

Varijantna rješenja raskrižja Marinići i Štefani na obilaznici naselja Viškovo

Klisović, Barbara

Master's thesis / Diplomski rad

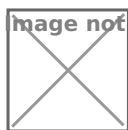
2022

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:157:802322>

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](#)



**SVEUČILIŠTE U RIJECI
GRAĐEVINSKI FAKULTET**

Barbara Klisović

**Varijantna rješenja raskrižja Marinići i Štefani na obilaznici
naselja Viškovo**

Diplomski rad

Rijeka, 2022.

**SVEUČILIŠTE U RIJECI
GRAĐEVINSKI FAKULTET**

**Sveučilišni diplomski studij
Urbano inženjerstvo
Cestovna Čvorišta**

**Barbara Klisović
JMBAG: 0114026966**

**Varijantna rješenja raskrižja Marinići i Štefani na obilaznici naselja
Viškovo**

Diplomski rad

Rijeka, srpanj 2022.

IZJAVA

Diplomski rad izradila sam samostalno, u suradnji s 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.

Barbara Klisović

U Rijeci, 29. lipnja 2022.

ZAHVALA

Posebnu zahvalu uputila bih svojoj mentorici doc.dr.sc. Sanji Šurdonji na izuzetnom zalaganju, stručnim savjetima i svoj pruženoj pomoći za vrijeme izrade ovog rada. Također zahvalila bih se i ostalim profesorima sa katedre za prometnice. Veliko hvala mome mužu, obitelji i prijateljima na velikoj potpori i strpljenju iskazanom tijekom čitavog vremena studiranja.

Sažetak

Raskrižja u razini su najčešći tip raskrižja koji se primjenjuju u urbanim sredinama. Rekonstrukcija raskrižja je potrebna kod povećanja prometnog opterećenja ili kod čestih prometnih nesreća kako bi se osigurala što bolja protočnost i sigurnost u raskrižju. Upravo veliko prometno opterećenje i veliki broj prometnih nesreća na raskrižjima su razlozi zbog kojih su se odabrala raskrižja u ovome radu.

Na temelju prikupljenih podataka napravljena je analiza postojećeg stanja. Podaci koji su prikupljeni su podaci o prometnom opterećenju, postignute brzine u zoni raskrižja, geometrija raskrižja te podaci o prometnim nesrećama. Analizom se potvrdila pretpostavka niske razine sigurnosti na raskrižjima na temelju čega su dana varijantna rješenja. Sva varijantna rješenja su temeljena na izvedbi kružnog raskrižja, srednje veliko urbano kružno raskrižje te alternativni tip kružnog raskrižja – standardno turbo kružno raskrižje. Sva rješenja su analizirana prema unaprijed definiranim kriterijima, kako bi se moglo odabrati optimalno varijantno rješenje za svako raskrižje.

Ključne riječi: raskrižja u razini, kružna raskrižja, alternativni tipovi kružnih raskrižja, varijantna rješenja

Abstract

Level intersections are the most common type of intersection applied in urban areas. Reconstruction of the intersection is necessary in case of increasing traffic load or in case of frequent traffic accidents in order to ensure the best possible flow and safety at the intersection. It is the high traffic load and the large number of traffic accidents at intersections that are the reasons why the intersections were chosen in this paper.

Based on the collected data, an analysis of the current situation was made. The data collected are data on traffic load, achieved speeds in the intersection zone, geometry of the intersection and data on traffic accidents. The analysis confirmed the assumption of a low level of safety at intersections, on the basis of which variant solutions were given. All variant solutions are based on the construction of a roundabout, a medium-sized urban roundabout and an alternative type of roundabout - the standard turbo roundabout. All solutions were analyzed according to predefined criteria, in order to select the optimal variant solution for each intersection.

Key words: level intersections, roundabouts, alternative types of roundabouts, variant solutions

Sadržaj

1.	Uvod	1
2.	Općenito o raskrižjima u razini.....	2
2.1.	Kružna raskrižja i alternativni tipovi kružnih raskrižja	3
2.1.1.	Projektiranje kružnih raskrižja.....	4
2.1.2.	Alternativni tipovi kružnih raskrižja	6
3.	Analiza postojećeg stanja	11
3.1.	Analiza prometnih nesreća na raskrižju	12
3.2.	Analiza prometnog opterećenja te brzina vozila na raskrižju	15
3.2.1.	Privoz 1 raskrižja Marinići.....	16
3.2.2.	Privoz 2 raskrižja Marinići.....	17
3.2.3.	Privoz 3 raskrižja Marinići.....	18
3.2.4.	Privoz 1 raskrižja Štefani.....	20
3.2.5.	Privoz 2 raskrižja Štefani.....	21
3.2.6.	Privoz 3 raskrižja Štefani.....	22
3.2.7.	Privoz 4 raskrižja Štefani.....	23
3.3.	Analiza razine uslužnosti postojećih raskrižja	25
3.4.	Analiza konfliktnih točaka na postojećim raskrižjima	27
3.5.	Analiza preglednosti na postojećim raskrižjima	28
3.5.1.	Proračun prema hrvatskoj normi HRN U.C4.O50 za raskrižje Marinići.....	28
3.5.2.	Proračun prema američkim smjernicama – The Greenbook za raskrižje Marinići	30
3.5.3.	Proračun prema hrvatskoj normi HRN U.C4.O50 za raskrižje Štefani.....	31
3.5.4.	Proračun prema američkim smjernicama – The Greenbook za raskrižje Štefani	34

3.6.	Zaključak analize postojećeg stanja oba raskrižja	37
4.	Varijantna rješenja rekonstrukcije raskrižja	39
4.1.	Raskrižje Marinići.....	39
4.1.1.	Varijanta 1: Srednje veliko urbano kružno raskrižje	40
4.1.2.	Varijanta 2: Turbo kružno raskrižje	41
4.2.	Raskrižje Štefani.....	42
4.2.1.	Varijanta 1: Srednje veliko urbano kružno raskrižje (sa minimalnim dimenzijama) 43	
4.2.2.	Varijanta 2: Srednje veliko urbano kružno raskrižje	44
5.	Analiza varijanti na temelju mjerodavnih kriterija.....	46
5.1.	Kapacitet raskrižja.....	46
5.2.	Sigurnost raskrižja i konfliktne točke	50
5.3.	Provoznost raskrižja.....	53
5.4.	Provozna brzina	62
5.5.	Odabir optimalne varijante raskrižja	68
6.	Zaključak.....	69
	Literatura.....	71

Popis slika

Slika 1: Tipovi raskrižja sa tri privoza [1]

Slika 2: Tipovi raskrižja sa četiri privoza [1]

Slika 3: Drugi tipovi raskrižja [1]

Slika 4: Tangencijalno i okomito vođenje privoza na kružnom raskrižju [4]

Slika 5: Izvanurbano turbo kružno raskrižje [6]

Slika 6: Konfliktne točke u standardnom turbo kružnom raskrižju [5]

Slika 7: Flower kružno raskrižje [7]

Slika 8: Kružno raskrižje "hamburger" [7]

Slika 9: Kružno raskrižje "dumbbell" [7]

Slika 10: Kružno raskrižje "dog bone" [8]

Slika 11: Mini kružno (lijevo) i dvostruko mini kružno raskrižje (desno) [9]

Slika 12: Postojeća situacija trokrakog raskrižja Marinići

Slika 13: Postojeća situacija četverokrakog raskrižja Štefani

Slika 14 a, b i c: Postavljeni brojači na privozima raskrižja Marinići

Slika 15 a, b, c i d: Postavljeni brojači na privozima raskrižja Štefani

Slika 16: 24 h prometno opterećenje za privoz 1 na raskrižju Marinići

Slika 17: 24 h prometno opterećenje za privoz 2 na raskrižju Marinići

Slika 18: Prikaz 24 h prometnog opterećenja za privoz 3 na raskrižju Marinići

Slika 19: Dnevno prometno opterećenje za privoz 1 raskrižja Štefani

Slika 20: Dnevno prometno opterećenje za privoz 2 raskrižja Štefani

Slika 21: Dnevno prometno opterećenje za privoz 3 raskrižja Štefani

Slika 22: Dnevno prometno opterećenje za privoz 4 raskrižja Štefani

Slika 23: Razina uslužnosti za postojeće raskrižje Marinići

Slika 24: Razina uslužnosti za postojeće raskrižje Štefani

Slika 25: Konfliktne točke na promatranom raskrižju Marinići

Slika 26: Konfliktne točke na promatranom raskrižju Štefani

Slika 27: Skretanje udesno sa sporednog pravca

Slika 28: Skretanje ulijevo sa sporednog pravca

Slika 29: Skretanje ulijevo sa sporednog pravca

Slika 30: Skretanje udesno sa sporednog pravca

Slika 31: Skretanje ulijevo sa glavnog pravca

Slika 32: Skretanje udesno sa sporednih pravaca

Slika 33: Skretanje ulijevo sa sporednog pravca I-Z

Slika 34: Skretanje ulijevo sa sporednog pravca Z-I

Slika 35: Prolaz ravno kroz raskrižje sa sporednog pravca I-Z

Slika 36: Prolaz ravno kroz raskrižje sa sporednog pravca Z-I

Slika 37: Skretanje ulijevo sa sporednog pravca I-Z

Slika 38: Skretanje ulijevo sa sporednog pravca Z-I

Slika 39: Skretanje udesno sa sporednih pravaca

Slika 40: Prolaz ravno kroz raskrižje sa sporednog pravca I-Z

Slika 41: Prolaz ravno kroz raskrižje sa sporednog pravca Z-I

Slika 42: Skretanje ulijevo sa glavnih pravaca

Slika 43: Grafički prikaz prometnog opterećenja JVS za raskrižje Marinići

Slika 44: Varijanta 1 za raskrižje Marinići - srednje veliko urbano kružno raskrižje

Slika 45: Varijanta 2 za raskrižje Marinići - standardno turbo kružno raskrižje

Slika 46: Grafički prikaz prometnog opterećenja JVS za raskrižje Štefani

Slika 47: Varijanta 1 za raskrižje Štefani - srednje veliko urbano kružno raskrižje

Slika 48: Varijanta 2 za raskrižje Štefani - srednje veliko urbano kružno raskrižje

Slika 49: Razina uslužnosti za varijantu 1 raskrižja Marinići

Slika 50: Mjerodavno prometno opterećenje za proračun kapaciteta standardnog turbo kružnog raskrižja

Slika 51: Razina uslužnosti za varijantu 1 raskrižja Štefani

Slika 52: Razina uslužnosti za varijantu 2 raskrižja Štefani

Slika 53: Varijanta 1 za raskrižje Marinići - konfliktne točke

Slika 54: Varijanta 2 za raskrižje Marinići - konfliktne točke

Slika 55: Varijanta 1 za raskrižje Štefani - konfliktne točke

Slika 56: Varijanta 2 za raskrižje Štefani - konfliktne točke

Slika 57: Provoznost varijante 1 raskrižja Marinići za ravni smjer

Slika 58: Provoznost varijante 1 raskrižja Marinići za desno skretanje

Slika 59: Provoznost varijante 1 raskrižja Marinići za lijevo skretanje

Slika 60: Provoznost varijante 1 raskrižja Marinići za lijevo skretanje

Slika 61: Provoznost varijante 2 raskrižja Marinići za ravni smjer

Slika 62: Provoznost varijante 2 raskrižja Marinići za desno skretanje

Slika 63: Provoznost varijante 2 raskrižja Marinići za lijevo skretanje

Slika 64: Provoznost varijante 2 raskrižja Marinići za lijevo skretanje

Slika 65: Provoznost varijante 1 raskrižja Štefani za ravni smjer

Slika 66: Provoznost varijante 1 raskrižja Štefani za desno skretanje

Slika 67: Provoznost varijante 1 raskrižja Štefani za lijevo skretanje

Slika 68: Provoznost varijante 1 raskrižja Štefani za lijevo skretanje

Slika 69: Provoznost varijante 2 raskrižja Štefani za ravni smjer

Slika 70: Provoznost varijante 2 raskrižja Štefani za desno skretanje

Slika 71: Provoznost varijante 2 raskrižja Štefani za lijevo skretanje

Slika 72: Provoznost varijante 2 raskrižja Štefani za lijevo skretanje

Slika 73: Mjerodavni radijusi za izračune provoznih brzina varijante 1 za raskrižje Marinići
(privozi 1-4, 4-1)

Slika 74: Mjerodavni radijusi za izračune provoznih brzina varijante 1 za raskrižje Marinići
(privozi 2-3, 3-2)

Slika 75: Mjerodavni radijusi za izračune provoznih brzina varijante 2 za raskrižje Marinići
(privozi 1-4, 4-1)

Slika 76: Mjerodavni radijusi za izračune provoznih brzina varijante 2 za raskrižje Marinići
(privozi 2-3, 3-2)

Slika 77: Mjerodavni radijusi za izračune provoznih brzina varijante 1 za raskrižje Štefani
(privozi 1-3, 3-1)

Slika 78: Mjerodavni radijusi za izračune provoznih brzina varijante 1 za raskrižje Štefani
(privozi 2-4, 4-2)

Slika 79: Mjerodavni radijusi za izračune provoznih brzina varijante 2 za raskrižje Štefani
(privozi 1-3, 3-1)

Slika 80: Mjerodavni radijusi za izračune provoznih brzina varijante 2 za raskrižje Štefani
(privozi 2-4, 4-2)

Popis tablica

Tablica 1: Prometne nesreće po danima na raskrižju Marinići

Tablica 2: Prometne nesreće po satima na raskrižju Marinići

Tablica 3: Prometne nesreće s obzirom na okolnosti nastanka na raskrižju Marinići

Tablica 4: Prometne nesreće s obzirom na uzrok na raskrižju Marinići

Tablica 5: Prometne nesreće po danima na raskrižju Štefani

Tablica 6: Prometne nesreće po satima na raskrižju Štefani

Tablica 7: Prometne nesreće s obzirom na okolnosti nastanka na raskrižju Štefani

Tablica 8: Prometne nesreće s obzirom na uzrok na raskrižju Štefani

Tablica 9: Prometno opterećenje za privoz 1 na raskrižju Marinići

Tablica 10: Provozne brzine vozila za privoz 1 na raskrižju Marinići

Tablica 11: Prometno opterećenje za privoz 2 na raskrižju Marinići

Tablica 12: provozne brzine vozila za privoz 2 na raskrižju Marinići

Tablica 13: Prometno opterećenje za privoz 3 na raskrižju Marinići

Tablica 14: Provozne brzine vozila za privoz 3 na raskrižju Marinići

Tablica 15: Prometno opterećenje za privoz 1 raskrižja Štefani

Tablica 16: Provozne brzine vozila na privozu 1 raskrižja Štefani

Tablica 17: Prometno opterećenje za privoz 2 raskrižja Štefani

Tablica 18: Provozne brzine vozila na privozu 2 raskrižja Štefani

Tablica 19: Prometno opterećenje za privoz 3 raskrižja Štefani

Tablica 20: Provozne brzine vozila na privozu 3 raskrižja Štefani

Tablica 21: Prometno opterećenje za privoz 4 raskrižja Štefani

Tablica 22: Provozne brzine vozila na privozu 4 raskrižja Štefani

Tablica 23: Postojeće prometno opterećenje raskrižja Marinići, dobiveno ručnim brojanjem

Tablica 24: Postojeće prometno opterećenje raskrižja Štefani, dobiveno ručnim brojanjem

Tablica 25: Duljine preglednosti Pg

Tablica 26: Duljine preglednosti Pg

Tablica 27: Duljine preglednosti Pg

Tablica 28: Duljine preglednosti Pg

Tablica 29: Stopa povećanja prometa 1%/god za projektni period 10 god. za raskrižje Marinići

Tablica 30: Stopa povećanja prometa 1%/god za projektni period 10 god. za raskrižje Štefani

Tablica 31: Proračun kapaciteta za standardno turbo kružno raskrižje

Tablica 32: Usporedba konfliktnih točaka varijanti

Tablica 33: Provozne brzine za varijantu 1 raskrižja Marinići

Tablica 34: Provozne brzine za varijantu 2 raskrižja Marinići

Tablica 35: Provozne brzine za varijantu 1 raskrižja Štefani

Tablica 36: Provozne brzine za varijantu 2 raskrižja Štefani

Tablica 37: Ocjenjivanje varijanti kroz kriterije

Popis grafičkih podloga

Prilog 1: Građevinska situacija srednje velikog urbanog kružnog raskrižja Marinići	M 1:500
Prilog 2: Prometna situacija srednje velikog urbanog kružnog raskrižja Marinići	M 1:500
Prilog 3: Građevinska situacija turbo kružnog raskrižja Marinići	M 1:500
Prilog 4: Prometna situacija turbo kružnog raskrižja Marinići	M 1:500
Prilog 5: Građevinska situacija srednje velikog urbanog kružnog raskrižja (sa min. radijusima) Štefani	M 1:500
Prilog 6: Prometna situacija srednje velikog urbanog kružnog raskrižja (sa min. radijusima) Štefani	M 1:500
Prilog 7: Građevinska situacija srednje velikog urbanog kružnog raskrižja Štefani	M 1:500
Prilog 8: Prometna situacija srednje velikog urbanog kružnog raskrižja Štefani	M 1:500

1. UVOD

Bitna stavka u današnjem životu je cestovni prometni sustav bez kojeg bi svakodnevno funkcioniranje bilo vrlo teško. To je jedan od najviše korištenih prometnih sustava u svijetu koji je usmjeren na prijevoz ljudi i robe. Raskrižje je najkritičnije mjesto u cestovnom prometu jer se tamo spajaju, odvajaju, križaju ili prepliću prometni pravci. Raskrižja mogu biti u razini, denivelirana ili kombinirana, a ovaj rad je fokusiran na raskrižja u razini.

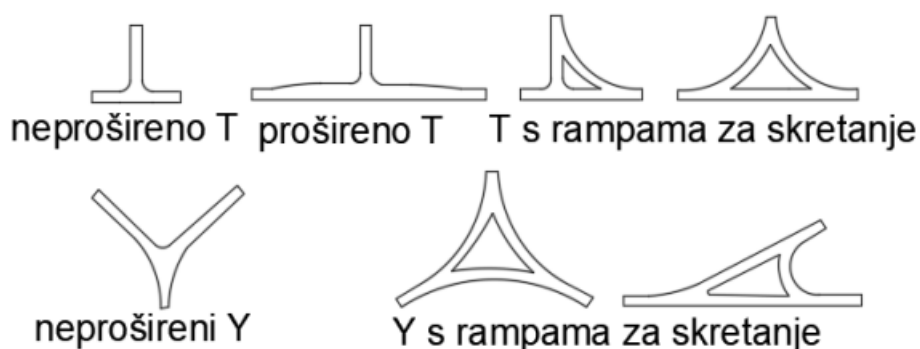
U radu su opisane osnovne značajke raskrižja u razini, standardna i alternativna kružna raskrižja. Također je u trećem poglavlju analizirano postojeće stanje dvaju raskrižja na obilaznici naselja Viškovo, te su izrađena dva varijantna rješenja za svako raskrižje, koja su prikazana u četvrtom poglavlju, na temelju kojih su odabrana optimalna rješenja za raskrižja koja zadovoljavaju unaprijed definirane kriterije u petom poglavlju. Na temelju prethodnih analiza dan je zaključak, te su priloženi prilozi na kojima su detaljno prikazana varijantna rješenja.

2. OPĆENITO O RASKRIŽJIMA U RAZINI

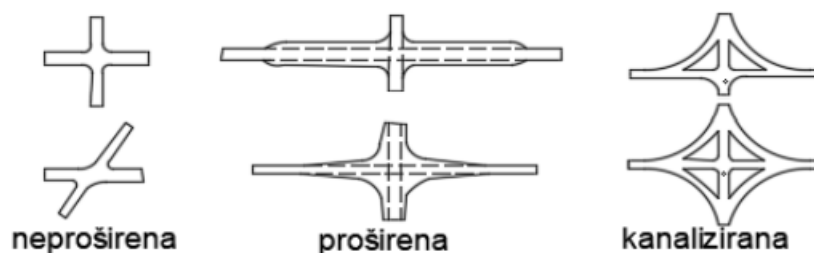
Raskrižja su čvorišta prometnica gdje se one međusobno spajaju uz uvjet održavanja određene razine uslužnosti na cestovnoj mreži. To su kritična mjesta u prometu gdje najčešće dolazi do smanjenja prometne sigurnosti sudionika upravo zbog puno točaka križanja, uplitanja, isplitanja i preplitanja prometnih tokova. Vrsta raskrižja koje se odabire za određeno mjesto ovisi o raspoloživom prostoru, kategoriji prometnica koje se križaju te vrsti prometa koje se predviđa za to raskrižje. Raskrižja mogu biti u razini, denivelirana, kombinirana ili posebna. U praksi se najčešće projektiraju raskrižja u razini upravo zbog jednostavnosti izvedbe takvog raskrižja za razliku od ostalih tipova raskrižja. [1]

Raskrižja u razini se mogu podijeliti prema [2]:

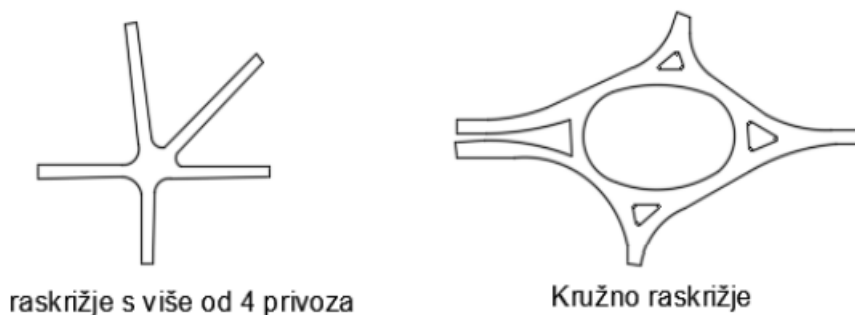
- Načinu uređenja:
 - Nekanalizirana
 - Kanalizirana
- Broju trakova:
 - Trokraka (slika 1)
 - Četverokraka (slika 2)
 - Višekraka (slika 3)
- Mogućnosti kretanja:
 - Potpuna
 - Nepotpuna
- Kutu križanja:
 - Pravokutna
 - Kosokutna
- Načinu oblikovanja
 - Obična
 - Kružna



Slika 1: Tipovi raskrižja sa tri privoza [1]



Slika 2: Tipovi raskrižja sa četiri privoza [1]



Slika 3: Drugi tipovi raskrižja [1]

Svako novo ili rekonstruirano raskrižje treba zadovoljiti osnovne kriterije kao što su:

- Sigurnost u raskrižju
- Kapacitet raskrižja
- Provoznost mjerodavnog vozila kroz raskrižje
- Utjecaj raskrižja na okoliš
- Ekonomičnost rješenja

Ukoliko raskrižje zadovolji gore navedene uvjete smatra se optimalnim rješenjem. [3]

2.1. Kružna raskrižja i alternativni tipovi kružnih raskrižja

Kružna raskrižja mogu imati neprovoznost, djelomično provozni ili u potpunosti provozni središnji otok. Imaju kružni vozni trak na koji se mogu vezati tri ili više priključnih pravaca u razini. U kružnom traku se promet odvija u samo jednome smjeru, suprotno od kazaljke na satu te vozila u tom traku imaju prednost prolaska .

Kružna raskrižja se u današnje vrijeme sve češće primjenjuju, bilo da se radi o izgradnji novog raskrižja ili kod rekonstrukcije postojećih raskrižja. Razlog tome je taj što ova raskrižja većinom

osiguravaju veći kapacitet prolaza kroz raskrižje, sigurnija su jer imaju manji broj konfliktnih točaka te uz to djeluju i kao mjera smirenja prometa.

Kod rekonstrukcije klasičnih raskrižja najčešće se primjenjuju jednotračna kružna raskrižja, dok se dvotračna ili višetračna kružna raskrižja primjenjuju rjeđe. Dvotračna ili višetračna kružna raskrižja imaju jednu ili dvije prometne trake na ulazu ili izlazu te u samome kružnom kolničkom traku. Takva kružna raskrižja imaju veći kapacitet od jednotračnih kružnih raskrižja no zbog pojave preplitanja i križanja u kružnome kolniku razina sigurnosti im je puno manja nego kod jednotračnih kružnih raskrižja. Usprkos tome jednotračna i dvotračna kružna raskrižja imaju mnogo prednosti u odnosu na klasična raskrižja u razini ali imaju i mane koje se pokušavaju riješiti korištenjem alternativnih tipova kružnih raskrižja. [2]

Kružna raskrižja možemo podijeliti prema [4]:

- Broju krakova:
 - Trokraka
 - Četverokraka
 - Višekraka
- Broju trakova u kružnom kolniku:
 - Jednotračna
 - Dvotračna
 - višetračna
- Položaju u prometnoj mreži:
 - Urbana
 - Izvanurbana
- Vrsti prometa:
 - Motorizirani i nemotorizirani
 - Samo motorizirani

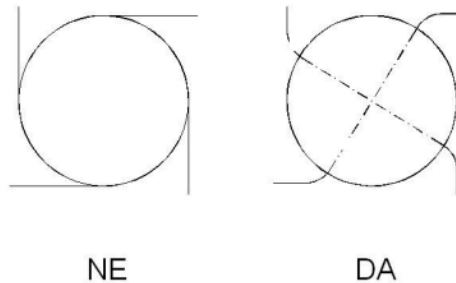
2.1.1. Projektiranje kružnih raskrižja

Kako bi mogli izvesti kružno raskrižje potrebno je pri oblikovanju rješenja kružnog raskrižja zadovoljiti određene uvjete i obratiti pozornost na neke od oblikovnih elemenata [4]:

- Način vođenja krakova na kružnom raskrižju

Krak bi trebao biti izveden na način da os privoza bude okomita na tangentu osi kružnog traka. Na taj način se doprinosi smanjenju brzine vozila pri uključivanju u kružno raskrižje te se osigurava tražena preglednost. Također se treba paziti na ulazne i izlazne radijuse koji su direktno povezani sa brzinom vozila. Ukoliko su radijusi preveliki doći će do nepoželjnog povećanja brzine vozila te potencijalnih prometnih nesreća. Ukoliko imamo tangencijalno

vođenje privoza dolazi do neprepoznavanja prednosti kretanja kroz kružno raskrižje, potencijalnih prevelikih brzina vozila, nedovoljne preglednosti na ulazu u raskrižje te mogućnost nalijetanja na vozila u raskrižju (slika 4).



Slika 4: Tangencijalno i okomito vođenje privoza na kružnom raskrižju [4]

- Širina ulaza u kružno raskrižje i duljina proširenja

To je važan element sigurnosti u kružnom raskrižju jer je sam ulazak u raskrižje najopasnija prometna radnja u kružnom raskrižju zbog relativno malog prostora. Oblik tog prostora ima iznimno značenja zbog prometne sigurnosti i propusne moći.

- Zakrivljenost putanje vozila

Zakrivljenost putanje vozila je usko povezana sa brzinom vozila u samome raskrižju. Što je zakrivljenost putanje veća to je brzina vozila manja te se time povećava razina sigurnosti u raskrižju, posebice za pješake, ali utječe i na kapacitet raskrižja.

- Provjera brzine kretanja kroz kružno raskrižje

To je važan element provjere prometne sigurnosti pri projektiranju kružnih raskrižja. Manjim brzinama u kružnom raskrižju dobiven je mirniji tok prometa čime se omogućuje pažljiviji odnos prema drugim sudionicima u prometu te se samim time smanjuje mogućnost dolaska do prometnih nesreća sa teškim posljedicama.

- Ulazne i izlazne krivine

Ulazne i izlazne krivine ovise o veličini kružnog raskrižja i obliku razdjelnog otoka. Izlazni radijusi bi trebali uvijek biti veći od ulaznih kako bi imali što bolje i sigurnije uvjete u raskrižju, te kako bi se dobila bolja protočnost raskrižja.

- Pješaci i biciklisti na urbanim kružnim raskrižjima

Kako bi se povećala njihova sigurnost kretanja u zoni raskrižja, prijelazi se postavljaju 4,5 do 10 m od ruba kružnog kolničkog traka. Time se također povećava propusna moć raskrižja jer pješaci i biciklisti u manjoj mjeri ometaju uključivanje i isključivanje vozila u kružnom toku. Kod raskrižja gdje je omogućeno razvijanje većih brzina preporuča se izvedba prijelaza izvan razine raskrižja.

- Razdjelni otoci

Razdjelni otoci moraju biti izvedeni na način da osiguraju odvajanje prometa na ulazu i izlazu iz kružnog raskrižja. Također ukoliko imamo nemotorizirani promet, razdjelni otok bi trebao imati minimalnu širinu od 2 m na mjestu gdje ga presijeca prijelaz za nemotorizirani promet.

- Poprečni nagib kružnog kolnika

Kod svakog kružnog raskrižja treba imati dovoljan poprečni nagib kolnika kako bi se osigurala dobra odvodnja vode sa kolnika. Najčešća izvedba poprečnog nagiba je prema vanjskom rubu kružnog kolnika zbog jednostavnijeg prikupljanja vode unatoč nepovoljnijoj mogućnosti preuzimanja centrifugalne sile koja djeluje na vozilo u kružnom toku.

2.1.2. Alternativni tipovi kružnih raskrižja

Alternativni tipovi kružnih raskrižja predstavljaju neku vrstu kombinacije jednotračnih i višetračnih kružnih raskrižja te na taj način eliminiraju nedostatke ovih tipova kružnih raskrižja. Alternativni tipovi kružnih raskrižja koji postoje su:

- Turbo kružno raskrižje

Turbo kružno raskrižje (slika 5) je vrsta višetračnog kružnog raskrižja gdje su neki prometni tokovi međusobno odvojeni. Često se koriste kao zamjena za dvotračno kružno raskrižje. Prometni trakovi u takvom raskrižju su vođeni odvojeno već prije ulaza u samo raskrižje te su tako odvojeni vođeni po kružnom kolniku i prilikom izlaza iz turbo kružnog raskrižja. Odvajanje prometnih traka je izvedeno pomoću delineatora (uzdignutim rubnjacima), kojima se sprječava preplitanje prometnih tokova unutar kružnog kolnika. U raskrižju su delineatori prekinuti samo na mjestima gdje je dozvoljen ulaz u unutarnju traku. Kako bi se neko raskrižje rekonstruiralo u turbo kružno raskrižje potrebno je zadovoljiti uvjete koji su propisani u

Smjernicama za projektiranje kružnih raskrižja sa spiralnim tokom kružnog kolnika na državnim cestama. [5]

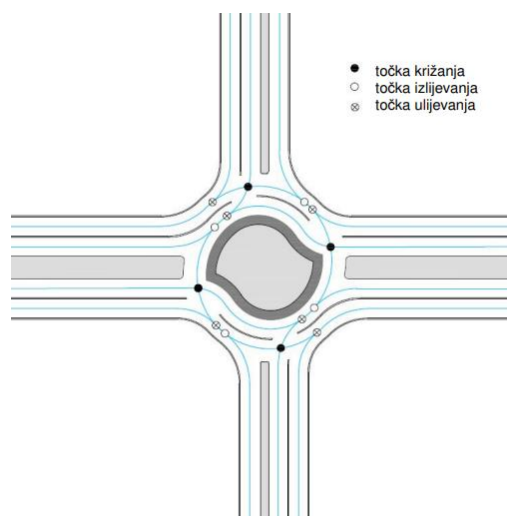


Slika 5: Izvanurbano turbo kružno raskrižje [6]

Postoji nekoliko vrsta turbo kružnih raskrižja, te odabir jednog od njih ovisi o prevladavajućem smjeru glavnog prometnog toka, a to su:

- Standardno turbo kružno raskrižje
- Jajoliko turbo kružno raskrižje
- Koljenasto turbo kružno raskrižje
- Rastegnuto koljenasto turbo kružno raskrižje

Bitna prednost turbo kružnog raskrižja je ta što ima manji broj konfliktnih točaka križanja u odnosu na standardno dvotračno kružno raskrižje te nepostojanje konfliktnih točaka preplitanja u kružnom kolniku što je postignuto fizičkim odvajanjem prometnih tokova na ulazu, izlazu i unutar kružnog raskrižja (slika 6). [5]



Slika 6: Konfliktno točke u standardnom turbo kružnom raskrižju [5]

- Kružno raskrižje „flower“

Flower kružno raskrižje (slika 7) je raskrižje koje ima fizički odvojene trake za desne skretače te zbog toga desni skretači ne moraju ulaziti u kružno raskrižje. Samim time je smanjen broj vozila koji ulaze u kružno raskrižje i povećana je sigurnost svih sudionika. [7]



Slika 7: Flower kružno raskrižje [7]

- Kružno raskrižje „hamburger“

Kružno raskrižje „hamburger“ (slika 8) je kružno raskrižje se tranzitnim središnjim otokom. Najčešće se koristi u industrijskim zonama gdje je velik udio velikih vozila. Za izvedbu takvog raskrižja potrebno je imati veliku površinu kako vozila koja su u tranzitnom dijelu središnjeg otoka ne bi ometala ostala vozila na kružnom kolniku. Posebno treba obratiti pažnju na poziciju postavljanja tranzitnog dijela središnjeg otoka. Iako takvo raskrižje ima bolji kapacitet, mana mu je ta što imamo točku križanja te se time smanjuje prometna sigurnost raskrižja. [7]



Slika 8: Kružno raskrižje "hamburger" [7]

- Kružno raskrižje „dumbbell“

Dumbbell kružna raskrižja (slika 9) se najčešće izvode na ulazima na brzu cestu ili autocestu te kod raskrižja sa više privoza ili kod dva raskrižja koja su vrlo blizu jedan drugome. Dumbbell kružno raskrižje se sastoji od dva jednostručna kružna raskrižja između kojih prolazi cesta koja može i ne mora biti denivelirana. Prednost ovakvog raskrižja je ta što su prilazna brzina i brzina u raskrižju smanjene te se na taj način povećava sigurnost u prometu. Nedostatak ovakvog raskrižja je da zauzima veliku površinu. [7]



Slika 9: Kružno raskrižje "dumbbell" [7]

- Kružno raskrižje „dog bone“

Kružno raskrižje „dog bone“ (slika 10) je izumljeno u Nizozemskoj te je takvo kružno raskrižje zapravo varijanta „dumbbell“ kružnog raskrižja. Izveden je na način da spaja dva kružna raskrižja u jedno izduženo i „stisnuto“ na sredini. Takva kružna raskrižja se koriste isto kao i „dunbell“ na ulazima na brze ceste ili autoceste ili kod dva kružna toka koja su vrlo blizu jedan drugome. [7]



Slika 10: Kružno raskrižje "dog bone" [8]

- Mini kružno raskrižje

Mini kružno raskrižje (slika 11) je jednostručno kružno raskrižje s provoznim središnjim otokom, te mu je radijus središnjeg otoka između 3,5 i 4,5 m. Najčešće se izvodi kod rekonstrukcija urbanih raskrižja. Prilikom izvedbe mini kružnog raskrižja središnji otok bi trebao biti izveden na način da bude malo uzdignut od kružnog kolnika kako bi se onemogućio prolaz osobnih vozila ravno kroz raskrižje, a da duga vozila mogu nesmetano prelaziti preko središnjeg otoka. Takva raskrižja su dobro rješenje kada su dva raskrižja na maloj udaljenosti te se u tom slučaju takvo rješenje naziva duplo mini kružno raskrižje. Prilikom takve izvedbe imamo dobru preglednost u raskrižjima dok je jedini nedostatak neprimjerena brzina koja bi ugrozila sigurnost na raskrižju. [4]

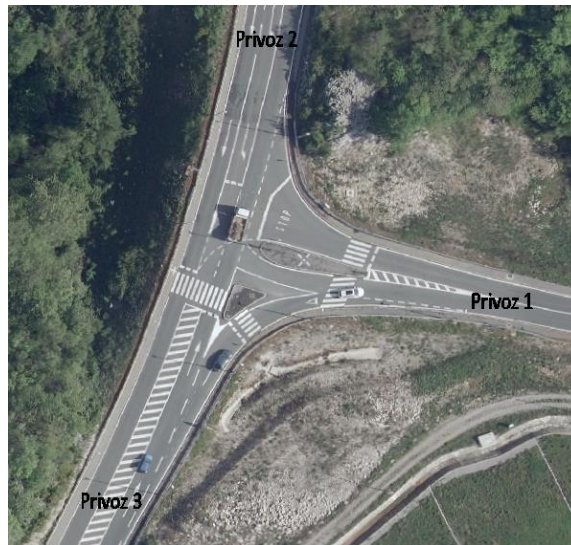


Slika 11: Mini kružno (lijevo) i dvostruko mini kružno raskrižje (desno) [9]

3. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA

Raskrižje Marinići je trokrako nesemaforizirano raskrižje koje se nalazi na obilaznici naselja Viškovo te se sastoji od slijedećih privoza (slika 12):

- Privoz 1: Sporedna cesta, spoj obilaznice sa rotorom na županijskoj cesti 5025
- Privoz 2: Sjeverni privoz na županijskoj cesti 5215
- Privoz 3: Južni privoz na županijskoj cesti 5215



Slika 12: Postojeća situacija trokrakog raskrižja Marinići

Raskrižje Štefani je četverokrako semaforizirano raskrižje koje se također nalazi na obilaznici naselja Viškovo te se sastoji od slijedećih privoza (slika 13):

- Privoz 1: Istočni privoz na županijskoj cesti 58048
- Privoz 2: Sjeverni privoz na županijskoj cesti 5215
- Privoz 3: Zapadni privoz na županijskoj cesti 58048
- Privoz 4: Južni privoz na županijskoj cesti 5215



Slika 13: Postojeća situacija četverokrakog raskrižja Štefani

Oba raskrižja smještena su na sjevernom dijelu okolice Rijeke. Raskrižje Marinići spaja industrijsku zonu na Marinićima i obilaznicu, dok raskrižje Štefani spaja obilaznicu sa okolnim naseljima. Također županijska cesta 5215 – obilaznica, spaja grad Rijeku sa prigradskim dijelovima kao što su Marinići i Viškovo. Na taj način je ostvarena bolja povezanost sa gradom Rijekom te stoga ova raskrižja uvrštavamo u važnija raskrižja u okolini Rijeke te ih treba i pomno analizirati.

Raskrižja su prometno najopterećenija u vrijeme odlaska na posao i sa posla. Izgradnjom ove prometnice uvelike se rasteretio promet kroz naselja Viškovo i Marinići pa samim time na raskrižjima imamo veliki broj vozila u vršnom satu. S obzirom da se raskrižja ne nalaze u urbanom dijelu, broj nemotoriziranih sudionika je mali.

3.1. Analiza prometnih nesreća na raskrižju

Kako bi se dobio bolji uvid u sigurnost raskrižja analizirane su prometne nesreće, prema službenoj evidenciji o prometnim nesrećama za 2020. i 2021. godinu dobivenu od MUP-a Rijeka. Podaci obuhvaćaju nesreće u samome raskrižju, a također i neposredno prije raskrižja. Na oba raskrižja je evidentirano po devet prometnih nesreća od kojih je jedna sa teškim tjelesnim ozljedama, tri sa lakim tjelesnim ozljedama te pet nesreća sa materijalnom štetom.

Raskrižje Marinići

Na raskrižju Marinići najviše prometnih nesreća dogodilo se u četvrtak, i to čak pet, što nam daje 55,56 % svih zabilježenih nesreća (tablica 1). Ukoliko razmotrimo tablicu 2, vidimo da se najviše prometnih nesreća događa u jutarnjem terminu između 04:00 i 08:00 sati kada vozači najčešće žure na posao te tada dolazi do tri prometne nesreće, odnosno 33,33 % svih zabilježenih nesreća. Najčešće dolazi do nesreća zbog oduzimanja prednosti prolaska, njih tri ili 33,33 % te zbog nepropisne brzine, dvije ili 22,22 % (tablica 3). Uzevši u obzir vrste nesreća koje su se događale može se zaključiti da su najčešće nesreće bočni sudari vozila, njih tri što nam daje trećinu svih zabilježenih nesreća (tablica 4).

Tablica 1: Prometne nesreće po danima na raskrižju Marinići

	Ponedjeljak	Utorak	Srijeda	Četvrtak	Petak
Broj nesreća	0	3	1	5	0

Tablica 2: Prometne nesreće po satima na raskrižju Marinići

	00:00-04:00	04:00-08:00	08:00-12:00	12:00-16:00	16:00-20:00	20:00-24:00
Broj nesreća	1	3	0	2	2	1

Tablica 3: Prometne nesreće s obzirom na okolnosti nastanka na raskrižju Marinići

	Oduzimanje prednosti prolaska	Nepropisno kretanje vozilom	Nepropisna brzina	Pretjecanje	Vožnja na nedovoljnoj udaljenosti	Ostale greške
Broj nesreća	3	1	2	1	1	1

Tablica 4: Prometne nesreće s obzirom na uzrok na raskrižju Marinići

	Bočni sudar	Suprotan smjer kretanja	Udar vozila u objekt kraj ceste	Vožnja u slijedu	Ostalo
Broj nesreća	3	2	2	1	1

Raskrižje Štefani

Na ovome raskrižju najviše prometnih nesreća dogodilo se u ponedjeljak i utorak, i to po tri u danu, što nam ukupno daje 66,67 % svih zabilježenih nesreća (tablica 5). U tablici 6 vidimo da se, za razliku od raskrižja Marinići, najviše prometnih nesreća događa u popodnevnom terminu između 16:00 i 20:00 te tada dolazi do tri prometne nesreće, odnosno 33,33 % svih zabilježenih

nesreća. Najčešće dolazi do nesreća zbog nepropisne brzine, njih tri ili 33,33 % (tablica 7). Uzevši u obzir vrste nesreća koje su se događale može se zaključiti da su najčešće nesreće bočni sudari vozila, njih pet što nam daje više od pola svih zabilježenih nesreća (tablica 8).

Tablica 5: Prometne nesreće po danima na raskrižju Štefani

	Ponedjeljak	Utorak	Srijeda	Četvrtak	Petak
Broj nesreća	3	3	0	1	2

Tablica 6: Prometne nesreće po satima na raskrižju Štefani

	00:00-04:00	04:00-08:00	08:00-12:00	12:00-16:00	16:00-20:00	20:00-24:00
Broj nesreća	1	1	1	1	3	2

Tablica 7: Prometne nesreće s obzirom na okolnosti nastanka na raskrižju Štefani

	Nepoštivanje svjetlosnog znaka	Nepropisno kretanje vozilom	Nepropisna brzina	Nepropisno prestrojavanje	Vožnja na nedovoljnoj udaljenosti
Broj nesreća	2	2	3	1	1

Tablica 8: Prometne nesreće s obzirom na uzrok na raskrižju Štefani

	Bočni sudar	Udar vozila u objekt kraj ceste	Vožnja u slijedu
Broj nesreća	5	2	2

Iz analize prometnih nesreća može se zaključiti kako se na raskrižju Marinići najviše nesreća događa upravo zbog čestih oduzimanja prednosti prolaska (krive prosudbe vozača) te velikih brzina na glavnome smjeru, dok se na raskrižju Štefani nesreće događaju zbog čestog nepoštivanja svjetlosnog znaka te također nepropisnih brzina na glavnome smjeru. Također možemo pretpostaviti kako sve nesreće nisu službeno zabilježene u evidenciji MUP-a te je zasigurno broj prometnih nesreća na tome raskrižju puno veći.

3.2. Analiza prometnog opterećenja te brzina vozila na raskrižju

Kako bi se dobili podaci o prometnom opterećenju na raskrižjima, postavljeni su brojači prometa na sve privoze. Brojači prometa koji su korišteni su automatski brojači „Datacollect SDRtraffic+“. Brojači su postavljeni na stupove prometnih znakova (slike 14 i 15) te su kontinuirano bilježili promet od ponedjeljka 04.04.2022. do srijede 06.04.2022. na raskrižju Štefani te od srijede 06.04.2022. do petka 08.04.2022. na raskrižju Marinići. Brojač je bilježio broj, brzinu i vrstu vozila u oba smjera. Analizom dobivenih podataka iz brojača dobiveni su podaci o kategorijama vozila i količini prometa koji su prolazili u različitim vremenskim periodima. Također su dobivene i brzine vozila (maksimalna, minimalna, srednja i V85 brzina). Brzina V85 je kritična brzina kojom je prošlo 85% vozila.

Uz automatske brojače prometa izvršeno je i ručno brojanje prometa u utorak, 05.04.2022. na raskrižju Štefani, te u četvrtak, 07.04.2022. na raskrižju Marinići, u jutarnjem vršnom satu od 7 do 8 sati. Vremenski uvjeti u vrijeme ručnog brojanja su bili stabilni te se na raskrižjima nisu dogodili nikakvi događaji zbog kojih bi odvijanje prometa bilo otežano.



Slika 14 a, b i c: Postavljeni brojači na privozima raskrižja Marinići



Slika 15 a, b, c i d: Postavljeni brojači na privozima raskrižja Štefani

U nastavku prikazani su dobiveni podaci iz brojača prometa za oba analizirana raskrižja. U tablicama su prikazana dnevna i vršna opterećenja i prozivne brzine vozila u oba smjera za svaki privoz.

3.2.1. Privoz 1 raskrižja Marinići

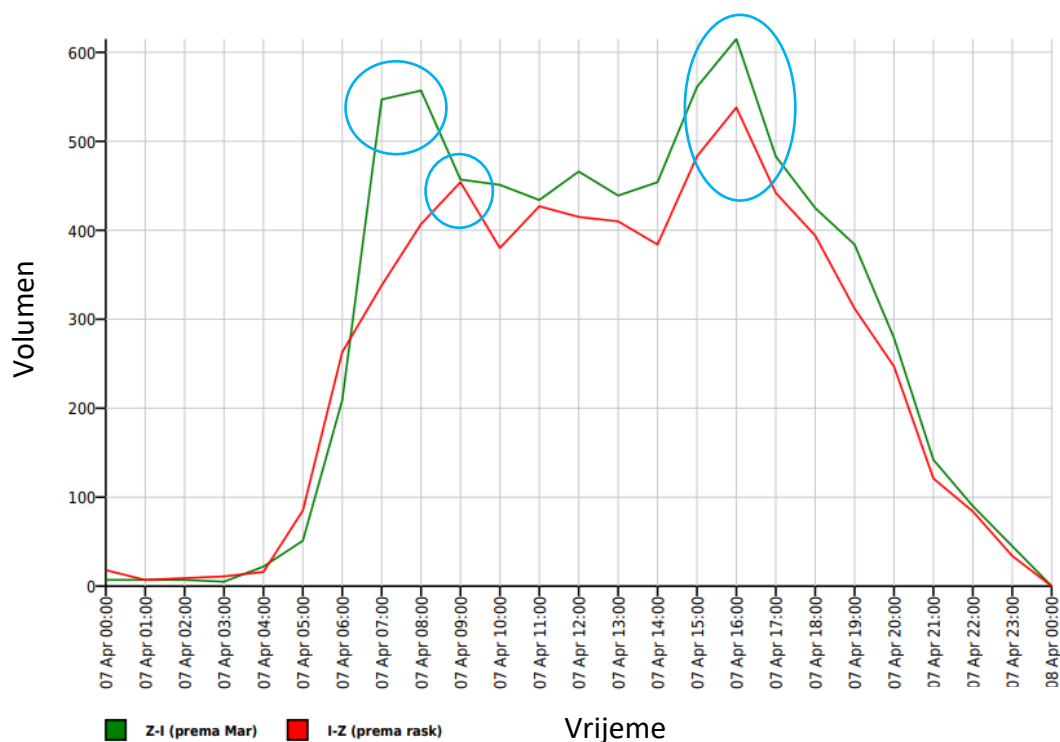
Dobiveni podaci za privoz 1 na raskrižju Marinići su prikazani u slijedećim tablicama. Analizom tablice 10 vidimo kako je srednja brzina nešto veća od dozvoljene brzine na toj dionici dok je brzina V85 dosta veća od dozvoljene brzine koja iznosi 50 km/h.

Tablica 9: Prometno opterećenje za privoz 1 na raskrižju Marinići

Vrijeme	Zapad-istok				Istok-zapad			
	Ukupno	Osobna vozila	Teretna vozila	Teška teretna vozila	Ukupno	Osobna vozila	Teretna vozila	Teška teretna vozila
00:00-06:00	99	84	11	4	146	128	17	1
06:00-22:00	6903	6449	421	33	6015	5564	422	29
07:00-08:00	547	512	32	3	338	286	52	0
16:00-17:00	615	596	17	2	539	517	21	1
00:00-24:00	7137	6664	436	37	6279	5805	443	31

Tablica 10: Prozivne brzine vozila za privoz 1 na raskrižju Marinići

	Vmin	Vmax	Vavg	V85
Zapad-istok	8	102	56	63
Istok-zapad	7	115	54	63



Slika 16: 24 h prometno opterećenje za privoz 1 na raskrižju Marinići

Na slici 16 je prikazano 24 h prometno opterećenje za privoz 1, a istaknuti su jutarnji i popodnevni vršni sati. Popodnevni vršni sat je za oba smjera između 15:30 i 16:30 sati, dok se jutarnji vršni sati razlikuju. U smjeru istoka vršni sat je od 07:00 do 08:00 sati, dok se za smjer prema zapadu događa tek između 08:30 i 09:30 sati.

3.2.2. Privoz 2 raskrižja Marinići

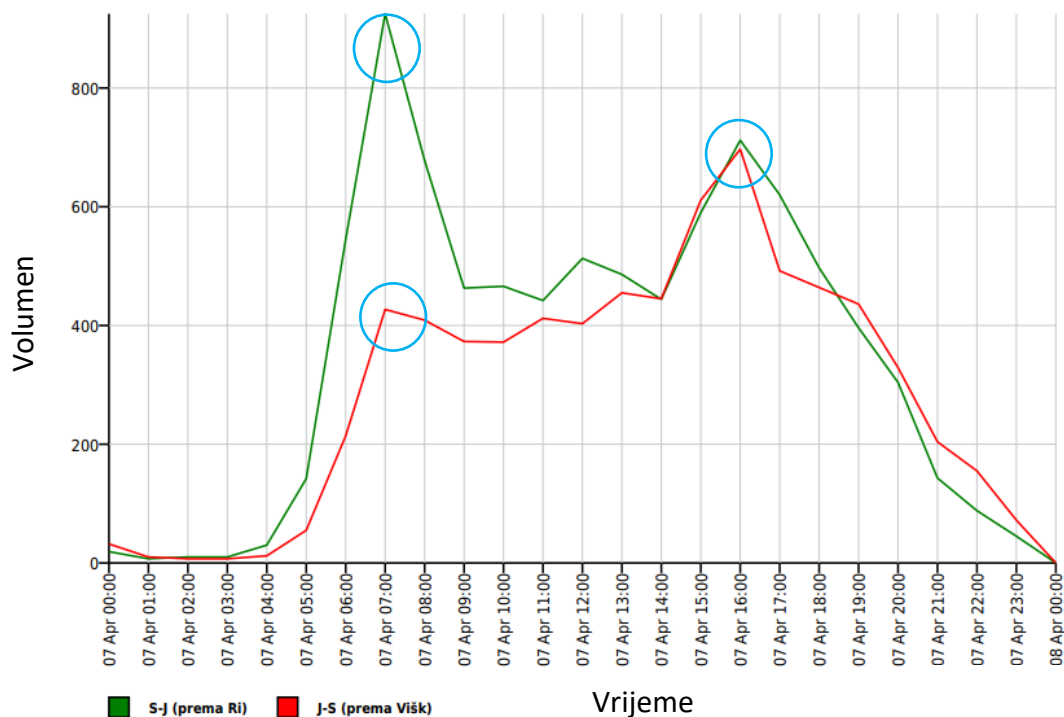
Dobiveni podaci za privoz 2 na raskrižju Marinići su prikazani u slijedećim tablicama. Analizom tablice 12 vidimo kako je srednja brzina nešto manja od dozvoljene brzine na toj dionici dok je brzina V85 nešto veća od dozvoljene brzine koja iznosi 70 km/h.

Tablica 11: Prometno opterećenje za privoz 2 na raskrižju Marinići

Vrijeme	Sjever-jug				Jug-sjever			
	Ukupno	Osobna vozila	Teretna vozila	Teška teretna vozila	Ukupno	Osobna vozila	Teretna vozila	Teška teretna vozila
00:00-06:00	218	207	10	1	123	114	9	0
06:00-22:00	8224	7815	377	32	6743	6431	279	33
07:00-08:00	925	882	40	3	427	403	21	3
16:00-17:00	712	695	12	5	697	675	18	4
00:00-24:00	8575	8152	389	34	7093	6765	294	34

Tablica 12: provozne brzine vozila za privoz 2 na raskrižju Marinići

	Vmin	Vmax	Vavg	V85
Sjever-jug	26	121	65	73
Jug-sjever	29	151	63	72



Slika 17: 24 h prometno opterećenje za privoz 2 na raskrižju Marinići

Na slici 17 je prikazano 24 h prometno opterećenje za privoz 2, a istaknuti su jutarnji i popodnevni vršni sati. Jutarnji vršni sat je za oba smjera između 06:30 i 07:30 sati, a popodnevni vršni sat je za oba smjera između 15:30 i 16:30 sati.

3.2.3. Privoz 3 raskrižja Marinići

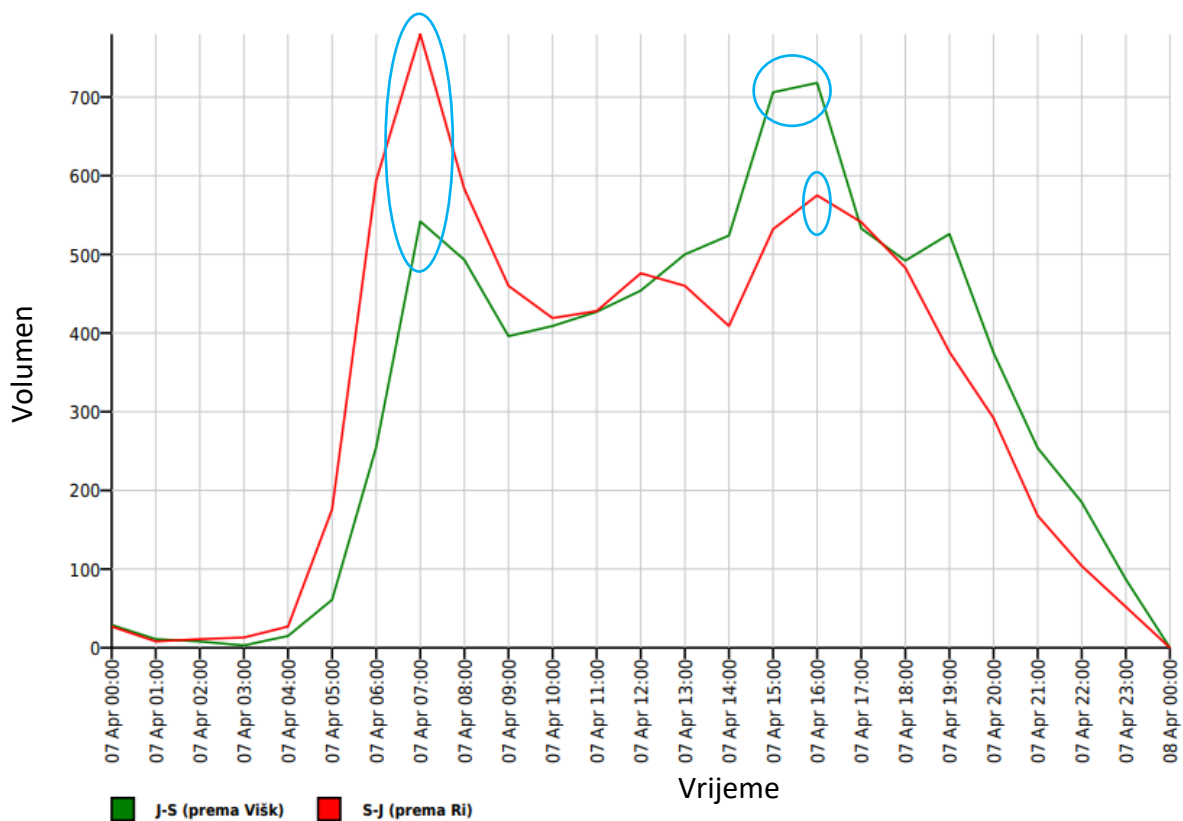
Dobiveni podaci za privoz 3 na raskrižju Marinići su prikazani u sljedećim tablicama. Analizom tablice 14 vidimo kako je srednja brzina nešto manja od dozvoljene brzine na toj dionici dok je brzina V85 oko dozvoljene brzine koja iznosi 70 km/h.

Tablica 13: Prometno opterećenje za privoz 3 na raskrižju Marinići

Vrijeme	Jug-sjever				Sjever-jug			
	Ukupno	Osobna vozila	Teretna vozila	Teška teretna vozila	Ukupno	Osobna vozila	Teretna vozila	Teška teretna vozila
00:00-06:00	127	113	8	6	262	247	14	1
06:00-22:00	7604	7161	388	55	7576	7081	435	60
07:00-08:00	543	509	30	4	780	723	51	6
16:00-17:00	718	691	23	4	575	550	19	6
00:00-24:00	8003	7541	401	61	7994	7479	454	61

Tablica 14: Provozne brzine vozila za privoz 3 na raskrižju Marinići

	Vmin	Vmax	Vavg	V85
Jug-sjever	5	136	60	69
Sjever-jug	28	120	62	72



Slika 18: Prikaz 24 h prometnog opterećenja za privoz 3 na raskrižju Marinići

Na slici 18 je prikazano 24 h prometno opterećenje za privoz 3, a istaknuti su jutarnji i popodnevni vršni sati. Jutarnji vršni sat je za oba smjera između 06:30 i 07:30 sati, a popodnevni vršni sat u smjeru sjevera je između 15:00 i 16:00, dok je u smjeru juga između 15:30 i 16:30 sati.

3.2.4. Privoz 1 raskrižja Štefani

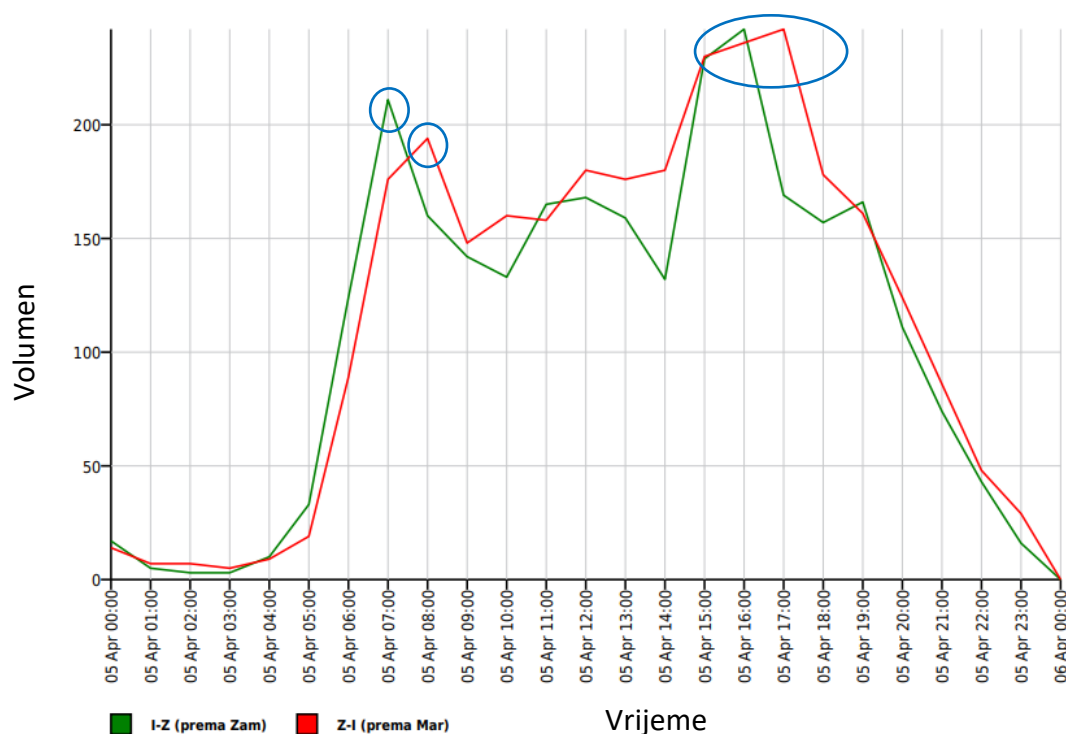
Dobiveni podaci za privoz 1 na raskrižju Štefani su prikazani u slijedećim tablicama. Analizom tablice 16 vidimo kako je srednja brzina nešto veća od dozvoljene brzine koja je na toj dionici 30 km/h dok je V85 dosta veći. Također maksimalne brzine u oba smjera su duplo veće od dozvoljenih.

Tablica 15: Prometno opterećenje za privoz 1 raskrižja Štefani

Vrijeme	Istok-zapad				Zapad-istok			
	Ukupno	Osobna vozila	Teretna vozila	Teška teretna vozila	Ukupno	Osobna vozila	Teretna vozila	Teška teretna vozila
00:00-06:00	71	70	1	0	61	56	5	0
06:00-22:00	2542	2481	60	1	2718	2657	61	0
07:00-08:00	211	204	6	1	176	170	6	0
16:00-17:00	243	238	5	0	236	233	3	0
00:00-24:00	2672	2608	62	2	2856	2790	66	0

Tablica 16: Provozne brzine vozila na privozu 1 raskrižja Štefani

	Vmin	Vmax	Vavg	V85
Istok-zapad	6	58	32	40
Zapad-istok	7	70	37	44



Slika 19: Dnevno prometno opterećenje za privoz 1 raskrižja Štefani

Na slici 19 je prikazano dnevno prometno opterećenje za privoz 1, te također možemo vidjeti jutarnje i popodnevne vršne sate. Jutarnji vršni sat u smjeru zapada je između 06:30 i 07:30, dok je u smjeru istoka između 07:00 i 08:30. Popodnevni vršni sat u oba smjera ima konstantni prirast opterećenja kroz duži period.

3.2.5. Privoz 2 raskrižja Štefani

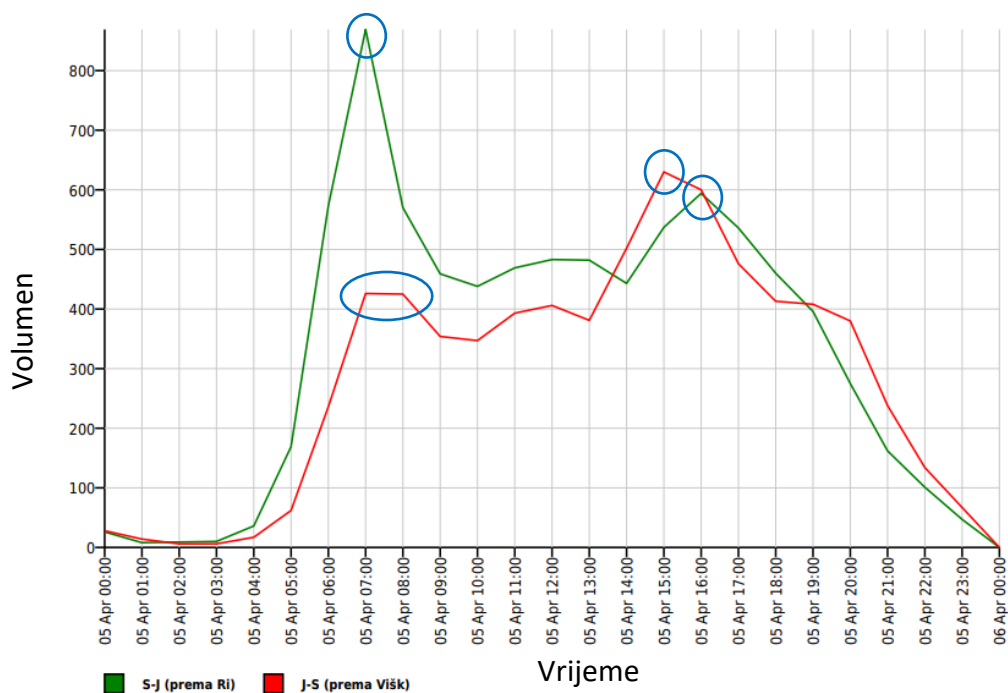
Dobiveni podaci za privoz 2 na raskrižju Štefani su prikazani u slijedećim tablicama. Analizom tablice 18 vidimo kako je srednja brzina nešto manja ili jednaka dozvoljenoj brzini na toj dionici dok je V85 nešto veći. Također maksimalna brzina u oba smjera je duplo veća od dozvoljene brzine koja iznosi 60 km/h.

Tablica 17: Prometno opterećenje za privoz 2 raskrižja Štefani

Vrijeme	Sjever-jug				Jug-sjever			
	Ukupno	Osobna vozila	Teretna vozila	Teška teretna vozila	Ukupno	Osobna vozila	Teretna vozila	Teška teretna vozila
00:00-06:00	258	237	16	5	133	118	7	8
06:00-22:00	7746	7380	312	54	6615	6278	287	50
07:00-08:00	869	824	41	4	426	402	21	3
16:00-17:00	595	583	8	4	600	581	17	2
00:00-24:00	8152	7761	332	59	6949	6590	300	59

Tablica 18: Provozne brzine vozila na privozu 2 raskrižja Štefani

	Vmin	Vmax	Vavg	V85
Sjever-jug	7	105	54	65
Jug-sjever	23	133	60	68



Slika 20: Dnevno prometno opterećenje za privoz 2 raskrižja Štefani

Na slici 20 je prikazano dnevno prometno opterećenje za privoz 2, te također možemo vidjeti jutarnje i popodnevne vršne sate. Jutarnji vršni sat u smjeru juga je između 06:30 i 07:30, dok je u smjeru sjevera između 06:30 i 08:30. Jutarnji vršni sat u smjeru sjevera nema istaknuti pik već ima konstantni priljev prometa kroz duži period. Popodnevni vršni sat u smjeru juga je između 15:30 i 16:30 sati, dok je u smjeru sjevera vršni sat između 14:30 i 15:30 sati.

3.2.6. Privoz 3 raskrižja Štefani

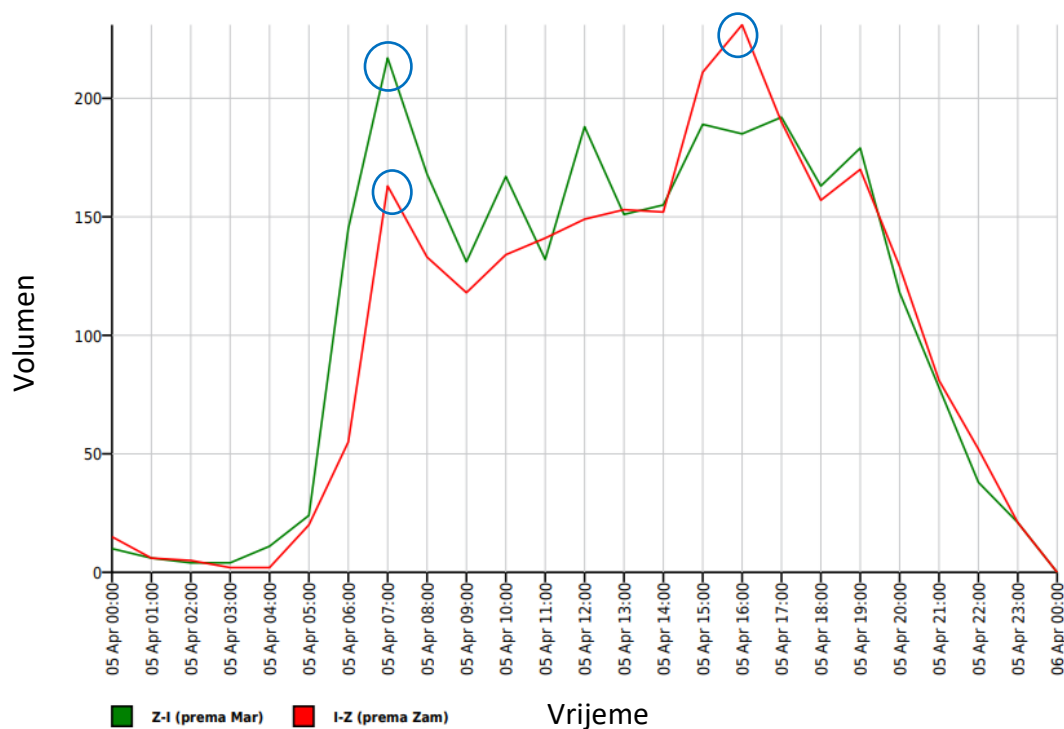
Dobiveni podaci za privoz 3 na raskrižju Štefani su prikazani u slijedećim tablicama. Analizom tablice 20 vidimo kako je srednja brzina nešto manja od dozvoljene brzine na toj dionici dok je V85 nešto veći od srednje brzine ali unutar ograničenja koje iznosi 50 km/h.

Tablica 19: Prometno opterećenje za privoz 3 raskrižja Štefani

Vrijeme	Zapad-istok				Istok-zapad			
	Ukupno	Osobna vozila	Teretna vozila	Teška teretna vozila	Ukupno	Osobna vozila	Teretna vozila	Teška teretna vozila
00:00-06:00	60	55	5	0	50	47	2	1
06:00-22:00	2558	2470	83	5	2367	2229	73	65
07:00-08:00	217	212	3	2	163	150	8	5
16:00-17:00	185	178	7	0	231	217	6	8
00:00-24:00	2676	2581	89	6	2490	2348	76	66

Tablica 20: Provozne brzine vozila na privozu 3 raskrižja Štefani

	Vmin	Vmax	Vavg	V85
Zapad-istok	8	66	41	47
Istok-zapad	21	65	42	48



Slika 21: Dnevno prometno opterećenje za privoz 3 raskrižja Štefani

Na slici 21 je prikazano dnevno prometno opterećenje za privoz 3, te također možemo vidjeti jutarnje i popodnevnne vršne sate. Jutarnji vršni sat je u oba smjera između 06:30 i 07:30. U smjeru istoka imamo više pikova kroz dan iz čega se može zaključiti kako imamo nekoliko perioda u danu kada imamo povećani priljev vozila te nemamo jasno iskazani popodnevni vršni sat. Popodnevni vršni sat u smjeru zapada je između 15:30 i 16:30 sati.

3.2.7. Privoz 4 raskrižja Štefani

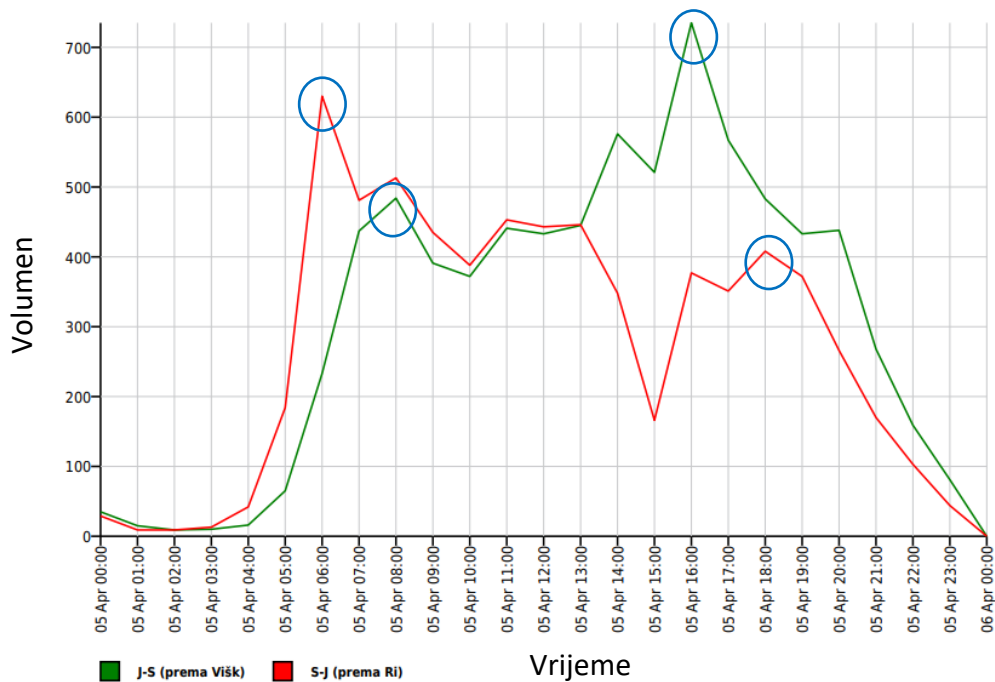
Dobiveni podaci za privoz 4 na raskrižju Štefani su prikazani u slijedećim tablicama. Analizom tablice 22 vidimo kako je srednja brzina nešto manja od dozvoljene brzine na toj dionici dok je V85 nešto veći. Također maksimalna brzina u oba smjera je duplo veća od dozvoljene koja iznosi 60 km/h.

Tablica 21: Prometno opterećenje za privoz 4 raskrižja Štefani

Vrijeme	Jug-sjever				Sjever-jug			
	Ukupno	Osobna vozila	Teretna vozila	Teška teretna vozila	Ukupno	Osobna vozila	Teretna vozila	Teška teretna vozila
00:00-06:00	150	130	12	8	286	239	27	20
06:00-22:00	7257	6810	382	65	6247	5184	794	269
07:00-08:00	438	400	30	8	481	374	85	22
16:00-17:00	735	708	24	3	377	352	18	7
00:00-24:00	7647	7172	401	74	6680	5550	839	291

Tablica 22: Provozne brzine vozila na privozu 4 raskrižja Štefani

	Vmin	Vmax	Vavg	V85
Jug-sjever	6	141	51	67
Sjever-jug	8	120	59	68



Slika 22: Dnevno prometno opterećenje za privoz 4 raskrižja Štefani

Na slici 22 je prikazano dnevno prometno opterećenje za privoz 4, te također možemo vidjeti jutarnje i popodnevne vršne sate. Jutarnji vršni sat u smjeru sjevera je između 07:30 i 08:30, dok je u smjeru juga između 05:30 i 06:30. Popodnevni vršni sat u smjeru sjevera je između 15:30 i 16:30 sati, dok je u smjeru juga vršni sat između 17:30 i 18:30 sati.

3.3. Analiza razine uslužnosti postojećih raskrižja

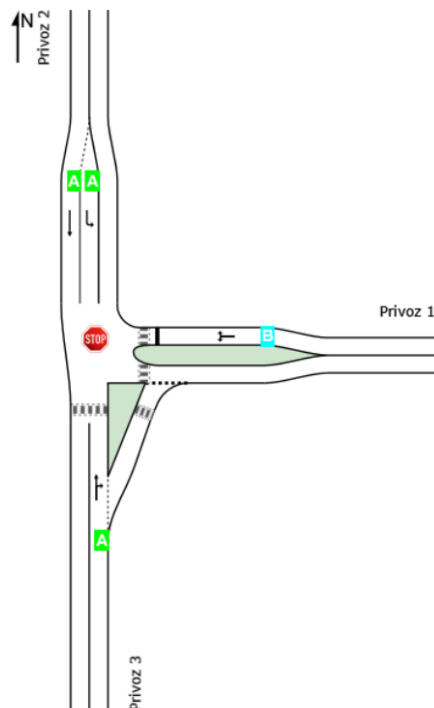
Razina uslužnosti postojećih raskrižja određena je primjenom računalnog programa SIDRA INTERSECTION. Za ulazne podatke korišteni su podaci dobiveni ručnim brojanjem prometa u jutarnjem vršnom satu, te podaci o geometriji raskrižja (širine i broj traka na privozima). U slijedećim tablicama su prikazani podaci o postojećem prometnom opterećenju raskrižja Marinići i Štefani (tablice 23 i 24).

Raskrižje Marinići

Tablica 23: Postojeće prometno opterećenje raskrižja Marinići, dobiveno ručnim brojanjem

PRIVOZ		OV		TV		BUS		MOT		UKUPNO PO SMJERU		UKUPNO PRIVOZ
IZ	U	voz/h	PAJ	voz/h	PAJ	voz/h	PAJ	voz/h	PAJ	voz/h	PAJ	PAJ
1	2	142	142	10	20	2	4	2	1	156	167	350
	3	122	122	30	60	0	0	2	1	154	183	
2	1	322	322	16	32	0	0	0	0	338	354	843
	3	422	422	32	64	0	0	6	3	460	489	
3	1	310	310	12	24	0	0	2	1	324	335	693
	2	306	306	26	52	0	0	0	0	332	358	

Provjerom razine uslužnosti na raskrižju dobiveni su rezultati prikazani slikom 23. Iz slike se može vidjeti kako je na glavnoj cesti razina uslužnosti odlična (A), dok je na sporednoj cesti razina uslužnosti vrlo dobra (B).



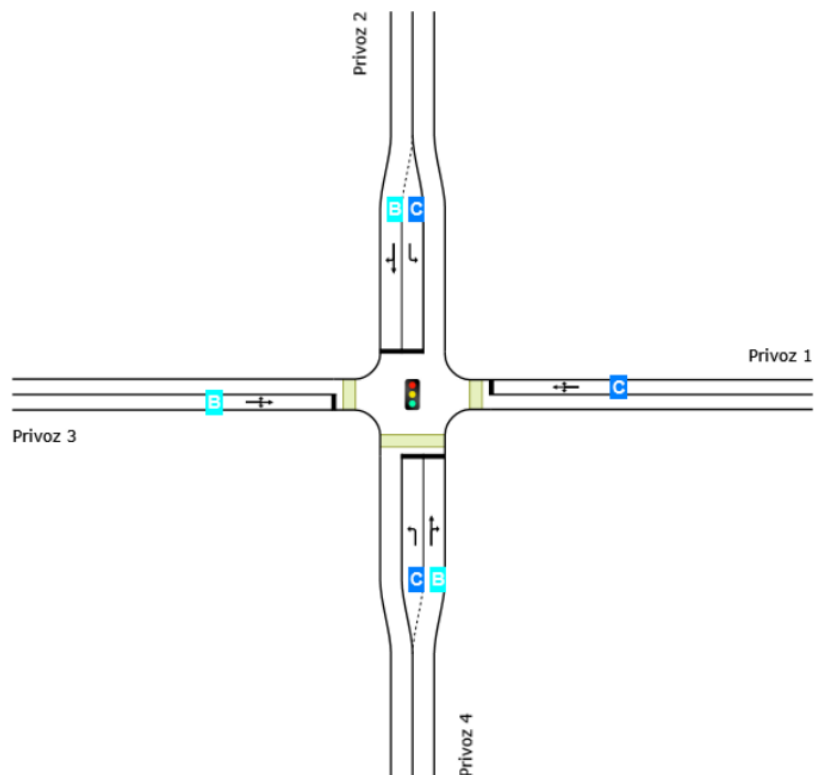
Slika 23: Razina uslužnosti za postojeće raskrižje Marinići

Raskrižje Štefani

Tablica 24: Postojeće prometno opterećenje raskrižja Štefani, dobiveno ručnim brojanjem

PRIVOZ		OV		TV		BUS		MOT		UKUPNO PO SMJERU		UKUPNO PRIVOZ
IZ	U	voz/h	PAJ	voz/h	PAJ	voz/h	PAJ	voz/h	PAJ	voz/h	PAJ	PAJ
1	2	4	4	0	0	0	0	0	0	4	4	228
	3	76	76	2	4	0	0	0	0	78	80	
	4	136	136	4	8	0	0	0	0	140	144	
2	1	34	34	2	4	0	0	0	0	36	38	926
	3	106	106	16	32	0	0	0	0	122	138	
	4	544	544	102	204	0	0	4	2	650	750	
3	1	60	60	10	20	2	4	0	0	72	84	267
	2	68	68	14	28	0	0	0	0	82	96	
	4	70	70	6	12	2	4	2	1	80	87	
4	1	60	60	4	8	0	0	2	1	66	69	571
	2	410	410	38	76	0	0	0	0	448	486	
	3	12	12	0	0	2	4	0	0	14	16	

Analizom razine uslužnosti na raskrižju dobiveni su rezultati prikazani slikom 24. Iz slike se može vidjeti kako je na glavnoj cesti razina uslužnosti vrlo dobra (B) za kretanje ravno i skretanje udesno, dok je za skretanje ulijevo razina uslužnosti dobra (C). Na sporednoj cesti razina uslužnosti na privozu 3 je vrlo dobra (B), dok je na privozu 1 dobra (C).



Slika 24: Razina uslužnosti za postojeće raskrižje Štefani

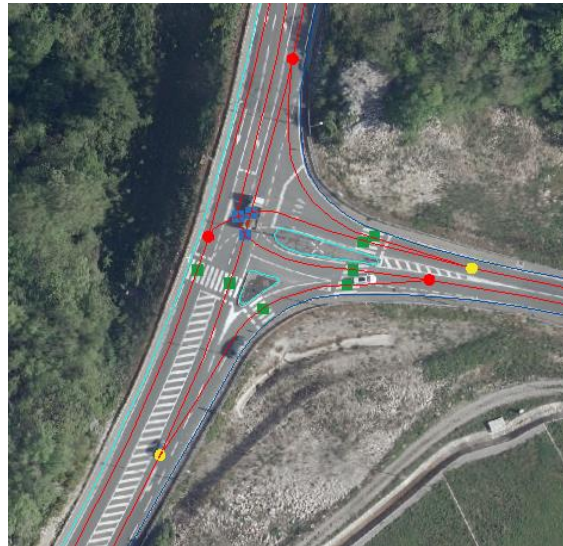
3.4. Analiza konfliktnih točaka na postojećim raskrižjima

Raskrižje Marinići

Analizirano raskrižje sadrži sveukupno petnaest konfliktnih točaka, od kojih je najviše točki križanja sa pješacima, i to sedam. Također postoje dvije točke isplitanja, tri točke uplitanja te tri točke križanja. Konfliktno točke prikazane su na slici 25.

● isplitanje	2
● uplitanje	3
■ križanje	3
■ pješaci	7

Ukupno	15
--------	----



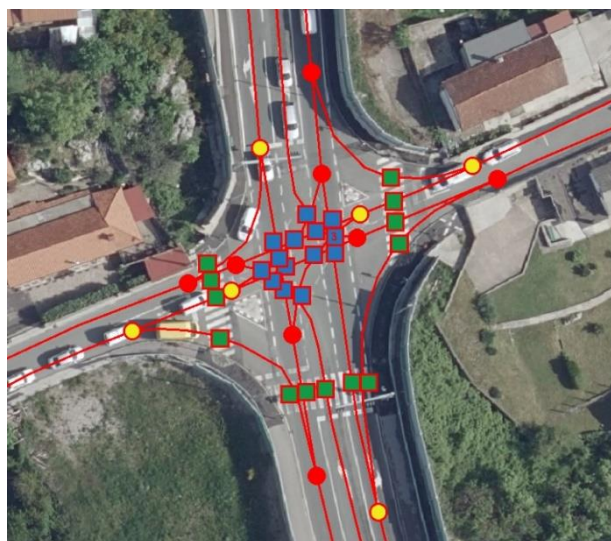
Slika 25: Konfliktno točke na promatranom raskrižju Marinići

Raskrižje Štefani

Raskrižje Štefani sadrži sveukupno četrdeset i tri konfliktno točke, od kojih je najviše točki križanja, i to šesnaest. Također postoji šest točki isplitanja, osam točki uplitanja te trinaest točki križanja sa pješacima. Konfliktno točke prikazane su na slici 26.

● isplitanje	6
● uplitanje	8
■ križanje	16
■ pješaci	13

Ukupno	43
--------	----



Slika 26: Konfliktno točke na promatranom raskrižju Štefani

3.5. Analiza preglednosti na postojećim raskrižjima

Jedna od analiza postojećeg stanja je i analiza preglednosti u raskrižju. Na svakome raskrižju mora biti osigurana preglednost raskrižja kako bi vozači na vrijeme mogli prilagoditi brzinu ovisno o stanju na raskrižju. Ukoliko preglednost u raskrižju nije zadovoljena, može doći do smanjenja razine sigurnosti u prometu.

Proračun preglednosti proveden je prema dvije metode:

1. Hrvatskoj normi HRN U.C4.O50
2. Američkim smjernicama The Greenbook

Postupci ovih proračuna se razlikuju pa se samim time razlikuju i dobiveni rezultati. Postupci su provedeni za proračun preglednosti za trokrako i četverokrako raskrižje sa obaveznim zaustavljanjem (STOP).

Raskrižje Marinići

3.5.1. Proračun prema hrvatskoj normi HRN U.C4.O50 za raskrižje Marinići

Duljina preglednosti P_g računa se prema formuli $P_g = v_g * t_s = v_g * \left(t_r + \sqrt{\frac{2D}{a_s}} \right)$

(1):

$$P_g = v_g * t_s = v_g * \left(t_r + \sqrt{\frac{2D}{a_s}} \right) \quad (1)$$

gdje je:

v_g – brzina vozila na glavnom pravcu; za raskrižja u izvanurbanom području 70 km/h

t_s – vrijeme prolaska sporednog vozila kroz raskrižje, koje ovisi o:

- t_r : vrijeme reagiranja; usvajamo $t_r = 1,5$ sek
- D : duljina prolaska raskrižjem sporednog vozila; $D = L_v + L_k$;

L_v – duljina prosječnog vozila (5,5 m),

L_k – duljina prelaska vozila preko zone raskrižja (skretanje desno L_k = izmjerena duljina od STOP linije do razdjelne linije; skretanje lijevo L_k = izmjerena duljina od STOP linije do rubnjaka na glavnom smjeru)

- a_s : ubrzanje vozila koje prolazi raskrižjem; usvajamo $a_s = 1,5 \text{ m/sek}^2$

$$v_g = 70 \text{ km/h} = 19,44 \text{ m/s}$$

$$L_{kL} = 13 \text{ m}$$

$$t_r = 1,5 \text{ sek}$$

$$L_{kD} = 6 \text{ m}$$

$$L_v = 5,5 \text{ m}$$

$$a_s = 1,5 \text{ m/sek}^2$$

$$P_{g,desno} = v_g * t_s = 19,44 \frac{m}{s} * \left(1,5 \text{ s} + \sqrt{\frac{2 * (5,5 \text{ m} + 6 \text{ m})}{1,5 \frac{m}{\text{sek}^2}}} \right) = 105,28 \text{ m} \approx 106 \text{ m} \quad (2)$$



Slika 27: Skretanje udesno sa sporednog pravca

$$P_{g,lijevo} = v_g * t_s = 19,44 \frac{m}{s} * \left(1,5 \text{ s} + \sqrt{\frac{2 * (5,5 \text{ m} + 13 \text{ m})}{1,5 \frac{m}{\text{sek}^2}}} \right) = 125,71 \text{ m} \approx 126 \text{ m} \quad (3)$$



Slika 28: Skretanje ulijevo sa sporednog pravca

3.5.2. Proračun prema američkim smjernicama – The Greenbook za raskrižje Marinići

Duljina preglednosti P_g računa se prema formuli $P_g = 0,278 * v_g * t_g$

(4):

$$P_g = 0,278 * v_g * t_g \quad (4)$$

Tablica 25: Duljine preglednosti P_g

Manevar	P_g , osobna vozila
Skretanje lijevo	$0,278 * 70 * 7,5 \approx 150$ m
Skretanje desno	$0,278 * 70 * 6,5 \approx 130$ m



Slika 29: Skretanje ulijevo sa sporednog pravca



Slika 30: Skretanje udesno sa sporednog pravca

Lijevo skretanje sa glavnog u sporedni smjer:

$$P_g = 0,278 * v_g * t_g \quad (5)$$

Tablica 26: Duljine preglednosti P_g

Manevar	P_g , osobna vozila
Skretanje lijevo	$0,278 \cdot 70 \cdot 5,5 \approx 110$ m



Slika 31: Skretanje ulijevo sa glavnog pravca

Prema gore napravljenoj analizi preglednosti u raskrižju možemo zaključiti kako je preglednost na ovome raskrižju zadovoljavajuća.

Raskrižje Štefani

3.5.3. Proračun prema hrvatskoj normi HRN U.C4.O50 za raskrižje Štefani

Duljina preglednosti P_g računa se prema formuli **Pogreška! Izvor reference nije pronađen.**:

$$P_g = v_g * t_s = v_g * \left(t_r + \sqrt{\frac{2D}{a_s}} \right) \quad (6)$$

gdje je:

v_g – brzina vozila na glavnom pravcu; za raskrižja u izvanurbanom području 60 km/h

t_s – vrijeme prolaska sporednog vozila kroz raskrižje, koje ovisi o:

- t_r : vrijeme reagiranja; usvajamo $t_r = 1,5$ sek
- D : duljina prolaska raskrižjem sporednog vozila; $D = L_v + L_k$;

L_v – duljina prosječnog vozila (5,5 m),

L_k – duljina prelaska vozila preko zone raskrižja (skretanje desno L_k = izmjerena duljina od STOP linije do razdjelne linije; skretanje lijevo L_k = izmjerena duljina od STOP linije do rubnjaka na glavnom smjeru)

- a_s : ubrzanje vozila koje prolazi raskrižjem; usvajamo $a_s = 1,5 \text{ m/sek}^2$

$$v_g = 60 \text{ km/h} = 16,67 \text{ m/s}$$

$$L_{kD, I-Z} = 6 \text{ m}$$

$$t_r = 1,5 \text{ sek}$$

$$L_{kD, Z-I} = 7 \text{ m}$$

$$L_v = 5,5 \text{ m}$$

$$L_{kR} = 17,5 \text{ m}$$

$$L_{kL, I-Z} = 13 \text{ m}$$

$$a_s = 1,5 \text{ m/sek}^2$$

$$L_{kL, Z-I} = 14 \text{ m}$$

$$P_{g,desno,I-Z} = v_g * t_s = 16,67 \frac{\text{m}}{\text{s}} * \left(1,5 \text{ s} + \sqrt{\frac{2 * (5,5 \text{ m} + 6 \text{ m})}{1,5 \frac{\text{m}}{\text{sek}^2}}} \right) = 90,28 \text{ m} \approx 91 \text{ m} \quad (7)$$

$$P_{g,desno,Z-I} = v_g * t_s = 16,67 \frac{\text{m}}{\text{s}} * \left(1,5 \text{ s} + \sqrt{\frac{2 * (5,5 \text{ m} + 7 \text{ m})}{1,5 \frac{\text{m}}{\text{sek}^2}}} \right) = 93,06 \text{ m} \approx 94 \text{ m} \quad (8)$$



Slika 32: Skretanje udesno sa sporednih pravaca

$$P_{g,lijevo,I-Z} = v_g * t_s = 16,67 \frac{m}{s} * \left(1,5 s + \sqrt{\frac{2*(5,5 m+13 m)}{1,5 \frac{m}{sek^2}}} \right) = 107,79 m \approx 108 m \quad (9)$$



Slika 33: Skretanje ulijevo sa sporednog pravca I-Z

$$P_{g,lijevo,Z-I} = v_g * t_s = 16,67 \frac{m}{s} * \left(1,5 s + \sqrt{\frac{2*(5,5 m+14 m)}{1,5 \frac{m}{sek^2}}} \right) = 110,01 m \approx 111 m \quad (10)$$

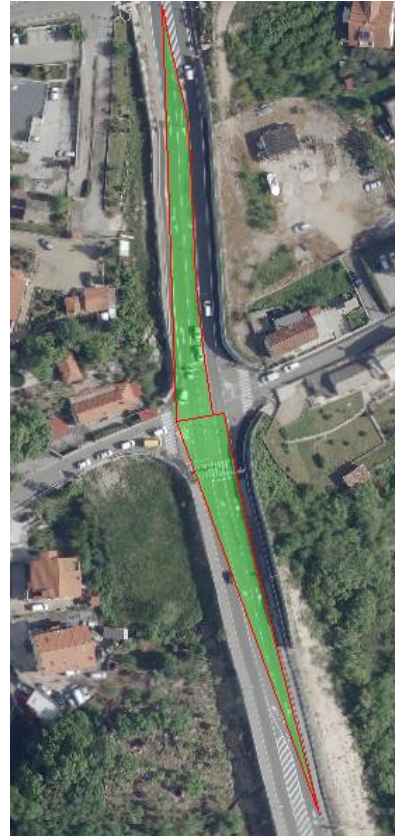


Slika 34: Skretanje ulijevo sa sporednog pravca Z-I

$$P_{g,ravno} = v_g * t_s = 16,67 \frac{m}{s} * \left(1,5 s + \sqrt{\frac{2*(5,5 m + 17,5 m)}{1,5 \frac{m}{sek^2}}} \right) = 117,32 m \approx 118 m \quad (11)$$



Slika 35: Prolaz ravno kroz raskrižje sa sporednog pravca I-Z



Slika 36: Prolaz ravno kroz raskrižje sa sporednog pravca Z-I

3.5.4. Proračun prema američkim smjernicama – The Greenbook za raskrižje Štefani

Duljina preglednosti P_g računa se prema formuli **Pogreška! Izvor reference nije pronađen.:**

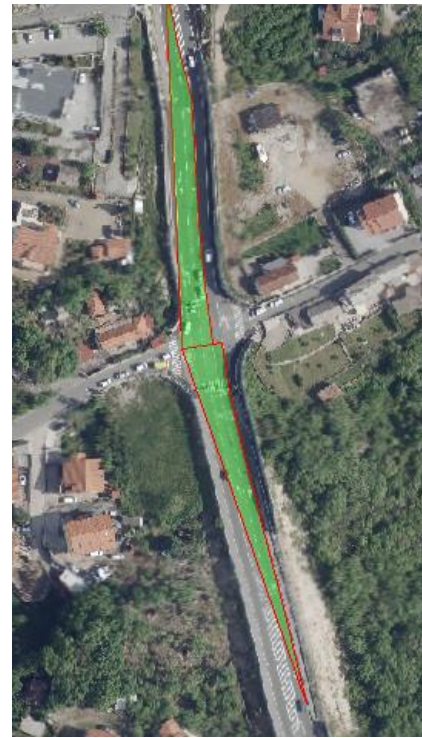
$$P_g = 0,278 * v_g * t_g \quad (12)$$

Tablica 27: Duljine preglednosti P_g

Manevar	P_g , osobna vozila
Skretanje lijevo	$0,278 * 60 * 7,5 \approx 130$ m
Skretanje desno	$0,278 * 60 * 6,5 \approx 110$ m
Prolaz ravno	$0,278 * 60 * 6,5 \approx 110$ m



Slika 37: Skretanje ulijevo sa sporednog pravca I-Z



Slika 38: Skretanje ulijevo sa sporednog pravca Z-I



Slika 39: Skretanje udesno sa sporednih pravca



Slika 40: Prolaz ravno kroz raskrižje sa sporednog pravca I-Z



Slika 41: Prolaz ravno kroz raskrižje sa sporednog pravca Z-I

Lijevo skretanje sa glavnog u sporedni smjer:

$$P_g = 0,278 * v_g * t_g$$

13

Tablica 28: Duljine preglednosti P_g

Manevar	P_g , osobna vozila
Skretanje lijevo	$0,278 * 60 * 5,5 \approx 95$ m



Slika 42: Skretanje ulijevo sa glavnih pravaca

Prema gore napravljenoj analizi preglednosti u raskrižju možemo zaključiti kako je preglednost na ovome raskrižju zadovoljavajuća.

3.6. Zaključak analize postojećeg stanja oba raskrižja

Nakon provedene analize za navedena raskrižja, gdje je analizirana preglednost u raskrižju, vrsta i broj nesreća, brzine vozila te podaci o prometnom opterećenju, da se zaključiti:

- da se na raskrižju Marinići događa dosta prometnih nesreća i to najčešće oduzimanjem prednosti i vožnjom prevelikom brzinom. Do toga dolazi zato što na raskrižju ima puno lijevih skretača sa sporednog smjera te na temelju toga sigurnost na raskrižju nije zadovoljavajuća, dok se na raskrižju Štefani nesreće događaju zbog vožnje prevelikom brzinom
- analizom podataka iz brojača prometa vidimo da su promatrana raskrižja značajno prometno opterećena te da je vršni sat na svim privozima oba raskrižja otprilike u isto vrijeme. Kod raskrižja Marinići su svi privozi podjednako opterećeni dok su na raskrižju Štefani opterećeniji privozi na glavnome smjeru nego na sporednom
- razina uslužnosti raskrižja Marinići na glavnom pravcu je odlična, no na sporednom, usprkos vrlo dobroj ocjeni, razina uslužnosti i nije toliko zadovoljavajuća. Kod raskrižja Štefani, razina uslužnosti na glavnom pravcu je vrlo dobra za ravno i desno skretanje i dobra za lijevo skretanje, dok je na sporednim pravcima razina uslužnosti vrlo dobra (privoz 3) i dobra (privoz 1)
- iako broj konfliktnih točaka vozilo-vozilo te pješak-vozilo na raskrižju Marinići nije velik, pretpostavka je da je jedan od uzroka većeg broja prometnih nesreća prevelika prilazna brzina na glavnom smjeru. Kod raskrižja Štefani na temelju konfliktnih točaka s obzirom na vrlo mali nemotorizirani promet možemo zaključiti kako i bez nemotoriziranog prometa imamo puno konfliktnih točaka što ukazuje na nisku razinu prometne sigurnosti
- analizom preglednosti prema hrvatskoj i američkoj normi možemo zaključiti kako je preglednost na oba raskrižja zadovoljavajuća

Prema provedenoj analizi oba raskrižja te planiranim promjenama na raskrižju Marinići može se zaključiti kako je potrebno rekonstruirati raskrižja. U nastavku ovog rada dat će se dva varijantna rješenja za svako raskrižje koja ćemo također analizirati, a za raskrižje Marinići, to su:

1. Srednje veliko urbano kružno raskrižje
2. Turbo kružno raskrižje,

te za raskrižje Štefani:

1. Srednje veliko urbano kružno raskrižje (sa minimalnim dimenzijama)
2. Srednje veliko urbano kružno raskrižje

4. VARIJANTNA RJEŠENJA REKONSTRUKCIJE RASKRIŽJA

Provedene analize postojećeg stanja na raskrižjima Marinići i Štefani ukazuju na to da je glavni problem na oba raskrižja sigurnost u prometu. Na raskrižjima se dogodio veliki broj nesreća koji je usko povezan sa brojem konfliktnih točaka kojih je puno. Kako bi se to smanjilo dane su po dvije varijante rješenja za svako raskrižje.

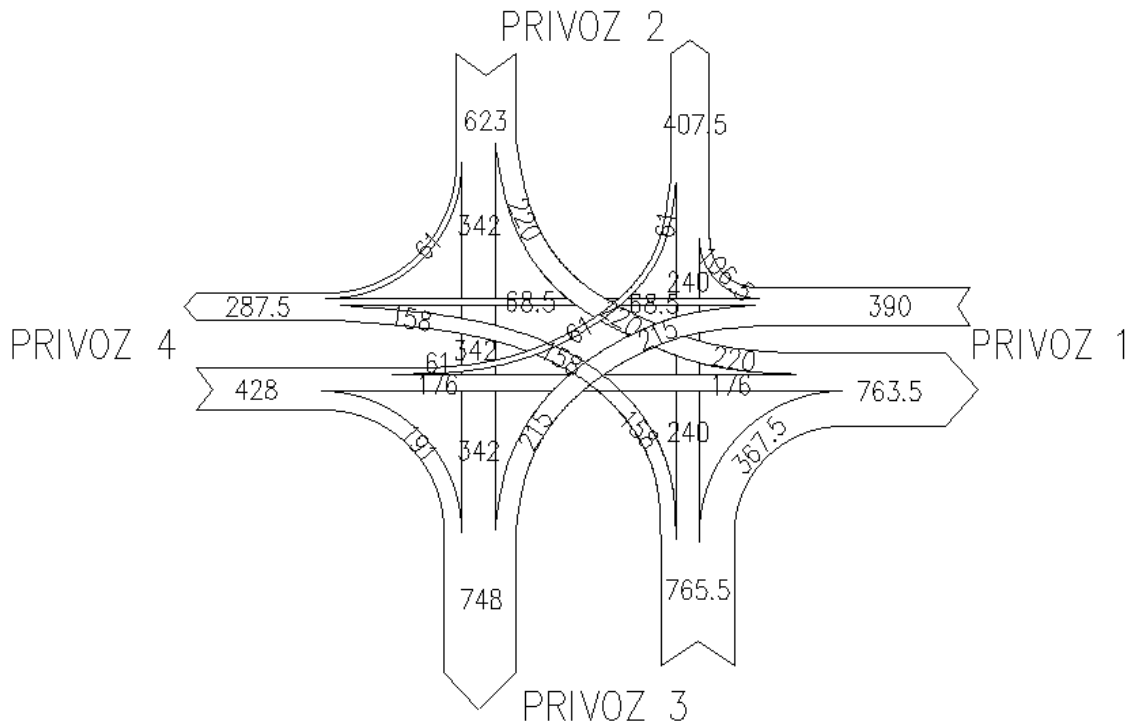
4.1. Raskrižje Marinići

Na ovome raskrižju izvedba novih rješenja je napravljena u skladu sa planiranim promjenama koje uključuju dodatni privoz koji vodi prema Kastvu. Kako bi mogli ovo raskrižje analizirati prema kasnije navedenim kriterijima predvidjeli smo stopu povećanja prometa za sva varijantna rješenja. Povećano prometno opterećenje je prikazano u tablici 29.

Tablica 29: Stopa povećanja prometa 1%/god za projektni period 10 god. za raskrižje Marinići

PRIVOZ		OV		TV		BUS		MOT		UKUPNO PO SMJERU		UKUPNO PRIVOZ
IZ	U	voz/h	PAJ	voz/h	PAJ	voz/h	PAJ	voz/h	PAJ	voz/h	PAJ	PAJ
1	2	100	100	2	4	1	2	1	0.5	104	106.5	390
	3	140	140	37	74	0	0	2	1	179	215	
	4	60	60	3	6	1	2	1	0.5	65	68.5	
2	1	200	200	10	20	0	0	0	0	210	220	623
	3	300	300	20	40	0	0	4	2	324	342	
	4	50	50	5	10	0	0	2	1	57	61	
3	2	200	200	20	40	0	0	0	0	220	240	765.5
	1	341	341	13	26	0	0	1	0.5	355	367.5	
	4	140	140	9	18	0	0	0	0	149	158	
4	2	50	50	5	10	0	0	2	1	57	61	428
	1	160	160	8	16	0	0	0	0	168	176	
	3	160	160	15	30	0	0	2	1	177	191	

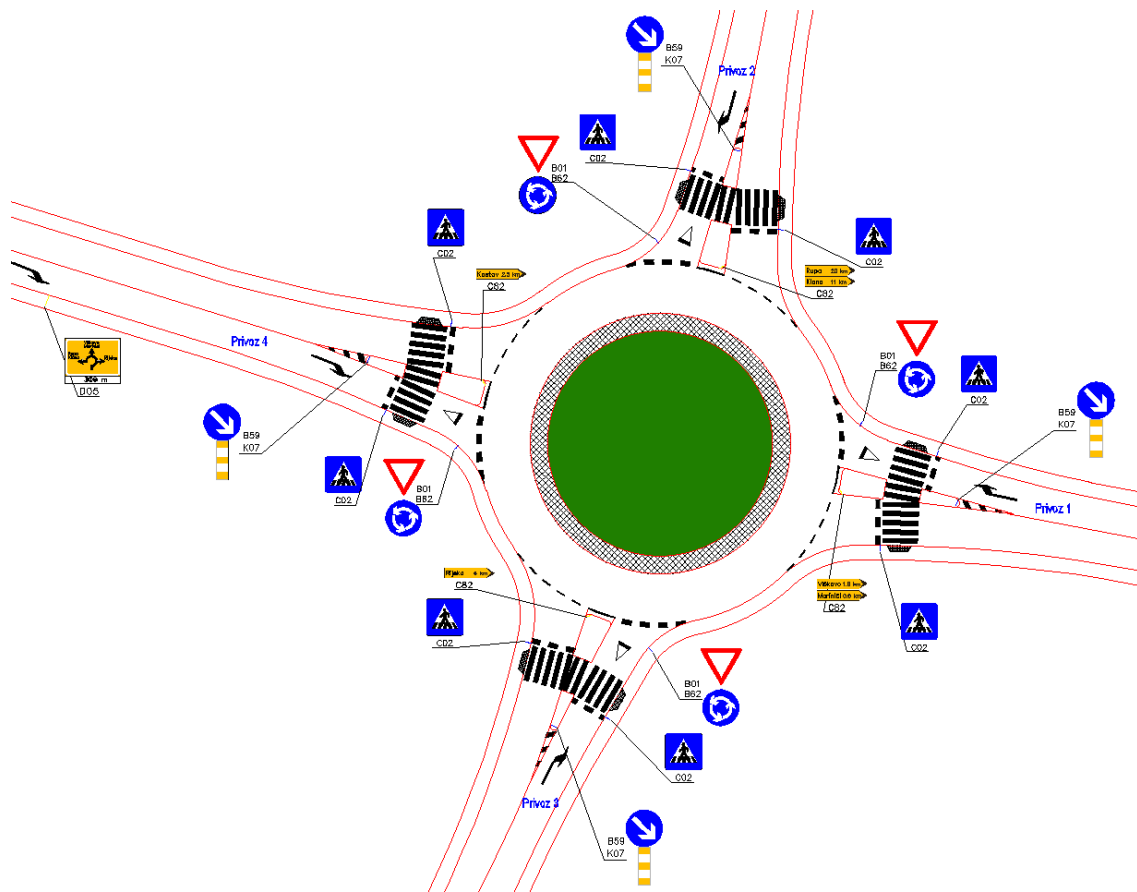
Na slici 43 je prikazano prometno opterećenje za raskrižje Marinići.



Slika 43: Grafički prikaz prometnog opterećenja JVS za raskrižje Marinići

4.1.1. Varijanta 1: Srednje veliko urbano kružno raskrižje

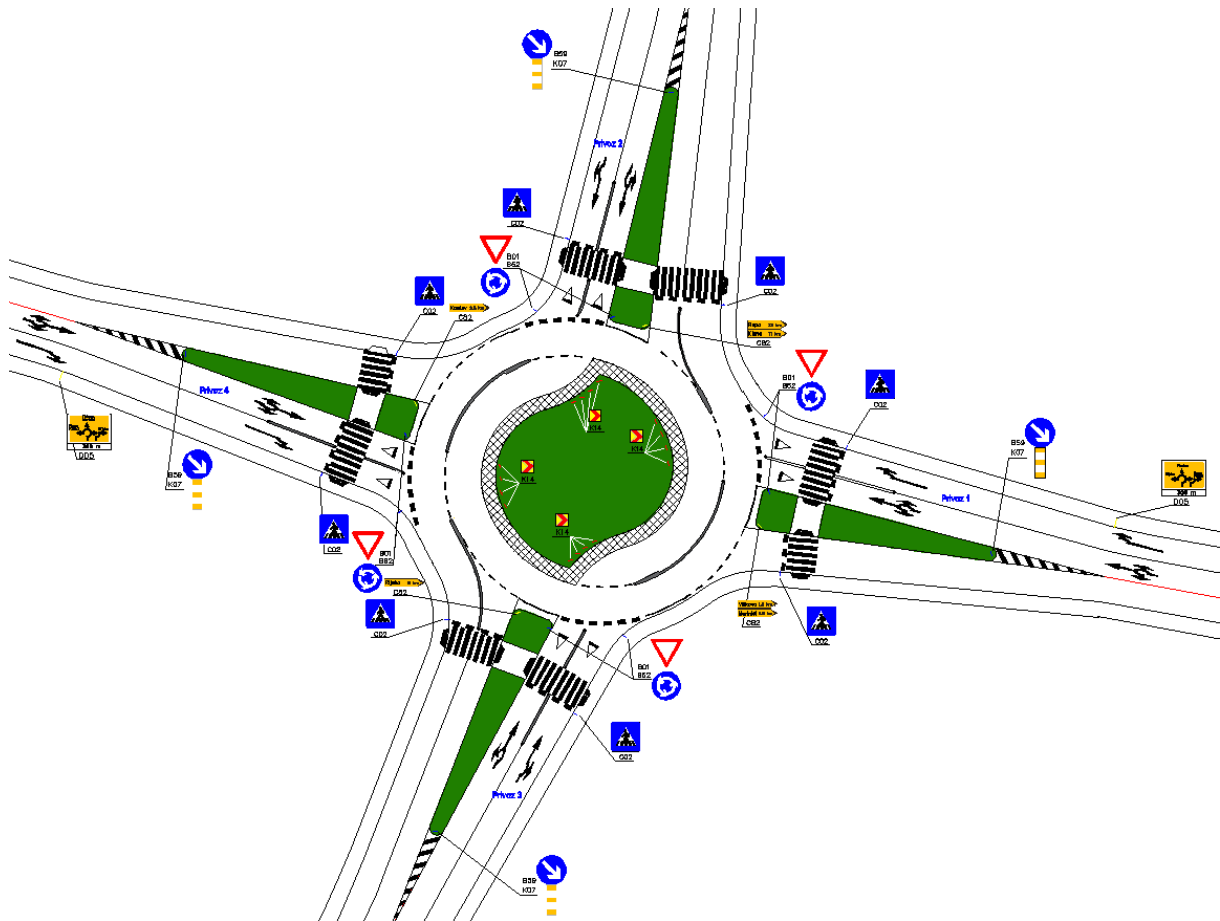
Kod ovog rješenja svi privozi su svedeni na jedan trak u svakome smjeru (slika 44). Na svaki privoz je postavljen pješački prijelaz koji prelazi preko razdjelnih otoka. Središnji otok je izveden s provoznim dijelom širine 2 m. Kružna traka je izvedena u širini od 5,5 m. Postavljena je vertikalna i horizontalna signalizacija prema Smjernicama [4].



Slika 44: Varijanta 1 za raskrižje Marinići - srednje veliko urbano kružno raskrižje

4.1.2. Varijanta 2: Turbo kružno raskrižje

Kod ovog rješenja broj traka na privozima je takav da na glavnim privozima imamo po dvije trake na ulazu i izlazu dok na sporednim privozima imamo dvije trake na ulazu i jednu na izlazu. Neposredno prije svakog ulaza i izlaza na privozima sa dvije trake u samo raskrižje postavljeni su delineatori širine 30 cm, kako bi fizički razdvojili promet te onemogućili prestrojavanje u blizini raskrižja, time je dobivena bolja sigurnost u prometu. Također su postavljeni delineatori i između kružnih traka, osim na mjestima gdje je bilo nužno osigurati prolaz u unutarnju kružnu traku, kako vozila ne bi mijenjala trake u samome kružnom raskrižju te je na taj način zadržana sigurnost u prometu. Pješački nogostupi su i u ovom varijantnom rješenju zadržani kao postojeći. Također su postavljeni pješački prijelazi na svim privozima te su vođeni preko razdjelnih otoka. Središnji otok je također izveden na način da ima provozni dio širine 2 m. Kako bi vozači na vrijeme odabrali potrebnu prometnu traku postavljena je vertikalna i horizontalna signalizacija (slika 45) prema Smjernicama [5].



Slika 45: Varijanta 2 za raskrižje Marinići - standardno turbo kružno raskrižje

4.2. Raskrižje Štefani

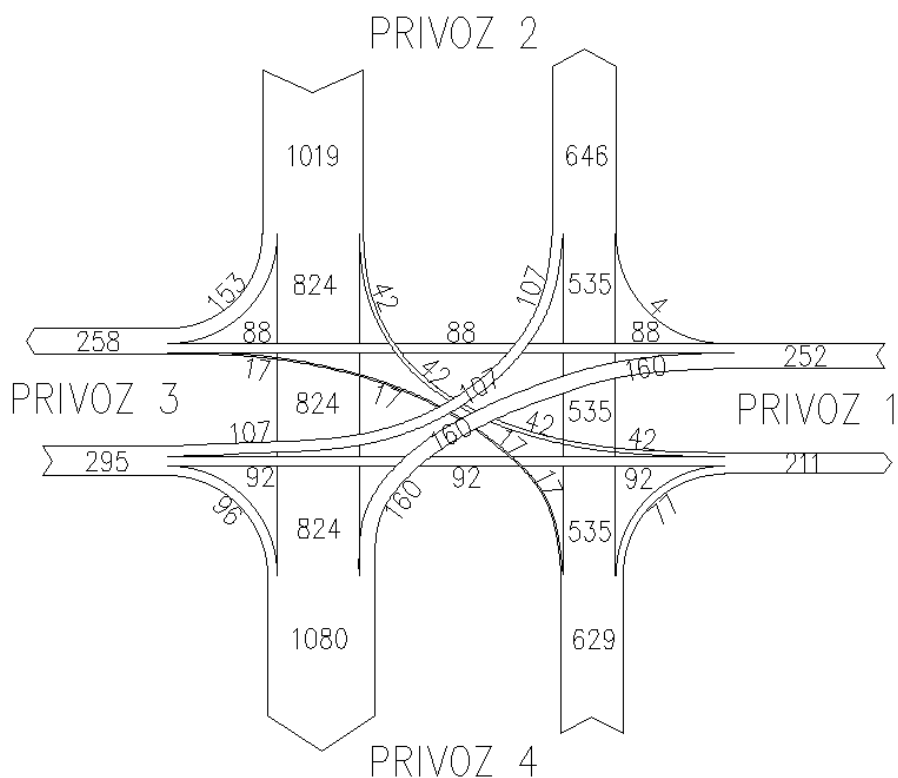
Za raskrižje Štefani su napravljene dvije varijante srednje velikog urbanog kružnog raskrižja iako je u prvotnom planu jedna od varijanti bila izvedba „flower“ kružnog raskrižja. Ta varijanta je odbačena zbog nemogućnosti implementacije takvog kružnog raskrižja na površinu okruženu stambenim objektima.

Kako bi mogli i ovo raskrižje analizirati kroz zadane kriterije predvidjeli smo stopu povećanja prometa od 1%/god u projektnom periodu od 10 g. za sva varijantna rješenja. Povećano prometno opterećenje je prikazano u tablici 30.

Tablica 30: Stopa povećanja prometa 1%/god za projektni period 10 god. za raskrižje Štefani

PRIVOZ		OV		TV		BUS		MOT		UKUPNO PO SMJERU		UKUPNO PRIVOZ
IZ	U	voz/h	PAJ	voz/h	PAJ	voz/h	PAJ	voz/h	PAJ	voz/h	PAJ	PAJ
1	2	4	4	0	0	0	0	0	0	4	4	252
	3	84	84	2	4	0	0	0	0	86	88	
	4	150	150	5	10	0	0	0	0	155	160	
2	1	38	38	2	4	0	0	0	0	40	42	1019
	3	117	117	18	36	0	0	0	0	135	153	
	4	598	598	112	224	0	0	4	2	714	824	
3	1	66	66	11	22	2	4	0	0	79	92	295
	2	75	75	16	32	0	0	0	0	91	107	
	4	77	77	7	14	2	4	2	1	88	96	
4	1	66	66	5	10	0	0	2	1	73	77	629
	2	451	451	42	84	0	0	0	0	493	535	
	3	13	13	0	0	2	4	0	0	15	17	

Na slici 46 je prikazano prometno opterećenje za raskrižje Štefani.

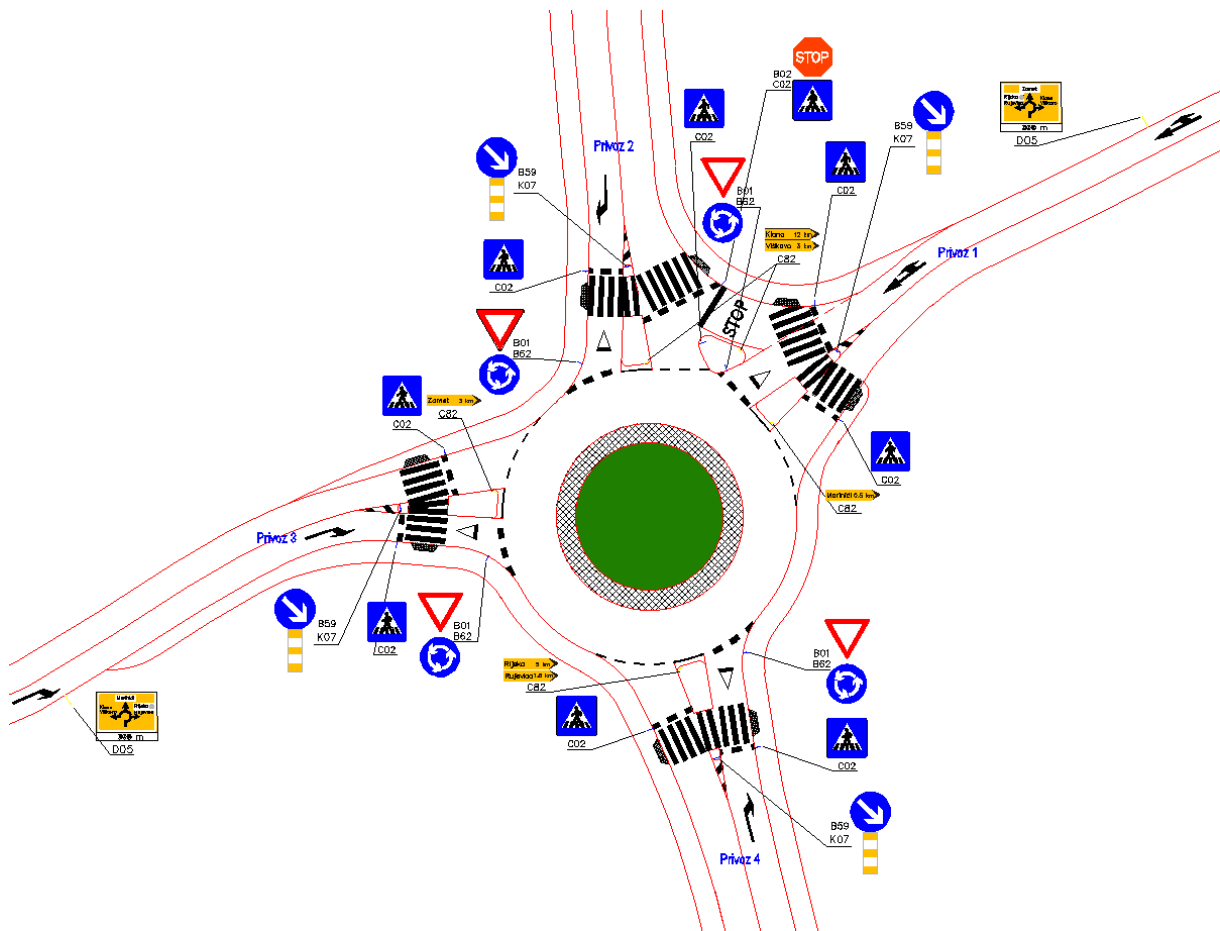


Slika 46: Grafički prikaz prometnog opterećenja JVS za raskrižje Štefani

4.2.1. Varijanta 1: Srednje veliko urbano kružno raskrižje (sa minimalnim dimenzijama)

Kod ovog rješenja korištene su minimalne vrijednosti geometrijskih elemenata za projektiranje raskrižja, djelomično zbog okolne izgrađenosti u zoni raskrižja. Svi privozi su svedeni na jedan trak u svakome smjeru u kružnom raskrižju dok je na privozu 1 postavljen i

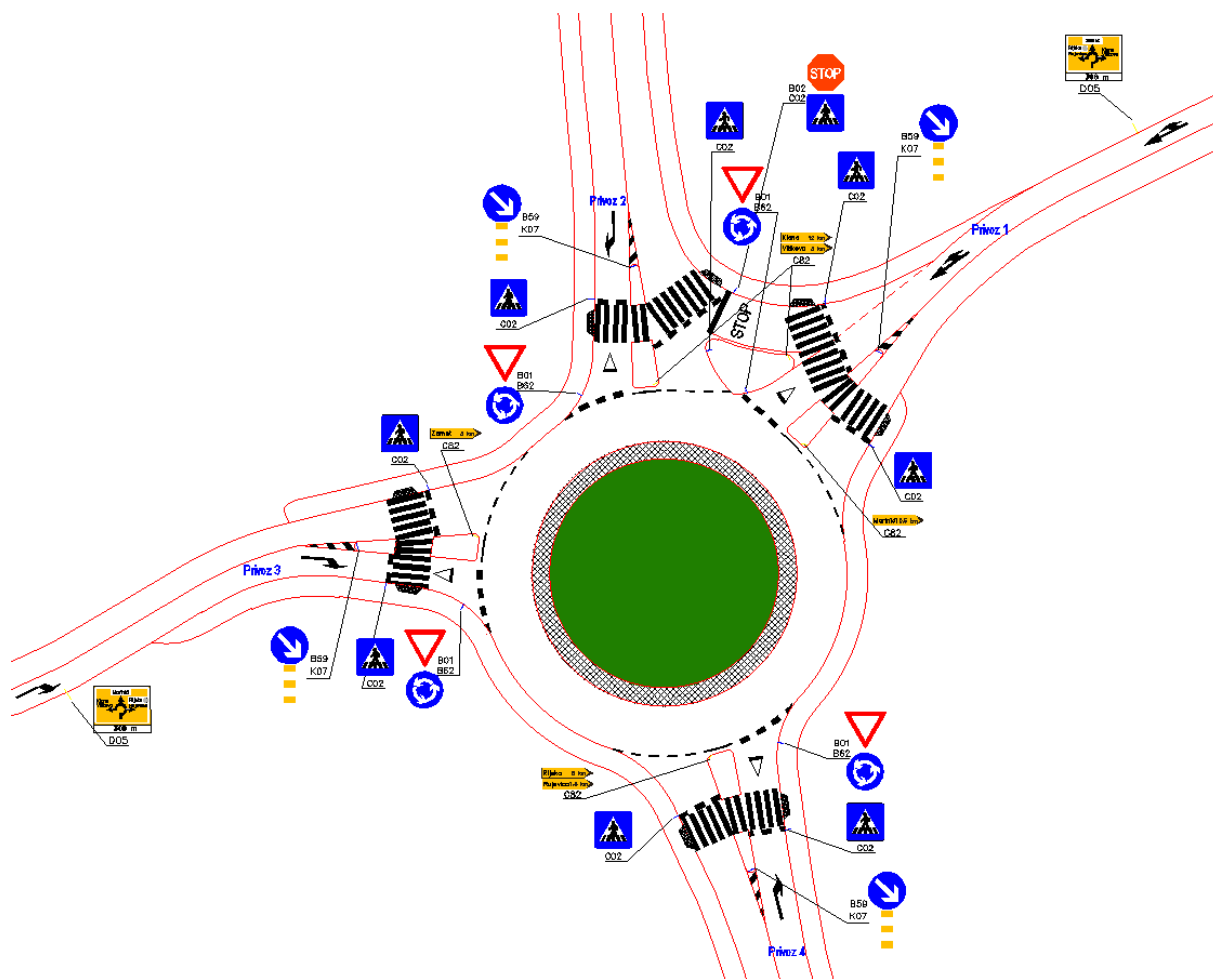
dodatni trak za desne skretače koji ne ulazi u kružno raskrižje već je odvojen razdjelnim otokom (slika 47). Na svaki privoz je postavljen pješački prijelaz koji prelazi preko razdjelnih otoka. Pješački nogostupi su zadržani kao postojeći. Središnji otok je izveden s provoznim dijelom širine 2 m. Kružna traka je izvedena u širini od 5,5 m. Postavljena je vertikalna i horizontalna signalizacija prema Smjernicama [4].



Slika 47: Varijanta 1 za raskrižje Štefani - srednje veliko urbano kružno raskrižje

4.2.2. Varijanta 2: Srednje veliko urbano kružno raskrižje

Ovo rješenje je po izgledu isto kao i prethodno no razlikuju se u nešto većim vrijednostima geometrijskih elemenata primijenjenih na raskrižju. Zbog toga je raskrižje smješteno nešto niže u odnosu na varijantu 1, odnosno zona zahvata je veća u odnosu na prethodnu varijantu. Na sljedećoj slici (slika 48) je prikazana varijanta 2 ovog raskrižja.



Slika 48: Varijanta 2 za raskrižje Štefani - srednje veliko urbano kružno raskrižje

5. ANALIZA VARIJANTI NA TEMELJU MJERODAVNIH KRITERIJA

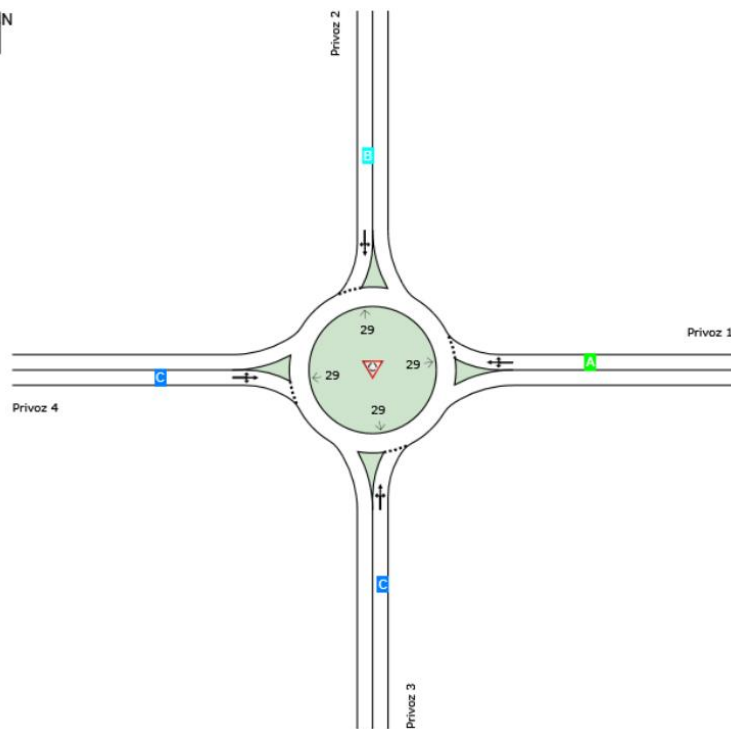
Kako bi se odabralo optimalno rješenje za rekonstrukciju odabranih raskrižja, svaku varijantu treba analizirati pomoću odabranih kriterija. Svaki kriterij je bitno detaljno analizirati kako bi dobili što realnije rezultate. Kriteriji pomoću kojih ćemo analizirati raskrižja su:

- Kapacitet raskrižja
- Sigurnost raskrižja
- Provoznost raskrižja
- Provozna brzina

5.1. Kapacitet raskrižja

Kapacitet raskrižja je bitno zadovoljiti kako u raskrižju ne bi dolazilo do zastoja prometa. Kod varijanti sa srednje velikim urbanim kružnim raskrižjem za proračun kapaciteta raskrižja korišten je računalni program SIDRA INTERSECTION.

Na slici 49 prikazane su razine uslužnosti na svim privozima za varijantu 1 raskrižja Marinići. Iz slike je vidljivo kako je razina uslužnosti zadovoljena na svim privozima raskrižja.



Slika 49: Razina uslužnosti za varijantu 1 raskrižja Marinići

Za varijantu turbo kružno raskrižje proračun kapaciteta izračunava se preko modificirane Bovyjeve jednadžbe koja je propisana u Smjernicama [5].

- Za lijevu traku ulaza:

$$C_{E,1} = C_0 - b_m \cdot Q_{Rm} - b_M \cdot Q_{RM} - a_1 \cdot Q_s \quad (14)$$

- Za desnu traku ulaza:

$$C_{E,2} = C_0 - b_2 \cdot Q_{RM} - a_2 \cdot Q_s \quad (15)$$

Gdje je:

$C_0 = 1550$ – maksimalni teoretski kapacitet voznog traka na ulazu

Q_{Rm} – slabija jakost prometnog toka u kružnom kolniku

Q_{RM} – veća jakost prometnog toka u kružnom kolniku

$b_m = 0,68$ – broj traka u kružnom kolniku (koeficijent)

$b_2 = b_M = 0,82$ – broj traka u kružnom kolniku (koeficijent)

$a_1 = 0,21$ – broj traka na izlazu (koeficijent)

$a_2 = 0,14$ – broj traka na izlazu (koeficijent)

Q_{UN} – broj vozila na izlazu

Kapacitet ulaza se procjenjuje na temelju zasićenosti ulaza koji ne smije biti veći od 80 %:

- Za lijevu traku ulaza (%):

$$x = \frac{Q_{ulaz,1}}{C_{E,1}} \quad (16)$$

- Za desnu traku ulaza (%):

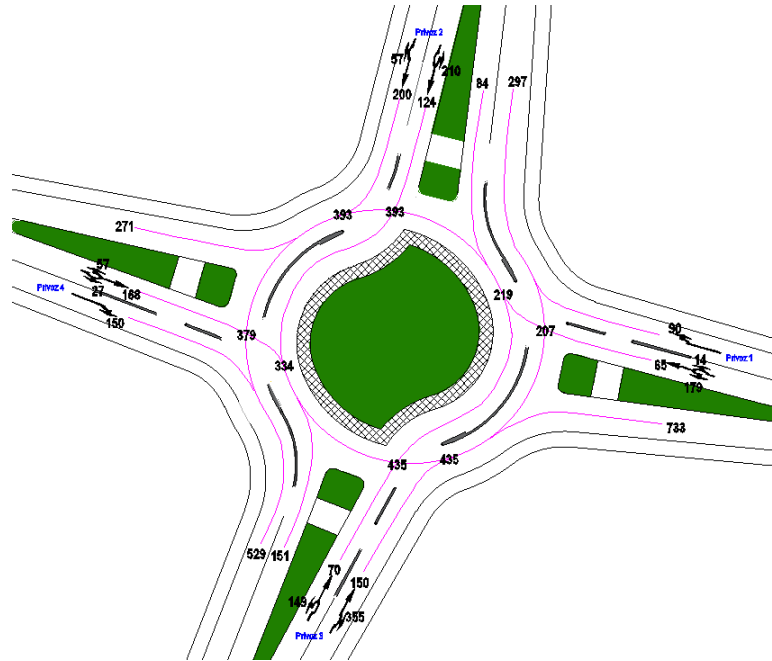
$$x = \frac{Q_{ulaz,2}}{C_{E,2}} \quad (17)$$

Gdje je:

$Q_{ulaz,1}$ – stvarno opterećenje na ulazu lijevo

$Q_{ulaz,2}$ – stvarno opterećenje na ulazu desno

Na sljedećoj slici (slika 50) vidljivo je mjerodavno prometno opterećenje za proračun kapaciteta za standardno turbo kružno raskrižje (uvećano za 1 % godišnji porast kroz projektni period od 10 godina).



Slika 50: Mjerodavno prometno opterećenje za proračun kapaciteta standardnog turbo kružnog raskrižja

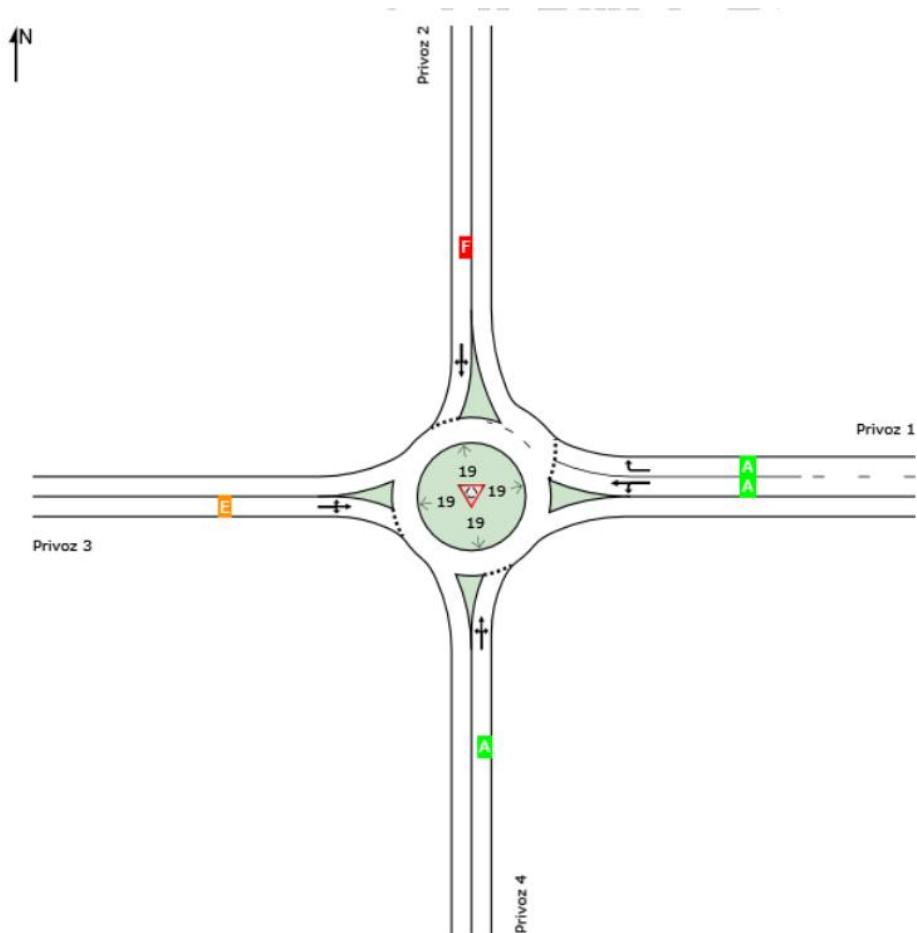
Proračun kapaciteta prikazan je u tablici 31.

Tablica 31: Proračun kapaciteta za standardno turbo kružno raskrižje

	Maksimalni kapacitet voznog traka na ulazu	Ukupno prometno opterećenje u kružnom kolniku	Slabiji tok u kružnom kolniku	Jači tok u kružnom kolniku	Koefficient - broj traka u kružnom		Koefficient - broj traka na izlazu		Izlaz			Kapacitet ulaza		Stvarno opterećenje na ulazu		Stupanj zasićenja	
					b _m	b _M	a ₁	a ₂	Ukupno	Bliža	Dalja	Lijeva	Desna	Lijeva	Desna	Lijeva	Desna
Privoz	C ₀	Q _R	Q _{Rm}	Q _{RM}	b _m	b _M	a ₁	a ₂	Q _{ex}	Q _{ex}	Q _{ex}	C _{E1}	C _{E2}	Q _{ulaz1}	Q _{ulaz2}	I _L	I _D
1	1550	426	207	219	0.68	0.82	0.21	0.14	733	733		1076	1370	258	90	24%	7%
2	1550	393		393	0.68	0.82	0.21	0.14	381	84	297	1210	1186	334	257	28%	22%
4	1550	713	334	379	0.68	0.82	0.21	0.14	271	271		955	1239	252	150	26%	12%
3	1550	435		435	0.68	0.82	0.21	0.14	680	151	529	1162	1119	219	505	19%	45%

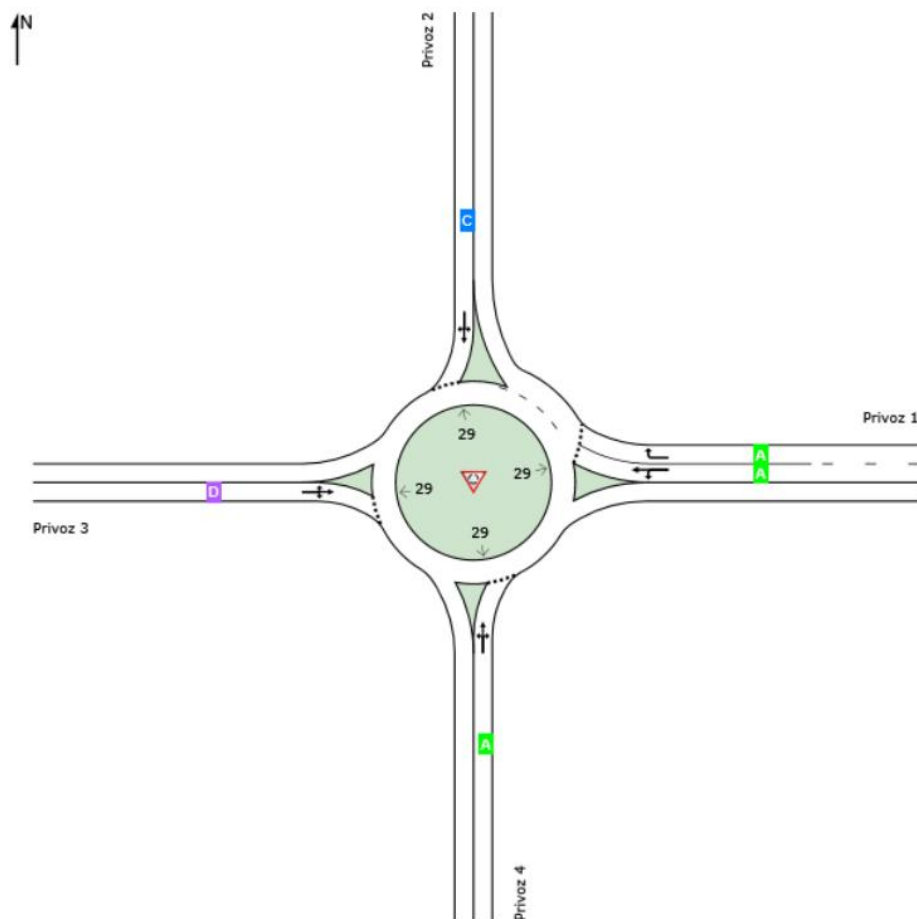
Iz tablice 31 vidljivo je kako stupanj zasićenja ne prelazi 80 % te je time uvjet zadovoljen.

Kod varijante 1 raskrižja Štefani proračun kapaciteta je napravljen u računalnom programu SIDRA INTERSECTION. Na slici 51 prikazane su razine uslužnosti na svim privozima. Iz slike je vidljivo kako je razina uslužnosti zadovoljena na privozima 1,3 i 4 dok je na privozu 2 razina uslužnosti neprihvatljiva (F).



Slika 51:Razina uslužnosti za varijantu 1 raskrižja Štefani

Kod varijante 2 raskrižja Štefani proračun kapaciteta je također napravljen u računalnom programu SIDRA INTERSECTION. Na slici 52 prikazane su razine uslužnosti na svim privozima. Iz slike je vidljivo kako je razina uslužnosti zadovoljena na privozima 1,2 i 4 dok je na privozu 3 razina uslužnosti prihvatljiva ali vrlo niska (D).



Slika 52: Razina uslužnosti za varijantu 2 raskrižja Štefani

Iz ove analize može se zaključiti kako za raskrižje Marinići obje varijante zadovoljavaju kriterij kapaciteta, dok kod raskrižja Štefani varijanta 1 ne zadovoljava, a varijanta 2 zadovoljava kriterij kapaciteta.

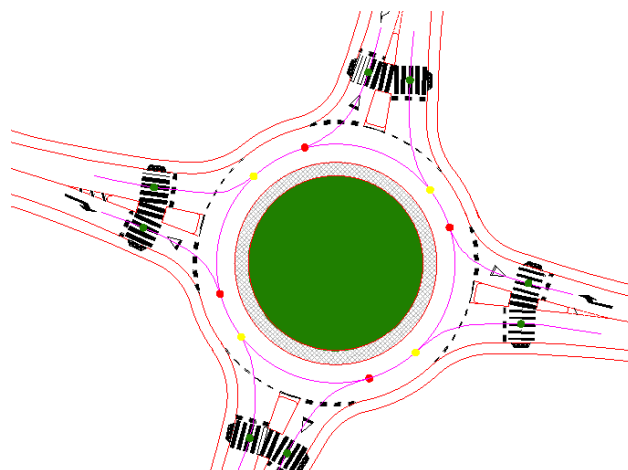
5.2. Sigurnost raskrižja i konfliktne točke

Sigurnost u raskrižju je jedan vrlo važan kriterij. Kod postojećeg stanja sigurnost na raskrižju je dosta loša te bi se povećanjem prometnog opterećenja sigurno još više smanjila.

Raskrižje Marinići

Varijanta 1 za raskrižje Marinići je srednje veliko urbano kružno raskrižje kojim bi se onemogućila konfliktna točka križanja što znatno povećava sigurnost na ovome raskrižju. Konfliktne točke za ovu varijantu rješenja prikazane su u slijedećoj slici (slika 53).

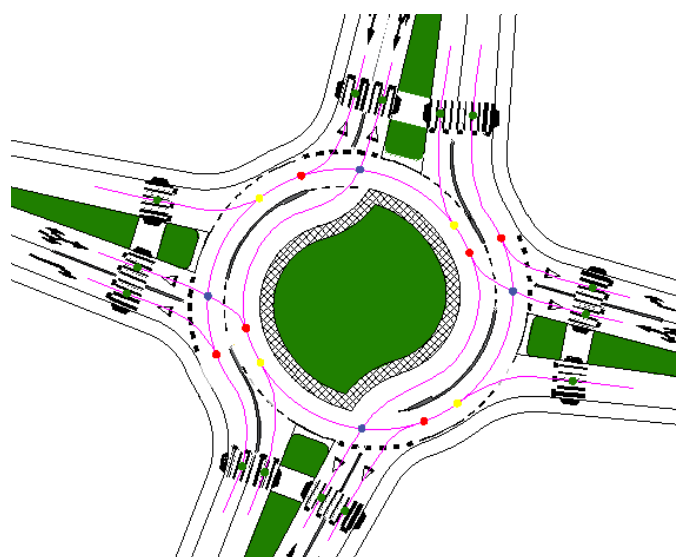
● isplitanje	4
● uplitanje	4
■ križanje	0
■ pješaci	8
<hr/>	
Ukupno	16



Slika 53: Varijanta 1 za raskrižje Marinići - konfliktne točke

Varijanta 2 za raskrižje Marinići je turbo kružno raskrižje. S obzirom na planirane promjene kojom bi se dodao još jedan privoz na trenutno trokrako raskrižje, tada bi se i broj konfliktnih točaka povećao, pogotovo konfliktne točke križanja te bi u tom slučaju turbo kružno raskrižje znatno poboljšalo stanje konfliktnih točaka križanja, naravno i ostalih konfliktnih točaka. To se dobilo tako što su postavljeni delineatori na ulazima i izlazima iz raskrižja te između kružnih traka. Konfliktne točke za ovu varijantu rješenja prikazane su na slijedećoj slici (slika 54).

● isplitanje	4
● uplitanje	6
■ križanje	4
■ pješaci	14
<hr/>	
Ukupno	28

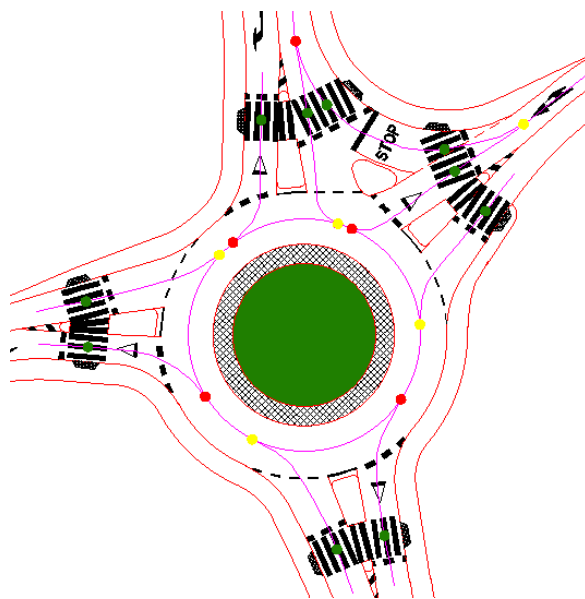


Slika 54: Varijanta 2 za raskrižje Marinići - konfliktne točke

Raskrižje Štefani

Varijanta 1 za raskrižje Štefani je srednje veliko urbano kružno raskrižje sa minimalnim dimenzijama kojim bi se onemogućila konfliktna točka križanja što znatno povećava sigurnost na ovome raskrižju. Ovim rješenjem se znatno smanjio broj konfliktnih točaka. Konfliktne točke za ovu varijantu rješenja prikazane su u slijedećoj slici (slika 55).

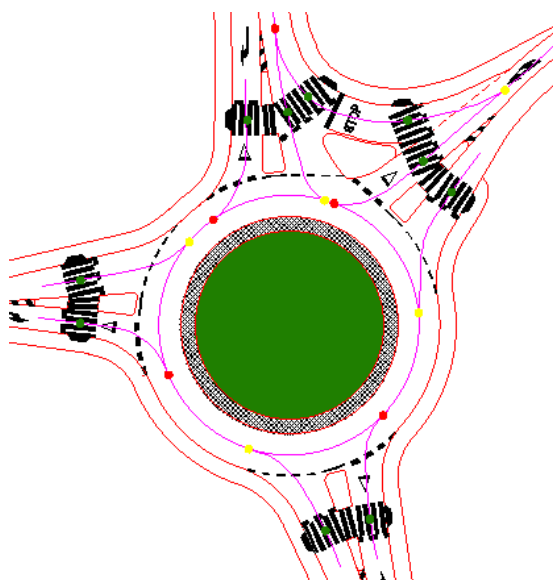
	isplitanje	5
	uplitanje	5
	križanje	0
	pješaci	10
<hr/>		
Ukupno		20



Slika 55: Varijanta 1 za raskrižje Štefani - konfliktne točke

Varijanta 2 za raskrižje Štefani je srednje veliko urbano kružno raskrižje sa većim dimenzijama kojim bi se također onemogućila konfliktna točka križanja što znatno povećava sigurnost na ovome raskrižju. Ovo rješenje ima iste konfliktne točke kao i varijanta 1 s obzirom da su se jedino mijenjale dimenzije radijusa. Ovim rješenjem se znatno smanjio broj konfliktnih točaka. Konfliktne točke za ovu varijantu rješenja prikazane su u slijedećoj slici (slika 56).

	isplitanje	5
	uplitanje	5
	križanje	0
	pješaci	10
<hr/>		
Ukupno		20



Slika 56: Varijanta 2 za raskrižje Štefani - konfliktne točke

Tablica 32: Usporedba konfliktnih točaka varijanti

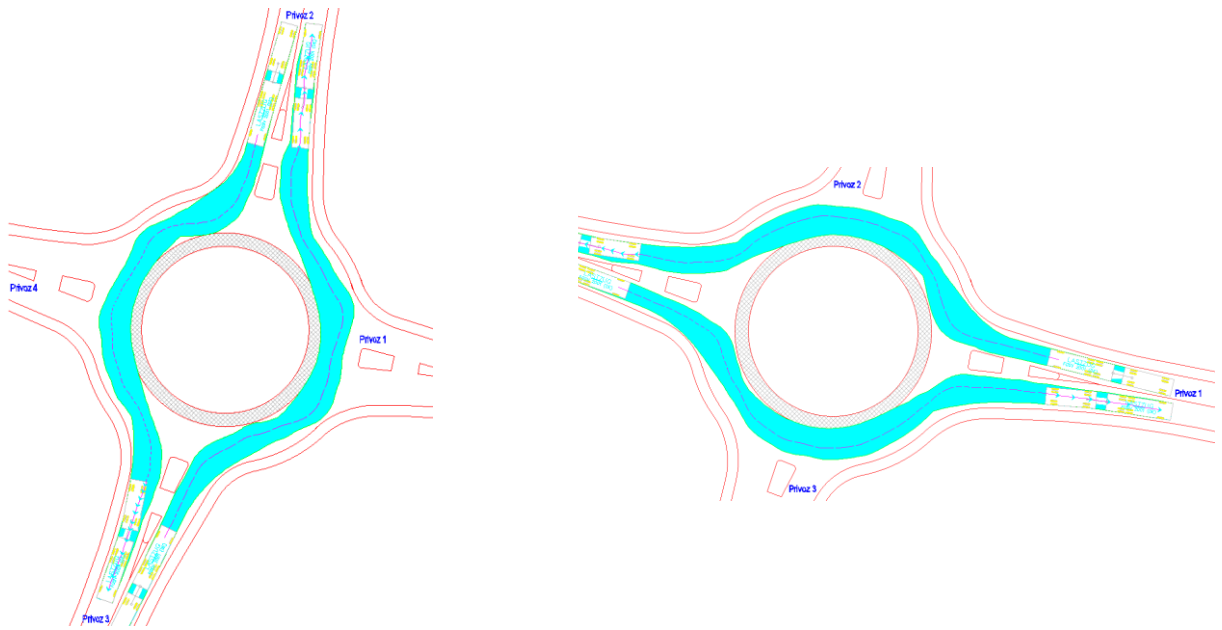
Raskrižje	Konfliktni točke	Isplitanje	Uplitanje	Križanje	Konflikt sa pješacima	Ukupno
Marinići	Varijanta 1	4	4	0	8	16
	Varijanta 2	4	6	4	14	28
Štefani	Varijanta 1	5	5	0	10	20
	Varijanta 2	5	5	0	10	20

U tablici 32 je prikazana usporedba varijanti za razmatrana raskrižja. Usporedbom konfliktnih točaka da se zaključiti kako je za raskrižje Marinići najbolje rješenje varijanta 1 – srednje veliko urbano kružno raskrižje zbog toga što ima manje ukupnih konfliktnih točaka te nema konfliktnih točaka križanja.

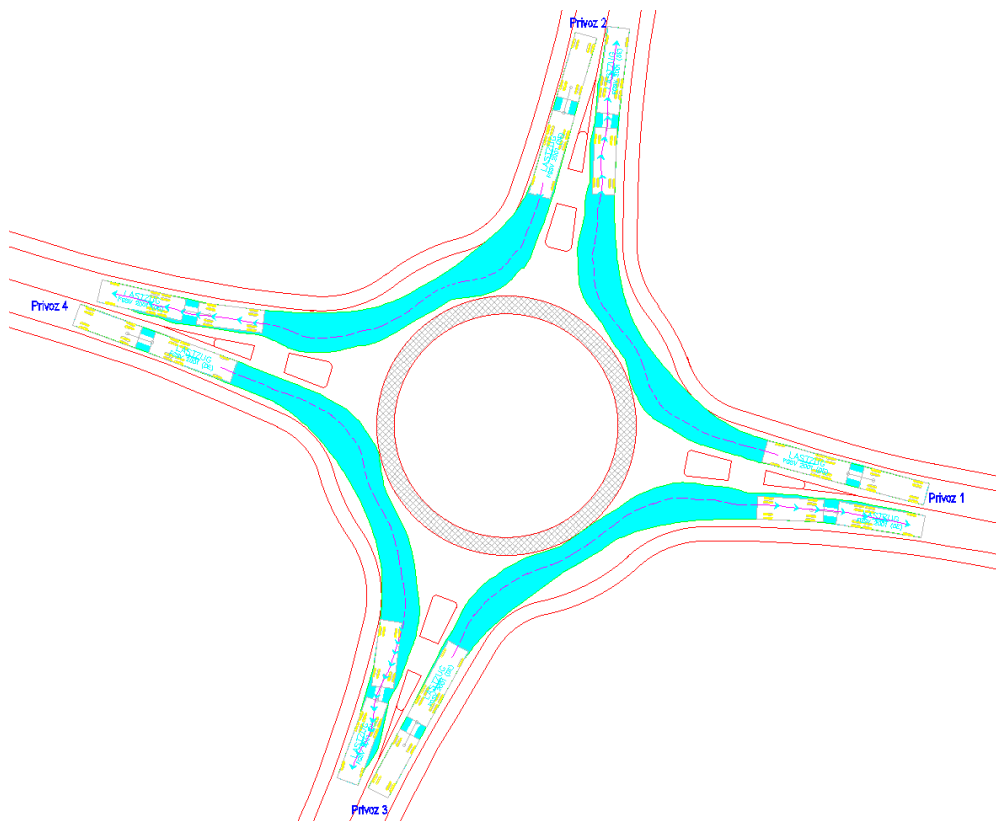
Kod raskrižja Štefani usporedbom konfliktnih točaka da se zaključiti kako su obje varijante jednako dobre. Obzirom da tim raskrižjem prolazi dosta velikih vozila bolja varijanta bi bila varijanta 2 zbog većih radijusa te bi većim vozilima bilo lakše proći kroz raskrižje.

5.3. Provoznost raskrižja

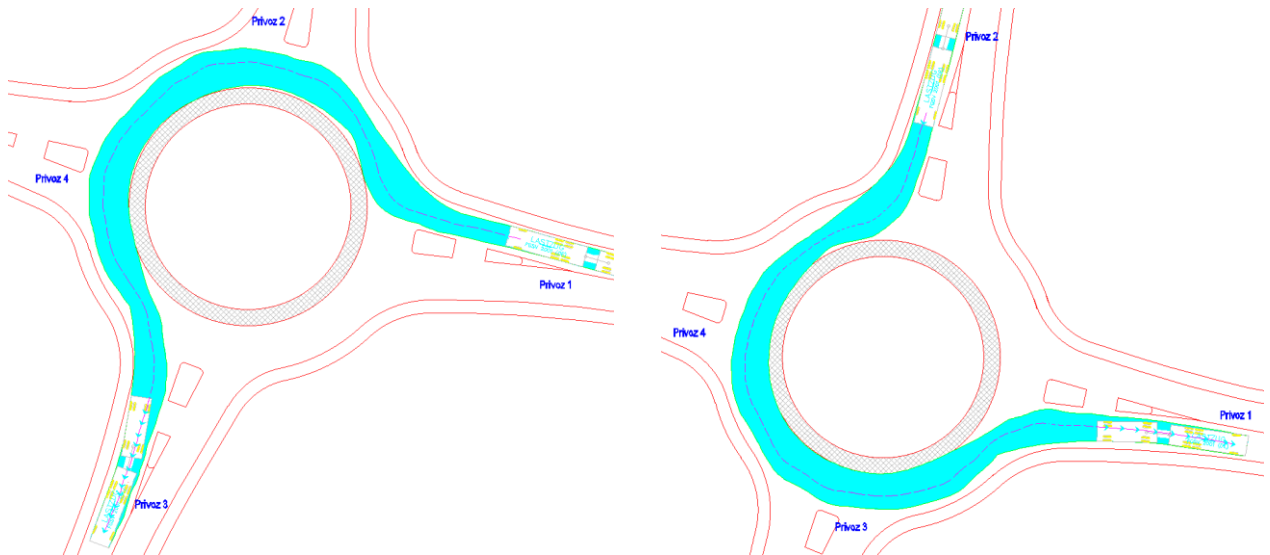
Provoznost raskrižja je bitna kako bi se vidjelo je li raskrižje funkcionalno, tj. treba osigurati provoznost za mjerodavno vozilo. Mjerodavno vozilo je teretno vozilo s prikolicom duljine 18,71 m na svim privozima raskrižja Marinići te na raskrižju Štefani na glavnim smjerovima, dok je na sporednim smjerovima raskrižja Štefani mjerodavno vozilo kamion duljine 9,46 m u smjeru iz privoza 1-3 dok je u suprotnom smjeru (3-1) mjerodavno vozilo autobus duljine 12 m. Provoznost se provjerila za sve varijante u svim dozvoljenim smjerovima. Provoznost raskrižja provjerava se programom AutoTURN. Na sljedećim slikama pokazana je provoznost svih varijanti oba raskrižja.



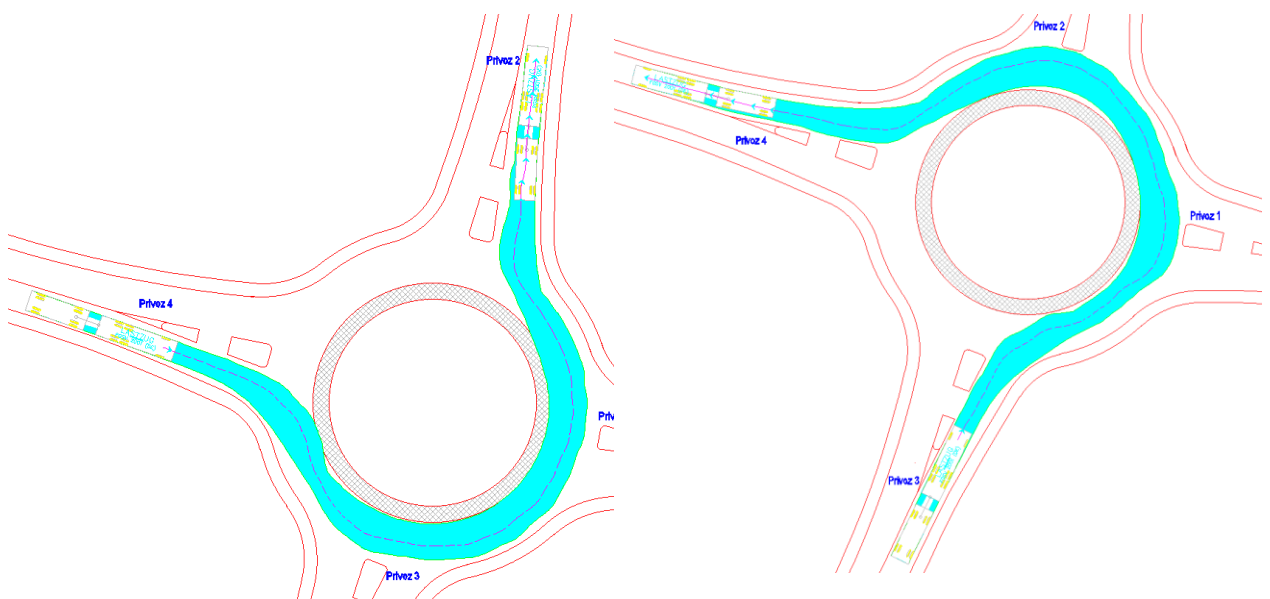
Slika 57: Provoznost varijante 1 raskrižja Marinići za ravni smjer



Slika 58: Provoznost varijante 1 raskrižja Marinići za desno skretanje

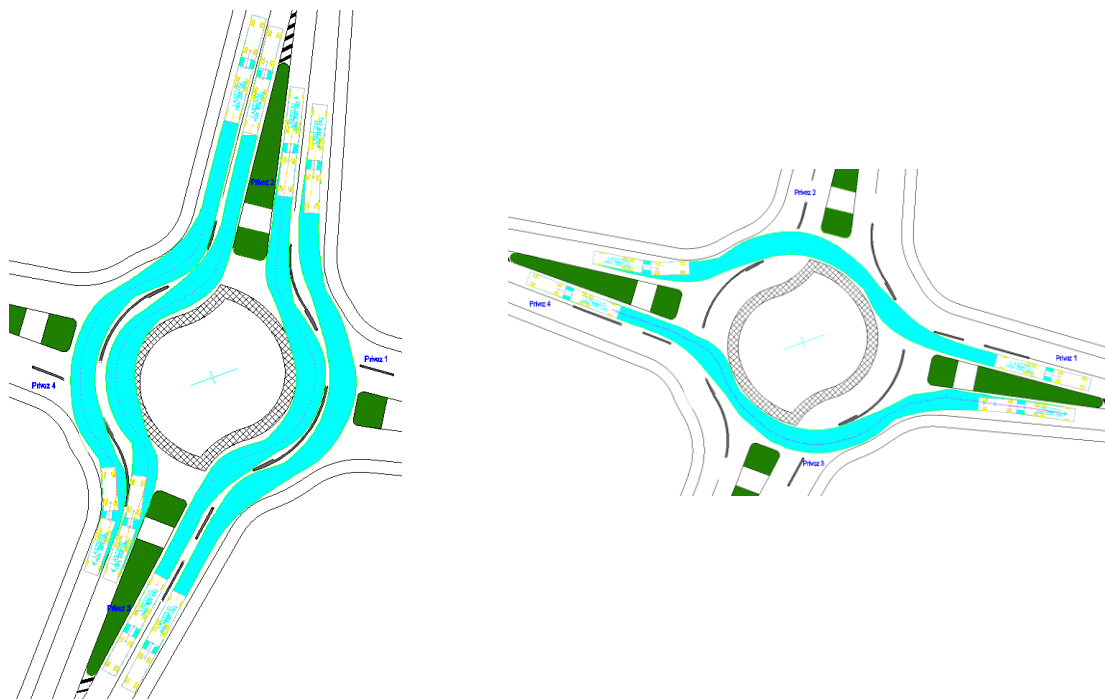


Slika 59: Provoznost varijante 1 raskrižja Marinići za lijevo skretanje

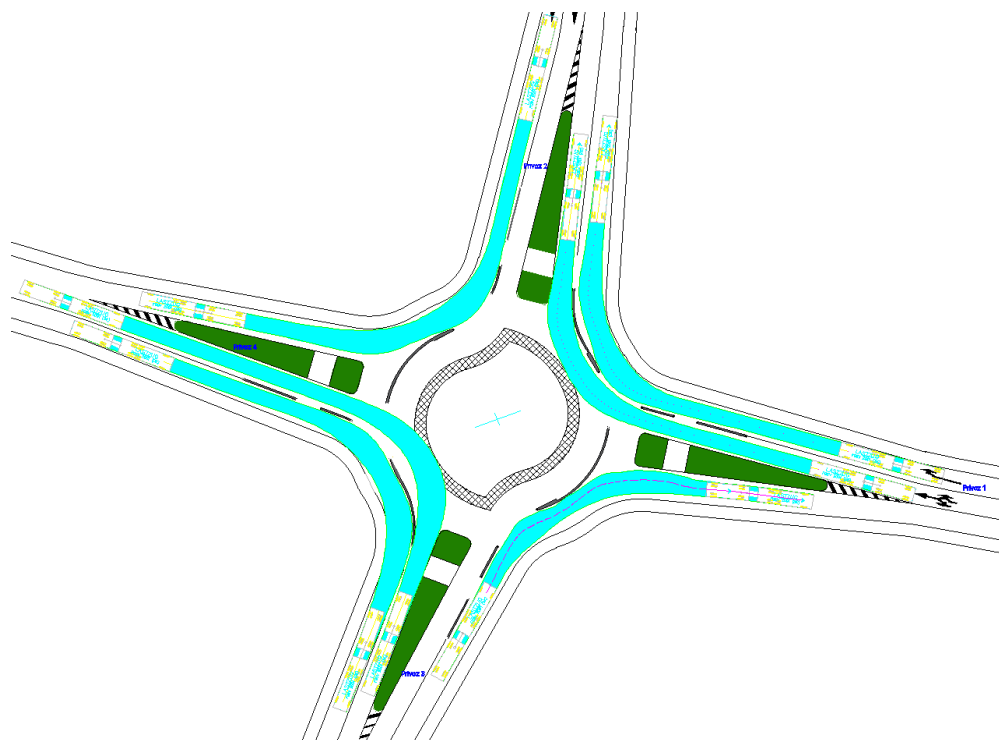


Slika 60: Provoznost varijante 1 raskrižja Marinići za lijevo skretanje

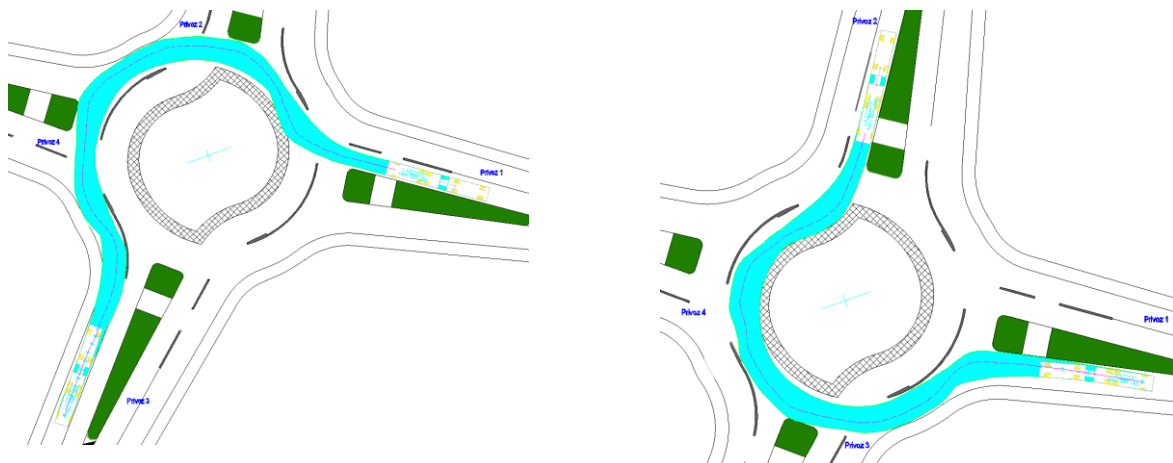
Na slikama od 57 do 60 je prikazana provjera provoznosti za varijantu 1 raskrižja Marinići korištenjem programa AutoTURN. Možemo vidjeti kako je provoznost zadovoljena na svim smjerovima kretanja.



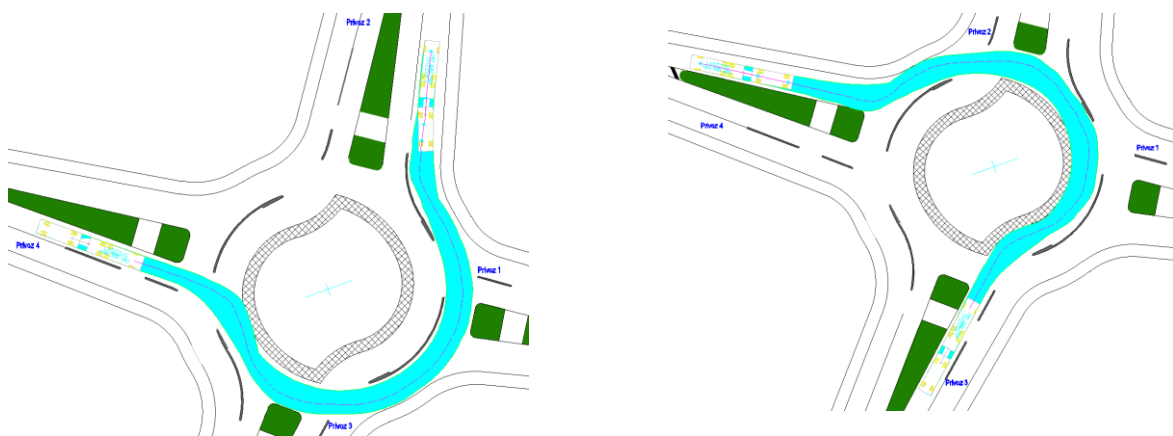
Slika 61: Provoznost varijante 2 raskrižja Marinići za ravni smjer



Slika 62: Provoznost varijante 2 raskrižja Marinići za desno skretanje



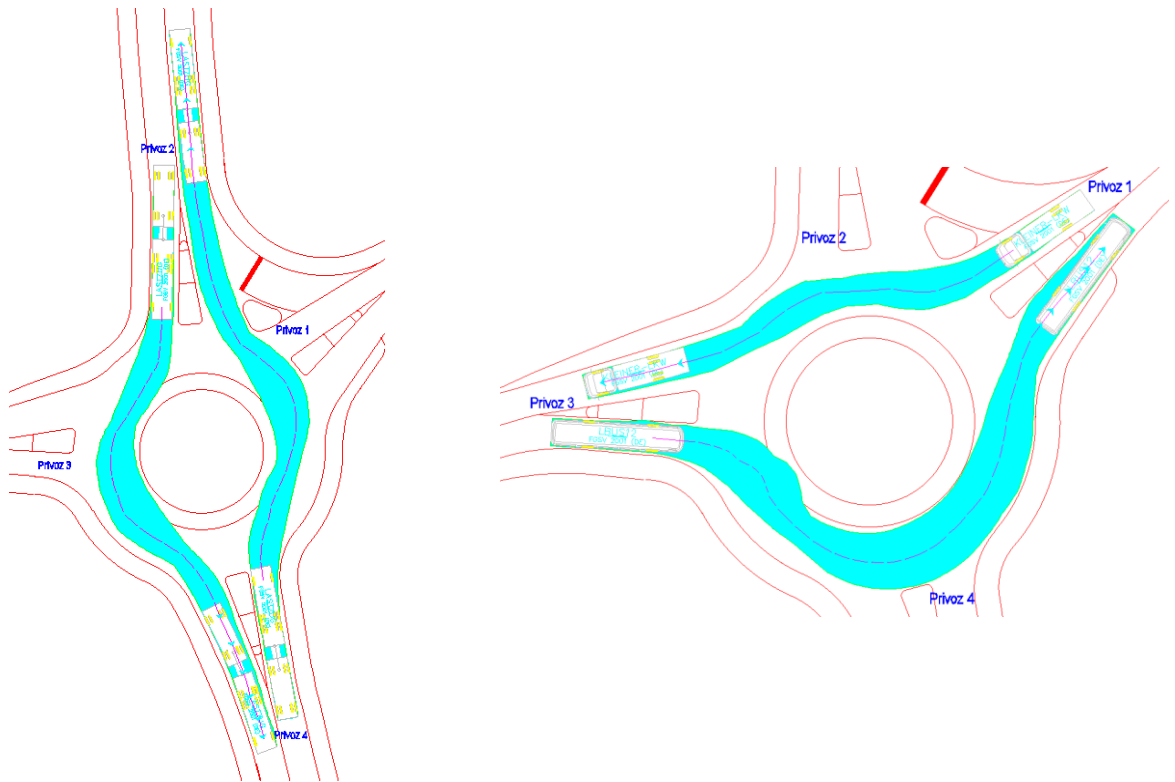
Slika 63: Provoznost varijante 2 raskrižja Marinići za lijevo skretanje



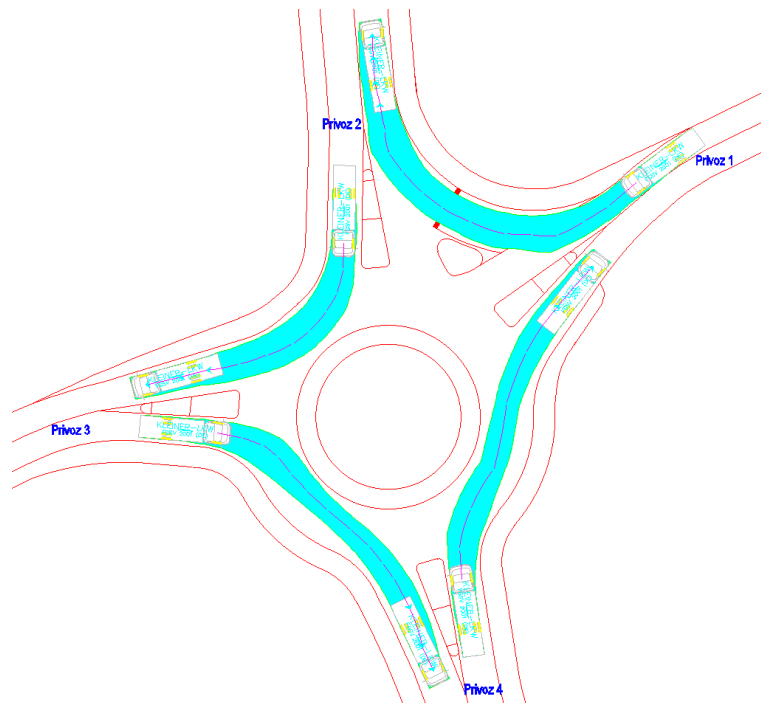
Slika 64: Provoznost varijante 2 raskrižja Marinići za lijevo skretanje

Postupak je ponovljen za varijantu 2. Iz slika 61-64 vidi se kako provoznost nije zadovoljena na svim smjerovima.

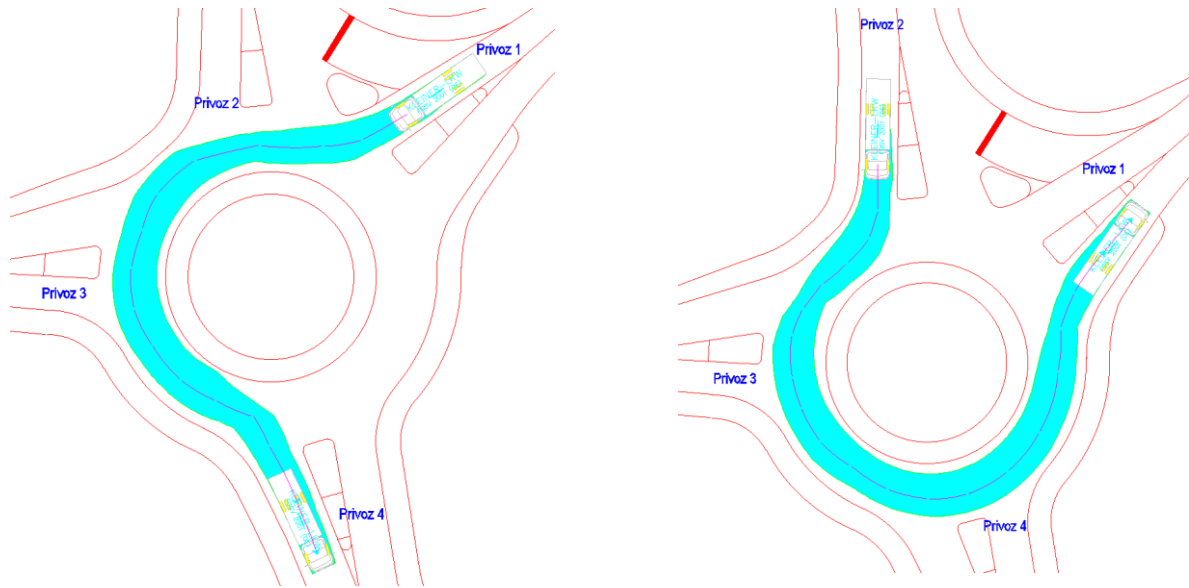
Provjera provoznosti obavila se i za raskrižje Štefani. Provoznost za Varijantu 1 je prikazana na slikama 65-68.



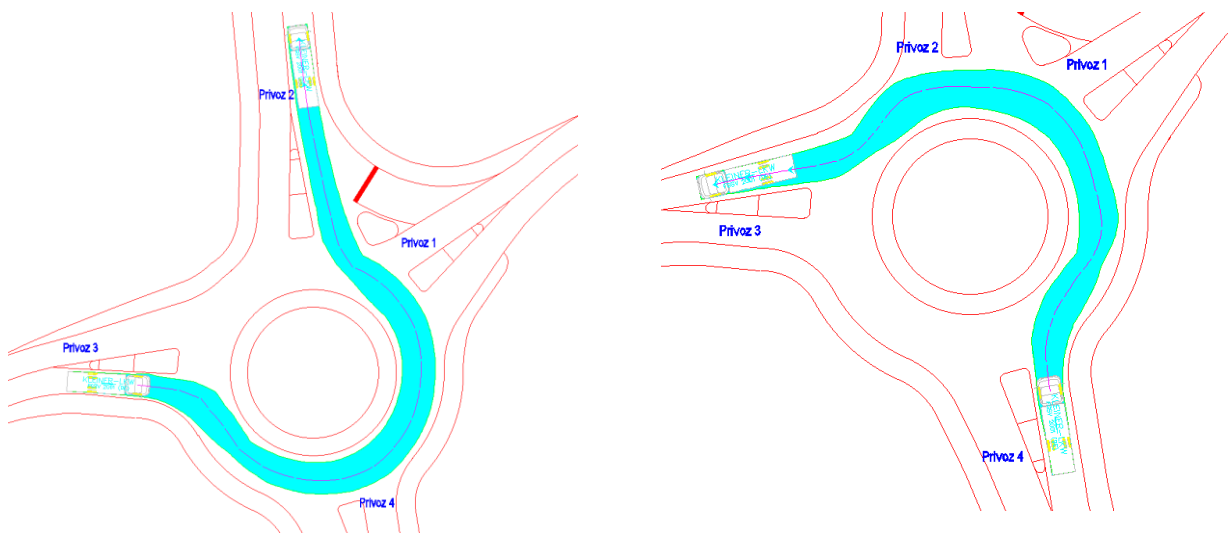
Slika 65: Provoznost varijante 1 raskrižja Štefani za ravni smjer



Slika 66: Provoznost varijante 1 raskrižja Štefani za desno skretanje



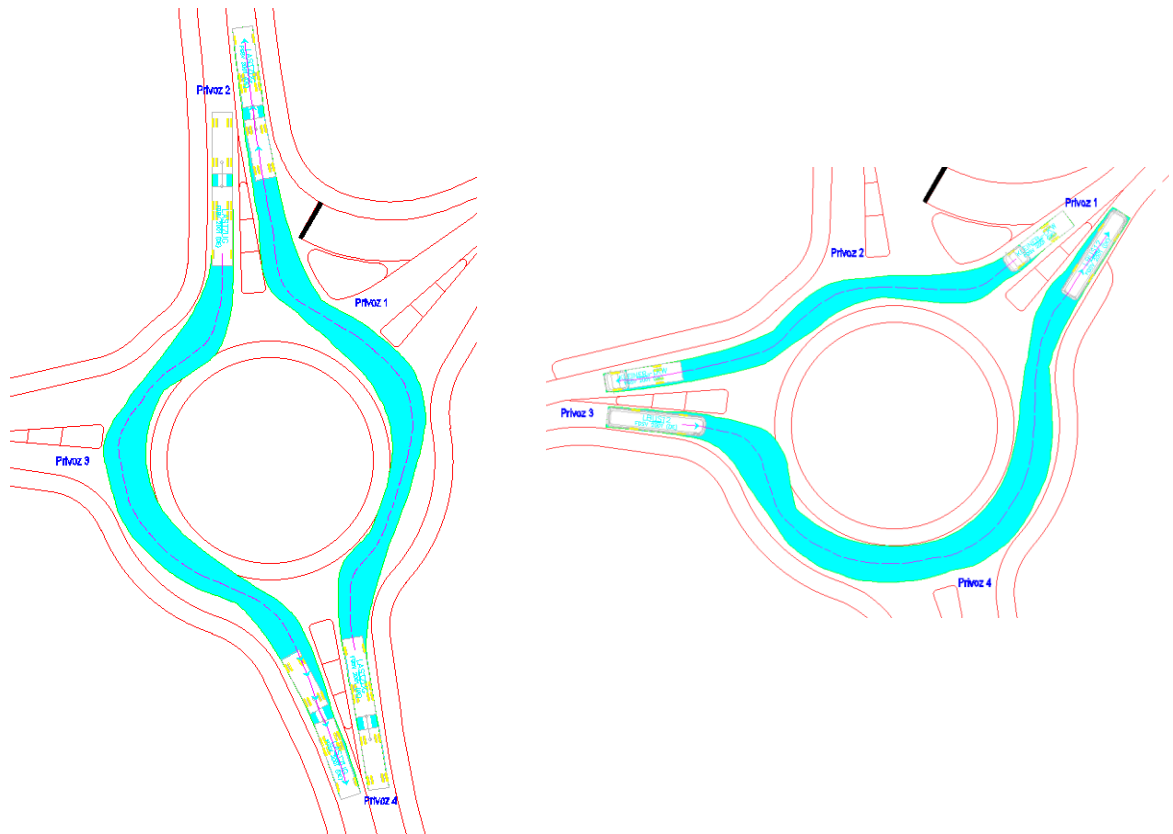
Slika 67: Provoznost varijante 1 raskrižja Štefani za lijevo skretanje



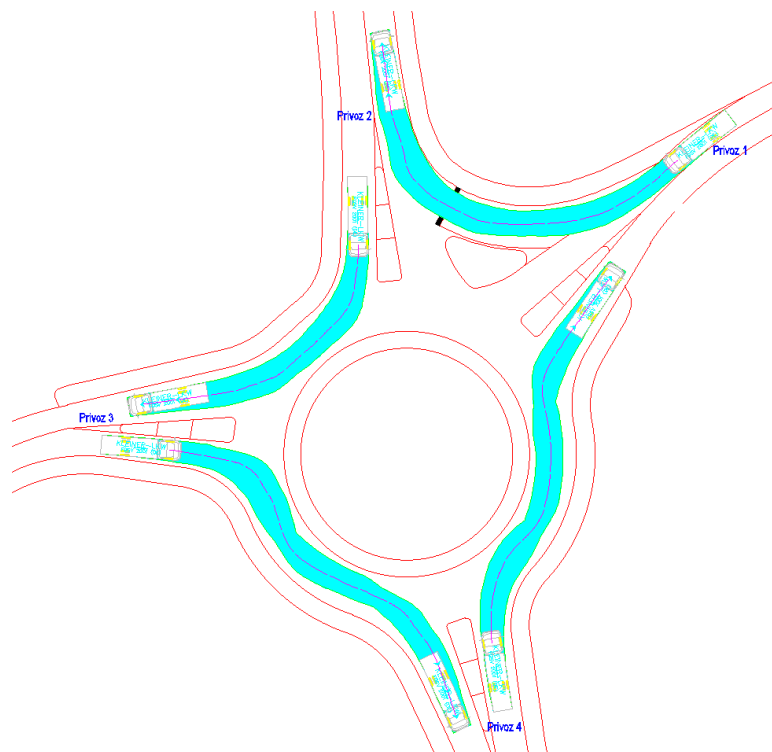
Slika 68: Provoznost varijante 1 raskrižja Štefani za lijevo skretanje

Iz priloženih slika vidi se da varijanta 1 za ovo raskrižje zadovoljava kriterij provoznosti.

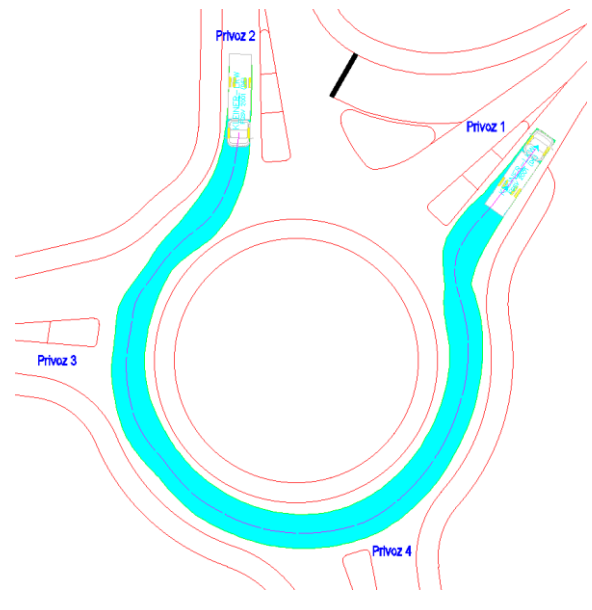
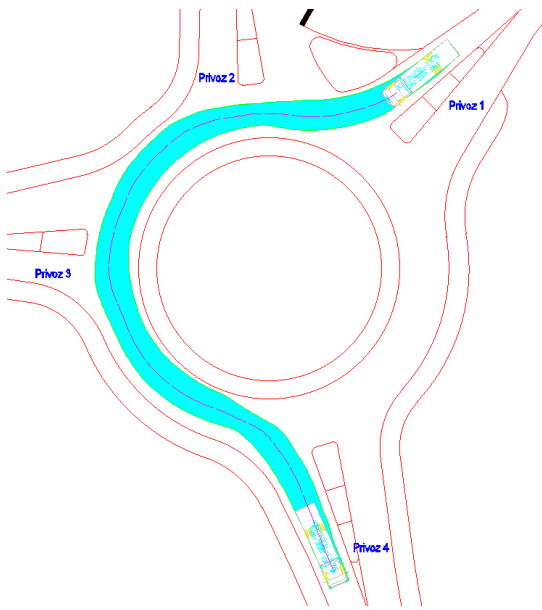
Na sljedećim slikama (69-72) prikazana je provoznost varijante 2 za raskrižje Štefani. Iz slika se da zaključiti kako ova varijanta zadovoljava kriterij provoznosti.



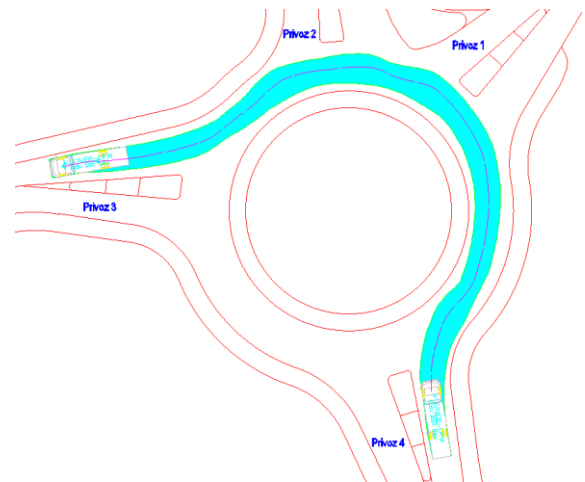
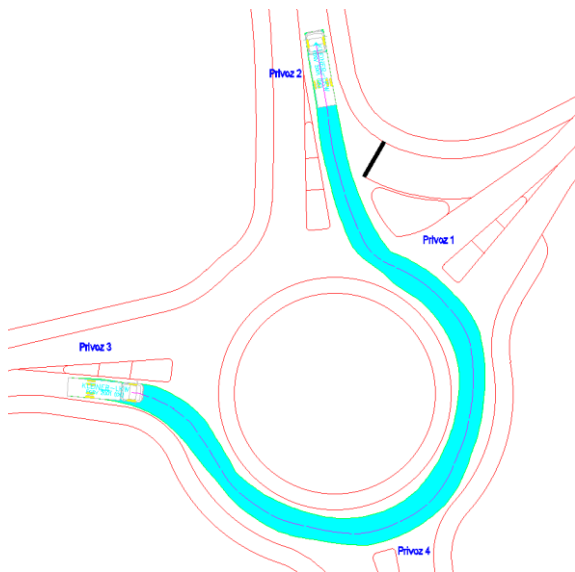
Slika 69: Provoznost varijante 2 raskrižja Štefani za ravni smjer



Slika 70: Provoznost varijante 2 raskrižja Štefani za desno skretanje



Slika 71: Provoznost varijante 2 raskrižja Štefani za lijevo skretanje



Slika 72: Provoznost varijante 2 raskrižja Štefani za lijevo skretanje

5.4. Provozna brzina

Provozna brzina je zadnji kriterij koji smo odabrali kako bi mogli analizirati predložene varijante. Provoznom brzinom se provjerava koja je najveća teoretska brzina kojom bi vozilo moglo proći kroz raskrižje. Istraživanja su pokazala da se najveće brzine javljaju kod prolaza ravno kroz raskrižje pa se u nastavku provjeravala samo provozna brzina za ravni smjer kretanja [3]. Kako bi se mogla provjeriti provozna brzina potrebno je pretpostaviti trajektoriju kretanja vozila. Odabrana udaljenost je na 1,5 m od odignutih dijelova u raskrižju na ulazu, izlazu i u sredini raskrižja. Kada se postavila trajektorija kretanja očitani su radijusi trajektorija na kritičnim mjestima te su ubačeni u formulu za izračun provozne brzine koja glasi [10]:

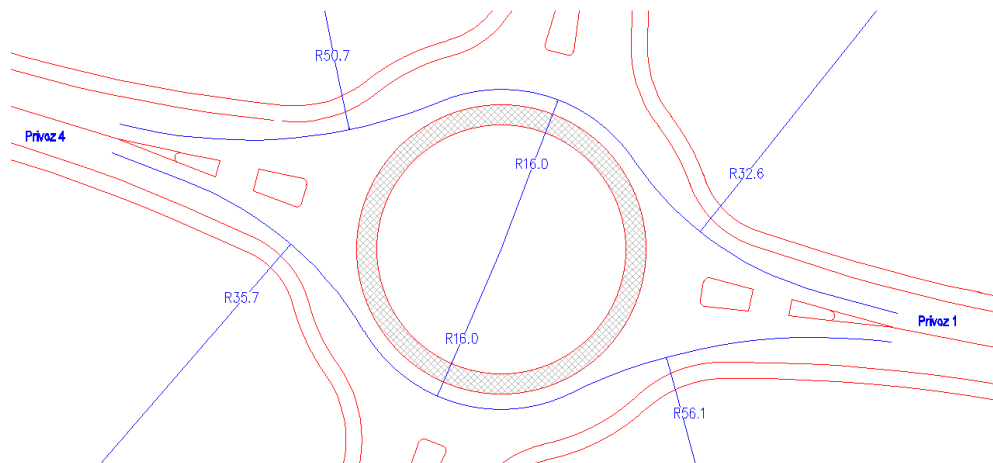
$$V = \sqrt{127 \cdot R \cdot (e + f_t)} \quad (18)$$

Gdje je :

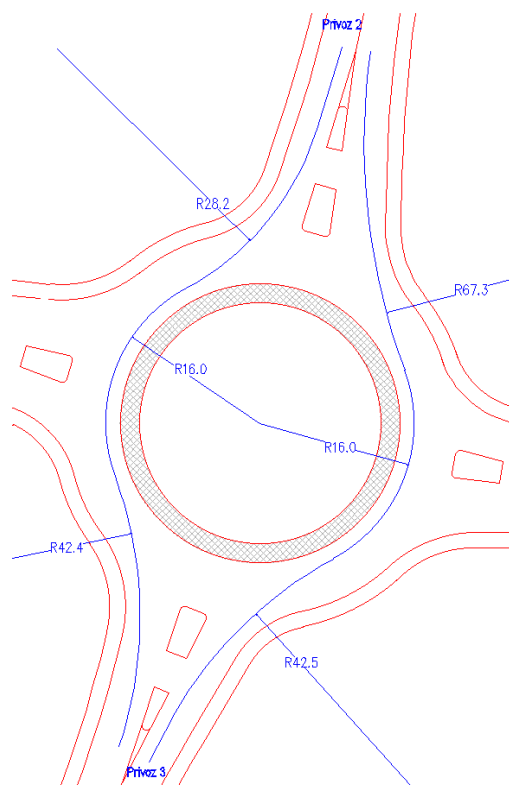
V – provozna brzina [km/h]

R – radijus trajektorije vozila [m]

Mjerodavne radijuse za izračun provoznih brzina očitani su iz idealnih putanja vozila za ravno kretanje. Mjerodavni radijusi za varijantu 1 raskrižja Marinići su prikazani na slijedećim slikama (slike 73 i 74).



Slika 73: Mjerodavni radijusi za izračune provoznih brzina varijante 1 za raskrižje Marinići (privozi 1-4, 4-1)



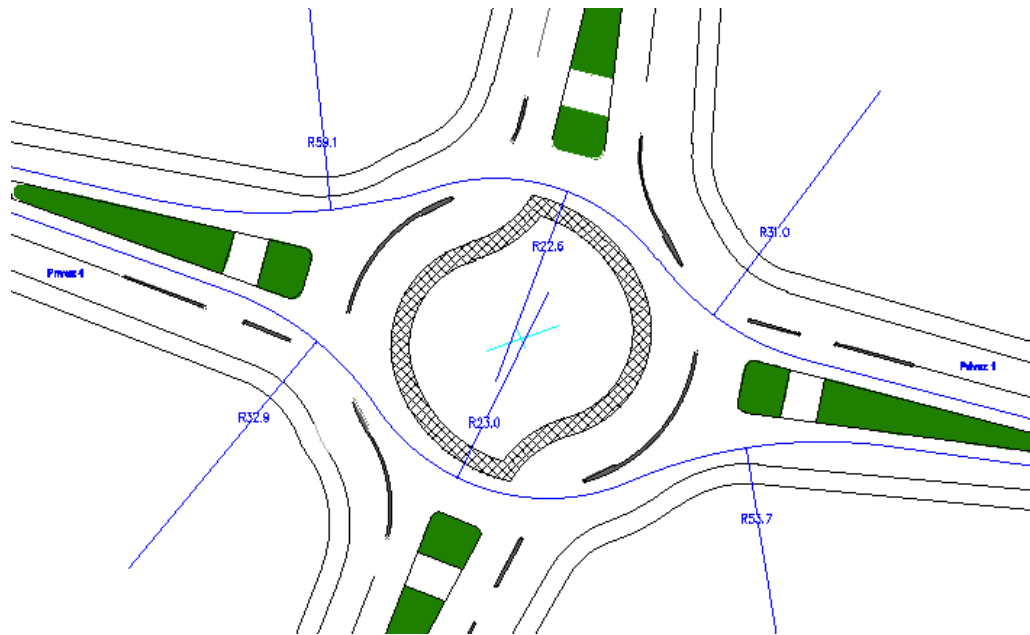
Slika 74: Mjerodavni radijusi za izračune provoznih brzina varijante 1 za raskrižje Marinići (privozi 2-3, 3-2)

Izračunate provozne brzine za varijantu 1 raskrižja Marinići prikazane su u tablici 33.

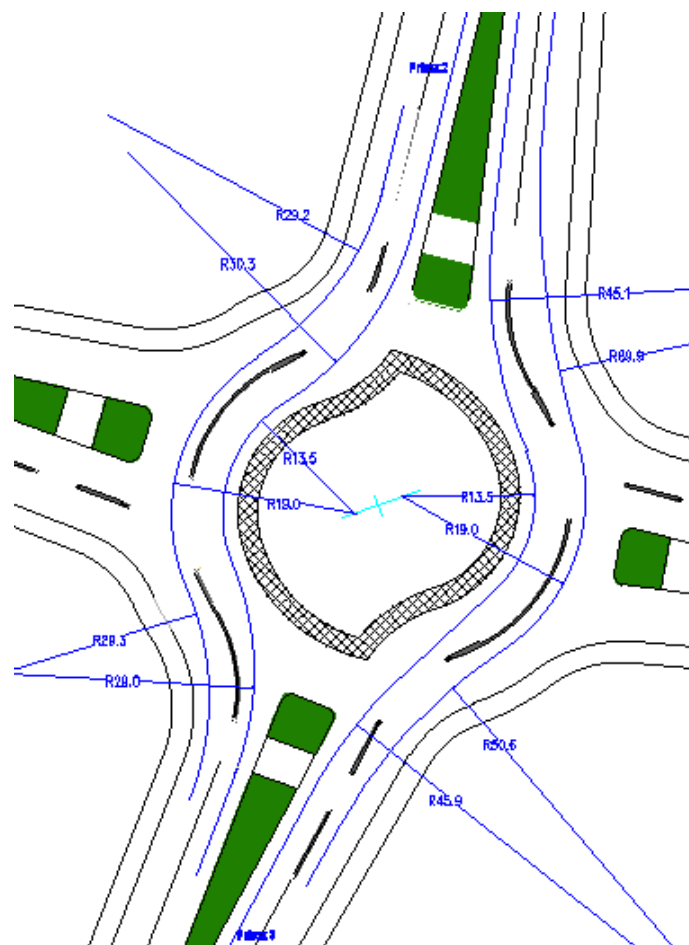
Tablica 33: Provozne brzine za varijantu 1 raskrižja Marinići

Smjer	R _{vl} ulaz [m]	R _{vl} kružno [m]	R _{vl} izlaz [m]	V _{ulaz} [km/h]	V _{kružno} [km/h]	V _{izlaz} [km/h]
1-4	30.8	16	50.7	33.6	22.3	43.1
4-1	35.7	16	56.1	36.2	22.3	45.4
2-3	28.2	16	42.4	32.2	22.3	39.4
3-2	42.5	16	67.3	39.5	22.3	49.7

Mjerodavni radijusi za varijantu 2 raskrižja Marinići su prikazani na slijedećim slikama (slike 75 i 76).



Slika 75: Mjerodavni radijusi za izračune provoznih brzina varijante 2 za raskrižje Marinići (privozi 1-4, 4-1)



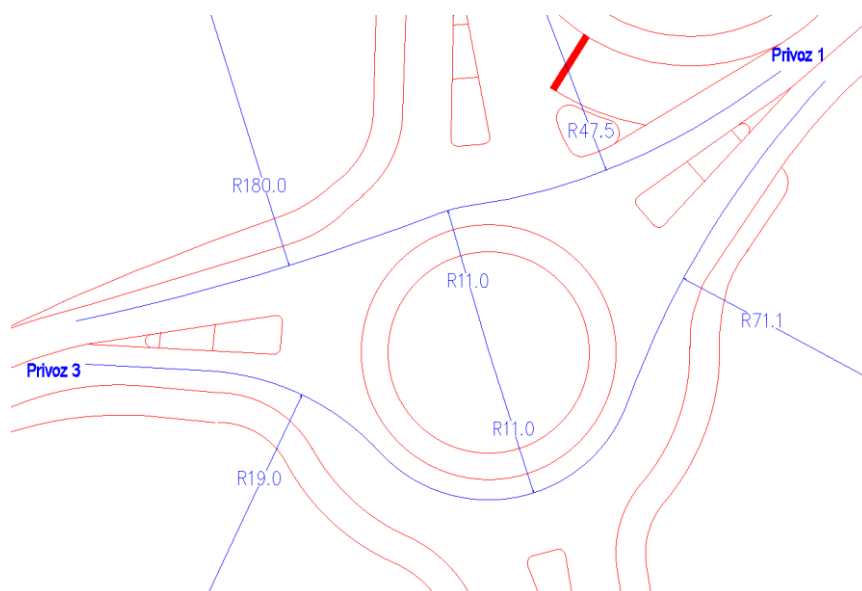
Slika 76: Mjerodavni radijusi za izračune provoznih brzina varijante 2 za raskrižje Marinići (privozi 2-3, 3-2)

Izračunate provozne brzine za varijantu 2 raskrižja Marinići prikazane su u tablici 34.

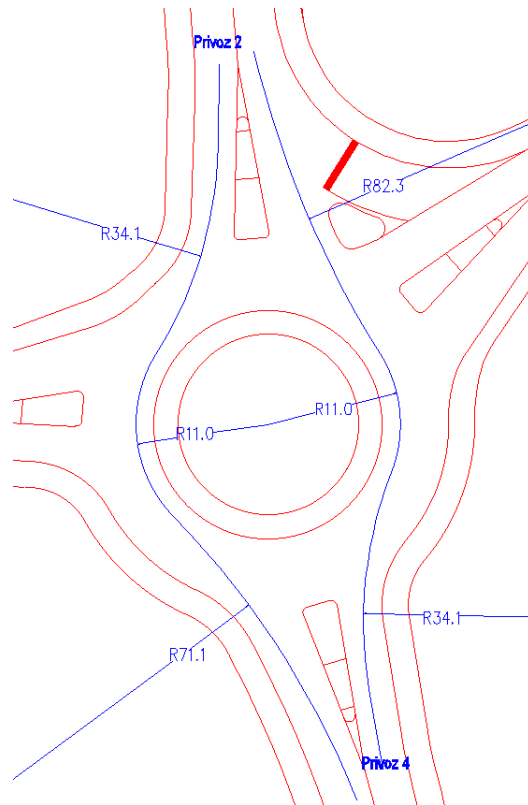
Tablica 34: Provozne brzine za varijantu 2 raskrižja Marinići

Smjer	R _{vl} ulaz [m]	R _{vl} kružno [m]	R _{vl} izlaz [m]	V _{ulaz} [km/h]	V _{kružno} [km/h]	V _{izlaz} [km/h]
1-4	31	22.6	59.1	33.7	26.5	46.6
4-1	32.9	23	53.7	34.7	26.7	44.4
2-3 unutarnja	30.3	13.5	29	33.3	20.5	32.6
2-3 vanjska	29.2	19	29.3	32.7	24.3	32.8
3-2 unutarnja	45.9	13.5	45.1	41.0	20.5	40.7
3-2 vanjska	50.6	19	89.9	43.1	24.3	57.4

Mjerodavni radijusi za varijantu 1 za raskrižje Štefani su prikazani na slijedećim slikama (slike 77 i 78).



Slika 77: Mjerodavni radijusi za izračune provoznih brzina varijante 1 za raskrižje Štefani (privozi 1-3, 3-1)



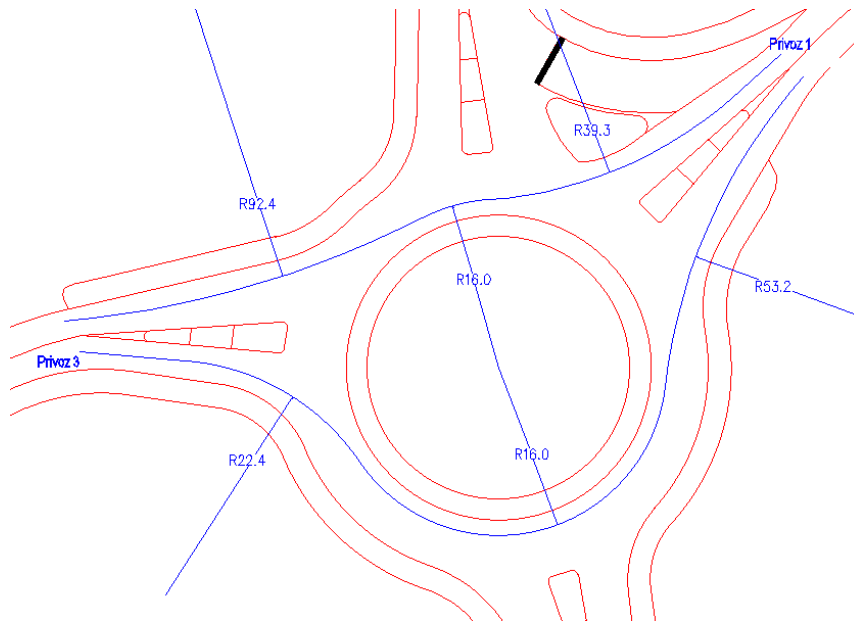
Slika 78: Mjerodavni radijusi za izračune provoznih brzina varijante 1 za raskrižje Štefani (privozi 2-4, 4-2)

Izračunate provozne brzine za varijantu raskrižja Štefani prikazane su u tablici 35.

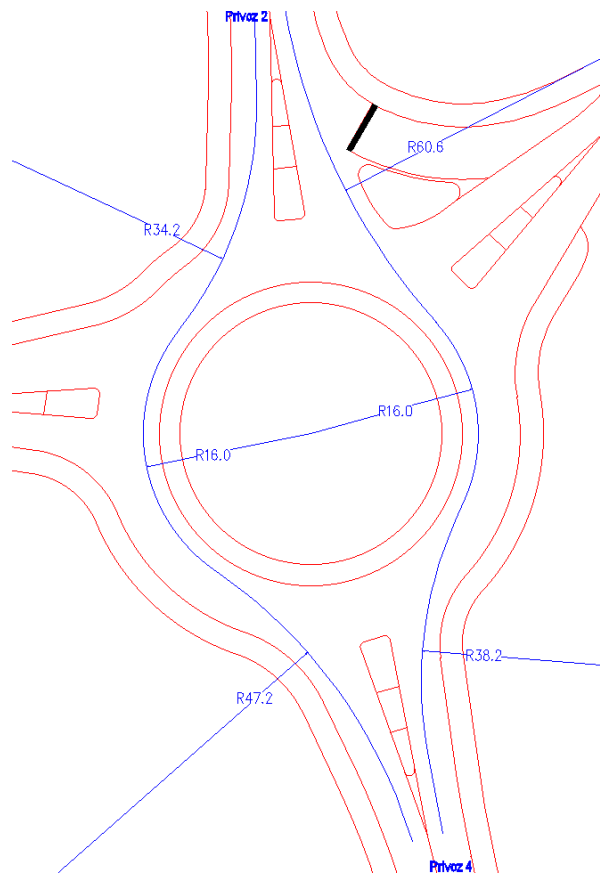
Tablica 35: Provozne brzine za varijantu 1 raskrižja Štefani

Smjer	R _{vl} ulaz [m]	R _{vl} kružno [m]	R _{vl} izlaz [m]	V _{ulaz} [km/h]	V _{kružno} [km/h]	V _{izlaz} [km/h]
1-3	47.5	11	180	41.8	18.5	81.3
3-1	19	11	71.1	26.4	18.5	51.1
2-4	34.1	11	71.1	35.4	18.5	51.1
4-2	34.1	11	82.3	35.4	18.5	55.0

Mjerodavni radijusi za varijantu 2 za raskrižje Štefani su prikazani na slijedećim slikama (slike 79 i 80).



Slika 79: Mjerodavni radijusi za izračune provoznih brzina varijante 2 za raskrižje Štefani (privozi 1-3, 3-1)



Slika 80: Mjerodavni radijusi za izračune provoznih brzina varijante 2 za raskrižje Štefani (privozi 2-4, 4-2)

Izračunate prozivne brzine za varijantu 2 raskrižja Štefani prikazane su u tablici 36.

Tablica 36: Prozivne brzine za varijantu 2 raskrižja Štefani

Smjer	R _{vl} ulaz [m]	R _{vl} kružno [m]	R _{vl} izlaz [m]	V _{ulaz} [km/h]	V _{kružno} [km/h]	V _{izlaz} [km/h]
1-3	39.3	16	92.5	38.0	22.3	58.3
3-1	22.4	16	53.2	28.7	22.3	44.2
2-4	34.2	16	47.2	35.4	22.3	41.6
4-2	38.2	16	60.6	37.4	22.3	47.2

Analizom prozivnih brzina vidi se da je većina brzina iznad dopuštene brzine koja iznosi 30-40 km/h što pokazuje na sljedeću fazu varijantnih rješenja, tj. promjenu primijenjenih geometrijskih elemenata, no ukoliko bi izabrali neku varijantu kao bolje rješenje onda su to varijanta 1 za raskrižje Marinići i varijanta 2 za raskrižje Štefani. Kao vrlo loše rješenje se pokazala varijanta 1 raskrižja Štefani gdje dolazi do gotovo tangencijalnog izlaza na privozu 3 na kojem je prozivna brzina dosegla 81,3 km/h. Budući da je to izlaz na nekadašnji sporedni smjer, ovakvo oblikovanje izlaza je potencijalno vrlo opasno zbog vrlo velikih brzina.

5.5. Odabir optimalne varijante raskrižja

Analizom svih varijanti pomoću odabranih kriterija mogu se dodijeliti ocjene za svaki kriterij svakoj varijanti kako bi se moglo odabrati optimalno rješenje. Ocjene su u rangui od 1 (najlošije) do 5 (najbolje) te su prikazane u tablici 37.

Tablica 37: Ocjenjivanje varijanti kroz kriterije

		Ocjene kriterija od 1 (loše) do 5 (odlično)				Ukupno
		Kapacitet	Sigurnost	Prozivnost	Prozivna brzina	
Raskrižje Marinići	Varijanta 1	4	5	4	4	17
	Varijanta 2	5	3	2	3	13
Raskrižje Štefani	Varijanta 1	1	5	5	2	13
	Varijanta 2	3	5	5	4	17

Na temelju tablice 37 vidljivo je kako je najbolju ocjenu za raskrižje Marinići dobila varijanta 1 – srednje veliko urbano kružno raskrižje, dok je za raskrižje Štefani najbolju ocjenu dobila varijanta 2 – srednje veliko urbano kružno raskrižje. Iz ovih ocjena možemo zaključiti kako bi odbačene varijante bile bolje kada bi se geometrijski elementi izmjenili te bi tada njihove ocjene bile puno bolje.

6. ZAKLJUČAK

Cilj ovog diplomskog rada bilo je analiziranje dva susjedna raskrižja na obilaznici naselja Viškovo, te pronalaženje optimalnog rješenja kojim bi se omogućilo podizanje razine sigurnosti, koja je na ovim raskrižjima vrlo loša.

Kako bi mogli analizirati postojeće stanje raskrižja postavili smo brojače prometa na sve prilaze analiziranih raskrižja. Iz tih podataka dobivena su postojeća prometna opterećenja i brzine. Analizom podataka je pokazano kako se na promatranim raskrižjima vozi brže nego što je to propisano te da se vršni satovi javljaju u vremenu od 7 do 8 sati i od 15 do 16 sati. Također analizirana je i preglednost postojećih raskrižja iz čega se da zaključiti da preglednost na oba raskrižja zadovoljava postavljene kriterije.

Na temelju analize postojećeg stanja dana su dva varijantna rješenja za svako raskrižje kako bi se podigla razina sigurnosti te kako bi se pomoglo u smirivanju prometa. Za svako raskrižje je napravljeno povećanje postojećeg prometnog opterećenja raskrižja za projektni period od 10 godina uz stopu povećanja opterećenja od 1% godišnje. Na raskrižju Marinići je prema planiranim promjenama dodan zapadni privoz koji bi spajao raskrižje sa gradom Kastvom. Varijantna rješenja za raskrižje Marinići su srednje veliko urbano kružno raskrižje i standardno turbo raskrižje, dok su za raskrižje Štefani to srednje veliko urbano kružno raskrižje sa minimalnim i većim radijusima.

Sva varijantna rješenja su prošla kroz vrednovanje po unaprijed zadanim kriterijima: kriterij kapaciteta, kriterij sigurnosti, kriterij provoznosti i kriterij provodne brzine te se na temelju toga izabralo najoptimalnije rješenje za svako analizirano raskrižje. Sva odabrana varijantna rješenja su tipovi kružnih raskrižja od kojih je jedan alternativni tip kružnog raskrižja. Glavna prednost srednje velikih urbanih kružnih raskrižja je nepostojanje točke križanja pa je samim time raskrižje znatno sigurnije od običnog trokrakog ili četverokrakog raskrižja u razini s obzirom da je konfliktna točka križanja bila jedan od glavnih razloga zbog kojih su se događale prometne nesreće na oba raskrižja. Prema ukupnom broju konfliktnih točaka na raskrižjima, najbolje varijante za raskrižja su se pokazale varijanta 1 kod raskrižja Marinići, dok je za raskrižje Štefani broj konfliktnih točaka bio isti u obje varijante. Prilikom analize kapaciteta varijantnih rješenja pokazalo se da je za raskrižje Marinići bolja varijanta 2 iako su obje

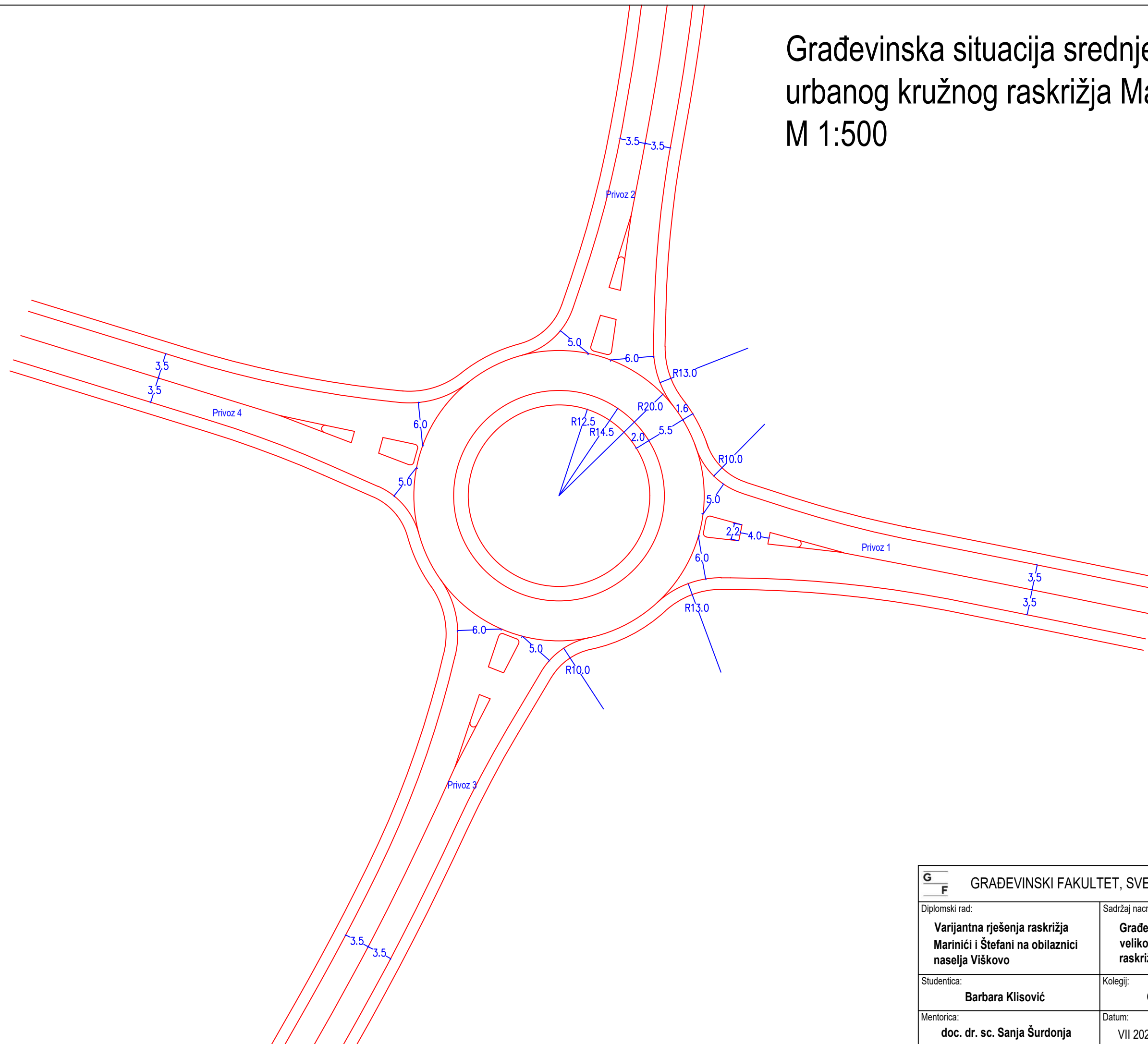
varijante zadovoljile kriterij. Kod raskrižja Štefani varijanta 1 nije zadovoljila kriterij kapaciteta dok je varijanta 2 zadovoljila no na privozu 3 je kapacitet vrlo nizak. Ako pogledamo kriterij provoznosti mjerodavnog vozila sve varijante srednje velikog urbanog kružnog raskrižja su zadovoljile kriterije dok turbo kružno raskrižje nije zadovoljilo kriterij u potpunosti. To bi se moglo popraviti povećanjem geometrijskih elemenata. Kroz vrednovanje su sva varijantna rješenja dobila ocjene od 1 (najlošije) do 5 (najbolje) te se na temelju ukupnih ocjena odabralo optimalno rješenje za svako raskrižje. Gledajući ukupne ocjene svih kriterija optimalnim varijantama su se pokazale varijanta 1 za raskrižje Marinići i varijanta 2 za raskrižje Štefani odnosno u oba slučaja je optimalno rješenje srednje veliko urbano kružno raskrižje.

Ukoliko bi se krenulo u stvarnu rekonstrukciju ovih raskrižja odabrane varijante bi uvelike poboljšale sigurnost u raskrižjima za sve sudionike. Svakako bi trebalo razmotriti mogućnosti povećanja geometrijskih elemenata kako bi se ocjene kroz kriterije još malo poboljšale. Mogućnosti za izvedbu kružnih raskrižja na navedenim raskrižjima svakako postoje, no ostaje za vidjeti hoće li doći do njihove realizacije.

LITERATURA

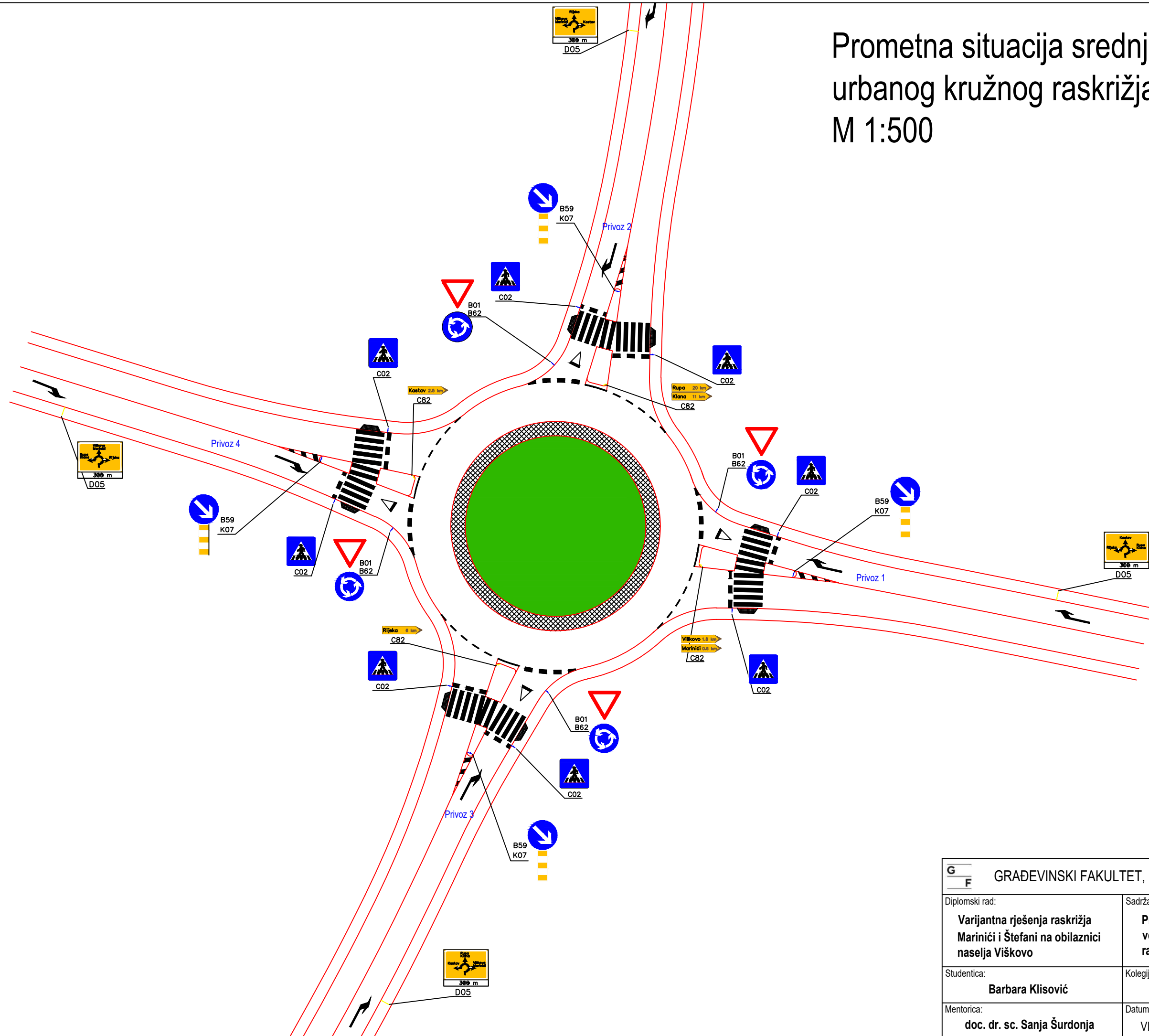
- [1] https://www.pfri.hr/web/dokumenti/uploads_nastava/20181206_101622_vilke_Predavanje.7.raskrizja.ppt_.Compatibility_Mode.pdf
- [2] <https://dokumen.tips/documents/projektiranje-raskrizja-u-razini.html>
- [3] Šurdonja, S., Rutko, I., Deluka-Tibljaš, A.: Alternativna kružna raskrižja kao mjera poboljšanja sigurnosti prometa na raskrižjima, Rijeka, 2020.
- [4] Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci: Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama, Rijeka, srpanj 2014.
- [5] Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci: Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja sa spiralnim tokom kružnog kolnika na državnim cestama, Rijeka, rujan 2014.
- [6] https://www.researchgate.net/figure/Image-of-a-Turbo-roundabout-Source-Aerodata-International-Surveys-2014-Google-Maps_fig2_265173667
- [7] Tollazzi, T.: Alternative types of roundabouts, 2015.
- [8] <https://science.howstuffworks.com/engineering/civil/roundabouts2.htm>
- [9] Deluka-Tibljaš, A.: Cestovna Čvorišta, materijali sa predavanja, Građevinski fakultet, Sveučilište u Rijeci, Rijeka, 2020.
- [10] ROUNDABOUTS: An Informational Guide, Second Edition, Transportation research Board, Washington, D.C., 2010.

Građevinska situacija srednje velikog urbanog kružnog raskrižja Marinići M 1:500



G F GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI			
Diplomski rad: Varijantna rješenja raskrižja Marinići i Štefani na obilaznici naselja Viškovo		Sadržaj nacрта: Građevinska situacija srednje velikog urbanog kružnog raskrižja Marinići	
Studentica: Barbara Klisović		Kolegij: Cestovna čvorišta	
Mentorica: doc. dr. sc. Sanja Šurdonja	Datum: VII 2022.	Mjerilo: 1:500	List: 1

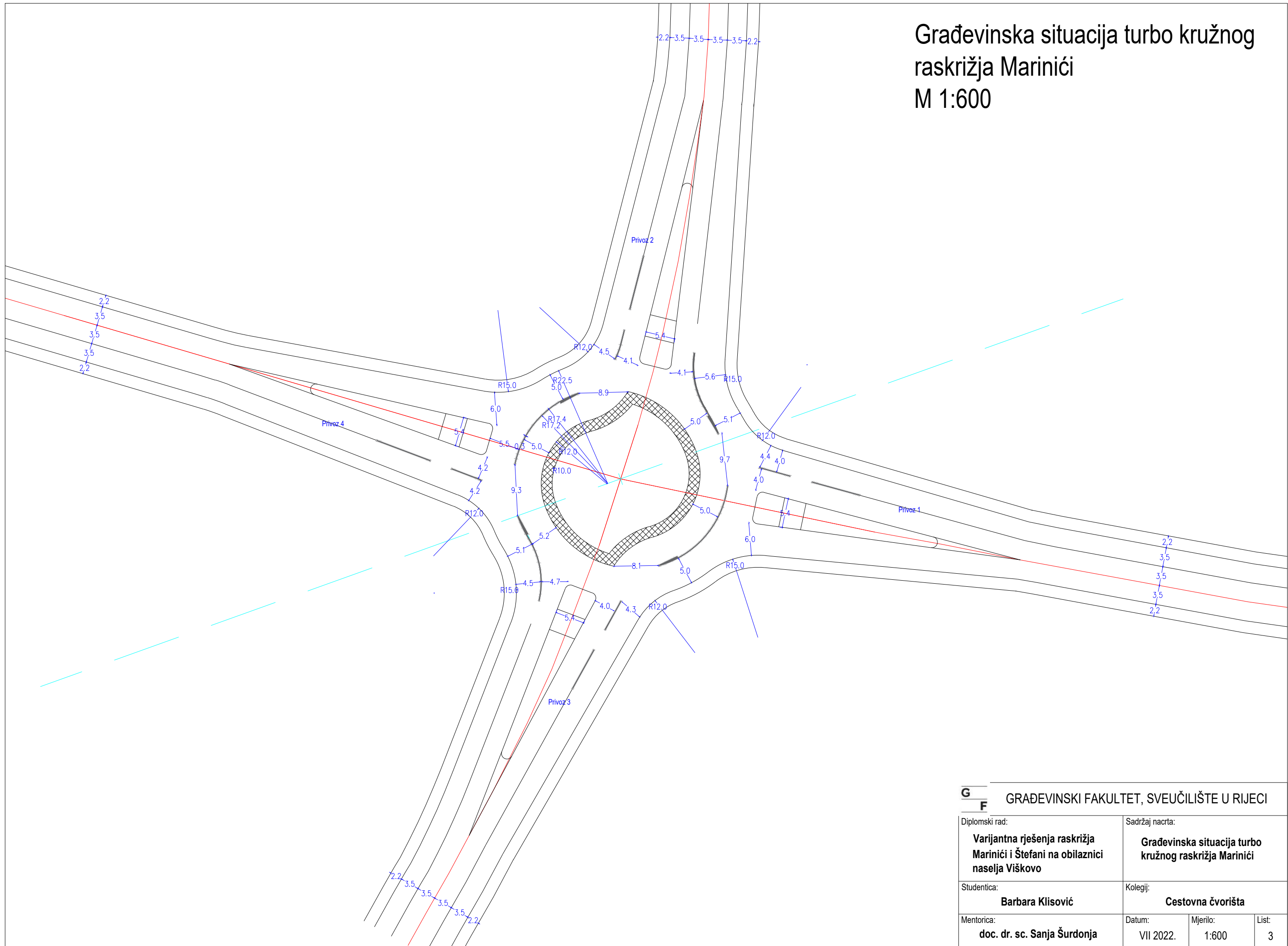
Prometna situacija srednje velikog urbanog kružnog raskrižja Marinići M 1:500



G F GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI			
Diplomski rad: Varijantna rješenja raskrižja Marinići i Štefani na obilaznici naselja Viškovo		Sadržaj nacrt: Prometna situacija srednje velikog urbanog kružnog raskrižja Marinići	
Studentica: Barbara Klisović		Kolegij: Cestovna čvorišta	
Mentorica: doc. dr. sc. Sanja Šurdonja		Datum: VII 2022.	Mjerilo: 1:500
		List: 2	

Građevinska situacija turbo kružnog raskrižja Marinići

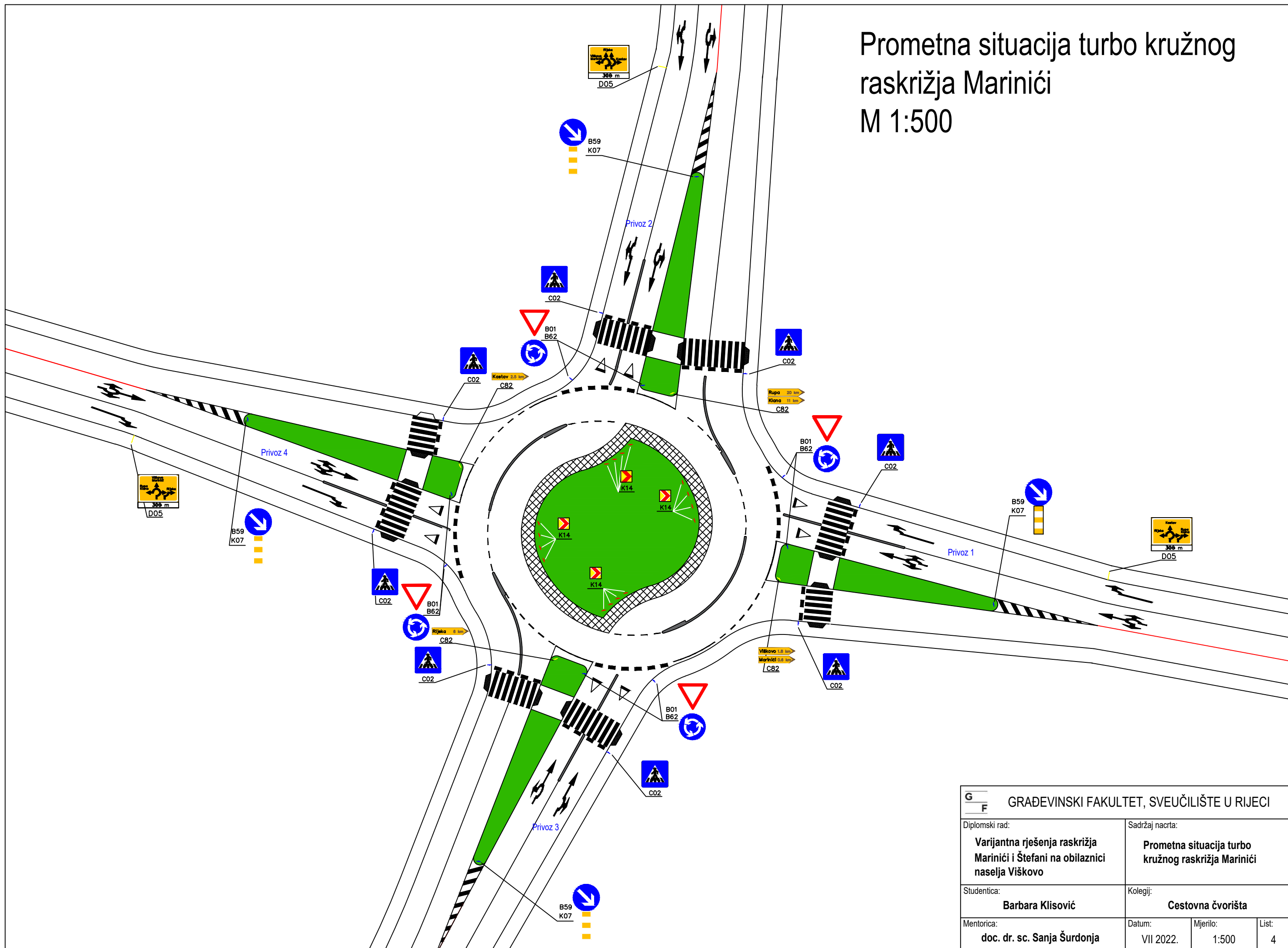
M 1:600



G F GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI			
Diplomski rad: Varijantna rješenja raskrižja Marinići i Štefani na obilaznici naselja Viškovo		Sadržaj nacrtu: Građevinska situacija turbo kružnog raskrižja Marinići	
Studentica: Barbara Klisović		Kolegij: Cestovna čvorišta	
Mentorica: doc. dr. sc. Sanja Šurdonja		Datum: VII 2022.	Mjerilo: 1:600
		List: 3	

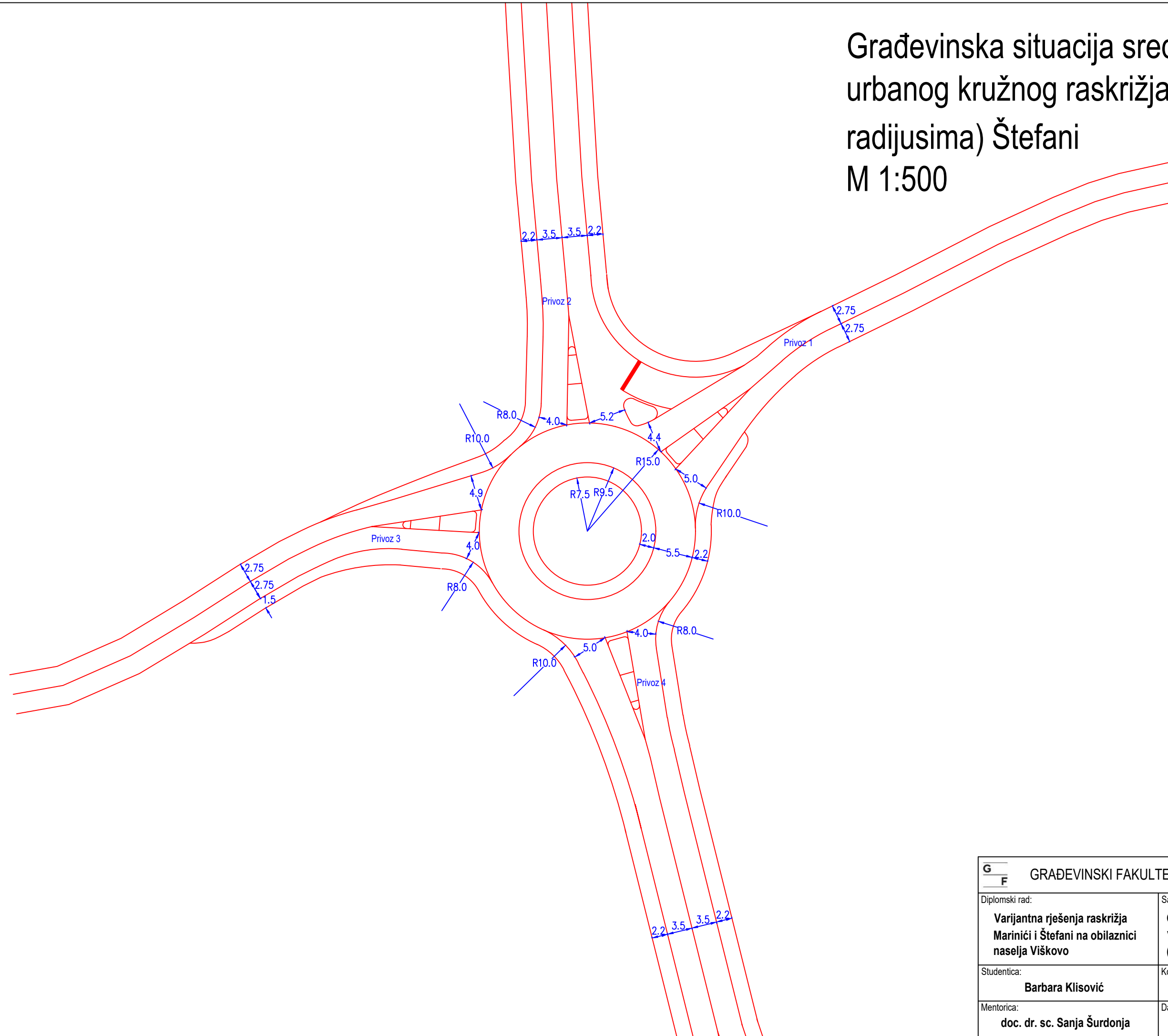
Prometna situacija turbo kružnog raskrižja Marinići

M 1:500



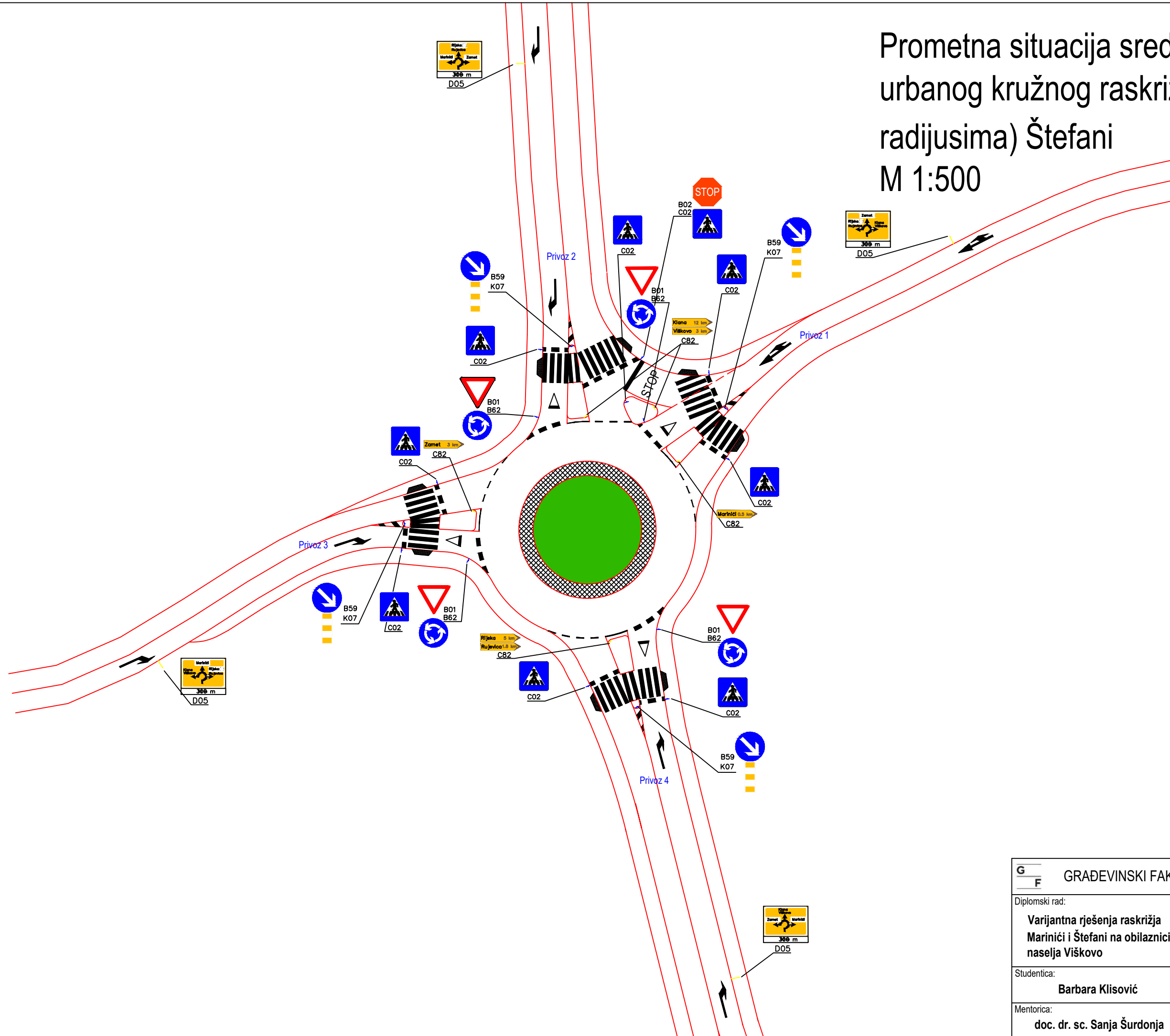
G F GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI			
Diplomski rad: Varijantna rješenja raskrižja Marinići i Štefani na obilaznici naselja Viškovo		Sadržaj nacrt: Prometna situacija turbo kružnog raskrižja Marinići	
Studentica: Barbara Klisović		Kolegij: Cestovna čvorišta	
Mentorica: doc. dr. sc. Sanja Šurdonja		Datum: VII 2022.	Mjerilo: 1:500
		List: 4	

Građevinska situacija srednje velikog urbanog kružnog raskrižja (sa min. radijusima) Štefani M 1:500



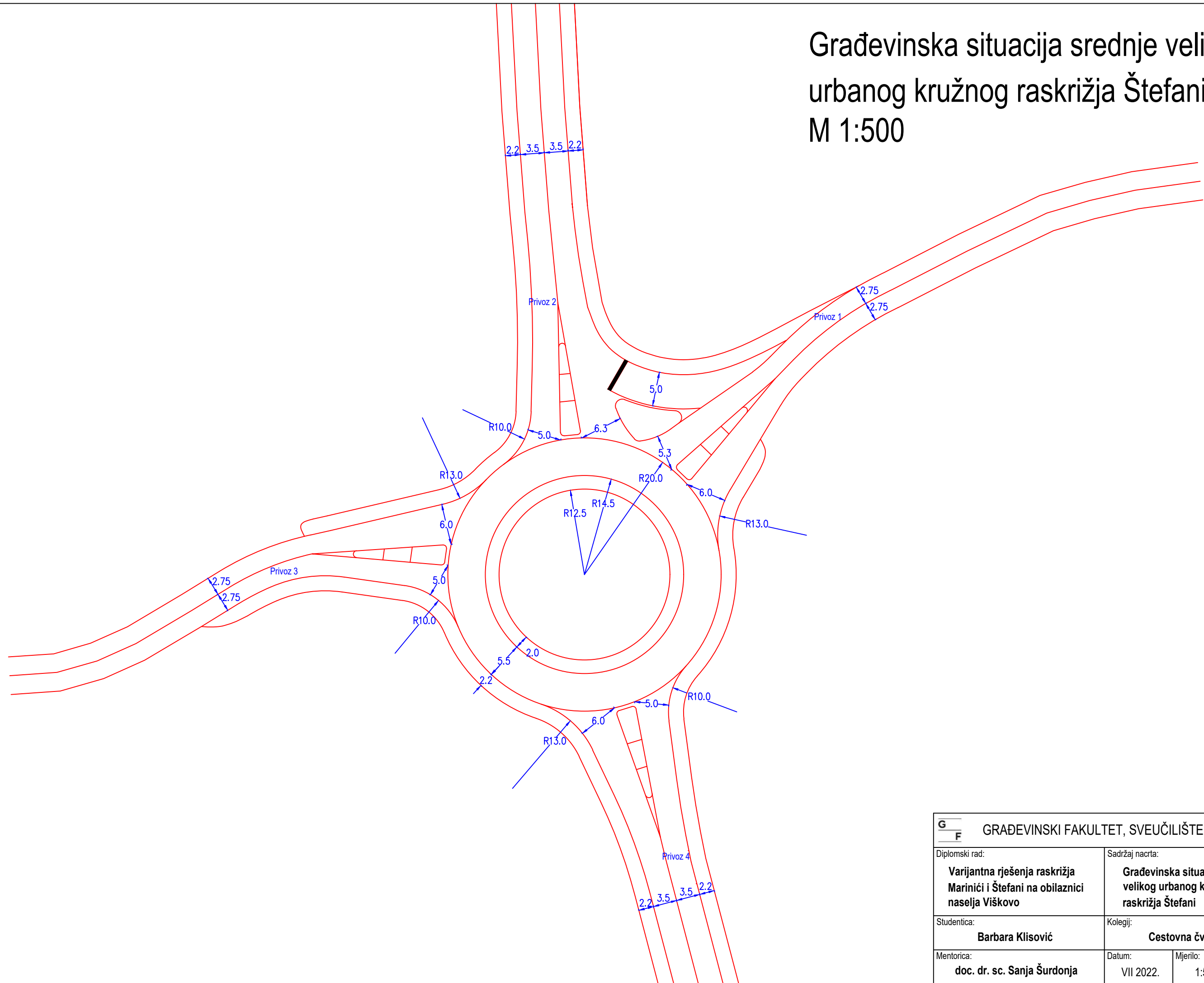
G F GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI			
Diplomski rad: Varijantna rješenja raskrižja Marinići i Štefani na obilaznici naselja Viškovo		Sadržaj nacrt: Građevinska situacija srednje velikog urbanog kružnog raskrižja (sa min. radijusima) Štefani	
Studentica: Barbara Klisović		Kolegij: Cestovna čvorišta	
Mentorica: doc. dr. sc. Sanja Šurdonja		Datum: VII 2022.	Mjerilo: 1:500
		List: 5	

Prometna situacija srednje velikog urbanog kružnog raskrižja (sa min. radijusima) Štefani M 1:500



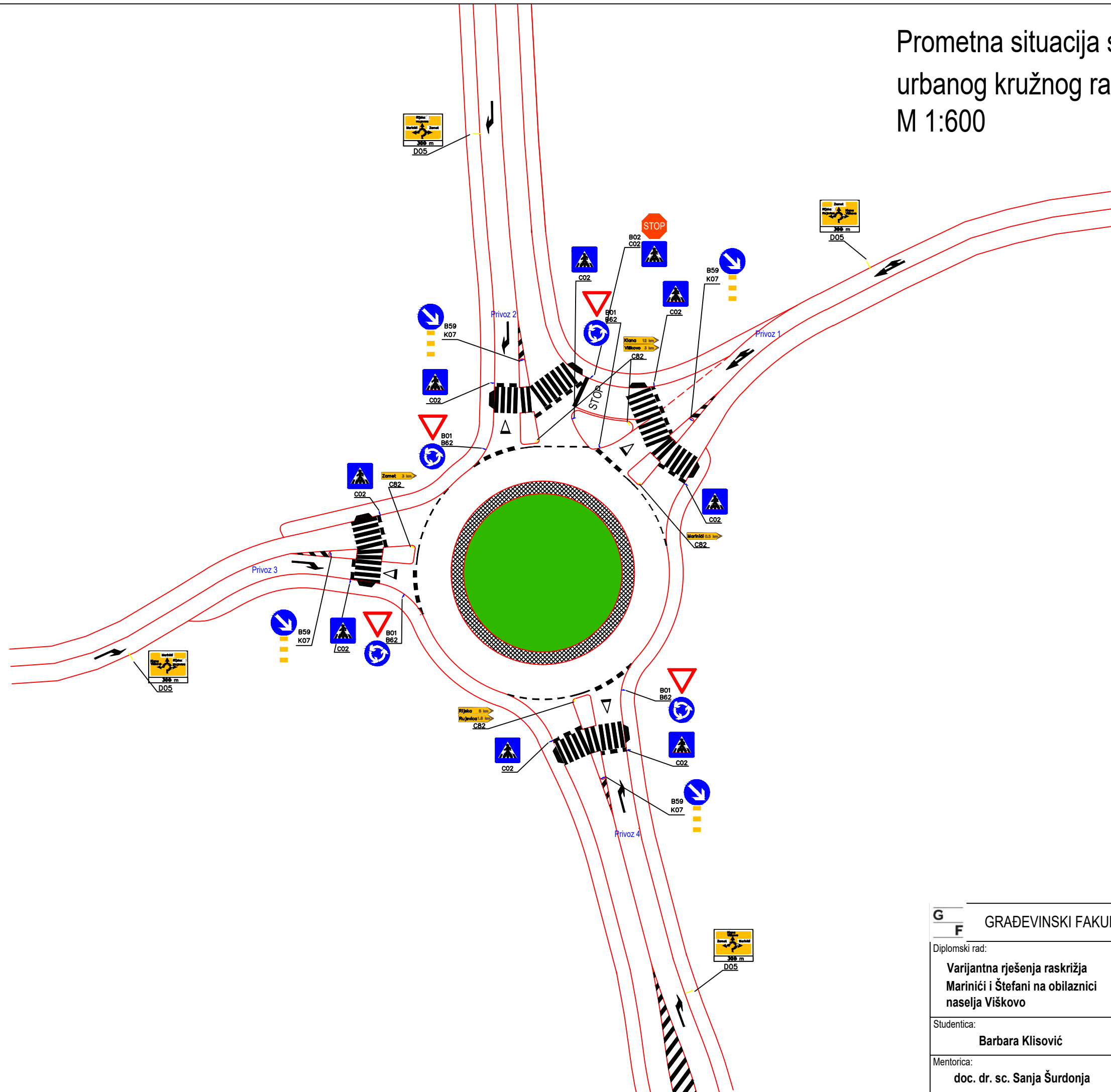
G F GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI			
Diplomski rad: Varijantna rješenja raskrižja Marinići i Štefani na obilaznici naselja Viškovo		Sadržaj nacrt: Prometna situacija srednje velikog urbanog kružnog raskrižja (sa min. radijusima) Štefani	
Studentica: Barbara Klisović		Kolegij: Cestovna čvorišta	
Mentorica: doc. dr. sc. Sanja Šurdonja		Datum: VII 2022.	Mjerilo: 1:500
		List: 6	

Građevinska situacija srednje velikog urbanog kružnog raskrižja Štefani M 1:500



G F GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI			
Diplomski rad: Varijantna rješenja raskrižja Marinići i Štefani na obilaznici naselja Viškovo		Sadržaj nacrt: Građevinska situacija srednje velikog urbanog kružnog raskrižja Štefani	
Studentica: Barbara Klisović		Kolegij: Cestovna čvorišta	
Mentorica: doc. dr. sc. Sanja Šurdonja		Datum: VII 2022.	Mjerilo: 1:500
		List: 7	

Prometna situacija srednje velikog urbanog kružnog raskrižja Štefani
M 1:600



G F GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI			
Diplomski rad: Varijantna rješenja raskrižja Marinići i Štefani na obilaznici naselja Viškovo		Sadržaj nacрта: Prometna situacija srednje velikog urbanog kružnog raskrižja Štefani	
Studentica: Barbara Klisović		Kolegij: Cestovna čvorišta	
Mentorica: doc. dr. sc. Sanja Šurdonja		Datum: VII 2022.	Mjerilo: 1:600
		List: 8	