

Optimizacija rješenja za raskrižja u rubnoj gradskoj zoni na primjeru raskrižja u Gradu Poreču

Iskra, Denis

Master's thesis / Diplomski rad

2023

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:157:220749>

Rights / Prava: [Attribution 4.0 International](#)/[Imenovanje 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-13**



Repository / Repozitorij:

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



**SVEUČILIŠTE U RIJECI
GRAĐEVINSKI FAKULTET**

Denis Iskra

**Optimizacija rješenja za raskrižja u rubnoj gradskoj zoni na
primjeru raskrižja u Gradu Poreču**

Diplomski rad

Rijeka, 2023.

**SVEUČILIŠTE U RIJECI
GRAĐEVINSKI FAKULTET**

**Sveučilišni diplomski studij
Urbano inženjerstvo
Promet u gradovima**

**Denis Iskra
JMBAG: 0114030357**

**Optimizacija rješenja za raskrižja u rubnoj gradskoj zoni na
primjeru raskrižja u Gradu Poreču**

Diplomski rad

Rijeka, lipanj 2023.

IZJAVA

Diplomski rad izradio 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.



Denis Iskra

U Rijeci, 6. srpnja 2023.

ZAHVALA

Prije svega, zahvaljujem se svojoj mentorici prof.dr.sc. Aleksandri Deluki-Tibljaš koja mi je omogućila potrebne materijale i pomogla mi svojim znanjem i savjetima u izradi ovog diplomskog rada.

Zahvaljujem se i svim svojim prijateljima i prijateljicama koji su bili uz mene tijekom mog studiranja i pružili mi veliku podršku te učinili sve zabavnijim i lakšim.

Posebno se zahvaljujem svome stricu i njegovoj obitelji koja me je uvijek podržavala i bodrila kroz moje studiranje.

Na kraju izražavam najveću zahvalnost svojim roditeljima i bratu koji su uvijek bili uz mene i omogućili mi sve što sam postigao do sada.

HVALA SVIMA!

SAŽETAK

U ovom diplomskom radu prikazan je postupak odabira optimalnog tipa raskrižja u rubnoj zoni urbanog prostora na primjeru dva raskrižja smještena na području Grada Poreča. Dva promatrana raskrižja su: raskrižje Ulica Županije Somogy, Anke Butorac i Ive Lole Ribara te raskrižje Ulica Županije Somogy, Vitomira Širole Paje i Brune Valentija. Odabir optimalnog tipa raskrižja uključuje analizu lokacije, analizu prometa i drugih parametara. Postupak odabira optimalnog tipa raskrižja u gradskim područjima dosta je složen zbog potrebe zadovoljavanja potreba različitih vidova prometa, prostornog ograničenja i potrebe respektiranja okoliša.

Na početku rada navedeni su zahtjevi pri projektiranju raskrižja u razini te kriteriji za odabir optimalnog tipa raskrižja. Provedena je analiza postojećeg stanja koja uključuje analizu: geometrijskih elemenata raskrižja, organizacije prometa na raskrižju, pješačkog i biciklističkog prometa, konfliktnih točaka i preglednosti. Prijedlog novih rješenja dan je u skladu s „*Urbanističkim planom uređenja stambenog naselja Poreč – JUG (UPU-24)*“. Rješenjima se nastojalo unaprijediti odvijanje prometa na zadanoj lokaciji prije svega iz aspekta sigurnosti odvijanja prometa. Predložena rješenja su klasična trokraka i četverokraka raskrižja u razini i kružna raskrižja. Varijante rješenja kružnih raskrižja izrađene su u skladu s uputama iz „*Smjernica za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama*“. Izrađeno je ukupno 10 varijanti rješenja za oba raskrižja. Postupak odabira najpovoljnijeg rješenja proveden je u dva koraka – eliminacijom prema manjem broju kriterija te detaljnom usporedbom rješenja u drugom koraku. U prvom je koraku na temelju kriterija konfliktnih točaka, provoznosti i sigurnosti nemotoriziranog prometa sužen izbor varijanti na tri moguća rješenja raskrižja Ulica Županije Somogy, Anke Butorac i Ive Lole Ribara koja su se najbolje pokazala prema promatranim kriterijima. U nastavku su, u drugom koraku, po tri varijante za svako raskrižje međusobno uspoređene i bodovane zajedno s postojećim stanjem. Usporedba je provedena prema kriterijima koji su definirani u „*Smjericama za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama*“, a pod-kriteriji su prilagođeni promatranj situaciji. Kao konačna rješenja odabrana su raskrižja koja su bolje zadovoljavala postavljene kriterije te su detaljnije razrađena i prikazana na grafičkim priložima.

Ključne riječi: optimizacija, raskrižje u razini, kriteriji, trokrako raskrižje, kružno raskrižje

ABSTRACT

This master's thesis presents the procedure for selecting the optimal type of intersection in the peripheral zone of urban space, using the example of two intersections located in the area of the city of Poreč. The two observed intersections are: the intersection of Ulica Županija Somogy, Anka Butorac and Ivo Lola Ribar and the intersection of Ulica Županija Somogy, Vitomir Širola Paja and Bruno Valenti. The selection of the optimal type of intersections involves the analysis of location, traffic analysis and other parameters. The procedure for selecting the optimal type of intersection in urban areas is quite complex due to the need to meet requirements of different types of traffic, spatial limitations and the need to respect the environment.

At the beginning of the study, the requirements for designing intersections at grade and the criteria for selecting the optimal type of intersection are specified. An analysis of the existing conditions has been conducted, which includes an analysis of the geometric elements of the intersection, traffic organization at the intersection, pedestrian and bicycle traffic, conflict points and visibility. The proposed new solutions are in accordance with the urban development plan of the residential area of Poreč. The solutions aim to improve traffic flow at the given location, primarily from the perspective of traffic safety. The proposed solutions include conventional three-way and four-way intersections at grade, as well as roundabouts. The design alternatives for roundabouts were developed following the guidelines for designing roundabouts on national roads. A total of 10 solution variants were developed for both intersections. The process of selecting the most favorable solution was carried out in two steps – elimination based on a smaller number of criteria and a detailed comparison of solutions in the second step. In the first step, based on the criteria of conflict points, traffic drivability and non-motorized traffic safety, the options for the intersection of Ulica Županija Somogy, Anka Butorac and Ivo Lola Ribar were narrowed down to three possible solutions that performed best according to the observed criteria. In the second step, three variants for each intersection were compared and scored against each other and the existing conditions. The comparison was carried out according to the criteria defined in the guidelines for designing roundabouts on national roads, with sub-criteria adapted to the observed situation. The final solutions selected were the

intersections that better met the established criteria and were further elaborated and presented in graphical attachments.

Key words: optimization, at-grade intersection, criteria, three-way intersection, roundabout

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. PROJEKTIRANJE RASKRIŽJA.....	3
2.1. Osnovni zahtjevi pri projektiranju raskrižja.....	3
2.2. Kriteriji za odabir tipa raskrižja	4
3. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA	10
3.1. Raskrižje Ulica Županije Somogy, Anke Butorac i Ive Lole Ribara	10
3.1.1. Geometrijski elementi raskrižja	11
3.1.2. Organizacija prometa na raskrižju	13
3.1.3. Pješачki i biciklistički promet.....	15
3.1.4. Konfliktne točke	16
3.1.5. Analiza preglednosti raskrižja 1	17
3.2. Raskrižje Ulica Županije Somogy, Vitomira Širole Paje i Brune Valentija.....	18
3.2.1. Geometrijski elementi raskrižja	19
3.2.2. Organizacija prometa na raskrižju	21
3.2.3. Pješачki i biciklistički promet.....	22
3.2.4. Konfliktne točke	23
3.2.5. Analiza preglednosti raskrižja 2	24
3.3. Prometno opterećenje i brzine u zoni raskrižja	26
3.4. Zaključak provedene analize postojećeg stanja	28
3.4.1. Raskrižje Ulica Županije Somogy, Anke Butorac i Ive Lole Ribara	28
3.4.2. Raskrižje Ulica Županije Somogy, Vitomira Širole Paje i Brune Valentija.....	29
4. PRIJEDLOG NOVIH RJEŠENJA NA LOKACIJI	30
4.1. Prijedlog rješenja za rekonstrukciju raskrižja Ulica Županije Somogy, Anke Butorac i Ive Lole Ribara.....	32
4.1.1. Varijanta 1 - Trokrako raskrižje u razini	32
4.1.2. Varijanta 2 - kružno raskrižje R-16m	34
4.1.3. Varijanta 3 - kružno raskrižje R-18.5m.....	36
4.1.4. Varijanta 4 - kružno raskrižje R-21m	38
4.1.5. Varijanta 5 - mini kružno raskrižje.....	40
4.1.6. Varijanta 6a i 6b - mini kružno raskrižje i trokrako raskrižje.....	42
4.2. Reduciranje broja varijanti mogućih rješenja raskrižja	46
4.3. Prijedlog rješenja za rekonstrukciju raskrižja Ulica Županije Somogy, Vitomira Širole Paje i Brune Valentija	48
4.3.1. Varijanta 1 - kružno raskrižje R-21m	48

4.3.2. Varijanta 2 - četverokrako i trokrako raskrižje.....	51
4.3.3. Varijanta 3 - kružno raskrižje i trokrako raskrižje	53
5. ODABIR OPTIMALNIH RJEŠENJA RASKRIŽJA	55
5.1. Odabir optimalnog rješenja raskrižja Ulica Županije Somogy, Anke Butorac i Ive Lola Ribara	57
5.2. Odabir optimalnog rješenja raskrižja Ulica Županije Somogy, Vitomira Širole Paje i Brune Valentija	59
6. RAZRADA ODABRANIH RJEŠENJA.....	61
6.1. Rješenje raskrižja Ulica Županije Somogy, Anke Butorac i Ive Lole Ribara	61
6.1.1. Provjera prozovne brzine raskrižja Ulica Županije Somogy, Anke Butorac i Ive Lola Ribara.....	63
6.1.2. Provjera preglednosti raskrižja Ulica Županije Somogy, Anke Butorac i Ive Lole Ribara.....	65
6.2. Rješenje raskrižja Ulica Županije Somogy, Vitomira Širole Paje i Brune Valentija	67
6.2.1. Provjera prozovne brzine raskrižja Ulica Županije Somogy, Vitomira Širole Paje i Brune Valentija.....	68
6.2.2. Provjera preglednosti raskrižja Ulica Županije Somogy, Vitomira Širole Paje i Bruna Valentija	70
7. ZAKLJUČAK.....	73
8. LITERATURA.....	76
9. GRAFIČKI PRILOZI	77

Popis tablica

<i>Tablica 1. Podaci o prometnom opterećenju [3]</i>	<i>27</i>
<i>Tablica 2. Podaci o brzinama [3].....</i>	<i>27</i>
<i>Tablica 3. Vrednovanje varijanti rješenja raskrižja 1</i>	<i>48</i>
<i>Tablica 4. Kriteriji i pod-kriteriji optimizacije</i>	<i>55</i>
<i>Tablica 5. Kriteriji i pod-kriteriji optimizacije</i>	<i>56</i>
<i>Tablica 6. Kriteriji i pod-kriteriji optimizacije</i>	<i>57</i>
<i>Tablica 7. Bodovanje rješenja raskrižja 1</i>	<i>58</i>
<i>Tablica 8. Bodovanje rješenja raskrižja 2</i>	<i>59</i>
<i>Tablica 9. Bodovanje rješenja raskrižja 2</i>	<i>60</i>
<i>Tablica 10. Prikaz izračunatih provoznih brzina.....</i>	<i>64</i>
<i>Tablica 11. Prikaz izračunatih provoznih brzina.....</i>	<i>70</i>

Popis slika

Slika 1. Prikaz mogućeg horizontalnog položaja raskrižja [5]	5
Slika 2. Prikaz mogućeg vertikalnog položaja raskrižja [6]	5
Slika 3. Izvedba krivina za uključivanje i isključivanje - a) kružna krivina, b1) klinasti ulaz, b2) posebna traka za skretanje, c1) i c2) košarasta krivina [5]	6
Slika 4. Konfliktne točke [8]	7
Slika 5. Lokacija raskrižja 1	10
Slika 6. Situacija raskrižja 1	11
Slika 7. Poprečni presjek Ulice Županije Somogy	12
Slika 8. Poprečni presjek Ulice Ive Lola Ribara.....	12
Slika 9. Poprečni presjek Ulice Anke Butorac.....	12
Slika 10. Organizacija prometa i prometni pravci raskrižja 1	13
Slika 11. Organizacija prometa raskrižja 1 - pogled iz Ul. Županije Somogy	14
Slika 12. Organizacija prometa raskrižja 1 - pogled iz Ul. Ive Lola Ribara.....	14
Slika 13. Organizacija prometa raskrižja 1 – pogled prema Ul. Ive Lola Ribara	14
Slika 14. Prikaz jednosmjernog privoza s odvojenim lijevim i desnim skretačima.....	14
Slika 15. Pješačka infrastruktura raskrižja 1.....	15
Slika 16. Prikaz konfliktnih točaka raskrižja 1	16
Slika 17. Provjera preglednosti na Ulici Anke Butorac	18
Slika 18. Lokacija raskrižja 2	18
Slika 19. Situacija raskrižja 2.....	19
Slika 20. Poprečni presjek Ulice Županije Somogy	20
Slika 21. Poprečni presjek Ulice Vitomira Širole Paje	20
Slika 22. Poprečni presjek Ulice Bruna Valentija	20
Slika 23. Organizacija prometa i prometni pravci raskrižja 1.....	21
Slika 24. Organizacija prometa raskrižja 2 - pogled iz Ulice Vitomira Širole Paje	21
Slika 25. Organizacija prometa raskrižja 2 – pogled iz Ulice Bruna Valentija	22
Slika 26. Pješačka infrastruktura raskrižja 2.....	23
Slika 27. Prikaz konfliktnih točaka raskrižja 2	23
Slika 28. Prikaz pokosa koji ograničava preglednost	24
Slika 29. Provjera preglednosti raskrižja 2	25
Slika 30. Lokacije mjerenja prometa [3]	26

Slika 31. Dimenzije glavne sabirne prometnice [2]	30
Slika 32. Dimenzije ostalih prometnica [2]	30
Slika 33. Mjerodavno vozilo - turistički autobus (FGSV 2020 (DE)) [9]	31
Slika 34. Mjerodavno vozilo – dostavno vozilo (FGSV 2020 (DE)) [9]	31
Slika 35. Trokrako raskrižje	32
Slika 36. Konfliktne točke varijante 1	33
Slika 37. Provjera provoznosti varijante 1	33
Slika 38. Varijanta 2 - kružno raskrižje R-16m	34
Slika 39. Konfliktne točke varijante 2	35
Slika 40. Provjera provoznosti varijante 2	35
Slika 41. Varijanta 3 - kružno raskrižje R-18.5m	36
Slika 42. Konfliktne točke varijante 3	37
Slika 43. Provjera provoznosti varijante 3	37
Slika 44. Varijanta 4 - kružno raskrižje R-21m	38
Slika 45. Konfliktne točke varijante 4	39
Slika 46. Provjera provoznosti varijante 4	39
Slika 47. Varijanta 5 - mini kružno raskrižje	40
Slika 48. Konfliktne točke varijante 5	41
Slika 49. Provjera provoznosti varijante 5	41
Slika 50. Varijanta 6a - mini kružno i trokrako raskrižje	42
Slika 51. Varijanta 6b - mini kružno i trokrako raskrižje	43
Slika 52. Konfliktne točke varijante 6a	44
Slika 53. Konfliktne točke varijante 6b	45
Slika 54. Provoznost varijante 6a	45
Slika 55. Provoznost varijante 6b	45
Slika 56. Varijanta 1 - kružno raskrižje R-21m	49
Slika 57. Konfliktne točke varijante 1	50
Slika 58. Provjera provoznosti varijante 1	50
Slika 59. Varijanta 2 - četverokrako i trokrako raskrižje	51
Slika 60. Konfliktne točke varijante 2	52
Slika 61. Provjera provoznosti varijante 2	52
Slika 62. Varijanta 3 - kružno i trokrako raskrižje	53
Slika 63. Konfliktne točke varijante 3	54

Slika 64. Provjera provoznosti varijante 3	54
Slika 65. Prikaz putanje vozila i radijusa za smjerove 1 i 2	63
Slika 66. Prikaz putanje vozila i radijusa za smjer 4	64
Slika 67. Prikaz putanje vozila i radijusa za smjer 3	64
Slika 68. Provjera prilazne preglednosti	65
Slika 69. Provjera preglednosti na ulazu.....	66
Slika 70. Provjera preglednosti ulijevo	66
Slika 71. Provjera preglednosti u kružnom kolniku	66
Slika 72. Prikaz putanje vozila i radijusa za smjerove 1 i 2	69
Slika 73. Prikaz putanje vozila i radijusa za smjerove 3 i 5	69
Slika 74. Prikaz putanje vozila i radijusa za smjer 5-1	69
Slika 75. Provjera prilazne preglednosti	71
Slika 76. Provjera preglednosti na ulazu.....	71
Slika 77. Provjera preglednosti ulijevo	71
Slika 78. Provjera preglednosti u kružnom kolniku	72

1. UVOD

U ovom diplomskom radu prikazana je optimizacija raskrižja na primjeru dva manja raskrižja na rubnoj zoni urbanog područja grada Poreča. Prvo promatrano raskrižje nalazi se na križanju Ulica Ive Lola Ribara, Županije Somogy i Anke Butorac (u daljnjem tekstu raskrižje 1). Drugo promatrano raskrižje čine dva manja susjedna trokraka raskrižja koja se nalaze na križanju Ulica Vitomira Širole Paje, Bruna Valentija i Županije Somogy (u daljnjem tekstu raskrižje 2).

Osnovni cilj ovog diplomskog rada je prikazati postupak odabira najpovoljnijeg rješenja raskrižja na primjeru gdje postoji evidentiran problem u odvijanju prometa. Na spomenutim lokacijama planirana je rekonstrukcija postojećih raskrižja prvenstveno zbog toga što se vozila na prometnicama unutar zona raskrižja učestalo kreću brzinama većim od ograničenih, stoga je osnovni cilj rekonstrukcije povećati prometnu sigurnost. Kako bi se postigao osnovni cilj ovog rada napravljeno je ukupno 10 varijanti rješenja spomenutih raskrižja. Postupak odabira i projektiranja najpovoljnijeg tipa raskrižja u ovom radu temelji se na kriterijima i zahtjevima koje je potrebno zadovoljiti prilikom projektiranja.

Strukturu ovog rada čini uvod i 6 poglavlja. U drugom poglavlju ovog rada navedeni su i opisani zahtjevi i kriteriji koje je potrebno uvažiti i zadovoljiti prilikom projektiranja raskrižja. Kriteriji su definirani prema „*Smjernicama za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama*“ [1]. Kriteriji koji su navedeni u smjernicama nisu nužno vezani uz kružna raskrižja nego ih je moguće primijeniti i na ostalim vrstama raskrižja.

Treće poglavlje obuhvaća analizu postojećeg stanja gdje su opisana raskrižja i definirane su kategorije prometnica koristeći se „*Urbanističkim planom uređenja stambenog naselja Poreč – JUG(UPU-24)*“ [2]. Također je analizirano prometno opterećenje, brzine u zoni raskrižja, konfliktne točke i poprečni presjeci prometnica. Podaci o prometnom opterećenju i brzinama preuzeti su iz „*Prometne studije zone posebne namjene – Ulica Ive Lola Ribara sa priključcima Grad Poreč – Parenzo*“ [3].

U četvrtom je poglavlju prikazano sedam varijanti mogućih rješenja za raskrižje 1 te tri varijante rješenja za raskrižje 2. Unutar ovog poglavlja odabrana su po tri

najpovoljnija rješenja za oba raskrižja na temelju tri definirana kriterija: provoznost, konfliktne točke i sigurnost pješaka.

Odabrana raskrižja u petom su poglavlju detaljnije uspoređena na temelju kriterija definiranih smjernicama za projektiranje kružnih raskrižja. U ovom su koraku odabrana najpovoljnija rješenja za svako raskrižje.

Odabrana rješenja raskrižja detaljnije su razrađena i prikazana su na grafičkim priložima. U zaključku rada detaljnije su elaborirana usvojena rješenja za svaku promatranu lokaciju.

2. PROJEKTIRANJE RASKRIŽJA

Raskrižja su mjesta u prometnoj mreži gdje se križaju i/ili spajaju dvije ili više cesta [4]. Raskrižja koja se pojavljuju u mreži javnih cesta mogu se podijeliti na raskrižja u razini, raskrižja izvan razine, kružna raskrižja i kombinirana raskrižja. Raskrižja u razini najzastupljenija su rješenja križanja prometnica, a u posljednje vrijeme povećava se i primjena kružnih raskrižja koja se također mogu svrstati u grupu raskrižja u razini [5]. U ovom diplomskom radu prikazan je postupak odabira optimalnog rješenja raskrižja na nekoliko mogućih varijanti raskrižja u razini.

Raskrižja u razini su raskrižja na kojima se prometni tokovi presijecaju na jednoj površini. Kod ove vrste raskrižja građevinski se elementi i prometni tokovi rješavaju u istoj razini, na jednoj zajedničkoj površini. Ova raskrižja imaju primjenu izvan i unutar urbanih područja. Raskrižja u razini mogu se promatrati na tri osnovna načina:

- prema broju krakova – trokraka, četverokraka i višekraka raskrižja
- prema prometnim tokovima – kanalizirana i ne kanalizirana raskrižja
- prema obliku – standardna (trokraka, četverokraka...) ili kružna raskrižja [4,5]

Prilikom projektiranja raskrižja potrebno je zadovoljiti osnovne zahtjeve i kriterije koji su u nastavku navedeni i ukratko opisani. Prilikom projektiranja cilj je zadovoljiti što više navedenih kriterija, međutim u postupku optimizacije nije obavezno koristiti sve navedene kriterije i zahtjeve, ali optimalno rješenje u najvećoj mjeri mora zadovoljiti odabrane.

2.1. Osnovni zahtjevi pri projektiranju raskrižja

Sigurnost prometa, kapacitet raskrižja, ekonomičnost rješenja i utjecaj na okoliš osnovni su zahtjevi koje treba zadovoljiti prilikom projektiranja raskrižja [4].

Sigurnost prometa osigurava se jasnim rješenjem te ako su djelomično ili u cijelosti zadovoljeni zahtjevi preglednosti, shvatljivosti i provoznosti [5].

Kapacitet raskrižja označava sposobnost prihvaćanja prometnog opterećenja. Ovaj zahtjev ovisi o geometrijskim i prometnim uvjetima raskrižja te uvjetima

signalizacije. Najčešće se prikazuje kroz razinu uslužnosti, a ovisi o prosječnom vremenu čekanja na raskrižju. Smanjenjem vremena čekanja na raskrižju povećava se razina uslužnost raskrižja te samim time i kapacitet raskrižja [4].

Ekonomičnost rješenja postiže se analizom i usporedbom svih mogućih varijanti rješenja raskrižja te u konačnici odabirom najpovoljnijeg rješenja. Parametri koji su bitni prilikom analize ekonomičnosti rješenja su troškovi građenja i održavanja, eksploatacijski troškovi te troškovi u slučaju prometnih nesreća gdje se mogu uzeti u obzir i indirektni troškovi nastali zbog zastoja – trošak goriva, gubitak vremena i sl. [4,5].

Zahtjev utjecaja na okoliš obuhvaća analizu stupnja narušavanja krajolika, utjecaja buke i onečišćenje zraka. Da bi ovaj zahtjev bio zadovoljen potrebno je organizirati raskrižja na način da ona budu što manje štetna za prostor i okoliš. Ovaj zahtjev često je povezan direktno s ekonomičnošću na način da se smanjenjem utjecaja raskrižja na okoliš dugoročno povećava i ekonomičnost [4,5].

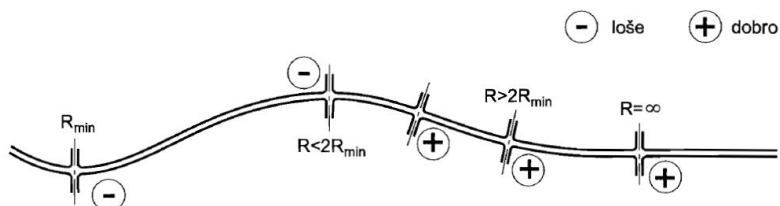
2.2. Kriteriji za odabir tipa raskrižja

Za odabir tipa raskrižja prema literaturi Legac, I., „*Raskrižja javnih cesta*“ najvažnija su tri osnovna kriterija koje je potrebno analizirati [4]:

1. Prometno-planerski kriterij
2. Prometno-tehnički kriterij
3. Prometno-građevinski kriterij

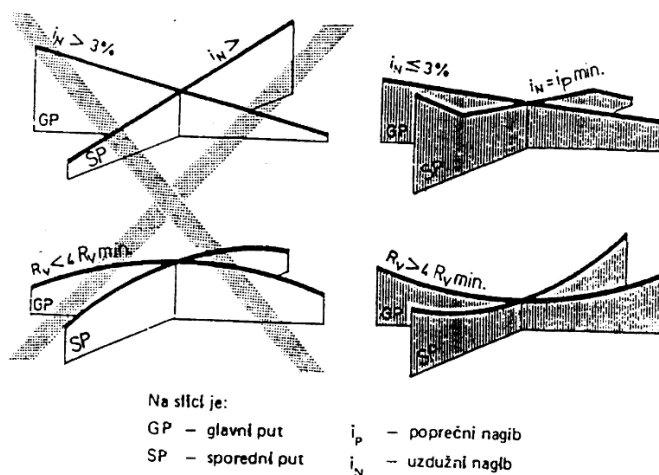
Prometno-planerski kriterij obuhvaća definiranje glavnog smjera, kategorije ceste, razmak i položaj raskrižja u cestovnoj mreži [4]. Definiranje glavnog smjera jedan je od važnijih koraka pri projektiranju. Uglavnom je glavni smjer definiran kao onaj s najvećim prometnim opterećenjem. Međutim, pri odabiru glavnog smjera potrebno je uzeti u obzir kategoriju i vrstu ceste, regulaciju prometa na susjednim raskrižjima, javni promet i brzine u zonama raskrižja. Razmak raskrižja ovisi isključivo o brzini vožnja u zoni. Povećanjem brzine povećava se razmak raskrižja. Najpovoljniji položaj raskrižja je na ravnom djelu trase. Potrebno je izbjegavati položaj raskrižja u horizontalnim i vertikalnim krivinama, međutim raskrižje je moguće smjestiti u vertikalnoj krivini

konkavnog zaobljenja [5]. Na slici 1 prikazani su mogući položaji raskrižja u razini u horizontalnim krivinama.



Slika 1. Prikaz mogućeg horizontalnog položaja raskrižja [5]

Važno je da prilikom definiranja položaja raskrižja, ono ne bude smješteno na niveleti uzdužnog nagiba većeg od 4%. Moguće je u iznimnim slučajevima da taj nagib iznosi do maksimalno 6% [4,6].



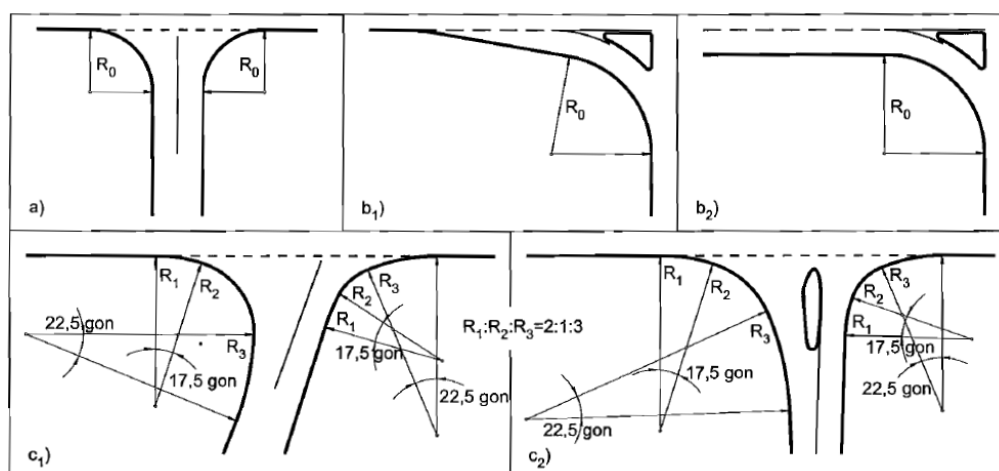
Slika 2. Prikaz mogućeg vertikalnog položaja raskrižja [6]

Prometno-tehnički kriterij obuhvaća analizu prometnih tokova, preglednost i brzine u zoni raskrižja. Prometni tokovi na raskrižjima u razini mogu biti isprekidani ili kombinirani prometni tokovi [4]. Brzina u zoni raskrižja određuje se kako bi se mogli definirati geometrijski elementi raskrižja i voznodinamički parametri. Uglavnom se prvo određuje brzina na glavnom smjeru, a zatim na ostalim privozima [5].

Prometno-građevinski kriterij obuhvaća građevinske elemente raskrižja, broj krakova te propusnu moć. Građevinski elementi definirani su odabirom mjerodavnog vozila, položaja na trasi, preglednosti u raskrižju i geometrijskim elementima raskrižja (širina prometnih traka, radijusi...) [4].

Mjerodavno vozilo odabire se ovisno o funkciji ceste i mikrolokaciji raskrižja. Za odabir vozila potrebno je provesti analizu lokacije i analizu udjela pojedinih vrsta vozila. Uglavnom se kao mjerodavno vozilo odabire najveće zabilježeno vozilo koje se pojavi na promatranoj lokaciji. Ovisno o odabranom vozilu potrebno je osigurati provoznost odabirom prikladnih geometrijskih elemenata. Važno je koristiti se „Pravilnikom o tehničkim uvjetima vozila u prometu na cestama“ (»Narodne novine«, br. 85/2016, 1864) prilikom definiranja mjerodavnog vozila. Položaj raskrižja na trasi već je prethodno opisan, a preglednost u raskrižju se osigurava na dva načina. Potrebno je osigurati zaustavnu preglednost i preglednost pri prolasku kroz raskrižje. Preglednost se proračunava prema hrvatskim normama HRN U.C4.050 [6]. Duljine preglednosti prema normama ovise o brzinama na raskrižju, a iznose od 54m za brzinu od 30 km/h do 163m za brzinu od 90 km/h [4,6].

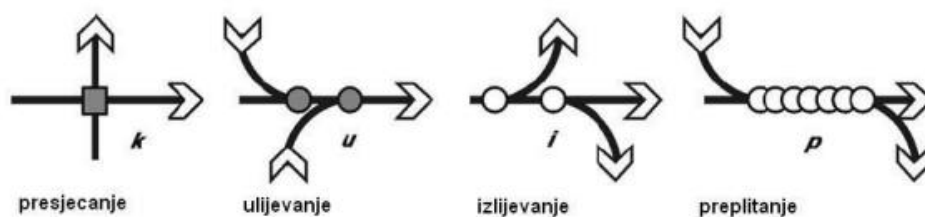
Građevinski elementi obuhvaćaju širinu voznih traka, traka za lijevo i desno skretanje, radijuse skretanja i regulacijske otoke. Širina voznih traka u zoni raskrižja jednaka je širini traka ispred zone raskrižja. Minimalna širina traka za lijevo i desno skretanje iznosi 3,0m, a ovisi o mjerodavnom vozilu. Isključivanje iz glavnog smjera za desne skretače moguće je izvesti na četiri načina; kružnom krivinom, košarastom krivinom, klinastim ulazom ili posebnom trakom za skretanje. Uključivanje sa sporednog pravca moguće je izvesti korištenjem istih elemenata, međutim treba izbjegavati klinasti ulaz [4]. Na slici 3 prikazane su spomenute krivine.



Slika 3. Izvedba krivina za uključivanje i isključivanje - a) kružna krivina, b1) klinasti ulaz, b2) posebna traka za skretanje, c1) i c2) košarasta krivina [5]

Važno je napomenuti da radijusi zaobljenje R ovise o mjerodavnom vozilu. Minimalan radijus zaobljenja za osobni automobil iznosi $R=6m$, a za teretno vozilo i autobus $R=12m$. Regulacijski otoci izvode se kako bi usmjeravali i umirili promet, a mogu se izvoditi uzdignuti 15cm ili mogu biti označeni horizontalnom signalizacijom. Prema namjeni regulacijski otoci mogu biti za pješake, za razdvajanje prometa i za usmjeravanje prometa. Ovisno o namjeni otoka određuju se njihove dimenzije [7]. Propusna moć raskrižja ovisi o svim prethodno navedenim elementima, a najviše o širini prometnih traka, geometrijskim elementi i vrsti prometnih tokova [5].

Osim prethodno navedenih zahtjeva, prilikom projektiranja raskrižja treba obratiti pozornost i na konfliktne točke. Konfliktne točke su mjesta unutar zone raskrižja na kojima dolazi do presijecanja prometnih tokova i na tim su mjestima mogući konflikti između dva vozila ili vozila i pješaka. Postoje 4 vrste konfliktnih točaka: presijecanje, ulijevanje, izlivanje i preplitanje. Broj konfliktnih točaka na nekom raskrižju ovisi najviše o vrsti raskrižja te njegovom obliku [7,8]. Na slici 4 prikazane su vrste konfliktnih točaka.



Slika 4. Konfliktne točke [8]

Spomenuti kriteriji odabira tipa raskrižja primjenjuju se na svim vrstama raskrižja, međutim potrebno je sagledati i dodatne kriterije, naročito ako postoji mogućnost primjene kružnog raskrižja. Ako se planira primjena kružnog raskrižja potrebno je utvrditi pogodnost lokacije za takvu vrstu raskrižja. Da bi se utvrdila mogućnost izvedbe kružnog raskrižja potrebno je analizirati osam kriterija definiranih „Smjernicama za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama“ [1], a to su:

- Funkcionalni kriterij
- Prostorno-urbanistički kriterij
- Prometni kriterij
- Projektno-tehnički kriterij
- Kriterij prometne sigurnosti

- Kriterij propusne moći
- Okolišni kriterij
- Ekonomski kriterij

Funkcionalni kriterij analizira primarnu ulogu raskrižja u mreži. Da bi to bilo moguće utvrditi potrebno je analizirati primarne prometne funkcije raskrižja (analiza vrste prometa), ulogu raskrižja u mreži, položaj u odnosu na urbano područje, širu prometnu mrežu i susjedna raskrižja [1].

Prostorno-urbanističkim kriterijem analizira se raspoloživost prostora u odnosu na odabrane geometrijske elemente rješenja. Ovdje bitno utječe da li je novo rješenje unutar postojećih gabarita ili je veće. Također je bitno utvrditi namjenu površine na kojoj se nalazi raskrižje, da li je na javnoj ili privatnoj površini i slično. Uz sve navedeno treba provjeriti i da li u blizini postoji npr. povijesna građevina ili ulazi u okolne objekte i slično [1].

Prometni kriterij analizira prometno opterećenje raskrižja te izbor raskrižja ovisi samo o njemu. Tu je potrebno analizirati prometno opterećenje po svakom privozu, te na osnovu međusobnog omjera opterećenja između privoza odabrati najpovoljnije rješenje [1].

Za projektno-tehnički kriterij potrebno je provesti analizu provoznosti. U ovom diplomskom radu za analizu provoznosti koristio se računalni program AutoTURN Pro 11. Ovdje je potrebno utvrditi da li odabrani geometrijski elementi zadovoljavaju provoznost za odabrano mjerodavno vozilo. Osim provoznosti odabir raskrižja prema ovom kriteriju ovisi i o broju privoza i obliku raskrižja gdje je potrebno uzeti u obzir i visinske elemente privoza [1].

Kriterij prometne sigurnosti osigurava da novo raskrižje bude sigurno za sve sudionike u prometu. Tu je potrebno analizirati da li su se dogodile prometne nezgode u proteklih 5 godina, te ako jesu potrebno je definirati vrstu nezgode (frontalni sudar vozila, sudar vozila i pješaka...). Ovaj kriterij potrebno je provjeriti uvijek, neovisno da li se radi o rekonstrukciji ili novogradnji. Posebnu pažnju treba obratiti na sigurnost pješaka, biciklista i invalida [1].

Kriterij propusne moći analizira propusnu moć i razinu uslužnosti raskrižja. Prilikom ove analize potrebno je uzeti u obzir predviđena prometna opterećenja na

kraju planskog razdoblja. Proračun propusne moći raskrižja temelji se na vršnom satnom opterećenju koje je izraženo u postotku ukupnog dnevnog prometnog opterećenja. Ovim kriterijem potrebno je utvrditi da li će promatrano raskrižje zadovoljavati prometne potrebe na kraju planskog razdoblja [1].

Okolišni kriterij provjerava na koji način raskrižje utječe na okoliš, odnosno da li rješenje raskrižja unaprjeđuje okoliš u užoj i široj zoni raskrižja. Uglavnom se provjerava da li se nekim rješenjem povećava ili smanjuje količine zelene površine unutar i izvan zone raskrižja [1].

Ekonomskim kriterijem analizira se isplativost izvedbe nekog rješenja raskrižja. Ovdje ključnu ulogu imaju troškovi izvedbe i održavanja [1].

Za odabir optimalnog tipa raskrižja moguća je razrada pod-kriterija za pojedine kriterije ovisno o specifičnosti problema koji se rješava, lokaciji raskrižja ili drugih uvjeta. Stoga je kriterije iz smjernica moguće primijeniti na svim vrstama raskrižja, ne samo na kružnim raskrižjima. Vrednovanje pogodnosti tipa raskrižja provodi se analizom više varijanti rješenja raskrižja, gdje se te varijante bodovno ocjenjuju prema prethodno definiranim kriterijima. Kružno raskrižje je prihvatljivo ako je pozitivno ocijenjeno u odnosu na ostala rješenja kroz što više kriterija [1].

3. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA

Analiza postojećeg stanja za svako raskrižje obuhvatiti će:

- opis raskrižja
- analizu geometrijskih elemenata
- analizu organizacije prometa na raskrižju
- analizu pješačkog i biciklističkog prometa
- analizu konfliktnih točaka
- analizu prometnog opterećenja
- analizu preglednosti i
- analizu brzina u zoni raskrižja.

3.1. Raskrižje Ulica Županije Somogy, Anke Butorac i Ive Lole Ribara

Raskrižje, u daljnjem tekstu raskrižje 1, se nalazi na križanju Ulica Županije Somogy, Anke Butorac i Ive Lola Ribara. Smješteno je nedaleko od centra grada Poreča, južno, na rubnoj zoni urbanog područja. Na slici 5 označen je položaj raskrižja u odnosu na okolni sadržaj i grad Poreč koji se nalazi sjeverno od promatrane lokacije.

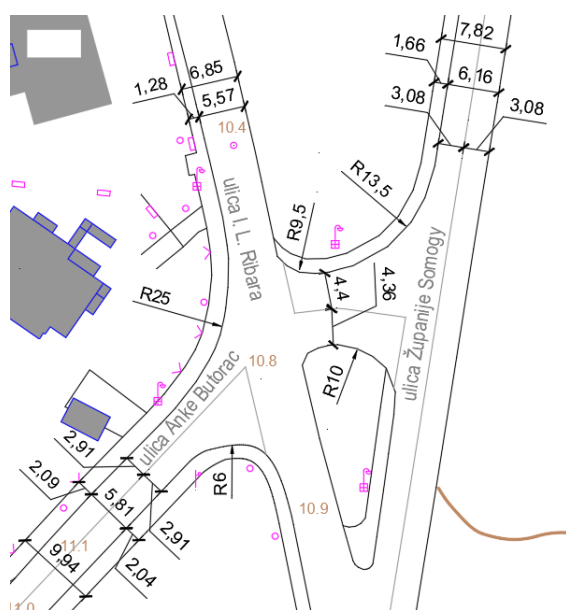


Slika 5. Lokacija raskrižja 1

Postojeće raskrižje je četverokrako raskrižje u razini, gdje je Ulica Ive Lola Ribara jednosmjerna, a ostale ulice su dvosmjerne. „Urbanističkim planom uređenja stambenog naselja Poreč – JUG(UPU-24)“ [2] Ulica Županije Somogy definirana je kao glavna sabirna prometnica, dok su ostale ulice definirane kao ostale prometnice. Na raskrižju, u užoj i široj zoni, zasađena su drveća i ima mnogo zelenih površina. Stoga je prilikom izrade novih rješenje bilo potrebno obratiti pozornost na utjecaj novih rješenja na okoliš.

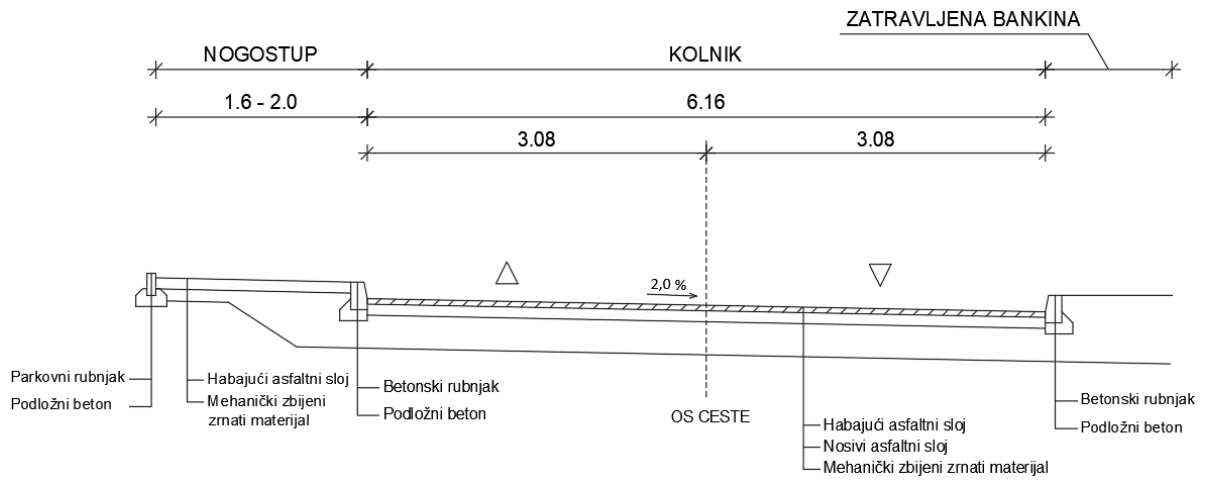
3.1.1. Geometrijski elementi raskrižja

Širina glavnog prometnog pravca je 6,16m s poprečnim padom oko 2%. Sporedni pravac, Ulica Anke Butorac, na kojem se odvija dvosmjernan promet ima širinu od 5,8m i poprečni pad oko 1%. Ulica Ive Lole Ribara ima širinu 5,6m i poprečni pad 1%. Na slici 6 prikazana je situacija postojećeg raskrižja gdje se vide širine prometnica i korišteni radijusi zaobljenja. Sva zaobljenja na raskrižju izvedena su kružnim krivinama, a na slici se vidi da je na sporednom pravcu za uključenje na glavni pravac korišten minimalni radijus zaobljenja $R=6m$. Zaobljenje iz Ulice Ive Lola Ribara u Ulicu Anke Butorac je $R=25m$. Zaobljenja iz glavnog na sporedni pravac izvedena su korištenjem radijusa $R=10m$ na središnjem otoku, i $R=13,5m$. Na slici se može vidjeti i da je kut između Ulica Ive Lola Ribara i Županije Somogy dosta nepovoljan.

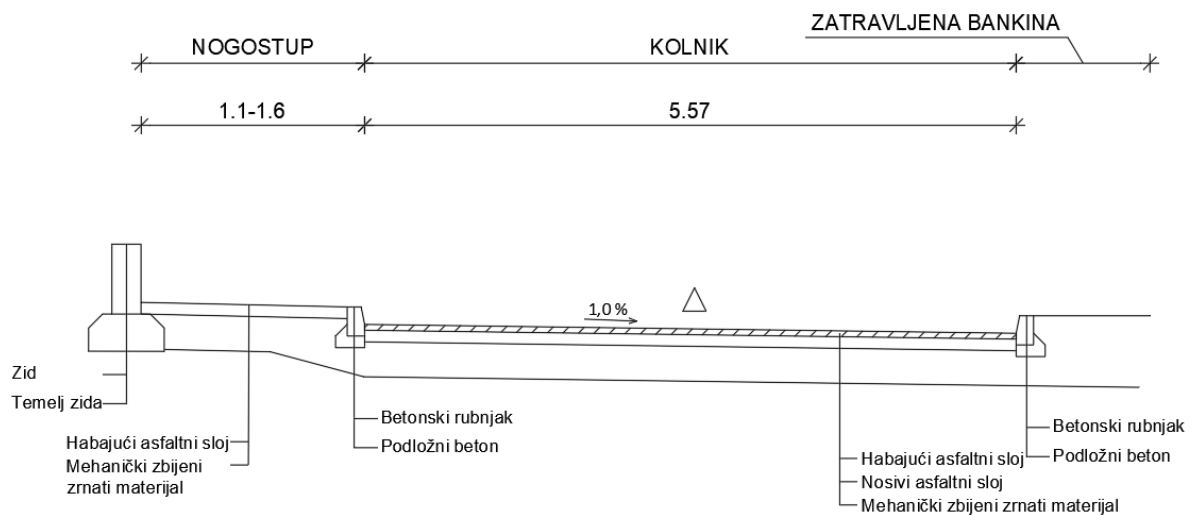


Slika 6. Situacija raskrižja 1

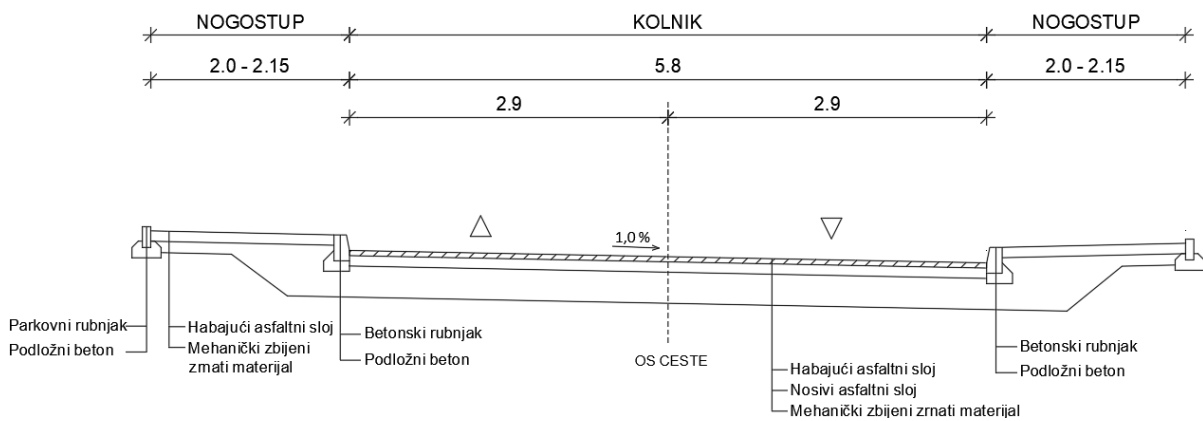
Na slikama 7, 8 i 9 prikazani su poprečni presjeci prometnih pravaca s dimenzijama.



Slika 7. Poprečni presjek Ulice Županije Somogy



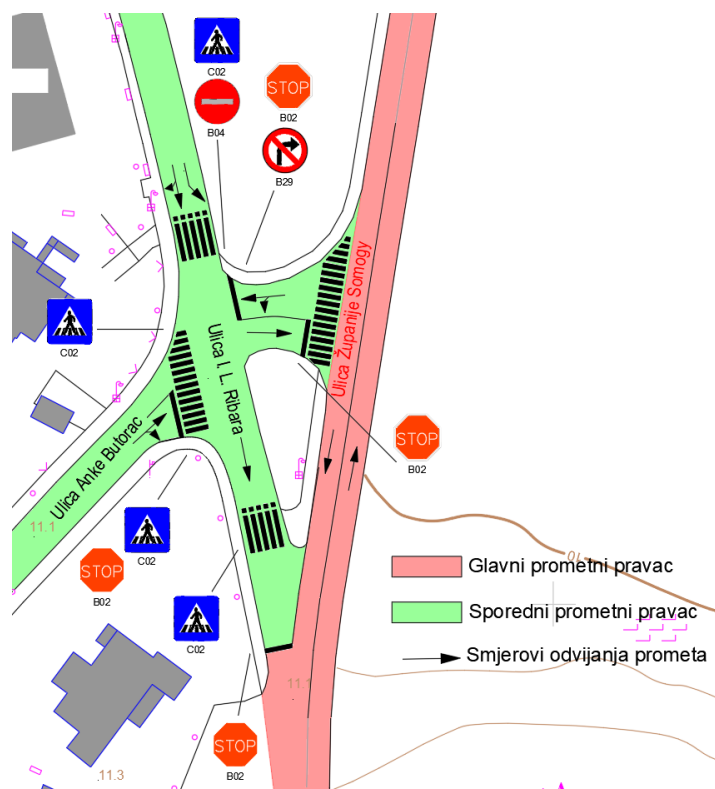
Slika 8. Poprečni presjek Ulice Ive Lola Ribara



Slika 9. Poprečni presjek Ulice Anke Butorac

3.1.2. Organizacija prometa na raskrižju

Glavni prometni pravac, prikazan na slici 10, čini Ulica Županije Somogy, a ostale ulice čine sporedne prometne pravce. Grafički prikaz organizacije prometa prikazan je na slici 10.

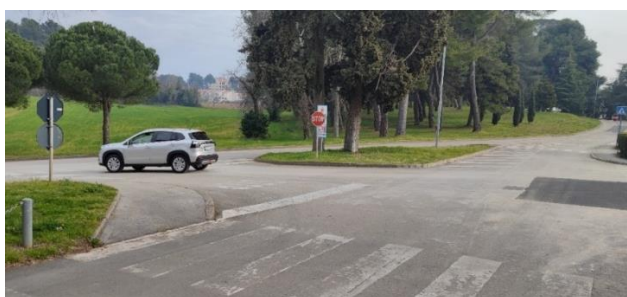


Slika 10. Organizacija prometa i prometni pravci raskrižja 1

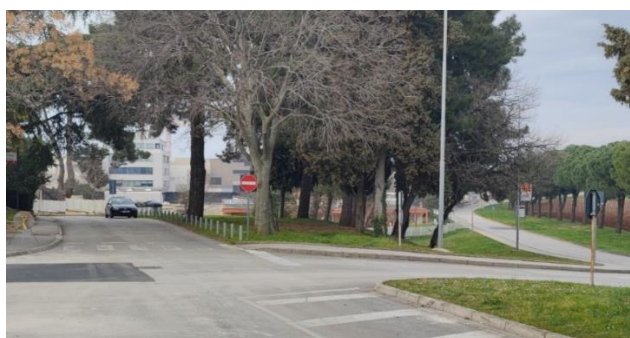
Iako, tlocrtno gledano, raskrižje zbog središnjeg otoka djeluje slično kružnom raskrižju, ono tako ne funkcioniра. Glavni pravac ima neprekinuti prometni tok, dok je promet na sporednim pravcima reguliran obaveznom zaustavljanjem pri uključivanju na glavni prometni pravac. Postojeća vertikalna i horizontalna signalizacija kojom su regulirani prometni tokovi jasna je i dobro vidljiva. Spomenuta regulacija prometa prikazana je na slijedećoj stranici na slikama 11, 12 i 13 gdje se vidi postavljena vertikalna signalizacija.



Slika 11. Organizacija prometa raskrižja 1 - pogled iz Ul. Županije Somogy



Slika 12. Organizacija prometa raskrižja 1 - pogled iz Ul. Ive Lola Ribara



Slika 13. Organizacija prometa raskrižja 1 – pogled prema Ul. Ive Lola Ribara

Na slici 14 prikazan je jednosmjernan privoz na kojem su odvojeni lijevi i desni skretači posebnom trakom za skretanje.



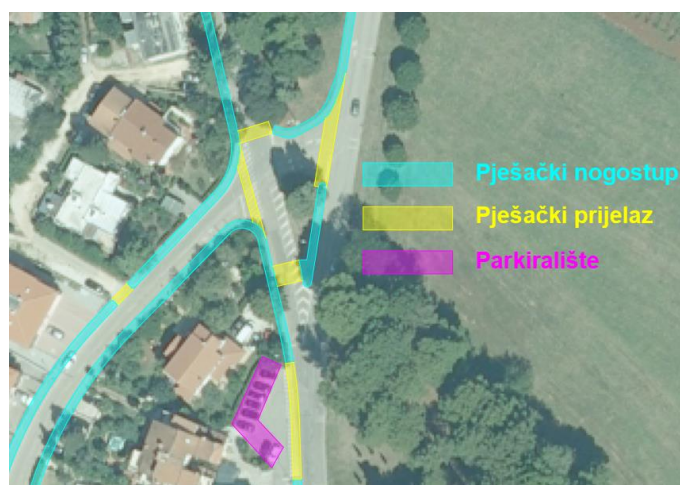
Slika 14. Prikaz jednosmjernog privoza s odvojenim lijevim i desnim skretačima

Prema postojećoj geometriji raskrižja i signalizaciji, vozila na glavnom pravcu iz južnog smjera mogu se polukružno okretati u raskrižju. S obzirom na oblik raskrižja i mogućnost polukružnog okretanja trenutno raskrižje može biti dosta zbunjujuće za vozače. Uz to problem predstavlja i križanje lijevih skretača s Ulice Anke Butorac i desnih skretača Ulice Ive Lola Ribara prilikom uključivanja na glavnu prometnicu.

3.1.3. Pješački i biciklistički promet

Pješački promet na promatranom raskrižju odvija se nogostupom. Na glavnom prometnom pravcu nema pješačkih prijelaza, međutim oni su smješteni na svim ostalim privozima unutar zone raskrižja. Nogostup kojim se kreću pješaci nalazi se s obje strane Ulice Anke Butorac dok je na Ulici Županije Somogy i Ive Lola Ribara smješten samo s jedne strane. Postojeći pješački nogostupi široki su od 1,1 do 2,15m. Prostornim planom definirane su minimalne širine nogostupa od 1,5m na ulicama Anke Butorac i Ive Lola Ribara, te 2m na Ulici Županije Somogy. Minimalne širine na svim ulicama na pojedinim mjestima nisu zadovoljene. Unutar promatrane zone nema izvedene biciklističke infrastrukture, međutim, s obzirom na prostor nju je moguće predvidjeti uz glavni prometni pravac.

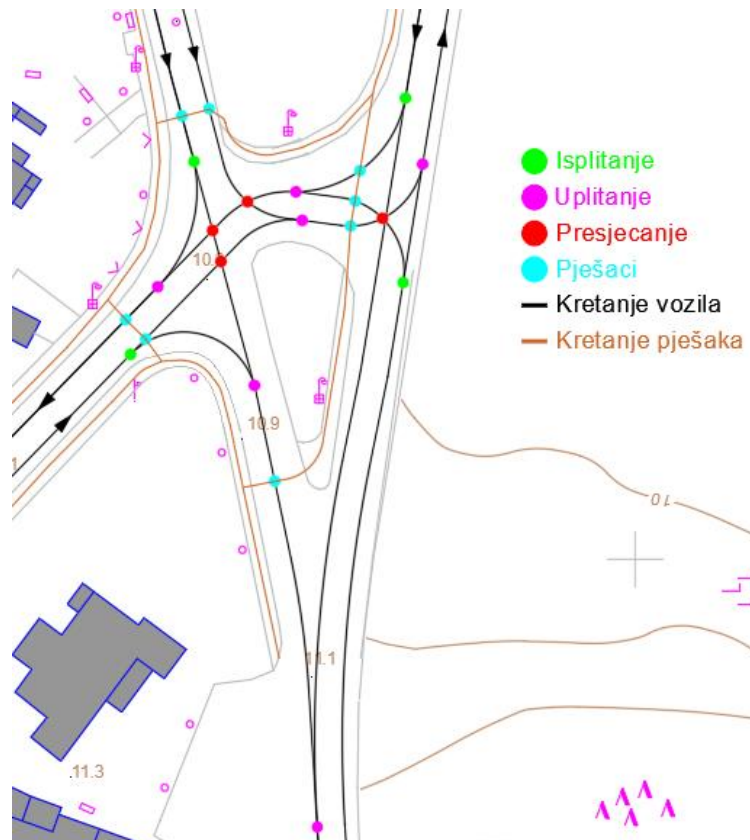
Na slici 15 prikazana je postojeća pješačka infrastruktura s označenim pozicijama pješačkih prijelaza. Unutar zone raskrižja nema izvedenih autobusnih stanica. Na Ulici Ive Lola Ribara, neposredno prije početka zone raskrižja završava zona parkiranja, a na Ulici Županije Somogy, južnije od raskrižja, nalazi se manje parkiralište.



Slika 15. Pješačka infrastruktura raskrižja 1

3.1.4. Konfliktne točke

Potencijalne konfliktne točke prikazane su na slici 16. Unutar zone raskrižja ukupno su 22 konfliktne točke. Osam je konfliktnih točaka između pješaka i vozila te 14 konfliktnih točaka između vozila. Na slici se može uočiti tri vrste konfliktnih točaka koje se javljaju na promatranom raskrižju, 4 točke presijecanja, 6 je točaka uplitanja i 4 točaka isplitanja.



Slika 16. Prikaz konfliktnih točaka raskrižja 1

Prema slici 16 može se uočiti kako konfliktne točke nisu koncentrirane na jednom djelu raskrižja već su one raspoređene gotovo po cijeloj zoni raskrižja. To čini raskrižje manje sigurnim za motorizirane i nemotorizirane sudionike.

3.1.5. Analiza preglednosti raskrižja 1

Za provjeru preglednosti na raskrižju korištene su hrvatske norme HRN U.C.050 [6]. Raskrižje se nalazi na relativno ravnom djelu terena te nema uočenih prepreka koje bi znatno ograničavale preglednost osim zasađenih drveća. Obilaskom raskrižja utvrđeno je kako drveće ne utječe znatno na preglednost pa provjera nije provedena na ulicama Županije Somogy i Ive Lole Ribara. Preglednost je provjerena samo na Ulici Anke Butorac zbog okolnog zelenog raslinja kako bi se utvrdilo da li ono ograničava vozila pri uključivanju na glavni prometni pravac.

Provjera preglednosti napravljena je prema proračunu za raskrižje s obaveznim zaustavljanjem pri uključivanju u promet [6]. Potrebna preglednost proračunata je prema izrazu iz normi:

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

gdje je:

- v_g – brzina na glavnom pravcu, u ovom slučaju $v_g = 30 \text{ km/h}$
- t_s – vrijeme prolaska sporednog vozila kroz raskrižje koje ovisi o parametrima u nastavku
- t_r – vrijeme reagiranja, za ovaj slučaj usvojeno vrijeme reagiranja je $t_r = 1,5 \text{ s}$
- D – duljina prolaska sporednog vozila kroz promatrano raskrižje; $D = L_v + L_k$, gdje je L_v duljina vozila (usvojena duljina za ovaj slučaj je $5,5 \text{ m}$) i L_k duljina prolaska kroz raskrižje (mjeri se na terenu/podlozi)
- a_s – ubrzanje vozila, za ovaj slučaj usvojeno ubrzanje iznosi $a_s = 1,5 \text{ m/s}^2$

Proračun je prema normama potrebno provesti posebno za skretanje u desno i za skretanje u lijevo. Važno je napomenuti da brzinu u proračun treba uvrstiti u m/s . Spomenuta veličina L_k izmjerena je na podlozi i ima dvije vrijednosti ovisno o desnom ili lijevom skretanju. S obzirom da je Ulica Ive Lola Ribara jednosmjerna, za ovaj slučaj vrijednost L_k jednaka je za desno i lijevo skretanje i iznosi $L_k = 8 \text{ m}$.

Prema izrazu (1) preglednost za desno i lijevo skretanje na raskrižju 1 iznosi:

$$P_g = v_g * t_s = \frac{30}{3,6} * \left(1,5 + \sqrt{\frac{2 * (5,5 + 8)}{1,5}} \right) = 47,855 \text{ m} \approx \mathbf{48 \text{ m}}$$

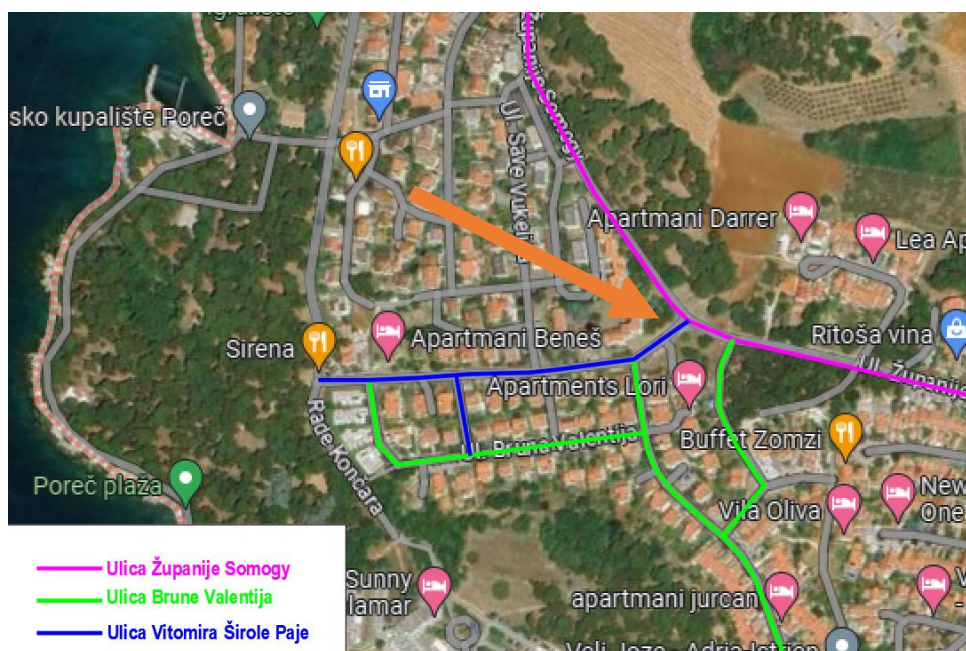
Na slici 17 označena je navedena preglednost i utvrđeno je da je preglednost zadovoljena. To znači da okolno zeleno raslinje ne ometa promet i nema zapreka na visini oka vozača unutar označenog trokuta preglednosti.



Slika 17. Provjera preglednosti na Ulici Anke Butorac

3.2. Raskrižje Ulica Županije Somogy, Vitomira Širole Paje i Brune Valentija

Raskrižje Ulica Županije Somogy, Brune Valentija i Vitomira Širole Paje, u daljnjem tekstu raskrižje 2, smješteno je južnije od raskrižja 1, također na rubnoj zoni urbanog područja Grada Poreča. Na slici 18 označen je položaj promatranog raskrižja u odnosu na okolni sadržaj i grad Poreč koji se nalazi sjeverno.

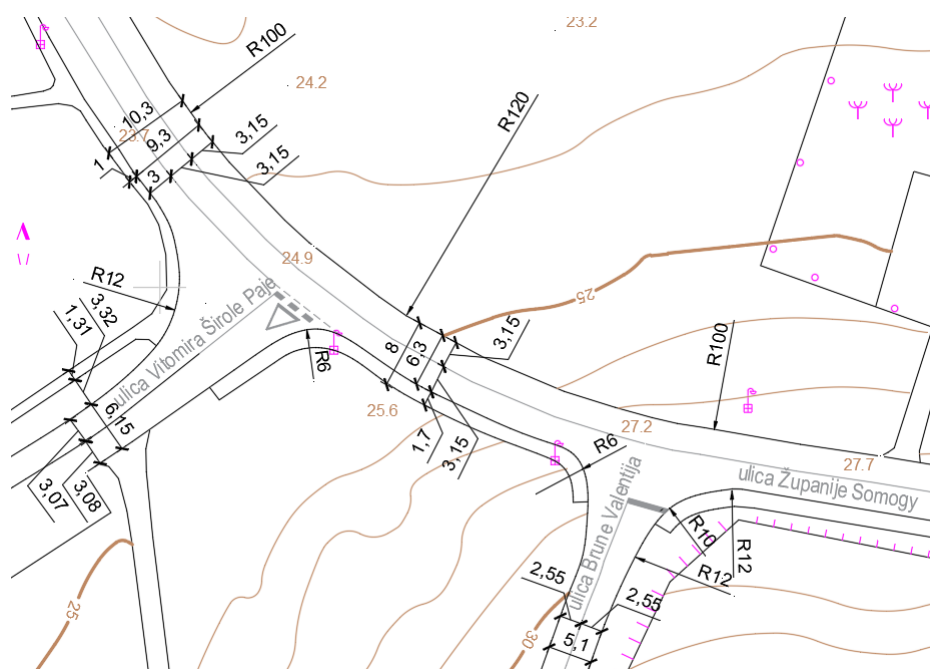


Slika 18. Lokacija raskrižja 2

Promatrano raskrižje čine dva trokraka raskrižja na kojima su svi privozi dvosmjerni. Glavni smjer raskrižja je Ulica Županije Somogy te je „Urbanističkim planom uređenja stambenog naselja Poreč – JUG(UPU-24)“ [2] ona definirana kao glavna sabirna prometnica. Ostale prometnice u zoni raskrižja definirane su kao ostale prometnice.

3.2.1. Geometrijski elementi raskrižja

Širina glavnog prometnog pravca je 6,3m s poprečnim padom oko 2%. Sporedni pravac, Ulica Vitomira Širole Paje, ima širinu 6,15m. Ulica Brune Valentija široka je 5,1m. Poprečni pad na sporednim ulicama je nepoznat. Iz situacije prikazane na slici 19 može se vidjeti da su za formiranje raskrižja korištene kružne krivine s tri različita radijusa zaobljenja za uključivanje i isključivanje s glavnog pravca. Za zaobljenje su korišteni radijusi $R=6m$, $R=10m$ i $R=12m$.

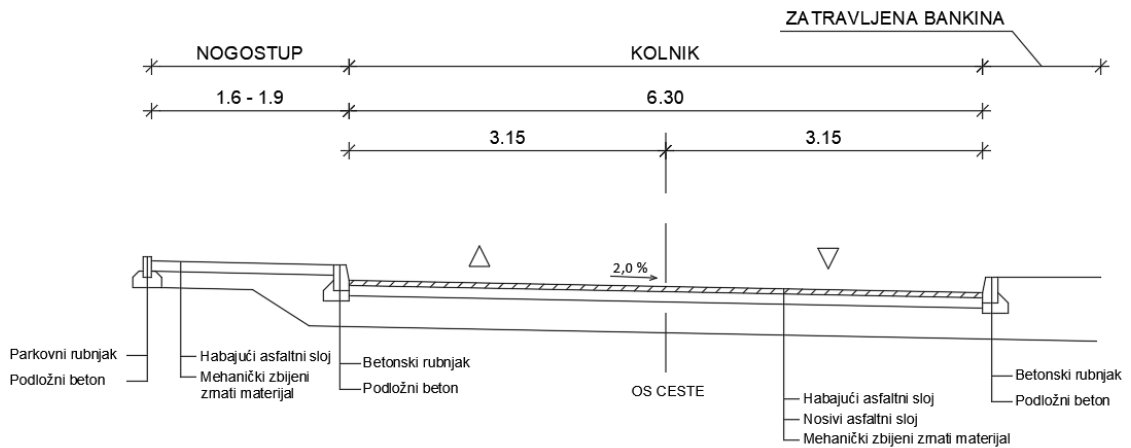


Slika 19. Situacija raskrižja 2

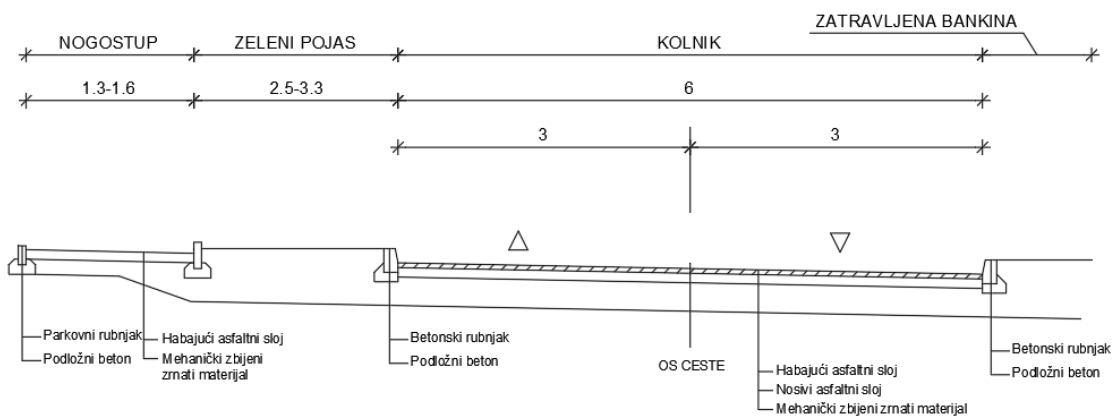
Na Ulici Vitomira Širole Paje korišten je minimalni radijus zaobljenja $R=6m$ za uključivanje na glavni pravac. Isključenje s glavnog pravca izvedeno je posebnom trakom za desne skretače i korištenjem radijusa $R=12m$. Zaobljenje iz glavnog pravca u Ulicu Brune Valentija izvedeno je minimalnim radijusom $R=6m$, a uključivanje iz iste ulice na

glavni pravac izvedeno je zaobljenjem s dva različita radijusa $R=10m$ i $R=12m$. Promatrana raskrižja nalaze se u horizontalnoj krivini promjenjivog radijusa zaobljenja, od $R=100m$ do $R=120m$.

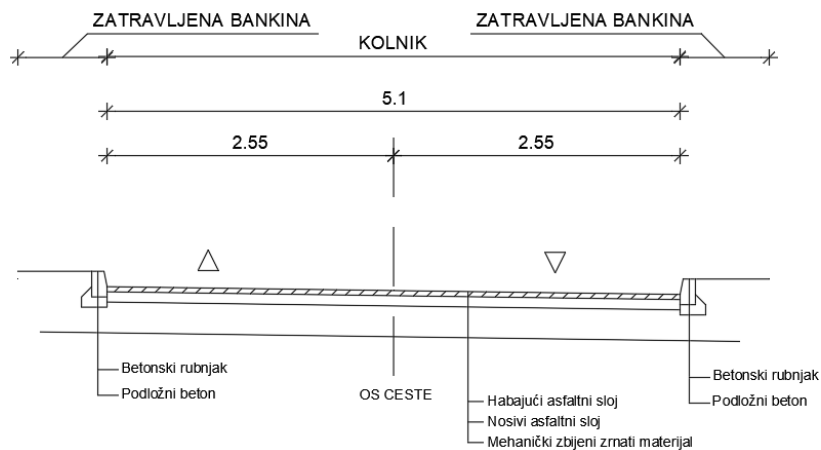
Na slikama 20, 21 i 22 prikazan je poprečni presjek glavnog i sporednih pravaca.



Slika 20. Poprečni presjek Ulice Županije Somogy



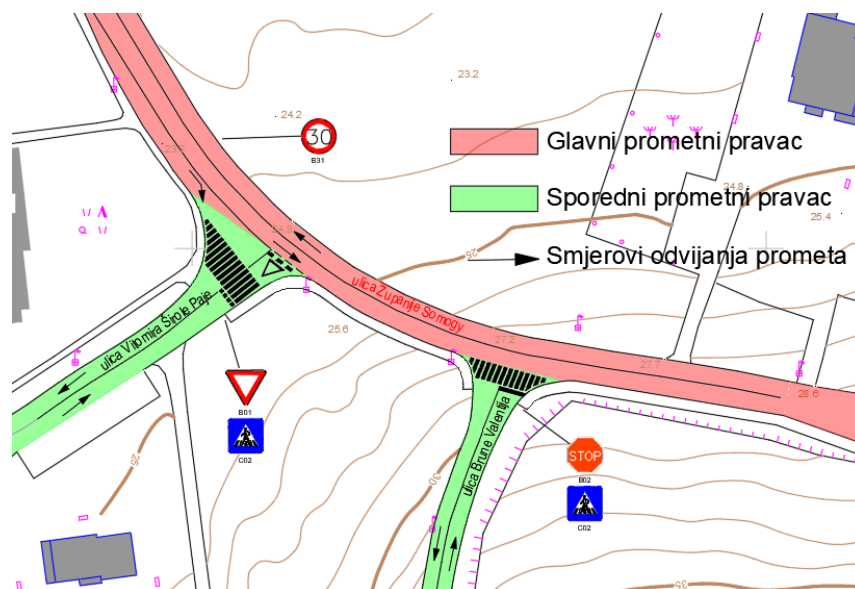
Slika 21. Poprečni presjek Ulice Vitomira Širole Paje



Slika 22. Poprečni presjek Ulice Bruna Valentija

3.2.2. Organizacija prometa na raskrižju

Glavni prometni pravac, prikazan na slici 23, čini Ulica Županije Somogy, a ostale ulice čine sporedne prometne pravce. Na slici 23 nalazi se i grafički prikaz organizacije prometa raskrižja.



Slika 23. Organizacija prometa i prometni pravci raskrižja 1

Svi prometni pravci su dvosmjerni. Glavni pravac ima neprekinuti prometni tok s posebno izvedenom trakom za desne skretače. Promet na Ulici Vitomira Širole Paje reguliran je prometnim znakom „raskrižje s cestom s prednošću prolaska“ što znači da se vozila koja se uključuju na glavni pravac moraju zaustaviti samo ako se na glavnom pravcu kreće vozilo. Na Ulici Brune Valentija promet je reguliran obaveznim zaustavljanjem pri uključivanju na glavni pravac. Postojeća vertikalna i horizontalna signalizacija kojom su regulirani prometni tokovi jasna je i dobro vidljiva. Prometna signalizacija prikazana je na slici 24 i 25 na slijedećoj stranici.



Slika 24. Organizacija prometa raskrižja 2 - pogled iz Ulice Vitomira Širole Paje



Slika 25. Organizacija prometa raskrižja 2 – pogled iz Ulice Bruna Valentija

Na dva promatrana trokraka raskrižja evidentirana su dva problema. Na glavnom prometnom pravcu vozila se učestalo kreću brzinom većom od dozvoljene. Ovaj problem detaljnije je prikazan u poglavlju Prometno opterećenje i brzine u zoni raskrižja. Osim toga, na Ulici Brune Valentija postoji problem preglednosti koji je detaljnije opisan u potpoglavlju Analiza preglednosti raskrižja 2.

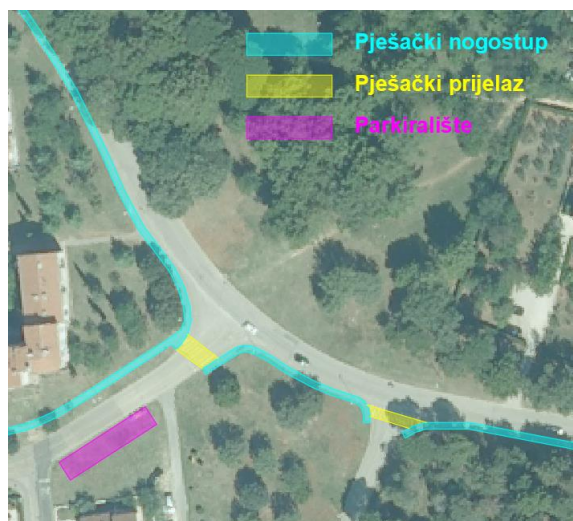
Unutar zone raskrižja nema izvedenih autobusnih stanica. Na Ulici Vitomira Širole Paje, neposredno prije ulaska u zonu raskrižja, s desne strane, smješteno je manje parkiralište.

3.2.3. Pješački i biciklistički promet

Pješački promet na promatranom raskrižju odvija se nogostupom. Na glavnom prometnom pravcu nema pješačkih prijelaza. Pješački prijelazi su smješteni na svim ostalim privozima unutar zone raskrižja. Nogostup kojim se kreću pješaci nalazi se samo s jedne strane Ulica Vitomira Širole Paje i Županije Somogy. Između nogostupa i kolnika na Ulici Vitomira Širole Paje nalazi se zeleni pojas. Na Ulici Brune Valentija nema izvedenog pješačkog nogostupa kojim se pješaci mogu kretati. Kao i na raskrižju 1, ni ovdje nema izvedene biciklističke infrastrukture, međutim, s obzirom na prostor nju je moguće predvidjeti.

Na slici 26, na slijedećoj stranici, prikazana je postojeća pješačka infrastruktura s pozicijama pješačkih prijelaza. Postojeći pješački nogostupi široki su od 1,6 do 1,9m. Nogostup na ulicama Vitomira Širole Paje i Bruna Valentija zadovoljava minimalnu

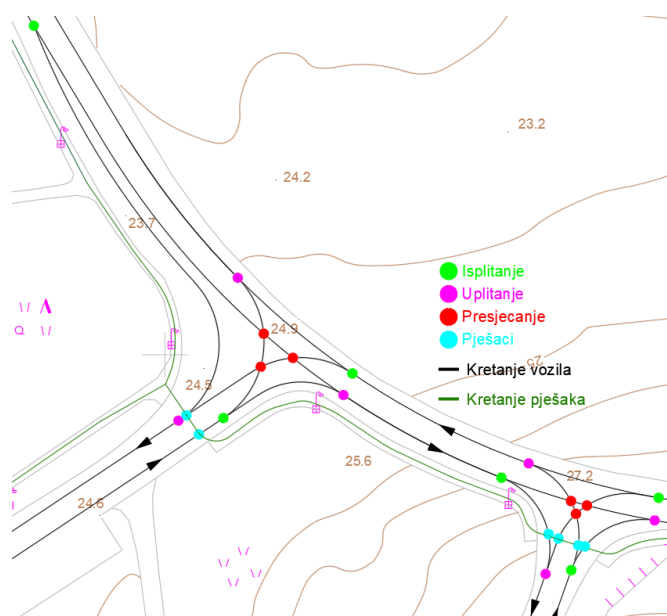
širinu od 1,5 m propisanu prostornim planom, međutim širina od 2m na Ulici Županije Somogy nije osigurana.



Slika 26. Pješačka infrastruktura raskrižja 2

3.2.4. Konfliktne točke

Na dva trokraka raskrižja ukupno su 24 konfliktne točke koje su prikazane na slici 27. Vidi se da je na lijevom raskrižju 11, a na desnom raskrižju 13 konfliktnih točaka.



Slika 27. Prikaz konfliktnih točaka raskrižja 2

Ukupno su četiri vrste konfliktnih točaka. 6 je točaka isplitanja, 6 uplitanja, 6 presijecanja i 6 konfliktnih točaka između vozila i pješaka. Iz prikazane situacije vidi se da su konfliktne točke koncentrirane uglavnom u središnjem dijelu promatranih raskrižja.

3.2.5. Analiza preglednosti raskrižja 2

Kao i na raskrižju 1, i ovdje su za provjeru preglednosti korištene hrvatske norme HRN U.C.050. [6]. Raskrižje se nalazi na djelu terena s blagim padom. Obilaskom raskrižja utvrđeno je da nema uočenih prepreka koje bi znatno ograničavale preglednost na ulicama Županije Somogy i Vitomira Širole Paje. Preglednost je provjerena samo na Ulici Brune Valentija zbog pokosa na desnoj strani ulice prikazanog na slici 28.



Slika 28. Prikaz pokosa koji ograničava preglednost

Provjera preglednosti napravljena je prema proračunu za raskrižje s obaveznom zaustavljanjem pri uključivanju u promet [6]. Na slici 29, na sljedećoj strani, označene su vrijednosti L_k potrebne za proračun preglednosti u nastavku. Izmjerene duljine L_k iznose:

$$L_{k,desno} = 9,57\text{m}$$

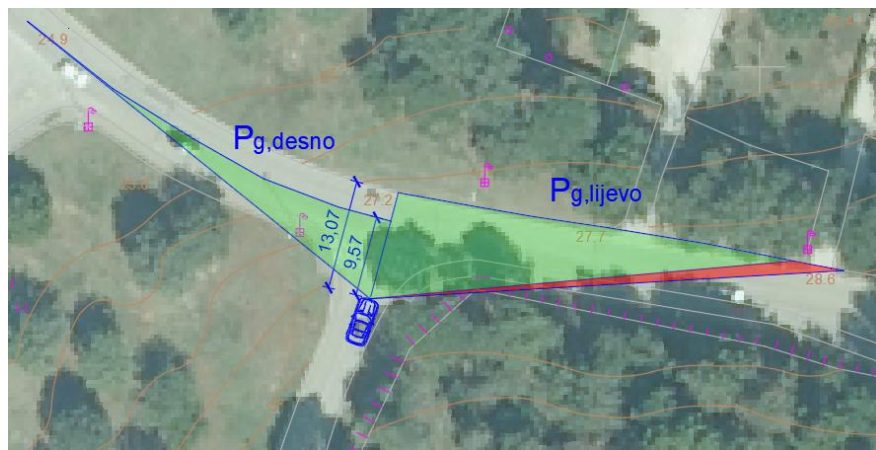
$$L_{k,lijevo} = 13,07\text{m}$$

Potrebna preglednost proračunata je prema istim usvojenim vrijednostima kao i na raskrižju 1 samo s prilagođenim vrijednostima L_k za promatranu situaciju. Preglednost je izračunata prema izrazu (1) i iznosi:

$$P_{g,desno} = v_g * t_s = \frac{30}{3,6} * \left(1,5 + \sqrt{\frac{2*(5,5+9,57)}{1,5}} \right) = 49,85 \text{ m} \approx \mathbf{50\text{m}}$$

$$P_{g,lijevo} = v_g * t_s = \frac{30}{3,6} * \left(1,5 + \sqrt{\frac{2*(5,5+13,07)}{1,5}} \right) = 53,96 \text{ m} \approx \mathbf{54\text{m}}$$

Na slici 29 označena je potrebna preglednost gdje je vidljivo da je preglednost za skretanje u desno osigurana, međutim spomenuti pokos na desnoj strani ulice skraćuje potrebnu preglednost za lijevo skretanje. Na slici je zelenom bojom označena osigurana preglednost, a crvenom bojom dio preglednosti koji nedostaje. Osim navedenog pokosa nema drugih uočenih prepreka koje ograničavaju preglednost promatranog privoza.



Slika 29. Provjera preglednosti raskrižja 2

3.3. Prometno opterećenje i brzine u zoni raskrižja

U ovom djelu poglavlja analizirano je prometno opterećenje na oba promatrana raskrižja, zajedno s brzinama u zoni raskrižja.

Podaci o prometnom opterećenju i operativnim brzinama u zoni raskrižja preuzeti su iz „Prometne studije zone posebne namjene – Ulica Ive Lola Ribara sa priključcima Grad Poreč – Parenzo“ [3]. Podaci iz studije prikupljeni su tijekom listopada i studenog 2022. godine.

Na slici 30 prikazane su 4 lokacije i smjerovi na kojima su prikupljeni podaci:

- Lokacija 1 – na Ulici Županije Somogy, prije križanja s Ulicom Ive Lola Ribara
- Lokacija 2 – na Ulici Ive Lola Ribara prije križanja s Ulicom Anke Butorac
- Lokacija 3 - na Ulici Županije Somogy južno od promatranog raskrižja
- Lokacija 4 - na Ulici Županije Somogy nakon križanja s Ulicom Bruna Valentija



Slika 30. Lokacije mjerenja prometa [3]

Na lokacijama 1,2 i 4 provedeno je kontinuirano mjerenje podataka kroz 24 sata, a na lokaciji 3 mjerenje je trajalo 20 sati na dan, na način da su uključeni jutarnji vršni sati, od 8 do 9 sati [3].

Podaci o 24-satnom opterećenju mjereni su tijekom radnog tjedna i oni predstavljaju relativno prometno opterećenje. U tablici 1 prikazano je 24-satno opterećenje te na temelju njega procijenjeno 24-satno sezonsko opterećenje. Procijenjeno je uvećanje prometa za 40% tijekom turističke sezone [3].

Tablica 1. Podaci o prometnom opterećenju [3]

		Lokacija 1		Lokacija 2	Lokacija 3		Lokacija 4	
		Smjer 1	Smjer 2	Smjer 1	Smjer 1	Smjer 2	Smjer 1	Smjer 2
Izvan sezone	24-satno opterećenje [voz/dan]	1054	1857	772	662	605	977	1291
	Vršni sat [voz/dan]	84	182	65	80	92	59	96
Procjena sezonskog opterećenja	24-satno opterećenje [voz/dan]	1480	2600	1100	1300	1500	1400	1800

Osim prometnog opterećenja, studijom je analizirana i operativna brzina u zoni raskrižja. Operativna brzina (u daljnjem tekstu v85) temelji se na brzini kojom se kreće 85% vozila na promatranom presjeku prometnice i mjerodavna je prilikom procjene prometne sigurnosti. Promatrano raskrižje nalazi se u zoni ograničenja brzine od 30 km/h, pa je studijom analiziran udio vozila koji se je kretao većom brzinom od dozvoljene unutar 24-satnog promatranja. U tablici 2 može se vidjeti prikaz brzine v85 te udio prekoračenja brzine. Vidi se da se vozila kroz cijeli dan, bez obzira na vršno opterećenje, kreću brzinom iznad dozvoljene [3].

Tablica 2. Podaci o brzinama [3]

	Lokacija 1		Lokacija 2	Lokacija 3		Lokacija 4	
	Smjer 1	Smjer 2	Smjer 1	Smjer 1	Smjer 2	Smjer 1	Smjer 2
v85 - za 24-satno prometno opterećenje	60	58	38	57	54	63	67
Udio prekoračenja dozvoljene brzine (30km/h) u 24-satnom periodu	97.2%	96.8%	41.2%	97.9%	97%	99.3%	98.3%
v85 - za vršno prometno opterećenje	56	59	38	57	56	66	63
Udio prekoračenja dozvoljene brzine (30km/h) u vršnom satu	97.6%	98.9%	38.5%	100%	96.7%	100%	100%

Prema neslužbenim podacima iz policijske postaje Poreč, na Ulici Županije Somogy je zabilježeno ukupno 22 prometne nesreće u razdoblju od 01.01.2020.godine do 15.11.2022. godine. Od 22 spomenute prometne nesreće, njih 14 je s materijalnom štetom, a 8 s ozlijeđenim osobama. Iako se navedena ulica rasprostire mnogo dalje izvan zona promatranih raskrižja, zbog velikog broja prometnih nesreća u relativno kratkom vremenu, moguće je pretpostaviti da se je određeni broj nesreća dogodio i u zonama raskrižja koji su predmet ovog diplomskog rada.

3.4. Zaključak provedene analize postojećeg stanja

Već su dijelom u analizi navedeni uočeni nedostaci na promatranim raskrižjima, a unutar ovog potpoglavlja oni su sumirani i podijeljeni u dva dijela, za svako raskrižje posebno.

3.4.1. Raskrižje Ulica Županije Somogy, Anke Butorac i Ive Lole Ribara

Na raskrižju 1 glavni nedostatak je prometna sigurnost. Konfliktne točke, njih 22, previše su raširene pa je zona konflikata velika. Kut između Ulice Ive Lola Ribara i Županije Somogy je pre malen, pa iako je osigurana preglednost na način da nema prepreka na raskrižju, vozačima nije jednostavno uključivati se na glavni prometni pravac. Provedenom analizom utvrđeno je da je najveći problem prometne sigurnosti na raskrižju brzina. Glavni prometni pravac ravan je u zoni raskrižja i time omogućava vozačima kretanje brzinom većom od dozvoljene. Više od 95% vozila koja prolaze kroz raskrižje kreće se brzinom većom od 55 km/h. što je za 25 km/h veće od ograničenja. Da na raskrižju postoji problem prometne sigurnosti govore neslužbeni podaci policijske postaje Poreč o prometnim nesrećama. Osim spomenute prometne sigurnosti, prilikom izrade novih rješenja treba obratiti pažnju na visinske razlike privoza na raskrižju. Glavni prometni pravac malo je niži, odnosno kota nivelete je niža od ostalih pa bi nove varijante raskrižja 1 trebale sagledati da li je moguće ukloniti trenutne minimalne visinske razlike.

Na raskrižju postoji pješačka infrastruktura koja se na ulicama Županije Somogy i Ive Lole Ribara nalazi samo s jedne strane, dok je na Ulici Anke Butorac s obje strane. Širina nogostupa je promjenjiva, od 1,1m do 2,15m. Pješačka infrastruktura je zbog toga nedovoljna, jer ne pojedinim mjestima ne zadovoljava minimum od 1,5m propisan prostornim planom.

3.4.2. Raskrižje Ulica Županije Somogy, Vitomira Širole Paje i Brune Valentija

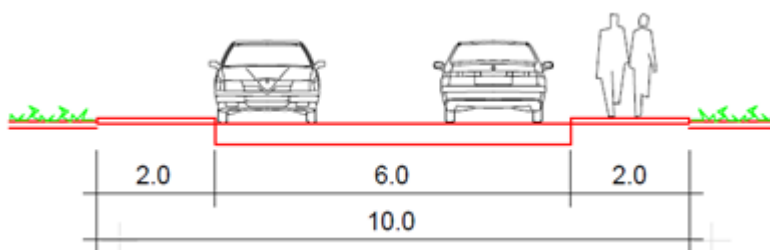
Kao i na raskrižju 1, na raskrižju 2 postoji isti problem prometne sigurnosti zbog konfliktnih točaka i brzinama. Broj konfliktnih točaka ovdje je 24, i malo je veći u odnosu na prvo raskrižje, međutim ovdje je zona konflikata manja. I ovdje se više od 95% vozila kreće brzinom većom od 55 km/h iako je ograničenje 30 km/h. Oba su raskrižja zbog navedenih razloga nesigurna za pješake. Osim brzina, na raskrižju 2 postoji problem preglednosti na Ulici Brune Valentija, gdje se s desne strane ulice nalazi pokos koji ograničava preglednost za lijevo skretanje. Navedeno raskrižje ima izvedenu pješačku infrastrukturu koja se na glavnim i na sporednim prometnicama nalazi samo s jedne strane. Minimalna propisana širina nogostupa od 1,5m osigurana je na sporednim pravcima, a širina od 2m nije osigurana na Ulici Županije Somogy. Zbog dostupnog prostora postoji mogućnost izvedbe nogostupa sa svake strane prometnica u punoj širini, a moguće je i predvidjeti biciklističku infrastrukturu na način da se izvedu biciklističke trake ili staze.

Cilj koji se želi postići rekonstrukcijom raskrižja je povećanje prometne sigurnosti smirivanjem brzina u zoni raskrižja, a zatim osiguranjem potrebne preglednosti i smanjenjem broja konfliktnih točaka. Zbog dostupnog prostora zone raskrižja moguće je unaprijediti i izvedbom novih pješačkih koridora sa svih strana prometnica te izvedbom biciklističke infrastrukture, a treba obratiti pozornost i na okoliš jer je trenutno oko raskrižja mnogo zelene površine i drveća.

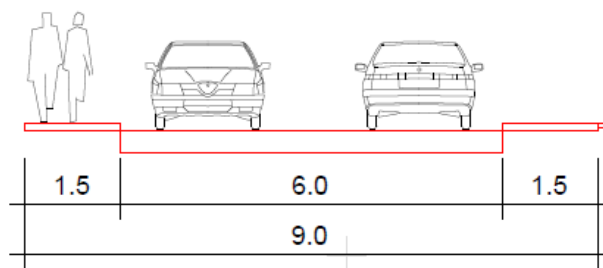
4. PRIJEDLOG NOVIH RJEŠENJA NA LOKACIJI

U ovom poglavlju predloženo je nekoliko varijanti mogućih rješenja promatranih raskrižja s ciljem otklanjanja uočenih problema i unaprjeđenja postojeće situacije. Prilikom izrade prijedloga novih rješenja korištene su upute iz „Urbanističkog plana uređenja stambenog naselja Poreč – JUG(UPU-24)“ [2] te „Smjernica za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama“ [1].

Urbanističkim planom definirane su dimenzije prometnica na promatranim raskrižjima. Planom je predviđeno da širina svih prometnica iznosi 6,0m, te da se sa svake strane prometnice nalazi nogostup. Širine nogostupa definirane su različito, ovisno o vrsti prometnice. Na sabirnoj prometnici predviđena je širina od 2m, a 1,5m na ostalim ulicama [2]. Na slici 31 i 32 prikazane su dimenzije prometnica predviđene urbanističkim planom.



Slika 31. Dimenzije glavne sabirne prometnice [2]

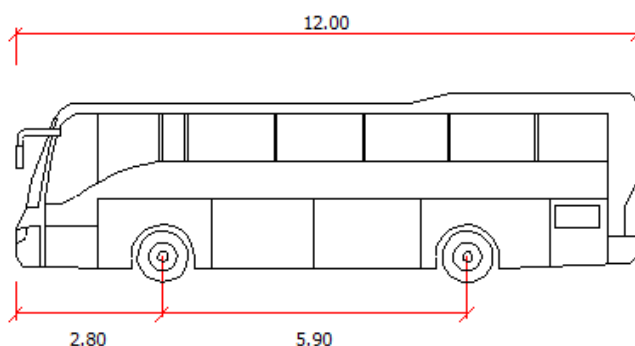


Slika 32. Dimenzije ostalih prometnica [2]

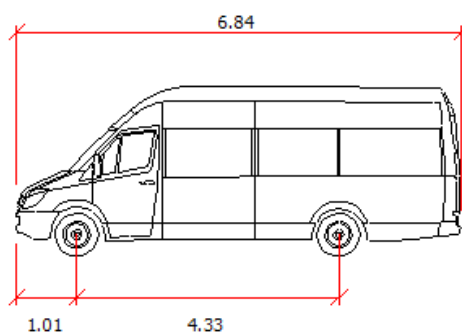
Dimenzije prikazane na slici 32 definirane su za novu dionicu ceste koja se spaja na raskrižje 2, koja trenutno nije izvedena, ali je njena izvedba predviđena prostornim planom. Ostale ulice na raskrižjima definirane su kao ostale prometnice, odnosno kao kolno pješački putevi unutar postojećeg koridora [2]. To znači da dimenzije tih koridora variraju od ulice do ulice, odnosno za promatrana raskrižja u rasponu od 5,1m do 9,5m.

U nastavku su navedena nova rješenja koja su podijeljena u dva potpoglavlja, za svako raskrižje posebno. Sve izrađene varijante prikazane u nastavku imaju širine glavnih prometnica 6,5m, a širine sporednih prometnica su 6m. Širina jednosmjerne Ulice Ive Lole Ribara je 4,5m. Gotovo na svim rješenjima su sa svih strana prometnica predviđeni nogostupi širine 2m kako bi se zadovoljila propisana širina urbanističkim planom. Na pojedinim rješenjima širine su manje, ali je zadovoljena propisana minimalna širina od 1,5m.

Za sva navedena rješenja provedena je provjera provoznosti pomoću računalnog programa AutoTURN Pro 11. Na glavnom prometnom pravcu je cilj osigurati provoznost za mjerodavno vozilo turistički autobus, zbog toga je ovim rješenjima predviđena širina prometnica veća od one propisane prostornim planom. Na ostalim pravcima je odabrano dostavno vozilo kao mjerodavno vozilo za osiguranje provoznosti. Korištena su mjerodavna vozila iz baza podataka FGSV 2020 (DE) navedenog programa i prikazana su na slici 33 i 34.



Slika 33. Mjerodavno vozilo - turistički autobus (FGSV 2020 (DE)) [9]



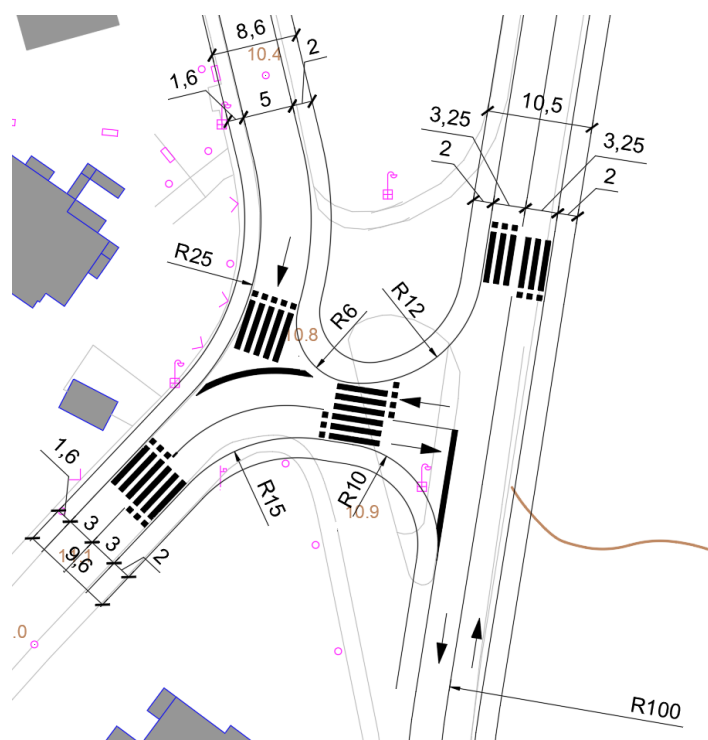
Slika 34. Mjerodavno vozilo – dostavno vozilo (FGSV 2020 (DE)) [9]

4.1. Prijedlog rješenja za rekonstrukciju raskrižja Ulica Županije Somogy, Anke Butorac i Ive Lole Ribara

U ovom potpoglavlju navedena su moguća rješenja raskrižja 1. Sva prikazana rješenja su raskrižja u razini. Nova rješenja uključuju klasično trokrako raskrižje, kružna raskrižja, mini kružna raskrižja te kombinacije trokrakih i mini kružnih raskrižja. Ukupno je napravljeno 7 varijanti rješenja prikazanih u nastavku.

4.1.1. Varijanta 1 - Trokrako raskrižje u razini

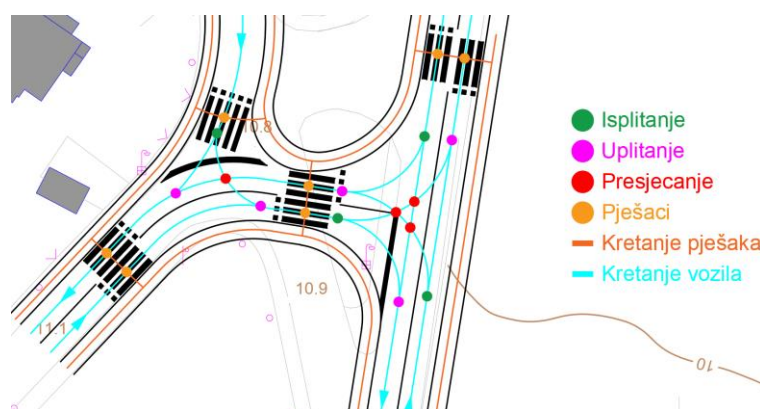
Ovim rješenjem formirana su dva susjedna trokraka raskrižja. Zadržava se postojeći glavni smjer. Predviđena širina prometnih površina na Ulici Županije Somogy je 6,5m, a Anke Butorac je 6m. Na Ulici Ive Lola Ribara zadržan je jednosmjernan privoz sa predviđenom širinom od 5m. Postojeća traka za lijeve skretače se uklanja. Na slici 35 prikazano je rješenje s kotiranim dimenzijama.



Slika 35. Trokrako raskrižje

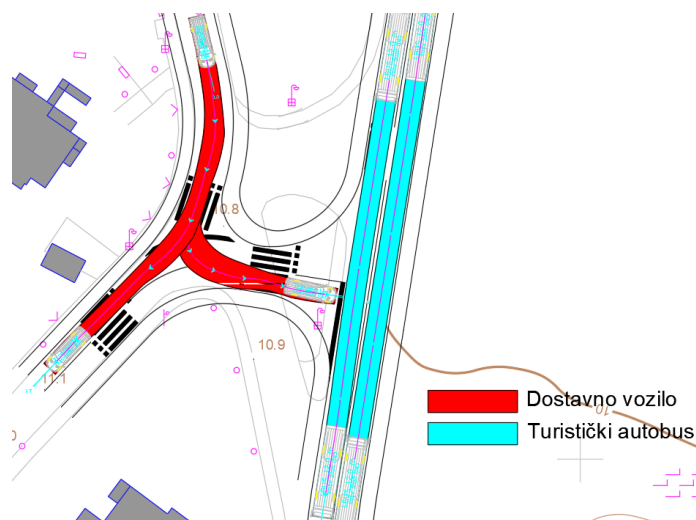
Predviđene dimenzije geometrijskih elementa korištenih za oblikovanje raskrižja veće su od minimalnih. Uključenje na glavni pravac i isključenje s njega

izvedeno je kružnom krivinom radijusa $R=10\text{m}$ i $R=12\text{m}$. Ovim rješenjem uklonjen je nepovoljan kut uključivanja desnih skretača s Ulica Ive Lola Ribara i Anke Butorac. Novim rješenjem kut između glavnog i sporednog pravca iznosi 90 stupnjeva. Na svim pravcima postavljeni su pješački prijelazi širine 5m i predviđeni su nogostupi sa svake strane prometnica u širini od 2,0m. Smanjen je i broj konfliktnih točaka s 22 na 20, te su one koncentrirane u središtu raskrižja, nisu razvučene po cijeloj zoni raskrižja kao na postojećoj situaciji, što doprinosi unaprjeđenju sigurnosti prometa. Konfliktni točke prikazane su na slici 36. Ukupno su 4 točke presijecanja, 5 uplitanja, 4 isplitanja i 7 konfliktnih točaka s pješacima.



Slika 36. Konfliktni točke varijante 1

Provjerom provoznosti utvrđeno je da geometrijski elementi raskrižja zadovoljavaju provoznost turističkog autobusa na glavnom smjeru i dostavnog vozila na ostalim smjerovima. Na slici 37 prikazana je navedena provjera provoznosti.



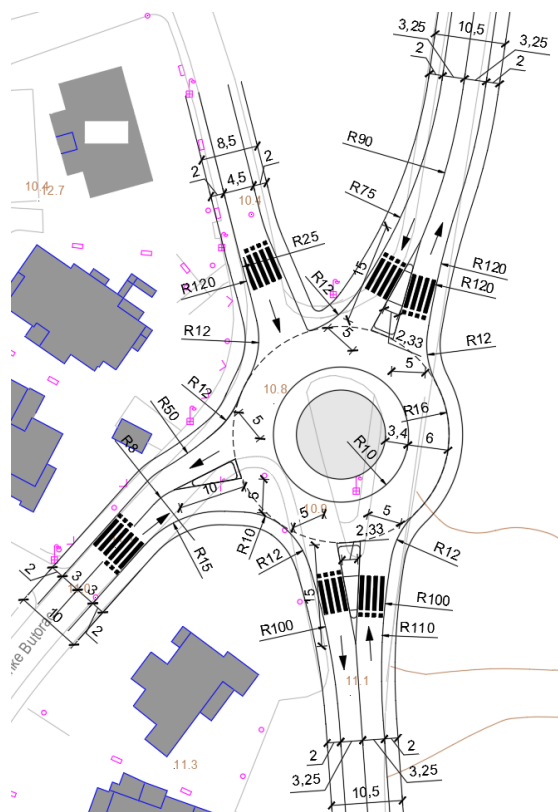
Slika 37. Provjera provoznosti varijante 1

Ovim rješenjem smanjen je broj konfliktnih točaka i provoznost je osigurana međutim njime nije moguće osigurati smanjenje brzine u zoni raskrižja jer je glavni smjer i dalje u pravcu te time omogućava razvijanje većih brzina od ograničenja.

4.1.2. Varijanta 2 - kružno raskrižje R-16m

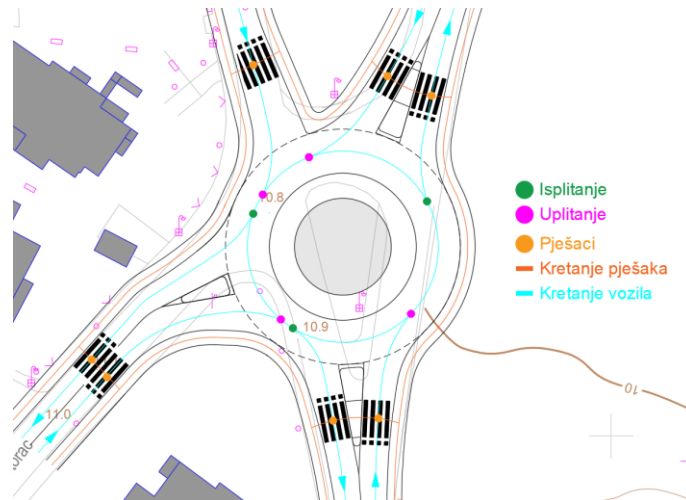
U pogledu prometne sigurnosti, na način da se smanji broj konfliktnih točaka te smanji brzina u zoni raskrižja, predlaže se formiranje kružnog raskrižja prikazanog na slici 38 sa slijedećim geometrijskim elementima:

- vanjski polumjer - $R_v=16m$
- širina kružnog kolnika - $u=6m$
- širina povoznog dijela - $u'=3,4m$
- širina ulaza i izlaza u kružno raskrižje - $e=5m$,
- radijusi zaobljenja ulaza i izlaza - $R_{ul}= 10m$, $R_{ul}=12m$ i $R_{iz}=12m$
- duljina razdjelne površine - $m=10m$ i $m=15m$
- širina prometnih traka - $v=3m$, $v=3,25m$ i $v=4,5m$



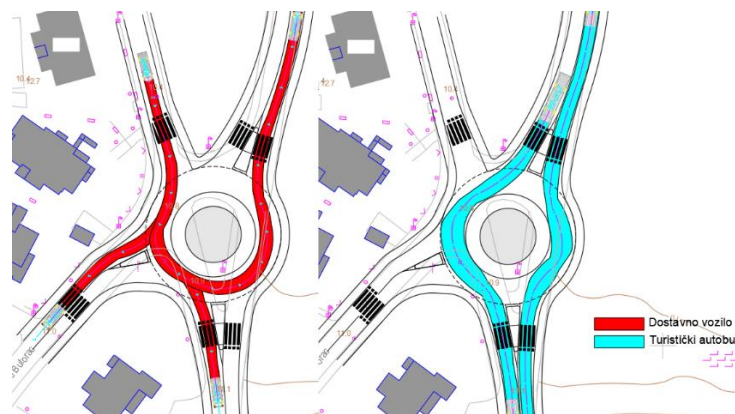
Slika 38. Varijanta 2 - kružno raskrižje R-16m

Na svim privozima zadržani su postojeći smjerovi kretanja, a na Ulici Ive Lola Ribara uklonjena je posebna traka za lijeve skretače. Kružna raskrižja s četiri privoza imaju 8 konfliktnih točaka između vozila, međutim ovo rješenje zbog jednosmjernog privoza ima 7 točaka [1]. Prema tome značajno se smanjuje broj konfliktnih točaka s 22 na 14 prikazanih na slici 39. 4 su točke uplitanja, 3 isplitanja i 7 konfliktnih točaka s pješacima. Pretpostavlja se da se promet na Ulici Županije Somogy umiruje jer vozila nailaskom u zonu raskrižja moraju značajno usporiti.



Slika 39. Konfliktni točke varijante 2

Predloženo rješenje minimalno izlazi iz postojećih gabarita raskrižja, a središnji otok smješten je tako da nije potrebno rušiti drveća oko raskrižja čime je direktno smanjen utjecaj na okoliš. Na svim privozima prije početka razdjelnih površina smješteni su pješački prijelazi širine 5m, a oko cijelog raskrižja predviđena je pješačka infrastruktura u širini od 2m. Provjerom provoznosti prikazanoj na slici 40 utvrđeno je da je osigurana potpuna provoznost za turistički autobus i dostavno vozilo.

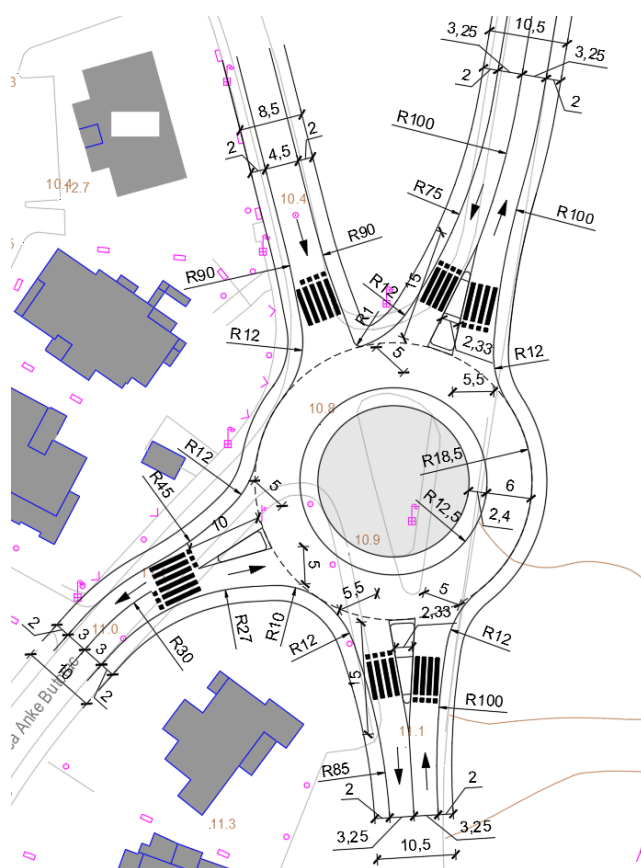


Slika 40. Provjera provoznosti varijante 2

4.1.3. Varijanta 3 - kružno raskrižje R-18.5m

Za formiranje ovog kružnog raskrižja prikazanog na slici 41 korišteni su slijedeći geometrijski elementi:

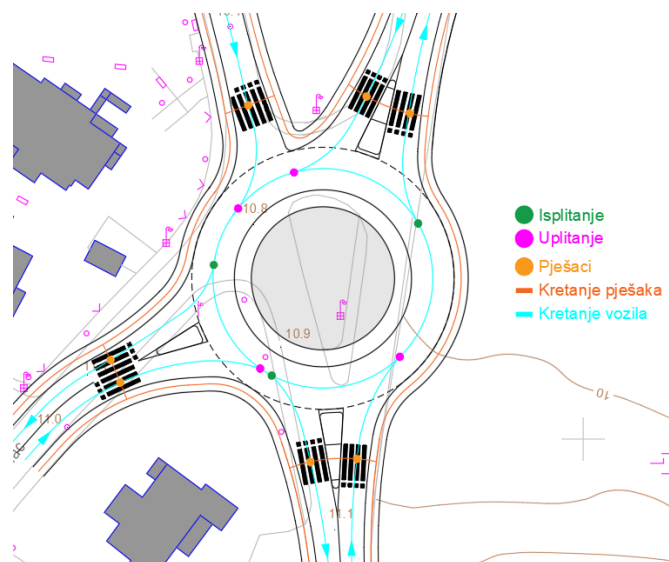
- vanjski polumjer - $R_v=18,5\text{m}$
- širina kružnog kolnika - $u=6\text{m}$
- širina povoznog dijela - $u'=2,4\text{m}$
- širina ulaza u kružno raskrižje - $e=5\text{m}$
- širina izlaza iz kružnog raskrižja - $e=5,5\text{m}$
- radijusi zaobljenja ulaza i izlaza - $R_{ul}=10\text{m}$, $R_{ul}=12\text{m}$ i $R_{iz}=12\text{m}$
- duljina razdjelne površine - $m=10\text{m}$ i $m=15\text{m}$
- širina prometnih traka - $v=3\text{m}$, $v=3,25\text{m}$ i $v=4,5\text{m}$



Slika 41. Varijanta 3 - kružno raskrižje R-18.5m

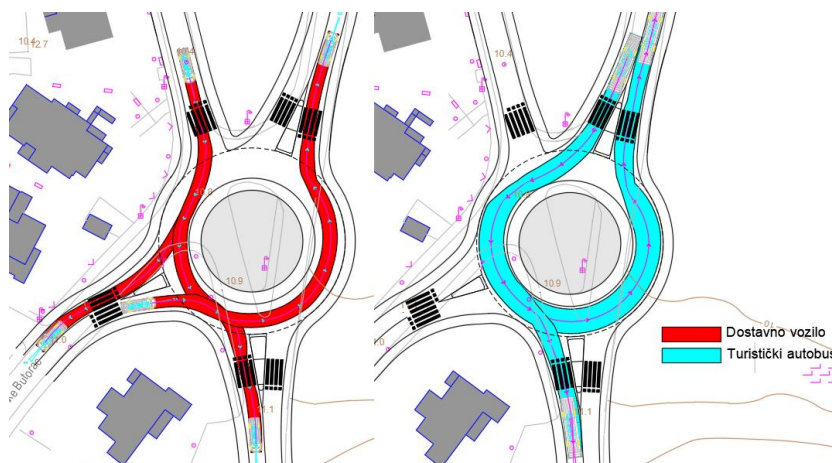
Kao i na prethodnom rješenju, i ovdje su na svim privozima zadržani postojeći smjerovi kretanja, a na ulici Ive Lola Ribara uklonjena je posebna traka za lijeve skretače. Ovim rješenjem znatno je povećana sigurnost prometa jer je smanjen broj

konfliktnih točaka prikazan na slici 42, a pretpostavlja se da je i brzina u zoni raskrižja smanjena. Broj konfliktnih točaka je smanjen na 14 – 4 su točke uplitanja, 3 isplitanja i 7 konfliktnih točaka s pješacima. Osigurana je pješačka infrastruktura oko cijelog raskrižja u širini od 2m, a na svim privozima predviđeni su pješački prijelazi.



Slika 42. Konfliktni točkovi varijante 3

Odabrani geometrijski elementi raskrižja zadovoljavaju provoznost oba mjerodavna vozila prikazana na slici 43.



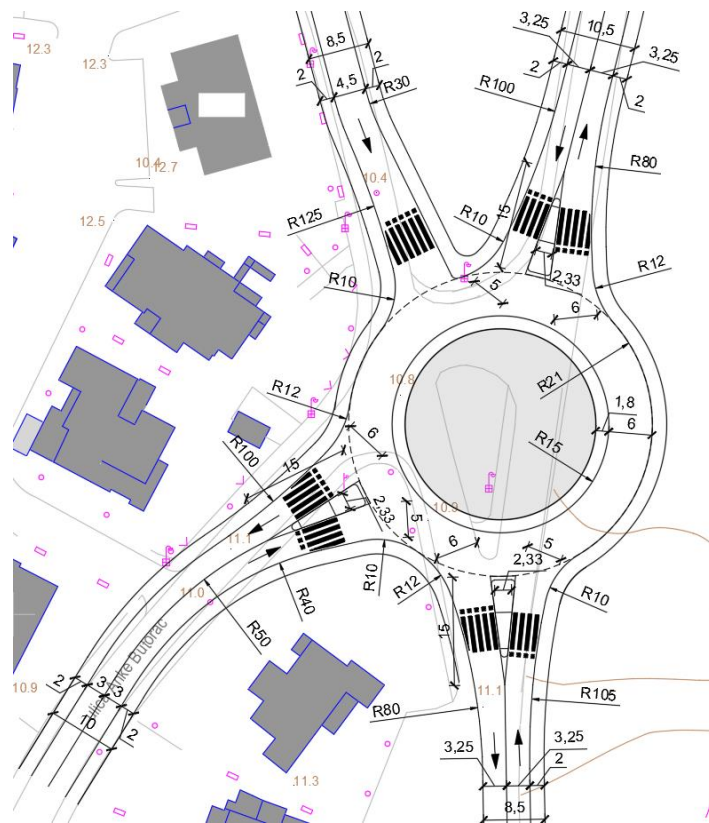
Slika 43. Provjera provoznosti varijante 3

Predloženo rješenje izlazi oko 5m izvan gabarita postojećeg raskrižja, prema zelenoj površini, ali je smješteno tako da nije potrebno rušiti drveće koje se nalazi u zoni raskrižja tako da je utjecaj raskrižja na okoliš minimalan. Pretpostavlja se da je ovim rješenjem smanjena brzina u zoni raskrižja.

4.1.4. Varijanta 4 - kružno raskrižje R-21m

Treća varijanta kružnog raskrižja prikazana na slici 44 predviđa najveće kružno raskrižje od sva tri predložena kružna rješenja. Prilikom razrade rješenja ovog raskrižja korišteni su slijedeći geometrijski elementi:

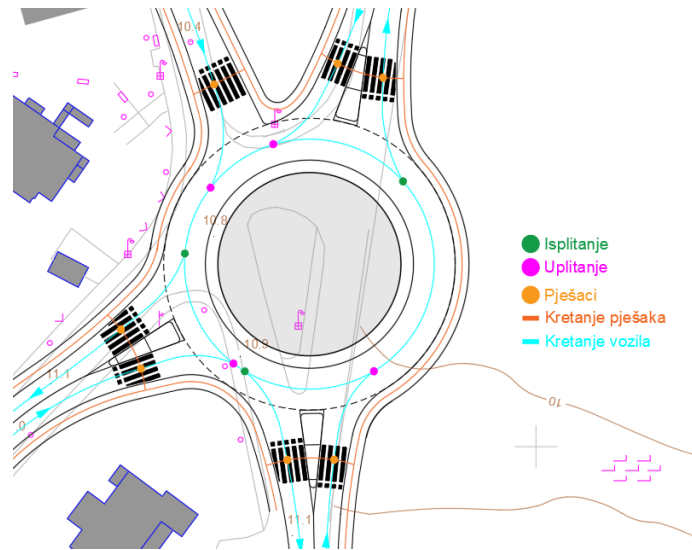
- vanjski polumjer - $R_v=21\text{m}$
- širina kružnog kolnika - $u=6\text{m}$
- širina povoznog dijela - $u'=1,8\text{m}$
- širina ulaza u kružno raskrižje - $e=5\text{m}$
- širina izlaza iz kružnog raskrižja - $e=6\text{m}$
- radijusi zaobljenja ulaza i izlaza - $R_{ul}=10\text{m}$ i $R_{iz}=12\text{m}$
- duljina razdjelne površine - $m=15\text{m}$
- širina prometnih traka - $v=3\text{m}$, $v=3,25\text{m}$ i $v=4,5\text{m}$



Slika 44. Varijanta 4 - kružno raskrižje R-21m

Zadržani su postojeći smjerovi kretanja na svim privozima. Kao i prethodna dva kružna raskrižja, i ovo povećava sigurnost prometa jer je smanjen broj konfliktnih točaka i pretpostavlja se smanjenje brzina u zoni raskrižja. Broj konfliktnih točaka je 14

i prikazane su na slici 45. Ukupno su 4 točke uplitanja, 3 isplitanja i 7 konfliktnih točaka s pješacima.



Slika 45. Konfliktne točke varijante 4

Pješačka infrastruktura osigurana je u širini od 2m oko cijelog raskrižja, a na svim privozima predviđeni su pješački prijelazi. Odabrani geometrijski elementi zadovoljavaju provoznost mjerodavnog vozila turistički autobus i dostavno vozilo. Provjera provoznosti kružnog raskrižja s polumjerom od 21 metar prikazana je na slici 46.



Slika 46. Provjera provoznosti varijante 4

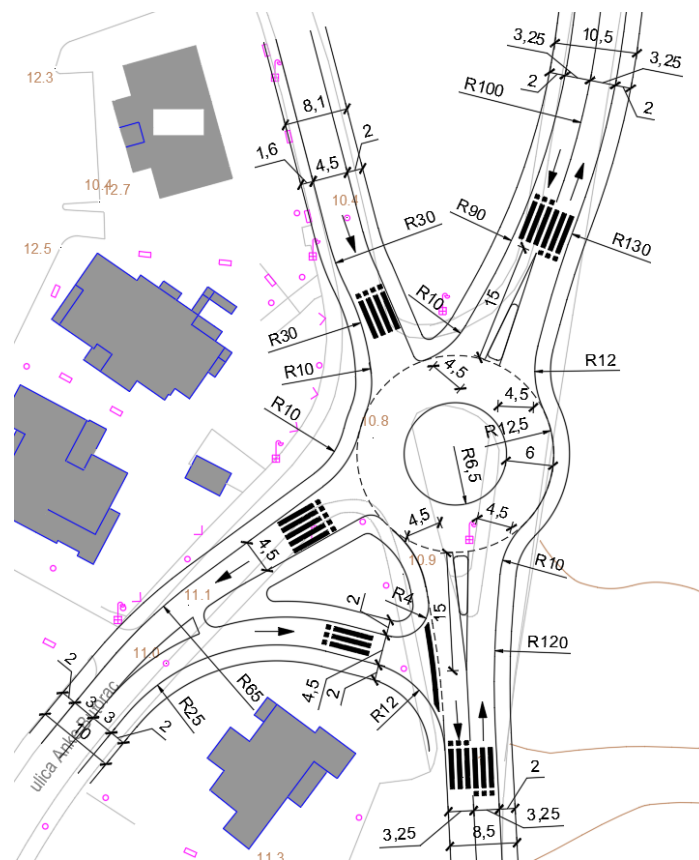
Zbog svoje veličine ovo raskrižje zahtjeva veće građevinske radove u odnosu na prethodna dva rješenja pa je u ekonomskom pogledu lošije. Iako je raskrižje smješteno tako da ne zahtjeva rušenje okolnog drveća, zbog svojih dimenzija previše ulazi u zelenu površinu s desne strane raskrižja tako da ima veći negativan utjecaj na okoliš. U pogledu prometne sigurnosti ovo raskrižje jednako je učinkovito kao prethodna kružna

raskrižja, ali zbog ekonomskih razloga i utjecaja na okoliš u konačnici ipak ne predstavlja zadovoljavajuće rješenje.

4.1.5. Varijanta 5 - mini kružno raskrižje

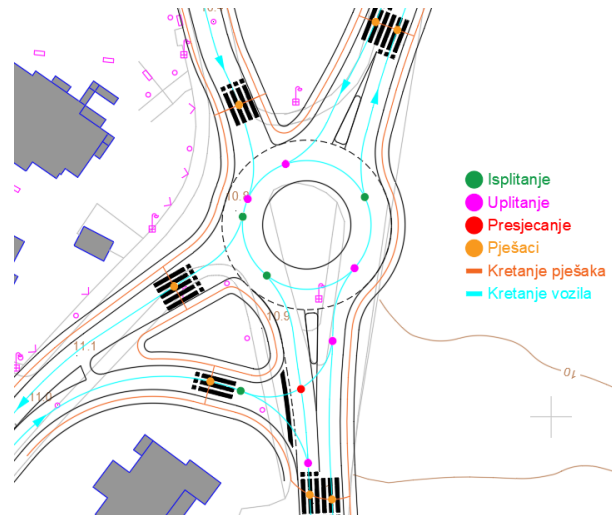
Ovim rješenjem predlaže se kružno raskrižje tipa mini kružno raskrižje, prikazano na slici 47, sa slijedećim geometrijskim elementima:

- vanjski polumjer - $R_v=12,5\text{m}$
- širina kružnog kolnika - $u=6\text{m}$
- polumjer središnjeg povoznog dijela - $R_u'=6,5\text{m}$
- širina ulaza i izlaza u kružno raskrižje - $e=4,5\text{m}$
- radijusi zaobljenja ulaza i izlaza - $R_{ul}=10\text{m}$ i $R_{iz}=12\text{m}$
- duljina razdjelne površine - $m=15\text{m}$
- širina prometnih traka - $v=3\text{m}$, $v=3,25\text{m}$ i $v=4,5\text{m}$



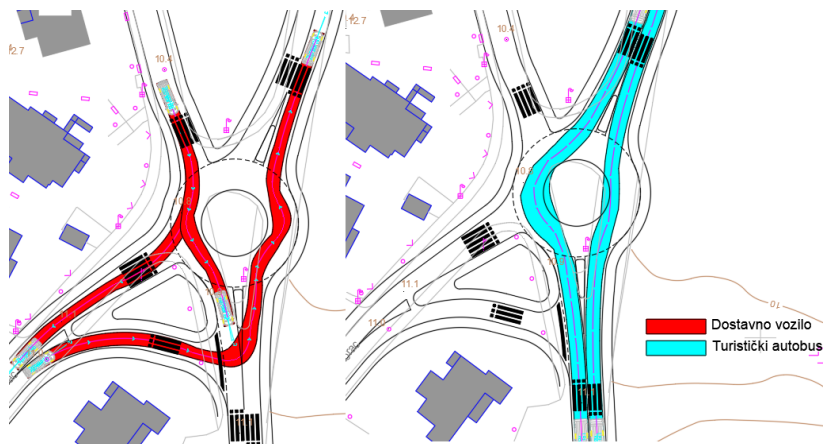
Slika 47. Varijanta 5 - mini kružno raskrižje

Zbog preklapanja ulaznog radijusa na Ulici Anke Butorac te izlaznog radijusa na Ulici Županije Somogy izvedena je posebna traka za desne skretače širine 4,5m na Ulici Anke Butorac. Pomoću nje vozila se izravno uključuju na Ulicu Županije Somogy, nakon čega imaju mogućnost ulaska u mini kružno raskrižje. Na svim privozima zadržani su postojeći smjerovi prometa. Broj konfliktnih točaka je 17, od koji je 1 točka presijecanja, 4 točke isplitanja, 5 točki uplitanja, i 7 točki konflikata s pješacima. Konfliktne točke prikazane su na slici 48.



Slika 48. Konfliktne točke varijante 5

Središnji dio kružnog toka i razdjelne površine izvedene su kao povodne površine, time je omogućen komotniji prolaz većim vozilima koja prolaze kroz raskrižje. Napravljena je provjera provoznosti prikazana na slici 49. Provjerom je utvrđeno da odabrani geometrijski elementi zadovoljavaju provoznost za mjerodavna vozila turistički autobus i dostavno vozilo.

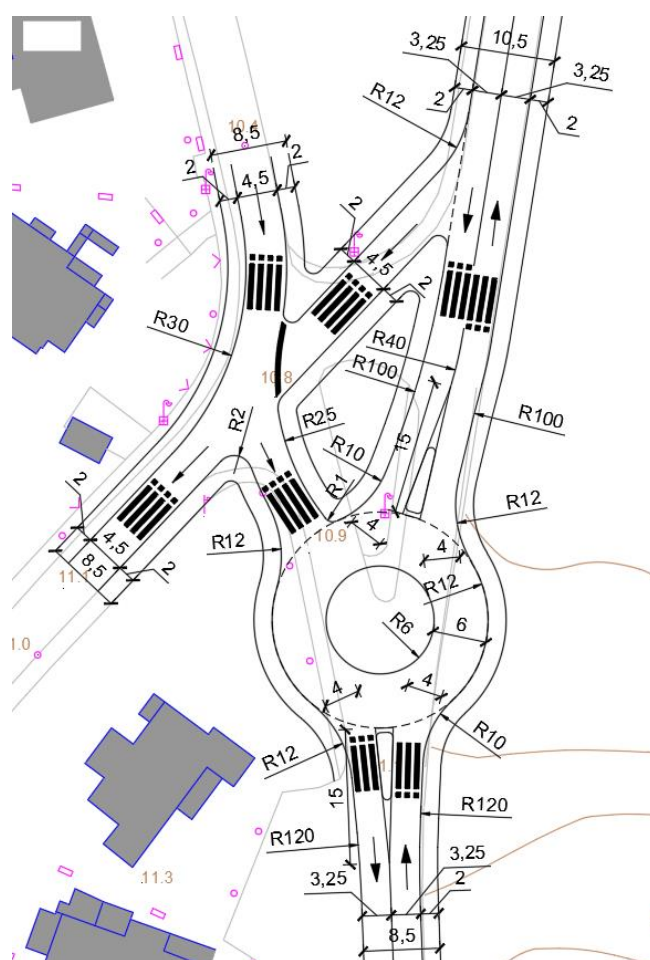


Slika 49. Provjera provoznosti varijante 5

Predloženo rješenje nije velikih dimenzija i ne zahtjeva prevelike građevinske radove, međutim zbog potrebe osiguravanja povoznog središnjeg otoka i izvedbe nove dodatne trake negativno utječe na okoliš jer ulazi u zelenu površinu i zahtjeva rušenje stabala.

4.1.6. Varijanta 6a i 6b - mini kružno raskrižje i trokrako raskrižje

Predlažu se dvije varijante ove kombinacije raskrižja. Na slici 50 prikazana je prva varijanta gdje je neposredno prije mini kružnog raskrižja formirano trokrako raskrižje na križanju ulice Ive Lola Ribara i Anke Butorac.

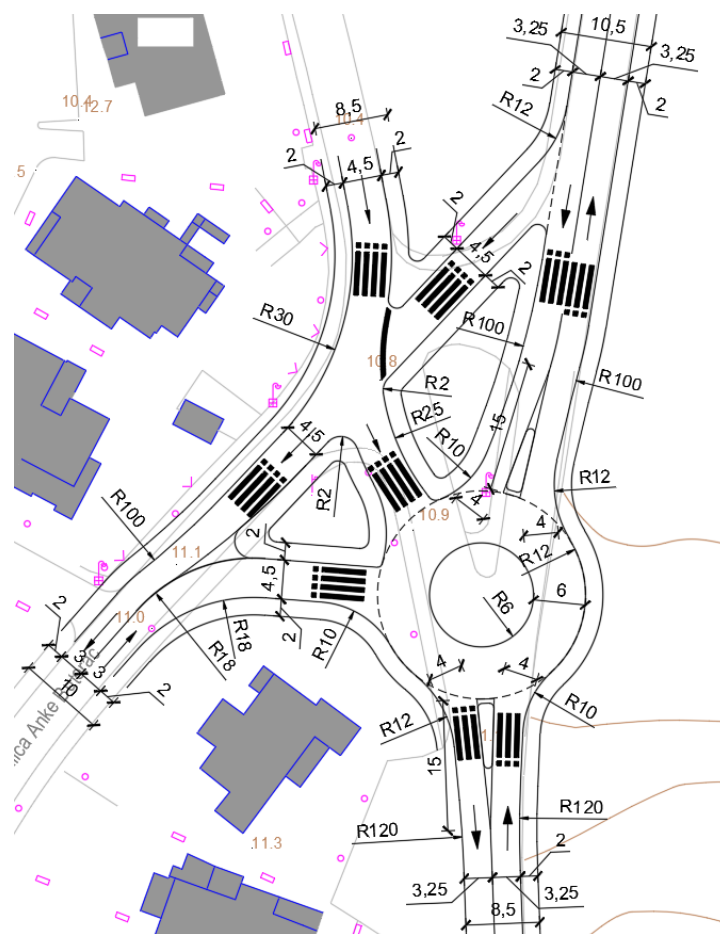


Slika 50. Varijanta 6a - mini kružno i trokrako raskrižje

Analizom prometnog opterećenja utvrđeno je da postoji mogućnost ukidanja dvosmjernog prometa na sporednoj ulici. Ovom varijantom zadržava se jednosmjernan prometa na Ulici Ive Lola Ribara, a predlaže se da Ulica Anke Butorac postane

jednosmjerna na način da se na raskrižju formira samo odvoz. To znači da bi stanovnici sjevernog djela Novog Naselja Poreč za izlaz iz naselja koristili i dalje istu ulicu, ali bi se kretali u južnom smjeru prema Ulici Vitomira Širole Paje nakon čega bi se uključivali na raskrižju 2 na Ulicu Županije Somogy. Na ostalim ulicama zadržavaju se postojeći smjerovi odvijanja prometa. Nakon trokrakog raskrižja formirano je mini kružno raskrižje s tri privoza.

Druga varijanta kombinacije ovih raskrižja prikazana je na slici 51, a slična je kao i prva varijanta. Geometrijski elementi mini kružnog raskrižja jednaki su na obje varijante. Razlika je u prometu na Ulici Anke Butorac, gdje se na drugoj varijanti zadržava postojeći dvosmjernan promet, ali se vozila s Ulice Anke Butorac ne kreću prema trokrakom raskrižju, nego se posebnom trakom odvoze direktno u mini kružno raskrižje. Time je formirano četverokrako mini kružno raskrižje. Na obje prikazane varijante zabranjeno je skretanje iz južnog smjera Ulice Županije Somogy u Ulicu Anke Butorac.

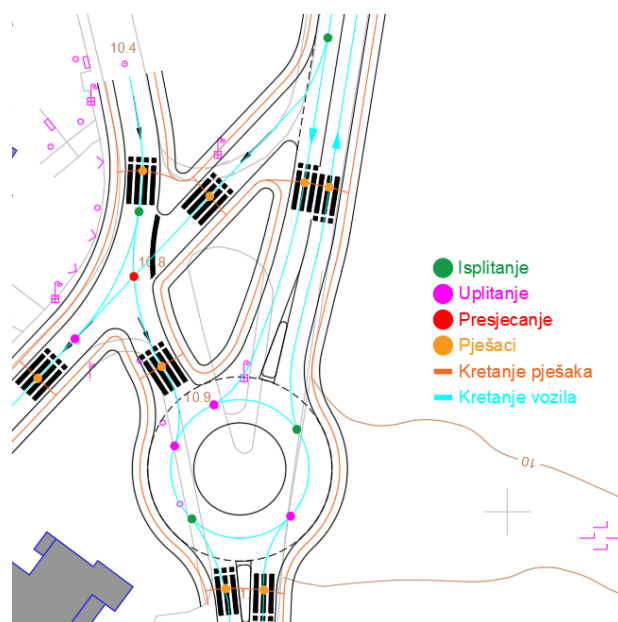


Slika 51. Varijanta 6b - mini kružno i trokrako raskrižje

Na obje varijante korišteni su slijedeći geometrijski elementi mini kružnog raskrižja:

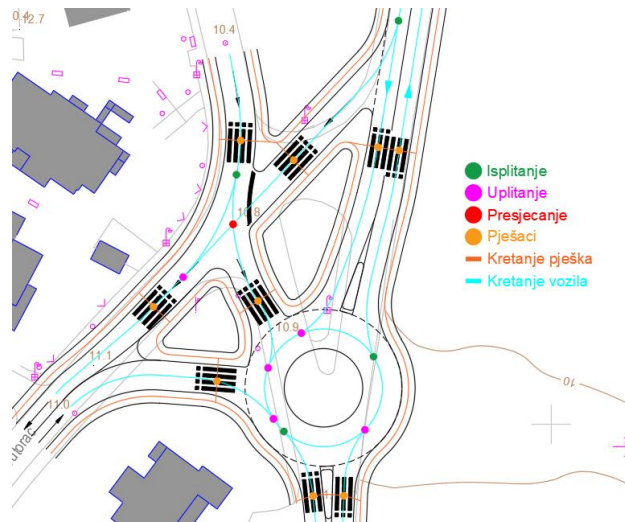
- vanjski polumjer - $R_v=12\text{m}$
- širina kružnog kolnika - $u=6\text{m}$
- polumjer središnjeg povoznog dijela - $R_u'=6\text{m}$
- širina ulaza i izlaza u kružno raskrižje - $e=4\text{m}$
- radijusi zaobljenja ulaza i izlaza - $R_{ul}=10\text{m}$, $R_{ul}=12\text{m}$, $R_{iz}=10$ i $R_{iz}=12\text{m}$
- duljina razdjelne površine - $m=15\text{m}$
- širina prometnih traka - $v=3\text{m}$, $v=3,25\text{m}$ i $v=4,5\text{m}$

Varijantom 6a smanjen je broj konfliktnih točaka s 22 na 17. Konfliktni točke ove varijante prikazane su na slici 52 gdje se vidi da su na raskrižju 4 točke isplitanja, 4 točke uplitanja, 1 točka presijecanja i 8 točaka konflikta s pješacima.



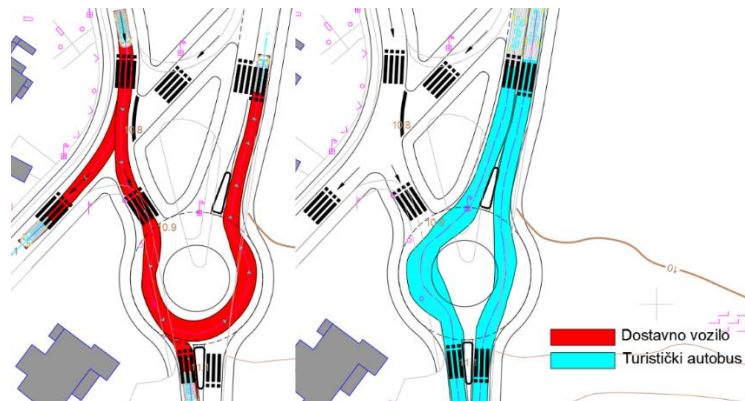
Slika 52. Konfliktni točke varijante 6a

Varijantom 6b smanjen je broj konfliktnih točaka s 22 na 19. Konfliktni točke ove varijante prikazane su na slijedećoj stranici, na slici 53 gdje se vidi da su na raskrižju 4 točke isplitanja, 5 točke uplitanja, 1 točka presijecanja i 9 točaka konflikta s pješacima.

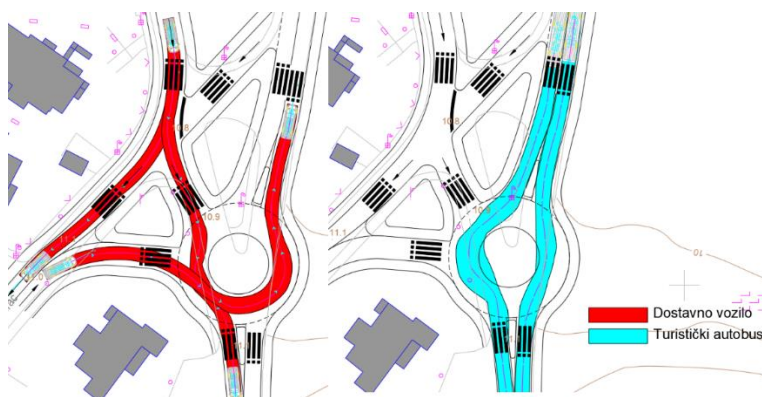


Slika 53. Konfliktne točke varijante 6b

Obje varijante trokrakog raskrižja imaju širinu jednosmjernih traka od 4,5m, a radijusi zaobljenja su u rasponu od 18,25m do 20m. Provjerom provoznosti prikazanoj na slikama 54 i 55 utvrđeno je kako odabrani geometrijski elementi zadovoljavaju potrebe definiranih mjerodavnih vozila.



Slika 54. Provoznost varijante 6a



Slika 55. Provoznost varijante 6b

4.2. Reduciranje broja varijanti mogućih rješenja raskrižja

S obzirom da je broj varijanti mogućih rješenja raskrižja dosta velik, u ovom je potpoglavlju taj broj reduciran. Time je postupak odabira optimalnog rješenja raskrižja podijeljen u dva dijela. U prvom dijelu je reduciran broj varijanti, a u drugom dijelu, u poglavlju 5 ovog rada, odabrane varijante detaljnije su analizirane.

S obzirom da raskrižje 2 ima samo tri predložene varijante rješenja, reduciranje broja varijanti provodi se na raskrižju 1, čime se odabiru tri optimalna rješenja za daljnji postupak optimizacije. Za odabir tih rješenja sve varijante raskrižja 1 međusobno su uspoređene na temelju tri kriterija: provoznost, konfliktne točke i sigurnost nemotoriziranog prometa. Odabir je izvršen na način da su rješenja bodovno ocjenjena bodovnom skalom od 1 do 3, a optimalna su ona rješenja s najviše bodova.

Provoznost je bodovana na način da je gledano ako je ona osigurana ili nije, a uzeto je u obzir da li rješenje zahtjeva izvedbu povoznih otoka. Takva rješenja slabije su bodovana jer ona onemogućavaju izvedbu pješačkih otoka. Konfliktne točke bodovane su tako da raskrižje s manjim brojem konfliktnih točaka ima više bodova. Uzete su u obzir i vrste konfliktnih točaka, pa su tako varijante s presijecanjima slabije bodovane. Sigurnost nemotoriziranog prometa podrazumijeva sigurnost pješaka. Da bi se mogao bodovati ovaj kriterij uzete su u obzir konfliktne točke između pješaka i vozila, ali i procjena da li rješenje smanjuje brzinu u zoni raskrižja, jer ako vozila prolaze kroz raskrižje smanjenom brzinom veća je sigurnost pješaka. U nastavku su ukratko opisane sve varijante prema tri odabrana kriterija.

Varijanta 1 - provoznost je osigurana na svim privozima za predviđena mjerodavna vozila. Na raskrižju je 20 konfliktnih točaka od kojih su 4 točke presijecanja i 7 je konfliktnih točaka s pješacima. Sigurnost pješaka je narušena jer je glavni smjer u pravcu te se pretpostavlja da i dalje omogućava razvijanje većih brzina vozila kroz raskrižje.

Varijanta 2 - provoznost je osigurana na svim privozima za predviđena mjerodavna vozila. Na raskrižju je 14 konfliktnih točaka. Nema točaka presijecanja, a 7 je konfliktnih točaka s pješacima. Pretpostavlja se značajno smanjenje brzine vozila

kroz raskrižje zbog samog oblika raskrižja čime je sigurnost pješaka povećana u odnosu na postojeće stanje.

Varijante 3 i 4 – na ovim varijantama osigurani su isti uvjeti kao na varijanti 2. Jedina razlika je u odabranim geometrijskim elementima. Oni su na varijanti 4 najveći pa se pretpostavlja da time omogućavaju veću prolaznu brzinu kroz raskrižje čime smanjuju sigurnost pješaka.

Varijanta 5 – provoznost je osigurana na svim privozima za predviđena mjerodavna vozila, ali uz izvedbu povoznog središnjeg otoka i povoznih razdjelnih otoka. Na raskrižju je 17 konfliktnih točaka. Jedna je točka presijecanja, a 7 je konfliktnih točaka s pješacima. Pretpostavlja se značajno smanjenje brzine vozila kroz raskrižje zbog samog oblika raskrižja.

Varijanta 6a – provoznost je osigurana na svim privozima za predviđena mjerodavna vozila, ali uz izvedbu povoznog središnjeg otoka i povoznih razdjelnih otoka. Na raskrižju je 17 konfliktnih točaka. Jedna je točka presijecanja i 8 je konfliktnih točaka s pješacima. Pretpostavlja se značajno smanjenje brzine vozila kroz raskrižje zbog samog oblika raskrižja. Zbog načina organizacije prometnih tokova vozila, kretanja pješaka su u odnosu na ostale varijante nepraktična

Varijanta 6b – provoznost je osigurana na svim privozima za predviđena mjerodavna vozila, ali uz izvedbu povoznog središnjeg otoka i povoznih razdjelnih otoka. Na raskrižju je 19 konfliktnih točaka, od kojih je jedna točka presijecanja i 9 konfliktnih točaka s pješacima. Pretpostavlja se značajno smanjenje brzine vozila kroz raskrižje zbog samog oblika raskrižja. Kao i na prethodnoj varijanti i ovdje su kretanja pješaka nepraktična zbog načina organizacije prometnih tokova vozila

Prema navedenim i opisanim kriterijima varijante su bodovno ocijenjene prema prethodno definiranoj bodovnoj skali i prikazane su u tablici 3 na slijedećoj stranici. Odabrane su tri varijante s najviše bodova.

Tablica 3. Vrednovanje varijanti rješenja raskrižja 1

Varijanta	Ocjene prema kriteriju			Ukupno
	Nepovoljno 1	2	Povoljno 3	
	Provoznost	Konfliktne točke	Sigurnost pješača	
Varijanta 1	3	1	1	5
Varijanta 2	3	3	3	9
Varijanta 3	3	3	3	9
Varijanta 4	3	3	2	8
Varijanta 5	3	2	2	7
Varijanta 6a	2	2	2	6
Varijanta 6b	2	1	1	4

U tablici 3 vidi se da su se na temelju korištenih kriterija varijante 2, 3 i 4 pokazale bolje u odnosu na ostale varijante. U daljnjem postupku optimizacije raskrižja 1 promatraju se samo te tri navedene varijante.

4.3. Prijedlog rješenja za rekonstrukciju raskrižja Ulica Županije Somogy, Vitomira Širole Paje i Brune Valentija

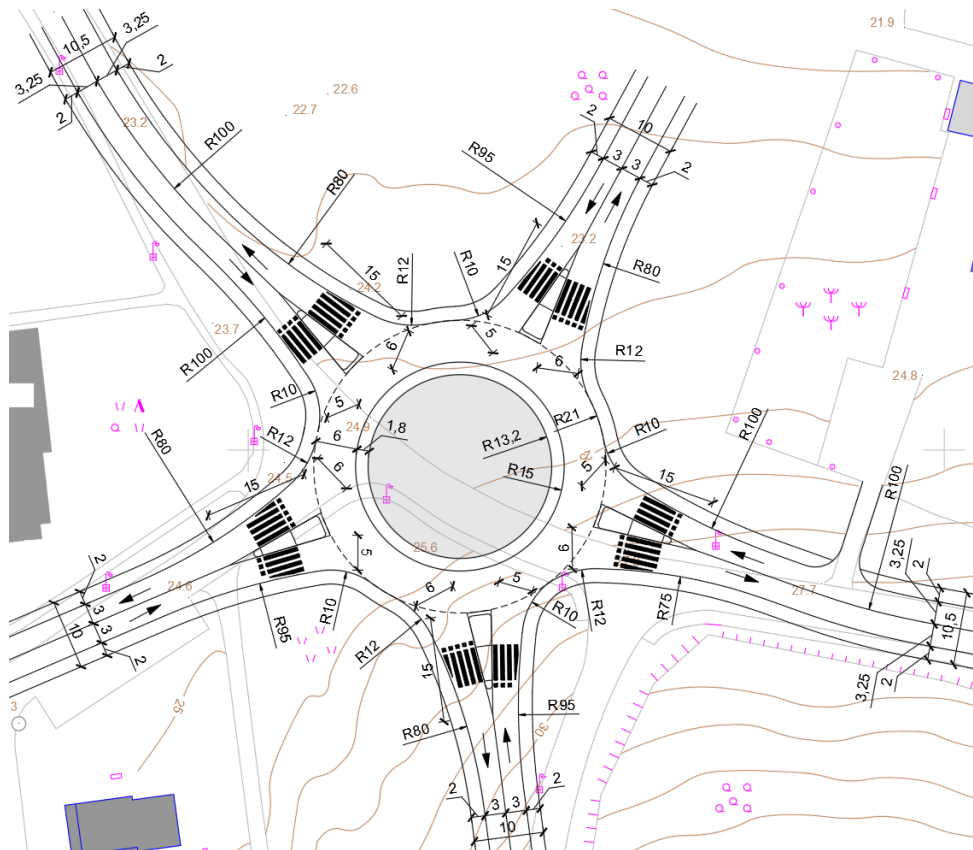
U ovom potpoglavlju navedena su moguća rješenja raskrižja 2. Sva prikazana rješenja su raskrižja u razini, a uključuju klasično četverokrako i trokrako raskrižje, kružno raskrižje i kombinaciju kružnog raskrižja i trokrakog raskrižja. Ukupno su izrađene 3 varijante rješenja prikazanih u nastavku.

4.3.1. Varijanta 1 - kružno raskrižje R-21m

Kao prvo od tri rješenja predlaže se formiranje kružnog raskrižja, prikazanog na slici 56 na slijedećoj stranici s geometrijskim elementima:

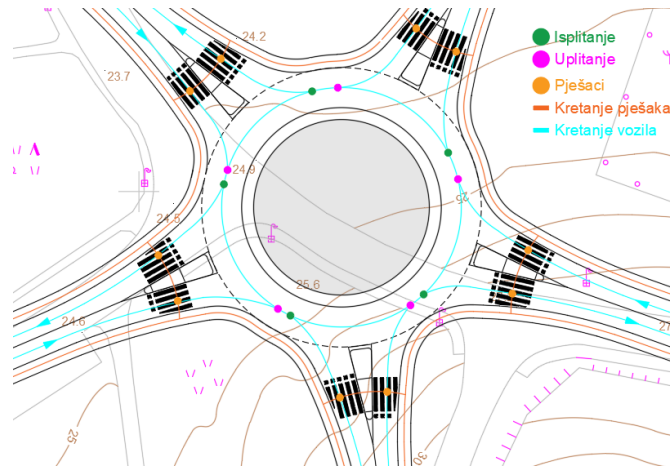
- vanjski polumjer - $R_v=21m$
- širina kružnog kolnika - $u=6m$

- širina povoznog dijela - $u'=1,8\text{m}$
- širina ulaza u kružno raskrižje - $e=5\text{m}$
- širina izlaza iz kružnog raskrižja - $e=6\text{m}$
- radijus zaobljenja ulaza u raskrižja - $R_{ul}=10\text{m}$
- radijus zaobljenja izlaza iz raskrižja - $R_{iz}=12\text{m}$
- duljina razdjelne površine - $m=15\text{m}$
- širina prometnih traka - $v=3\text{m}$ i $v=3,25\text{m}$



Slika 56. Varijanta 1 - kružno raskrižje R-21m

Na svim privozima zadržani su postojeći smjerovi kretanja. Ovakvim rješenjem smanjuje se broj konfliktnih točaka s 24 na 20, od kojih su 5 točaka uplitanja, 5 isplitanja i 10 točaka konflikta s pješacima. Konfliktno točke prikazane su na slijedećoj stranici na slici 57.



Slika 57. Konfliktne točke varijante 1

Pretpostavlja se da zbog svojeg oblika raskrižje umiruje promet na Ulici Županije Somogy jer vozila nailaskom u zonu raskrižja moraju značajno usporiti kako bi prošla kroz raskrižje čime je znatno povećana sigurnost prometa. Trenutno je na raskrižju 4 privoza, međutim prostornim je planom predviđen spoj novog koridora prometnice definirane kao ostale ceste. Predloženim rješenjem obuhvaćena je predviđena prometnica tako da rješenje kružnog raskrižja ima 5 privoza.

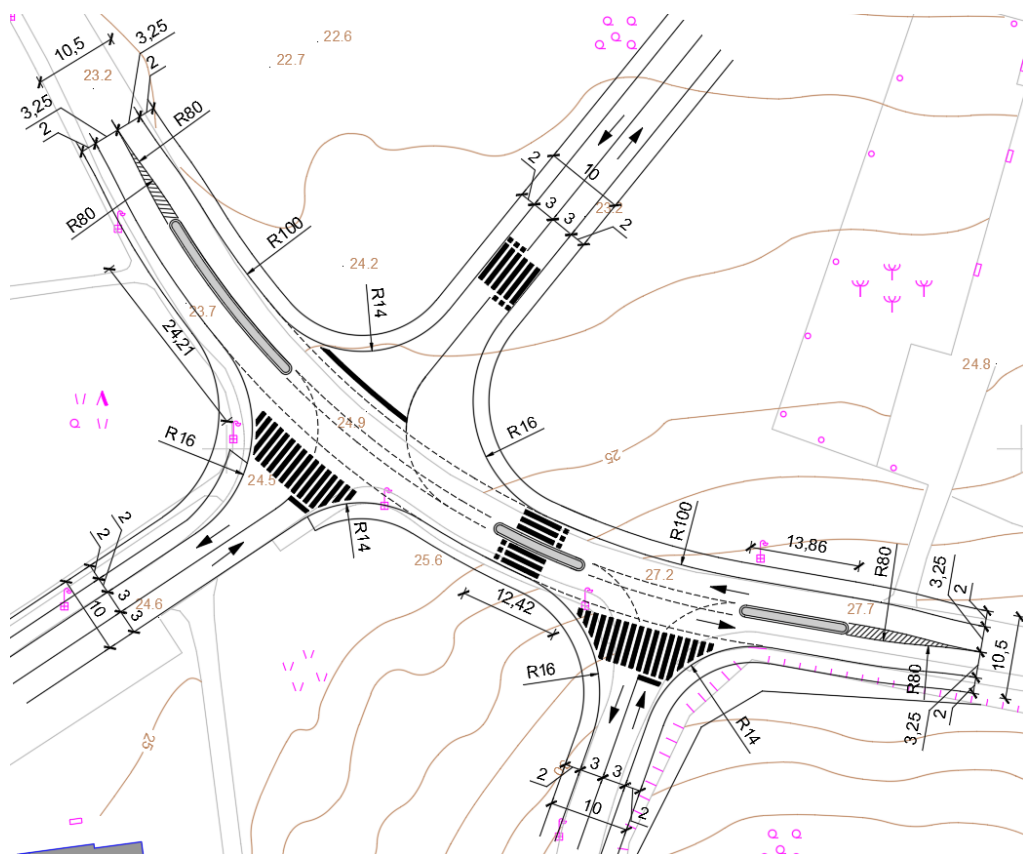
Odrani geometrijski elementi kružnog raskrižja zadovoljavaju provoznost za mjerodavno vozilo turistički autobus na svim dijelovima raskrižja. Provjera provoznosti prikazana je na slici 58.



Slika 58. Provjera provoznosti varijante 1

4.3.2. Varijanta 2 - četverokrako i trokrako raskrižje

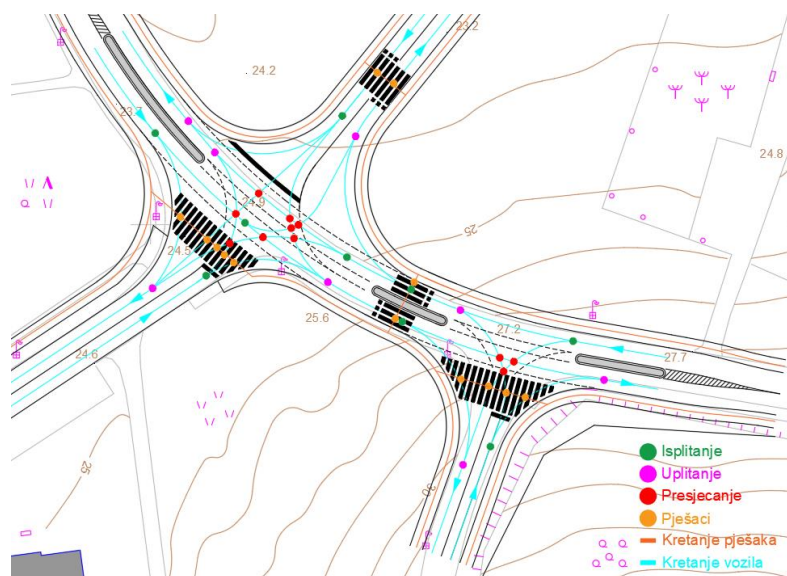
Na postojeće trokrako raskrižje Ulica Županije Somogy i Vitomira Širole Paje predviđa se spoj novog koridora ceste predviđene urbanističkim prostornim planom čime se sadašnje trokrako raskrižje preoblikuje u četverokrako. Na križanju Ulica Županije Somogy i Brune Valentija predviđa se zadržavanje oblika trokrakog raskrižja uz izmjenu geometrijskih elemenata te uklanjanje pokosa na Ulici Brune Valentija radi poboljšanja preglednosti. S obzirom da kretanje na glavnom pravcu nije znatno promijenjeno u odnosu na postojeće stanje, ovim rješenjem predviđa se izvedba tri razdjelna otoka u zoni oba raskrižja kako bi se blago izmijenila putanja vozila kroz raskrižje i na taj način eventualno osiguralo smanjenje brzina vozila kojom se ona kreću kroz raskrižje. Navedeno rješenje prikazano je na slici 59.



Slika 59. Varijanta 2 - četverokrako i trokrako raskrižje

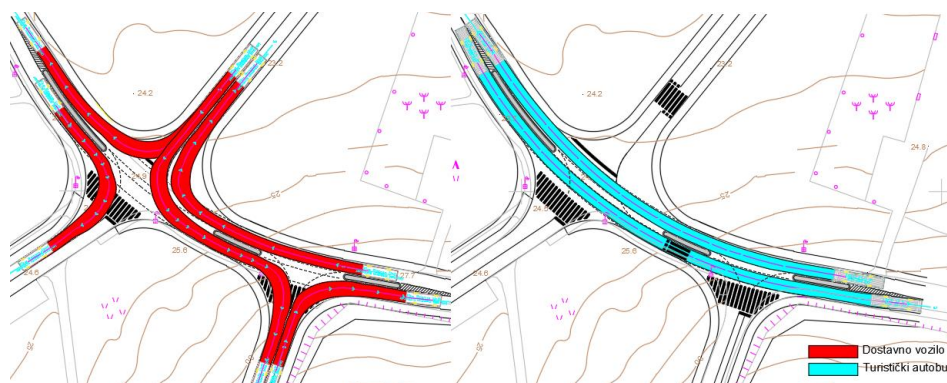
Širine prometnih traka glavnog pravca su 3,25m, a sporednih 3m. Razdjelni otoci izvedeni su uzdignuto, široki su 1,5m s promjenjivom duljinom od 12,4m do 24,2m. Zaobljenja na Ulici Vitomira Širole Paje i Bruna Valentija izvedena su kružnim

krivinama radijusa $R=14\text{m}$ i $R=16\text{m}$. Na novom koridoru predviđeno je zaobljenje kružnom krivinom radijusa $R=16\text{m}$ za isključenje s glavnog pravca, a za uključivanje na glavni pravac zaobljenje radijusa $R=14\text{m}$. U zoni raskrižja predviđena su četiri pješačka prijelaza širine 5 metara, a sa svih strana prometnica predviđen je nogostup širine 2 metra. Pretpostavlja se da je brzina u zoni raskrižja djelomično smanjena izvedbom razdjelnih otoka, a broj konfliktnih točaka je povećan zbog novog spoja nove ceste. Ovo rješenje ima 39 konfliktnih točaka, 11 točaka presijecanja, 8 uplitanja, 9 isplitanja i 11 konfliktnih točaka s pješacima. Konfliktni točke označene su i prikazane na slici 60.



Slika 60. Konfliktni točke varijante 2

Provjerom provoznosti utvrđeno je da odabrani geometrijski elementi zadovoljavaju provoznost za sva definirana mjerodavna vozila. Provjera provoznosti je prikazana na slici 61. Samo na glavnom pravcu je osigurana provoznost za autobus, a na ostalim pravcima za dostavno vozilo.



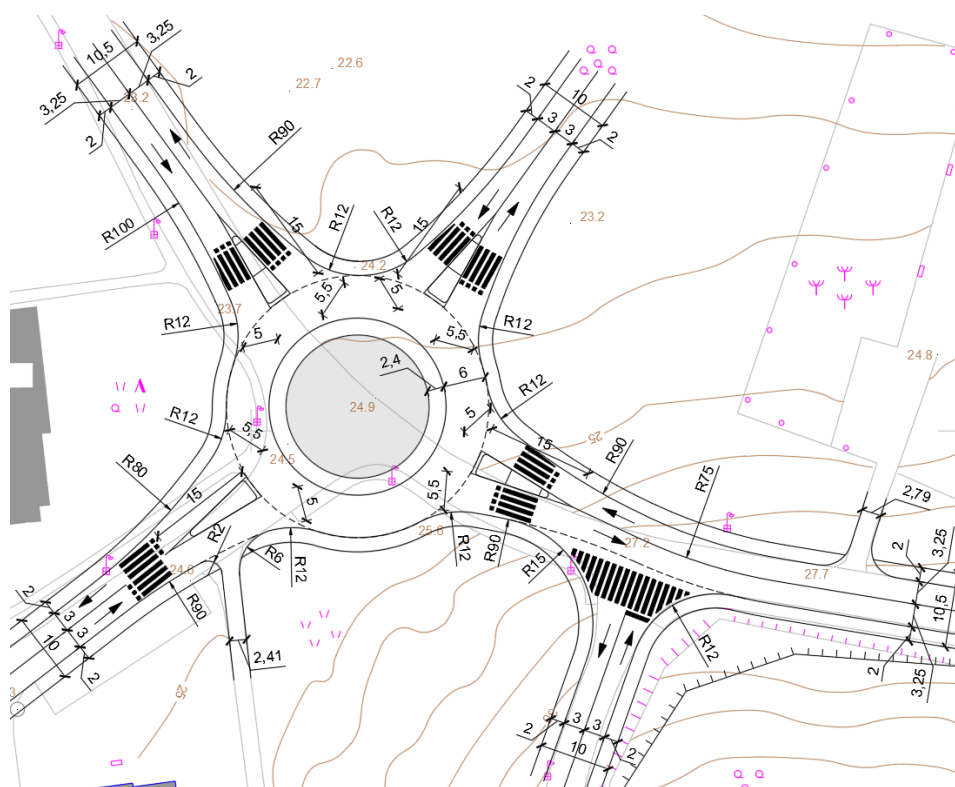
Slika 61. Provjera provoznosti varijante 2

4.3.3. Varijanta 3 - kružno raskrižje i trokrako raskrižje

Ovom varijantom predlaže se formiranje trokrakog i kružnog raskrižja sa slijedećim geometrijskim elementima:

- vanjski polumjer - $R_v=18,5m$
- širina kružnog kolnika - $u=6m$
- širina povoznog dijela - $u'=2,4m$
- širina ulaza u kružno raskrižje - $e=5m$
- širina izlaza iz kružnog raskrižja - $e=5,5m$
- radijus zaobljenja ulaza i izlaza raskrižja - $R_{ul}= 12m$ i $R_{iz}=12m$
- duljina razdjelne površine - $m=15m$
- širina prometnih traka - $v=3m$ i $v=3,25m$

Nakon kružnog raskrižja formirano je trokrako raskrižje na spoju s Ulicom Brune Valentija. Rješenje je prikazano na slici 62.

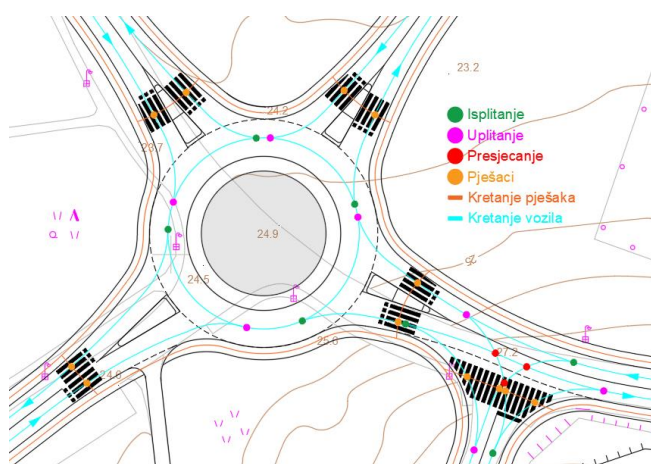


Slika 62. Varijanta 3 - kružno i trokrako raskrižje

Na trokrakom raskrižju korišteni su radijusi zaobljenja kružne krivine $R=15m$ i $R=12m$. Na oba predviđena raskrižja širina prometnih traka na glavnom pravcu iznosi

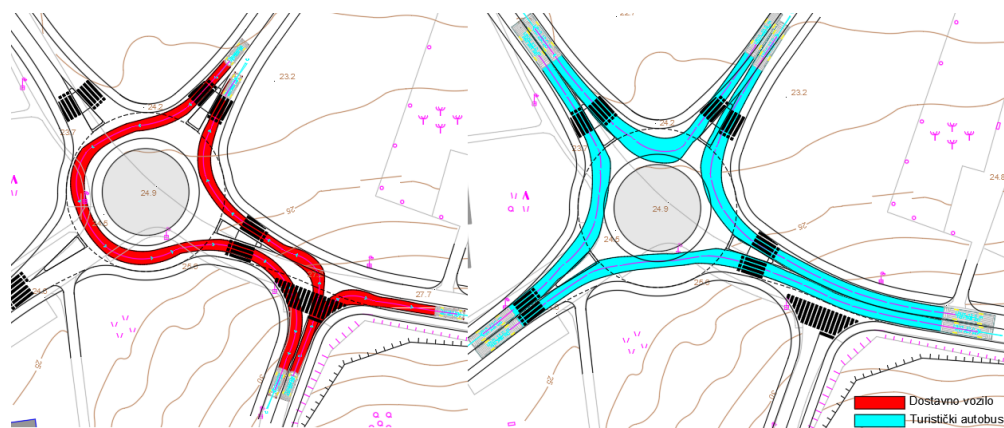
3,25m, a na sporednim pravcima 3m. Trenutan nedostatak preglednosti na Ulici Brune Valentija pri uključivanju na glavni smjer riješen je na način da je pokos s desne strane raskrižja proširen. Predviđeni su pješački prijelazi na svim privozima, a oko cijelog raskrižja je nogostup širine 2 metra.

Ovakvo rješenje je u pogledu prometne sigurnosti manje sigurno od samog kružnog raskrižja, ali je povoljnije od prethodno navedenog četverokrakog i trokrakog raskrižja jer ima manje konfliktnih točaka, a i nastoji se osigurati znatno smanjenje brzine u zoni raskrižja. Broj konfliktnih točaka je 29 i prikazane su na slici 63. Ukupno je 7 točaka isplitanja, 7 uplitanja, 3 presjecanja i 12 točaka konflikta s pješacima.



Slika 63. Konfliktni točke varijante 3

Provjerom provoznosti utvrđeno je da je ona osigurana za definirana mjerodavna vozila na Ulicama Županije Somogy, Vitomira Širole Paje i na novo predviđenom privozu. Provoznost Ulice Brune Valentija osigurana je samo za dostavno vozilo. Navedena provjera prikazana je na slici 64.



Slika 64. Provjera provoznosti varijante 3

5. ODABIR OPTIMALNIH RJEŠENJA RASKRIŽJA

U ovom poglavlju prikazan je odabir optimalnog rješenja za svako raskrižje na temelju kriterija definiranih „Smjernicama za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama“ [1]. Za svaki kriterij iz smjernica određeni su pod-kriteriji koji su prilagođeni promatranj situaciji. Odabir optimalnog rješenja napravljen je pomoću bodovanja koje je provedeno bodovnom skalom od 1 do 5, a najbolje rješenje je ono s najviše dobivenih bodova. U nastavku su u tablicama 4, 5 i 6 navedeni i opisani pod-kriteriji koji su odabrani za promatranu situaciju.

Tablica 4. Kriteriji i pod-kriteriji optimizacije

Kriterij	Pod-kriterij	Opis	Način procjene
Funkcionalni kriterij	Jasnoća prometnih tokova	Promatra se broj i način križanja prometnih pravaca na raskrižju koji direktno utječu na sigurnost prometa	Procjena prema broju križanja prometnih tokova uzimajući u obzir broj točaka križanja.
	Pristupačnost svih vidova prometa	Procjena da li je rješenjem osigurano neometano, jednoznačno i praktično korištenje raskrižja. Pristupačnost, uglavnom vezana za nemotorizirani promet, može biti osigurana na razne načine npr. jasno postavljenim i označenim pješačkim prijelazima, izgradnjom nogostupa, staza, rampi za kolica i osobe s invaliditetom itd.	Procjena prema osiguranoj širini nogostupa i broju pješačkih prijelaza.
Prostorno-urbanistički kriterij	Zauzimanje prostora	Promatra se koliko novog prostora zauzima predloženo rješenje.	Procjena prema m ² novoizgrađene površine.
Prometni kriterij	Odnos prometnog opterećenja po privozima	Za kružna raskrižja prometno opterećenje trebalo bi biti približno podjednako na svim smjerovima. Moguće je i da je na glavnom smjeru veće prometno opterećenje u odnosu na ostale smjerove, ali to opterećenje ne smije biti veće od 75% ukupnog prometnog opterećenja raskrižja.	Procjena prema postotku ukupnog prometa na glavnom smjeru u odnosu na ostale.

Tablica 5. Kriteriji i pod-kriteriji optimizacije

Kriterij	Pod-kriterij	Opis	Način procjene
Projektno-tehnički kriterij	Broj prilaza	Promatra se samo na raskrižju 2 jer je na svim promatranim varijantama raskrižja 1 jednak broj prilaza.	Promatra se broj prilaza na predloženom rješenju.
	Geometrijski elementi	Ovdje se uspoređuju odabrane veličine geometrijskih elemenata.	Procjena prema veličini geometrijskih elemenata. Veći odabrani elementi pružaju bolju provoznost pa su i bolje bodovana.
	Visinske razlike	Uspoređuju se visinske razlike između privoza predloženih rješenja.	Procjenjuje se kod kojih su rješenja eventualno potrebni dodatni radovi u vidu izrade nasipa, potpornih zidova itd., a takva su rješenja slabije bodovana.
Kriterij prometne sigurnosti	Sigurnost motoriziranih sudionika	Ovaj pod-kriterij već je analiziran na raskrižju 1 pa se ovdje provodi samo na raskrižju 2.	Procjena prema broju i vrsti konfliktnih točaka.
	Sigurnost nemotoriziranih sudionika	Kružna raskrižja sigurnija su za nemotorizirane sudionike jer vozila prolaze smanjenom brzinom kroz njih. Kod kružnih raskrižja u obzir se uzimaju i razdjelni otoci za pješake jer oni usmjeravaju pješake i osiguravaju im mjesto za čekanje, a mogu i smanjiti rizik od konflikata jer odvajaju pješake od prometnih traka. Ovaj pod-kriterij već je dijelom analiziran na raskrižju 1 pa se ovdje provodi samo na raskrižju 2.	Procjena na temelju broja konfliktnih točaka između vozila i pješaka i duljine na kojoj je moguća kolizija pješaka i motoriziranog prometa. Prilikom procjene uzet je u obzir i broj razdjelnih otoka koji pridonose sigurnosti pješaka.

Tablica 6. Kriteriji i pod-kriteriji optimizacije

Kriterij	Pod-kriterij	Opis	Način procjene
Kriterij propusne moći	Provjera kapaciteta	Provjerava se da li predložena vrsta rješenja može prihvatiti procijenjeno dnevno opterećenje vozila. Urbana kružna raskrižja mogu prihvatiti od 10000 do 40000 vozila na dan ovisno o veličini i broju prometnih traka.	Procijenjeno na temelju PGDP-a iz navedene prometne studije promatranih raskrižja.
Okolišni kriterij	Narušavanje zelenih površina	Provjera koliko predloženo rješenje ulazi u zelene površine oko raskrižja, te koliko se zahtjeva rušenje okolnih stabala.	Procijenjeno na način da se provjerava koliko m ² predloženo rješenje ulazi u zelene površine oko raskrižja.
	Emisija štetnih plinova	Na kružnim raskrižjima manja je emisija štetnih plinova nego na ostalim vrstama zbog toga što vozila prilikom prolaza kroz raskrižje samo uspore. Tu nije potrebno potpuno zaustavljanje i čekanje te ponovno kretanje gdje je emisija plinova veća.	Prema smjernicama ovim pod-kriterijem uvijek će se prednost dati kružnim raskrižjima.
Ekonomski kriterij	Troškovi gradnje i održavanja	Na osnovu veličine predloženog rješenja procjenjuju se troškovi izrade projektne dokumentacije, izgradnje i održavanja.	Veličina se mjeri u m ² predloženog rješenja

5.1. Odabir optimalnog rješenja raskrižja Ulica Županije Somogy, Anke Butorac i Ive Lola Ribara

U ovom je potpoglavlju prikazan odabir optimalnog rješenja rekonstrukcije raskrižja Ulica Županije Somogy, Anke Butorac i Ive Lole Ribara. Odabir je izvršen bodovanjem prema prethodno navedenim kriterijima bodovnom skalom od 1 do 5. Bodovna skala koncipirana je tako da ocjena 1 predstavlja nepovoljno rješenje, a ocjena 5 izrazito povoljno rješenje u odnosu na promatrani kriterij. Prilikom bodovanja promatrana je i postojeća situacija kako bi se moglo utvrditi koliko novo rješenje poboljšava trenutnu situaciju. Varijanta s najviše dodijeljenih bodova predstavlja najbolje rješenje. Bodovanje je prikazano na slijedećoj stranici u tablici 7.

Tablica 7. Bodovanje rješenja raskrižja 1

Kriterij	Pod-kriterij	Bodovanje			
		Postojeće	Varijanta 2	Varijanta 3	Varijanta 4
Funkcionalni kriterij	Jasnoća prometnih tokova	2	5	5	5
	Pristupačnost svih vidova prometa	3	5	5	5
Prostorno-urbanistički kriterij	Zauzimanje prostora	5	4	4	3
Prometni kriterij	Odnos prometnog opterećenja po privozima	4	5	5	5
Projektno-tehnički kriterij	Geometrijski elementi	2	3	4	5
	Visinske razlike	3	5	5	4
Kriterij propusne moći	Provjera kapaciteta	4	5	5	5
Okolišni kriterij	Narušavanje zelenih površina	5	4	4	2
	Emisija štetnih plinova	3	4	4	4
Ekonomski kriterij	Troškovi gradnje i održavanja	5	4	4	2
Ukupno bodova:		36	44	45	40

U tablici 7 može se vidjeti da se je varijanta 3 – kružno raskrižje R18,5m pokazala kao najbolje rješenje. Prema tome ta varijanta je u ovom koraku odbrana kao rješenje raskrižja 1 i u nastavku će biti detaljnije prikazana na grafičkim priložima ovog rada.

5.2. Odabir optimalnog rješenja raskrižja Ulica Županije Somogy, Vitomira Širole Paje i Brune Valentija

U ovom je potpoglavlju prikazan odabir optimalnog rješenja rekonstrukcije raskrižja Ulica Županije Somogy, Vitomira Širole Paje i Bruna Valentija. Odabir je izvršen bodovanjem prema prethodno navedenim kriterijima i istom bodovnom skalom kojom je odabrano rješenje raskrižja 1. I ovdje je u proces bodovanja uključeno postojeće stanje kako bi se utvrdilo koliko novo rješenje poboljšava sadašnju situaciju. Dodijeljeni bodovi prema kriterijima prikazani su u tablici 8 i 9.

Tablica 8. Bodovanje rješenja raskrižja 2

Kriterij	Pod-kriterij	Bodovanje			
		Postojeće	Varijanta 1	Varijanta 2	Varijanta 3
Funkcionalni kriterij	Jasnoća prometnih tokova	3	5	4	4
	Pristupačnost svih vidova prometa	2	5	3	4
Prostorno-urbanistički kriterij	Zauzimanje prostora	5	2	4	3
Prometni kriterij	Odnos prometnog opterećenja po privozima	4	5	5	5
Projektno-tehnički kriterij	Broj prilaza	3	4	4	4
	Geometrijski elementi	3	5	4	4
	Visinske razlike	5	3	5	4
Kriterij prometne sigurnosti	Sigurnost motoriziranih sudionika	2	5	3	4
	Sigurnost nemotoriziranih sudionika	2	5	3	4

Tablica 9. Bodovanje rješenja raskrižja 2

Kriterij	Pod-kriterij	Bodovanje			
		Postojeće	Varijanta 1	Varijanta 2	Varijanta 3
Okolišni kriterij	Narušavanje zelenih površina	5	2	4	3
	Emisija štetnih plinova	3	5	3	4
Ekonomski kriterij	Troškovi gradnje i održavanja	5	3	4	4
Ukupno bodova:		42	49	46	47

Prema prikazanom bodovanju u tablicama 8 i 9 može se vidjeti da je varijanta 1 – kružno raskrižje R21m ona s najviše bodova u odnosu na ostala rješenja. Prema tome ona je u ovom koraku odbrana kao rješenje raskrižja 2 i u nastavku će biti detaljnije prikazana na grafičkim priložima ovog rada.

6. RAZRADA ODABRANIH RJEŠENJA

Odabrana rješenja koja su se u postupku optimizacije pokazala kao najpovoljnija u ovom su poglavlju detaljnije opisana. U nastavku su navedeni elementi korišteni za oblikovanje svakog raskrižja te je za svako rješenje razrađena:

- građevinska situacija u mjerilu M 1:500
- prometna situacija i mjerilu M 1:500
- provjera proвозne brzine
- provjera preglednosti

Osim toga prikazan je i situacijski prikaz prometnog rješenja Ulice Županije Somogy u mjerilu M 1:1000 koje obuhvaća oba promatrana raskrižja. Na raskrižju Ulica Županije Somogy, Anke Butorac i Ive Lole Ribara razrađeni su uzdužni presjeci i dva odabrana poprečna presjeka. Zbog nedostatka podataka, odnosno nepotpune podloge, uzdužne i poprečne presjeke nije bilo moguće razraditi u ovom diplomskom radu za raskrižje Ulica Županije Somogy, Vitomira Širole Paje i Brune Valentija. Svi navedeni nacrti prikazani su u grafičkim priložima ovog rada.

6.1. Rješenje raskrižja Ulica Županije Somogy, Anke Butorac i Ive Lole Ribara

Predviđa se rekonstrukcija raskrižja Ulica Županije Somogy, Anke Butorac i Ive Lola Ribara ukupne površine 5910 m². Ovim diplomskim radom predviđeno je kružno raskrižje kao novo rješenje. Kružno raskrižje razrađeno je tako da se što bolje uklopi u postojeće stanje pa visinski gotovo većim djelom prati postojeću situaciju, dok tlocrtno malo izlazi izvan nje.

Predviđeno kružno raskrižje ima jednu kolničku traku širine $u = 6,0\text{m}$ s povoznim dijelom širine $u' = 2,4\text{m}$. Povožni dio središnjeg otoka izveden je blago uzdignuto od kružnog kolnika i drugačije je površinske obrade.

Predviđeno kružno raskrižje ima vanjski polumjer $R_v = 18,5\text{m}$. Središnji otok je predviđen kao zatravljena površina niskog raslinja da se ne narušava preglednost.

Širine prometnih traka Ulice Županije Somogy su $v = 3,25\text{m}$, Ulice Anke Butorac $v = 3\text{m}$, a jednosmjerna Ulica Ive Lola Ribara ima širinu od $v = 4,5\text{m}$. Ulazi u kružno raskrižje široki su $e = 5\text{m}$, a izlazi $e' = 5,5\text{m}$. Radijusi zaobljenja ulaza u kružno raskrižje iznose $R_{ul} = 10\text{m}$ i $R_{ul} = 12\text{m}$. Radijus zaobljenja izlaza jednak je na svim privozima i iznosi $R_{iz} = 12\text{m}$.

Na Ulicama Županije Somogy i Anke Butorac odvija se dvosmjernan promet, dok je na Ulici Ive Lola Ribara zadržan jednosmjernan promet, ali je uklonjena postojeća traka za lijeve skretače. Predviđena je nova horizontalna i vertikalna signalizacija prikazana na prometnoj situaciji.

Kako se raskrižje nalazi na rubnom urbanom području grada Poreča, predviđa se duž Ulica Županije Somogy i Anke Butorac izgradnja biciklističke trake i pješačkog nogostupa ukupne širine $4,5\text{m}$. Predviđena širina biciklističke staze za dvosmjernan promet je $2,0\text{m}$, a pješačkog nogostupa $2,0\text{m}$. Biciklistička staza udaljena je od prometnih traka za zaštitnu širinu u iznosu od $0,5\text{m}$. Na Ulici Ive Lola Ribara predviđena je biciklistička staza samo s jedne strane, širine je $2,0\text{m}$ i izmaknuta je od kolnika za zaštitnu širinu od $0,5\text{m}$. S obje strane ulice predviđen je pješački nogostup širine $2,0\text{m}$. Na Ulici Anke Butorac nakon izlaska iz uže zone raskrižja predviđena biciklistička staza postepeno prelazi iz dvosmjerne u jednosmjernu i spušta se na kolnik. Na privozima kružnog raskrižja predviđeni su uzdignuti razdjelni otoci za pješake duljine $m = 15\text{m}$ na Ulici Županije Somogy i $m = 10\text{m}$ na Ulici Anke Butorac.

Uzdužni nagib nivelete prometnih traka novog raskrižja postavljen je tako da prati postojeće stanje. Jedina veća razlika je na sjevernom djelu raskrižja, na Ulici Županije Somogy, gdje je nova niveleta viša. Središnji otok i kružni kolnik također su postavljeni tako da prate što više postojeći nagib, ali unutar granica maksimalnih nagiba definiranih smjernicama. Nagib niveleta privoza je u rasponu od $1,97\%$ do $5,77\%$ na Ulici Županije Somogy, i od $0,57\%$ do $0,72\%$ na ostalim privozima. Nagibi su detaljnije prikazani na uzdužnom presjeku u grafičkim priložima.

Predviđeni poprečni nagib kružnog kolnika je promjenjiv zbog uklapanja u postojeće stanje, od $0,57\%$ do $3,5\%$. Nagib povoznog djela jednak je nagibu kružnog kolnika. Predviđeni poprečni nagib privoza je jednostrani i iznosi $2,5\%$.

Na sjevernom djelu Ulice Županije Somogy, u smjeru grada Poreča, predviđen je potporni zid s desne strane prometnice zbog visinske razlike koja doseže visinu od 1,6m.

6.1.1. Provjera proвозne brzine raskrižja Ulica Županije Somogy, Anke Butorac i Ive Lola Ribara

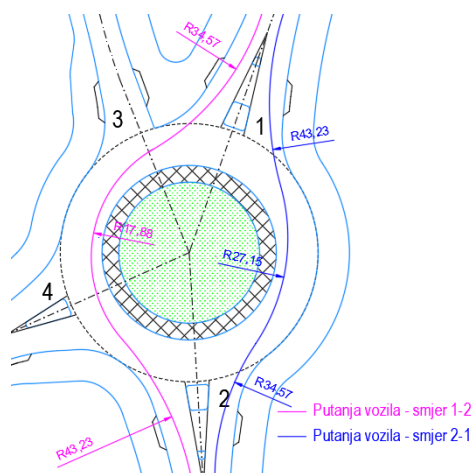
Provjera proвозne brzine provedena je Američkim modelom koji se temelji na putanji vozila, poprečnom nagibu kolnika i koeficijentu trenja [4]. Za potrebe provjere proвозne brzine iscrtane su putanje vozila za odabrane smjerove kretanja prikazane na slikama 65, 66 i 67 te su očitani radijusi putanja. Izračun proвозne brzine napravljen je prema izrazu:

$$v = \sqrt{127 * R * (e + f_t)} \quad (2)$$

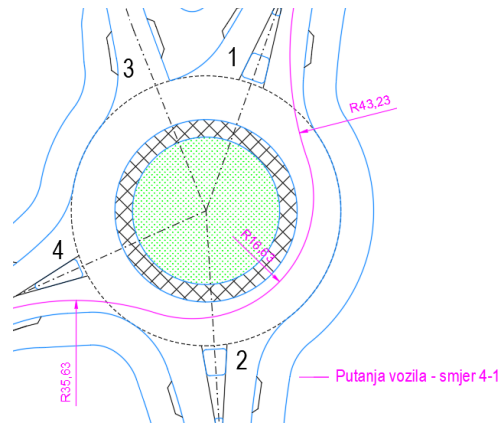
gdje je:

- v – proвозna brzina
- R – radijus zaobljenja putanje vozila
- e – poprečni nagib kolnika, koji iznosi 2,5%
- f_t – koeficijent trenja u iznosu od 0,264

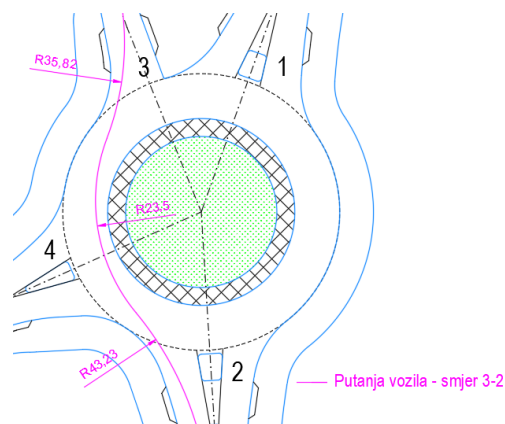
Proвозna brzina izračunata je na ulazu u kružno raskrižje, u kružnom raskrižju i na izlazu iz kružnog raskrižja. Brzina se na svim pozicijama računa prema istom izrazu samo se promjenjuje radijus zaobljenja.



Slika 65. Prikaz putanje vozila i radijusa za smjerove 1 i 2



Slika 66. Prikaz putanje vozila i radijusa za smjer 4



Slika 67. Prikaz putanje vozila i radijusa za smjer 3

U nastavku su u tablici 10 prikazane izračunate provozne brzine za odabrane smjerove.

Tablica 10. Prikaz izračunatih provoznih brzina

Smjer	Provozna brzina			
		Ulaz [km/h]	Kružni kolnik [km/h]	Izlaz [km/h]
1-2	V=	35.6	23.5	39.8
2-1	V=	35.6	29.0	39.8
4-1	V=	36.2	22.7	39.8
3-2	V=	36.3	27.0	39.8

Prema tablici 10 vidi se da ovakvo rješenje omogućava razvijanje brzina za 5 do 10 km/h veće od ograničenja (30 km/h) na ulaznom i izlaznom dijelu kružnog raskrižja dok brzine u kružnom kolniku zadovoljavaju ograničenje. Kako bi se dodatno smanjila brzina na ulazu moguće je postaviti uspornike tj. „ležeće policajce“ kao dodatnu mjeru

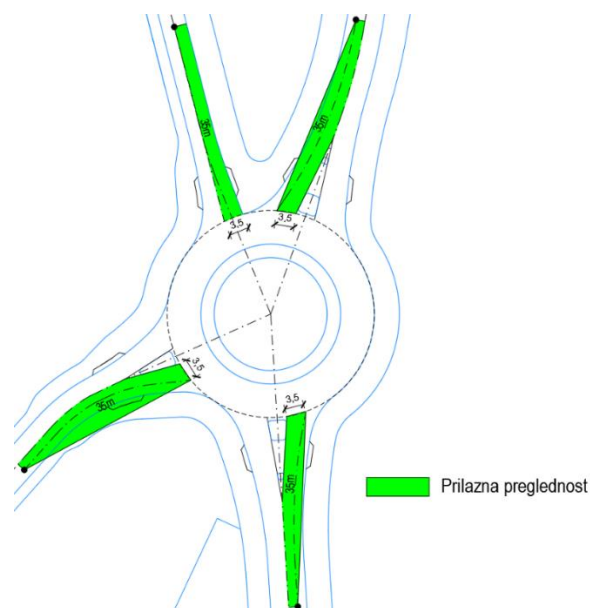
smirivanja prometa, na pozicijama neposredno ispred pješačkih prijelaza kako bi se osiguralo dodatno usporavanje motornih vozila. Veće provodne brzine posljedica su usvojenih geometrijskih elemenata kojima se osigurava provoznost autobusu zbog čega je manjim vozilima omogućeno da prolaze većom brzinom kroz raskrižje.

6.1.2. Provjera preglednosti raskrižja Ulica Županije Somogy, Anke Butorac i Ive Lole Ribara

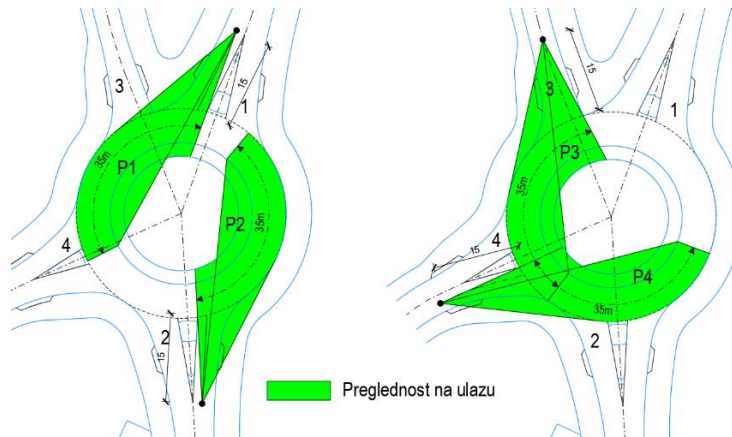
Provjera preglednosti kružnog raskrižja provedena je prema uputama iz „Smjernica za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama“ [1]. Napravljene su sljedeće provjere preglednosti:

- prilazna preglednost
- preglednost na ulazu
- preglednost ulijevo
- preglednost u kružnom kolniku

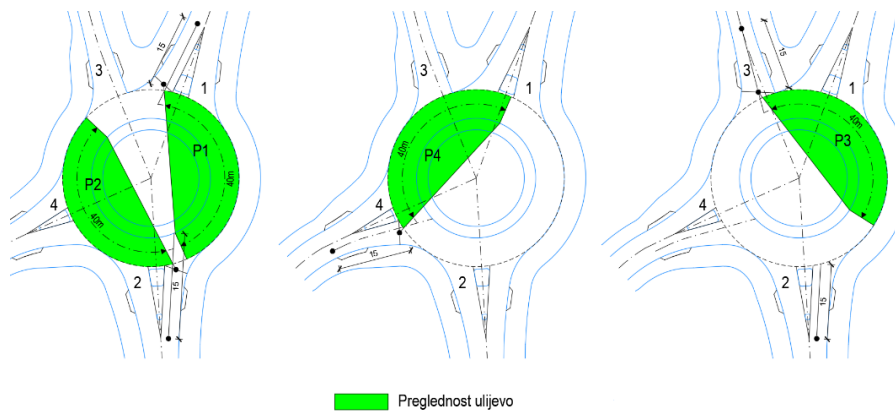
Navedene provjere preglednosti prikazane su u nastavku na slikama 68, 69, 70 i 71. Provjere prilazne preglednosti, preglednosti na ulazu i ulijevo provedene su na svim privozima, a preglednost u kružnom kolniku je provedena na dvije odabrane pozicije, odmah na ulasku u kružni kolnik.



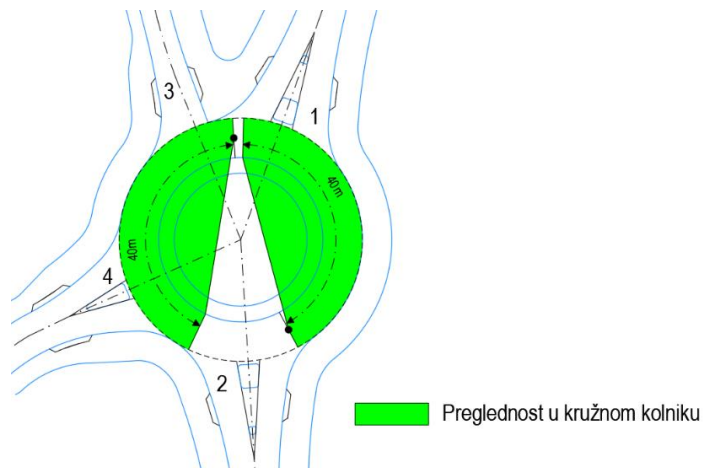
Slika 68. Provjera prilazne preglednosti



Slika 69. Provjera preglednosti na ulazu



Slika 70. Provjera preglednosti ulijevo



Slika 71. Provjera preglednosti u kružnom kolniku

Prema „Smjernicama za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama“ [1] duljine prilazne preglednosti moraju biti minimalno jednake zaustavnoj preglednosti ili veće. Preporučena duljina zaustavne preglednosti za brzinu od 30 km/h iznosi 35m.

Isto vrijedi i preglednost na ulazu, dok za preglednost ulijevo i preglednost u kružnom kolniku mora biti osigurana duljina preglednosti od minimalno 40m. Provedenom provjerom preglednosti utvrđeno je da minimalna preglednost za brzinu od 30 km/h definirana smjernicama zadovoljava minimalnih 35m za prilaznu preglednost i preglednost na ulazu. Isto tako zadovoljena je i minimalna preglednost od 40m ulijevo i u kružnom kolniku. Provjerom preglednosti utvrđeno je da nema zapreka na visini oka vozača koje ograničavaju preglednost.

6.2. Rješenje raskrižja Ulica Županije Somogy, Vitomira Širole Paje i Brune Valentija

Predviđa se rekonstrukcija dva susjedna trokraka raskrižja, raskrižja Ulica Županije Somogy i Vitomira Širole Paje te raskrižja Ulica Županije Somogy i Brune Valentija ukupne površine 6955 m². Ovim diplomskim radom predviđeno je kružno raskrižje kao novo rješenje. Novo kružno raskrižje osim postojećih ulica uključuje i spoj nove ulice navedene u „Urbanističkom planu uređenja stambenog naselja Poreč – JUG(UPU-24)“[2]. Rješenje je razrađeno tako da se što bolje uklopi u postojeće stanje pa visinski gotovo većim djelom prati postojeću situaciju, dok tlocrtno malo izlazi izvan nje.

Predviđeno kružno raskrižje ima jednu kolničku traku širine $u = 6,0\text{m}$ s povoznim dijelom širine $u' = 1,8\text{m}$. Povožni dio središnjeg otoka izveden je blago uzdignuto od kružnog kolnika i drugačije je površinske obrade.

Predviđeno kružno raskrižje ima vanjski polumjer $R_v = 21\text{m}$. Središnji otok je predviđen kao zatravljena površina niskog raslinja da se ne narušava preglednost.

Širine prometnih traka Ulice Županije Somogy su $v = 3,25\text{m}$, a ostalih ulica i novog privoza $v = 3\text{m}$. Ulazi u kružno raskrižje široki su $e = 5\text{m}$, a izlazi $e = 6\text{m}$. Radijusi zaobljenja ulaza u kružno raskrižje iznose $R_{ul} = 10\text{m}$. Radijus zaobljenja izlaza iznosi $R_{iz} = 12\text{m}$.

Na svim ulicama na promatranom raskrižju odvija se dvosmjernan promet. Predviđena je nova horizontalna i vertikalna signalizacija prikazana na prometnoj situaciji.

Kako se raskrižje nalazi na rubnom urbanom području grada Poreča, predviđa se duž svih ulica izgradnja biciklističke trake i pješačkog nogostupa ukupne širine 4,5m. Predviđena širina biciklističke staze za dvosmjernan promet je 2,0m, a pješačkog nogostupa 2,0m. Biciklistička staza udaljena je od prometnih traka za zaštitnu širinu u iznosu od 0,5m, a na Ulici Vitomira Širole Paje s jedne strane za širinu od 1m gdje je predviđen zeleni pojas. Na Ulici Brune Valentija nakon izlaska iz uže zone raskrižja predviđena biciklistička staza postepeno prelazi iz dvosmjerne u jednosmjernu i spušta se na kolnik. Na privozima kružnog raskrižja predviđeni su uzdignuti razdjelni otoci za pješake duljine $m = 15m$.

6.2.1. Provjera proвозne brzine raskrižja Ulica Županije Somogy, Vitomira Širole Paje i Brune Valentija

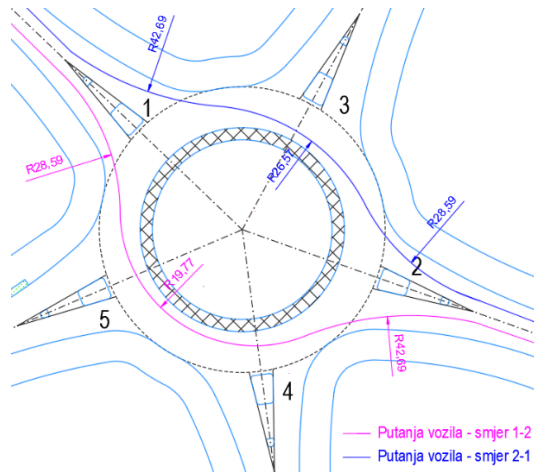
Provjera proвозne brzine provedena je Američkim modelom. Za provjeru proвозne brzine iscrtane su putanje vozila za odabrane smjerove kretanja prikazane na slikama 72, 73 i 74 na slijedećoj stranici, te su očitani radijusi putanja. Izračun proвозne brzine napravljen je prema izrazu:

$$v = \sqrt{127 * R * (e + f_t)} \quad (2)$$

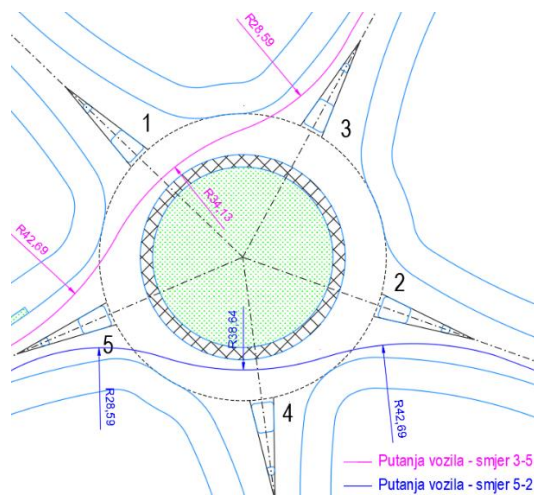
gdje je:

- v – proвозna brzina
- R – radijus zaobljenja putanje vozila
- e – poprečni nagib kolnika, koji iznosi 2,5%
- f_t – koeficijent trenja u iznosu od 0,264

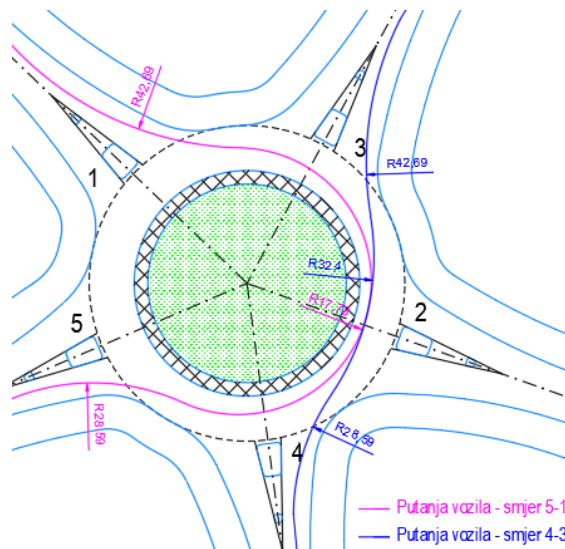
Proвозna brzina izračunata je na ulazu u kružno raskrižje, u kružnom raskrižju i na izlazu iz kružnog raskrižja. Brzina se na svim pozicijama računa prema istom izrazu samo se promjenjuje radijus zaobljenja.



Slika 72. Prikaz putanje vozila i radijusa za smjerove 1 i 2



Slika 73. Prikaz putanje vozila i radijusa za smjerove 3 i 5



Slika 74. Prikaz putanje vozila i radijusa za smjer 5-1

U tablici 11 su prikazane izračunate provozne brzine za odabrane smjerove.

Tablica 11. Prikaz izračunatih provoznih brzina

Smjer	Provozna brzina			
		Ulaz [km/h]	Kružni kolnik [km/h]	Izlaz [km/h]
1-2	V=	32.4	24.7	39.6
2-1	V=	32.4	28.7	39.6
3-5	V=	32.4	32.5	39.6
4-3	V=	32.4	31.7	39.6
5-1	V=	32.4	23.4	39.6
5-2	V=	32.4	34.6	39.6

Prema tablici 11 vidi se da ovakvo rješenje omogućava razvijanje brzina za 2 do 10 km/h veće od ograničenja (30 km/h) na ulaznom i izlaznom dijelu kružnog raskrižja pa čak i u kružnom kolniku. Kako bi se dodatno smanjila brzina na ulazu moguće je postaviti uspornike tj. „ležeće policajce“ kao dodatnu mjeru smirivanja prometa, na pozicijama neposredno ispred pješačkih prijelaza kako bi se osiguralo dodatno usporavanje motornih vozila. Veće provozne brzine posljedica su usvojenih geometrijskih elemenata kojima se osigurava provoznost autobusu zbog čega je manjim vozilima omogućeno da prolaze većom brzinom kroz raskrižje.

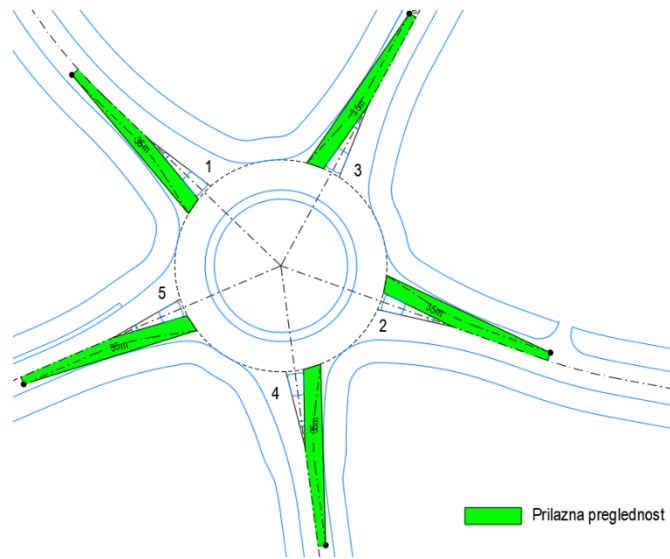
6.2.2. Provjera preglednosti raskrižja Ulica Županije Somogy, Vitomira Širole Paje i Bruna Valentija

Provjera preglednosti kružnog raskrižja provedena je prema uputama iz „Smjernica za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama“ [1]. Napravljene su slijedeće provjere preglednosti:

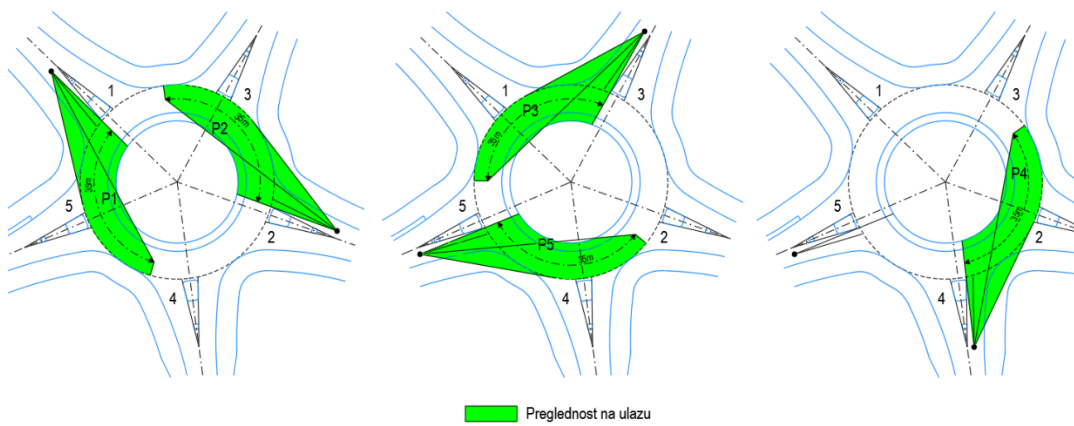
- prilazna preglednost
- preglednost na ulazu
- preglednost ulijevo
- preglednost u kružnom kolniku

Navedene provjere preglednosti prikazane su na slijedećoj stranici na slikama 75, 76, 77 i 78. Provjere prilazne preglednosti, preglednosti na ulazu i ulijevo provedene

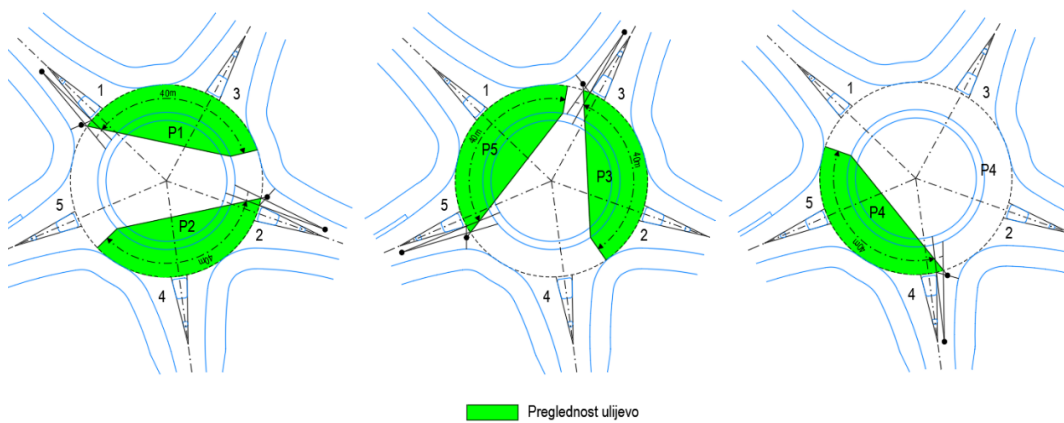
su na svim privozima, a preglednost u kružnom kolniku je provedena na dvije odabrane pozicije, odmah na ulasku u kružni kolnik.



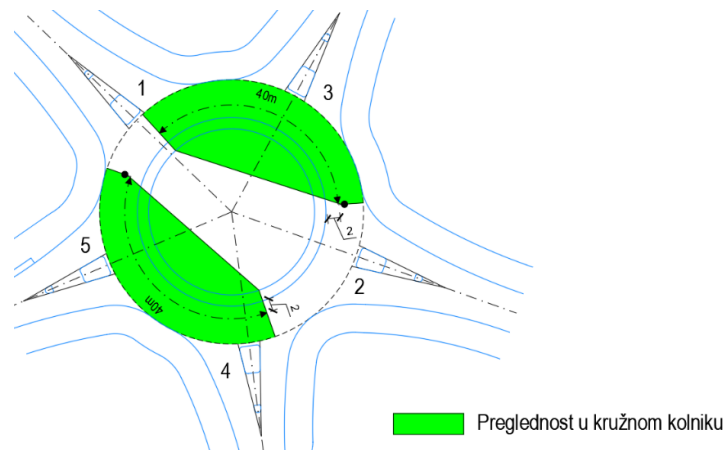
Slika 75. Provjera prilazne preglednosti



Slika 76. Provjera preglednosti na ulazu



Slika 77. Provjera preglednosti ulijevo



Slika 78. Provjera preglednosti u kružnom kolniku

Potrebne duljine preglednosti već su opisane prilikom provjere preglednosti raskrižja Ulica Županije Somogy, Anke Butorac i Ive Lole Ribara. Provedenom provjerom preglednosti na raskrižju Ulica Županije Somogy, Vitomira Širole Paje i Brune Valentija utvrđeno je da minimalna preglednost za brzinu od 30 km/h definirana smjernicama zadovoljava minimalnih 35m za prilaznu preglednost i preglednost na ulazu. Isto tako zadovoljena je i minimalna preglednost od 40m ulijevo i u kružnom kolniku. Provjerom preglednosti utvrđeno je da nema zapreka na visini oka vozača koje ograničavaju preglednost.

7. ZAKLJUČAK

Optimizacija rješenja raskrižja može biti vrlo složen postupak naročito ako se radi o raskrižju smještenom na urbanom području nekog grada jer u tom slučaju treba obratiti pažnju na sve moguće vidove prometa. Postupak optimizacije započinje analizom postojećeg stanja kao što je prikazano u ovom diplomskom radu. Prikazana analiza uključuje analizu: geometrijskih elemenata raskrižja, organizaciju motoriziranog prometa, pješačkog i biciklističkog prometa, konfliktnih točaka i preglednosti. Međutim, ovisno o dostupnosti podataka, analiza može uključivati i razne druge parametre koji nisu prikazani u ovom radu, kao npr. analizu prometnih nesreća na raskrižju koja nije bila dostupna za promatranu situaciju. Provedba analize postojećeg stanja iznimno je važna zbog toga da bi se mogli utvrditi nedostaci koji se onda prilikom izrade novih rješenja nastoje ukloniti. Konkretno na promatranim primjerima u ovom radu evidentirano je nekoliko nedostataka poput nezadovoljene preglednosti i nepovoljnog kuta između privoza. Najznačajniji problem na oba promatrana raskrižja zbog kojeg se i planira rekonstrukcija je brzina. Izmjerena operativna brzina v85 znatno je veća od ograničenja i ona znatno umanjuje sigurnost raskrižja. Svi nedostaci uočeni u analizi postojećeg stanja bili su ulazni podaci ovog diplomskog rada za izradu novih rješenja s ciljem da ih se ukloni.

Nakon provedene analize pristupa se izradi rješenja kako je i prikazano u radu. U ovoj fazi potrebno je izraditi nekoliko mogućih rješenja raskrižja kako bi se u nastavku utvrdilo koji tip raskrižja najbolje unaprjeđuje postojeće stanje. Naime, nije moguće napraviti samo jednu varijantu rješenja i unaprijed odrediti da će ona sigurno poboljšati situaciju. Prilikom projektiranja novih rješenja potrebno je zadovoljiti osnovne zahtjeve sigurnosti, ekonomičnosti, kapaciteta i utjecaja na okoliš, koji su detaljnije opisani u prvom poglavlju ovog diplomskog rada. Rješenja izrađena u ovom radu zadovoljavaju minimalne geometrijske elemente i napravljena su u skladu s „Urbanističkim planom uređenja stambenog naselja Poreč – JUG(UPU-24)“ i „Smjernicama za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama“ uzimajući u obzir i tehničku regulativu za projektiranje raskrižja u razini. Potrebno je napomenuti kako je urbanističkim planom definirana širina glavnog prometnog pravca, odnosno Ulice Županije Somogy, 6 metara, međutim prilikom izrade novih rješenja predviđa se da će

na lokacijama u prometu biti turističkih autobusa zbog čega je širina glavnog prometnog pravca radi osiguranja provoznosti povećana na 6,5m. Dimenzije svih ostalih elemenata na raskrižju jednake su propisanim dimenzijama iz urbanističkog plana.

Nakon razrade nekoliko idejnih varijanti rješenja raskrižja pristupilo se međusobnoj usporedbi svih rješenja. Za odabira optimalnog tipa raskrižja na raskrižju Ulica Županije Somogy, Anke Butorac i Ive Lole Ribara provedena je redukcija broja varijanti na temelju kriterija provoznosti, konfliktnih točaka i sigurnosti nemotoriziranog prometa. Na temelju tih kriterija odabrana su tri najbolja rješenja za daljnji postupak optimizacije. Usporedbu rješenja moguće je provesti na razne načine i raznim bodovni skalama koje se prilagođavaju ovisno o tome koliko se detaljno želi pristupiti usporedbi. Moguće je raznim kriterijima dodavati težinske koeficijente, ako se utvrdi da su oni znatno bitniji u odnosu na ostale kriterije. Sve navedeno potrebno je prilagoditi svakoj promatranoj situaciji zasebno. U ovom slučaju svi definirani kriteriji imali su istu važnost pa im nisu dodijeljeni težinski koeficijenti.

Na promatranim primjerima usporedba je provedena prema kriterijima iz „*Smjernica za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama*“, za svako promatrano raskrižje posebno. Kako je i prikazano u radu, pod-kriterije je potrebno prilagoditi promatranoj situaciji i raspoloživim podacima temeljem kojih se vrši procjena. Potrebno je sagledati samo one pod-kriterije koji daju različite bodovne rezultate. U slučaju da su sva rješenja prema nekom pod-kriteriju jednako bodovana taj pod-kriterij zapravo nema svrhe jer po njemu nije moguće uočiti razliku između različitih rješenja. Na primjerima u radu je korištena bodovna skala od 1 do 5 bez težinskih koeficijenata. Ovom usporedbom odabrana su najbolje ocijenjena rješenja za svako raskrižje.

Provedenom usporedbom pokazalo se da su na oba promatrana raskrižja najbolja rješenja kružna raskrižja. Ona su bodovno bolje ocijenjena u odnosu na ostala rješenja, odnosno pokazuje se da u većoj mjeri zadovoljavaju postavljene kriterije. Odabirom ovih rješenja mogla bi se unaprijediti situacija na raskrižjima – smanjen je broj konfliktnih točaka i pretpostavlja se značajno usporavanje vozila u zonama raskrižja čime se znatno povećava sigurnost svih sudionika u prometu. Na raskrižju Ulica Županije Somogy, Vitomira Širole Paje i Brune Valentija je uklonjen nedostatak

nedovoljne preglednosti. Poboljšana je pješačka infrastruktura na oba raskrižja na način da je povećan broj pješačkih koridora izradom nogostupa oko cijele zone raskrižja propisane širine urbanističkim planom. Prilikom razrade varijanti nije predviđena biciklistička infrastruktura, ali postoji mogućnost njene izvedbe koja je prikazana na grafičkim priložima u poglavlju Razrada odabranih rješenja.

Postupak optimiziranja rješenja je pokazao nužnost sveobuhvatne analize postojećeg stanja te primjenu višekriterijske analize većeg broja rješenja kako bi se odabralo najbolje rješenje koje zadovoljava odvijanje svih vidova prometa te najmanje utječe na okolnu zonu. Kada su raskrižja smještena na rubu urbane zone problem predstavlja što ista imaju ulogu osiguravanja tranzitnog odnosno ishodišno-odredišnog prometa zbog čega je taj element potrebno respektirati pri definiranju kriterija. Iako odabrana vrsta raskrižja prema smjernicama nije u potpunosti prikladna za spomenutu vrste prometa, provedenom analizom prometnog opterećenja zaključeno je da prometna opterećenja nisu velika te odabrana rješenja nemaju pretjerano negativan utjecaj na tranzitni promet u pogledu protočnosti kružnih raskrižja, pa je to na promatranim primjerima gotovo zanemarivo s obzirom koliko ista vrsta raskrižja unaprjeđuje sigurnost prometa.

Potrebno je i napomenuti kako se je u radu pokazalo da bi bilo povoljno napraviti provjeru provozne brzine prije provedbe postupka optimizacije, odnosno međusobne usporedbe varijanti, jer se je pokazalo kako odabrana rješenja u konačnici vjerojatno ne osiguravaju u potpunosti smanjenje brzina ispod definiranih ograničenja. Moguće je za odabrana rješenja djelomično smanjiti brzine pri ulasku u kružno raskrižje izvedbom uspornika („ležećih policajaca“) prije pješačkih prijelaza na ulazu u raskrižje i na taj način djelomično osigurati sigurnije odvijanje prometa. Za potpuno osiguranje provozne brzine od maksimalno 30 km/h trebalo bi koristiti manje radijuse većine oblikovnih elemenata korištenih prilikom oblikovanja raskrižja. Na ovom elementu bi trebalo dodatno poraditi da se osigura i provoznost i sigurnost nemotoriziranih sudionika u prometu.

8. LITERATURA

- [1] Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, *Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama*, Hrvatske ceste d.o.o. Zagreb, Rijeka, 2014
- [2] *Urbanistički plan uređenja stambenog naselja Poreč – JUG(UPU-24)*
- [3] Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, *Prometna studija zone posebne namjene – Ulica Ive Lola Ribara sa priključcima Grad Poreč – Parenzo*, Grad Poreč-Parenzo, Rijeka, 2022
- [4] Deluka Tibljaš, A., *Predavanje Cestovna čvorišta*, Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci
- [5] Legac, I., *Raskrižja javnih cesta (Cestovne prometnice II)*, Sveučilište u Zagrebu Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008
- [6] Hrvatske norme HRN U.C4.050
- [7] Deluka Tibljaš, A., *Predavanje Promet u gradovima*, Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci
- [8] Miletić, I. A., *Cestovna raskrižja kao element sigurnosti cestovnog prometa*, završni rad, Sveučilište u Zagrebu Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2016
- [9] Baza računalnog programa AutoTURN Pro 11, verzija 11.0.4.130, prema FGSV 2020(DE) i ARCHITECTS HANDBOOK 2002(UK)

9. GRAFIČKI PRILOZI

List 1 – Građevinska situacija kružnog raskrižja Ulica Županije Somogy, Anke Butorac i Ive Lole Ribara, u mjerilu M 1:500

List 2 – Prometna situacija kružnog raskrižja Ulica Županije Somogy, Anke Butorac i Ive Lole Ribara, u mjerilu M 1:500

List 3 – Uzdužni presjek kružnog raskrižja Ulica Županije Somogy, Anke Butorac i Ive Lole Ribara – Osi 1 i 2 (Ulica Županije Somogy), u mjerilu M 1:500/50

List 4 – Uzdužni presjek kružnog raskrižja Ulica Županije Somogy, Anke Butorac i Ive Lole Ribara – Osi 3 i 4, u mjerilu M 1:500/50

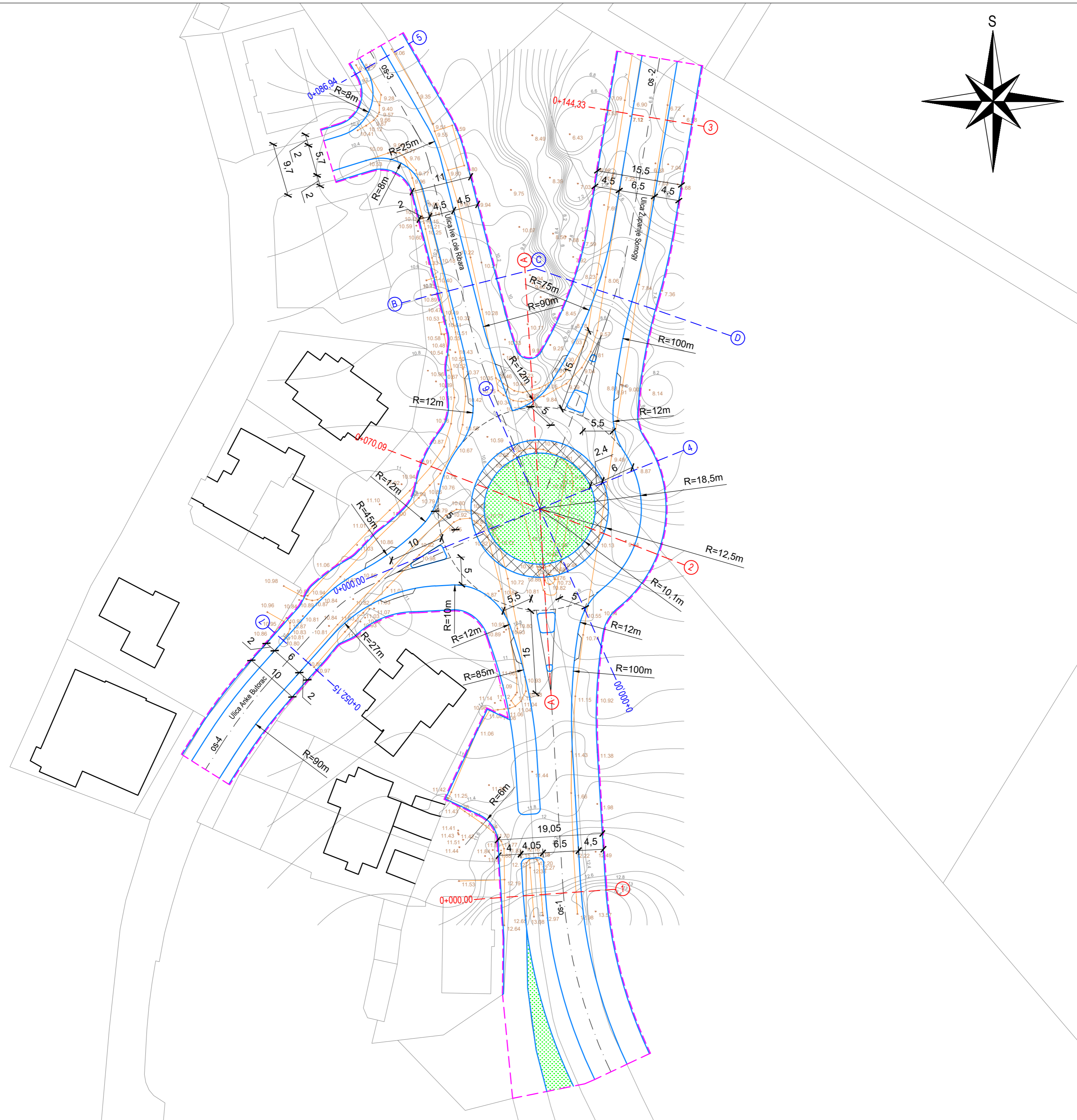
List 5 – Poprečni presjek kružnog raskrižja Ulica Županije Somogy, Anke Butorac i Ive Lole Ribara – Presjek A-A, u mjerilu M 1:100

List 6 – Poprečni presjek kružnog raskrižja Ulica Županije Somogy, Anke Butorac i Ive Lole Ribara – Presjek B-C-D, u mjerilu M 1:100

List 7 - Građevinska situacija kružnog raskrižja Ulica Županije Somogy, Vitomira Širole Paje i Bruna Valentija, u mjerilu M 1:500

List 8 – Prometna situacija kružnog raskrižja Ulica Županije Somogy, Vitomira Širole Paje i Bruna Valentija, u mjerilu M 1:500

List 9 – Prometna situacija Ulice Županije Somogy, u mjerilu M 1:1000



GRAĐEVINSKA SITUACIJA
 KRUŽNOG RASKRIŽJA ULICA
 ŽUPANIJE SOMOGY, ANKE
 BUTORAC I IVE LOLE RIBARA

M 1:500

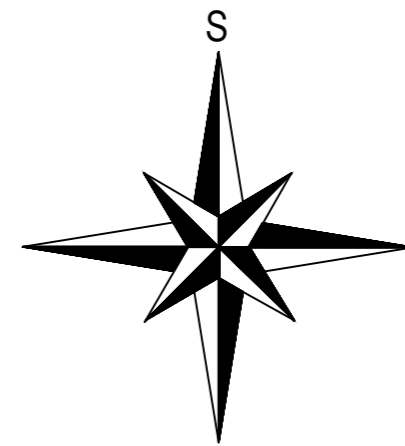
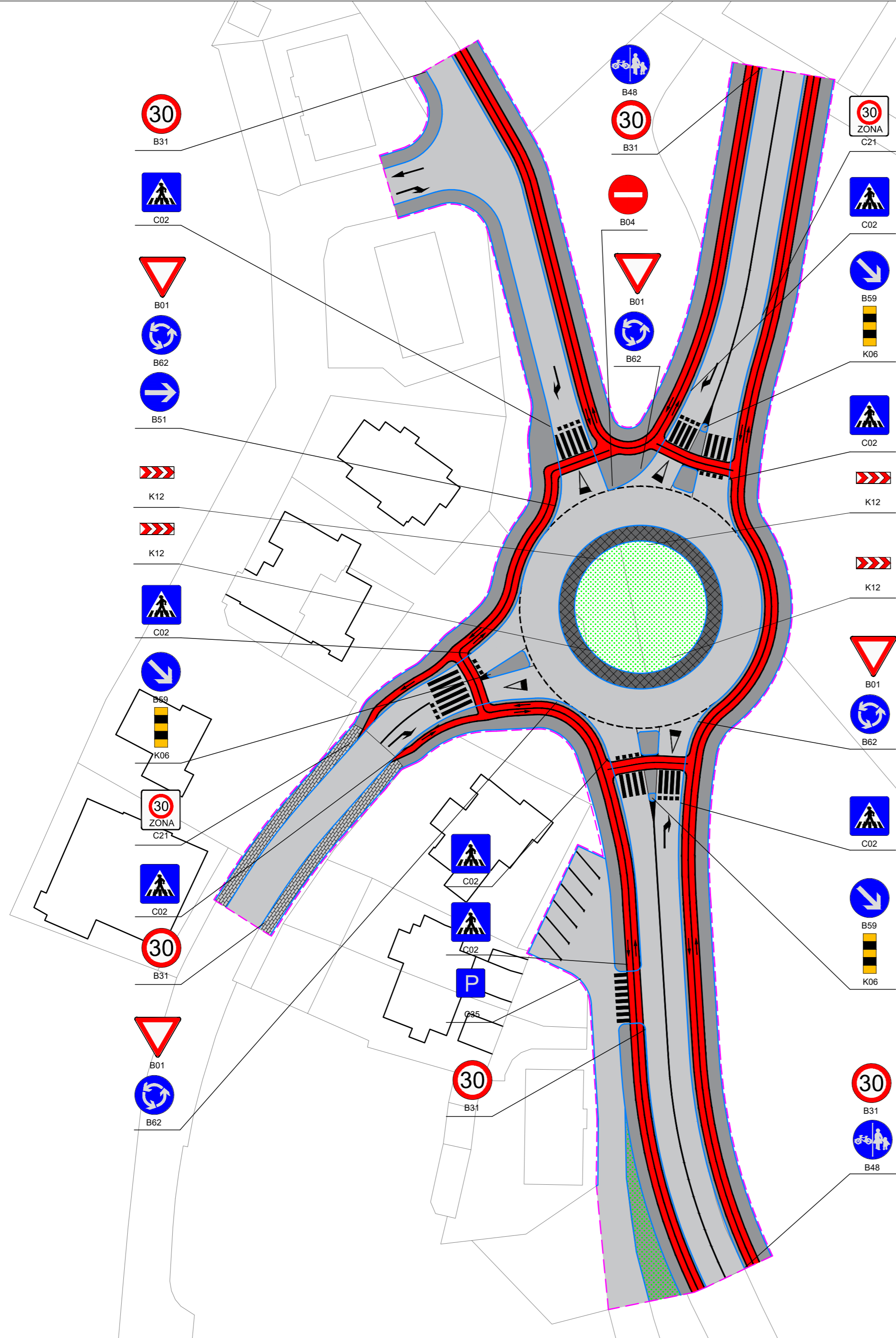
- LEGENDA:
- Rubnjak
 - Povozni dio središnjeg otoka kružnog toka
 - Zelena površina
 - Granica obuhvata za potrebe diplomskog rada
 - Postojeće raskrižje

G
F GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI

Diplomski rad: Optimizacija rješenja za raskrižja u rubnoj gradskoj zoni na primjeru raskrižja u Gradu Poreču	Sadržaj nacрта: Građevinska situacija kružnog raskrižja Ulica Županije Somogy, Anke Butorac i Ive Lole Ribara Poreču
--	---

Student: Denis Iskra	Kolegij: Promet u gradovima
-------------------------	--------------------------------

Mentor: prof.dr.sc. Aleksandra Deluka-Tibjaš	Datum: 6. 7. 2023.	Mjerilo: M 1:500	List: 1
---	-----------------------	---------------------	------------



PROMETNA SITUACIJA KRUŽNOG
RASKRIŽJA ULICA ŽUPANIJE SOMOGY,
ANKE BUTORAC I IVE LOLA RIBARA

M 1:500

LEGENDA:

- Rubnjak
- Povožni dio središnjeg otoka kružnog toka
- Zelena površina
- Granica obuhvata za potrebe diplomskog rada
- Biciklistička staza

G
F GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI

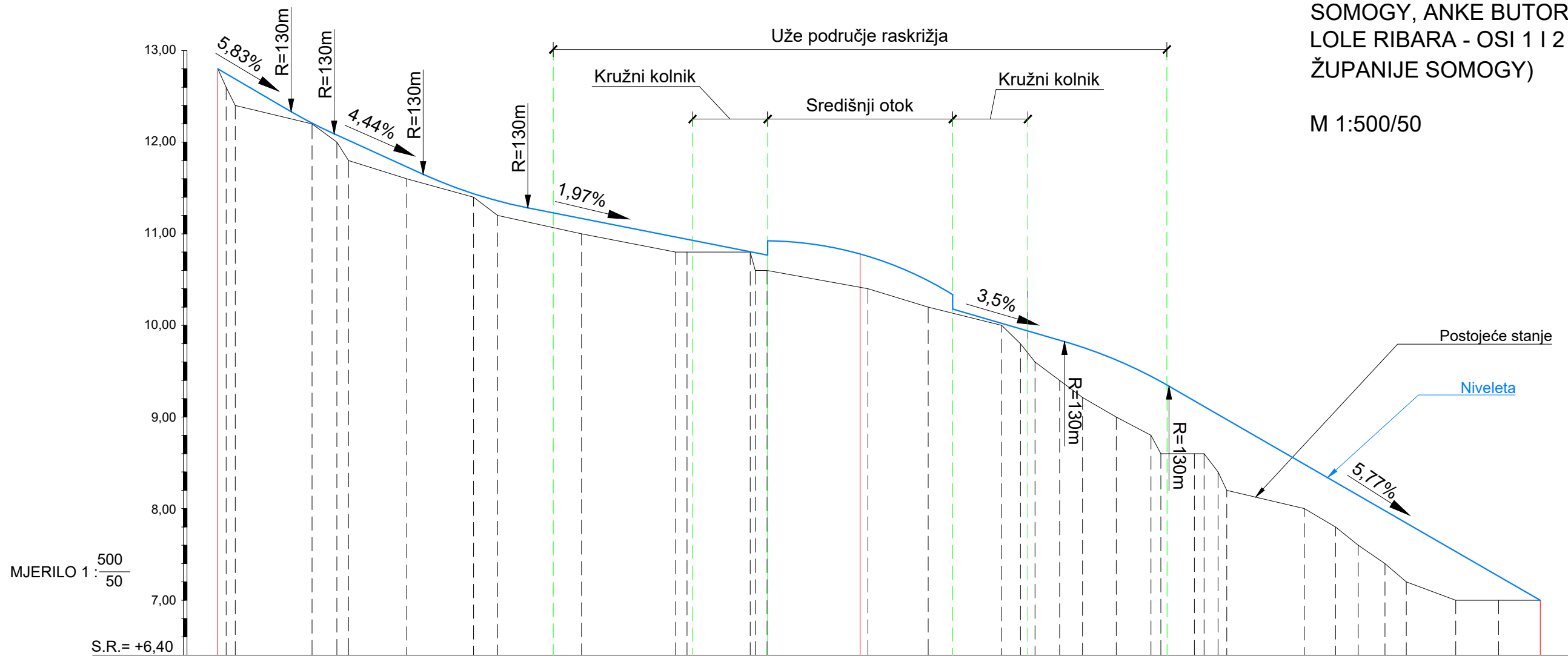
Diplomski rad: Optimizacija rješenja za raskrižja u rubnoj gradskoj zoni na primjeru raskrižja u Gradu Poreču	Sadržaj nacrt: Prometna situacija kružnog raskrižja Ulica Županije Somogy, Anke Butorac i Ive Lole Ribara Poreču
--	---

Student: Denis Iskra	Kolegij: Promet u gradovima
-------------------------	--------------------------------

Mentor: prof.dr.sc. Aleksandra Deluka-Tibjaš	Datum: 6. 7. 2023.	Mjerilo: M 1:500	List: 2
---	-----------------------	---------------------	------------

UZDUŽNI PRESJEK KRUŽNOG
RASKRIŽJA ULICA ŽUPANIJE
SOMOGY, ANKE BUTORAC I IVE
LOLE RIBARA - OSI 1 I 2 (ULICA
ŽUPANIJE SOMOGY)

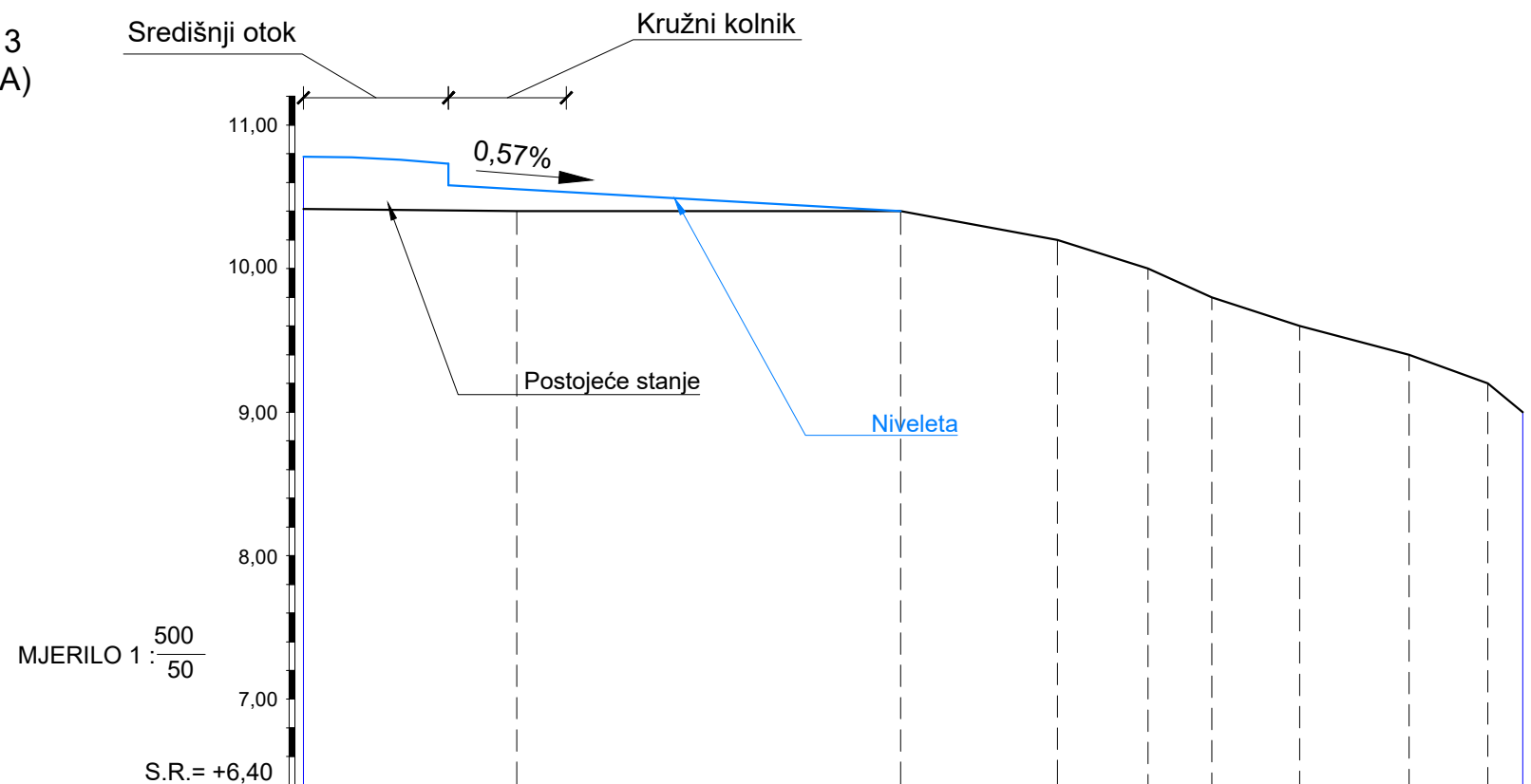
M 1:500/50



VERTIKALNI TOK	5,83%		R=130m; t=6,67m; s=0,171m		4,44%		R=130m; t=4,17m; s=0,067m		1,97%		1,97%		R=130m; t=1,48m; s=0,008m		5,77%																	
KOTE NIVELETE	12,80	12,68	12,20	12,07	11,73	11,44	11,36	11,17	10,96	10,80	10,78	10,49	10,02	9,96	9,92	9,84	9,75	9,62	9,43	9,38	9,19	9,11	9,03	8,97	8,48	8,29	8,15	7,98	7,84	7,53	7,26	7,00
KOTE TERENA	12,80	12,40	12,20	12,00	11,80	11,60	11,40	11,20	11,00	10,80	10,80	10,40	10,20	10,00	9,80	9,60	9,40	9,20	9,00	8,80	8,60	8,60	8,40	8,20	8,00	7,80	7,60	7,40	7,20	7,00	7,00	7,00
OZNAKA PROFILA	1																	2		3												
POPREČNI NAGIB	-2,5%																	2,5%		2,5%												
STACIONAŽA	0+000,00																	0+070,09		0+144,33												

G F				GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI			
Diplomski rad: Optimizacija rješenja za raskrižja u rubnoj gradskoj zoni na primjeru raskrižja u Gradu Poreču				Sadržaj nacrt: Uzdužni presjek kružnog raskrižja Ulica Županije Somogy, Anke Butorac i Ive Lole Ribara - osi 1 i 2			
Student: Denis Iskra				Kolegij: Promet u gradovima			
Mentor: prof.dr.sc. Aleksandra Deluka-Tibljaš		Datum: 6. 7. 2023.		Mjerilo: M 1:500/50		List: 3	

UZDUŽNI PRESJEK OSI 3
(ULICA IVE LOLE RIBARA)

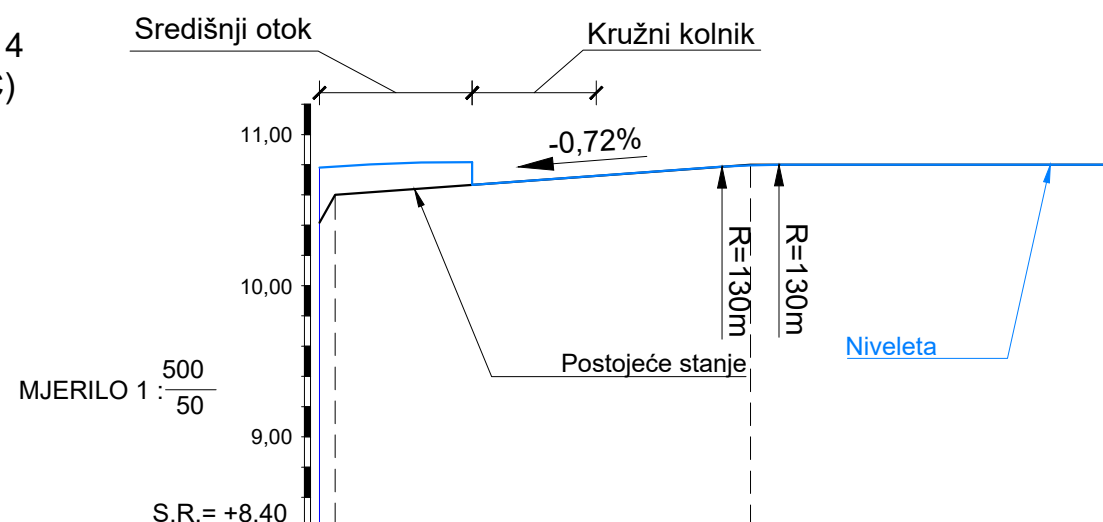


VERTIKALNI TOK	0,57%									
KOTE NIVELETE	10,78	10,55	10,40	10,20	10,0	9,80	9,60	9,40	9,20	9,0
KOTE TERENA	10,42	10,40	10,40	10,20	10,0	9,80	9,60	9,40	9,20	9,0
OZNAKA PROFILA	4									5
POPREČNI NAGIB	0%									2,5%
STACIONAŽA	0+000,00									0+086,94

UZDUŽNI PRESJEK KRUŽNOG
RASKRIŽJA ULICA ŽUPANIJE
SOMOGY, ANKE BUTORAC I IVE
LOLE RIBARA - OSI 3 I 4

M 1:500/50

UZDUŽNI PRESJEK OSI 4
(ULICA ANKE BUTORAC)



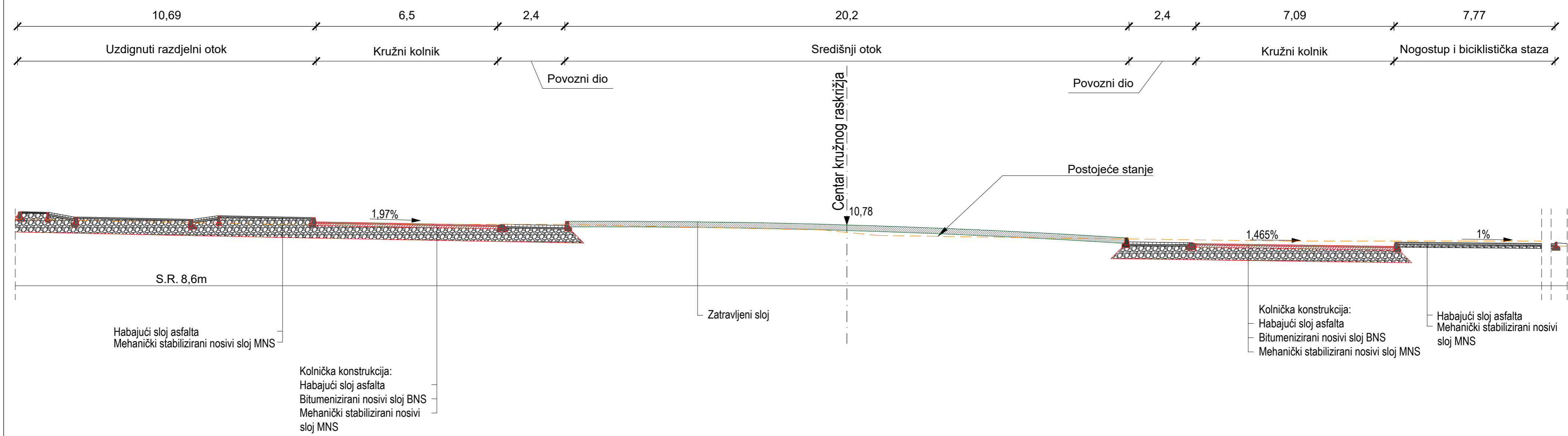
VERTIKALNI TOK	-0,72% R=130m; l=0,468m; s=0,0008m				0%	
KOTE NIVELETE	10,78	10,79	10,79	10,80	10,80	10,80
KOTE TERENA	10,42	10,60	10,80	10,80	10,80	10,80
OZNAKA PROFILA	6					7
POPREČNI NAGIB	0%					2,5%
STACIONAŽA	0+000,00					0+052,15

G F GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI			
Diplomski rad: Optimizacija rješenja za raskrižja u rubnoj gradskoj zoni na primjeru raskrižja u Gradu Poreču		Sadržaj nacrt: Uzdužni presjek kružnog raskrižja Ulica Županije Somogy, Anke Butorac i Ive Lole Ribara - osi 3 i 4	
Student: Denis Iskra		Kolegij: Promet u gradovima	
Mentor: prof.dr.sc. Aleksandra Deluka-Tibljaš	Datum: 6. 7. 2023.	Mjerilo: M 1:500/50	List: 4

POPREČNI PRESJEK KRUŽNOG
RASKRIŽJA ULICA ŽUPANIJE
SOMOGY, ANKE BUTORAC I IVE
LOLE RIBARA

M 1:100

Presjek A-A

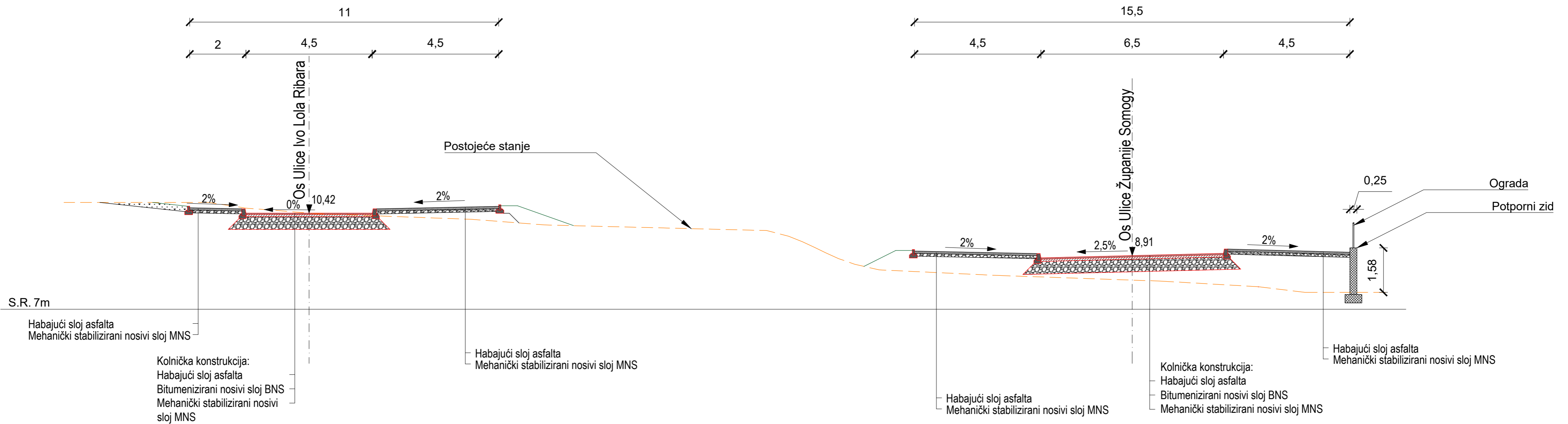


G F GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI			
Diplomski rad: Optimizacija rješenja za raskrižja u rubnoj gradskoj zoni na primjeru raskrižja u Gradu Poreču		Sadržaj nacrt: Poprečni presjek kružnog raskrižja Ulice Županije Somogy, Anke Butorac i Ive Lole Ribara - Presjek A-A	
Student: Denis Iskra		Kolegij: Promet u gradovima	
Mentor: prof.dr.sc. Aleksandra Deluka-Tibljaš	Datum: 6. 7. 2023.	Mjerilo: M 1:100	List: 5

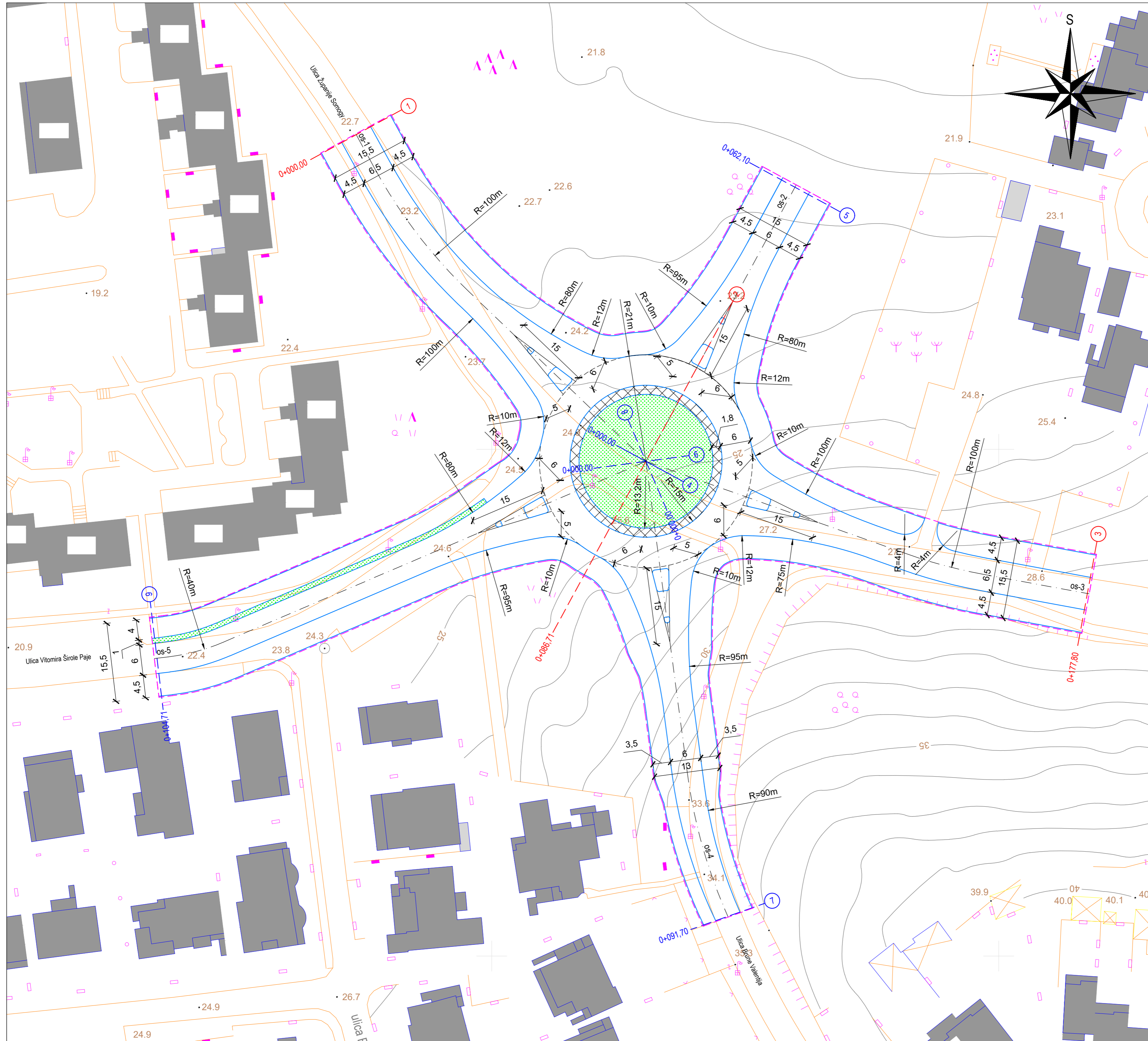
POPREČNI PRESJEK KRUŽNOG
RASKRIŽJA ULICA ŽUPANIJE
SOMOGY, ANKE BUTORAC I IVE
LOLE RIBARA

M 1:100

Presjek B-C-D



G F GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI			
Diplomski rad: Optimizacija rješenja za raskrižja u rubnoj gradskoj zoni na primjeru raskrižja u Gradu Poreču		Sadržaj nacrt: Poprečni presjek kružnog raskrižja Ulice Županije Somogy, Anke Butorac i Ive Lole Ribara - Presjek B-C-D	
Student: Denis Iskra		Kolegij: Promet u gradovima	
Mentor: prof.dr.sc. Aleksandra Deluka-Tibljaš	Datum: 6. 7. 2023.	Mjerilo: M 1:100	List: 6

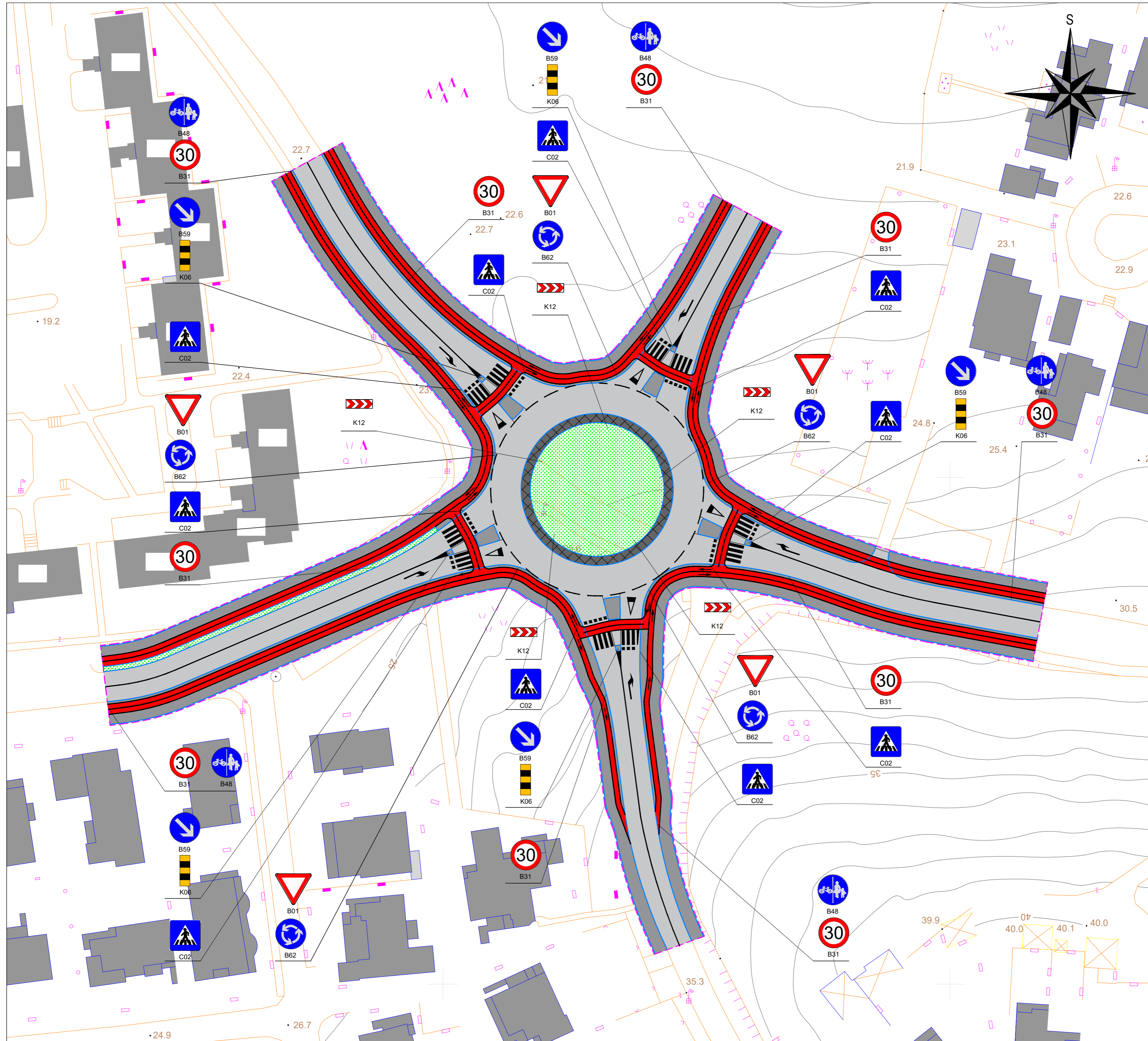


GRAĐEVINSKA SITUACIJA
 KRUŽNOG RASKRIŽJA ULICA
 ŽUPANIJE SOMOGY,
 VITOMIRA ŠIROLE PAJE I BRUNE
 VALENTIJA

M 1:500

- LEGENDA:**
- Rubnjak
 - Povožni dio središnjeg otoka kružnog toka
 - Zelena površina
 - Granica obuhvata za potrebe diplomskog rada
 - Postojeće raskrižje

G F GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI			
Diplomski rad: Optimizacija rješenja za raskrižja u rubnoj gradskoj zoni na primjeru raskrižja u Gradu Poreču		Sadržaj nacrt: Građevinska situacija kružnog raskrižja Ulica Županije Somogy, Vitomira Širole Paje i Brune Valentija	
Student: Denis Iskra		Kolegij: Promet u gradovima	
Mentor: prof.dr.sc. Aleksandra Deluka-Tibljaš	Datum: 6. 7. 2023.	Mjerilo: M1:500	List: 7



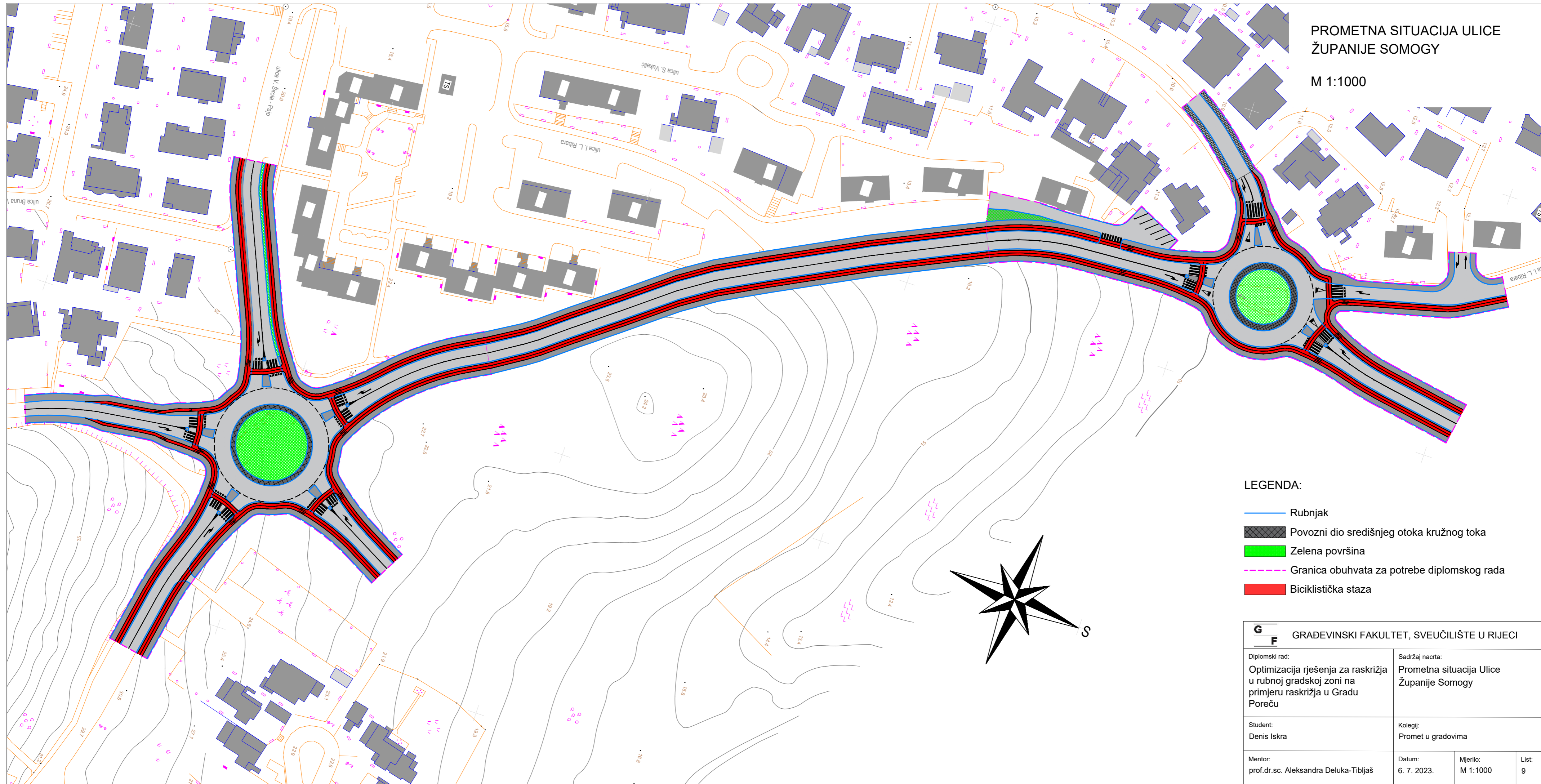
PROMETNA SITUACIJA KRUŽNOG RASKRIŽJA ULICA ŽUPANIJE SOMOGY, VITOMIRA ŠIROLE PAJE I BRUNE VALENTIJA
M 1:500

- LEGENDA:
- Rubnjak
 - Povozni dio središnjeg otoka kružnog toka
 - Zelena površina
 - Granica obuhvata za potrebe diplomskog rada
 - Biciklistička staza

G F GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI			
Diplomski rad: Optimizacija rješenja za raskrižja u rubnoj gradskoj zoni na primjeru raskrižja u Gradu Poreču		Sadržaj nacrt: Prometna situacija kružnog raskrižja Ulica Županije Somogy, Vitomira Širole Paje i Brune Valentija	
Student: Denis Iskra		Kolegij: Promet u gradovima	
Mentor: prof.dr.sc. Aleksandra Deluka-Tibjaš	Datum: 6. 7. 2023.	Mjerilo: M1:500	List: 8

PROMETNA SITUACIJA ULICE
ŽUPANIJE SOMOGY

M 1:1000



LEGENDA:

- Rubnjak
- Povozni dio središnjeg otoka kružnog toka
- Zelena površina
- Granica obuhvata za potrebe diplomskog rada
- Biciklistička staza

G F GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI			
Diplomski rad: Optimizacija rješenja za raskrižja u rubnoj gradskoj zoni na primjeru raskrižja u Gradu Poreču		Sadržaj nacrt: Prometna situacija Ulice Županije Somogy	
Student: Denis Iskra		Kolegij: Promet u gradovima	
Mentor: prof.dr.sc. Aleksandra Deluka-Tibljaš	Datum: 6. 7. 2023.	Mjerilo: M 1:1000	List: 9