

Idejno rješenje nove regulacije i organizacije prometnih tokova u naselju Gornja Dubrava - Studentski grad u Gradu Zagrebu

Pavković, Domagoj

Master's thesis / Diplomski rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:967927>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-07**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Transport and Traffic Sciences -
Institutional Repository](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Domagoj Pavković

IDEJNO RJEŠENJE NOVE REGULACIJE I ORGANIZACIJE
PROMETNIH TOKOVA U NASELJU GORNJA DUBRAVA –
STUDENTSKI GRAD U GRADU ZAGREBU

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2020.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
POVJERENSTVO ZA DIPLOMSKI ISPIT

Zagreb, 11. ožujka 2020.

Zavod: **Zavod za prometno planiranje**
Predmet: **Teorija prometnih tokova**

DIPLOMSKI ZADATAK br. 5519

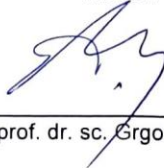
Pristupnik: **Domagoj Pavković (0135225549)**
Studij: **Promet**
Smjer: **Cestovni promet**

Zadatak: **Idejno rješenje nove regulacije i organizacije prometnih tokova u naselju Gornja Dubrava Studentski grad u Gradu Zagrebu**

Opis zadatka:

U diplomskom radu definirat će se područje obuhvata u naselju Gornja Dubrava, obuhvaćajući makro lokaciju, te mikro lokaciju pojedinih raskrižja. Analizom trenutnog stanja prometa kao i prometne infrastrukture, utvrdit će se problemi odvijanja prometnih tokova i stanje prometne infrastrukture na pojedinim raskrižjima. Na temelju prikupljenih podataka, ručnog brojanja prometa napraviti će se analiza prometne potražnje u budućnosti. Nakon provedenih analiza i prikupljenih podataka, napraviti će se prijedlozi idejnog rješenja nove regulacije, u cilju povećanja propusne moći, smanjenja konfliktnih točaka i povećanje sigurnosti sudionika na navedenim raskrižjima. Nakon prikazanih prijedloga odradit će se evaluacija novih predloženih rješenja.

Mentor:



prof. dr. sc. Grgo Luburić

Predsjednik povjerenstva za
diplomski ispit:

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

DIPLOMSKI RAD

**IDEJNO RJEŠENJE NOVE REGULACIJE I ORGANIZACIJE
PROMETNIH TOKOVA U NASELJU GORNJA DUBRAVA –
STUDENSKI GRAD U GRADU ZAGREBU**

**CONCEPTUAL DESIGN OF A NEW REGULATION AND
TRAFFIC FLOW ORGANIZATION IN GORNJA DUBRAVA –
STUDENSKI GRAD IN THE CITY OF ZAGREB**

Mentor: prof. dr. sc. Grgo Luburić

Student: Domagoj Pavković

JMBAG: 0135225549

Zagreb, rujan 2020.

IDEJNO RJEŠENJE NOVE REGULACIJE I ORGANIZACIJE PROMETNIH TOKOVA U NASELJU GORNJA DUBRAVA – STUDENTSKI GRAD U GRADU ZAGREBU

SAŽETAK

Prilikom izrade diplomskog rada provedena je analiza postojećeg stanja promatranih raskrižja na području naselja Gornja Dubrava tj. na području mjesnog odbora Studentski grad, definirana su područja obuhvata raskrižja kako na širem području prometne mreže navedenog naselja tako i na užem području obuhvata. Provedenom analizom postojećeg stanja prometa i prometne infrastrukture utvrđeni su određeni nedostaci na području promatranih raskrižja, također provedena je analiza nemotoriziranog prometa i analiza postojećeg prijevoza putnika u javnog gradskom prometu koje se odvija na promatranim raskrižjima. Prilikom izrade rada provedeno je i brojanje prometa na temelju čega se provela i analiza prometa koje se očekuje u budućnosti na području navedenih raskrižja, nakon utvrđenog prometnog opterećenja i prometnih tokova na navedenim raskrižja predložena su idejna rješenja nove regulacije prometnih tokova na promatranim raskrižjima, prilikom čega bi se značajno povećala sigurnost odvijana prometa i povećanje propusne moći na promatranim raskrižjima. Nakon provedbe novih idejnih rješenja provedena je evaluacija svakog raskrižja pojedinačno prilikom čega se došlo do rezultata razine usluge odvijanja prometa postojećeg stanja i rezultata nakon provedene rekonstrukcije raskrižja.

KLJUČNE RIJEČI: analiza prometa; sigurnost; prometni tokovi; razina usluge; idejna rješenja

SUMMARY

While working on this thesis, I have conducted the analysis of the current condition of the observed intersections in the area of Gornja Dubrava (in the area of the local committee Studentski grad). I have also defined the areas of intersection both in the wider area of the traffic network and in the narrower area. The analysis of the current state of traffic and traffic infrastructure identified certain shortcomings in the observed intersections. Furthermore, the analysis of non-motorized traffic and the analysis of the existing passenger transport in public urban transport that takes place at the observed intersections has also been conducted. A traffic count was performed as well, on the basis of which an analysis of traffic expected in the future in the area of these intersections was carried out. After the determined traffic load and traffic flows at the mentioned intersections, conceptual solutions of the new regulation of traffic flows at the observed intersections were

proposed, which would significantly increase the safety of traffic and increase the capacity at the observed intersections. After the implementation of the new conceptual solutions, the evaluation of each intersection was carried out individually, during which the results of the level of traffic service of the existing condition and the results after the reconstruction of the intersection were obtained.

KEY WORDS: traffic analysis; security; traffic flows; level of service; conceptual solutions

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. DEFINIRANJE PODRUČJA OBUHVATA	3
2.1. Definiranje šireg područja obuhvata.....	4
2.2. Definiranje užeg područja obuhvata	6
3. ANALIZA TRENUTNOG STANJA PROMETA I PROMETNE INFRASTRUKTURE	10
3.1. Analiza postojećeg stanja prometne infrastrukture.....	11
3.1.1. Raskrižje 1	11
3.1.2. Raskrižje 2	15
3.1.3. Raskrižje 3	18
3.2. Analiza postojećeg stanja nemotoriziranog prometa	22
3.3. Analiza prometnih tokova	22
3.4. Analiza sigurnosti odvijanja prometa	28
3.5. Analiza postojećeg sustava prijevoza putnika u javnom gradskom prometu	28
4. ANALIZA PROMETNE POTRAŽNJE U BUDUĆNOSTI	30
4.1. Prometna prognoza na raskrižju 1.....	32
4.2. Prometna prognoza na raskrižju 2.....	35
4.3. Prometna prognoza na raskrižju 3.....	37
5. PRIJEDLOZI IDEJNIH RJEŠENJA NOVE REGULACIJE PROMETNIH TOKOVA	41
5.1. Prijedlog idejnog rješenja prvog raskrižja.....	48
5.2. Prijedlog idejnog rješenja drugog raskrižja.....	50
5.3. Prijedlog idejnog rješenja trećeg raskrižja	53
6. EVALUACIJA REZULTATA NOVE REGULACIJE PROMETNIH TOKOVA	56
6.1. Komparacija razine usluge prvog raskrižja	57
6.2. Komparacija razine usluge drugog raskrižja.....	59
6.3. Komparacija razine usluge trećeg raskrižja.....	61
7. ZAKLJUČAK	63
LITERATURA	64
POPIS SLIKA	66
POPIS TABLICA	68
POPIS GRAFIKONA	69

1. UVOD

Povećanjem razvoja prometa dolazi do značajnog porasta problema u odvijanju cestovnog prometa posebno se to odnosi za zemlje u razvoju, uslijed čega dolazi do smanjenja sigurnosti prilikom odvijanja prometa kao i povećanje teškoća u odvijanju prometnih tokova. Stalnim povećanjem broja vozača i vozila dolazi se do zaključka da postojeća prometna infrastruktura s popratim sadržajem sve teže udovoljava zahtjevima za odvijanje prometnih tokova i samu sigurnost prometa. Prometna ponuda i kapacitet prometnica nisu uravnoteženi s trenutnom potražnjom uslijed čega dolazi do poteškoća prilikom odvijanja prometnih tokova. Značajni utjecaj uslijed otežanog odvijanja prometa čine prometne površine, odnosno prometna infrastruktura koja ne može udovoljiti zahtjevima sve većeg broja vozila i vozača na prometnicama.

Gradska četvrt Gornja Dubrava prema posljednjem popisu stanovništva iz 2011. godine broji oko 62 000 stanovnika što se značajno odnosi na odvijanje prometnih tokova na istočnom dijelu grada Zagreba. Na području Studentskog grada najopterećenije prometnice su ulica Klin i Dankovečka, ulice koje predstavljaju prometne pravce koje dalje propuštaju vozila prema Podsljemenskom djelu grada i sjevernijim područjima gradske četvrti Gornja Dubrava. Uz navedene prometnice se nalaze objekti koji predstavljaju osnovnu školu, srednje škole, gradske tržnice, trgovačke centre i ostale popratne objekte koji predstavljaju velike atraktore prometa kako i radnim danom tako i vikendima.

Tema diplomskog rada je „**Idejno rješenje nove regulacije i organizacije prometnih tokova u naselju Gornja Dubrava – Studentski grad u Gradu Zagrebu**“. Svrha navedenog rada je prikazati postojeće stanje odvijanja prometa na području Studentskog grada, prikazati nedostatke prilikom odvijanja prometa i njegove negativne posljedice koje se odražavaju na odvijanje prometnih tokova, te su nakon analiziranih i utvrđenih nedostataka ponuđene rekonstrukcije pojedinih raskrižja koja zadovoljavaju trenutne i buduće potrebe prometne potražnje. Predložena rješenja povećavanju kvalitetu i sigurnost odvijanja prometnih tokova na navedenom području.

Diplomski rad sastoji se od sedam poglavlja:

1. Uvod
2. Definiranje područja obuhvata

3. Analiza trenutnog stanja prometa i prometne infrastrukture
4. Analiza prometne potražnje u budućnosti
5. Prijedlozi idejnih rješenja nove regulacije prometnih tokova
6. Evaluacija rezultata nove regulacije prometnih tokova
7. Zaključak

U drugom poglavlju definirano je područje obuhvata problematičnih raskrižja, navedena je njihova lokacija na području Studentskog grada opisana je makro lokacija raskrižja kao i mikro lokacija, te su navedene značajne građevine koje znatno utječu na odvijanje prometnih tokova.

U trećem poglavlju potrebno je provesti analizu postojećeg stanja prometa i prometne infrastrukture, utvrditi i prikazati nedostatke svakog raskrižja pojedinačno vezano za odvijanje prometnih tokova, smanjene sigurnosti odvijanja prometa uslijed smanjene preglednosti i ukazati na nedostatke horizontalne i vertikalne signalizacije. U navedenom poglavlju prikazano je stanje nemotoriziranog prometa i stanje odvijanja javnog gradskog prijevoza putnika.

U četvrtom poglavlju provedena je prognoza prometne potražnje u budućnosti za vremensko razdoblje od 5, 10 i 20 godina.

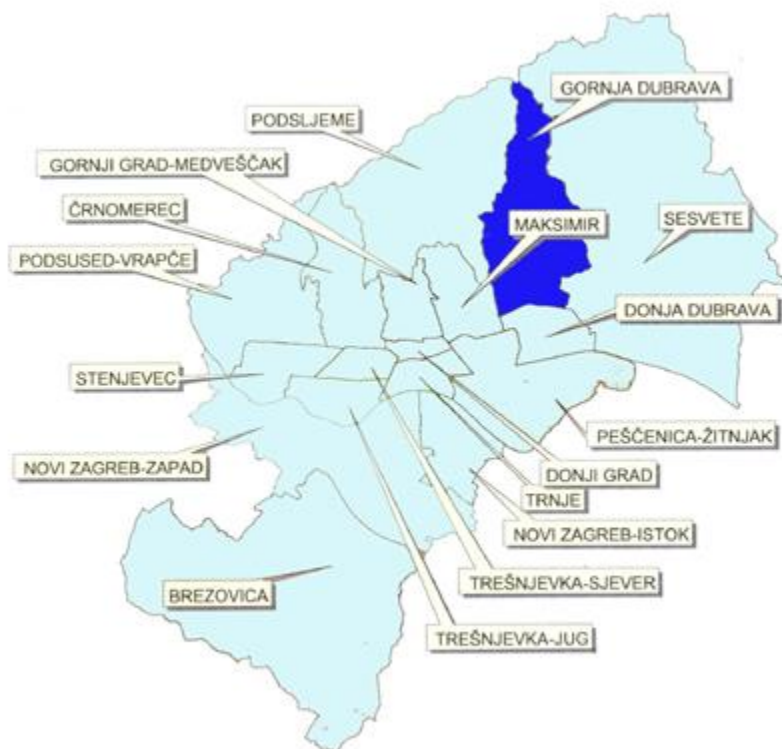
Peto poglavlje predstavlja idejna rješenja za rekonstrukciju postojećih raskrižja i poboljšanja odvijanja prometnih tokova, postavljanje horizontalne i vertikalne signalizacije, prikaz rješavanja problema nemotoriziranog prometa kroz predložak izgradnje biciklističke staze i pločnika na mjestima na kojima nedostaje.

Šesto poglavlje odnosi se na evaluaciju predloženih rješenja u obliku definiranja razine prometne usluge koja se uzima kao najvažniji evaluacijski parametar. Provedena je evaluacija trenutačnog stanja i stanja nakon rekonstrukcije raskrižja.

Prilikom izrade diplomskog rada korišteni su relevantni podaci prikupljeni od strane autora vlastitim radom i zapažanjem, pri čemu je korištena stručna literatura i relevantni podaci prikupljeni na internetu.

2. DEFINIRANJE PODRUČJA OBUHVATA

Područje gradske četvrti Gornja Dubrava obuhvaća područje sjeveroistočnog dijela grada Zagreba. Gornja Dubrava smještena je na području gdje na zapadu graniči s Gradskom četvrti Maksimir, na sjeverozapadu s Gradskom četvrti Podsljeme, na jugu graniči s Donjom Dubravom, dok na istoku kao i sjeveroistoku graniči s Gradskom četvrti Sesvete.



Slika 1. Položaj područja Gradske četvrti Gornja Dubrava

Izvor: [7]

Prema podacima iz posljednjeg popisa stanovništva Gradska četvrt Gornja Dubrava sastoji se od 61.841 stalnih stanovnika, koji su raspoređeni u 21.257 kućanstva i 26.091 stanova, dok se površina područja Gornje Dubrave prostire na 1497,27 hektara [7].

Područje Gornje Dubrave proteže se u pravcu sjever-jug što čini veliku reljefnu raznolikost, najveće područje prostora četvrti zauzimaju obronci Medvednice gdje se u dolinama protežu najznačajnije prometnice na ovom dijelu grada, tu spadaju Miroševička cesta na zapadnom dijelu,

Sunekova ulica i Čučerska cesta na središnjem području, te Novoselečki put i Branovečka cesta na istočnom dijelu područja, navedeno područje prema reljefnom opisu pripada brdskom krajobrazu.

Najjužnije područje Gornje Dubrave iako pripada tek petini površine područja čini najveću koncentraciju stanovništva od oko tri četvrtine ukupnog stanovništva navedene Gradske četvrti.

Navedeni prostor početkom prošlog stoljeća zapravo nije bio naseljen, početak naseljavanja kao i brza izgradnja navedenog područja počinje u pedesetim godinama prošlog stoljeća. Južni dio Gornje Dubrave danas se sastoji od velikog broja stambenih zgrada koje su produkt kolektivne kao i individualne gradnje, posebno se to ističe uz područje ulice Dubrava, kao i na područjima mjesnih odbora Klaka, Studentski grad i Poljanice.

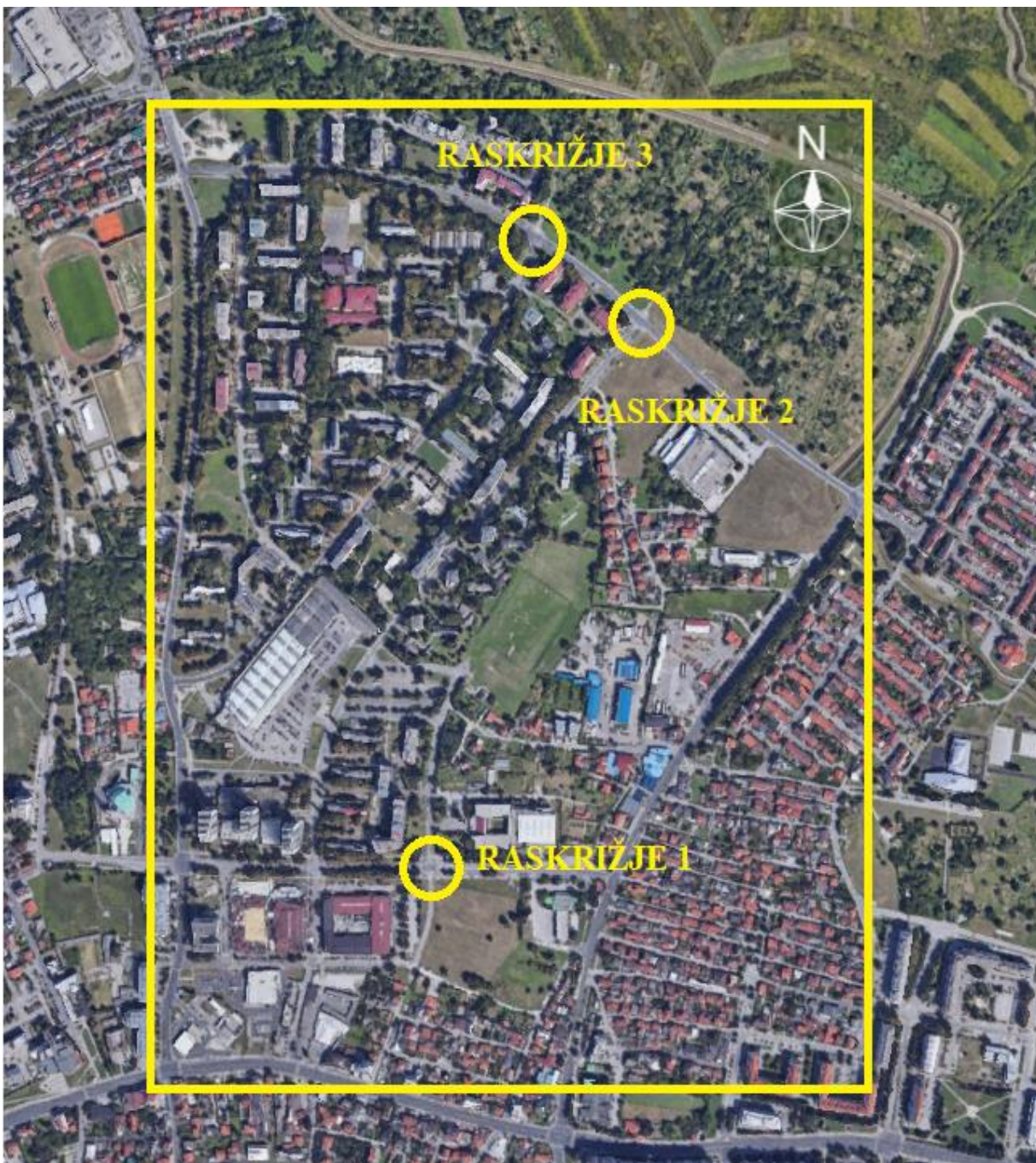
Područje Gornje Dubrave obiluje zelenim površinama, te se na tome području nalazi gradski park Grad Mladih, kao i dio parka prirode Medvednica.

2.1. Definiranje šireg područja obuhvata

Širim područjem obuhvata definira se lokacija kao i položaj značajnih prometnica u odnosu na ukupno promatrano područje. Prilikom rekonstrukcije raskrižja ili izgradnjom novih dionica ceste potrebno je voditi računa da novi prometnih pravci kao i rekonstrukcija raskrižja nema negativan utjecaj na šire područje postojeće prometne mreže.

Studentski grad u danas prepoznatljivim obrisima počeo se graditi šezdesetih i sedamdesetih godina prošlog stoljeća, pri čemu su se gradile niže stambene zgrade. Područjem Studentskog grada na zapadnom dijelu proteže se Dankovečka ulica, na sjevernom dijelu nalazi se ulica Mate Lovraka i ulica Vinka Žganeca, dok se na istočnom dijelu nalazi ulica Klin, a na južnom dijelu se nalazi ulica Dubrava koja ujedno predstavlja i najprometniju ulicu vezanu za Studentski grad.

Područje mjesnog odbora Studentski grad smješten je na najjužnijem dijelu Gradske četvrti Gornja Dubrava, te na zapadu graniči s mjesnim odborom Klaka, na sjeverozapadnom dijelu s Granešinom, na sjeverom dijelu s Oporovcem, na istočnom dijelu s Trnovčicom, jugoistočni dio graniči s mjesnim odborom Poljanice, dok na južnom dijelu graniči s Gradskom četvrti Donja Dubrava.



Slika 2. Položaj raskrižja na širem području Studentskog grada

Izvor: [8]

Mjesni odbor Studentski grad prema zadnjem popisu stanovništva iz 2011. godine imao je 7.621 stanovnika, dok se površina navedenog područja nalazi na 103,41 hektara. Treba napomenuti da se više od 95% stanovništva na navedenom području živi u stambenim objektima, dok ostatak stanovništva živi u kućama.

2.2. Definiranje užeg područja obuhvata

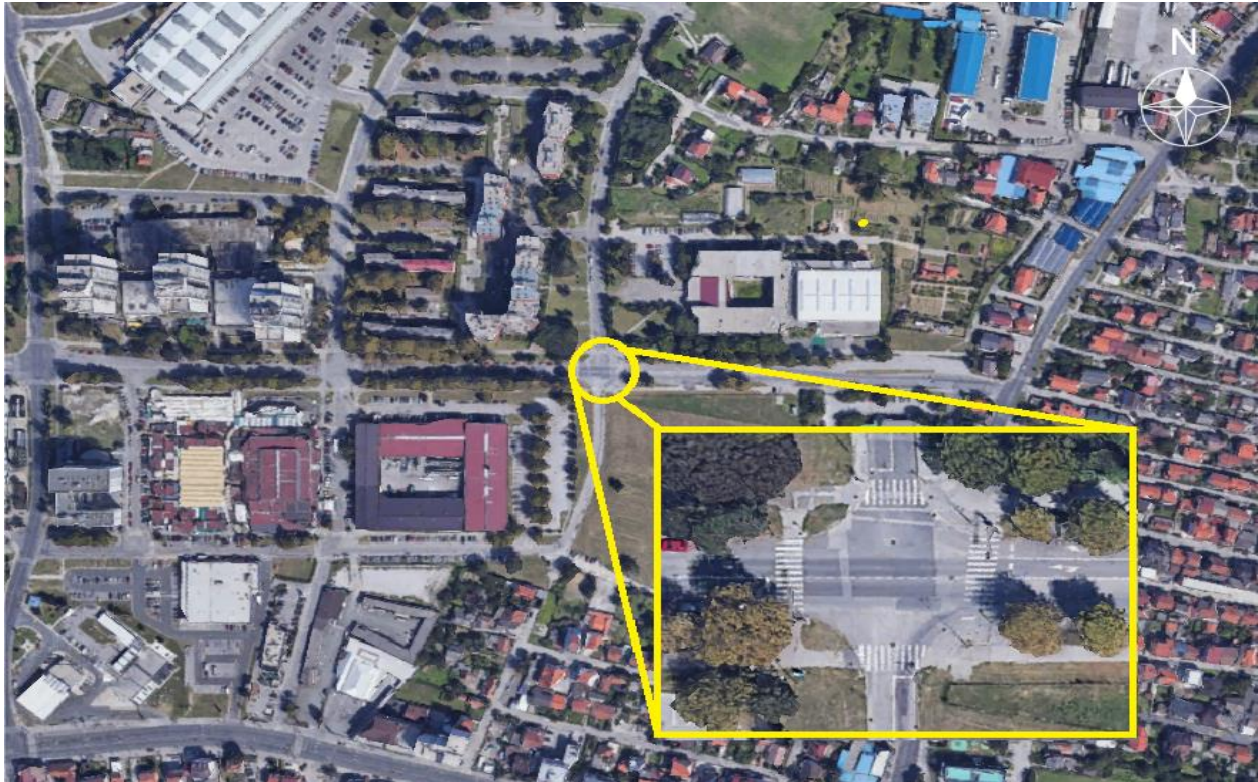
Uže područje obuhvata predstavlja položaj raskrižja ili prometnice na manjem području promatrane prometne mreže. Rekonstrukcija raskrižja ili prometnice predstavlja manje područje na kojem se odvijaju navedeni radovi.

Nakon promatranja odvijanja prometnih tokova na području mjesnog odbora Studentski grad uočena su tri raskrižja koja su se prikazala kao problematična. Okolica navedenih raskrižja sastoji se od velikog broja objekata i ustanova koji značajno privlače veliki broj ljudi, te samim time oni su i sastavni dio prometa i prometnih tokova na navedenom području.

Kako bi pristupili procesu uređenja prometnog raskrižja potrebno je definirati užu zonu obuhvata, točnije potrebno je navesti ulice koje ulaze u samo raskrižje. Navedena raskrižja imaju značajnu ulogu odvijanja prometnih tokova zato što velika količina vozila prometuje kroz navedena raskrižja.

Prometna signalizacija služi kako bi na vrijeme upozorila i obavijestila sudionike u prometu o trenutnoj situaciji koja vlada, što znatno utječe na povećanje sigurnosti i neometano odvijanje prometnih tokova [17].

Na dva promatrana raskrižja odvija se i prijevoz putnika uz operatora javnog gradskog prijevoza, također dva raskrižja regulirana su uz pomoć semaforškog sustava tj. prometom se upravlja pomoću semaforških lanterni, dok se jednim raskrižje upravlja uz pomoć prometnih znakova.



Slika 3. Položaj užeg područja raskrižja 1

Izvor: Izradio autor

Prikazano raskrižje (slika 3.) predstavlja četverokrako semaforizirano raskrižje, pozicionirano na južnom području Studentskog grada, sastoji se od Koledinečke ulice i ulice Gjуре Prejca. U neposrednoj blizini raskrižja nalazi se objekt u kojem su smještene četiri srednje škole, a one broje više od 1500 učenika, te značajno utječu na odvijanje prometa na raskrižju zbog nepoštivanja prometnih propisa tj. nepropisnog prelaženja ceste na raskrižju dok im je na semaforskoj lanterni prikazana zabrana prelaska.

Međutim, uz srednje škole u neposrednoj blizini se nalaze i trgovački centar Kaufland, trgovački centar Konzum, tržnica grada Zagreba i vatrogasna postrojba Dubrava. Trgovački centri kao i tržnica su veliki atraktori prometa posebno subotom i nedjeljom, dok vatrogasci svakodnevno zbog intervencija prolaze raskrižjem kroz crveno te samim time remete tok odvijanja prometa. Na sjevernom privozu stanari parkiraju vozila na kolničku traku što dodatno ometa odvijanje prometa, dok nedjeljom zbog odvijanja sportskih događaja u dvorani srednje škole dolazi do povećanog broja vozila u okolici navedenog raskrižja, pa i sami posjetioci parkiraju svoja vozila na područja kolničkog traka.



Slika 4. Položaj užeg područja raskrižja 2

Izvor :Izradio autor

Drugo analizirano raskrižje (slika 2.) nalazi se na sjevernom području Studentskog grada, raskrižje predstavlja trokrako raskrižje koje je označeno s prometnim znakovima za upravljanje prometom, dok se na sjeveroistočnom dijelu raskrižja nalazi poljski put koji služi za pristup stanovnika na obližnje vrtove. Jugozapadni privoz raskrižja predstavlja ulica Milovana Gavazzija, dok se na jugoistoku nalazi ulica Vinka Žganeca i sjeverozapadni privoz čini ulica Mate Lovraka.

Zbog položaja raskrižja i glavnog pravca protoka vozila jugoistok i sjeverozapad dolazi do otežanog uključivanja u promet s jugozapadnog privoza, naime problem predstavlja smanjena preglednost sa sjeverozapadnog privoza jer na udaljenosti od 15 metara od navedenog privoza nalazi se okomito parkiralište smješteno uz prometnicu, a cesta blago zavija u kontra smjeru od pogleda što uveliko smanjuje preglednost raskrižja. Jugoistočni privoz utječe na priključivanje u glavni protok vozila jer navedeni privoz predstavlja pravac pri čemu većina vozača postiže znatno veće brzine od dozvoljenih i tako dodatno smanjuje propusnost raskrižja te njegovu sigurnost. Veća brzina od dozvoljene također se postiže i na sjeverozapadnom privozu što uslijed smanjene preglednosti predstavlja veliki problem za uključivanje u glavni prometni tok.



Slika 5. Položaj užeg područja raskrižja 3

Izvor: Izradio autor

Posljednje analizirano raskrižje (slika 5.) također se nalazi na sjevernom području naselja, te kao i prethodno navedeno raskrižje ujedno predstavlja i susjedno raskrižje prethodno navedenom. Promatrano raskrižje predstavlja četverokrako semaforizirano raskrižje, privoze čine ulica Mate Lovraka i ulica Vile Velebita. Glavni protok vozila kao i na prethodnom raskrižju predstavljaju sjeverozapadni i jugoistočni privozi. Sjeveroistočni privoz predstavlja skraćeni privoz koji se dalje nastavlja na poljski put, a u neposrednoj blizini nalazi se osnovna škola koju pohađa više od 500 učenika.

Navedenim raskrižje prometuje linija javnog gradskog prometa, a oko raskrižja veliki je broj stambenih objekata koji predstavljaju velike atraktore i produktore prometa koji utječu na prometne tokove na navedenom raskrižju. Problem raskrižja predstavlja postizanje brzina većih od dozvoljenih na glavnom prometnom toku, što se odražava dalje na prometnicu gdje su obilježeni pješački prijelazi, i nerijetko dolazi do prometnih nesreća s materijalnom štetom i prometnim nesrećama s ozlijeđenima, pa čak i smrtno stradalima pri čemu se najveći broj ozlijeđenih odražava na djecu zbog blizine osnovne škole i dječjeg igrališta.

3. ANALIZA TRENUTNOG STANJA PROMETA I PROMETNE INFRASTRUKTURE

Analiza postojećeg stanja je analiza svih elemenata relevantnih za odvijanje prometnog procesa na širem području obuhvata studije. Analiza postojeće situacije nekog zatvorenog prometnog sustava bitna je kako bi se dobio uvid u stvarno trenutno stanje na prometnicama neovisno o tome obavlja li se samo korekcija postojećeg sustava ili se planiraju neki veći investicijski zahvati [6].

Kako bi se dobila stvarna situacija odvijanja prometa na području Studentskog grada potrebno je izvršiti analizu postojećeg stanja koja obuhvaća sve relevantne elemente za provođenje prometnog procesa. Analiza relevantnih elemenata bitna je jer se njome utvrđuje nedostatak odvijanja prometnih tokova, pri čemu se jednostavnije utvrđuju i nameću rješenja za primjenu novih rješenja koja će značajno utjecati na poboljšanje prometnih tokova na navedenom području.

Poboljšanje odvijanja prometnog sustava na području Studentskog grada provodi se tako da se detaljno obavi analiza odvijanja prometnih tokova, analiza geoprometnog položaja, analiza cestovne prometne infrastrukture i analiziranje čimbenika koji znatno utječu na razinu sigurnosti prometnih tokova.

Analiza postojećeg stanja u prometu može se lako uočiti promatranjem ili mjerenjima gdje se javljaju zastoji i poteškoće u odvijanju prometa. Time se dolazi do identifikacije kritičnih mjesta koje treba sanirati. Saniranjem takvog mjesta ili više mjesta često se kao rezultat dobiju nova „uska grla“ u prometu. Ovakvi primjeri su rezultat izoliranog promatranja odvijanja prometnih tokova na jednom raskrižju. Rekonstrukcije u cilju otklanjanja uskih grla u prometu mogu se javljati na različitim dijelovima mreže, a najčešće se javljaju na raskrižjima. Međutim, ovakvim se pristupom ne mogu i ne smiju rješavati problemi odvijanja prometa u mreži ulica. Manje rekonstrukcije mogu dati dobre rezultate samo onda ako se sagledavaju u okvirima ukupne organizacije prometa u mreži ulica. Ovakav pristup omogućuje, uz minimalne investicije, optimalno korištenje postojeće mreže [1].

3.1. Analiza postojećeg stanja prometne infrastrukture

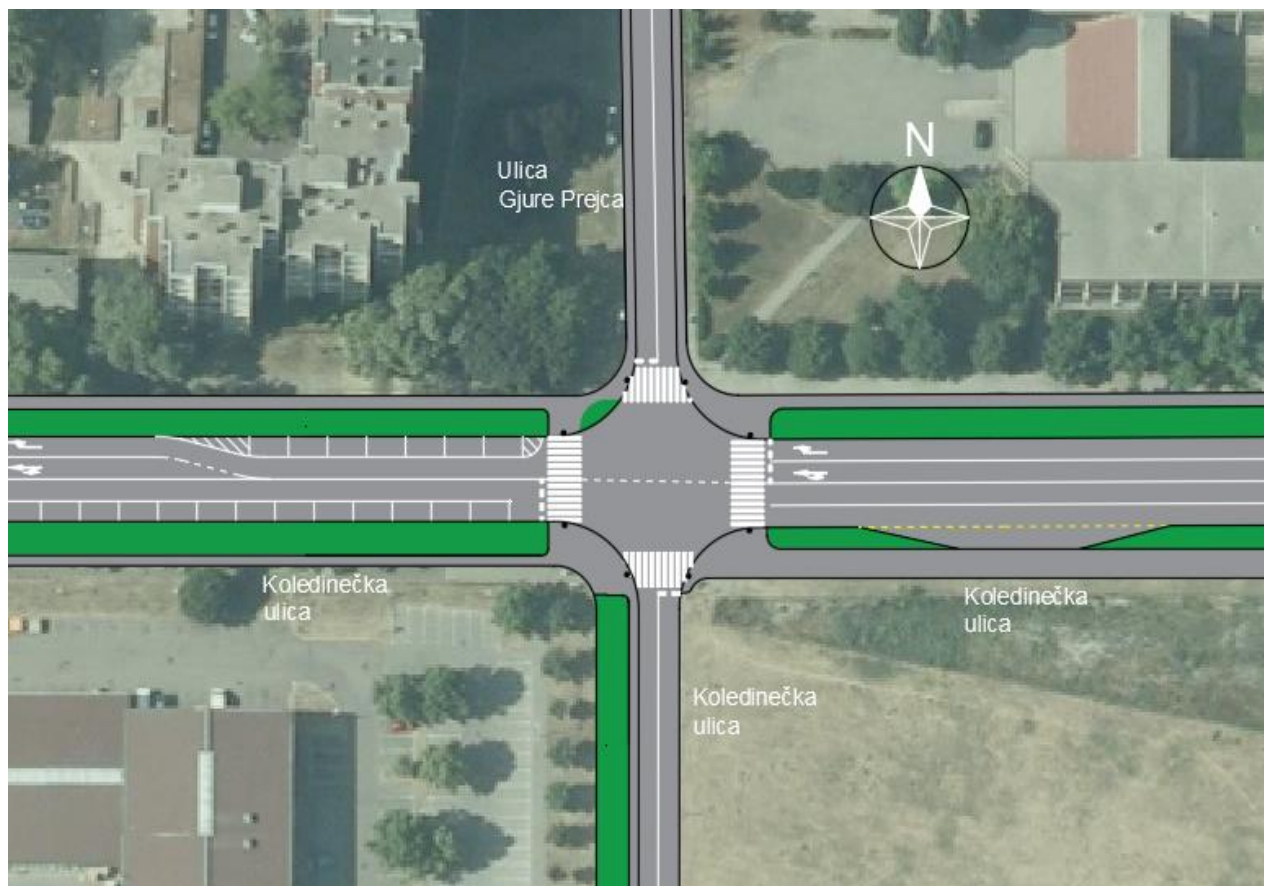
Provedba analize postojećeg stanja prometne infrastrukture na području Studentskog grada bitno je kako bi se utvrdilo i ocijenilo postojeće stanje osnovnih značajki. Prilikom analize postojeće infrastrukture cestovnog prometa, prometnice koje imaju pristup navedenim raskrižjima predstavljaju nerazvrstane ceste.

3.1.1. Raskrižje 1

Postojeće raskrižje predstavlja četverokrako semaforizirano raskrižje, te glavni smjer protoka vozila čine zapadni i istočni privozi. Širina prometnih trakova na zapadnom privozu iznosi 3,25 metara, a istočni privoz sastoji se od četiri prometne trake pri čemu svaka traka ima širinu od 3,25 metara, dok je na južnom privozu širina prometnih traka 3 metra, a na sjevernom privozu širina prometnog traka također iznosi 3 metra. Navedenim raskrižjem prometuje vozilo javnog gradskog prijevoza.

Problematika navedenog raskrižja je smanjena sigurnost zbog nepoštivanja semaforiskog sustava na raskrižju i predimenzioniranih širina prometnih trakova uslijed čega dolazi do postizanja brzina znatno većih od dozvoljenih. Tijekom trajanja školske godine zbog neposredne blizine srednjih škola svakodnevno se događa da učenici koji predstavljaju pješake nepropisno prelaze cestu pri čemu dolazi do smanjenja sigurnosti, ali i remećenja odvijanja prometnih tokova na raskrižju. Na zapadnom privozu raskrižja s obje strane kolnika smještena su uzdužna parkirališta uz prometne trakove iako se vozila stanara mogu parkirati u područje neposredno udaljeno od stambenih objekata. Istočni privoz sastoji se od traka za desno skretanje i traka koji služi za ravno i lijevo skretanje, međutim dio vozača koji se trebaju nastaviti kretati iz smjera istok – zapad ne poštuju propise pa iz traka za desno skretanje u sjeverni privoz nastavljaju se kretati ravno odnosno u smjeru zapada, pri čemu dolazi do smanjenja sigurnosti i povećanja konfliktnih točaka. U večernjim satima kada je smanjeno prometno opterećenje na raskrižju, nekolicina vozača prolazi na crveno svjetlo što značajno smanjuje sigurnost na raskrižju te ugrožavaju sigurnost sebe i ostalih sudionika. Također, u večernjim satima nekolicina vozača postiže znatno veće brzine od one dozvoljene te su brzine veće dva do tri puta od propisane. Sjeverni privoz orijentiran je prema stambenim objektima i nogometnom igralištu pa zbog nemarnosti djela stanara koji parkiraju svoja vozila na kolničku traku također dolazi do smanjenja sigurnosti odvijanja prometa, posebno se to

odnosi na neradne dane u tjednu kada se održavaju sportski događaji na nogometnom igralištu i u dvorani srednje škole. Zbog gore navedenog dolazi do povećanja broja vozila koja se također viđenim od strane stanara parkiraju na kolničku traku i to sve do semafora na navedenom privozu. Takav način primjenjuje se i na istočnom privozu gdje na traci za desno skretanje u sjeverni privoz vozila budu parkirana sve do semafora, što dodatno smanjuje sigurnost odvijanja prometa kao i samu protočnost, dok se na udaljenosti od dvjesto metara od raskrižja nalazi prazno parkiralište s velikim brojem parkirališnih mjesta.



Slika 6. Prikaz postojećeg stanja raskrižja 1

Izvor : Izradio autor



Slika 7. Prikaz sjevernog privoza raskrižja 1

Izvor: Prikupio autor



Slika 8. Prikaz zapadnog privoza raskrižja 1

Izvor: Prikupio autor



Slika 9. Prikaz južnog privoza raskrižja 1

Izvor: Prikupio autor



Slika 10. Prikaz zapadnog privoza raskrižja 1

Izvor: Prikupio autor

3.1.2. Raskrižje 2

Postojeće raskrižje predstavlja nesemaforizirano T raskrižje kojim se upravlja uz pomoć prometnih znakova. Glavni prometni pravac predstavlja orijentaciju sjeverozapadni – jugoistočni privoz, dok je jugozapadni privoz sporedan, međutim na sjeveroistočnom dijelu postoji poljski put koji koriste stanovnici za pristup vrtovima, prema tome navedeno raskrižje bi trebalo predstavljati nedovršeno četverokrako raskrižje. Glavni navedeni pravci imaju prometne trake širine 3,5 metara, dok na sporednom privozu širina prometnih traka iznosi 3 metra. Jugozapadni sporedni privoz ima označen pješački prijelaz koji je označen i s prometnim znakom, dok jugoistočni i sjeverozapadni privozi nemaju označen pješački prijelaz iako se na obje strane uz kolnički trak nalaze pješačke staze, te je prvi obilježen pješački prijelaz udaljen od raskrižja oko tristo metara.

Problematika navedenog raskrižja je stvaranje repova čekanja u vršnim opterećenjima na sporednom privozu zbog nemogućnosti uključivanja u glavni prometni tok. Razlog tome je smanjena vidljivost zbog loše položaja prilikom postavljanja vozila i nedovoljna dužina za postavljanje vozila pri čemu se vozila i pješaci međusobno ometaju na navedenom privozu. Na sjeverozapadnom privozu se nalazi parkiralište okomito na prometni trak koje dodatno smanjuje preglednost raskrižja i prometnica blago zavija u suprotnom smjeru od pogleda vozača, dok se na jugoistočnom privozu pruža pravac te zbog predimenzioniranosti prometnih trakova na glavnom prometnom pravcu dolazi do postizanja velikih brzina od strane vozača, što dodatno umanjuje mogućnost uključivanja vozačima sa sporednog prometnog toka na glavni prometni tok i dodatno utječe na sigurnost raskrižja.



Slika 11. Prikaz postojećeg stanja raskrižja 2

Izvor : Izradio autor



Slika 12. Prikaz jugozapadnog privoza raskrižja 2

Izvor : Prikupio autor



Slika 13. Prikaz jugoistočnog privoza raskrižja 2

Izvor : Prikupio autor



Slika 14. Prikaz sjeverozapadnog privoza raskrižja 2

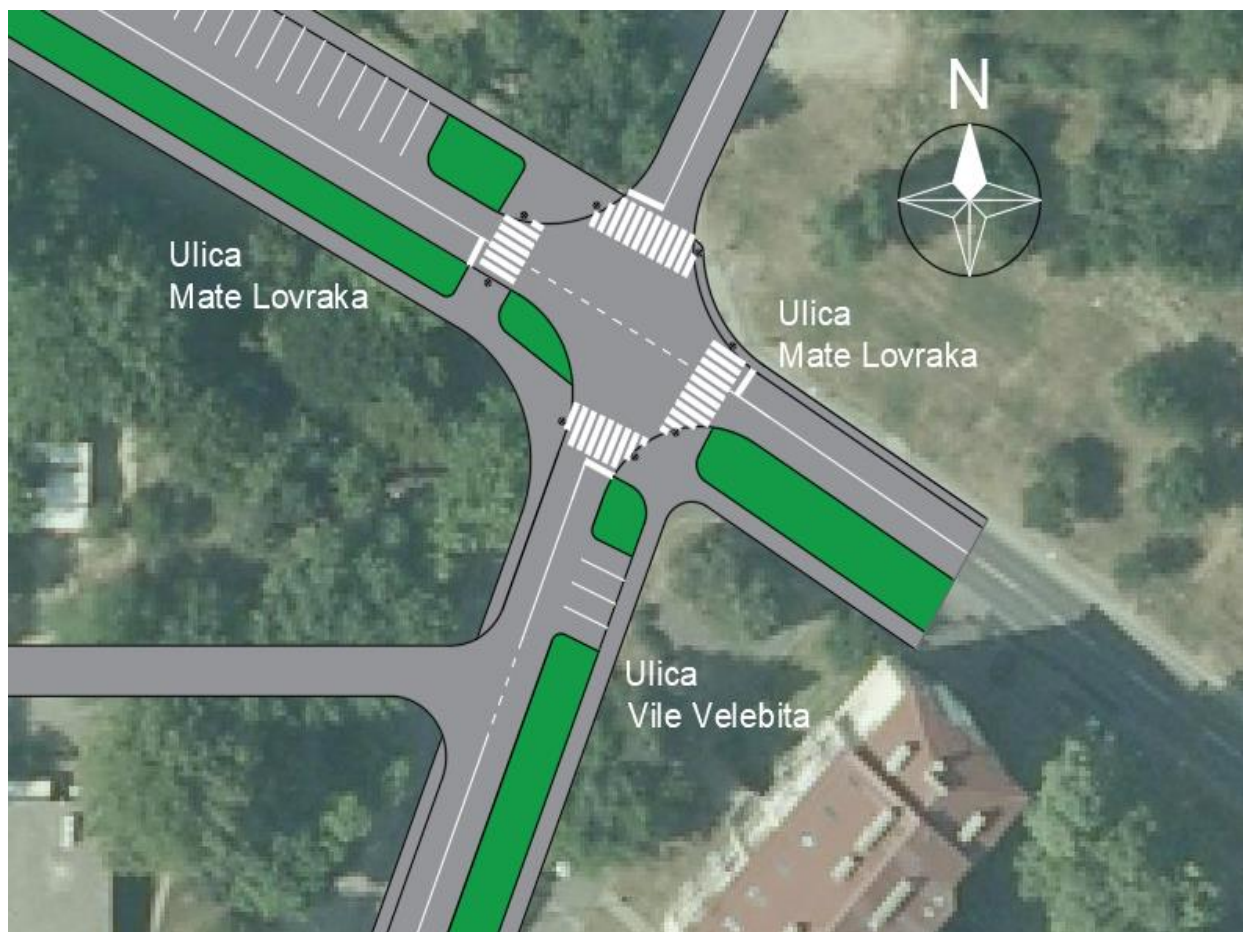
Izvor : Prikupio autor

3.1.3. Raskrižje 3

Postojeće raskrižje predstavlja četverokrako semaforizirano raskrižje, glavni prometni tok usmjerenja je zapad – istok, dok sporedni privoze čine južni i sjeverni. Širina prometnih trakova na zapadnom i istočnom privozu iznosi 3,5 metra, dok širina prometnih trakova na južnom i sjevernom privozu iznosi 3 metra. Navedenim raskrižjem prometuje vozilo javnog gradskog prijevoza. Sjeverni privoz zapravo predstavlja slijepu ulicu koja služi stanarima za parkiranje vozila, dok se na kraj asfaltiranog djela nastavlja poljski put. Svi privozi raskrižja obilježeni su pješačkim prijelazom.

Problematika navedenog raskrižja je postizanje brzina znatno većih od dozvoljenih na glavnim privozima što se replicira na smanjenu sigurnost odvijanja prometa. U neposrednoj blizini nalazi se osnovna škola i školsko igralište. Zapadni privoz ima veći broj pješačkih prijelaza u neposrednoj blizini raskrižja s toga ima i veći broj pješaka koji prelaze kolnik. Zbog prisutnosti školskog objekta i školskog igrališta najveći broj pješaka čine djeca koja predstavljaju najranjiviju skupinu u prometu. U noćnim satima kao i kod „raskrižja 1“ dolazi do kršenja prometnih propisa tj. prolazak kroz crveno svjetlo na glavnom prometnom pravcu uz nedozvoljenu brzinu. Uslijed nemara vozača i širokih prometnih trakova koji vozačima daju lažnu sigurnost za postizanje brzina većih od nedozvoljenih, proteklih godina događali su se sudari na navedenom raskrižju kao i naleti na pješake nedaleko od raskrižja na zapadnom privozu upravo zbog nedozvoljene brzine vozača i oblika raskrižja koji im omogućava jednostavan prolaz kroz njih s nedozvoljenom brzinom.

Zbog postizanja većih brzina od dozvoljene utječe se i na parkiranje vozila koje je smješteno na zapadnom privozu raskrižja, a okomite je orijentacije u odnosu na prometni trak. Prilikom nerada semaforiskog sustava, vozila koja s južnog i sjevernog privoza imaju smanjenu preglednost zbog položaja drveća i parkiranih vozila koja smanjuju preglednost vozilima, a samim time i sigurnost odvijanja prometa na navedenom raskrižju.



Slika 15. Prikaz postojećeg stanja raskrižja 3

Izvor : Izradio autor



Slika 16. Prikaz istočnog privoza raskrižja 3

Izvor : Prikupio autor



Slika 17. Prikaz sjevernog privoza raskrižja 3

Izvor : Prikupio autor



Slika 18. Prikaz zapadnog privoza raskrižja 3

Izvor : Prikupio autor



Slika 19. Prikaz južnog privoza raskrižja 3

Izvor : Prikupio autor

3.2. Analiza postojećeg stanja nemotoriziranog prometa

U izgrađenim i stambeno gušćim naseljima te u područjima rekreacije i trgovačkih centara, često su uporabni zahtjevi pješaka i biciklista važniji od onih koje iskazuje motorni promet [2].

Pješački i biciklistički promet spadaju u posebnu kategoriju prometa, dva vida nemotoriziranog prometa koji u uvjetima suvremenog odvijanja prometa zauzimaju izdvojeno mjesto. Pored izravnog značenja za odvijanje pješačkog prometa, pješačke zone imaju veliku ulogu i na podizanju kvalitete organizacije prometnih tokova na širem prostoru grada [3].

Analizom postojećeg stanja infrastrukture pločnika dolazi se do zaključka da je dio infrastrukture koji je namijenjen kretanju pješaka u lošem stanju. Vidljiva su oštećenja na asfaltnim površinama kao i neprilagođena visinska razlika između nogostupa i kolnika. U neposrednoj blizini raskrižja nalazi se starački dom, centar za djecu s poteškoćama u razvoju i dječji vrtić, te samim time zbog lošeg stanja pločnika im je dodatno otežano kretanje. Također, jedno od navedenih raskrižja nema označene pješačke prijelaze što dodatno smanjuje sigurnost u samom odvijanju prometnih tokova iz razloga što pješaci prelaze na dijelu kolnika gdje nije obilježen prijelaz.

Provedenom analizom na području raskrižja utvrđeno je da na području raskrižja ne postoji infrastruktura koja služi za kretanje biciklista iako na navedenom području raskrižja ne postoje površinska ograničenja da se ne bi mogla izvesti biciklistička staza. Područje gradske četvrti Gornja Dubrava, kao i područje Studentskog grada nalazi se u nizinskom krajoliku što je idealno za razvijanje biciklističkog prometa kao predmeta prijevoza ili kao provođenja rekreacije. Zbog nedostatka infrastrukture biciklisti su primorani kretati se kolnikom, dok se većina kreće pločnikom, što uvelike smanjuje sigurnost svih sudionika u prometu, a posebno biciklista koji se kreću kolnikom zbog brzina koje se postižu na prometnim pravicima.

3.3. Analiza prometnih tokova

Brojanje prometa se općenito provodi ili ručno ili automatskim metodama. S tehnološkim razvojem broj novih metoda brzo nastaje (video i nove tehnologije). Izbor metode ovisi o informaciji koju želimo imati, o dužini brojanja prometa i o raspoloživim financijskim sredstvima pa se tako mogu navesti osnovne metode:

- metoda ručnog brojanja prometa,

- metoda automatskog brojanja prometa,
- video i nove tehnologije,
- naplatno brojanje prometa,
- brojanje vozila na parkirališnim površinama,
- brojanje vozila prevezenih trajektima [5].

Kako bi se dobio uvid u odvijanje prometnih tokova na promatranim raskrižjima potrebno je provesti brojanje prometa. Brojanje prometa na području promatranih raskrižja izvršeno je metodom ručnog brojanja prometa. Nakon provedbe brojanja prometa na području raskrižja dobivaju se podaci o distribuciji i intenzitetu odvijanja prometnih tokova. Ručno brojanje prometa provedeno je u sklopu terenskog istraživanja.

Brojanje prometa osnovica je za njegovo planiranje. Njime se dobiva uvid u trenutačno stanje prometa te podaci koji upućuju na potrebe rekonstrukcije, izgradnju novih prometnih pravaca ili na ostale mjere poboljšanja postojećeg i budućeg prometa. Brojanje prometa, odnosno prikupljanje podataka o prometu potrebno je radi:

- prometnog i urbanističkog planiranja,
- planiranja perspektivne prometne mreže nekog većeg područja ili oblikovanja nekog prometnog čvora,
- eventualne rekonstrukcije postojeće prometne mreže i izgradnje novih prometnih pravaca [4].

Uvid u intenzitet i distribuciju prometnih tokova dobiveno je na temelju ručnog brojanja prometa, vremensko razdoblje brojanja prometa provedeno je u vršnom opterećenju prometa od 07:00 – 08:00 sati tijekom ponedjeljka, brojanje prometa provedeno je u petnaest minutnim intervalima na navedenim raskrižjima.

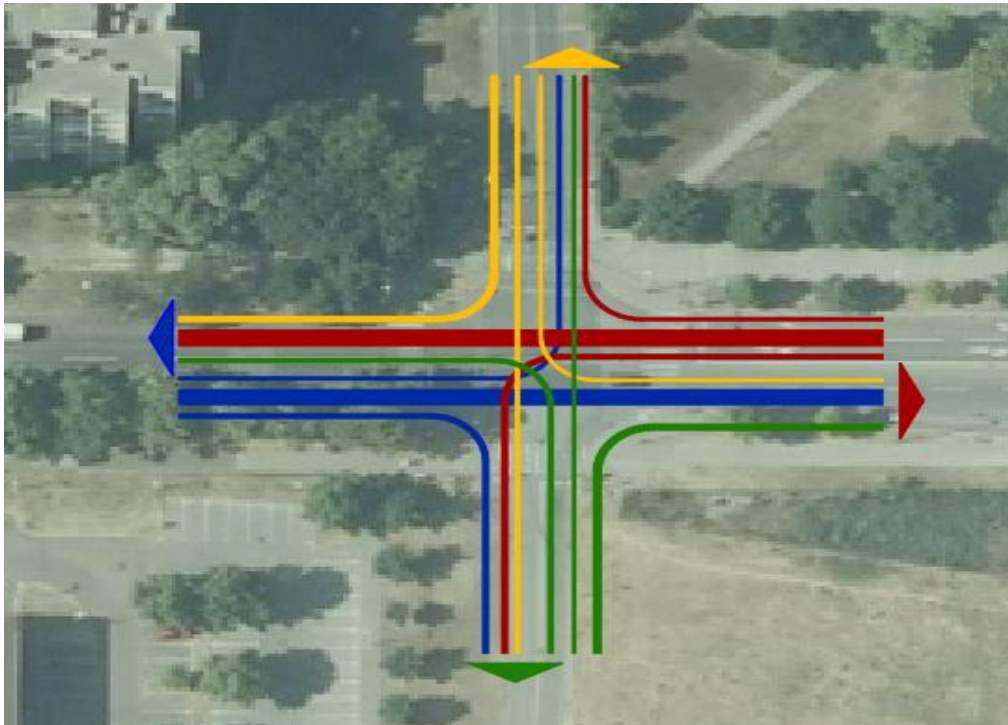
Da bi se postigla transformacija nehomogenog prometnog toka u homogeni prometni tok potrebno je pojedine vrste vozila množiti s ekvivalentnom jedinicom osobnih automobila, prema koeficijentima koji su navedeni (Tablica 1.) [16].

Kako bi dobili prometno opterećenje vozila su preračunata u ekvivalentnu jedinicu osobnog automobila pri čemu su se koristili koeficijenti ekspanzije.

Tablica 1. Koeficijenti ekspanzije

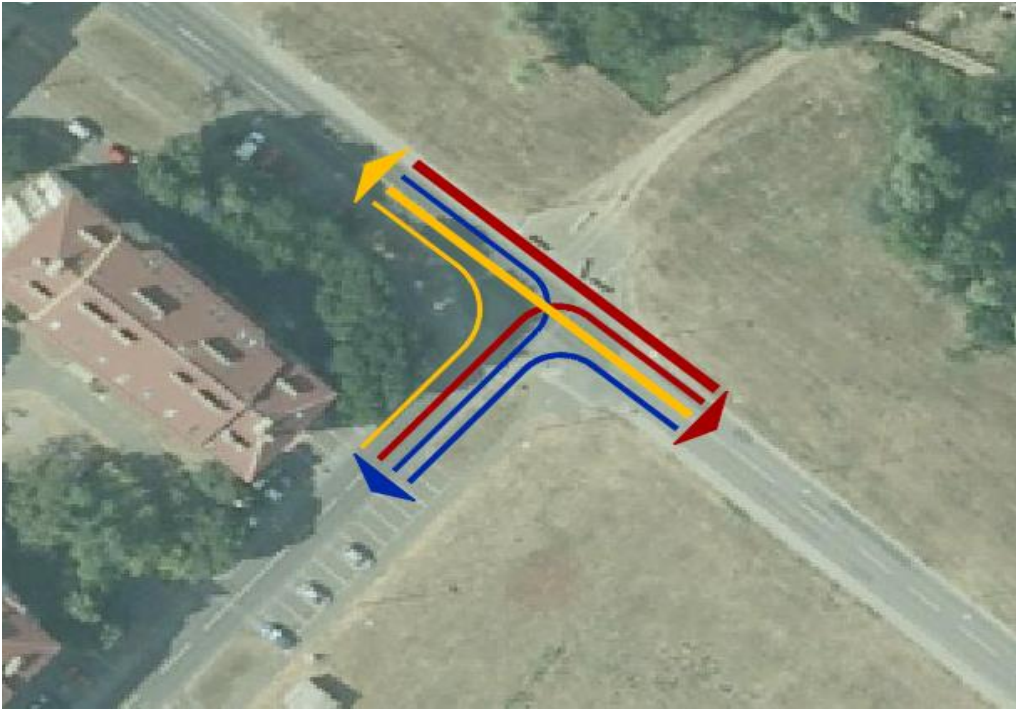
Kategorija vozila	Ekvivalent jedinice automobila
Bicikl	0,3
Motocikl	0,7
Osobno vozilo	1
Teretno vozilo	2
Autobus	2

Rezultatom brojanja prometa dobiveni su podaci o strukturi, distribuciji, kao i brzini prometnog toka.



Slika 20. Prikaz distribucije na raskrižju 1

Izvor: Izradio autor



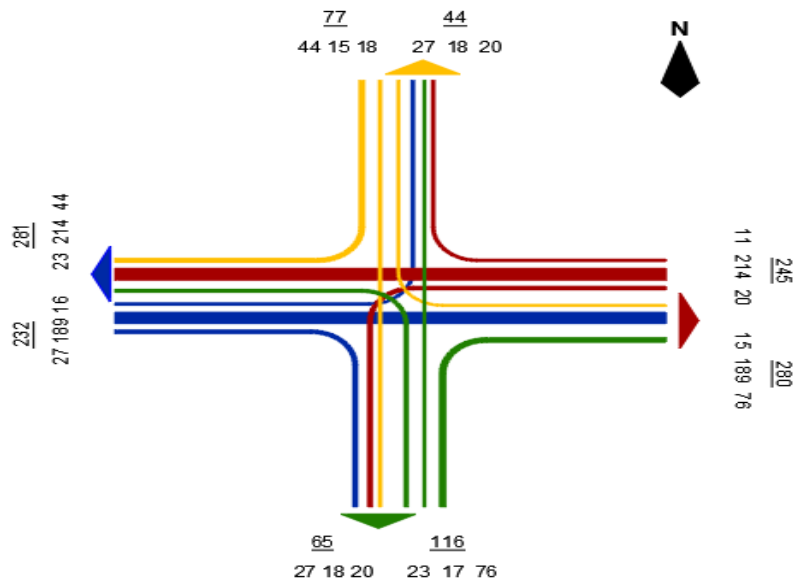
Slika 21. Prikaz distribucije na raskrižju 2

Izvor: Izradio autor



Slika 22. Prikaz distribucije na raskrižju 3

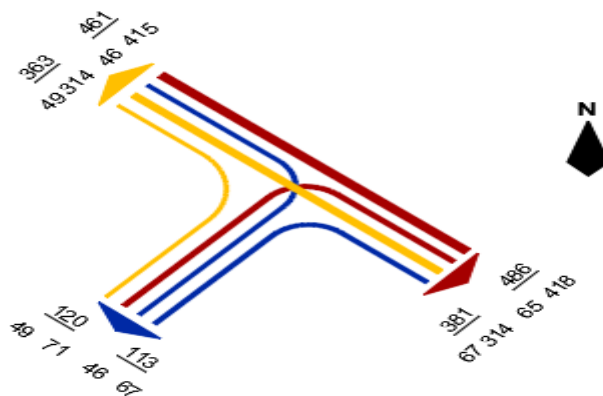
Izvor: Izradio autor



Slika 23. Prikaz vršnih opterećenja raskrižja 1

Izvor: Izradio autor

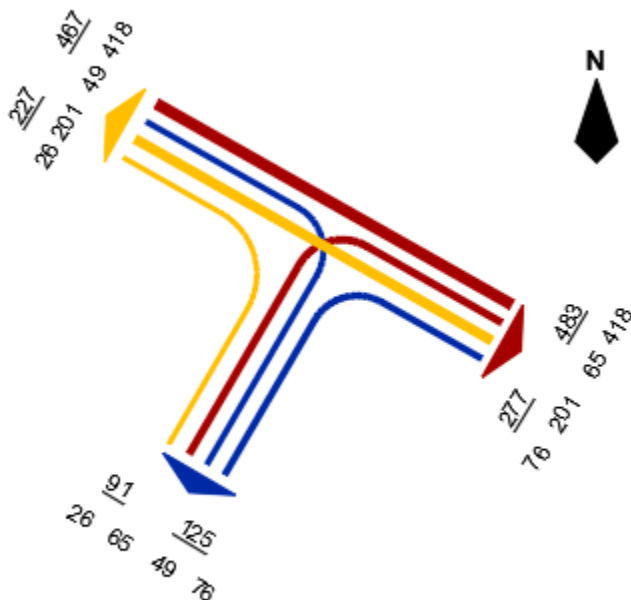
Prikaz distribucije i prometnog opterećenja na raskrižju 1 (Slika 23.) tijekom jutarnjeg vršnog opterećenja u razdoblju od 07:00 – 08:00 iznosi 670 voz/h. Glavni prometni tok čini pravac istok – zapad 561 voz/h, najveće prometno opterećenje u vršnom satu odvija se na istočnom privozu pri čemu izlaz s privoza čini 245 voz/h, dok na ulazu u privoz ima 280 voz/h.



Slika 24. Prikaz vršnih opterećenja raskrižja 2

Izvor: Izradio autor

Prikaz distribucije i prometnog opterećenja na raskrižju 2 (Slika 24.) tijekom jutarnjeg vršnog opterećenja u razdoblju od 07:00 – 08:00 iznosi 962 voz/h. Glavni prometni tok čini pravac jugoistok – sjeverozapad 842 voz/h, a najveće prometno opterećenje u vršnom satu odvija se na jugoistočnom privozu pri čemu izlaz s privoza čini 486 voz/h, dok na ulazu u privoz ima 381 voz/h.



Slika 25. Prikaz vršnih opterećenja raskrižja 3

Izvor: Izrado autor

Prikaz distribucije i prometnog opterećenja na raskrižju 3 (Slika 25.) tijekom jutarnjeg vršnog opterećenja u razdoblju od 07:00 – 08:00 iznosi 835 voz/h. Glavni prometni tok čini pravac istok – zapad 744 voz/h, najveće prometno opterećenje u vršnom satu odvija se na jugoistočnom privozu pri čemu izlaz s privoza čini 483 voz/h, dok na ulazu u privoz ima 277 voz/h.

3.4. Analiza sigurnosti odvijanja prometa

Prema provedenim istraživanjima u razvijenim zemljama dolazi se do zaključka da istraživanje prometnih nesreća ima značajan utjecaj na sprečavanja prometnih nesreća, također dolazi se do zaključka iz rezultata istraživanja da prometne nesreće značajno utječu na bruto domaći proizvod.

Raskrižja predstavljaju mjesta u prometnoj mreži gdje se stvara najveći broj konfliktnih točaka pa samim time predstavljaju mjesta u prometnoj mreži gdje se događa i najveći broj prometnih nesreća, u naseljenim područjima postotak od 40 do 50% otpada na prometne nesreće na raskrižjima od ukupnog broja prometnih nesreća, prilikom izgradnje raskrižja ako nije moguće izvesti raskrižje u dvije ili više razina potrebno mu je osigurati dobru preglednost [10].

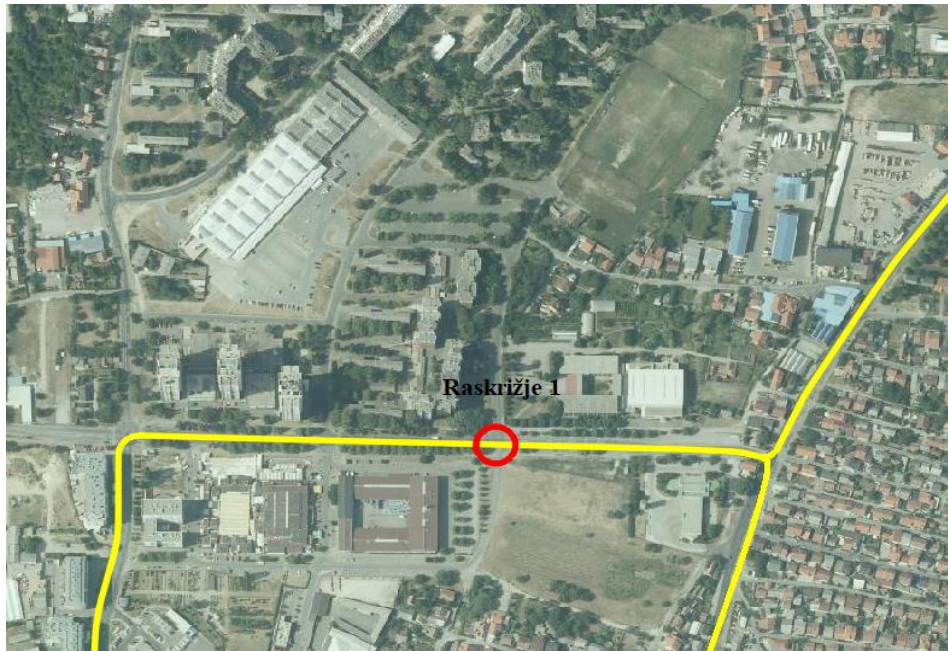
Korist uslijed promjene prometne sigurnosti izračunava se iz razlike troškova nesreća u cestovnom prometu u situaciji kada nikakva mjera nije primijenjena i u slučaju kada je primijenjena neka mjera. Osnove za izračun troškove nesreća čine sve nesreće i njihove posljedice koje je policija zabilježila (dodatno podijeljene i po kategorijama nesreća). Ekonomska procjena obuhvaća veličinu koristi ostvarene izbjegnutim ljudskim žrtvama (izbjegnute pogibije, teške ili lake ozljede) i izbjegnutih materijalnih šteta (kod nesreća s ozljedama ili samo kod nesreća s materijalnom štetom) u cestovnom prometu [6].

Kako bi se utvrdili kritični elementi prometnog sustava s aspekta sigurnosti odvijanja prometa potrebno je izvršiti detaljnu analizu sigurnosti odvijanja prometa. U tu svrhu analiziraju se sljedeći podaci:

- broj i vrsta prometnih nesreća,
- odnos troškova i koristi za sanaciju opasnih mjesta [6].

3.5. Analiza postojećeg sustava prijevoza putnika u javnom gradskom prometu

Na području raskrižja 1 prometuju tri autobusne linije, 223 koja prometuje na ruti od terminala Dubrava i terminala Dubec u oba smjera, 210 koja prometuje na ruti od terminala Dubrava do posljednje autobusne stanice Novi Retkovec u oba smjera i 214 koja prometuje na ruti od stajališta autobusa Koledinečka do stajališta autobusa Kozari Bok u oba smjera. Dok na području raskrižja 3 prometuje autobusna linija 210 koja prometuje već navedenom rutom.



Slika 26. Ruta autobusnih linija 223 i 214 koja prolaze kroz raskrižje 1

Izvor: Izradio autor



Slika 27. Ruta autobusne linije 210 koja prolazi kroz raskrižje 1 i 3

Izvor: Izradio autor

4. ANALIZA PROMETNE POTRAŽNJE U BUDUĆNOSTI

Kako bi planirali nova idejna rješenja na navedenom području raskrižja prometna prognoza je bitan čimbenik da bi se došlo do odabira prometnih rješenja koja će se sprovesti u postojeću mrežu. Prometna prognoza predstavlja krajnji korak analize prometnih tokova.

Prognoza prometa je predviđanje budućih prometnih zahtjeva, odnosno budućeg intenziteta strukture i raspodjele prometnih tokova [6].

Osnovni ulazni parametri za izradu prometne prognoze, odnosno podaci na kojima se temelji prometna prognoza su:

- postojeći intenzitet prometnih tokova,
- demografska analiza,
- stupanj motorizacije (br. vozila/stanovniku),
- ekonomska analiza (BDP),
- razvoj aktivnosti na određenom području [6].

U praksi postoje razni matematički, statistički i ekspertni modeli za izradu prognoze prometa temeljem navedenih ulaznih podataka. Najčešće korišteni model je „model jednakih budućih faktora rasta za sve promatrane cestovne presjeke u zoni obuhvata, na bazi višekriterijske trend analize vremenske serije“ [6].

Na operativnoj razini se izrada prometne prognoze može svesti na sljedeće korake od kojih je prvi izrada jedinstvenog modela prometne potražnje kroz koji se sublimiraju sva dosadašnja saznanja o prometnim parametrima važnim za izradu “izvorišno-ciljnog” modela putovanja korisnika prometnog sustava za prostor istraživanja [6].

Na takvom baznom modelu nekom od metoda utvrditi prognostičke veličine prometne potražnje za ciljne vremenske presjeke planskog razdoblja. Izvesti ravnotežna stanja prometne ponude i potražnje na analiziranoj cestovnoj mreži, i dobiti prometna opterećenja na promatranim cestovnim presjecima za buduće vremensko razdoblje [6].

Na operativnoj razini se izrada prometne prognoze može svesti na sljedeće korake:

- izraditi jedinstveni model prometne potražnje kroz koji se sublimiraju sva dosadašnja saznanja o prometnim parametrima važnim za izradu „izvorišno-ciljnog“ modela putovanja korisnika prometnog sustava za prostor istraživanja,
- na takvom baznom modelu nekom od metoda utvrditi prognostičke veličine prometne potražnje za ciljne vremenske presjeke planskog razdoblja,
- izvesti ravnotežna stanja prometne ponude i potražnje na analiziranoj cestovnoj mreži, i dobiti prometna opterećenja na promatranim cestovnim presjecima za buduće vremensko razdoblje,
- izraditi scenarije budućeg prometnog opterećenja ovisno o izvršenim zahvatima na prometnoj mreži (nove dionice, rekonstrukcija ili proširenje kapaciteta novih dionica i sl.) [6].

Prognoza prometa provedena je na navedenim raskrižjima na kojima se provelo ručno brojanje prometa, pri čemu će se implementirati budućim zahvatima na cestovnoj prometnoj mreži.

Porast prometa izvršit će se metodom složenog kamatnog računa iako se može provesti i primjenom regresijskog pravca. Navedenom metodom promet se prognozira u vremenskom razdoblju od 5, 10 i 20 godina, porast prometa u prvih 5 godina iznosi 2%, za idućih pet godina 1% i za ostalih deset godina porast od 1,8%

Provedba navedenog porasta prometa provest će se prema formuli za složeni kamatni račun, prema raspodjeli navedenih razdoblja, navedena formula prikazana je u nastavku [1]:

$$C = C_0 * \left(1 + \frac{p}{100}\right)^n \quad [1]$$

gdje oznake korištene u formuli imaju sljedeće značenje:

- C – krajnja vrijednost PGDP-a nakon n razdoblja porasta
- C₀ – početna vrijednost PGDP-a
- p – godišnji porast prometa [%]
- n – broj godina za koliko se predviđa porast prometa.

Podacima ručnog brojanja prometa dobiva se prometno opterećenje zone obuhvata, tj. na navedenim raskrižjima iz jutarnjeg vršnog opterećenja možemo ustanoviti prosječni godišnji

dnevni promet. Kako bi se došlo do prosječnog godišnjeg dnevnog prometa navedenih raskrižja potrebno je broj izbrojanih vozila u vršnom satu pomnožiti s koeficijentom u rasponu između 9 i 14.

4.1. Prometna prognoza na raskrižju 1

Kako bi se odredio prosječni godišnji dnevni promet na navedenom raskrižju potrebno je uzeti vozila koja ulaze ili izlaze iz raskrižja, na području raskrižja uzet će se u obzir vozila koja ulaze u raskrižje.

Opterećenje prometnih tokova koja ulaze na sjevernom privozu iznosi 77 voz/h, opterećenje prometnih tokova koja ulaze na istočnom privozu iznosi 245 voz/h, opterećenje prometnih tokova koja ulaze na južnom privozu iznosi 116 voz/h, a opterećenje prometnih tokova koja ulaze na zapadnom privozu iznosi 232 voz/h. Prilikom izračuna prosječnog godišnjeg dnevnog prometa koeficijent korišten za izračun iznosi 10.

Iz toga slijedi:

$$77 + 245 + 116 + 232 = 670 \text{ voz / h}$$

$$\text{PGDP} = 670 * 10 = 6700 \text{ voz / danu}$$

Prosječni porast prometa iznosi 1,6% u sljedećih 20 godina. Prosječni godišnji dnevni promet služit će za prognozirani rast za vremensko razdoblje od 5,10 i 20 godina. Formula za izračun prognoziranog rasta je formula za računanje složenog kamatnog računa.

Proračun prognoze prometa za 5 godina:

$$C = 6700 * \left(1 + \frac{2}{100}\right)^5 = 7397,34 \approx 7398 \text{ voz/danu}$$

Nakon provedenog izračuna nakon pet godina prosječni godišnji dnevni promet na navedenom raskrižju iznosi 7398 voz/danu.

Proračun prognoze prometa za 10 godina:

$$C = 7398 * \left(1 + \frac{1}{100}\right)^5 = 7775,37 \approx 7776 \text{ voz/danu}$$

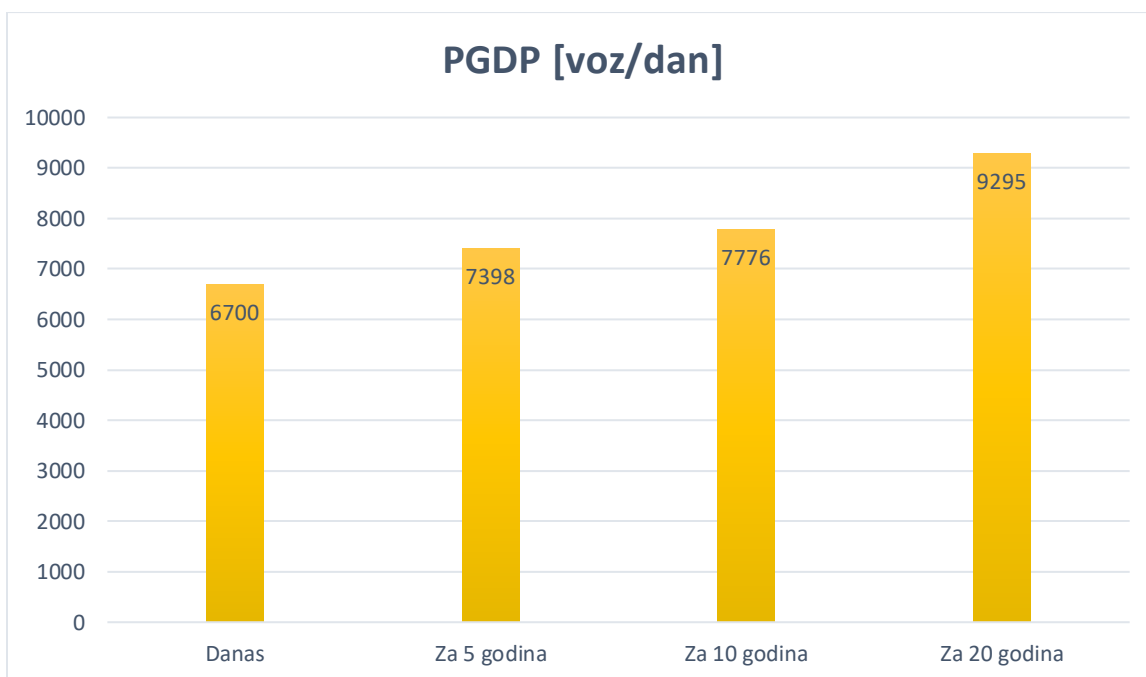
Nakon provedenog izračuna nakon deset godina prosječni godišnji dnevni promet na navedenom raskrižju iznosi 7776 voz/danu.

Proračun prognoze prometa za 20 godina:

$$C = 7776 * \left(1 + \frac{1,8}{100}\right)^{10} = 9294,67 \approx 9295 \text{ voz/danu}$$

Provedenim izračunom nakon dvadeset godina prosječni godišnji dnevni promet na navedenom raskrižju iznosi 9295 voz/danu.

Grafikonom 1. prikazano je prosječno godišnje prometno opterećenje za raskrižje 1 u vremenskom razdoblju od 5, 10 i 20 godina, te početno stanje.



Grafikon 1. PGDP za vremensko razdoblje od 5,10 i 20 godina na raskrižju 1

Izvor: Izradio autor

Podaci dobiveni iz prosječnog godišnjeg dnevnog prometa za vremenska razdoblja od 5,10 i 20 godina služe za izračun prometnog opterećenja vršnog sata tako da se podjele sa koeficijentom u rasponu od 9 do 14 pri čemu je u radu uzet koeficijent 10.

Procjena opterećenja u vršnom satu za 5 godina:

$$\frac{7398}{10} = 739,8 \approx 740 \text{ vozila/h}$$

Nakon izvedenog proračuna broj vozila koja prolaze kroz raskrižje u vršnom satu iznosi 740 voz/h.

Procjena opterećenja u vršnom satu za 10 godina:

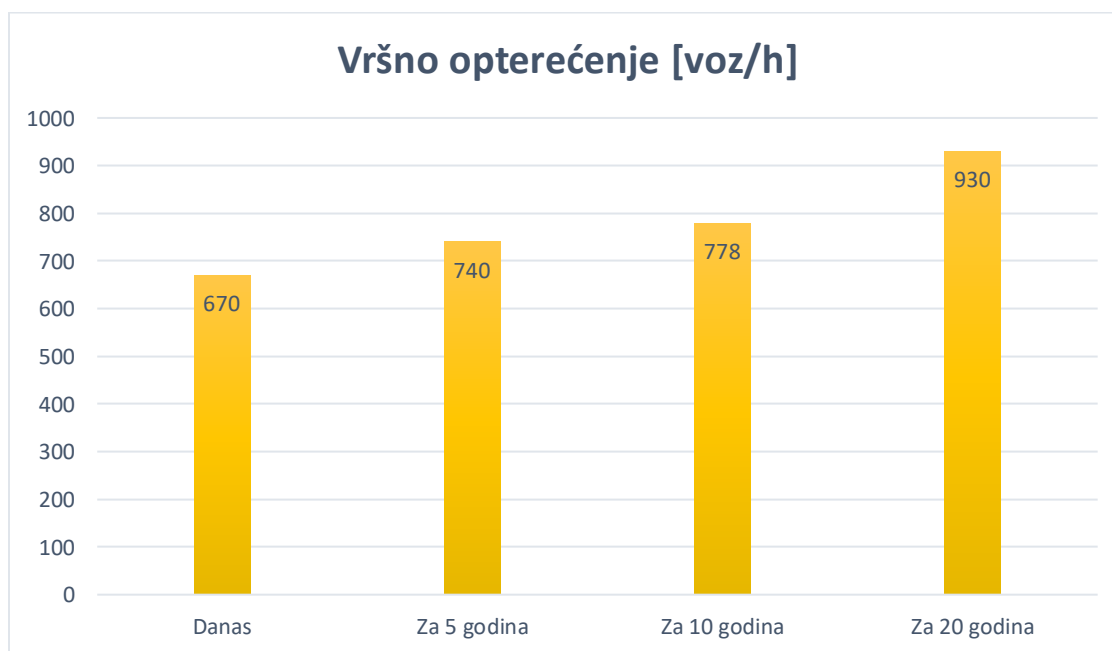
$$\frac{7776}{10} = 777,6 \approx 778 \text{ vozila/h}$$

Nakon izvedenog proračuna broj vozila koja prolaze kroz raskrižje u vršnom satu iznosi 778 voz/h..

Procjena opterećenja u vršnom satu za 20 godina:

$$\frac{9295}{10} = 929,5 \approx 930 \text{ vozila/h}$$

Nakon izvedenog proračuna broj vozila koja prolaze kroz raskrižje u vršnom satu iznosi 930 voz/h.



Grafikon 2. Vršno opterećenje za vremensko razdoblje od 5,10 i 20 godina

Izvor: Izradio autor

Grafikonom 2. prikazano je prometno opterećenje u vršnom satu za raskrižje 1 u vremenskom razdoblju od 5, 10 i 20 godina u odnosu na početno opterećenje.

4.2. Prometna prognoza na raskrižju 2

Opterećenje prometnih tokova koja ulaze na sjeverozapadnom privozu iznosi 363 voz/h, opterećenje prometnih tokova koja ulaze na jugoistočnom privozu iznosi 486 voz/h, a opterećenje prometnih tokova koja ulaze na jugozapadnom privozu iznosi 113 voz/h.

Iz toga slijedi:

$$363 + 486 + 113 = 962 \text{ voz / h}$$

$$\text{PGDP} = 962 * 10 = 9620 \text{ voz / danu}$$

Prosječni porast prometa iznosi 1,6% u sljedećih 20 godina. Prosječni godišnji dnevni promet služit će za prognozirani rast za vremensko razdoblje od 5,10 i 20 godina. Formula za izračun prognoziranog rasta je formula za računanje složenog kamatnog računa.

Proračun prognoze prometa za 5 godina:

$$C = 9620 * \left(1 + \frac{2}{100}\right)^5 = 10621,25 \approx 10622 \text{ voz/danu}$$

Nakon provedenog izračuna nakon pet godina prosječni godišnji dnevni promet na navedenom raskrižju iznosi 10622 voz/danu.

Proračun prognoze prometa za 10 godina:

$$C = 10622 * \left(1 + \frac{1}{100}\right)^5 = 11163,82 \approx 11164 \text{ voz/danu}$$

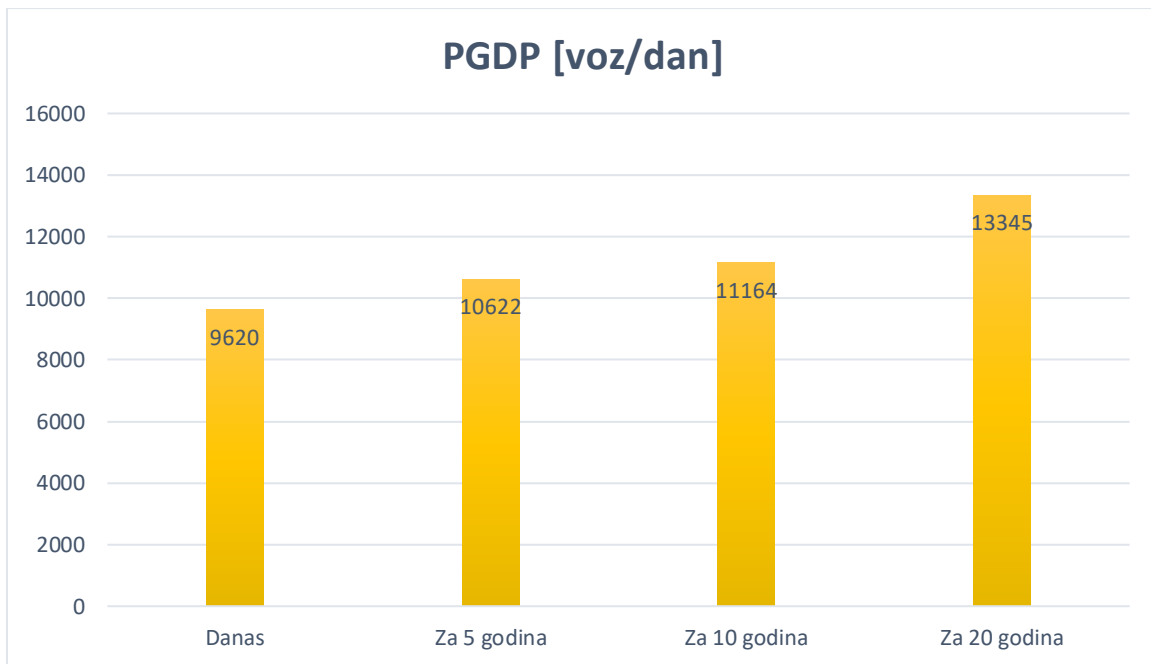
Nakon provedenog izračuna nakon deset godina prosječni godišnji dnevni promet na navedenom raskrižju iznosi 11164 voz/danu.

Proračun prognoze prometa za 20 godina:

$$C = 11164 * \left(1 + \frac{1,8}{100}\right)^{10} = 13344,35 \approx 13345 \text{ voz/danu}$$

Nakon provedenog izračuna nakon dvadeset godina prosječni godišnji dnevni promet na navedenom raskrižju iznosi 13345 voz/danu.

Grafikonom 3. prikazano je prosječno godišnje prometno opterećenje za raskrižje 2 u vremenskom razdoblju od 5, 10 i 20 godina, te početno stanje.



Grafikon 3. PGDP za vremensko razdoblje od 5, 10 i 20 godina na raskrižju 2

Izvor: Izradio autor

Podaci dobiveni iz prosječnog godišnjeg dnevnog prometa za vremenska razdoblja od 5, 10 i 20 godina služe za izračun prometnog opterećenja vršnog sata tako da se podjele sa koeficijentom u rasponu od 9 do 14 pri čemu je u radu uzet koeficijent 10.

Procjena opterećenja u vršnom satu za 5 godina:

$$\frac{10622}{10} = 1062,2 \approx 1063 \text{ vozila/h}$$

Nakon izvedenog proračuna broj vozila koja prolaze kroz raskrižje u vršnom satu iznosi 740 voz/h.

Procjena opterećenja u vršnom satu za 10 godina:

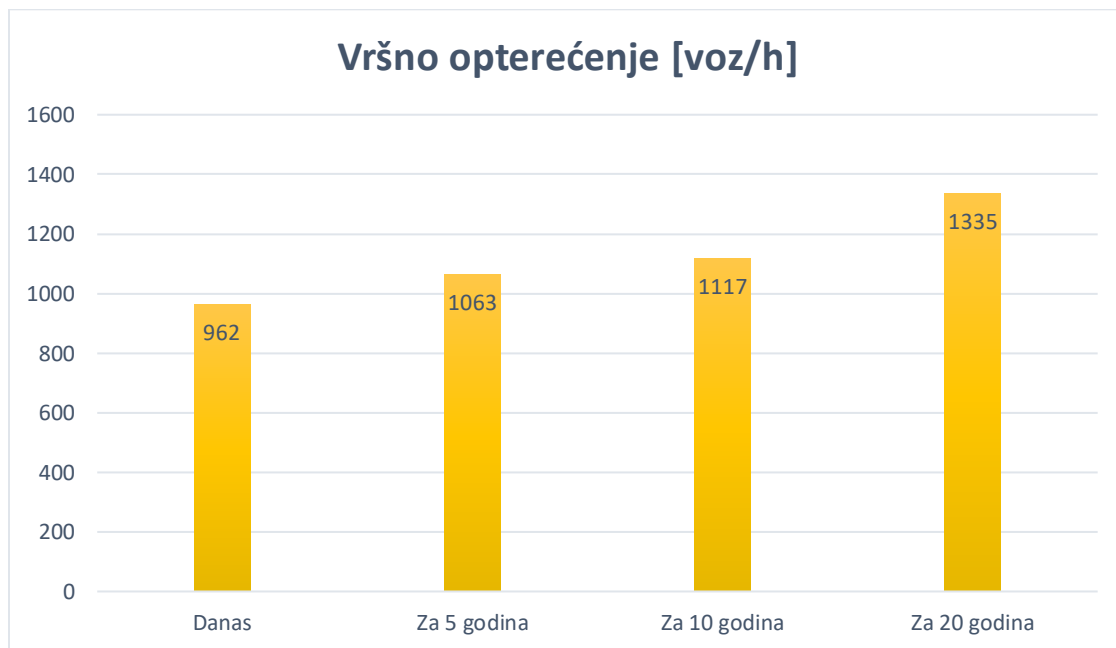
$$\frac{11164}{10} = 1116,4 \approx 1117 \text{ vozila/h}$$

Nakon izvedenog proračuna broj vozila koja prolaze kroz raskrižje u vršnom satu iznosi 778 voz/h..

Procjena opterećenja u vršnom satu za 20 godina:

$$\frac{13345}{10} = 1334,5 \approx 1335 \text{ vozila/h}$$

Nakon izvedenog proračuna broj vozila koja prolaze kroz raskrižje u vršnom satu iznosi 930 voz/h.



Grafikon 4. Vršno opterećenje za vremensko razdoblje od 5,10 i 20 godina

Izvor: Izradio autor

Grafikonom 4. prikazano je prometno opterećenje u vršnom satu za raskrižje 2 u vremenskom razdoblju od 5, 10 i 20 godina u odnosu na početno opterećenje.

4.3. Prometna prognoza na raskrižju 3

Opterećenje prometnih tokova koja ulaze na istočnom privozu iznosi 483 voz/h, opterećenje prometnih tokova koja ulaze na južnom privozu iznosi 125 voz/h, a opterećenje prometnih tokova koja ulaze na zapadnom privozu iznosi 227 voz/h.

Iz toga slijedi:

$$483 + 125 + 227 = 835 \text{ voz / h}$$

$$PGDP = 835 * 10 = 8350 \text{ voz / danu}$$

Prosječni porast prometa iznosi 1,6% u sljedećih 20 godina. Prosječni godišnji dnevni promet služit će za prognozirani rast za vremensko razdoblje od 5,10 i 20 godina. Formula za izračun prognoziranog rasta je formula za računanje složenog kamatnog računa.

Proračun prognoze prometa za 5 godina:

$$C = 8350 * \left(1 + \frac{2}{100}\right)^5 = 9219,07 \approx 9220 \text{ voz/danu}$$

Nakon provedenog izračuna nakon pet godina prosječni godišnji dnevni promet na navedenom raskrižju iznosi 9220 voz/danu.

Proračun prognoze prometa za 10 godina:

$$C = 9220 * \left(1 + \frac{1}{100}\right)^5 = 9690,31 \approx 9691 \text{ voz/danu}$$

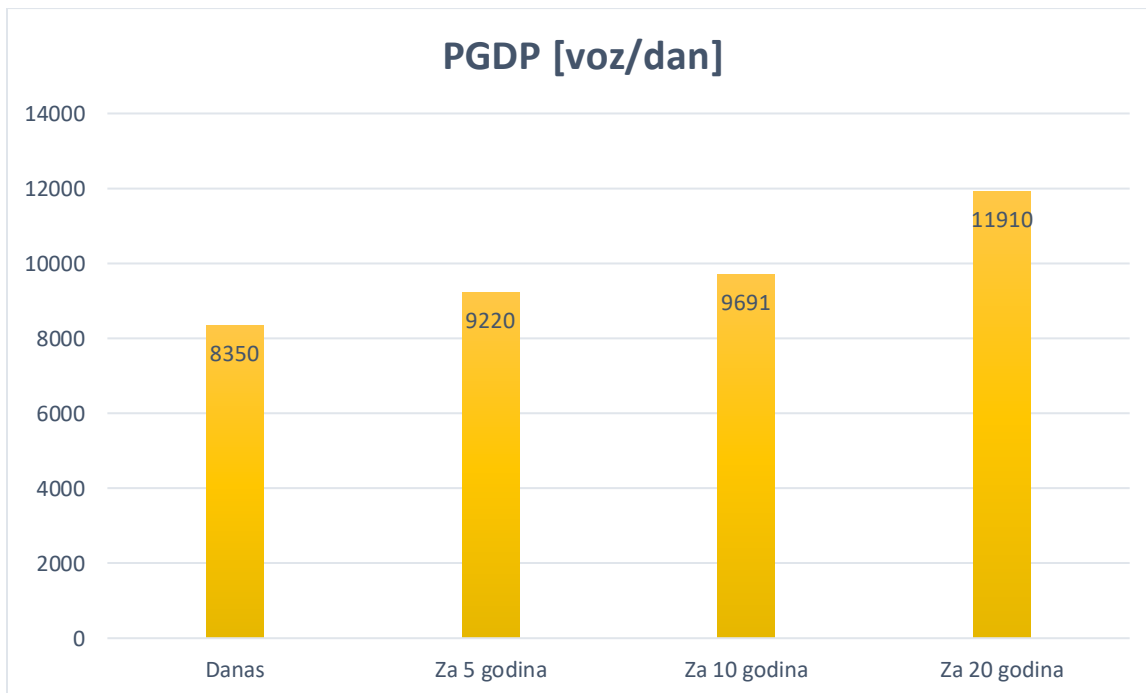
Nakon provedenog izračuna nakon deset godina prosječni godišnji dnevni promet na navedenom raskrižju iznosi 9691 voz/danu.

Proračun prognoze prometa za 20 godina:

$$C = 9961 * \left(1 + \frac{1,8}{100}\right)^{10} = 11909,99 \approx 11910 \text{ voz/danu}$$

Nakon provedenog izračuna nakon dvadeset godina prosječni godišnji dnevni promet na navedenom raskrižju iznosi 11910 voz/danu.

Grafikonom 5. prikazano je prosječno godišnje prometno opterećenje za raskrižje 3 u vremenskom razdoblju od 5, 10 i 20 godina, te početno stanje.



Grafikon 5. PGDP za vremensko razdoblje od 5, 10 i 20 godina na raskrižju 3

Izvor: Izradio autor

Podaci dobiveni iz prosječnog godišnjeg dnevnog prometa za vremenska razdoblja od 5, 10 i 20 godina služe za izračun prometnog opterećenja vršnog sata tako da se podjele sa koeficijentom u rasponu od 9 do 14 pri čemu je u radu uzet koeficijent 10.

Procjena opterećenja u vršnom satu za 5 godina:

$$\frac{9220}{10} = 922 \text{ vozila/h}$$

Nakon izvedenog proračuna broj vozila koja prolaze kroz raskrižje u vršnom satu iznosi 922 voz/h.

Procjena opterećenja u vršnom satu za 10 godina:

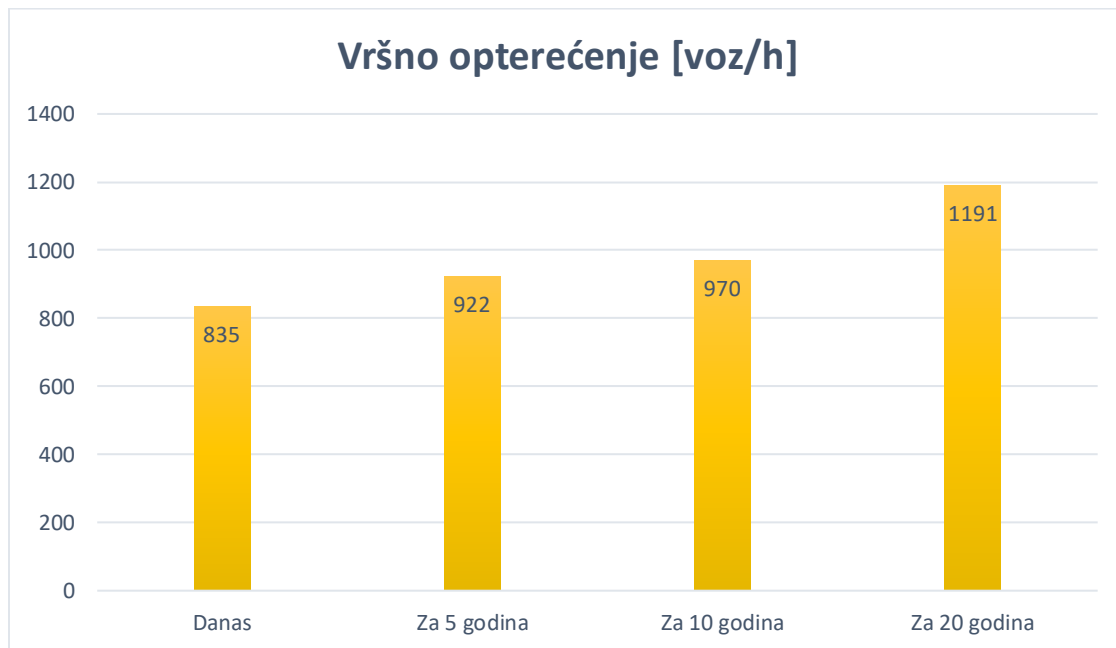
$$\frac{9691}{10} = 969,1 \approx 970 \text{ vozila/h}$$

Nakon izvedenog proračuna broj vozila koja prolaze kroz raskrižje u vršnom satu iznosi 970 voz/h..

Procjena opterećenja u vršnom satu za 20 godina:

$$\frac{11910}{10} = 1191 \text{ vozila/h}$$

Nakon izvedenog proračuna broj vozila koja prolaze kroz raskrižje u vršnom satu iznosi 1191 voz/h.



Grafikon 6. Vršno opterećenje za vremensko razdoblje od 5,10 i 20 godina

Izvor: Izradio autor

Grafikonom 6. prikazano je prometno opterećenje u vršnom satu za raskrižje 3 u vremenskom razdoblju od 5, 10 i 20 godina u odnosu na početno opterećenje.

5. PRIJEDLOZI IDEJNIH RJEŠENJA NOVE REGULACIJE PROMETNIH TOKOVA

Prijedlozi rješenja su prijedlozi mjera i zahvata na području obuhvata kojim je moguće unaprijediti stanje prometnog sustava. Prijedlozi mjera su prijedlozi kojima se predlažu promjene u organizaciji prometnog sustava i prometnoj politici, a prijedlozi zahvata su prijedlozi kojima se daju rješenja za izgradnju ili rekonstrukciju elemenata prometne infrastrukture [9].

Prijedlozi rješenja izrađuju se na temelju:

- ishod procjene postojećeg stanja (ustanovljeni problemi),
- predviđanje prometa (trend porasta ili smanjenja intenziteta prometnih tokova),
- nedavnih znanstvenih i stručnih saznanja na području tehnologije prometa i transporta [9].

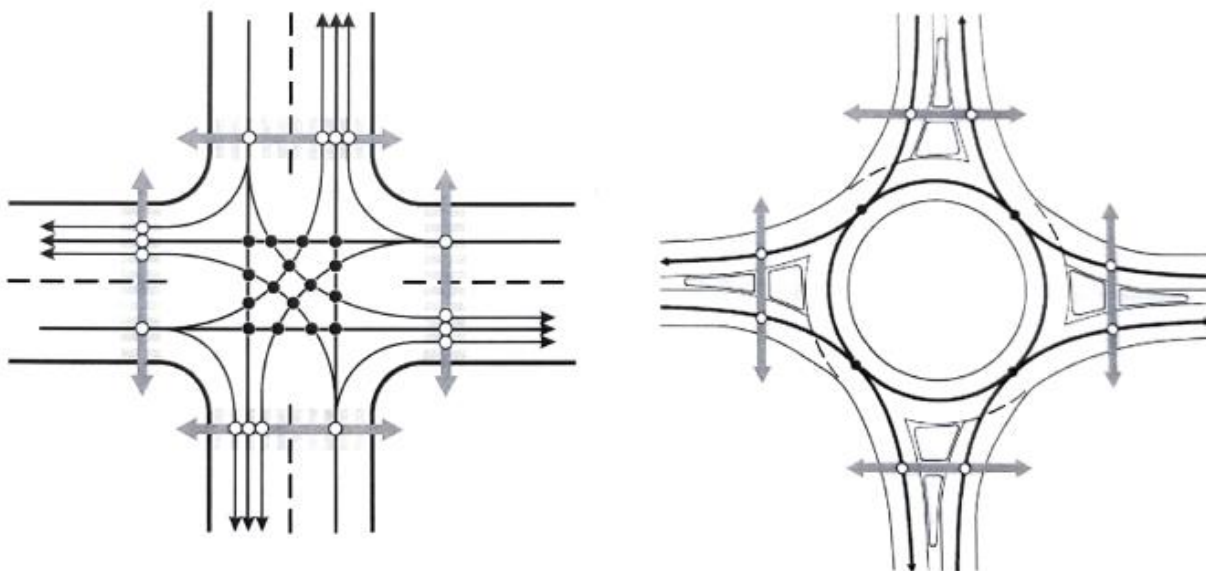
Prijedlozi rješenja se prema periodu realizacije dijele na:

- trenutne – realizacija do 2 godine od prihvaćanja studije,
- kratkoročne – realizacija od 5 godina od prihvaćanja studije,
- srednjoročne – realizacije od 5 do 10 godina nakon prihvaćanja studije,
- dugoročne – realizacije od 10 do 20 godina nakon prihvaćanja studije [9].

Prijedlozi rješenja se prema cilju djelovanja dijele na:

- prijedloge djelovanja na prometnog infrastrukturi
- prijedloge djelovanja na organizaciji elemenata prometnog sustava,
- prijedloge djelovanja na prometnu politiku [9].

U prethodnim poglavljima predstavljena je problematika odvijanja prometnih tokova na postojećim raskrižjima s toga se na navedenim raskrižjima predlaže rekonstrukcija postojećih klasičnih raskrižja u raskrižja s kružnim tokom prometa. Prednost kružnih raskrižja ispred postojećih je smanjenje brzine prilikom prolaska kroz raskrižja kao i veća preglednost zbog boljeg pozicioniranja vozila prilikom ulaska u raskrižja. Kako bi se dokazala ispravnost izgradnje raskrižja s kružnim tokom prometa potrebno je napraviti model optimizacije odvijanja prometnih tokova na rekonstruiranim raskrižjima pri čemu bi se značajno smanjio broj konfliktnih točaka, a samim time i nastanak prometnih nesreća na navedenim raskrižjima.



Slika 28. Konfliktne točke vozilo - pješak na klasičnom raskrižju i na kružnom raskrižju

Izvor: [2]

Raskrižja s kružnim tokom prometa predstavljaju prometne građevine koje omogućuju kretanje vozila središnjim kružnim otokom kao i kružnim oblikom kolnika koji mogu i ne moraju imati razdjelne otoke ovisno o situaciji u prostoru, te su pravilno označeni horizontalnom i vertikalnom signalizacijom za razliku od klasičnih raskrižja ona s kružnim tokom mogu se izvoditi kao nesemaforizirana raskrižja u istoj razini pri čemu se promet odvija [1]:

- jednotračnim tj. dvotračnom kružnom kolniku,
- jednim ili dva prometna traka koja su na privozima postavljena što okomitije prilikom ulaska u raskrižje s kružnim tokom prometa,
- u smjeru postavljenog obrnuto od kretanje kazaljke na satu pri čemu prednost imaju vozila koja se nalaze u području kružnog toka [1].

Specifičnosti odvijanja prometa u kružnom toku u odnosu na odvijanje prometa u standardnim raskrižjima:

- raskrižja s kružnim tokom prometa predstavljaju kombinaciju neprekinutih i prekinutih prometnih tokova,
- vozila koja se nalaze unutra kružnog raskrižja imaju prednost u odnosu na vozila koja čekaju na ulaz u kružni prometni tok,

- prilikom ulaska u raskrižje s kružnim tokom prometa ukoliko se radi o mogućnosti ulaska vozilo ne čeka na ulaz nego slobodno se uključuje u kružni tok sa smanjenom brzinom,
- unutar urbanih područja raskrižja s malim kružnim tokom omogućuju vožnju vozilima sa smanjenom brzinom te velikim skretnim kutom prednjih kotača vozila,
- zabranjeno je kretanje vozila unatrag,
- vozilima velikih dimenzija dozvoljeno je kretanje proširenim dijelovima kružnog toka, dok vozila manjih dimenzija nemaju potrebe za korištenjem istih,
- kretanje pješaka i biciklista u području raskrižja s kružnim tokom prometa propisano je pravilima kao i za kretanje drugim raskrižjima [14].

Prednosti odvijanja prometa na kružnim raskrižjima u odnosu na ostala raskrižja u razini:

- značajno povećanje sigurnosti u odnosu na klasična nesemaforizirana raskrižja zbog smanjenog broja konfliktnih točaka kao i ne mogućnosti prolaska vozila kroz kružno raskrižje pri velikim brzinama,
- posljedice prometnih nesreća su znatno manje,
- omogućeno je propuštanje velikih prometnih tokova,
- manje čekanje prilikom uključivanja u raskrižje,
- smanjenje emisija štetnih plinova i buke koju stvaraju vozila,
- mogućnost izgradnje na područjima sa smanjenim prostorom zbog nepotrebnosti dodatnih prometnih trakova za skretanje lijevo i desno prilikom jednake propusne moći,
- pogodna su za raskrižja koja su podjednako opterećena na sporednom i glavnom privozu,
- pogodna za raskrižja koja su sastavljena od pet ili više privoza,
- značajna ušteda prilikom održavanja u odnosu na semaforizirana raskrižja,
- izgradnja u urbanim područjima je prigodna u vidu sredstva za smirivanje prometa,
- pogodna za integriranje u prostor oko raskrižja [14].

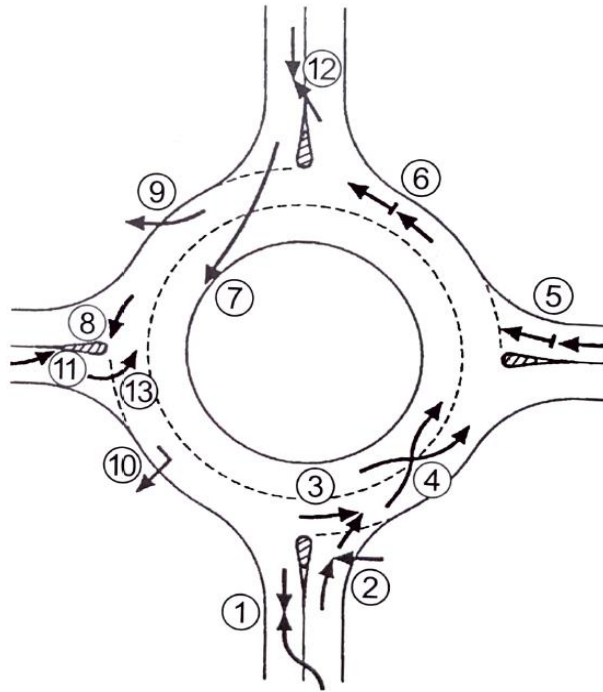
Nedostaci odvijanja prometa na kružnim raskrižjima u odnosu na ostala raskrižja u razini:

- izgradnjom većeg broja prometnih trakova unutar kružnog raskrižja dolazi do znatnog smanjenja sigurnosti prometa zbog povećanja broja konfliktnih točaka,
- nemogućnost izgradnje u urbanim područjima gdje je ograničen prostor za smještaj središnjeg otoka,

- kružni tok s većim brojem prometnih trakova nije pogodan na područjima gdje se kreću slabovidne i slijepo osobe, područjima u blizini zdravstvenih ustanova i na područjima gdje osobe s trenutnim i trajnim fizičkim oštećenjima nisu sigurna prilikom prelaska kolnika bez prometnih signalizacijskih uređaja.
- izgradnja velikih raskrižja s kružnim prometnim tokom nisu prikladna u neposrednoj blizini vrtića i škola,
- prilikom povećanog intenziteta pješačkog i biciklističkog prometa na jednom ili više prometnih krakova zbog smanjena propusne moći raskrižja uslijed stvaranja gužve,
- prilikom povećanog intenziteta lijevih skretača,
- eventualna semaforizacija kružnog raskrižja nema značajnog utjecaja na povećanje propusne moći,
- produživanje putanje prilikom vožnje kao i kretanja pješaka u odnosu na klasična raskrižja,
- nepotrebno preplitanje kod vozila koja skreću ulijevo, a kreću se u suprotnim smjerovima što kod klasičnih raskrižja nije slučaj [14].

Prilikom odvijanja prometa na raskrižjima s kružnim tokom prometa broj konfliktnih točaka u odnosu na klasična nesemaforizirana raskrižja je značajno manji što značajno utječe na povećanje sigurnosti prilikom vožnje u kružnim raskrižjima za razliku od klasičnih nesemaforiziranih raskrižja. Konfliktno situacije mogu se prikazati kao ukupna suma konfliktnih točaka koje se stvaraju uslijed izvođenja prometnih radnji kao što su uplitanja, preplitanja, isplitanja i križanja prometnih tokova na području raskrižja [2].

Ukupan broj konfliktnih točaka u određenom raskrižju ovisi o samoj vrsti i obliku raskrižja. Realan broj konfliktnih točaka u većoj mjeri ovisi o geometrijskom oblikovanju, slobodnoj vidljivosti, opterećenju prometom i slično [2].



Slika 29. Prometne nesreće na raskrižju s kružnim tokom prometa s dva traka

Izvor: [2]

Opis točaka navedenih na Slici 29.:

1. pretjecanje pred raskrižjem,
2. sudar s pješakom/biciklistom,
3. sudar pri uvozu,
4. sudar pri preplitanju,
5. nalet na vozilo pri uvozu,
6. nalet na vozilo pri izvozu,
7. udar u središnji otok,
8. udar u razdjelni otok pri izvozu,
9. izlijetanje s rotora,
10. udar u razdjelni otok pri uvozu,
11. zanošenje pri izvozu,
12. vožnja u pogrešnom smjeru.

Kako bi se pristupilo izgradnji raskrižja s kružnim tokom prometa potrebno je ispuniti određeni broj kriterija. Četiri kriterija osnove skupine moraju biti ispunjena kako bi se pristupilo razmatranju o izgradnji raskrižja s kružnim tokom prometa:

- prometni,
- prometno – sigurnosni,
- prostorni,
- kriterij propusne moći [14].

Izgradnja raskrižja s kružnim prometnim tokom ako se gledaju prometni kriteriji izvodi se i značajna je:

- na područjima gdje su privozi raskrižja podjednako opterećenja prometa, odnosno gdje se odvijanje prometnih prometa značajno ne razlikuje na glavnim prometnim smjerovima i na sporednim smjerovima odvijanja prometa,
- na područjima gdje nema velikog broja lijevih skretača, kojima se značajno povećava putanja vožnje,
- na područjima raskrižja koja imaju oštre kutove presijecanja, odnosno raskrižja koja su izgrađena u obliku A, K, X i Y slova,
- na području trokrakog raskrižja odnosno „T“ raskrižja čiji se glavni prometni tok odvija pod pravim kutom,
- na područjima izgrađenih „T“ raskrižja gdje uslijed smanjene preglednosti i nemogućnosti ulaska sa sporednog privoza na glavni prometni tok, izgradnja raskrižja s kružnim tokom prometa omogućit će jednostavniji i brži ulaz vozila sa sporednog privoza zbog smanjene brzine i povećanja preglednosti u odnosu na vozila koja se kreću glavnim prometnim tokom,
- na područjima raskrižja s većim brojem privoza, odnosno pet i više privoza,
- na područjima gdje uvjeti za semaforizaciju raskrižja nisu ispunjeni, a na području nesemaforiziranog raskrižja propusna moć je značajno prekoračena,
- na područjima koja imaju značajan broj desnih skretača,
- na područjima koja predviđaju povećanje prometa u budućnosti ili on predstavlja nedefiniranost i podložan je stalnim promjenama [14].

Izgradnja raskrižja s kružnim tokom prometa s gledišta povećanja sigurnosti prometa izvodi se:

- na područjima raskrižja koja imaju učestali broj prometnih nesreća s teško stradalima,
- na područjima raskrižja kod kojih se postižu brzine znatno veće od dopuštenih na glavnom prometnom toku što značajno umanjuje mogućnost uključivanja vozila koja se nalaze na sporednim smjerovima odvijanja prometa,
- na područjima gdje dolazi do znatnih promjena uvjeta vožnje, naprimjer na područjima završetaka prometnica gdje se postižu veće brzine u odnosu na brzine koje se odvijaju u urbanim područjima,
- na područjima raskrižja gdje se promet odvija semaforizacijom raskrižja, međutim gdje bi prilikom izgradnje kružnog toka došlo do poboljšanja odvijanja prometnih tokova, prema saznanjima raskrižja s kružnim tokom prometa imaju podjednaku propusnu moć kao i raskrižja koja su regulirana semaforizacijom,
- na područjima lokalnih prometnica gdje se neobjašnjivo stvara veći broj prometnih nesreća, a pri čemu bi postupak uvođenja i upravljanja semaforima imao značajan financijski trošak koji je neopravdan u odnosu na prometno opterećenje raskrižja, izgradnja raskrižja s kružnim prometnim tokom značajno bi utjecala na povećanje sigurnosti odvijanja prometa [14].

Izgradnja raskrižja s kružnim prometnim tokom s gledišta prostornih kriterija, odnosno na području šire i uže lokacije značajna je zbog:

- kriterij šireg područja obuhvata odnosi se na lokaciju i smještaj raskrižja s kružnim tokom prometa u globalnoj mreži cestovnog prometa, prilikom planiranja prometnog raskrižja potrebno je izbjegavati položaj raskrižja u tjemenu vertikalnog zaobljenja nivelete,
- kriterij užeg područja obuhvata odnosi se na raspoloživo područje za izgradnju raskrižja s kružnim tokom prometa, naročito u urbanim sredinama [14].

Prilikom izgradnje novog ili prilikom rekonstrukcije postojećeg raskrižja u raskrižje s kružnim tokom prometa potrebno je ispitati propusnu moć. Prilikom proračuna propusne moći to je moguće izvesti na dva načina:

- Prvi način je iterativan: ispituju se neke od preporučljivih dimenzija raskrižja s kružnim tokom prometa koji se odabire u odnosu na urbanistički, prostorni ili neka druga mjerila. Prilikom izračuna osnovnog kapaciteta dimenzije projektnih elemenata mogu se mijenjati dok se ne dobiju željeni rezultati proračuna, odnosno dok se ne postigne najveća propusna moć u planiranom razdoblju,
- Dok se drugi način odnosi na proračun temeljnih opterećenja prometa gdje se pokušava postići maksimalni projektni elementi, pri čemu se omogućava dovoljna propusnost, u navedenom slučaju započinje urbanističko i prostorno ispitivanje predloženog rješenja [14].

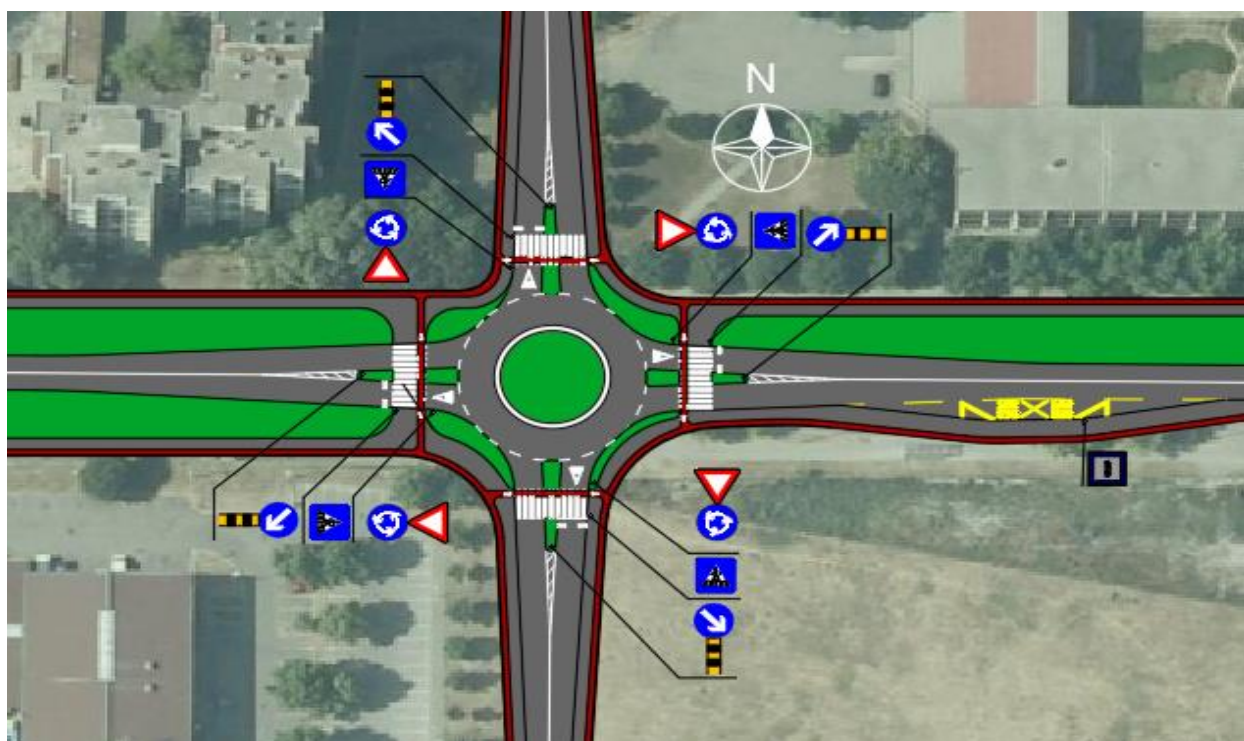
5.1. Prijedlog idejnog rješenja prvog raskrižja

Analizom odvijanja prometa na navedenom raskrižju utvrđeni su brojni nedostaci uzrokovani prilikom izgradnje navedenog raskrižja, odnosno širina prometnog traka na glavnom prometnom toku iznosi 3,25 metara što vozačima daje lažnu sigurnost prilikom postizanja većih brzina od dozvoljene. Na zapadnom privozu raskrižja zbog predimenzioniranja pristupne ceste su dva kolnička traka prenamijenjena u parkirališta iako se u neposrednoj blizini nalazi parkiralište s velikim brojem mjesta za parkiranje, a prenamijena je voznih traka u parkiralište utjecala na smanjenje sigurnosti odvijanja prometa zato jer parkirana vozila su pozicionirana uz nedovoljnu udaljenost od raskrižja prilikom čega se vozačima smanjuje preglednost prilaznja raskrižju. Isto tako uslijed raširene krošnje drveća dolazi do zaklinjanja semafora što dovodi do nesigurnosti odvijanja prometa. Na sjevernom privozu problem izazivaju nepropisno parkirana vozila koja se nalaze na kolniku čime se značajno smanjuje sigurnost odvijanja prometa. Istočni privoz na traci za desno skretanje ima također problem s nepropisnim parkiranjem na traci za desno skretanje kao i s vozačima koji smanjuju sigurnost odvijanja prometa kada iz trake za desno skretanje nastave voziti ravno u smjeru zapadnog privoza i zbog nestrpljivosti može doći do mogućih sudara. Također značajno smanjenje odvijanja prometa se događa u vremenskom razdoblju kada učenici obližnje škole dolaze i odlaze iz iste, odnosno zbog prelaska ceste dok im je na semaforu prikazano crveno svjetlo.

Zbog svega nabrojanog ranije kako bi se povećala sigurnost i mogućnost odvijanja prometnog toka na raskrižju, predložak je rekonstrukcija postojećeg raskrižja u raskrižje s kružnim tokom prometa, prilikom čega bi se širina kolničkih traka suzila na 3 metra i sama prisutnost kružnog raskrižja ne bi fizički omogućavala postizanje većih brzina, kao i prolasku vozila i pješaka

kroz crveno svjetlo. Ujedno s istočnog privoza bi se uklonilo parkiranje vozila čime bi se povećala preglednost prilikom vožnje prema raskrižju iz razloga što postoji alternativa u raskrižju koje se nalazi u neposrednoj blizini na zapadnom privozu, odnosno uklonila bi se traka za desno skretanje jer nema potrebe za njom zbog toga što prometno opterećenje ne zahtijeva dodatnu traku.

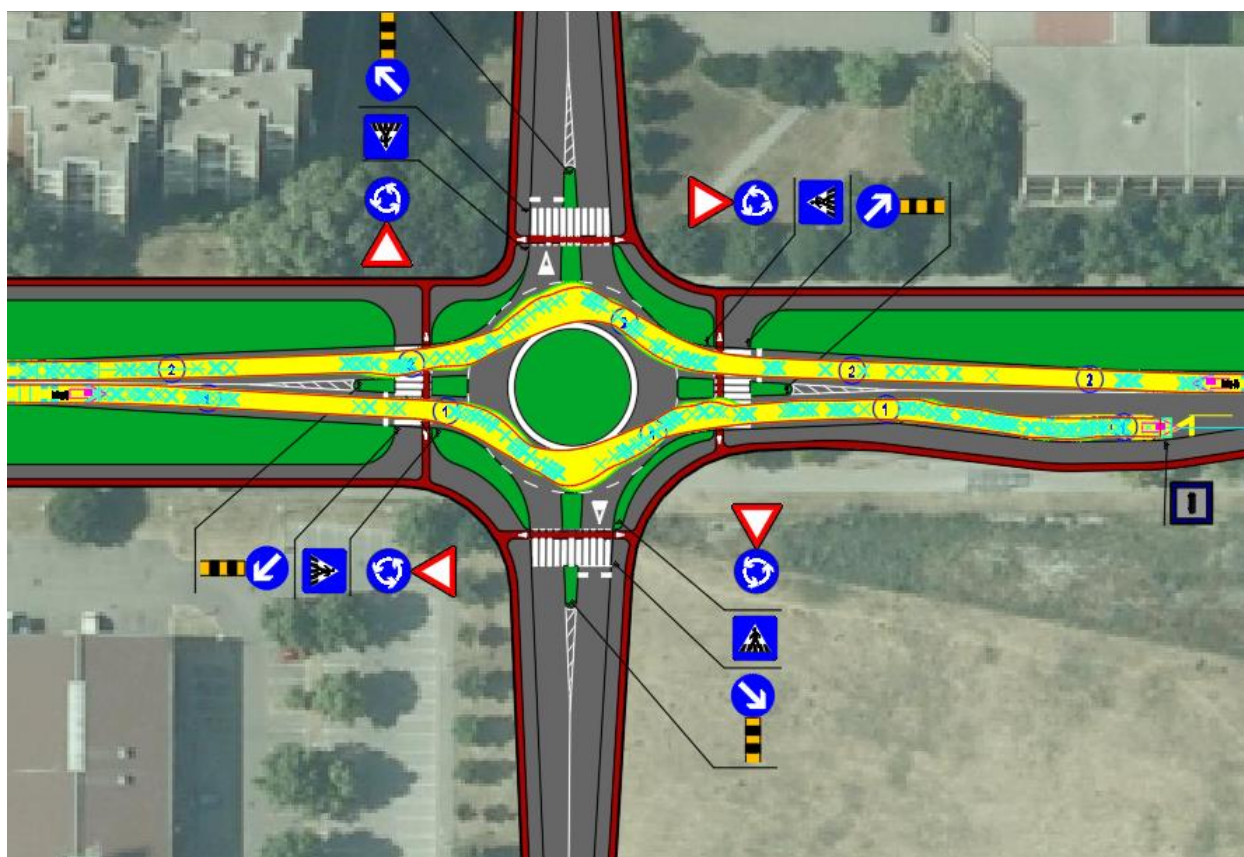
Dimenzije oblikovnih segmenata prijedloga idejnog rješenja navedenog raskrižja s kružnim tokom prometa jesu dimenzije polumjera radijusa središnjeg otoka raskrižja 8 metara, širina provoznog prstena na raskrižju iznosi 1 metar dok je dimenzija polumjera radijusa vanjskog dijela raskrižja 14,5 metara i ulazni i izlazni polumjeri na privozima iznose 12 metara. Širina kružnog prometnog traka u raskrižju iznosi 5,5 metara na svim privozima, pri ulazu i izlazu iz raskrižja širina kolnika iznosi 4,5 metara pri čemu se dalje sužava na širinu kolničke trake od 3 metra. Dok je širina pješačkih otoka smještenih uz raskrižje 3 metra dok na krajnjem sužavanju iznosi 1,5 metar, a pješački prijelaz je izmaknut 5 metara od raskrižja kako bi se omogućilo lakše postavljanje i ulaženje vozila u raskrižje i da prilikom te radnje nema ometanja od strane pješaka koji prelaze cestu. Širina pješačkog prijelaza iznosi 5 metara, širina biciklističke staze kao i označeni dio prelaska preko raskrižja iznosi 1 metar, dok širina pješačke staze iznosi 2 metra.



Slika 30. Prikaz prijedloga idejnog rješenja raskrižja 1

Izvor: Izradio autor

Prilikom izrade idejnog rješenja raskrižja 1 potrebno je izvršiti da li je moguće izvršiti prolazak mjerodavnog vozila kroz navedeno raskrižje s obzirom da navedenim raskrižjem prometuje vozilo javnog gradskog prijevoza tj. zglobni autobus. Uzeta je njegova standardna veličina od 18,5 metara kao mjerodavno vozilo za provjeru provoznosti pri čemu je uzet u obzir glavni prometni tok kojim prometuje vozilo istok – zapad uz provjeru provoznosti (Slika 31.). Kroz raskrižje napravljena je i provjera mogućnosti postavljanja vozila na područje autobusnog stajališta koje je izrađeno prema dimenzijama propisanim „Pravilnikom o autobusnim stajalištima“.



Slika 31. Prikaz trajektorije mjerodavnog vozila na raskrižju 1

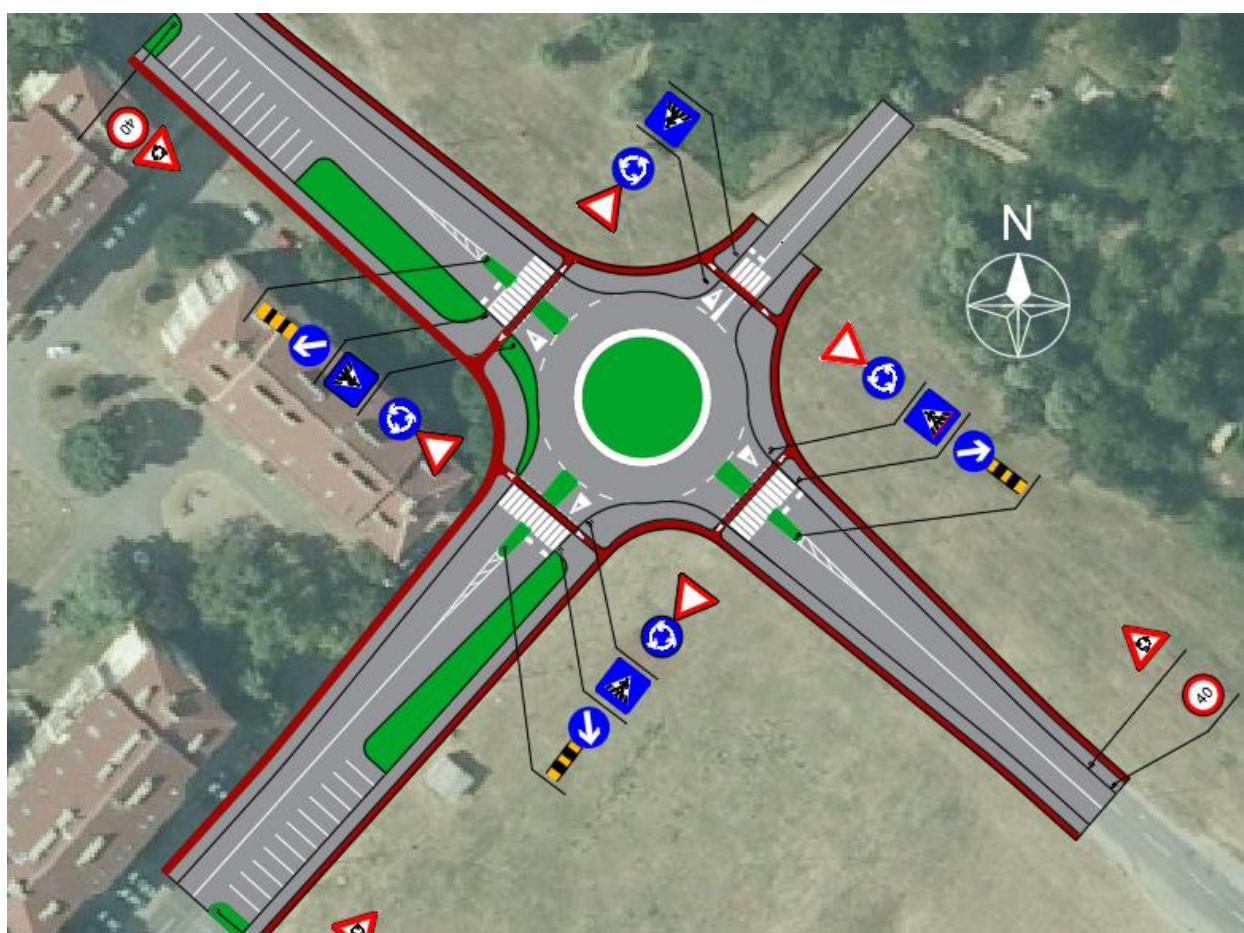
Izvor: Izradio autor

5.2. Prijedlog idejnog rješenja drugog raskrižja

Nakon provedbe analize na raskrižju 2 uočeni su nedostaci koji utječu na sigurnost odvijanja prometa na raskrižju kao i smanjene mogućnosti ulaska u glavni prometni tok sa strane sporednog privoza. Širina kolničkog traka na glavnom prometnom toku iznosi 3,5 metra prilikom čega vozila razvijaju veće brzine od zakonski dozvoljenih. Prilikom postavljanja vozila za

priključivanje u glavni prometni tok sa sporednog privoza pješačka staza nije dovoljno izmaknuta od raskrižja prilikom čega dolazi do međusobnog ometanja vozila i pješaka. Na sporednom privozu smanjena je sigurnost uključivanja u glavni prometni trak zbog smanjene preglednosti jer je cesta izvedena na način da je postavljena suprotno od pogleda vozača i još se na toj dionici ceste nalazi parking za vozila koji značajno umanjuje preglednost prilikom uključivanja na glavni prometni tok.

Iz ranije navedenog kako bi se povećala sigurnost i odvijanje prometnog toka na navedenom raskrižju izrađen je prijedlog idejnog rješenja za navedeno raskrižje (Slika 32.)



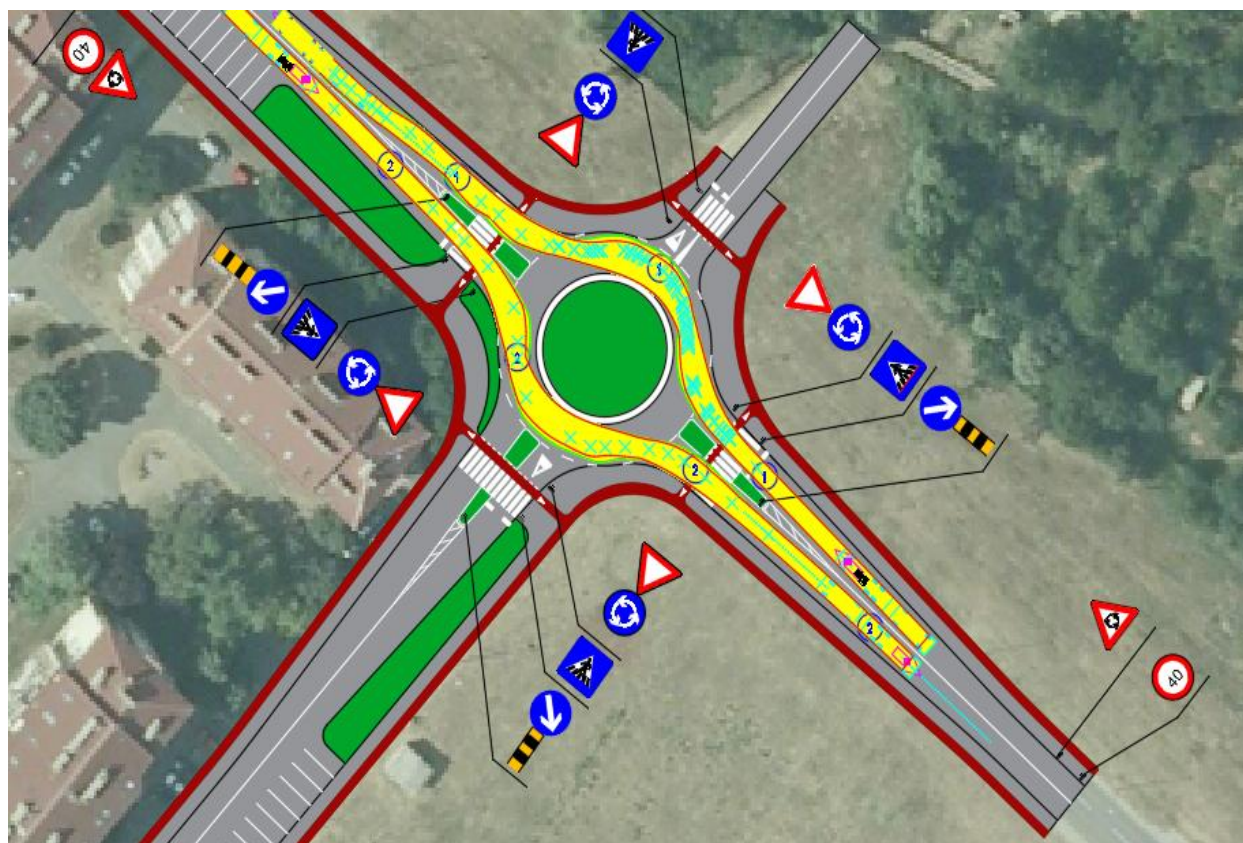
Slika 32. Prikaz prijedloga idejnog rješenja raskrižja 2

Izvor: Izradio autor

Dimenzije polumjera radijusa središnjeg otoka raskrižja iznosi 9 metara, širina provoznog prstena na raskrižju iznosi 1 metar dok je dimenzija polumjera radijusa vanjskog dijela raskrižja 15,5 metara i ulazni i izlazni polumjeri na privozima iznose 12 metara osim na sjeveroistočnom

privozu gdje iznosi 6 metara zbog toga što nema potrebe. Širina kružnog prometnog traka u raskrižju iznosi 5,5 metara, a na svim privozima pri ulazu i izlazu iz raskrižja širina kolnika iznosi 4,5 metara pri čemu se dalje sužava na širinu kolničke trake od 3 metra osim na sjeveroistočnom privozu gdje širine kolničkih traka iznose 3 metra. Širina pješačkih otoka smještenih uz raskrižje iznosi 3 metra dok na krajnjem sužavanju iznosi 1,5 metar, a na sjeveroistočnom privozu nema pješačkih otoka jer nisu potrebni. Pješački prijelaz je izmaknut 5 metara od raskrižja, a njegova širina iznosi 5 metara. Biciklistička staza širine je kao i staza koja prelazi preko kolnika i iznosi 1 metar, dok širina pješačke staze iznosi 2 metra. Parkirališta su izmaknuta više od 40 metara kako bi se povećala preglednost na raskrižju, dok širina navedenih parkirališta iznosi 2,5 metra, a dužina im je 6 metara.

Za utvrđivanje provoznosti kroz navedeno raskrižje kao mjerodavno vozilo uzet je tegljač s poluprikolicom čija dužina iznosi 16,5 metara (Slika 33).

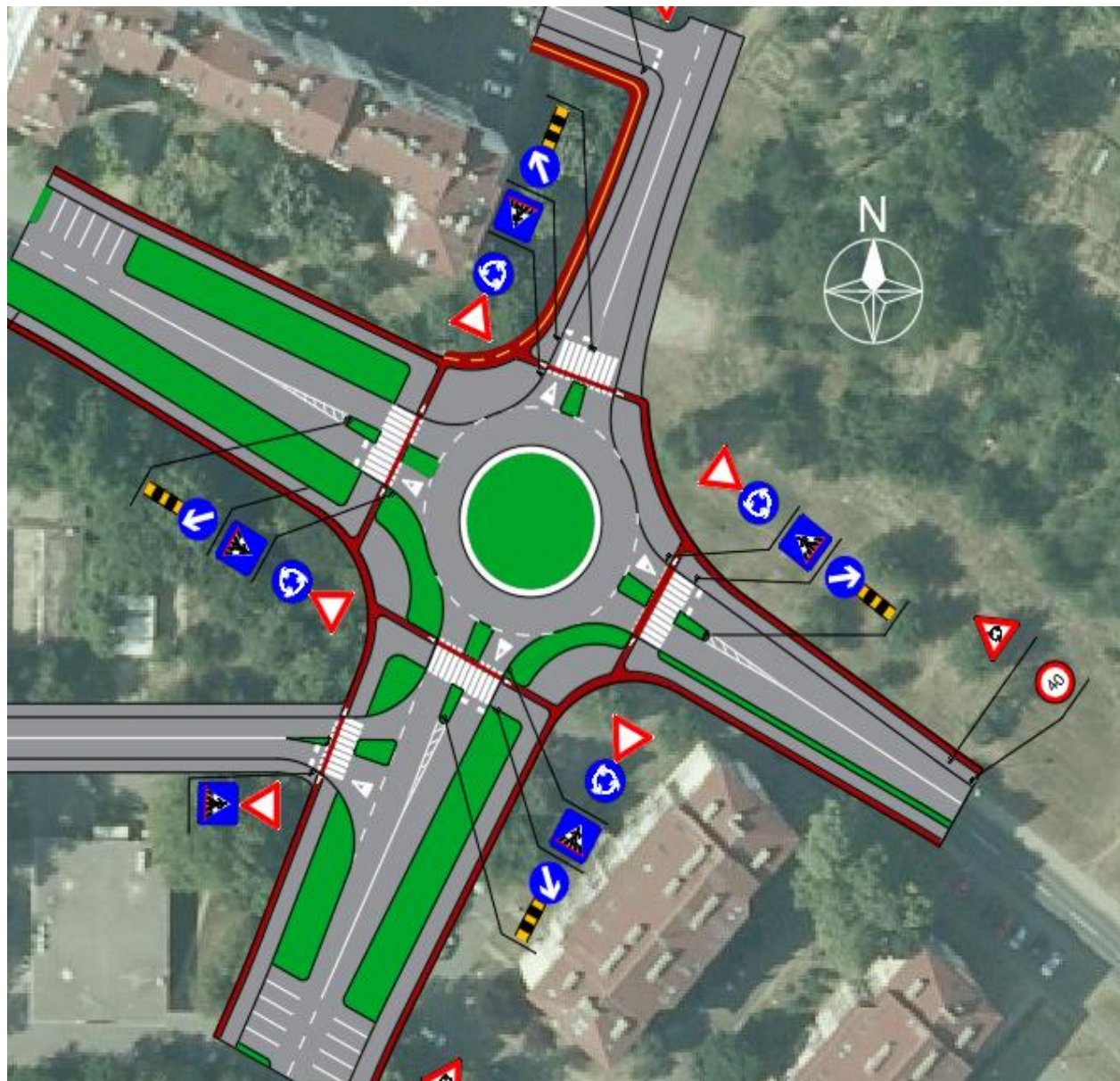


Slika 33. Prikaz trajektorija mjerodavnog vozila na raskrižju 2

Izvor: Izradio autor

5.3. Prijedlog idejnog rješenja trećeg raskrižja

Provedbom analize na raskrižju 3 uočeni su nedostaci koji značajno utječu na samo odvijanje prometa i prometnih tokova na navedenom raskrižju, a to se također dalje prelijeva na sve prilaze raskrižja posebno na istočno – zapadni prometni tok, a navedeni nedostatak je predimenzionirana širina prilaznih cesta koja iznosi 3,5 metra i to značajno utječe na smanjenje sigurnosti odvijanja prometa.



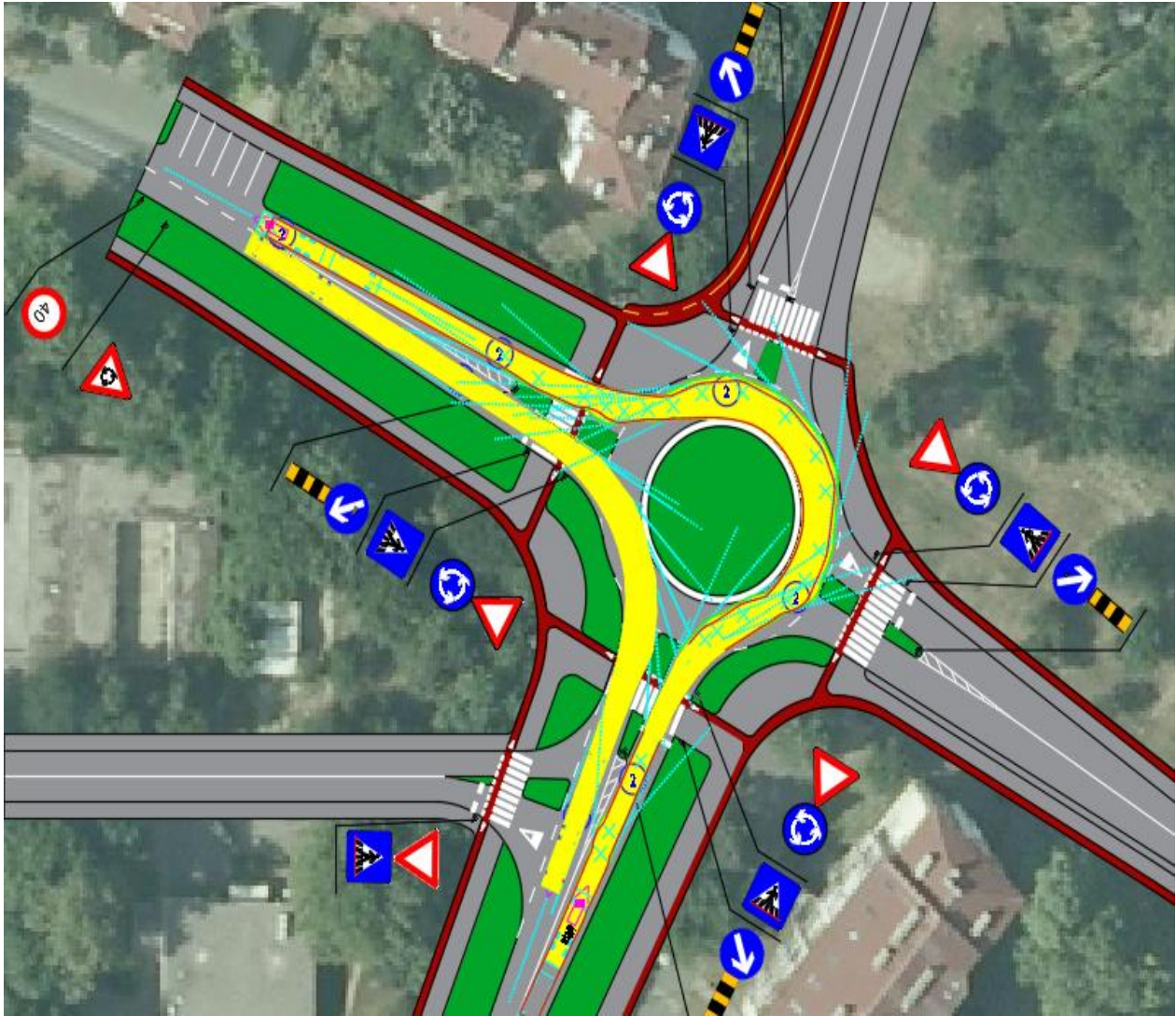
Slika 34. Prikaz prijedloga idejnog rješenja raskrižja 3

Izvor: Izradio autor

Također smanjena je preglednost zbog položaja raskrižja i drvoreda koji je u neposrednoj blizini prometnica, posebno se to odnosi u ljetnim mjesecima kada je završena školska godina pa je semaforizirano raskrižje ugašeno i ima samo treptajuće žuto svjetlo da upozorava vozače. U neposrednoj blizini nalazi se osnovna škola i školsko igralište koje privlači veliki broj djece koja moraju prelaziti prometnice u neposrednoj blizini raskrižja, a što im je otežano zbog postizanja brzina znatno većih od dopuštene.

Kako bi došlo do povećanja sigurnosti odvijanja prometa kao i smirivanja prometa predlaže se rekonstrukcija postojećeg raskrižja u raskrižje s kružnim tokom prometa što će značajno utjecati na sigurnost prometa. Isto tako, sjeverni privoz koji se trenutno koristi kao put prema daljnjem makadamskom putu produžit će se i povezati na parkiralište koje se nalazi kod građevina neposredno smještenih uz raskrižje i zapadni privoz pri čemu će se rasteretiti promet na zapadnom privozu tj. uključivanju sa sporednih ulica koja služe za povezivanje s parkirališnim mjestima. Sve nabrojano će dodatno povećati sigurnost zbog smanjenog broja vozila koja će se preusmjeriti na rekonstruirano raskrižje s kružnim tokom prometa.

Dimenzije polumjera radijusa središnjeg otoka raskrižja iznose 10 metara, širina provoznog prstena na raskrižju iznosi 1 metar dok je dimenzija polumjera radijusa vanjskog dijela raskrižja 16,5 metara i ulazni i izlazni polumjeri na privozima iznose 12 metara. Širina kružnog prometnog traka u raskrižju iznosi 5,5 metara, na svim privozima pri ulazu i izlazu iz raskrižja širina kolnika iznosi 4,5 metara pri čemu se dalje sužava na širinu kolničke trake od 3 metra. Dok je širina pješačkih otoka smještenih uz raskrižje 3 metra, a na krajnjem sužavanju iznosi 1,5 metar. Pješački prijelaz je izmaknut 5 metara od raskrižja, a njegova širina iznosi 5 metara. Širina biciklističke staze kao i staze koja prelazi preko kolnika iznosi 1 metar, dok širina pješačke staze iznosi 2 metra. Parkirališta su izmaknuta više od 50 metara kako bi se povećala preglednost na raskrižju, dok je širina navedenih parkirališta 2,5 metra, a dužina im je 6 metara.



Slika 35. Prikaz trajektorije mjerodavnog vozila na raskrižju 3

Izvor: Izradio autor

Za utvrđivanje proznosti kroz navedeno raskrižje zbog prometovanja vozila javnog gradskog prijevoza isto kao i kod prvog raskrižja uzet je zglobni autobus s dužinom od 18,5 metara (Slika 35).

6. EVALUACIJA REZULTATA NOVE REGULACIJE PROMETNIH TOKOVA

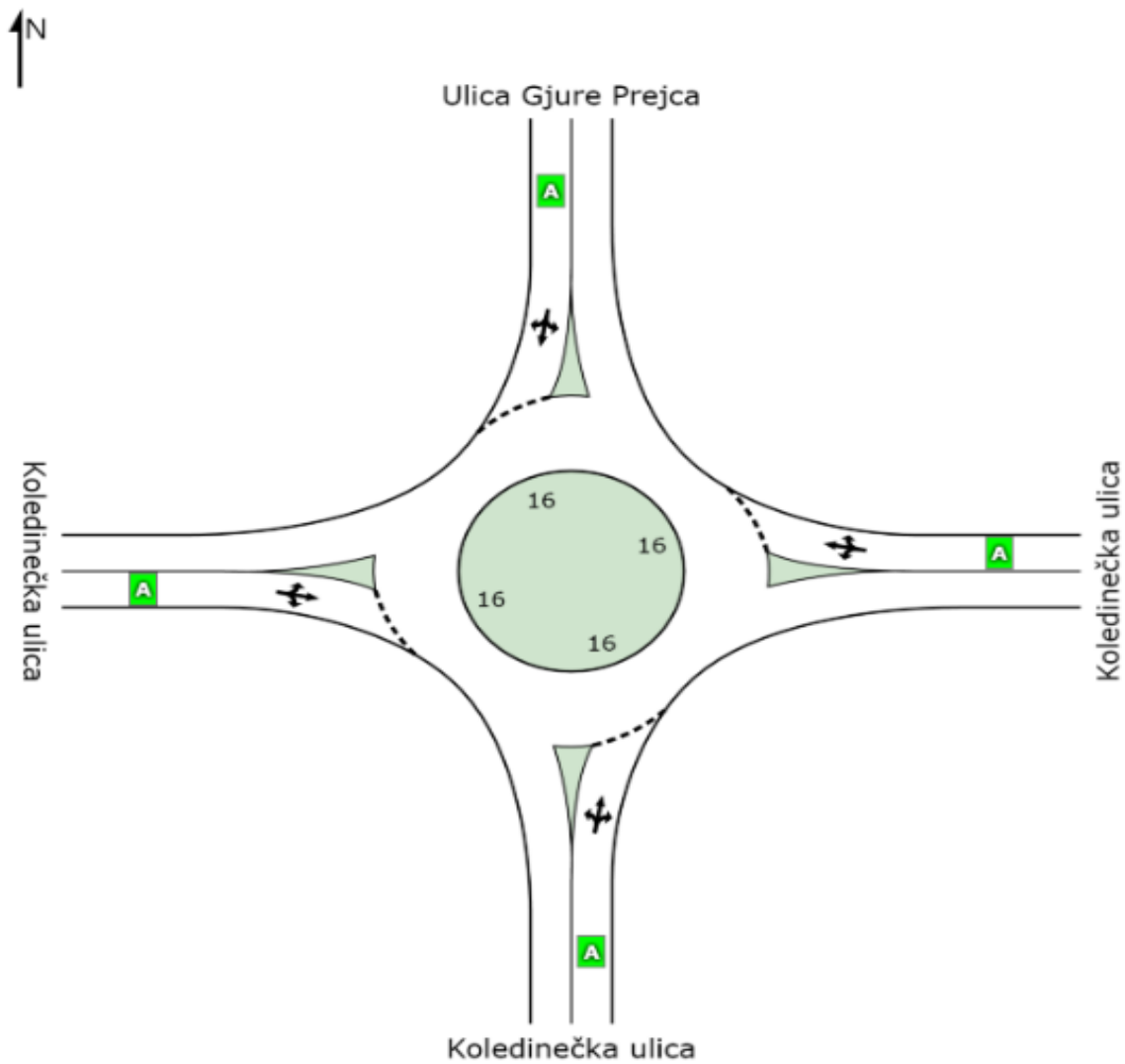
Vrednovanjem odnosno evaluacijom rezultata dobivaju se rezultati analize određenog procesa ili projekta u ovom slučaju to su promatrana raskrižja čiji nam rezultati pokazuju na dobivene vrijednosti prije rekonstrukcije i nakon rekonstrukcije raskrižja. Evaluacija raskrižja napravljena je prema dobivenim rezultatima ručnog brojanja prometa u vršnim opterećenjima raskrižja uz korištenje Sidra Intersection 5.1. programskog alata.

Razina usluge predstavlja razinu operativnih uvjeta odnosno niz karakteristika koje opisuju uvjete vožnje koji se pojavljuju na određenom dijelu ceste. Karakteristike mogu biti brzina, vrijeme putovanja, prekidi, sigurnost, udobnost vožnje, cijena koštanja i slično [15].

Razina usluge (RU) procjenjuje se kroz šest stupnjeva (A – najbolje, F – najlošije) prema američkoj metodologiji (HCM) ili njemačkoj (HBS):

- RU – A: uvjeti slobodnog toka, najviše 10 % međusobnih utjecaja između vozila u prometnom toku, prosječna vremena čekanja na raskrižjima su minimalna;
- RU – B: oko 70 % vozila nalazi se u uvjetima slobodnog toka, prosječna vremena čekanja na raskrižjima nisu značajna;
- RU – C: stabilni uvjeti prometa, oko 50 % vozila u uvjetima slobodnog toka, mogući manji povećani repovi čekanja na raskrižjima izazivajući veća prosječna vremena čekanja;
- RU – D: oko 40 % vozila se nalazi u uvjetima slobodnog toka, malo povećanje prometnog toka izaziva povećanje repove čekanja s većim prosječnim vremenom čekanja;
- RU – E: manje od trećine vozila su u slobodnom toku, to je stanje u kojem je dosegnuta propusna moć ili se postiže malim povećanjem prometnog toka, prosječna vremena čekanja na raskrižjima su znakovito velika;
- RU – F: prometna potražnja je iznad propusne moći, na privozima raskrižja dolazi do zagušenja, velika vremena čekanja znatno utječu na okolnu prometnu mrežu [15].

Kako bi lakše predočili rezultati evaluacije u programskom alatu prikazani su rezultati postojećih raskrižja i trenutnog stanja te rezultati raskrižja nakon rekonstrukcije.

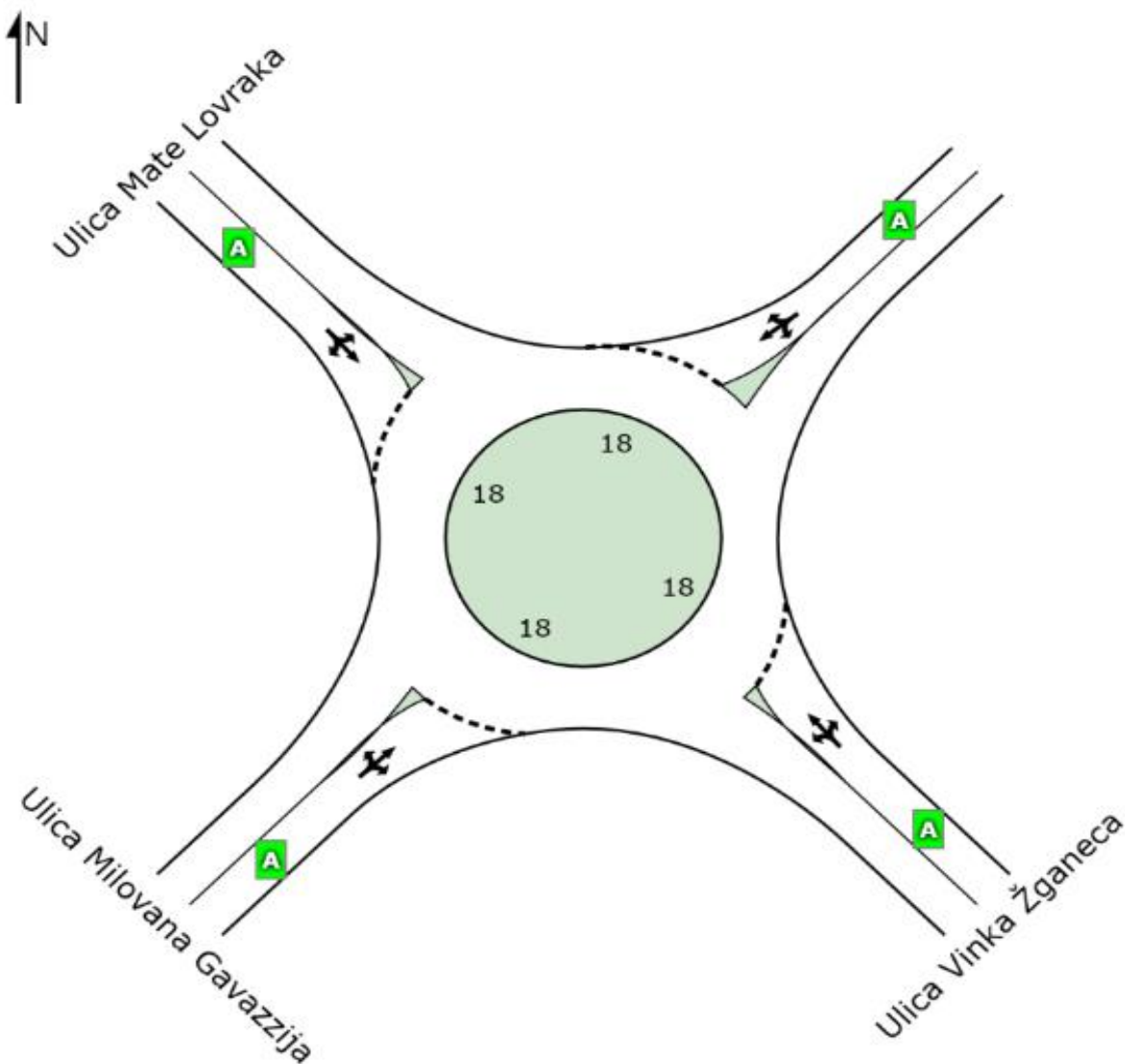


Slika 37. Prikaz razine usluge nakon predložene rekonstrukcije raskrižja 1

Izvor: Izradio autor

Tablica 2. Prikaz rezultata postojećeg raskrižja i rezultata nakon rekonstrukcije raskrižja 1

RAZINE USLUGE		
Privozi	Postojeće stanje	Nakon rekonstrukcije
Sjeverni privoz	B	A
Istočni privoz	B	A
Južni privoz	B	A
Zapadni privoz	B	A



Slika 39. Prikaz razine usluge nakon predložene rekonstrukcije raskrižja 2

Izvor: Izradio autor

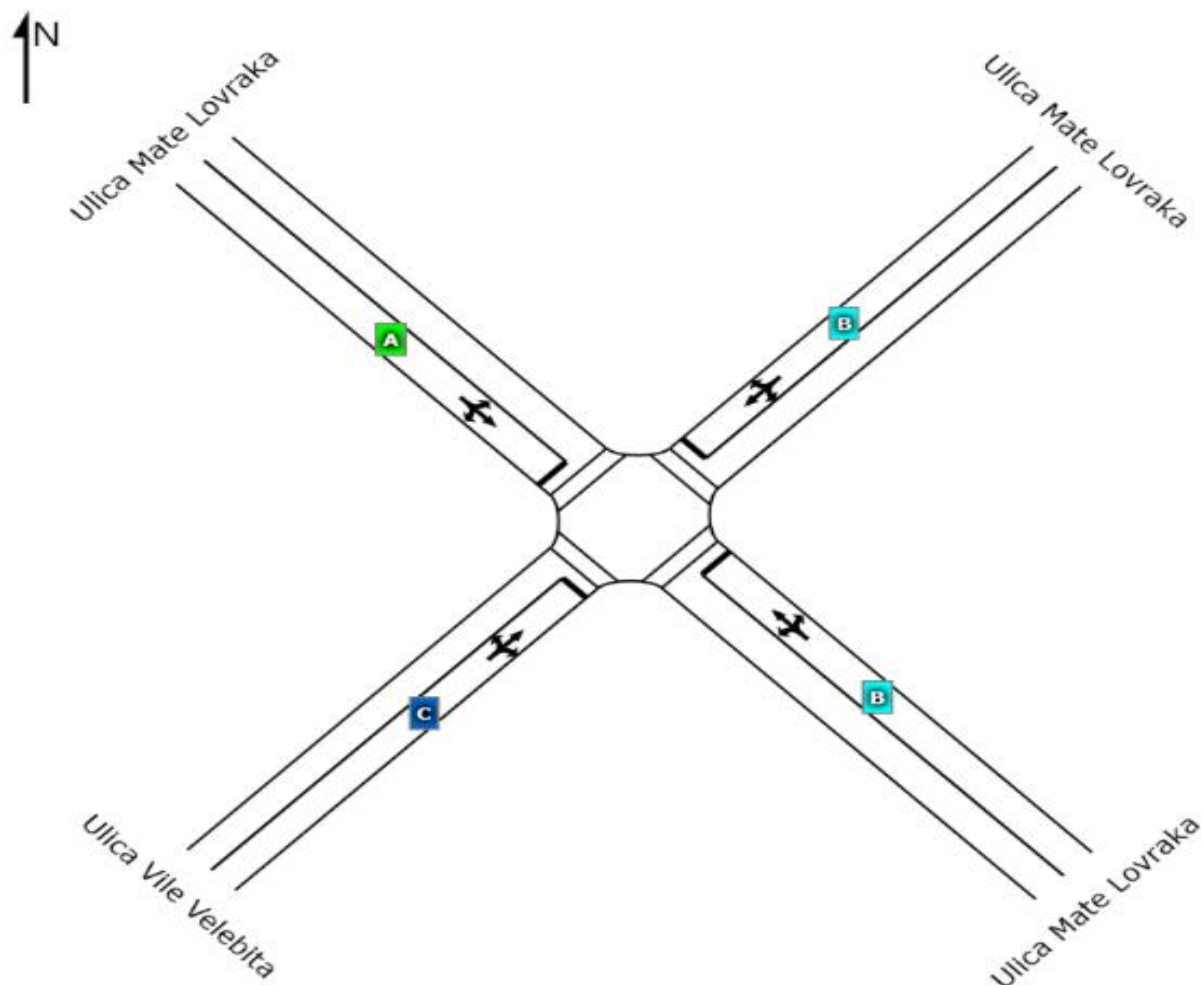
Tablica 3. Prikaz rezultata postojećeg raskrižja i rezultata nakon rekonstrukcije raskrižja 2

RAZINE USLUGE		
Privozi	Postojeće stanje	Nakon rekonstrukcije
Sjeveroistočni privoz	/	A
Jugoistočni privoz	A	A
Jugozapadni privoz	C	A
Sjeverozapadni privoz	A	A

6.3. Komparacija razine usluge trećeg raskrižja

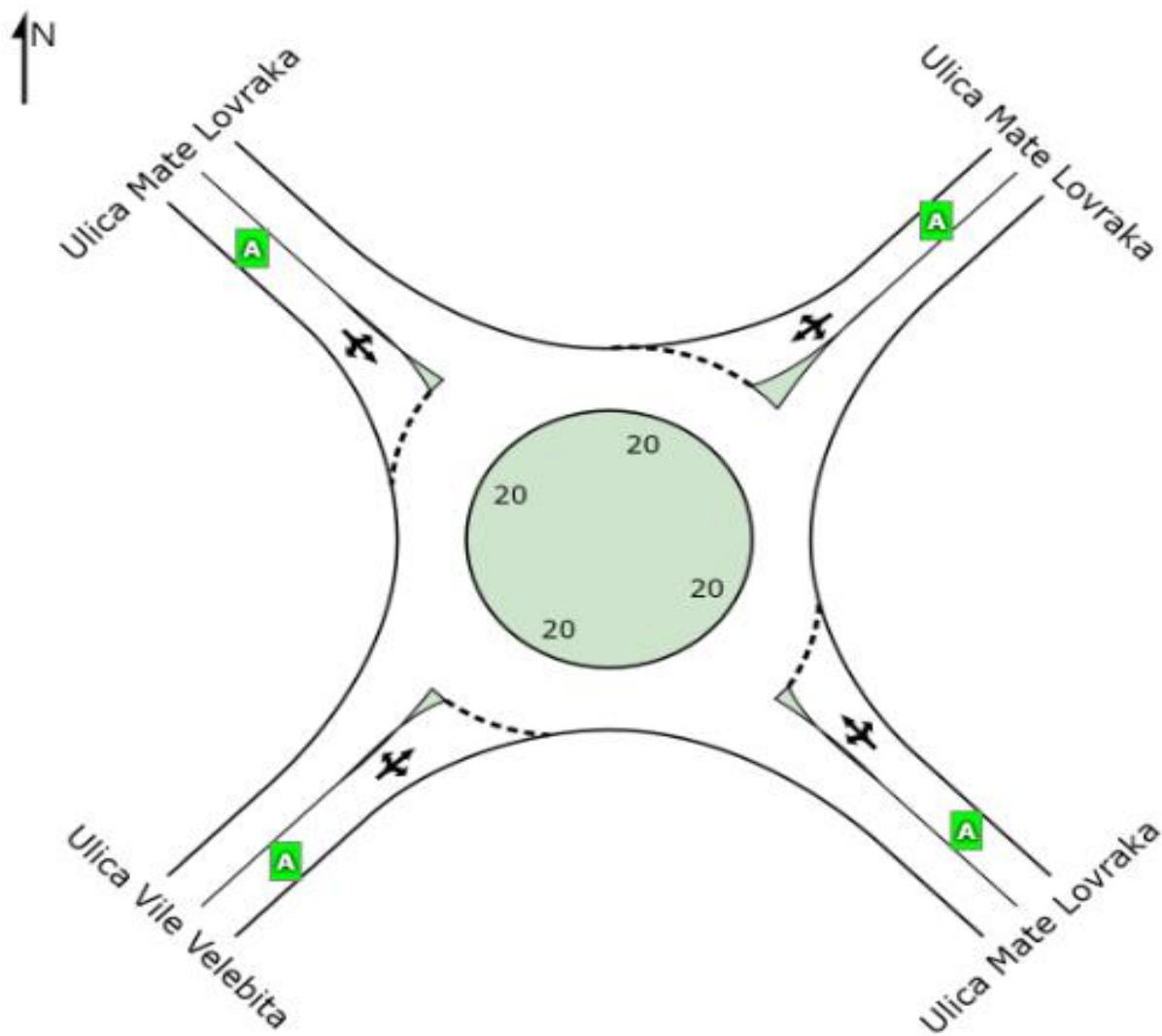
Rezultati razine usluge raskrižja 3 dobiveni su uz pomoć Sidra Intersection 5.1. programskog alata prilikom čega su unošeni podaci o prometnom opterećenju u vršnom vremenskom razdoblju na temelju ručnog brojanja prometa, prilikom čega su dobiveni podaci o udjelu teških teretnih vozila koja se kreću raskrižjem, brojem osobnih automobila i pješaka.

Na navedenom raskrižju predložena je rekonstrukcija postojećeg četverokrakog semaforiziranog raskrižja u raskrižje s kružim tokom prometa, kako bi se jednostavnije predočila trenutna razina usluge na navedenom raskrižju i raskrižja nakon rekonstrukcije raskrižja su prikazana (Slika 40. i Slika 41.), kao i usporedba rezultata razine usluge (Tablica 4.).



Slika 40. Prikaz razine usluge postojećeg raskrižja 3

Izvor: Izradio autor



Slika 41. Prikaz razine usluge nakon predložene rekonstrukcije raskrižja 1

Izvor: Izradio autor

Tablica 4. Prikaz rezultata postojećeg raskrižja i rezultata nakon rekonstrukcije raskrižja 3

RAZINE USLUGE		
Privozi	Postojeće stanje	Nakon rekonstrukcije
Sjeverni privoz	B	A
Istočni privoz	B	A
Južni privoz	C	A
Zapadni privoz	A	A

7. ZAKLJUČAK

Odvijanje prometa i prometnih tokova ima značajnu ulogu u svakodnevnom životu ljudi. Svakodnevnom korištenjem osobnih prijevoznih sredstava kao i vozila javnog gradskog prijevoza olakšano je kretanje ljudi i dobara. Za utvrđivanje problematike odvijanja prometa i prometnih tokova potrebno je definirati širu lokaciju odvijanja prometa, kao i samu mikro lokaciju pojedinog raskrižja na kojem dolazi do poremećaja u odvijanju prometnih tokova. Za utvrđivanje problematike odvijanja prometa potrebno je napraviti detalju analizu postojećeg stanja prometa i prometne infrastrukture na problematičnim raskrižjima, isto tako analiza se provodi i na području nemotoriziranog prometa, a bitan čimbenik je i analiza sigurnosti odvijanja prometa te analiza odvijanja javnog gradskog prijevoza ako postoji na navedenom području. Svakodnevni rast prometa u urbanim sredinama dovodi do analize prometne potražnje u budućnosti čime se na temelju procjene prometa predviđa rast broja vozila koja se kreću područjem na vremenskom razdoblje od 5, 10 i 20 godina kako bi se utvrdilo hoće li predloženo idejno rješenje moći odgovoriti na prometne zahtjeve kroz navedeno vremensko razdoblje. Predloženim idejnim rješenjima svrha je poboljšati odvijanje prometa na navedenom području, povećati razinu usluge odvijanja prometa, znatno povećati sigurnost prilikom odvijanja motoriziranog prometa kao i nemotoriziranog prometa, ali i omogućiti razvijanje biciklističkog prometa koje je svakim danom sve zastupljenije kao oblik prijevoznog sredstva i kao predmet rekreacije ljudi.

Evaluacijom rezultata na temelju podataka koji su dobiveni ručnim brojanjem prometa u vršnom vremenskom razdoblju dolazi se do izlaznih rezultata tj. komparacije razine usluge odvijanja prometa na navedenim raskrižjima u postojećem stanju i nakon implementacije predloženih idejnih rješenja za svako raskrižje. Implementacijom idejnih rješenja za svakog raskrižje dolazi do povećanja razine usluge odvijanja prometa, povećanje sigurnosti odvijanja prometa za sve sudionike u prometu i odgovaranje na potrebe koje se javljaju za prometnom potražnjom u budućnosti.

LITERATURA

- [1] Dadić, I., i suradnici,: Teorija i organizacija prometnih tokova, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2014.
- [2] Legac I.; Raskrižja javnih cesta / cestovne prometnice II, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008.
- [3] Prometno tehnološko projektiranje, autorizirana predavanja – radna verzija, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, Prosinac, 2011.
- [4] Cerovac V., Tehnika i sigurnost prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001.
- [5] Slavulj M.: Brojanje prometa, Autorizirana predavanja, Zagreb, 2010.
- [6] Šoštarić, M., Ščukanec, A.: Prometno tehnološko projektiranje – autorizirana predavanja, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, Prosinac, 2011.
- [7] URL: <https://www.zagreb.hr/osnovni-podaci/14494>, (pristupljeno: lipanj 2020.)
- [8] URL: <https://www.google.com/maps/@45.8346111,16.0604111,1463m/data=!3m1!1e3> (pristupljeno: lipanj 2020.)
- [9] Dadić, I., Šoštarić, M., Brlek, P.: Prometno tehnološko projektiranje, Autorizirana predavanja, Zagreb, 2012.
- [10] Perotić, V.: Prometna tehnika 1, Škola za cestovni promet, Zagreb, 1994.
- [11] Novačko, L., Pilko, H.: Cestovne prometnice II., Upute za auditorne vježbe i seminarski rad, Zagreb, 2018.
- [12] URL: <https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/dodatni/439893.pdf>, (pristupljeno: srpanj 2020)
- [13] URL: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2007_11_119_3453.html, (pristupljeno: srpanj 2020)
- [14] Dadić, I., Kos, G.: Prometno i prostorno planiranje, Skripte iz predavanja, Fakultet prometnih znanosti u Zagrebu, Veleučilište u Gospiću, Zagreb, 2007.

- [15] Hozjan, D.: Nastavni materijali iz kolegija Cestovne prometnice 2, akademska godina 2018/2019.
- [16] Luburić, G., Ševrović, M., Jovanović, B.: Predavanja i nastavni materijali iz kolegija Teorija prometnih tokova, 2019/2020.
- [17] Luburić, G.: Sigurnost cestovnog i gradskog prometa 1 – radni materijali za predavanja, Zagreb, Fakultet prometnih znanosti, 2010.

POPIS SLIKA

Slika 1. Položaj područja Gradske četvrti Gornja Dubrava	3
Slika 2. Položaj raskrižja na širem području Studentskog grada	5
Slika 3. Položaj užeg područja raskrižja 1	7
Slika 4. Položaj užeg područja raskrižja 2	8
Slika 5. Položaj užeg područja raskrižja 3	9
Slika 6. Prikaz postojećeg stanja raskrižja 1	12
Slika 7. Prikaz sjevernog privoza raskrižja 1	13
Slika 8. Prikaz zapadnog privoza raskrižja 1	13
Slika 9. Prikaz južnog privoza raskrižja 1	14
Slika 10. Prikaz zapadnog privoza raskrižja 1	14
Slika 11. Prikaz postojećeg stanja raskrižja 2	16
Slika 12. Prikaz jugozapadnog privoza raskrižja 2	16
Slika 13. Prikaz jugoistočnog privoza raskrižja 2	17
Slika 14. Prikaz sjeverozapadnog privoza raskrižja 2	17
Slika 15. Prikaz postojećeg stanja raskrižja 3	19
Slika 16. Prikaz istočnog privoza raskrižja 3	20
Slika 17. Prikaz sjevernog privoza raskrižja 3	20
Slika 18. Prikaz zapadnog privoza raskrižja 3	21
Slika 19. Prikaz južnog privoza raskrižja 3	21
Slika 20. Prikaz distribucije na raskrižju 1	24
Slika 21. Prikaz distribucije na raskrižju 2	25
Slika 22. Prikaz distribucije na raskrižju 3	25
Slika 23. Prikaz vršnih opterećenja raskrižja 1	26
Slika 24. Prikaz vršnih opterećenja raskrižja 2	26
Slika 25. Prikaz vršnih opterećenja raskrižja 3	27
Slika 26. Ruta autobusnih linija 223 i 214 koja prolaze kroz raskrižje 1	29
Slika 27. Ruta autobusne linije 210 koja prolazi kroz raskrižje 1 i 3	29
Slika 28. Konfliktne točke vozilo - pješak na klasičnom raskrižju i na kružnom raskrižju	42
Slika 29. Prometne nesreće na raskrižju s kružnim tokom prometa s dva traka	45
Slika 30. Prikaz prijedloga idejnog rješenja raskrižja 1	49

Slika 31. Prikaz trajektorije mjerodavnog vozila na raskrižju 1	50
Slika 32. Prikaz prijedloga idejnog rješenja raskrižja 2	51
Slika 33. Prikaz trajektorija mjerodavnog vozila na raskrižju 2.....	52
Slika 34. Prikaz prijedloga idejnog rješenja raskrižja 3	53
Slika 35. Prikaz trajektorije mjerodavnog vozila na raskrižju 3.....	55
Slika 36. Prikaz razine usluge postojećeg raskrižja 1	57
Slika 37. Prikaz razine usluge nakon predložene rekonstrukcije raskrižja 1	58
Slika 38. Prikaz razine usluge postojećeg raskrižja 2	59
Slika 39. Prikaz razine usluge nakon predložene rekonstrukcije raskrižja 2	60
Slika 40. Prikaz razine usluge postojećeg raskrižja 3	61
Slika 41. Prikaz razine usluge nakon predložene rekonstrukcije raskrižja 1	62

POPIS TABLICA

Tablica 1. Koeficijenti ekspanzije.....	24
Tablica 2. Prikaz rezultata postojećeg raskrižja i rezultata nakon rekonstrukcije raskrižja 1	58
Tablica 3. Prikaz rezultata postojećeg raskrižja i rezultata nakon rekonstrukcije raskrižja 2	60
Tablica 4. Prikaz rezultata postojećeg raskrižja i rezultata nakon rekonstrukcije raskrižja 3	62

POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. PGDP za vremensko razdoblje od 5,10 i 20 godina na raskrižju 1	33
Grafikon 2. Vršno opterećenje za vremensko razdoblje od 5,10 i 20 godina	34
Grafikon 3. PGDP za vremensko razdoblje od 5, 10 i 20 godina na raskrižju 2	36
Grafikon 4. Vršno opterećenje za vremensko razdoblje od 5,10 i 20 godina	37
Grafikon 5. PGDP za vremensko razdoblje od 5, 10 i 20 godina na raskrižju 3	39
Grafikon 6. Vršno opterećenje za vremensko razdoblje od 5,10 i 20 godina	40



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj _____ diplomski rad isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

Izjavljujem kako nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, niti je prepisan iz necitiranog rada, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem također, kako nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu _____ diplomskog rada pod naslovom **Idejno rješenje nove regulacije i organizacije prometnih tokova u naselju Gornja Dubrava - Studentski grad u Gradu Zagrebu**

na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

U Zagrebu, _____ 10.9.2020 _____

Student/ica:

Domagoj Pavlović

(potpis)