirivanja prometa u samom centru grada, ideja je samo u ljetnim mjesecima promet organizirati na način da se cesta, Ulica Maršala Tita pretvori u cestu s jednosmjernim prometom. Reorganizacijom prometa u Ulici Maršala Tita nastaje problem na Novoj Cesti. Cilj rada je provjeriti kako Nova cesta – u ovome slučaju 2. koridor, funkcionira uz dodatno prometno opterećenje preuzeto s prvog dužobalnog koridora – Ulice Maršala Tita. Rezultati pokazuju da se s nekoliko intervencija u prometni sustav (dodavanje traka za skretanje, semaforizacija raskrižja...), mogu dobiti znatno bolji rezultati na Novoj cesti gledajući razinu uslužnosti na raskrižjima, duljinu putovanja i slično. Korištenje mikrosimulacijskih programa pokazalo se kao dobro rješenje u pri evaluaciji funkcioniranja prometnog sustava prije samog izvođenja promjena u njemu. Zaključak rada je da bi se reorganizacijom prometa u ljetnim mjesecima dobio sigurniji i mirniji promet u centru grada, više parkirnih mjesta, ali bi se na Novoj cesti mogli očekivati veći zastoji i sporije odvijanje prometa nego do sada.

Izgradnjom 3. koridora, Liburnijske obilaznice, koji bi Opatijsko područje rasteretio tranzitnog prometa riješili bi se svi problemi u prometnom sustavu grada te bi se isti rasteretio u velikoj mjeri.

Ključne riječi: Opatija, prometna mikrosimulacija, VISSIM, prometno opterećenje, prometni sustav, raskrižje, razina uslužnosti

ABSTRACT

Due to the increase in the degree of motorization and the number of trips per person, there is a need for better transport systems in their entirety. There is no such thing as a bad solution in traffic systems, however, it is necessary to choose the solution where traffic safety is the highest with the greatest traffic flow. It is too late to react when the solution is implemented and implemented as such in the traffic system. Traffic solutions should be checked before their implementation to see if they work and give them an evaluation of the success of functioning in the traffic system. Today, a large number of microsimulation and macrosimulation computer programs have been developed that try to show us the effectiveness of traffic solutions as best as possible. One of these is the microsimulation program Vissim. The program works on the principle of a stochastic simulation model, which means that for the same input data, the results the program gives are always different.

Opatija is a tourist destination where tourism extends throughout the whole year, although most tourists visit it during the summer months. For traffic in Opatija, this means that a large number of motor vehicles are expected to pass through and/or stay in the city in the summer months. Due to the lack of parking spaces, the safety of non-motorized road users and traffic calming in the city center, the idea is to organize traffic only in the summer months in such a way that the road, Ulica Maršala Tita, turns into a one-way road. The reorganization of traffic in Ulica Maršala Tita creates a problem on Nova cesta. The aim of the work is to show how the Nova cesta - in this case the 2nd corridor, functions with additional traffic load taken over from the first long-shore corridor – Ulica Maršala Tita. The results show that with several interventions in the traffic system (adding turning lanes, traffic lights at intersections, etc.), significantly better results can be obtained on Nova cesta, looking at the level of service at intersections, the length of trips, and the like. The use of microsimulation programs proved to be a good solution for evaluating the functioning of the traffic system before making changes in it. The conclusion of the work is that the reorganization of traffic in the

summer months would result in safer and calmer traffic in the city center, more parking spaces, but greater congestion and slower traffic flow than before could be expected on Nova cesta. The construction of the 3rd corridor, the Liburnian bypass, which would relieve the Opatija area of transit traffic, would solve all the problems in the city's transport system and relieve it to a large extent.

Key words: Opatija, traffic microsimulation, VISSIM, traffic load, traffic system, intersection, level of service (LOS)

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. ANALIZA OPĆIH PROMETNIH UVJETA U GRADU OPATIJI.....	3
2.1. Općenito o gradu Opatiji	3
2.3. Nemotorizirani promet (biciklisti, pješaci).....	10
2.4. Parkirališne površine (dužulični i vanulični parking)	13
2.5. Javni gradski promet.....	15
3. ANALIZA FUNKCIONALNOSTI PROMETNOG SUSTAVA GRADA OPATIJE	18
3.1. Analiza građevinsko-prometnih uvjeta na glavnim cestovnim koridorima	19
3.2. Analiza raskrižja na Novoj cesti	23
3.3. Raskrižje Nove ceste, Varljenske ceste i Ulice Matka Laginje	24
3.4. Raskrižje Nove Ceste i Ulice Vjekoslava Spinčića	26
3.5. Raskrižje Nove Ceste, Ulice Vrutki i Ulice Velog Jože	27
3.6. Raskrižje Nove Ceste i Ulice Maršala Tita	28
4. ANALIZA PROMETNIH UVJETA VAN SEZONE I U SEZONI TE PRIJEDLOG UNAPRIJEĐENJA PROMETNOG SUSTAVA	29
4.1. Analiza prometnog opterećenja na raskrižju Spar.....	34
4.2. Analiza prometnog opterećenja na raskrižju Tržnica	37
4.3. Analiza prometnog opterećenja na raskrižju Vrutki	40
4.4. Analiza prometnog opterećenja na raskrižju Punta Kolova	43
4.5. Prijedlog unaprjeđenja prometnog sustava u ljetnim mjesecima.....	46
5. PROVJERA PRIJEDLOGA UNAPRIJEĐENJA VOĐENJA PROMETA U LJETNIM MJESECIMA IZRADOM MODELA PROMETNE MIKROSIMULACIJE	48

5.1. Računalni program VISSIM.....	48
5.2. Izrada prometnog modela – Nova Cesta	51
5.3. Analiza rezultata prometnih mikrosimulacija	54
5.3.1. Analiza razine uslužnosti na raskrižju Spar – vansezonsko i sezonsko prometno opterećenje	55
5.3.2. Analiza razine uslužnosti na raskrižju Tržnica – vansezonsko i sezonsko prometno opterećenje	56
5.3.3. Analiza razine uslužnosti na raskrižju Vrutki – vansezonsko i sezonsko prometno opterećenje	57
5.3.4. Analiza razine uslužnosti na raskrižju Punta Kolova – vansezonsko i sezonsko prometno opterećenje	59
5.3.5. Rezultati prometnih mikrosimulacija (Travel time, Vehicle delay, Qlen i Qlenmax).....	61
5.4. Novo rješenje	65
5.5. Novo rješenje – analiza rezultata prometne mikrosimulacije	70
5.5.1. Analiza razine uslužnosti na raskrižju Spar – novo rješenje	70
5.5.2. Analiza razine uslužnosti na raskrižju Tržnica – novo rješenje.....	71
5.5.3. Analiza razine uslužnosti na raskrižju Vrutki – novo rješenje	72
5.5.4. Analiza razine uslužnosti na raskrižju Punta Kolova – novo rješenje	73
5.5.5. Rezultati prometnih mikrosimulacija (Travel time, Vehicle delay, Qlen i Qlenmax).....	75
5.6. Usporedba rezultata prometnih mikrosimulacija	77
5.6.1. Duljina kolone vozila (Qlen i Qlenmax).....	77
5.6.2. Trajanje putovanja (time travel)	78
5.6.3. Kašnjenje vozila (vehicle delay)	79
6. PRIJEDLOG UNAPRIJEĐENJA ODVIJANJA PROMETA U ULICI MARŠALA TITA	80
7. ZAKLJUČAK.....	85

8. LITERATURA.....	87
9. PRILOZI.....	89

POPIS TABLICA

<i>Tablica 1: Minimalni tehnički elementi za izgradnju dionica novih planiranih ulica prema UPU naselja Opatija [5].....</i>	<i>6</i>
<i>Tablica 2: Usporedba PGDP i PLDP u Opatiji.....</i>	<i>18</i>
<i>Tablica 3: Prikaz prometnog opterećenja za dnevni promet i vršni sat na raskrižju Spar</i>	<i>35</i>
<i>Tablica 4: Prikaz prometnog opterećenja za dnevni promet i vršni sat na raskrižju Tržnica</i>	<i>38</i>
<i>Tablica 5: Prikaz prometnog opterećenja za dnevni promet i vršni sat na raskrižju Vrutki.....</i>	<i>41</i>
<i>Tablica 6: Prikaz prometnog opterećenja za dnevni promet i vršni sat na raskrižju Punta Kolova.....</i>	<i>44</i>
<i>Tablica 7: Prikaz razina uslužnosti i vremenskih gubitaka za svaki razinu [21]... </i>	<i>54</i>
<i>Tablica 8: Razine uslužnosti po privozima za raskrižje Spar</i>	<i>55</i>
<i>Tablica 9: Razine uslužnosti po privozima za raskrižje Tržnica</i>	<i>57</i>
<i>Tablica 10: Razine uslužnosti po privozima za raskrižje Vrutki</i>	<i>58</i>
<i>Tablica 11: Razine uslužnosti po privozima za raskrižje Punta Kolova</i>	<i>59</i>
<i>Tablica 12: Vrijeme putovanja (time travel) u modelima</i>	<i>61</i>
<i>Tablica 13: Prosječno kašnjenje vozila (vehicle delay) u modelima.....</i>	<i>62</i>
<i>Tablica 14: Duljina kolone vozila (Q_{len} i Q_{lenmax}) – vansezonsko prometno opterećenje</i>	<i>63</i>
<i>Tablica 15: Duljina kolone vozila (Q_{len} i Q_{lenmax}) – sezonsko prometno opterećenje</i>	<i>64</i>
<i>Tablica 16: Razine uslužnosti po privozima na raskrižju Spar</i>	<i>71</i>
<i>Tablica 17: : Razine uslužnosti po privozima na raskrižju Tržnica</i>	<i>72</i>
<i>Tablica 18: : Razine uslužnosti po privozima na raskrižju Vrutki.....</i>	<i>73</i>
<i>Tablica 19: Razine uslužnosti po privozima na raskrižju Punta kolova</i>	<i>74</i>
<i>Tablica 20: Vrijeme putovanja (travel time) na trasi</i>	<i>75</i>
<i>Tablica 21: Kašnjenje vozila (vehicle delay) na trasi.....</i>	<i>76</i>
<i>Tablica 22: Duljina kolone vozila (Q_{len} i Q_{lenmax}) na raskrižjima</i>	<i>76</i>

POPIS SLIKA

Slika 1: Položaj grada Opatije u RH (lijevo) i položaj grada Opatije i okolnih naselja u Kvarnerskom zaljevu	3
Slika 2: Položaj Opatije podno planine Učke i šetalište Lungomare (crveno) [2]	4
Slika 3: Ulice Maršala Tita (plava boja) i Nova Cesta (crvena boja)	5
Slika 4: Prikaz planirane trase Liburnijske obilaznice [6]	8
Slika 5: Prikaz državnih i županijskih cesta u Opatiji [7]	9
Slika 6: Obojani pješački prijelaz u blizini škole, povećanje sigurnosti pješaka [10] ..	11
Slika 7: Problem pješačkog prometovanja i pločnika u ulici Nova Cesta	11
Slika 8: Odvojeni dio u poprečnom presjeku prometnice za bicikliste	12
Slika 9: Javne parkirne površine u centru grada [11].....	13
Slika 10: Shema linija u Opatijskom području i šire [12]	15
Slika 11: Gravitacijske kružnice za smjer autobusa Rijeka – Lovran.....	16
Slika 12: Gravitacijske kružnice za smjer autobusa Lovran - Rijeka.....	17
Slika 13: Prikaz prometnica u Opatiji i raskrižja na Novoj Cesti.....	20
Slika 14: Režim prometa na glavnim ulicama u zoni	21
Slika 15: Karakteristični poprečni presjek u Ulici Maršala Tita (gornja slika) i Nova Cesta (donja slika).....	22
Slika 16: Prikaz raskrižja Spar s privozima.....	24
Slika 17: Prikaz faza semafora u raskrižju Spar	25
Slika 18: Plan faza semafora u vremenu	25
Slika 19: Prikaz raskrižja Tržnica s privozima.....	26
Slika 20: Prikaz raskrižja Vrutki s privozima	27
Slika 21: Prikaz raskrižja Punta Kolova s privozima	28
Slika 22: Izgled brojača Datacollect SDRtraffic+ i primjer postavljenog brojača u Opatiji	31
Slika 23: Prikaz mjesta i smjera brojača na raskrižju Spar	34
Slika 24: Prikaz grafičkog opterećenja u vršnom satu na raskrižju Spar	35
Slika 25: Prikaz pretpostavljenog grafičkog opterećenja u vršnom satu na raskrižju Spar.....	36

Slika 26: Prikaz mjesta i smjera postavljenih brojača na raskrižju Tržnica	37
Slika 27: Prikaz grafičkog opterećenja u vršnom satu na raskrižju Tržnica	38
Slika 28: Prikaz pretpostavljenog grafičkog opterećenja u vršnom satu na raskrižju Tržnica	39
Slika 29: Prikaz mjesta i smjera postavljenih brojača na raskrižju Vrutki.....	40
Slika 30: Prikaz grafičkog opterećenja u vršnom satu na raskrižju Vrutki.....	41
Slika 31: Prikaz pretpostavljenog grafičkog opterećenja u vršnom satu na raskrižju Vrutki.....	42
Slika 32: Prikaz mjesta i smjera postavljenih brojača na raskrižju Punta Kolova.....	43
Slika 33: Prikaz grafičkog opterećenja u vršnom satu na raskrižju Punta Kolova.....	44
Slika 34: Prikaz grafičkog opterećenja u vršnom satu na raskrižju Punta Kolova u sezoni.....	45
Slika 35: Shematski prikaz preraspodjele prometa na Novoj Cesti	47
Slika 36: Prikaz linkova i connectora u Vissimu (lijeva slika) i prikaz rješavanja konfliktnih područja (desna slika)	49
Slika 37: Programsko sučelje Vissima pri simulaciji i ispisu rezultata.....	50
Slika 38: Prikaz modela raskrižja Spar u programskom alatu Vissim	52
Slika 39: Prikaz modela raskrižja Vrutki (lijevo) i Punta Kolova (desno) u programskom alatu Vissim	53
Slika 40: Razine uslužnosti za sve privoze i kretanja na raskrižju Spar prema vanezonskom (lijevo) i sezonskom (desno) prometnom opterećenju	55
Slika 41: Razine uslužnosti za sve privoze i kretanja na raskrižju Tržnica prema vanezonskom (lijevo) i sezonskom (desno) prometnom opterećenju	56
Slika 42: Razine uslužnosti za sve privoze i kretanja na raskrižju Vrutki prema vanezonskom (lijevo) i sezonskom (desno) prometnom opterećenju	58
Slika 43: Razine uslužnosti za sve privoze i kretanja na raskrižju Punta Kolova prema vanezonskom (lijevo) i sezonskom (desno) prometnom opterećenju	59
Slika 44: : Prostor za izvedbu traka za desne skretače	66
Slika 45: Prikaz pomicanja pješačkog prijelaza na raskrižju Tržnica	67
Slika 46: Plan faza semafora na raskrižju Punta Kolova – novo rješenje	68
Slika 47: : Plan faza semafora u vremenu	69

Slika 48:Razine uslužnosti za sve privoze i kretanja na raskrižju Spar – u sezoni (novo rješenje).....	71
Slika 49: Razine uslužnosti za sve privoze i kretanja na raskrižju Tržnica – u sezoni (novo rješenje).....	72
Slika 50: Razine uslužnosti za sve privoze i kretanja na raskrižju Vrutki – u sezoni (novo rješenje).....	73
Slika 51: Razine uslužnosti za sve privoze i kretanja na raskrižju Punta Kolova – u sezoni (novo rješenje)	74
Slika 52: Usporedba duljina kolone vozila (Qlen i Qlenmax) za sva prometna opterećenja.....	77
Slika 53: Usporedba trajanja putovanja (time travel) za sva prometna opterećenja ..	78
Slika 54: Prosječno kašnjenje vozila (vehicle delay)	79
Slika 55: Prikaz dijela novog idejnog rješenja ulice	80
Slika 56: Horizontalna signalizacija za mješoviti promet	82
Slika 57: : Karakteristični poprečni presjek Ulice Maršala Tita – novo rješenje	83

1. UVOD

Jedan od pokazatelja razvijenosti države jest razvijenost prometnog sustava i upravljanje njime. Razvitkom tehnologije i načinom života u cijelosti prometni sustav je uvelike dobio na značaju. Stupanj motorizacije je u porastu u većini zemalja svijeta, pa tako i potreba za kvalitetnom prometnom infrastrukturom. Veliki gradovi vodećih europskih država nastoje smanjiti uporabu motornih vozila te iste nadomještaju drugim vrstama prijevoza, kao što su javni prijevoz i nemotorizirani promet – bicikli, romobili, pješaćenje i slično. Prometna infrastruktura mora držati korak s razvitkom prometnog sustava. Razna prometna rješenja uvode se u prometni sustav kako bi se isti poboljšao. Implementacijom takvih rješenja je potrebno sagledati funkcioniranje cijelog prometnog sustava kako bi prometna rješenja odgovarala. U svakoj situaciji postoji više mogućih rješenja i zato je potrebno odabrati najbolje, ono koje odgovara cijelom sustavu. Za odabir optimalnog rješenja danas postoje razne mogućnosti. To mogu biti simulacijski modeli koji simuliraju stanje u prometu te analiziraju i daju rješenja i pokazatelje koje varijantno rješenje najbolje odgovara specifičnim situacijama. Jedan od simulacijskih modela koji je korišten u ovom radu je mikrosimulacijski model Vissim. Vissim je mikrosimulacijski model koji je kvazistohastičke naravi, to znači da za iste ulazne podatke, preko slučajnih varijabli, rezultati modela daju različite izlazne podatke za različite vrijednosti generatora slučajnih brojeva. Simulacijski modeli mogu biti i empirijski i analitički. Oni su determinističke naravni, što znači da za unesene iste ulazne podatke uvijek daju ista rješenja. Većina modela je prilagodljiva i omogućuju kalibraciju, što znači da se rezultati provjeravaju i u realnom svijetu, kako bi se dobila što preciznija i bolja rješenja.

Gledajući cestovni promet, Opatija ima izuzetno dobru povezanost s cijelom Hrvatskom, ali i šire. Opatiju biraju turisti iz svi krajeva svijeta, a zbog navedene dobre cestovne povezanosti, u grad dolaze ili prolaze kroz njega osobnim automobilima. Grad Opatija je jedan od gradova kojem prometni sustav tijekom ljetnih mjeseci zahtjeva bolja rješenja u vidu protočnosti prometa, ali i sigurnosti svih

sudionika u prometu, motoriziranih i nemotoriziranih. U prometnom smislu grad Opatija ima izrazito izraženu sezonalnost. Tijekom ljetnih mjeseci dolazi do stvaranja gužvi i zagušenja prometa u samom centru Opatije. Zagušenje prometa, nedostatak parkirnih mjesta, nedostatak infrastrukture za održive vidove prometa (pješačenje, biciklizam...) samo su neki od problema u prometnom sustavu grada i za te probleme nužno je pronaći rješenje za kvalitetnije funkcioniranje prometa. U ovom radu analizirat će se mogućnost drugačije organizacije prometa u samom centru grada. Ideja ovog rada je prikazati organizaciju prometa u Ulici Maršala Tita tako da bi ulica postala jednosmjerna. Jednosmjerni promet u gradu povećao bi broj parkirnih mjesta tako što bi parkiranje u ulici bilo obostrano. Također, značajno bi se poboljšali uvjeti za nemotorizirane vidove prometa te bi prometovanje motoriziranog oblika prometa ulicom bilo izrazito smireno. S druge strane, u Ulici Nova Cesta pojavilo bi se dodatno prometno opterećenje (ono koje bi inače prometovalo dvosmjernom ulicom Maršala Tita). Na Novoj Cesti došlo bi do velikog zagušenja prometa zbog pojave velikih prometnih opterećenja koje trenutna infrastruktura teško može podnijeti. U radu će se predložiti nova rješenja na Novoj Cesti koja će pokušati unaprijediti funkcioniranje prometa u toj ulici. Predloženo novo rješenje ulice Nova Cesta potrebno je provjeriti u računalnom programu Vissim izradom modela i analizom dobivenih rezultata. Rezultati koji će se dobiti u računalnom programu Vissim jesu razina uslužnosti na raskrižjima, vrijeme putovanja između dvije točke na mreži, vremensko kašnjenje vozila u odnosu na idealni sustav te duljine kolona vozila. Također će se prezentirati trenutno stanje prometnog sustava u gradu Opatiji za vrijeme ljetne sezone te mogućnost poboljšanja istog i njegova provjera funkcioniranja u simulacijskom računalnom programu.

2. ANALIZA OPĆIH PROMETNIH UVJETA U GRADU OPATIJI

2.1. Općenito o gradu Opatiji

Opatija je grad smješten u sjeverozapadnoj Hrvatskoj, na potezu od Rijeke prema Istri u Kvarnerskom zaljevu, u podnožju planine Učke. Grad broji 10661 stanovnika, s površinom od 66 km². Gustoća naseljenosti iznosi 161 stan/km². Opatija je poznata kao odmaralište koje privlači turiste diljem svijeta. Još u 19. stoljeću proglašena je klimatskim lječilištem zbog povoljne mediteranske klime i blizine mora. Ljeta su sunčana s malo padalina, a zime blage i ugodne te zbog toga je privlačna destinacija turistima tijekom cijele godine. Grad je uređen parkovima, šetnicama i plažama, a većina arhitekture, hoteli i vile, datiraju iz habsburškog razdoblja. Grad Opatija tijekom cijele godine održava razne društvene događaje koji osim turista privlače i domaće stanovništvo i okolicu. Prema obimu posjeta Opatiju najviše turista posjećuje ljeti, međutim i zimi se posjećuje poznati Advent u Opatiji koji se održava od druge polovice studenog te cijeli prosinac. [1]

Na Slici 1. je prikazana lokacija Opatije na mapi Republike Hrvatske (lijevo) i lokacija Opatije u Kvarnerskom zaljevu (desno).



Slika 1: Položaj grada Opatije u RH (lijevo) i položaj grada Opatije i okolnih naselja u Kvarnerskom zaljevu

Šetnica Lungomare poznata je Opatijska šetnica, smještena uz samu obalu te vizura Opatije promatrajući je s mora. Proteže se od Voloskog na istočnoj strani preko Opatije pa do Lovrana na zapadnoj strani. Sa šetnice je u Opatiji moguće putem staza posjetiti poznati park i villu Angiolinu te spustiti se na uređene plaže. Zahvaljujući položaju i zanimljivostima koje se nalaze hodajući šetnicom, šetnica Lungomare jedna je od glavnih atrakcija grada Opatije. [2]

Grad Opatija u ponudi ima i poznate šumske šetnice koje također privlače šetače i izletnike. Šumska šetnica Carmen Sylva, dugačka je 5,4 km te je zanimljiva zbog prekrasnog pogleda koji se pruža na Kvarnerski zaljev. Pješačenjem se prevladava nadmorska visina od 141 m, a šetnica obuhvaća odmorišta s pogledom te potok Vrutki. [3] Šumska šetnica Veprinac jest pješačka staza duljine 4 km koja spaja Veprinac s opatijskom Slatinom. Opremljena je edukativnim pločama te putokazima za lakše snalaženje pješaka. [4]

Položaj Opatije podno planine Učke i prikaz šetališta Lungomare prikazano je na Slici 2.



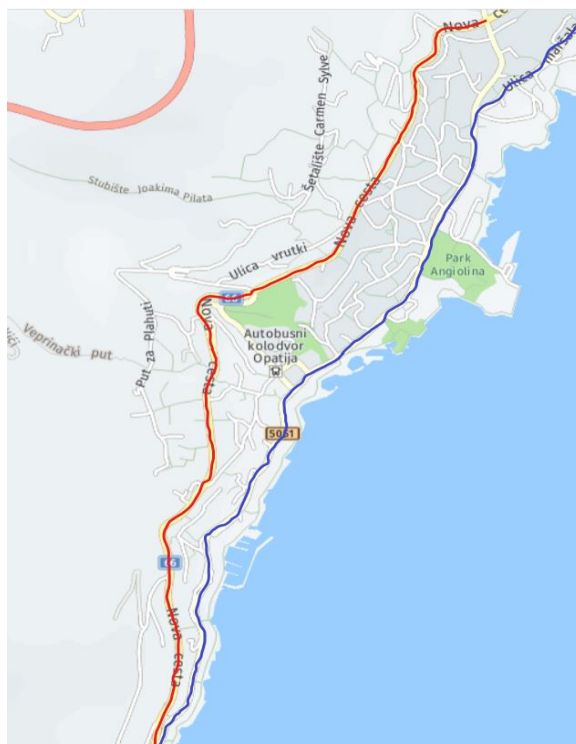
Slika 2: Položaj Opatije podno planine Učke i šetalište Lungomare (crveno) [2]

Opatija je okružena mnogim naseljima. Sa zapadne strane su Ičići, Ika i Lovran te regija Istra, sa sjeverne strane su Veprinac i Pobri te planina Učka, s istočne strane se nalaze Matulji i Volosko, i na kraju južnu stranu pokriva Jadransko more. Pozicija na kojoj se Opatija nalazi zanimljiva je zbog blizine planine Učke i mora, te je zahvaljujući nadmorskoj visini, okolica Opatije vrlo privlačna lokacija za izgradnju, upravo zbog prestižnog pogleda na more, ali i dostupnosti autoceste koja se nalazi u neposrednoj blizini.

2.2. Analiza prometne infrastrukture u Opatiji

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, Opatija ima jako zanimljiv položaj na svjetskoj karti. Dvije glavne ulice u Opatiji, Nova Cesta koja je u sastavu Državne ceste D66 i Ulica Maršala Tita koja je u sastavu Županijske ceste Ž5051. Ulica Nova cesta i Ulica Maršala Tita prema urbanističkom planu uređenja naselja Opatija određene su kao glavne mjesne ulice.

Ulice su međusobno gotovo usporedne, protežu se u smjeru sjeveroistok-jugozapad. Međusobno su visinski denivelirane i na nekoliko mjesta imaju spojne ceste koje spajaju te dvije ulice. Položaj glavnih ulica prikazan je na Slici 3. na kojoj je vidljiva zona između raskrižja kod trgovačkog centra Spar na Novoj cesti, tj. raskrižja kod hotela Ambassador u Ulici Maršala Tita na istočnoj strani te raskrižje Punta Kolova na zapadnoj strani. Crvenom bojom je prikazana Nova Cesta, a plavom bojom Ulica Maršala Tita.



Slika 3: Ulice Maršala Tita (plava boja) i Nova Cesta (crvena boja)

Prema Urbanističkom planu uređenja naselja Opatija [5] podjela ulica prema funkciji i značaju provodi se na:

- **Glavne mjesne ulice** koje obuhvaćaju: Novu cestu, Ulicu Maršala Tita (od gradskog poglavarstva do spoja s Novom cestom), Ulicu Rikarda Katalinića Jeretova, Ulicu Ivana Matetića Ronjgova.
- **Sabirne ulice** koje obuhvaćaju: Ulicu Dr. Ivana Poščića, Ulicu Maršala Tita (dio od ulice Rikarda Katalinića Jeretova do ulice dr. Ivana Poščića), Ulicu Matka Laginje, Ulicu Velog Jože, Varljsku cestu, spojnu prometnicu čvor Benčinići – Varljska cesta, Šetalište Carmen Sylve, Ulicu Antuna Mihića (od čvora Opatija – Jug do novoplanirane ulice), Put za Plahuti.
- **Ostale ulice** koje obuhvaćaju: druge ulice prema Odluci o nerazvrstanim cestama grada Opatije, koje služe za promet motornih vozila.

U Tablici 1. prikazani su minimalni tehnički uvjeti prema Urbanističkom planu uređenja grada Opatije [5]

Tablica 1: Minimalni tehnički elementi za izgradnju dionica novih planiranih ulica prema UPU naselja Opatija [5]

Računska brzina	Maksimalni nagib nivelete	Broj prometnih traka i širina kolnika	Raskrižja	Minimalni razmak raskrižja	Minimalna širina pješačkog nogostupa	Planirana širina poprečnog profila
Glavna mjesna ulica						
50 km/h (40 km/h)	8% (12%)	2x3,00 m (2x2,75 m)	u nivou, proširena s dodatnim trakama za prestrojavanje	150 m (100 m)	1,5 m (1,00 m)	9,00 m
Sabirne ulice						
40 km/h	12% (17%)	2x2,75 m	U nivou	-	1,5 m (1,00 m)	9,00 m
Ostale ulice						
40 km/h (30 km/h)	12% (17%)	2x2,75 m jednosmjerno 4,50 m (3,00 m)	U nivou	-	1,5 m (1,00 m)	7,00 m

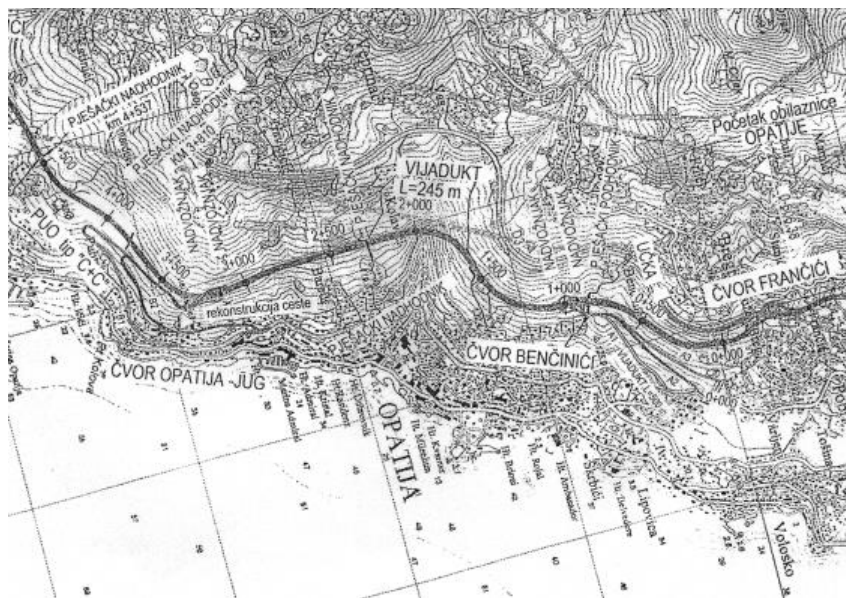
Prostorni plan uređenja grada Opatije određuje osnovnu mrežu prometnica na području Grada Opatije koju sačinjavaju :

- Državne ceste
- Županijske ceste
- Lokalne ceste
- Ostale – nerazvrstane ceste

U blizini Opatije nalazi se brza tunelska cesta A8 koja ide od Matulja prema tunelu Učka i nadalje u središnju Istru do Rovinja. Trenutno je cesta do tunela Učka izgrađena u profilu brze ceste, a poslije tunela je izgrađena autocesta. U planu je proširenje ceste od čvora Matulji do tunela Učka na puni profil autoceste.

Kroz Opatiju prolazi državna cesta D66 koja povezuje Pulu, Labin, Opatiju i Matulje. Duljina joj je 90,1 km. Postojeća državna cesta D66 prolazi kroz središta turističkih naselja Opatijske rivijere, a vremenom je prometna potražnja porasla. PGDP (prosječni godišnji dnevni promet) je veći od 13 000 vozila/dan, dok je PLDP (prosječni ljetni dnevni promet) 19 000 vozila/dan što svjedoči sezonskom kolapsu prometnog sustava u ljetnim mjesecima. U Opatiji državna cesta prolazi Novom cestom. Treći koridor koji bi preuzeo veliku količinu prometa, izvedbom brze ceste, jedno je od nužnih rješenja za rješavanje prometnih gužvi u Opatiji i okolici. Opravdanost ulaganja u dogradnju novog prometnog koridora zbog količine prometa sigurno postoji. Kako bi se rasteretila ta državna cesta u području Opatijske rivijere u planu je izvedba Liburnijske obilaznice. Liburnijska obilaznica prolazila bi zaleđima Opatije, Ike, Ičića i Lovrana. Idejna trasa je od čvora Frančići na „tunelskoj cesti“, od Matulja do tunela Učka, do čvora Moščenička Draga gdje bi se spojila na postojeću državnu cestu D66. U prostornom planu utvrđeno je da bi brza cesta na potezu od čvora Frančići do čvora Opatija jug imala četiri prometna traka (dvije prometne trake 2x3,5 m u svakom smjeru) te na potezu od čvora Opatija jug do čvora Lovran brza cesta bi imala dva prometna traka (jedna prometna traka 3,5 m u jednom smjeru). Prostornim planom predviđena Liburnijska obilaznica uvelike bi riješila prometne probleme u Opatiji i okolnim naseljima jer bi se tranzitni promet potpuno preselio na novu planiranu cestu. [6]

Trasa Liburnijske obilaznice u području Opatije prikazana je na Slici 4.



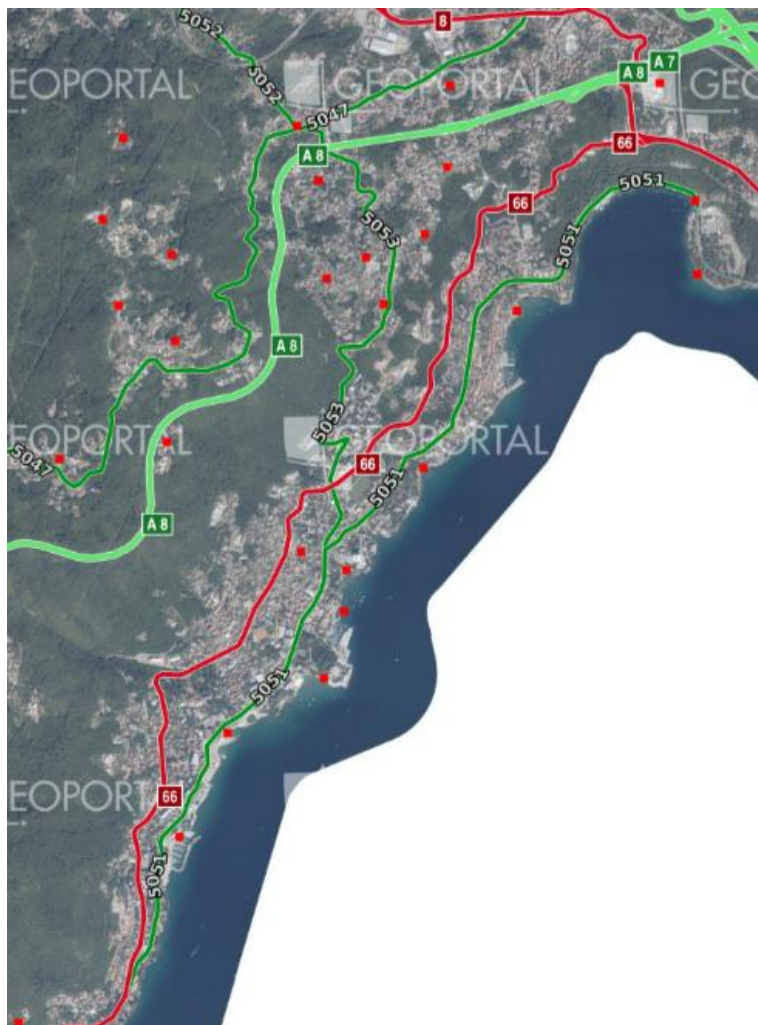
Slika 4: Prikaz planirane trase Liburnijske obilaznice [6]

Ideja o Liburnijskoj obilaznici je tema dugi niz godina, ali zbog svoje specifičnosti što bi trebala biti smještena na reljefno nepodobnom području, što svakako znatno povisuje cijenu izgradnje, ideja još uvijek nije zaživjela. Dakle, zbog svoje cijene i nekih ostalih segmenata (rušenje vizure krajolika, ne riješenih imovinsko-pravnih odnosa...) počele su se razvijati i neke druge ideje koje nisu vezane za Liburnijsku obilaznicu.

U području Opatije prolaze još dvije županijske ceste. Jedna županijska cesta Ž5051 ide od Preluka preko Voloska i Opatije do raskrižja Punta Kolova gdje se spaja na državnu cestu D66. Duljina Ž5051 je 5370 m.

Druga županijska cesta Ž5053 spaja Mihotiče preko Pobri s Opatijom gdje završava u ulici Matka Laginje nakon koje se spaja s Ž5051. Duljine je 2780 m.

Prikaz svih državnih i županijskih cesta prikazan je na Slici 5. gdje je državna cesta D66 prikazana crvenom bojom, županijske ceste Ž5051 i Ž5053 tamno zelenom bojom i buduća autocesta A8 svjetlo zelenom bojom.



Slika 5: Prikaz državnih i županijskih cesta u Opatiji [7]

Ostale ceste koje nisu navedene kao državne ili županijske ceste svrstavaju se pod lokalne ceste (značajnije ceste) ili ostale – nerazvrstane ceste (manje značajne ceste).

2.3. Nemotorizirani promet (biciklisti, pješaci)

Sigurnost je jedan od ključnih elemenata u planiranju i održavanju prometnih površina. Najugroženiji sudionici u prometu su nemotorizirani sudionici, odnosno pješaci, biciklisti i ostale mogućnosti mikromobilnosti (romobilisti, električni romobilisti...). Pri projektiranju prometnice, teži se osigurati pješačke putove, biciklističke staze/biciklističke trake kako bi bili sigurni u prometu, odnosno kako bi se izbjegli nepotrebni konflikti s motoriziranim prometom.

Nemotorizirani promet ima mnogo prednosti, neke od njih su: briga o okolišu, zdraviji način života, manje zauzimanja prostora, smanjenje gužvi, povećanje sigurnosti, manji zahtjevi za infrastrukturom, velika fleksibilnost itd. Također, ima i niz uvjeta koji utječu na primjenu nemotoriziranog prometa u dnevnim putovanjima, a to su: prometne navike, nadmorska visina terena, nagib terena, stanje okoliša te klima/vremenski uvjeti. [8]

U Opatiji ima dosta problema kada se govori o nemotoriziranom prometu. Problem predstavlja reljef iz razloga što je visinsko savladavanje područja veliki problem za organizaciju/stvaranje uvjeta za nemotorizirani promet. [9]

U Opatiji ima nekoliko parkova (park Angiolina, park Sv. Jakov, park Margarita) za šetnju istim, te šetnicu duž morske obale Lungomare. U prometnom smislu, pješaci na pločniku u glavnim ulicama u gradu Opatiji imaju odvojen dio u poprečnom presjeku prometnica. Pješački promet u Ulici Maršala Tita je intenzivan u sezoni i vikendima, te se očekuje veliki broj pješaka u svim razdobljima godine.

Optimalna širina nogostupa je 2,5 m, iznimno se mogu izvoditi širine najmanje 1,5 m. Pješački nogostupi trebali bi se izvoditi obostrano, na obje strane kolnika, ukoliko to prostor dozvoljava.

Primjer povećanja sigurnosti na pješačkim prijelazima u ulici su led markeri, ugrađeni za bolju vidljivost pješačkog prijelaza vozačima. Pješački prijelazi koji se nalaze u blizini škola dodatno su označeni, tj. obojani drugom bojom radi bolje sigurnosti pješaka. Prikaz takvog pješačkog prijelaza prikazan je na Slici 6.

U Ulici Maršala Tita postoje obostrani nogostupi koji su obojani žutom bojom.



Slika 6: Obojani pješački prijelaz u blizini škole, povećanje sigurnosti pješaka [10]

Uvjeti za pješački promet na Novoj Cesti mogu se ocijeniti nepovoljnima.. Na njoj se očekuje manji broj pješaka nego u Ulici Maršala Tita, međutim vođenje pješaka ulicom trebalo bi biti sigurno. Na velikom potezu duž ulice Nova cesta nema pločnika s obje strane prometnice, već samo na jednoj strani, a nekad je i slučaj da pločnik s jednom stranom, nema širinu primjerenu vođenju pješaka uz prometnicu. Primjer pješačkog prometovanja na Novoj Cesti prikazan je na Slici 7. Velika izgrađenost oko prometnice ne dozvoljava proširenje pločnika. Na desnom pločniku su često parkirani automobili, a lijevi je pločnik jako malih dimenzija ili ne postoji.



Slika 7: Problem pješačkog prometovanja i pločnika u ulici Nova Cesta

Što se tiče ostalih vidova nemotoriziranog prometa, u Opatiji ne postoje biciklističke staze ili trake za prometovanje bicikala/romobila. Biciklizam nije previše zastupljen u Opatiji kao vrsta prometovanja, ali ako bi se napravile preinake u prometnom sustavu (biciklističke trake/staze) moguće je da bi taj oblik prometovanja bio puno zastupljeniji nego što je trenutno. U sadašnjem stanju, na Novoj cesti je odvojen dio u poprečnom presjeku prometnice za bicikliste, prometovanje biciklista se odvija na kolniku kao mješoviti promet zajedno s motornim vozilima iako takvo rješenje nije pretjerano sigurno u ovoj vrsti prometnog sustava. Odvojeni dio u poprečnom presjeku za prometovanje biciklista prikazan je na Slici 8.



Slika 8: Odvojeni dio u poprečnom presjeku prometnice za bicikliste

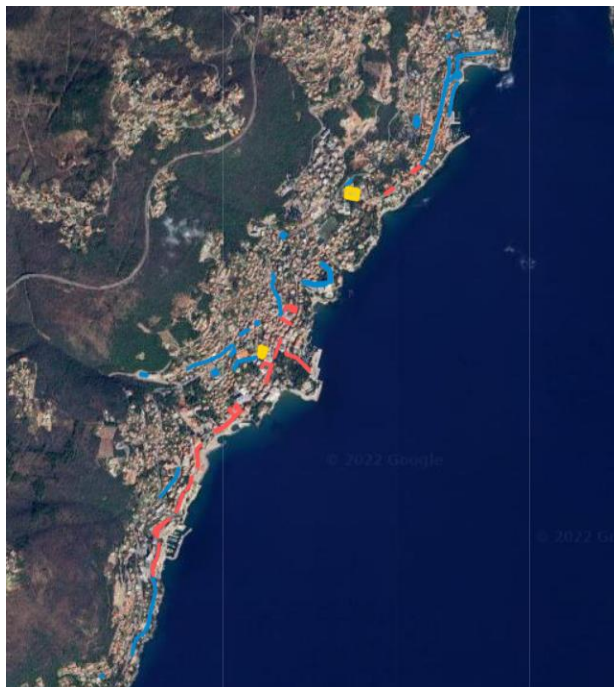
Kako bi se išlo u korak s vremenom, u Opatiji bi u budućnosti trebalo izgraditi prometnu infrastrukturu koja bi sigurno vodila nemotorizirani promet, te ujedno i povećanju primjene zdravijeg oblika života. Sustav javnih bicikala ili sustav javnih romobila, uz odgovarajuću infrastrukturu, pridonio bi većem korištenju tih oblika prometa i maknuo bi jedan dio motoriziranog prometa iz centra grada.

2.4. Parkirališne površine (dužulični i vanulični parking)

Problem s parkirnim mjestima je jedan od najvećih prometnih problema u svim gradovima, pa tako i u Opatiji. Problem posebno postaje značajan u ljetnoj sezoni kad veliki broj turista odabere Opatiju kao svoje turističko odredište. Zbog odlične prometne povezanosti, turisti iz Srednje Europe, ali i ostatka svijeta, u Opatiju uglavnom dolaze osobnim automobilima što zahtjeva veliki broj parkirališnih površina kojih nedostaje i u razdoblju izvan sezone.

Velika gustoća izgrađenosti u centru grada gdje je parking najpotrebniji, predstavlja veliki problem zbog nedostatka površina za parkiranje. Zbog tog razloga veliki broj objekata koji se grade u novije vrijeme imaju podzemne garaže zbog nedostatka nadzemne površine za parkiranje te kako bi se nadzemne površine iskoristile za neke druge namjene.

U Opatiji postoje dužulične (parkiranje u poprečnom presjeku prometnice) i vanulične (zasebne površine namijenjene parkiranju) parkirne površine. Na Slici 9. prikazane su javne parkirne površine u užem centru grada u nadležnosti tvrtke Opatija 21 d.o.o. Parkirne površine su pod naplatom prema cjeniku parkiranja Grada Opatije.



Slika 9: Javne parkirne površine u centru grada [11]

Zbog velike gustoće izgrađenosti u užem centru grada postoji tek nekoliko vanuličnih parkirnih površina. Neke od njih su javne i to: Luka Opatija, javna garaža Sportske dvorane Marino Cvetković i parkiralište Gorovo koje su pod nadležnosti tvrtke Opatija 21 d.o.o., te postoji nekoliko privatnih vanuličnih parkirnih površina/garaža kao što je Garaža Slatina i garaže/parkirne površine raznih hotela. Većina ulica u centru grada omogućava dužulično parkiranje. Dužulični parking je smješten u poprečni presjek prometnica gdje god je bilo u mogućnosti da se napravi parkirno mjesto, a da se pritom ne ugrozi odvijanje prometa na prometnicama.

Broj parkirnih mjesta u užem centru grada je sljedeći:

- Dvorana Marino Cvetković – 137 parkirnih mjesta
- Parkiralište Gorovo 70 parkirnih mjesta
- Bočno parkiranje u Ulici Maršala Tita – 435 parkirnih mjesta (parkirališta: uz hotel Ambassador 80 mjesta, uz tržnicu 25 mjesta, prema Luci Opatija 75 mjesta, u Ulici Maršala Tita do Slatine 55 mjesta i od Slatine do Punta Kolove 200 mjesta)
- Bočno parkiranje u Ulici Nova Cesta – 145 parkirnih mjesta (Ulica Joakima Rakovca 30 mjesta, Vrutki 75, Ulica Vjekoslava Spinčića 40)
- Privatna parkirališta – 400+ parkirnih mjesta (garaža Slatina 350 mjesta, garaže hotela)

Ukupno oko 800 javnih parkirnih mjesta i preko 400 privatnih parkirnih mjesta.

Veliki moderni europski gradovi teže micanju motornog prometa iz centara gradova te ga nastoje zamijeniti alternativnim prijevoznim sredstvima (JGP i nemotorizirani promet). U tom slučaju, centar grada je namijenjen pretežno pješacima i nekim vidovima nemotoriziranog prometa (biciklisti, romobilisti). Takva organizacija grada zahtjeva veće parkirne površine u okolnim gradskim područjima, gdje je gustoća izgrađenosti manja pa je lakše smjestiti parkirne površine.

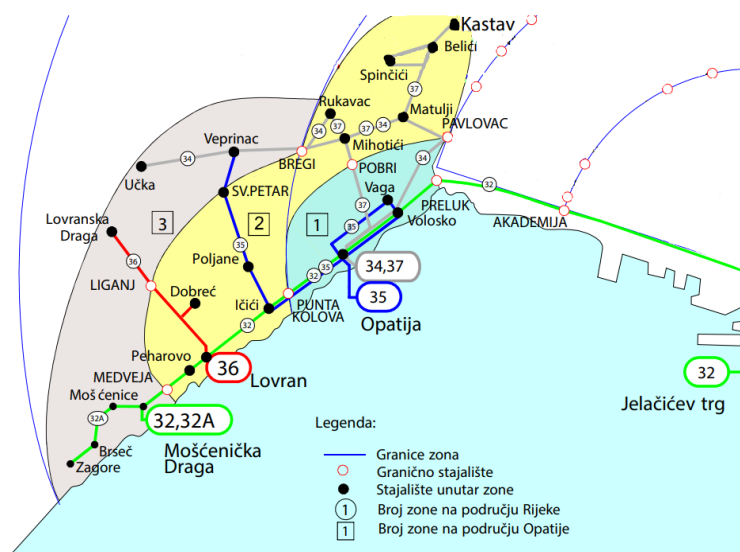
2.5. Javni gradski promet

Javnim gradskim prometom (Autotrolej) u Opatiji prometuje nekoliko autobusnih linija. Najvažnija linija u autobusnom prijevozu grada Opatije je linija broj 32 koja povezuje grad Rijeku s Opatijom te nastavlja do Lovrana i Mošćeničke Drage. Druge linije povezuju Opatiju s okolnim naseljima i općinama. Autobusna linija 34 povezuje Opatiju s Učkom preko naselja Matulji, Rukavac, Bregi i Veprinac, autobusna linija 37 povezuje Opatiju s Kastvom preko naselja Pobri i Matulji te autobusna linija 35 povezuje Volosko, preko Opatije i Poljana, sa Veprincem. Linija 36 povezuje Lovran i Lovransku dragu.

Autobusna linija 32 u smjeru iz Rijeke prema Lovranu i Mošćeničkoj Dragi u Opatiji zaustavlja se na 5 autobusnih stajališta (Opatija 1 dvorana, Opatija 2 tržnica, Opatija 3 Slatina A, Opatija 4 Adriatic i Opatija 5 Punta Kolova). Autobus u tom smjeru prometuje Ulicom Maršala Tita, Županijskom cestom Ž5051 od Voloskog do Ičića.

U povratku iz Lovrana prema Rijeci javni gradski prijevoz ima također 5 stajališta. Prometuje sličnom trasom, međutim između stajališta Punta Kolova i Slatina, javni gradski prijevoz prometuje Novom Cestom, Državnom cestom D66. Na križanju s Ulicom Velog Jože autobusna linija 32 se spušta na Slatinu i prometuje Ulicom Maršala Tita (Ž5051).

Shema autobusnih linija u Opatiji i šire prikazana je na Slici 10.



Slika 10: Shema linija u Opatijskom području i šire [12]

Analiza kvalitete JGP

Nekoliko je parametara koji ocjenjuju kvalitetu JGP. Neki od njih su raspored vožnje, dostupnost autobusnih postaja i udobnost vožnje.

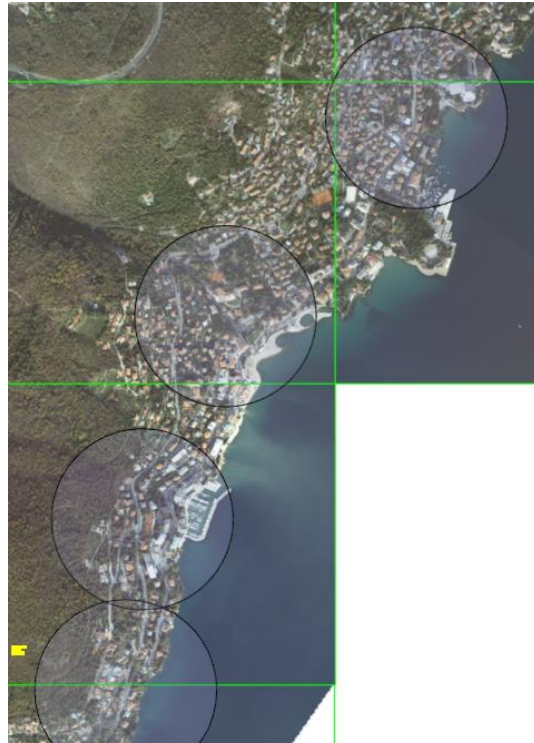
Raspored vožnje na liniji 32 je jedolnik, autobus prometuje otprilike svakih 30 minuta u radnim danima, uz dodatak dodatnog autobusa u vršnim satovima. Vikendom prometuje otprilike svakih sat vremena. Dostupnost autobusnih postaja se provjerava gravitacijskim kružnicama.

Gravitacijskim se kružnicama radijusa 300 m prikazuje zona od otprilike 5 minuta hoda (ukoliko pješak hoda 1m/s) što je prihvatljivo vrijeme za pješaka da dođe do najbliže autobusne stanice.

Na gravitacijskim kružnicama se vidi da je Opatija dobro povezana s JGP, i da samo na jednom mjestu (između stanica Slatina i Tržnica) korisnici JGP moraju hodati duže od 5 min (300 m) kako bi došli na autobusnu stanicu. Gravitacijske kružnice za područje Opatije prikazane su na Slikama 11. i 12. Slika 11. prikazuje gravitacijske kružnice za smjer prometovanja autobusa Rijeka-Lovran, dok Slika 12. prikazuje gravitacijske kružnice za smjer prometovanja autobusa Lovran-Rijeka.



Slika 11: Gravitacijske kružnice za smjer autobusa Rijeka – Lovran



Slika 12: Gravitacijske kružnice za smjer autobusa Lovran - Rijeka

3. ANALIZA FUNKCIONALNOSTI PROMETNOG SUSTAVA GRADA OPATIJE

Opatija je grad koji provodi cjelogodišnji turizam, međutim opterećenost prometa je izražena u ljetnim mjesecima kada veliki broj motornih vozila prolazi Opatijom. To dokazuju podatci iz djela „Brojenje prometa na cestama Republike Hrvatske“ čiji je autor Hrvatske ceste d.o.o. Podatci koji prikazuju prometno stanje u Opatiji su podaci s automatskog brojača Opatija-jug. U nastavku će biti prikazani podaci o prosječnom godišnjem dnevnom prometu (PGDP) i prosječnom ljetnom dnevnom prometu (PLDP) u prethodne tri godine (2019., 2020. i 2021.) na brojaču Opatija-jug. [13]

Tablica 2: Usporedba PGDP i PLDP u Opatiji

	PGDP [voz/dan]	PLDP [voz/dan]
2019	13217	18149
2020	10905	15731
2021	12591	17737

Podaci pokazuju da je promet u ljetnim mjesecima veći za trećinu nego prosjek prometa kroz godinu. Također se vidi manje prometa u cijeloj 2020. godini zbog zabrana putovanja tijekom pandemije korona virusa.

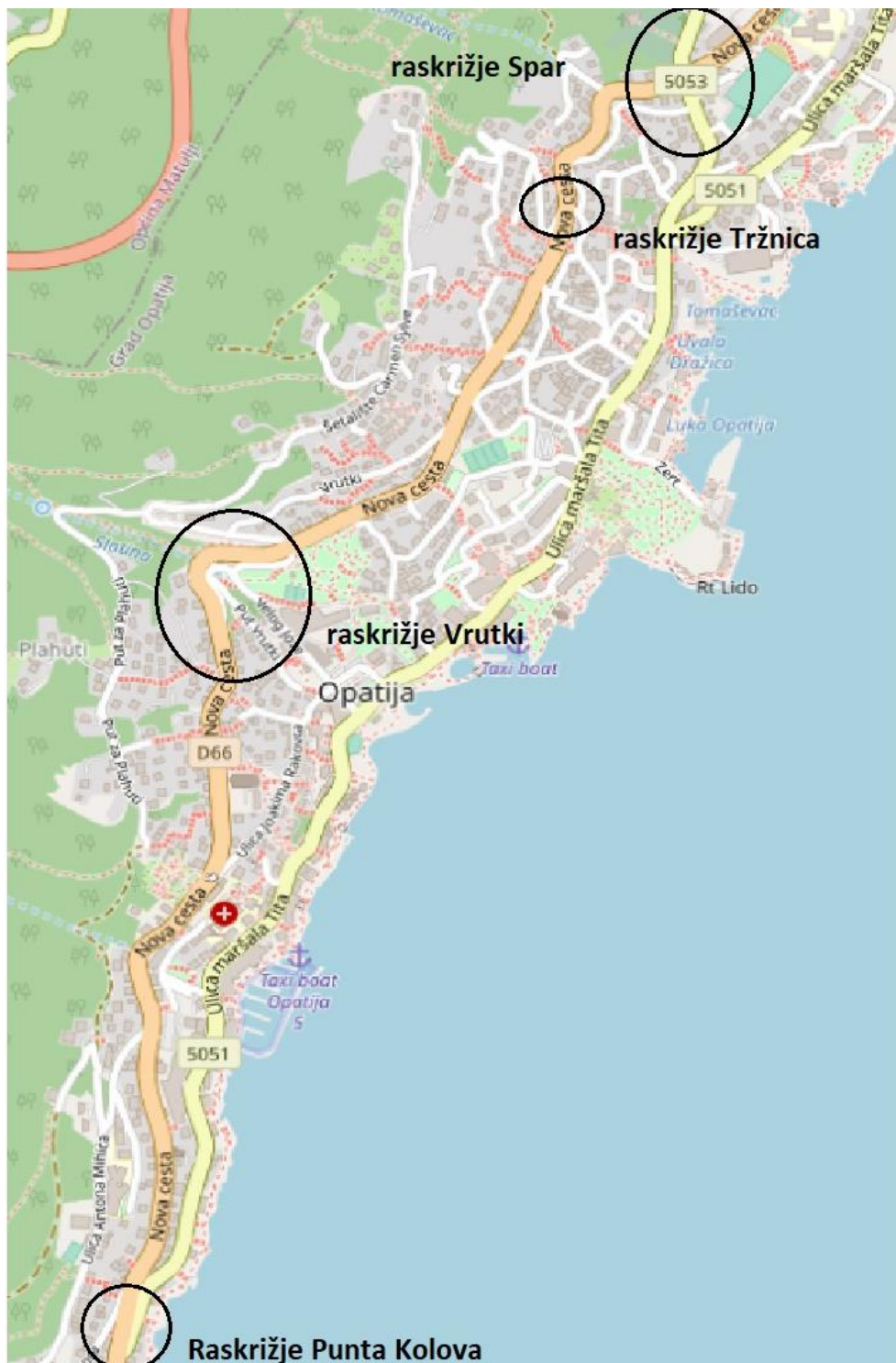
Cilj je u radu analizirati mogućnost promjene režima prometa tijekom ljetnih mjeseci te su u nastavku analizirani elementi prometne mreže za koje se može očekivati da bi bili obuhvaćeni promjenama tj. na kojima se može očekivati negativni efekt na kvalitetu odvijanja prometa.

3.1. Analiza građevinsko-prometnih uvjeta na glavnim cestovnim koridorima

Dvije su glavne prometnice kojima se prometuje u Opatiji. Jedna je državna cesta D66 kojom prolazi tranzitni promet i unutarnjo-vanjski/vanjsko-unutarnji promet što bi značilo da se na njoj očekuje i veći broj teretnih vozila kao i vozila koja su u prolazu (tranzitu) prema drugim mjestima, međutim očekuju se i ostali sudionici u prometu (motorizirani i nemotorizirani). Obzirom da cesta doživljava gornju granicu razine uslužnosti, zbog broja vozila u ljetnim mjesecima potrebna su nova rješenja kako bi prometni sustav u budućnosti bio stabilan. Najvećim dijelom cesta je dvotračna s po jednim trakom u svakom smjeru. Prije značajnijih raskrižja dodani su trakovi za lijeve skretače. Već je spomenuto da se na cesti očekuje nemali broj nemotoriziranih sudionika u prometu. To bi značilo da brzine na toj cesti ne bi trebale prelaziti ograničenja, iako se vozila u većini slučajeva kreću većom brzinom od dopuštene. Na nekim mjestima je pločnik postavljen samo s jedne strane. Sigurnost svih sudionika u prometu jedna je od najvažnijih stvari u prometnom sustavu. Uzevši sve to u obzir, pješačkom prometu se na ovoj cesti mora dati više pažnje, i raznim intervencijama (usporivači prometa, nadzorom brzine, gradnja pločnika...) pokušati voditi nemotorizirani promet sigurno kroz cestu.

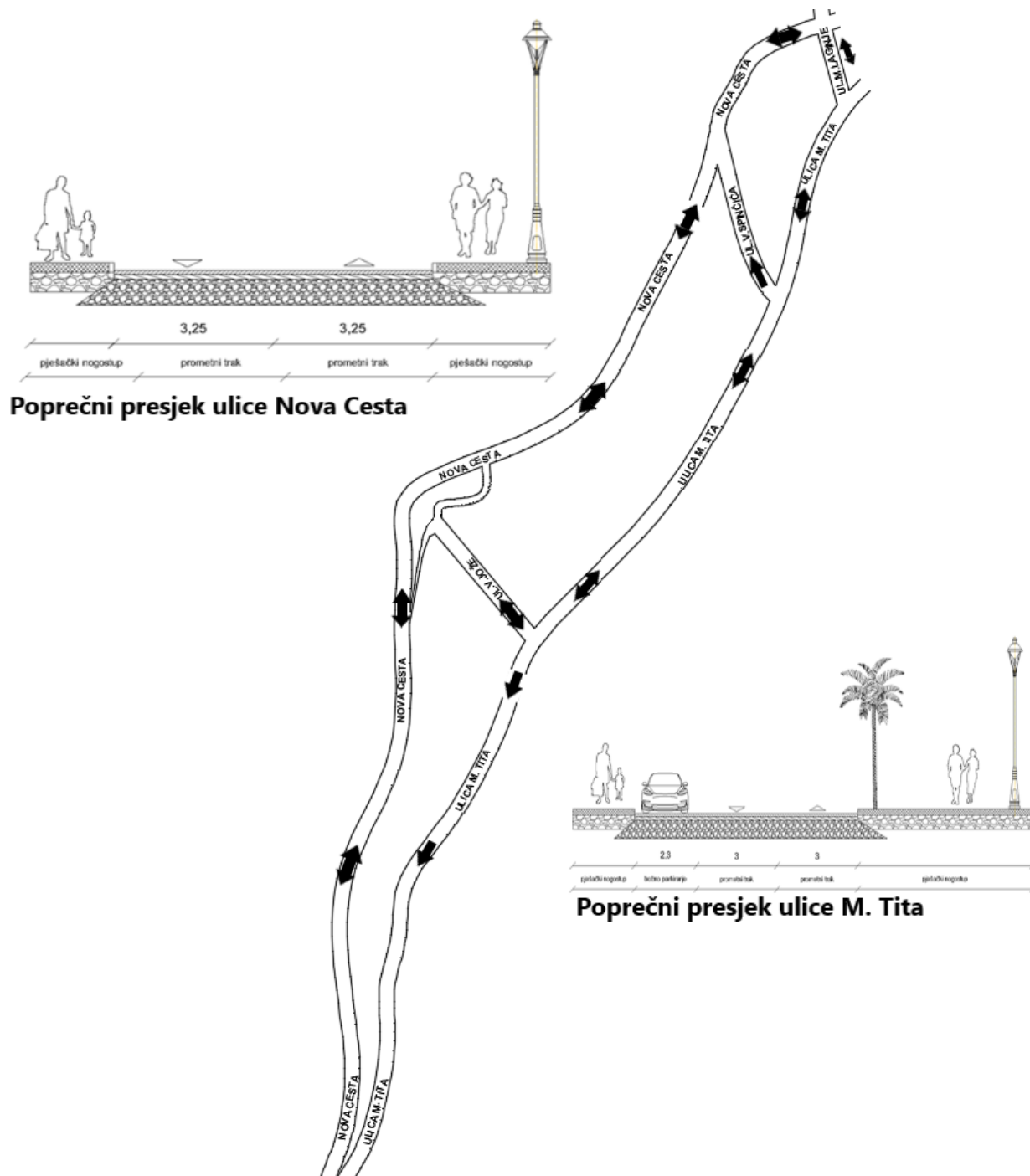
Druga bitna prometnica za odvijanje prometa u centru Opatije je županijska cesta Ž5051 kojom prometuju uglavnom vozila unutarnjo-vanjskog/vanjsko-unutarnjeg prometa, gdje se ne očekuje veliki broj teretnih vozila i također se ne očekuje veliki broj tranzitnih vozila. Cesta je dvotračna s po jednim trakom u svakom smjeru. Zbog velikog broja nemotoriziranih sudionika u prometu (pješaci, biciklisti...) očekuje se uglavnom smireniji promet, mogućnost dužuličnog parkiranja i raskrižja su na malim razmacima. Na ovoj cesti se očekuje još više pješačkog prometa stoga je pažnja na nemotorizirani promet još veća. Očekivano su pješačke površine (pločnici) veće širine. Izvedbom raznih vrsta usporivača i drugih svrsishodnih rješenja treba se pokušati pješački promet učiniti sigurnijim.

Mreža glavnih prometnica u širem centru Opatije prikazana je na Slici 13. Na slici je prikazan položaj ulica (Ulica Maršala Tita i Nova Cesta) koje će se analizirati u ovom radu.



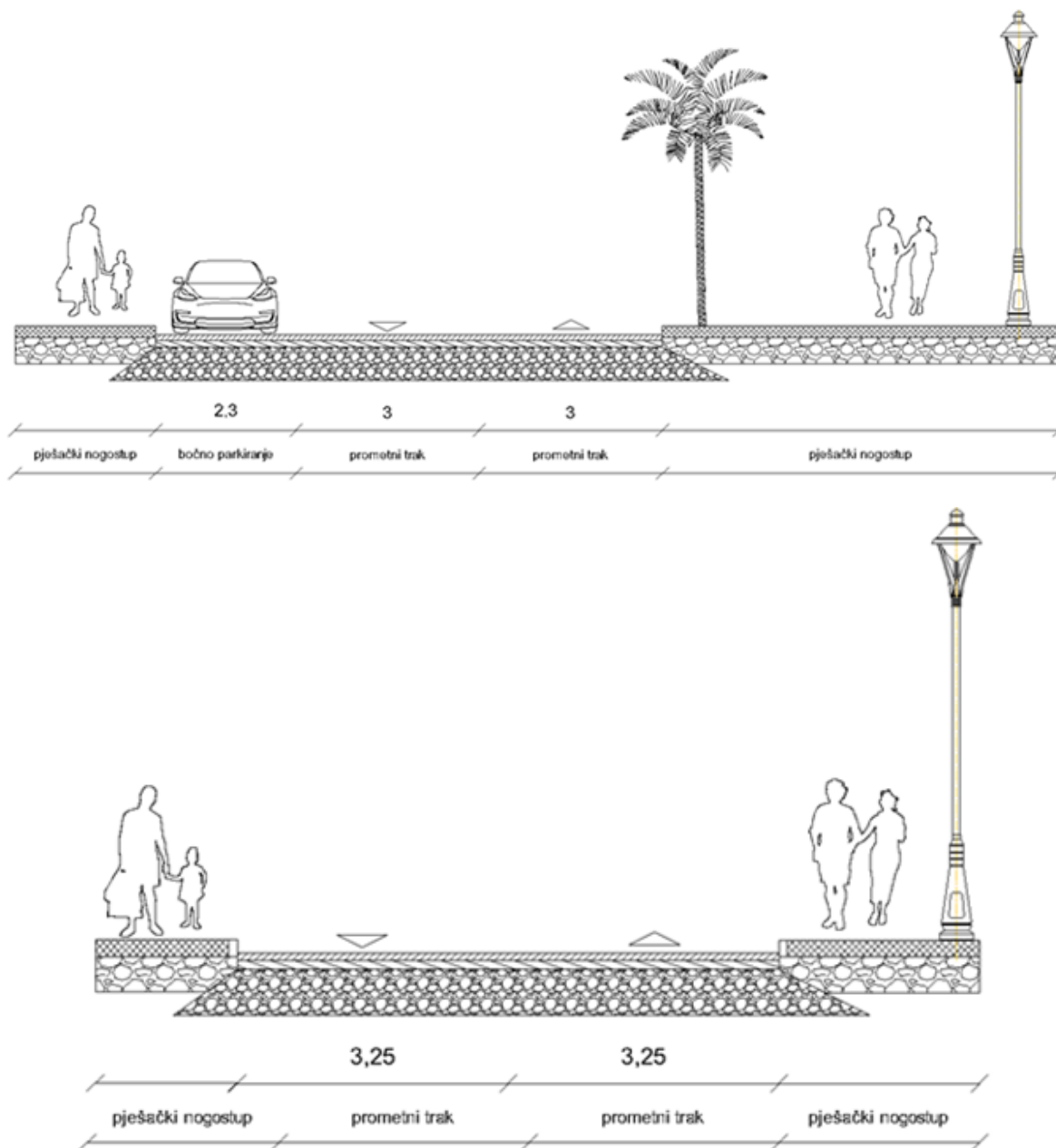
Slika 13: Prikaz prometnica u Opatiji i raskrižja na Novoj Cesti

Na Slici 14. prikazan je režim prometa na glavnim cestama u zoni (jednosmjerni/dvosmjerni promet) i na Slici 15. prikazani su karakteristični poprečni presjeci u Ulici Maršala Tita i u ulici Nova Cesta.



Slika 14: Režim prometa na glavnim ulicama u zoni

Karakteristični poprečni presjeci u Ulici Maršala Tita i Nova Cesta



Slika 15: Karakteristični poprečni presjek u Ulici Maršala Tita (gornja slika) i Nova Cesta (donja slika)

3.2. Analiza raskrižja na Novoj cesti

U nastavku su analizirana raskrižja na Novoj cesti na kojima se očekuje veća količina prometa sa sporednih smjerova.

Raskrižja su sljedeća:

- **Raskrižje Nove ceste, Ulice Matka Laginje i Vraljenske ceste** – semaforizirano četverokrako raskrižje kod trgovačkog centra Spar (ulica Nova Cesta),
- **Raskrižje Nove ceste i Ulice Vjekoslava Spinčića** – nesemaforizirano trokrako raskrižje iznad Tržnice koja se nalazi u ulici Maršala Tita, spoj Ulice Maršala Tita s Novom cestom preko ulice Vjekoslava Spinčića
- **Raskrižje Nove ceste, Ulice Vrutki i Ulice Velog Jože** – nesemaforizirano četverokrako raskrižje iznad Slatine, spoj ulice Maršala Tita s ulicom Nova Cesta preko ulice Velog Jože
- **Raskrižje Nove ceste i Ulice Maršala Tita** – nesemaforizirano trokrako raskrižje, spoj ulice Maršala Tita s ulicom Nova Cesta prema Iki i Lovranu, Punta Kolova.

Položaj raskrižja na Novoj cesti prikazan je prije u tekstu na Slici 13.

Postoje i ostala raskrižja na toj cesti, međutim nisu jako značajna jer na njima nema veće količine prometa sa sporednog smjera. Neka raskrižja koja spajaju Ulicu Maršala Tita sa Novom cestom su spoj preko Ulice Eugena Kumičića i Ulice Joakima Rakovca. Još se može očekivati nešto veći promet prema i iz Ulice Antona Raspora.

Ulica Nova cesta od prvog raskrižja gledajući iz Rijeke, raskrižje Nove ceste, Ulice Matka Laginje i Vraljenske ceste, pa do zadnjeg raskrižja, raskrižje Nove ceste i Ulice Maršala Tita, duljine je oko 3 225 m.

Ulica Maršala Tita je od raskrižja s Ulicom Matka Laginje do raskrižja s Novom cestom duljine oko 2 450 m.

3.3. Raskrižje Nove ceste, Varljenske ceste i Ulice Matka Laginje

Raskrižje Nove ceste, Varljenske ceste i Ulice Matka Laginje, u daljnjem tekstu raskrižje Spar je četverokrako semaforizirano raskrižje. U raskrižju se spajaju ulica Nova Cesta (glavni smjer) te ulice Varljenska cesta i Ulica Matka Laginje (sporedni smjer). Izgled raskrižja sa privozima prikazan je na Slici 16.

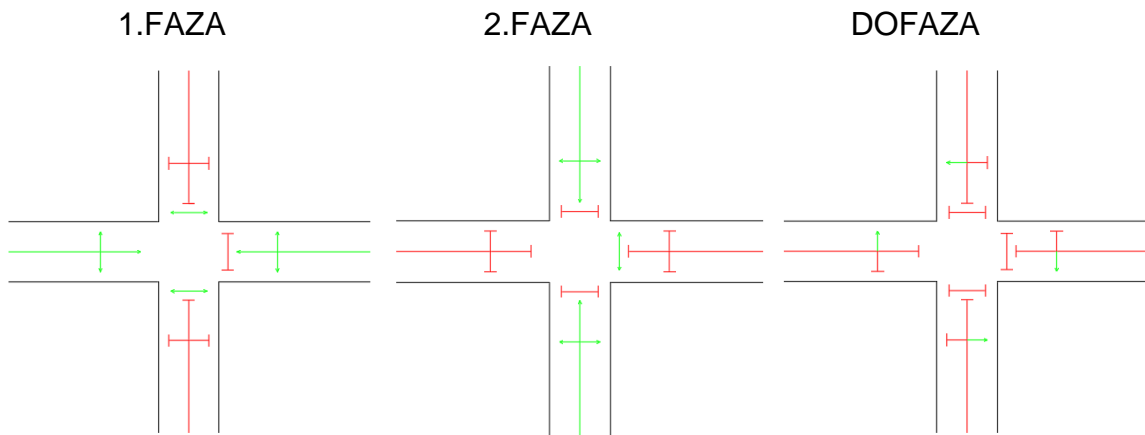


Slika 16: Prikaz raskrižja Spar s privozima

Privoz 1 ima poprečni presjek od tri trake, dvije trake (traka za ravno i desne skretače i traka za lijeve skretače) su za dolazak vozila iz smjera Matulja na raskrižje te jedna traka za odlazak vozila iz područja raskrižja. Privoz 3 ima poprečni presjek kao i privoz 1, dvije trake za dolazak vozila iz smjera Lovrana i jedna traka za odlazak vozila iz raskrižja. Privoz 2 ima poprečni presjek od dvije trake, jedna traka je za dolazak vozila iz smjera Pobri u raskrižje, a druga traka služi za odlazak vozila iz područja raskrižja. Privoz 4 ima poprečni presjek kao privoz 2, jedna traka za dolazak vozila iz centra i jedna traka za odlazak vozila iz raskrižja. Raskrižje je semaforizirano u 2 faze + predfaza. U prvoj fazi je dozvoljen prolazak na glavnom smjeru, u predfazi su dopuštena lijeva skretanja s glavnog smjera i desna skretanja sa sporednog smjera i u drugoj fazi je dozvoljen prolazak vozila iz sporednog smjera. U raskrižju su postavljena tri pješačka prijelaza na privozima 1, 2 i 4 (također su semaforizirana).

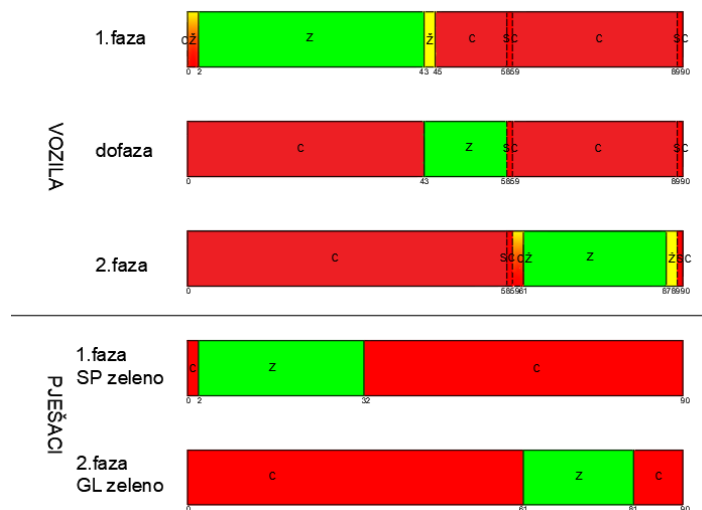
Plan semaforizacije raskrižja Spar

U 1. fazi prolaze vozila s glavnog smjera i pješaci na sporednom smjeru. U dofazi se kreću vozila koja idu lijevo s glavnog smjera i desno sa sporednog smjera. U 2. fazi se kreću vozila sa sporednog smjera i pješaci na glavnom smjeru. Prikaz faza semafora prikazan je na Slici 17.



Slika 17: Prikaz faza semafora u raskrižju Spar

Ciklus semafora je duljine 90 sekundi. Plan faze semafora u vremenu za vozila i pješake s označenim fazama prikazani su na Slici 18.



Slika 18: Plan faza semafora u vremenu

3.4. Raskrižje Nove Ceste i Ulice Vjekoslava Spinčića

Raskrižje Nove Ceste i Ulice Vjekoslava Spinčića, u daljnjem tekstu raskrižje Tržnica je trokrako nesemaforizirano raskrižje. U raskrižju se spajaju ulica Nova Cesta (glavni smjer) i Ulica Vjekoslava Spinčića (sporedni smjer).

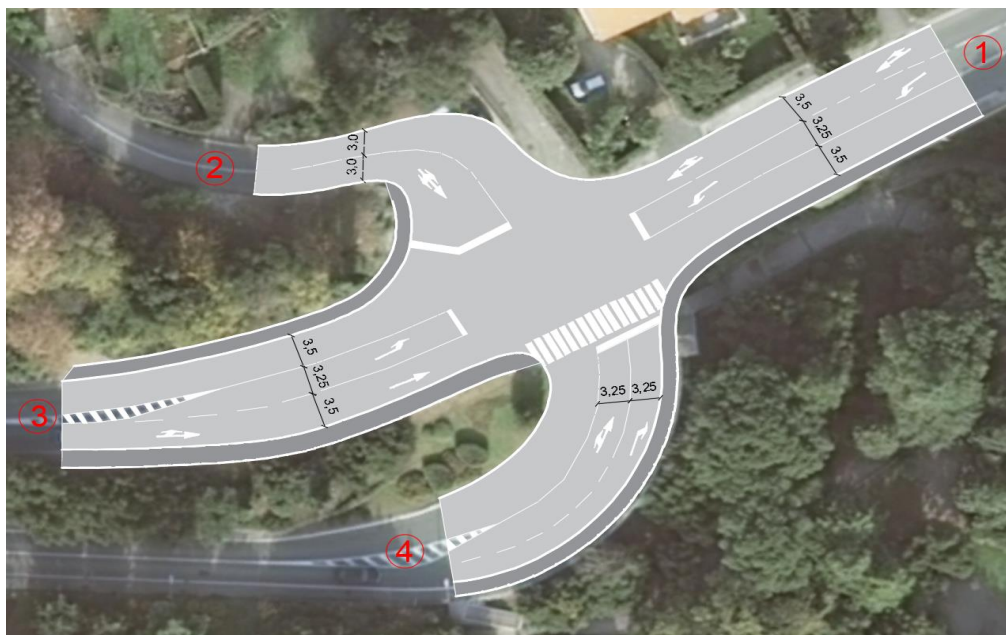


Slika 19: Prikaz raskrižja Tržnica s privozima

Privoz 1 ima poprečni presjek od dvije trake, jedna traka za dolazak vozila iz smjera Matulja u raskrižje i druga traka za odlazak vozila iz raskrižja. Privoz 2 ima poprečni presjek kao i privoz 1, dvije trake za dolazak vozila iz smjera Lovrana i jedna traka za odlazak vozila iz raskrižja. Privoz 3 ima poprečni presjek od jedne jednosmjerne trake za desno skretanje u raskrižju koja služi za dolazak vozila iz smjera centra prema raskrižju. U području raskrižja postoji i odvajanje za Ulicu Emila Bošnjaka, međutim nije izrazito prometna. U raskrižju su postavljena dva pješačka prijelaza na privozima 1 i 3. Izgled raskrižja sa privozima prikazan je na Slici 19.

3.5. Raskrižje Nove Ceste, Ulice Vrutki i Ulice Velog Jože

Raskrižje Nove Ceste, Ulice Vrutki i Ulice Velog Jože, u daljnjem tekstu raskrižje Vrutki, je četverokrako nesemaforizirano raskrižje s desnim izlijevanjem vozila prije raskrižja. U raskrižju se spajaju ulica Nova Cesta (glavni smjer) te ulice Vrutki i Ulica Velog Jože (sporedni smjer). Desno izlijevanje (250 m prije raskrižja) iz smjera Lovrana ide u jednosmjernu ulicu Put Vrutki koja vodi prema centru.



Slika 20: Prikaz raskrižja Vrutki s privozima

Privoz 1 ima poprečni presjek od tri trake, dvije trake (traka za ravno i desne skretače i traka za lijeve skretače) su za dolazak vozila iz smjera Matulja na raskrižje te jedna traka za odlazak vozila iz područja raskrižja. Privoz 3 ima poprečni presjek kao i privoz 1, dvije trake za dolazak vozila iz smjera Lovrana i jedna traka za odlazak vozila iz raskrižja. Privoz 2 ima poprečni presjek od dvije trake, jedna traka je za dolazak vozila iz smjera Šetališta Carmen Sylve u raskrižje, a druga traka služi za odlazak vozila iz područja raskrižja. Privoz 4 ima poprečni presjek od tri trake (traka za lijeve skretače i ravno i traka za desne skretače) su za dolazak vozila iz centra i jedna traka za odlazak vozila iz raskrižja. U raskrižju su postavljena tri pješačka prijelaza na privozima 1,2 i 4. Izgled raskrižja sa privozima prikazan je na Slici 20.

3.6. Raskrižje Nove Ceste i Ulice Maršala Tita

Raskrižje Nove Ceste i Ulice Maršala Tita, u daljnjem tekstu raskrižje Punta Kolova, je trokrako nesemaforizirano raskrižje. U raskrižju se spajaju ulica Nova Cesta (glavni smjer) i Ulica Maršala Tita (sporedni smjer).



Slika 21: Prikaz raskrižja Punta Kolova s privozima

Privoz 1 ima poprečni presjek od dvije trake, jedna traka za dolazak vozila iz smjera Matulja u raskrižje i druga traka za odlazak vozila iz raskrižja. Privoz 2 ima poprečni presjek kao i privoz 1, dvije trake za dolazak vozila iz smjera Lovrana i jedna traka za odlazak vozila iz raskrižja. Privoz 3 ima poprečni presjek od jedne jednosmjerne trake za desno i lijevo skretanje u raskrižju koja vodi vozila iz smjera centra prema raskrižju. U raskrižju je postavljen jedan pješački prijelaz na privozu 1. Problem ovog raskrižja je dolazak vozila iz Ulice Maršala Tita i uključivanje u smjer prema Lovranu. Raskrižje je oblika slova Y i preglednost na raskrižju je jako loša. Izgled raskrižja sa privozima prikazan je na Slici 21.

4. ANALIZA PROMETNIH UVJETA VAN SEZONE I U SEZONI TE PRIJEDLOG UNAPRIJEĐENJA PROMETNOG SUSTAVA

Pošto je Opatija turistička destinacija, u ljetnim mjesecima stvaraju se jako velike gužve na prometnicama u Opatiji i oko nje. Kako bi se više pozornosti dalo smanjenju tog prometnog opterećenja u samom centru Opatije i poticanje korištenja i osiguravanja uvjeta za nemotorizirane vidove prometa, potrebno je unaprjeđenje prometnog sustava u ljetnim mjesecima. 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 te bi se ono izvodilo samo u ljetnim mjesecima na godišnjoj razini, 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) izvede prometna signalizacija s jednosmjernim prometom u smjeru prema Slatini. Zbog nedostatka parkirnih mjesta izvelo bi se parkiranje na obje strane prometnice kako bi se dobilo još potrebnih parkirnih mjesta. Za poticanje korištenja nemotoriziranog oblika prometa na kolniku bi bila traka za mješoviti promet (motorna vozila+bicikli), s ograničenjem brzine za motorna vozila od 30 km/h. Sve te mjere bi bile u cilju smirivanja prometa i smanjenja brzine u samom centru grada, kako bi se pješaci i ostali nemotorizirani sudionici u prometu osjećali ugodnije.

Zbog prijedloga unaprjeđenja Ulice Maršala Tita u izravnoj vezi je i unaprjeđenje ulice Nova Cesta zbog izravnog utjecanja (jednosmjerni promet) jedne ulice na drugu. Vozila koja su u tranzitu sigurno ne bi koristila dužobalni koridor u Ulici Maršala Tita, koja bi se koristila samo za potrebe parkiranja i cijela ulica bi imala smireni promet. Zbog takvog učinka Ulice Maršala Tita, trebalo bi predvidjeti može li Nova cesta podnijeti prometna opterećenja koja su ovakvim intervencijama napravljena i hoće li dolaziti do prevelikog zagušenja prometa na toj cesti. Prijedlog unaprjeđenja Nove

ceste analizirat će se u računalnom programu Vissim kako bi se vidjelo kako će prometni sustav reagirati na prometnici pod raznim prometnim opterećenjima.

Analiza Nove ceste će se provoditi u tri slučaja:

- Postojeće stanje van sezone – Ulica Maršala Tita dvosmjerna, Nova cesta bez intervencija u prometnom sustavu (trenutno postojeće stanje), prema stvarnim prometnim opterećenjima izmjerenim van sezone
- Postojeće stanje u sezoni – Ulica Maršala Tita jednosmjerna, Nova cesta bez intervencija u prometnom sustavu (trenutno postojeće stanje), prema stvarnim opterećenjima izmjerenim u sezoni (ljetni mjeseci)
- Novo rješenje u sezoni – Ulica Maršala Tita jednosmjerna, Nova cesta s intervencijama u prometnom sustavu (semaforizacija raskrižja, pomicanje pješaačkih prijelaza, promjena ciklusa semafora...), prema stvarnim opterećenjima izmjerenim u sezoni (ljetni mjeseci)

Za provjeru prometnih rješenja izradit će se prometni model mikrosimulacija u računalnom programu Vissim, tvrtke PTV Group kako bi se analizirali objektivni pokazatelji funkcioniranja prometne mreže prema stvarnim prometnim opterećenjima.

Rezultati koji će se dobiti su analiza razine uslužnosti, duljina putovanja između dvije točke na mreži, vremensko kašnjenje vozila u odnosu na idealni sustav te duljine kolona vozila.

U nastavku rada prikazati će se analiza moguće sezone (ljetne) organizacije prometa u gradu Opatiji.

U nastavku su prikazani podaci o prometnom opterećenju na Novoj cesti prikupljeni automatskim brojačem prometa te ručnim brojanjem prometa u vršnom satu na raskrižju Spar. Podatci su se prikupljali automatskim brojačima prometa koji su postavljeni na privoze raskrižja te su automatski bilježili u oba smjera.

Prikupljanje podataka o količini prometa, vrsti vozila i brzini vozila provedeno je pomoću brojača prometa Datacollect SDRtraffic+ te jednog statičkog brojanja prometa na raskrižju. Uređaj SDR broji promet preko radarskog senzora na jednoj ili dvije prometne trake na jednosmjernim i dvosmjernim prometnicama. [14].

Brojači su montirani na stupove javne rasvjete ili na prometne znakove. Postavljeni su na visinu veću od 2 metra kako ne bi ometali pješački promet tom dionicom. Izgled brojača je prikazan na Slici 22. te je također prikazan i primjer postavljenog brojača u Opatiji.



Slika 22: Izgled brojača Datacollect SDRtraffic+ i primjer postavljenog brojača u Opatiji

Brojači su povezani na mobilni telefon preko aplikacije DC-SDR preko koje se podatci preuzimaju na telefon i daljnjom obadom na internetskoj stranici alata MyTrafficData [15] dobivaju se razni podatci o prometu na mjerenom mjestu. Podatke koje daje alat su sljedeći:

- količina prometa po prometnim trakama za razna vremenska razdoblja (cijeli dan 0-24h, 0-6h, 6-22h, 7-8h, 16-17h),
- vrste vozila (automobil, kamion i autobus),
- brzina (minimalna, maksimalna, srednja, V15, V50 i V85),
- graf vremenske raspodjele prometa (količina prometa u vremenu)
- histogram brzine – koliko vozila se kreće kojom brzinom

Promatrana trasa gdje se mjerio promet je od trgovačkog centra Spar na istočnoj strani ulice Nova Cesta do raskrižja Punta Kolova na zapadnoj strani ulice Nova Cesta. Analizirana trasa iznosi 3,2 km. Promet se mjerio na 4 raskrižja analizirana u prijašnjem dijelu rada.

Brojači su postavljeni na način da je moguće dobiti prometno opterećenje na svim smjerovima na raskrižju, kao i moguća uključivanja i isključivanja prometa iz promatrane zone. Pošto na Raskrižju Spar nije bilo moguće dobiti podatke o kretanju vozila brojačima prometa Datacollect SDRtraffic+, provedeno je statičko brojanje prometa na raskrižju u popodnevnom vršnom satu kako bi se dobio što vjerniji prikaz kretanja vozila u promatranoj zoni.

Brojači su na svojim postavljenim mjestima bili nekoliko dana, uvjet je bio da se izabere dan gdje su vremenski uvjeti stabilni, bez oborina te da dan mjerenja bude jedan od dana unutar sredine tjedna (utorak, srijeda, četvrtak). Mjerenja su obavljena tijekom mjeseca svibnja 2022. godine (predsezona).

Vršni sat predstavlja najopterećeniji sat u danu prema prometnom opterećenju. Vršni sat u ovome radu određen je preko izlaznih podataka koje daje brojač, tj. preko grafa vremenske raspodjele prometnog opterećenja, kada taj graf pokazuje najveće opterećenje u jednom satu.

Za potrebe analize i organizacije prometa u Opatiji, analiziralo se cjelodnevno (24-satno) opterećenje te analiza vršnog sata (jutarnjeg vršnog sata JVS i popodnevnog vršnog sata PVS).

Prikupljanje podataka o prometnom opterećenju u najopterećenijem dijelu godine, na ljetno, provedeno je u radu Prometno-građevinske studije šire zone Slatine u Opatiji, iz 2021. godine [16]. Brojanje prometa obavljeno je u Ulici Maršala Tita te u korelaciji s provedenim vansezonskim brojenjem prometnog opterećenja predviđena je redistribucija prometnog opterećenja, odnosno pretpostavljene su okvirne slike prometnog opterećenja na Novoj Cesti za vrijeme ljetne sezone kada Ulica Maršala

Tita postaje jednosmjerna te je s pretpostavljenim brojevima provedena analiza sezonskog prometno opterećenja.

Skok prometnog opterećenja u sezoni je očekivan iz razloga što ljeti najviše turista dolazi u Opatiju i/ili prolazi kroz nju. Predmet ovog rada je kako pospješiti prometni sustav u Opatiji pod navedenim sezonskim opterećenjem, tj. kako najbolje utjecati na prometni sustav kako bi isti bio održiv. Tu se govori o ljetnim gužvama, razinama uslužnosti na raskrižjima, protočnosti prometa na njima, o onečišćenju zraka, o buci koju stvaraju vozila, te najbitnije sigurnosti svih sudionika u prometu, motoriziranih, ali i nemotoriziranih (pješaci, biciklisti...). Mjerodavno opterećenje za analiziranje stanja prometnog sustava je sezonsko prometno opterećenje pošto se najviše prometa očekuje u tom dijelu godine.

U daljnjem tekstu prikazati će se prometno opterećenje na analiziranim raskrižjima u vansezonsko i u sezonsko vrijeme te usporediti prometno opterećenje na raskrižjima.

4.1. Analiza prometnog opterećenja na raskrižju Spar

U raskrižju Spar postavljena su 4 brojača kako je prikazano na Slici 23. Na svaki privoz četverokrakog semaforiziranog raskrižja postavljen je po jedan brojač kako bi se dobilo prometno opterećenje na svakom privozu, kompozicija vozila te brzina vozila na svakom od privoza. Pošto ovakvim mjerenjem nije bilo u mogućnosti dobiti smjerove kretanja vozila, obavljeno je statičko brojanje prometa u vršnom satu kako bi se dobilo realna slika kretanja vozila u raskrižju. Mjerodavan dan koji je odabran je bio utorak 10.5.2022. od kuda su se dobili podaci o dnevnom prometu taj dan, i kompoziciji vozila te brzinama koje su ostvarene na raskrižju. Statičko brojanje prometa obavljeno je u popodnevnom vršnom satu od 15:30-16:30 dana 26.5.2022. iz razloga što cjelodnevno mjerenje automatskim brojačem ukazuje da je ovo vremensko razdoblje vršni sat.

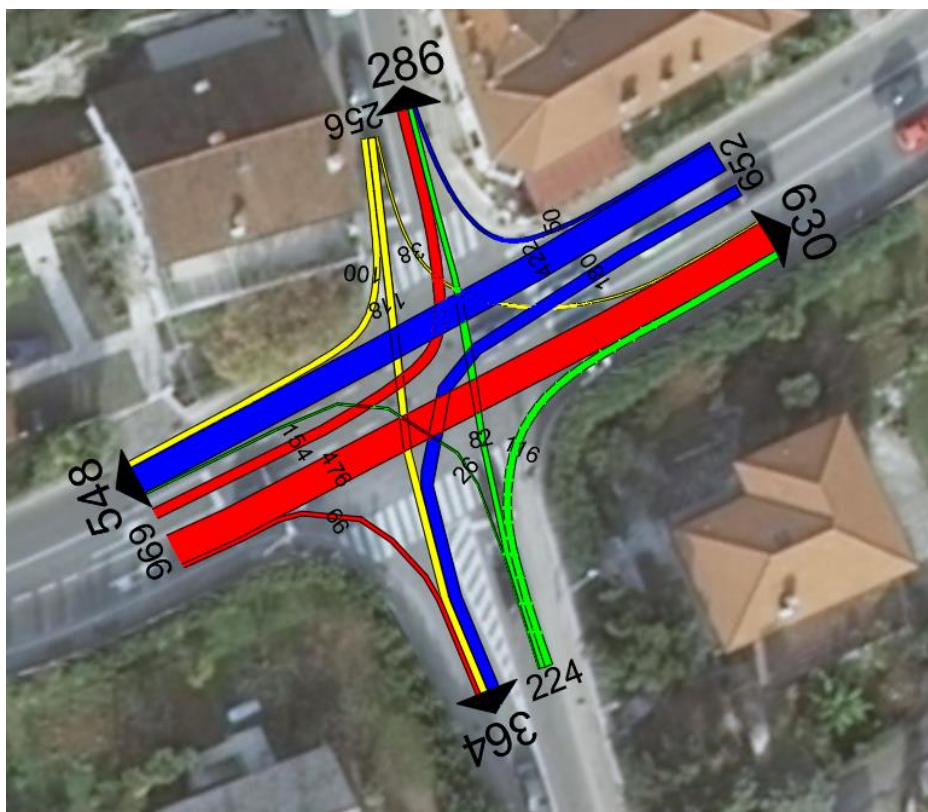
Podaci o količini dnevnog prometa i količini prometa u vršnom satu na raskrižju Spar prikazani su u Tablici 3. Prikaz grafičkog opterećenja raskrižja i smjerovi kretanja vozila u raskrižju u vrijeme vršnog sata prikazani su na Slici 24.



Slika 23: Prikaz mjesta i smjera brojača na raskrižju Spar

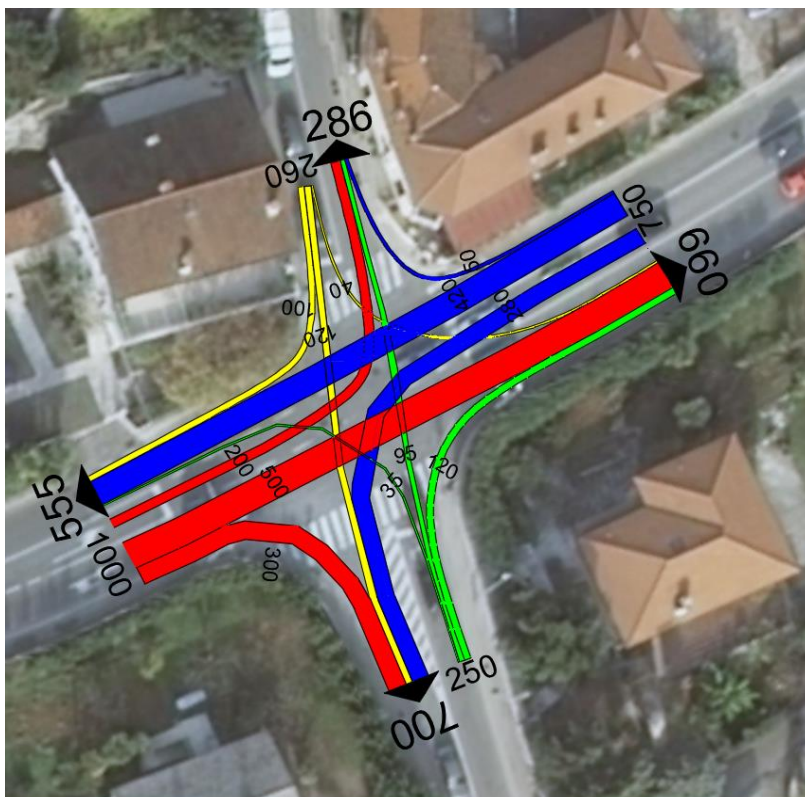
Tablica 3: Prikaz prometnog opterećenja za dnevni promet i vršni sat na raskrižju Spar

Datum	Brojač	Raskrižje	Ulica/mjesto brojača	Dnevni promet (Oncoming) [voz/dan]	Dnevni promet (Outgoing) [voz/dan]	Vršni sat (Oncoming) [voz/sat]	Vršni sat (Outgoing) [voz/sat]
10.5.2022.	4	Raskrižje Spar	Nova Cesta	6232	8834	652	630
	2		Varljenska cesta	3548	2902	256	286
	5		Nova Cesta	8358	5960	696	548
	1		Matka Laginje	2642	4105	224	364



Slika 24: Prikaz grafičkog opterećenja u vršnom satu na raskrižju Spar

Podaci o količini prometa u vršnom satu u sezoni na raskrižju Spar dobiveni su pretpostavkom prometnog opterećenja, odnosno pretpostavkom redistribucije prometa u uvjetima kada Ulica M. Tita postaje jednosmjerna. Brojanje prometa u Ulici Maršala Tita provelo se u „Prometno-građevinske studije šire zone Slatine u Opatiji“ [16] te u korelaciji s tim brojanjem dobiveno je moguće prometno opterećenje na raskrižju Spar. Prikaz pretpostavljenog grafičkog opterećenja raskrižja i smjerovi kretanja vozila u raskrižju u vrijeme vršnog sata prikazani su na Slici 25.



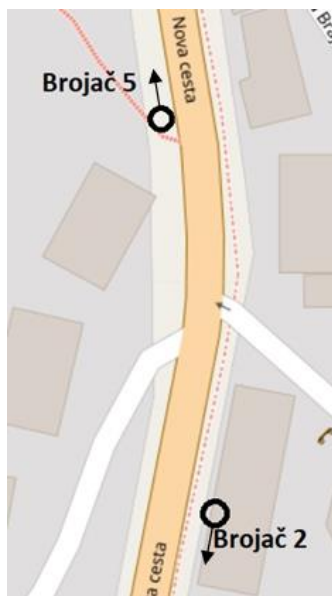
Slika 25: Prikaz pretpostavljenog grafičkog opterećenja u vršnom satu na raskrižju Spar

Razlika u prometnom opterećenju u vršnom satu van sezone i pretpostavljenom prometnom opterećenju u sezoni na raskrižju Spar je poprilično velika. Zbog drugačije organizacije prometa u Ulici Maršala Tita, dolazak iz smjera Lovrana je puno opterećeniji u sezoni, pretpostavka je da u prosjeku i do 30%, kao i desno skretanje prema Ulici Matka Laginje, opterećenije čak 4,5 puta. Također, lijevo skretanje iz smjera Matulja je puno opterećenije nego van sezone, 35% opterećenije,

zbog nemogućnosti dolaska na određena mjesta zbog promjene režima prometa u Ulici Maršala Tita.

4.2. Analiza prometnog opterećenja na raskrižju Tržnica

U raskrižju Tržnica postavljena su 2 brojača kako je prikazano na Slici 26. Na trokrako nesemaforizirano raskrižje postavljeni su brojači na glavnom smjeru, prije i poslije raskrižja, te razlikom prometnog opterećenja na tim privozima dobili su se podaci o trećem privozu i njegovom prometnom opterećenju. Kao mjerodavno prometno opterećenje usvojen je četvrtak 12.5.2022. Dnevno prometno opterećenje, kao i vršni (popodneveni) sat prikazani su u Tablici 4. Prikaz grafičkog opterećenja raskrižja i smjerovi kretanja vozila u raskrižju u vrijeme vršnog sata prikazani su na Slici 27.



Slika 26: Prikaz mjesta i smjera postavljenih brojača na raskrižju Tržnica

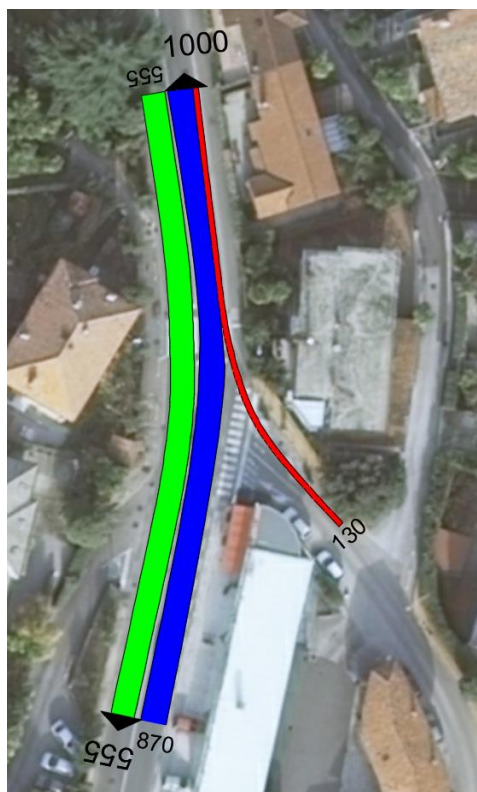
Tablica 4: Prikaz prometnog opterećenja za dnevni promet i vršni sat na raskrižju Tržnica

Datum	Brojač	Raskrižje	Ulica/mjesto brojača	Dnevni promet (Oncoming) [voz/dan]	Dnevni promet (Outgoing) [voz/dan]	Vršni sat (Oncoming) [voz/sat]	Vršni sat (Outgoing) [voz/sat]
12.5.2022.	5	Raskrižje Tržnica	Nova Cesta	9145	6171	548	696
	2		Nova Cesta	8031	6171	586	548
	/		Vjekoslava Spinčića	1114		110	



Slika 27: Prikaz grafičkog opterećenja u vršnom satu na raskrižju Tržnica

Podaci o količini prometa u vršnom satu u sezoni na raskrižju Tržnica dobiveni su pretpostavkom prometnog opterećenja, odnosno pretpostavkom redistribucije prometa u uvjetima kada Ulica M. Tita postaje jednosmjerna. Brojanje prometa u Ulici Maršala Tita provelo se u „Prometno-građevinske studije šire zone Slatine u Opatiji“ [16] te u korelaciji s tim brojanjem dobiveno je moguće prometno opterećenje na raskrižju Tržnica. Prikaz pretpostavljenog grafičkog opterećenja raskrižja i smjerovi kretanja vozila u raskrižju u vrijeme vršnog sata prikazani su na Slici 28.



Slika 28: Prikaz pretpostavljenog grafičkog opterećenja u vršnom satu na raskrižju Tržnica

Razlika u prometnom opterećenju u vršnom satu van sezone i pretpostavljenom prometnom opterećenju u sezoni je osjetna na raskrižju Tržnica. Pretpostavljeno je da veliki broj vozila u sezoni dolazi iz smjera istoka (870 vozila) i onemogućava uključivanje u promet sa sporednog smjera na glavni gdje se onda stvaraju velika zagušenja prometa. Utjecaj na ovo raskrižje ima i sljedeće semaforizirano raskrižje Spar.

4.3. Analiza prometnog opterećenja na raskrižju Vrutki

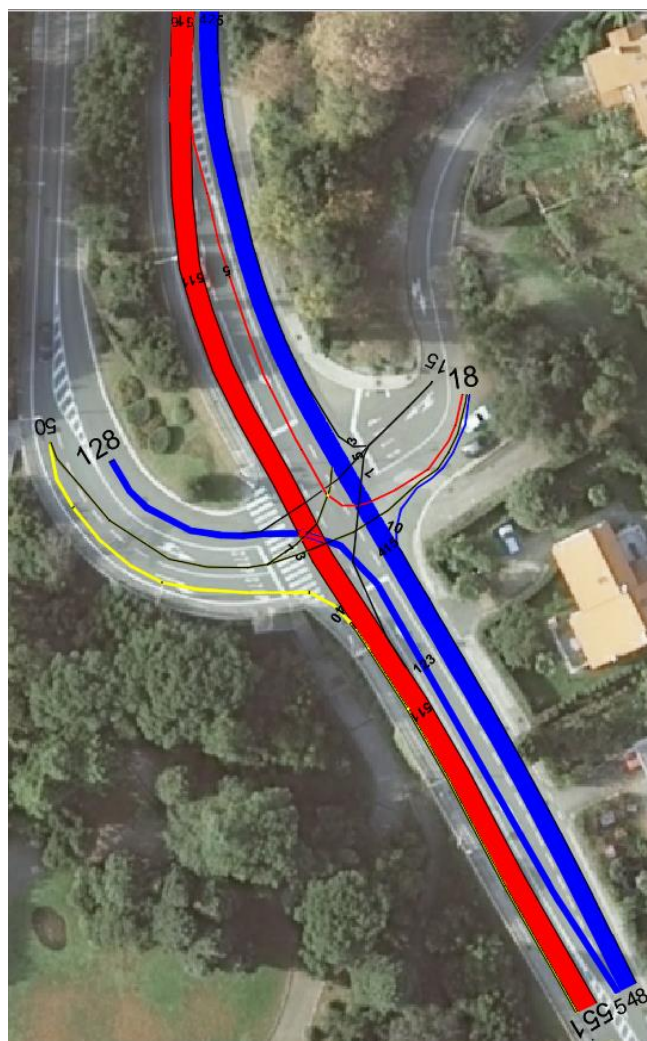
U raskrižju Vrutki postavljena su 4 brojača prometa kako je prikazano na Slici 29. Na četverokrako nesemaforizirano raskrižje postavljena su 3 brojača prometa, dva na glavnom smjeru i jedan na sporednom smjeru iz smjera Slatine (centra Opatije). Na 4 privozu Šetalište Carmen Sylve promet nije intenzivan kao na ostala tri privoza stoga je promet na tom privozu pretpostavljen. Zadnji brojač je postavljen prije raskrižja na mjestu izlivanja vozila iz smjera Lovrana prema Slatini. Razlikom u prometnom opterećenju dobivena su prometna opterećenja i kretanje vozila u raskrižju. Odabrani dan za mjerenje izabran je četvrtak 5.5.2022. Dnevno prometno opterećenje i vršni (jutarnji) sat prikazani su u Tablici 5. Prikaz grafičkog opterećenja raskrižja i smjerovi kretanja vozila u raskrižju u vrijeme vršnog sata prikazani su na Slikama 30.



Slika 29: Prikaz mjesta i smjera postavljenih brojača na raskrižju Vrutki

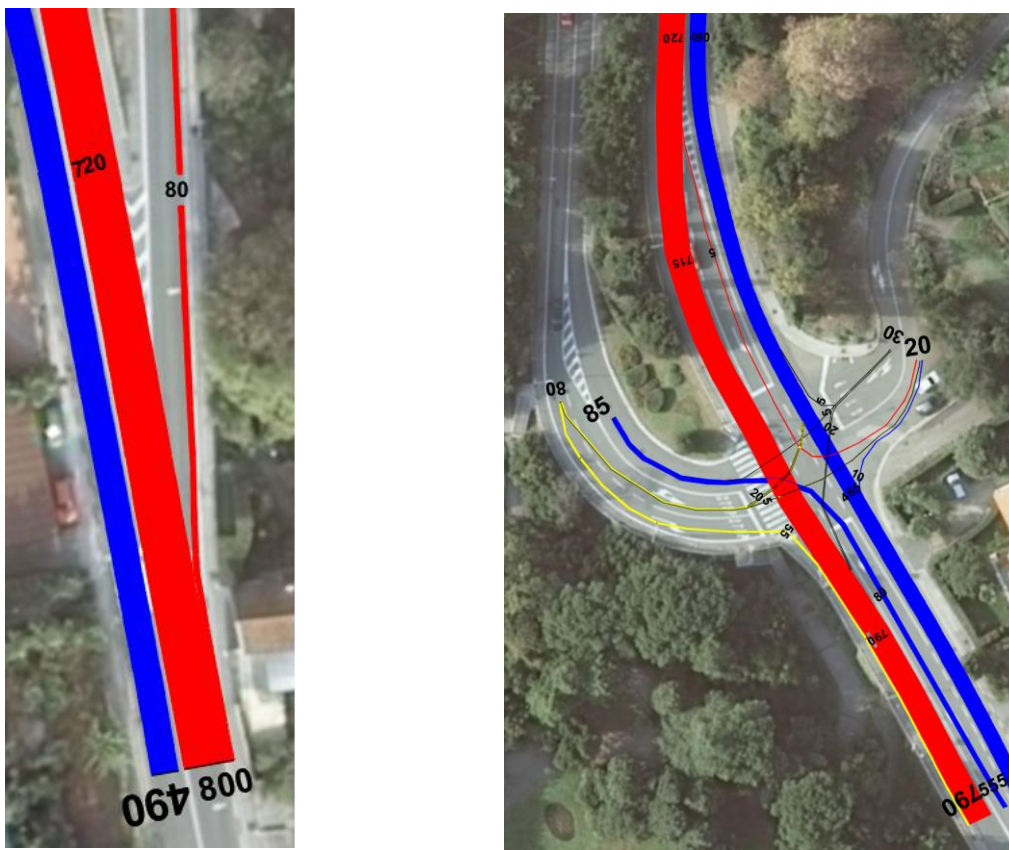
Tablica 5: Prikaz prometnog opterećenja za dnevni promet i vršni sat na raskrižju Vrutki

Datum	Brojač	Raskrižje	Ulica/mjesto brojača	Dnevni promet (Oncoming) [voz/dan]	Dnevni promet (Outgoing) [voz/dan]	Vršni sat (Oncoming) [voz/sat]	Vršni sat (Outgoing) [voz/sat]
5.5.2022.	4	Raskrižje Vrutki	Nova Cesta	5963	7362	548	551
	1		Velog Jože	600	1204	50	128
	2		Nova Cesta	6762	4466	516	425
	5		Nova Cesta	10448	4755	746	425



Slika 30: Prikaz grafičkog opterećenja u vršnom satu na raskrižju Vrutki

Podaci o količini prometa u vršnom satu u sezoni na raskrižju Vrutki dobiveni su pretpostavkom prometnog opterećenja, odnosno pretpostavkom redistribucije prometa u uvjetima kada Ulica M. Tita postaje jednosmjerna. Brojanje prometa u Ulici Maršala Tita provelo se u „Prometno-građevinske studije šire zone Slatine u Opatiji“ [16] te u korelaciji s tim brojanjem dobiveno je moguće prometno opterećenje na raskrižju Vrutki. Prikaz pretpostavljenog grafičkog opterećenja raskrižja i smjerovi kretanja vozila u raskrižju u vrijeme vršnog sata prikazani su na Slici 31.



Slika 31: Prikaz pretpostavljenog grafičkog opterećenja u vršnom satu na raskrižju Vrutki

Zbog drugačije organizacije prometa u Ulici Maršala Tita, drugačija je raspodjela prometa na Novoj Cesti. Smanjio se broj vozila iz smjera istoka koji se izljevaju prema centru Opatije, i to s 230 vozila na 80 vozila, 3 puta manje. Ta vozila nastavljaju vožnju Novom Cestom zbog nemogućnosti dolaska u Ulicu Maršala Tita. Broj vozila koji prometuju glavnim smjerom povećao se za 30%, što otežava

uključivanje vozila sa sporednog smjera, kojih je u odnosu na glavni smjer puno manje.

4.4. Analiza prometnog opterećenja na raskrižju Punta Kolova

U raskrižju Punta Kolova postavljena su 2 brojača prometa kako je prikazano na Slici 32. Na trokrakom nesemaforiziranom raskrižju postavljeni su brojači na glavnom smjeru, prije i poslije raskrižja, te razlikom prometnog opterećenja na tim privozima dobili su se podaci o trećem privozu i njegovom prometnom opterećenju. Nakon neuspjelog prvog mjerenja zbog baterije brojača, drugo uspješno mjerenje prometa obavljeno je u utorak 24.5.2022. Dnevno prometno opterećenje, kao i vršni (popodnevi) sat prikazani su u Tablici 6. Prikaz grafičkog opterećenja raskrižja i smjerovi kretanja vozila u raskrižju za vrijeme vršnog sata prikazani su na Slici 33.



Slika 32: Prikaz mjesta i smjera postavljenih brojača na raskrižju Punta Kolova

Tablica 6: Prikaz prometnog opterećenja za dnevni promet i vršni sat na raskrižju Punta

Kolova

Datum	Brojač	Raskrižje	Ulica/mjesto brojača	Dnevni promet (Oncoming) [voz/dan]	Dnevni promet (Outgoing) [voz/dan]
24.5.2022.	5	Raskrižje Punta Kolova	Nova Cesta	5042	9667
	4		Nova Cesta	7800	7450

Vršni sat (Oncoming) [voz/sat]	Vršni sat (Outgoing) [voz/sat]
425	620
491	589



Slika 33: Prikaz grafičkog opterećenja u vršnom satu na raskrižju Punta Kolova

Podaci o količini prometa u vršnom satu u sezoni na raskrižju Punta Kolova dobiveni su pretpostavkom prometnog opterećenja, odnosno pretpostavkom redistribucije prometa u uvjetima kada Ulica M. Tita postaje jednosmjerna. Brojanje prometa u Ulici Maršala Tita provelo se u „Prometno-građevinske studije šire zone Slatine u Opatiji“ [16] te u korelaciji s tim brojanjem dobiveno je moguće prometno opterećenje na raskrižju Punta Kolova. Prikaz pretpostavljenog grafičkog opterećenja raskrižja i smjerovi kretanja vozila u raskrižju u vrijeme vršnog sata prikazani su na Slici 34.



Slika 34: Prikaz grafičkog opterećenja u vršnom satu na raskrižju Punta Kolova u sezoni

Razlika u prometnom opterećenju van sezone i pretpostavljeno prometno opterećenje u sezoni na glavnom smjeru nije značajna, međutim na sporednom smjeru u sezoni se prometno opterećenje povećalo za 100-injak vozila, što je postotno 25% više vozila se očekuje sa sporednog smjera, što loše utječe na protočnost samog raskrižja i nemogućnost uključivanja velikog broja vozila sa sporednog smjera na glavni.

Prema planu promjene režima u Ulici Maršala Tita, kojim ona postaje jednosmjerna, dio prometa mora preuzeti Nova Cesta. Uspoređujući vansezonsko (postojeće) prometno opterećenje i pretpostavljeno sezonsko prometno opterećenje do kojeg bi dolazilo kada bi došlo do spomenute promjene režima prometa, veliki broj vozila prometovao bi Novom Cestom. Kako je prikazano u rezultatima prometnog opterećenja, pretpostavljeno sezonsko prometno opterećenje u vršnom satu je puno opterećenije od vansezonskog prometnog opterećenja.

Zaključak je da Nova Cesta prema dnevnom prometu van sezone ima veliku opterećenost. Prema brojačima, PDGP u tom periodu je 15000 vozila, što je izrazito velika brojka. To znači da je PDLP još veći, što nam govore rezultati prometnog opterećenja, što ovu cestu svrstava u najviše kategorije prema prometnom opterećenju.

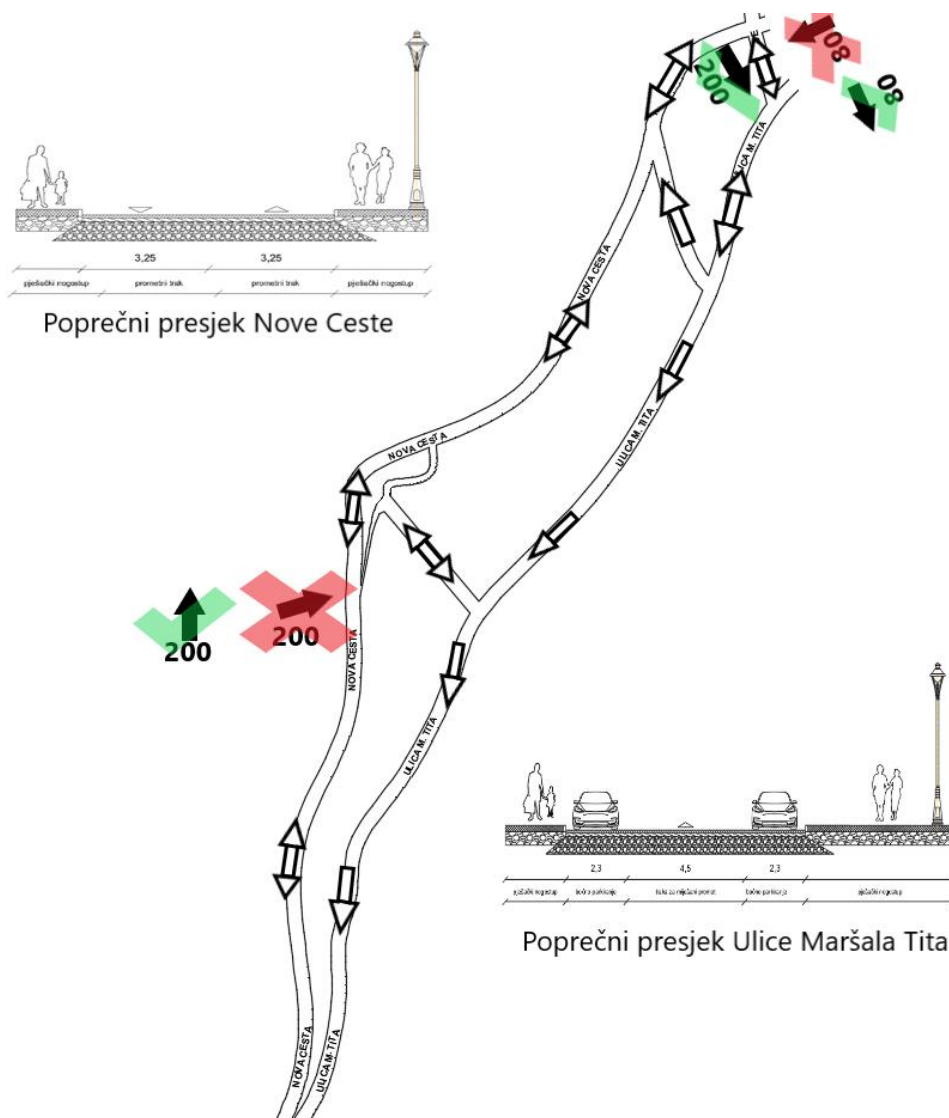
Također, vršni sat nije pretjerano izražen u ovoj ulici, već se promet odvija duž cijelog dana. Graf raspodjele vremenske prometa nema izražen vrh gdje je vršni sat već se promet odvija tijekom cijelog dana.

4.5. Prijedlog unaprjeđenja prometnog sustava u ljetnim mjesecima

U Ulici Maršala Tita se predlaže promjena režima odvijanja prometa tijekom ljetnih mjeseci te bi ona novim režimom postala jednosmjerna, u smjeru sjeveroistok-jugozapad. Dosadašnji promet u drugom smjeru trebao bi se preseliti na Novu Cestu. Očekivano je povećanje opterećenja u smjeru od raskrižja Punta Kolova pa sve do raskrižja Spar baš iz razloga što Ulica Maršala Tita postaje jednosmjerna. Uostalom, sezonsko prometno opterećenje u odnosu na vansezonsko je samo po sebi veće iz razloga što više ljudi dolazi u Opatiju ljeti nego zimi.

Neka od raskrižja na Novoj cesti moraju podnesti veća prometna opterećenja, primjerice vozila iz smjera Lovrana koja bi skrenula na raskrižju Vrutki prema centru grada, zbog drugačije organizacije prometa u Ulici Maršala Tita, to skretanje će biti odgođeno sve do raskrižja Spar, te razlika od oko 200 vozila dodat će se na desno skretanje iz privoza od Lovrana. Također, vozila koja će promijeniti rutu kretanja su

vozila iz smjera Matulja koja bi skretala na raskrižju Vrutki lijevo, zbog nove organizacije prometa ta vozila, njih 80, će skrenuti prije, već na raskrižju Spar. Shematski prikaz raspodjele prometa na Novoj Cesti i režim prometa (jednosmjerni/dvosmjerni) prikazan je na Slici 35.



Slika 35: Shematski prikaz preraspodjele prometa na Novoj Cesti

Najveća promjena prometnog opterećenja je na raskrižju Spar gdje će se za normalno funkcioniranje morati uvesti neke intervencije u prometnom sustavu kako bi isti ostao održiv i kako se ne bi stvarale velike gužve. Najveće smanjenje opterećenja događa se na raskrižju Vrutki gdje veliki broj vozila koja skreću prema Slatini nastavljaju svoje putovanje Novom Cestom.

5. PROVJERA PRIJEDLOGA UNAPRIJEĐENJA VOĐENJA PROMETA U LJETNIM MJESECIMA IZRADOM MODELA PROMETNE MIKROSIMULACIJE

U cilju unaprjeđenja uvjeta odvijanja prometa u Ulici Maršala Tita analizirana je sezonska mogućnost organizacije prometa gdje bi Ulica Maršala Tita postala jednosmjerna ulica, a prometno opterećenje bi se dijelom preselilo u Ulicu Nova Cesta. Rješenja na Novoj Cesti provjerena su računalnim programom za prometne mikrosimulacije Vissim.

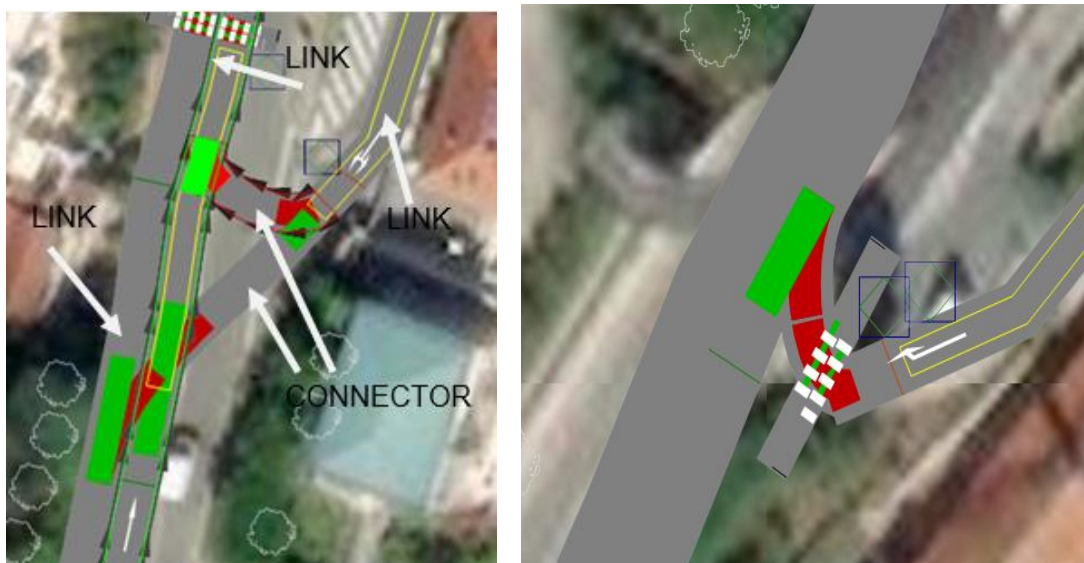
5.1. Računalni program VISSIM

Usljed povećanja stupnja motorizacije te broja putovanja po osobi nastala je i potreba za što boljim evaluacijama prometnih rješenja za unaprjeđenje prometnog sustava u cijelosti. Danas su razvijeni mikrosimulacijski modeli koji mogu obrađivati i više od sto kilometara mreže s više od dvjesto raskrižja i deset tisuća vozila. Većina tih modela je prilagodljiva i omogućuje kalibraciju, što znači da se dobiveni rezultati provjeravaju u realnosti kako bi se dobili što precizniji rezultati. Postoje razni modeli za ocjenu učinkovitosti i unaprjeđenje prometnih sustava. Modeli mogu biti empirijski, analitički i simulacijski. Prva dva, empirijski i analitički su determinističke naravi, odnosno za sve unesene ulazne podatke uvijek daju iste izlazne podatke, tj. rezultat. Treći navedeni, simulacijski model je kvazistohastičke naravi, to znači da za iste ulazne podatke, preko slučajnih varijabli, rezultati modela daju različite izlazne podatke za različite vrijednosti generatora slučajnih brojeva. Imajući u vidu da u struci i znanosti svaki eksperiment mora biti ponovljiv, za iste vrijednosti generatora slučajnih brojeva dobiju se iste vrijednosti prometnih pokazatelja. Iz tog razloga se za iste ulazne podatke radi više simulacija sa različitim vrijednostima generatora slučajnih brojeva, jer se na taj način analizira više prometnih scenarija i model se približava stohastičkoj prirodi prometnog sustava. [17]

Programski alat koji radi na principu simulacijskog modela stohastičke naravi jest Vissim. Ujedno i jedan od najrazvijenijih programskih alata u području mikrosimulacija prometa i koristi se u cijelom svijetu. Proizvođač Vissima je tvrtka PTV koji razvija

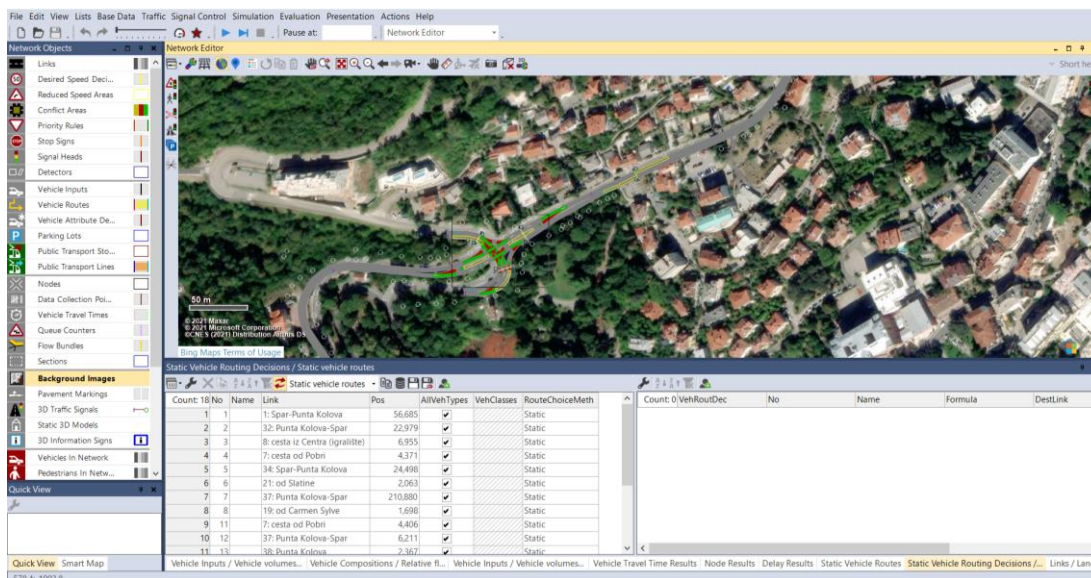
simulacije za sve vidove prometa (Visum – makrosimulacija gradske mreže...). Vissim je softver za simulaciju prometa pomoću kojeg se može stvoriti uravnoteženi ekosustav mobilnosti, odnosno smanjenje gužve i emisija. Također, pomaže optimizirati prometna rješenja prije nego li se implementiraju, čime se štedi na nepotrebnim troškovima prilikom izgradnje i minimiziraju rizici. Obično postoji nekoliko rješenja za poboljšanje kvalitete prometnih sustava, stoga ih je bitno usporediti i odabrati najbolji. Upotrebom Vissima se na neki način eksperimentira različitim mogućnostima prometnih situacija, u različitim uvjetima i interakcijama s ostalim sudionicima u prometu. [18]

Rad u programskom alatu Vissim je izuzetno jednostavan. U Vissimu se mogu modelirati modeli za sve oblike prometa (vozila, JGP, pješaci, biciklisti...). U Vissimu se modelira na način da se izabere podloga (slika ili karta) ili se ne koristi podloga. Sljedeća stavka je crtanje infrastrukture koja uključuje crtanje prometnih traka (linkova) koji se spajaju priključcima (connector). Prikaz osnovnih dijelova za modeliranje, linkova i connectora je na Slici 36. Zatim se unosi prometno opterećenje i određuju karakteristike vozila i prometnog toka (Vehicle Inputs i Vehicle Compositions). U zadnjem koraku se unosi kontrola prometa, tj. obilježja raskrižja, pravila prednosti, semaforizacija i sl. Rješavanje konfliktnih područja prikazano je na Slici 36.



Slika 36: Prikaz linkova i connectora u Vissimu (lijeva slika) i prikaz rješavanja konfliktnih područja (desna slika)

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. Prikaz grafičkog dijela može se prikazivati u 2D ili 3D animacijama što je izvrstan način za prikazivanje i predstavljanje modela u javnosti. Izgled ispisa rezultata (grafičkog i numeričkog), tj. sučelje Vissima pri ispisu rezultata prikazano je na Slici 37.



Slika 37: Programsko sučelje Vissima pri simulaciji i ispisu rezultata

Rezultati se dobivaju na način da se postave postavke koje će dati rezultate koji će što bolje opisivati ponašanje sudionika u prometu. Pošto je Vissim stohastički program, a to znači da za iste ulazne podatke ne daje iste rezultate za različite vrijednosti generatora slučajnih brojeva, potrebno je napraviti što više iteracija (ponavljanja simulacije) kako bi se dobila što bolja slika funkcioniranja prometnog sustava. Minimalan broj iteracija koje se moraju napraviti u praksi jest deset iteracija za dobru sliku stanja u promatranj mreži. Od tih deset iteracija uzima se srednja vrijednost (Average) dobivenih rezultata koja je reprezentativna. Ukoliko je nešto krivo postavljeno u modelu, Vissim će nakon obavljene simulacije izbaciti grešku za koju se mora pronaći rješenje kako bi model bio ispravan. [20]

Jedna od bitnijih stvari su ulazni podaci te isti moraju biti pravilno uneseni, a za to će pomoći gledanje simulacije i utvrđivanje njezine točnosti. U programskom alatu postoji opcija Quick Mode koja kada je uključena simulacija se provodi puno brže od

simulacija bez Quick Mode-a. Bitno je jedan dio simulacije odgledati kako bi se eventualno uvidjele pogreške i nedostatci u modelu.

5.2. Izrada prometnog modela – Nova Cesta

U mikrosimulacijskom programu VISSIM provjereno je funkcioniranje prometnog sustava Nove Ceste pri vansezonskom i sezonskom prometnom opterećenju, te funkcioniranje prometnog sustava kada bi se uveli neki novi elementi u prometni sustav Nove Ceste. Cilj istraživanja je provjeriti da je sezonskim prometnim opterećenjem u odnosu na vansezonsko prometno opterećenje razina uslužnosti u padu, tj. da je protočnost prometa slabija u sezoni mjesecima u odnosu na protočnost prometa vansezone. Također, cilj je uvođenjem novih rješenja provjeriti što se događa s prometnim sustavom, tj. daje li sustav s predloženim rješenjima bolju razinu uslužnosti, da se tim programskim alatom provjeri da su intervencije u prometu pridonijele uspješnijem prometnom sustavu u odnosu na stanje prije novih rješenja.

U Vissimu je najprije izrađen i provjeren model postojećeg stanja prometnog sustava i funkcioniranje istog u vansezonsko vrijeme i u vrijeme sezone.

Koraci u izradi modela bili su sljedeći:

- Crtanje mreže prometnice Nove ceste preko podloge, tj. karte svijeta koju podržava program (korištenje linkova i konektora za crtanje mreže);
- Uneseno stvarno prometno opterećenje i kompozicija vozila unutar modela;
- Određeni smjerovi kretanja vozila unutar mreže;
- Određeni načini kontrole prometa, pravila prednosti i semaforizacije ukoliko ona postoji
- Dodavanje 3D oblika za bolju prezentaciju modela javnosti.

Postavke za rezultate su postavljene tako da simulacija provede deset iteracija, tj. da se provede deset simulacija u trajanju 60 minuta s vršnim prometnim opterećenjem kako bi se vidjelo kakvo je stanje prometnog sustava u trenucima vršnog sata. Od rezultata deset iteracija uzete su srednje vrijednosti koje predstavljaju reprezentativan rezultat.

Između raskrižja događa se kolebanje prometnog opterećenja, tj. neka vozila ostaju u dijelu promatrane mreže dok druga vozila ulaze u dio promatrane mreže. Stoga se u moraju nadodati neka raskrižja za ulijevanje i izlivanje prometa kako bi se broj vozila koji dolaze na navedena raskrižja realno prikazao, tj. da ne dolazi manji ili veći broj vozila na raskrižje nego što je zapravo. Tako se na Novoj Cesti između raskrižja Punta Kolova i raskrižja Vrutki dodalo 126 vozila u smjeru Matulja, tj. vozila koja dolaze iz ulice Joakima Rakovca. Između raskrižja Vrutki i raskrižja Tržnica, iz Ulice Eugena Kumičića koje se spaja na Novu Cestu dodano je prometno opterećenje od 35 vozila u smjeru Matulja kako bi u modelu na raskrižje Tržnica i raskrižje Spar došao dovoljan broj vozila kao što je zabilježeno brojačima prometa.

Kao i pri dodavanju vansezonskog prometnog opterećenja, u modelu koji se će kasnije navesti, da bi se izbalansirale brojke predviđene za pojavljivanje na raskrižjima treba dodati poneka prometna opterećenja na područjima između raskrižja. Na dva mjesta se dodaju opterećenja, a to su: spoj Ulice Eugena Kumičića s Novom Cestom, između raskrižja Vrutki i raskrižja Tržnica, gdje je prometno opterećenje jednako 80 vozila i spoj Ulice Joakima Rakovca s Novom Cestom, između raskrižja Punta Kolova i raskrižja Vrutki gdje je prometno opterećenje jednako 50 vozila.

Prikaz raskrižja u modelu u programskom alatu Vissim prikazan je na Slikama 38 i 39.



Slika 38: Prikaz modela raskrižja Spar u programskom alatu Vissim



Slika 39: Prikaz modela raskrižja Vrutki (lijevo) i Punta Kolova (desno) u programskom alatu Vissim

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

- Razina uslužnosti na raskrižju (**Level Of Service**) – razina uslužnosti je odnos kapaciteta raskrižja (opterećenja kojeg raskrižje može podnijeti) i stvarnog opterećenja, izražava se razinama od A do F, gdje je A razina najbolja, a F najlošija
- Vremenska duljina putovanja (**Travel time**) [s] – ukupno 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] – stvarno kašnjenje vozila u mreži u odnosu na idealno stanje u mreži
- Prosječna duljina reda čekanja (**Qlen**) [m] – prosječna duljina kolone vozila ispred raskrižja
- Maksimalna duljina reda čekanja (**Qlenmax**) [m] – maksimalna duljina kolone vozila ispred raskrižja

5.3. Analiza rezultata prometnih mikrosimulacija

U nastavku su prikazani rezultati prometnih mikrosimulacija za 3 slučaja :

- Vansezonsko prometno opterećenje – postojeće stanje
- Sezonsko prometno opterećenje – postojeće stanje
- Sezonsko prometno opterećenje – novo rješenje

Razina uslužnosti na raskrižjima

Razina uslužnosti (eng. LOS – level of service) je kvantitativna mjera kojom se opisuju uvjeti u raskrižju. Razina uslužnosti predstavlja omjer kapaciteta i stvarnog opterećenja raskrižja. Kapacitet je sposobnost raskrižja da prihvati prometno opterećenje koje se na njemu pojavljuje. Povezana je uz prosječna zakašnjenja, tj. čekanja na raskrižju. Čekanja na raskrižju izražavaju se u sekundama te prema vremenskim gubitcima po vozilu određuje se razina uslužnosti. [21]

Razina uslužnosti ima šest razina od A do F. Razina uslužnosti A predstavlja najbolje uvjete za vozilo u raskrižju, bez čekanja većeg od 5 sekundi, dok razina uslužnosti F predstavlja najlošije uvjete za vozilo u raskrižju, pokazuje čekanje veće od 60 sekundi na raskrižju. U Tablici 7. su prikazani vremenski gubici za različite razine uslužnosti A do F.

Tablica 7: Prikaz razina uslužnosti i vremenskih gubitaka za svaki razinu [21]

Razina uslužnosti	Vremenski gubici po vozilu /s/
A	< 5
B	5 – 15
C	15 – 25
D	25 – 40
E	40 – 60
F	> 60

5.3.1. Analiza razine uslužnosti na raskrižju Spar – vanezonsko i sezonsko prometno opterećenje

Prema vanezonskom prometnom opterećenju razina uslužnosti na raskrižju Spar je dobivena iz računalnog programa VISSIM i ona za cijelo raskrižje iznosi C.

Prema sezonskom prometnom opterećenju razina uslužnosti na raskrižju Spar je dobivena iz računalnog programa VISSIM i ona za cijelo raskrižje iznosi D.

VISSIM je izračunao i razine uslužnosti za svaki privoz i za svako skretanje kako je prikazano na Slici 38. i u Tablici 8.



Slika 40: Razine uslužnosti za sve privoze i kretanja na raskrižju Spar prema vanezonskom (lijevo) i sezonskom (desno) prometnom opterećenju

Tablica 8: Razine uslužnosti po privozima za raskrižje Spar

Privoz	raskrižje Spar	
	Vanezonsko prometno opterećenje	Sezonsko prometno opterećenje
1-2	B	D
1-3	B	D
1-4	C	E
2-3	C	C
2-4	C	C
2-1	C	C
3-4	C	D
3-1	C	D
3-2	C	D
4-1	C	C
4-2	C	C
4-3	C	C

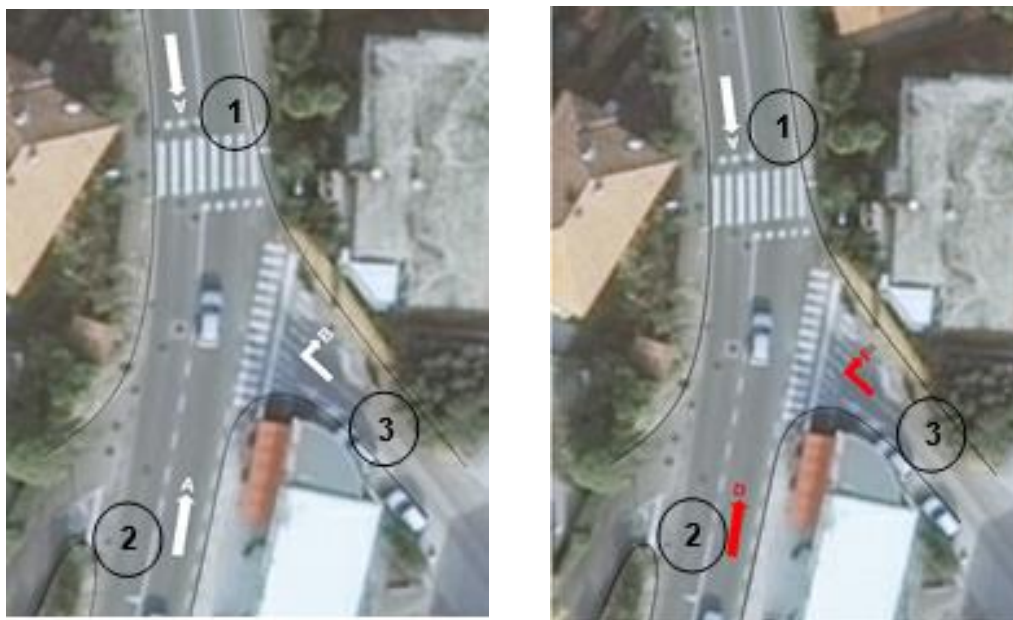
Uspoređujući sezonsko i vanezonsko prometno opterećenje i razinu uslužnosti na raskrižju Spar na sporednom smjeru nije došlo do promjena u razini uslužnosti, ali na glavnom smjeru se razina uslužnosti pogoršala kako je prikazano na Slici 38. i u Tablici 12. Smjerovi kojima se razina uslužnosti pogoršala su obojani crvenom bojom. Bilo je i za očekivati da se razina uslužnosti na raskrižjima biti u padu iz razloga što je prometno opterećenje u sezoni puno veće od opterećenja van sezone.

5.3.2. Analiza razine uslužnosti na raskrižju Tržnica – vanezonsko i sezonsko prometno opterećenje

Prema vanezonskom prometnom opterećenju razina uslužnosti na raskrižju Tržnica je dobivena iz računalnog programa VISSIM i ona za cijelo raskrižje iznosi A.

Prema sezonskom prometnom opterećenju razina uslužnosti na raskrižju Tržnica je dobivena iz računalnog programa VISSIM i ona za cijelo raskrižje iznosi D.

VISSIM je izračunao i razine uslužnosti za svaki privoz i za svako skretanje kako je prikazano na Slici 39. i u Tablici 9.



Slika 41: Razine uslužnosti za sve prilaze i kretanja na raskrižju Tržnica prema vanezonskom (lijevo) i sezonskom (desno) prometnom opterećenju

Tablica 9: Razine uslužnosti po privozima za raskrižje Tržnica

raskrižje Tržnica		
Privoz	Vansezonsko prometno opterećenje	Sezonsko prometno opterećenje
1-2	A	A
2-1	A	D
3-1	B	F

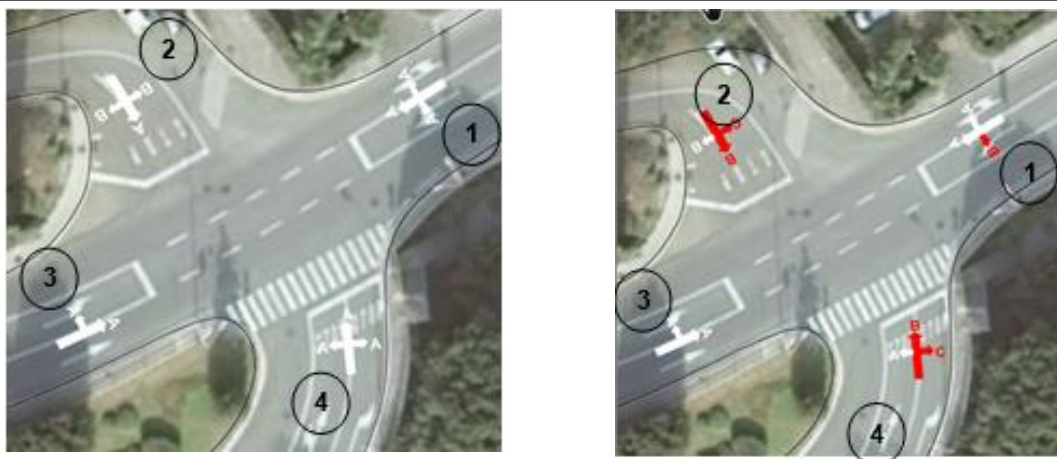
Uspoređujući sezonsko i vanezonsko prometno opterećenje i razinu uslužnosti na raskrižju Tržnica vidi se da je razina uslužnosti u velikom padu u sezoni. Sporedni smjer koji dolazi od tržnice preko Ulice Vjekoslava Spinčića ima najgoru razinu uslužnosti koju može imati, F. Razlog padu uslužnosti na glavnom smjeru je utjecaj kolone vozila koji ide od raskrižja Spar koji je udaljen 400-injak metara od analiziranog raskrižja Tržnica te je semaforiziran i kojemu kolona vozila na glavnom smjeru seže sve do raskrižja Tržnica, stoga se dobivaju lošije razine uslužnosti na ovom raskrižju. Zbog istog razloga i pravila prednosti uključivanja, sporedni smjer ima jako lošu razinu uslužnosti.

5.3.3. Analiza razine uslužnosti na raskrižju Vrutki – vanezonsko i sezonsko prometno opterećenje

Prema vanezonskom prometnom opterećenju razina uslužnosti na raskrižju Vrutki je dobivena iz računalnog programa VISSIM i ona za cijelo raskrižje iznosi A.

Prema sezonskom prometnom opterećenju razina uslužnosti na raskrižju Vrutki je dobivena iz računalnog programa VISSIM i ona za cijelo raskrižje iznosi A.

VISSIM je izračunao i razine uslužnosti za svaki privoz i za svako skretanje kako je prikazano na Slici 40. i u Tablici 10.



Slika 42: Razine uslužnosti za sve privoze i kretanja na raskrižju Vrutki prema vanezonskom (lijevo) i sezonskom (desno) prometnom opterećenju

Tablica 10: Razine uslužnosti po privozima za raskrižje Vrutki

raskrižje Vrutki		
Privoz	Vanezonsko prometno opterećenje	Sezonsko prometno opterećenje
1-2	A	A
1-3	A	A
1-4	A	B
2-3	B	B
2-4	A	B
2-1	B	C
3-1	A	A
3-2	A	A
4-1	A	C
4-2	A	B
4-3	A	A

Uspoređujući sezonsko i vanezonsko prometno opterećenje i razinu uslužnosti na raskrižju Vrutki vidi se da je razina uslužnosti u sezoni na sporednom smjeru u padu. Razlog tome je nemogućnost uključivanja zbog prednosti prolaska, a prometno opterećenje na glavnom smjeru se povećalo.

5.3.4. Analiza razine uslužnosti na raskrižju Punta Kolova – vanezonsko i sezonsko prometno opterećenje

Prema vanezonskom prometnom opterećenju razina uslužnosti na raskrižju Punta Kolova je dobivena iz računalnog programa VISSIM i ona za cijelo raskrižje iznosi A. Prema sezonskom prometnom opterećenju razina uslužnosti na raskrižju Vrutki je dobivena iz računalnog programa VISSIM i ona za cijelo raskrižje iznosi B. VISSIM je izračunao i razine uslužnosti za svaki privoz i za svako skretanje kako je prikazano na Slici 41. i u Tablici 11.



Slika 43: Razine uslužnosti za sve privoze i kretanja na raskrižju Punta Kolova prema vanezonskom (lijevo) i sezonskom (desno) prometnom opterećenju

Tablica 11: Razine uslužnosti po privozima za raskrižje Punta Kolova

raskrižje Punta Kolova		
Privoz	Vanezonsko prometno opterećenje	Sezonsko prometno opterećenje
1-2	A	A
2-1	A	A
3-1	C	D
3-2	C	D

Uspoređujući sezonsko i vansezonsko prometno opterećenje i razinu uslužnosti na raskrižju Punta Kolova vidi se da je razina uslužnosti u sezoni na sporednom smjeru u padu. Razlog pogoršanja na sporednom smjeru je povećanje prometnog opterećenja u sezoni u odnosu na vansezonsko prometno opterećenje te nemogućnost uključivanja u promet zbog pravila prednosti prolaska raskrižjem.

5.3.5. Rezultati prometnih mikrosimulacija (Travel time, Vehicle delay, Qlen i Qlenmax)

Duljina trajanja putovanja - TRAVEL TIME

Vissim računa duljinu trajanja putovanja između dvije točke na mreži. U 10 provedenih iteracija srednja vrijednost koja se dobije predstavlja vrijeme putovanja svih vozila koja se kreću od početne do završne točke. Na Novoj Cesti duljina putovanja je oko 3,22 km, mjereno od trgovačkog centra Spar do raskrižja Punta Kolova gdje se spajaju Ulica Maršala Tita i Nova Cesta i obratno.

Zbog povećanja prometnog opterećenja u sezoni duljina trajanja putovanja se znatno produžila. Također zbog nove organizacije prometnog sustava, gdje Ulica Maršala Tita postaje jednosmjerna, na nekim raskrižjima dolazi do znatno većeg povećanja prometnog opterećenja. Vrijeme putovanja od raskrižja Punta Kolova do raskrižja Spar se produljilo za 2 minute i 12 sekundi. U suprotnom smjeru se vrijeme putovanja također produljilo, međutim ne toliko značajno. U Tablici 12. prikazano je vrijeme putovanja za oba smjera, s vansezonskim i sezonskim prometnim opterećenjem provedeno u 10 iteracija i prikazan je prosjek iteracija kao mjerodavan.

Tablica 12: Vrijeme putovanja (time travel) u modelima

iteracija	Vansezonsko prometno opterećenje		Sezonsko prometno opterećenje	
	Smjer		Smjer	
	Punta Kolova – Spar [s]	Spar - Punta Kolova [s]	Punta Kolova – Spar [s]	Spar - Punta Kolova [s]
1	351,47	321,68	479,04	350,03
2	355,75	344,12	483,17	366,09
3	340,62	328,21	463,79	352,31
4	349,56	329,21	441,17	344,7
5	340,74	310,01	475,66	321,17
6	341,93	317,47	539,42	332,08
7	343,47	334,74	500,9	347,24
8	345,55	322,79	447,67	367,93
9	360,41	346,08	448,46	356,23
10	375,08	323,61	541,35	365,87
prosjeak	350,46	327,79	482,06	350,37

Prosječno kašnjenje vozila – VEHICLE DELAY

Prosječno kašnjenje vozila predstavlja brojku u sekundama koliko vozila koja prođu kroz mrežu kasne u odnosu na idealno stanje mreže, bez zastoja. Provedeno je 10 iteracija i dobivena je srednja vrijednost tih rezultata za vanezonsko i sezonsko prometno opterećenje. Rezultati su pokazali da se u sezoni prosječno kašnjenje vozila povećalo, i to za 1 minutu i 31 sekundu u smjeru Punta Kolova – Spar, a u suprotnom smjeru je to povećanje nešto manje, iznosi 22 sekunde. U Tablici 13. prikazano je prosječno kašnjenje vozila za oba smjera, s vanezonskim i sezonskim prometnim opterećenjem i prikazan je prosjek iteracija kao mjerodavan.

Tablica 13: Prosječno kašnjenje vozila (vehicle delay) u modelima

iteracija	Vanezonsko prometno opterećenje		Sezonsko prometno opterećenje	
	Smjer		Smjer	
	Punta Kolova – Spar [s]	Spar - Punta Kolova [s]	Punta Kolova – Spar [s]	Spar - Punta Kolova [s]
1	106,82	82,21	236,03	110,54
2	114,03	101,64	233,92	122,65
3	99,22	90,32	223,98	113,74
4	105,97	91,09	199,19	107,14
5	99,6	68,75	231,78	81,08
6	102,22	79,47	296,34	93,17
7	104,23	92,56	257,37	103,41
8	103,28	83,71	206,59	127,08
9	121,27	103,47	209,08	113,71
10	126,44	80,76	301,7	120,79
prosjeck	108,31	87,40	239,60	109,33

Duljina kolone vozila - Qlen i Qlenmax

Prosječna duljina kolone vozila je prikazana u računalnom programu Vissim kao Qlen što označava prosječnu duljinu kolone vozila ispred raskrižja. Dakle kolona vozila može na nekim privozima biti veća a na nekim privozima manja, stoga je prikazana srednja vrijednost kolone vozila u raskrižju. Qlenmax predstavlja maksimalnu duljinu kolone vozila na raskrižju. Rezultati pokazuju da su se u 10 iteracija i njihovom srednjom vrijednosti duljine kolone vozila na raskrižjima pri sezonskom prometnom opterećenju znatno su se povećale. Maksimalna kolona vozila se pojavljuje na sporednom smjeru u raskrižju Tržnica zbog nemogućnosti uključivanja u promet zbog kolone vozila koja se protežu od raskrižja Spar. U Tablicama 14. i 15. prikazana je duljina kolone vozila na raskrižjima (Qlen i Qlenmax), s vansezonskim i sezonskim prometnim opterećenjem i prikazan je prosjek iteracija kao mjerodavan.

Tablica 14: Duljina kolone vozila (Qlen i Qlenmax) – vansezonsko prometno opterećenje

Vansezonsko prometno opterećenje								
raskrižje								
	Spar		Tržnica		Vrutki		Punta Kolova	
iteracija	Qlen [m]	Qlenmax [m]	Qlen [m]	Qlenmax [m]	Qlen [m]	Qlenmax [m]	Qlen [m]	Qlenmax [m]
1	20,9	312,69	2,22	102,04	0,24	83,6	2,86	159,4
2	30,53	355,95	1,86	55,75	0,23	91,15	2,56	152,09
3	23,17	355,45	1,32	43,85	0,11	66,9	3,11	74,8
4	23,61	353,7	2,06	161,24	0,14	20,87	2,93	79,22
5	19,68	362,79	1,74	40,28	0,09	26,12	3,24	97,3
6	22,65	362,37	2,19	82,67	0,1	38,19	3,4	160,25
7	23,57	362,06	3,53	204,65	0,1	38,44	3,94	172,39
8	26,43	362,74	3,1	190,08	0,25	113,82	2,95	195,71
9	22	281,49	1,54	55,21	0,14	48,8	3,84	112,93
10	26,86	362,28	2,28	148,35	0,3	102	6,65	133,75
prosjek	23,94	347,15	2,18	108,41	0,17	62,99	3,55	133,78

Tablica 15: Duljina kolone vozila (Qlen i Qlenmax) – sezonsko prometno opterećenje

iteracija	Sezonsko prometno opterećenje							
	raskrižje							
	Spar		Tržnica		Vrutki		Punta Kolova	
	Qlen [m]	Qlenmax [m]	Qlen [m]	Qlenmax [m]	Qlen [m]	Qlenmax [m]	Qlen [m]	Qlenmax [m]
1	96,12	368,3	63,17	504,6	0,83	130,75	5,15	79,47
2	94,09	368,37	81,51	511,67	0,57	74,2	7,57	79,77
3	95,16	368,36	61,4	499,78	0,88	124,83	10,43	171,89
4	96,6	370,5	48,16	492,69	0,43	105,31	10,89	170,74
5	81,81	370,46	90,14	504,6	0,78	162,88	15,36	85,79
6	85,5	368,32	116	510,19	1,12	200,54	14,14	85,65
7	87,82	370,57	90,02	504,58	0,63	107,04	8,46	185,12
8	89,51	370,57	60,59	500,86	0,72	182,76	7,73	128,04
9	84,53	362,92	55,62	500,31	0,71	244,654	10,55	85,68
10	99,85	368,37	122,99	504,7	1,28	178,51	12,94	87,85
prosjeak	91,10	368,67	78,96	503,40	0,80	151,15	10,32	116,00

5.4. Novo rješenje

Rezultati pretpostavljenog sezonskog prometnog opterećenja ukazuju na to da su nužne intervencije u prometni sustav kako bi isti bio održiv, tj. funkcionirao na ispravan način. Neke od razina uslužnosti (raskrižje Tržnica – privoz iz centra) su izrazito loši (R.U. - F) i treba ih pokušati poboljšati. Isto kao i trajanje putovanja iz smjera Lovrana, tj. od raskrižja Punta Kolova do raskrižja Spar koje je poraslo za više od dvije minute. Sve to ukazuje da bi bilo potrebno izvesti neke prometne i građevinske intervencije u prometnom sustavu kako bi se poboljšalo stanje na raskrižjima i smanjilo putovanje između dviju točaka.

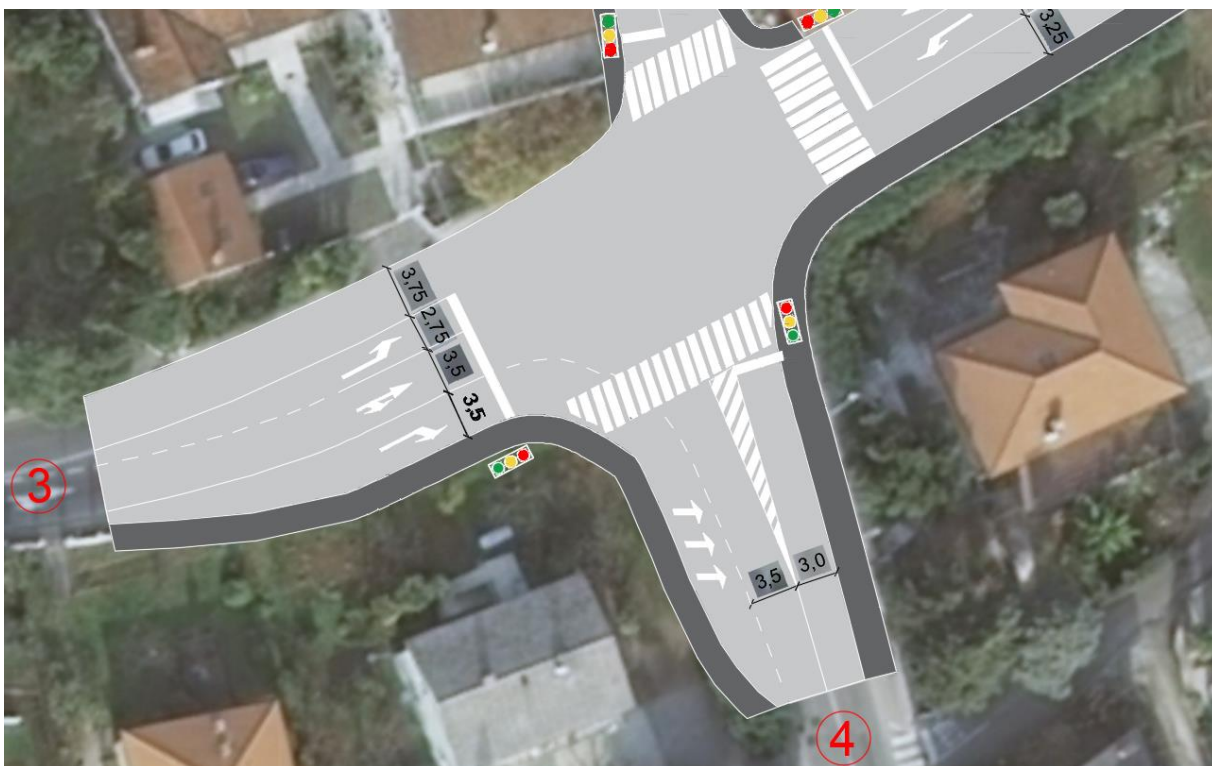
U cilju unaprjeđenja uočenih nedostataka predlažu se sljedeća rješenja koja su u nastavku razrađena:

- **Promijenjen ciklus semafora na raskrižju Spar**

Pošto je na raskrižju Spar razina uslužnosti pokazala da sporedni smjer u odnosu na glavni smjer ima bolju razinu uslužnosti, a s glavnog smjera dolazi 3-4 puta više prometnog opterećenja, bitno je promijeniti/poboljšati razinu usluge na navedenom glavnom smjeru. To je učinjeno dodavanjem +20 sekundi za glavni smjer. Sve ostalo je ostalo isto kao i prije, kako je prikazano u poglavlju 3.3.1. *Plan semaforizacija raskrižja Spar* i na Slici 18. gdje ciklus semafora traje 90 sekundi, ovim rješenjem ciklus je produljen na 110 sekundi, dodano je 20 sekundi na zeleno vrijeme na glavnom smjeru. Promjena ciklusa na glavnom smjeru bila je nužna i zbog susjednog raskrižja (raskrižja Tržnica) na kojem je razina uslužnosti bila izrazito loša, a ponajviše razlog tomu je semafor na raskrižju Spar.

- **Dodavanje traka za desne skretače na raskrižju Spar**

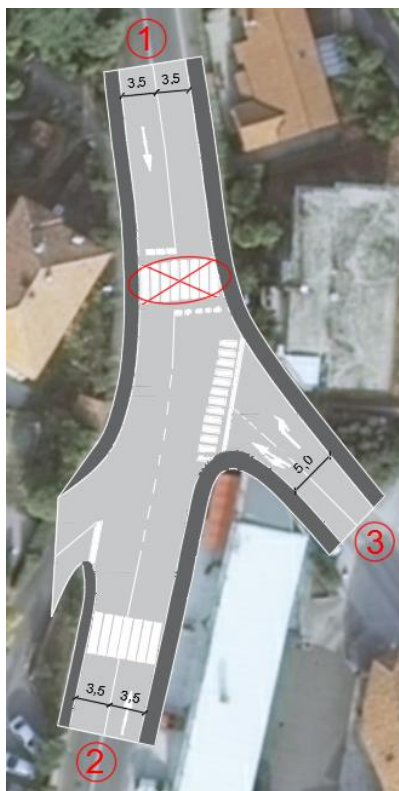
Prema sadašnjem stanju, na raskrižju Spar postoji odvojen trak za lijeve skretače i postoji zajednička traka za ravne i desne skretače. Prema novom rješenju dodao bi se i trak za desne skretače iz smjera Lovrana iz razloga što veliki broj vozila novom regulacijom prometa skreće na tom raskrižju desno. Prostor za izvedbu traka postoji (ne postoji izgrađenosti), ne dirajući u imovinsko-pravne odnose na tom mjestu, ne prezahitjvnim građevinskim radovima se može napraviti trak za desne skretače kojih je jako puno (300 vozila). Prostor na kojem se može napraviti trak za desno skretanje prikazan je na Slici 42.



Slika 44: : Prostor za izvedbu traka za desne skretače

- **Pomicanje pješačkog prijelaza na raskrižju Tržnica**

Pješački prijelaz na raskrižju Tržnica bio je postavljen poslije raskrižja kada gledamo iz smjera Lovrana, a kako u konflikt ne bi došli pješaci i automobili koji iz privoza iz centra skreću desno (obavezan smjer skretanja) pješački je premješten prije raskrižja gledajući iz smjera Lovrana. Pomicanje je prikazano na podlozi na Slici 43.



Slika 45: Prikaz pomicanja pješačkog prijelaza na raskrižju Tržnica

- **Uvođenje semaforizacije raskrižja Punta Kolova**

Dosadašnjem nesemaforiziranom raskrižju Punta Kolova je povećanjem opterećenja na sporednom smjeru iz smjera centra potrebno poboljšanje sigurnosti i razine usluznosti. Nedostaje prostora za izvedbu kružnog raskrižja, stoga je prema novom rješenju raskrižje Punta Kolova semaforizirano. Pošto je došlo do povećanja prometnog opterećenja na sporednom smjeru, sporedni smjer je prometnog opterećenja skoro kao i privozi na glavnom, raskrižje je oblika slova Y, sigurnost je bitno narušena. Da bi se vozila iz sporednog smjera mogla sigurno i nesmetano uključiti u raskrižje potrebna im je semaforizacija i njihovo zaštićeno vrijeme za prolazak kroz raskrižje. Plan semaforizacije je prikazan u nastavku.

Plan semafora na raskrižju Punta Kolova

$Q_1 = \text{Privoz 1 (Matulji-Lovran)} = 490$; $Q_2 = \text{Privoz 2 (Lovran-Matulji)} = 550$ – izabire se veće prometno opterećenje $Q_1 = 550$;

$Q_3 = \text{Privoz 3 (Centar Opatije)} = 400$ – $Q_3 = 400$

Ciklus = 60 sekundi

$\Phi = 10$ sekundi (vremenski gubitci)

$z_1 + z_2 = 50$ sekundi

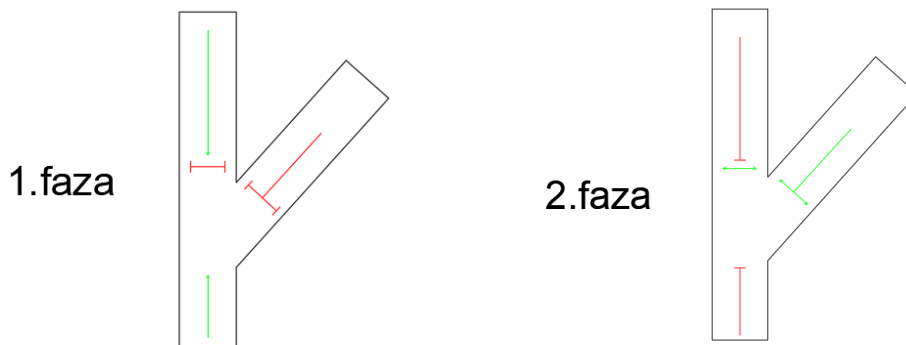
$z_1/z_2 = Q_1/Q_2 = 550/400 = 1,375$

$z_1 = 1,375 z_2$

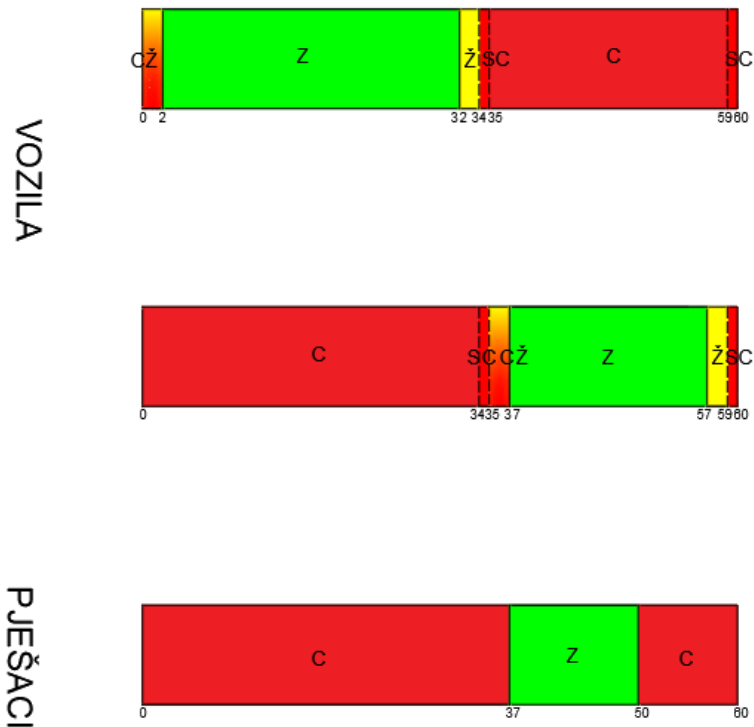
$z_2 = 21$ sekunda – uzimamo 20 sekundi

$z_1 = 29$ sekundi – uzimamo 30 sekundi

U prvoj fazi prolaze vozila s glavnog smjera, dok u drugoj fazi prolaze vozila sa sporednog smjera i pješaci na glavnom smjeru. Plan faze semafora prikazan je na Slici 44. Plan faza semafora u vremenu je prikazan na Slici 45.



Slika 46: Plan faza semafora na raskrižju Punta Kolova – novo rješenje



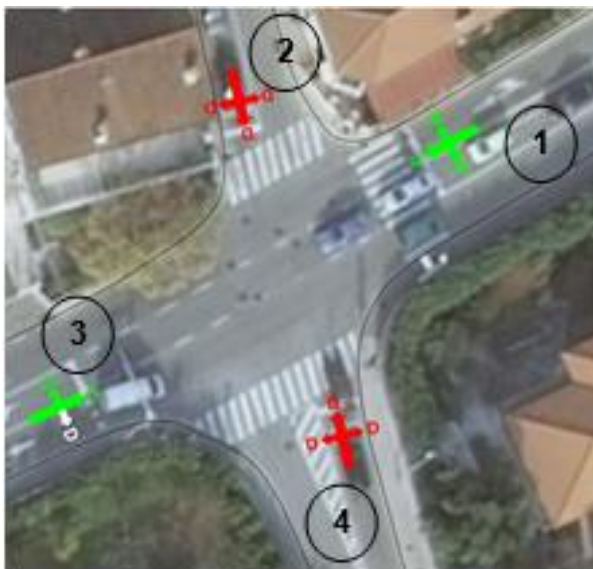
Slika 47: : Plan faza semafora u vremenu

5.5. Novo rješenje – analiza rezultata prometne mikrosimulacije

U nastavku će biti prikazani rezultati prometne mikrosimulacije nakon uvođenja poboljšanja. Cilj je utvrditi hoće li intervencije u prometni sustav unaprijediti odvijanje prometa na Novoj Cesti te umanjiti negativne utjecaje kakve pretpostavljeno sezonsko prometno opterećenje stvara (lošija razina uslužnosti, velika kolona vozila, veće prosječno kašnjenje i sl.).

5.5.1. Analiza razine uslužnosti na raskrižju Spar – novo rješenje

Zbog lošije razine uslužnosti na glavnom smjeru u odnosu na sporedni smjer od kuda dolazi manje automobila nego na glavnom smjeru, potrebno je intervenirati u prometni sustav kako bi se poboljšala razina uslužnosti na glavnom smjeru. Prema novom rješenju na raskrižju Spar je promijenjen ciklus semafora, tj. dodano je 20 sekundi zelenog svjetla na glavnom smjeru. Kao dodatna intervencija, zbog velikog broja desnih skretača iz privoza koji dolazi iz smjera Lovrana, dodana je traka za desne skretače pošto nema izgrađenosti na tom mjestu. Razina uslužnosti koju je računalni program VISSIM dao za cijelo raskrižje je razina uslužnosti C, što je poboljšanje u odnosu na prometni sustav bez intervencija koji je imao razinu uslužnosti D. VISSIM je izračunao i razine uslužnosti za svaki privoz i svako skretanje kako je prikazano na Slici 46 i u Tablici 16. Ciljano je novim intervencijama u prometnom sustavu bilo razinu uslužnosti na glavnom smjeru poboljšati u odnosu na sporedni smjer jer s glavnog smjera dolazi čak 3-4 puta više vozila nego sa sporednog smjera. Razina uslužnosti za cijelo raskrižje se poboljšala kao i razine na glavnom smjeru, što znači da nove intervencije u prometnom sustavu djeluju.



Slika 48: Razine uslužnosti za sve privoze i kretanja na raskrižju Spar – u sezoni (novo rješenje)

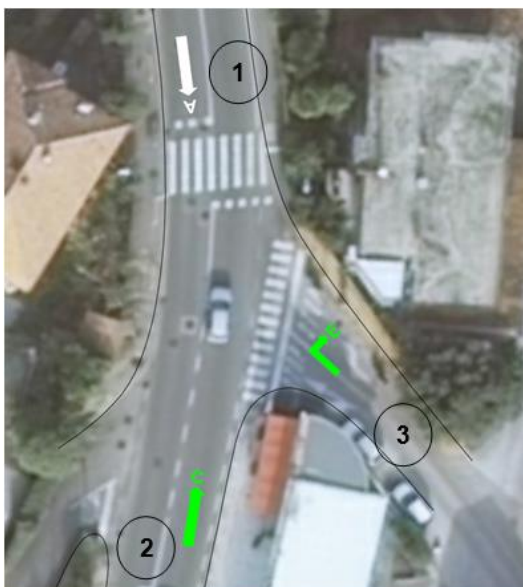
Tablica 16: Razine uslužnosti po privozima na raskrižju Spar

raskrižje Spar	
Privoz	Sezonsko prometno opterećenje - novo rješenje
1-2	B
1-3	C
1-4	D
2-3	D
2-4	D
2-1	D
3-4	D
3-1	C
3-2	C
4-1	D
4-2	D
4-3	D

5.5.2. Analiza razine uslužnosti na raskrižju Tržnica – novo rješenje

Na raskrižju Tržnica jedina intervencija u prometnom sustavu je bila pomicanje pješačkog prijelaza koji je prije bio poslije raskrižja gledajući iz smjera Lovrana, a novim rješenjem ono je pomaknuto prije raskrižja. Međutim, utjecaj semaforiziranog raskrižja Spar koji je udaljen od raskrižja Tržnica 400-njak metara je uvelike zaslužan što su razine uslužnosti na glavnom i sporednom smjeru bile dosta loše (sporedni smjer razina uslužnosti F). Poboljšanje glavnog smjera na raskrižju Spar (ciklus semafora i dodavanje desnog traka) poboljšati će i protok vozila i razinu uslužnosti na raskrižju Tržnica. Razina uslužnosti koju je računalni program VISSIM dao za cijelo raskrižje je razina uslužnosti B, što je poboljšanje u odnosu na prometni sustav bez intervencija koji je imao razinu uslužnosti D. VISSIM je izračunao i razine uslužnosti za svaki privoz i svako skretanje kako je prikazano na Slici 47. i u Tablici 17. Intervencijama u prometnom sustavu bilo je bitno smanjiti kolonu vozila koje izaziva

raskrižje Spar i koje izravno utječe na raskrižje Tržnica zbog nemogućnosti uključivanja vozila iz sporednog smjera na glavni. Razina uslužnosti za cijelo raskrižje se poboljšala te se može reći kako nove intervencije u prometnom sustavu djeluju.



Slika 49: Razine uslužnosti za sve privoze i kretanja na raskrižju Tržnica – u sezoni (novo rješenje)

Tablica 17: : Razine uslužnosti po privozima na raskrižju Tržnica

raskrižje Tržnica	
Privoz	Sezonsko prometno opterećenje - novo rješenje
1-2	A
2-1	C
3-1	E

5.5.3. Analiza razine uslužnosti na raskrižju Vrutki – novo rješenje

Raskrižje Vrutki nije imalo nikakvih intervencija u prometnom sustavu jer su razine uslužnosti zadovoljavale. Jedina promjena u razinama uslužnosti se dogodila u sporednom smjeru na oba privoza (lijevo skretanje iz Ulice Velog Jože prema Lovranu i kretanje ravno iz Ulice Vrutki prema Slatini). Iako je prometno opterećenje isto kao i opterećenje prije intervencija u prometnom sustavu, razlog pogoršanja je taj što je VISSIM računalni program koji je stohastičke naravi, a to znači da za iste ulazne podatke daje različita rješenja. To je slučaj ovdje, prometno opterećenje na raskrižju je isto, međutim razine uslužnosti su izračunate drugačije, u svakoj iteraciji, njih 10, dobiveno je drugačije rješenje te srednjom vrijednosti razina uslužnosti se

pogoršala. Razine uslužnosti prema novom rješenju na raskrižju Vrutki prikazane su na Slici 48. i u Tablici 18.



Slika 50: Razine uslužnosti za sve privoze i kretanja na raskrižju Vrutki – u sezoni (novo rješenje)

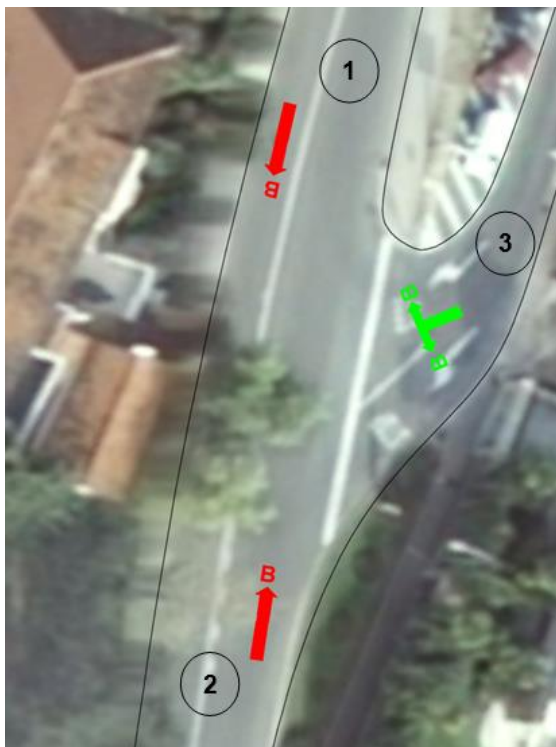
Tablica 18: : Razine uslužnosti po privozima na raskrižju Vrutki

raskrižje Vrutki	
Privoz	Sezonsko prometno opterećenje - novo rješenje
1-2	A
1-3	A
1-4	B
2-3	B
2-4	C
2-1	C
3-1	A
3-2	A
4-1	C
4-2	B
4-3	B

5.5.4. Analiza razine uslužnosti na raskrižju Punta Kolova – novo rješenje

Raskrižje Punta Kolova je prema novom rješenju postalo raskrižje sa semaforiziranom kontrolom prometa. Sadašnje stanje (nesemaforizirano raskrižje), pri povećanju prometa na sporednom smjeru, otežavalo je uključivanje sa sporednog smjera u glavni, stoga je uvedena intervencija, tj. semafor koji regulira promet na raskrižju. Prometno opterećenje sa sporednog smjera se skoro izjednačilo s opterećenjem na glavnom smjeru stoga se morala uvesti semaforizacija kako bi i vozila sa sporednog smjera dobila zaštićeni vremenski period za kretanje kroz raskrižje. Ovo raskrižje je primjer kako bi uslijed podjednakog prometnog opterećenja na svim privozima trebala uvesti semaforizacija ili kružni tok. Razina uslužnosti koju je računalni program VISSIM dao za cijelo raskrižje je razina uslužnosti B. VISSIM je

izračunao i razine uslužnosti za svaki privoz i svako skretanje kako je prikazano na Slici 49 i Tablici 19. Novim rješenjem smo dobili nešto lošiju razinu na glavnom smjeru, međutim zbog sigurnosti i lakšeg uključivanja sporednog smjera rješenje je zadovoljavajuće.



Slika 51: Razine uslužnosti za sve privoze i kretanja na raskrižju Punta Kolova – u sezoni (novo rješenje)

Tablica 19: Razine uslužnosti po privozima na raskrižju Punta kolova

raskrižje Punta Kolova	
Privoz	Sezonsko prometno opterećenje - novo rješenje
1-2	B
2-1	B
3-1	B
3-2	B

5.5.5. Rezultati prometnih mikrosimulacija (*Travel time, Vehicle delay, Qlen i Qlenmax*)

Duljina trajanja putovanja - TRAVEL TIME

Novim rješenjem nastoji se umanjiti utjecaj sezonskog prometnog opterećenja te pokušati ostvariti bolje rezultate što se protočnosti prometa tiče, a i samog putovanja. Uvođenjem nekih novih rješenja na raskrižjima, uspjelo se vrijeme putovanja u smjeru iz Lovrana prema Matuljima (raskrižje Punta Kolova – raskrižje Spar) smanjiti. Suprotni smjer se nije promijenio. Vrijeme putovanja trasom prikazano je u Tablici 20.

Tablica 20: Vrijeme putovanja (*travel time*) na trasi

iteracija	Sezonsko prometno opterećenje - novo rješenje	
	Smjer	
	Punta Kolova – Spar [s]	Spar - Punta Kolova [s]
1	389,32	341,78
2	450,55	374,35
3	388,34	355,43
4	387,37	360,72
5	406,56	337,74
6	428,24	325,57
7	440,7	351,47
8	410,29	354,43
9	413,63	355,85
10	453,68	359,42
prosjeck	416,87	351,68

Prosječno kašnjenje vozila – VEHICLE DELAY

Kašnjenje vozila novim rješenjem na Novoj Cesti se smanjilo u smjeru Punta Kolova – Spar. Intervencije u prometnom sustavu uglavnom utječu na taj smjer, te se tako dokazalo da se kašnjenje vozila u tom smjeru uvođenjem nekih novih rješenja smanjilo. Prosječno kašnjenje vozila prikazano je u Tablici 21.

Tablica 21: Kašnjenje vozila (vehicle delay) na trasi

Sezonsko prometno opterećenje - novo rješenje		
Smjer		
iteracija	Punta Kolova – Spar [s]	Spar - Punta Kolova [s]
1	147,32	102,64
2	201,19	130,67
3	147,53	116,45
4	147,34	121,65
5	166,11	97
6	184,2	87,37
7	199,23	107,66
8	164,33	114,32
9	170,76	113,44
10	209,68	118,15
prosjeck	173,77	110,94

Duljina kolone vozila - Qlen i Qlenmax

Duljina kolone vozila je jedna od bitnijih stavki u ovom radu. Srednja vrijednost duljine kolone vozila se na svim raskrižjima, osim na raskrižju Punta Kolova gdje je uvedena semaforizacija, prema novom rješenju smanjila. Maksimalna duljina kolone vozila smanjila se na raskrižju Tržnica i povećala na raskrižju Punta Kolova, dok na ostalim raskrižjima je ostala podjednaka Srednja i maksimalna vrijednost duljine kolone vozila prema novom rješenju prikazana je u Tablici 22.

Tablica 22: Duljina kolone vozila (Qlen i Qlenmax) na raskrižjima

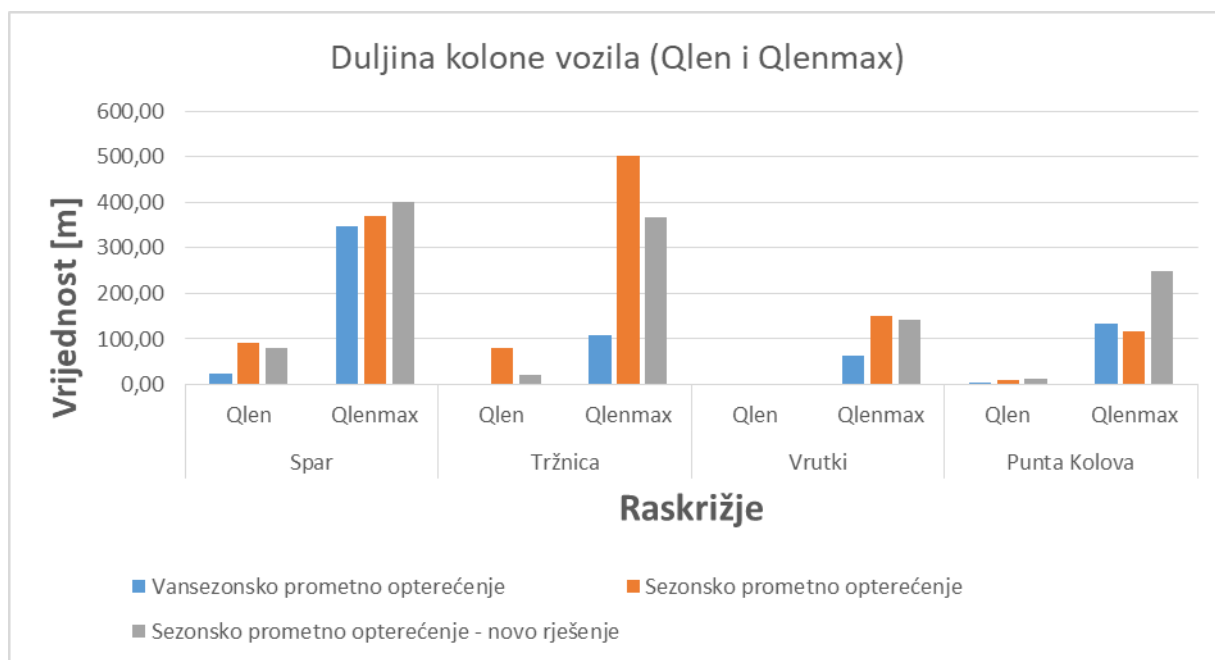
Sezonsko prometno opterećenje - novo rješenje								
raskrižje								
iteracija	Spar		Tržnica		Vrutki		Punta Kolova	
	Qlen	Qlenmax	Qlen	Qlenmax	Qlen	Qlenmax	Qlen	Qlenmax
1	47,89	395,63	3,92	272,69	0,6	66,31	13,3	235,59
2	111,5	404,98	40,5	493,86	0,65	85,76	14,56	276,1
3	58,42	399,06	5,19	242,17	0,76	91,66	16,97	320,18
4	60,68	395,09	4,61	192,15	0,66	207,83	17,45	266,77
5	73,09	407,18	11,22	335,91	0,83	231,27	13,16	267,67
6	97,53	399,41	32,42	504,02	0,81	114,72	11,96	222,93
7	102,27	407,19	39,81	504,36	0,62	82,15	11,66	177,32
8	82,91	399,45	16,471	322,15	0,73	231,05	13,03	307,73
9	79,01	395,22	14,52	294,22	0,82	165,63	12,13	157,88
10	97,32	399,47	49,78	504,58	1,05	141,08	15,16	257,51
prosjeck	81,06	400,27	21,84	366,61	0,75	141,75	13,94	248,97

5.6. Usporedba rezultata prometnih mikrosimulacija

U nastavku je prikazana usporedba rezultata prometnih mikrosimulacija za sva tri modela (vansezonsko prometno opterećenje, pretpostavljeno sezonsko prometno opterećenje i novo rješenje sa pretpostavljenim sezonskim prometnim opterećenjem).

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

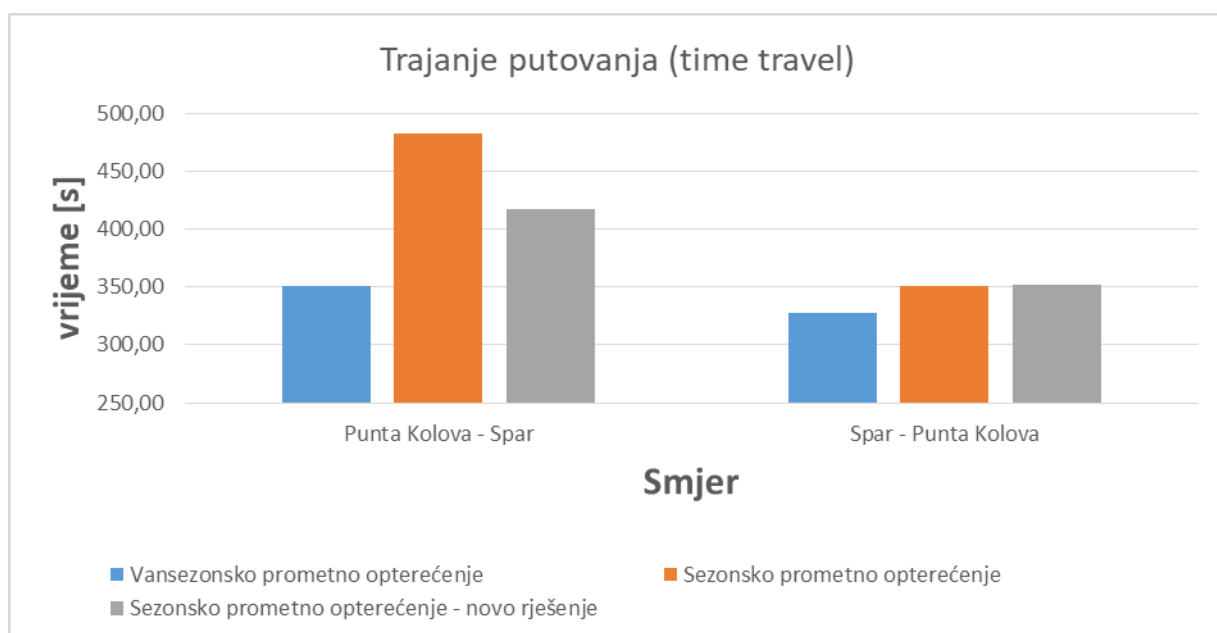
Duljina kolone vozila se na raskrižjima mijenjala kako se mijenjalo prometno opterećenje. Na Slici 50. prikazana je usporedba Q_{len} i Q_{lenmax} za svako od tri prometna opterećenja na svim analiziranim raskrižjima. Srednja duljina kolone vozila Q_{len} na svim raskrižjima je zanemariva osim na raskrižju Spar što je i za očekivati pošto je to semaforizirano raskrižje. Maksimalna duljina kolone vozila novim rješenjem se smanjila na raskrižju Vrutki što je i bio cilj, dok se povećala na raskrižju Spar (ali na sporednom smjeru) i na raskrižju Punta Kolova što je očekivano zbog uvođenja semaforizacije u raskrižje.



Slika 52: Usporedba duljina kolone vozila (Q_{len} i Q_{lenmax}) za sva prometna opterećenja

5.6.2. Trajanje putovanja (time travel)

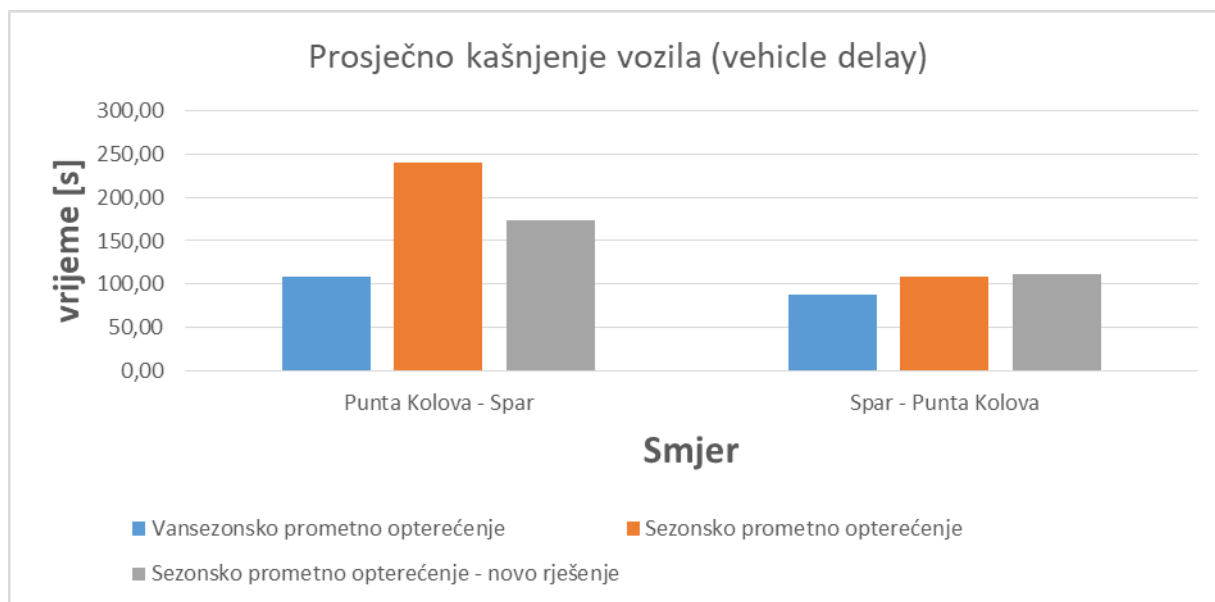
U smjeru istok-zapad nije bilo značajnih promjena što se tiče trajanja putovanja jer povećanje prometnog opterećenja nije puno utjecalo na taj smjer. U suprotnom smjeru zapad-istok se trajanje putovanja mijenjalo. Trajanje putovanja na trasi u duljini od 3,22 km mijenjalo se kako se mijenjalo prometno opterećenje. Trajanje putovanja je bilo najmanje pri vansezonskom prometnom opterećenju, a najveće pri sezonskom prometnom opterećenju. Putovanje na trasi se produljilo za 2 minute i 12 sekundi. Uvođenjem nekih poboljšanja u prometni sustav uspjelo se putovanje skratiti za 1 minutu i 6 sekundi u odnosu na sustav prije intervencija. Odnos trajanja putovanja na spomenutoj trasi prikazan je na Slici 51.



Slika 53: Usporedba trajanja putovanja (time travel) za sva prometna opterećenja

5.6.3. Kašnjenje vozila (vehicle delay)

Kašnjenje vozila je povezano s prethodnim trajanjem putovanja na trasi. Stoga su i rezultati podjednaki. U smjeru istok-zapad nema značajnijih promjena pri promjeni prometnog opterećenja. U suprotnom smjeru, zapad-istok promjenom prometnog opterećenja mijenja se i prosječno kašnjenje vozila u odnosu na idealno stanje. Kako je prikazano na Slici 52. sezonskim prometnim opterećenjem povećalo se prosječno kašnjenje vozila u odnosu na vanezonsko prometno opterećenje što je bilo za očekivati. Uvođenjem nekih promjena u prometni sustav to kašnjenje se smanjilo.



Slika 54: Prosječno kašnjenje vozila (vehicle delay)

Cilj rada je bio dokazati da sa povećanjem prometnog opterećenja dolazi do lošije razine usluge, duljeg putovanja, većeg kašnjenja vozila i dulja kolona vozila. Pretpostavljeno sezonsko prometno opterećenje u odnosu na vanezonsko prometno opterećenje prema prezentiranim rezultatima daje puno lošije rezultate stoga kako bi prometni sustav funkcionirao, uvedena su neka nova rješenja na raskrižjima za sezonsko prometno opterećenje. Rezultati su pokazali je da uvođenjem tih novih rješenja svi rezultati koje je Vissim pokazao upućuju na to da prometni sustav funkcionira bolje nego prije.

6. PRIJEDLOG UNAPRIJEĐENJA ODVIJANJA PROMETA U ULICI MARŠALA TITA

Zbog svih problema u odvijanju prometa navedenih u prijašnjim poglavljima rada „2.3. Nemotorizirani promet (biciklisti, pješaci)“ i „2.4. Parkirališne površine (dužulični i vanulični parking)“ u Ulici Maršala Tita, idejni plan je, privremeno tijekom ljetne sezone, urediti ulicu tako da se promet odvija jednosmjerno. Smjer kojim bi bilo dopušteno kretanje je smjer sjeveroistok – jugozapad, odnosno od raskrižja Ulice Maršala Tita i Ulice Viktora cara Emina prema Slatini, tj. do raskrižja Ulice Maršala Tita i Ulice Velog Jože. Idejno rješenje je urediti navedenu ulicu tako da se izvedu obostrane parkirne površine gdje god to prometne površine dozvoljavaju i postaviti organizaciju ulice s miješanim, tj. da na kolniku prometuju istodobno i motorna vozila i nemotorizirani sudionici u prometu (biciklisti) . Jedan od ciljeva ovakvog rješenja je napraviti ulicu gdje će promet biti izrazito smiren, tj. neće biti prevelikih brzina što bi uvelike pridonijelo sigurnosti nemotoriziranih sudionika u prometu. Prikaz jednog dijela situacije prometnice prikazano je na Slici 53.



Slika 55: Prikaz dijela novog idejnog rješenja ulice

Parkirališnih površina nedostaje u cijelom gradu Opatiji, pogotovo u samom centru, stoga je jedno od razloga izvedbe jednosmjerne ulice, izvedba dodatnih parkirnih mjesta u samom centru grada. Blizina mnogih hotela i atraktivnost sadržaja u okolici ceste zahtjeva puno veći broj parkirnih mjesta, kao i smireniji promet. Pošto je velika izgrađenost na području zahvata, za izvedbu parkirnih površina prostor je ograničen. Parkirna mjesta projektirana su prema dimenzijama mjerodavnog vozila (osobni automobil) te mogućnosti orijentacije parkirnog mjesta (okomito parkiranje, koso parkiranje i uzdužno parkiranje). [22]

U zadanom prostoru isprobana je izvedba dva načina parkiranja:

- koso parkiranje na jednoj strani kolnika, dok bi druga strana kolnika bila za prometovanje vozila.
- bočno parkiranje na obje strane kolnika te po sredini prometovanje vozila.

Pošto za izvedbu kosog parkiranja je potrebna veća širina, a prostor je već svakako ograničen, nije bilo mogućnosti izvesti kolnik gdje bi koso parkiranje bilo na jednoj strani, a širina od 4,5 m (širina koja je potrebna u jednosmjernoj ulici za normalno prometovanje vozila) na drugoj strani te je ovakvo rješenje odbačeno.

Razrađeno je rješenje koje podrazumijeva obostrano bočno parkiranje s prometnim trakom u sredini. Dimenzije parkirnih površina za jedno vozila su 5,5m x 2,3 m, dok je središnji prometni trak širine 4,5 m. Minimalna širina prometnog traka u jednosmjernim ulicama je 4,5 m, iz razloga ukoliko dođe do kvara vozila da se promet može nastaviti neometano, tj. da ga ostala vozila mogu zaobilaziti.

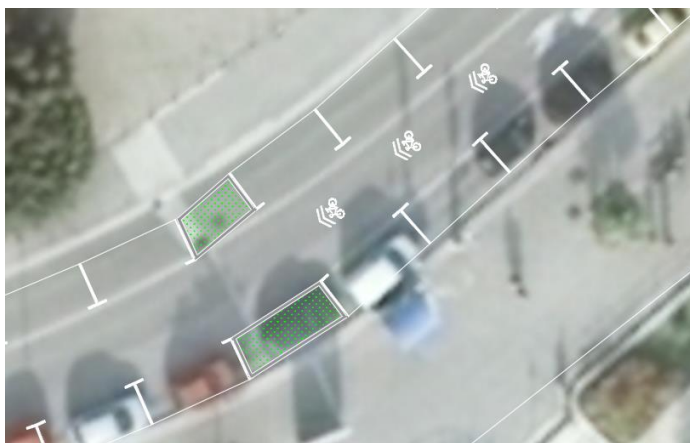
Na jednoj kraćoj dionici zbog izgrađenosti nije bila moguća izvedba širine središnjeg prometnog traka u toj širini, već je taj prometni trak na toj kraćoj dionici izveden u širini od 4,0 m. Prema pravilu, bočno parkiranje se ne smije izvoditi u neprekinutim dijelovima, već se nakon svakih 7-8 parkirnih mjesta mora izvesti odvajanje parkirnih mjesta zelenilom ili nešto slično. Također mora se voditi računa o pješačkim prijelazima, tj. da bočno parkirani automobili ne ometaju vozače koji nailaskom na pješački prijelaz u slučaju parkiranog automobila ne bi vidjeli pješaka. Pješački prijelaz se mora izvoditi u što kraćoj širini i onemogućiti parkiranje vozila u

neposrednoj blizini pješačkih prijelaza građevinskim zahvatima kako bi sigurnost pješaka bila osigurana.

Ovakvim rješenjem dobije se više parkirnih mjesta u samom centru grada, blizu većine atrakcija, tj. generatora kretanja u gradu Opatiji.

Prema novom idejnom rješenju organizacije prometa u Ulici Maršala Tita broj parkirnih mjesta za dužulično parkiranje iznosi 137 P.M. što je u odnosu na sadašnje stanje (55 P.M.) povećanje broja parkirnih mjesta za 82 P.M.

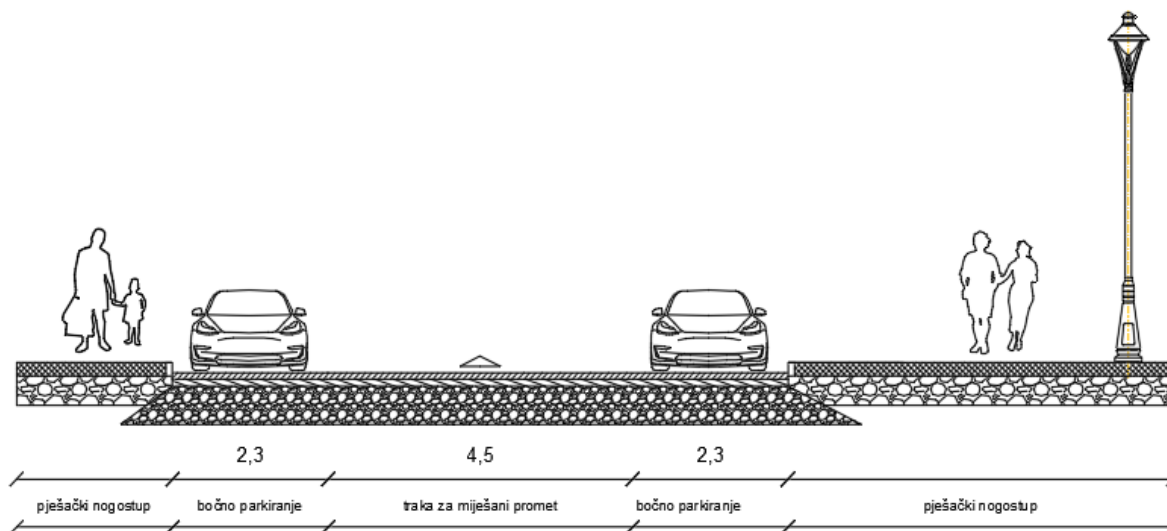
Osim obostranog parkiranja, u Ulici Maršala Tita treba uvesti i infrastrukturu za nemotorizirani promet, tj. bicikliste. Zbog ne mogućnosti izvođenja biciklističkih traka/staza, biciklistički promet u Ulici Maršala Tita zamišljen je da se vodi na istoj površini kolnika zajedno s motornim prometom, tzv. „miješana površina“, gdje bi dozvoljena brzina kretanja motornih vozila bila 30 km/h. Problem koji nastaje je konflikt između parkiranih vozila i biciklista pri otvaranju vrata i/ili uključivanja/parkiranja vozila u promet. Zbog toga nužna je posebna signalizacija upozorenja na prisutnost vozača bicikala na kolniku. Oznaka za mješoviti promet se u slučaju gdje postoji bočno parkiranje vozila izvodi na sredini prometne trake. Uz horizontalnu signalizaciju obavezna je i vertikalna signalizacija koja upozorava vozače na mješoviti promet na kolniku. Prikaz horizontalne signalizacije na situaciji novog rješenja prikazana je na Slici 54.



Slika 56: Horizontalna signazilacija za mješoviti promet

Na Slici 55. je prikazan karakteristični poprečni presjek Ulice Maršala Tita gdje je prikazan jednosmjerni promet na traku za miješani promet, obostrano parkirana vozila te pješački nogostupi na obje strane prometnice.

Karakteristični poprečni presjek Ulice Maršala Tita – novo rješenje



Slika 57: : Karakteristični poprečni presjek Ulice Maršala Tita – novo rješenje

Novim idejnim rješenjem treba regulirati i kretanje JGP u smjeru zapad-istok iz razloga što ulica postaje jednosmjerna i trebalo bi korigirati trase za vozila. Mogućnost organizacije JGP je kretanje Novom Cestom u smjeru zapad-istok do raskrižja kod trgovačkog centra Spar gdje bi se preko Ulice Matka Laginje ponovno se vratilo na staru trasu. Dakle, kretanje JGP zamišljeno je na sljedeći način: prometovanje iz smjera Lovrana kao i do sada Novom Cestom gdje se preko Ulice Velog Jože vozila spuštaju na Slatinu, zatim vraćanje istom Ulicom Velog Jože na Novu Cestu kada putnici uđu u vozilo na stanici na Slatini te kretanje Novom Cestom do raskrižja kod Spara i preko Ulice Matka Laginje dolazak na staru trasu. Takvim rješenjem izgubila bi se jedna stanica za JGP (ona kod Tržnice).

Idejno rješenje izvedbe jednosmjerne Ulice Maršala Tita je planirano 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. Jedno od rješenja može biti da se ta cesta izvede tako trajno, međutim treba u obzir uzeti sve pozitivne i negativne strane takve organizacije prometa i doći do zaključka koja organizacija prometa bi bila uspješnija i bolja u srcu Opatije.

U Prilozima je prikazana razrada rješenja.

Prilog 1: Idejno rješenje organizacije prometa u ljetnom periodu u Ulici Maršala Tita, list 1, M1:2000

Prilog 2: Idejno rješenje organizacije prometa u ljetnom periodu u Ulici Maršala Tita, list 2, nacrt 1/4, M1:500

Prilog 3: Idejno rješenje organizacije prometa u ljetnom periodu u Ulici Maršala Tita, list 2, nacrt 2/4, M1:500

Prilog 4: Idejno rješenje organizacije prometa u ljetnom periodu u Ulici Maršala Tita, list 2, nacrt 3/4, M1:500

Prilog 5: Idejno rješenje organizacije prometa u ljetnom periodu u Ulici Maršala Tita, list 2, nacrt 4/4, M1:500

7. ZAKLJUČAK

Programi za mikrosimulaciju prometa olakšavaju projektiranje i održivost prometnog sustava. Vissim je softver za simulaciju prometa pomoću kojeg se može stvoriti uravnoteženi ekosustav mobilnosti, odnosno smanjenje gužve i emisija. Također, pomaže optimizirati prometna rješenja prije nego li se implementiraju, čime se štedi na nepotrebnim troškovima prilikom izgradnje i minimiziraju rizici.

Ovim radom provedena je analiza funkcioniranja prometnog sustava i prometne infrastrukture u gradu Opatiji. Grad ima izuzetno dobru prometnu povezanost i veliki značaj u mreži prometnica u Republici Hrvatskoj. Analizom prometne infrastrukture i prometnog sustava u gradu istaknuli su se brojni problemi, posebice u ljetnim mjesecima, kada u grad dolazi veliki broj turista i dolazi do zagušenja prometa. Glavni prometni problemi u ljetnim mjesecima u gradu Opatiji su zagušenje prometa i stvaranje velikih gužvi, a to vodi do nedostatka parkirnih mjesta. Veliki broj vozila izravno predstavlja problem pri sigurnosti nemotoriziranog prometa, u prvom redu pješaka i biciklista. Novije tendencije u modernim europskim gradovima i turističkim destinacijama sugeriraju organizaciju prometa koja je najviše usmjerena na održive vidove prometa što su pješaćenje, biciklizam i razvoj javnog prijevoza.

U radu je analizirana mogućnost drugačije organizacije prometa u ljetnim mjesecima na glavnim ulicama u gradu Opatiji. U samom centru grada prijedlog u ovome radu je dvosmjernu ulicu pretvoriti u jednosmjernu ulicu s obostranim parkirnim mjestima. Predloženim rješenjem postiglo bi se: više parkirnih mjesta u centru grada, umirivanje prometa u području velikog broja nemotoriziranih sudionika, mješoviti promet (biciklisti i motorna vozila) na kolniku uz ograničenje brzine od 30 km/h za motorna vozila i dr. Jednosmjernim režimom prometa kroz Ulicu Maršala Tita, došlo bi do većeg zagušenja i većih gužvi u Ulici Nova Cesta.

Primjenom mikrosimulacijskog alata Vissim izrađen je prometni model područja i analizirano je odvijanje prometa u vršnim satima u sezonskom i vansezonskom dijelu godine u Ulici Nova Cesta. Model pokazuje da je pretpostavljeno sezonsko prometno opterećenje dalo puno lošije rezultate u pogledu protočnosti prometa (razine uslužnosti), duljine putovanja i kolone vozila koja se radi na raskrižjima. U odnosu na

vansezonsko prometno opterećenje razlika u kašnjenju je više od 2 puta, tj. vozila u sezoni istom mrežom kasne 2 puta više nego vozila van sezone, duljina putovanja se produljila za 30% i na nekim raskrižjima (primjerice Tržnica) duljina kolone vozila je 5 puta dulja u odnosu na prije. Predloženo je nekoliko ideja za unaprjeđenje prometnog sustava i prometne infrastrukture u cijeloj ulici. Neki od prijedloga za unaprjeđenje su: izvedba traka za desne skretače na raskrižju Spar čiji se broj, zbog drugačije organizacije prometa, skoro pet puta povećao, zatim produljenje trajanja ciklusa semafora i zelenog svjetla na glavnom smjeru na raskrižju Spar, pomicanje pješačkog prijelaza na raskrižju Tržnica kako ne bi utjecao na desne skretače sa sporednog smjera i semaforizacija raskrižja Punta Kolova zbog velikog povećanja broja vozila sa sporednog smjera. Svi prijedlozi su simulirani u računalnom programu Vissim te su isti pokazali bolje rezultate protočnosti prometa, duljine trajanja putovanja na mreži i stvaranja gužvi (kolone vozila). Kašnjenje na mreži uvođenjem novih rješenja skratilo se za 30%, kao i vrijeme putovanja koje je kraće za 15% u odnosu na vrijeme putovanja prije uvođenja novih rješenja. Maksimalna duljina kolone vozila na nekim raskrižjima se produljila zbog drugačijih režima prometa (semaforizacija i sl.) međutim bitno je da se srednja duljina kolone vozila na raskrižjima smanjila. Zaključak je da bi se drugačijom organizacijom prometa na jednoj cesti morala urediti i druga cesta zbog svih navedenih razloga.

Rezultati analiza pokazuju da je postojeća prometna infrastruktura dostigla maksimum kada se govori o prometnom opterećenju te bi u budućnosti prometni sustav u Opatiji mogao doživjeti kolaps. Trenutno stanje je također izrazito loše te sustav vapi za rješenjem.

Nova Cesta u ljetnim mjesecima je jedna od najopterećenijih cesta u Hrvatskoj s PDLP-om oko 18000 vozila te izvedbom Liburnijske obilaznice maknuo bi se dio prometa koji je usmjeren prema Lovranu i dalje prema M. Dragi iz šireg centra grada Opatije. Ne ulazeći u imovinsko-pravne odnose i ekonomske pokazatelje izvedbe, Liburnijska obilaznica unaprijedila bi prometni sustav ne samo Opatije i okolnih naselja, već cijele regije. Planovi predviđaju izvedbu Liburnijske zaobilaznice koja bi pomogla pri rasterećenju i normalnom funkcioniranju prometa u Opatiji, ali su potrebne analize da se to provjeri.

8. LITERATURA

- [1] Službena stranica Grada Opatije, <https://opatija.hr/opci-podaci/o-opatiji/>, pristup 24.8.2022.
- [2] Visit Opatija, <https://www.visitopatija.com/setaliste-lungomare-setnja-uz-more-od-voloskog-do-lovrana-p477>, pristup 24.8.2022.
- [3] Visit Opatija, <https://www.visitopatija.com/sumsko-setaliste-carmen-sylva-v26>, pristup 24.8.2022.
- [4] Eko vjesnik, portal za održivi razvoj i uspješnu zajednicu, <https://www.ekovjesnik.hr/clanak/1681/uredena-sumska-setnica-opatija-veprinac>, pristup 24.8.2022.
- [5] Urbanistički plan uređenja naselja Opatija, Odluka o donošenju ID UPU naselja Opatija – pročišćeni tekst, Opatija, veljača 2022.
- [6] Mr.sc. Glad M., Dr.sc. Baričević H., red.prof. Gagulić M., dipl.ing. pomorskog prometa, *Prometno-tehnološki parametri alternativnih rješenja Liburnijske obilaznice*, Pomorski zbornik, 2006.
- [7] Županijske ceste, <http://zuc.hr/popis-i-karta-cesta/>, pristup 26.8.2022.
- [8] prof.dr.sc. Deluka-Tibljaš, A., *Predavanja iz kolegija Promet u gradovima*, prezentacija *Pješački promet*, Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2021.
- [9] prof.dr.sc. Deluka-Tibljaš, A., *Predavanja iz kolegija Promet u gradovima*, prezentacija *Biciklistički promet u gradovima*, Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2021.
- [10] Riportal, <https://riportal.net.hr/rijeka/u-opatiji-skolarce-ce-docekati-i-svjeze-objavljani-pjesacki-prijelazi-na-pet-prilaza-skolama/336591/#foto-3>, pristup 7.9.2022
- [11] Opatija 21 d.o.o., <https://www.opatija21.hr/parkiralista/karta-parkiralista>, pristup 24.8.2022
- [12] Autotrolej d.o.o., https://www.autotrolej.hr/wp-content/uploads/2020/02/autotrolej_mreza_prigradskih_linija.pdf, pristup 20.10.2022.
- [13] dipl. ing. Milorad Božić, dipl. ing. Dinko Kopic, dipl. ing. Juraj Gršetić, mr.sc. Nenad Marold, *Brojenje prometa na cestama Republike Hrvatske godine 2019., 2020. i 2021.*, Prometis d.o.o., Zagreb, 2020.,2021.,2022.

- [14] Datacollect, <https://www.datacollect.com/index.html>, pristup 2.8.2022.
- [15] My traffic dana, <https://www.mytrafficdata.com/introduces-itself/>, pristup 2.8.2022.
- [16] *Prometno-građevinske studije šire zone Slatine u Opatiji*, naručitelj: Liburnije Rivijera Hoteli d.d., izrađivač - Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci – Katedra za prometnice, 2021.
- [17] doc.dr.sc. Šurdonja S., mag.ing.aedif. Nežić D., prof.dr.sc. Deluka-Tibljaš A., *Mikrosimulacijski model proračuna kapaciteta kružnog raskrižja*, Pomorski zbornik, str 143-165, 2015.
- [18] Klasić I., *Primjena mikrosimulacijskog prometnog modela u postupku unaprjeđenja prometnih uvjeta u gradskim naseljima - Primjer naselja Pećine u Rijeci*, diplomski rad, Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, 2019.
- [19] PTV group, VISSIM, <https://www.ptvgroup.com/en/solutionsproducts/ptv-vissim/>, pristup 8.9.2022.
- [20] prof.dr.sc. Deluka-Tibljaš, A., *Vježbe iz kolegija Prometna tehnika*, prezentacija *Mikrosimulacije VISSIM - V3*, Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2021.
- [21] prof.dr.sc. Deluka-Tibljaš, A., *Predavanja iz kolegija Cestovna čvorišta*, prezentacija *Osnovni pojmovi, koncipiranje raskrižja*, Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2021.
- [22] prof.dr.sc. Deluka-Tibljaš, A., *Predavanje iz kolegija Promet u gradovima*, prezentacija *Parkiranje*, Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2021.

9. PRILOZI

Prilog 1: Idejno rješenje organizacije prometa u ljetnom periodu u Ulici Maršala Tita, list 1, M1:2000

Prilog 2: Idejno rješenje organizacije prometa u ljetnom periodu u Ulici Maršala Tita, list 2, nacrt 1/4, M1:500

Prilog 3: Idejno rješenje organizacije prometa u ljetnom periodu u Ulici Maršala Tita, list 2, nacrt 2/4, M1:500

Prilog 4: Idejno rješenje organizacije prometa u ljetnom periodu u Ulici Maršala Tita, list 2, nacrt 3/4, M1:500

Prilog 5: Idejno rješenje organizacije prometa u ljetnom periodu u Ulici Maršala Tita, list 2, nacrt 4/4, M1:500



GF	GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI		
Diplomski rad Primjena prometnih mikrosimulacija na primjeru analize sezonskog kolebanja prometa u gradu Opatiji	Sadržaj nacрта: Idejno rješenje organizacije prometa u ljetnom periodu u Ulici Maršala Tita		
Student: Edin Fatić	Kolegij: Prometna tehnika		
Mentor: prof. dr. sc. Aleksandra Deluka-Tibljaš	Datum: rujan 2022.	Mjerilo: M1:2000	List: 1



GF	GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI		
Diplomski rad Primjena prometnih mikrosimulacija na primjeru analize sezonskog kolebanja prometa u gradu Opatiji	Sadržaj nacрта: Idejno rješenje organizacije prometa u ljetnom periodu u Ulici Maršala Tita 1/4		
Student: Edin Fatić	Kolegij: Prometna tehnika		
Mentor: prof. dr. sc. Aleksandra Deluka-Tibljaš	Datum: rujan 2022.	Mjerilo: M1:500	List: 2



GF

GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI

Diplomski rad
Primjena prometnih
mikrosimulacija na primjeru
analize sezonskog kolebanja
prometa u gradu Opatovci

Student:
Edin Fatić

Mentor:
prof. dr. sc. **Aleksandra Deluka-Tibljaš**

Sadržaj nacрта:
Idejno rješenje organizacije prometa u
ljetnom periodu u Ulici Maršala Tita
2/4

Kolegij:
Prometna tehnika

Datum:
rujan 2022.

Mjerilo:
M1:500

List:
3



GF

GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI

Diplomski rad
Primjena prometnih
mikrosimulacija na primjeru
analize sezonskog kolebanja
prometa u gradu Opatovci

Sadržaj nacrt:
Idejno rješenje organizacije prometa u
ljetnom periodu u Ulici Maršala Tita
3/4

Student:
Edin Fatić

Kolegij:
Prometna tehnika

Mentor:
prof. dr. sc. **Aleksandra Deluka-Tibljaš**

Datum:
rujan 2022.

Mjerilo:
M1:500

List:
4



GF	GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI		
Diplomski rad Primjena prometnih mikrosimulacija na primjeru analize sezonskog kolebanja prometa u gradu Opatovci	Sadržaj nacrt: Idejno rješenje organizacije prometa u ljetnom periodu u Ulici Maršala Tita 4/4		
Student: Edin Fatić	Kolegij: Prometna tehnika		
Mentor: prof. dr. sc. Aleksandra Deluka-Tibljaš	Datum: rujan 2022.	Mjerilo: M1:500	List: 5