

Višekriterijska analiza varijanata rješenja rekonstrukcije raskrižja D501 i radne zone Lunga

Radić, Emanuel

Master's thesis / Specijalistički diplomski stručni

2021

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:157:481823>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-19**



Repository / Repozitorij:

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



**SVEUČILIŠTE U RIJECI
GRAĐEVINSKI FAKULTET**

Emanuel Radić

**Višekriterijska analiza varijanata rješenja rekonstrukcije raskrižja D501 i
radne zone Lunga**

Diplomski rad

Rijeka, 2021.

**SVEUČILIŠTE U RIJECI
GRAĐEVINSKI FAKULTET**

**Specijalistički diplomski stručni studij
Graditeljstvo u priobalju i komunalni sustavi
Prometna infrastruktura**

**Emanuel Radić
JMBAG: 0114028726**

**Višekriterijska analiza varijanata rješenja rekonstrukcije raskrižja D501 i
radne zone Lunga**

Diplomski rad

Rijeka,rujan 2021.

Naziv studija: **Specijalistički diplomski stručni studij**

Znanstveno područje: Tehničke znanosti

Znanstveno polje: Građevinarstvo

Znanstvena grana: Prometnice

Tema diplomskog rada

**VIŠEKRITERIJSKA ANALIZA VARIJANATA RJEŠENJA REKONSTRUKCIJE RASKRIŽJA
D501 I RADNE ZONE LUNGA**

**MULTICRITERIA ANALYSIS OF DIFFERENT SOLUTIONS OF INTERSECTION
RECONSTRUCTION ON D501 AND WORKING ZONE LUNGA**

Kandidat: **EMANUEL RADIĆ**

Kolegij: **PROMETNA INFRASTRUKTURA**

Diplomski rad broj: **SPEC-2021-14**

Zadatak:

U diplomskom radu je potrebno analizirati stanje varijantna rješenja raskrižja državne ceste D501 i radne zone Lunga. Rad treba sadržavati analizu postojećeg stanja, varijantna rješenja rekonstrukcije raskrižja i analizu varijantnih rješenja.

Tema rada je uručena: 24. veljače 2021.

Mentorica

Marijana Cuculić, v. pred.
dipl.ing.građ.

IZJAVA

Diplomski rad sam izradio 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.

Emanuel Radić

Emanuel Radić

U Rijeci, 15. rujna 2021.

Sažetak

U ovom će se radu opisati raskrižje izvedeno u sklopu rekonstrukcije državne ceste D501 Oštrovica Meja te će se razraditi i varijantna rješenja za isto. Raskrižje se nalazi na križanju prometnih tokova državne ceste i radne zone Lunga. Raskrižje je novoprojektirano te zadovoljava sadašnje potrebe i kapacitete ali u slučaju povećanja broja vozila ponajprije zbog otvaranja radne zone Lunga izraditi će se varijante koje bi taj isti promet sigurno i brzo provelo raskrižjem. Prije svega će se prikazati analiza sadašnjeg raskrižja ne bi li se pronašlo sve elemente koji ne zadovoljavaju neki od kriterija ili ih je moguće elegantnije izvesti.

Temeljni cilj ovog diplomskog rada stoga je odabir optimalne varijante raskrižja državne ceste i priključka za radnu zonu Lunga na temelju provedenih postupaka višekriterijske analize. Cilj je ovog rada pronaći optimalno rješenje za navedeno raskrižje, pronaći i analizirati mogućnosti i parametre raskrižja kao što su radijusi, preglednost, konfliktne točke, projektna brzina... Prikazati će se dvije varijante koje će zadovoljiti sve tehničke i sigurnosne aspekte raskrižja i unaprijediti prohodnost iste ali i sagledati širu sliku raskrižja i sve dijelove prometne infrastrukture koji utječu na prometovanje istim.

KLJUČNE RIJEČI: Raskrižje, prometni tok, preglednost, kružno raskrižje, konfliktne točke

Abstract

In this work will be described intersection on state Road D501 Oštrovica Meja and will also be elaborated and shown variant solutions. Intersection is located at the traffic crossroads of state Road and work area Lunga. Intersection is newly designed and meets present needs and capacities but in case of increase in number of vehicles, mostly because of working zone that will in few years start with work, there will be made variant solutions that will have to carry out the traffic on fast and safe way. Firstly will be shown analysis of present intersection how could we discover all elements of road that are not correct or can be made in more elegant way.

Fundamental goal of this graduate thesis is to select the most suitable variant of intersection of State road and working zone road based on conducted procedure of multicriteria analysis. Purpose is to find optimal solution for upgraded intersection, to find and analyze opportunities and parameters like radius, visibility, collision points, speed limit... There will

be shown two variants that will fulfill all technical and safety aspects of intersection and also upgrade traffic flow but also perceive bigger picture of intersection and all parts of transport infrastructure that can affect traffic.

KEY WORDS: Intersection, traffic flow, visibility, roundabout, collision points

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
1.1. Državna cesta D501 Oštrovica Meja.....	2
1.2. RADNA ZONA LUNGA	7
1.2.1. Analiza makrolokacije naselja Hreljin	8
1.2.2. Postojeće stanje radne zone	12
2. ELEMENTI POSTOJEĆEG RASKRIŽJA	15
2.1. Raskrižje i sjecišta prometnih tokova.....	15
2.2. Brojanje prometa i proračun uslužnosti	16
2.3. Analiza postojećih prometnih tokova.....	20
2.4. Kategorizacija prometnica.....	28
<i>Podjela javnih cesta, promet i vrste terena</i>	<i>28</i>
2.5. Projektiranje prometnih tokova i raskrižja	29
<i>Elementi prometnih tokova</i>	<i>31</i>
<i>Projektna brzina (Vp)</i>	<i>31</i>
<i>Određivanje vrijednosti Vp</i>	<i>32</i>
<i>Zaustavna preglednost</i>	<i>32</i>
2.6. Tlocrtni elementi	33
<i>Određivanje poprečnog presjeka ceste.....</i>	<i>34</i>
2.7. Osnove projektiranja raskrižja	35
<i>Definiranje glavnog smjera</i>	<i>36</i>
2.8. Prometno rješenje raskrižja	37
2.9. Prometni tokovi u raskrižju	39
3. VARIJANTNA RJEŠENJA	42
Kružna raskrižja	42

3.1. Varijanta 1- srednje veliko vangradsko kružno raskrižje.....	47
Provjera opravdanosti primjene prometnog rješenja s kružnim raskrižjem.....	59
<i>Funkcionalni kriterij</i>	59
<i>Prostorni i urbanistički kriterij</i>	59
<i>Prometni kriterij</i>	59
<i>Projektno – tehnički kriteriji</i>	60
<i>Kriterij prometne sigurnosti</i>	60
<i>Kriterij propusne moći</i>	61
<i>Okolišni kriterij</i>	61
<i>Ekonomski kriterij</i>	61
3.2. Varijanta 2- trokrako raskrižje s pješačkim prijelazom, dodatnim vođenjem prometa otocima i trakom za ubrzavanje	62
<i>Pješački prijelazi</i>	62
Provjera opravdanosti primjene prometnog rješenja s proširenim T raskrižjem	72
Funkcionalni kriterij.....	72
Prostorni i urbanistički kriterij	72
Prometni kriterij	72
Projektno – tehnički kriteriji	73
Kriterij prometne sigurnosti.....	74
Kriterij propusne moći	74
Okolišni kriterij.....	74
Ekonomski kriterij	75
4. ANALIZE RJEŠENJA	76
5. ZAKLJUČAK.....	82
6. LITERATURA	85

Popis oznaka i kratica

D501 – državna cesta 501

PAJ – putnička automobilska jedinica

R – radijus

V_p – projektna brzina

\check{S}_{rt} – širina rubne trake

RZ – radna zona

Popis tablica

Tablica 1: Prosječni godišnji i ljetni dnevni promet [16]	17
Tablica 2: PAJ vršnog sata D501 (izradio autor).....	18
Tablica 3: Smjerovi kretanja (izradio autor)	19
Tablica 4: Kategorizacija prema zadaći povezivanja [18].....	29
Tablica 5: Tablica određivanja projektne brzine [18]:	32
Tablica 6: Zaustavna preglednost [18].....	32
Tablica 7: Najmanja duljina kružnog luka Lk (m) [18]:.....	33
Tablica 8: Ovisnost širine prometnog traka o brzini V_p (km/h) [18]:	34
Tablica 9: Polumjer i kapacitet vanurbanih kružnih raskrižja [23].....	48
Tablica 10: Širine proznosti za mjerodavno vozilo duljine 16.50 m [23]	50
Tablica 11: SWOT matrica (izradio autor)	77
Tablica 12: Tablica vrednovanja kriterija za kružno raskrižje (izradio autor).....	78
Tablica 13: Tablica vrednovanja kriterija za varijantu 2 (izradio autor)	78
Tablica 14: SWOT matrica varijante 1 (izradio autor)	79
Tablica 15: SWOT matrica varijante 2 (izradio autor)	80

Popis slika

Slika 1: Satelitski snimak D501 [3]	3
Slika 2: Situacijski prikaz raskrižja radne zone Lunga (izradio autor)	8
Slika 3: ŽCP Milja [8].....	9
Slika 4: Željezničko cestovni prijelaz Milja (fotografija autora).....	10
Slika 5: Željeznička pruga kroz općinu Bakar [9]	10
Slika 6: Postojeće i planirane autoceste u PGŽ [11].....	11
Slika 7: Postojeći teren RZ Lunga [6].....	13
Slika 8: Situacijski prikaz Radne zone Lunga, [6].....	13
Slika 9:Satelitski snimak prostora buduće radne zone Lunga [13].....	14
Slika 10: Kretanja u raskrižju (izradio autor)	19
Slika 11: Prikaz prometnih opterećenja (izradio autor)	20
Slika 12: Preklopljeni nacrt raskrižja i satelitski snimak (izradio autor).....	22
Slika 13:Lokacija budućeg raskrižja prije radova [17]	23
Slika 14:Stanje budućeg raskrižja na dan 03.11.2021.(fotografija autora).....	23
Slika 15: "Preglednost" prometnice u raskrižju na dan 13.07.2021. (fotografija autora)	24
Slika 16: Stanje radova na raskrižju na dan 04.07.2021. (fotografija autora)	24
Slika 17: Tlocrtni prikaz projektiranog raskrižja (izradio autor).....	25
Slika 18: Trenutno stanje radova na gradilištu na dan 13.7.(fotografija autora)	26
Slika 19: Poprečni presjek privoza 1 (izradio autor)	26
Slika 20: Poprečni presjek privoza 2 (izradio autor)	27
Slika 21: Poprečni presjek privoza 3 (izradio autor)	27
Slika 22: Spoj raznih kategorija cesta na čvoru Križišće [19].....	28
Slika 23: Poprečni presjek na poziciji priključka Lunga (izradio autor)	35
Slika 24: Situacijski prikaz privoza postojeće prometnice (izradio autor)	37
Slika 25: Prometno rješenje raskrižja za RZ Lunga [6].....	38

Slika 26: Smjer kretanja u raskrižju (izradio autor).....	39
Slika 27: Konfliktne točke raskrižja (izradio autor)	41
Slika 28: Tablica osnovnih geometrijskih elemenata [25].....	45
Slika 29: Elementi ulaza u kružno raskrižje [25].....	46
Slika 30: Povožni dio središnjeg otoka [23]	47
Slika 31: Primjer trokrakog kružnog raskrižja [26]	48
Slika 32: Širine provoznosti dvoosovinskih vozila [23]	49
Slika 33: Teretno vozilo u kružnom raskrižju 1 [23].....	49
Slika 34: Teretno vozilo u kružnom raskrižju 2 [23].....	50
Slika 35: Oblici razdjelnih otoka [10].....	51
Slika 36: Povoljan i nepovoljan odnos privoza [23].....	53
Slika 37: Kružni tok u prostoru (izradio autor).....	53
Slika 38: Konfliktne točke kružnog raskrižja (izradio autor)	54
Slika 39: Poprečni presjek kružnog raskrižja (izradio autor).....	55
Slika 40: Poprečni presjek kružnog raskrižja (izradio autor).....	55
Slika 41: Smjerovi kretanja u kružnom raskrižju (izradio autor)	56
Slika 42: Skica uzdužnog nagiba raskrižja prije i nakon izvedbe varijante 1 (izradio autor)..	57
Slika 43: Nagibi nivelete u širem području raskrižja [15]	57
Slika 44: Signalizacija u kružnom raskrižju (izradio autor)	58
Slika 45: Tlocrt raskrižja prema varijanti 2 (izradio autor)	64
Slika 46: Varijanta 2 na satelitskom snimku (izradio autor).....	65
Slika 47: Smjerovi kretanja u raskrižju varijante 2 (izradio autor).....	66
Slika 48: Konfliktne točke raskrižja varijante 2 (izradio autor)	67
Slika 49: Uzdužni presjek stare i nove nivelete prometnice (izradio autor)	68
Slika 50: Skica uzdužnog nagiba varijante 2 (izradio autor)	69
Slika 51: Poprečni presjek privoza 1 varijante 2 (izradio autor)	69

Slika 52: Poprečni presjek privoza 2 varijante 2 (izradio autor)	70
Slika 53: Poprečni presjek privoza 3 varijante 2 (izradio autor)	70
Slika 54: Prometno rješenje raskrižja varijante 2 (izradio autor)	71
Slika 55: Invalidska rampa na pješačkim prijelazima [18]	73

1. UVOD

U mjesecu studenom 2020. krenulo se u provođenje projekta obnove državne ceste D501 na dionici 002 od prometnog čvora Oštrovica (spoj na autocestu A6) do Meje (prometni čvor Hreljin spoj na A7), približne duljine $L=7,1\text{km}$. Početak zahvata je na Oštrovici, a završetak na Meji (Hreljin) – uklopu u postojeće raskrižje. Projektna stacionaža prati apsolutnu s početkom na početku dionice 002. [1]

To je najkraći pravac koji iz unutrašnjosti vodi prema Crikvenici i Krku, a njime u prosjeku na dan prođe 3000 vozila, ljeti i do 7000 vozila. [1]

Poslovna zona "Lunga" nalazi (nalaziti će se) se na području Grada Bakra, u katastarskoj općini Hreljin uz državnu cestu (D501) čvor Oštrovica (D3) - Meja - Križišće - Šmrika (D8) koja prolazi zapadnom stranom uz sam rub poslovne zone.

Upravo je radna zona Lunga, odnosno raskrižje za radnu zonu Lunga predmet ovog diplomskog rada. Budući da se radna zona predviđa za 20 trgovačkih ili proizvodnih prostora od najmanje 2000 m^2 , za očekivati je kako će se broj vozila u danu osjetno povećati sa sadašnjih 3000 vozila na možda i do tri puta veći broj. Kako će se prometovanje povećati, za očekivati je kako pogotovo sadašnje raskrižje a potencijalno i novo projektirano raskrižje nisu u skladu s potencijalnim brojem vozila u danu.

Uzimajući u obzir sve poznate parametre cestovnog prometa kao što su lokacija, PGDP, tehnički uvjeti i propisi te mnogi drugi, analizirati će se novo raskrižje te će se sukladno povećanju vozila izraditi i varijante raskrižja koja bi mogla poslužiti u budućnosti na navedenoj lokaciji.

1.1. Državna cesta D501 Oštrovica Meja

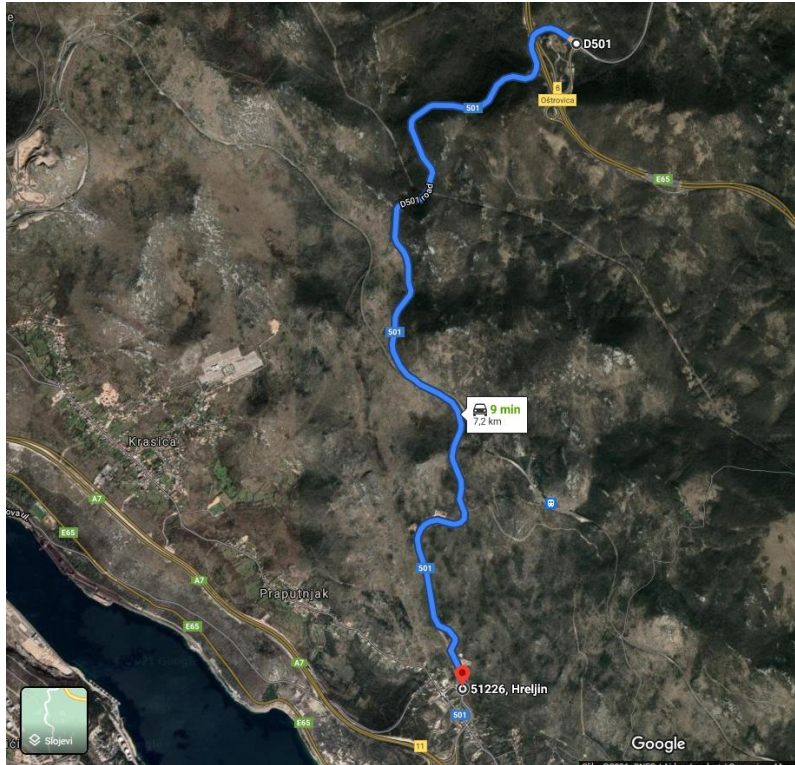
Dokumenti prostornog uređenja su dokumenti kojima se definiraju pravila uređenja u prostoru, odnosno pravila kojima se osigurava praćenje stanja u prostoru. Dokumenti prostornog uređenja najčešće se donose na 3 razine [2]:

- 1.državna razina (strategije prostornog razvoja Republike Hrvatske)
- 2.regionalna razina (prostorni planovi županije, odnosno velikog grada)
- 3.lokalna razina (urbanistički planovi uređenja, detaljni planovi uređenja)

Pri analizi postojećeg stanja potrebno je detaljno ispitati postojeću prostorno plansku dokumentaciju, a ukoliko se uoče nepravilnosti i zastarjelost dokumenta potrebno je predložiti njihovu dopunu odnosno izdavanje novog dokumenta. Prostorni planovi imaju izrazitu važnost pri donošenju investicijske odluke u prometu. Upravo u tim planovima može se vidjeti namjena površina, te ograničenja prostora na temelju kojih se prilagođavaju novo predložena rješenja. Prostorni planovi se najčešće sagledavaju prije izrade prometne studije ili prije donošenja idejnog prometnog rješenja. [2]

Trasa prometnice položena je u cijelosti na području Grada Bakra, a to je područje pokriveno sljedećim važećim dokumentima prostornog uređenja:

Prostorni plan uređenja Grada Bakra (sl.l. PGŽ 21/2003, 41/2006 i 02/2012)



Slika 1: Satelitski snimak D501 [3]

Dionica D501 kojom se spaja autocestu A6 s autocestom A7, na kojoj se nalazi i u nastavku analizirano raskrižje, će znatno povećati razinu sigurnosti prometa, bit će ispravljene zakrivljenosti i izgrađeni potporni zidovi, uredit će se tri raskrižja. Uz to, u suradnji s Gradom Bakrom i riječkim Vodovodom i kanalizacijom izgradit će s vodoopskrbni sustav za gospodarsku zonu na području Bakra. [4]

Obnova kolničke konstrukcije izvodi se na način da se u najvećoj mogućoj mjeri zadržava vertikalno vođenje trase uz potrebne korekcije nedostatnih elemenata, a bez značajnijih ukapanja niti nasipavanja u odnosu na postojeći teren, osim na djelu zahvata gdje se zbog ispravke postojećih tlocrtnih elemenata napušta sadašnja cesta. [5]

Predmet projekta rekonstrukcije su obnova kolnika, ispravak elemenata trase, rekonstrukcija i poboljšanje sustava odvodnje, izgradnja sustava vodoopskrbe, javne rasvjete raskrižja RZ Lunga te izgradnja kabelaške kanalizacije za buduće EKI. [5]

Na mjestima značajnijih kolnih privoza (priključak za planiranu poslovnu zonu Lunga) izvesti će se raskrižja sa zasebnim trakovima za lijevo skretanje. Svi postojeći kolni priključci i prilazi

bit će na odgovarajući način uklopljeni u projektno rješenje i označeni glavnim projektom. Možebitni dodatni priključci moraju dobiti suglasnost tijela koje upravlja cestom. [5]

Sva raskrižja projektirana su u skladu s propisima i preporukama, tako da je njima moguć prolaz osnovnih standardnih vrsta vozila. Uz trasu nije predviđen promet pješaka, cesta se u potpunosti vodi kao prometnica izvan naselja. [5]

Duž dionice državne ceste došlo je do značajne degradacije kolničke konstrukcije (djelom uslijed njene dotrajalosti, a djelom jer ista nije uopće dimenzionirana za promet motornih vozila koji se njome odvija). [5]

Postojeća trasa ceste nema zadovoljavajuće tlocrtne geometrijske elemente koje je na djelu trase nužno ispraviti. Najvećim dijelom cesta je u zasjeku. Širina bankine i berme je promjenjiva do 0,50 m, a na pojedinim mjestima je uopće nema. [5]

Svrha rekonstrukcije građevine je izgradnja prometnih površina u svrhu podizanja sigurnosti i uslužnosti automobilske prometa na D501 između pojasa Oštrovica i Gornjeg Jelenja s jedne strane (DC3, A6 – čvor Oštrovica) i Meje (Hreljin, A7, DC8) s druge strane. Građevina će služiti za odvijanje dvosmjernog prometa svih standardnih vrsta vozila te kao koridor za povremeni izvanredni (specijalni) cestovni prijevoz. [5]

Trasa je približne duljine 7,13 km, a sastoji od horizontalnih zavoja $R=75$ do $R=800$ m te pravaca spojenih prijelaznicama duljine $L=35-60$ m, te zadovoljava računsku brzinu $V_r=50$ km/h. Dio trase zadovoljava i računsku brzinu $V_r=60$ km/h.

Iznimku predstavljaju zone znatnog ograničenja (npr. križanje u nivou sa željezničkom prugom) gdje su zadržani postojeći elementi koji su nižih vrijednosti. [5]

Postojeća križanja na početku trase (Oštrovica) i na kraju (Meja, A7), oblikovana kao trokraka raskrižja u nivou sa zasebnim trakovima za lijevo skretanje zadržati će se u postojećem tlocrtnom obliku pošto su nedavno dimenzionirana i izgrađena. Postojeći odvojak za željezničku stanicu Meja uređuje se u svrhu postizanja odgovarajuće razine prometne sigurnosti i uslužnosti. Projektom se predviđa izgradnja novog raskrižja u nivou sa prometnim trakom za lijevo skretanje u obliku „T“ priključka za potrebe planirane poslovne zone Lunga.

Uzdužni nagibi određeni su prema konfiguraciji terena, odnosno, tehnologiji obnove kolnika koje je trebalo poštovati pri postavljanju nivelete, te poštovanju postojećeg stanja i ograničenih terenskih mogućnosti. [5]

Obnova D501 vođena je uzdužnim nagibima od 5% do 6% u konstantom padu od Oštrovice prema Meji. Najmanji nagib iznosi oko 4%, a najveći približno 8%. Opisani nagibi su spojeni vertikalnim zaobljenjima od najmanje $R=4500\text{m}$ do najviše $R=25000\text{m}$. Najviša točka trase je približno 631.00 m.n.m., a najniža 240.00 m.n.m. [5]

Iznimno od navedenih elemenata u zoni križanja u nivou sa željezničkom prugom M202 (ŽCP Meja) zadržani su svi visinski elementi zbog tehničkog uklopa u postojeću konstrukciju prijelaza. [5]

Trasa ceste u području izgradnje novog vodoopskrbnog sustava pa tako i u području radne zone Lunga (pribl. proj.stac. 6+120 do 7+100) [5]:

- kolnik $2 \times 3,00 \text{ m} = 6,00 \text{ m}$

- rubni trak $2 \times 0,20 \text{ m} = 0,40 \text{ m}$

- berma/ bankina jednostrano $1 \times 1,50 \text{ m} = 1,50 \text{ m}$

- berma/ bankina jednostrano $1 \times 1,20 \text{ m} = 1,20 \text{ m}$

Ukupno: 9,10 m

Poprečni nagibi u zavoju određeni su prema zahtjevima pozitivnog Pravilnika u skladu s računskom brzinom te variraju od najmanje 2.5% do najviše 7% (sve u odnosu na dopuštenu Vrač). Proširenja kolnika oblikovana su sukladno Pravilniku za prolaz mjerodavnih vozila (teretno s prikolicom, tegljač i zglobni autobus za oba prometna traka).

Temeljem iskustvenog odabira projektanta određene su sljedeće vrste slojeva kolničke konstrukcije:

- habajući asfaltni sloj, AC11 surf 45/80-65 AG3 M3, $d= 4.0\text{cm}$

- nosivi asfaltni sloj, AC32 base 50/70 AG6 M2, d= 4.0cm

- nosivi sloj od nevezanog znatog kamenog materijala (MNS, 0/63mm), d= 30.0cm

Svi priključci na državnu cestu bit će asfaltirani kako bi se spriječio pronos materijala na kolnik. Projektirana dionica je opremljena prema važećim propisima Pravilnika o prometnim znakovima i signalizaciji na cestama (NN 33/05, 155/05, 14/11)* i odgovarajućim hrvatskim normama za oznake na kolniku te obrađena glavnim projektom. Zaštitne ograde za cestovni promet određene su glavnim projektom glede tipa ograde te količina i načina postavljanja istih (prometne situacije i predmjer). [5]

Vertikalna signalizacija se sastoji od [5]:

- znakova opasnosti
- znakova izričitih naredbi
- znakova obavijesti
- dopunskih ploča

Horizontalna signalizacija je podijeljena u tri skupine [5]:

- uzdužne oznake
- poprečne oznake
- ostale oznake

Rubna horizontalna linija izvodi se puna, osim na mjestu kolnih ulaza i privoza, gdje se izvodi isprekidana linija dužine 1m crta + 1m razmak. [5]

Priključenje sustava javne rasvjete na elektroopskrbnu mrežu provodi se na području raskrižja za Lungu. Izgradnja kabelaške kanalizacije izvodi se u trupu ceste te se tako uspostavlja koridor za budući prolaz elektroničke komunikacijske infrastrukture. [5]

Na predmetnom području raskrižja Lunga planirana je u budućem periodu izgradnja vodospreme „VS „Meja“ i crpne stanice CS „Meja“ za potrebe opskrbe radnih zona Glavičina i Lunga, kao i za potrebe opskrbe visoke zone naselja Praputnjak. [5]

Dimenzioniranje kolničke konstrukcije ceste provodi se za projektni period od 20 godina, a projektom je predviđen vijek uporabe kolnika od 20 godina.

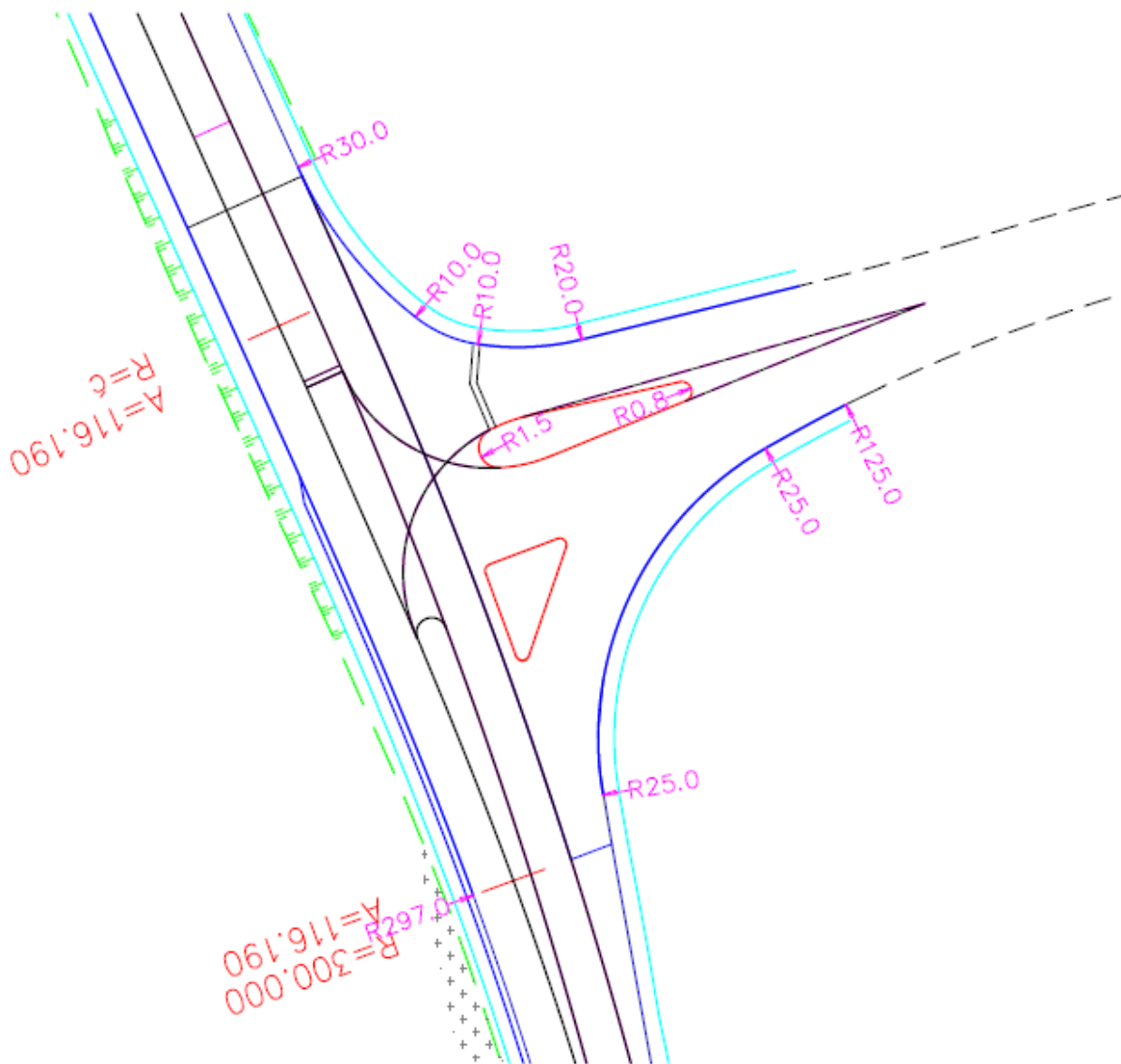
Vijek trajanja vertikalne signalizacije je 5 godina (pošto je trasa u neposrednoj blizini morske obale za očekivati je kako će zaprašivanje morskim aerosolima uzrokovati degradaciju znakovlja). Horizontalna signalizacija (oznake na kolniku) ima trajnost do 1 godine nakon čega je potrebna obnova. Oprema ceste koju čine smjerokazni stupići, katadiopteri, pocinčana zaštitna odbojna i žičana ograda imaju predviđeni vijek trajanja od 10 godina. [5]

Navedeno vrijedi za uvjete normalnog održavanja, a u slučajevima oštećenja kolnika, prometne signalizacije i opreme nastala oštećenja treba popraviti u što kraćem roku. [5]

1.2. RADNA ZONA LUNGA

Poslovna zona "Lunga" nalaziti će se na području Grada Bakra, u katastarskoj općini Hreljin uz državnu cestu (D501) čvor Oštrovica (D3) - Meja - Križišće - Šmrika (D8) koja prolazi zapadnom stranom uz sam rub poslovne zone. Sa sjeverne i istočne strane zona je okružena područjem niskobonitetnog poljoprivrednog zemljišta. [6]

Najbliža naselja udaljena su stotinjak metara od zone poslovne namjene. Sa zapadne strane to je naselje Praputnjak, a sa jugoistočne strane Meja-Gaj koja je danas sastavni dio naselja Hreljin. Poslovna zona "Lunga" cestovno je dobro povezana sa obližnjim naseljima, gradom Bakrom te 1 km udaljena od brze ceste i čvora Hreljin kojim će se ostvariti povezivanje sustava državnih cesta (postojećih ili planiranih), što je pokazatelj vrlo dobre lokacije poslovne zone. [6]



Slika 2: Situacijski prikaz raskrižja radne zone Lunga (izradio autor)

1.2.1. Analiza makrolokacije naselja Hreljin

Naselje Hreljin proteže se kroz područje dvije katastarske općine: Hreljin i Ružić-selo. Kroz Hreljin južnim dijelom naselja prolazi državna cesta D501. Naselje gravitira gradu Rijeci i industrijskoj zoni Kukuljanovo pa je po sadržaju naselje skupa s okolnim mjestima poprilično skromno.

Naselje nema imenovane ulice, ali stanovništvo prepoznaje dijelove naselja (zaseoke): Solnice (centar mjesta), Gladovo, Pod Solnice, Palentarovo, Biljin, Raskrižje, Stara cesta, Čopovsko, Kukurinovo, Knezovo, Tursko, Vidasko, Sobolsko, Zastene, Gaj, Maj, Donje Selo, Ravnica, Lokvica, Lonja, Glavičina, Dorisko, Placa, Kalac, Dragisino, Pojino Selo, Hrustica, Popelišće, Prinčica, Kalvarija, Cerkul, Fister, Melnice, Plase. [7]

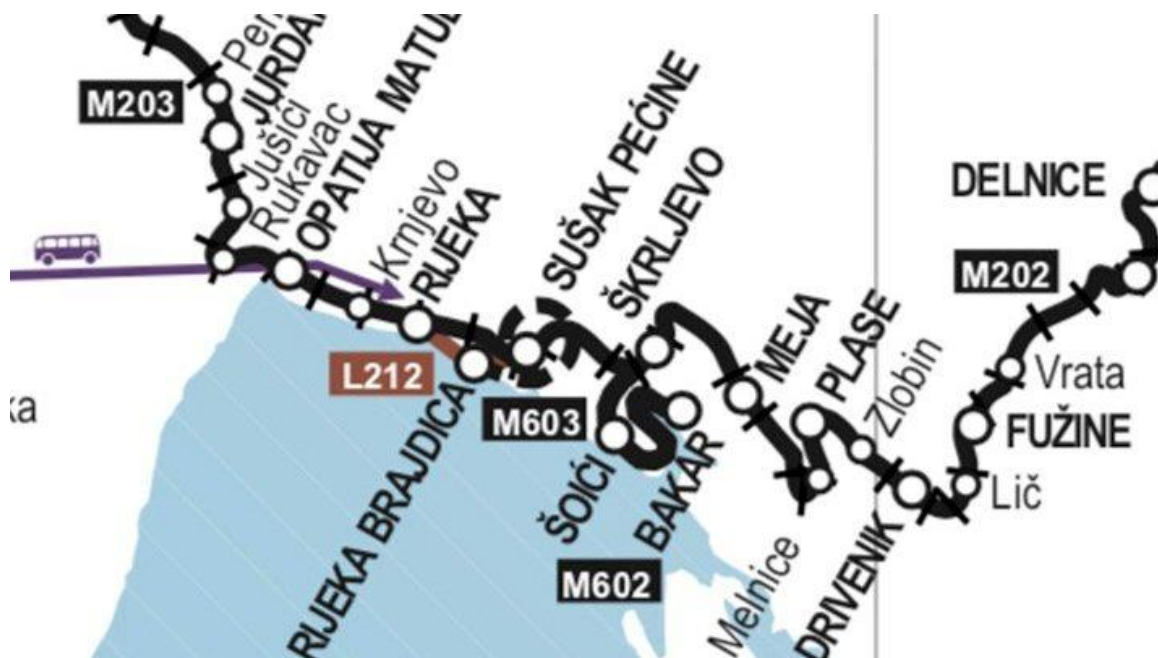
Sjeverno od Hreljina prolazi željeznička pruga M202 Zagreb Glavni kolodvor – Karlovac – Rijeka. Pruga dotiče mjesto iznad zaseoka Melnice i prolazi kroz Plase. Iznad Melnica je manja željeznička stanica istog imena, a Plase su jedna od većih željezničkih stanica (4 kolosjeka) na pruzi za Zagreb, nekada vrlo važno stajalište za opskrbu parnih lokomotiva vodom i gorivom. [6]



Slika 3: ŽCP Milja [8]



Slika 4: Željezničko cestovni prijelaz Milja (fotografija autora)



Slika 5: Željeznička pruga kroz općinu Bakar [9]

Osnovu međunarodnih prometnih koridora u cestovnom i željezničkom prometu koji Republiku Hrvatsk spajaju na europski prometni prostor čine multimodalni Paneuropski prometni koridori Vb, Vc, X i Xa (neki od njih su dio Transeuropske prometne mreže) koji omogućavaju najkraću i najbržu poveznicu između država Zapadne, Srednje i Istočne Europe s Jadranskim morem, te Južnom i Jugoistočnom Europom, odakle se ova veza nastavlja na Tursku i dalje prema državama Bliskog Istoka. [10]

Smješteno uz Kvarnerski zaljev, naselje Hreljin ima iznimno dobar geografski položaj, što je njegova najveća prednost i preduvjet za razvoj. Riječki prometni pravac dio je Mediteranskog cestovnog i željezničkog prometnog koridora (Rijeka – Zagreb – Budimpešta), odnosno, prepoznat je od Europske unije kao važan europski prometni pravac E65. [10]



Slika 6: Postojeće i planirane autoceste u PGŽ [11]

1.2.2. Postojeće stanje radne zone

Zona poslovne namjene "Lunga" nalazi se na tlu geotehničke kategorije I - zoni golog krša koju karakterizira karbonatna stijenska masa koja je vidljiva na površini terena te mjestimično pokrivena crvenicom. Teren nije deformabilan pod dodatnim opterećenjem građevina. Nema opasnosti od pojave nestabilnosti, upojnost terena i vodopropusnost je u cijelosti dobra, a mogućnost erozije vrlo mala. Zbog navedenih karakteristika tla teren je pogodan za građenje. [12]

Na samom terenu vidljiv je određeni broj suhozida te relativno bujna vegetacija niskog rasta u vidu nižeg drveća i grmlja. [12]

Ovim predviđena je izgradnja 20 površina za buduće korisnike gospodarske namjene. Ovi platoi su povezani na interne prometnice direktnim kolnim ulazom najmanje širine 6.00m. Svaki plato ima površinu veću od 2000.00 m² sukladno prostornom planu. [12]

Projektno, svaki plato je projektiran sa uzdužnim nagibom od 0.50% (gledajući od kolnog ulaza pa prema kraju platoa) te sa poprečnim nagibom od 0.50% što čini rezultantski nagib od oko 0.71%. Nagibi su projektirani da bi se budućim korisnicima omogućila povoljnija izvedba prometnica sa njihovom odvodnjom, kao i lakše izvođenje fekalne odvodnje. S obzirom na dužinu platoa, Investitor bi mogao razmisliti o podizanju nivelete uzdužnog nagiba na 1.00% čime bi se djelomično smanjila količina iskopa. [12]

Prema zahtjevu Investitora, izabrana je niveleta za SU1 u iznosu od 5.00% te je na taj način direktno dobivena osnova za modeliranje budućih platoa (uzdužni nagib od 0.50% te poprečni nagib od 0.50%). S obzirom na poprilično velik uzdužni nagib sabirne ceste SU1 od 5.00%, te nagib platoa od 0.50%, neminovno je da dolazi do određenih visinskih razlika između platoa (npr između platoa P16 i P19 je razlika od cca 7.00m) te je stoga po rubu platoa modeliran ili pokos ili AB potporni zid što je vidljivo iz Situacije zahvata. [12]

Pokos nasipa je modeliran u nagibu 1:1.25, dok je nagib zasjeka na sjevernoj granici UPU-a modeliran u nagibu od 5:1. Potporni zid je modeliran sa maksimalnom visinom od 1.50 m što uvjet iz prostornog plana, iako bi na nekim mjestima viši zid puno više odgovarao do pokosa. Upravo na ovim elementima (pokosi i zidovi) te mogućoj promjeni površina platoa, nužna je intervencija Investitora koji bi se trebao odlučiti na točne elemente izvođenja platoa. [12]



Slika 9: Satelitski snimak prostora buduće radne zone Lunga [13]

2. ELEMENTI POSTOJEĆEG RASKRIŽJA

2.1. Raskrižje i sjecišta prometnih tokova

Raskrižja se mogu opisati kao točke u cestovnoj mreži u kojima se povezuju dvije ili više cesta, a prometni tokovi se spajaju, razdvajaju, križaju ili prepliću. [14]

Primarna je funkcija raskrižja što sigurnije i što brže propustiti što veći broj vozila iz svih prometnih tokova koji se na raskrižju spajaju. Kako bi se saznalo je li raskrižje adekvatno projektirano, izvedeno i riješeno, potrebna je analiza stanja raskrižja.

Analiza postojećeg stanja je analiza svih bitnih elemenata za sigurno i efikasno odvijanje prometnog procesa na određenom prostoru, gradu ili županiji. Postupak analize postojećeg stanja potrebno je provoditi kako bi se obio uvid u sadašnje stanje prometnog sustava, ali i zbog uočavanja problema koji otežavaju efikasno i sigurno odvijanje prijevoznog procesa. U nastavku rada analizirat će se osnovni elementi pomoću kojih će biti omogućen detaljan uvid u stanje na postojećem raskrižju, ali i u njegovu funkciju. [14]

Prometni tok je istodobno kretanje više prometnih entiteta na prometnoj infrastrukturi prema određenim zakonitostima. Zbog velikog broja interakcija između prometnih entiteta, opisivanje kretanja prometnog toka vrlo je složeno pa se za to koriste modeli i simulacije. [15]

Za opisivanje prometnih tokova i zakonitosti kretanja motornih vozila u prometnim tokovima na cestovnim prometnicama neophodno je definirati pokazatelje. Ti se pokazatelji u teoriji prometnog toka nazivaju osnovni parametri prometnog toka ili osnovne veličine prometnog toka. [15]

2.2. Brojanje prometa i proračun uslužnosti

Osnovni je cilj brojenja cestovnog prometa sustavno prikupljanje podataka o značajkama cestovnog prometa na što je moguće većem dijelu cestovne mreže. Taj projekt usmjeravaju i koordiniraju Hrvatske ceste d.o.o., društvo s ograničenom odgovornošću, za upravljanje, građenje i održavanje državnih cesta. Planovi brojenja prometa u novijem razdoblju pretežito, uz autoceste, obuhvaćaju državne ceste, a sve češće i županijske i lokalne ceste, odnosno njihove izabrane odsjeke, o čemu svjedoče publikacije koje su izdale Hrvatske ceste d.o.o.. Brojenje prometa prilagođava se promjenama mreže državnih, županijskih i lokalnih cesta, autocesta i cestovnih građevina s naplatom uporabe te slijedi promjene u području brojačkih tehnologija i uređaja. Određene promjene kontinuirano se pojavljuju i u informacijskom i statističko - analitičkom dijelu sustava. Metode brojanja prometa koje provode Hrvatske ceste mogu biti [15]:

- Povremeno automatsko brojanje prometa (PAB) - izvršava se u određenim vremenskim razdobljima na način planiran rasporedom brojenja;
- Neprekidno automatsko brojanje prometa (NAB) - oslanja se na uporabu stacionarnih automatskih brojila prometa ugrađenih na brojačkim mjestima. U uporabi je nekoliko generacija i vrsta ovih brojila, a zajedničko im je to da bilježe količine prometa po zadanim vremenskim intervalima i prometnim trakovima, neprekidno tijekom čitave godine;
- Naplatno brojanje prometa - uporaba autocesta te, iznimno, nekih drugih cestovnih građevina (mostova, tunela, itd.) naplaćuje se uglavnom zbog velikih novčanih ulaganja u njihovu izgradnju i održavanje. Posebnost ove metode se očituje se u tome što se prolazak vozila bilježi s podacima o vremenu korištenja građevine, vrsti vozila (naplatnoj kategoriji) te o mjestima ulaska i/ili izlaska na naplatnoj građevini.

Brojanje prometa na samom raskrižju koje se analizira nije moguće budući da danas tamo ne postoji raskrižje već je to cesta u pravcu. Podaci se, međutim, mogu isčitati na čvoru Hreljin kao i na čvoru Oštrovica. U tablici 1. koja je preuzeta od Hrvatskih cesta d.o.o. moguće je uočiti kako je u ljetnim danima promet, pogotovo iz smjera Zagreba i unutrašnjosti, intenzivniji čak i do 250%. Tako su, prema podacima iz 2017 PGDP i PLDP iznosili 3018 i 6929 voz/dan, u 2018. 2962 i 6838 vozila na dan, kroz 2019 iznosi 3381

prema PGDP i 7766 prema PLDP. Podaci su u 2020. opet nešto niži od 2019 ali djelomično je tome razlog i vrijeme čekanja na semaforima koji su postavljeni zbog izvođenja radova kroz studeni i prosinac pa je promet djelomično preusmjeren na Kikovicu i Orehovicu ili na Gornje Jelenje a zasigurno da je i globalna pandemija imala veliki utjecaj na prolazak vozila ljetnom sezonom. Statistike su dobivene povremenim automatskim brojanjem prometa ali nažalost, ne postoje statistike o vršnim satima a također, postoji samo brojanje vozila ali im se ne zna krajnja destinacija, je li to lokalna migracija zbog posla, tranzitni put ili nešto drugo. Također, nije moguće reći niti radi li se o vozilima koja u istom danu prođu više puta a ne postoji niti informacija kako je raspoređen taj promet, je li omjer oba smjera 50-50 ili prevladava dolazak s Oštrovica. Zapažanjem na licu mjesta, a pogotovo do izražaja to dolazi u ljetne dane, dolazi se do zaključka kako je omjer vozila po smjerovima približno 70-30%, odnosno kako više vozila dolazi iz smjera kontinenta nego li ih se vraća državnom cestom D501. Iako je mjesto brojanja podosta udaljeno od predmetnog raskrižja (7,4km), podaci se uzimaju u obzir budući da u 7km ceste nema , osim nekoliko vikendica, mogućnosti da vozilo negdje stane ili nekim od priključnih puteva napusti D501.

Tablica 1: Prosječni godišnji i ljetni dnevni promet [16]

Oznaka ceste	Brojačko mjesto		Promet		Način brojenja	Brojački odsječak		
	Oznaka	Ime	PGDP	PLDP		Početak	Kraj	Duljina (km)
424	4820	Gaženica	7734	10754	NAB	D8	D422	3,9
429	4315	Selište Drežničko	3331	6924	NAB	D42	L59024	1,0
429	4311	Jezerce	3046	6883	NAB	L59025	D1	9,9
500	2811	Vranja	1901	2922	NAB	L50084	L50087	5,3
501	2926	čv. Oštrovica - jug	3027	7290	PAB	D3	Ž5059	7,4
501	2918	Križišće	1135	2009	NAB	Ž5063	L58107	3,7
502	4924	Smilčić - istok	1590	2232	PAB	Ž6023	Ž6019	6,6
503	4917	Kakma	3464	5689	PAB	L63126	L63119	1,5
507	1129	Martinišće	5127	5527	NAB	Ž2189	D205	2,0

Nakon što su definirani smjer kretanja u raskrižju te konfliktne točke, moguće je odrediti i koliko vozila podjeljenih u kategorije i skupinama vozila prolazi raskrižjem. Snimanjem prometa dobio se dnevni promet na predmetnom raskrižju koji iznosi 7290 vozila. Ovim snimanjem zabilježena vozila su svrstana u četiri kategorije te pretvorena na ekvivalentnu jedinicu osobnog automobila (PAJ). Kao ulazni podatak, uzet je PLDP koji je uveliko veći od PGDP-a te je samim time i važniji za određivanje kapaciteta i uslužnosti raskrižja.

U prometnom toku, osim osobnih automobila, kreće se i određeni broj teretnih vozila, autobusa i motocikala. Radi jednostavnijeg proračuna, potrebno je svesti prometno opterećenje svake kategorije vozila na putničku automobilsku jedinicu (PAJ) i to prema sljedećim koeficijentima:

- osobno vozilo (OV) = 1 PAJ
- teretno vozilo (TV) = 2 PAJ
- BUS = 2 PAJ
- motocikl = 0,5 PAJ

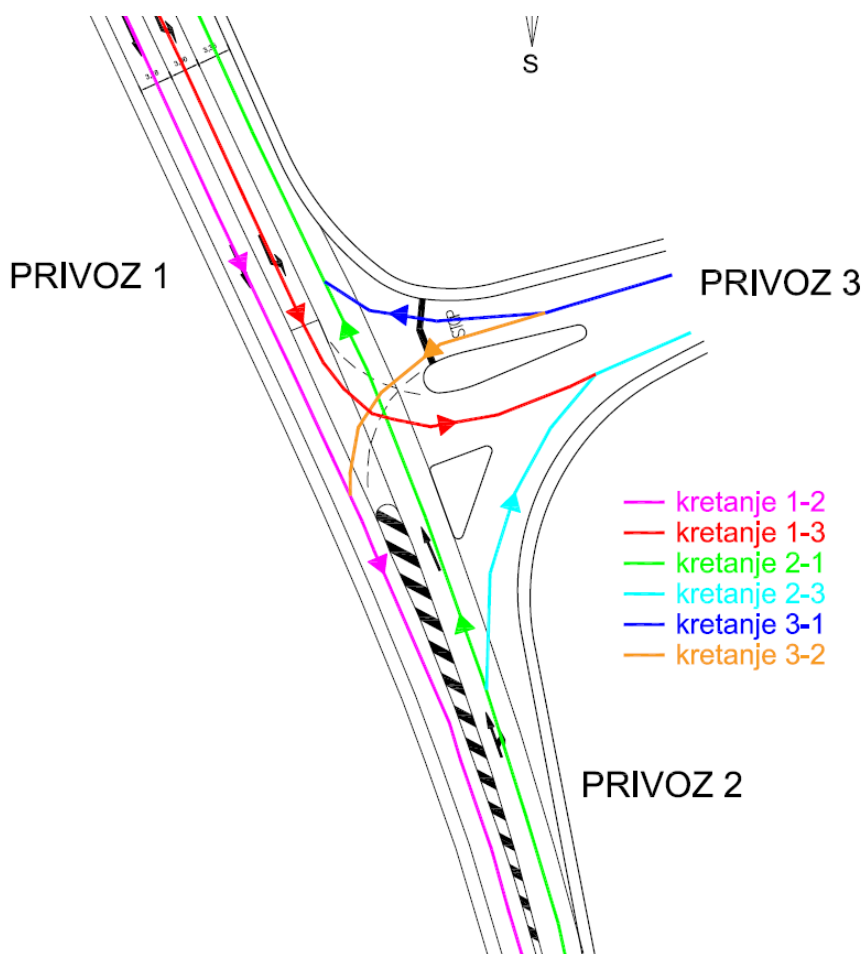
Tablica 2: PAJ vršnog sata D501 (izradio autor)

NAZIV ULICE	PRIVOZ	U PRIVOZ	OSOBNA VOZILA	TERETNA VOZILA	AUTOBUSI	MOTORISTI	UKUPNO VOZILA	PAJ
OŠTROVICA	1	2	403	64	13	7	487	561
		3	0	0	0	0	0	0
HRELJIN	2	1	268	47	7	4	326	378
		3	0	0	0	0	0	0
RZ LUNGA	3	1	0	0	0	0	0	0
		2	0	0	0	0	0	0

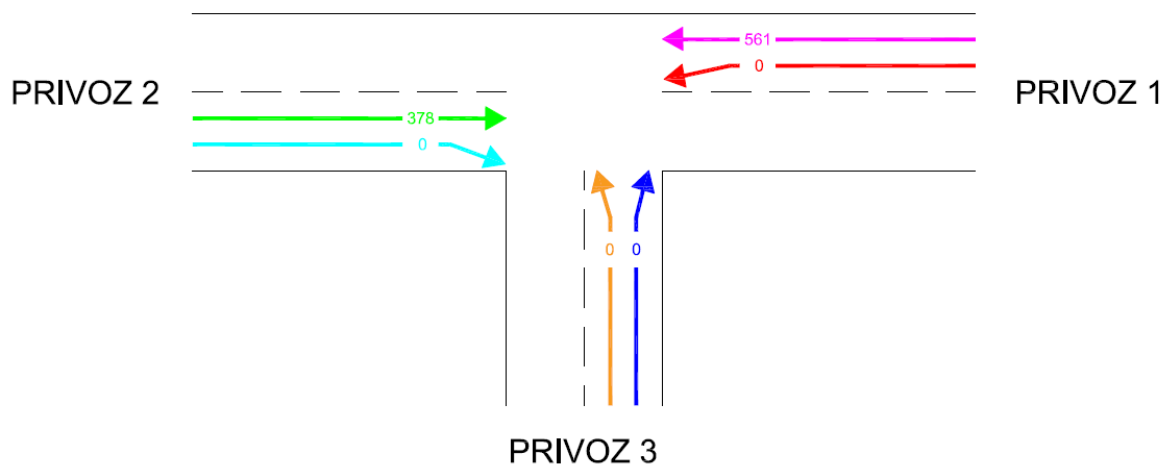
Tablica 3: Smjerovi kretanja (izradio autor)

iz privoza	u privoz	broj traka	namjena prom. trake
1	2	1	višenamjenska
1	3	1	višenamjenska
2	1	1	višenamjenska
2	3	1	višenamjenska
3	1	1	višenamjenska
3	2	1	višenamjenska

Kako glavni pravci (1-2 i 2-1) prolaze raskrižjem bez usporavanja i ometanja, proračun uslužnosti bilo bi provesti samo za sporedne pravce (3-1 i 3-2) i skretače na glavnim pravcima (1-3) ali budući da su svi ti proračuni svedeni na 0 zbog nepostojanja kretanja iz i u privoz 3, proračun se neće izvesti..



Slika 10: Kretanja u raskrižju (izradio autor)



Slika 11: Prikaz prometnih opterećenja (izradio autor)

2.3. Analiza postojećih prometnih tokova

Budući da se u sklopu ovog rada analiziraju varijantna rješenja raskrižja koje u ovom trenutku ne postoji, analizirati će se samo dva prometna pravca koja se sada koriste. Uzevši u obzir da danas na danoj lokaciji ne postoji raskrižje, jednako tako ne postoje niti lijevi ni desni skretači na koje bi otpao dio broja vozila već sva nastavljaju glavnim smjerovima kretanja.

Kada govorimo o glavnim pravcima, na slici 10 je prikazana pregledna situacija sadašnjeg stanja, točnije stanja po završetku radova na rekonstrukciji D501, te su označeni svi pravci kretanja na postojećoj prometnici od kojih su glavni 1-2 i 2-1.

Govorimo li o vozilima koja prolaze ovom prometnicom a koja će i u buduće prolaziti predmetnim raskrižjem za radnu zonu Lunga, govorimo o vozilima koja velikom većinom dolaze iz smjera Oštrovica, odnosno s državne ceste D3 ili autoceste A6.

Na brojačkom mjestu čvor Oštrovica, u 2020, izbrojan je PGDP od 8984 vozila koja su prošla naplatu te su vozila podjeljena po sljedećim skupinama:

- IA – 19 vozila – 0,21% (Motocikli, motorni tricikli i četverocikli)
- I – 6869 vozila – 76,49% (Motorna vozila s dvije osovine, visine do 1,90 m)

- II – 603 vozila – 6,71% (motorna vozila s dvije osovine visine iznad 1,90 m, kojima najveća dopuštena masa ne prelazi 3500 kg, motorna vozila s dvije osovine, visine ispod 1,90 m, koja vuku priključno vozilo, neovisno o broju osovina i visini priključnog vozila)
- III – 276 vozila – 3,07% (motorna vozila s dvije ili tri osovine, najveće dopuštene mase preko 3500 kg, motorna vozila s dvije osovine, najveće dopuštene mase preko 3500 kg, koja vuku priključno vozilo s jednom osovinom, motorna vozila iz II a) koja vuku priključno vozilo, neovisno o broju osovina priključnog vozila)
- IV – 1067 vozila – 11,88% (motorna vozila s četiri ili više osovina, najveće dopuštene mase preko 3500 kg, motorna vozila s dvije osovine, najveće dopuštene mase preko 3500 kg, koja vuku priključno vozilo s dvije i više osovine, motorna vozila s tri osovine, najveće dopuštene mase preko 3500 kg, koja vuku priključno vozilo, neovisno o broju osovina priključnog vozila)
- IX – 150 vozila – 1,67%

Važno je napomenuti kako prometnicom ne smiju prometovati vozila kategorije IV i to cisterne (naznačeno prometnim znakom na autocesti A6).

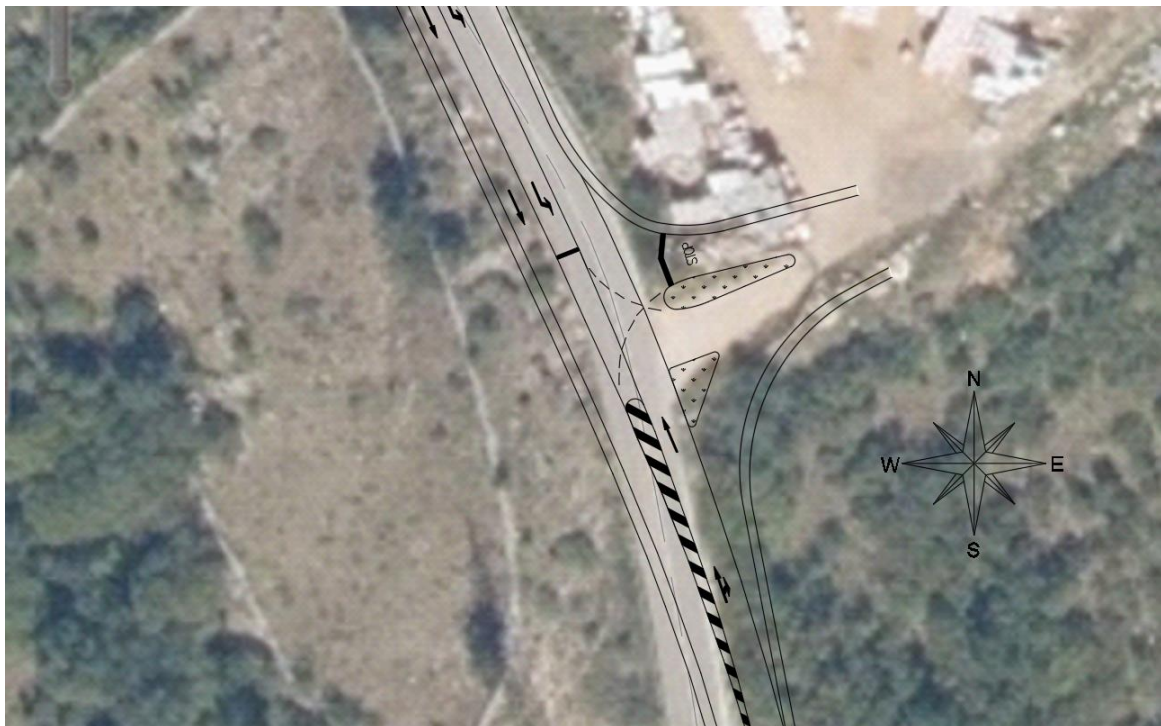
Prometni tok Oštrovica- Hreljin uglavnom prikuplja vozila privatnih osoba koje dnevno migriraju ne bi li došli na posao ili neku drugu namjenu. U ljetnim danima, broj osobnih vozila i pogotovo motocikala je još veći, broj vozila registarskih oznaka Zagreba, Slovenije, Mađarske i mnogih ostalih prevledava prometnicom što i ne čudi uzevši u obzir da se iz unutrašnjosti najkraćim putem prema otoku Krku i Crikvenici ide upravo preko D501.

Vozila koja dolaze s južne strane uglavnom su, van ljetne sezone, osobna vozila koja također prometnicu služe za odlazak na posao te vozila s dvije osovine za prijevoz putnika i materijala (kombiji) dok se vikendom pojavljuje velik broj vozila koja idu na vikend putovanja na Risnjak ili Platak iz čega se može zaključiti kako je uloga prometnice primarno tranzit.

Predmetno raskrižje nalazi se van naselja te nisu projektirani nikakvi pješački niti biciklistički prijelazi te nema čak niti nogostupa do samog raskrižja. Budući da zasad radna zona Lunga ne postoji, trenutno nema niti potrebe za uvođenjem isih ali čim radna zona dobije svoje obrise, oni će biti nužni što će biti prikazano u jednoj od varijanti raskrižja.

Glavni prometni pravci se nalaze u području raskrižja i uzdužnom padu od 4,5% do 5,5% te se poprečni pad prometnice mijenja iz 2,5% pada prema istoku na suprotnu stranu prometnice i pad od 1,4% a nešto niže bliže Hreljinu i na 3%.

Razlog tome je kako bi cijela radna zona imala pad prometnice i platoa prema D501 koja dalje prikuplja vodu asfaltnim rigolom i vodi do cijevnih propusta (najbliži je 120m ispod raskrižja).



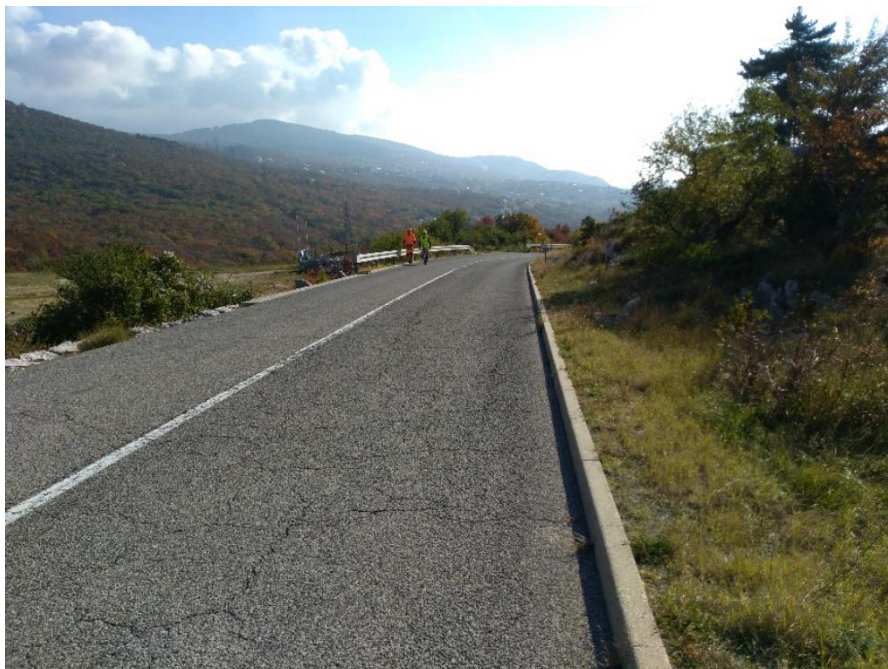
Slika 12: Preklopljeni nacrt raskrižja i satelitski snimak (izradio autor)

Kada se govori o preglednosti raskrižja, valja napomenuti kako je vozilo google streeta prošlo u rujnu 2020., prije nego su se počeli izvoditi građevinski radovi te fotografija nije realan prikaz stanja ali može poslužiti kao jedna od fotografija prije/poslije.



Slika 13:Lokacija budućeg raskrižja prije radova [17]

U nastavku su i fotografije na kojima je vidljivo sadašnje stanje te je vidljivo iznimno poboljšanje preglednosti dobiveno denivelacijom postojeće prometnice kao i izradom zasjeka.



Slika 14:Stanje budućeg raskrižja na dan 03.11.2021.(fotografija autora)



Slika 15: "Preglednost" prometnice u raskrižju na dan 13.07.2021. (fotografija autora)

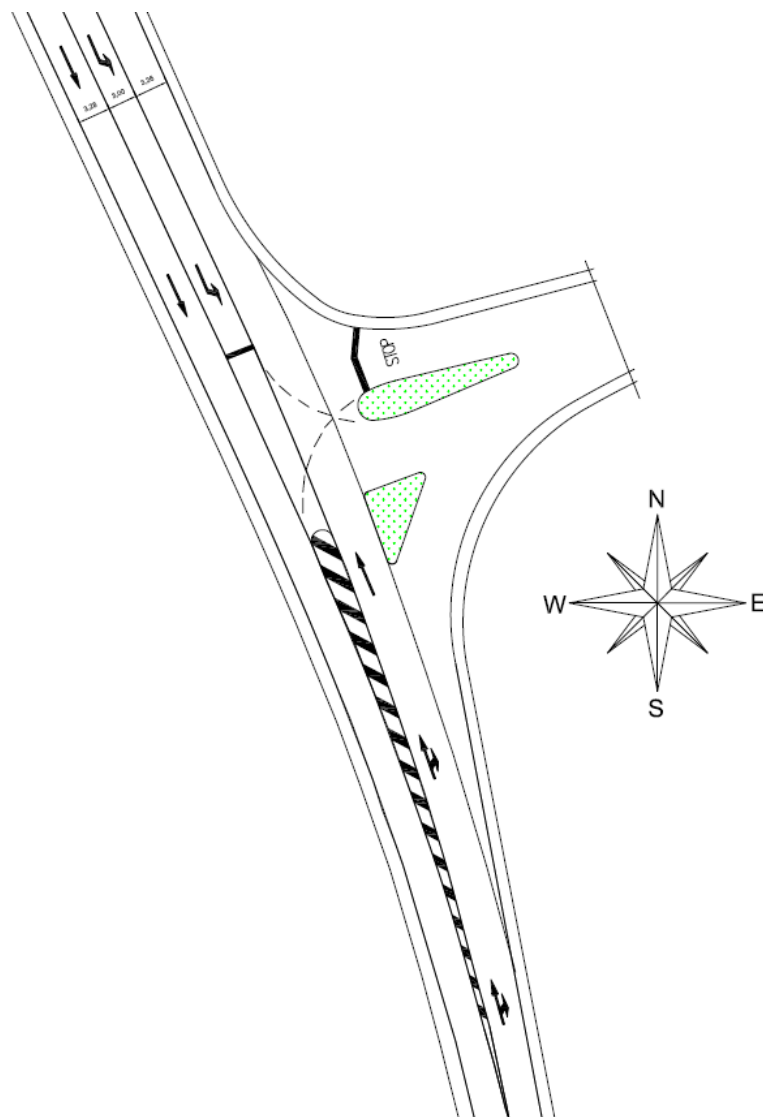


Slika 16: Stanje radova na raskrižju na dan 04.07.2021. (fotografija autora)

Kao što je vidljivo iz fotografija autora, raskrižje je i samim krčenjem drveća, grmlja i šiblja, a zatim i strojnim iskopima dobilo novi izgled i već na prvi pogled daje vozačima veću psihološku sigurnost u vožnji.

Novim zahvatima, zona raskrižja više nije u radijusu već je ostvareno kretanje u pravcu, tek u nižem dijelu raskrižja postoji luk radijusa $R=75\text{m}$ i dužine $L=18\text{m}$ što ne utječe znatno na preglednost.

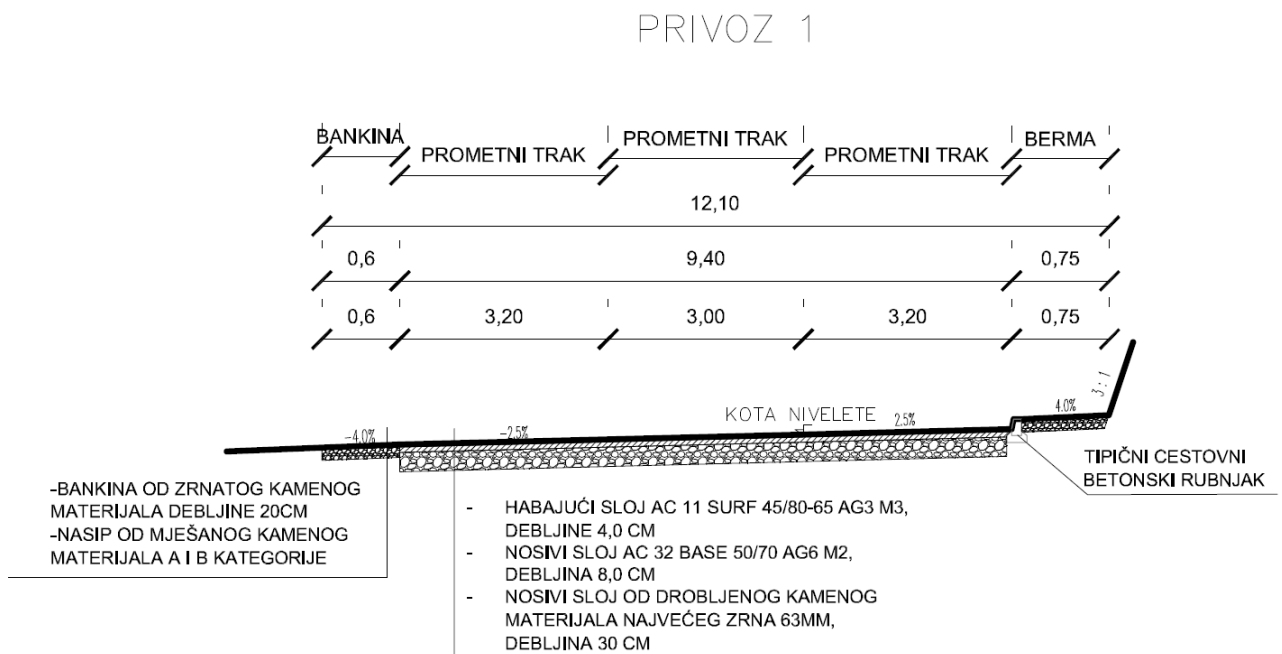
U zoni raskrižja se ne smije nalaziti nikakvi pokretni ili nepokretni objekti na visini oka vozača ($1,00 - 1,80\text{ m}$)



Slika 17: Tlocrtni prikaz projektiranog raskrižja (izradio autor)

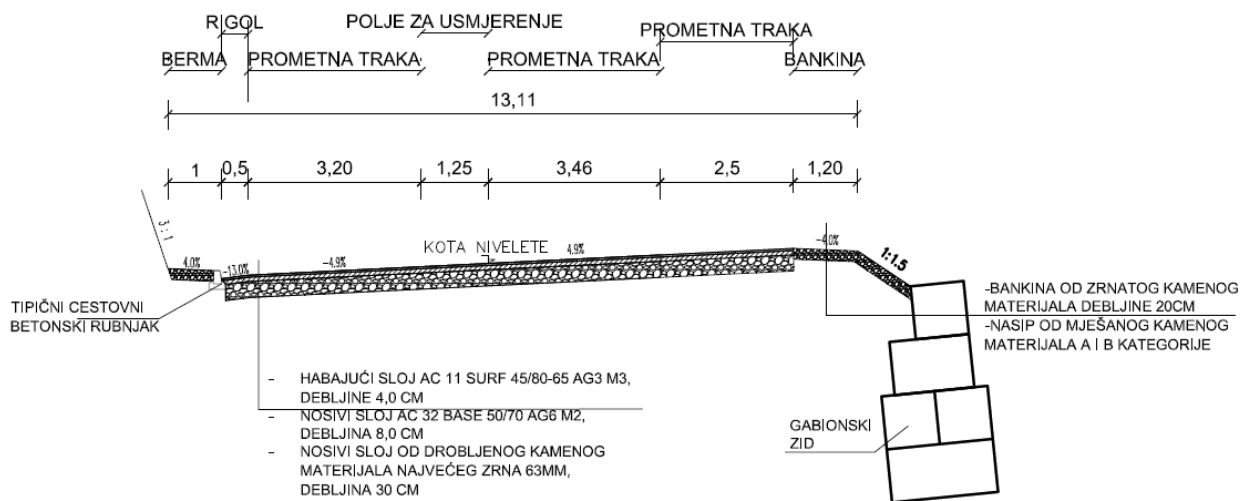


Slika 18: Trenutno stanje radova na gradilištu na dan 13.7.(fotografija autora)



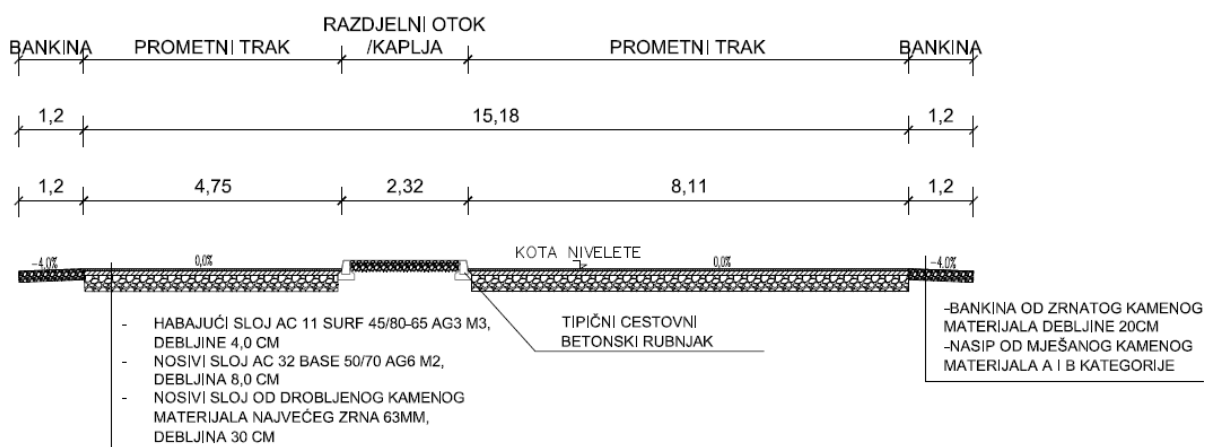
Slika 19: Poprečni presjek privoza 1 (izradio autor)

PRIVOZ 2



Slika 20: Poprečni presjek privoza 2 (izradio autor)

PRIVOZ 3



Slika 21: Poprečni presjek privoza 3 (izradio autor)

2.4. Kategorizacija prometnica

Podjela javnih cesta, promet i vrste terena

Podjela javnih cesta provodi se prema različitim osnovama i značajkama.

Prema društvenom i gospodarskom značenju unutar Zakona o cestama, javne ceste se dijele na [18]:

- državne ceste
- županijske ceste
- lokalne ceste

Prema vrsti prometa kojemu su namijenjene, javne ceste se dijele na [18]:

- ceste za promet motornih vozila,
- ceste za mješoviti promet

Broj prometnih trakova i izbor poprečnog profila ovisi o kategoriji ceste i predvidivom prometnom opterećenju. [18]



Slika 22: Spoj raznih kategorija cesta na čvoru Križišće [19]

Prema zadaći povezivanja u cestovnoj mreži ovisno o srednjoj duljini putovanja ceste se dijele na autoceste i pet kategorija cesta. [18]

Tablica 4: Kategorizacija prema zadaći povezivanja [18]

Kategorija Ceste	Društ. gospod. značenje	Vrsta prometa	Veličina prometa	Zadaća povezivanja	Srednja duljina putovanja (km)
AC	Državna	Prom. mot. vozila	>14000	Međudržavno i državno	□100
1. kat.	Državna	Prom. mot. vozila	>12000	Međudržavno i državno- regionalno	50-100
2. kat.	Državna	Prom. mot. v. mješoviti prom.	7000-12000	Državno i županijsko	20-50
3. kat.	Državna; županijska	Mješoviti promet	3000-7000	Međuopćinsko	5-50
4. kat.	Županijska; lokalna	Mješoviti promet	1000-3000	Općinsko	5-20
5. kat.	Lokalna	Mješoviti promet	<1000	Općinsko-lokalno	<5

2.5. Projektiranje prometnih tokova i raskrižja

Planiranje namjene površina i prometa je temeljeno na nizu iterativnih provjera posljedica različitih alternativa razvoja. Potrebno je na osnovu podataka o postojećem stanju i ciljevima rješenja istražiti i provjeriti moguća varijantna rješenja.

Temeljna premisa svih studija je da se na temelju planiranih namjena površine za neku ciljnu godinu (najčešće 20 godina) može prilično dobro prognozirati buduća prometna potražnja. To je slučaj i kod predmetnog raskrižja koje se izvodi za budućnost u kojoj će radna zona Lunga imati svoju formu i funkciju te početi s izgradnjom i korištenjem.

Osnovne postavke planiranja [20]:

- Postojeće stanje (prostorne osobitosti, namjene površina i prometnog sustava)
- Kontinuirano praćenje i planiranje razvoja
- Stvaranje i analiza varijanti za budući razvoj
- Projektiranje osnovnih elemenata prometnog sustava

Prometna se kretanja mogu podijeliti u tri glavne skupine [20] :

- unutarnja kretanja kojima je i ishodište i odredište unutar područja zahvata;
- prolazna ili tranzitna kretanja, kojima je ishodište i odredište izvan područja promatranja;
- unutarnjo-vanjska kretanja, kojima se ishodište ili odredište nalazi izvan područja promatranja, pa mogu biti:
 - vanjsko-unutarnja (ishodište izvan, odredište unutar promatranog pojasa)
 - unutarnjo-vanjska (obratno).

Predmetno raskrižje se smatra dijelom prometnice za tranzitno kretanje.

Za definiranje prometne potražnje služimo se utvrđivanjem tzv. PGDP-a (prosječnog godišnjeg dnevnog prometa) i PLDP-a (prosječnog ljetnog dnevnog prometa) putem stalnih ili povremenih brojenja prometa. U slučaju prometnice D501 rezultati su već prikazani u jednom od prethodnih poglavlja. [20]

Elementi prometnih tokova

Pod pojmom mjerodavnih brzina podrazumijevaju se [21]:

- Projektna brzina
- Računska brzina
- Brzina označena prometnim znakovima (najveća dozvoljena brzina)

Projektna i računsa brzina temeljne su postavke vođenja linije odnosno oblikovanja ceste, uz uvažavanje prometnog značaja, propusne moći, sigurnosti i ekonomičnosti. [21]

Projektna brzina (V_p) je najveća brzina za koju je zajamčena potpuna sigurnost vožnje u slobodnom prometnom toku na cijelom potezu trase, pod optimalnim vremenskim uvjetima i kod dobrog održavanja. Ona karakterizira razinu građevinsko-prometnih svojstava ceste. [21]

Računska brzina (V_r) je najveća očekivana brzina koju vozilo u slobodnom prometnom toku može ostvariti uz dovoljnu sigurnost vožnje na određenom dijelu ceste, u skladu s prihvaćenim modelom njezinog ustanovljavanja, zavisno o tlocrtnim i visinskim elementima tog dijela trase. [21]

Projektna brzina (V_p)

Projektna brzina (V_p) određuje granične vrijednosti tlocrtnih i visinskih elemenata trase [18]:

- minimalni polumjer horizontalnog zavoja
- maksimalni uzdužni nagib
- poprečni presjek

U pravilu se za cijeli potez trase određuje ista vrijednost projektne brzine. Ukoliko se, npr. zbog bitnih razlika u konfiguraciji terena, jedinstvena vrijednost V_p ne smatra optimalnom,

veličine V_p treba promijeniti na mjestu gdje se očekuje i značajna promjena u načinu vođenja linije koju treba provesti postupno na dovoljno dugačkom dijelu trase. [18]

Određivanje vrijednosti V_p

Projektna brzina određuje se projektним zadatkom na temelju tablice 5 [18]:

Tablica 5: Tablica određivanja projektne brzine [18]: :

V_r (km/h) ceste	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
R_{min} (m)	25	45	75	120	175	250	350	450	600	750	850

Zaustavna preglednost

Dužina zaustavne preglednosti jednaka je dužini zaustavnog puta. Ona mora biti osigurana na svim dijelovima ceste u horizontalnom i vertikalnom smislu za oba smjera vožnje.

Ukoliko na nekom dijelu ceste nije osigurana tražena zaustavna preglednost, mora se ograničiti brzina na onu veličinu za koju je osigurana preglednost.

Tablica 6: Zaustavna preglednost [18]

V_r (km/h) ceste	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
P_z (m)	25	35	50	70	90 (80)	120 (100)	150 (120)	190 (150)	230 (170)	280 (200)	340 (250)

2.6. Tlocrtni elementi

Tlocrtni elementi ceste su pravci, kružni lukovi i prijelaznice. Kružni lukovi i prijelaznice čine tlocrtnu zavoje. [18]

Pravci se primjenjuju samo u posebnim topografskim i prostornim uvjetima, dopuštena je primjena na većim objektima, na području raskrižja, na trakovima za preplitanje i pretjecanje i u drugim opravdanim slučajevima. [18]

Kružni luk je potez ceste sa stalnom zakrivljenošću, temeljni je tlocrtni element ceste. Veličina polumjera kružnog luka ovisi o projektnoj brzini, terenskim uvjetima, susjednim zavojima i o mogućem odnosu projektne i računске brzine. [18]

Najmanja duljina kružnog luka (L_k) određena je trajanjem vožnje od jedne sekunde za projektnu brzinu (V_p). [18]

Tablica 7: Najmanja duljina kružnog luka L_k (m) [18]:

V_p (km/h) ceste	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
L_k (m)	8	11	14	17	20	22	25	28	30	33	36

Uz već navedene pravce i kružne lukove, koristi se i prijelaznica koja služi za postupan prijelaz zakrivljenosti iz pravca u kružni luk, a time i za postupnu promjenu radijalnog ubrzanja, odnosno za prijelaz iz jedne zakrivljenosti u drugu, za osiguranje dovoljne duljine vitoperenja kolnika za prijelaz iz poprečnog nagiba u pravcu na poprečni nagib u kružnom luku, za postupno proširenje kolnika iz širine u pravcu na širinu u kružnom luku. [18]

U zoni raskrižja prioritetnu ulicu voditi u pravcu ili krivini velikog polumjera $R > 2 R_{min}$ ili $R > 200$ m

Određivanje poprečnog presjeka ceste

Kruna ceste je dio poprečnog presjeka neposredno ovisna o kategoriji ceste, stupnju ograničenja, projektnoj brzini (V_p) i željenoj kvaliteti prometnog toka. [21]

Elementi krune ceste su: kolnik s voznim i preticajnim trakovima, dodatni trakovi (zaustavni, za spora vozila), rubni trakovi, rigoli, razdjelni pojas, bankine, nogostupi i biciklističke staze. [21]

Kolnik je dio cestovne površine namijenjen u prvom redu za promet vozila. On obuhvaća vozne, preticajne, rubne, zaustavne i dodatne trakove. Kolnički trak je dio kolnika namijenjen za promet vozila u jednom smjeru. On sadrži jedan ili više prometnih trakova. [21]

Prometni trak je dio kolničkog traka čija je širina dovoljna za nesmetan promet jednog reda motornih vozila koja se kreću računskom brzinom u jednom smjeru. [21]

Tablica 8: Ovisnost širine prometnog traka o brzini V_p (km/h) [18]:

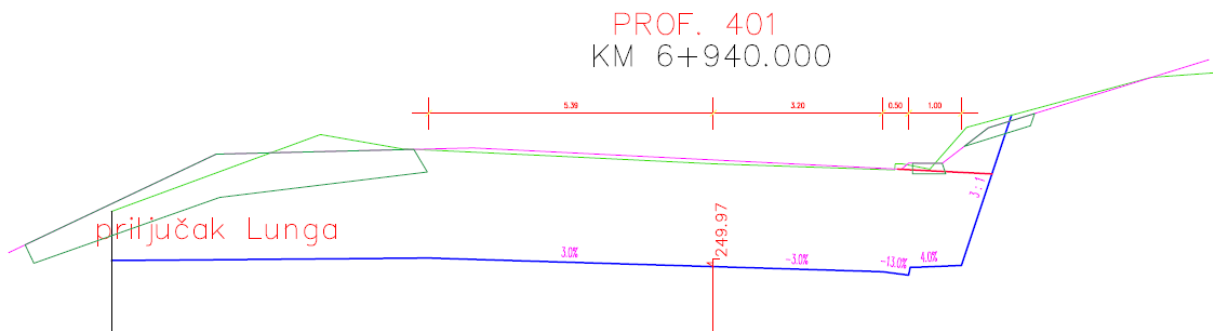
V_p (km/h) ceste	≥ 120	100	90	80	70	60	50	40
\check{S}_{vt} (m)	3,75	3,50	3,50	3,25	3,00	3,00	3,00 (2,75)	2,75 (2,50)

Osnovni ulazni podatak za utvrđivanje širine prometnog traka za motorni promet određen je mjerodavnim vozilom u mirovanju širine 2,6 m. Rubni trakovi služe za sigurno obrublivanje kolnika i za iscrtavanje horizontalne signalizacije. [18]

Rubni trakovi se ne računavaju u širinu prometnog traka. Rubni trakovi se grade s obje strane kolnika i predviđeni su kao granični vizualni elementi u funkciji sigurnosti prometa. Rubni trakovi se izvode u širinama $\check{S}_{rt} = 20, 30$ i 50 cm, ovisno o kategoriji ceste odnosno širini prometnog traka. [18]

Rubni trakovi se izvode neprekinuto u istoj širini na cijeloj dionici za koju je utvrđen normalni profil: uz uzdignuti rubnjak, na objektima, tunelima i uz betonsku zaštitnu ogradu. [18]

Prometne trakove potrebno je proširiti ovisno o veličini polumjera tlocrtnog zavoja i mjerodavnog vozila. Mjerodavno vozilo, prema kojem se proširuju prometni trakovi, određuje se na temelju očekivane strukture prometa. [18]



Slika 23: Poprečni presjek na poziciji priključka Lunga (izradio autor)

Najveće dopuštene brzine u širim i užim područjima raskrižja ovise o tipu i obliku raskrižja, veličini i strukturi prometnih tokova, okolnoj izgrađenosti, širem prometnom režimu i sl. Ovisno o vrsti prometnog toka i očekivanom funkcionalnom rješenju, logično je da se kod raskrižja u jednoj razini mogu očekivati brzine $V_k \approx 0 - 40$ km/h (za lijeva skretanja) do blizu $V_k \leq V_r$ (za glavni tok) pa do brzine $V_k \leq 30$ (40) km/h na privozima kod kružnog toka i do visokih brzina na raskrižjima izvan razina ($V_k=80-120$ km/h). [18]

2.7. Osnove projektiranja raskrižja

Osnovna svrha raskrižja je osiguravanje mogućnosti vozilima da promjene smjer kretanja zbog čega se na raskrižju javljaju različite točke potencijalnih konflikata.

U mreži javnih cesta raskrižja se pojavljuju u više oblikovnih modaliteta, a općenito ih možemo razvrstati na raskrižja u jednoj ili više razina, raskrižja s kružnim tokom i kombinirana

raskrižja. U našoj praksi se priključci reguliraju kao zasebna podvrsta raskrižja u jednoj razini. Javne ceste su na osnovi zakonskih i regulatornih akata razvrstane na autoceste i pet razreda cesta, a po općoj funkcionalnoj klasifikaciji se dijele na daljinske, vezne, sabirne i pristupne ceste. [22]

Osnovni zahtjevi kod projektiranja raskrižja [22]:

- Sigurnost prometa- jednoznačnost rješenja, prepoznatljivost rješenja, osigurana preglednost i uvjeti zaustavljanja
- Kvaliteta i kapacitet prometa- kapacitet predstavlja sposobnost određenog raskrižja za prihvatanje prometnog opterećenja koje se na njemu pojavljuje
- Utjecaj na prostor i okoliš- stupanj narušavanja krajolika (ambijenta), stupanj utjecaja na razinu buke i onečišćenje zraka, zauzimanje i rascjepkanost prostora
- Ekonomičnost rješenja- Za definiranje povoljnijih rješenja važno je analizirati alternativna rješenja raskrižja (na lokacijama koje u prometnom, prostornom ili nekom drugom smislu složene)

Okviri i načela projektiranja raskrižja [22]

- Definiranje prioritarnog (glavnog) smjera
- Projektna brzina
- Razmaci raskrižja
- Položaj raskrižja na trasi

Definiranje glavnog smjera

Budući da se u ovom slučaju radi o prometnici koja (zasad) ima samo glavni smjer, nije potrebno odrediti isti ali po završetku izvođenja raskrižja a u budućnosti i radne zone. Luga, biti će jednostavno pogledom na projektno prometno rješenje odrediti koji je smjer glavni. Na slici 24. prikazani su pravci kretanja vozila u ovom trenutku stanja radova dok se na slici 26 može uvidjeti pravce kretanja vozila po završetku radova na izvođenju istog.

Prometnica D501 Oštrovica -Meja koja se proteže u smjeru sjever- jug ostaje glavni pravac dok se vozila iz smjera RZ Lunga uključuju u promet nakon izvršenog zaustavljanja na stopu.



Slika 24: Situacijski prikaz privoza postojeće prometnice (izradio autor)

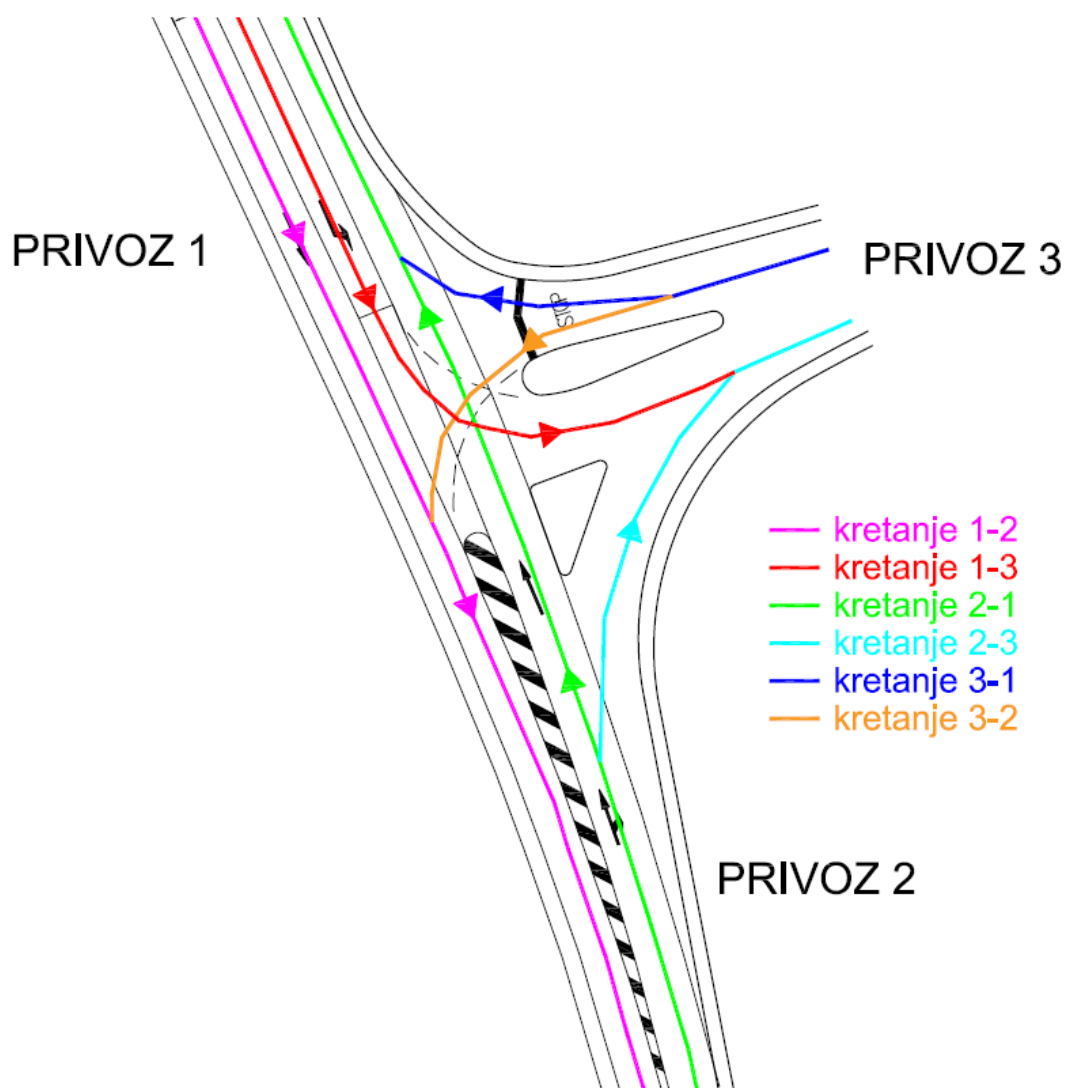
2.8. Prometno rješenje raskrižja

U nastavku je prikazano prometno rješenje raskrižja za radnu zonu Lunga. Iz slike 25 je vidljivo kako je predmetno raskrižje oblika „prošireni T“ s prometnim otocima (kapljama) izdignutima iz razine raskrižja za 15cm. Sukladno oblikovanju raskrižja, iz smjera Hreljin- Oštrovica

2.9. Prometni tokovi u raskrižju

U raskrižju su 3 privoza te ukupno imamo 6 pravaca kretanja vozila kao što je prikazano na slici ispod. Iz smjera Oštovice moguće je nastaviti svoje kretanje ravno te prolaskom kroz raskrižje doći do čvora Hreljin ili je moguće otprilike 115m prije krenuti u prestrajavanje u lijevu (srednju) traku odakle je nakon propuštanja vozila moguće skrenuti u prostor radne zone Lunga. Iz smjera čvora Hreljin također je moguće nastaviti u dva pravca, desnim skretačem u prema radnoj zoni Lunga ili ravno, čime se nastavlja put prema čvoru Oštovice.

Ulazne trake za radnu zonu Lunga, kao i izlazni trak određeni su i kanalizirani razdjelnim otocima (kaplja i otok).



Slika 26: Smjer kretanja u raskrižju (izradio autor)

Pri odvijanju prometa kroz raskrižje na površini raskrižja se javljaju mjesta smanjene sigurnosti odvijanja prometa i to se nazivaju konfliktne točke.

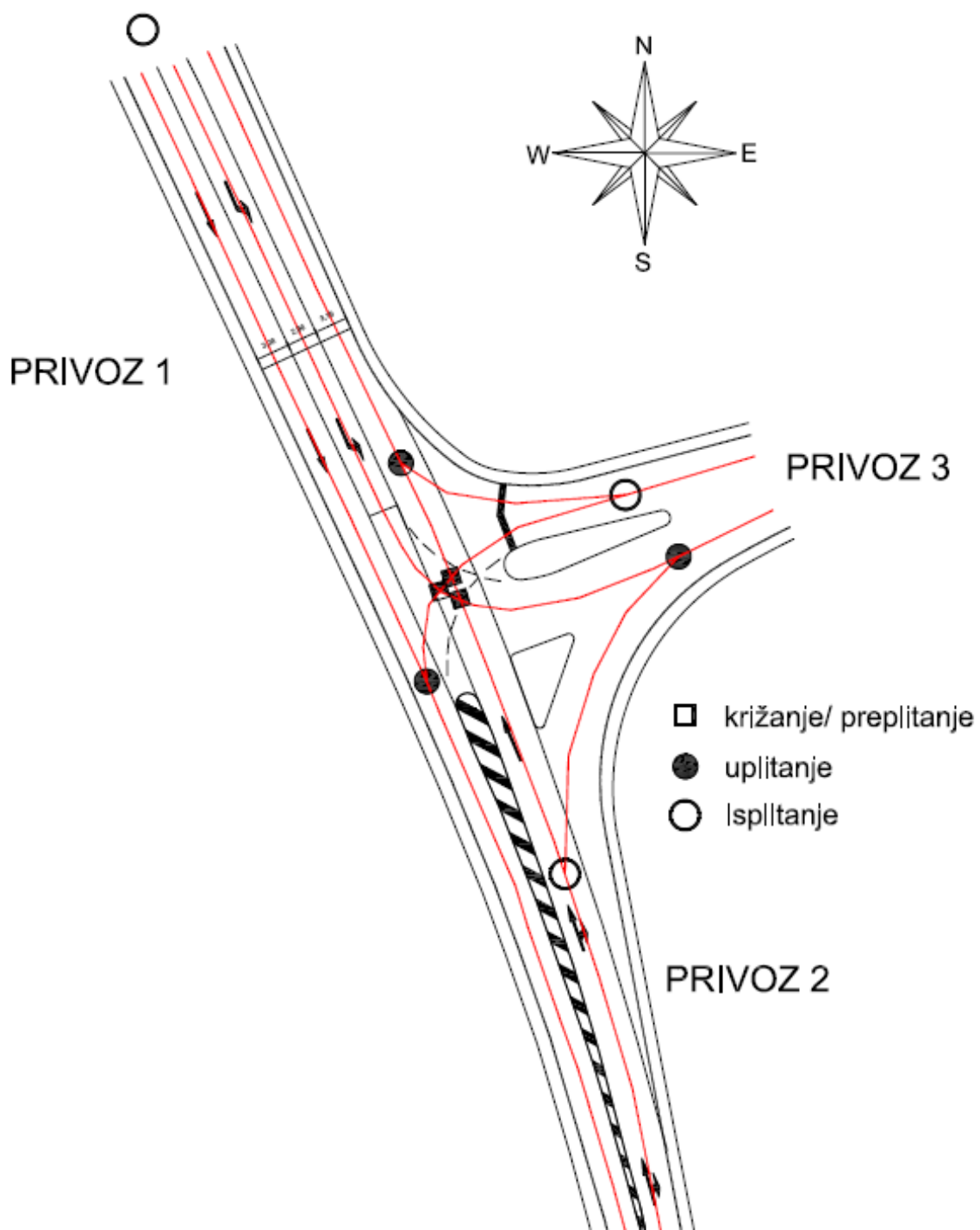
Osnovne konfliktne i kolizione točke su: križanje/preplitanje, uplitanje i isplitanje te se razlikuju odnosi u konfliktnoj točki vozilo-vozilo i vozilo-pješak. U slučaju ovog raskrižja postoje sve tri vrste konfliktnih točki ali samo u odnosu vozilo-vozilo.

U raskrižju se pojavljuje ukupno 9 konfliktnih točaka. Sve se vrste konfliktnih točaka pojavljuje jednak broj puta, 3 puta svako, od kojih se niti jedno ne odnosi na križanja s pješačkim prometom već su sva križanja vozilo-vozilo.

Jedna od točaka isplitanja se odvija izvan same zone raskrižja, već oko 115m prije skretanja ulijevo (iz privoza 1 u privoz 3) ali je važna za uređenje raskrižja i usmjeravanje kretanja vozila u istom.

Na slici 27. vidljiv sljedeći broj i vrste konfliktnih točaka:

- uplitanje: 3 točke
- isplitanje: 3 točke
- križanje/preplitanje: 3 točke



Slika 27: Konfliktne točke raskrižja (izradio autor)

3. VARIJANTNA RJEŠENJA

Kako bi se dodatno povećala prometna sigurnost svih sudionika u prometu i smanjilo vrijeme uključivanja vozila sa sporednog pravca (kad bude u funkciji) predložena su tri moguća varijantna rješenja predmetnog raskrižja i to:

- Varijanta 1 - srednje veliko vangradsko kružno raskrižje;
- Varijanta 2 - trokrako raskrižje s pješačkim prijelazom, dodatnim vođenjem prometa otocima i trakom za ubrzavanje;

Kružna raskrižja

Jedno od najpouzdanijih rješenja za raskrižja gdje se očekuje veći broj vozila je kružno raskrižje. Kružno raskrižje je jednostručno ili višetračno raskrižje sa središnjim otokom oko kojeg je obavezno kretanje obrnuto od smjera kazaljke na satu sve dok se ne dođe do željenog izlaza, odnosno smjera u kojem se želi nastaviti putovanje. [23]

Posebnosti jednostručnih kružnih raskrižja, po kojima se ona razlikuju od uobičajenih raskrižja u razini, jesu [23]:

- kružna raskrižja su raskrižja s kombinacijom prekinutoga i neprekinutoga prometnog toka;
- prvenstvo prolaza na kružnim raskrižjima imaju vozila u kružnom toku u odnosu na vozila na prilazima u raskrižje;
- vozilo na ulazu u kružno raskrižje se, u slučaju slobodnoga kružnog toka, ne zaustavlja već smanjenom brzinom ulazi u kružni tok što ima pozitivan učinak na okoliš (niže razine ispušnih plinova i buke) i kapacitet ovoga tipa raskrižja;
- kružna raskrižja, bez obzira na tip i način izvedbe, omogućavaju vožnju samo malim brzinama i s velikim skretnim kutom prednjih kotača;
- za pješake i bicikliste u kružnim raskrižjima vrijede jednaka pravila kao i u drugim raskrižjima;

- u kružnim raskrižjima je zabranjena (a i nepotrebna) vožnja unatrag;
- dugim vozilima je tijekom vožnje kružnim tokom dopušteno koristiti i prošireni dio kružnoga kolničkog traka (povozni dio središnjeg otoka) dok za druga vozila malih dimenzija za to nema potrebe.

Uzevši u obzir lokaciju kružnog raskrižja, odnosno činjenicu da je raskrižje izvan naselja te pogledom na podatke o broju vozila prikupljene od Hrvatskih cesta, lako je zaključiti kako je dovoljno izvesti srednje veliko kružno vangradsko raskrižje među ponuđenima. Kao što je vidljivo na tablici 9.,

S obzirom na lokaciju (i na veličinu) mogu se kružna raskrižja podijeliti na [24]:

- Kružna raskrižja u urbanoj sredini (urbano)
- Kružna raskrižja u prijelaznom području
- Kružna raskrižja izvan urbane sredine (izvanurbana)

Kružna raskrižja izvan naselja mogu biti [24]:

- srednje velika kružna raskrižja ($35 \text{ m} \leq Dv \leq 45 \text{ m}$);
- srednje velika dvotračna kružna raskrižja ($50 \text{ m} \leq Dv \leq 90 \text{ m}$);
- velika kružna raskrižja ($Dv \geq 90 \text{ m}$)

Za kružno raskrižje na predmetnom raskrižju, svoj je polumjer malo veći od minimalnih 17,5m, odnosno iznositi će 18m budući da se radi o trokrakom a ne četvertrakom raskrižju. Također, osim broja privoza, na radijus utječe i odnos vrsta vozila, budući da je teretnih vozila i autobusa malo a cisterne imaju zbog vodozaštitnog područja i zabranu prometovanja, veći radijus nije nužno potreban.

Kružna raskrižja s obzirom na namjenu dijele se u tri skupine [24]:

- Kružna raskrižja za smirivanje prometa (u urbanim i prijelaznim područjima)
- Kružna raskrižja za ograničavanje prometa (u urbanim sredinama, na mjestima gdje se želi ograničiti promet i prikladnim geometrijskim elementima postići maksimalnu dopuštenu ali unaprijed propisanu propusnu moć)
- Kružna raskrižja za postizanje što veće propusne moći uz dostatnu prometnu sigurnost (samo izvan urbanih sredina)

Vanjski polumjer kružnog kolnika definira veličinu kružnog raskrižja. Izbor određene veličine vanjskog polumjera definira okvirni kapacitet kružnog raskrižja, ali i mogućnost konstruktivnog oblikovanja privoza. Na izbor veličine vanjskog polumjera utječe lokacija (urbano ili izvanurbano) i zadaća (umirenje prometa, propusnost) kružnog raskrižja kao i broj privoza. [23]

Minimalna vrijednost vanjskog polumjera treba biti rezultat provoznosti mjerodavnog vozila pri vožnji u punom krugu. Na državnim cestama prometuju vozila koja moraju imati sposobnost okretanja u punom krugu polumjera $R \leq 12.50$. Korištenje manjeg polumjera potrebno je opravdati i dokazati odgovarajućim tehničkim specifikacijama ovjerenim od strane nadležne uprave za ceste za koju se vrši projektiranje kružnog raskrižja. Kružna raskrižja u pravilu se izvode kao kolnici nepromjenjive širine čiji je vanjski rub određen kružnicom polumjera R_v . Primjenu drugačijih tlocrtnih (elipsa, mnogokut, i sl.) ili složenih oblika kolnika potrebno je posebno obrazložiti i primjenjivati iznimno. [23]

S obzirom na opseg rada, provjera provoznosti mjerodavnog vozila nije provedena već bi morala biti dodatno napravljena u detaljnijoj razradi.

Površina za razdvajanje prometa na privozu je obvezni dio kružnog raskrižja kojim se vrši razdvajanje kolničkih traka suprotnog smjera vožnje. Rubovi površine koriste se u pravilu kao linije vodilje kolnog prometa. Konstruktivni početak otvaranja površine za usmjeravanje prometa na izvanurbanim kružnim raskrižjima nalazi se na udaljenosti većoj ili jednakoj 25 m od vanjskog ruba kružnog kolnika. [23]

Na malim i srednje velikim izvanurbanim kružnim raskrižjima u pravilu se izvode trokutasti oblici razdjelnih otoka. [23]

Prilaz i ulaz u kružni kolnik je najkritičnija aktivnost na kružnom raskrižju, te je važno taj prostor optimalno oblikovati. Uvjeti za dobro uključivanje vozila u raskrižje ostvaruju se pravilnim izborom ulaznog polumjera i oblikovanjem vanjskog ruba kolnika. [23]

Širina kolničkog traka pred kružnim raskrižjem značajan je element kojim se bitno utječe na propusnost ulaza. Širina kolničkog traka ne smije biti manja od širine voznog traka prilazne ceste. Za izvedbu novih i preoblikovanje postojećih u kružna raskrižja na državnim cestama

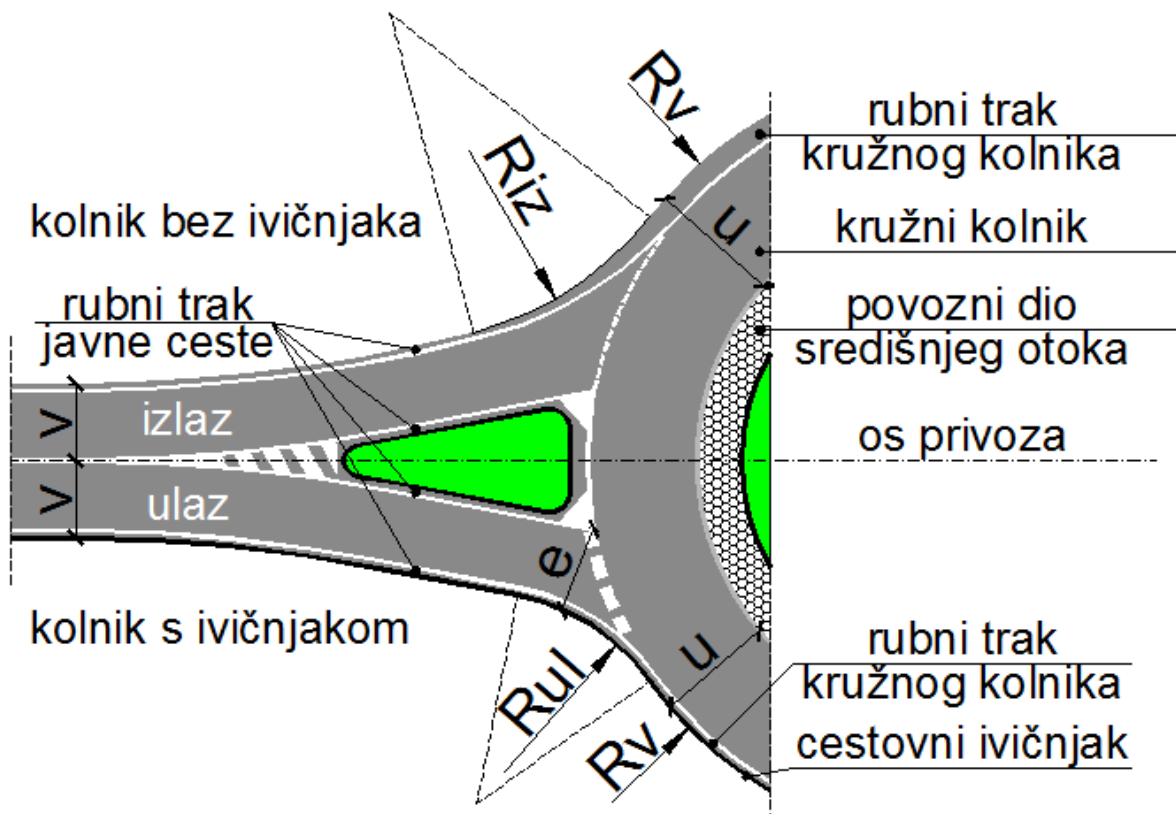
minimalna širina kolničkog traka ne bi trebala biti manja od 3.00 m. Uklapanje u profil prilazne ceste izvodi se u širem području raskrižja. [23]

Kada prilazna cesta sadrži dva i više prometnih trakova potrebno je najmanje horizontalnom signalizacijom prometne tokove svesti u jedan prometni trak prije početka užeg područja raskrižja. Duljine zatvaranja prometnih trakova trebaju biti prilagođena uvjetima, prvenstveno brzini na prilaznoj cesti, i izvedene na način koji će osigurati smanjenje brzine na prilazu kružnom raskrižju. [23]

Jedna od glavnih pretpostavki prilikom proračuna propusnosti ulaza je da se promet neometano izljuje iz kružnog raskrižja. Da bi se to postiglo izlaz mora biti dovoljne širine i primjerenog zakrivljenja. Na urbanim raskrižjima izlazak iz kružnog raskrižja je aktivnost koja zahtijeva oprezniju vožnju i eventualno zaustavljanje pred pješačkim/biciklističkim prijelazom. Na izvanurbanim raskrižjima (bez biciklista i pješaka) brzina izlaska iz kružnog raskrižja je veća čemu treba prilagoditi oblikovanje rubova kolnika. Očekivane brzine kretanja vozila trebaju biti rezultat konstrukcije idealnih putanja vozila. [23]

ELEMENT	SIMBOL		GRANIČNO*	PREPORUČEN O
Vanjski polumjer	Rv	m	11.00 – 25.00	13.50 – 22.50
Širina kružnog kolnika	u	m	4.0 – 9.00	4.50 – 6.00
Širina ulaza/izlaza	e	m	3.6 – 10.0	4.0 – 7.0
Širina voznog traka	v	m	2.50 – 7.00	3.00 – 3.50
Ulazni polumjer	Rul	m	6 – 25	8 – 20
Izlazni polumjer	Riz	m	8 - 50	10 - 25
Duljina razdjelne površine	m	m	7.00 – 100	15 - 50
Ulazni kut	Φ	°	0 – 77	20 - 40
Oštrina proširenja	S	/	0 – 2.9	0 – 2.9

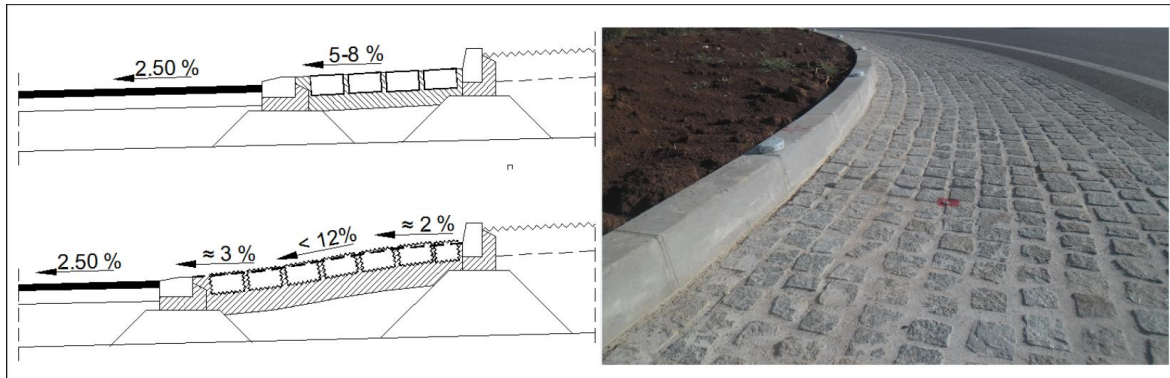
Slika 28: Tablica osnovnih geometrijskih elemenata [25]



Slika 29: Elementi ulaza u kružno raskrižje [25]

Povozni dio središnjeg otoka zajedno s kružnim kolnikom omogućava prolaz kroz raskrižje dugim vozilima. Primjenjuje se kod malih i srednje velikih kružnih raskrižja radi izbjegavanja izvedbe neprimjerenog širokog kružnog kolnika.

Velika kružna raskrižja ($R_v > 25$ m) uobičajenim širinama kolnika omogućavaju provoznost dugih vozila. Širina povoznog dijela iznosi minimalno 1.0 m a određuje se ovisno o veličini površine tragova pri vožnji mjerodavnog vozila kroz kružno raskrižje u punom krugu. Provozni dio središnjeg otoka treba biti izveden na način i od materijala da vozače kratkih vozila odvraća od korištenja odnosno da ga koriste samo ona vozila koja bez njegovog korištenja ne bi mogla proći kružnim raskrižjem. Takvi uvjeti postižu se denivelacijom, dovoljno velikim nagibom plohe prema van (do 8 %) i hrapavom površinom povoznog djela središnjeg otoka. [23]



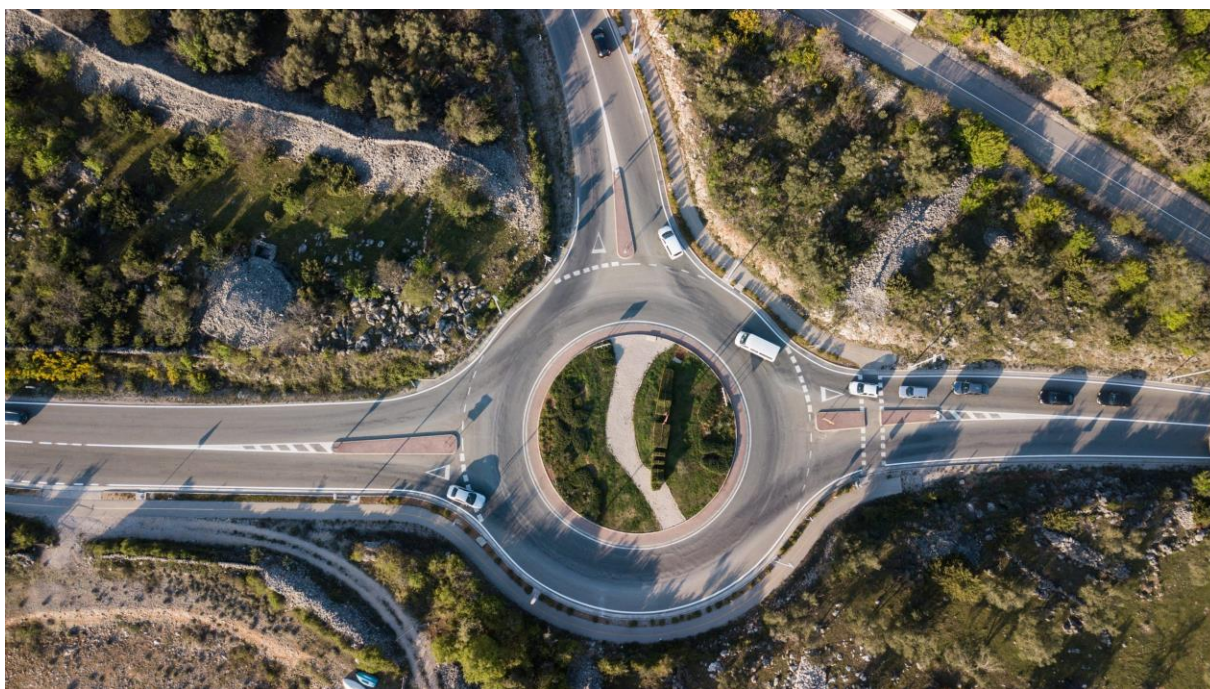
Slika 30: Povožni dio središnjeg otoka [23]

3.1. Varijanta 1- srednje veliko vangradsko kružno raskrižje

U ovoj varijanti izvela bi se rekonstrukcija raskrižja iz trokrakog u kružno raskrižje. Tim bi se potezom usporilo sva vozila budući da sadašnja brzina od 50 km/h prekoračava dozvoljenu brzinu kretanja u kružnom raskrižju. Kao i kod svih kružnih raskrižja vozila bi morala propustiti ona koja su već u kružnom raskrižju. Na svakom privozu je po jedna prometna traka za ulaz i za izlaz a brzina kretanja je ograničena na 40 km/h.

Navedeno kružno raskrižje izvesti će se unutar granica sadašnjeg raskrižja uz potrebne manje zahvate širenja u stijenu zapadno od sadašnjeg raskrižja kao i zauzimanje bankina i bermi u svrhu izrade raskrižja. Otkupljivanje dodatnog prostora neće biti potrebno ili će se morati otkupiti u manjoj mjeri.

Iako na raskrižju prometuju veća teretna vozila, neće biti potrebe niti za upuštanjem razdjelnih i središnjeg otoka jer je polumjerom raskrižja omogućeno neometano prolaženje raskrižjem.



Slika 31: Primjer trokrakog kružnog raskrižja [26]

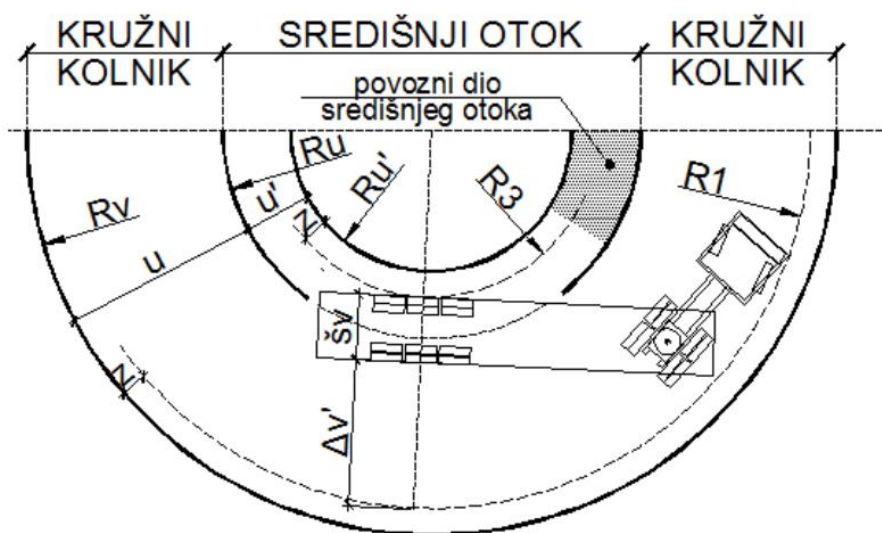
Tablica 9: Polumjer i kapacitet vanurbanih kružnih raskrižja [23]

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

Srednje velika kružna raskrižja izvode se na križanjima javnih cesta izvan izgrađenih urbanih područja, na prometno opterećenim raskrižjima i na raskrižjima gdje su velike brzine i smanjena sigurnost odvijanja prometa. U raskrižju je uobičajena brzina kretanja 40 km/h. Na ovim raskrižjima u pravilu nije predviđeno kretanje pješaka, a bicikliste je poželjno voditi izdvojenim biciklističkim stazama, a preko privoza prijelazima na kojima biciklisti nemaju prednost prolaza.

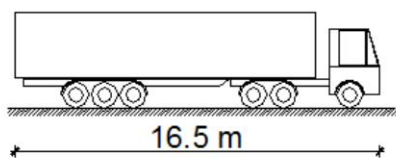
	R1 - polumjer kruga u kojem se kreće dvoosovinsko vozilo [m]						
a [m]	8,0	9,0	11,0	12,5	15,0	18,0	21,5
3,00	2,3	2,2	2,1	2,1	2,0	2,0	1,9
4,00	3,1	2,9	2,8	2,7	2,5	2,5	2,4
5,00	4,0	3,7	3,4	3,2	3,1	2,9	2,8
6,00	5,2	4,8	4,3	4,0	3,8	3,5	3,4
7,00	6,6	5,8	5,0	4,6	4,2	3,9	3,7
8,00	-	7,4	6,0	5,4	4,8	4,4	4,0
9,00	-	-	7,2	6,3	5,5	4,9	4,5
9,70	-	-	8,3	7,1	6,1	5,3	4,8

Slika 32: Širine proznosti dvoosovinskih vozila [23]



Slika 33: Teretno vozilo u kružnom raskrižju I [23]

u - širina kružnog kolnika
 u' - širina povoznog dijela središnjeg otoka
 $R1$ - polumjer opisan prednjim branikom vozila
 $R3$ - polumjer opisan položajem stražnje osovine poluprikolice
 $šv$ - širina vozila
 $šv+\Delta v'$ - širina provoznosti vozila s poluprikolicom
 z - sigurnosna širina



Slika 34: Teretno vozilo u kružnom raskrižju 2 [23]

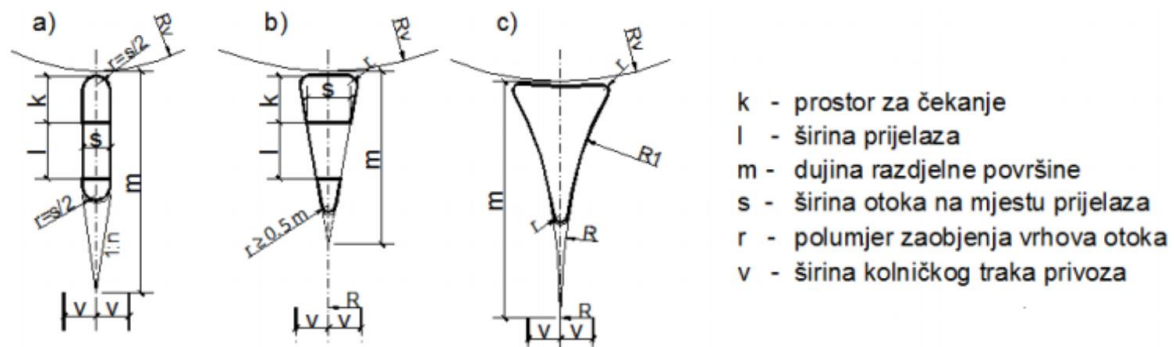
Tablica 10: Širine provoznosti za mjerodavno vozilo duljine 16.50 m [23]

R1	12,0	12,5	15,0	17,5	20,0	22,5	25,0
$šv + \Delta v'$	10,8	9,7	7,4	6,4	5,8	5,4	5,0
R3	1,2	2,8	7,6	11,1	14,2	17,1	20,0

Širina povoznog dijela središnjeg otoka je određena usvojenom širinom kružnog kolnika „ u “ na način da ukupna širina prometne površine ($u+u'$) osigurava provoznost za mjerodavno vozilo.

Uz potrebnu širinu provoznosti potrebno je da širina kružnog kolnika sadrži i sigurnosnu širinu „ z “. Na kružnim raskrižjima uobičajena vrijednost zaštitne širine „ z “ iznosi 1.0 m što znači da bi za osiguravanje vožnje u punom krugu mjerodavnog vozila potrebno osigurati minimalan vanjski polumjer od 13,5 m. Širine provoznosti navedene u slici 28. i tablici 10. ne sadrže vrijednosti zaštitne širine z .

Provjera provoznosti kružnog kolnika za mjerodavno vozilo je obvezna kako za vožnju u punom krugu tako i za sve putanje prolaska kroz kružno raskrižje. Kružni kolnik trpi značajna tangencijalna opterećenja te se preporuča slobodne rubove kružnog kolnika i privoza osigurati cestovnim rubnjacima ili sličnim elementima koji stabiliziraju rub kolnika. [23]



Slika 35: Oblici razdjelnih otoka [10]

Kao što je prikazano na slici 37., srednje veliko vanurbano kružno raskrižje smješteno je na istoj lokaciji kao i prvobitno T raskrižje. Ono što treba uzeti u obzir su veoma visoki financijski troškovi za izgradnju ovakvoga tipa kružnog toka jer da bi se izvelo prikazano kružno raskrižje, potrebno je izvesti široki iskop na zapadnom dijelu raskrižja, potrebno je zakupiti okolna zemljišta i nasipati dio kružnog raskrižja između privoza 1 i privoza 3. Također, potrebno je izmaknuti hidrant na zapadnom dijelu raskrižja te prerasporediti stupove javne rasvjete postavljene zapadno i istočno od „starog“ raskrižja a koji sada stoje u prostoru kolnika kružnog raskrižja. Jedna od pozicija za postavljanje rasvjetnih stupova može biti u zelenoj površini kružnog raskrižja dok je nadzemni hidrant moguće izmaknuti južnije i bliže naselju Hreljin. Potrebno je izmaknuti ili produžiti i vodovodne instalacije postavljene preko glavnog pravca prijašnjeg raskrižja a koje sada ostaju u kolniku kružnog raskrižja otprilike na poziciji isključivanja za privoz 1.

Nadalje, mana kružnog raskrižja bi bila usporavanje prometa i umanjenje prohodnosti na glavnom smjeru, no zbog trenutno neopravdanih troškova izgradnje upitna je njegova financijska opravdanost kao i svrha njegove izgradnje, pogotovo dok projekt radno-poslovne

zone Lunga još nije niti započeo. U tu svrhu bilo bi neophodno izraditi analizu troškova i koristi u okviru investicijske studije.

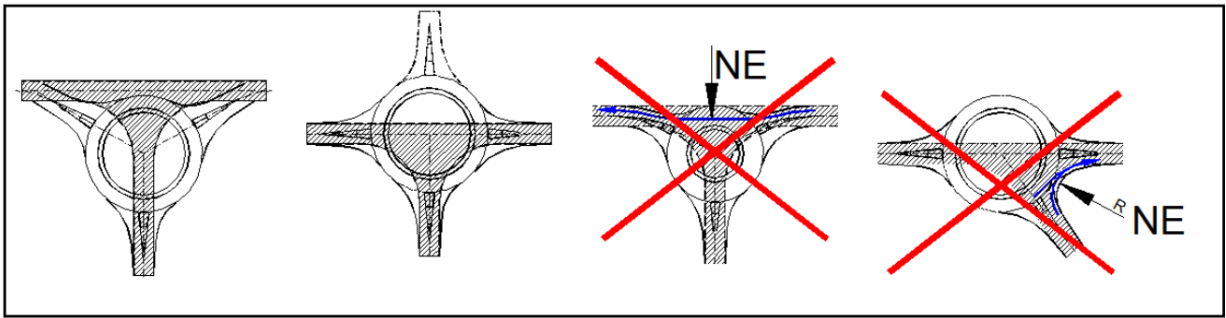
Radi jednostavnije izvedbe te uklopa u postojeću prometnicu, privozi su zadržali vanjske širine kolničke konstrukcije otprije te su veoma široke za državnu cestu, budući da su iz privoza 1 dolazile po tri trake, sadašnje širine kolnika su 4,50m a s donje strane se kolnik širi kako je prije postojalo proširenje (desni skretač). Kako je i privoz 3 zamišljen kao dvotračni s razdjelnim otocima, i on ima nove prometne trake podosta veće od minimalnih pa su one 4,1m široka za ulaz u kružno raskrižje te čak 6m široka traka za ulaz zbog teretnih vozila koje se učekuju na ulazu.

Razdjelni otoci su izdignuti od kolnika prometnog traka za 15cm te se na njih postavlja vertikalna signalizacija kružnog raskrižja prikazana na slici 44. Otoci su izvedeni od cestovnih betonskih rubnjaka s ispunom od tamponskog sloja debljine 20cm te s slojem asfalta od 3cm kao završnom obradom.

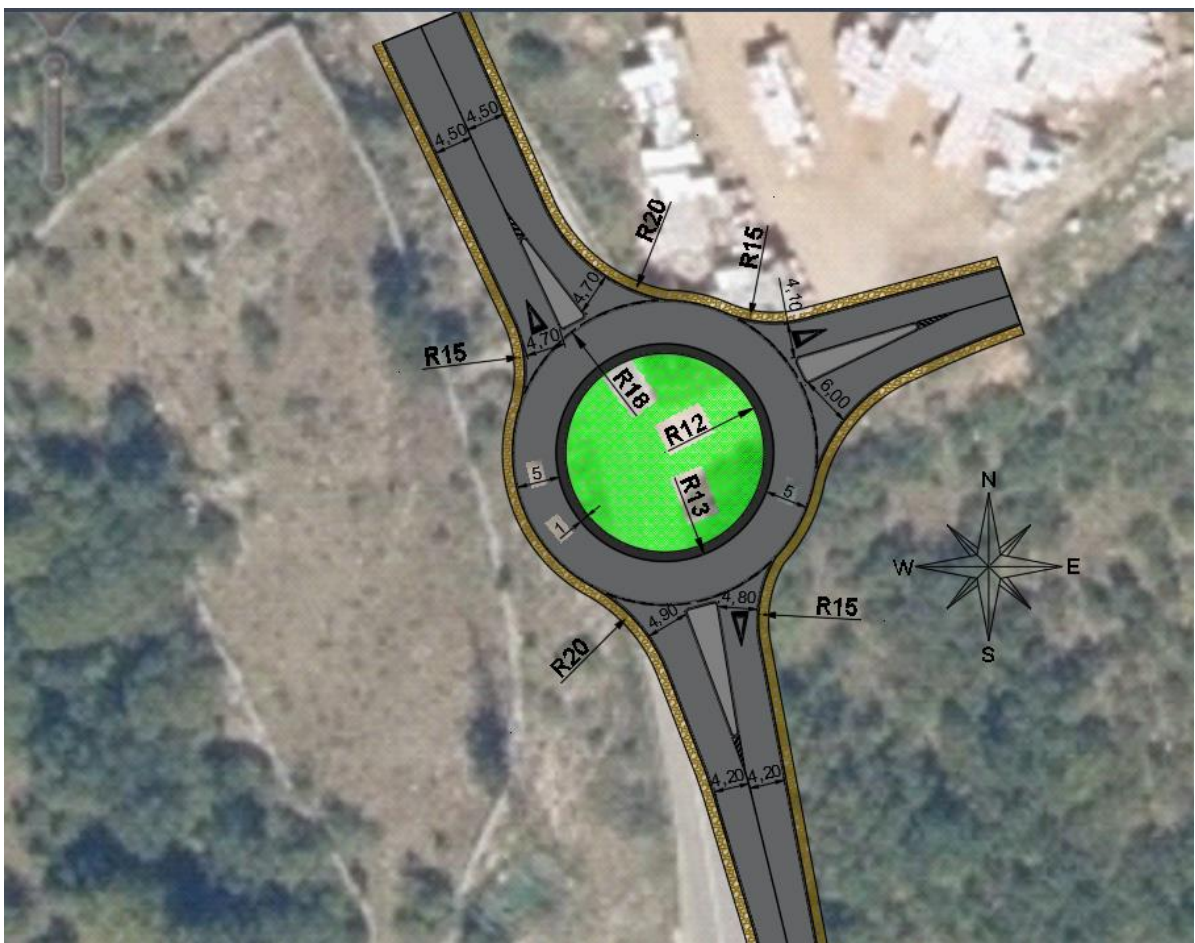
Povozni dio središnjeg otoka ima vanjski polumjer 13m i širinu od 1m (otok od $R= 12 + 1m$) dok kružni kolnik ima širinu 5m. Središnji otok mora biti izveden uzdignut i u obliku kupole, pri čemu je vanjski rub otoka uzdignut za 2 – 3 cm s obzirom na visinu kružnog kolnika, a na sredini je kupola visine 10 – 12 cm kako bi središnji otok bio uočljiviji vozačima ali i kako bi preglednost ostala jednaka kao i prije izrade kružnog raskrižja. Oko središnje otoka je 1m povoznog dijela koji je izveden asfalom a ne tlakavcima ili kamenim kockama ne bi li se teretnim vozilima i u slučaju prelaska rubne crte osigurala relativna ravnost kolnika.

Nije predviđeno prometovanje biciklista i pješaka pa sukladno tome nema niti prijelaz predviđen za tu vrstu prometa. Iz tog su razloga razdjelni otoci nešto kraći a prometna signalizacija ne sadrži pješački prijelaz niti prometne znakove za označavanje istih.

Za postavljanje i određivanje središta križnog raskrižja vrlo je važan odnos privoza. Kao što je prikazano na slici 36., kružno raskrižje mora biti postavljeno tako da se vozila natjera na usporavanje i promjenu pravca kretanja jer se time povećava koncentraciju vozača te promet vodi na sigurniji način.



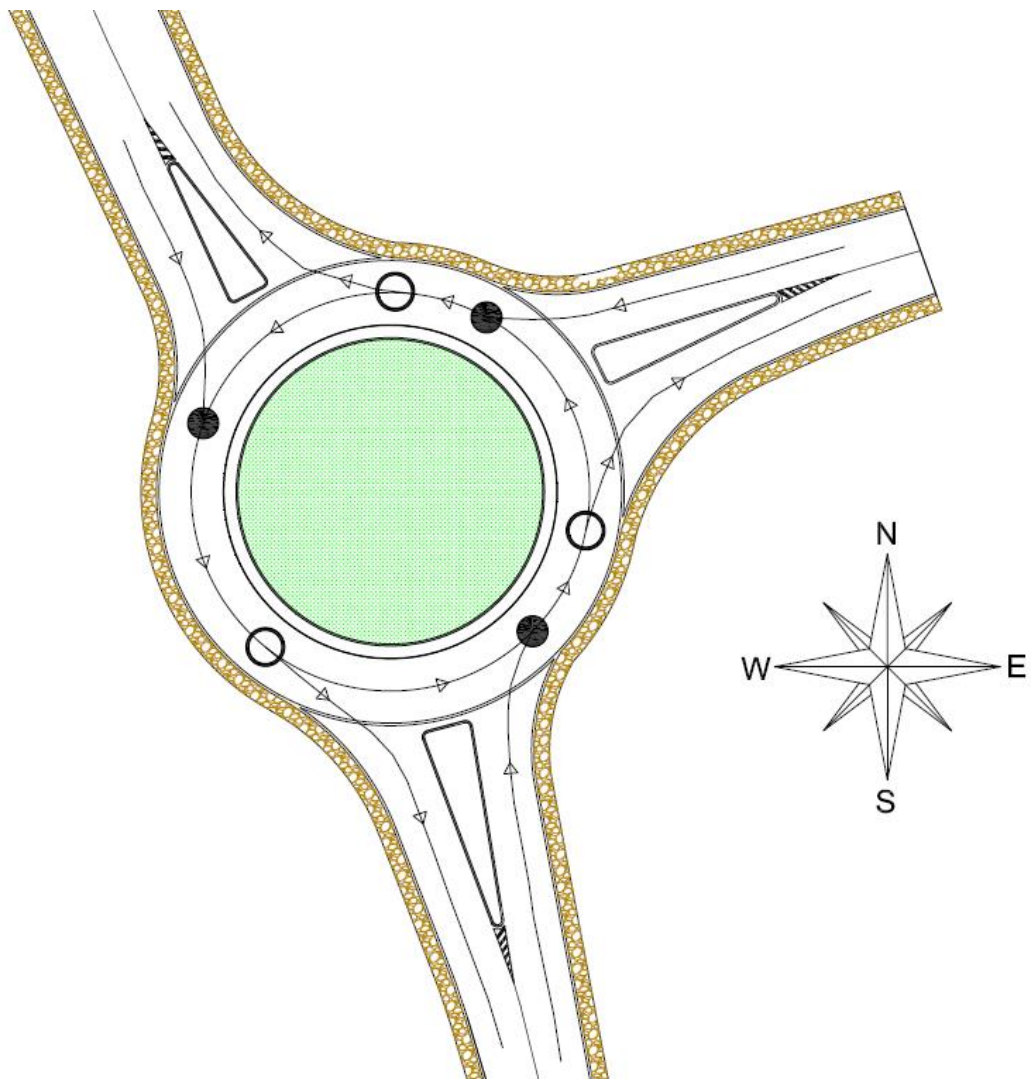
Slika 36: Povoljan i nepovoljan odnos privoza [23]



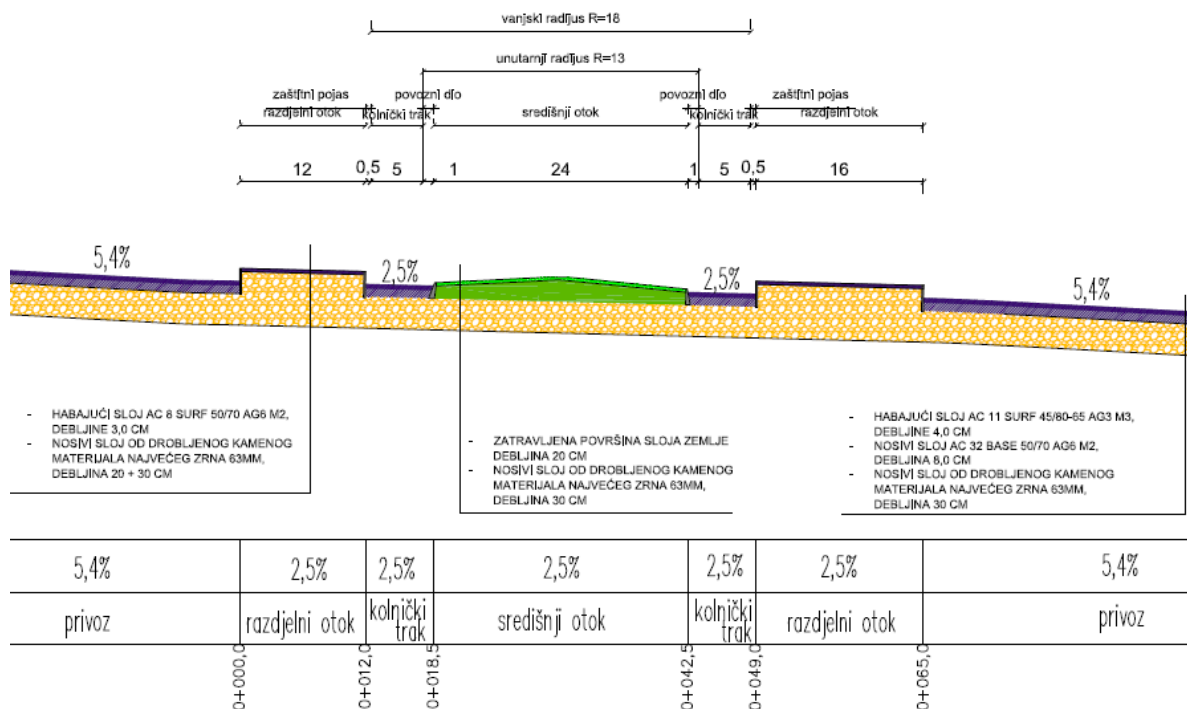
Slika 37: Kružni tok u prostoru (izradio autor)

Kao što je prikazano na slici 38., broj konfliktnih točaka je reduciran te s prijašnjih 9 konfliktnih točaka (3 od svakog tipa), sada imamo 6 konfliktnih točaka i to 3 uplitanja i 3 isplitanja. U ovome tipu kružnog raskrižja s jednom trakom nema križanja budući da je raskrižje jednostručno. Kao i kod svih raskrižja kružnog tipa, prometne tokove odvajaju razdjelni otoci.

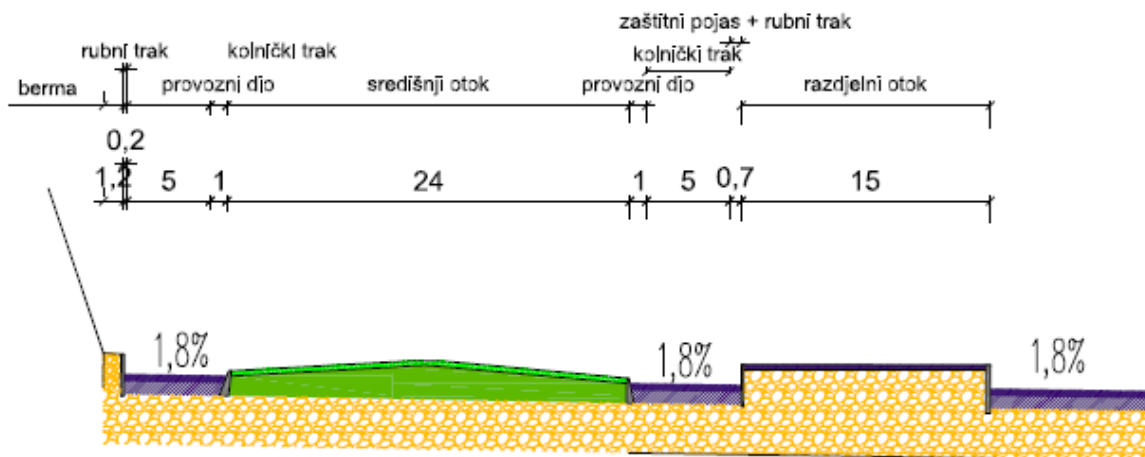
Ulazni polumjer iznosi $R = 15\text{m}$ a izlazni $R = 20\text{m}$, i te su vrijednosti jednake za svaki privoz na kružnom raskrižju.



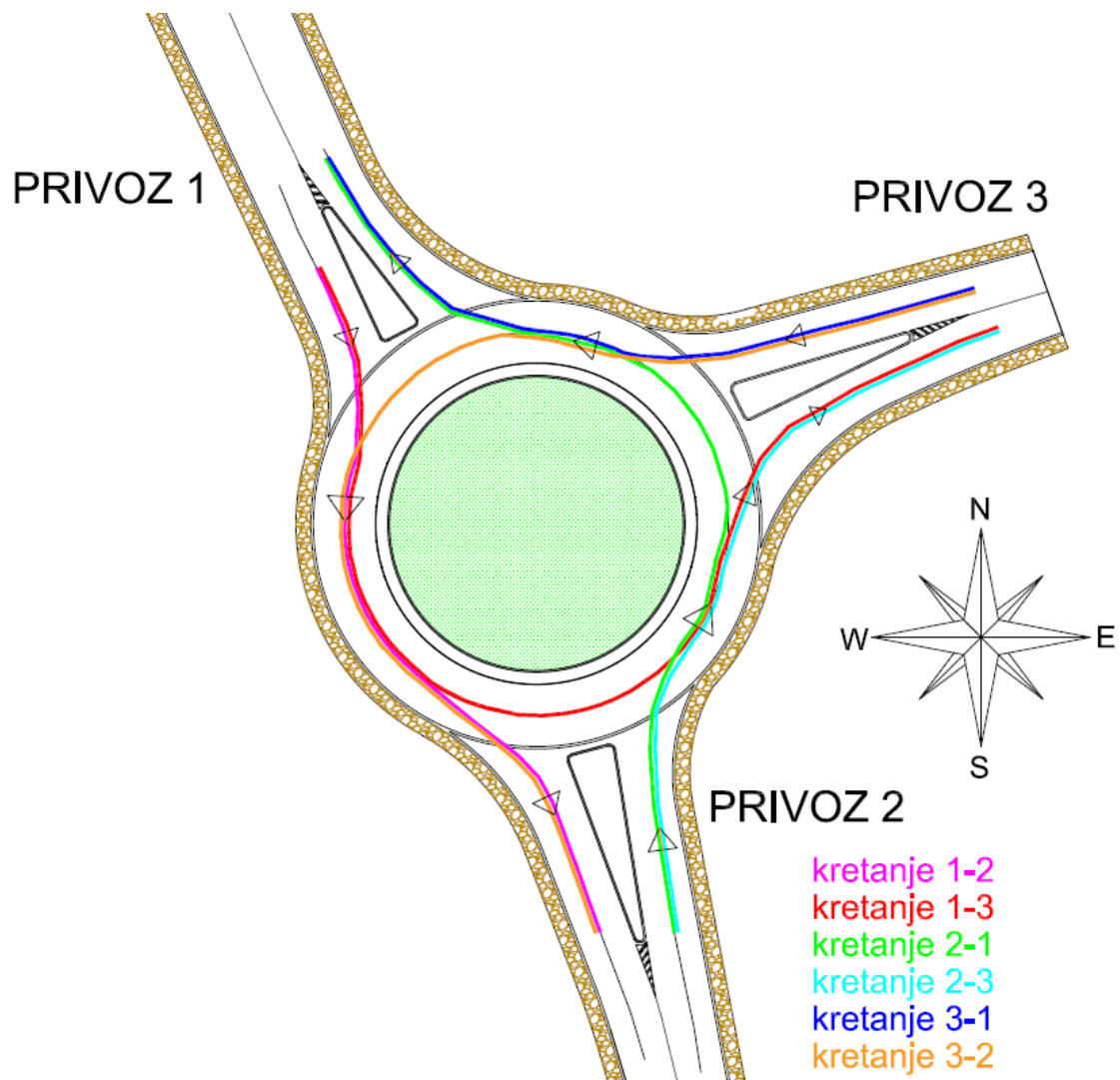
Slika 38: Konfliktni točke kružnog raskrižja (izradio autor)



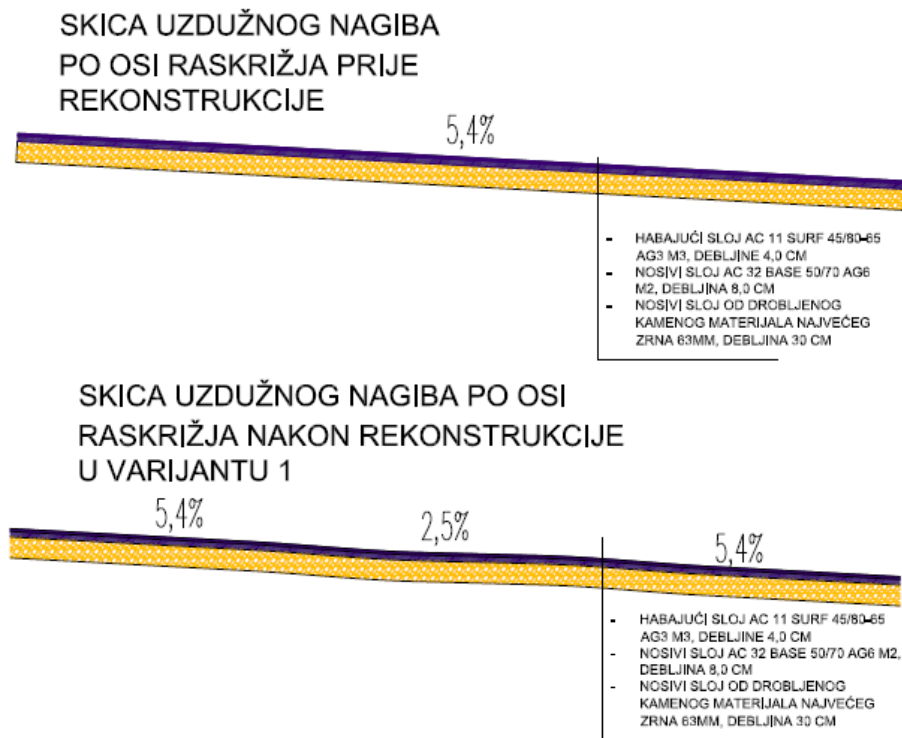
Slika 39: Poprečni presjek kružnog raskrižja (izradio autor)



Slika 40: Poprečni presjek kružnog raskrižja (izradio autor)

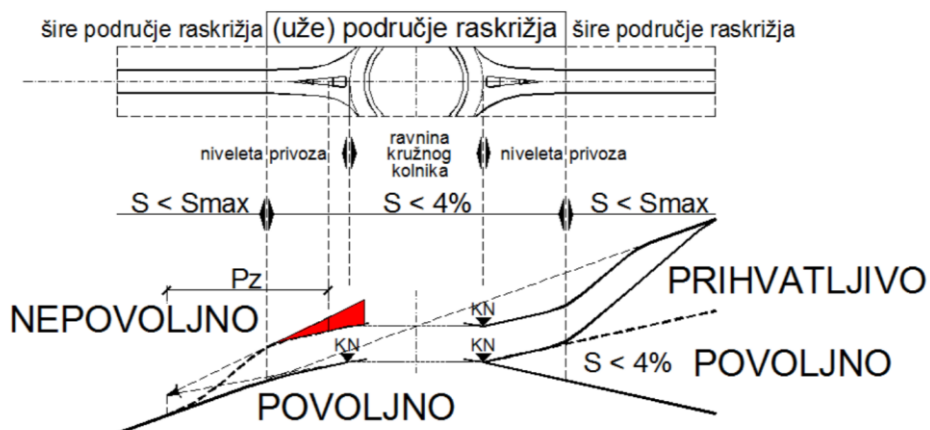


Slika 41: Smjerovi kretanja u kružnom raskrižju (izradio autor)

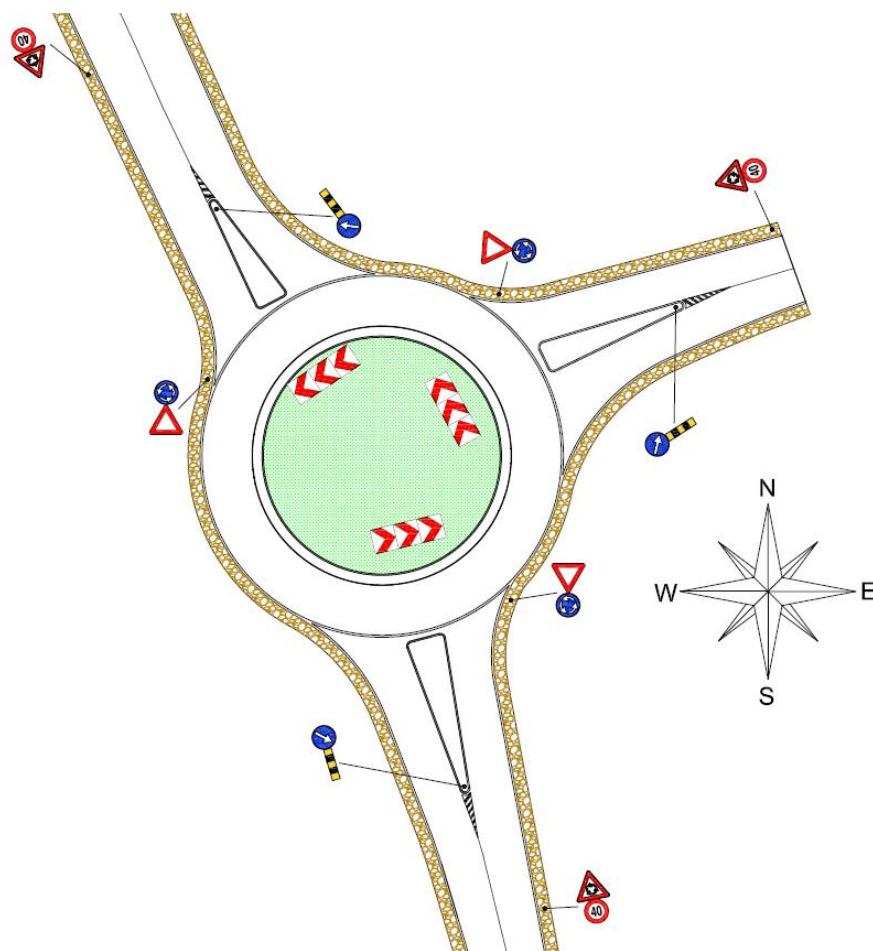


Slika 42: Skica uzdužnog nagiba raskrižja prije i nakon izvedbe varijante 1 (izradio autor)

Kao što je prikazano na slici 42, uzdužni pad je prije rekonstrukcije iznosio 5,4% što je nagib koji se mora umanjiti za izvođenje kružnog raskrižja. Sukladno smjernicama za izradu kružnih raskrižja na državnim cestama izdanima od strane Hrvatskih Cesta u srpnju 2014., dozvoljeni, točnije, preporučeni uzdužni nagib na privozima mora iznositi najviše 4% pa se, na ovom primjeru primjenio nagib od 2,5%.



Slika 43: Nagibi nivelete u širem području raskrižja [15]



Slika 44: Signalizacija u kružnom raskrižju (izradio autor)

Na raskrižje se postavlja sva potrebna i najosnovnija vertikalna signalizacija. Postavlja se ograničenje brzine od 40 km/h u paru s A27 (raskrižje s kružnim tokom prometa), na poziciji uključivanja u kružno raskrižje su postavljeni B01 (raskrižje s cestom prednosti prolaska) i B62 (kružni tok prometa), na razdjelni otok B59 (obavezno ovilaženje s desne strane te se na sami otok postavljaju po 3 znaka K12 (ploča za označavanje zavoja na cesti) ili jedan K13.

Provjera opravdanosti primjene prometnog rješenja s kružnim raskrižjem

Funkcionalni kriterij

Primarna funkcija svakog raskrižja povećanje je protočnosti. Stoga je na ovoj lokaciji primjenjivo srednje veliko kružno raskrižje koje će u odnosu na postojeće klasično raskrižje povećati protočnost kad radno-poslovna zona Lunga bude u funkciji, dok bi se time povećala i prometna sigurnost. Raskrižje je na udaljenosti 140m od obližnjeg raskrižja ali ne utječu jedno na drugo. Kako kružno raskrižje stoji na početku radne-poslovne zone, izgradnjom radne zone povećati će se udio teretnih vozila na lokaciji te će izgradnjom kružnog raskrižja takvim vozilima biti moguć jednostavniji izlaz s navedene lokacije. Predmetnim raskrižjem se zasad odvija samo tranzitni promet pa gledajući taj aspekt, kružno raskrižje ne bi imalo smisla.

Prostorni i urbanistički kriterij

Na raspoloživom prostoru, moguće je smjestiti i kružno raskrižje većih proporcija ali nema potrebe za tim jer bi se takvim potezom povećao obujam dodatnih građevinskih radova kao što su nasipavanje, premještanje instalacija i slično. Budući da u širem području raskrižja nema stambenih objekata, na stanovništvo ne bi bilo posljedica.

Prometni kriterij

Prometni tok na predmetnom raskrižju trenutno je uređen tako da je glavni smjer sjever-jug te je odvojak s radno poslovne zone sporedni smjer. U ljetnom vršnom satu prođe nešto više od 500 vozila, što je oko 7000 vozila dnevno pa je izgradnja srednje velikog kružnog raskrižja opravdana prema propusnoj moći za navedeni broj vozila. Budući da je udio autobusa veoma malen a gradski prijevoz na toj poziciji ne postoji, kružno raskrižje ovih dimenzija ne utječe na

protočnost a u korist tome ide i činjenica da nema niti pješačkog ili uređenog biciklističkog prometovanja.

Projektno – tehnički kriteriji

Za izvedbu kružnog raskrižja ima dovoljno prostora da se zadovolje i ispoštuju svi tehnički kriteriji te je potrebno izvesti manje građevinske zahvate kao što su otkup manjeg dijela zemljišta te izmicanje 2 stupa javne rasvjete te niveleta vodovoda do buduće vodospreme. Prema projektno-tehničkom kriteriju izvedba kružnog raskrižja nije opravdana jer se radi o klasičnom trokrakom „T“ raskrižju gdje su uvjeti prohodnosti zadovoljeni budući da se sporedni prometni tok (RZ Lunga) neće pojaviti 10-20 godina. Iako je odnos privoza povoljan a za kružno raskrižje postoje svi prostorni preduvjeti, ono zasad nema uporište.

Kriterij prometne sigurnosti

Sa stajališta prometne sigurnosti izvedba kružnog je itekako opravdana jer je postojeće raskrižje na pretežno ravnom dijelu gdje je moguće vozačima razviti puno veću brzinu od projektne te bi se izvedbom kružnog raskrižja ta potencijalna brzina a time i opasnost uvelike reducirala. Iako je osigurana dovoljna preglednost za pravac kao horizontalni element a vertikalna i horizontalna prometna signalizacija će bit jasno postavljena, i dalje se može pojaviti vozač koji premašuje dozvoljene brzine i time ugrožava uključivanje iz privoza 3 trokrakog raskrižja. Potencijalni problem koji se može pojaviti je da prilikom skretanja teretnih vozila sa sjevera (Oštrovica) u privoz 3 (RZ Lunga), zbog širine ulaznog traka vozilo zadnjim kotačima pređe preko otoka čime se prometne nesreće, prevrtanje vozila i slični scenariji neće moći izbjeći, pogotovo zbog uzdužnog pada glavnog smjera od 5,4% zbog kojeg sva vozila sa sjevera dolaze većom brzinom.

Kriterij propusne moći

Ovaj kriterij nije u potpunosti zadovoljen jer bi izvedba srednje velikog raskrižja zadovoljila potrebe lokacije i propusne moći kod pojave prometa iz privoza 3, odnosno, raskrižje bi moglo propustiti količinu vozila koja u jednom danu prođe tim raskrižjem. Propusna moć navedenog kružnog raskrižja i više je nego dovoljna jer bi se implementacijom istog u potpunosti izbacili i lijevi skretači ali zasad bi se promet samo usporio.

Okolišni kriterij

Okolišni kriterij je zadovoljen jer, prije svega, ima dovoljno mjesta za izgradnju kružnog raskrižja bez da se zauzimaju veći dijelovi zelenih površina. Raskrižje je ostvareno kroz zauzimanje prostora bivšeg raskrižja i zauzimanjem manje površine od oko 40 m² koja do sad nije iskorištena za prometovanje. Kružno raskrižje ne bi bitno utjecalo na okoliš, i svojom bi se vizurom i zelenilom u zelenom otoku nadomjestila izgubljena zelena površina te bi se lako uklopilo u okoliš. Izvedbom bi se smanjila i nepotrebna potrošnja goriva, manje bi se emitirali ispušni plinovi kako vozila ne bi morala se zaustavljati da propuste druga vozila a manja je i buka.

Ekonomski kriterij

Cijena rekonstrukcije klasičnog trokrakog raskrižja u kružno ne može se u ovoj fazi opravdati budući da iz jednog privoza ne postoji prometni smjer. Ukoliko radna zona Lunga uskoro započne sa svojim radom, izvedba predloženog rješenja lako bi se opravdala budući da nije potreban otkup velikih dodatnih površina, rušenje objekata i slično već su nužni samo građevinski radovi.

3.2. Varijanta 2- trokrako raskrižje s pješačkim prijelazom, dodatnim vođenjem prometa otocima i trakom za ubrzavanje

Ovim će se poglavljem razraditi varijanta raskrižja kojom bi se sadašnje raskrižje jednostavnim zahvatima u prostoru dogradilo pješačkim prijelazom kao i trakom za ubrzanje u smjeru privoza 1 (Oštrovica). Također, bilo bi potrebno i uvođenje novog razdjelnog otoka na privozu 3.

Pješački prijelazi

Izvedba prijelaza za pješake i/ili bicikliste omogućava prometnu sigurnost pješaka i/ili biciklista pri prijelazu privoza kružnog raskrižja. Prijelazi trebaju biti smješteni tako podržavaju pješačke tokove u zoni kružnog raskrižja i na sebe privuku najveći mogući broj pješaka.

Posebnu pozornost preglednosti na pješake potrebno je posvetiti na kružnim raskrižjima u blizini kojih su locirana autobusna stajališta. Autobusi, zaustavljeni na stajalištima ne smiju ograničavati preglednost vozačima i pješacima.

Prijelazi za pješake trebaju biti smješteni tako da se između kružnog kolnika i prijelaza nalazi niša za čekanje odgovarajuće duljine. Smještanje prijelaza udaljenije od izlaza iz kružnog raskrižja je u suprotnosti između potreba pješaka i zahtijeva vozača. Učestale neželjene prijelaze pješaka preko kolnika potrebno je fizički spriječiti (ograde, raslinje,..).

U područjima s intenzivnim pješačkim i/ili biciklističkim prometom položaj prijelaza potrebno je temeljito istražiti. Pri tome je potrebno poštivati brzinu vožnje, prometno opterećenje – jakost tokova vozila te pješaka i biciklista, veličinu kružnog raskrižja i duljinu prijelaza. [15]

Širina pješačkog prijelaza ne smije biti manja od 3,0 m. Samo iznimno širina pješačkog prijelaza smije biti 2,00 m.

Kad je na kolniku označen pješački prijelaz, mora biti obilježen prometnim znakom »pješački prijelaz« (C02) i znakom »približavanje obilježenom pješačkom prijelazu« (A21), osim na mjestima na kojima se promet regulira svjetlosnim znakovima (semaforima). [18]

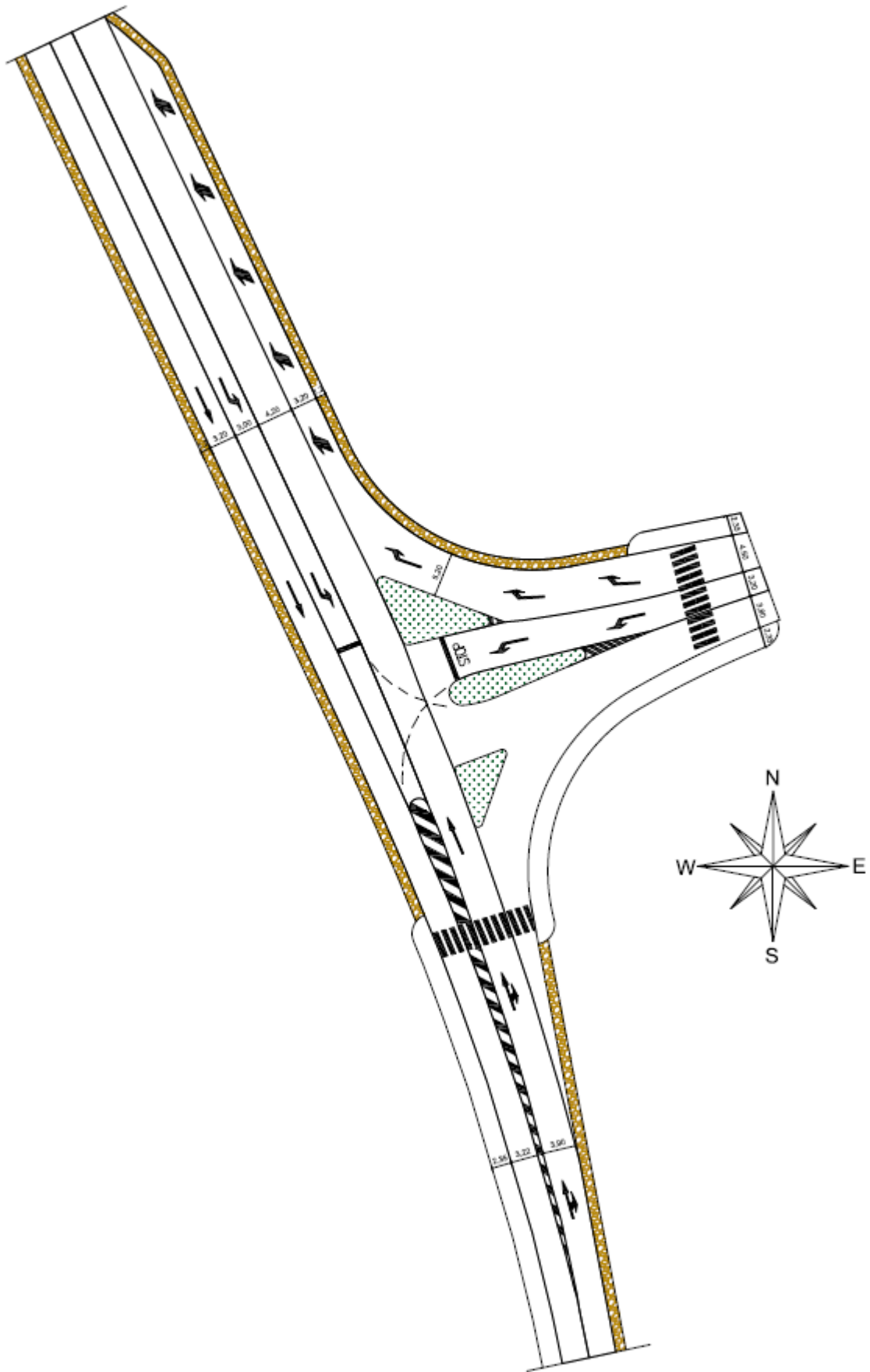
Nogostup predstavlja prometnu površinu namijenjenu pješacima i izvodi se uz kolnik odnosno uz prometni trak i nadvišenim je rubnjakom i zaštitnom širinom odvojen od tih površina. Rubnjak je standardne visine $h = 12$ cm do max. $h = 20$ cm. [18]

Zaštitna širina ovisi od najveće dopuštene brzine vozila, kako slijedi [18]:

- $V_{rač} > 70$ km/sat $Zš \geq 125$ cm
- $V_{rač} = 50 - 70$ km/sat $Zš \geq 100$ cm
- $V_{rač} < 50$ km/sat $Zš \geq 75$ cm

Najmanja širina prometnog traka za jednog pješaka iznosi $Ph = 80$ cm. Prometni profil za dva pješaka je 160 cm ukoliko je nogostup fizički odvojen zelenom površinom od prometnih trakova. [18]

Ukoliko se nogostup izvodi neposredno uz prometni trak ceste i fizički je od nje odvojena rubnjakom, širina za dva pješaka iznosi $Ph + Zš = 235$ cm a iznimno za jednog pješaka 155 cm. [18]



Slika 45: Tlocrt raskrižja prema varijanti 2 (izradio autor)



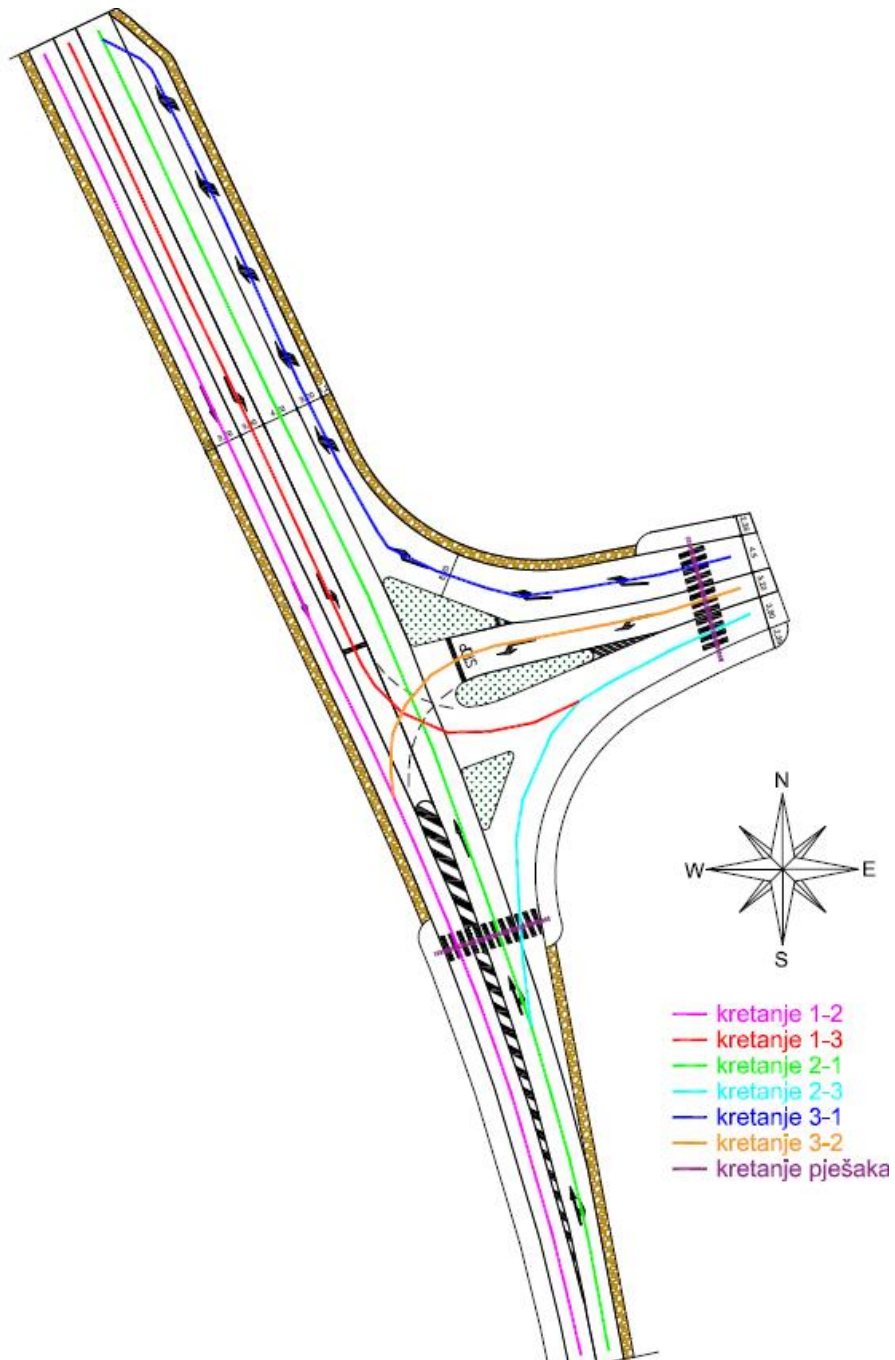
Slika 46: Varijanta 2 na satelitskom snimku (izradio autor)

Na raskrižju su potrebni dodatni zahvati u odnosu na postojeće stanje. Potrebno je, prije svega, zakupiti okolne parcele te nasipati prostor između privoza 1 i 3, potrebno je izvesti i rubnjake između privoza 2 i 3 te bi se izveli nogostupi za pješački prilaz radnoj- poslovnoj zoni. Izvedbom nogostupa omogućena je i izrada pješačkih prijelaza širine 3m preko privoza 2 i 3. Širenje je moguće izvesti prema zapadnoj strani budući da s istočne strane privoza 2 postoji gabionski zid te bi širenje na tu stranu zahtjevalo puno veće građevinske zahvate.

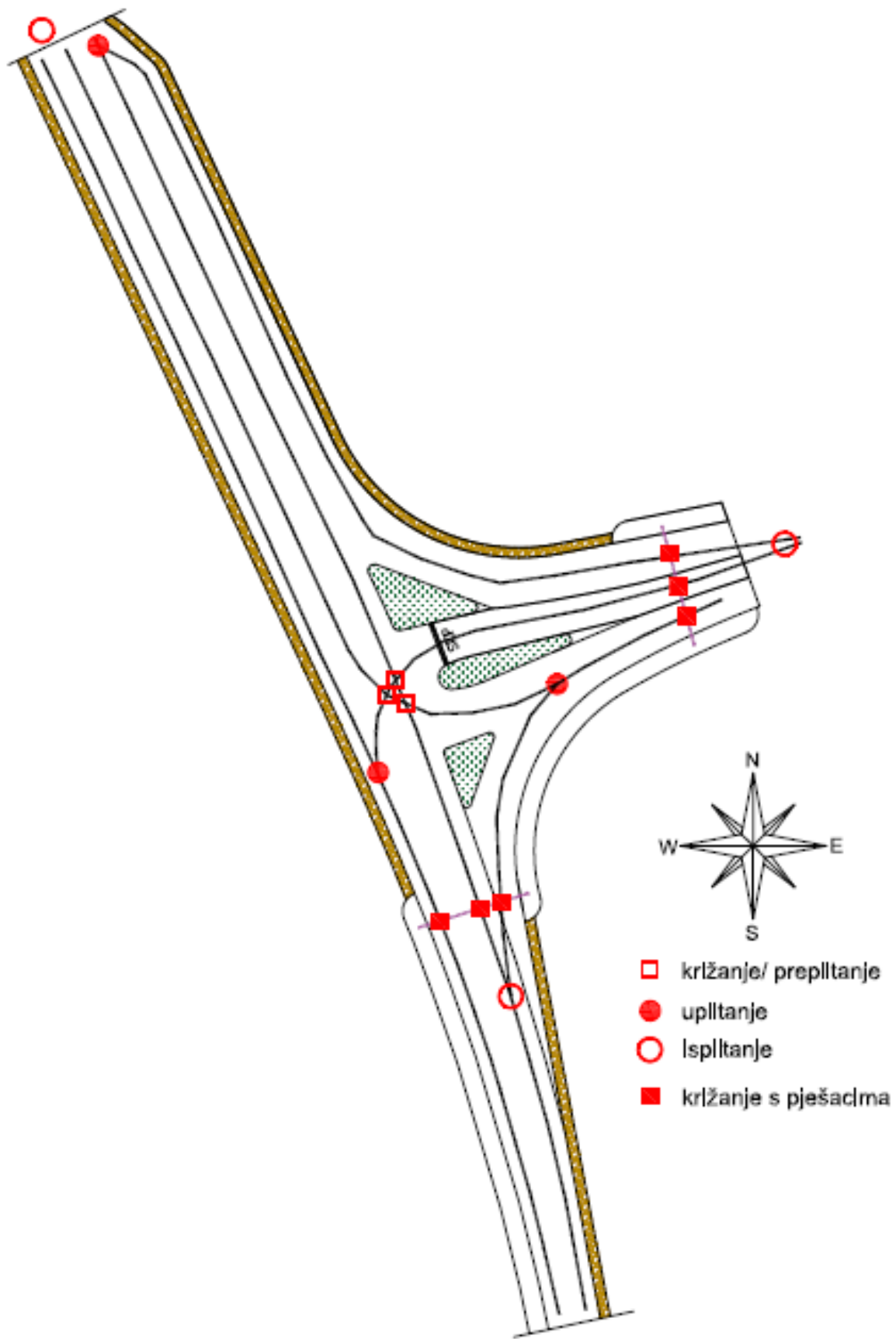
Na slici 46 žutom su bojom označene bankine i berme širina 120cm. Nogostupi su širine 235cm, odnosno minimalne širine potrebne za nogostup za dvije osobe koji nije odvojen zelenim pojasom od kolnika. Izlazna traka iz privoza 3 prema ovom rješenju je podijeljena u dvije prometne trake kako bi se ubrzao izlazak iz privoza. To će se napraviti dodatnom

trakom za ubrzanje iz privoza 3 u privoz 1 širine 3,20m čime se broj konfliktnih točaka u samom raskrižju smanjuje.

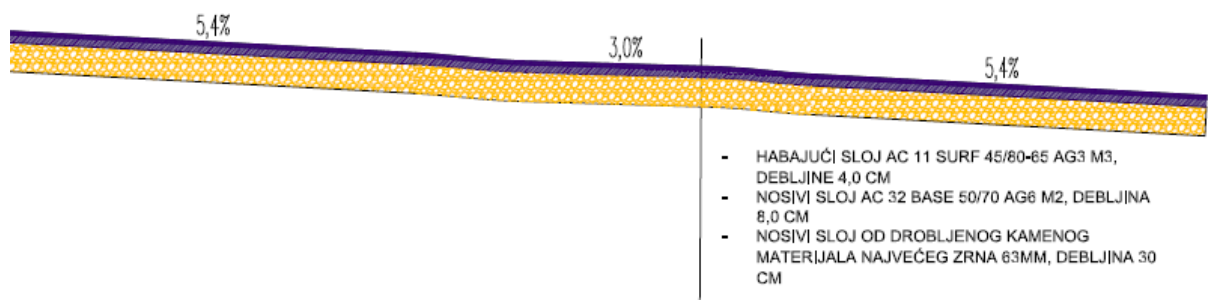
Odvajanje izlaznih traki izvedeno je novim razdjelnim otokom trokutastog oblika izdignutim za 15cm u odnosu na kolnik. Ta traka je u najužem dijelu široka 5,20m a radijus skretanja je $R=25m$ čime je omogućen izlazak teretnih vozila i uključivanje u prometni trak i smjer kretanja 2-1.



Slika 47: Smjerovi kretanja u raskrižju varijante 2 (izradio autor)

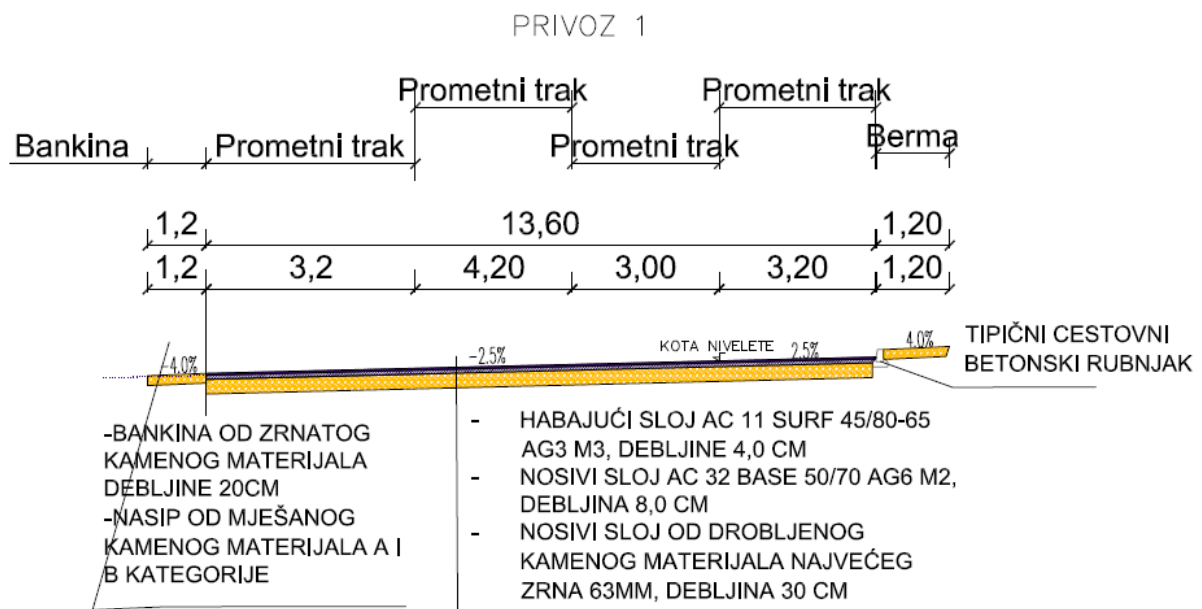


Slika 48: Konfliktne točke raskrižja varijante 2 (izradio autor)



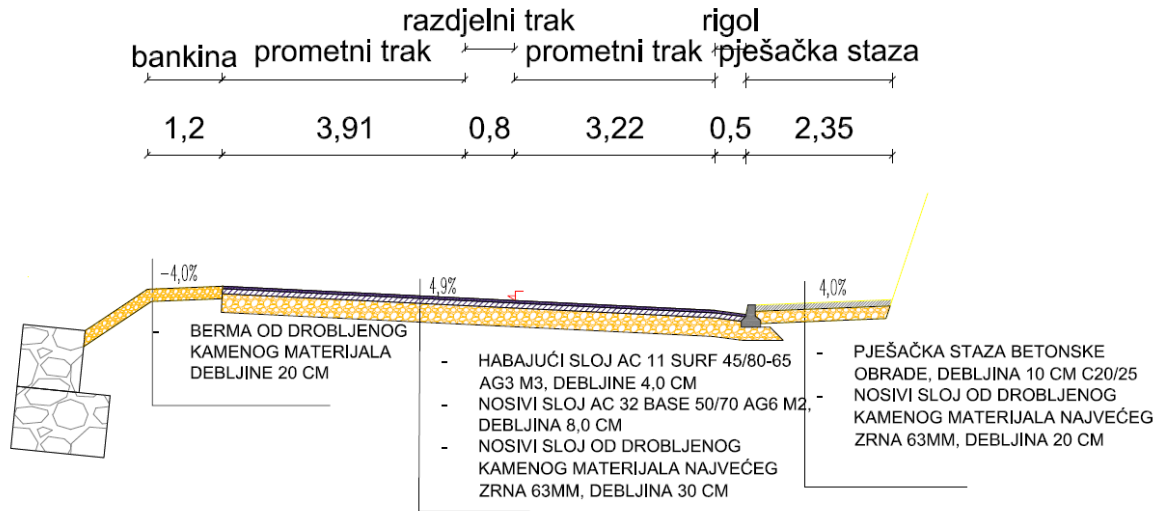
Slika 50: Skica uzdužnog nagiba varijante 2 (izradio autor)

Kao što je vidljivo na slici 50, uzdužni pad nije jednolik cijelom dužinom raskrižja već se u samom središtu raskrižja ublažava na 3%. Razlog tome je umirivanje prometa, lakše kretanje nakon zaustavljanja vozila ali i olakšanje za pješake i pogotovo osobe s invaliditetom koje mogu lakše proći raskrižjem. Također, umiruju se i vode nastale kišom.



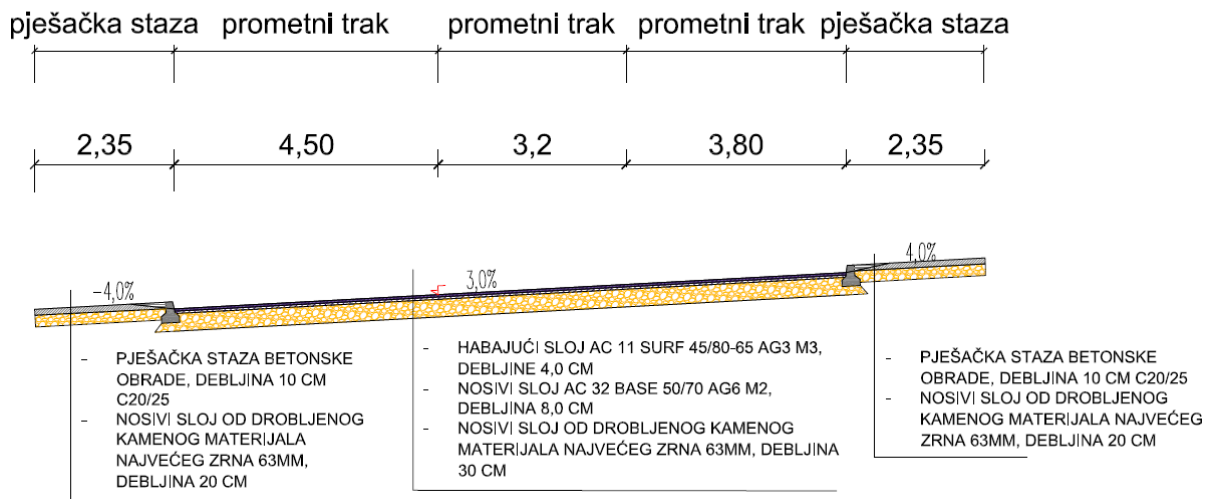
Slika 51: Poprečni presjek privoza 1 varijante 2 (izradio autor)

PRIVOZ 2



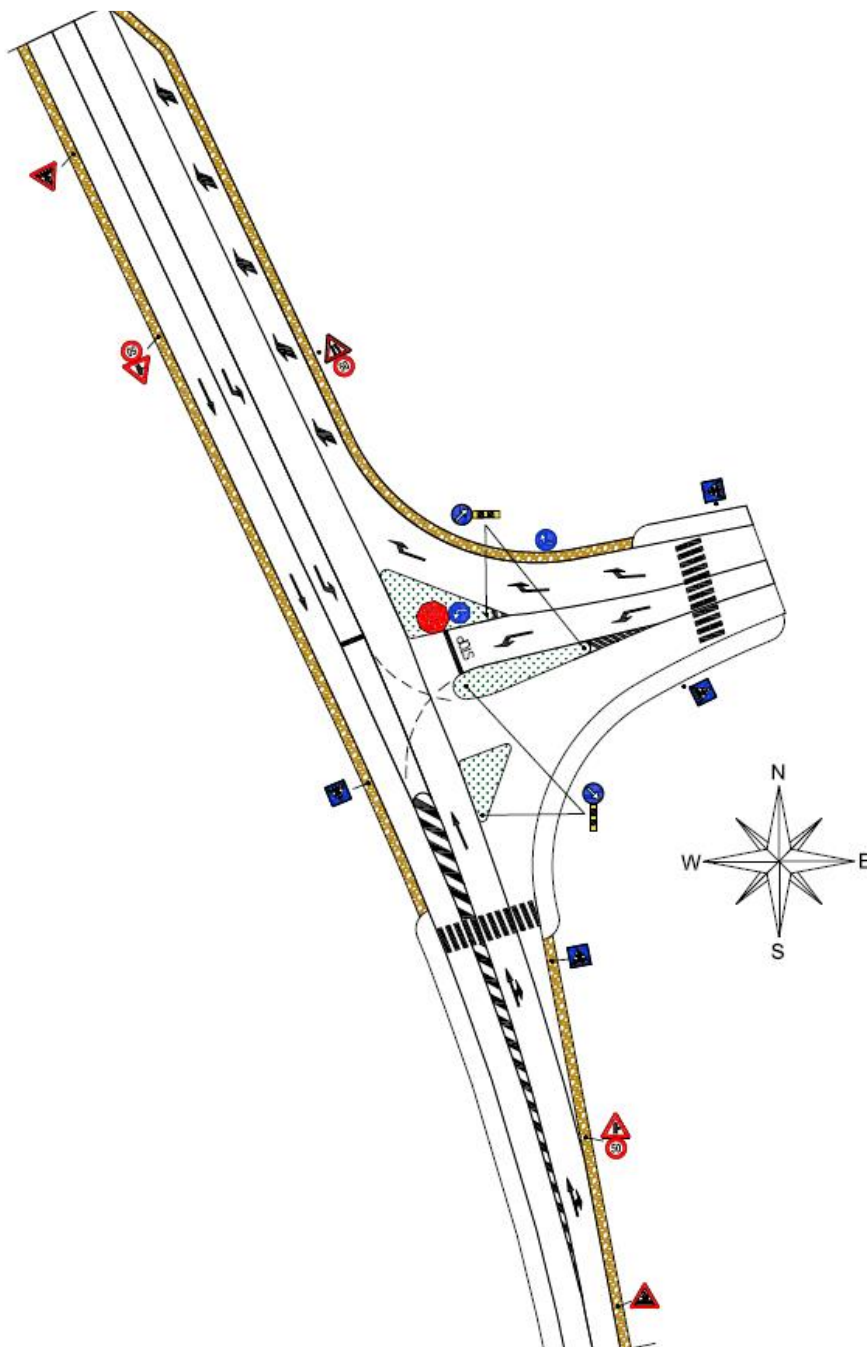
Slika 52: Poprečni presjek privoza 2 varijante 2 (izradio autor)

PRIVOZ 3



Slika 53: Poprečni presjek privoza 3 varijante 2 (izradio autor)

Na slici 54 prikazano je prometno rješenje raskrižja za varijantu 2. Vertikalna signalizacija se ne mijenja značajno u odnosu na regulaciju projektiranog raskrižja, pridodani su znakovi A15 (suženje ceste s desne strane) na traci za ubrzanje, A33 (obilježen pješački prijelaz) na 3 pozicije (od kojih nije prikazana ona na privozu 3), B02 (stop), B59 (obavezno obilaženje s desne strane) na svim otocima, po jedan B53 i B54 (obavezni smjerovi lijevo i desno) i četiri puta C02 (obilježen pješački prijelaz). Smjerokazne table nisu prikazane na slici radi bolje preglednosti slike.



Slika 54: Prometno rješenje raskrižja varijente 2 (izradio autor)

Provjera opravdanosti primjene prometnog rješenja s proširenim T raskrižjem

Funkcionalni kriterij

Primarna funkcija svakog raskrižja povećanje je protočnosti i sigurnosti. Na ovoj lokaciji primjenjivo je već prikazana varijanta raskrižja koja će u odnosu na postojeće klasično Traskrižje povećati protočnost kad radno-poslovna zona Lunga bude u funkciji. Kako je raskrižje na početku radne-poslovne zone, izgradnjom radne zone bi se povećao udio teretnih vozila na lokaciji pa je izgradnjom ovakvog raskrižja olakšan izlaz tih vozila te uključivanje u promet. Predmetnim raskrižjem se zasad odvija samo tranzitni promet pa bi izgradnja raskrižja trenutačno značila povećanje brzina vozača ali u budućnosti bi raskrižje prilagodbom na ovaj način ubrzalo promet i učinilo ga sigurnijim i preglednijim.

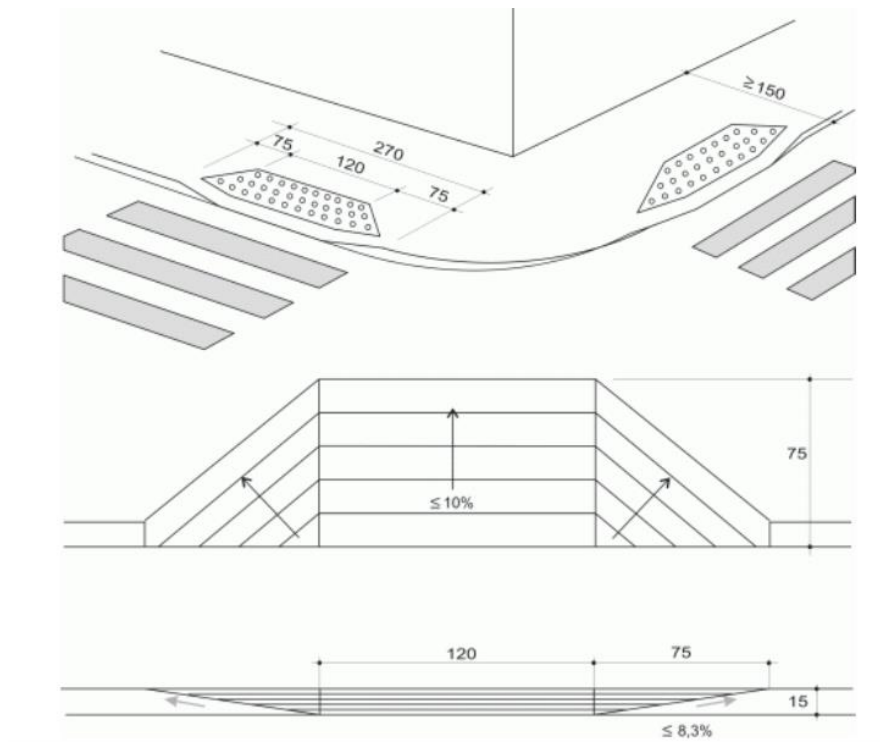
Prostorni i urbanistički kriterij

Na raspoloživom prostoru, moguće je smjestiti prikazano raskrižje, potrebni su manji zahvati u prostoru kao i otkup okolnih zemljišta. Budući da u širem području raskrižja nema stambenih objekata, na stanovništvo ne bi bilo posljedica ali bi im se omogućio pješaki prilaz radnoj zoni Lunga s južne strane. Stanovništvo bi time imalo uređen prilaz kao i dva pješačka prijelaza uz popratnu vertikalnu signalizaciju a to je svakako povećanje uslužnosti pješačkog prometa u odnosu na postojeće stanje.

Prometni kriterij

Prometni tok na predmetnom raskrižju trenutno je uređen tako da je glavni smjer sjever-jug te je odvojak s radno poslovne zone sporedni smjer. U ljetnom vršnom satu prođe nešto više od 500 vozila, što je oko 7000 vozila dnevno čime je dopuna sadašnjeg raskrižja opravdana i

povećala bi se propusna moć za navedeni broj vozila. Budući da je udio autobusa veoma malen a gradski prijevoz na toj poziciji ne postoji, raskrižje utječe na protočnost dodavanjem pješačkih prijelaza koji bi usporili promet. Pješački promet je također unaprijeđen i dodavanjem invalidske rampe na pješačkim prijelazima kao na slici 55.



Slika 55: Invalidska rampa na pješačkim prijelazima [18]

Projektno – tehnički kriteriji

Za izvedbu ovakvog raskrižja ima dovoljno prostora da se zadovolje i ispoštuju svi tehnički kriteriji kao što je dužina i širina trake za uključivanje te je potrebno izvesti manje građevinske zahvate kao što su otkup manjeg dijela okolnog zemljišta te široki iskop s zapadne strane gdje se zbog širine pješačkog prijelaza treba „uvući“ u stijenu ta cca 1,5m. Također je potrebno izmicanje 2 stupa javne rasvjete kao i produžavanje vodovodnih instalacija. Prema projektno-tehničkom kriteriju izvedba ovakvog proširenog raskrižja nije opravdana jer se radi o klasičnom trokrakom „T“ raskrižju gdje su uvjeti prohodnosti zadovoljeni budući da se sporedni prometni tok (RZ Lunga) neće pojaviti 10-20 godina.

Kriterij prometne sigurnosti

Sa stajališta prometne sigurnosti izvedba proširenog raskrižja je djelomično opravdana jer je postojeće raskrižje na pretežno ravnom dijelu gdje je moguće vozačima razviti puno veću brzinu od projektne. Usporavanje prometa moglo bi se izvesti vertikalnom i horizontalnom signalizacijom za obilježavanje pješačkih prijelaza, povećala bi se koncentracija vozača a opasnost uvelike reducirala. Dodatnom trakom za ubrzanje, spriječilo bi se sporo uključivanje teretnih vozila u uzlaznu traku iz privoza 2 u privoz 1 pa glavni smjer ne bi mogao naići na spara vozila i naglo kočiti. Osigurana je dovoljna preglednost za pravac a time se uvećava i pouzdanje vozača pa se može pojaviti vozač koji premašuje dozvoljene brzine i time ugrožava sve sudionike u prometu a ovim rješenjem i pješake pa se ne može reći da je sigurnost u potpunosti zadovoljena.

Kriterij propusne moći

Ovaj kriterij je u potpunosti zadovoljen jer bi izvedba proširenog raskrižja zadovoljila potrebe lokacije i propusne moći, pogotovo nakon pojave prometa iz privoza 3, odnosno, raskrižje bi moglo propustiti količinu vozila koja u jednom danu prođe tim raskrižjem. Propusna moć prikazanog raskrižja i više je nego dovoljna za sve vrste vozila, teretna vozila iz radne zone bi ubrzala izlazak iz raskrižja a dodavanje pješačkog prijelaza ne bi znatno utjecalo na isto.

Okolišni kriterij

Okolišni kriterij je zadovoljen jer, prije svega, ima dovoljno mjesta za izgradnju proširenog raskrižja bez da se zauzimaju veći dijelovi zelenih površina. Raskrižje je izvedeno na prostoru bivšeg raskrižja i zauzimanjem površina uz prometnu traku iz privoza 2 u 1, budući da i sad tamo ne postoji visoko raslinje i stabla, ne bi izgubili puno na zelenim površinama. Raskrižje tako ne bi bitno utjecalo na okoliš, izvedbom bi se smanjila i nepotrebna potrošnja goriva,

manje bi se emitirali ispušni plinovi kako vozila ne bi morala se zaustavljati da se uključe u promet prema privozu 1 a manja je i buka.

Ekonomski kriterij

Cijena rekonstrukcije klasičnog trokrakog raskrižja u prošireno ne može se u ovoj fazi opravdati budući da iz jednog privoza ne postoji prometni smjer. Ukoliko radna zona Lunga uskoro započne sa svojim radom, izvedba predloženog rješenja lako bi se opravdala budući da nije potreban otkup velikih dodatnih površina, rušenje objekata i slično već samo građevinski radovi kao što su nasipavanje, široki iskop, betoniranje pješačkih prijelaza te ugradnja rubnjaka, asfaltiranje i slično.

4. ANALIZE RJEŠENJA

SWOT analiza je suvremena metoda za analizu odabrane strategije i situacije koja analizira čimbenike koji određuju snagu predmeta analize, slabosti, neiskorištene prilike i moguće prijetnje odnosno opasnosti.

Navedena četiri elementa podrazumijevaju sljedeće [10]:

- Strengths (“S”) - snage predstavljaju unutarnja svojstva koja su usmjerena na postizanje odgovarajućih konkurentnih strategijskih prednosti; omogućuju ostvarivanje svojih ciljeva.
- Weaknesses (“W”) –slabosti su unutarnja svojstva koja smanjuju konkurentnu sposobnost i uspješnost; odnosno značajno ometaju ili u potpunosti onemogućuju ostvarivanje utvrđenih ciljeva. Slabosti se u praksi iskazuju u obliku nedostataka određenih resursa, odnosno snažnih ograničenja u pogledu iskorištavanja resursa, vještina ili potencijala npr. projekta.
- Opportunities (“O”) - prilike su oni trenutni ili budući uvjeti i promjene u okolini odnosno vanjski/eksterni utjecaji na projekt predmetnog subjekta koje on može trenutno ili u budućnosti iskoristiti u svrhu poboljšanja svoje konkurentnosti i uspješnosti; vanjski čimbenici i situacije koje pomažu u ostvarivanju zadanih ciljeva projekta.
- Threats (“T”) - prijetnje predstavljaju postojeća ili buduća svojstva i uvjete okoline, npr. projekta koji imaju ili će u budućnosti imati negativan utjecaj na konkurentnost i uspješnost projekta.

SWOT analizom nastojimo identificirati strategiju kojom će se na najbolji način iskoristiti snage i minimalizirati slabosti te kapitalizirati prilike i minimalizirati prijetnje. Drugim riječima, možmo reći da je cilj SWOT analize da se minimaliziraju slabosti uz istovremeno povećanje snaga poduzeća, te kako što bolje iskoristiti šanse uz istovremeno smanjenje prijetnji iz okruženja. Ona nam može biti od velike pomoći prilikom planiranja i ocjene određenog posla. [27]

Tablica 11: SWOT matrica (izradio autor)

	<u>SNAGE (S)</u>	<u>SLABOSTI (W)</u>
<u>PRILIKE (O)</u>	S – O strategija	W – O strategija
<u>PRIJETNJE (T)</u>	S - T strategija	W – T strategija

Ova analiza ne daje specifične odgovore nego predstavlja način učinkovite organizacije informacije i osjetljivih značajki kao baza podataka za izgradnju poslovne strategije i operativnih planova te tako može biti osnova za primjenu drugih metoda. [10]

U nastavku je u tablici prikazano vrednovanje prije navedenih kriterija čime se radi zaključak provedene analize. Ukoliko je kriterij pozitivno ocijenjen te prometno rješenje raskrižja zadovoljava, u tablici je to prikazano s “O“ dok se negativno ocijenjeni kriteriji prikazuju s “X“. Moguća je i kombinacija simbola ako rješenje ujedno i zadovoljava ali i ne zadovoljava, naprimjer, kod obje varijante ekonomski kriterij je trenutno opisan kao neisplativ jer nema prometa s privoza 3 ali kad radna zona Lunga počne sa svojim radom, moguće je da će raskrižje trebati rekonstrukciju zbog povećanog broja vozila, pogotovo teretnih, čime bi izgradnja varijante u budućnosti mogla biti isplativa.

Tablica 12: Tablica vrednovanja kriterija za kružno raskrižje (izradio autor)

Kriterij	Vrednovanje pokazatelja kružnog raskrižja
Funkcionalni kriterij	O X
Prostorno-urbanistički kriterij	O
Kriterij prometnog toka	O
Projektno-tehnički kriterij	O
Kriterij prometne sigurnosti	O
Kriterij propusne moći	O X
Okolišni kriterij	O
Ekonomski kriterij	OX

Tablica 13: Tablica vrednovanja kriterija za varijantu 2 (izradio autor)

Kriterij	Vrednovanje pokazatelja kružnog raskrižja
Funkcionalni kriterij	O X
Prostorno-urbanistički kriterij	O
Kriterij prometnog toka	O
Projektno-tehnički kriterij	O
Kriterij prometne sigurnosti	O X
Kriterij propusne moći	O
Okolišni kriterij	O
Ekonomski kriterij	O X

Tablica 14: SWOT matrica varijante 1 (izradio autor)

<p>SNAGA (S)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • povećanje sigurnosti za sve sudionike u prometu • povećanje propusne moći raskrižja • smanjenje repa čekanja na sporednim privozima • smanjene brzine vožnje kroz raskrižje • manja buka i emisija ispušnih plinova motora vozila • zabranjena vožnja unatrag
<p>SLABOSTI (W)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • smanjenje brzine vozila na glavnim privozima • produljenje putanja vozila i pješaka u odnosu na izravno kanalizirana raskrižja • visoka ulaganja u rekonstrukciju zbog otkupa okolnog prostora i građevinskih radova • veće zauzimanje zemljišne površine • dugoročna neiskoristivost raskrižja do početka rada radne zone Lunga
<p>PRILIKE (O)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • olakšano i brže uključivanje u promet vozila sa sporednog privoza • posljedice prometnih nesreća su manje nego kod klasičnih raskrižja (bez čelnih i sudara pod pravim kutom) • kraće čekanje na privozima čime se osigurava kontinuitet vožnje • manji broj konfliktnih točaka
<p>PRIJETNJE (T)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • visoki troškovi održavanja s godinama • veći broj prometnih nesreća zbog nepoštivanja prednosti prolaska vozila koja se nalaze u kružnom toku- problemi odvodnje vode • smanjenje protočnosti iz glavnih i prometnijih privoza

Izvedba kružnog raskrižja na ovoj lokaciji bila bi dobra odluka prema gore navedenim kriterijima ukoliko se zaključuje prema tablici 12. Svi kriteriji su više ili manje zadovoljeni ali najveći problem stvaraju kriterij propusne moći te ekonomski kriterij i to iz istog razloga. Naime, kako radna zona Lunga neće biti u funkciji još neko vrijeme, zasad bi kružno raskrižje donijelo umirivanje prometa te povećanje sigurnosti prometa ali zbog samo preostala dva

pravca kroz koja se odvija promet, ekonomski se, barem zasad, ne isplati ulagati u kružno raskrižje. Također, usporavanje toka izgradnjom kružnog raskrižja može dovesti do kolone koja bi i na obližnjem raskrižju, na ulazu u Hreljin, onemogućila protok i lijeve skretače u smjeru Oštrovica s obzirom da je udaljenost samo oko 140m. Pogotovo bi do toga moglo doći tokom ljetne sezone, iako je to manje vjerojatno, i povećanog broja vozila kada se brojni turisti vraćaju u kontinentalnu Hrvatsku ili kroz nju vraćaju u svoje zemlje. Generalno gledano, tehnički je moguće izvesti kružno raskrižje na navedenoj lokaciji ali ono ne bi donijelo sve željene elemente i prednosti koje se očekuju.

Tablica 15: SWOT matrica varijante 2 (izradio autor)

SNAGA (S)	<ul style="list-style-type: none"> • povećanje propusne moći raskrižja • smanjenje repa čekanja na sporednim privozima • povećanje sigurnosti za vozila sa sporednog privoza zbog povećanja horizontalne preglednosti raskrižja • najmanji trošak rekonstrukcije raskrižja • korištenje već postojeće infrastrukture
SLABOSTI (W)	<ul style="list-style-type: none"> • veća razina štetnih ispušnih plinova • veća razina buke • nepostojanje infrastrukture za bicikliste • potreban otkup zemljišta
PRILIKE (O)	<ul style="list-style-type: none"> • olakšano uključivanje u promet vozila sa sporednog privoza zbog nove signalizacije i povećanja broja prometnih traka preglednosti • kraće vrijeme putovanja vozila kroz raskrižje • mogućnost brzog izvođenja radova
PRIJETNJE (T)	<ul style="list-style-type: none"> • veći troškovi održavanja signalizacije kroz godine • mogućnost postizanja većih brzina vozila u raskrižju • mogućnost nastanka težih prometnih nesreća • opasnost za pješake

Izvedba proširenog T raskrižja na ovoj lokaciji bila bi, prema vrednovanim kriterijima u tablici 13, dobro rješenje. Svi kriteriji su više ili manje zadovoljeni a najveći problem je kriterij sigurnosti prometa te ekonomski kriterij. Naime, kako radna zona Lunga neće biti u funkciji još neko vrijeme, zasad nema prometa iz privoza 3 čime se investicija ne bi isplatila neko vrijeme. Iako bi ovim rješenjem povećali protočnost i propusnu moć, time bi također i povećali potencijalnu brzinu čime dolazi do smanjene sigurnosti prometa. Uvođenjem trake za ubrzanje ali i širenjem pokosa zbog pješačke staze, vozačima se još više povećava preglednost i daje osjećaj sigurnosti što može biti pozitivno i negativno upravo zbog neprimjerene brzine vozila. Ostali kriteriji su zadovoljeni, propusna moć je uvećana, okoliš nije narušen, koristi se postojeća infrastruktura koja ne zahtjeva premještanje instalacija i ostalih sadržaja a uključen je i pješački promet. Prema svemu navedenom, raskrižje je moguće izvesti i ono bi imalo brojne prednosti u odnosu na varijantu 1 s kružnim raskrižjem a i u odnosu na sadašnje stanje ali bi sa svojom izvedbom povuklo i neke negativne efekte kao što je veća potencijalna brzina i smanjena sigurnost.

5. ZAKLJUČAK

Prometna je infrastruktura jedan od temelja modernog društva. Brzi i sigurni prijevoz ljudi i ostalih dobara između mjesta, gradova, država i kontinenata omogućio je ljudima svijet kakav danas znamo i gdje se za takav prijevoz ili transport troši puno manje vremena i novaca nego je to bilo potrebno prije.

Najpopularnija i najčešće spominjana grana prometne infrastrukture je cestovni promet. Ta vrsta prometa je najzastupljenija te danas gotovo svatko ima osobni automobil, motocikl ili vozilo namjenjeno prometovanju cestom. Kako bi se prometovanje odvijalo na najsigurniji način uređena su pravila kretanja u prometu. Nažalost, ta se pravila nerijetko krše te je upravo to najčešći uzrok stradanja u prometu i to pogotovo na križanjima prometnih pravaca gdje vozilo ne nastavlja svoj put neometano već dolazi do manevara poput zaustavljanja, skretanja, usporavanja i slično. Takve pozicije križanja i spajanja prometnih pravaca naziva se raskrižje.

Upravo je analiza jednog takvog raskrižja i tema ovog diplomskog rada. Na temelju podataka o makrolokaciji, mikrolokaciji, brojanju prometa te tehničkim uvjetima izvedene su dvije varijante raskrižja na državnoj cesti D501 od Oštovice do Meje. Prometnica je u potpunosti u prostor Grada Bakra kao i prostor Kukuljanova. Kako je industrijska zona Kukuljanovo već poprilično napunila svoje prostorne kapacitete, Grad je morao početi razmišljati o novoj lokaciji radne i poslovne zone. Zbog blizine Europskog koridora E65, odnosno autoceste A7, odlučili su kako je prostor uz Meju, Hreljin i Praputnjak odličan za takvu namjenu kao što je radno poslovna zona- zona Lunga.

Već ovim prostornim planom započeti su zahvati na izradi istog pa je rekonstrukcijom državne ceste D501 zahvaćena i izrada raskrižja za radnu zonu Lunga. Raskrižje se nalazi 140m od naselja Meja te je spoj državne ceste s budućom radnom zonom Lunga, zamišljen kao prošireno T raskrižje.

Budući da je raskrižje projektirano u sklopu rekonstrukcije državne ceste D501, ono zadovoljava sve tehničke i sigurnosne zahtjeve proširenog trokrakog T raskrižja, međutim trenutno iz jednog od privoza nema prometa te će, u slučaju neočekivano velikog povećanja broja vozila biti potrebna rekonstrukcija istog. Također, raskrižje se nalazi na ravnom dijelu prometnice te su brzine koje se mogu razviti puno veće od dozvoljenih i predviđenih.

Ne bi li se povećala sigurnost te provoznost raskrižja, pogotovo za vrijeme ljetne sezone, izrađene su dvije varijante rekonstrukcije istog raskrižja. U prvoj varijanti, raskrižje je zamišljeno kao srednje veliko kružno jednostručno raskrižje.

Takva vrsta raskrižja uvelike povećava sigurnost u samom raskrižju, usporava brzinu na prilazu raskrižju raskrižju te se tim putem također eliminiraju konfliktne točke križanja. Raskrižje je zamišljeno kao srednje veliko kružno raskrižje samo s jednom trakom koje zadovoljava broj vozila koja trenutno prolaze tom dionicom. Prema analizi i kriterijima, izvođenje kružnog raskrižja bi zadovoljilo gotovo sve kriterije osim ekonomske isplativosi. Kako jedan privoz nije u funkciji, u ovom trenutku nije nužna rekonstrukcija jer će sadašnje raskrižje biti provozno bez usporavanja. Kako sadašnjom fazom nije previđeno prometovanje pješaka, i rekonstrukcijom bi se izbjeglo njihovo uključivanje u promet. Ukoliko jednog dana bude potrebna rekonstrukcija navedenog raskrižja, kružno raskrižje je svakako opcija koja bi zadovoljila svačije apetite.

Druga varijanta bila bi nadogradnja postojećeg T raskrižja. Toj varijanti prohodnost bi se još dodatno povećala a uključio bi se i pješački promet čemo bi trebalo prilagoditi i brzinu. Ovo raskrižje također zadovoljava sve tehničke zahtjeve čime je također kvalitetna zamjena za sadašnje jer bi sva predviđena vozila i dalje mogla prometovati a teretnim vozilima ne bi bilo teško skrenuti u provoz prema radno poslovnoj zoni Lunga.

Prometni tokovi i smjerovi u raskrižju su trenutno takvi da nije potrebna bilo kakva izmjena sadašnjeg stanja jer bi se takvim potezom umanjila prohodnost ali, kao što je prikazano i u analizi a i prema sudu autora, bolje i kvalitetnije rješenje bila bi izvedba srednje velikog kružnog raskrižja. Prije svega, na navedenoj lokaciji potrebno je umiriti promet i smanjiti brzinu a navedeno se teško može riješiti bez konstantne prisutnosti policije ili postavljanjem kamera za mjerenje brzine. Jedna od metoda umirivanja prometa bila bi izgradnja kružnog raskrižja koje bi zasigurno natjeralo vozila na smanjenu brzinu, izbacilo bi se lijeve skretače a teretna vozila i sva veća vozila poput autobusa i dalje bi mogla normalno prometovati raskrižjem. Kako radna zona Lunga neće dobiti svoje obrise još nekoliko godina, obje analizirane opcije nemaju zasad potrebu se izvoditi ali za potrebe navedene lokacije optimalna je izrada kružnog raskrižja. Autor smatra kako je kružno raskrižje svakako bolja varijanta te, iako bi u početku smanjila prohodnost i protočnost, puno bi umirila tok bez da se izgube ostali bitni elementi i funkcija raskrižja. Naravno da je i varijantu s kružnim raskrižjem još moguće dopuniti, jedna od ideja je dodavanje i 4. privoza prema zapadu kojeg je možda moguće spojiti

na raskrižje niže od kružnog raskrižja u naselju Meja Gaj, točnije na raskrižje koje spaja prometne pravce prema gradu Bakru i prema Praputnjaku i Krasici. Također, osim spoja na raskrižje u naselju Meja, možda je moguće izvesti i benzinsku pumpu jer je najbliža u Kraljevici. Sljedeći dodatak mogu biti i pješačke staze(nogostup) i pješački prijelazi, možda i biciklistička staza te mnogi drugi sadržaji ili prometni elementi.

6. LITERATURA

- [1] <https://www.tportal.hr/biznis/clanak/do-sezone-2022-rekonstrukcija-dionice-cesto-od-cvora-ostrovica-do-meje-20210113>
- [2] file:///C:/Users/emaradic/AppData/Local/Temp/stepic_david_fpz_2016_diplo_sveuc.pdf, 20.04.2021.
- [3] <https://www.google.com/maps/dir/45.3386575,14.5983895/45.2937728,14.5871405/@45.3168259,14.5890445,6409m/data=!3m1!1e3!4m2!4m1!3e0>, 25.04.2021.
- [4] <https://www.tportal.hr/biznis/clanak/do-sezone-2022-rekonstrukcija-dionice-cesto-od-cvora-ostrovica-do-meje-20210113>, 20.04.2021
- [5] Jovančević M., Obnova državne ceste DC501 dionica čvor Oštrovica – Meja, tehnički opisi, Rijekaprojekt d.o.o., Zagreb, 2018.
- [6] Grad Bakar, Urbanistički plan uređenja UPU-5 poslovne zone Lunga – Hreljin, Službene /Novine , 2010
- [7] <https://hr.wikipedia.org/wiki/Hreljin>, 22.4.2021.
- [8] https://commons.wikimedia.org/wiki/File:J32_325_%C5%A0krljevo%E2%80%93Meja,_Bksig_922.jpg
- [9] <https://www.rijekadanas.com/wp-content/uploads/2019/08/cropped-Zone-H%C5%BDPP.jpg>
- [10] <https://promet-eufondovi.hr/eu-prometni-koridori-i-ten-t/>, 22.04.2021.
- [11] <https://www.skyscrapercity.com/threads/a7-a8-a9-auto-cestovni-projekti-sjevernog-jadrana.872592/page-470>
- [12] Grad Bakar, Elaborat izgradnje platoa– izračun volumena iskopa i nasipa budućih platoa za gospodarsku namjenu, Zajednički projektantski ured Tamara Rusović i Lidija Jug, srpanje 2012.

- [13] <https://www.google.com/maps/@45.2951276,14.5886852,266m/data=!3m1!1e3>), 05.05.2021.
- [14] <http://struna.ihjj.hr/naziv/raskrizje/21446/>, 27.04.2021
- [15] <https://repositorij.fpz.unizg.hr/islandora/object/fpz%3A1007/datastream/PDF/view>, 27.04.2021.
- [16] <https://hrvatske-ceste.hr/hr/stranice/promet-i-sigurnost/dokumenti/14-brojenje-prometa>, 26.04.2021.
- [17] <https://www.google.com/maps/@45.294925,14.586894,3a,75y,354.77h,88.73t/data=!3m6!1e1!3m4!1s7yRTnBBoG-2QhtxEMTqGkw!2e0!7i13312!8i6656>, 08.05.2021.
- [18] https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2001_12_110_1829.html, 30.04.2021.
- [19] <https://hrvatske-ceste.hr/>, 10.05.2021.
- [20] Gradske ceste i čvorišta, Prostorno- prometno planiranje, Predavanje 2, GF 2020/21
- [21] <http://www.propisi.hr/print.php?id=7519>, 30.04.2021.
- [22] <https://repositorij.fpz.unizg.hr/islandora/object/fpz:372/preview>, 13.05.2021.
- [23] https://hrvatskeceste.hr/uploads/documents/attachment_file/file/106/SMJERNICE_KRUZNA_RASKRIZJA-HRVATSKE_CESTE.pdf, 06.07.2021.
- [24] <https://repositorij.velegs-nikolatesla.hr/islandora/object/velegs%3A460/datastream/PDF/view>, 14.08.2021.
- [25] Gradske ceste i čvorišta, Prostorno- prometno planiranje, Predavanje 2, GF 2020/21, 16.06.2021.
- [26] (https://www.google.com/search?q=kru%C5%BEEni+tok+krk&tbm=isch&ved=2ahUKEwj6uYq0zo_yAhUI_aQKHbW0DcYQ2cCegQIABAA&oq=kru%C5%BEEni+tok+rk&gs_lcp=CgNpbWcQAzoFCAAQgAQ6BAgAEEM6BggAEAUQHjoECAAQHIDya1jtgAFgiYUBaABwAHgAgAHhAY), 22.08.2021.

[27] <http://hcpm.agr.hr/docs/mplan-swot.pdf>, 23.08.2021.