

Varijanta rješenja rekonstrukcije raskrižja Ul. Tome Strižića i Vjekoslava Dukića

Milardović, Luka

Master's thesis / Specijalistički diplomski stručni

2020

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:157:859538>

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](#)



image not found or type unknown

**SVEUČILIŠTE U RIJECI
GRAĐEVINSKI FAKULTET**

Luka Milardović

**VARIJANTA RJEŠENJA REKONSTRUKCIJE RASKRIŽJA UL. TOME
STRIŽIĆA I VJEKOSLAVA DUKIĆA**

Diplomski rad

Rijeka, 2020.

SVEUČILIŠTE U RIJECI
GRAĐEVINSKI FAKULTET
Specijalistički diplomski stručni studij
Graditeljstvo u priobalju i komunalni sustavi
Gradske ceste i čvorišta

Luka Milardović
JMBAG: 0114022418

VARIJANTA RJEŠENJA REKONSTRUKCIJE RASKRIŽJA UL. TOME
STRIŽIĆA I VJEKOSLAVA DUKIĆA
Diplomski rad

Rijeka, listopad 2020.

Naziv studija: **Specijalistički diplomski stručni studij**
Znanstveno područje: Tehničke znanosti
Znanstveno polje: Građevinarstvo
Znanstvena grana: Prometnice

Tema diplomskog rada

**VARIJANTA RJEŠENJA REKONSTRUKCIJE RASKRIŽJA UL. TOME STRIŽIĆA I
VJEKOSLAVA DUKIĆA**
**Variant reconstruction solutions of intersection of streets Tome Strižić and
Vjekoslav Dukić**

Kandidat: **LUKA MILARDOVIĆ**
Kolegij: **GRADSKÉ CESTE I ČVORIŠTA**
Diplomski rad broj: **SPEC-2020-13**

Zadatak:

U diplomskom radu je potrebno analizirati postojeće stanje na gradskom trokrakom raskrižju Ulica Tome Strižića i Vjekoslava Dukića, te predložiti nekoliko varijantnih rješenja za moguću rekonstrukciju raskrižja, pri tome uvažavajući postojeće uvjete odvijanja motornog ali i pješačkog prometa ali uzimajući u obzir i buduće promjene u široj zoni raskrižja. Varijantna rješenja je potrebno obrazložiti te grafički prikazati u radu. Također, potrebno je predložiti optimalnu varijantu na temelju unaprijed definiranih kriterija.

U diplomskom radu je potrebno:

- opisati i objasniti osnovna načela projektiranja gradskih prometnica i raskrižja
- analizirati postojeću prometno-građevinsku situaciju na trokrakom raskrižju
- predložiti varijantna rješenja rekonstrukcije raskrižja
- vrednovati rješenja na temelju unaprijed definiranih kriterija te odabrati optimalnu varijantu

Tema rada je uručena: 24. veljače 2020.

Mentorica:

Doc. dr. sc. Sanja Šurdonja,
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.



Luka Milardović

U Rijeci, 03.rujan 2020.

Sažetak

U urbanim sredinama najčešći tip raskrižja koja se koriste su raskrižja u razini. Povećanje prometnog opterećenja na raskrižju najčešće zahtijeva rekonstrukciju raskrižja kako bi se osigurala što bolja funkcionalnost raskrižja ali i visoka razina prometne sigurnosti.

Niska razina sigurnosti koja je rezultat velikog prometnog opterećenja i loše preglednosti na raskrižju bila je i razlog odabira problematičnog trokrakog raskrižja u ovom radu. Na temelju terenskog obilaska, prikupljanja podataka o prometnom opterećenju, brzina u zoni raskrižja, geometriji raskrižja te prometnim nesrećama napravljena je detaljna analiza postojećeg stanja na raskrižju. Analiza raskrižja je potvrdila pretpostavku o vrlo niskoj razini sigurnosti na raskrižju, te lošoj razini uslužnosti, što je bilo polazište za odabir jedne od četiri varijantnih rješenja. Prva varijanta je nesemaforizirano raskrižje s trakom za lijeve skretače na glavnom i sporednom smjeru, druga varijanta je semaforizirano raskrižje bez trake za lijeve skretače, treća varijanta je semaforizirano raskrižje s trakom za lijeve skretače dok je četvrta varijanta kružno raskrižje, koja se nakraju i pokazala kao optimalna varijanta. Kako bi se odabralo optimalno varijantno rješenje, sva su rješenja analizirana prema unaprijed definiranim kriterijima.

Ključne riječi: raskrižje u razini, kružno raskrižje, varijantna rješenja, preglednost, provoznost

Abstract

In urban areas, the most common type of intersections used are level intersections. Increasing of traffic load at an intersection, most often requires an intersection to be reconstructed to ensure the best possible functionality of the intersection, as well as a high level of traffic safety.

The low level of safety resulting from heavy traffic loads and poor visibility at intersection was also the reason for choosing the problematic three-lane intersection for this thesis. A thorough analysis of the existing situation at the intersection was made on the basis of a field trip, a collection of traffic load data, speeds in the intersection zone, intersection geometry and traffic accidents. The intersection analysis confirmed the assumption of a very low level of safety at the intersection and poor level of service, which was the starting point for choosing one of the four variant solutions. The first variant is intersection without traffic lights, with left-turn lane at the main and secondary directions, the second variant is intersection with traffic lights, without left-turn lane, the third variant is intersection with traffic lights and left-turn lane, while the fourth variant is a roundabout, which turns out to be the optimal variant. In order to choose the optimal variant solution, all solutions were analyzed according to default criteria.

Keywords: level intersection, roundabout, variant solutions, transparency, transience

Popis slika:

| | |
|---|----|
| Slika 1. Prostorna raspodjela stanovništva i radnih mjesta [1] | 6 |
| Slika 2. Voznodinamički i provozno-geometrijski parametri za glavnu cestu u raskrižju [1] | 11 |
| Slika 3. Postojeće stanje raskrižja | 16 |
| Slika 4. Generalni urbanistički plan [2] | 18 |
| Slika 5. Kartografski prikaz zone plana [2] | 18 |
| Slika 6. Pogled iz Ulice Tome Strižića na raskrižje (13.10.2019.) [3] | 20 |
| Slika 7. Grafički prikaz prometnog opterećenja JVS..... | 22 |
| Slika 8. Grafički prikaz prometnog opterećenja PVS | 22 |
| Slika 9. Konfliktne točke | 23 |
| Slika 10. Skica preglednost prema HRV normi | 24 |
| Slika 11. Preglednost SAD norme sporedni smjer skretanje u lijevo | 25 |
| Slika 12. Preglednost SAD norme sporedni smjer skretanje u desno | 26 |
| Slika 13. Preglednost SAD glavni smjer skretanje u lijevo na sporedni smjer..... | 27 |
| Slika 14. Skica pozicije brojača na raskrižju | 28 |
| Slika 15. Razina uslužnosti za sadašnje stanje..... | 31 |
| Slika 16. Grafički prikaz prometnog opterećenja PVS..... | 33 |
| Slika 17. Varijantno rješenje 1 | 33 |
| Slika 18. Razina uslužnosti 1. varijantnog rješenja | 34 |
| Slika 19. Konfliktne točke na 1. Varijanti raskrižja..... | 35 |
| Slika 20. Skica preglednost prema HRV normi | 36 |
| Slika 21. Preglednost SAD norme sporedni smjer skretanje u lijevo | 37 |
| Slika 22. Preglednost SAD norme sporedni smjer skretanje u desno | 38 |
| Slika 23. Preglednost SAD glavni smjer skretanje u lijevo na sporedni smjer..... | 39 |
| Slika 24. Provoznost vozila lijevi sa GP. i desni sa SP..... | 40 |
| Slika 25. Provoznost vozila lijevi sa SP. i desni sa GP..... | 40 |
| Slika 26. Varijantno rješenje 2..... | 41 |
| Slika 27. Plan faza semafora u prostoru..... | 44 |
| Slika 28. Razina uslužnosti varijantnog rješenja 2 | 45 |
| Slika 29. Konfliktne točke 2. Varijantnog rješenja..... | 46 |
| Slika 30. Skica preglednost prema HRV normi | 47 |
| Slika 31. Preglednost SAD norme sporedni smjer skretanje u lijevo | 48 |
| Slika 32. Preglednost SAD norme sporedni smjer skretanje u desno | 48 |
| Slika 33. Preglednost SAD glavni smjer skretanje u lijevo na sporedni smjer..... | 49 |
| Slika 34. Provoznost vozila lijevi sa GP. i desni sa SP..... | 50 |
| Slika 35. Provoznost vozila lijevi sa SP. i desni sa GP..... | 50 |
| Slika 36. Varijantno rješenje 3 | 51 |
| Slika 37. Plan faza semafora u prostoru..... | 53 |
| Slika 38. Razina uslužnosti 3. varijantnog rješenja | 54 |
| Slika 39. Skica preglednost prema HRV normi | 55 |
| Slika 40. Preglednost SAD norme sporedni smjer skretanje u lijevo | 56 |
| Slika 41. Preglednost SAD norme sporedni smjer skretanje u desno | 56 |
| Slika 42. Preglednost SAD glavni smjer skretanje u lijevo na sporedni smjer..... | 57 |
| Slika 43. Varijantno rješenje 4:kružno raskrižje..... | 58 |

| | |
|--|----|
| Slika 44. Razina uslužnosti 4. varijantnog rješenja | 59 |
| Slika 45. Konfliktne točke | 60 |
| Slika 46. Prilazna preglednost kružnog raskrižja..... | 61 |
| Slika 47. Skica preglednosti na ulazu zapad- GRAD | 62 |
| Slika 48. Skica preglednosti na ulazu istok – KAČJAK..... | 62 |
| Slika 49. Skica preglednosti na ulazu sjever - KAMPUS..... | 63 |
| Slika 50. Preglednost uljevo s prilaza zapad - GRAD | 63 |
| Slika 51. Preglednost uljevo s prilaza istok - KAČJAK..... | 64 |
| Slika 52. Preglednost uljevo s prilaza sjever - KAMPUS | 64 |
| Slika 53. Provoznost vozila iz grada na Kačjak i Kampus | 65 |
| Slika 54. Provoznost vozila sa Kačjaka na Kampus i u Grad..... | 65 |
| Slika 55. Provoznost vozila sa kampusa na Kačjak i Grad..... | 66 |
| Slika 56. Usporedba ocjenjenih kriterija za svaku varijantu..... | 67 |

Popis tablica:

| | |
|---|----|
| Tablica 1. Najmanji razmaci raskrižja L_r u ovisnosti o signalizaciji [1] | 13 |
| Tablica 2. Organizacija brojenja prometa | 21 |
| Tablica 3. Tablični prikaz prometnog opterećenja ujutro 7:30 - 8:30 | 21 |
| Tablica 4. Tablični prikaz prometnog opterećenja ujutro 16:00 - 17:00 | 21 |
| Tablica 5. Rezultati brojača 2 [5] | 28 |
| Tablica 6. Rezultati brojača 3 [5] | 28 |
| Tablica 7. Rezultati brojača 5 [5] | 29 |
| Tablica 8. Prometne nesreće na raskrižju [6] | 30 |
| Tablica 9. . Stopa povećanja prometa: $i=1\%/god$, projektni period $n=10$ god. | 32 |
| Tablica 10. Vrednovanje varijanti kroz kriterije | 67 |

SADRŽAJ:

| | |
|---|----|
| 1. UVOD..... | 1 |
| 2. OSNOVNE ZNAČAJKE GRADSKIH PROMETNICA I GRADSKIH RASKRIŽJA | 2 |
| 2.1. Čimbenici razvoja prometa u gradovima..... | 3 |
| 2.2. Prostorna i vremenska raspodjela prometa | 5 |
| 2.3. Osnove prometnog planiranja | 7 |
| 2.3.1. Polazišta i uvjeti projektiranja prometnica | 9 |
| 2.3.2. Načela, okviri i polazišta..... | 10 |
| 2.3.3. Polazišta za oblikovanje i korištenje..... | 14 |
| 3. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA LOKACIJE | 16 |
| 3.1 . Podaci iz planova | 17 |
| 3.2. Analiza infrastrukture | 19 |
| 3.3. Analiza prometnog opterećenja (dnevno, vršno)..... | 20 |
| 3.4. Analiza stanja sigurnosti (konfliktne točke; preglednost) | 23 |
| 3.5. Analiza operativnih brzina..... | 27 |
| 3.6. Analiza prometnih nesreća na raskrižju (zadnjih 5 godina)..... | 29 |
| 3.7. Analiza razine uslužnosti raskrižja | 30 |
| 4. VARIJANTNA RJEŠENJA REKONSTRUKCIJE RASKRIŽJA | 32 |
| 4.1. Varijanta 1: Nesemaforizirano raskrižje s trakom za lijeve skretače na glavnom i sporednom smjeru..... | 33 |
| 4.1.1. Kapacitet raskrižja | 34 |
| 4.1.2. Konfliktne točke..... | 35 |
| 4.1.3. Preglednost..... | 36 |
| 4.1.4. Provoznost..... | 39 |
| 4.2. Varijanta 2: Semaforizirano raskrižje bez traka za lijeve skretače | 41 |
| 4.2.1. Proračun ciklusa semafora i faza zelenog svjetla | 42 |
| 4.2.2. Kapacitet raskrižja | 44 |
| 4.2.3. Konfliktne točke..... | 46 |

| | |
|---|----|
| 4.2.4. Preglednost..... | 47 |
| 4.2.5. Provoznost..... | 49 |
| 4.3. Varijanta 3: Semaforizirano raskrižje s trakom za lijeve skretače..... | 51 |
| 4.3.1. Proračun ciklusa semafora i faza zelenog svjetla | 51 |
| 4.3.2. Kapacitet raskrižja | 53 |
| 4.3.3. Konfliktne točke..... | 55 |
| 4.3.4. Preglednost..... | 55 |
| 4.3.5. Provoznost..... | 57 |
| 4.4. Varijanta 4: kružno raskrižje..... | 58 |
| 4.4.1. Kapacitet raskrižja | 58 |
| 4.4.2. Konfliktne točke..... | 60 |
| 4.4.3. Preglednost..... | 60 |
| 4.4.4. Provoznost..... | 64 |
| 5. VREDNOVANJE VARIJANTNIH RJEŠENJA I ODABIR OPTIMALNOG RJEŠENJA..... | 67 |
| 6. ZAKLJUČAK..... | 69 |
| 7. LITERATURA | 71 |

1. UVOD

Oduvijek je promet bio sastavni dio svakodnevnog života pa je tako i danas nemoguće zamisliti život bez prometnih sustava. Jedan od najkorištenijih prometnih tokova je cestovni promet koji je usmjeren na prijevoz ljudi i robe cestovnim putevima i vozilima. U cestovnom prometu najkritičnija točka je raskrižje, gdje se prometni pravci križaju, spajaju, odvajaju i prepliću. Raskrižja mogu biti u razini, denivelirana ili kombinirana. Povećanjem opterećenja prometnih tokova i prometa potrebno je napraviti rekonstrukcije i modernizacije raskrižja kako bi se osigurala preglednost na raskrižju a time i poboljšala sigurnost sudionika prometa na raskrižju.

U ovom radu napravljena je analiza trenutnog stanja raskrižja Ulice Tome Strižića i Ulice Vjekoslava Dukića, te su ponuđena varijantna rješenja, a na kraju je odabrana i optimalna varijanta.

Rad se sastoji od šest poglavlja. Nakon uvodnog poglavlja slijedi drugo poglavlje u kojem su detaljnije dane definicije gradskih prometnica i raskrižja, koji su čimbenici koji utječu na razvoj prometa u gradovima te koja su načela, polazišta i uvjeti za projektiranje prometnica. Treće poglavlje donosi analizu postojećeg stanja na raskrižju koja uključuje analizu infrastrukture i brzina kojom se vozila kreću kroz raskrižje. Osim infrastrukture i brzine napravljena je i analiza prometnog opterećenja, stanja sigurnosti, prometnih nezgoda i razina uslužnosti samog raskrižja. U četvrtom poglavlju dana su četiri varijantna rješenja gdje se detaljnom analizom napravila ocjena koja je definirala koje je rješenje optimalna varijanta koja zadovoljava zahtjeve sigurnosti, provoznosti i kapaciteta raskrižja, a najbolje varijantno rješenje je detaljnije vrednovano i analizirano u petom poglavlju. Šesto poglavlje ovog rada donosi zaključak cijelog rada.

2. OSNOVNE ZNAČAJKE GRADSKIH PROMETNICA I GRADSKIH RASKRIŽJA

Planiranje, projektiranje i koncipiranje gradskih prometnica podrazumijeva složenije urbanističko-prometne postupke, koji polaze od svih sudionika i korisnika prometa te služe njihovim vitalnim interesima. Uređeno naselje sadrži složenije prometne infrastrukture i prometne sustave za razliku od prostora koji sadrže mrežu javnih prometnica. Gradovi sadrže najstroženije prometne sustave i mreže, te time organizirana gradska sredina predstavlja urbanističko, prometno i organizacijski uređeno naselje kao političko-gospodarsko i kulturno središte nekog područja. Grad se definira kao veće naselje koje je uređeno u skladu s urbanističkim mjerilima i upravno- teritorijalnim ustrojem.

Prostorno uređenje novijih gradova ili nekih dijelova grada, zasniva se na planskom razmještanju vitalnih sadržaja i djelatnosti: stanovanja, radnih aktivnosti, školovanja, upravno-političke funkcije, rekreacije, zabave itd. Zadaća urbanizma je da se usklade sve te sastavnice u jednu funkcionalnu i uravnoteženu cjelinu, a promet s prometnicama čini bitan element u planerskom i korisničkom značenju. Grad i promet predstavljaju jedinstven planerski kompleks s međuovisnim prostornim i vremenskim fazama razvoja. Prometni koridori, pogotovo cestovni, u gradovima predstavljaju svojstvene prometno- urbanističke sadržaje s motornim ili mješovitim prometom. Upravo zbog toga se trebaju organizirati zasebni koridori s različitim vrstama prometa uz odgovarajuće prometnice za: javni putnički, teretni, pješački i biciklistički. Povijesni razvoj naselja u najužoj je vezi s razvitkom prometne infrastrukture, i u najužim jezgrama i u svojim prirodnim širenjima i u međusobnim povezivanjima. Činjenica je da promet prati kako se razvija naselje, ali i uzrokuje promjene i potiče njegov svekoliki razvoj. U prijelaznim razvojnim fazama, posebno u periodu između XVII. i XIX. stoljeća, mnoga naselja koriste svoju prednost što su na dobrom prometno- trgovačkom položaju i prerastaju u više organizirana naselja odnosno gradove.

Početak XIX. stoljeća obilježila je pojava željezničkog prometa, a uskoro se u upotrebu uvodi i tramvaj ali i podzemna željeznica. Krajem XIX. stoljeća i početkom XX. Stoljeća dolazi do naglog razvoja pojedinih metropola koje su ujedno i luke, npr. London, New York, Hamburg. U pogledu prometa pojavljuju se dobro organizirani sustavi koji sve bolje prate njihove potrebe.

Poseban doprinos i sami pečat brzom razvoju prometa daju osobni automobili, električni tramvaji, trolejbusi i autobusi.

Opći svjetski trend je u sve većem naseljavanju gradova, pa je takvo stanje vidljivo i u našoj zemlji. [1]

2.1. Čimbenici razvoja prometa u gradovima

Prostorna i socijalno – ekonomska struktura grada čine s prometom i prometnom infrastrukturom posljedičnu i međuovisnu zajednicu. Sve analize i planiranja prometa zasnivaju se na izučavanju uzroka i posljedica prometa, odnosno na svim društveno-ekonomskim i urbanističkim posljedicama.

Bitni čimbenici razvoja i odnosa u gradovima su: broj i struktura stanovništva, gospodarska snaga grada i pojedinih dijelova, razmještaj sadržaja, stanje prometnica, organizacija prijevoznih podsustava itd. Promjenjivost svih čimbenika kod raznih gradova otežava generaliziranje, ali se svejedno mogu prepoznati postavke za strukturiranje prometa. U bitne grupacije čimbenika pripadaju prvenstveno struktura prometa i stupanj motorizacije u gradu, mobilnost stanovništva te vremenska i prostorna raspodjela prometa.

Gradski promet može se podijeliti u dvije osnovne grupe:

- putnički promet
- gospodarski/teretni promet

Putnički promet je u službi osobnih i društveni potreba stanovništva te obuhvaća sve građane po uzrastu i zanimanjima. To uključuje putovanja do radnog mjesta, kupovine i obrazovanja, na zabavu, rekreaciju, itd. Gospodarski/teretni promet je u službi organiziranih proizvodno- tržišnih procesa, a njegova pojava se može regulirati na više načina. Regulira se tako da se ograniči ili zabrani ulazak teretnim vozilima u određene dijelove grada, a organizira se obvezna dostave robe u trgovine u vrijeme bez velikog prometa ili manjim prometnim sredstvom. [1] Od nabrojanih grupa, putnički promet je najstroženiji i najdinamičniji, što se može najviše vidjeti kroz individualni promet osobnih automobila i uz javni gradski promet i prijevozna sredstva.

Značenje putničkog prometa je posebno iz dvaju razloga:

- društveno–ekonomsko značenje kretanja stanovništva s održavanjem vitalnih gradskih funkcija
- visoka prostorna okupiranost i cijena izvedbe prometne infrastrukture

Podaci iz prakse potvrđuju da je udio prometnica unutar gradskih površina u iznosu 15-20 %. U centru je udio čak i do 40 posto čime se nadmašuju drugi komunalni sustavi, npr. vodoopskrba, kanalizacija, energetika i sl., zbog čega je potrebno napraviti odgovornu planersko-projektnu pripremu i ulaganje u segment urbanističkih postupaka. Odvijanje prometa u gradovima je kompleksan proces, te je uravnoteženost odnosa između urbanizma i prometa jedna od bitnih pretpostavki za dobre rezultate. Zbog važnosti gradskog prometa treba obratiti pažnju da se dobro reguliraju prometni odnosi i događanja kako bi se što učinkovitije polučilo funkcioniranje cjelovitog sustava i njegovih pojedinačnih dijelova.

Promet i politika međusobno su povezani, jer odgovorni resori gradske administracije trebaju se služiti provjerenim alatima i metodologijom (planiranje prometa, upravljanje prometnim sustavima i ukupnim prometom itd.). Osim prometno – operativnih ciljeva neophodno je prepoznati i udjel prometa i mreže u ukupnom razvoju grada. Širi pristup problematici odražava jedinstvenu prometnu politiku u gradovima, koja se temelji na restrikciji individualnog prometa i stimuliranju javnoga gradskog prijevoza. Koncipiranje odnosno opće definiranje prometa treba se zasnivati na određenim principima: Politika u prometu je sastavni dio ukupne razvojne politike države, županije i grada.

Stupanj motorizacije građana očituje se u mobilnosti. Pojam mobilnosti koristi se najviše u urbanističkim i prometnim krugovima, a označuje prosječan broj putovanja koje stanovnik ili građanin ostvari tijekom jednog dana ili godine. U globalu se ukupna mobilnost iskazuje i u parcijalnim iznosima po prijevoznim sredstvima. Stupanj mobilnosti se povećava s njegovom gospodarskom snagom, ali isto tako postoje bitne razlike između gradova u Europi ili gradova u Americi. Ukupna mobilnost stanovništva ovisi o razini dohotka, ali je različita za središte ili glavne gradove i za prigradska područja. [1]

Mobilnost putnika je pokazatelj koji objedinjuje brojne osobitosti grada i stupnja njegovog razvitka. Ukupna prijevozna potražnja još će više rasti s porastom gospodarske moći, ali će racionalni razvoj prometne ponude trebati usmjeravati prema dobro odmjerenom odnosu između mobilnosti korištenjem osobnog automobila i mobilnosti korištenja javnog prijevoza.

Stupanj individualne motorizacije (MOT) odražava broj stanovnika na jedan putnički automobil (stanovnika/PAJ) i broj automobila na 1000 stanovnika (PAJ/1000 stanovnika). Stupanj motorizacije povezan je s razinom imovnog stanja građana pa se često koristi za opisivanje svih pojava vezanih uz prostorno-prometne i društveno-ekonomske analize. U mnogim zemljama se može uočiti da se broj automobila povećava brže od dohotka te da je razina zasićenja drugačija. Za Europu taj podatak iznosi 1 PAJ / st., odnosno 350 -700 PAJ/1000 st).

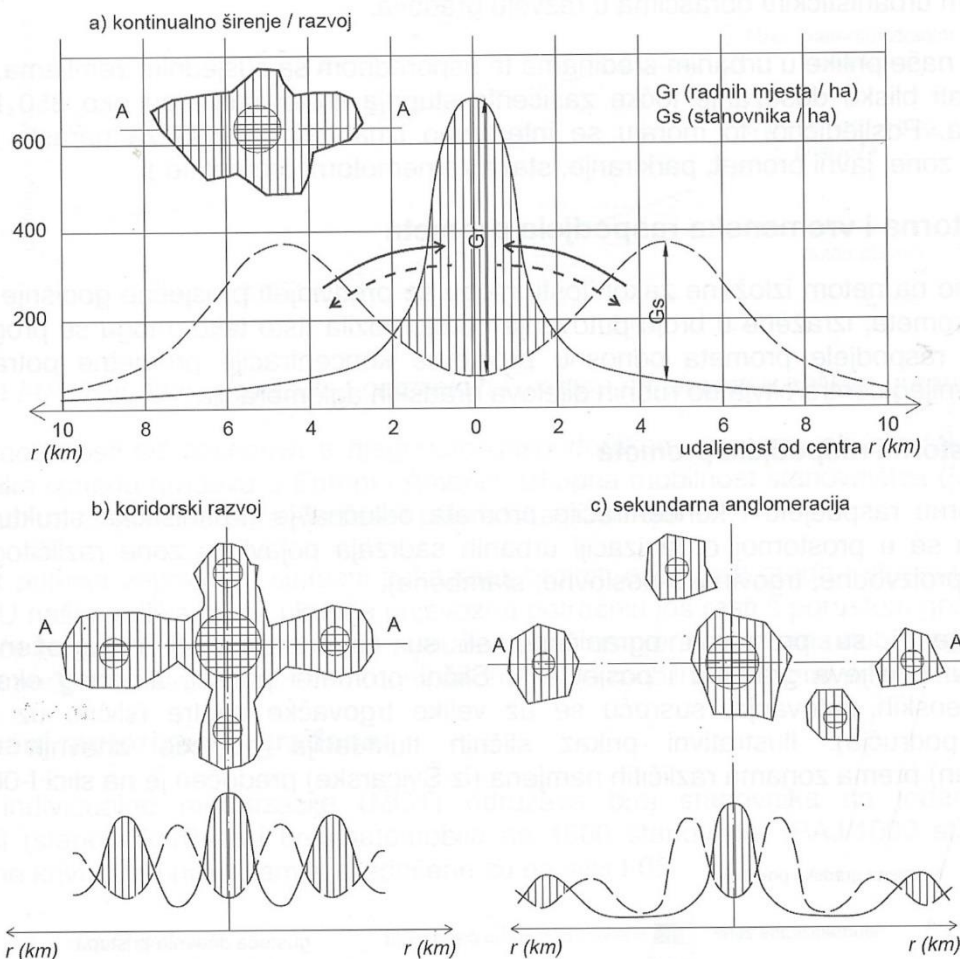
Razlog tome može se tražiti u rasponu od modaliteta prostornog razvoja do mentaliteta i potrošačkih sklonosti ljudi u određenoj zajednici. U pravilu je u europskim zemljama stupanj motorizacije nešto niži nego u razvijenim izvaneuropskim zemljama (npr. Japan, Australija, Kanada) pri sličnim razinama dohotka, što se može tumačiti razlikom u povijesnom razvoju i specifičnim urbanističkim obrascima u razvoju gradova. Kada se uzme u obzir situacija u našim urbanim sredinama te usporedbom sa susjednim zemljama, može se prognozirati dosezanje točke zasićenja stupnja motorizacije od oko 350 PAJ / 1000 stanovnika. Posljedicom toga moraju se intenzivno pronaći rješenja za nastale probleme (pješačke zone, javni promet, parkiranje, staze za nemotorizirani promet itd.) [1]

2.2. Prostorna i vremenska raspodjela prometa

Prosječne godišnje i dnevne količine prometa mogu se predvidjeti i izražene su u broju putovanja i broju vozila. Isto tako, mogu se prognozirati i analizirati raspodjele prometa odnosno prostorne koncentracije prometne potražnje, od najatraktivnijeg centra do rubnih dijelova gradskih aglomeracija. Za prostornu raspodjelu i koncentracije prometa ključna je urbanistička struktura grada, s obzirom da se u prostornoj organizaciji urbanih sadržaja pojavljuju zone različitog stupnja atrakcije (proizvodne, trgovinsko-poslovne, stambene).

Gradski centri su prostorno ograničeni, ali su najatraktivniji, a time onda i najugroženiji zbog svakodnevnih ciljeva građana i posjetitelja. Slični prometni pritisci dolaze do izražaja uz velike trgovačke centre. U tumačenju svojstava prostorne koncentracije mogu poslužiti modeli

prostornog razvoja, prihvaćajući osnovne postavke o ljudskim aktivnostima kao glavnom uzročniku potražnje putničkog prometa. Pretežita kretanja korisnika su između zona stanovanja i zaposlenja, a za klasični / centralizirani razmještaj namjenskih površina spomenuti odnosi prikazani su na slici 1. [1]



Slika 1. Prostorna raspodjela stanovništva i radnih mjesta [1]

Što se tiče vremenske raspodjele prometa, karakteristične razdiobe prometnih tokova u određenom vremenu izravno pokazuju dominantno svojstvo gradskog područja. Od svojstvenih krivulja vremenske raspodjele posebno je značajna dnevna raspodjela prometa pri kojoj se pojavljuju izraziti satni ekstremi. Činjenica je da najveći broj građana skoro istovremeno putuje od stana do posla i nazad, što dovodi do pojave tzv. vršnih satnih opterećenja koja za 2-2,5 puta prekoračuju srednje satno opterećenje.

Budući da je vršno prometno opterećenje mjerodavno za dimenzioniranje bitnih elemenata prometnih sustava dolazi se do zaključka da gradska mreža tijekom svih vremenskih razdoblja ne može biti racionalno iskorištena. Problematika vršnog opterećenja može se samo djelomično ublažiti stupnjevanim pomacima radnog vremena, čime se ostvaruje prošireni interval vršnih opterećenja. Stupanj vremenske neravnomjernosti ponekad se svojstveno odražava i na javni gradski prijevoz. Poznata su stanja prometa tijekom ljetnih odmora, kada se u najvećoj mjeri smanjuje promet i opterećenje, pa se mijenja i relativni odnos u prijevozima osobnim automobilima i vozilima javnog prijevoza. [1]

2.3. Osnove prometnog planiranja

Prometno planiranje je znanstveno- stručna disciplina, nastala sa svrhom da se analiziraju postojeći problemi, da se predvidi/prognoziraju prometni zahtjevi koji će se pojaviti u budućnosti i temeljem toga da se definira razvoj prometnog sustava koji će omogućiti promet i ekonomski transport ljudi, roba i prijenos informacija. Planiranje namjene prostora za promet i sve druge sadržaje posebno je područje djelatnosti, pa je potrebno pravovremeno definirati razvojne elemente za razvoj grada. [1]

U praksi je poznato više vrsti prometnog planiranja: [1]

- Prema sadržajnom obuhvatu (projektno, sektorsko, sustavno)
- Prema prostornom obuhvatu (nacionalno, regionalno, urbano, detaljno)
- Prema vremenskom obuhvatu (od 5,10 i 20 godina)
- Prema ciljevima (funkcionalno-tradicionalno, sustavni pristup)

Bitne sastavnice postupka prometnog planiranja su: [1]

1. Određivanje ciljeva planiranja
2. Analiza postojećeg stanja
3. Prognoza budućih prometnih potreba
4. Izradba alternativnih prometnih rješenja
5. Vrednovanje alternativnih rješenja
6. Izbor optimalnog rješenja

Ciljevi šireg planiranja prometa su višeznačni, a najvažniji su: [1]

- Postizanje veće prometne i ekonomske učinkovitosti prometnog sustava
- Osiguranje bolje dostupnosti u prostoru
- Poboljšanje sigurnosti prometa
- Učinkovita zaštita okoliša

Ciljevi funkcionalnog / projektnog planiranja fokusirani su na detalje: otklanjanje uskih grla, poboljšanje regulacije prometa, izgradnja prometnih građevina (segmenti ceste, garaže, mostovi, itd.). Sustavno prometno planiranje ima vrlo zahtjevan interdisciplinarni pristup, ciljeve u više razina, sveobuhvatna istraživanja prometne potražnje, korištenje složenih prometnih modela i višestruko vrednovanje alternativnih rješenja. Istraživanja prometne potražnje uključuju ankete kućanstava, kordonsku anketu, ankete u vozilima javnog prijevoza i u komercijalnim vozilima, ankete na parkiralištima, brojanje prometa i snimanje brzine putovanja. [1]

Vrednovanje infrastrukturnih projekata uključuje: [1]

1. Prometno funkcionalno vrednovanje, s elementima

- Sigurnost prometa
- Ujednačenost projektnog rješenja
- Interakcija i funkcioniranje raskrižja
- Pješački promet
- Propusna moć i zastoji, s razinom uslužnosti

2. Ekonomsko vrednovanje, s elementima:

- Neto sadašnja vrijednost
- Omjer troškova i koristi
- Interna stopa isplativosti

2.3.1. Polazišta i uvjeti projektiranja prometnica

Složeni i stupnjeviti proces projektiranja obavlja se s ciljem da zadovolji potrebe prometa u nekom razdoblju. Obično se uzima razdoblje od 5 do 20 godina. Faze izrade projekta obuhvaćaju idejni projekt, glavni projekt te izvedbeni i arhivski projekt prometnice, a trebaju biti usklađeni sa strateško - programskim dokumentima prostornog uređenja. Polaznu osnovu projekta predstavlja zadaća i značenje, odnosno rang prometnice u mreži, njezin odnos prema urbanim sadržajima te njezine uporabne značajke. Uporabne značajke preduvjet su detaljnijeg inženjerskog projektiranja, a sadrže mjerodavno prometno opterećenje, propusnu moć i razinu usluge koje omogućuju dimenzioniranje poprečnog presjeka, te mjerodavne brzine i vozila koje uvjetuju projektnu geometriju.

Prometnim opterećenjem u količinskom smislu (protok q) smatra se broj vozila (i/ili pješaka) koji u određenom vremenskom intervalu prolaze kroz promatrani poprečni presjek prometnice. Na plansko-projektnoj razini ono podrazumijeva buduće planirano ili prognozirano opterećenje. Podaci o prometnom opterećenju (protoku) dobivaju se praćenjem svih oblika prijevoza na gradskoj prometnoj mreži i služe kao osnova za analizu postojećih odnosa i utvrđivanja zakonitosti nekog budućega razvoja. Do podataka o prometnom opterećenju dolazi se kontinuiranim brojenjem pomoću automatskih brojača ili neposrednim brojenjem, a rezultati se izražavaju u jedinicama (vozila/ dan), (vozila/h), (pješaka/15') što ovisi o projektom zadatku. Prometno opterećenje koje je prognozirano dobiva se kao rezultat prometnih istraživanja unutar mreže i daje buduću količinu prometa temeljenu na ponudi i potražnji, odnosno na planiranju prometa. Na mreži gradskih prometnica različito se pristupa određivanju prometnoga opterećenja, pa tako na gradskim prometnicama koje se nastavljaju na izvangradske pravce (gradske autoceste i brze ceste) primjenjuju se pokazatelji opterećenja tipični za izvangradske/javne ceste. [1]

2.3.2. Načela, okviri i polazišta

Raskrižja se mogu opisati kao točke u mreži prometnica, u kojima se prometni tokovi spajaju, razdvajaju, križaju ili prepliću. Zbog svih prometnih radnji i mogućih konflikata u raskrižju su naglašeni problemi propusnosti i sigurnosti prometa. Raskrižja u mreži gradskih cesta i ulica pojavljuju se u više oblikovnih modaliteta, a mogu se razvrstati na raskrižja u jednoj razini (RUR), raskrižja s kružnim tokom prometa (RKT), te kombinirana raskrižja. Raskrižja izvan razine (RIR), priključci i sve kombinacije raskrižja izvan razina primjereniji su prostorima izvan naselja.

U fazi koncipiranja raskrižja neophodno je utvrditi najbitnija polazišta i parametre a to su: određivanje glavnih i sporednih cesta ili privoza, dopuštene brzine u zoni raskrižja, projektna načela i okviri, preduvjeti za sigurnost prometa, propusna moć raskrižja itd. Koncept ceste s raskrižjima treba u fazi planiranja uskladiti s općom klasifikacijom mreže i planom stambene izgradnje te s dinamikom izvedbe cjelokupne komunalne infrastrukture. Funkciju raskrižja na cesti ili ulici treba shvatiti u kontekstu širega mrežnog planiranja, koje se može poduzeti za javni prijevoz putnika te za teretni, biciklistički i pješački promet.

Na slici 2. nalazi predočene su veze između funkcionalne klasifikacije unutar mreže i značajnijih elemenata poprečnog presjeka ceste, vođenja tlocrtna linije i pojedinih oblika raskrižja. Kada se uzme u obzir šire planiranje dobiju se iznosi i značajke prometnih tokova koji su mjerodavni za projekt raskrižja. [1]

| Opis i funkcija ceste/ulice | | Poprečni presjek ceste | Raskrižje | | Odmjeravanje elemenata raskrižja | Vrst raskrižja |
|--|-----------------------------------|------------------------------|------------------|--------------|----------------------------------|------------------|
| Grupa/prostor | Podgrupa s funkcijom | | V_{dop} [km/h] | V_k [km/h] | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| A (CVU) – neizgrađeno - izvan naselja, s funkcijom povezivanja | A1 - povezivanje velikih područja | - dva kolnika (jedan kolnik) | 100 (80) | 90 (80) | vozno-dinamičko | RIR |
| | A5 - povezivanje manjih područja | - jedan kolnik | 60 | 60 (50) | provodno-geometrijsko | |
| B (AV) – neizgrađeno - ispred i unutar naselja, s unkcijom povezivanja | B2 - cesta za brzi promet | - dva kolnika | 70 | 70 | vozno-dinamičko | RIR i RUR |
| | B3 - glavna cesta (avenija) | - dva kolnika | 70 | 70 | | RUR |
| | | - jedan kolnik | 70 | 70 | | |
| B4 - glavna sabirna cesta | - jedan kolnik | 60 (50) | 50 | | | |
| C (GU) - izgrađeno-unutar naselja, s funkcijom povezivanja | C3 - glavna gradska ulica | - dva kolnika | 50 | 50 | provodno-geometrijsko | RUR |
| | - gradska cesta | - jedan kolnik | 50 | 50 | | |
| | C4 - sabirna cesta/ulica | - jedan kolnik | 50 | 50 | | |
| D (U) – izgrađeno - unutar naselja, s funkcijom priključivanja | D4 - priključna cesta/ulica | - jedan kolnik | ≤ 50 | ≤ 50 | RUR (iznimno) | lokalni pristupi |
| | D5 - pristupna cesta | - jedan kolnik | ≤ 50 | ≤ 50 | | |

Slika 2. Voznodinamički i provodno-geometrijski parametri za glavnu cestu u raskrižju [1]

Određivanje brzine na privozima i u samom raskrižju potrebno je radi definiranja vozno dinamičkih parametara i osnovnih geometrijskih elemenata. U pravilu se najprije određuje brzina na glavnoj cesti. Ako se u području raskrižja ograničuje najveća dopuštena brzina V_{dop} , neophodno ju je provjeriti i usporediti s vrijednostima na slici 2. U tim slučajevima potrebno je brzinu u raskrižju V_k odmjeriti sukladno dopuštenoj brzini V_{dop} : $V_k = V_{dop}$. Ako najviša dopuštena brzina nije ograničena, potrebno je primjenjivati vrijednosti brzina V_k iz tablice sa slike br.2. Za slučajeve s izuzetnim okolnostima (terenske prilike, preglednost, zahtjevi okoliša, širi prometni režimi itd.) mogu se uz pismeno obrazloženje koristiti nešto više ili niže vrijednosti brzine u raskrižju V_k . [1]

Izbor glavne ceste s dominantnim prometnim tokom ključni je korak u koncipiranju nekog raskrižja. Glavna cesta s glavnim privozima određena je svojstvima dionice sa zonom raskrižja, posebno preko čimbenika :

- razred ili kategorije / vrste ceste
- reguliranje prvenstva prolaza na svome i na susjednom raskrižju
- vođenje vozila javnog prometa
- očekivane brzine
- prometno opterećenje
- optički dojam.

Određivanje glavne ceste je tim razvidnije što je više navedenih pokazatelja na što duljoj dionici. Glavna cesta je u pravilu ona cesta koja ima dominantni prometni trak. Ovisno o položaju u mreži i u prostoru, funkciji i uporabnoj vrijednosti raskrižja potrebno je odrediti hoće li se projekt koncipirati po načelu razdjeljivanja ili miješanja prometnih tokova, odnosno sa smanjenjem ili bez smanjenja brzina u raskrižju.

Načelo razdjeljivanja prometa na kolnicima provodi se pomoću odgovarajućih uređaja (izdignutih rubnjaka ili spuštenih žljebova) za ceste viših kategorija. Načelo miješanja prometa primijenit će se samo za privoze najnižih kategorija cesta, a reguliranje prometnih tokova i svih oblika nemotoriziranog prometa treba osigurati na odgovarajući način. Prijelazni oblik između načela razdjeljivanja i miješanja može se primijeniti za slučajeve kada se na kolnicima ne dopušta miješanje prometa zbog prolaska posebnim zonama većih naselja kao što su povijesne jezgre, stambene četvrti itd. Na poseban će se način isto tako regulirati promet preko manjih trgova i značajniji lokaliteta. [1]

Izbor odgovarajućeg vozila i slučaja susretanja u uzajamno ovisi o prometnom opterećenju te ustrojem i oblikovnim svojstvima raskrižja. Za raskrižja na prometnicama višeg razreda provodit će se oblikovanje na osnovi susreta i mimoilaženja najzahtjevnijih vozila (vučna teretna vozila, zglobni autobusi). Slično vrijedi i za ceste nižeg razreda, a za istu svrhu mogu se provjeriti krivulje povlačenja i učestalost prolaska takvih vozila, kako bi se polučila racionalna rješenja s odgovarajućim kolničkim plohami i zaobljenjem rubnjaka. [1]

Unutar raskrižja iz grupe glavnih ulica (GU) i priključnih ulica (U) korištenje konfliktnih površina može se osigurati posebnim oblikovnim zahvatima na izdignutim otocima. Kod koncipiranja raskrižja neophodno je utvrditi hoće li se projektni elementi za mjerodavnu brzinu V_k određivati na osnovi voznodinamičkih ili samo provozno-geometrijskih zahtjeva. U pravilu se projektni elementi ceste i sporednih privoza određuju po voznodinamičkom odmjeravanju za raskrižja na javnim cestama grupe A1 do A4 te na raskrižjima cesta u naseljima grupe B2 i B3 (slika 2.) Određivanje projektnih elemenata na osnovi vozno-geometrijskog odmjeravanja provodi se u raskrižjima cesta grupe C te na sporednim privozima.[1]

Razmak između susjednih raskrižja te ukupni raspored unutar naselja u izravnoj je vezi s prostorno – prometnim prilikama i s funkcionalnim značajkama cestovne mreže. Planerski očekivani međurazmaci mogu se općenito odrediti na osnovi funkcije mreže i očekivanih prometnih tokova te na osnovi putokazne signalizacije kao u Tablici 1.

Tablica 1. Najmanji razmaci raskrižja L_r u ovisnosti o signalizaciji [1]

| | | | | | | |
|----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Brzina u raskrižju, V_k (km/h) | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 |
| Razmaci raskrižja, L_r (m) | 140 | 170 | 205 | 235 | 270 | 300 |

Najmanji dopušteni razmak raskrižja proizlazi iz oblikovno-tehničkih elemenata raskrižja, kao što su mjerodavne duljine trakova za skretanje ulijevo, duljina trakova s dominantnim prometom itd. Ako iz posebnih razloga moraju biti na manjem razmaku od minimalnog, tome se svakako treba prilagoditi signalizacija i putokazi. [1]

2.3.3. Polazišta za oblikovanje i korištenje

U pogledu projekata i uporabe raskrižja trebaju se preispitati visoki zahtjevi uz pomoć osnovnih ciljanih mjerila od kojih se ističu najbitniji:

- Sigurnost prometa
- Odvijanje prometnih tokova
- Utjecaj na okolinu i okoliš, ekonomičnost rješenja itd.

Raskrižja će udovoljiti uvjetima sigurne vožnje ako su u cijelosti ili djelomično:

- Pravovremeno prepoznatljiva
- Pregledna
- Shvatljiva
- Dostatno provozna (i prohodna)

Pravovremena prepoznatljivost mora biti omogućena sa svih privoza, a vozači trebaju biti pripremljeni i spremni prepoznati sve prometne situacije koje su pred njima.

Preglednost raskrižja podrazumijeva dobro i pravovremeno uočavanje najbitnijih oblikovnih detalja / elemenata te raskrižja u cjelini

Shvatljivost će biti zadovoljena kad je svim sudionicima jasno na koju stranu skrenuti, tko se treba razvrstati i kako, gdje su mogući konflikti.

Dostatna provoznost i (prohodnost) bit će osigurana za raskrižja u kojima su oblikovna svojstva usklađena s vozno dinamičkim i vozno geometrijskim osobinama vozila, kao i sa zahtjevima nemotoriziranih sudionika u prometu.

U naseljenim područjima potrebno je osigurati visok stupanj sigurnosti prometa, posebno za ugroženije sudionike (biciklisti, pješaci, starija i najmlađa populacija, invalidi itd.) budući da se od njih najčešće ne može očekivati stalna opreznost, pravovremeno zapažanje i očekivane reakcije. Za procjenu koncepta raskrižja obavezna je provjera sigurnosti po grupama sudionika u prometu. [1]

Dostatna kvaliteta odvijanja prometa mora biti sigurno postavljena u raskrižju, pogotovo unutar naseljenih područja s više vrsta prometa (motorni, biciklistički i pješački promet) budući da se prometne površine za pojedine vrste prometa barem djelomično prekrivaju ili presijecaju u raskrižju. Na cestama pred naseljima i onima iz grupe C i D, raskrižja su koncipirana kao visoko propusna, tako da u vršnim opterećenjima nema duljih čekanja na sporednim privozima i za prometne tokove u skretanju. Na prometnicama grupe C (pri osjetljivom okolišu i višeznačnoj namjeni) visoke brzine te skraćeno vrijeme i udobnost vožnje od manjeg su značenja za odvijanje motornog prometa. [1]

3. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA LOKACIJE

Raskrižje koje se u ovom radu obrađuje, nalazi se na istočnom dijelu grada Rijeke na području Sušaka. Sastoji se od tri kraka kojima povezuje Ulicu Tome Strižića i Ulicu Vjekoslava Dukića. Ulica Tome Strižića prostire se približnim položajem istok – zapad, dok se Ulica Vjekoslava Dukića prostire u položaju sjever – jug. Na raskrižju nema semafora. Promet je uredno reguliran horizontalnim i vertikalnim oznakama, te su obje ulice dvosmjerne. Do problema dolazi kod lijevog skretanja iz Ulice Vjekoslava Dukića u Ulicu Tome Strižića, te kod lijevog skretanja iz Ulice Tome Strižića u Ulicu Vjekoslava Dukića.

Na raskrižju postoji pješački prijelaz, koji je horizontalno i vertikalno označen. Kako je i vidljivo na slici 3, pješački promet je dobro organiziran korištenjem pješačkih prijelaza 30-tak metara od samog raskrižja te se zbog toga promet u raskrižju odvija nesmetano. Prometno opterećenje je u satima „velikih gužvi“ (ranih jutarnjih i kasnih poslijepodnevni) nešto veće, ali i tad se odvija relativno dobro i bez većih zastoja, dok se u jutarnjim satima kolona od 5-6 vozila stvara kod lijevog skretanja iz Ulice Tome Strižića u Ulicu Vjekoslava Dukića, a u popodnevni satima se kolona stvara kod skretanja iz Ulice Vjekoslava Dukića u Ulicu Tome Strižića.



Slika 3. Postojeće stanje raskrižja

3.1 . Podaci iz planova

Generalni urbanistički plan (GPU) je plan kojim se u skladu sa Strategijom i Programom prostornog uređenja Republike Hrvatske, Prostornim planom Primorsko -goranske županije te Prostornim planom uređenja grada [2], u ovom slučaju grada Rijeke, utvrđuje temeljna organizacija prostora, zaštita prirodnih, kulturnih i povijesnih vrijednosti, korištenje i namjena površina s uvjetima i mjerama njihova korištenja. Plan sadrži način i oblike zaštite i korištenja, uvjete i smjernice za uređenje i zaštitu prostora, mjere za unapređenje i zaštitu okoliša, područja s posebnim prostornim i drugim obilježjima te druge elemente od važnosti za grad Rijeku.

Temeljem generalnog urbanističkog plana (SN PGŽ 7/07) definirano je da je raskrižje koje je predmet ovog istraživanja u prostornoj cjelini PC3-471,6 ha koje uključuje sljedeća naselja: Strmica, Trsat, Bulevard, Krimeja – Vojak, Pećine, Podvežica, Gornja Vežica, KBC Sušak, Sveučilišni Kampus.

Slijedom toga, analiziranjem prostorne cjeline uočava se da na ovo raskrižje obitava:

S zona – STAMBENA

D3 zona – ZDRASTVENE GRAĐEVINE

D7 zona – VISOKA UČILIŠTA

21 zona – JAVNI PARKOVI

Sve navedene zone detaljno su vidljive na slici 4.

Do danas od planiranih građevina i objekata završila se gradnja fakulteta, sveučilišnih odjela i ostalih sadržaja Sveučilišnog Kampusu kao i studentskih smještaja. Nedavno je službeno započeta gradnja novog Kliničkog bolničkog centra, dok i dalje ostaje za realizaciju gradnja sveučilišne knjižnice, studentske kapele, plinske redukcijske stanice, energetskog bloka-kotlovnice, društvenog-kulturnog centra, građevine predškolskog odgoja, športskih i rekreacijskih građevina i površina, zatvorenog bazena, sportskog centra s trodijelnom sportskom dvoranom, gradnja i uređenje otvorenih športsko-rekreacijskih površina te višestambenih građevina. Na građevnim česticama koje obuhvaćaju Ulicu Slavka Krautzeka, Ulicu Vjekoslava Dukića te Ulicu Put Bože Felkera, planirana je rekonstrukcija dijela postojećih prometnica.

Na predmetnom raskrižju sa izgradnjom svih planiranih građevina i površina, povećati će se prometno opterećenje koje će značajno utjecati na samo raskrižje. Kod buduće rekonstrukcije raskrižja treba voditi računa da raskrižje bude u skladu s Generalnim urbanističkim planom.[2]

3.2. Analiza infrastrukture

Na postojećoj lokaciji razlikuju se širine kolnika i nogostupa u dva prometna smjera. U Ulici Tome Strižića u smjeru istok-zapad širina kolnika je 3,27 m (+/- 8 cm), a širina nogostupa 1,45 m (+/- 12 cm). U smjeru zapad – istok širina kolnika je 3,72 m (+/- 6 cm), a širina nogostupa 1,59 m (+/- 80cm). U Ulici Vjekoslava Dukića u smjeru Kampus – Ulica Tome Strižića širina kolnika je 4,96 m (+/- 1,5 m), a širina nogostupa 1,53 m (+/- 10 cm). U smjeru Ulica Tome Strižića – Kampus širina kolnika je 3,45 m (+/- 7 cm), a širina nogostupa 1,48 m (+/- 5 cm). Nogostupi u ulicama su uzdignuti za visinu rubnjaka. Predmetno raskrižje je trokrako i nije semaforizirano. Prisutna je vertikalna i horizontalna signalizacija. Vertikalnu signalizaciju čine prometni znak STOP i znak obavijesti za pješački prijelaz u Ulici Vjekoslava Dukića, te ogledalo u Ulici Tome Strižića za bolju preglednost. Od horizontalne signalizacije prisutan je samo iscrtan pješački prijelaz i oznaka STOP, te uzdužna horizontalna signalizacija, koja je vidljiva i u relativno dobrom stanju. Cestovna rasvjeta ima važnu ulogu u zapažanju horizontalne i vertikalne signalizacije pa tako su u sva tri kraka postavljeni rasvjetni stupovi. U Ulici Vjekoslava Dukića prema Kampusu, u samoj zoni raskrižja, iako nije organizirano legalno parkiranje prisutna su parkirana vozila. Tako parkirana vozila utječu na normalni protok prometa i na sigurno odvijanje pješačkog prometa. Vozila koja su nelegalno parkirana

u Ulici Tome Strižića, osim što utječu na odvijanje prometa, utječu svakodnevno i na samu preglednost na raskrižju a to je vidljivo i na slici 6.



Slika 6. Pogled iz Ulice Tome Strižića na raskrižje (13.10.2019.) [3]

3.3. Analiza prometnog opterećenja (dnevno, vršno)

Za planiranje prometne infrastrukture bitna stavka je brojenje prometa. Brojenjem prometa dobiva se uvid u trenutačno stanje prometa te podaci koji upućuju na potrebne rekonstrukcije i izgradnje novih prometnih pravaca kao i na ostale mjere za optimizaciju postojećeg ali i budućeg prometa. Pri ponovljenom brojenju u određenim vremenskim razmacima, koji se protežu na određeno dulje razdoblje, mogu se spoznati stanovite zavisnosti razvoja prometa. [4]

Brojenje prometa, odnosno prikupljanje podataka o prometu potrebno je radi:

- Prometnog i urbanističkog planiranja
- Planiranja perspektivne prometne mreže nekoga većeg područja ili oblikovanja nekoga prometnog čvora
- Eventualne rekonstrukcije postojeće prometne mreže i izgradnje novih prometnih pravaca.

Brojanje prometa na lokaciji koja se obrađuje, provedeno je sa tri brojača, svaki na položaju uz jedan krak (tablica 2). U svrhu brojanja koristila se statička metoda brojanja prometa. Brojanjem su obuhvaćena osobna vozila, autobusi, teretna vozila te motocikli. Ulica Tome Strižića -zapad označena je kao krak 1 raskrižja, Ulica Tome Strižića - istok označena je kao krak 3 raskrižja dok je Ulica Vjekoslava Dukića označena kao krak 4 raskrižja. Rezultati brojanja prometa prikazani su u tablici 3 i 4.

Tablica 2. Organizacija brojenja prometa

| | | | | | |
|-----------|--------|----------------------|--------|----------|-----|
| Brojač: A | krak:3 | Ul.Tome Strižića | istok | smjerovi | 3-1 |
| | | | | | 3-4 |
| Brojač: B | krak:4 | Ul.Vjekoslava Dukića | sjever | smjerovi | 4-3 |
| | | | | | 4-1 |
| Brojač: C | krak:1 | Ul.Tome Strižića | zapad | smjerovi | 1-4 |
| | | | | | 1-3 |

Brojanje prometa provedeno je u četvrtak 21.ožujka 2019. u jutarnjem terminu od 07:30 -08:30 sati (tablica 3), te od 16:00 do 17:00 sati (tablica 4) u vršnim satima. Slijedi tablični prikaz rezultata brojanja prometa.

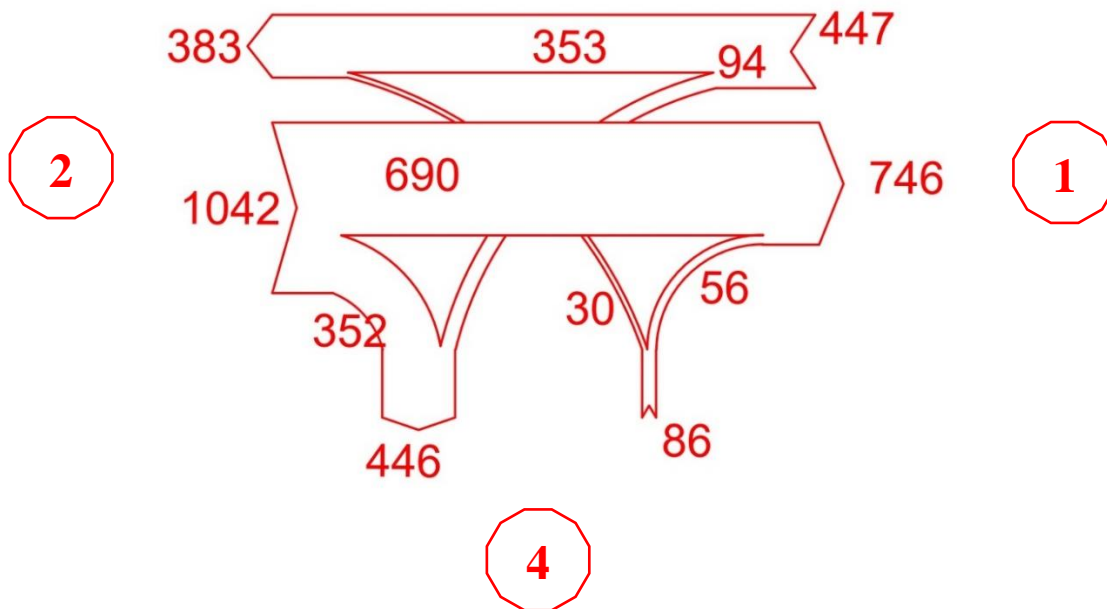
Tablica 3. Tablični prikaz prometnog opterećenja ujutro 7:30 - 8:30

| | | Osobna vozila | | Teretna vozila | | Autobus | | Motocikli | | ZBROJ | | |
|---|---|---------------|-----|----------------|-----|---------|-----|-----------|-----|-------|-----|--------|
| I | U | voz/h | PAJ | voz/h | PAJ | voz/h | PAJ | voz/h | PAJ | voz/h | PAJ | PRIVOZ |
| 1 | 3 | 285 | 285 | 24 | 48 | 9 | 18 | 3 | 2 | 321 | 353 | 447 |
| | 4 | 82 | 82 | 5 | 10 | 1 | 2 | 0 | 0 | 88 | 94 | |
| 3 | 1 | 530 | 530 | 67 | 134 | 12 | 24 | 3 | 2 | 612 | 690 | 1042 |
| | 4 | 325 | 325 | 13 | 26 | 0 | 0 | 1 | 1 | 339 | 352 | |
| 4 | 3 | 28 | 28 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 29 | 30 | 86 |
| | 1 | 38 | 38 | 8 | 16 | 1 | 2 | 0 | 0 | 47 | 56 | |

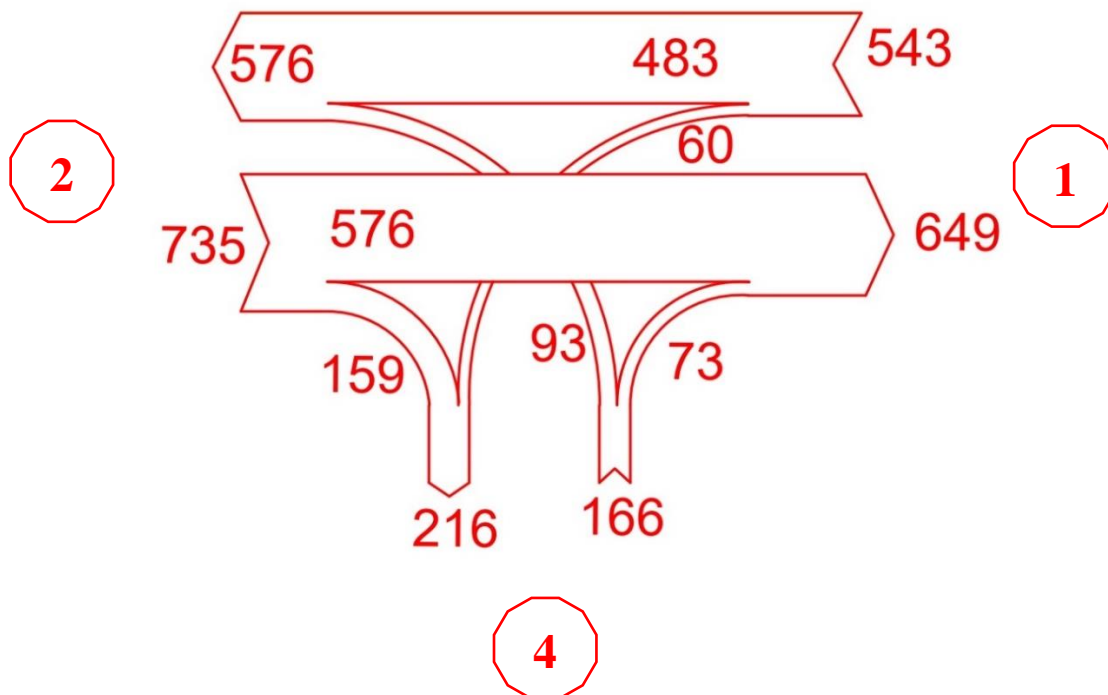
Tablica 4. Tablični prikaz prometnog opterećenja ujutro 16:00 - 17:00

| | | Osobna vozila | | Teretna vozila | | Autobus | | Motocikli | | ZBROJ | | |
|---|---|---------------|-----|----------------|-----|---------|-----|-----------|-----|-------|-----|--------|
| I | U | voz/h | PAJ | voz/h | PAJ | voz/h | PAJ | voz/h | PAJ | voz/h | PAJ | PRIVOZ |
| 1 | 3 | 435 | 435 | 12 | 24 | 11 | 22 | 3 | 2 | 461 | 483 | 543 |
| | 4 | 58 | 58 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 59 | 60 | |
| 3 | 1 | 513 | 513 | 19 | 38 | 12 | 24 | 2 | 1 | 546 | 576 | 735 |
| | 4 | 132 | 132 | 13 | 26 | 0 | 0 | 1 | 1 | 146 | 159 | |
| 4 | 3 | 89 | 89 | 2 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 91 | 93 | 166 |
| | 1 | 67 | 67 | 2 | 4 | 1 | 2 | 0 | 0 | 70 | 73 | |

Slijedi grafički prikaz prometnog opterećenja u jutarnjem (slika 7) i popodnevnom periodu (slika 8) gdje se može uočiti da je jutarnji vršni sat znatno većeg prometnog opterećenja, za razliku od popodnevnog vršnog sata. Najveći protok prometa ide Ulicom Tome Strižića, iz smjera istok – zapad.



Slika 7. Grafički prikaz prometnog opterećenja JVS



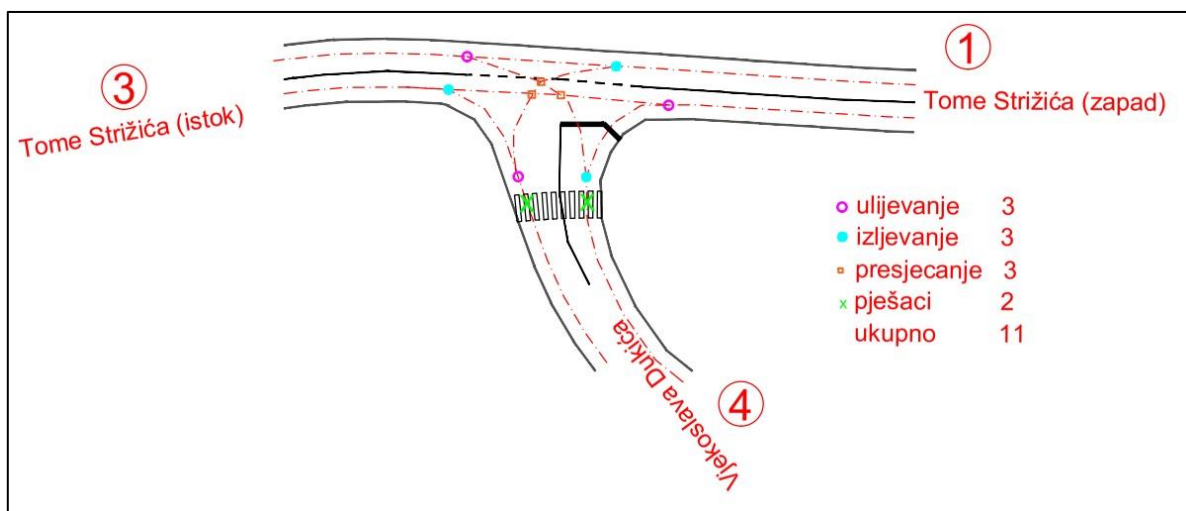
Slika 8. Grafički prikaz prometnog opterećenja PVS

3.4. Analiza stanja sigurnosti (konfliktne točke; preglednost)

Na predmetnom raskrižju postoje ukupno 11 konfliktnih točaka.

- Ulijevanje – 3
- Izlijevanje -3
- Presijecanje -3
- Pješaci – 2

Kako bi se lakše uočile konfliktne točke priložen je grafički prikaz raskrižja sa konfliktnim točkama (slika 9).



Slika 9. Konfliktne točke

Preglednost u raskrižju

Preglednost na predmetnom raskrižju provjerena je prema hrvatskoj regulativi (norma HRN.U.C4.050) te prema američkim smjernicama (SAD Greenbook), te je prikazana u nastavku.

HRN.U.C4.050

$$L_k=3,31\text{m}+3,73\text{m}+1\text{m}= 8,1\text{m}$$

$$L_u= 5,0\text{m}$$

$$D= L_k+ L_u= 13,1\text{m}$$

$$t_0=\sqrt{\frac{2D}{a_s}} = \sqrt{\frac{2*13,1}{1,5}} = 4,2 \text{ sec}$$

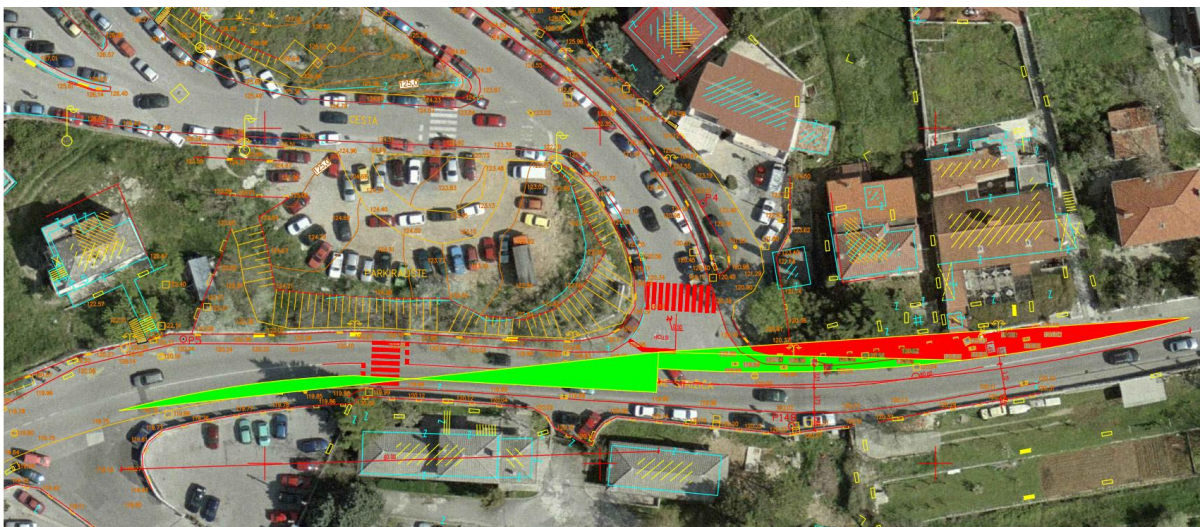
$$a_s=1,5 \text{ m/s}^2$$

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

$$t_s= t_0+ t_r=4,2+1,5=5,7 \text{ sec}$$

$$P_g=V_s* t_s=50*(1000*3600)*5,7$$

$$P_g=78,7 \Rightarrow 80\text{m}$$



Slika 10. Skica preglednost prema HRV normi

Prema skici polja preglednosti koja mora biti osigurana za vozače koji prilaze iz sporedne ceste prema HRV normi skretanje u lijevo, vozač nema dostatnu preglednost. Vozač koji se kreće iz smjera Kampus – Ulica Tome Strižića može vidjeti vozilo koje se kreće po Ulici Tome Strižića u smjeru istok-zapad, tek kada samo vozilo uđe u raskrižje.

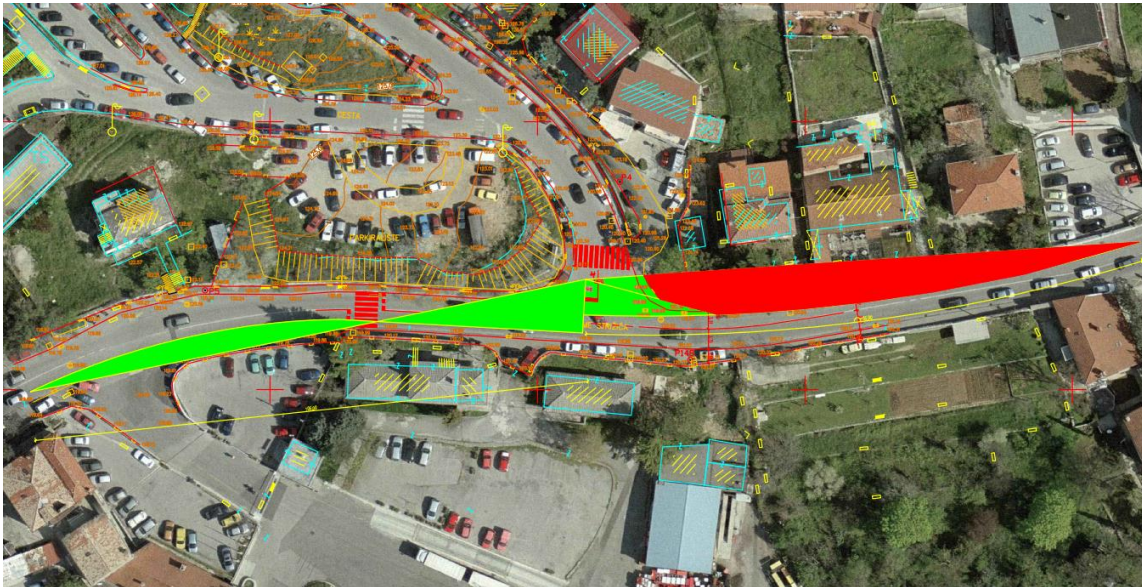
SAD- smjernice (The Greenbook)

-skretanje u lijevo sa sporednog pravca

$$P_g = 0,278 * V_g * t_g = 0,278 * 50 * 7,5 = 104,25 \Rightarrow 105\text{m}$$

$$V_g = 50\text{km/h}$$

$$t_g = 7,5 \text{ sec}$$



Slika 11. Preglednost SAD norme sporedni smjer skretanje u lijevo

Prema skici polja preglednosti koja mora biti osigurana za vozače koji prilaze iz sporedne ceste prema SAD smjernicama skretanje u lijevo, vozač nema dostatnu preglednost. Vozač koji se kreće iz smjera Kampus – Ulica Tome Strižića može vidjeti vozilo koje se kreće po Ulici Tome Strižića u smjeru istok-zapad, tek kada samo vozilo uđe u raskrižje.

-skretanje u desno sa sporednog pravca

$$V_g = 50\text{km/h} \Rightarrow \text{tablica 4} \Rightarrow P_g = 95\text{m}$$

$$P_g = 0,278 * V_g * t_g = 0,278 * 50 * 6,5 = 90,35 \Rightarrow 95\text{m}$$



Slika 12. Preglednost SAD norme sporedni smjer skretanje u desno

Prema skici polja preglednosti koja mora biti osigurana za vozače koji prilaze iz sporedne ceste prema SAD smjernicama skretanje u desno, vozač nema dostatnu preglednost. Vozač koji se kreće iz smjera Kampus – Ulica Tome Strižića prema zapadu može vidjeti vozilo koje se kreće po Ulici Tome Strižića u smjeru istok-zapad, tek kada samo vozilo uđe u raskrižje.

-skretanje ulijevo sa glavnog pravca

$$V_g = 50 \text{ km/h} \Rightarrow \text{tablica 4} \Rightarrow P_g = 95 \text{ m}$$

$$P_g = 0,278 * V_s * t_g = 0,278 * 50 * 5,5 = 76,45 \Rightarrow 80 \text{ m}$$

$$V_s = 50 \text{ km/h}$$

$$t_g = 5,5 \text{ sec}$$



Slika 13. Preglednost SAD glavni smjer skretanje u lijevo na sporedni smjer

Prema skici polja preglednosti koja mora biti osigurana prema SAD smjernicama, vozači koji skreću iz Ulice Tome Strižića prema Ulici Vjekoslava Dukića imaju osiguranu potpunu preglednost.

3.5. Analiza operativnih brzina

U okviru brojanja prometa provedenog pomoću brojača prometa „Datacollect SDRtraffic+“ koji rade na principu doppler-radara, osim podatka o prometnom opterećenju dobiveni su i podaci o operativnim brzinama na presjecima na kojima su bili postavljeni brojači. Na zadanom raskrižju bila su tri brojača pozicionirana na tri različita kraka (slika 14). Na kraku istok postavljen je brojač naziva Brojač 2. Na zapadnom kraku bio je postavljen Brojač 3, a na sjevernom kraku Brojač 5. Na svakoj poziciji brojača analizom su utvrđene slijedeće brzine za svaki smjer kretanja: minimalna, maksimalna, prosječna te V85 brzina. Nakon analize podataka za vremenski period od 24 sata, razmatran je i period u kojem su najveća i najmanja prometna opterećenja te kojim se brzinama vozila kreću.



Slika 14. Skica pozicije brojača na raskrižju

Tablica 5. Rezultati brojača 2 [5]

| Brojač 2 | Kačjak - Grad | | | | Grad - Kačjak | | | |
|---------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|
| | V _{min} | V _{max} | V _{avg} | V ₈₅ | V _{min} | V _{max} | V _{avg} | V ₈₅ |
| 24h | 9 | 105 | 47 | 57 | 15 | 115 | 53 | 63 |
| 15:30-16:30 | 11 | 73 | 46 | 43 | 20 | 81 | 51 | 53 |
| 00:00 - 04:00 | 26 | 87 | 57 | 74 | 34 | 115 | 63 | 74 |

U tablici 5, gdje su prikazani podaci s brojača br.2, vidljivo je da su veće brzine postignute prilikom izlaska vozila iz raskrižja nego prilikom ulaska vozila u raskrižje, stoga vozila usporavaju prilikom ulaza u raskrižje iz smjera Kačjak.

Tablica 6. Rezultati brojača 3 [5]

| Brojač 3 | Kačjak - Grad | | | | Grad - Kačjak | | | |
|---------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|
| | V _{min} | V _{max} | V _{avg} | V ₈₅ | V _{min} | V _{max} | V _{avg} | V ₈₅ |
| 24h | 8 | 101 | 45 | 54 | 8 | 103 | 49 | 62 |
| 15:30-16:30 | 14 | 66 | 43 | 52 | 8 | 72 | 46 | 59 |
| 00:00 - 04:00 | 15 | 86 | 50 | 68 | 19 | 103 | 62 | 71 |

U tablici 6 , gdje su prikazani podaci s brojača br.3, vidljivo je da su veće brzine postignute prilikom ulaska vozila iz raskrižja nego izlaska vozila iz raskrižja, stoga vozila ne usporavaju ulaskom u raskrižje iz smjera Grada.

Tablica 7. Rezultati brojača 5 [5]

| Brojač 5 | Kampus - raskrižje | | | | raskrižje - Kampus | | | |
|---------------|--------------------|------------------|------------------|-----------------|--------------------|------------------|------------------|-----------------|
| | V _{min} | V _{max} | V _{avg} | V ₈₅ | V _{min} | V _{max} | V _{avg} | V ₈₅ |
| 24h | 10 | 64 | 34 | 41 | 6 | 39 | 24 | 29 |
| 15:30-16:30 | 11 | 47 | 31 | 38 | 11 | 38 | 24 | 30 |
| 00:00 - 04:00 | 27 | 50 | 38 | 43 | 18 | 33 | 25 | 31 |

U tablici 7, gdje su prikazani podaci s brojača br.5, vidljivo je da su veće brzine postignute prilikom ulaska vozila iz raskrižja nego izlaska vozila iz raskrižja, stoga vozila ne usporavaju ulaskom u raskrižje iz smjera Grada.

3.6. Analiza prometnih nesreća na raskrižju (zadnjih 5 godina)

Sigurnost sudionika u cestovnom prometu je važan čimbenik kvalitete prometnog sustava svake države. Stupanj sigurnosti sudionika u cestovnom prometu općeniti je pokazatelj prometne kulture i načina života. Stalna su nastojanja da se što bolje upoznaju uzroci prometnih nezgoda te da se preventivskom djelatnošću njihov broj smanji. Prometnom nezgodom smatra se nezgoda na cesti u kojoj je sudjelovalo najmanje jedno vozilo u pokretu i u kojoj je poginula ili ozlijeđena jedna osoba ili više njih. [6].

Temeljem prikupljenih podataka od strane MUP-a Rijeka, može se analizirati količina i vrsta prometnih nesreća, kao i uvjeti na kolniku u zadnjih 5 godina. Prikupljeni podaci su prikazani u tablici 8., gdje je vidljivo da je u periodu od 5 godina bilo ukupno 7 prometnih nezgoda od kojih 62,5% ima kao uzrok oduzimanje prednosti zbog čega je došlo do bočnog sudara.

Tablica 8. Prometne nesreće na raskrižju [6]

| Prometne nesreće na raskrižju (za period od 5 godina) | | | | | | | |
|--|------------------|-------------|-----------|--------------|---------------------|-----------------|----------------------|
| Datum | Sat | Dan | KAT | Vrijeme | Šteta | Vrsta | Uzrok |
| 2014. | Nije bilo sudara | | | | | | |
| 03.03.2015. | 07:15 | Utorak | Osobni A. | Mokar kolnik | Materijalna šteta | Bočni sudar | Oduzimanje prednosti |
| 03.07.2015. | 21:15 | Petak | Osobni A. | Suhi kolnik | Materijalna šteta | Bočni sudar | Oduzimanje prednosti |
| 16.02.2016. | 14:35 | Utorak | Osobni A. | Suhi kolnik | 2 x lakše ozljeđeni | Bočni sudar | Oduzimanje prednosti |
| 03.01.2017. | 21:10 | Utorak | Osobni A. | Suhi kolnik | Materijalna šteta | Frontalni sudar | Prevelika brzina |
| 07.10.2017. | 15:00 | Subota | Osobni A. | Suhi kolnik | Materijalna šteta | Lančani sudar | Rastojanje vozila |
| 02.07.2018. | 11:45 | Ponedjeljak | Osobni A. | Suhi kolnik | Materijalna šteta | Bočni sudar | Oduzimanje prednosti |
| 03.10.2018. | 16:40 | Subota | Osobni A. | Suhi kolnik | Materijalna šteta | Bočni sudar | Oduzimanje prednosti |

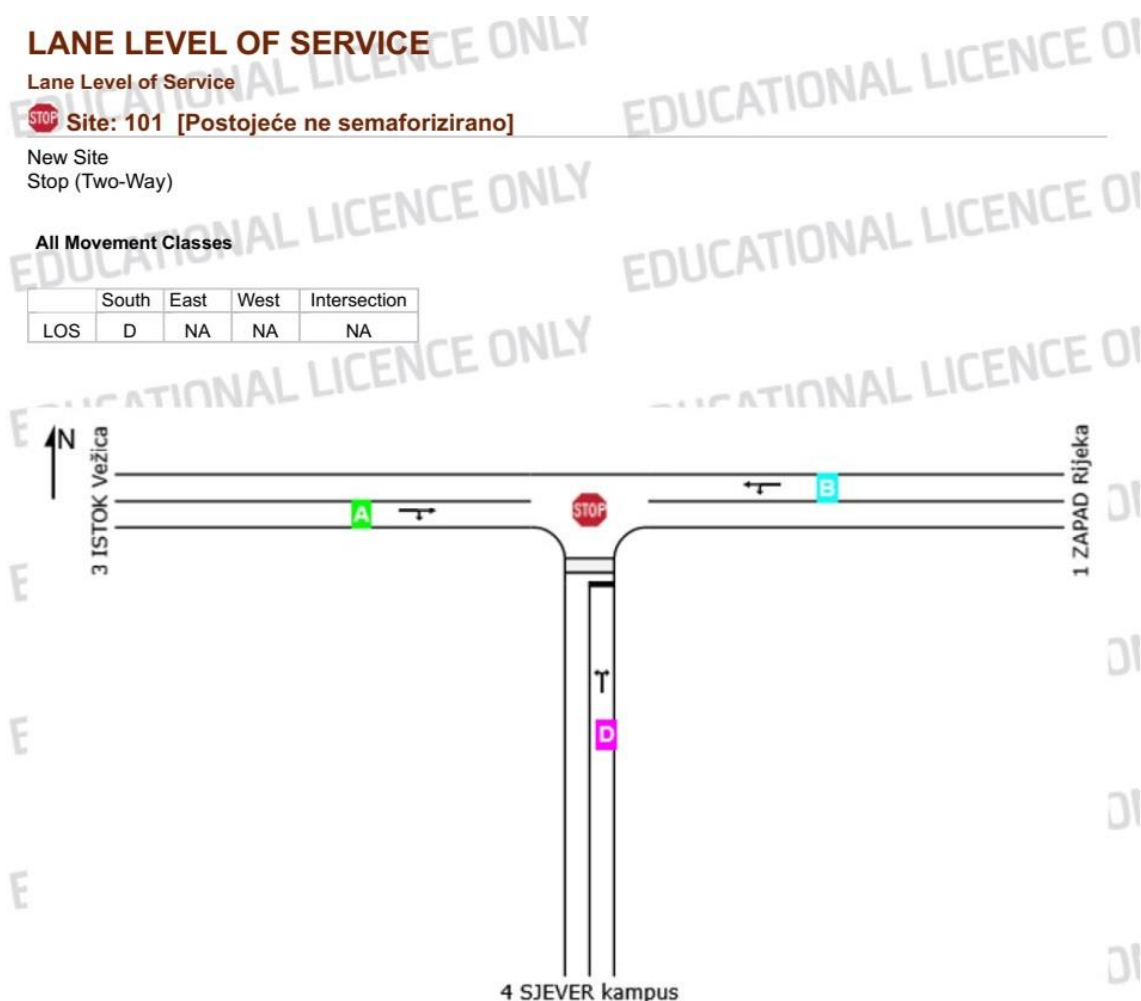
3.7. Analiza razine uslužnosti raskrižja

Razina uslužnosti je kvalitativna mjera koja se sastoji od brojnih elemenata, kao što su: brzina vožnje, vrijeme putovanja, sloboda manevriranja, prekidi u prometu, udobnost vožnje, sigurnost vožnje i troškovi iskoristivosti vozila. Razina uslužnosti procjenjuje se kroz šest stupnjeva prema američkoj metodologiji (HCM): [7]

- RU A: uvjeti slobodnog toka s najviše 10% međusobnih utjecaja između vozila u prometnom toku, a prosječna vremena čekanja na raskrižjima su minimalna;
- RU B: oko 70% vozila nalazi se u uvjetima slobodnog toka, a prosječna vremena čekanja na raskrižjima nisu značajna;
- RU C: stabilni uvjeti prometa s oko 50% vozila u uvjetima slobodnog toka, pri čemu mogući manji povećani repovi čekanja na raskrižjima izazivaju veća prosječna vremena čekanja;
- RU D: oko 40% vozila se nalazi u uvjetima slobodnog toka, a malo povećanje prometnog toka izaziva povećane repove čekanja na raskrižjima s većim prosječnim vremenom čekanja;
- RU E: manje od trećine vozila su u slobodnom toku; prosječna vremena čekanja na raskrižjima su znakovito velika; to je stanje u kojem je dosegnuta propusna moć ili se postiže malim povećanjem prometnog toka;

- RU F: prometna potražnja je iznad propusne moći, a na privozima raskrižju dolazi do zagušenja koja uzrokuju velika vremena čekanja i znatno utječu na okolnu prometnu mrežu.

Kako bi se ustanovila razina uslužnosti predmetnog raskrižja korišten je softver SIDRA INTERSECTION 7.0. koji je ocjenama od A do E prikazao razinu uslužnosti pojedinog kraka raskrižja ali i cijelog raskrižja. Za potrebe analize u softver su unešene tehničke karakteristike: širina prometnih trakova, pješački prijelazi, vrsta raskrižja, vrsta vozila te prometno opterećenje. Rezultati analize softvera prikazana je na slici 15.



Slika 15. Razina uslužnosti za sadašnje stanje

Razina uslužnosti raskrižja u smjeru istok – zapad softver je ocijenio ocjenom A jer na tom smjeru prisutna su minimalna vremenska čekanja i bolja je protočnost prometa. Razina uslužnost raskrižja u smjeru zapad- istok softver je ocijenio ocjenom B zbog čekanja koja su uzrokovana zbog skretača ulijevo. Uslužnost raskrižja sporednog traka iz smjera Kampusu ocijenjen je ocjenom D zbog većeg vremenskog čekanja koje je uzrokovana također zbog skretača ulijevo.

4. VARIJANTNA RJEŠENJA REKONSTRUKCIJE RASKRIŽJA

Provedena analiza postojećeg stanja na trokrakom raskrižju Ulice Tome Strižića i Ulice Vjekoslava Dukića ukazala je na problem sigurnosti na tom raskrižju na koju utječu širina kolnika i nogostupa, preglednost, horizontalna i vertikalna signalizacija ali i nelegalno parkirani automobili u oba smjera. Prema Generalnom urbanističkom planu zona će se još povećavati kao i kapacitet vozila koji će cirkulirati tim nepreglednim raskrižjem. U drugom dijelu rada predložene su varijante rekonstrukcije raskrižja:

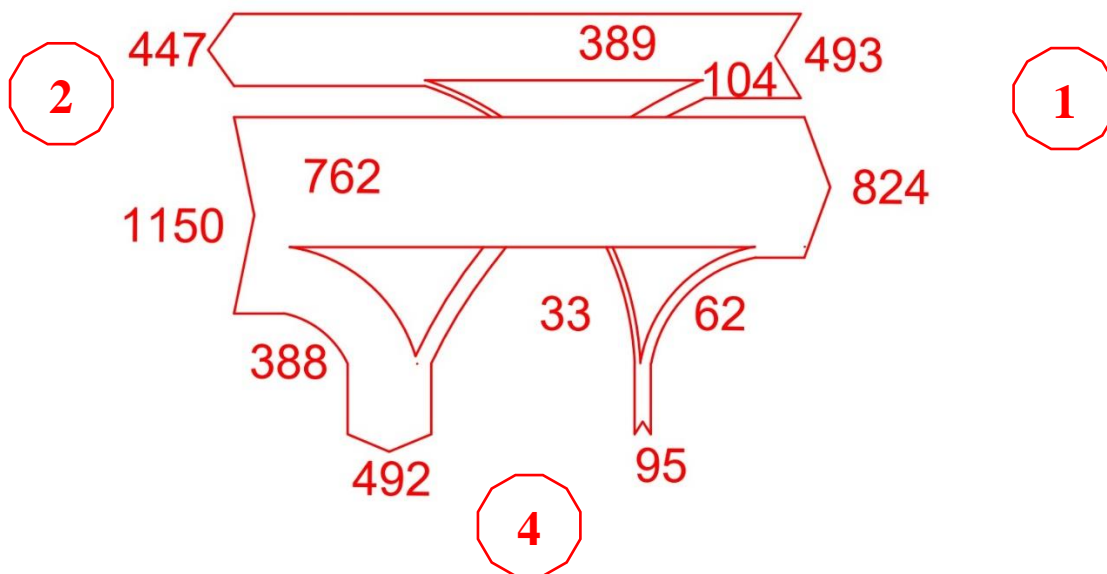
1. Nesemaforizirano, s trakom za lijeve skretače na glavnom i sporednom smjeru
2. Semaforizirano, bez trake za lijeve skretače
3. Semaforizirano, s trakom za lijeve skretače na glavnom i sporednom smjeru
4. Kružno raskrižje

Za sve varijante predviđeni su svi smjerovi kretanja, uzete su u obzir smjernice iz GUP za rekonstrukciju prometnica kao i stopa povećanja prometa koja je prikazana u tablici broj 9 za period od 10 godina.

Tablica 9. . Stopa povećanja prometa: $i=1\%/god$, projektni period $n=10$ god.

| | | Osobna vozila | | Teretna vozila | | Autobus | | Motocikli | | ZBROJ | | |
|----|---|---------------|-----|----------------|-----|---------|-----|-----------|-----|-------|-----|--------|
| IZ | U | voz/h | PAJ | voz/h | PAJ | voz/h | PAJ | voz/h | PAJ | voz/h | PAJ | PRIVOZ |
| 1 | 3 | 315 | 315 | 27 | 53 | 10 | 20 | 3 | 2 | 355 | 389 | 493 |
| | 4 | 91 | 91 | 6 | 11 | 1 | 2 | 0 | - | 97 | 104 | |
| 3 | 1 | 585 | 585 | 74 | 148 | 13 | 27 | 3 | 2 | 676 | 762 | 1150 |
| | 4 | 359 | 359 | 14 | 29 | 0 | - | 1 | 1 | 374 | 388 | |
| 4 | 3 | 31 | 31 | 1 | 2 | 0 | - | 0 | - | 32 | 33 | 95 |
| | 1 | 42 | 42 | 9 | 18 | 1 | 2 | 0 | - | 52 | 62 | |

U grafičkom prikazu (slika 16) prometnog opterećenja za projektni period od 10 godina prikazani su parametri iz tablice 9.



Slika 16. Grafički prikaz prometnog opterećenja PVS

4.1. Varijanta 1: Ne semaforizirano raskrižje s trakom za lijeve skretače na glavnom i sporednom smjeru

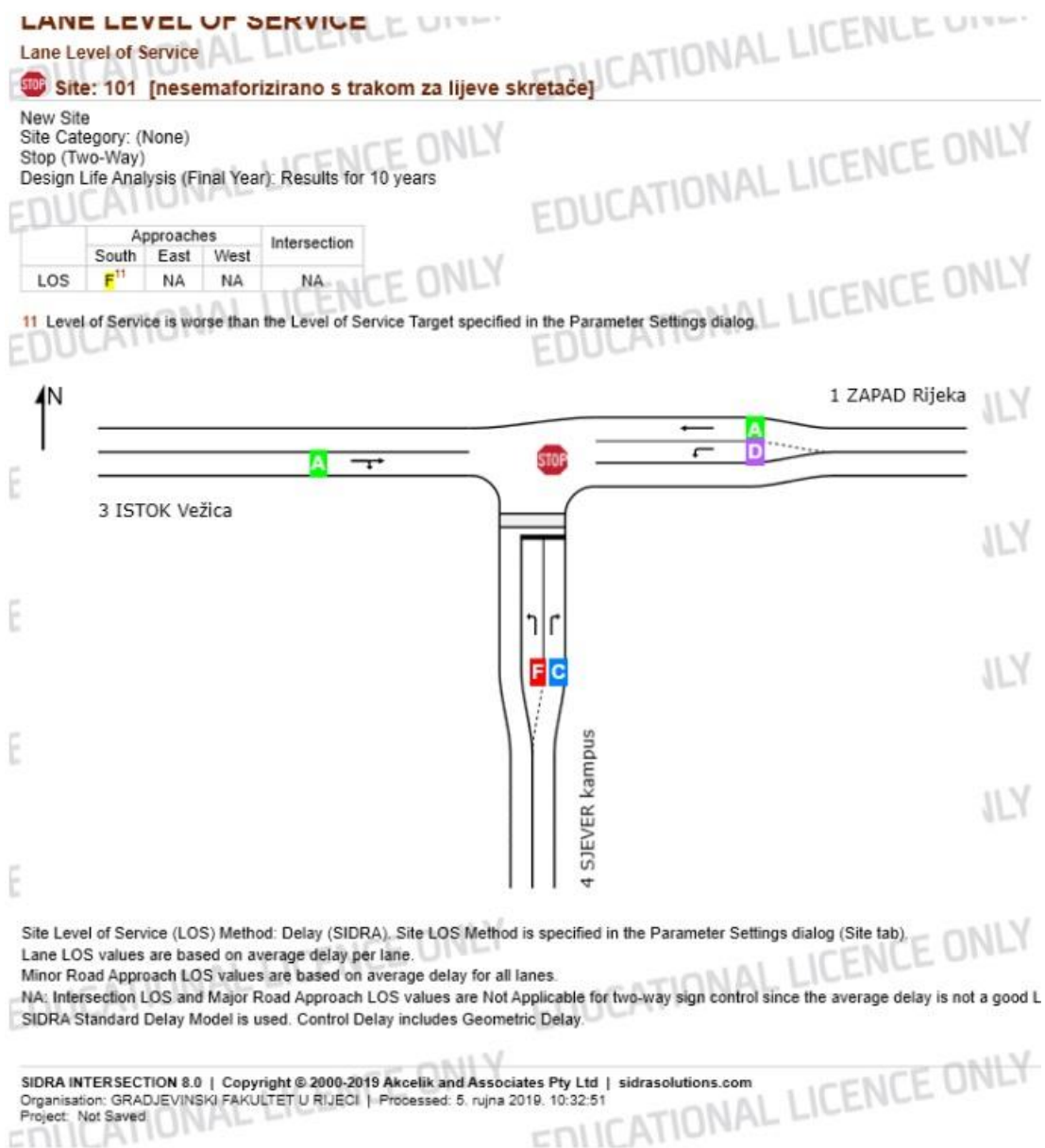
Prvo varijantno rješenje je rješenje po kojem bi raskrižje i dalje ostalo ne semaforizirano, ali bi se dodali trakovi za lijeve skretače, koji inače usporavaju promet.



Slika 17. Varijantno rješenje 1

4.1.1. Kapacitet raskrižja

Za potrebe analize u softver SIDRA INTERSECTION unesene su tehničke karakteristike: širina prometnih trakova, pješački prijelazi, vrsta raskršća, vrsta vozila te prometno opterećenje. Analiza softvera prikazana je na slici br. 18.

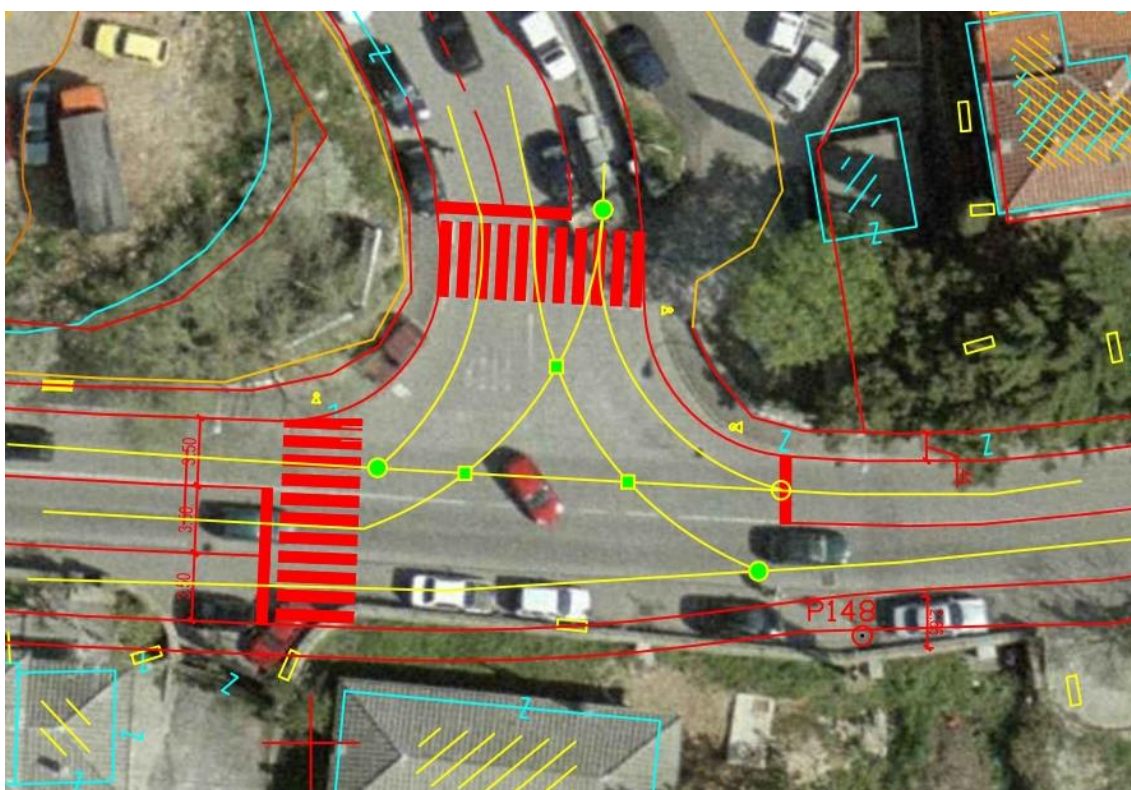


Slika 18. Razina uslužnosti 1. varijantnog rješenja

Razina uslužnosti raskrižja u smjeru istok – zapad softver je ocijenio ocjenom A jer na tom smjeru prisutna su minimalna vremenska čekanja i bolja je protočnost prometa. Uslužnost raskrižja u smjeru zapad- istok softver je ocijenio ocjenom A, dok smjer zapad- Kampus ocijenio ocjenom D zbog većeg vremenskog čekanja koje je uzrokovano vozačima iz smjera istoka i vozačima iz smjera sjevera. Uslužnost raskrižja sporednog traka iz smjera Kampus ocijenjena je ocjenom C za desne skretače dok je lijevi trak za lijeve skretače iz smjera Kampus ocijenjen ocjenom F koja je nezadovoljavajuća zbog jako velikih čekanja.

4.1.2. Konfliktne točke

Na sljedećoj skici prikazane su konfliktne točke raskrižja s trakom za lijeve skretače. Oznakom kvadratić su označene točke presjecanja, kružićem su označene točke ulijevanja i kružićem sa križićem su označene točke izljevanja.



Slika 19. Konfliktne točke na 1. Varijanti raskrižja

Na ovom raskrižju postoje tri konfliktne točke presjecanja, tri točke ulijevanja i jednu točku izljevanja. Ukupno ima 7 konfliktnih točaka.

4.1.3. Preglednost

Preglednost za ovu varijantu provjerena je prema hrvatskoj i američkoj regulativi.

Preglednost u raskrižju (dodatni trak- lijevi skretači)

HRN.U.C4.050

$$L_k = 3 * 3,5m + 1m = 11,5m$$

$$L_u = 5,0m$$

$$D = L_k + L_u = 16,5m$$

$$t_0 = \sqrt{\frac{2D}{a_s}} = \sqrt{\frac{2 * 16,5}{1,5}} = 4,7 \text{ sec}$$

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

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

$$t_s = t_0 + t_r = 4,7 + 1,5 = 6,2 \text{ sec}$$

$$P_g = V_s * t_s = 50 * (1000 * 3600) * 6,2$$

$$P_g = 86,11 \Rightarrow 90 \text{ m}$$



Slika 20. Skica preglednost prema HRV normi

Prema skici polja preglednosti koje mora biti osigurano za vozače koji prilaze iz sporedne ceste, prema HRV normi skretanje u lijevo, vozač nema dovoljnu preglednost. Vozač koji se kreće iz smjera Kampus – Ulica Tome Strižića može vidjeti vozilo koje se kreće po Ulici Tome Strižića u smjeru istok-zapad, tek kada samo vozilo uđe u raskrižje. Manji dio je pregledan kad se skreće u desno.

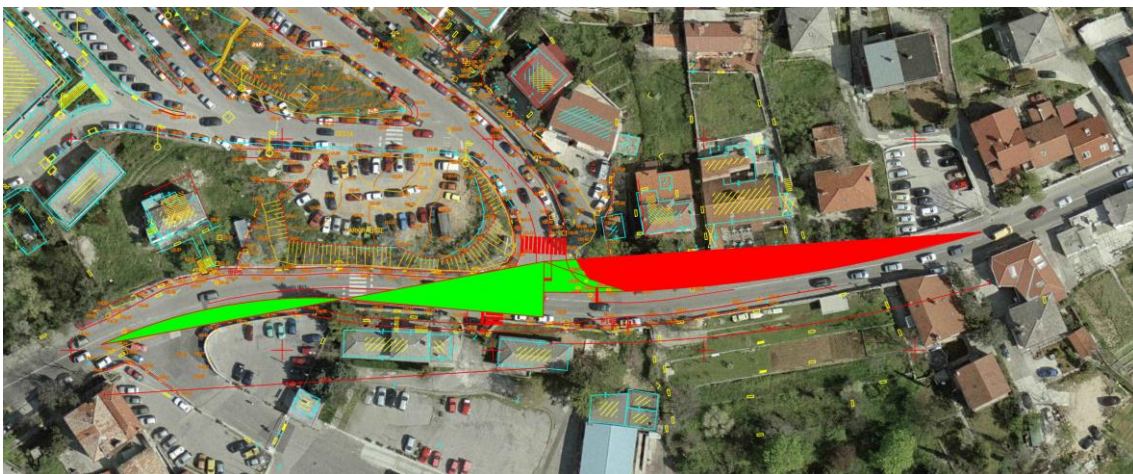
SAD- smjernice (The Greenbook)

-skretanje u lijevo sa sporednog pravca

$$P_g = 0,278 * V_g * t_g = 0,278 * 50 * 7,5 = 104,25 \Rightarrow 105m$$

$$V_g = 50km/h$$

$$t_g = 7,5 \text{ sec}$$



Slika 21. Preglednost SAD norme sporedni smjer skretanje u lijevo

Prema skici polja preglednosti koja mora biti osigurano za vozače koji prilaze iz sporedne ceste prema SAD smjernicama skretanje u lijevo, vozač nema dovoljnu preglednost. Vozač koji se kreće iz smjera Kampus – Ulica Tome Strižića može vidjeti vozilo koje se kreće po Ulici Tome Strižića u smjeru istok-zapad, tek kada samo vozilo uđe u raskrižje.

-skretanje u desno sa sporednog pravca

$$V_g = 50 \text{ km/h} \Rightarrow \text{tablica 4} \Rightarrow P_g = 95 \text{ m}$$

$$P_g = 0,278 * V_g * t_g = 0,278 * 50 * 6,5 = 90,35 \Rightarrow 95 \text{ m}$$



Slika 22. Preglednost SAD norme sporedni smjer skretanje u desno

Prema skici polja preglednosti koja mora biti osigurana za vozače koji prilaze iz sporedne ceste prema SAD smjernicama skretanje u desno, vozač nema dovoljnu preglednost. Vozač koji se kreće iz smjera Kampus – Ulica Tome Strižića prema zapadu može vidjeti vozilo koje se kreće po Ulici Tome Strižića u smjeru istok-zapad, tek kada samo vozilo uđe u raskrižje.

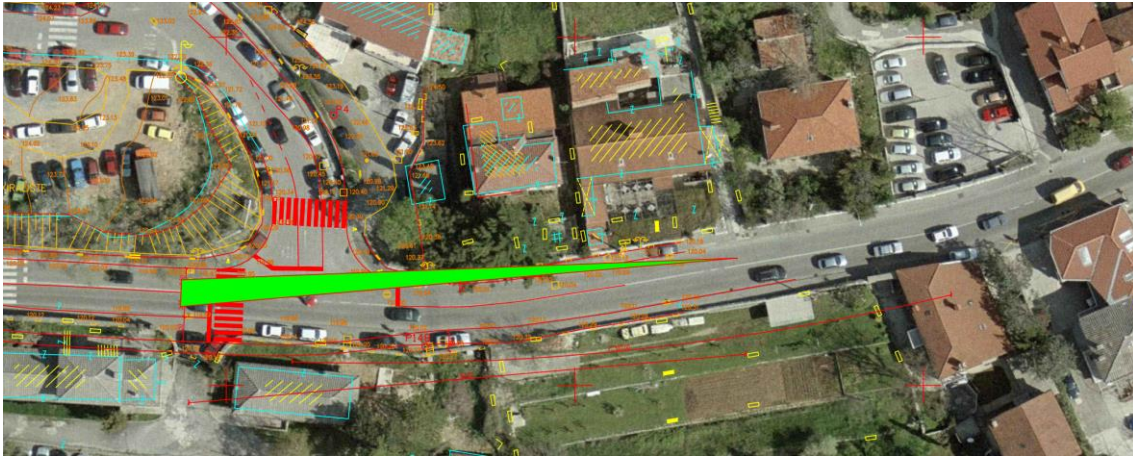
-skretanje u lijevo sa glavnog pravca

$$V_g = 50 \text{ km/h} \Rightarrow \text{tablica 4} \Rightarrow P_g = 95 \text{ m}$$

$$P_g = 0,278 * V_s * t_g = 0,278 * 50 * 5,5 = 76,45 \Rightarrow 80 \text{ m}$$

$$V_s = 50 \text{ km/h}$$

$$t_g = 5,5 \text{ sec}$$



Slika 23. Preglednost SAD glavni smjer skretanje u lijevo na sporedni smjer

Prema skici polja preglednosti koja mora biti osigurana prema SAD smjernicama, vozači koji skreću iz Ulice Tome Strižića prema Ulici Vjekoslava Dukića imaju potpunu preglednost.

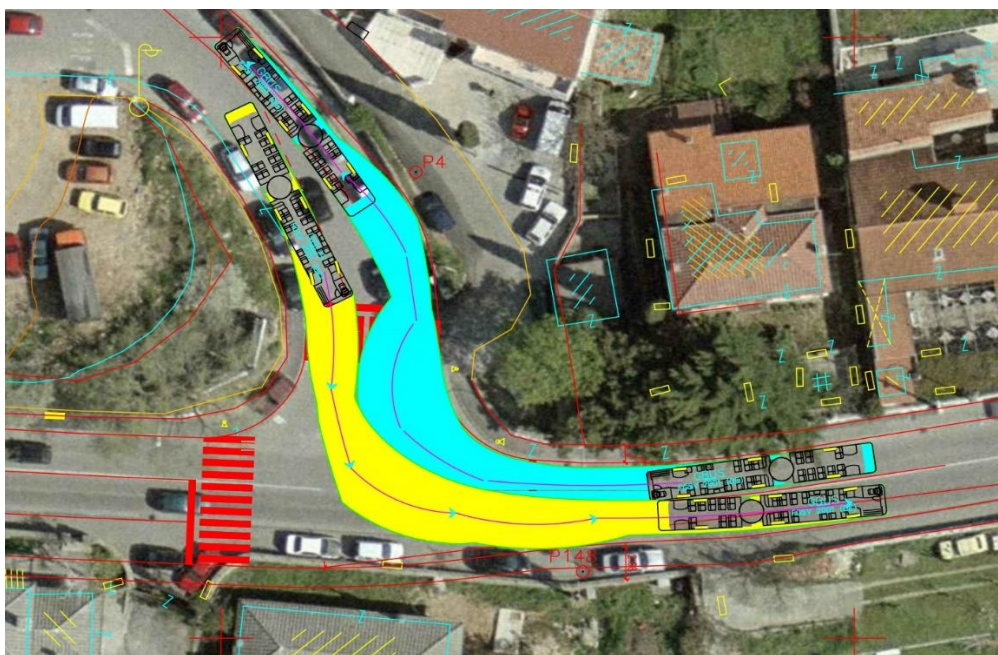
4.1.4. Provoznost

Kako bi raskrižje bilo u potpunosti funkcionalno nužno je osigurati provoznost za mjerodavno vozilo. Za provjeru provoznost korišten je program AutoTURN, dodatak programu AutoCAD. U slučaju ovog raskrižja kao mjerodavno vozilo korištene su karakteristike zglobnog autobusa jer upravo je to najveće očekivano vozilo na ovom raskrižju.



Slika 24. Provoznost vozila lijevi sa GP. i desni sa SP

Na slici 24. prikazana je provjera provoznosti za vozila koja skreću lijevo sa glavnog pravca u sporedni pravac (žuta oznaka) i vozila koja skreću desno iz sporednog pravca u glavni pravac (plava oznaka). Iz slike je vidljivo da provoznost nije u potpunosti zadovoljena, a geometrijski elementi raskrižja ne zadovoljavaju potrebe mjerodavnog vozila.



Slika 25. Provoznost vozila lijevi sa SP. i desni sa GP

Na slici 25. prikazana je provjera provoznosti za vozila koja skreću desno sa glavnog pravca u sporedni pravac (plava oznaka) i vozila koja skreću lijevo iz sporednog pravca u glavni pravac (žuta oznaka). Iz slike je vidljivo da provoznost nije u potpunosti zadovoljena, a geometrijski elementi raskrižja ne zadovoljavaju potrebe mjerodavnog vozila.

4.2. Varijanta 2: Semaforizirano raskrižje bez traka za lijeve skretače

Drugo varijantno rješenje je rješenje po kojem bi se raskrižje semaforiziralo ali bez većih građevinskih zahvata odnosno geometrija raskrižja bi se zadržala u cijelosti.



Slika 26. Varijantno rješenje 2

4.2.1. Proračun ciklusa semafora i faza zelenog svjetla

Proračun ciklusa semafora i faza zelenog svjetla napravljeno je prema metodi po Websteru, a u nastavku je prikazan sam proračun:

1. faza

$$Q_{1-3}=389 \text{ PAJ/h}$$

$$B = 3,3 \text{ m}$$

$$S = 1867 \text{ PAJ/h}$$

$$Y_{1-3} = 389/1867 = 0,208$$

$$Q_{3-1}=762 \text{ PAJ/h}$$

$$B = 3,5 \text{ m}$$

$$S = 1887 \text{ PAJ/h}$$

$$Y_{3-1} = 762/1887 = 0,404$$

$$Q_{3-2}=388 \text{ PAJ/h}$$

$$B = 3,5 \text{ m}$$

$$S = 1887 \text{ PAJ/h}$$

$$y_{2-4/3} = 388/1887 = 0,206$$

$$y_I=0,404$$

2. faza

$$Q_{2-3}=33$$

$$B = 3,5 \text{ m}$$

$$Y_{2-3} = 0,017$$

$$Q_{2-1}=62$$

$$B = 3,5 \text{ m}$$

$$Y_{2-3} = 0,033$$

$$y_{II}=0,033$$

$$y=y_I+y_{II} = 0,404+0,033=0,437$$

$$L = \Phi * L + R = 2 * 5 + 2 * 1 = 12 \text{ sec}$$

$$C_{\min} = 1,5 * L + 5 / (1 - y) = 1,5 * 12 + 5 / (1 - 0,437) = 31,97 = 35$$

$$C_{\min} = 66 \text{ sec}$$

$$C = z_I + z_{II} + L$$

$$z_I / z_{II} = y_I / y_{II}$$

$$z_I = 0,404 / 0,033 * z_{II}$$

$$z_I = 12,24 * z_{II}$$

$$C = 12,24 * z_{II} + z_{II} + L$$

$$z_{II} = 4,07 \Rightarrow \text{min } 10 \text{ sec, odabrano } 20 \text{ sec}$$

$$z_I = C - z_{II} - L = 66 - 20 - 20 = 26 \text{ sec}$$

Pješački prijelaz na kraku 2

$$L_2 = 2 * 3,5 = 7,00 \text{ m}$$

$$V_{\text{pješ}} = 1,3 \text{ m/s}$$

$$z_{p2} = L_2 / V_{\text{pješ}} = 7 / 1,3 = 5,38$$

$$z_{p2} = 6 \text{ sec}$$

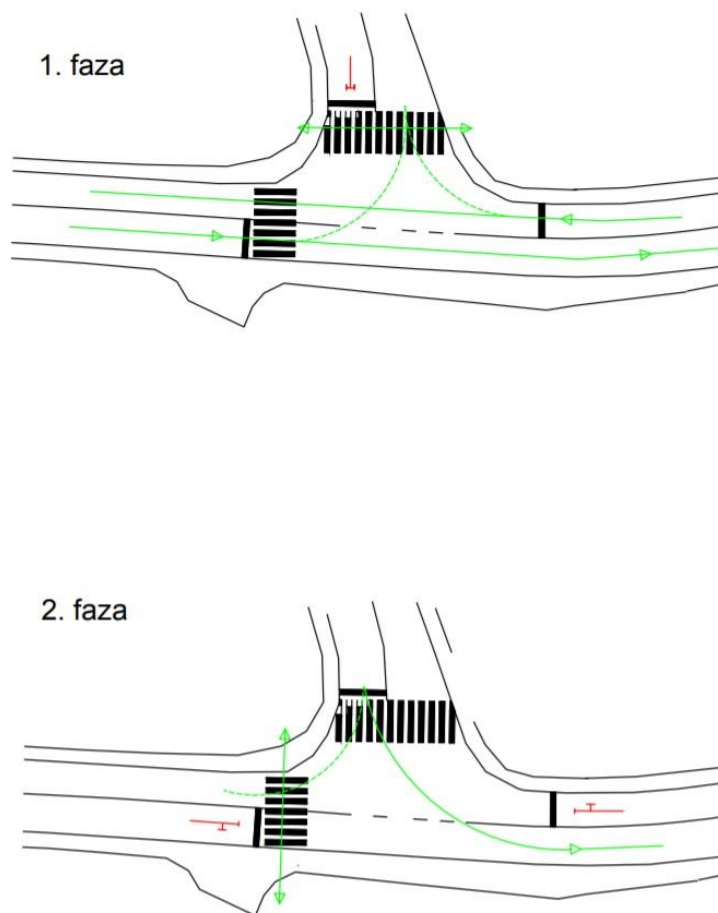
Pješački prijelaz na kraku 3

$$L_3 = 2 * 3,5 = 7,00 \text{ m}$$

$$V_{\text{pješ}} = 1,3 \text{ m/s}$$

$$z_{p3} = L_3 / V_{\text{pješ}} = 7 / 1,3 = 5,38$$

$$z_{p3} = 6 \text{ sec}$$



Slika 27. Plan faza semafora u prostoru

4.2.2. Kapacitet raskrižja

Za potrebe analize u softver SIDRA INTERSECTION unesene su tehničke karakteristike: širina prometnih trakova, pješački prijelazi, vrsta raskršća, vrsta vozila te prometno opterećenje. Analiza softvera prikazana je na slici 28.

LANE LEVEL OF SERVICE

Lane Level of Service

 Site: 101v [bez dodatnog traka]

New Site

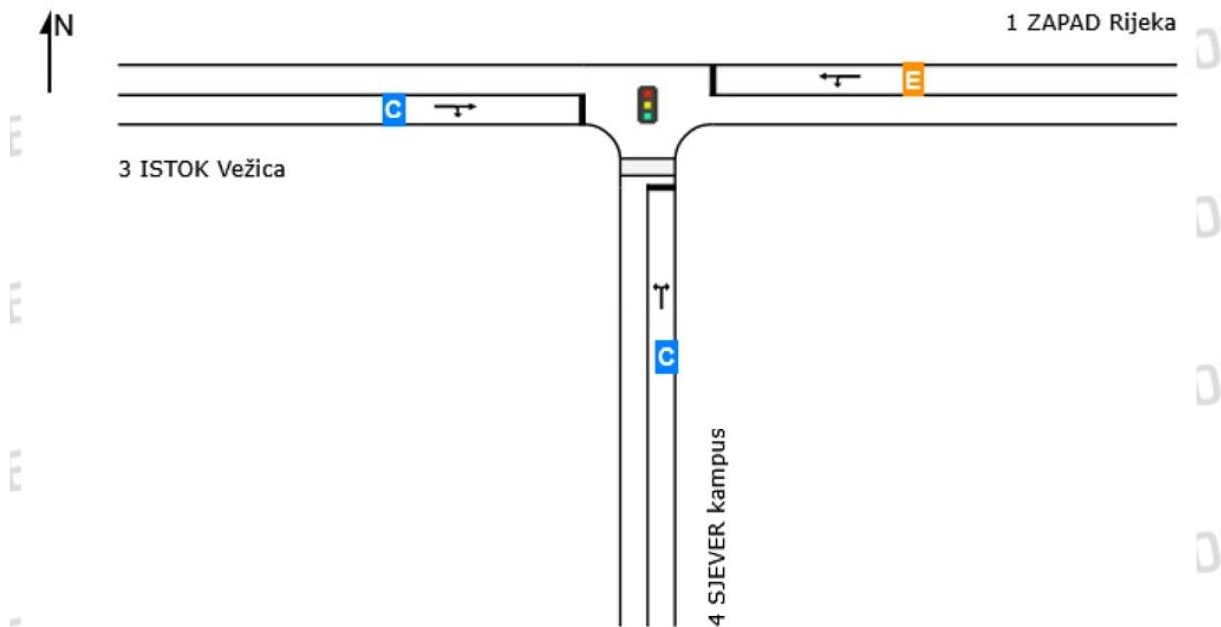
Site Category: (None)

Signals - Fixed Time Isolated Cycle Time = 66 seconds (Site User-Given Phase Times)

Design Life Analysis (Final Year): Results for 10 years

| | Approaches | | | Intersection |
|-----|------------|-----------------|------|--------------|
| | South | East | West | |
| LOS | C | E ¹¹ | C | C |

¹¹ Level of Service is worse than the Level of Service Target specified in the Parameter Settings dialog.



Site Level of Service (LOS) Method: Delay (SIDRA). Site LOS Method is specified in the Parameter Settings dialog (Site tab).

Lane LOS values are based on average delay per lane.

Intersection and Approach LOS values are based on average delay for all lanes.

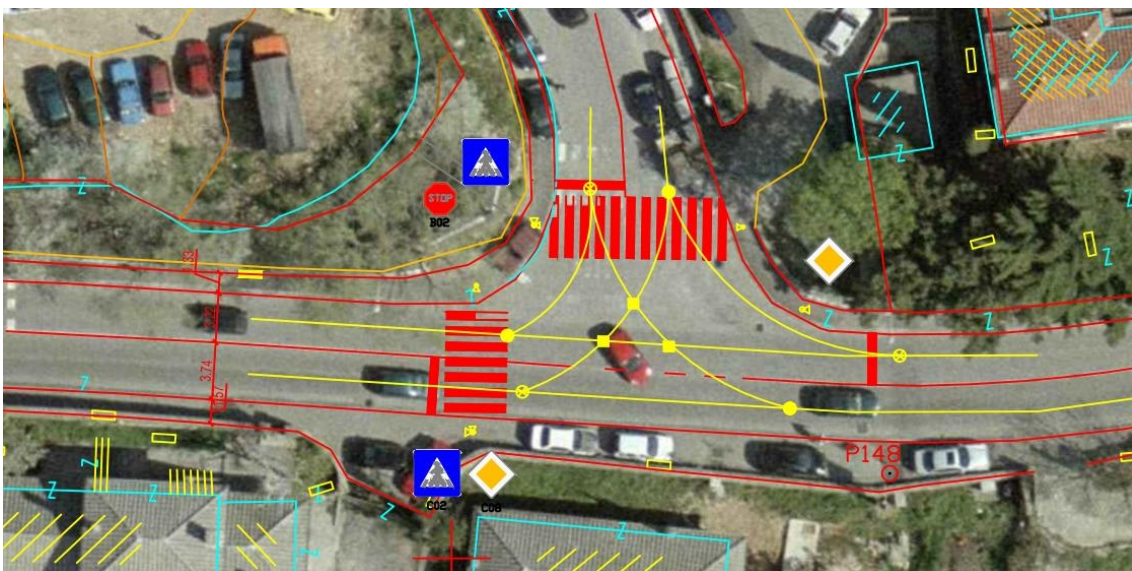
SIDRA Standard Delay Model is used. Control Delay includes Geometric Delay.

Slika 28. Razina uslužnosti varijantnog rješenja 2

Uslužnost raskrižja u smjeru istok – zapad softver je ocijenio ocjenom C jer na tom smjeru stabilni su uvjeti prometa sa oko 50% vozila u uvjetima slobodnog toka, pri čemu su mogući manja čekanja na raskrižjima. Uslužnost raskrižja u smjeru sjever Kampus softver je ocijenio ocjenom C, dok smjer zapad- istok ocijenio ocjenom E što znači da je manje od trećine vozila su u slobodnom toku, prosječna vremena čekanja na raskrižjima su znakovito velika.

4.2.3. Konfliktne točke

Na sljedećoj skici prikazane su konfliktne točke. Oznakom kvadratić su označene točke presjecanja, kružićem su označene točke uljevanja i kružićem sa križićem su označene točke izljevanja.



Slika 29. Konfliktne točke 2. Varijantnog rješenja

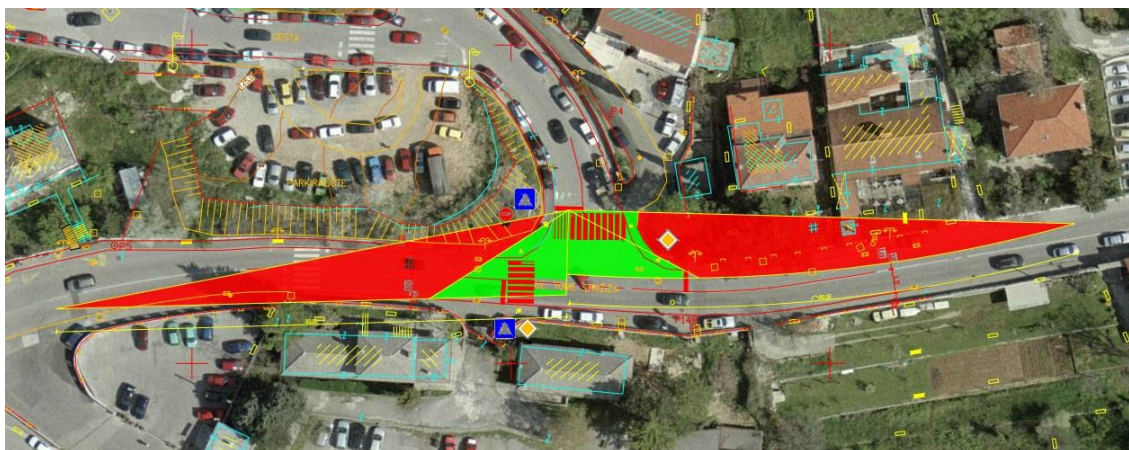
Na ovom raskrižju postoje tri konfliktne točke presijecanja, tri točke uljevanja i tri točke izljevanja. Ukupno ima 9 konfliktnih točaka.

4.2.4. Preglednost

U nastavku provjerena je preglednost ovog varijantnog rješenja prema hrvatskoj i američkoj regulativi.

Preglednost u raskrižju prema HRN normi

Iz izračuna prve varijante koji vrijedi i za ovaj primjer koristimo iste duljine preglednosti a to su $P_g = 90\text{m}$. Nanošenjem vrijednosti na skicu raskrižja dobivamo:



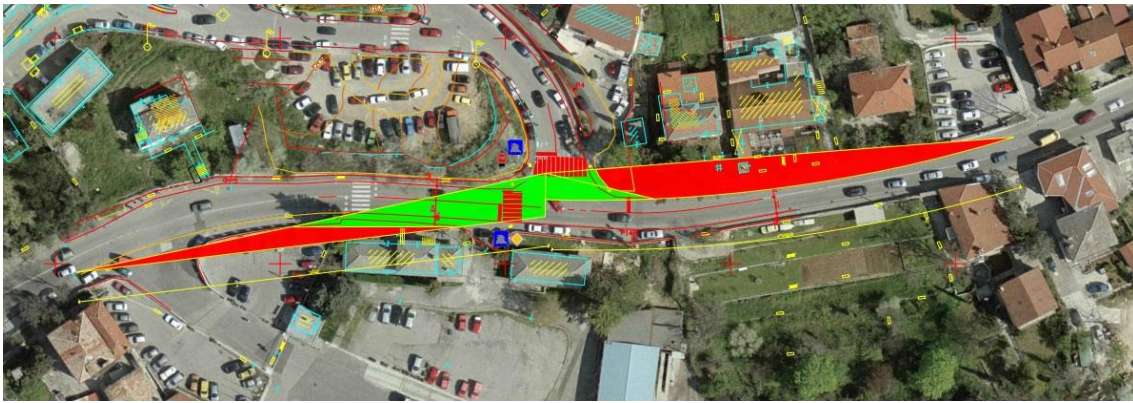
Slika 30. Skica preglednost prema HRV normi

Prema skici polja preglednosti koja mora biti osigurana za vozače koji prilaze iz sporedne ceste prema HRV normi skretanje u lijevo, vozač nema dostatnu preglednost. Vozač koji se kreće iz smjera Kampus – Ulica Tome Strižića može vidjeti vozilo koje se kreće po Ulici Tome Strižića u smjeru istok-zapad, tek kada samo vozilo uđe u raskrižje. Također preglednost kod skretanja u desno preglednost je minimalna.

SAD- smjernice (The Greenbook)

-skretanje u lijevo sa sporednog pravca

Iz izračuna prve varijante koji vrijedi i za ovaj primjer koristimo iste duljine preglednosti a to su $P_g = 105\text{ m}$. Nanošenjem vrijednosti na skicu raskrižja dobivamo slijedeće:

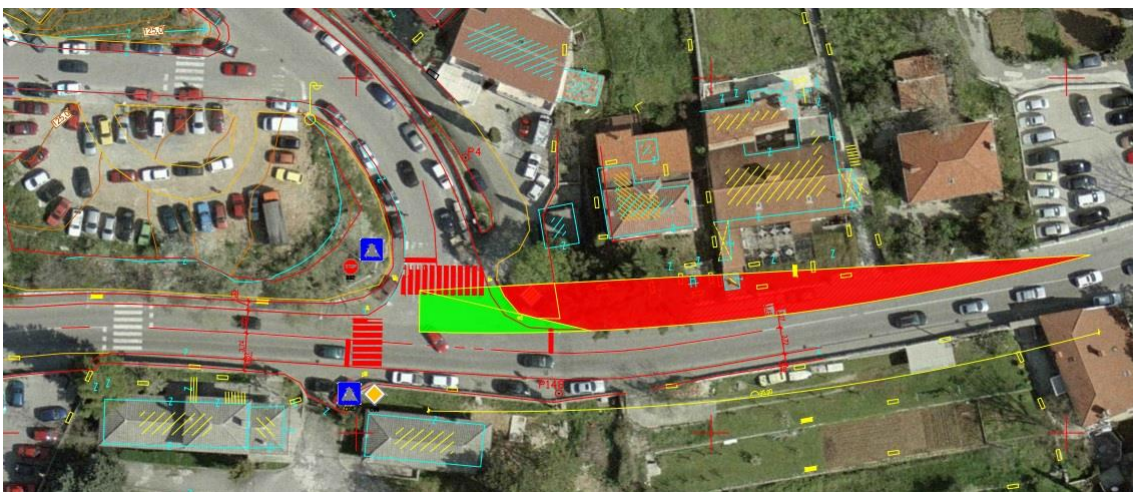


Slika 31. Preglednost SAD norme sporedni smjer skretanje u lijevo

Prema skici polja preglednosti koja mora biti osigurana za vozače koji prilaze iz sporedne ceste prema SAD smjernicama skretanje u lijevo, vozač nema dostatnu preglednost. Vozač koji se kreće iz smjera Kampus – Ulica Tome Strižića može vidjeti vozilo koje se kreće po Ulici Tome Strižića u smjeru istok-zapad, tek kada samo vozilo uđe u raskrižje.

-skretanje u desno sa sporednog pravca

Iz izračuna prve varijante koji vrijedi i za ovaj primjer koristimo iste duljine preglednosti a to su $P_g = 95$ m. Nanošenjem vrijednosti na skicu raskrižja dobivamo slijedeće:



Slika 32. Preglednost SAD norme sporedni smjer skretanje u desno

Prema skici polja preglednosti koja mora biti osigurana za vozače koji prilaze iz sporedne ceste prema SAD smjernicama skretanje u desno, vozač nema dostatnu preglednost.

Vozač koji se kreće iz smjera Kampus – Ulica Tome Strižića prema zapadu može vidjeti vozilo koje se kreće po Ulici Tome Strižića u smjeru istok-zapad, tek kada samo vozilo uđe u raskrižje.

-skretanje u lijevo sa glavnog pravca

Iz izračuna prve varijante koji vrijedi i za ovaj primjer koristimo iste duljine preglednosti a to su $P_g = 80$ m. Nanošenjem vrijednosti na skicu raskrižja dobivamo slijedeće:

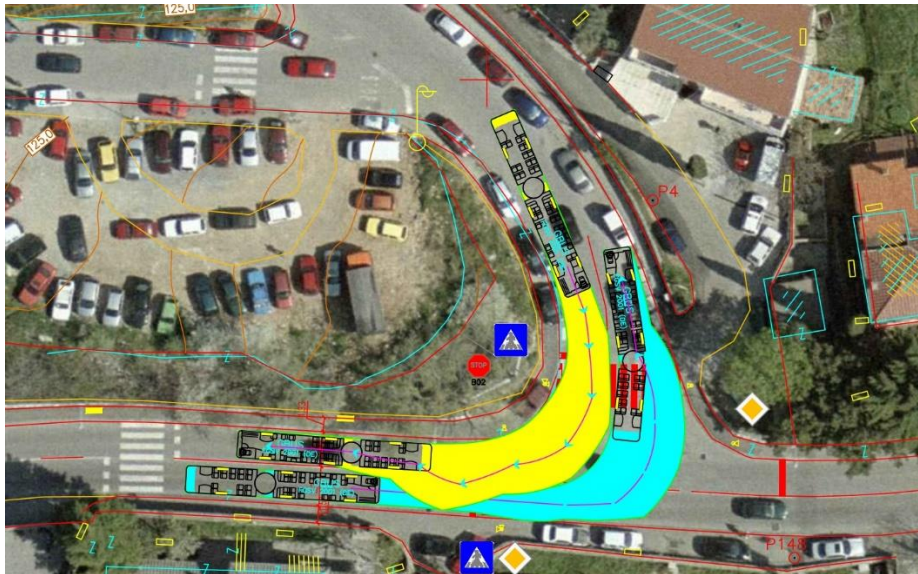


Slika 33. Preglednost SAD glavni smjer skretanje u lijevo na sporedni smjer

Prema skici polja preglednosti koja mora biti osigurana prema SAD smjernicama, vozači koji skreću iz Ulice Tome Strižića prema Ulici Vjekoslava Dukića imaju potpunu preglednost.

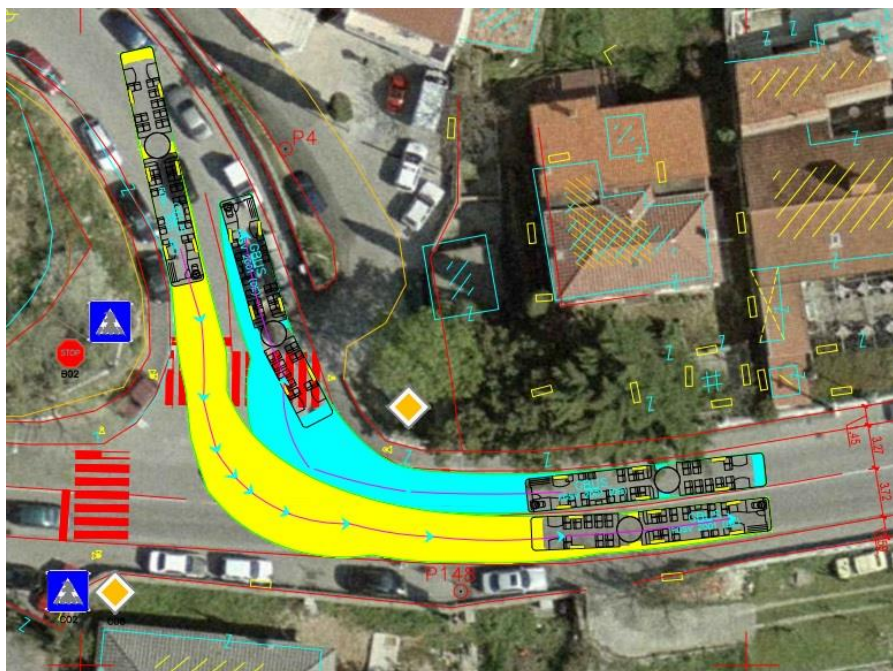
4.2.5. Provoznost

Kako bi raskrižje bilo u potpunosti funkcionalno nužno je osigurati provoznost za mjerodavno vozilo. Za provjeru provoznost korišten je program AutoTURN, dodatak programu AutoCAD. U slučaju ovog raskrižja kao mjerodavno vozilo korištene su karakteristike zglobnog autobusa.



Slika 34. Provoznost vozila lijevi sa GP. i desni sa SP

Na slici 34. prikazana je provjera provoznosti za vozila koja skreću lijevo sa glavnog pravca u sporedni pravac (plava oznaka) i vozila koja skreću desno iz sporednog pravca u glavni pravac (žuta oznaka). Iz slike je vidljivo da provoznost nije u potpunosti zadovoljena, geometrijski elementi raskrižja ne zadovoljavaju potrebe mjerodavnog vozila.



Slika 35. Provoznost vozila lijevi sa SP. i desni sa GP

Na slici 35. prikazana je provjera provoznosti za vozila koja skreću desno sa glavnog pravca u sporedni pravac (žutog oznaka) i vozila koja skreću lijevo iz sporednog pravca u glavni pravac (plavog oznaka). Iz slike je vidljivo da provoznost nije u potpunosti zadovoljena, geometrijski elementi raskrižja ne zadovoljavaju potrebe mjerodavnog vozila.

4.3. Varijanta 3: Semaforizirano raskrižje s trakom za lijeve skretače

Treće varijantno rješenje je rješenje po kojem bi se raskrižje semaforiziralo ali bi se dodali i trakovi za lijeve skretače.



Slika 36. Varijantno rješenje 3

4.3.1. Proračun ciklusa semafora i faza zelenog svjetla

Proračun ciklusa i zelenih vremena proveden je po metodi po Websteru. Određen je minimalni ciklus semafora te trajanje zelenog vremena svake faze unutar ciklusa semafora.

1. faza

$$Q_{1-3}=389 \text{ PAJ/h}$$

$$B = 3,3 \text{ m}$$

$$S = 1867 \text{ PAJ/h}$$

$$Y_{1-3} = \frac{389}{1867} = 0,208$$

$$y_I = 0,404$$

$$Q_{3-1}=762 \text{ PAJ/h}$$

$$B = 3,5 \text{ m}$$

$$S = 1887 \text{ PAJ/h}$$

$$Y_{3-1} = \frac{762}{1887} = 0,404$$

$$Q_{3-2}=388 \text{ PAJ/h}$$

$$B = 3,5 \text{ m}$$

$$S = 1887 \text{ PAJ/h}$$

$$y_{2-4/3} = \frac{388}{1887} = 0,206$$

2. faza

$$Q_{2-3}=33$$

$$B = 3,5 \text{ m}$$

$$Y_{2-3} = 0,017$$

$$Q_{2-1}=62$$

$$B = 3,5 \text{ m}$$

$$Y_{2-3} = 0,033$$

$$y_{II} = 0,033$$

$$y = 0,404 + 0,033 = 0,437$$

$$C_{\min} = 1,5 * L + 5 / (1 - y) = 1,5 * 12 + 5 / (1 - 0,437) = 31,97 = 35 \text{ sec}$$

$$L = \Phi * L + R = 2 * 5 + 2 * 1 = 12 \text{ sec}$$

$$C = 61 \text{ sec}$$

$$c = z_I + z_{II} + L$$

$$z_I / z_{II} = y_I / y_{II}$$

$$z_I = 0,404 / 0,033 * z_{II}$$

$$z_I = 12,24 * z_{II}$$

$$c = 12,24 * z_{II} + z_{II} + L$$

$$z_{II} = 4,07 \Rightarrow 10 \text{ sec, odabrano } 20 \text{ sec}$$

$$z_I = c - z_{II} - L = 61 - 20 - 12 = 29 \text{ sec}$$

Pješački prijelaz na kraku 2

$$L_2 = 3 * 3,5 = 10,5 \text{ m}$$

$$V_{\text{pješ}} = 1,3 \text{ m/s}$$

$$z_{p2} = L_2 / V_{\text{pješ}} = 10,5 / 1,3 = 8,1$$

$$z_{p2} = 9 \text{ sec}$$

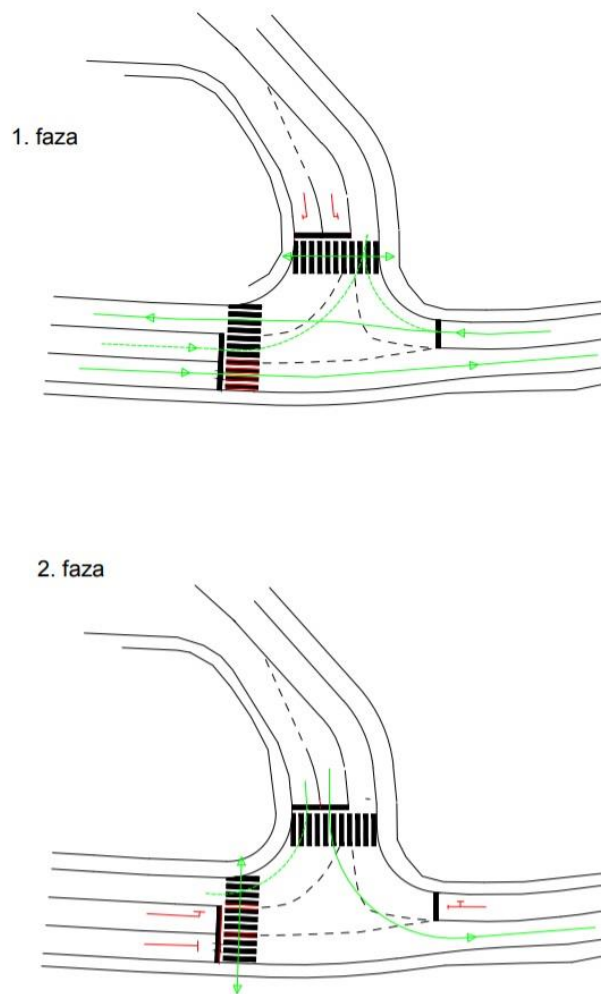
Pješački prijelaz na kraku 3

$$L_3 = 3 * 3,5 = 10,5 \text{ m}$$

$$V_{\text{pješ}} = 1,3 \text{ m/s}$$

$$z_{p3} = L_3 / V_{\text{pješ}} = 10,5 / 1,3 = 8,1$$

$$z_{p3} = 9 \text{ sec}$$



Slika 37. Plan faza semafora u prostoru

4.3.2. Kapacitet raskrižja

Za potrebe analize u softver SIDRA INTERSECTION unesene su tehničke karakteristike: širina prometnih trakova, pješački prijelazi, vrsta raskrižća, vrsta vozila te prometno opterećenje. Analiza softvera prikazana je na slici br. 38.

LANE LEVEL OF SERVICE

Lane Level of Service

 Site: 101v [sa dodatnim trakom]

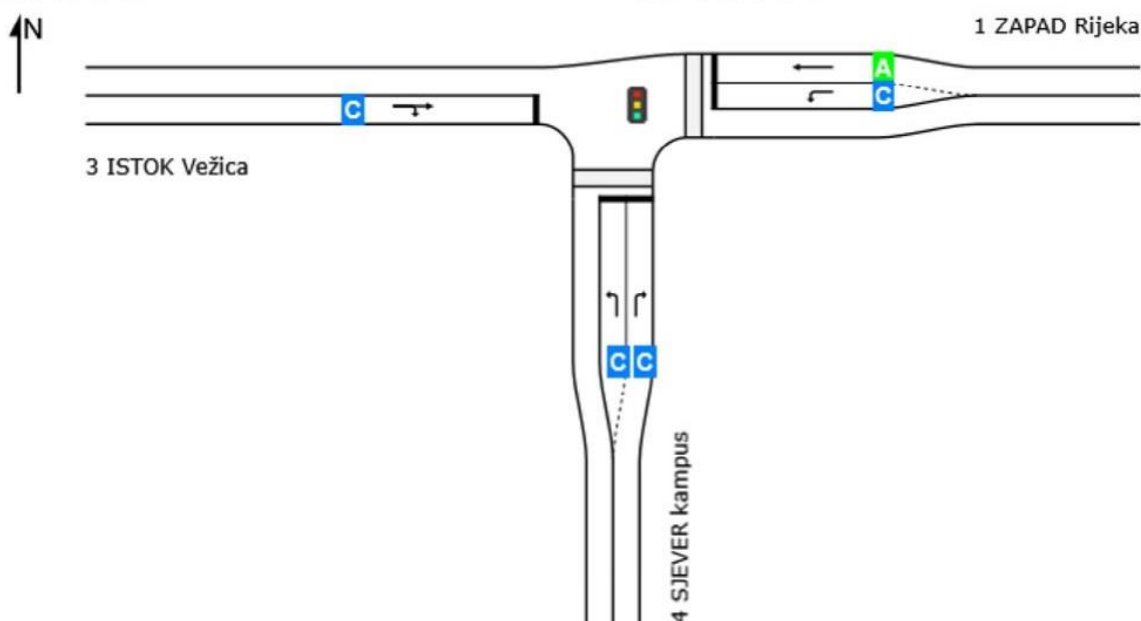
New Site

Site Category: (None)

Signals - Fixed Time Isolated Cycle Time = 61 seconds (Site User-Given Phase Times)

Design Life Analysis (Final Year): Results for 10 years

| | Approaches | | | Intersection |
|-----|------------|------|------|--------------|
| | South | East | West | |
| LOS | C | B | C | C |



Site Level of Service (LOS) Method: Delay (SIDRA). Site LOS Method is specified in the Parameter Settings dialog (Site tab).

Lane LOS values are based on average delay per lane.

Intersection and Approach LOS values are based on average delay for all lanes.

SIDRA Standard Delay Model is used. Control Delay includes Geometric Delay.

SIDRA INTERSECTION 8.0 | Copyright © 2000-2019 Akcelik and Associates Pty Ltd | sidrasolutions.com

Organisation: GRADJEVINSKI FAKULTET U RIJECI | Processed: 6. svibnja 2019. 9:26:35

Project: C:\Users\sanja.surdonja\Desktop\06.05.19. Pregledana verzija.sip8

Slika 38. Razina uslužnosti 3. varijantnog rješenja

Uslužnost raskrižja u smjeru istok – zapad softver je ocijenio ocjenom C jer na tom smjeru stabilni su uvjeti prometa sa oko 50% vozila u uvjetima slobodnog toka, pri čemu su mogući manja čekanja na raskrižjima. Uslužnost raskrižja u smjeru zapad- istok softver je ocijenio ocjenom A, dok smjer zapad- Kampus ocijenio ocjenom C. Uslužnost raskrižja sporednog traka iz smjera Kampusa ocijenjena je ocjenom C za desne skretače dok je lijevi trak za lijeve skretače iz smjera Kampusa ocijenjen ocjenom C .

4.3.3. *Konfliktne točke*

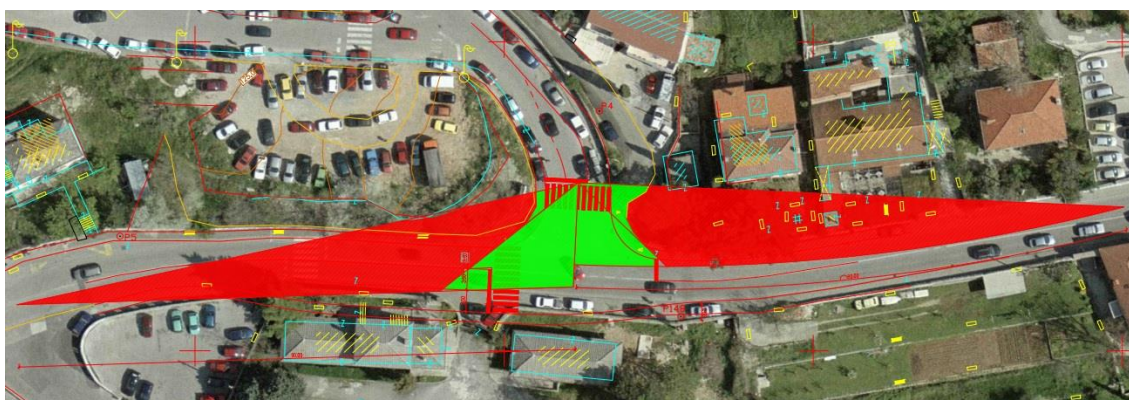
Sve konfliktne točke su iste kao u varijanti 1, što znači da u ovoj varijanti postoje tri konfliktne točke presijecanja, tri točke ulijevanja i jednu točku izlivanja. Ukupno ima 7 konfliktnih točaka.

4.3.4. *Preglednost*

U nastavku provjerena je preglednost ovog varijantnog rješenja prema hrvatskoj i američkoj regulativi.

Preglednost u raskrižju prema HRN normi

Iz izračuna prve varijante koji vrijedi i za ovaj primjer koristimo iste duljine preglednosti a to su $P_g = 90\text{m}$. Nanošenjem vrijednosti na skicu raskrižja dobivamo:



Slika 39. Skica preglednost prema HRV normi

Prema skici polja preglednosti koja mora biti osigurana za vozače koji prilaze iz sporedne ceste prema HRV normi skretanje u lijevo, vozač nema dostatnu preglednost. Vozač koji se kreće iz smjera Kampus – Ulica Tome Strižića može vidjeti vozilo koje se kreće po Ulici Tome Strižića u smjeru istok-zapad, tek kada samo vozilo uđe u raskrižje. Također preglednost kod skretanja u desno preglednost je minimalna.

SAD- smjernice (The Greenbook)

-skretanje u lijevo sa sporednog pravca

Iz izračuna prve varijante koji vrijedi i za ovaj primjer koristimo iste duljine preglednosti a to su $P_g = 105$ m. Nanošenjem vrijednosti na skicu raskrižja dobivamo:

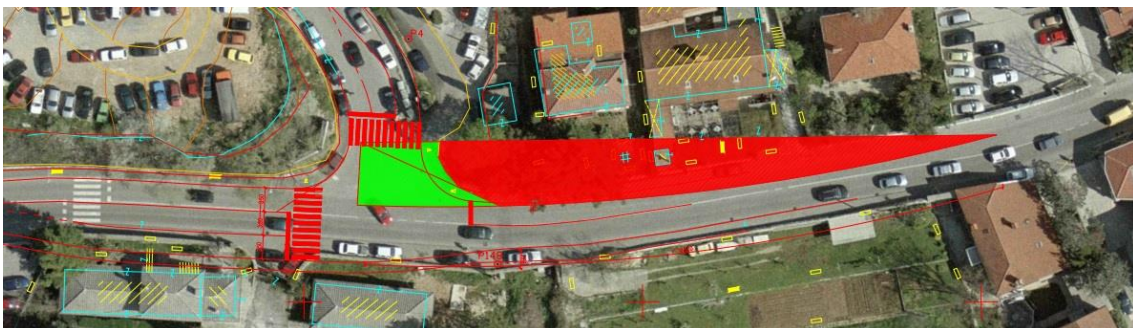


Slika 40. Preglednost SAD norme sporedni smjer skretanje u lijevo

Prema skici polja preglednosti koja mora biti osigurana za vozače koji prilaze iz sporedne ceste prema SAD smjernicama skretanje u lijevo, vozač nema dostatnu preglednost. Vozač koji se kreće iz smjera Kampus – Ulica Tome Strižića može vidjeti vozilo koje se kreće po Ulici Tome Strižića u smjeru istok-zapad, tek kada samo vozilo uđe u raskrižje.

-skretanje u desno sa sporednog pravca

Iz izračuna prve varijante koji vrijedi i za ovaj primjer koristimo iste duljine preglednosti a to su $P_g = 95$ m. Nanošenjem vrijednosti na skicu raskrižja dobivamo:

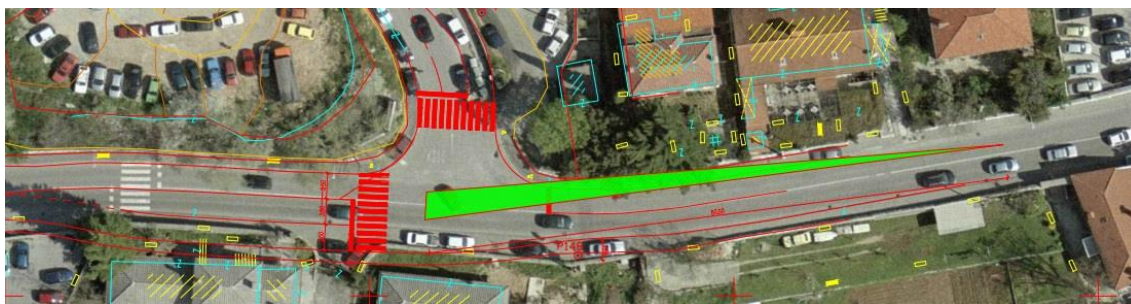


Slika 41. Preglednost SAD norme sporedni smjer skretanje u desno

Prema skici polja preglednosti koja mora biti osigurana za vozače koji prilaze iz sporedne ceste prema SAD smjernicama skretanje u desno, vozač nema dostatnu preglednost. Vozač koji se kreće iz smjera Kampus – Ulica Tome Strižića prema zapadu može vidjeti vozilo koje se kreće po Ulici Tome Strižića u smjeru istok-zapad, tek kada samo vozilo uđe u raskrižje.

-skretanje u lijevo sa glavnog pravca

Iz izračuna prve varijante koji vrijedi i za ovaj primjer koristimo iste duljine preglednosti a to su $P_g = 80$ m. Nanošenjem vrijednosti na skicu raskrižja dobivamo:



Slika 42. Preglednost SAD glavni smjer skretanje u lijevo na sporedni smjer

Prema skici polja preglednosti koja mora biti osigurana prema SAD smjernicama, vozači koji skreću iz Ulice Tome Strižića prema Ulici Vjekoslava Dukića imaju potpunu preglednost.

4.3.5. Provoznost

Provoznost u raskrižju je ista kao i kod varijante 1 gdje je nesemaforizirano raskrižje s trakom za lijeve skretače na glavnom i sporednom smjeru. U ovoj varijanti geometrijski elementi raskrižja ne zadovoljavaju potrebe mjerodavnog vozila.

4.4. Varijanta 4: kružno raskrižje

Kružno raskrižje je prometna građevina, gdje je kretanje vozila određeno središnjim kružnim otokom i kružnim kolnikom te privozima s razdjelnim otocima i s prometnim znakovima. [1] Četvrto varijantno rješenje je rješenje po kojem bi raskrižje postalo kružno raskrižje.



Slika 43. Varijantno rješenje 4:kružno raskrižje

4.4.1. Kapacitet raskrižja

Za potrebe analize u softver SIDRA INTERSECTION unesene su tehničke karakteristike: širina prometnih trakova, pješački prijelazi, vrsta raskršća, vrsta vozila te prometno opterećenje. Analiza softvera prikazana je na slici br. 44.

LANE LEVEL OF SERVICE

Lane Level of Service

Site: 101v [kružno novo]

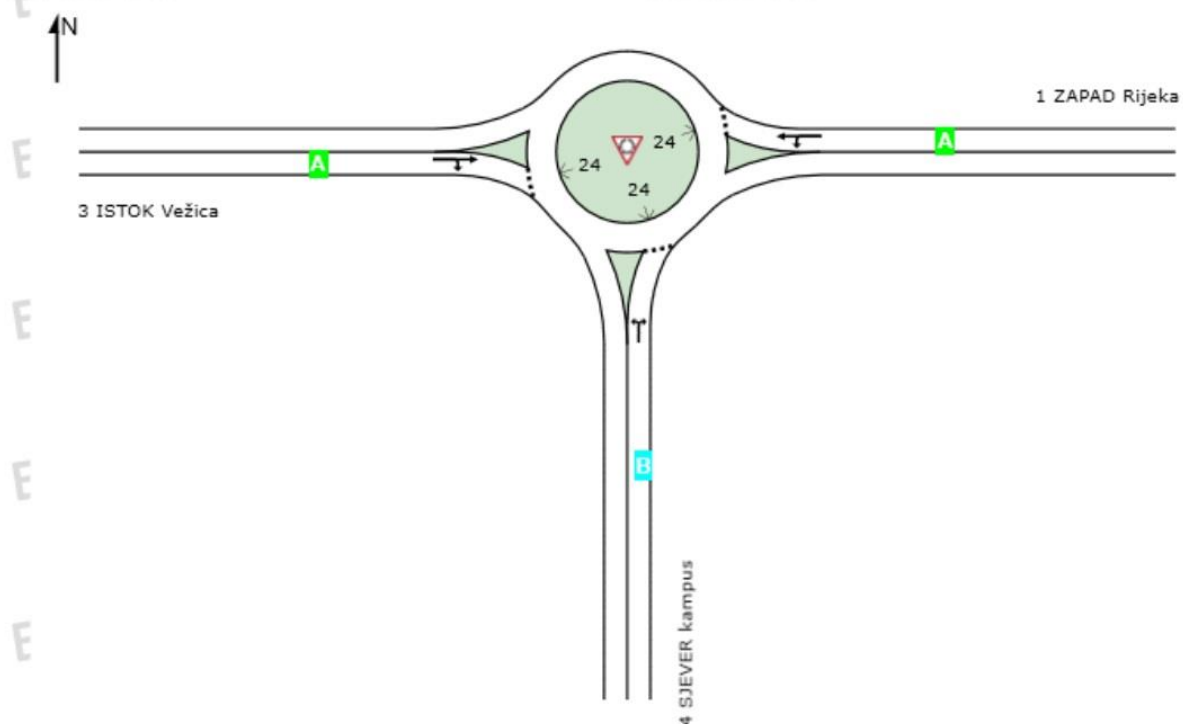
New Site

Site Category: (None)

Roundabout

Design Life Analysis (Final Year): Results for 10 years

| | Approaches | | | Intersection |
|-----|------------|------|------|--------------|
| | South | East | West | |
| LOS | B | A | A | A |



Site Level of Service (LOS) Method: Delay (SIDRA). Site LOS Method is specified in the Parameter Settings dialog (Site tab).

Roundabout LOS Method: SIDRA Roundabout LOS.

Lane LOS values are based on average delay per lane.

Intersection and Approach LOS values are based on average delay for all lanes.

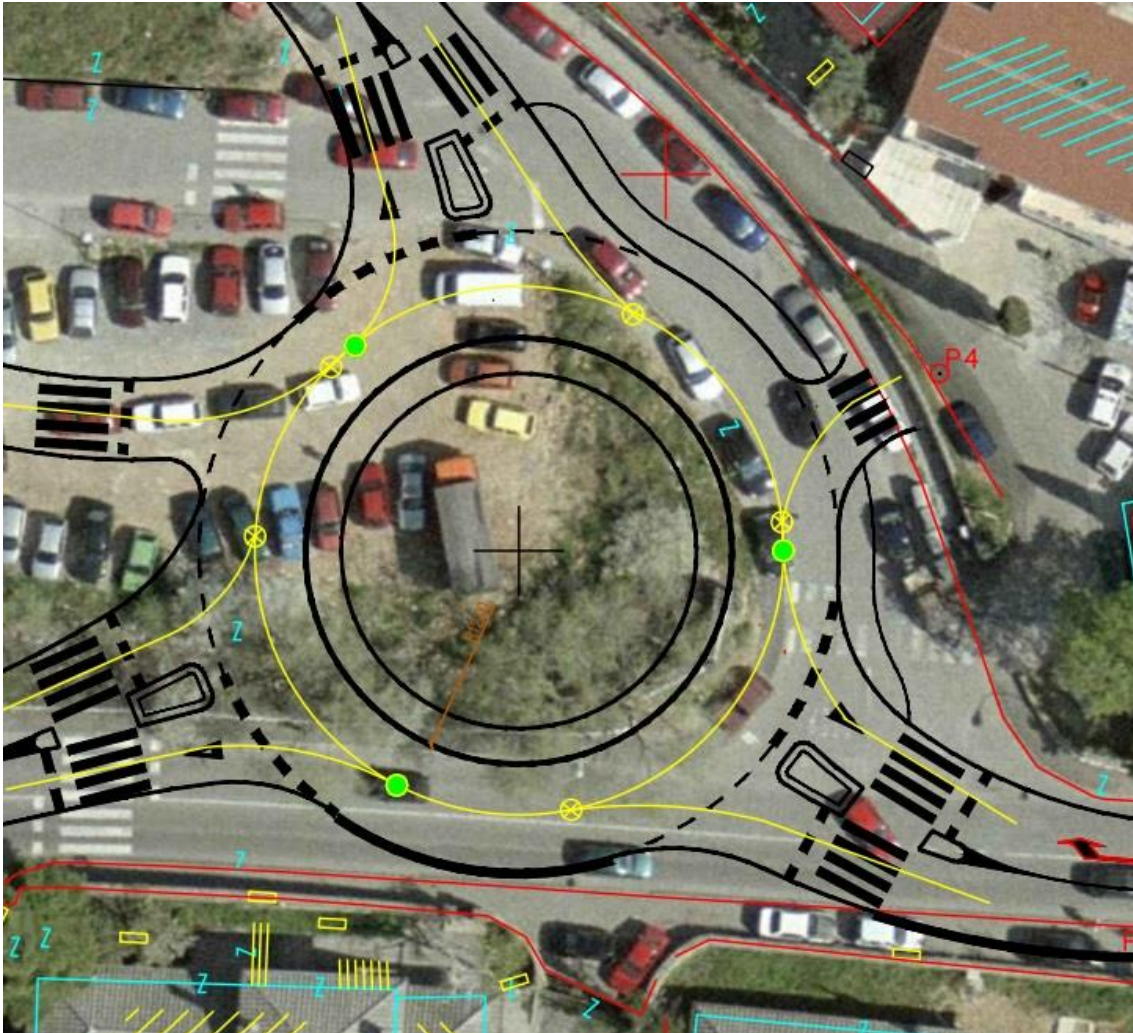
SIDRA Standard Delay Model is used. Control Delay includes Geometric Delay.

Slika 44. Razina usluznosti 4. varijantnog rješenja

Usluznost raskrižja u smjeru istok – zapad i zapad-istok softver je ocijenio ocjenom A gdje su uvjeti slobodnog toka sa najviše 10% međusobnih utjecaja između vozila u prometnom toku i prosječna vremena čekanja na raskrižju su minimalna. Usluznost raskrižja iz smjera Kampusu ocijenjen je ocjenom B gdje oko 70% vozila nalazi se u uvjetima slobodnog toka, a prosječna vremena čekanja na raskrižju nisu značajna.

4.4.2. Konfliktne točke

Na slici 45 prikazane su konfliktne točke na kružnom raskrižju. Oznakom kružić su označene točke uljevanja i kružićem sa križićem su označene točke izljevanja.



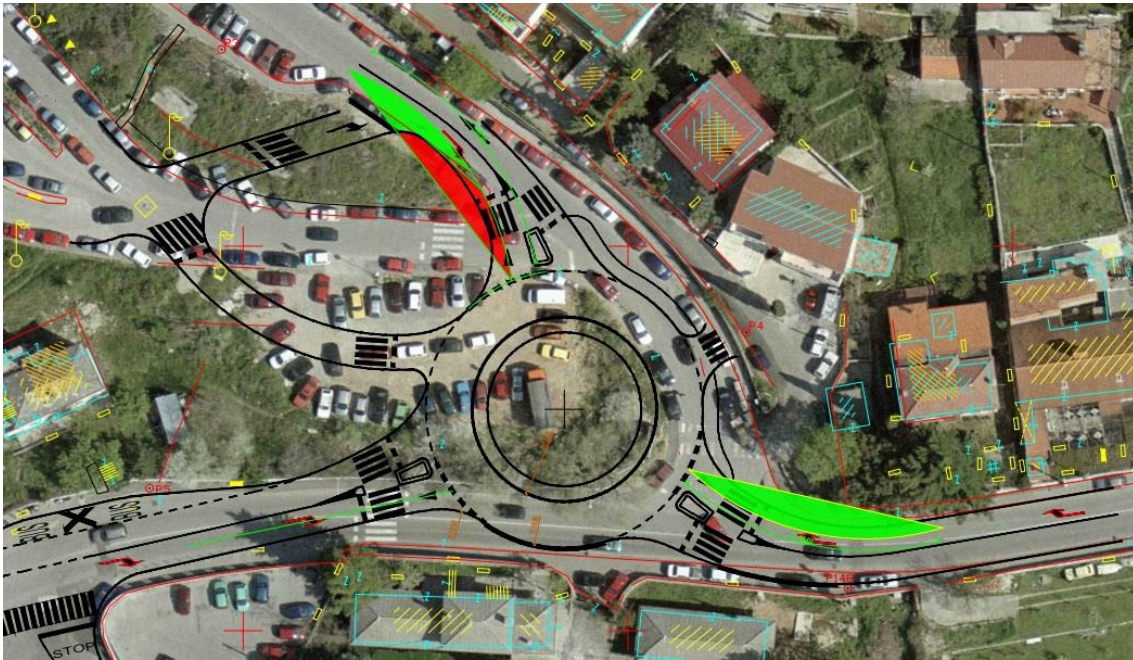
Slika 45. Konfliktne točke

Na ovom raskrižju postoje tri točke uljevanja i pet točke izljevanja. Ukupno 8 konfliktnih točaka.

4.4.3. Preglednost

Preglednost na prilazu

Duljina prilazne preglednosti trebaju biti najmanje jednake duljini zaustavne preglednosti P_z ovisno o brzini kretanja vozila. Za V_r 30km/h preporučena zaustavna preglednost je 35m. Kad na Skicu kružnog raskrižja naneseemo P_z na svaki prilaz dobijemo[8]:

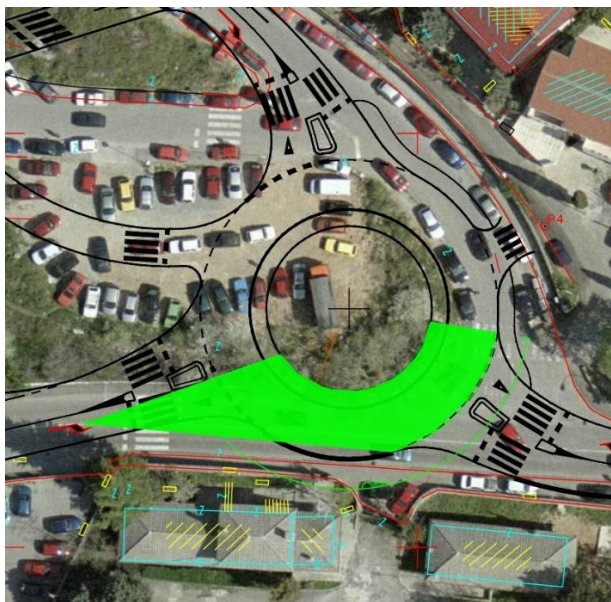


Slika 46. Prilazna preglednost kružnog raskrižja

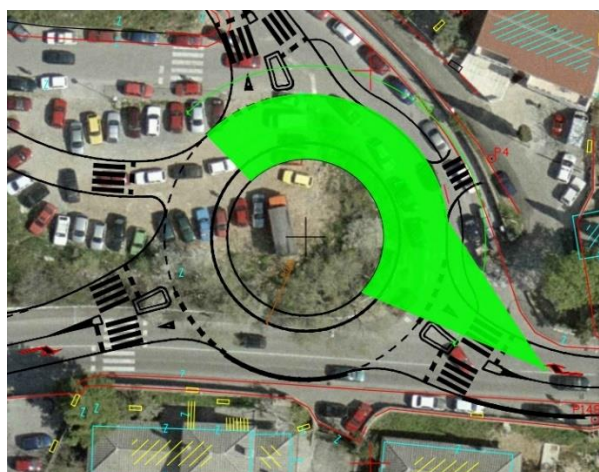
Nakon nanošenja duljine prilazne preglednosti, možemo vidjeti da preglednost na privozu Ulice Vjekoslava Dukića nije zadovoljena, dok privozi Ulica Tome Strižića istok i zapad zadovoljavaju uvjete prilazne preglednosti.

Preglednost na ulazu

Na malim i srednje velikim kružnim raskrižjima vozači svih vozila koja se približavaju crti zaustavljanja moraju biti u mogućnosti vidjeti predmete visine između 0.25 i 2 m na punoj širini kružnog kolnika sa duljine preglednosti ne manje od 40 m. Kada je R_v manji od 20 m preporuča se preglednost na cijelom kružnom kolniku. Iz slika 47-49 vidljivo je da je preglednost na ulazu osigurana na svim privozima raskrižja. [8]



Slika 47. Skica preglednosti na ulazu zapad- GRAD



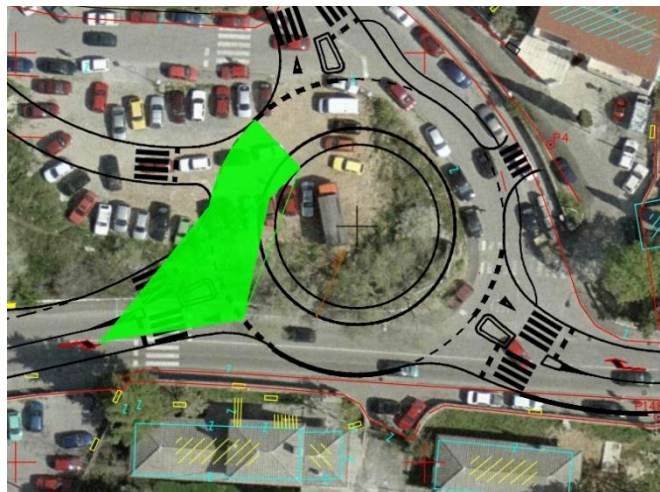
Slika 48. Skica preglednosti na ulazu istok – KAČJAK



Slika 49. Skica preglednosti na ulazu sjever - KAMPUS

Preglednost ulijevo s prilaza

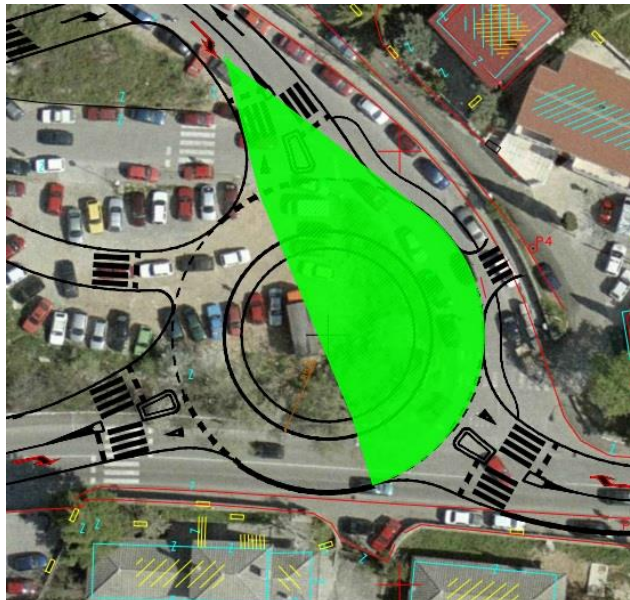
Na malim i srednje velikim kružnim raskrižjima vozači svih vozila koja se približavaju crti zaustavljanja moraju biti u mogućnosti vidjeti predmete visine između 0.25 i 2 m na punoj širini kružnog kolnika sa duljine preglednosti ne manje od 40 m. Kada je R_v manji od 20 m preporuča se preglednost na cijelom kružnom kolniku. Iz slika 50-52 vidljivo je da je preglednost ulijevo zadovoljena na svim privozima. [8]



Slika 50. Preglednost uljevo s prilaza zapad - GRAD



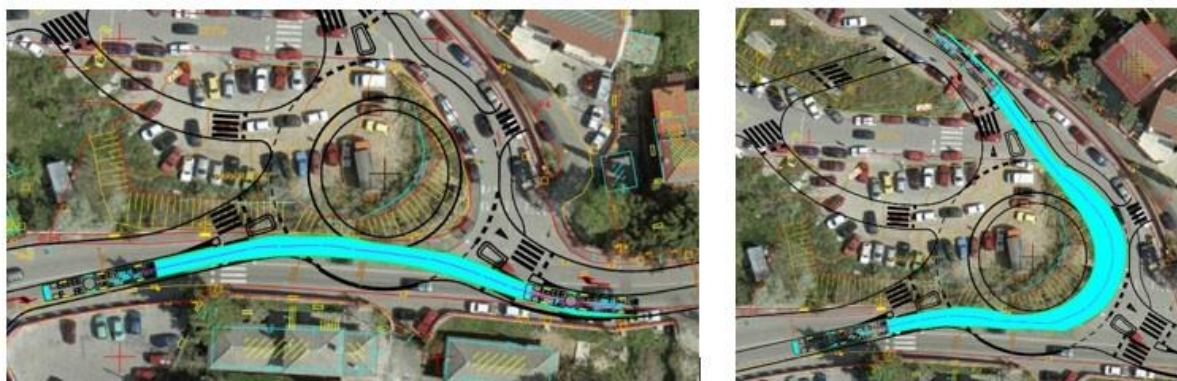
Slika 51. Preglednost ulijevo s prilaza istok - KAČJAK



Slika 52. Preglednost ulijevo s prilaza sjever - KAMPUS

4.4.4. Provoznost

Kako bi raskrižje bilo u potpunosti funkcionalno nužno je osigurati provoznost za mjerodavno vozilo. Za provjeru provoznost korišten je program AutoTURN, dodatak programu AutoCAD. U slučaju ovog raskrižja kao mjerodavno vozilo korištene su karakteristike zglobnog autobusa.



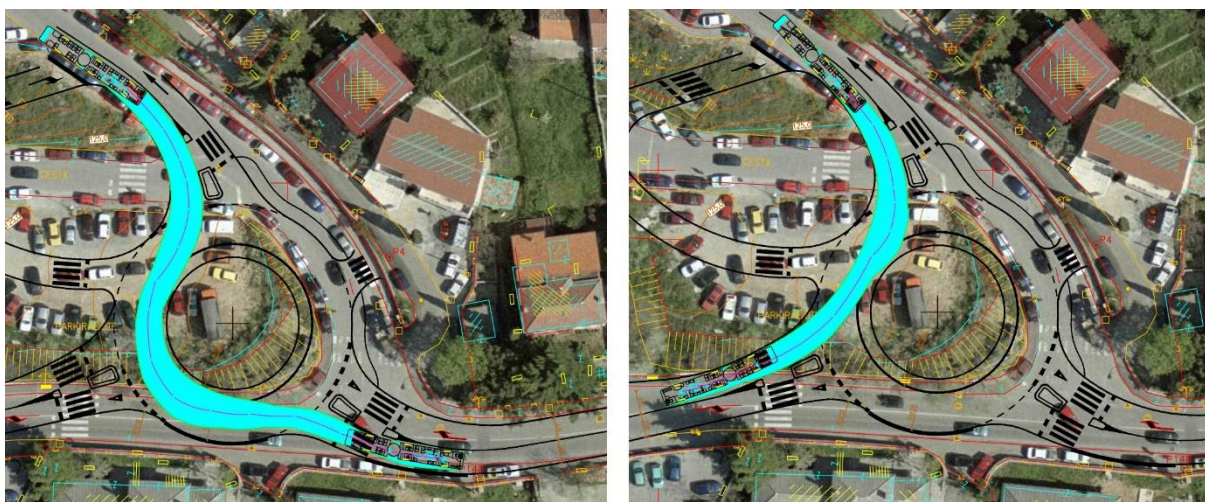
Slika 53. Provoznost vozila iz grada na Kačjak i Kampus

Na slici 53. prikazana je provjera provoznosti mjerodavnog vozila kroz raskrižje. Iz smjera zapad (Grad) prema izlazu istok (Kačjak) i iz smjera zapad (Grad) prema izlazu sjever (Kampus). Iz slike je vidljivo da je provoznost u potpunosti zadovoljena, geometrijski elementi raskrižja zadovoljavaju potrebe mjerodavnog vozila.



Slika 54. Provoznost vozila sa Kačkaka na Kampus i u Grad

Na slici 54. prikazana je provjera provoznosti mjerodavnog vozila kroz raskrižje. Iz smjera istok (Kačjak) prema izlazu zapad (grad) i iz smjera istok (Kačjak) prema izlazu sjever (Kampus). Iz slike je vidljivo da je provoznost u potpunosti zadovoljena, geometrijski elementi raskrižja zadovoljavaju potrebe mjerodavnog vozila.



Slika 55. Provoznost vozila sa kampusa na Kačjak i Grad

Na slici 55. prikazana je provjera provoznosti mjerodavnog vozila kroz raskrižje. Iz smjera sjever (Kampus) prema izlazu istok (Kačjak) i iz smjera sjever (Kampus) prema izlazu zapad (Grad) Iz slike je vidljivo da je provoznost u potpunosti zadovoljena, geometrijski elementi raskrižja zadovoljavaju potrebe mjerodavnog vozila.

5. VREDNOVANJE VARIJANTNIH RJEŠENJA I ODABIR OPTIMALNOG RJEŠENJA

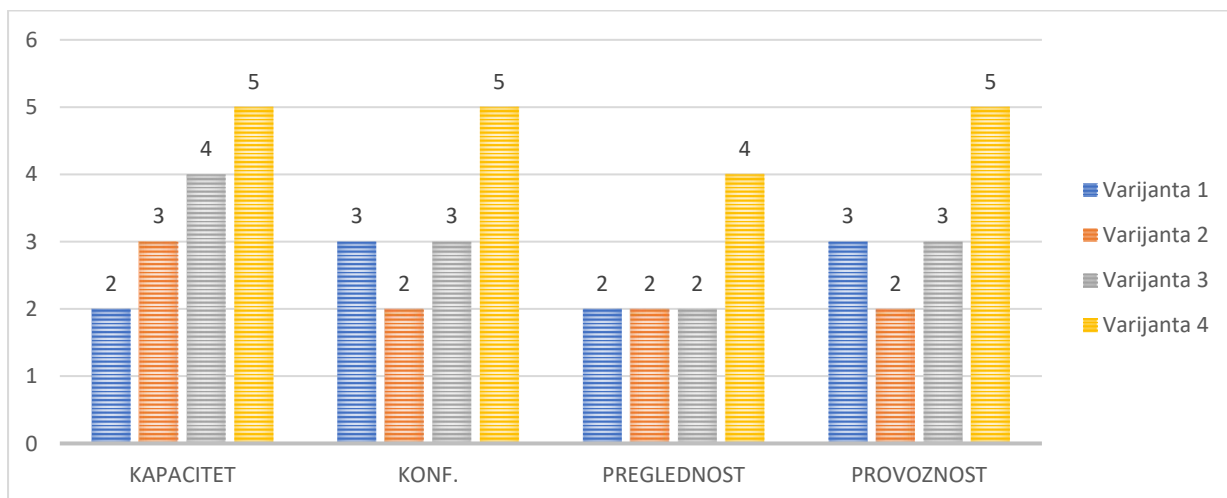
Kako bi se odabralo optimalno rješenje za rekonstrukciju raskrižja, svako varijantno rješenje se analiziralo kroz nekoliko kriterija a to su:

1. Konfliktne točke,
2. Kapacitet raskrižja,
3. Preglednost
4. Provoznost raskrižja

Analiziranjem svih četiri varijantnih rješenja kroz navedene kriterije svakoj varijanti za svaki kriterij dodijeljena je ocjena i na kraju sumiranjem svih ocjena odabrano je optimalno rješenje. U tablici 10. prikazane su dodijeljene ocjene po varijantama i kriterijima. Svaki kriterij moguće je ocijeniti ocjenom od 1- 5, pri čemu veća ocjena znači povoljniju varijantu.

Tablica 10. Vrednovanje varijanti kroz kriterije

| | OCIJENE KRITERIJA 1 - 5 | | | | |
|--------------------|-------------------------|-------|-------------|------------|-----------|
| | KAPACITET | KONF. | PREGLEDNOST | PROVOZNOST | UKUPNO |
| Varijanta 1 | 2 | 3 | 2 | 3 | 10 |
| Varijanta 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 9 |
| Varijanta 3 | 4 | 3 | 2 | 3 | 12 |
| Varijanta 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 19 |



Slika 56. Usporedba ocjenjenih kriterija za svaku varijantu

Nakon usporedbe ocjenjenih kriterija prikazanih na slici 56 vidljivo je da je najbolju ocjenu dobila varijanta 4 – kružno raskrižje, dok su ova ostala rješenja znatno lošija. Kapacitet kružnog raskrižja ocijenjen je najvišom ocjenom, za glavni smjer ocjenom A, dok je za sporedni smjer ocijenjen ocjenom B. Ova varijanta raskrižja omogućuje najmanji broj konfliktnih točaka čime se povećava sigurnost sudionika u prometu. Također ova vrsta raskrižja, u potpunosti jedina pruža potpunu preglednost i provoznost mjerodavnog vozila kroz raskrižje.

6. ZAKLJUČAK

Oduvijek je promet bio sastavni dio svakodnevnog života pa je tako i danas nemoguće zamisliti život bez prometnih sustava. Jedan od najkorištenijih prometnih tokova je cestovni promet koji je usmjeren na prijevoz ljudi i robe cestovnim putevima i vozilima. U cestovnom prometu najkritičnija točka je raskrižje. Povećanjem prometnog opterećenja kod velikog broja raskrižja dolazi do gubitka njegove osnovne funkcije, a to je osiguranje dostatnog kapaciteta. Uzmu li se u obzir i dodatni neadekvatni uvjeti sigurnosti na raskrižju, nužna je rekonstrukcija raskrižja. Rekonstrukcija raskrižja bi trebala prvenstveno osigurati dostatnu razinu sigurnosti za sve sudionike u prometu te dovoljan kapacitet raskrižja u nekom projektnom perionu.

Cilj ovog rada, bila je analiza trenutnog stanja raskrižja Ulice Tome Strižića i Ulice Vjekoslava Dukića, te pronalazak optimalnog rješenja koje bi omogućilo podizanje razine sigurnosti na raskrižju, koja je na ovom raskrižju prema prikupljenim podacima vrlo loša. O tome svjedoči i evidencija o prometnim nesrećama u razdoblju od 2014.-2019.godine kao i analiza razinu uslužnosti po privozima raskrižja.

Za potrebe analize postojećeg stanja raskrižja, na tri privoza raskrižja postavljeni su brojači prometa. Iz podataka brojača dobivena su postojeća prometna opterećenja i brzine, kako na glavnim tokovima tako i na sporednom toku. Analiza podataka pokazala je da jutarnji vršni sat (07:30 -08:30) znatno većeg prometnog opterećenja, za razliku od popodnevnog vršnog sata (16:00-17:00). Najveći protok prometa ide Ulicom Tome Strižića, iz smjera istok – zapad. Također, analizirana je i preglednost raskrižja koja nije zadovoljavajuća.

Vrlo niska razina sigurnosti na raskrižju bila je polazište za odabir jednu od četiri varijantnih rješenja kako bi se podigla razina sigurnosti, poboljšala preglednost i provoznost na raskrižju. Prva predložena varijanta je nesemaforizirano raskrižje s trakom za lijeve skretače na glavnom i sporednom smjeru, druga varijanta je semaforizirano raskrižje bez trake za lijeve skretače, treća varijanta je semaforizirano raskrižje s trakom za lijeve skretače dok je četvrta varijanta kružno raskrižje.

Optimalna varijanta odabrana je na temelju slijedećih kriterija: kapacitet, konfliktne točke, preglednost i provoznost. Analizom navedene četiri varijante kroz navedene kriterije svakoj varijanti za svaki kriterij dodijeljena je ocjena i na kraju sumiranjem svih ocjena odabrano je optimalno rješenje.

U ovom slučaju kružno raskrižje predstavlja optimalno rješenje u pogledu osiguranja bolje preglednosti na raskrižju, dostatne provoznosti za mjerodavno vozilo, dostatnog kapaciteta za projektni period, te smanjenog broja konfliktnih točaka u odnosu na sadašnje rješenje te ostale ponudene varijante.

7. LITERATURA

- [1] Legac I. i koautori, Gradske prometnice, Zagreb 2011.
- [2] Odluka o donošenju Generalnog urbanističkog plana grada Rijeke
- [3] <https://www.google.hr/maps/@45.3254768,14.4726497>, (13.10.2019.)
- [4] Cerovac V., Tehnika i sigurnost prometa , Zagreb 2001.
- [5] Datacollect SDR Traffic
- [6] Podaci o nesrećama MUP-a Primorsko – goranske županije
- [7] Brozović, I., Prometno i prostorno planiranje, Rijeka 2009.,
- [8] Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama; Izraditelji: izv. prof. Aleksandra Deluka – Tibljaš, mag.ing.aedif., prof.dr. Tomaž Tollazz, mag.ing.aedif., dr.sc. Ivica Bariši, mag.ing.traff.Sergie Babić, mag. ing. aedif., Sanja Šurdonja, mag.ing.aedif., doc.dr. Marko Renelj, mag.ing.aedif., Ivana Pranjić, mag.ing.aedif., Rijeka, srpanj 2014.