

Prometna analiza odvijanja prometnih tokova na dijelu državne ceste DC433 od čvora na Ulici Domovinskog rata do raskrižja s Matoševom ulicom u Solinu

Jahoda, Marinko

Master's thesis / Diplomski rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:

University of Split, Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy / Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:123:721007>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-07**



Repository / Repozitorij:

[FCEAG Repository - Repository of the Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy, University of Split](#)



UNIVERSITY OF SPLIT



**SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

DIPLOMSKI RAD

Marinko Jahoda

Split, 2023.

**SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

Marinko Jahoda

***Prometna analiza odvijanja prometnih tokova na dijelu
državne ceste DC433 od čvora na Ulici Domovinskog
rata do raskrižja s Matoševom ulicom u Solinu.***

Diplomski rad

Split, 2023.

**SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

STUDIJ: **DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA**
KANDIDAT: MARINKO JAHODA
MATIČNI BROJ (JMBAG): 0083221291
KATEDRA: **Katedra za PROMETNICE**
PREDMET: PROMETNA TEHNIKA

ZADATAK ZA DIPLOMSKI RAD

Tema: *Prometna analiza odvijanja prometnih tokova na dijelu državne ceste DC433 od čvora na Ulici Domovinskog rata do raskrižja s Matoševom ulicom u Solinu*

Opis zadatka: Predmet zadatka je prometna analiza odvijanja prometnih tokova na dijelu državne ceste DC 433 i to od čvora na Ulici Domovinskog rata do raskrižja sa Matoševom ulicom u Solinu (DC 432).

Treba izvršiti prometnu analizu predmetne dionice za slučaj izvođenja kružnih tokova korištenjem analitičkog modela SIDRA. Analizu izvršiti na temelju izvršenih brojanja u vršnim razdobljima. U modelu SIDRA treba definirati tip raskrižja, način kontrole, namjenu trakova, geometriju raskrižja. Na kraju treba komentirati rezultate analize.

U Splitu, 10.3. 2023.

Voditelj Diplomskog rada:
Prof.dr.sc. Dražen Cvitanić

Komentorica:
Dr.sc. Biljana Maljković

Predsjednik Povjerenstva
za završne i diplomske ispite:
Izv. prof. dr. sc. Ivan Balić

Prometna analiza odvijanja prometnih tokova na dijelu državne ceste DC433 od čvora na Ulici Domovinskog rata do raskrižja s Matoševom ulicom u Solinu.

Sažetak:

Zagorski put je novi budući alternativni pravac izlaska/ulaska u grad Split. Izgradnjom četverotračne ceste doći će do rasterećenja postojećih prometnica. Izvršeno je brojanje prometa na raskrižjima koja će povezivati buduću dionicu ceste s okolnom mrežom te je napravljena prometna analiza u programu SIDRA INTERSECTION za dvije varijante. Prva varijanta koja pretežito uključuje korištenje kružnih raskrižja nije zadovoljila u pogledu razine usluge pa je napravljena druga varijanta gdje su na spornim mjestima zamijenjeni kružni tokovi sa semaforiziranim raskrižjima. Priloženi su rezultati analize iz programa SIDRA poput razine usluge, stupnja zasićenosti i vjerojatnosti pojave kolona. Na kraju su komentirani rezultati i iznesen zaključak.

Ključne riječi:

Zagorski put, alternativni pravci, SIDRA INTERSECTION, Civil 3D, kružni tokovi, razina usluge, brojanje prometa

Traffic analysis of traffic flows on a part of the state road DC433 from Domovinski rat junction to Matoševa street intersection in Solin.

Abstract:

Zagorski street is the new alternative road to enter/exit city of Split. Constructing a new four-lane road will decrease traffic volume on existing roads. Traffic counting was performed on intersections which will connect the future road with adjacent network and analysis was made in SIDRA INTERSECTION software for two versions. The first version which consists of nearly all roundabouts did not satisfy in terms of level of service and blockage probability, so a second version was made in which some roundabouts were replaced with classic traffic lights. Results such as level of service, degree of saturation and blockage probability have been attached from SIDRA. In the end, results were commented and a conclusion was made.

Keywords:

Zagorski road, alternative roads, SIDRA INTERSECTION, Civil 3D, roundabouts, level of service, traffic count

Zahvala:

Zahvaljujem se svom mentoru prof. dr. sc. Draženu Cvitaniću na pruženoj pomoći i savjetima pri izradi ovog diplomskog rada.

Također, zahvaljujem se svojim roditeljima i obitelji koji su me tokom cijelog školovanja podržavali. Hvala i fakultetskoj ekipi s kojom sam proveo nezaboravne trenutke u Sveučilišnoj knjižnici, raznim kafićima i disko-klubovima, a koja se završetkom fiksa raselila po Lijepoj Našoj. Zahvaljujem se svojoj curi što me nesebično podupirala. Sjećanja na lijepu fakultetske dane čuvat ću u srcu.

Per aspera, ad astra.

Sadržaj:

1. Uvod.....	2
1.1. Prostorno uređenje.....	3
2. Postojeće stanje.....	5
3. Primijenjena metodologija.....	8
4. Podaci potrebni za izvršenje analize.....	9
4.1. Brojanje prometa.....	11
5. Općenito o kružnim tokovima.....	24
5.1. Općenito.....	24
5.2. Podjela.....	25
5.3. Turbo kružno raskrižje.....	26
6. Analiza odvijanja prometnih tokova za planirano stanje.....	31
6.1. Prva varijanta.....	32
6.2. Druga varijanta.....	46
7. Zaključak.....	55
8. Literatura.....	56

PRILOZI

Prilog 1 - Fazni rad semaforiziranih raskrižja

1. UVOD

Predmet diplomskog rada je prometna analiza funkcioniranja prometnih tokova na dijelu državne ceste DC 433 i to od čvora na Ulici Domovinskog rata do raskrižja s Matoševom ulicom u Solinu (DC 432) kroz dvije varijante. Prva varijanta sadrži samo kružna raskrižja dok druga varijanta sadrži i semaforizirana raskrižja tamo gdje su se kružna raskrižja pokazala kao loš izbor.

Državna cesta DC 433 sukladno „Odluci o razvrstavanju javnih cesta“ NN 17/2020 dugačka je 2,52 km te se pruža na potezu (slika 1):

raskrižje s državnom cestom DC 432 (Matoševa ulica u Solinu) – Ulica Salonitanskih mučenika – Put Mostina - Zagorski put – Ulica Domovinskog rata – raskrižje s državnom cestom DC 8 (Ulica Zbora narodne garde). Cesta se nalazi većim dijelom na području grada Splita, a manjim dijelom na području grada Solina.



Slika 1. Državne ceste s novom dionicom

Prostorno-planskom dokumentacijom predviđeno je preusmjeravanje prometa s obilaznice Splita na alternativne pravce (slika 2) što će rasteretiti DC 8, a time i glavne gradske prometnice, Ulicu Domovinskog rata i Poljičku ulicu. Ulaganjem u alternativne prometne pravce omogućuje se preusmjeravanje prometnih tokova s obilaznice na uličnu mrežu, stvaraju se preduvjeti za širenje neizgrađenih, a komunalno opremljenih građevinskih područja, te se posredno preusmjeravaju i prometni tokovi s Ulice Domovinskog rata i Poljičke ceste. Na alternativnim prometnim pravcima potrebno je prepoznati i naglasiti glavne prometne tokove, rad semaforiskih uređaja prilagoditi prometnim tokovima, naročito u vršnim razdobljima, a priključke i pješачke tokove treba realizirati na način da se smanji broj konfliktnih kretanja.



Slika 2. Novi alternativni pravci (Solinska i Zagorski put)

Državna cesta DC 433 je od iznimne važnosti kao jedan od alternativnih pravaca, koji može privući prometne tokove i rasteretiti prometnu mrežu na ulazu u grad. Nastavno na to se ukazala potreba za konačnom izgradnjom dijela Zagorskog puta (slika 4), ali i temeljitom rekonstrukcijom preostalog dijela državne ceste DC 433 u smjeru Solina (Put Mostina i Ulica Salonitanskih mučenika).

1.1. PROSTORNO UREĐENJE

GUP (generalni urbanistički plan) je **temeljni dokument** prostornog uređenja svake jedinice lokalne samouprave. Urbanistički plan je itekako važan jer se njime određuje način uporabe zemljišta i njegove izgrađenosti utvrđujući namjenu pojedinih gradskih područja, mrežu prometnica i komunalnu opremljenost te stvarajući osnovni model stambenih i gospodarskih objekata, zelenih površina kao i mjesta za odmor i rekreaciju. Nakon provedene javne rasprave **plan usvaja** predstavničko tijelo jedinice **lokalne samouprave**, to jest općinsko ili gradsko vijeće. Prostorni plan uređenja **velikog grada**, grada ili općine određuje usmjerenja za razvoj djelatnosti i namjenu površina te uvjete za održivi i uravnoteženi razvitak na području velikog grada ili općine. Prostorni razvoj naselja ili dijela naselja detaljnije se uređuje urbanističkim planom, odnosno detaljnim planom uređenja koje u skladu s prostornim planom također donosi predstavničko tijelo jedinice lokalne samouprave. Tipovi takvih planova su **UPU** (urbanistički plan uređenja) i **DPU** (detaljni plan uređenja). Svaki važeći urbanistički plan je javno dostupan na internetskim stranicama gradova i općina te na *Informacijskom sustavu prostornog uređenja (ISPU)*.

Grad Split ima važeći GUP te mnogo niže rangiranih urbanističkih planova (DPU, UPU, PPUG...). GUP se odnosi na cijeli teritorij grada Splita, dok su pojedine manje cjeline detaljno prostorno-uređene kroz DPU ili UPU, kao primjerice *UPU kampusa Sveučilišta u Splitu* ili *DPU prostora Žnjan*.



Slika 3. Prikaz prometnog sustava grada Splita [1]

Na ISPU stranicama se mogu vidjeti razni dijelovi GUP-a poput obuhvata prostornog plana, korištenje i namjenu prostora, infrastrukturne sustave (slika 3),...



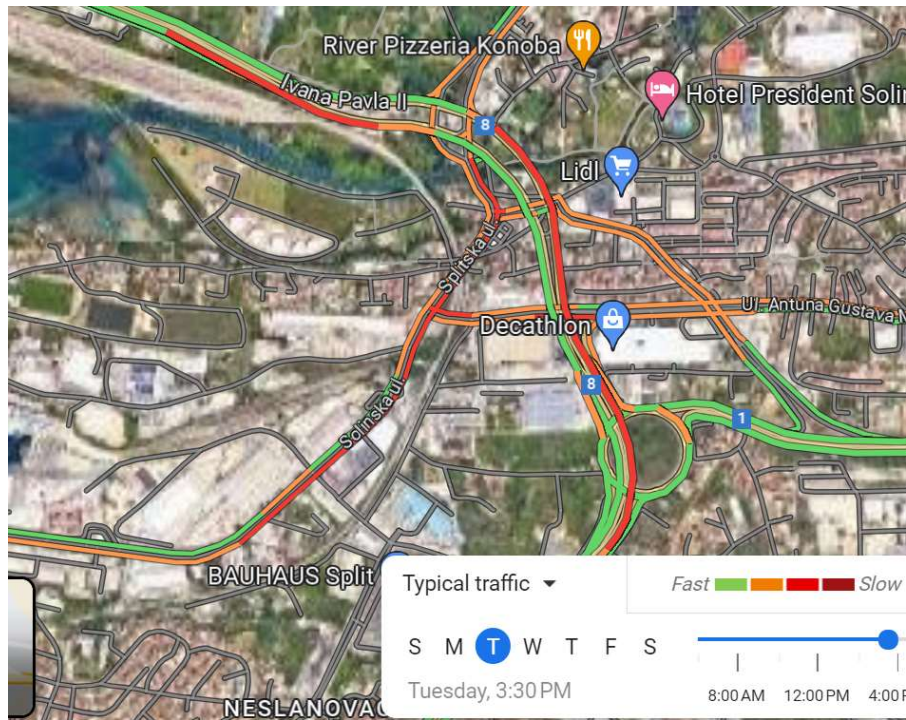
Slika 4. Prikaz nove dionice Zagorskog puta po GUP-u

2. POSTOJEĆE STANJE

Zagorski put je prometnica građena devedesetih godina 20. stoljeća za potrebe spajanja gradskih kvartova Sućidar, Pujanke, Ravne njive, Brda i Neslanovac te kao alternativni pravac izlaska iz Splita kroz industrijsku zonu Dujmovača. Izveden je samo dio projektirane prometnice koji spaja Sućidar s Ravnim njivama te dio koji spaja Brda sa Dujmovačom (slika 5). Projektirana je četverotračna cesta širine jednog traka 3.5 m. Na trasi se nalazi i nadvožnjak preko Ulice Domovinskog rata. Tu cesta jednim dijelom prestaje i skreće prema raskrižju Sarajevska ulica – Ulica 114. brigade gdje vodi dalje prema supermarketima *Tommy* i *Kaufland*. Cesta nastavlja od kružnog toka s Mostarskom ulicom do stanice za tehnički pregled Eurodaus. Glavni dio prometnice koji bi spojio nadvožnjak s kružnim tokom kod Mostarske ulice još nije izveden. Razlozi su bili kao i kod svih velikih infrastrukturnih projekata, a to je nedostatak financijskih sredstava, složeni i nepotpuni vlasnički odnosi na zemljištima preko kojih prometnica prolazi i nedostatak političke volje. Danas postoji uska jednosmjerna cesta koja vodi planiranom rutom Zagorskog puta koja ne zadovoljava potreba okolnih kvartova, a kamoli cijeloga grada. U vršnom satu su česte gužve te je rješavanje pitanja Zagorskog puta jedan od budućih prioriteta.



Slika 5. Postojeće stanje [2]



Slika 6. Usporena kretanja [2]

Na slici 6 s prikazima preuzetim s Google maps jasno se može uočiti stvaranje kolona. Vozači pokušavaju pronaći alternativne pravce izlaska iz grada pa onda i sporedne ulice (kao npr. Ulica Salonitanskih mučenika) postaju neprovozne. Također je problem i što ovaj dio grada pripada i industrijskoj zoni kojem gravitiraju teška teretna vozila (kamioni, cisterne, kamioni s prikolicama,...).



Slika 7: Vidljiv koridor ceste [3]

Zemljišta su otkupljena i spojena u jednu katastarsku česticu (slika 7) pa je vidljiv budući koridor prometnice.

U sadašnjem stanju ulice Zagorski put unutar obuhvata predmetnog zahvata, postoje sljedeća raskrižja:

- Nesemaforizirano raskrižje Zagorski put-rampa s Domovinskog rata
- Kružni tok Zagorski put-Mostarska ulica
- Nesemaforizirano raskrižje Zagorski put-Bauhaus
- Nesemaforizirano raskrižje Zagorski put-Put Mostina

Da bi se pristupilo drugom dijelu Zagorskog puta s nadvožnjaka potrebno je ići okolnim prometnicama kroz raskrižja:

- Semaforizirano raskrižje Sarajevska ulica - Ulica 114. Brigade
- Kružni tok Hercegovačka ulica-Sarajevska ulica

Pa onda jednosmjernom ulicom (istog naziva Zagorski put) do kružnog toka s Mostarskom ulicom.

3. PRIMIJENJENA METODOLOGIJA

Na kapacitet gradske ulične mreže najviše utječe kapacitet raskrižja te ona najčešće predstavljaju uska grla cestovnog prometnog sustava. Kvaliteta odvijanja prometnih tokova na raskrižjima se definira razinom usluge (RU) koja se određuje na temelju prosječnog produljenja trajanja putovanja uzrokovanog načinom kontrole raskrižja (semafor, stop znak i dr.), odnosno tzv. prosječnim zakašnjenjem vozila. Prosječna zakašnjenja za postojeće i planirano stanje odvijanja prometnih tokova za sve prilaze raskrižja na području zahvata definiraju kvalitetu toka i razinu usluge te velika zakašnjenja ukazuju na kritična mjesta.

Veličine prosječnih zakašnjenja te razine usluge po pojedinim prilazima na raskrižjima, prema postojećem pravilniku, dobiju se korištenjem metodologijom prema HCM (Highway Capacity Manual 2010). HCM metodologija definira šest razina usluga s obzirom na veličinu prosječnog zakašnjenja pojedinog vozila na prilazu raskrižja što je prikazano u tablici 1.

Tablica 1. Razina usluge raskrižja [4]

RAZINA USLUGE SEMAFORIZIRANIH RASKRIŽJA	PROSJEČNO ZAKAŠNJENJE (sek/voz)	RAZINA USLUGE NESEMAFORIZIRANIH RASKRIŽJA	PROSJEČNO ZAKAŠNJENJE (sek/voz)
A	0-10	A	0-10
B	>10-20	B	>10-15
C	>20-35	C	>15-25
D	>35-55	D	>25-35
E	>55-80	E	>35-50
F	>80	F	>50

Razina usluge A – malo zastoja, tj. prosječno zakašnjenje je manje od 10 sek/voz. Slučaj kada većina vozila dolazi za vrijeme zelene faze i većina vozila se ne zaustavlja.

Razina usluge B – zakašnjenja su unutar 10.1-20.0 sek/voz. Više vozila se zaustavlja nego kod razine usluge A, no progresija je još uvijek vrlo dobra.

Razina usluge C – veličina zakašnjenja je unutar 20.1 -35.0 sek/voz. Veći zastoji su rezultat lošije progresije i veće duljine ciklusa. Kod ove razine usluge može se pojaviti problem stvaranja zaostalih repova kod pojedinih ciklusa kada vrijeme trajanja zelene faze nije dovoljno da propusti sva akumulirana vozila. Broj vozila koja se zaustavljaju je značajan iako još mnoga vozila prolaze kroz raskrižje bez zastoja.

Razina usluge D – prosječno zakašnjenje je u granicama 35.1 – 55.0 sek/voz. Kod ove razine usluge utjecaj nagomilavanja vozila je značajan. Većina vozila zaostaje, a opada udio vozila koja ne stoje. Broj vozila koja nisu uspjela proći za vrijeme prve zelene faze (neusluženi vozila) na pojedinim ciklusima je značajan.

Razina usluge E - zakašnjenje je unutar 55.1 – 80.0 sek/voz. Takva prometna situacija rezultat je loše progresije, veće duljine ciklusa i visoka odnosa toka i kapaciteta prilaza. Zastoji i neuslužena vozila po pojedinim ciklusima su vrlo česti.

Razina usluge F – prosječno zakašnjenje je preko 80.0 sek/voz., što se smatra neprihvatljivim za većinu vozača. Ove prometne uvjete prati potpuno zasićenje tj. dolazeći tok veći je od kapaciteta raskrižja s nagomilavanjem repa vozila po ciklusima koje prethodni ciklus nije mogao isprazniti. Vrlo loša progresija i veće duljine ciklusa također mogu dovesti do ovakve prometne situacije. [4]

Razina usluge C je optimalna.

4. PODACI POTREBNI ZA IZVRŠENJE ANALIZE

Za potrebe projektiranja raskrižja potrebno je raspolagati podacima o količini prometa na budućoj prometnici. Odnosno, potrebno je znati koliko vozila će proći kojim privozom. Problem se pojavljuje što ne postoji nijedna precizna teorija koja bi mogla predvidjeti egzaktan broj vozila koji će u nekom trenutku biti na nekom privozu jer taj podatak ovisi o mnogo faktora, kao npr. o broju stanovnika koji gravitira nekom kotaru, kvaliteti i proveznosti prometnice i volji svakog vozača koja se ne može analitički utvrditi. Također, na izbor pravca vožnje utječe i potrošačka infrastruktura kao npr. supermarketi, trgovine građevinskog materijala, autoservisi i slično.

Na predmetnoj prometnici i okolici nalaze se sljedeći prodajni i poslovni objekti:

- supermarket Eurospin
- Bauhaus
- Stanica za tehnički pregled Eurodaus
- Trgovina autodijelova Ciak
- Petcentar
- Brodomerkur
- Ovlašteni servis PSC Dalmacija za Opel i Citroen vozila
- Dvije benzinske postaje Lukoil

Zagorskom putu gravitiraju sljedeći kotari [5]:

- Sućidar (10 072 stan.)
- Pujanke (9 502 stan.)
- Kocunar (4 376 stan.)
- Ravne njive (5 812 stan.)
- Brda (6 188 stan.)
- Neslanovac (3 672 stan.)

Također, na Zagorski put će se prebaciti i dio vozila koji trenutno voze Solinskom cestom (kroz Dujmovaču), a dolaze iz zapadnog pravca (Marjana, Spinuta, Lore...). Isto, prebacit će se i dio vozila koji trenutno preko Ulice Domovinskog rata izlazi iz grada.

Za dobiti prve ulazne podatke (input), bilo je potrebno izbrojati promet na okolnim raskrižjima (slika 8) i raspodijeliti ga na nova i novo rekonstruirana raskrižja i kružne tokove.

Za potrebe brojanja angažirani su studenti s FGAG-a Split.

Datum brojanja je 04.04.2023.

Utvrđeni vršni sat je 15.30 – 16.30.

Raskrižja:

- R1 : raskrižje Ulica Antuna Gustava Matoša – Ul. Salonitanskih mučenika
- R2: raskrižje Splitska ulica - Ulica Antuna Gustava Matoša
- R2a: raskrižje Splitska ulica – Krešimirova ulica
- R3: raskrižje Solinska ulica – Vranjički put – Splitska ulica
- R4: raskrižje Solinska ulica – Put Mostina
- R5 : raskrižje Put Mostina – Ul. Salonitanskih mučenika
- R6: raskrižje Put Mostina – Zagorski put
- R7: raskrižje Zagorski put – „Bauhaus“
- R8: raskrižje Zagorski put – Mostarska ulica
- R9 : raskrižje Sarajevska ulica – Ulica 114. brigade
- R9a: raskrižje Sarajevska ulica – Hercegovačka ulica
- R10: raskrižje Zagorski put – rampa za Ulicu Domovinskog rata



Slika 8. Prikaz analiziranih raskrižja

4.1. BROJANJE PROMETA

RASKRIŽJE R1: UL. ANTUNA GUSTAVA MATOŠA - UL. SALONITANSKIH MUČENIKA

Tablica 2. Broj vozila za raskrižje R1

Vrijeme	PRIVOZI				Q _{ukupno}
	Q1	Q2	Q3	Q4	
15,30-15,45	41	68	160	50	319
15,45-16,00	42	65	166	53	326
16,00-16,15	40	72	126	70	308
16,15-16,30	44	60	132	65	301
ukupno	167	265	584	238	1254



Slika 9. Nesemaforizirano raskrižje R1

Trenutno nesemaforizirano raskrižje (slika 9) koje je u vršnom satu preopterećeno. Vozila često skreću lijevo iz Salonitanskih mučenika te usporavaju promet Ulicom Antuna G.Matoša.

RASKRIŽJE R2: SPLITSKA UL. – UL. ANTUNA GUSTAVA MATOŠA

Tablica 3. Broj vozila za raskrižje R2

Vrijeme	PRIVOZI			Q _{ukupno}
	Q1	Q2	Q3	
15,30-15,45	174	60	117	351
15,45-16,00	170	77	122	369
16,00-16,15	202	71	122	395
16,15-16,30	161	51	126	338
ukupno	707	259	487	1453



Slika 10. Nesemaforizirano raskrižje R2

Na raskrižju (slika 10) se znaju stvarati gužve naročito u Splitskoj ulici ovisno o dobi dana. Bude dosta teških teretnih vozila u koloni.

RASKRIŽJE R2a: SPLITSKA UL. –KREŠIMIROVA UL. (VRANJIC)

Tablica 4. Broj vozila za raskrižje R2a

Vrijeme	PRIVOZI			Q _{ukupno}
	Q1	Q2	Q3	
15,30-15,45	140	153	38	331
15,45-16,00	182	175	40	397
16,00-16,15	199	160	48	407
16,15-16,30	236	145	33	414
Ukupno	757	633	159	1549



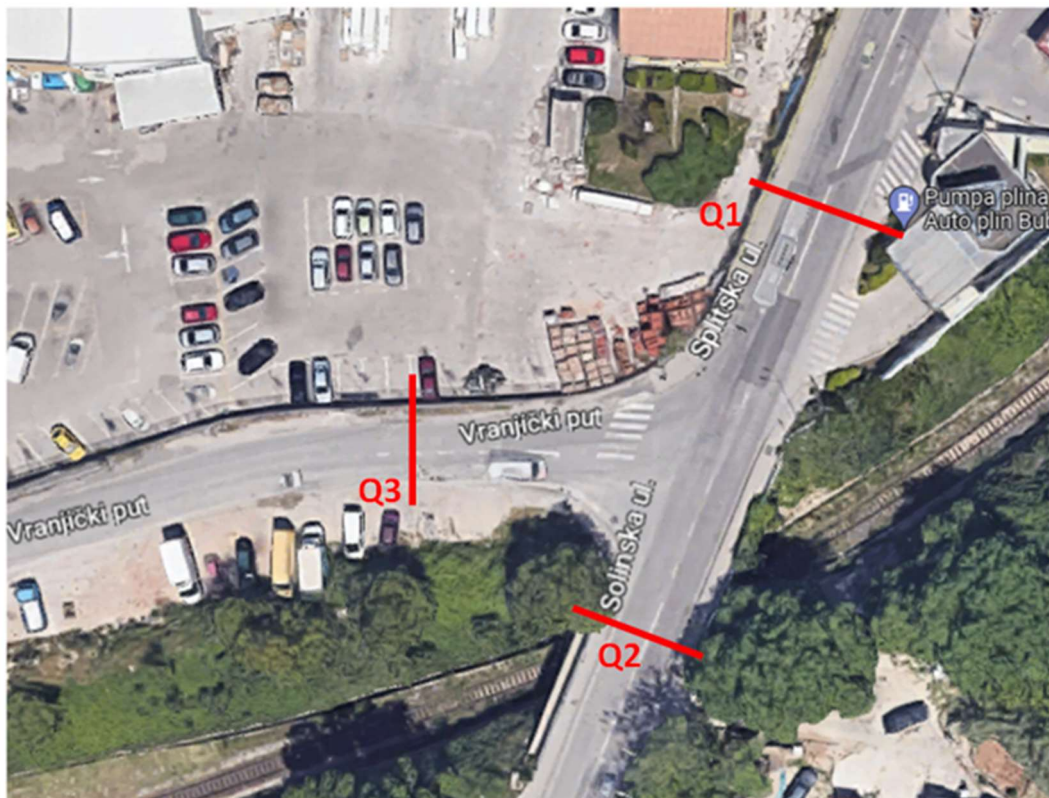
Slika 11. Nesemaforizirano raskrižje R2a

Na raskrižju (slika 11) je problem Kresimirova ulica koja vodi u Vranjic te se stvaraju gužve prilikom lijevog skretanja.

RASKRIŽJE R3: SOLINSKA UL. - VRANJIČKI PUT - SPLITSKA UL.

Tablica 5. Broj vozila za raskrižje R3

Vrijeme	PRIVOZI			Q _{ukupno}
	Q1	Q2	Q3	
15,30-15,45	123	112	14	249
15,45-16,00	137	122	33	292
16,00-16,15	134	101	35	270
16,15-16,30	106	111	39	256
Ukupno	500	446	121	1067



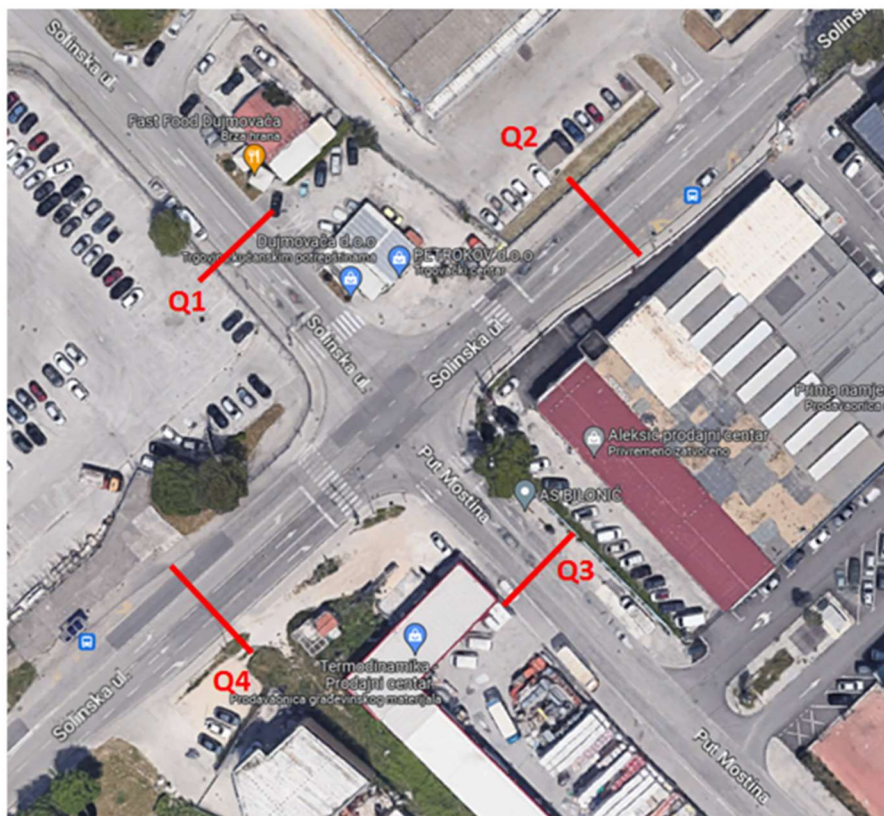
Slika 12. Nesemaforizirano raskrižje R3

Problem ovog semaforiziranog raskrižja (slika 12) je količina vozila koja izlazi iz trgovačkog centra Građa pogotovo teških teretnih vozila koja tom prilikom najčešće skreću lijevo prema Solinu.

RASKRIŽJE R4: SOLINSKA UL. - PUT MOSTINA

Tablica 6. Broj vozila za raskrižje R4

Vrijeme	PRIVOZI				Q _{ukupno}
	Q1	Q2	Q3	Q4	
15,30-15,45	34	127	80	146	387
15,45-16,00	30	137	97	148	412
16,00-16,15	42	163	75	129	409
16,15-16,30	24	135	81	142	382
Ukupno	130	562	333	565	1590



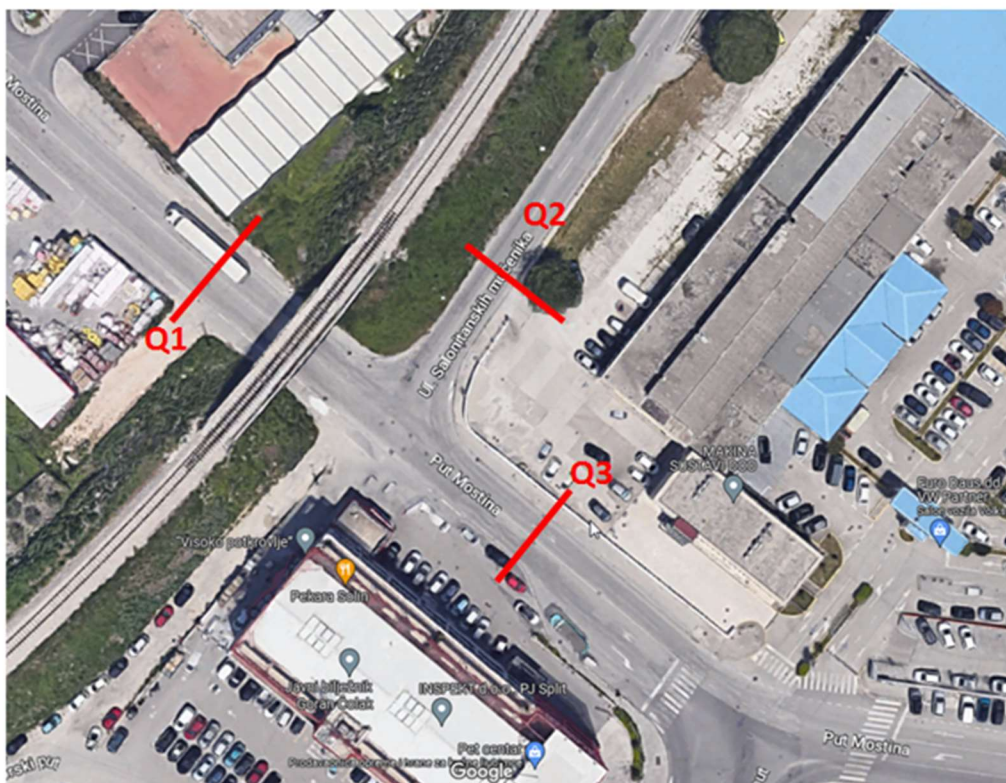
Slika 13. Semaforizirano raskrižje R4

Ovo raskrižje se nalazi u središtu industrijske zone (slika 13) te su svugdje u krugu prodajni centri građevinskog materijala, bijele tehnike, poljoprivredne tehnike,...Postoji velika koncentracija teških teretnih vozila.

RASKRIŽJE R5: PUT MOSTINA - UL. SALONITANSKIH MUČENIKA

Tablica 7. Broj vozila za raskrižje R5

Vrijeme	PRIVOZI			Q _{ukupno}
	Q1	Q2	Q3	
15,30-15,45	111	111	157	379
15,45-16,00	144	93	153	390
16,00-16,15	111	77	168	356
16,15-16,30	122	57	109	288
Ukupno	488	338	587	1413



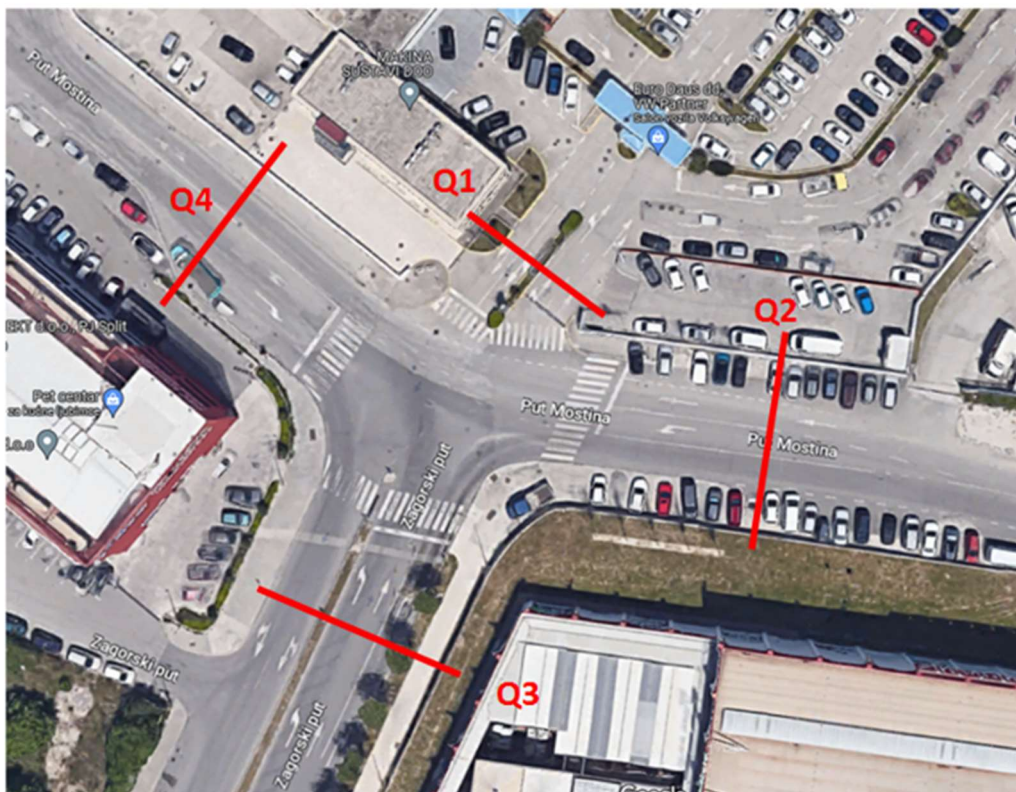
Slika 14. Nesemaforizirano raskrižje R5

Raskrižje kraj željezničkog nadvožnjaka (slika 14) gdje se najviše koristi lijevo skretanje iz Puta Mostina u Ulicu Salonitanskih mučenika.

RASKRIŽJE R6: PUT MOSTINA - ZAGORSKI PUT - "EURO DAUS"

Tablica 8. Broj vozila za raskrižje R6

Vrijeme	PRIVOZI				Q _{ukupno}
	Q1	Q2	Q3	Q4	
15,30-15,45	8	36	171	114	329
15,45-16,00	2	33	171	113	319
16,00-16,15	6	43	153	105	307
16,15-16,30	7	26	134	97	264
Ukupno	23	138	629	429	1219



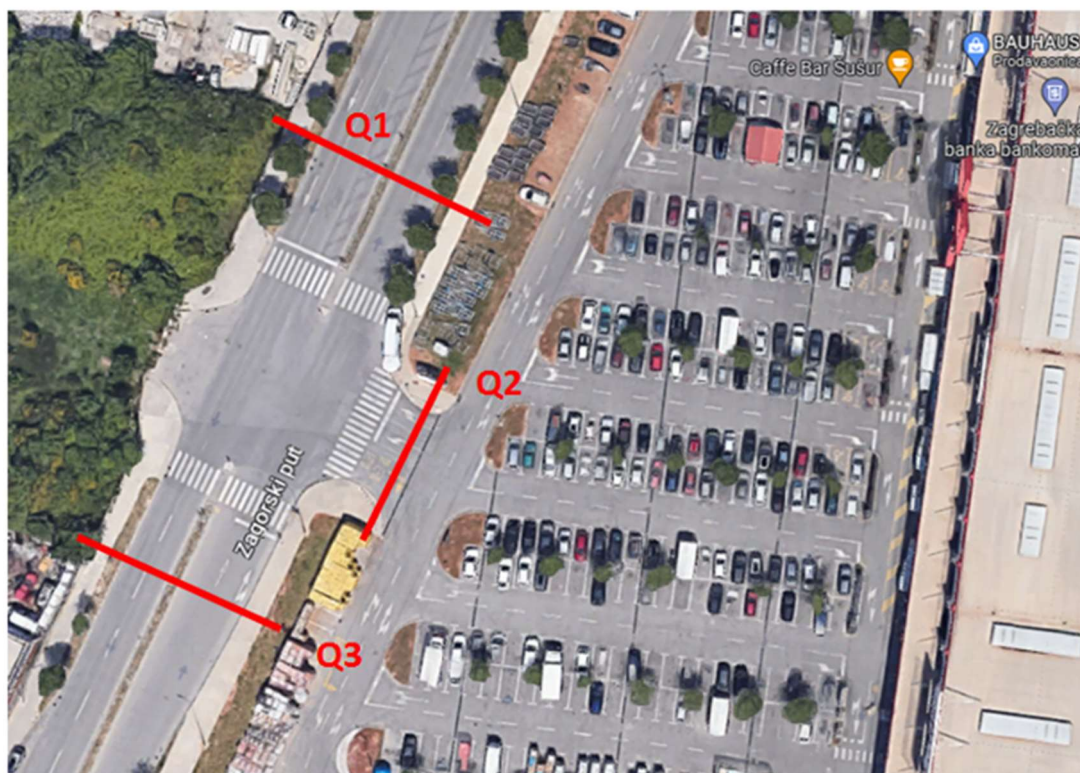
Slika 15. Nesemaforizirano raskrižje R6

Raskrižje kod stanice za tehnički pregled EuroDaus (slika 15) gdje se problem javlja što je ulaz u stanicu preblizu raskrižju.

RASKRIŽJE R7: ZAGORSKI PUT - "BAUHAUS"

Tablica 9. Broj vozila za raskrižje R7

Vrijeme	PRIVOZI			Q _{ukupno}
	Q1	Q2	Q3	
15,30-15,45	113	56	154	323
15,45-16,00	111	56	140	307
16,00-16,15	120	54	144	318
16,15-16,30	91	54	142	287
Ukupno	435	220	580	1235



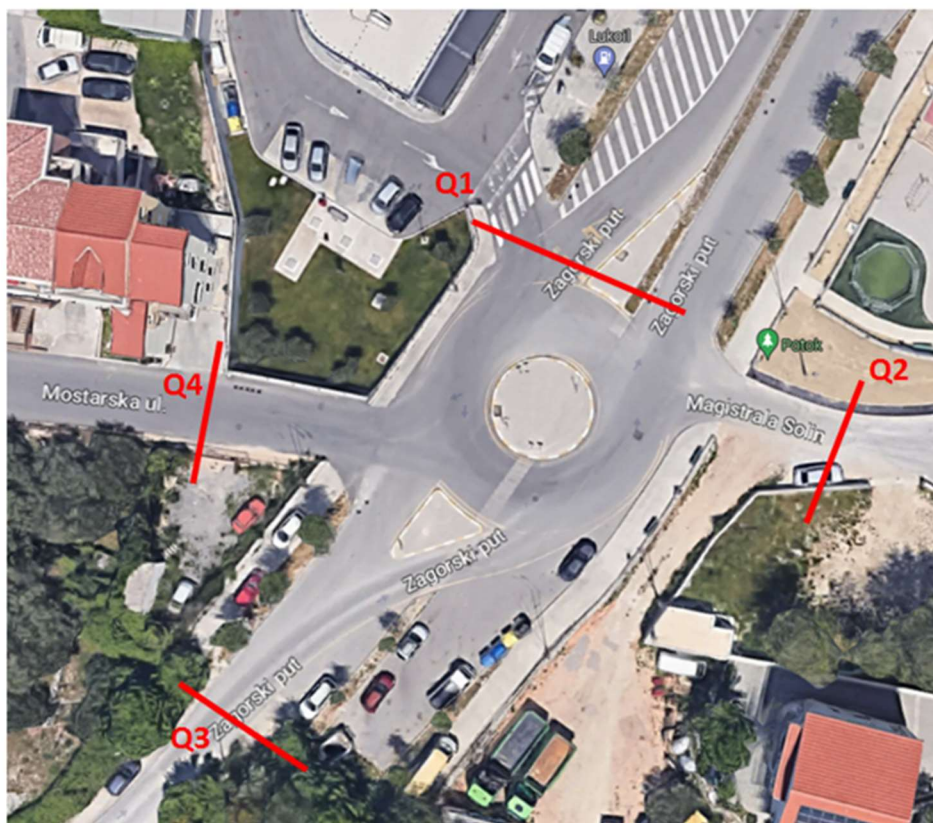
Slika 16. Nesemaforizirano raskrižje R7

Nesemaforizirano raskrižje (slika 16) koje trenutno služi samo za ulaz u prodajni centar Bauhaus.

RASKRIŽJE R8: ZAGORSKI PUT - MOSTARSKA UL.

Tablica 10. Broj vozila za raskrižje R8

Vrijeme	PRIVOZI				Q _{ukupno}
	Q1	Q2	Q3	Q4	
15,30-15,45	94	7	129	30	260
15,45-16,00	84	8	109	28	229
16,00-16,15	100	8	104	40	252
16,15-16,30	75	8	104	27	214
Ukupno	353	31	446	125	955



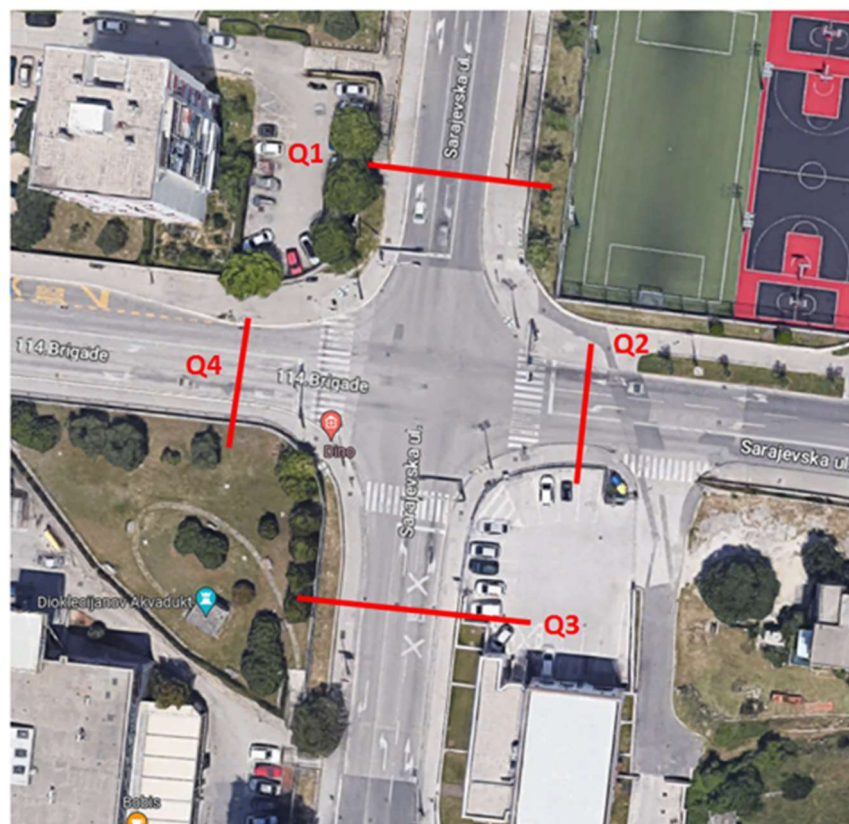
Slika 17. Kružno raskrižje R8

Jedini kružni tok (slika 17) koji se pojavljuje na dionici Zagorskog puta, iako mali kružni tok prometna protočnost je dobra te nisu zabilježene gužve i zastoji.

RASKRIŽJE R9: SARAJEVSKA UL. - UL. 114. BRIGADE

Tablica 11. Broj vozila za raskrižje R9

Vrijeme	PRIVOZI				Q _{ukupno}
	Q1	Q2	Q3	Q4	
15,30-15,45	121	145	139	129	534
15,45-16,00	149	128	179	132	588
16,00-16,15	117	118	150	144	529
16,15-16,30	113	117	187	157	574
Ukupno	500	508	655	562	2225



Slika 18. Semaforizirano raskrižje R9

Bitno raskrižje koje dovodi promet na Ravne njive i Brda (slika 18) te dalje preko nadvožnjaka do Pujanki, Kocunara i Sućidra.

RASKRIŽJE R9a: SARAJEVSKA UL. - HERCEGOVAČKA UL.

Tablica 12. Broj vozila za raskrižje R9a

Vrijeme	PRIVOZI				Q _{ukupno}
	Q1	Q2	Q3	Q4	
15,30-15,45	128	33	149	129	439
15,45-16,00	116	16	165	141	438
16,00-16,15	122	12	156	115	405
16,15-16,30	106	9	155	106	376
Ukupno	472	70	625	491	1658



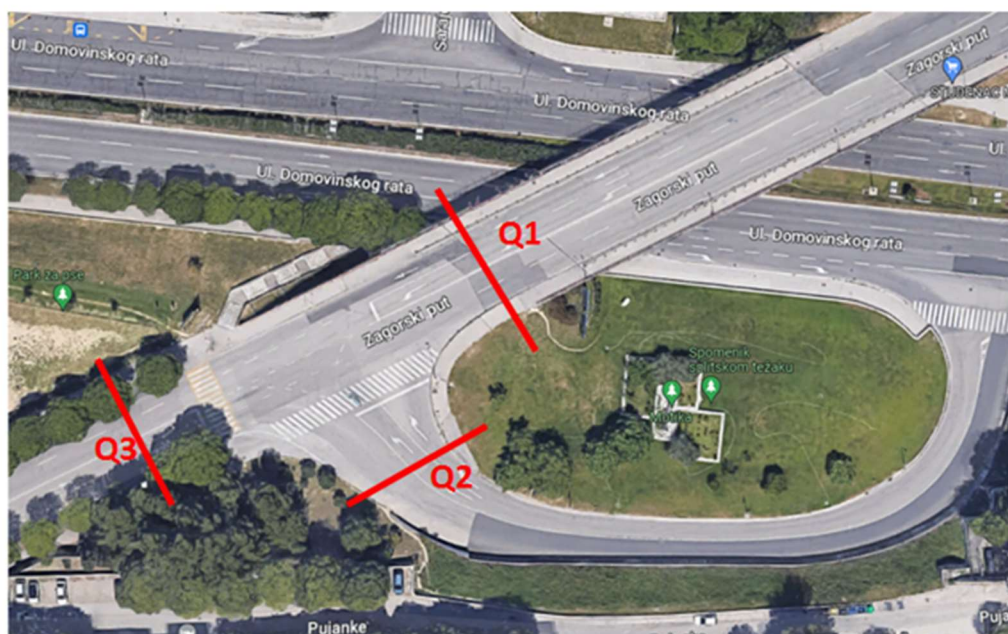
Slika 19. Kružno raskrižje R9a

Jedan od rijetkih kružnih tokova u Splitu (slika 19), a koji uspješno sprječava stvaranje koloni i zastoja.

RASKRIŽJE R10: ZAGORSKI PUT – RAMPA ZA UL. DOMOVINSKOG RATA

Tablica 13. Broj vozila za raskrižje R10

Vrijeme	PRIVOZI			Q _{ukupno}
	Q1	Q2	Q3	
14,30-14,45	273	21	163	457
14,45-15,00	270	21	166	457
15,00-15,15	276	39	175	490
15,15-15,30	238	26	228	492
Ukupno	1057	107	732	1896

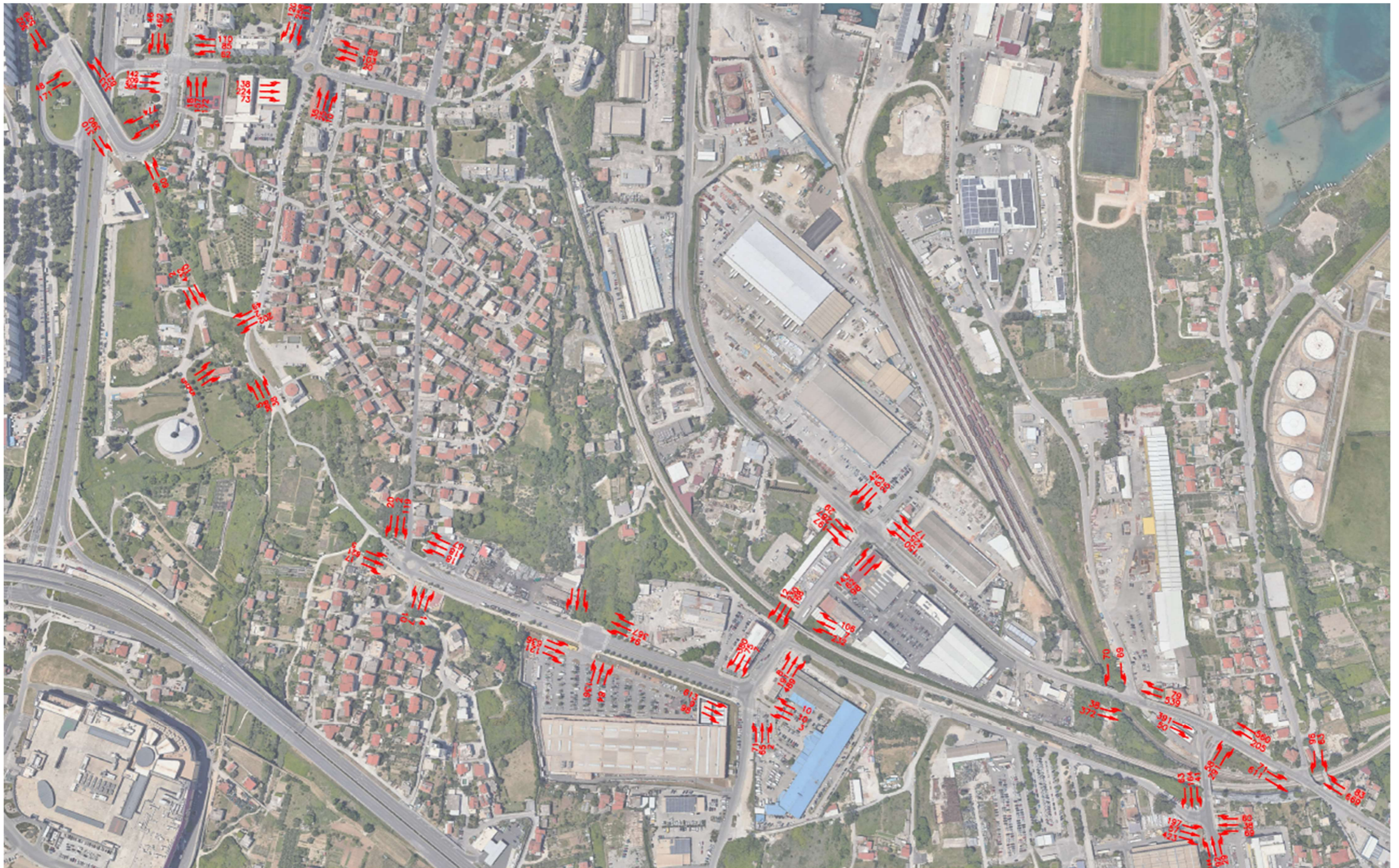


Slika 20. Nesemaforizirano raskrižje R10

Nesemaforizirano raskrižje koje spaja rampu Domovinskog rata sa Zagorskim putem (slika 20), problem je kod lijevog skretanja s rampe zbog nepovoljnog uzdužnog nagiba rampe i nedovoljne preglednosti na ostale trakove.

Prometna opterećenja iz prikazanih tablica je bilo potrebno raspodijeliti na novu rutu koja će prolaziti Zagorskim putem. Logično je za očekivati da će se većina prometa prebaciti na novoizgrađenu prometnicu jer će ona nuditi veću razinu usluge odnosno kraće vrijeme putovanja. Kako je predmet diplomskog rada analizirati funkcioniranje navedene dionice za slučaj izgradnje, uz varijantu s kružnim tokovima, u sljedećem poglavlju je dan prikaz tipova, prednosti i nedostataka kružnih tokova.

Na sljedećoj slici 21. je vidljiva nova raspodjela prometa koja je korištena za analizu u programu SIDRA INTERSECTION.



Slika 21. Nova raspodjela prometa

5. OPĆENITO O KRUŽNIM TOKOVIMA



Slika 22. Postojeći kružni tok u Hercegovačkoj ulici [2]

5.1. OPĆENITO

Kružni tok ili kružno raskrižje (slika 22) je kanalizirano raskrižje kružnog oblika s neprovoznim, djelomično ili u cijelosti povoznim/provoznim središnjim otokom i kružnim voznim trakom na koji se vežu tri ili više priključnih cesta u razini i u kojem se promet odvija u smjeru suprotnom kretanju kazaljke na satu [6].

Prednosti kružnih raskrižja:

- a) znatno veća sigurnost prometa (manji broj konfliktnih točaka nego na klasičnim izravno kanaliziranim raskrižjima u jednoj razini, ne postoje konfliktne točke križanja i preplitanja, manje brzine pri eventualnom sudaru sa pješacima, nemogućnost vožnje kroz kružno raskrižje bez smanjene brzine...);
- b) niža razine buke i emisija ispušnih plinova motornih vozila,
- c) manje posljedice prometnih nezgoda (nema čeonih sudara i sudara pod pravim kutom);
- d) mogućnost propuštanja prometnih tokova velikih jakosti;
- e) kraće čekanje na prilazima (neprekinutost vožnje);
- f) manje zauzimanje prostora (nepotrebni su prometni trakovi za lijevo i desno skretanje) pri jednakoj propusnoj moći – kao kod raskrižja u jednoj razini sa trakama za skretače uz istu razinu uslužnosti;
- g) dobro rješenje za raskrižja s približno jednakim prometnim opterećenjem na glavnom i sporednom prometnom smjeru
- h) dobro rješenje u raskrižjima s više krakova (pet ili više);
- i) manji troškovi održavanja (nego kod semaforiziranih raskrižja);
- j) dobro rješenje kao mjera za smirivanje prometa u urbanim sredinama;
- k) mogućnost dobrog uklapanja u okolni prostor, odnosno uređenja kružnog raskrižja;
- l) povoljniji utjecaj na okoliš u odnosu na semaforizirana raskrižja

Nedostaci kružnih raskrižja:

- a) povećanjem broja voznihi trakova u kružnom toku smanjuje se prometna sigurnost (suprotno od klasičnih raskrižja u jednoj razini) te je preporuka izvedba jednostranih kružnih raskrižja;
- b) veći broj kružnih raskrižja u nizu ne omogućava uvođenje koordiniranog prolaza kroz ista („zeleni val“);
- c) poteškoće s pomanjkanjem prostora za izvedbu središnjeg otoka u već izgrađenim područjima;
- d) kružna raskrižja većeg polumjera, nisu najprikladnije rješenje pred institucijama za slijepu i slabovidnu osobu, pred domovima za starije osobe, bolnicama i zdravstvenim domovima i na svim onim mjestima gdje nemotorizirani sudionici u prometu zbog svojih privremenih ili trajnih fizičkih oštećenja ne mogu sigurno prelaziti raskrižja bez svjetlosnih signalizacijskih uređaja;
- e) kružna raskrižja većeg polumjera, nisu najprikladnije rješenje pred dječjim vrtićima i školama i na drugim mjestima na kojima se kreće veliki broj djece (koja obično idu u većim skupinama ili u koloni);
- f) problemi pri velikom intenzitetu biciklističkog i/ili pješačkog prometa, koji presijeca jedan ili više krakova jednostranoga kružnog raskrižja;
- g) lošije rješenje pri velikom intenzitetu lijevih skretanja;
- h) naknadna semaforizacija ne utječe bitno na povećanje propusne moći;
- i) produljenje putanja vozila i pješaka u odnosu na izravno kanalizirana raskrižja;
- j) tokovi koji skreću ulijevo iz suprotnih smjerova nepotrebno se presijecaju, tj. prepliću, što nije slučaj kod izravno kanaliziranih raskrižja.

5.2. PODJELA

S obzirom na lokaciju, veličinu i vrstu prometa koja se na njima odvija mogu se kružna raskrižja podijeliti na urbana i izvan-urbana raskrižja.

Tablica 14. Tipovi urbanih kružnih raskrižja

URBANA KRUŽNA RASKRIŽJA

Tip kružnog raskrižja	Vanjski polumjer (m)	Okvirni kapacitet (voz/dan)
Mini urbano	7,0-12,5	10.000 (15.000)
Malo urbano	11,0-17,5	15.000 (18.000)
Srednje veliko urbano	15,0-20,0	20.000 (22.000)

Mini kružno raskrižje primjenjuje se u izgrađenoj urbanoj sredini. Očekivana brzina je 25 km/h. Mali troškovi izvedbe.

Mala urbana raskrižja izvode se samo u izgrađenoj urbanoj sredini. Očekivana brzina je 30 km/h.

Srednje velika urbana raskrižja grade se na jače prometno opterećenim raskrižjima u urbanim sredinama. Omogućuju se brzine do 40 km/h.

Tablica 15. Tipovi izvanurbanih kružnih raskrižja

IZVANURBANA KRUŽNA RASKRIŽJA

Tip kružnog raskrižja	Vanjski polumjer (m)	Okvirni kapacitet (voz/dan)
Srednje veliko izvanurbano	17,5 – 22,5	22.000 (24.000)
Veliko izvanurbano	>25	-

Srednje velika kružna raskrižja izvode se na križanjima javnih cesta izvan izgrađenih urbanih sredina. U pravilu nije predviđeno kretanje pješaka na raskrižju.

Velika kružna raskrižja obično se izvode na autocestovnim prilazima gradova ili raskrižju dviju autocesta. [6]

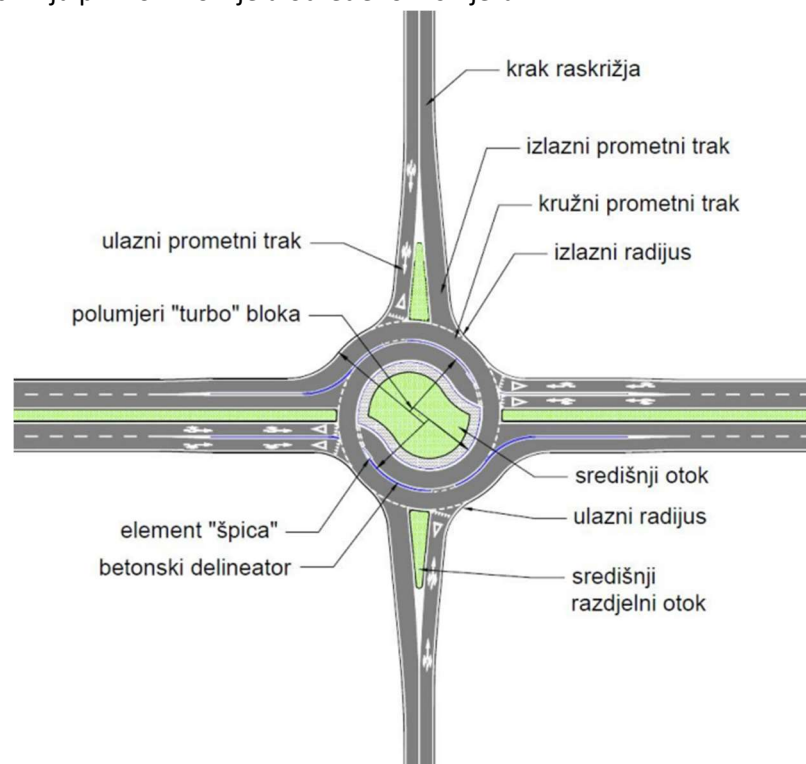
5.3. TURBO KRUŽNO RASKRIŽJE

Slika 23. Prikaz turbo kružnog raskrižja [7]

Turbo kružno raskrižje (slika 23) je posebna vrsta višetravnog kružnog raskrižja, kod kojeg su neki prometni tokovi međusobno odvojeni delineatorima, odnosno, vođeni po prostorno i fizički odvojenim voznim trakovima odnosno sprječavaju promjenu voznog traka.

Osnovni pojmovi kod turbo kružnog toka (slika 24) su:

- **Delineator**, u turbo kružnom raskrižju je betonski predgotovljeni element koji sprječava preplitanje prometnih tokova - promjenu voznog traka na kružnom kolniku. Promjena voznog traka na kružnom kolniku iznimno je dozvoljena samo interventnim vozilima na interventnim vožnjama.
- **"Špica"**, je uređenje početka elementa za sprječavanje prometnog manevra preplitanja prometnih tokova u kružnom kolniku. Izvodi se kao koso presječeni element ili od granitnih kocaka koje su položene na betonsku podlogu.
- **Središnji otok**, turbo kružnog raskrižja je središnji otok nepravilnog oblika, lociran u sredini turbo kružnog raskrižja. Nepravilan oblik otoka proizlazi iz konstrukcije spiralnog kružnog kolnika.
- **Središnji razdjelni otok**, je uzdignuti otok između ulaznih i izlaznih traka na prilazu u turbo kružno raskrižje, koji poboljšava razinu prometne sigurnosti pješaka/biciklista prilikom prelaska kraka turbo kružnog raskrižja.
- **Razdjelni otoci**, na ulazu/izlazu iz turbo kružnog raskrižja su uzdignuti otoci između dva ulazna odnosno izlazna vozna traka na ulazu odnosno izlazu iz turbo kružnog raskrižja, koji pješacima i biciklistima omogućavaju sigurniji prelazak voznih trakova (odvojeno odnosno jedan po jedan).
- **Polumjeri** turbo kružnog raskrižja Za razliku od standardnog jednostranog kružnog raskrižja, turbo kružno raskrižje ima (zbog spiralnog toka kružnog kolnika) više polumjera. Kod četverokrakog turbo kružnog raskrižja je 8 polumjera (4 za projektne tehničke elemente i 4 za tlocrtnu signalizaciju).
- **Turbo blok** je blok ili skup svih potrebnih polumjera koje je potrebno na određeni način zarotirati i na taj način dobiti trajektorije kretanja, odnosno vozne trakove.
- **"Pokrivena površina"** odnosno širina provoznosti je površina koju vozilo koristi ("pokrije") u kružnom raskrižju prilikom vožnje u određenom smjeru.



Slika 24. Osnovni elementi turbo kružnog toka

KARAKTERISTIKE TURBO KRUŽNOK TOKA

Osnovni uvjeti koji moraju biti ispunjeni da bi neko raskrižje bilo turbo raskrižje su:

- a) s najmanje jedne prilazne ceste daje se prednost prometnim tokovi u dvjema kružnim voznim trakovima, koji na tom mjestu predstavljaju kružni kolnik (uvjet koji proizlazi iz propusne moći),
- b) promet na najviše dva kružna vozna traka može imati prednost pred prometnim tokom na ulazu (uvjet koji proizlazi iz prometne sigurnosti),
- c) na kružnom raskrižju se ne smiju pojaviti konfliktne točke preplitanja na kružnom kolniku i konfliktne točke križanja na ulazima i izlazima iz kružnog raskrižja (uvjet koji proizlazi iz prometne sigurnosti),
- d) spiralno izvedena tlocrtna signalizacija mora biti oblikovana na način da postupno prelazi iz manjeg (unutrašnjeg) na veći (vanjski) polumjer (uvjet koji proizlazi iz udobnosti vožnje).

Dodatni uvjeti su:

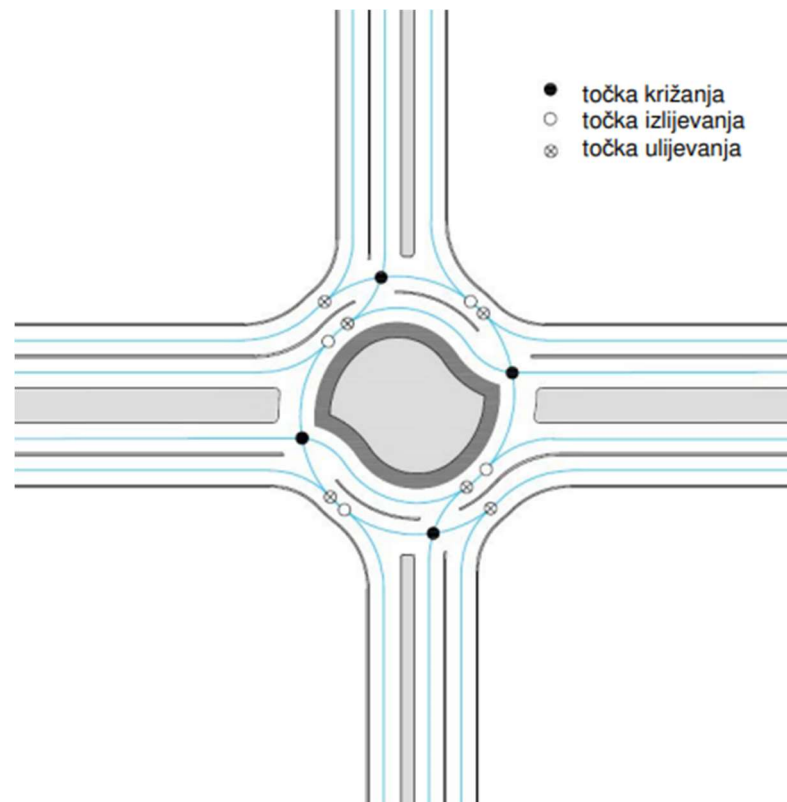
- e) na glavnim prometnim smjerovima su izlazi izvedeni s po dva vozna traka, a na sporednim prometnim smjerovima izlazi mogu biti dvotračni ili jednotračni (uvjet koji proizlazi iz propusne moći),
- f) na svakom kružnom segmentu (dijelu kružnog kolnika između jednog ulaza i slijedećeg izlaza iz kružnog raskrižja) može postojati samo jedna točka odnosno mjesto na kojem vozač može odlučiti da li će kružno raskrižje napustiti ili nastaviti s vožnjom po kružnom kolniku. (uvjet koji proizlazi iz prometne sigurnosti).

Tipovi turbo kružnih raskrižja:

- Standardni tip
- Jajoliki tip
- Koljenasti
- Rastegnuti koljenasti

Glavna prednost turbo kružnog raskrižja u usporedbi sa standardnim dvotračnim kružnim raskrižjem s dvotračnim ulazima i izlazima je:

- manji broj konfliktnih točaka križanja: što je postignuto smanjenjem broja prometnih tokova koji se križaju, i
- nepostojanje konfliktnih točaka preplitanja u kružnom kolniku: što je postignuto odvojenim vođenjem nekih prometnih tokova na ulazu u kružno raskrižje, unutar kružnog raskrižja i na izlazu iz kružnog raskrižja.



Slika 25. Konfliktne točke

Standardno turbo kružno raskrižje ima samo **14** konfliktnih točaka: 6 ulijevanja, 4 križanja (na ulazima) i 4 izlivanja (slika 25). U turbo kružnim raskrižjima nema opasnih konfliktnih točaka križanja na izlazima i preplitanja na kružnom kolniku, stoga je ukupan broj konflikata (s obzirom na obična dvotračna kružna raskrižja) manji. To je **glavni razlog** za to da su turbo kružna raskrižja prometno sigurnija od običnih dvotračnih kružnih raskrižja.

Prometnoj sigurnosti **nemotoriziranih sudionika** (pješaaka) u turbo kružnim raskrižjima potrebno je posvetiti posebnu pozornost.

Prometna sigurnost nemotoriziranih sudionika u turbo kružnom raskrižju postiže se pomoću jednog ili više navedenih načina, odnosno, mjera:

- kontrolom brzine na ulazima i izlazima u fazi projektiranja,
- izvedbom samo jednog voznog traka na izlazu iz turbo kružnog raskrižja,
- odvajanjem ulaznih i izlaznih voznih trakova razdjelnim otokom,
- smicanjem prijelaza za pješake i bicikliste na ulazu i izlazu,
- vođenjem nemotoriziranih sudionika u drugoj razini.

Turbo kružna raskrižja su prihvatljiva rješenja na lokacijama izvan naselja i u prijelaznim područjima na kojima nema ili se očekuje samo manji broj nemotoriziranih sudionika u prometu. Turbo kružno raskrižje u naselju je prihvatljivo rješenje samo ukoliko je vođenje nemotoriziranih sudionika u prometu na području samog turbo kružnog raskrižja riješeno na prometno siguran način.

Turbo kružno raskrižje (slika 26) je prihvatljivo rješenje u slijedećim slučajevima:

- kada analiza propusne moći ukazuje na to da jednostručno kružno raskrižje neće moći kvalitetno propustiti očekivana prometna opterećenja na kraju planskog razdoblja,
- u postojećim, prometno preopterećenim, dvotračnim kružnim raskrižjima,
- u postojećim, prometno nedovoljno sigurnim, dvotračnim kružnim raskrižjima,
- prilikom rekonstrukcije standardnog trokrakog ili četverkrakog raskrižja, u kojemu postoji prevladavajući glavni prometni smjer s velikom jakošću prometnog toka
- ako je proračunom kapaciteta dokazano da je turbo kružno raskrižje bolje rješenje od semaforiziranog raskrižja. [8]



Slika 26. Prvi turbo kružni tok u Hrvatskoj (Osijek) [9]

6. ANALIZA ODVIJANJA PROMETNIH TOKOVA ZA PLANIRANO STANJE

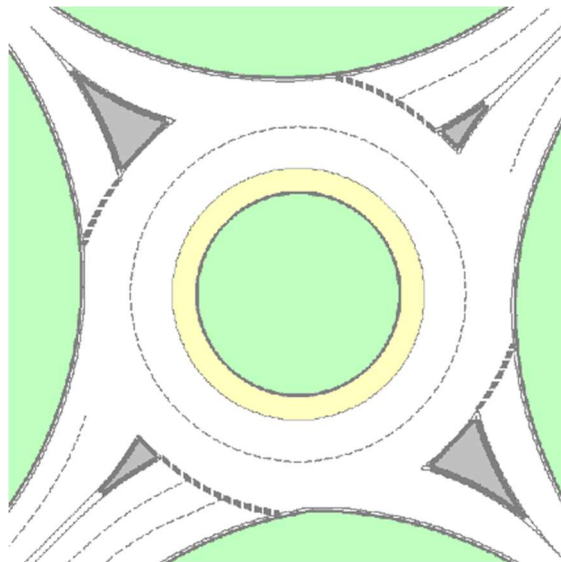
Za potrebe izgradnje prometnice u punom profilu potrebno je projektirati nova raskrižja i adaptirati stara tako da se što više uklope u postojeće stanje priključnih prometnica i da odgovaraju novim potrebama stanovnika okolnih kvartova u kretnji i kao novi izlaz iz grada. Za potrebe projektiranja korišteni su programi :

- *Autodesk Civil 3D* (projektiranje elemenata ceste na podlozi grada Splita)
- *SIDRA INTERSECTION* (proračun za kvalitetu i kapacitet prometa)

Tablica 16. Vrste raskrižja po varijantama

Raskrižje	Varijanta 1	Varijanta 2
Zagorski put – rampa za Ul. Domovinskog rata	semaforizirano	semaforizirano
Zagorski put – Sarajevska ul.	kružni tok	semaforizirano
Zagorski put – Hercegovačka ulica	kružni tok	kružni tok
Zagorski put – Mostarska ulica	turbo kružni tok	turbo kružni tok
Zagorski put – skretanje za Bauhaus	kružni tok	kružni tok
Zagorski put – Put Mostina	kružni tok	kružni tok
Ulica Salonitanskih mučenika – Put Mostina	kružni tok	kružni tok
Ulica Salonitanskih mučenika – Ulica Antuna Gustava Matoša	kružni tok	semaforizirano

Za kružne tokove u Civil 3D korišten je predložak za projektiranje kružnog toka po nizozemskim smjernicama *Handboek Wegontwerp 2013* (slika 27).



Slika 27. Predložak dvotračnog kružnog toka po nizozemskim smjernicama (*Dubbelsrookrotonde*)

6.1. PRVA VARIJANTA

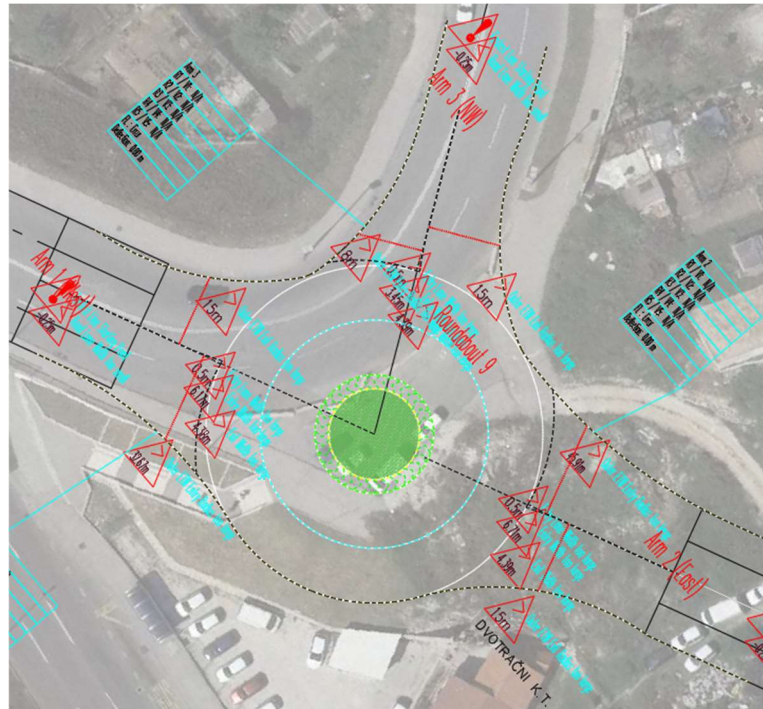
Za prvu varijantu je uzeto da su sva raskrižja u obliku kružnog toka.

Na slici 28 je vidljiva 1. varijanta. Slike su preuzete iz Civil 3D i SIDRA programa.

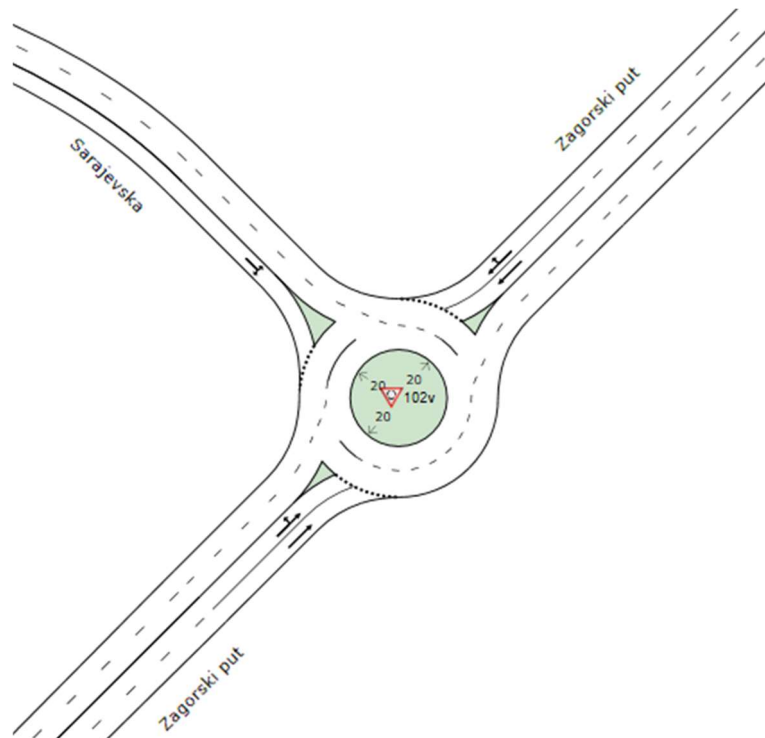


Slika 28. Prva varijanta (Civil 3D)

- SARAJEVSKA ULICA – ZAGORSKI PUT



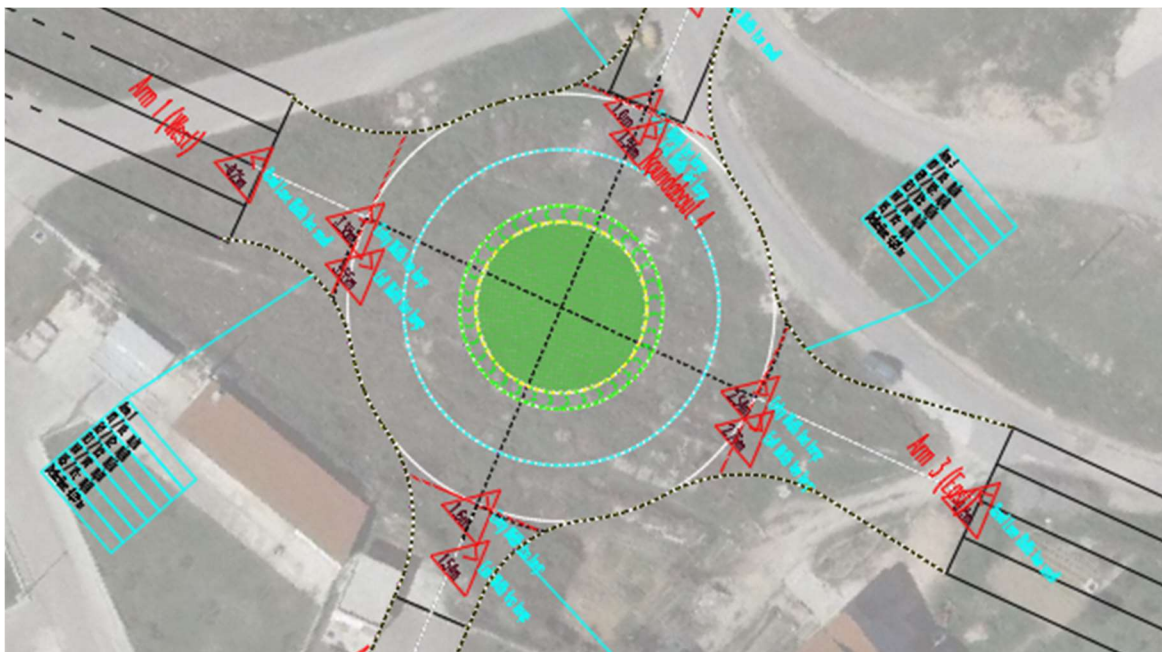
Slika 29. Raskrižje Sarajevska ulica – Zagorski put u Civil 3D



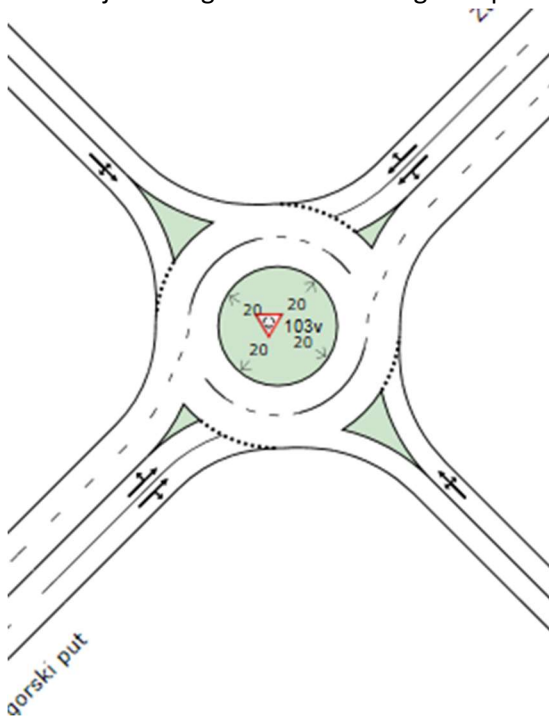
Slika 30. Raskrižje Sarajevska ulica – Zagorski put u SIDRI

Korišten je dvotračni kružni tok (slika 29 i 30). Na ovoj lokaciji problem se javlja zato što istočni dio ovog kružnog toka bi trebao biti izveden na nasipu i možebitno bi ušao u susjednu parcelu gdje je Mazda autoservis. Sve to podiže troškove izgradnje.

- HERCEGOVAČKA ULICA – ZAGORSKI PUT



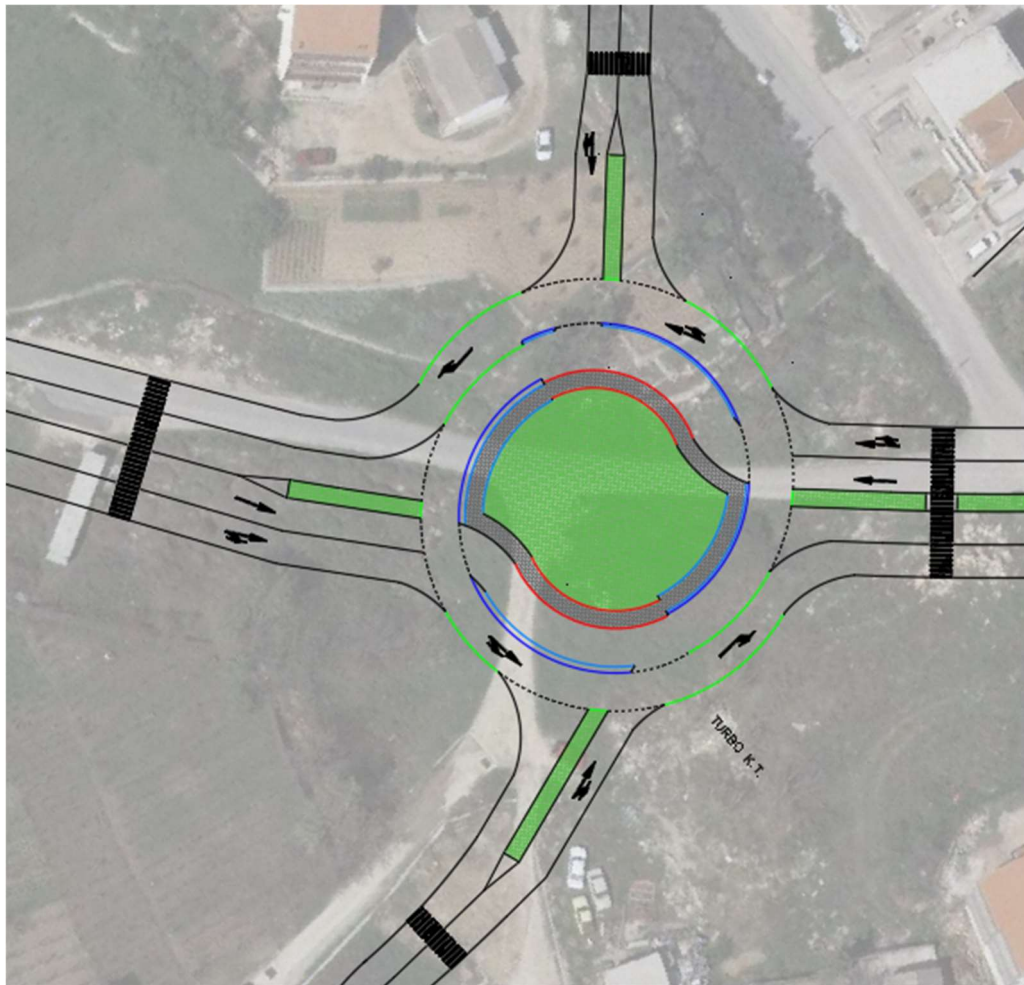
Slika 31. Raskrižje Hercegovačka ulica – Zagorski put u Civil 3D



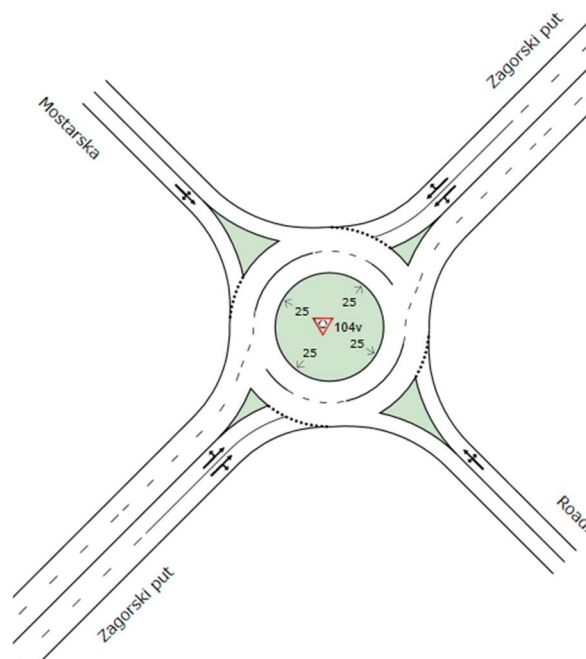
Slika 32. Raskrižje Hercegovačka ulica – Zagorski put u SIDRI

Korišten je dvotračni kružni tok (slika 31 i 32). Ne bi trebalo biti problema jer je građevna čestica relativno čista i ravna.

- MOSTARSKA ULICA – ZAGORSKI PUT



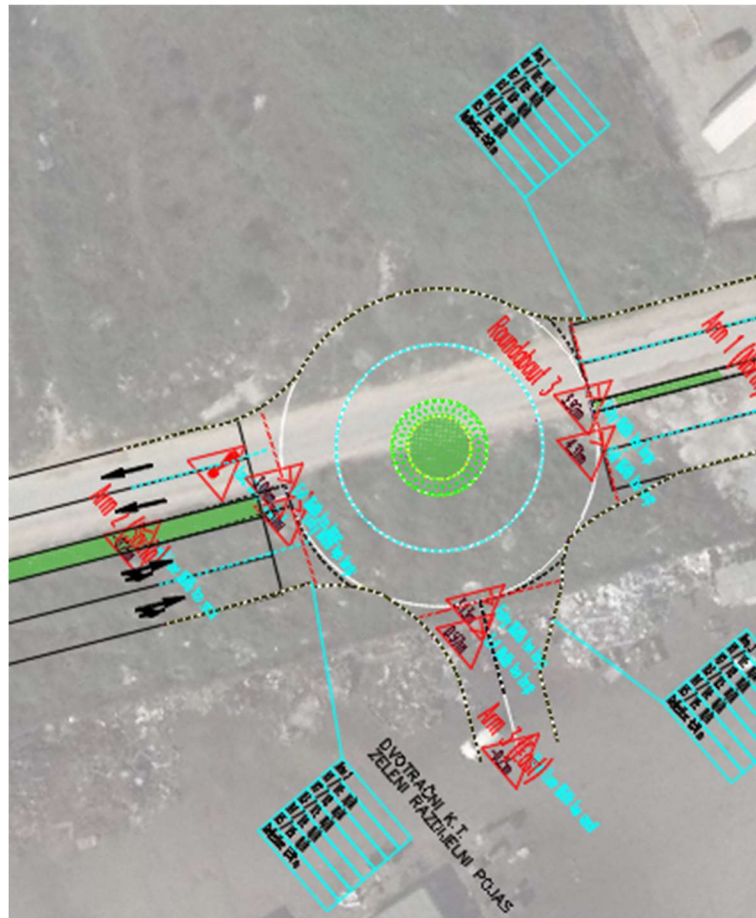
Slika 33. Raskrižje Mostarska ulica – Zagorski put u Civil 3D



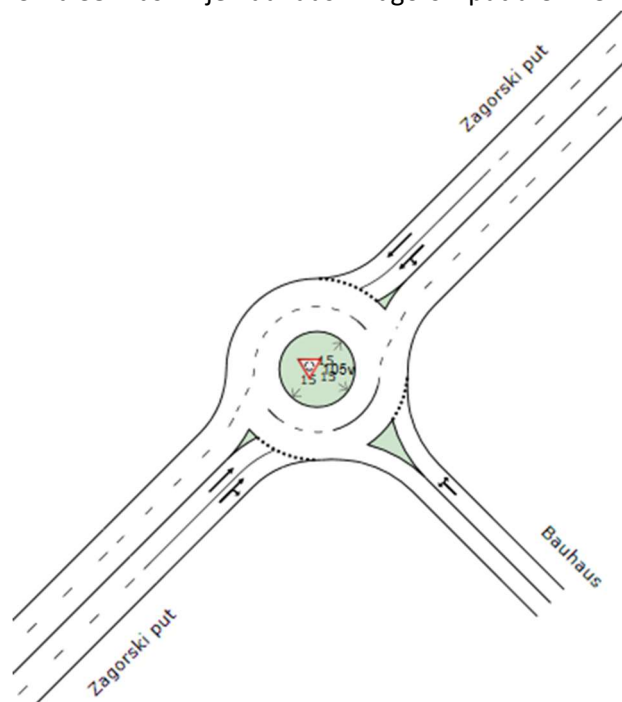
Slika 34. Raskrižje Mostarska ulica – Zagorski put u SIDRI

Korišten je turbo kružni tok (slika 33). Ovdje se uklanja stari mini kružni tok, novi kružni tok (slika 34) se izmješta južnije. Spaja istočni dio Neslanovca na Zagorski put.

- BAUHAUS – ZAGORSKI PUT



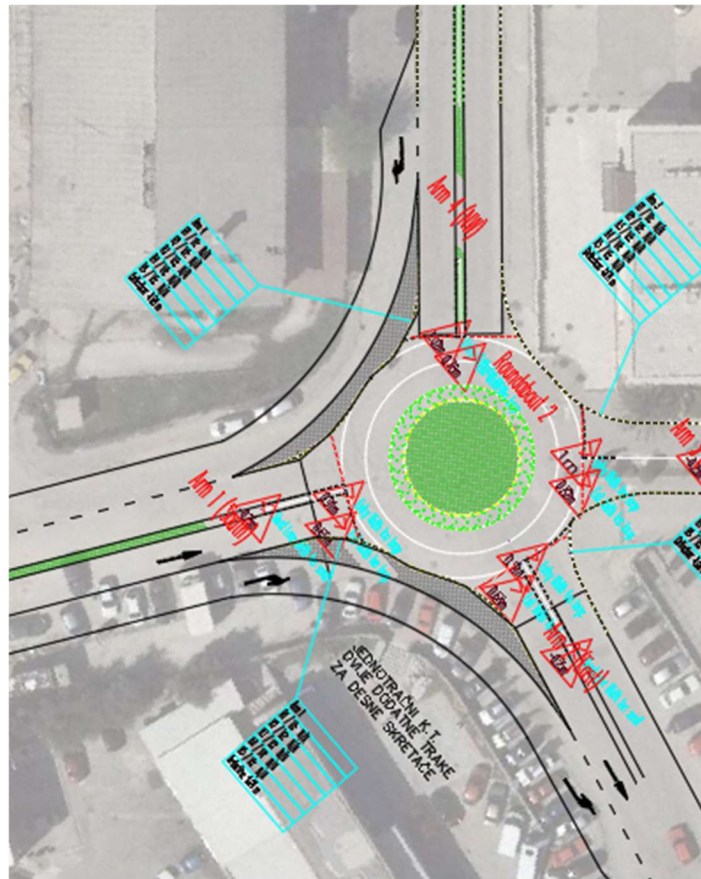
Slika 35. Raskrižje Bauhaus – Zagorski put u Civil 3D



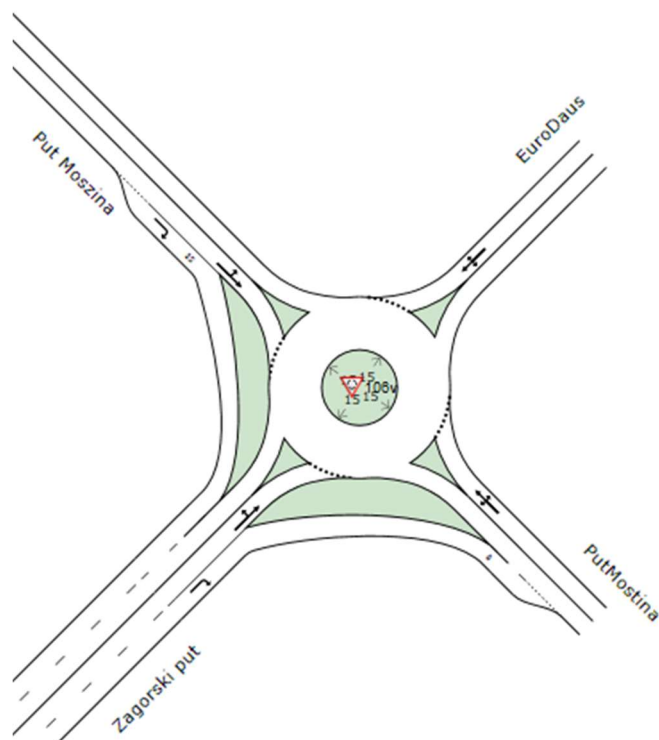
Slika 36. Raskrižje Bauhaus – Zagorski put u SIDRI

Dvotračni kružni tok (slika 35 i 36) koji spaja Bauhaus na Zagorski put. Četverotračni profil sa zelenim razdjelnim pojasom je već izveden.

- PUT MOSTINA – ZAGORSKI PUT



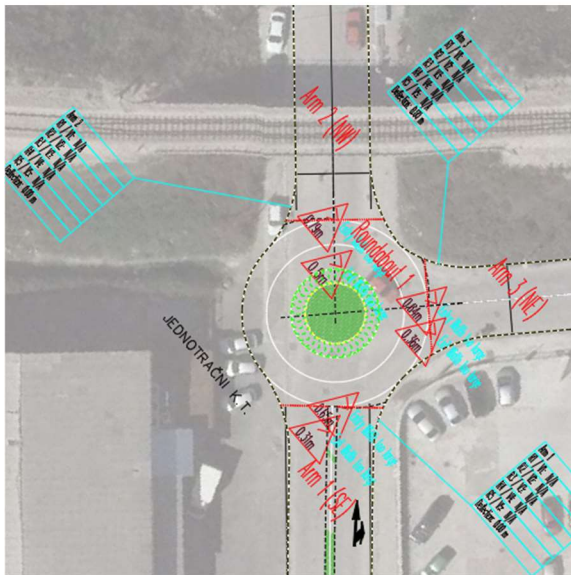
Slika 37. Raskrižje Put Mostina – Zagorski put u Civil 3D



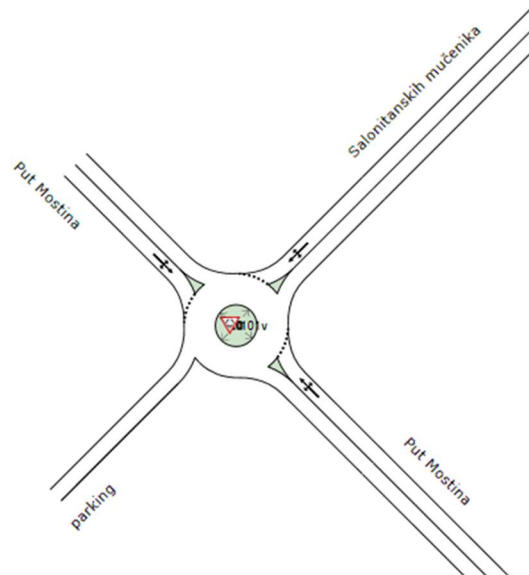
Slika 38. Raskrižje Put Mostina – Zagorski put u SIDRI

Jednotračni kružni tok s dvije dodatne trake za desne skretače (*slip lane*).

- PUT MOSTINA – ULICA SALONITANSKIH MUČENIKA



Slika 39. Raskrižje Put Mostina - Ulica Salonitanskih mučenika u Civil 3D



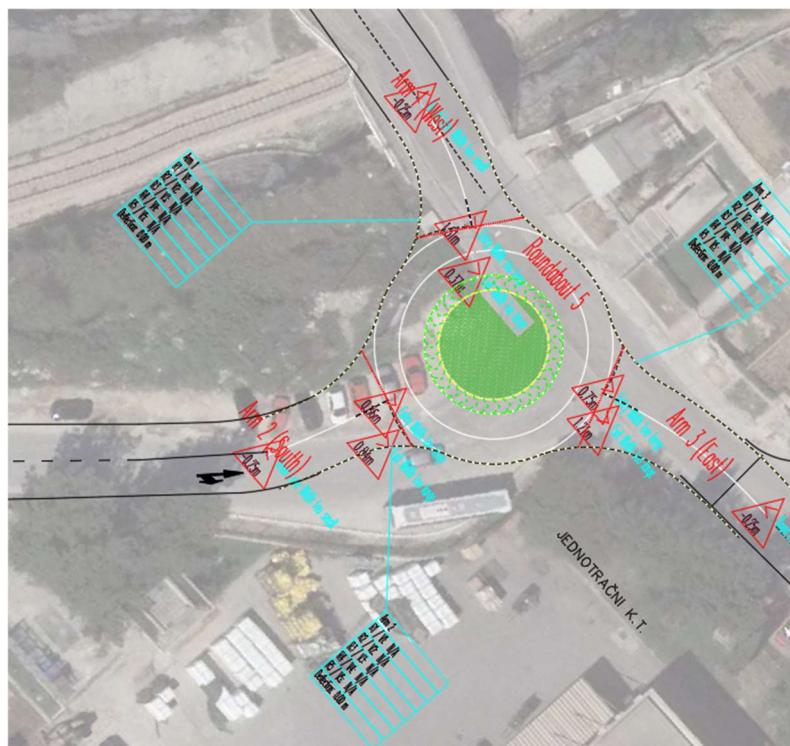
Slika 40. Raskrižje Put Mostina – Ulica Salonitanskih mučenika u SIDRI



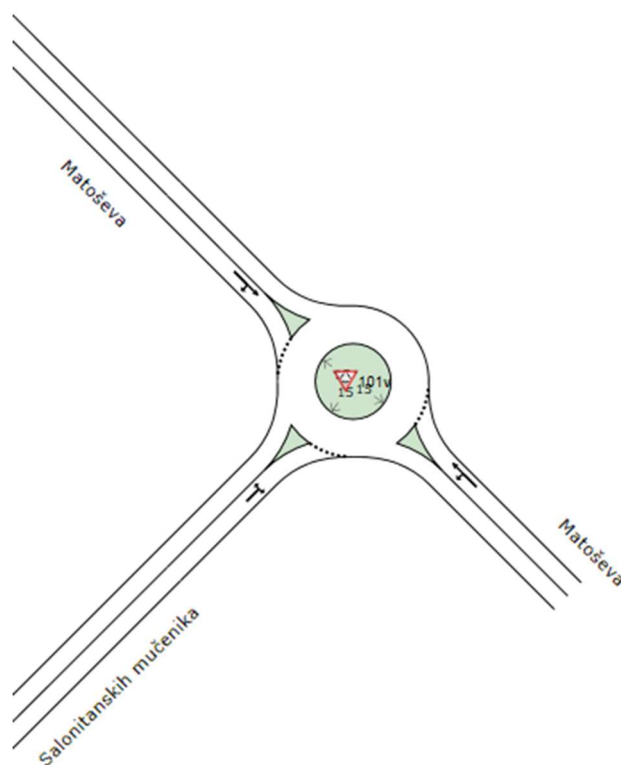
Slika 41. Problem željezničkog nadvožnjaka [2]

Jednotračni kružni tok (slika 39 i 40). Problem se javlja kod upornjaka željezničkog nadvožnjaka (slika 41) pa treba kružni tok izmjestiti istočnije.

- ULICA SALONITANSKIH MUČENIKA – ULICA ANTUNA GUSTAVA MATOŠA



Slika 42. Raskrižje Ulica Salonitanskih mučenika – Ulica Antuna Gustava Matoša u Civil 3D



Slika 43. Raskrižje Ulica Salonitanskih mučenika – Ulica Antuna Gustava Matoša u SIDRI

Jednotračni kružni tok (slika 42 i 43) koji mora biti zapadnim dijelom na nasipu što drastično povećava troškove izgradnje, a problem je i što se spaja direktno na most.

Software *SIDRA INTERSECTION* provjerava kvalitetu odvijanja prometa preko:

- Stupnja zasićenosti (degree of saturation)
- Razine uslužnosti (Level of service - LOS)
- Vjerojatnosti pojave blokiranja trakova

Select	Display
<input checked="" type="checkbox"/>	Degree of Saturation
<input checked="" type="checkbox"/>	Level of Service
<input type="checkbox"/>	Queue Storage Ratio (Average)
<input type="checkbox"/>	Queue Storage Ratio (Percentile)
<input type="checkbox"/>	Proportion Queued
<input checked="" type="checkbox"/>	Blockage Probability
<input type="checkbox"/>	Capacity Reduction
<input type="checkbox"/>	Stop Rate
<input type="checkbox"/>	Signal Coordination

Slika 43a. Mjere učinkovitosti raskrižja

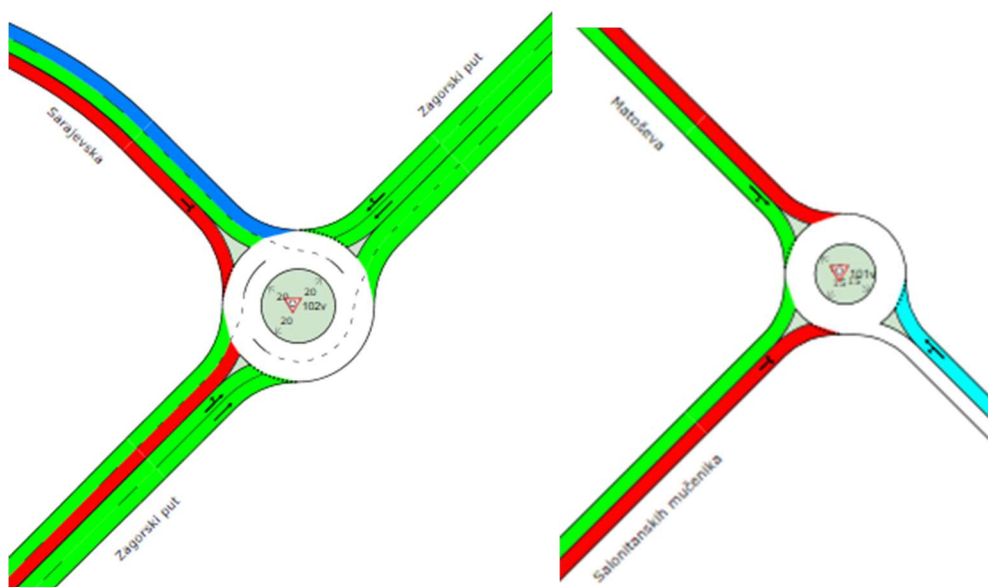
S obzirom da su kružni tokovi optimalna raskrižja s više prednosti naspram semaforiziranih raskrižja [10], za očekivati je :

- da će propusnost vozila biti velika
- da se kolone neće stvarati
- da će kvaliteta prometa biti visoke kvalitete (LOS - level of service)

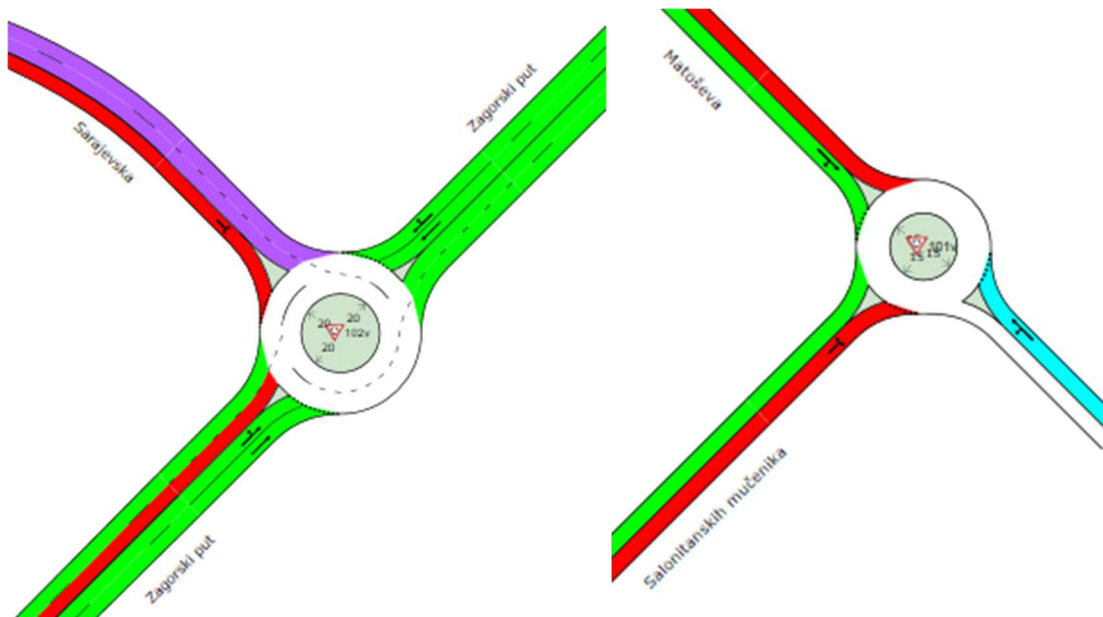
REZULTAT

Na slikama 44, 45 i 46 na kojim su prikazani redom stupanj zasićenosti (degree of saturation), razina usluge (level of service) i vjerojatnost pojave blokiranja trakova (blockage probability) je vidljivo da su pojedine dionice mreže prometnica označene u crvenoj boji.

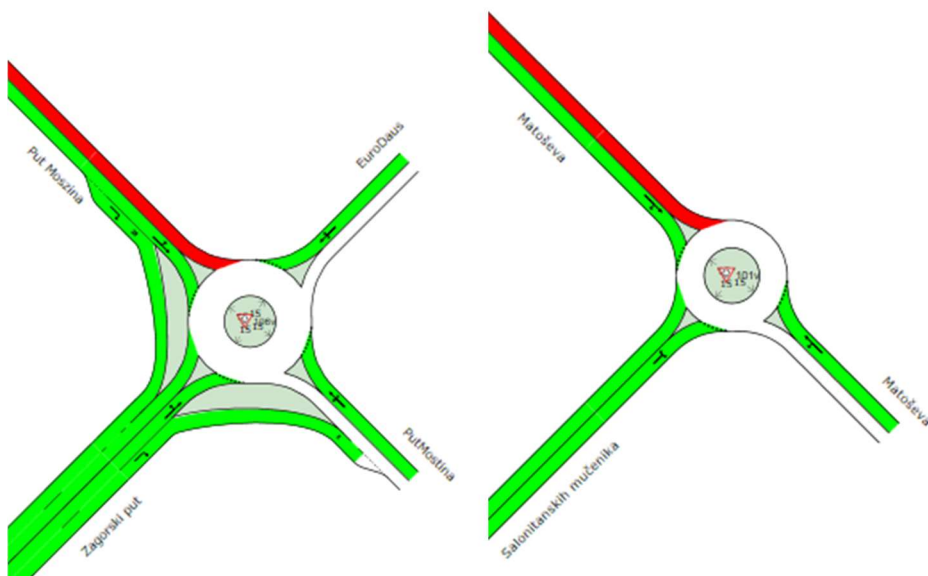
Sljedeći nedostaci vidljivi su:



Slika 44. Stupanj zasićenosti (kružni tok Sarajevska – Zagorski put)

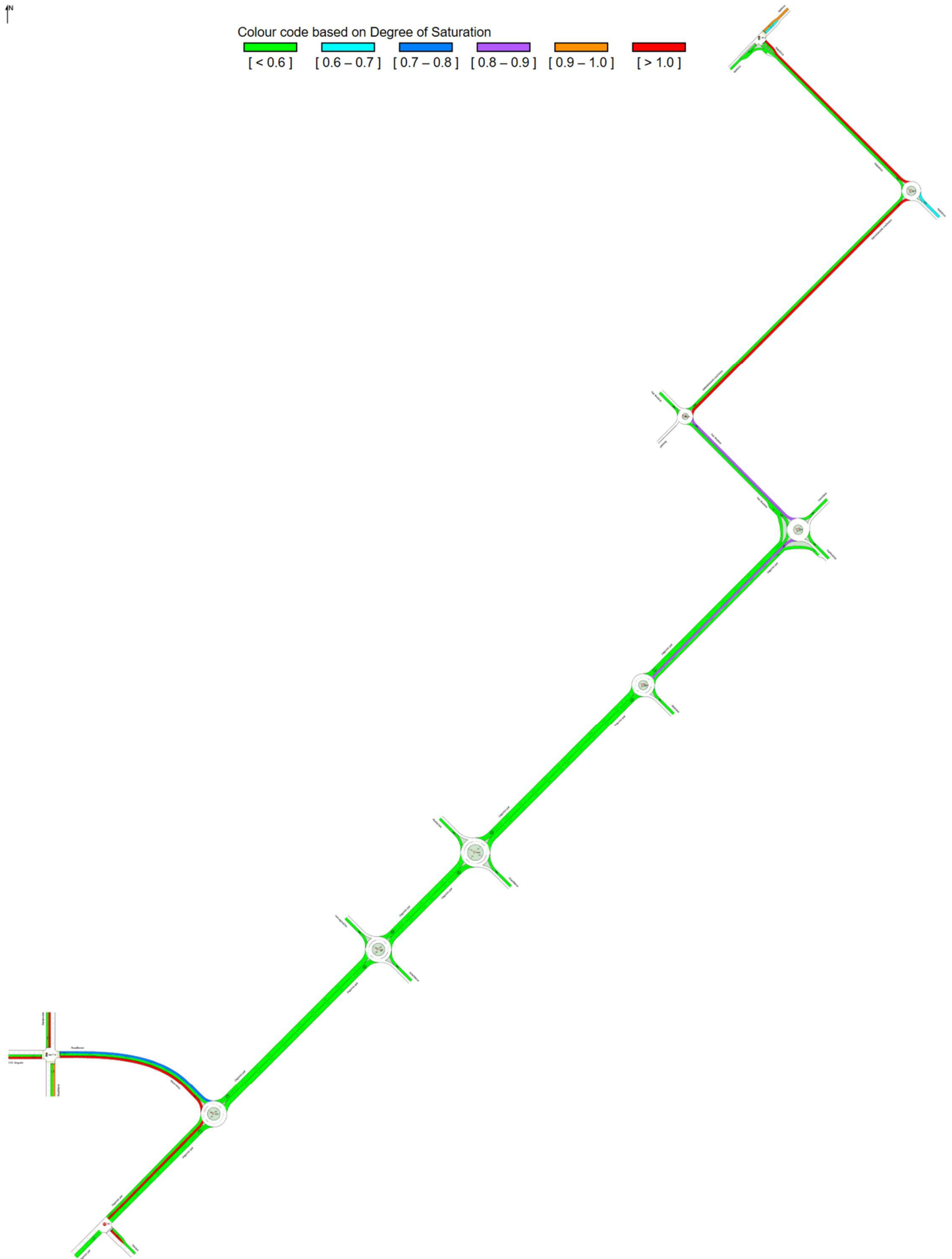


Slika 45. Stupanj zasićenosti (Sarajevska – Zagorski put; Matoševa – Salonitanskih mučenika)

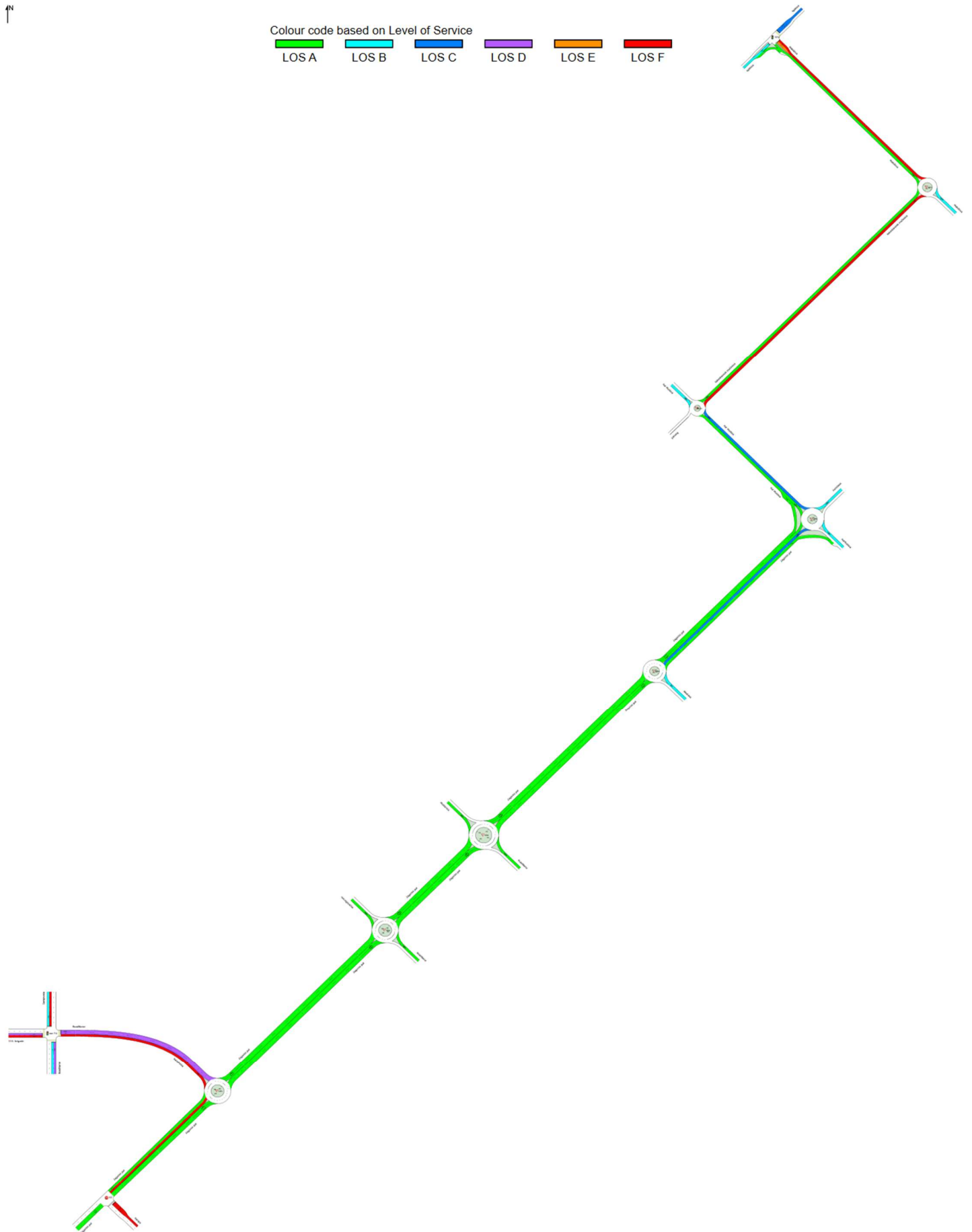


Slika 46. Vjerojatnost pojave blokiranja trakova uslijed prometne potražnje i načina rada semafora (Put Mostina – Zagorski put; Matoševa – Salonitanskih mučenika)

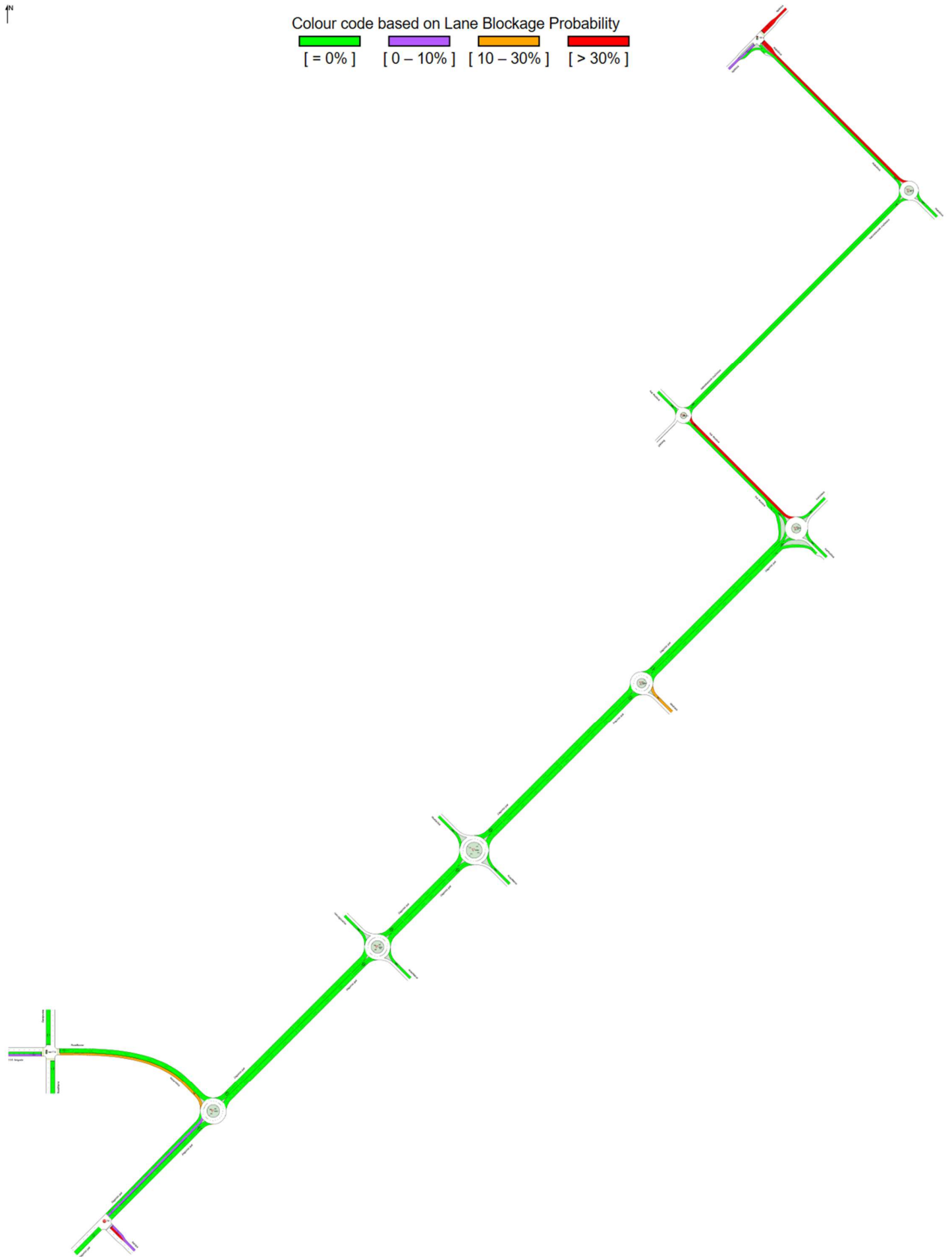
Vidljivo je da je kvaliteta usluge, zasićenost i zastoji na nekim raskrižjima i dionicama kritična (slika 47, 48, 49). Stoga je potrebno uvesti neke promjene koje će poboljšati mrežu prometnica.



Slika 47. Stupanj zasićenosti



Slika 48. Razina usluge



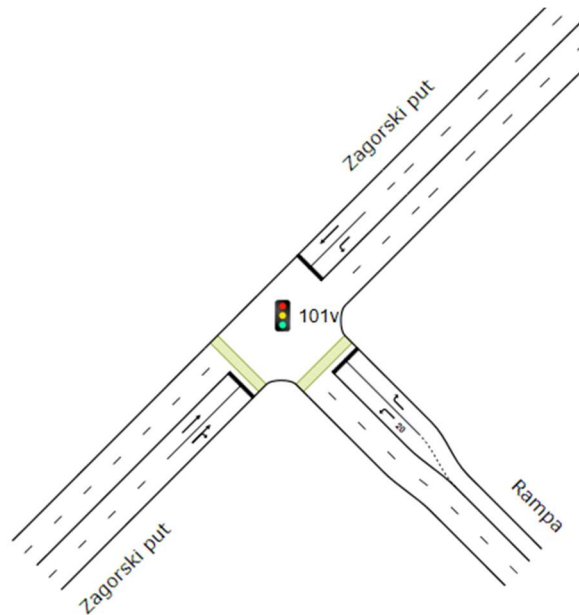
Slika 49. Vjerojatnost zastoja

6.2. DRUGA VARIJANTA

U drugoj varijanti je predviđena zamjena nekih kružnih tokova sa standardnim semaforiziranim raskrižjima.

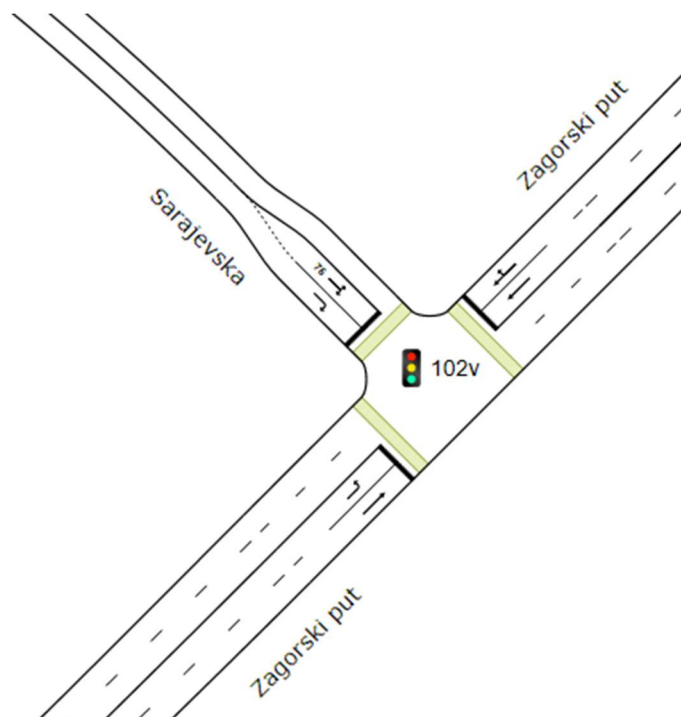
Semaforizirana raskrižja:

- Zagorski put – rampa



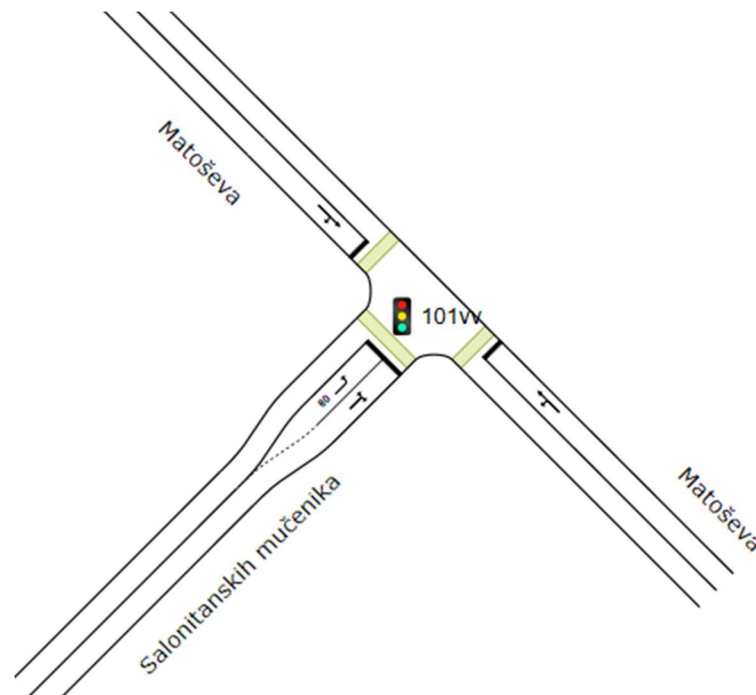
Slika 50. Semaforizirano raskrižje Zagorski put – Rampa s Domovinskog rata

- Zagorski put – Sarajevska ulica



Slika 51. Semaforizirano raskrižje Zagorski put – Sarajevska ulica

- Matoševa ulica – Ulica Salonitanskih mučenika



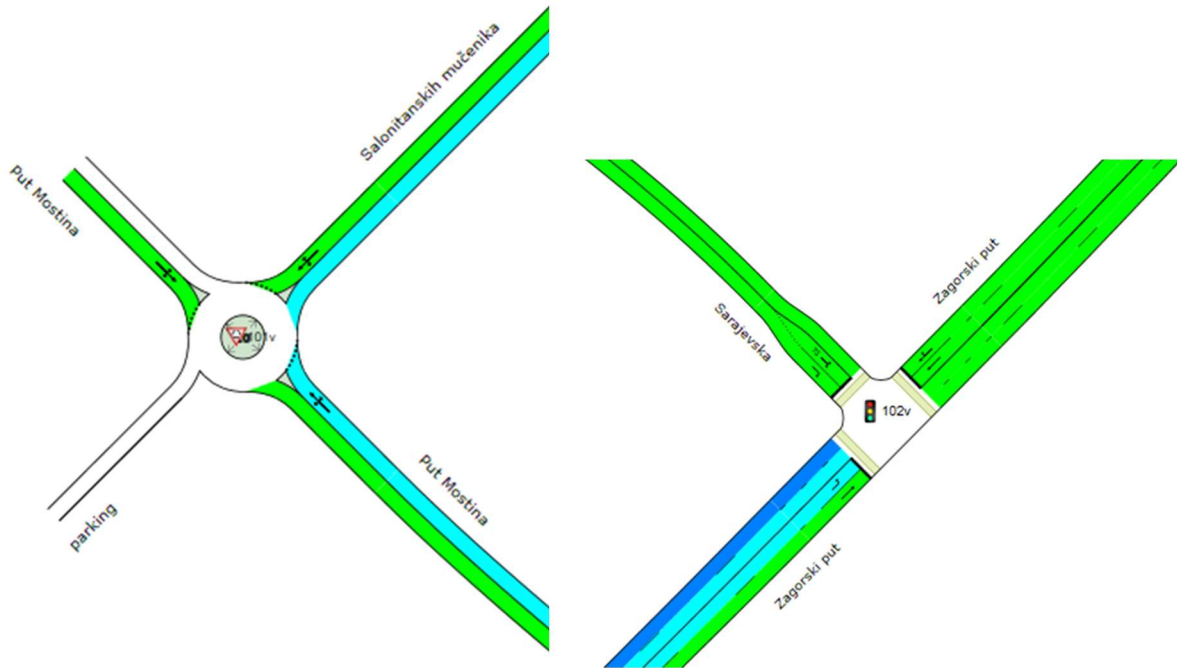
Slika 52. Semaforizirano raskrižje Ulica Salonitanskih mučenika – Ulica Antuna Gustava Matoša

REZULTAT:

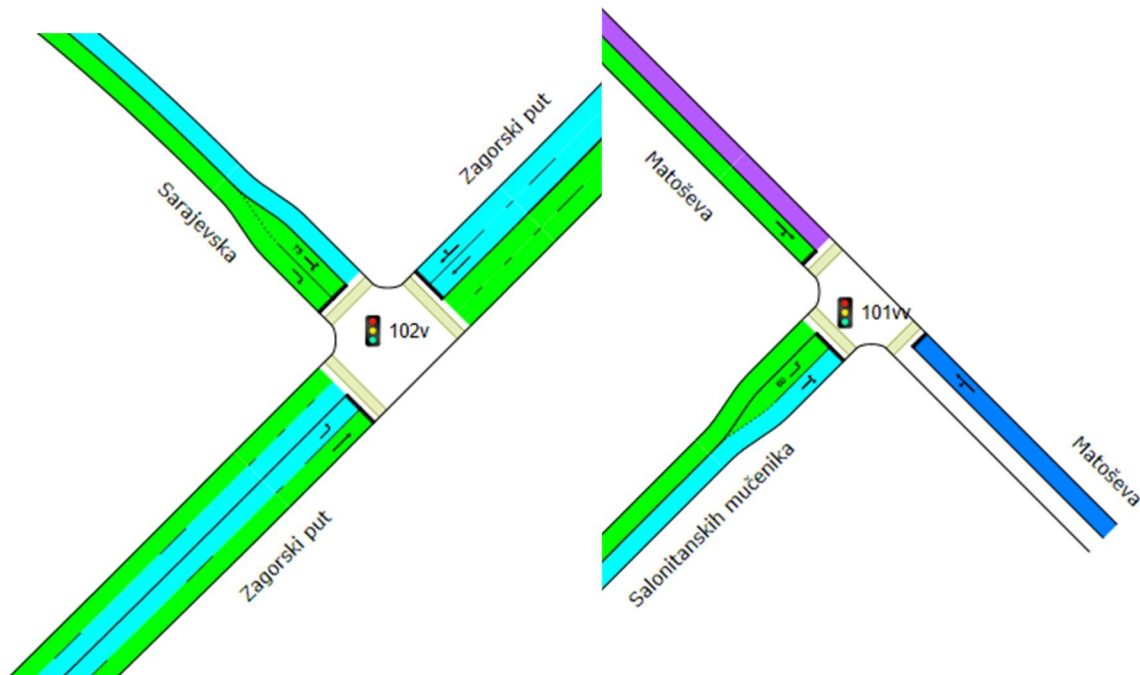
Rezultati druge varijante su vidljivi u sljedećim slikama sa prethodno spornim raskrižjima (slika 53, 54 i 55) i cijelom prometnom mrežom (slika 56, 57 i 58) gdje su prikazani:

- Stupanj zasićenosti
- Razina usluge
- Vjerojatnost zastoja

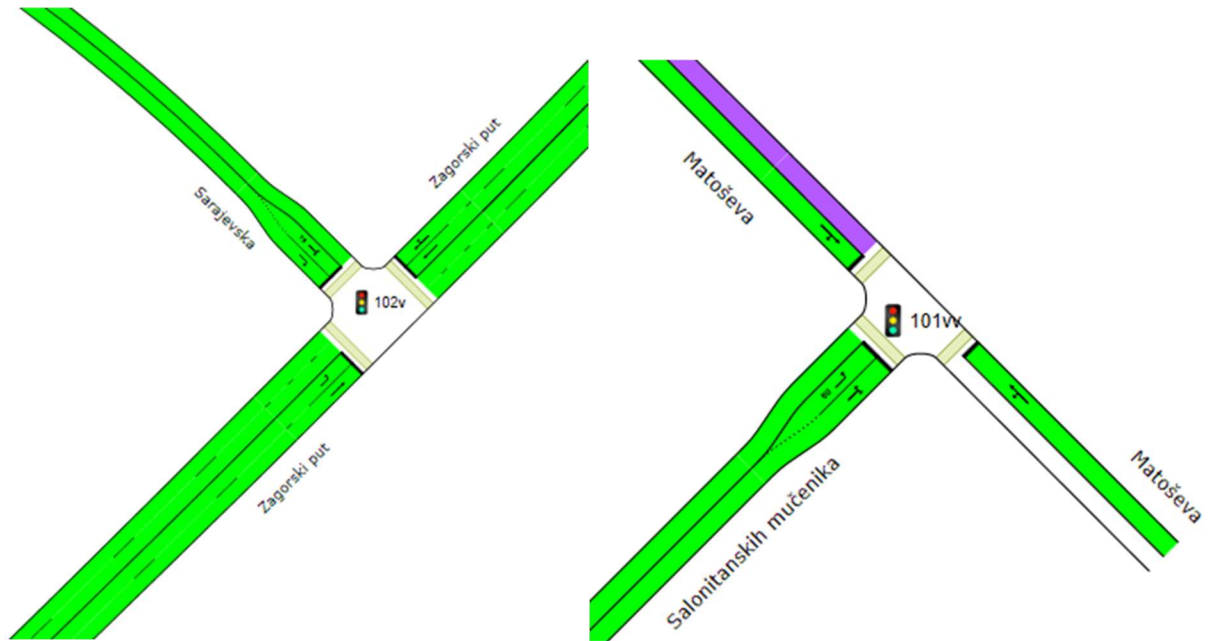
Riješeni su mnogi problemi te je razina usluge pretežito A-C te su zastoji izbjegnuti. Jedini problem se javlja kod mogućih zastoja na dionici Matoševe ulice na nadvožnjaku jer je ograničavajući faktor duljina dionice od 100 m. U vršnom satu će možda doći do usporenja prometa tom dionicom, ali s obzirom da je to jedina takva situacija, neće se negativno odraziti na percepciju vozača da koriste novi pravac izlaska iz grada. Prometna mreža je svakako kvalitetnija od postojećeg stanja i prve varijante. Na sljedećim slikama su vidljivi riješeni prometni čepovi, uska prometna grla i velika protočnost raskrižja koja u prvoj varijanti nisu zadovoljavali. U **prilogu** na kraju je priložen fazni rad semaforiziranih raskrižja.



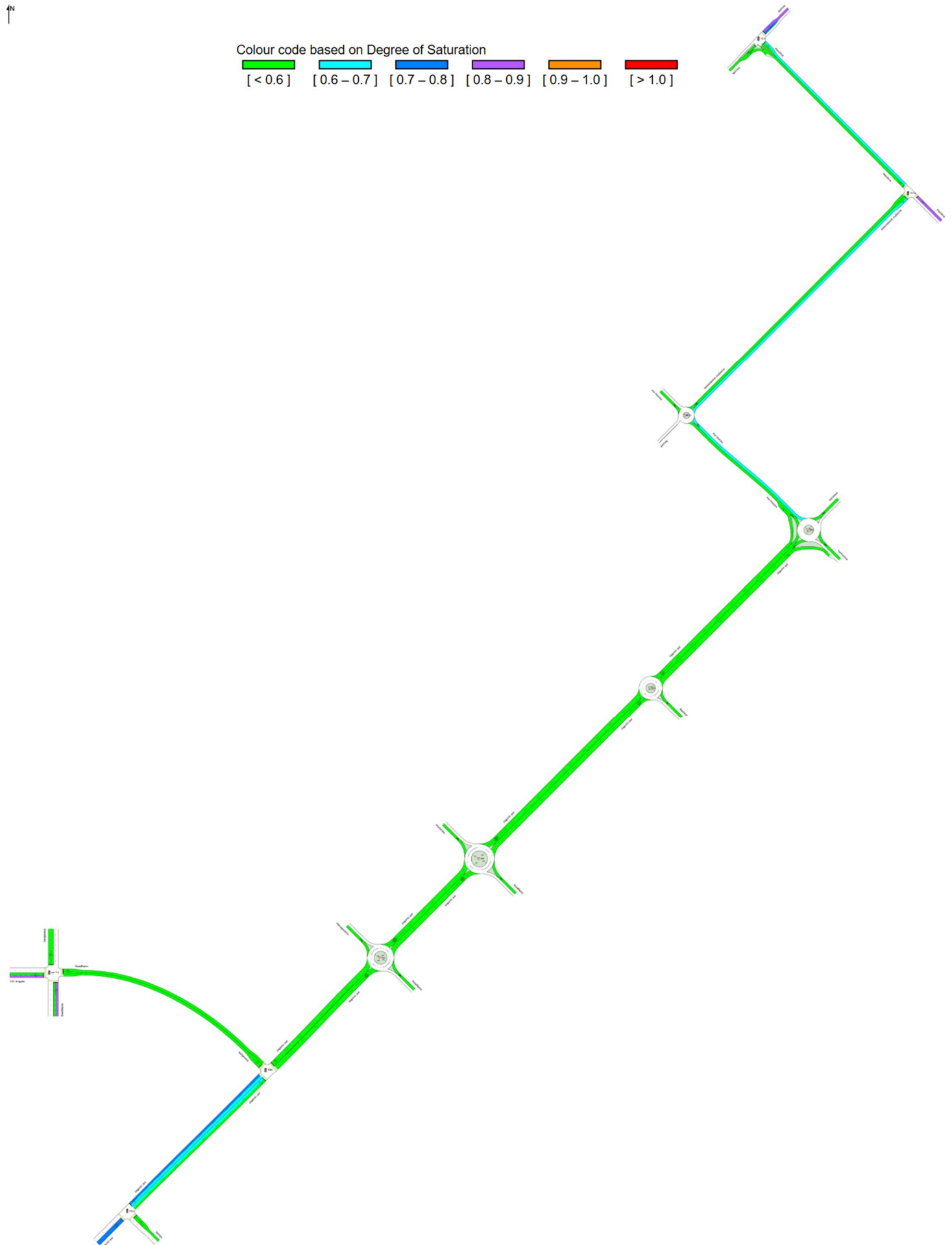
Slika 53. Stupanj zasićenosti



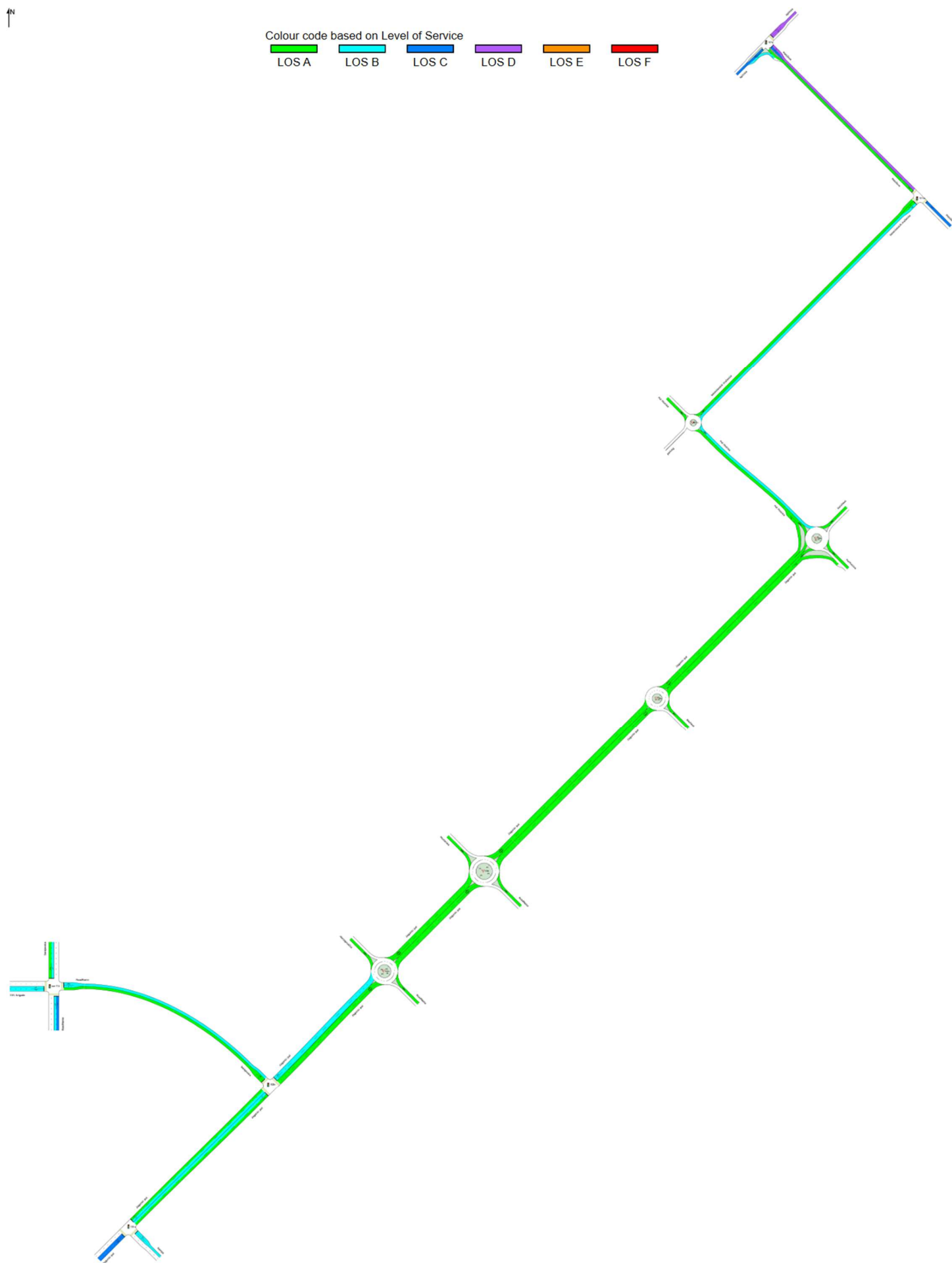
Slika 54. Razina usluge



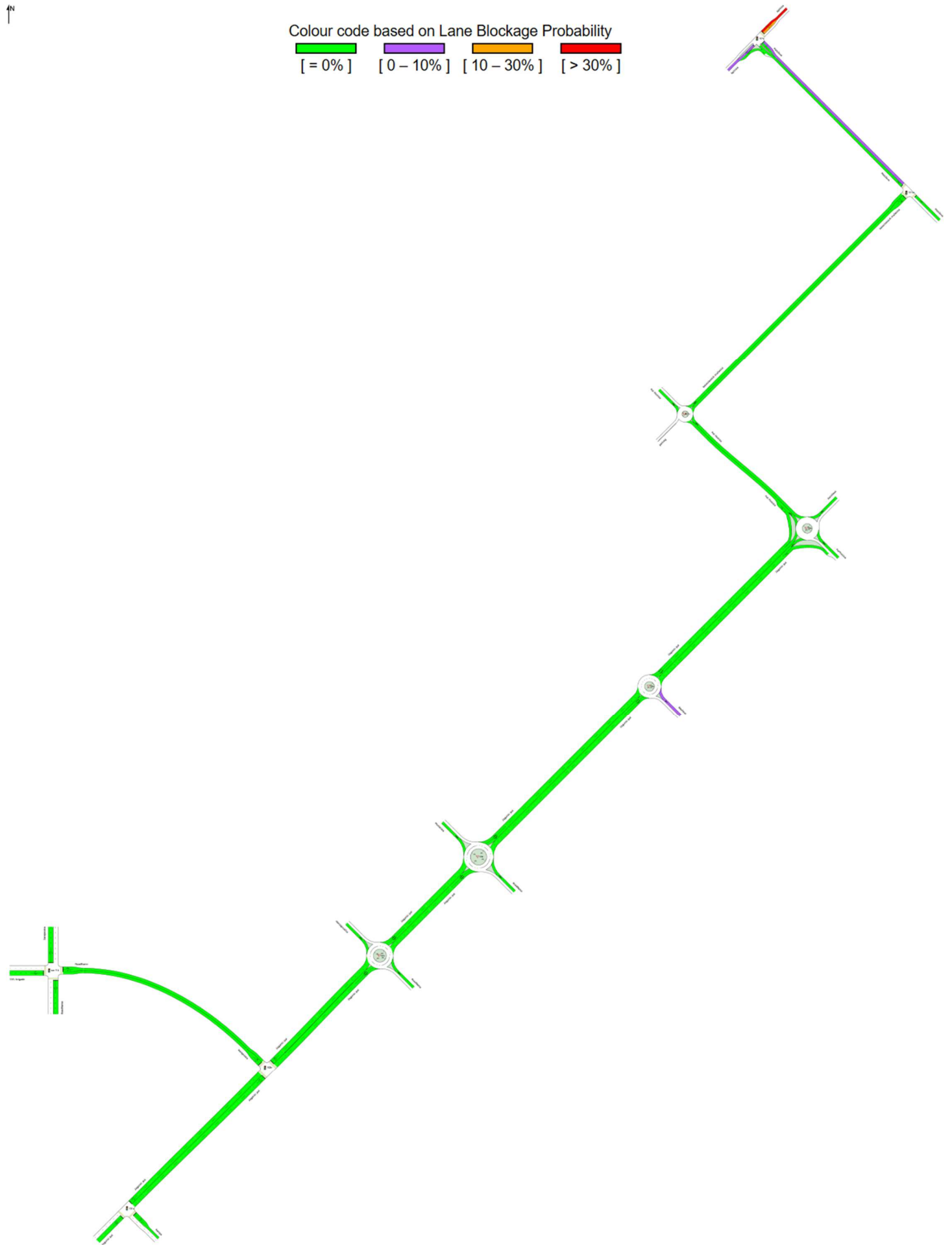
Slika 55. Vjerojatnost pojave zastoja



Slika 56. Stupanj zasićenosti



Slika 57. Razina usluge



Slika 58. Vjerojatnost zastoja

Prilog 1. Fazni rad semaforiziranih raskrižja

NETWORK SIGNAL PHASE TIMINGS

Network: N101 [raskrižja (Network Folder: General)]

Output produced by SIDRA INTERSECTION Version: 9.1.3.210

New Network

Network Category: (None)

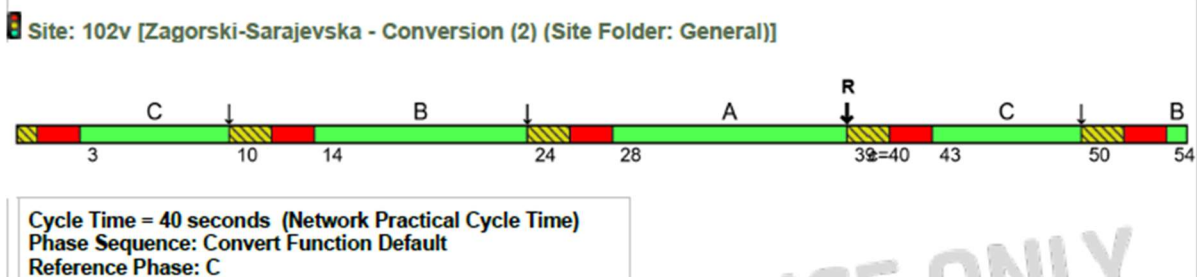
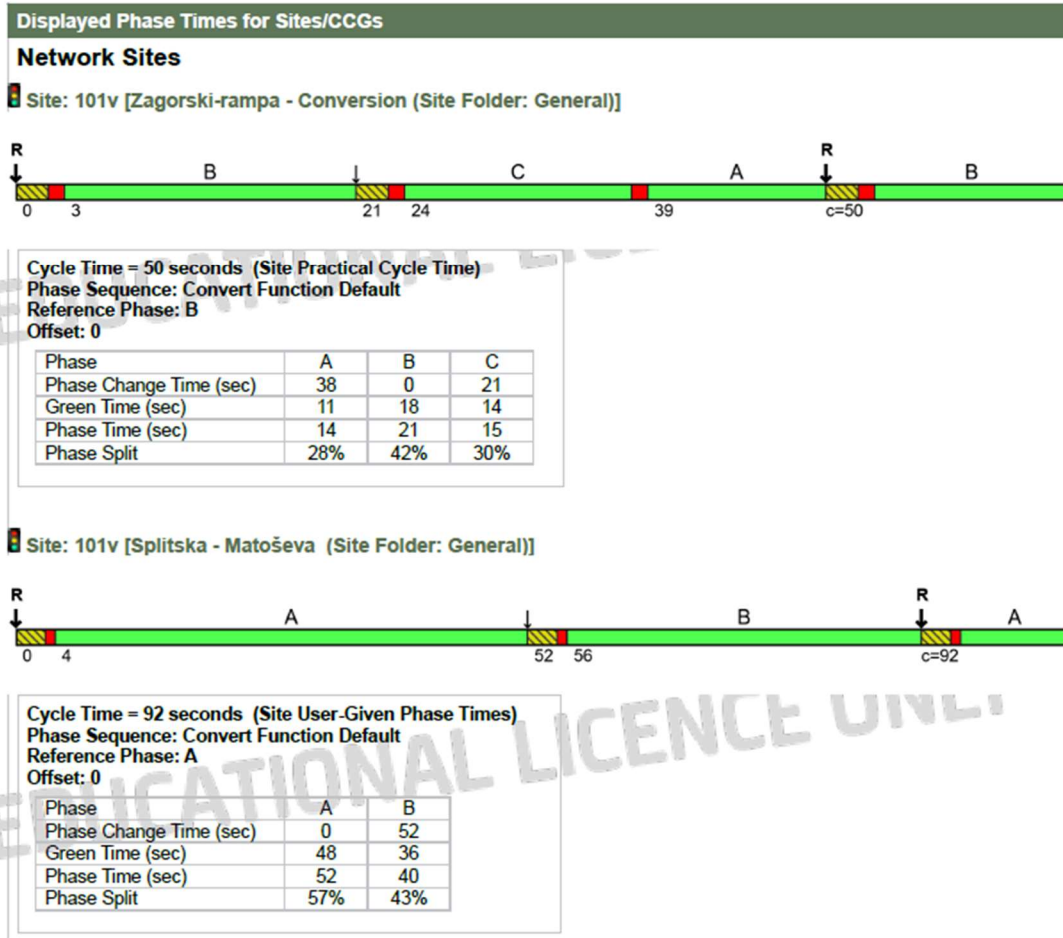
Network Cycle Time = 40 seconds (Network Practical Cycle Time)

Critical Site / Common Control Group that determines the Network Cycle Time (for Coordinated Sites): 102v [Zagorski-Sarajevska - Conversion (2)]

Offset Definition: Green Start

Reference Site / CCG: 101v [Salonitanskih - Matoševa - Conversion - Conversion]¹

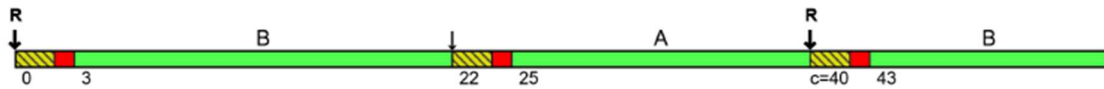
CCGs that exist will be listed first followed by other Network Sites. The order of CCGs and Sites is as in the Network Timing dialog, Signal Coordination table.



Offset: 0

Phase	A	C	B
Phase Change Time (sec)	24	39	10
Green Time (sec)	11	7	10
Phase Time (sec)	15	11	14
Phase Split	38%	28%	35%

Site: 101vv [Salonitanskih - Matoševa - Conversion - Conversion (Site Folder: General)]
Reference Site



Cycle Time = 40 seconds (Network Practical Cycle Time)
Phase Sequence: Convert Function Default
Reference Phase: B
Offset: 0

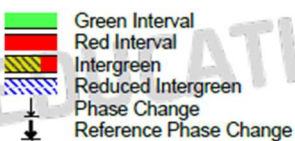
Phase	A	B
Phase Change Time (sec)	22	0
Green Time (sec)	15	19
Phase Time (sec)	18	22
Phase Split	45%	55%

Site: sar-114 [sarajevska (Site Folder: General)]



Cycle Time = 40 seconds (Site Practical Cycle Time)
Phase Sequence: Two-Phase
Reference Phase: A
Offset: 0

Phase	A	B
Phase Change Time (sec)	0	20
Green Time (sec)	16	16
Phase Time (sec)	20	20
Phase Split	50%	50%



7. ZAKLJUČAK

Provedbom prometne analize predmetnog zahvata za postojeće i planirano stanje u programu SIDRA INTERSECTION, došlo se do spoznaje da kružni tokovi kao idealna kombinacija ipak ne zadovoljavaju uvijek u stvarnom životu zbog raznih uvjeta na terenu kao prekratka dionica koja spaja semaforizirano raskrižje i kružno raskrižje. Korišten je i turbo kružni tok kao novitet u splitskoj prometnoj mreži. Nažalost turbo kružni tok ne postoji u SIDRI, ali se ponaša slično kao i obični kružni tok. Prva varijanta nije zadovoljila na nekim dionicama pa su zamijenjena neka kružna raskrižja sa semaforiziranim i tako osigurali veću razinu usluge u prometnoj mreži. Faze semafora su namještene na trenutnu raspodjelu prometa te naravno da će ih trebati još namjestiti s obzirom na realni broj vozila koji će prometovati. Sigurno da će biti potrebno neko vrijeme i da se vozači naviknu na novi pravac izlaska iz grada. Pravac Zagorski put kao novi alternativni pravac ulaska/izlaska u grad će sigurno pridonijeti većoj kvaliteti življenja u prigradskim naseljima Splita jer će se brže dolaziti/odlaziti, pridonijeti će sigurnosti u prometu i rasteretiti trenutne glavne pravce koje stanovništvo koristi.

8. LITERATURA

- [1] <https://ispu.mgipu.hr/#/>, Informacijski sustav prostornog uređenja (ISPU)
- [2] Google Maps
- [3] Državna geodetska uprava, Katastar.hr
- [4] Elaborat kompletne prometne analize funkcioniranja prometnih tokova na državnoj cesti oznake DC433, od čvora na ulici Domovinskog rata do raskrižja sa Matoševom ulicom u Solinu (DC432); prof.dr.sc. Dražen Cvitanić, izv.prof.dr.sc. Deana Breški, dr.sc. Biljana Maljković
- [5] Državni zavod za statistiku, popis stanovništva grada Splita
- [6] Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama, Građevinski fakultet sveučilišta u Rijeci
- [7] <https://www.nezavisne.com/novosti/banjaluca/Strucnjaci-objasnjavaju-razliku-izmedju-turbo-kruznog-toka-i-klasicnog/758713>
- [8] Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja sa spiralnim tokom kružnog kolnika na državnim cestama, Građevinski fakultet sveučilišta u Rijeci
- [9] <https://revijahak.hr/2023/04/20/video-pogledajte-kako-funkcioniraju-turbokruzna/>
- [10] Studies on roundabouts in Germany, Werner Brilon